

автоматизація процесу експлуатації здатна підвищити ефективність використання автомобілів, бо підвищується рівень роботоздатності парку автомобілів, підтримується прогнозує обслуговування; контроль у реальному часі за станом автомобіля, що дає можливість уникнути відмов і аварій за рахунок своєчасного усунення несправностей; забезпечуються більш ефективна експлуатаційна підтримка автомобілів і попереджувальна логістика; долається дефіцит кваліфікованих механіків і експертів, оскільки в центрі керування зосереджені механіки, досвідчені в необхідних областях обслуговування автомобілів.

Наведені приклади систем ДЛН вигідно застосовувати в АТП та СТО для коригування режимів ТО та Р і моніторингу стану автомобільного транспорту. Розвитку ДЛН для автомобілів перешкоджають висока вартість цих систем і проблеми створення відповідних центрів ТО та Р, що працюють в одному комплексі. Це пояснюється тим, що рентабельність центрів залежить від кількості обслуговуваних автомобілів, а ефективність роботи системи в цілому залежить не тільки від достатньої кількості центрів, але й від координації роботи центрів з іншими ресурсами – заводами, майстернями, дорожньою службою тощо. Розробники інтегрованих систем прагнуть наблизити їх вартість до вартості традиційних систем діагностики несправностей, у тому числі шляхом використання різних каналів комунікацій для одночасного виконання кількох функцій системи ДЛН. Також, однією з проблем впровадження систем дистанційного моніторингу є конфіденційність інформації. Але, як показала практика впровадження супутникової навігації, ця проблема в майбутньому буде втрачати своє значення. Тому ДЛН-системи з відкритою архітектурою й доступною інформацією можуть стати лідерами в просуванні нових технологій.

7.2. Системи інформування водія та керування автомобілем у транспортному потоці

7.2.1. Види основних бортових систем та підсистем інтелектуального автомобіля

Системи керування автомобілем поділяються на закриті (замкнені, комбіновані, зі зворотним зв'язком [31]) та відкриті (рис. 7.1). Розвиток цих систем від механічних засобів автоматизації до мехатронних, телематичних та інтелектуальних систем дав можливість створити сучасні системи керування інтелектуального автомобіля. В основу адаптивного керування сучасного автомобіля покладено інформаційний обмін даними (з допомогою шини CAN) між усіма блоками технічних систем автомобіля. Це дало можливість керувати режимами роботи автомобіля, його рухом, удосконалити функціональні алгоритми і програмне забезпечення. Такі мехатронні та телематичні системи автомобіля описані в роботі [11]. У даному підрозділі будуть розглянуті лише бортові телематичні системи забезпечення керуванням та безпекою автомобіля.

Сучасний інтелектуальний автомобіль (транспортний засіб) має описані далі бортові системи.

- 1. Мехатронні та телематичні системи керування рухом автомобіля:**
 - антиблокування гальм (ABS);

- протибуксовна (антипроковзна) коліс (ASR);
- попередження зіткнення (FCW, СПСА);
- допомоги під час екстреного гальмування (BA, BAS, EBA);
- сходження зі смуги руху (LDW);
- адаптивного круїз-контролю (ACC);
- виявлення сліпої зони (BSD);
- стабілізації руху (ESP, HAS, DSM, VSM, VSC);
- допомоги водію для безпечного водіння (DSSS);
- автоматичного керування склоочисниками та склоомивачем;
- активного рульового керування (AFS);
- автоматичного пристосування підвіски та положення кузова до зміни навантаження автомобіля, вибору величини дорожнього просвіту в залежності від дорожніх умов (ESC, TEMS, ASA);
- гальмування через дроти (BBW);
- контроль параметрів тиску і температури в шинах (DDS, TPM);
- попередження перекидання автомобіля (ARP);
- автоматичне керування приладами освітлення (Light Assist);
- автоматичне індивідуальне регулювання електронним блоком підвіски жорсткості амортизаторів кожного колеса, з урахуванням нахилу кузова та швидкості, з якою автомобіль входить у поворот, оцінювати кут повороту і швидкість, з якою водій повертає кермо.

2. Телематичні системи інформування водія про:

- дорожні умови, ситуацію на дорозі;
- технічний стан автомобіля;
- адаптивне освітлення;
- попередження про перетин дорожньої розмітки;
- моніторинг «сліпої зони» (про знаходження поруч інших транспортних засобів);
- розпізнавання дорожніх знаків;
- знаходження перешкод під час руху заднім ходом;
- виявлення невидимих перешкод;
- моніторинг стану водія;
- інформування про перешкоди попереду;
- інформація про стан дорожнього покриття та параметри транспортного потоку;
- інформація про метеоумови;
- комунікація між автомобілями;
- круговий огляд;
- попередження про зіткнення під час паркування;
- нічне бачення;
- попередження про наявність пішоходів на проїзній частині;
- попередження про наявність знаків обов'язкової зупинки;
- екологічний моніторинг (шкідливі речовини у ВГ).

3. Телематичні системи збору й передачі інформації:

- чорний ящик;
- тахограф;

- передача інформації про аварії;
- електронна ідентифікація автомобіля (вантажу);
- позиціонування автомобіля, інформація про його місцезнаходження.

Конструктивний опис перерахованих у пунктах 1, 2, 3 бортових систем і підсистем зроблений у [11], в даному підрозділі наведено лише їх застосування.

Бортова ІТС забезпечує безпеку й ефективність керування транспортними потоками:

- надає водію допомогу у передбаченні дорожньої обстановки;
- спонукає водія до дій щодо попередження небезпечної ситуації;
- знижує утомленість водія, беручи частину навантаження з керування автомобілем на себе;
- автоматично бере керування автомобілем на себе, якщо водій самостійно не зміг виконати необхідні дії щодо попередження ДТП, або зменшуючи тяжкість її наслідків;
- дає можливість ідентифікувати транспортний засіб, параметри його роботи та технічного стану;
- переспрямовує транспортні потоки;
- видає рекомендації щодо вибору швидкості руху;
- SOS сервіс;
- попередження про туман;
- попередження про слизьку дорогу та небезпечну ділянку дороги;
- попередження про можливе зіткнення на перехресті.

7.2.2. Системи круїз-контролю

Основною функцією системи адаптивного круїз-контролю (ACC – Adaptive Cruise Control) є підтримка необхідної швидкості руху, яку задав водій, та утримання відповідної відстані до транспортного засобу спереду з метою підвищення безпеки руху на дорозі та покращення комфорту водія. Це досягається вимірюванням відстані й відносної швидкості транспортного засобу, який рухається попереду, з допомогою систем електронного керування. Система ACC не передбачає операції з керування автомобілем у міських умовах, а лише під час руху магістралями при швидкостях, більших за 30 км/год. ACC гнучко реагує на транспортну ситуацію (на основі систем ABS, ASR, ESP) з допомогою прискорення, сповільнення і навіть гальмування, змінюючи тиск у гальмівній системі. ACC, використовуючи інформацію від датчика ESP, визначає кут повороту, курсову стійкість, бокове прискорення та швидкість транспортного засобу. Обмін інформацією між різними компонентами системи здійснюється через шину CAN (рис. 7.23, 7.24).

Упровадження активного круїз-контролю дає можливість автоматично підтримувати потрібну дистанцію до автомобіля, що рухається поперед. Коли радар виявляє перешкоду, яка знаходиться на небезпечно близькій відстані, блок керування з допомогою гальма-сповільнювача знижує швидкість до безпечного значення. Сьогодні на вантажівках і автобусах уже серійно встановлюються варіанти таких систем, де задіяна допоміжна гальмівна система і зниження швидкості відбувається приблизно до 30 км/год. Однак, фахівці компаній

Volvo Trucks та Mercedes Benz створили більш ефективну систему круїз-контролю, яка у разі небезпеки дає команду робочим гальмівним механізмам до повної зупинки автомобіля.

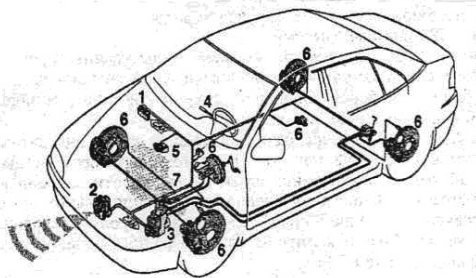


Рис. 7.23. Компоненти системи адаптивного круїз-контролю:

1 – блок керування роботою двигуна; 2 – блок перевірки роботи радіолокаційного датчика; 3 – блок керування роботою гальм при вмиканні круїз-контролю; 4 – контрольні прилади та блок індикації; 5 – блок керування двигуном при вмиканні круїз-контролю; 6 – датчики; 7 – блок керування трансмісією при вмиканні круїз-контролю.

На практиці встановлено, що для оптимального режиму роботи АСС сповільнювати рух автомобіля за рахунок прикривання дроселя недостатньо. Тривалі операції руху позаду автомобілів за допомогою АСС без необхідності частого втручання водія можливі лише при втручанні програми ESP гальмівної системи.

Система АСС допускає тільки плавне гальмування. Функції безпеки такі, як екстрене гальмування, в обов'язки даної системи не входять. Ці функції разом з вибором швидкості руху та дистанції залишаються на особистій відповідальності водія.

Для забезпечення надійної роботи системи АСС важливо, щоб автомобілі, що рухаються попереду, розташовувалися в межах смуги руху. Інформація від датчиків програми ESP (рис. 7.25) використовується для визначення фактичної кривої руху транспортного засобу, оснащеного АСС. Додаткова інформація про транспортний потік визначається за допомогою радіолокаційних сигналів.

