

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни

«Електронні системи керування транспортними засобами»

для студентів спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

(«Колісні та гусеничні транспортні засоби»),
усіх форм навчання

Частина 3 - змістовий модуль 2.

Автомобільні електронні системи

2020

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») усіх форм навчання. Частина 3 - змістовий модуль 2. Автомобільні електронні системи / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 110 с.

Укладачі: О.М. Артюх, доцент, канд.техн.наук;
О.В. Дударенко, доцент, канд.техн.наук;
А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук;
А.В. Щербина, доцент, канд.техн.наук

Рецензенти: О.С. Слюсаров, доцент, канд.техн.наук;
С.М. Турпак, професор, д-р.техн.наук

Відповідальний за випуск: А.Ю. Сосик, доцент, канд.техн.наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі»
Протокол № 8
від « 30 » червня 2020.

Рекомендовано для видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 88
від « 31 » серпня 2020.

ЗМІСТ

Частина 3

Вступ	188
Тематичний план лекційних занять	189
Лекція № 8. Електронні системи керування динамікою автомобіля ..	192
Лекція № 9. Системи освітлення	234
Рекомендована література	290
Базова	290
Допоміжна	290
Інформаційні ресурси	294

ВСТУП

Стрімке вдосконалення систем автомобільної електроніки та систем упорскування палива, спрямованих на значне зниження шкідливих речовин у відпрацьованих газах автомобіля, все більше застосування електроніки в роботі допоміжних систем транспортних засобів, вдосконалення електронного обладнання кузовних систем та шасі автомобіля, змусили авторів цього курсу повністю переглянути і переробити розроблену раніше структуру дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами».

В даному курсі лекцій в основному викладаються загальні принципи устрою електричних і електронних систем, властивілюбим моделям автомобілів різних виробників. Особливості конструкції вузлів і агрегатів конкретних моделей автомобілів наведені лише для ілюстрації. Поряд з описом сучасних систем електрообладнання та електронних систем, в курсі лекцій приділено увагу і більш старим електронним пристроям, оскільки сотні тисяч старих моделей автомобілів все ще знаходяться в експлуатації в Україні.

Оскільки даний курс лекцій «Електронні системи керування транспортними засобами» являє собою спеціалізований курс, необхідний для практичної діяльності майбутнього інженера-механіка з освітньою спеціалізацією «Колісні та гусеничні транспортні засоби», в ньому розглянуті як загальні питання і відомості про електронне обладнання транспортних засобів, так і питання їхньої подальшої діагностики і технічного обслуговування під час експлуатації.

Окрему увагу приділено гібридним автомобілям і електромобілям: розглянуті методи та шляхи оснащення транспортних засобів сучасними системами тягового електроприводу, системами автоматичного управління гібридних систем з послідовною, паралельною і комбінованою енергетичними установками. Розглянуті методи підвищення ефективності використання гібридних автомобілів і підвищення екологічності, з урахуванням досягнень вітчизняної та світової науки в галузі машинобудування.

Враховуючи вищесказане, слід зазначити що для вивчення даної дисципліни необхідні глибокі знання загальноосвітніх інженерних дисциплін, таких, як фізика, електротехніка, електроніка, інформатика, а також знання устрою двигуна внутрішнього згорання і процесів, що відбуваються в двигуні.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

Загальний об'єм курсу становить 30 годин і складається з двох змістових модулів. Даний конспект лекцій дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» складається з шести частин, і розроблений відповідно до:

Робоча програма з дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» для студентів за напрямом підготовки 6.050503 – «Машинобудування», спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування (Колісні та гусеничні транспортні засоби), усіх форм навчання. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 23 с.

Нижче наведено назву змістового модуля дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами», найменування тем лекційних занять в модулі і вказано кількість годин аудиторних занять, для студентів денної форми навчання, окремо для кожної лекції. Для кожної теми лекції вказано перелік питань які треба розглянути під час даної лекції. Слід враховувати те, що в даному конспекті лекцій приведено лише стислий огляд питань кожної лекції. Крім того навчальним планом дисципліни передбачено активну самостійну роботу студентів за вказаними темами курсу.

Вкінці кожної лекції наведено перелік питань для самоперевірки. Для самостійної роботи студенту слід користуватися рекомендованою літературою для вивчення дисципліни, перелік якої наведено в кінці даного конспекту лекцій, а також використовувати розроблені методичні вказівки:

Методичні вказівки з вивчення дисципліни «Електронні системи керування транспортними засобами» та виконання контрольних завдань, для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби»), усіх форм навчання / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 62 с.

Змістовий модуль 2. Автомобільні мехатронні системи.

Тема 8. Електронні системи керування динамікою автомобіля (2 год.)