Системи відеозображень та навігаційні системи використовуються для допомоги водіям автомобілів при визначенні маршрутів руху.

Для цього електронний блок системи сприймає задане значення швидкості, зчитує показання датчика швидкості (спідометра) і за наявності розходження відкриває або закриває дросельну заслінку подачі паливної суміші до двигуна, впливаючи цим на швидкість обертання колінчастого вала двигуна. Це звільняє водія від завдання постійного керування педалью акселератора на магістралях. Для керування системою на кермі встановлюється група з чотирьох перемикачів. При досягненні заданої швидкості водій перемикає кнопку для вмикання системи круїз-контролю і далі задана швидкість підтримується. У разі появи повільного транспорту попереду натискається кнопка для зменшення швидкості, при обгоні – натискається кнопка для збільшення швидкості, а для

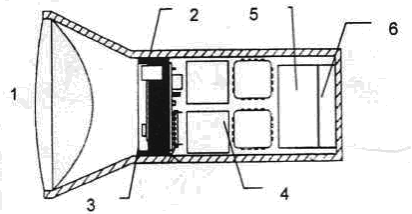


Рис. 7.24. Датчик швидкості:

1 – лінза; 2 – генератор випромінювання; 3 – прийомопередавач; 4 – схема обробки сигналу; 5 – блок керування; 6 – CAN-інтерфейс

вимикання режиму руху з постійною швидкістю натискається кнопка CANCEL.

Якщо передній автомобіль зійшов зі смуги, то система збільшує швидкість у заданому діапазоні. Додаткова інформація до системи ACC надходить від датчика швидкості та датчика кутової швидкості. Система реагує на зміну дорожньої обстановки набагато швидше від водія та за сигналами датчиків коригує керування як двигуном, так і гальмівною системою. Наприклад, система ACC Continental автоматично зменшує обертальний момент колінчастого вала двигуна та прикладає гальмівне зусилля для гальмування у 0,3g, а якщо цього недостатньо, то подає сигнал водієві про необхідність гальмування [13].



Рис. 7.25. Основна структура керування системи ACC

Найважливішим компонентом в системі ACC є радіолокаційний датчик (рис. 7.25), за допомогою якого визначається відстань до автомобіля, що рухається попереду, відносна швидкість руху та відносне положення транспортних засобів. Цей датчик виявляє, коли на смузі руху попереду з'явився автомобіль і відповідно зменшує швидкість для забезпечення безпеки руху. Відносна швидкість руху визначається за змінними у часі амплітудами радарних хвиль, що відбиваються.

Радарні датчики багатопроменеві, що підвищує їх роздільну здатність і захоплення діапазону як коротких, так і довгих хвиль. Стандартна відстань, яку охоплює радар дальньої дії з робочою частотою 77 ГГц, складає від 120 до 200 м, роздільна здатність – приблизно 1 м, відносна швидкість – 100-200 км/год.

У системах попередження зіткнення радари, що працюють на міліметрових хвилях, і камери сканують простір перед автомобілем, а електронний блок вираховує швидкість зближення з перешкодою (автомобілем) й у разі необхідності активує гальмівну систему, реміні безпеки та інші системи для зменшення можливих пошкоджень у разі аварії.

Радар, установлений позаду, може допомогти у разі наїзду транспорту, який рухається позаду транспортного засобу.

Фірма Bosch використовує комбінацію радарів дальньої дії з відеокамерами як частину системи попередження фронтальних аварійних ситуацій PPS

(Predictive Safety System), яка забезпечує профілактичну функцію захисту пасажирів, якщо аварія неминуча, і допомогу водію для запобігання можливих зіткнень шляхом активного впливу у роботу автомобільних систем.

Ладарні датчики повністю аналогічні радарам, за винятком того, що замість радіохвиль використовують інфрачервоний лазерний промінь, а це виходить дешевше, порівняно з радаром. Як і радари, ладари, які випускає низка компаній, характеризуються дальністю (150-200 м), широким діапазоном захоплення, високою точністю (1%), роздільна здатність до 0,1 м. Посилається не один імпульс, а ціле віяло у горизонтальній площині, щоб охопити певний кут, який перекидає смугу руху. За даними, отриманими при обробці сигналу, обчислюється відстань, швидкість і відносне положення автомобіля, що їде попереду. За результатами обчислення швидкість автоматично адаптується до загального графіку руху даного транспортного засобу, використовуючи гальмування або керування двигуном, автоматичною коробкою передач.

Лазерні сканери Alasca, які використовує фірма Hella в системі ACC, дають можливість з високою точністю знаходити об'єкти у короткому і середньому діапазоні. Отримані дані дозволяють визначити всі динамічні параметри навколишніх об'єктів і виробити відповідні керуючі дії на приводну чи гальмівну системи. Відомі різні приклади використання такого датчика для повношвидкісних ACC.

Завдяки широкому куту охоплення лазерний сканер дає можливість своєчасно виявляти автомобілі, що здійснюють маневр «підрізання», а також реагує на пішоходів, які раптово вибігають на дорогу. На рис. 7.26 приведений характерний приклад руху автомобіля, оснащеного лазерним сканером, у режимі «Старт-стоп».

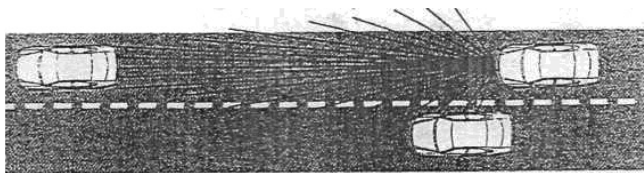


Рис. 7.26. Зони огляду сканера Alasca XT при його використанні в системі активного круїз контролю, здатного працювати в режимі «Старт-стоп»

Лазерний сканер може з успіхом також застосований у системах попередження зіткнень. Такі системи повинні розпізнавати небезпечні переміщення учасників дорожнього руху, що знаходяться перед автомобілем і збоку від нього, й у разі необхідності впливати на системи активної та пасивної безпеки. Наприклад, вони повинні викликати попереднє натягнення ременів безпеки, підвищувати до певного значення тиск у гальмівному приводі, а також приводить у стан готовності подушки безпеки і засоби захисту пішоходів.

Блок керування сканером зв'язаний з електронікою автомобіля через бортовий комп'ютер з допомогою якого він отримує дані про швидкість автомобіля, швидкість його обертання навколо вертикальної осі, кути повороту керованих коліс, тиск у гальмівному приводі і т. п. На підставі цих даних блок керу-

вання виробляє команди, які через бортовий комп'ютер спрямовуються на гальмівну систему і привід акселератора.

Подальше впровадження систем адаптивного круїз-контролю дасть можливість ще вище підняти рівень автоматизації керування та безпеки руху, тому провідні виробники автомобілів та електроніки розробляють нові засоби і системи.

Системи відображення та навігаційні системи використовуються для допомоги водію автомобіля при визначенні маршрутів руху.

На практиці встановлено, що для оптимального режиму роботи АСС уповільнювати рух автомобіля лише за рахунок прикриття дроселя недостатньо. Тривалі операції переслідування автомобілів з допомогою АСС без необхідності частого втручання водія можливі тільки у разі залучення програми ESP гальмівної системи.

Система АСС допускає тільки плавне гальмування. Функції безпеки такі, як, наприклад, екстрене гальмування, до обов'язків даної системи не входять. Ці функції разом з вибором швидкості руху та дистанції залишаються на відповідальності водія.

Як уже було зазначено АСС не призначена для керування автомобілем у міських умовах. Розширення функцій для роботи системи в міських умовах потребує значного вдосконалення функціональних можливостей використовуваних датчиків, призначених для контролю навколишніх умов руху. Це неможливо здійснити за рахунок радіолокаційної системи, яка функціонує при частоті 77 ГГц.

На сьогодні створення безпілотного автомобіля-робота стало цілком можливим, більше того, він уже існує, проводяться змагання між подібними транспортними засобами, вже створені маршрутні транспортні засоби, які функціонують без водія.

Оптимістичний прогноз щодо розробки самостійно керованого автомобіля дала компанія Tesla. Автомобіль з автопілотом уже став реальністю.

7.2.3. Системи запобігання зіткненню під час руху та паркування

Сучасний стан розвитку активної безпеки описаний у багатьох роботах, наприклад, [10, 13, 18, 22, 27]. Зіткнення автомобілів є основним видом ДТП. Схема розпізнавання виду зіткнення приведена на рис. 7.27, а як відбуваються події в момент зіткнення показано у табл. 7.5.

Під час лобового зіткнення з нерухомою перешкодою на швидкості 80 км/год водій і пасажир зазнають навантаження, що дорівнює 50 g. Звичайна нетренована людина не може витримати навантаження, яке перевищує 7 g. У разі перевантаження у 10 g питома вага крові людини досягає питомої ваги заліза. Серце людини не може проштовхнути таку кров по артеріям, що може призвести до його зупинки або розриву.

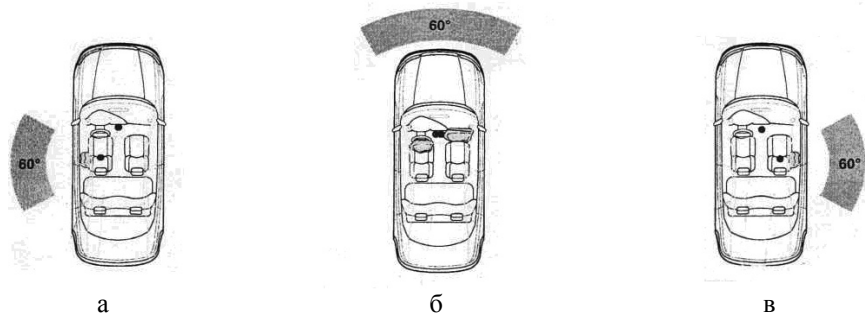


Рис. 7.27. Розпізнавання зіткнення:

а – боковий удар зліва; б – фронтальний удар; в – боковий удар справа

Таблиця 7.5

Схема подій під час лобового зіткнення

№	Час, с	Подія
1	0,026	Після удару втискується бампер; сила, яка у 30 разів перевищує силу ваги автомобіля, зупиняє його рух на лінії передніх сидінь, а пасажир, що не пристебнутий ременями безпеки, продовжують рухатися в салоні зі швидкістю 80 км/год (закон інерції)
2	0,039	Водій разом із сидінням стрімко рухається вперед, його мозок зазнає небезпечних навантажень
3	0,044	Водій грудною клітиною ламає кермове колесо та кермову колонку (відповідно ламає ребра у більшості випадків)
4	0,050	Швидкість падає настільки, що на автомобіль і на всіх пасажирів починає діяти сила, яка у 80 разів перевищує їх власну силу ваги
5	0,068	Водій із силою у 9 т ударяється об панель приладів
6	0,092	Водій і пасажир, який сидить поруч, ударяються головами об лобове скло й отримують смертельні пошкодження черепа
7	0,100	Обвислий на кермовій колонці водій відкидається назад – він уже неживий
8	0,110	Автомобіль починає повільно відкочуватися назад
9	0,113	Пасажир, що сидить позаду водія, (якщо він не пристебнутий ременем безпеки) виявляється на одній лінії з ним і наносить йому новий удар, одночасно й сам зазнає смертельних пошкоджень
10	0,15	Наступає повна тиша, уламки скла й заліза падають на землю. Місце зіткнення покриває завіса пилу. Все закінчилося за якихось 0,15 секунди

Аналіз дорожньо-транспортних пригод з важкими наслідками показав, що приблизно їх половина виникла в результаті фронтальних зіткнень і наїздів. При цьому в 40% випадків гальмування автомобіля взагалі не відбувалось. Оснащена лазерним сканером система аварійного гальмування здатна розпізнати небезпечний об'єкт перед автомобілем і збоку нього і здійснити аварійне гальмування. При цьому система враховує можливість об'їзду небезпечного об'єкта. В якості попереджувального заходу виконується підготовка підсилювача гальмівного привода до екстреного гальмування. Слід зазначити, що подібні системи не завжди можуть виключити подію зіткнення.

Система Mobileye C2-270 (мобільне око) – один з напрямів підвищення

безпеки на транспорті. Система сповіщає про потенційно небезпечні ситуації, що виникають на дорозі, знижуючи ймовірність потрапляння у ДТП. Для цього у системі використовується цифрова камера, яка спостерігає за дорогою. Суперпотужний мікропроцесор обробляє зображення і результат транслює на дисплей і на динамік.

Система відслідковує траєкторію руху автомобіля і сповіщає про можливість аварії у випадках якщо:

- водій не витримує необхідну безпечну дистанцію до транспорту, що їде попереду, з урахуванням швидкості руху;
- автомобіль, що їде попереду, різко загальмував або різко переміщується на ту смугу руху, якою їде автомобіль, обладнаний системою;
- автомобіль виходить за межі розмітки, не ввімкнувши сигнал повороту;
- перед автомобілем раптом з'являється мотоцикліст, велосипедист, пішохід.

Типові датчики зіткнення представлені на рис. 7.28, а типові сенсори – на рис. 7.29.

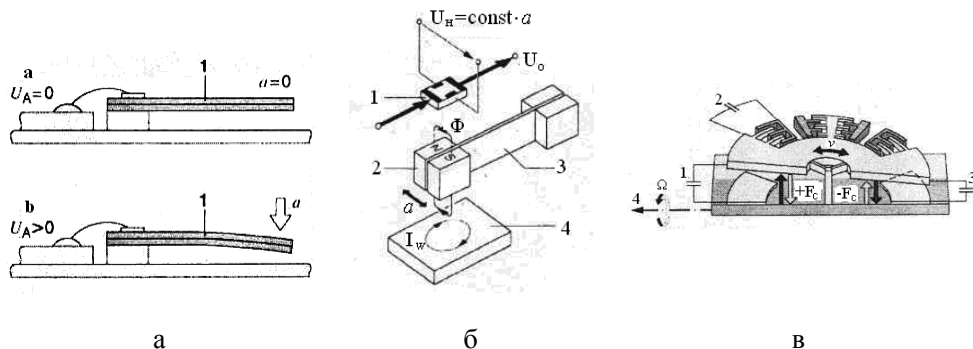


Рис. 7.28. Датчики зіткнення:

а – п'єзоелектричний сенсор: а – стан спокою; б – під час прискорення; 1 – п'єзокерамічний елемент; U_A – вимірювання напруги; **б – датчик прискорення:** 1 – сенсор Холла; 2 – постійний магніт (сейсм. маса); 3 – пружина; 4 – демпфер-пружина (Cu); a – прискорення; I_w – вихровий струм; U_H – напруга Холла; U_0 – опорна напруга; Φ – магнітний потік; **в – принцип роботи:** 1 – вимірювана ємність; 2 – ємність привода сходження; 3 – вимірювана ємність; 4 – вісь, що сенсориться; F_C – сила Коріоліса; v – швидкість переміщення; Ω – кут повороту

У деяких автомобілях для цього використовується радіолокатор або сонар, убудований у системи адаптивного круїз-контролю або систему допомоги при паркуванні. Працює це в такий спосіб: якщо датчики виявляють небезпечне зближення із транспортним засобом, що їде попереду, система в автоматичному режимі починає гальмування, при цьому автомобіль починає видавати різні звуки й для забезпечення безпеки водія й пасажирів, автоматично натягаються ремені безпеки.

Система City Safety System, яку пропонує фірма Volvo своїх останніх автомобілях, функціонує на швидкості до 30 км/год. Якщо автомобіль попереду робить різке гальмування, City Safety визначає ймовірність зіткнення й підготує гальмівну систему. Слід зазначити, що ця система не звільняє водія від

уважного керування автомобілем та дотримання достатньої дистанції, що необхідно для запобігання зіткнень. Функція автоматичного гальмування активується лише у тому випадку, коли система визначає високий ступінь імовірності зіткнення.

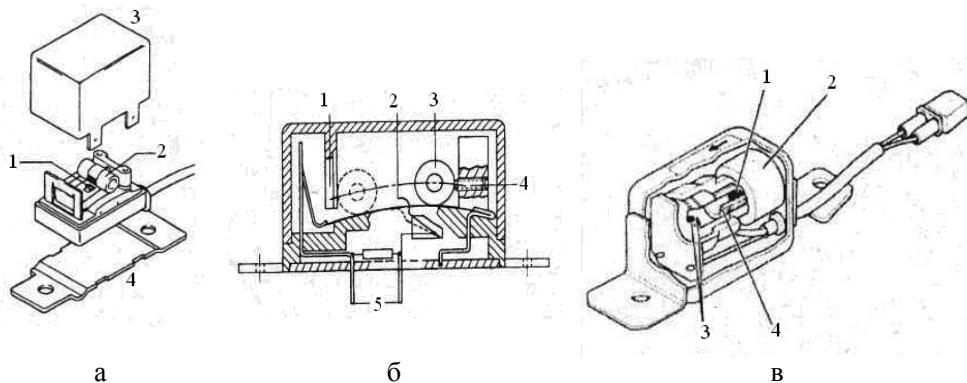


Рис. 7.29. Сенсори Crash:

а: 1 – контактна пружина; 2 – ролик; 3 – кришка корпуса; 4 – монтажна пластина; **б:** 1 – обмежувач ролика при спрацюванні; 2 – контактна пружина; 3 – ролик; 4 – обмежувач ролика у положенні спокою; 5 – рознімач; **в:** 1 – позолочена кулька; 2 – постійний магніт; 3 – позолочені контакти; 4 – напрямна гільза

Для попередження зіткнення все частіше використовують цифрові камери зі швидкою обробкою сцени трафіка. Камери, які розміщуються на вітровому склі, сприймають як дальнє, так і близьке зображення. Основне завдання полягає в адекватному оцінюванні отриманої інформації та видачі своєчасного сигналу водієві. Є приклади реалізації програмних функцій запобігання зіткненню на базі відеосистем у відеореєстраторах, смартфонах, які здатні своєчасно попередити водія про можливість зіткнення.

Щоб запобігти зіткненню з перешкодами при паркуванні та задньому русі сучасні автомобілі оснащують різними засобами контролю навколишнього простору. На практиці використовують три основних види систем: відеосистеми, ультразвукове та електромагнітне сканування.

При використанні першого засобу на задніх конструкціях автомобілів установлюють відеокамеру, яка показує на моніторі водія стан невидимої для нього зони у разі руху назад. Такий спосіб використовують на великогабаритних автомобілях (автобусах, вантажівках). Недоліком цього способу є значна залежність від освітленості та метеорологічних умов. Використовують також інфрачервоні відеокамери у парі з інфрачервоним ліхтарем для темряви.

Більш поширені системи ультразвукового сканування, які є надійними та дешевими. При цьому способі на бамперах установлюють групи ультразвукових датчиків. Датчики побудовані на п'єзоелементах і можуть бути як генераторами ультразвукових коливань, так і приймачами. Датчики по черзі випромінюють ультразвуковий імпульс та чекають відлуння від перешкоди. Залежно від часу отримання луни обчислюється відстань до перешкоди.