Антиблокувальна система гальм (ABS): вимоги, загальний опис

системи, умови роботи. Керування гальмами автомобіля з ABS. Анти-пробуксовочна 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.

Тема 9. Системи освітлення (2 год.)

Принципи освітлення. Лампи. Рефлектори фари. Корекція фар. Регулювання променя фари. Схеми освітлення. Газорозрядні і світлодіодні фари. Освітлення за допомогою світлодіодів. Ксенонове освітлення (Hella). Бароптичні системи освітлення. Інфрачервоні фари. Освітлення від єдиного джерела світла. Лазерні та матричні фари.

Тема 10. Електронні системи безпеки (2 год.)

Система контролю стану водія. Система Alcolock. Превентивна система безпеки. Система комунікації між автомобілями. Система гальмування після зіткнення. Натягувачі ременів безпеки. Подушки безпеки: центральна, фронтальні, бічні, головні, колінні. Активні підголівники. Аварійний розмикач акумуляторної батареї. Система захисту пішоходів. Подушка безпеки для пішоходів. Система захисту при з'їзді з дороги. Система екстреного виклику аварійних служб при дорожньо-транспортній пригоді. Система порятунку з затонулого автомобіля.

Тема 11. Протиугінні системи (2 год.)

Види систем захисту від угону. Основні типи електронних протиугінних систем. Базова система безпеки. Комплексна система сигналізації. Імобілайзер. Устрій автосигналізації. Центральний замок і електричні склопідйомники вікон. Схема блокування дверей. Робота електричного склопідіймача. Система стеження за автомобілем.

Тема 12. Електронні системи інформування водія (2 год.)

Прилади й датчики системи інформування водія. Проекційний дисплей. Система виявлення пішоходів. Система попередження про

велосипедистів. Система наскрізного бачення. Паркувальна система. Система кругового огляду. Система автоматичного паркування. Система маневрування з причепом. Система допомоги при перестроюванні. Автомобільна система нічного бачення. Система розпізнавання дорожніх знаків. Система виявлення можливих дорожніх пробок. Система інформування про світлофори. Система передбачення дорожніх умов. Автомобільна навігаційна система.

Тема 13. Електронні системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля (2 год.)

Розвиток систем обігріву і вентиляції автомобілів. Типова система вентиляції та обігріву салону автомобіля. Система обігріву - двигун з водяним охолодженням. Мотори повітрянагрівача. Електронний контроль системи обігріву. Основи кондиціонування повітря: терміни та визначення, принцип роботи системи, автоматичне керування температурою. Інші системи обігріву: сидіння, скло, простір для ніг.

Тема 14. Електронні системи шасі (2 год.)

Активна підвіска: датчики, приводи і функціонування системи. Системи повного приводу: 4Motion, quattro, 4Matic, xDrive. Система адаптації до дорожніх умов. Електронна система керування автоматичною коробкою передач. Функція Tiptronic. Система запобігання ненавмисного прискорення. Роботизована коробка передач DSG. Коробка передач Easytronic. Електронна система керування варіатором. Варіатор Multitronic. Система електронного блокування диференціала. Система контролю тиску в шинах.

Тема 15. Гібридні та електричні автомобілі (2 год.)

Типи гібридних приводів. Газотурбінний гібрид. Визначення автомобіля з електричним приводом. Батареї електромобіля. Приводні мотори. Мотори змінного струму. Асинхронний мотор. Синхронний мотор з постійним збудженням. Електронно-керовані мотори. Система електромобіля на батареї натрій-сірка. Індуктивна система заряду батарей. Майбутнє електромобілів.

ЛЕКЦІЯ № 8. 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.

Література: [3], [4], [7], [16], [17], [23]-[25], [39].

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.

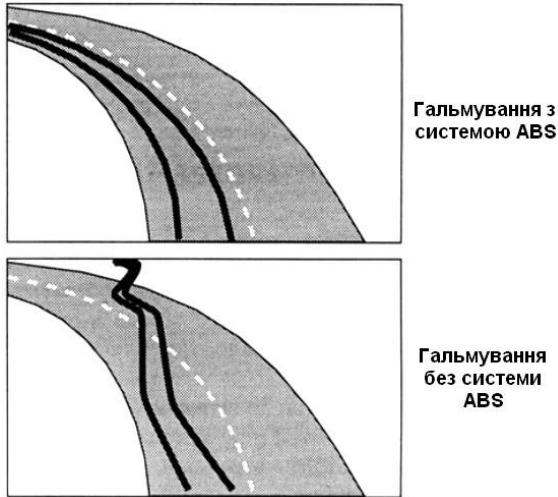


Рисунок 8.1 - ABS може допомогти в підтримці керованості автомобіля

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.