Час сканування складає кілька мілісекунд, тому водій отримує звукове або

відеопопередження про відстань до перешкоди практично у реальному часі, достатньому для прийняття рішення. При звуковому інтерфейсі водій визначає відстань до перешкоди за частотою тонових звуків, які при наближенні до перешкоди зростають. Починається звуковий сигнал з відстані у 1,5-1,3 м.

До складу системи входять мікропроцесорний блок, система датчиків, вихідні аудіо або відео пристрої (рис. 7.30).



Рис. 7.30. Склад системи ультразвукового парктроніка

Комплект: камера+монітор+ радар (парктронік) (рис. 7.31) призначений для візуального (за допомогою камери і монітора) спостереження за обставинами позаду автомобіля, а також звукового попередження (за допомогою радара і динаміка) у випадку появи перешкоди.

Комплект компенсує недоліки кожної із систем, якщо їх використовувати окремо. До складу комплекту входять широкоформатна кольорова камера заднього виду з вбудованим радар-детектором, монітор, аудіо динамік та керуючий пристрій.



Рис. 7.31. Комплексна система



Рис. 7.32. Електромагнітний парктронік

Електромагнітні парктроніки працюють за принципом зміни електромагнітної хвилі у передавачі у разі наявності перешкоди в зоні його дії. Блок керування подає імпульс на металізовану стрічку-передавач, яка у свою чергу випромінює електромагнітну хвилю (рис. 7.32).

Якщо у зоні хвилі є який-небудь об'єкт, то опір електромагнітного поля збільшується, а блок керування за зміною опору визначає відстань до перешкоди.

З практичної точки зору такий парктронік більш зручний, тому що не вимагає свердління отворів у бамперах.

В електромагнітний парктронік немає мертвих зон, тому що датчик є довгою стрічкою по всій довжині бампера. Також електромагнітний парктронік може визначити перешкоду з хутра або з поверхнею, що стоїть під кутом, і таку перешкоду не може відчувти ультразвуковий пристрій. Точність електромагніт-

ного парктроніка також більша (5 см проти 20 см в ультразвукового парктроніка), проте відстань сканування простору дещо менша (70 см проти 2 м в ультразвукового парктроніка). Недоліком електромагнітного парктроніка є те, що реагує він на перешкоди лише під час руху автомобіля, хоча б декілька сантиметрів в секунду.

Для орієнтації у просторі можуть використовуватися й інші різноманітні пристрої, наприклад, інфрачервоні датчики, що діють на гранично близькій відстані. Ці пристрої добре відомі, менш відомий так званий ладар або лидар – дві назви одного приладу. (LIDAR – англ. Light Detection and Ranging). Ладар став складовою частиною системи вимірювання дистанції LMS (Laser Measure Sensor). Ідея ладара не оригінальна: LMS випромінює кілька променів і сприймає відбиті дані. Володіючи у повній мірі властивостями інерційної навігаційної системи з повним набором датчиків орієнтації й переміщення (рис. 7.33) інтегрована система здатна визначати всі параметри руху транспортного засобу: кутові швидкості, прискорення, ударні та вібраційні впливи, перевантаження.

При цьому на відміну від традиційних блоків датчиків руху в інтегрованій системі реалізований складний математичний апарат перерахунку впливів у різні системи координат. Тому користувач може використовувати вихідну інформацію системи для своїх додатків безпосередньо без попередньої обробки.

На рис. 7.33 цифрами позначені:

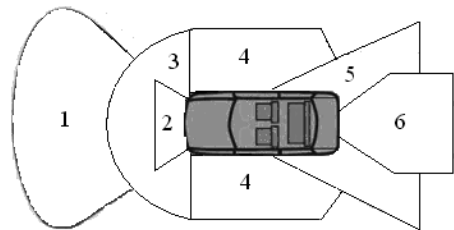


Рис. 7.33. Датчики орієнтації у просторі та дистанція їх дії

1 – 50-80 метрів: радар або тривимірний ладар; 2 – 1 метр: інфрачервоні датчики; 3 – 20 метрів: радар або ладар; 4 – 3 метри: радар, відео, інфрачервоні датчики; 5 – 20 метрів: радар, відео або ладар; 6 – 5 метрів: радар, відео, інфрачервоні датчики.

7.2.4. Системи контролю перетинання розмітки, бокової та мертвої зони

Намагання максимально звільнити водія від більшої кількості операцій з керування автомобілем, а також розширити його можливості стимулювало розробку таких систем, як контроль руху смугою, радары бокового огляду й інших.

Пристрій контролю руху смугою звичайно містить дві телекамери і блок керування. Система розпізнавання налаштована так, що в ідеалі лінії розмітки справа та зліва від автомобіля повинні знаходитися на однаковій від нього відстані. Якщо автомобіль відхиляється від осі смуги та перетинає лінію розмітки, а водій не увімкнув перед цим показчик повороту, Lane Assist попереджує його звуковим і світловим сигналами. У деяких автомобілів звуковий сигнал замінено на вібратор у спинці або подушці сидіння. У подальшому припускають широкое застосування активних систем, здатних самостійно повертати автомобіль на смугу руху. Таку здатність, наприклад, має експериментальний вантажний

автомобіль американської фірми Freightliner (рис. 7.34).

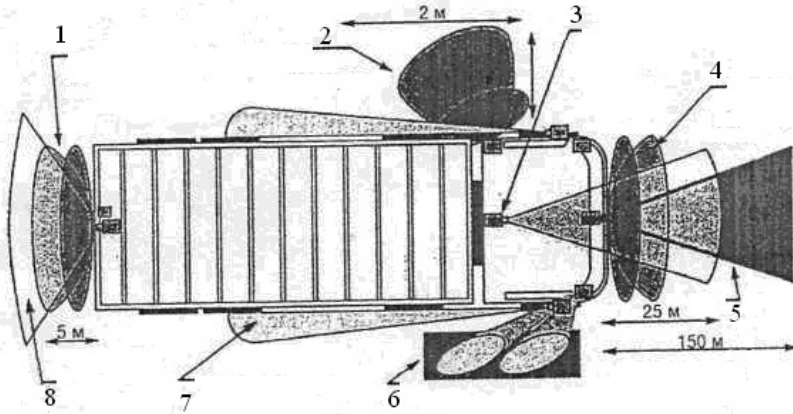


Рис. 7.34. Зони дії систем безпеки на вантажному автомобілі:

1 – радар мертвої зони, який контролює простір позаду; 2 – боковий радар мертвої зони; 3 – відеокамера системи контролю руху смугами та приладу нічного бачення; 4 – передній радар мертвої зони; 5 – далекобійний радар адаптивного круїз-контролю з системою попередження про можливе зіткнення й увімкнення перед аварійної підготовки; 6 – інфрачервоні датчики контролю мертвої зони; 7 – відеокамери бокового огляду; 8 – відеокамера заднього огляду

Радар, що контролює простір перед автомобілем, дає можливість реалізувати і режим доаварійної підготовки. Якщо зіткнення неминуче, електронний блок керування дасть команду на увімкнення натягувачів ременів безпеки і навіть автоматично від'єднає акумуляторну батарею після аварії, щоб уникнути короткого замикання в мережі. У разі незначного зіткнення, якщо ризику короткого замикання немає, система безпеки дає можливість продовжити рух. Це вже застосовується на легкових автомобілях. Часто ДТП відбуваються через обмежену видимість прямо перед капотом або в районі дверей, тому автомобілі почали обладнувати телекамерами та радаром, що контролюють простір у так званих мертвих зонах. Якщо під час спроби здійснити маневр у небезпечній близькості виявиться перешкода або інший транспортний засіб, водія попередять звуковий і світловий сигнали.

Безпеку навколо автомобіля забезпечують радары з робочою частотою 24 ГГц, що контролюють простір на відстані 5 м від передньої та задньої частини автомобіля й мертву зону в радіусі 2-3 м від дверей водія, а також радар з робочою частотою 77 ГГц, який контролює наявність перешкод перед автомобілем. Їх доповнюють телекамери, які контролюють простір перед автомобілем, позаду нього й по боках, а також інфрачервоні системи контролю правої мертвої зони. У нічний час допомогу водію надають системи нічного бачення, які дають можливість виявити перешкоду на проїзній частині або небезпечні об'єкти на узбіччі, що не освітлені фарами.

Компанії Audi, BMW, Ford, Infiniti, Lexus, Mercedes, Nissan, Volvo використовують відеокамери, які зчитують дорожню розмітку, і якщо водій її перетинає, не увімкнувши при цьому сигнал повороту, система подає попереджуваль-

ний сигнал. Залежно від системи це може бути звуковий або світловий сигнал, вібрація керма або невелике натягнення ремня безпеки. У системі Infiniti, наприклад, застосовується автоматичне гальмування з одного боку автомобіля, щоб запобігти виїзду автомобіля зі смуги руху.

Система Lane Assist (Асистент зміни смуги руху) фірми Hella за допомогою радарів слідкує за обстановкою по боках та позаду автомобіля і попереджає звуковим сигналом водія про небезпеку, якщо сусідній ряд зайнятий іншими транспортними засобами (рис. 7.35). Радари монтуються на задньому бампері.

Відомо, що у дзеркал є так звана «мертва зона» і багато водіїв не вміють або просто не прагнуть встановити дзеркала заднього виду належним чином.

Такі компанії як BMW, Ford, GM, Mazda, Volvo пропонують спеціальні системи, які використовують вбудовані у дзеркала камери або датчики, які контролюють мертві зони. Невеликі лампочки аварійної сигналізації, встановлені поруч із дзеркалами заднього виду, попереджають водія про знаходження автомобіля у мертвій зоні, а якщо ніякої реакції від водія не надійшло і він почав змінювати смугу руху, система починає більш активно попереджати про перешкоду. На жаль, подібні системи працюють тільки на невеликих швидкостях.