Служняність 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 реагувати 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

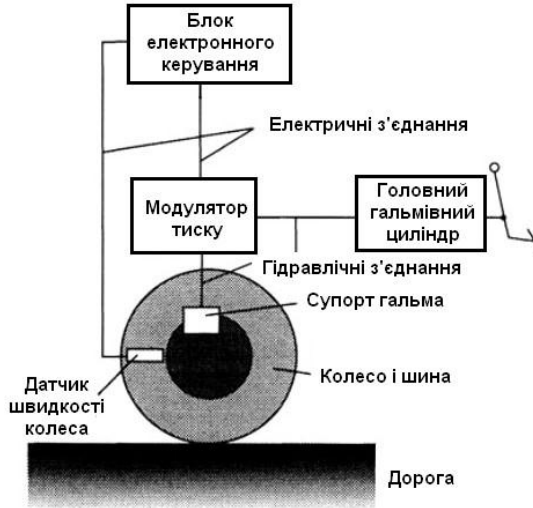


Рисунок 8.2 - Система антиблокування гальм

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 запрограмованим 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 керування;
- 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.

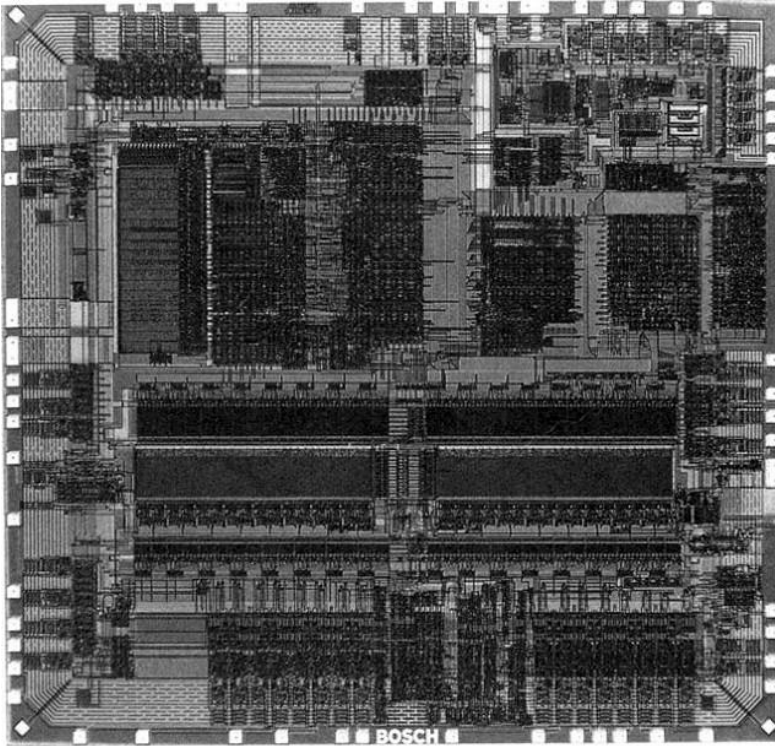


Рисунок 8.3 - Мікропроцесор використовується в блоці управління ABS

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.

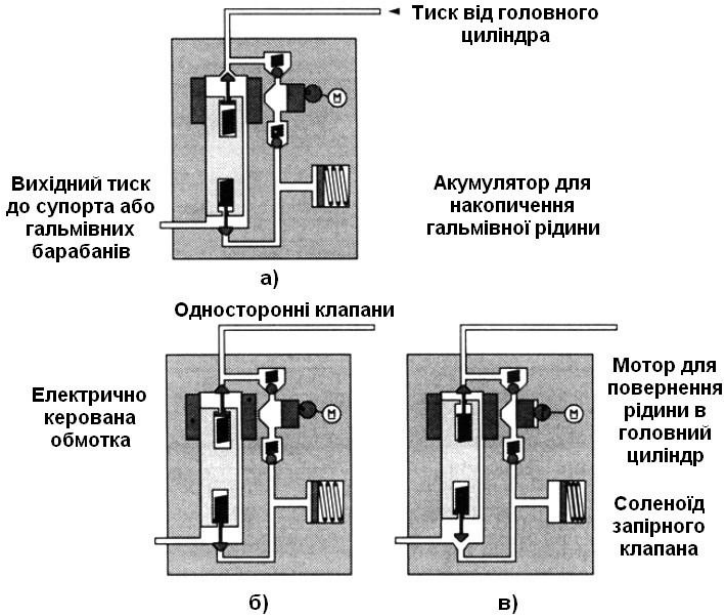
Керування гальмами системою ABS.

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 запізнілій 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 відхилятися 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.

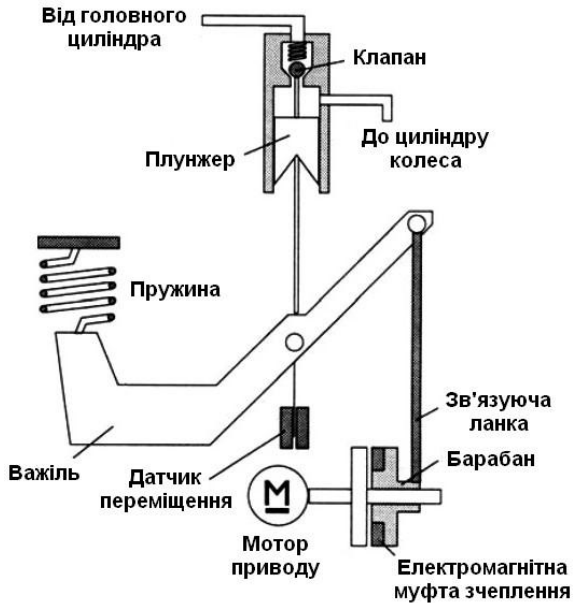


Рисунок 8.5 - Система антиблокування гальм з електромотором і пружиною

Антипробуксовочна система.

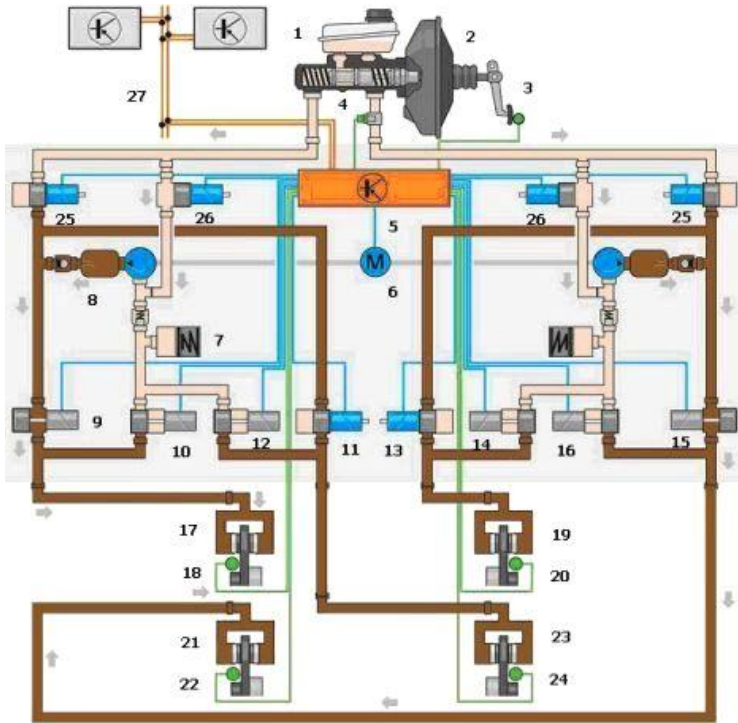
Антипробуксовочна система (інше найменування - протибуксовочна система) призначена для запобігання пробуксовки ведучих коліс. Залежно від виробника антипробуксовочна система має наступні торговельні назви:

- 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 невідведених коліс);
- характер руху автомобіля - прямолінійний або криволінійний (на підставі порівняння кутових швидкостей невідведених коліс);
- величину проковзування ведучих коліс (на підставі різниці кутових швидкостей ведучих і невідведених 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 входні 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.