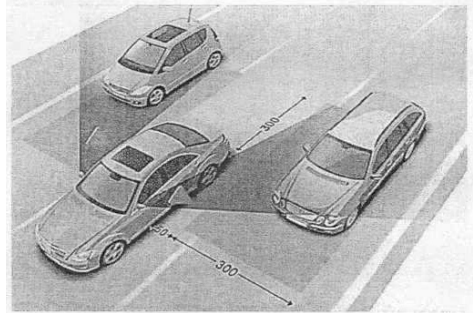


Рис. 7.35. Система контролю Lane Assist

7.2.5. Системи керування фарами та освітленням дороги

Світлові прилади, що використовуються у конструкції автомобіля повинні задовольняти задані вимоги щодо інтенсивності та спрямування світлового потоку та його кольору. Особливе місце серед пристроїв та пристосувань, які забезпечують активну безпеку автомобіля, займають зовнішні світлові прилади і світловідбивні пристрої – катафоти. Функціонування зовнішніх світлових приладів (освітлювальних і світлосигнальних) відбивається на поведінці усіх учасників дорожнього руху: на виборі ними швидкості й напрямку руху.

У разі природного денного освітлення у водія більше можливостей логічно оцінити і ситуацію, і свою поведінку щодо інших учасників руху. Вночі або в умовах недостатньої метеорологічної видимості (дощ, туман, снігопад, пилова буря) сприйняття інформації, що забезпечує безпечний рух автомобіля, погіршується.

З метою підвищення активної безпеки сучасних автомобілів, конструкція їх приладів освітлення постійно вдосконалюється. Як джерело світла використовуються не тільки галогенні, але й газорозрядні лампи. Все частіше поряд з АБС автомобілі обладнують активним головним освітленням, яке дає можливість створювати безпечні умови при поворотах автомобіля вночі та враховувати положення кузова відносно горизонту й дороги при різних швидкостях руху.

За вхідні параметри для розрахунку функцій активного головного світла служать кут і швидкість повороту кермового колеса, швидкість обертання коліс і кутова швидкість повороту автомобіля, крени кузова.

При роботі активного головного світла, вбудований електродвигун повертає модулі увімкненого ближнього світла в горизонтальній площині на кут до 15° і до $7,5^\circ$, відповідно для внутрішньої та зовнішньої фари по відношенню до центра повороту. Крім того, у фарі є статичне головне світло – це лампа з відбивачем, яка плавно вмикається на повороті й освітлює той бік, у який здійснюється поворот. Після виконання повороту лампа плавно гасне.

У разі виходу з ладу ближнього світла, регулювання модуля повороту припиняється, статичне головне світло також не вмикається. Несправності у системі активного головного світла заносяться в пам'ять блока керування та коректора фар і їх коди можна зчитати при підключенні тестера в процесі діагностики. Слід враховувати, що у разі знеструмлення системи, наприклад, при відключенні клеми акумулятора, вся накопичена інформація про несправності звичайно втрачається.

Вбудований датчик освітлення, призначений для:

- автоматичного вмикання і вимикання фар;
- активації функції виїзд/повернення до дому;
- розпізнавання дня і ночі для датчика дощу.

Датчик світла передає на блок керування бортової мережі інформацію про необхідність вмикання фар при наступних умовах: сутінки, темрява, в'їзд у тунель і проїзд через тунель, їзда лісом.

На новому автомобілі Mercedes Sprinter вперше для комерційних автомобілів покращити видимість у поворотах допомагає так звана інтелектуальна система освітлення. Біксенонові фари повертаються у бік повороту, покращуючи освітлення проїзної частини й узбіччя, а при увімкненні покажчика повороту на швидкості меншій за 40 км/год активізується бокове підсвічення. Система значно полегшує водіння автомобіля на неосвітлених ділянках доріг і дає можливість бачити пішоходів, які переходять дорогу, й інші перешкоди.

Для коригування положення світлового потоку залежно від кількості пасажирів та маси вантажу в автомобілі система освітлення оснащується автоматичними коректорами двох типів – квазістатичними та динамічними.

У квазістатичних системах автоматика реагує тільки на ухил кузова і має у своєму складі два сенсори положення кузова та приводи переміщення фар у вертикальній площині. З появою ксенонових ламп, що випромінюють значний потік світла, виникла необхідність захисту водіїв зустрічних автомобілів при неправильному регулюванні положення фар.

З'явилися **динамічні системи корекції**, основною відмінністю яких є значно більша швидкість реагування системи на зміни положення кузова та з урахуванням швидкості руху автомобіля. Наступним кроком підвищення безпеки у системах освітлення стало впровадження більш комплексних систем автоматичного керування рівнем освітлення, автоматичного вмикання, керування фарами у горизонтальній площині при поворотах автомобіля.

У процесі експлуатації технічні характеристики світлових приладів погіршуються. Так, у процесі горіння лампи вольфрам, що випаровується з нитки

розжарювання, осідає на скляній колбі, зменшуючи пропускання світлового потоку. Встановлено, що в кінці терміну служби лампи її світловий потік звичайно зменшується до 75% від початкового.

Суттєво впливає на енергетичні характеристики лампи, а значить, і на інтенсивність світлового потоку збільшення електричного опору переходу в ламповій колодці або штекерних з'єднаннях. При використанні двониткових ламп відмова «масової» клеми може призводити до спотворення сигналів, що подаються. Наприклад, при увімкненні сигналу лівого повороту в автомобілі з несправною лівою лампою починають одночасно блимати напіврозжарено і ліва, і права лампа. Перегорання (відмова) однієї з сигнальних лампочок автомобіля призводить до того, що при вмиканні аварійної зупинки учасники дорожнього руху отримують неправдиву інформацію про намір водія здійснити поворот.

У процесі руху автомобіля зовнішні поверхні розсіювачів світлових приладів і катафотів зазнають «бомбардування» абразивними частками, що призводить до утворення подряпин і мікровідколів. Такі самі пошкодження можуть виникнути у разі очищення забруднених поверхонь шляхом їх протирання сухою ганчіркою. Абразивні пошкодження поверхонь суттєво знижують ефективність світлових приладів, особливо катафотів.

У результаті природного старіння пластмас і дії сонячної радіації знебарвлюється барвник і змінюється колір задніх ліхтарів та катафотів. Те саме можна спостерігати у разі розтріскування розсіювачів сигнальних ліхтарів. Білуватий колір може спричинити помилки при розпізнаванні положення автомобіля та напрямку його руху, а це підвищує небезпеку виникнення ДТП.

7.2.6. Системи відслідковування стану водія та нічного бачення

Водії вантажних автомобілів і автобусів, які здійснюють далекі поїздки, більше інших зазнають ризику потрапити в аварію через утому та засинання за кермом. Донедавна контроль за водієм здійснювався з допомогою тахографа, що реєструє час безперервного водіння, загальний час у дорозі та ін. При цьому встановлюється режим праці та відпочинку. Але при такому способі контролю реакція на порушення режиму настає інколи надто пізно.

Система відслідковування стану водія. На сьогодні розроблено кілька систем відслідковування стану водія. Так, установивши спеціальну телекамеру, що фіксує напрямок погляду водія і ще низку параметрів, у тому числі частоту блимання очей, а також додаткові датчики на кермовому колесі, можна «навичити» електронний блок керування завчасно визначати настання утомленості. Система може зафіксувати момент, коли водій відволікається від керування автомобілем, і звернути його увагу або увімкненням світлової доріжки, або звуковим сигналом.

Розробку таких систем провадять багато виробників автомобілів, а також фірми, що виробляють автомобільну електроніку (Bosch, Siemens VDO, Delphi та ін.).

Стомлений водій може бути настільки ж небезпечний, як і водій, що сів за кермо у нетверезому стані. Інтегровані в автомобіль системи спостереження, які розпізнають ознаки втоми у рухах та реакціях водія і попереджають про необ-

хідність перепочити, доступні у кількох автовиробників. Наприклад, у Mercedes така система називається Attention Assist. Система спочатку вивчає манеру їзди водія, зокрема, обертання обода кермового колеса, увімкнення покажчиків повороту та натискання на педалі, а також стежить за деякими керуючими діями водія й такими зовнішніми чинниками, як боковий вітер та нерівності дорожнього полотна. Якщо Attention Assist розпізнає стомлення водія, вона інформує його про необхідність зробити зупинку, щоб перепочити.

Робить Attention Assist це за допомогою звукового сигналу й попереджувального повідомлення на дисплеї комбінації приладів [13].

В автомобілях Volvo теж є схожа система, але працює вона дещо інакше. Система не контролює поведінку водія, а оцінює переміщення автомобіля на дорозі. Якщо щось відбувається не так, як повинен рухатись автомобіль (недо-тримання смуги руху, зміна швидкості тощо) система сповіщає водія, перш ніж ситуація стане критичною.

Система контролю фізіологічного стану водія. Значний вплив фізіологічного стану водія на безпеку руху вимагає пошуку засобів контролю та попередження поганого стану або сну за кермом. У разі, якщо стан водія перед рейсом не перевіряється медичними працівниками, цю функцію здатні виконувати автоматизовані системи фізіологічного контролю стану.

Телеметрична система контролю безсоння водія (скорочено ТСКБВ) призначена для безперервного контролю фізіологічного стану водія транспортного засобу та запобігання його переходу з активного стану у стан психофізіологічної релаксації або дрімотної стадії сну. У разі невідновлення активного працездатного стану, втрати свідомості або смерті видаються команди для вмикання виконавчих пристроїв безпеки. Новизну в цьому пристрої становлять установлені на статистичному матеріалі пороги та критерії визначення станів, а також перешкодостійкий спосіб реєстрації вимірюваного фізіологічного показника.

Передавач «будильника» - електронний годинник із вбудованими датчиками, які надягають на зап'ястя для відстеження фізіологічного стану водія. Основний параметр, який контролюють датчики, - електродермальний (тобто шкірний) опір. Електродермальна активність (ЕДА) або зміна електричних властивостей шкіри (падіння опору шкіри або зміна її потенціалу щодо внутрішніх частин організму), - один з найвідоміших та широко використовуваних електрофізіологічних параметрів. Коли водій починає засинати, усі реакції в організмі сповільнюються, а зчитуваний електродами параметр зростає. Як тільки він досягає критичного максимуму, передавач посиляє радіосигнал на приймальний пристрій. Сигнал тривоги підбадьорить водія за кілька секунд до настання сну. Крім того, водій постійно може контролювати свій стан за світловим табло, що розташоване на приймальному пристрої.

Інший метод – використання датчика тиску на кермі, щоб вказати, наскільки «тісно» кермо захоплюється руками. Якщо тиск раптово падає, це може означати, що руки водія розслабляються через утому.

Основний напрям розробки систем контролю безсоння водія – використання відеоконтролю. Два фактори – міміка обличчя та фізіологічний стан – були використані для контролю втоми. Для аналізу картинки на відео, був застосований активний алгоритм, який дає можливість отримати зміни на обличчі

такі, як ступінь закриття очей, тривалість закриття очей, частоту моргання, тривалість позіхання. Система для контролю втоми водія транспортного засобу включає в себе оптичну систему візуалізації, яка отримує зображення особи водія. Блок керування обробляє відеосигнал та фіксує такі показники:

- характер стилю водіння, який полягає в аналізі швидкості, поздовжнього та бічного прискорення протягом останніх 30 хвилин;
- обставини водіння – який час доби та тривалість поїздки;
- використання водієм органів керування автомобілем, до яких належить перевірка застосування гальма, кнопок на панелі приладів;
- аналіз кутової швидкості повороту та прискорення.

Оброблену інформацію ретельно вивчають, аналізують, визначають відхилення у поточних діях водія та фіксують траєкторію переміщення автомобіля. За наслідками обробки процесор системи визначає рівень спроможності водія керувати автомобілем та вимагає дій з боку водія для відновлення здатності керувати транспортним засобом або здійснення контролю над транспортним засобом, щоб уповільнити і зупинити автомобіль.

Системи нічного бачення. Низка автомобільних фірм пропонує системи нічного бачення. Такі системи здатні допомогти водієві розгледіти у темний час доби пішоходів, тварин або краще бачити дорожні знаки. Зона руху освітлюється інфрачервоним променем, а відеокамера з тепловими датчиками збирає візуальну інформацію і відображає на екрані дисплея у вигляді сірого масштабного образу. Датчики складаються з кремнієвої підкладки з мембраною, на якій розміщені термоелементи, оточені об'ємним кремнієм. «Гарячі» з'єднання термоелементів розташовані у центрі мембрани, а «холодні» над краєм об'ємного кремнію. Тонка структура мембрани з низькою теплопровідністю поглинає теплове випромінювання дистанційного об'єкту, що створює різницю між мембраною та об'ємним кремнієм. Різниця температур перетворюється в електричний потенціал завдяки термоелектричного ефекту у термоелементі.

BMW використовує інфрачервону камеру, яка передає зображення на монітор у чорно-білому форматі. Камера розрізняє об'єкти на відстані до 300 метрів. Інфрачервона система Mercedes має менший діапазон, але здатна видавати більш чітке зображення, хоча мінусом системи є погана робота при низьких температурах. Також для реалізації указаних функцій системи використовують освітлення, близьке до інфрачервоного.

Для безпечного водіння розроблена система DSSS (Driving Safety Support System). Ця система допомагає водіям транспортних засобів отримати інформацію, яку буває важко сприймати у важких транспортних умовах (сигнали транспорту, дорожні знаки тощо). Ця інформація може бути передана в автомобіль від дорожньо-транспортної інфраструктури з використанням сучасних технологій ІТС:

1. Система, що допомагає водіям своєчасно побачити червоний сигнал світлофора. Ця система визначає швидкість автомобіля, порівнює з можливістю увімкнення червоного сигналу світлофора і надсилає попередження водію.

2. Система Smartway зменшує можливість ДТП на швидкісних магістралях. У системі використовуються датчики комунікації «дорога-автомобіль» та інші сучасні технології ІТС для попередження водіїв про наявність заторів, ава-

рій на дорозі тощо.

3. Система розпізнавання дорожніх знаків. Спеціальна відеокамера обробляє зображення попереду автомобіля, розпізнає дорожні знаки та проєціює зображення знака обмеження швидкості на лобове скло автомобіля з допомогою «віртуального дисплея».

4. Нічне бачення – система нічного бачення дає можливість на підставі найсучасніших технічних рішень забезпечувати хорошу видимість у сутінках й у темряві. Основою таких систем є термокамери, які замість оптичного сигналу знімають дані про температуру об'єктів. Доведено, що ці системи здатні надійно розпізнавати пішохода, тварину або інші живі перешкоди.

7.2.7. Системи контролю підвіски

До підвіски висуваються достатньо суперечливі вимоги. Щоб підвищити комфорт в автомобілі, що рухається, достатньо зменшити жорсткість пружних елементів підвіски, і плавність ходу буде забезпечена, по крайній мірі, на хороших дорогах і на невеликих швидкостях. Однак, таке рішення неминуче призводить до того, що кузов автомобіля на певних режимах (розгін, гальмування, проходження повороту) починає переміщуватися і розхитуватися у горизонтальній та вертикальній площинах зі значною амплітудою, особливо на поганих дорогах. Для забезпечення стійкості автомобіля і довговічності елементів самої підвіски доводиться збільшувати її жорсткість, що не є сумісним з поняттям комфортного руху.

В ідеалі підвіска повинна бути активною, тобто здатна самостійно змінювати свої характеристики залежно від дорожніх умов.

В активній підвісці контролюються параметри як пружності, так і демпфування.

Існує кілька варіантів активних підвісок:

- гідравлічні (Nivomat);
- пневматичні (Airmatic);
- гідропневматичні (Hydractive);
- електромагнітні (Bose).

Переваги використання електронних систем:

- зменшуються витрати енергії на усунення проміжних циклів під час гальмування, прискорення та під час руху на поворотах;
- реагування системи на збільшення швидкості руху автомобіля зменшенням висоти підвіски (кузова) для заощадження пального;
- підвищення висоти підвіски під час руху на незадовільних дорожніх покриттях;
- підвищена стійкість руху на поворотах, що досягається шляхом поперечного блокування елементів підвіски на одній осі.

Додаткові переваги для автомобілів великої вантажопідйомності:

- зміна висоти підвіски (кузова) для заміни кузовів і контейнерів;
- висота транспортного засобу може регулюватися, наприклад, для вирівнювання поверхні кузова та платформи, що навантажує;
- керування віссю, що піднімається: вісь, яка піднімає, автоматично опус-

кається, у разі перевищення максимального навантаження на вісь; вісь, яка піднімає, піднімається на короткий час (2-3 хв) з метою підвищення навантаження на ведучу вісь (збільшення тягового зусилля).

В активній підвісці підресорювання кожного окремого колеса здійснюється з допомогою подачі або відведення допоміжної енергії (стиснутого повітря, рідини) через електромагнітні клапани до стійок. Система для легкового автомобіля може складатися з чотирьох стійок (пневматичних, гідропневматичних), компресора, центрального ресивера, який одночасно є акумулятором, блока керування і датчиків, які інформують блок керування про швидкість руху, навантаження автомобіля та кут повороту кермового колеса. Усі елементи підвіски з'єднані між собою магістралями (пневматичними, гідравлічними). Обмін даними між ними відбувається через багатофункціональну шину електронної передачі даних CAN (Controller Area Network). Також система має функцію автоматичної активації («wake-up»), яка дає можливість відкоригувати стандартне положення кузова та пружність амортизаторів ще до початку руху. В подальшому водій має можливість самостійно вибирати режим роботи підвіски, а також регулювати висоту положення кузова,

Індивідуальне регулювання жорсткості амортизатора кожного колеса дає можливість урахувати крен кузова і швидкість, з якою автомобіль входить у поворот, оцінювати кут повороту і швидкість, з якою водій повертає кермо. Під час руху жорсткість стійок може автоматично змінюватися так, що буде вибраний оптимальний режим роботи підвіски, який відповідає конкретним дорожнім умовам як з точки зору безпеки, так і комфорту. Наприклад, під час гальмування передні колеса будуть підресорені більш жорстко, ніж задні, а під час прискорення – навпаки, але це в обох випадках дозволить уникнути неприємного поздовжнього «кльову» кузова.

Підвіска автоматично пристосовується до зміни навантаження автомобіля і здатна вибирати величину дорожнього просвіту, орієнтуючись на дорожні умови.