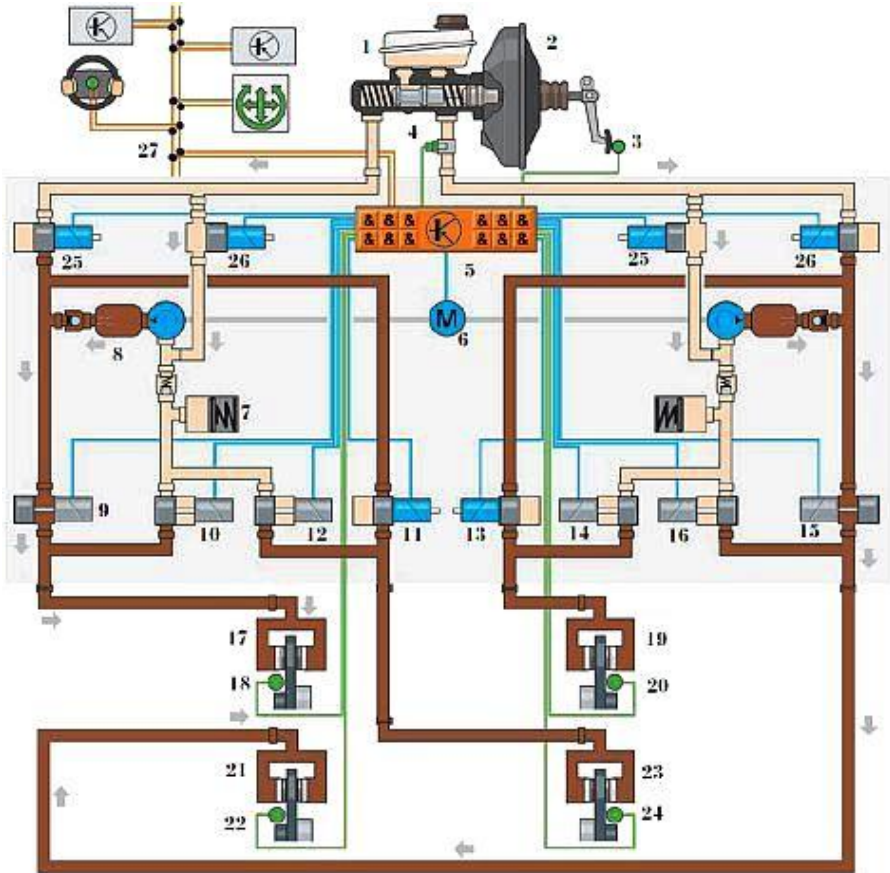


Рисунок 8.9 - Схема системи курсової стійкості ESP
(позначення позицій ідентичні рис. 8.7)

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:

- підгальмовуванням 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 підгальмовування переднього зовнішнього колеса і зміною крутного моменту двигуна.

Пригальмовування 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 впорскування палива;
- пропуском імпульсів запалювання;
- зміною кута випередження запалювання;
- скасуванням перемикання передачі 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 надлишковій 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, балансуючи між надлишковою і недостатньою поворотальністю.

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 %.

Основу 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 форсунок системи впорскування, котушки запалювання, стартер.

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

- повна зупинка автомобіля;
- перекид 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 входних 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, обладнані 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 екстреному гальмуванні пневматичного типу встановлюється, як правило, на автомобілі, обладнані системою ABS.

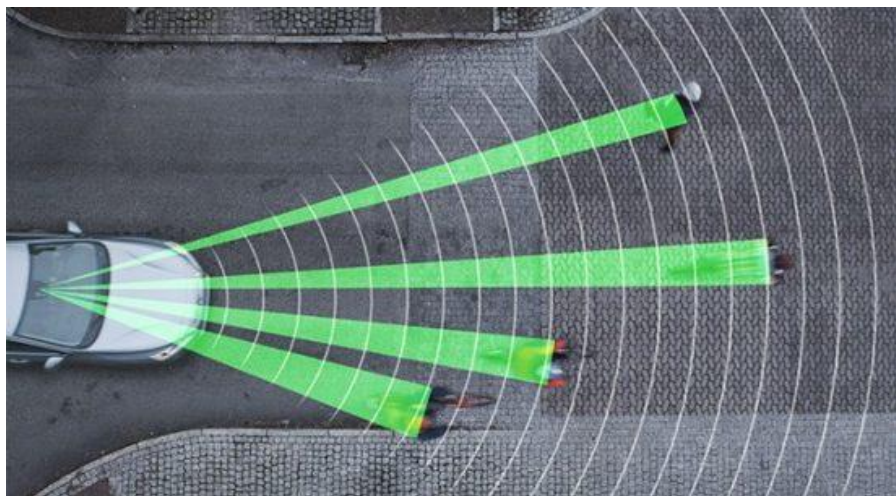


Рисунок 8.11 - Система екстреного гальмування

Принцип роботи даної системи заснований на розпізнаванні ситуації екстреного гальмування по швидкості натискання педаль 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. Екстрене гальмування відбувається до спрацювання системи ABS.

Системи допомоги при екстреному 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 (протів 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, напрямку 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-

увався лідар, але через часті помилкові спрацювання (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.

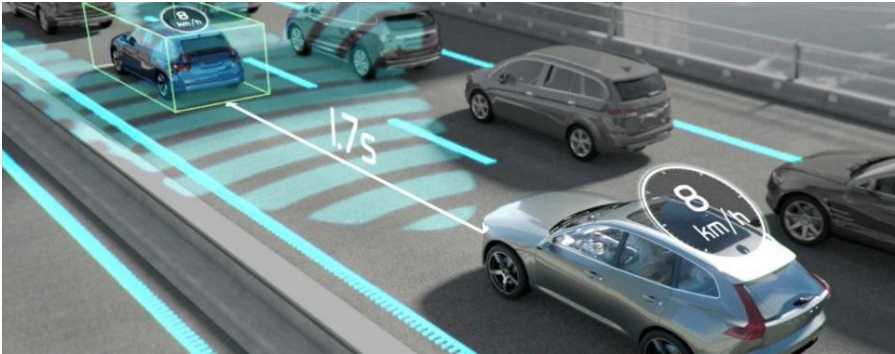


Рисунок 8.15 - Візуалізація роботи радарних датчиків системи адаптивного круїз-контролю

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 заторах). 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 розроблюваних 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 пропоновані 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 показчиків повороту, панелі приладів або центральній консолі.

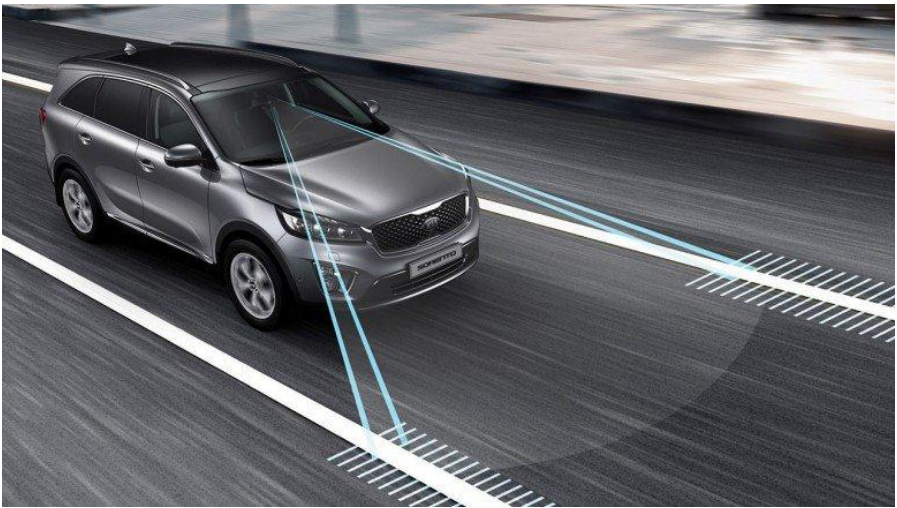


Рисунок 8.16 - Система допомоги руху по смузі

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

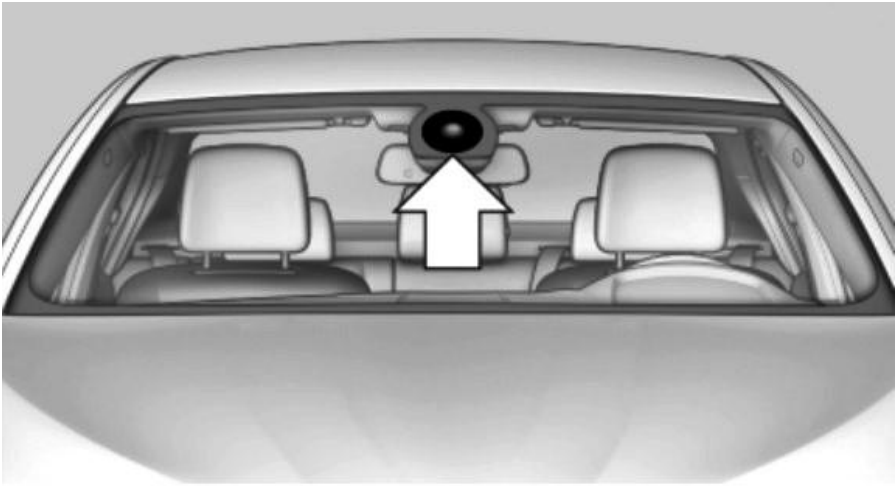


Рисунок 8.17 - Місце розміщення відеокамери системи допомоги руху по смузі

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 вібромотор, 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 проектується 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 ряд 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 пропускної 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.

ЛЕКЦІЯ № 9. СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

План лекції. Принципи освітлення. Лампи. Рефлектори фари. Корекція фар. Регулювання променя фари. Схеми освітлення. Газорозрядні і світлодіодні фари. Освітлення за допомогою світлодіодів. Ксенонове освітлення (Hella). Бароптичні системи освітлення. Інфрачервоні фари. Освітлення від єдиного джерела світла. Лазерні та матричні фари.

Література: [3], [4], [7], [9] - [11], [16], [17], [38].

Принципи освітлення.