Система забезпечує статичну і динамічну підтримку з допомогою чотирьох стійок. Вона також здійснює ручне або автоматичне регулювання рівня кузова під час руху, автоматичне підняття й опускання кузова. До складу системи входять:

- електронна система керування рівнем кузова, яка забезпечує однаковий рівень кузова на передній і задній осях, а також його положення в залежності від стилю водіння та завантаженості автомобіля;

- система адаптивного підресорювання (Adaptive Damping System), що змінює зусилля підресорювання в залежності від стану дорожнього покриття і стилю водіння водія. Стан дороги визначається з допомогою датчиків вертикального прискорення кузова автомобіля. Стиль водіння (горизонтальне прискорення) визначається за швидкістю руху та кутом повороту.

Здійснюється індивідуальна адаптація рівня кузова для руху дорогою з поганим покриттям. Можливі три різних положення кузова: комфортне, спортивне та положення для екстремальної спортивної їзди.

Інформація про підвищений рівень кузова та спортивне демпфування видається шляхом підсвічування індикаторних відміток на вимикачах, інформація

про низький рівень кузова видається на дисплей індикації несправностей.

Блок керування активною підвіскою отримує й обробляє такі вхідні сигнали:

- від блока керування ESP (через шину CAN);
- від блока керування двигуном (через шину CAN);
- від блока керування трансмісією (через шину CAN);
- від щитка приладів (через шину CAN);
- від датчика кута повороту кермового колеса (через шину CAN);
- від перемикача комфортного і спортивного режимів (через шину CAN);
- від вимикача регулювання рівня кузова (через шину CAN);
- від трьох датчиків прискорення кузова автомобіля;
- від двох передніх датчиків рівня кузова;
- від одного заднього датчика рівня кузова;
- від одного датчика тиску в системі;
- напруги живлення і з'єднання на «масу».

Блок керування системою перетворює вихідні сигнали для таких елементів:

- чотири клапана керування рівнем кузова;
- одного головного клапана нагнітання повітря (рідини) в ресивер;
- мультифункціонального дисплея на щитку приладів;
- регулювання рівня кузова;
- компресора.

Повідомлення, що змінюються, й індикація, яка стосується системи, виводяться на мультифункціональний дисплей щитка приладів, а також на вимикач режимів рівня кузова.

Структурні коливання реєструються з допомогою розподілення потоків гідравлічної рідини у гідропневматичному контурі підвіски. З метою зменшення потреби в енергії дія системи обмежується згладженням нерегулярних низьких частот коливань. Газовий акумулятор, з'єднаний з гідроциліндром, гасить коливання вищих частот.

На останніх моделях імпорتنих автомобілів опір амортизаторів регулюється шляхом зміни діаметрів жиклерів або в'язкості рідини. Розміри пропускних отворів звичайно змінюються з допомогою електродвигуна або соленоїда. Існує три режими регулювання амортизаторів: малий, середній і великий. На валу кермового колеса встановлюється датчик, що фіксує кут і напрямок повороту.

Силою опору амортизаторів керує електронний блок на цифрових схемах. Цифрові вхідні сигнали (ЕБК двигуна, датчика положення кермового колеса, датчика вмикання нейтрального ступеня, датчика гальмування, системи запалювання, датчика швидкості, перемикача режимів роботи) надходять на мікроЕОМ, де підлягають вхідній обробці та формуванню сигналів. Вихідні сигнали потім надходять на виконавчі механізми (двигуни й електромагніти) керування режимами роботи амортизаторів.

Активною гідропневматичною підвіскою «Hydractive» оснащуються французькі легкові автомобілі Citroën-ХМ, Citroën-ВХ та Citroën-СХ. Гідропневматичні пружні елементи встановлені на кожному колесі. Вони складаються з гід-

ропневматичних балонів, розділених на дві частини еластичною мембраною (у верхній півсфері – азот, а в нижній – спеціальна рідина), і заповнених рідиною циліндрів із ковзним порожнистим поршнем. Штоки поршнів з'єднані з важелями передньої та задньої підвіски. При переміщенні колеса вгору (хід стиснення) рідина під тиском поршня надходить через гідроамортизатор в балон і стискає газ за мембраною.

Підвіска згаданих автомобілів може працювати у двох режимах - «м'якому» й «жорсткому». У разі «м'якого» режиму (помірної амортизації) забезпечується комфортабельність та зручність керування. У разі «жорсткого» режиму підвищується стійкість автомобіля та безпека.

«М'який» режим легко здійснити, якщо до гідропневматичного елемента додати ще один гідропневматичний балон і гідроамортизатор. Якщо відключити гідроамортизатор спеціальним краном (регулятором жорсткості), підвіска переводиться в «жорсткий» режим (рідина проходить через один отвір, збільшується амортизація). Для керування підвіскою у пам'ять мікропроцесора закладають граничні параметри, встановлені на підставі випробувань автомобіля. Якщо при відключеному живленні електроклапан закритий і рідина циркулює з поверненням у бак (тиск дорівнює нулю), то підвіска працює у «жорсткому» режимі.

Підвіска переходить у «жорсткий» режим у разі виявлення відхилень від отримуваної від датчиків інформації, при досягненні граничних значень кута повороту кермового колеса, при досягненні певного рівня нахилу кузова.

Водій може вибрати одну з двох програм: «Sport» або «Automatic». Якщо перемикач установлений в положення «Sport», напруга на електроклапані відсутня і підвіска працює у «жорсткому» режимі. У режимі «Automatic» напруга подається на електроклапан і підвіска працює у «м'якому» режимі.

На деяких автомобілях (наприклад, Toyota) здійснюється керування висотою кузова з допомогою пневматичних пружних елементів, що встановлюються на всіх штоках або тільки на двох задніх колесах. Якщо в ЕБК надходить сигнал від датчика висоти, вмикаються електродвигуни компресорів для збільшення тиску або соленоїди для зменшення тиску. Датчиками висоти можуть бути фотоеlementи або інші елементи, які виробляють П-подібні імпульси.

7.2.8. Системи контролю ходової частини

Технічний стан коліс і пов'язаних з ними елементів суттєво впливають на активну безпеку автомобіля. Процеси, що впливають на експлуатаційні показники шин та їх зміна по мірі напруження, достатньо широко описані в літературі. Одним з важливих вимог безпеки до коліс є надійність їх монтажу на моточинах. Не допустимі тріщини в диску колеса, відсутність гайок або болтів кріплення диска, а також відхилення моменту їх затяжки від встановленого заводом-виробником значення. Порушення норм моменту затяжки призводить до руйнування отворів у диску і кріпильних деталей через пластичну деформацію або фретінг-корозію.

Автомобілі і причепа повинні бути обладнані грязезахисними фартухами коліс. Руйнування фартуха або його втрата у процесі експлуатації автомобіля

призводить до викидання щебеню та грудок грязі з-під коліс, що створює небезпеку потрапляння цих матеріалів у світлові прилади та лобове скло автомобіля, що рухається слідом. Неочікувані удари по лобовому склу на великій швидкості можуть спричинити не тільки його розбивання, але й спровокувати помилки у діях водія.

Системи контролю тиску в шинах. Необхідний рівень тиску у шинах – це не тільки хороша керованість і безпека автомобіля, а це ще й значне заощадження пального, підвищення терміну експлуатації покриття та елементів підвіски. Національна адміністрація з безпеки США (NHTSA) прийняла рішення про обов'язкове використання датчиків контролю тиску у шинах на всіх нових автомобілях.

Система контролю тиску непрямої дії, що працює у складі АБС, визначає падіння тиску через різницю у частоті обертів коліс (приспущене колесо має дещо менший радіус кочення і тому обертається швидше). Іншим способом визначення падіння тиску в шинах є виділення із сигналів колісного датчика швидкості параметрів, які характеризують рівень коливань шини при обертовій деформації.

Найбільш простими засобами контролю тиску у шинах є візуальні засоби, коли замість штатних на вентилях шин встановлюють спеціальні ковпачки, які змінюють колір залежно від рівня тиску. При падінні тиску на 20% ковпачок змінює колір із зеленого на прозорий.

Сучасні системи здатні контролювати в режимі on-line тиск у шині, температуру повітря та інші важливі для роботи колеса параметри. При виникненні відхилень такі системи відразу сповіщають водія. Нова система моніторингу автомобіля TBS EHM 5000 має у своєму складі систему контролю тиску в шинах і температури у кожному колесі з виведенням інформації на лобове скло. Фірма Nokian Tyres розробила систему RoadSnoor, у якій 25-грамові датчики прикріплюються до колісних дисків з внутрішнього боку (всередині безкамерної шини). Кожен датчик має джерело живлення з терміном роботи на 150 тисяч кілометрів. Датчики працюють тільки під час руху з 20 км/год і передають кодові повідомлення по радіоканалу на приймач, що розміщений в арці колеса. Датчики фірми Pirelli мають пам'ять про основні параметри шини, робочий тиск та температура, тип дорожнього покриття, час і відстань, що пропрацювала шина, розмір плями контакту, а при падінні тиску подають команду на їх підкачування [35].

Система контролю тиску в шинах TSS (Tyre Safety System) та її компоненти приведені на рис. 7.36.

Важливою її відмінністю є наявність лише однієї антени. Інерційний датчик (вмикач) сповіщає систему про рух автомобіля.

При зафіксованій швидкості руху більше 10-20 км/год протягом 10 секунд формується керуючий сигнал, який щохвилини розшифровується.

У стані спокою вимірювання виконуються кожні 15 хвилин, а їх розшифрування – кожну годину. Це розвантажує акумуляторну батарею.

Система працює в діапазоні 433 МГц.

Фінська фірма з виробництва шин Nokian Tyres запропонувала систему контролю тиску в шинах під назвою RoadSnoor (рис. 7.37).