Системи освітлення транспортного засобу дуже важливі, особливо якщо це пов'язане з дорожньою безпекою. Якщо фари раптово відмовлять уночі й на високій швидкості, результат може бути катастрофічним. Ще зовсім недавно для попередження водія про можливі відмови використовувалося чимало методів - від автоматичних перемикачів і до теплових контакторів, що змушують вогні мигати до того, як спрацює плавкий запобіжник. У сучасних системах запобіжником оснащують кожен нитку лампи окремо, і якщо навіть відмовить ланцюг живлення фар далекого світла, близьке світло ще буде працювати.

Автомобільне освітлення пройшло довгий шлях свого розвитку, починаючи з того часу, коли використовувалися ацетиленові ліхтарі! Ключове завдання автомобільних вогнів полягає в тому, що вони повинні дозволяти водію:

1. Бачити в темряві.
2. Бути помітними в темряві (або в умовах поганої видимості).

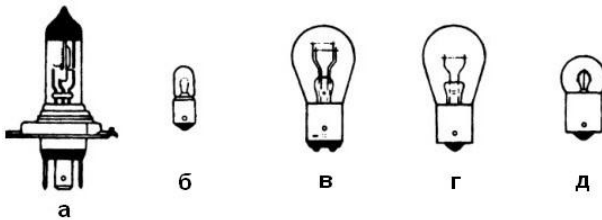
Бічні вогні, задні ліхтарі, гальмові сигнали та інші є відносно простими пристроями. Передні фари створюють більшу частину проблем, тому що при близькому світлі вони повинні забезпечити адекватну освітленість для водія, але не засліплювати інших учасників руху.

За минулі роки випробувано багато методів і зроблено чимало вдосконалень, але конфлікт між спостереженням і осліпленням дуже важко подолати. Далі ми розглянемо одну з розробок - ультрафіолетове (УФ) освітлення, яке є одним із шляхів вирішення цього питання.

Лампи.

Перші лампи накаливання були створені росіянином винахідником Олександром Лодигіним в 1872-1875 рр. У Великобританії пе-

ршу лампочку продемонстрував Джозеф Сван в 1878 р. Д. Сван і Т. Едісон удосконалили конструкцію лампи й зробили її довговічною й технологічною. Із цього моменту відбувається їхнє постійне вдосконалення. Форми й розміри ламп, використовуваних на транспортних засобах, а також їх кількість безперервно змінюються, відповідно росте номенклатура використовуваних ламп. На рис. 9.1 показаний найпоширеніший набір. Більшість ламп для освітлення автомобіля - це лампи накаливання з вольфрамовою ниткою, звичайні або галогенні.



а - лампа передніх фар; б - лампа бічного покажчика;
в - лампа стоп-сигналів, задніх ліхтарів; г - лампа аварійної
сигналізації; д - лампа освітлення номера

Рисунок 9.1 - Стандартний набір ламп

У звичайній лампі накаливання вольфрамова нитка нагрівається електричним струмом до розпеченого стану. У вакуумі температура нитки приблизно $2\,300^{\circ}\text{C}$. Метал вольфрам - важкий хімічний елемент, його символ W, атомне число - 74, питома вага - $19,3\text{ г/см}^3$.

Чистий метал має колір від сіро-сталевого до олов'яно-білого. У нього найвища точка плавлення серед усіх металів - $3\,410^{\circ}\text{C}$. Чистий вольфрам легко кується, гнеться, тягнеться й пресується, але в присутності домішок стає ламким і може бути оброблений на превелику силу. Вольфрам окиснюється на повітрі, особливо при високих температурах, але стійкий до корозії й досить незначно підданий впливу більшості мінеральних кислот. Тому вольфрам або його сплави ідеальні для використання як нитки електричних лампочок. Нитка звичайно намотана «спіраллю в спіралі», щоб створити підходящу довжину тонкого провідника в маленькому обсязі й забезпечити малий механічний натяг нитки. На рис. 9.2 показана типова нитка лампи. Якщо згадана вище температура перевищена, навіть у вакуумі, то нитка стає дуже крихкою й руйнується.

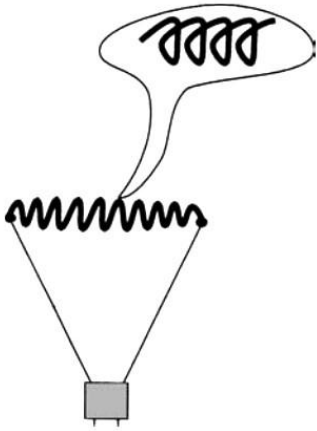


Рисунок 9.2 - Нитка в лампі
виглядає як спіраль
зі спіралі

Така лампа служить довго, і її колба не чорніє через якийсь час, як інші лампи. Почорніння скла відбувається тому, що у звичайних газонаповнених лампах за певний період часу близько 10 % металу нитки випаровується й осідає на стінках лампи.