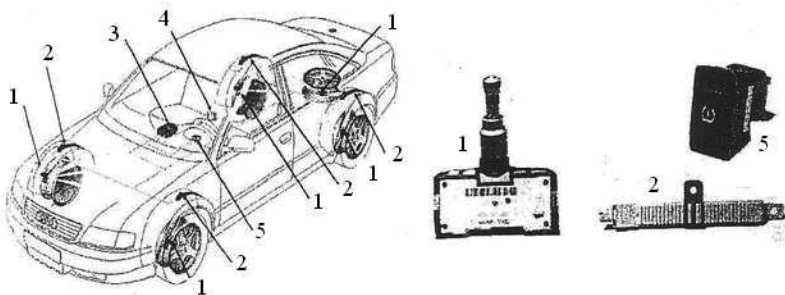


Рис. 7.36. Система контролю тиску в шинах TSS:

1 – датчик тиску в шині; 2 – антена контролю тиску; 3 – блок керування системи TSS; 4 – індикатор в панелі приладів; 5 – функціональний вмикач для TSS (TSS – Tyre Safety System – система моніторингу безпеки шин)

Схема сигналізації та контролю тиску в шинах RoadSnoor показана на рис. 7.37.

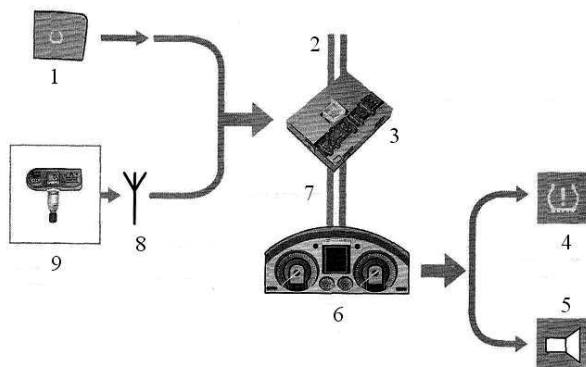


Рис. 7.37. Компоненти системи сигналізації та контролю тиску в шинах автомобілів Phaeton, Touareg і Passat:

1 – E226 кнопка контролю тиску повітря; 2 – інша інформація з шини даних CAN; 3 – J502 блок керування контролю тиску в шинах (у центральному блоці керування систем комфорту J393); 4 – K230 індикатор системи контролю тиску повітря; 5 – H3 зумер і звуковий сигнал; 6 – J285 блок керування комбінації приладів; 7 – шина даних CAN-Комфорт; 8 – R47 антена центрального замка й охоронної сигналізації; 9 – G222- G225 датчики тиску повітря в шинах

У разі втрати тиску в шині система звуковими та світловими сигналами з маленького приймача попереджує про це водія. У систему RoadSnoor входять чотири пронумерованих датчики, які монтуються на сталевих стрічках в ободах коліс. Кожне колесо для ідентифікації отримує кільце з вентилем, на якому нанесена відповідна цифра. Ця цифра у разі зниження тиску вказується на приймачі. Датчики в шинах і приймач вмикаються автоматично, як тільки автомобіль рушає з місця. Датчики по радіо передають на приймач інформацію про тиск і температуру в шині.

Втрату тиску в 10% приймач вказує з допомогою червоного блимаючого світлового та звукового сигналів. Одночасно блимає номер відповідної шини. У разі втрати тиску більше, ніж на 20%, лампочки блимають швидше, звукові си-

гнали інтенсивніші. Попереджувальні звукові сигнали можна вимкнути кнопкою, а світловий сигнал буде блимати доти, поки тиск у шині не буде відрегульований.

Датчики системи RoadSnoor працюють на батарейках, що полегшує експлуатацію: на автомобілі не потрібні спеціальні виїмки для стаціонарної установки датчиків, приймач має розміри не більші за сірникову коробку. Батареї датчиків служать приблизно 10 років або 150 тисяч кілометрів пробігу. Приймач працює на стандартній батарейці, термін служби якої складає приблизно півроку. Про падіння напруги батарейки приймач сповіщає звуковим сигналом, який відрізняється від звукового сигналу, що попереджує про зменшення тиску в шинах.

7.2.9. Система автоматичного керування склоочисниками та склоомивачем

Система під назвою датчик дощу (Rain Sensor) забезпечує автоматичне керування очисником та омивачем лобового скла. Датчик дощу зменшує кількість рухів водія під час керування автомобілем в екстремальних умовах (дощ, сніг, грязь), тобто підвищує безпеку і комфорт. Існують різні системи автоматичних склоочисників. На рис. 7.38, 7.39 наведено систему склоочисників на прикладі VW Touran/Golf V.

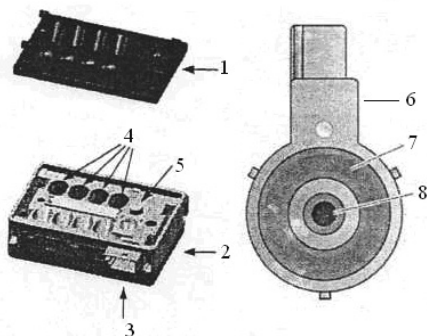


Рис. 7.38. Компоненти системи автоматичного керування склоочисниками та склоомивачем:

1 – оптичний корпус наклеєний на лобовому склі; 2 – RL-сенсор; 3 – контакти рознімала; 4 – комірки визначення дощу; 5 – оптичний світловий сенсор; 6 – оптичний датчик; 7 – світлодіоди; 8 – фотодіод

Система автоматичного керування очисником та омивачем вітрового скла складається з двох частин – це оптичний датчик та блок реле. Оптичний датчик (6, рис. 7.38) знаходиться на лобовому склі всередині салону автомобіля (встановлюється на внутрішній поверхні лобового скла у зоні дії щіток та у місці, де він не буде заважати огляду водія і добре обдувається нагрівачем).

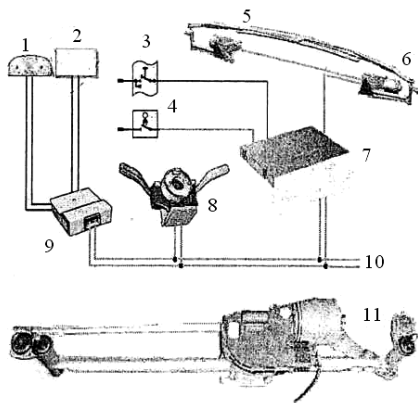


Рис. 7.39. Схема системи склоочисників на прикладі VW Touran/Golf V:

1 – панель приладів; 2 – ABS; 3 – клемма; 4 – кінцевик капота; 5 – склоочисник пасажирів; 6 – склоочисник водія; 7 – БК бортової мережі; 8 – БК кермової колонки; 9 – інтерфейс діагностики; 10 – CAN-комфорт; 11 – склоочисник Golf V

Система, наведена на рис. 7.39, має меню вибору в блоці керування (БК) бортової мережі та меню вибору в БК кермової колонки.

Блок реле – це виконавчий пристрій, що здійснює безпосереднє керування склоочисником та омивачем. Блок реле встановлюється у салоні у місці, передбаченому конструкцією автомобіля або зручному для електричного з'єднання. Датчик дощу керує усіма режимами склоочисника – автоматичний вибір тривалості паузи, перша швидкість, друга швидкість, омивач.

За допомогою інфрачервоного променя сканується стан зовнішнього боку скла. Рівень відбитого сигналу змінюється у разі наявності вологи або забруднення на склі. Електронний блок керування обробляє отриману інформацію й видає сигнал вмикання склоочисника. При появі крапель води на склі, включаються щітки склоочисника. Залежно від інтенсивності дощу автоматично змінюється інтервал руху щіток. Також інтервал руху щіток залежить від швидкості автомобіля, нижча швидкість – більша пауза. Велику масу води (хвиля з калюжі від зустрічної автомашини) датчик визначає ще на підльоті до скла з відстані 5-10 см і завчасно включає склоочисники.

7.3. Системи забезпечення керованістю, технічної та екологічної безпеки автомобіля

7.3.1. Системи і параметри транспортної безпеки автомобіля

Намагання забезпечити високий рівень технічної безпеки автомобіля є основною рушійною силою при створенні нових і використанні існуючих автомобілів. Для цього залучаються різні галузі знань, удосконалюються існуючі мехатронні системи керування безпекою автомобіля, повинна підвищуватися надійність водія, покращуватися дорожні та транспортні умови експлуатації автомобіля.

Зростання ролі та значення безпечної експлуатації автомобілів пов'язане із загальним технічним розвитком і ускладненням технічних систем, необхідністю забезпечення технічної та екологічної безпеки цих систем, зниження ступеня небезпеки і тяжкості наслідків аварій та катастроф [22, 23].

Безпекою руху називається властивість автомобіля рухатися з найменшою ймовірністю виникнення ДТП. Це комплексна експлуатаційна властивість, пов'язана з керованістю, поворотальністю, маневреністю, стійкістю та гальмівними якостями рис. 2.4, 2.5, 2.6. Це найважливіша експлуатаційна властивість, від якої залежать життя і здоров'я людей, збереженість автомобіля, вантажів та інших матеріальних цінностей.

Основними складовими забезпечення безпеки транспортних засобів є: конструктивна безпека (рис. 2.4), яка забезпечується досконалістю синергетичного поєднання електронних систем керування підвіскою, гальмами, повороту кермового колеса [11]; життєвий простір салону; технічний стан транспорту; кваліфікація водія; стан дороги і середовища (умови експлуатації). Для підвищення рівня внутрішньої і зовнішньої безпеки використовуються конструктивні та експлуатаційні рішення, приведені на рис. 7.40, 7.41 [22], які зменшують імовірність ДТП, тяжкість їх наслідків і негативного впливу на довкілля [22, 23].