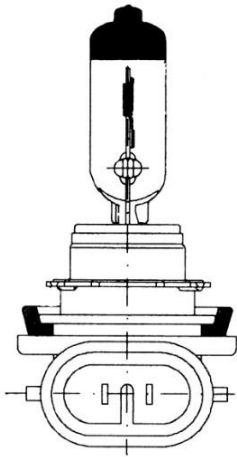


Рисунок 9.3 - Галогенова
лампа

Ось чому напруга, при якій експлуатується лампа, повинна підтримуватися в строгих межах. Вакуум у лампі запобігає потоку тепла від нитки до корпусу але обмежує робочу температуру. Все більше звичними стають газонаповнені лампи, де скляна лампа заповнена під тиском інертним газом, наприклад аргоном. Це дозволяє нитці, не перегорючи, працювати при більш високій температурі й випромінювати більш яскраве світло. Ці лампи дають більше світла в порівнянні з вакуумною лампою (близько 17 лм/Вт проти 11 лм/Вт). Майже всі транспортні засоби тепер використовують для фар вольфрамові галогенні лампи, оскільки вони в змозі створювати приблизно 24 лм/Вт (деякі сучасні конструкції навіть більше).

На рис. 9.3 показана вольфрамова галогенна лампа фари. В галогенних лампах у газ, що наповнює колбу, вводяться деяка кількість галогенів - головним чином, з'єднань йоду. Назва «галогени» походить від грецьких слів *hal(os)*- і *gen(os)*, що означає «солі що створюють».

Чотири галогени - бром, хлор, фтор та йод - утворюють групу VIIA періодичної таблиці елементів. Вони є дуже активними елементами й у вільному стані в природі не зустрічаються. Лампа заповнюється газом під тиском у декілька бар. Скляна колба, використовувана для вольфрамової галогенної лампи, зроблена з розплавленого кремнію або кварцу.

Вольфрамова нитка випаровується й тут, але просуваючись до стінки лампи, атом вольфраму поєднується із двома або більше атомами галогену, утворюючи галоїд вольфраму, який не осаджується на стінках лампи. Молекула галоїду вольфраму рухається в потоці усередині газу лампи до тих пір, поки не торкнеться розпеченої нитки, де розпадеться, повертаючи атом вольфрам нитці й звільняючи атоми галогену. Внаслідок цього балон не чорніє, і світловий потік лампи залишиться постійним протягом усього терміну служби. Крім того, колба може бути зроблена настільки малою, наскільки дозволяє розмір нитки, забезпечуючи в такий спосіб краще фокусування

Далі розглянемо деякі розповсюджені типи ламп.

Стрижнева лампа.

Скляна колба має трубчасту форму, нитка натягнута між мідними ковпачками, закріпленими по кінцях трубки. Ця лампа знайшла широке застосування для освітлення номера автомобіля й внутрішнього освітлення салону.

Мініатюрна лампочка із центральним контактом (miniature centre contact - MCC) постачена циліндричним байонетним цоколем із двома розташованими з боків напрямними штирями. Лампа фіксується в патроні поворотом на 90 градусів. Діаметр цоколя - приблизно 9 мм. Лампа має єдиний центральний контакт (single central contact - SCC), а другий контакт, що звичайно з'єднується з «землею», утворений металевим цоколем. Випускаються лампи різної потужності в межах 1-5 Вт.

Безцокольна лампа.

Колба цих ламп має вигляд циліндра з напівсферичним донцем. Другий кінець трубки сплющений й підтримує дровові виводи, вигнуті в протилежні сторони так, щоб сформувати два контакти. Потужність ламп - до 5 Вт, вони використовуються для підсвічування приладової панелі, бічних і стоянкових вогнів. Вони дуже популярні через свою низьку ціну.

Однотиктова лампа зі стандартним цоколем.

Діаметр байонетного цоколя цих ламп - порядку 15 мм. У сферичній або грушоподібній колбі розташована єдина нитка накаливання. Перший контакт у такій лампі - одиночний центральний контакт (SCC), другий контакт утворений металевим цоколем. Потужність лампи - зазвичай 5 або 21 Вт. Мала лампа (5 Вт) використовується для передніх або задніх габаритних вогнів, велика (21 Вт) - для покажчи-

ків поворотів, аварійних сигналів, вогнів заднього хода й задніх протитуманних фар.

Двониткова лампа зі стандартним цоколем.

За формою й розміром ця лампа не відрізняється від розглянутої вище, але містить дві нитки. Один кінець кожної нитки зв'язаний зі своїм ізольованим виводом, а два інших кінця приєднані до металевого цоколя, що утворює третій контакт (звичайно з'єднується з «землею»). Штирі на цоколі зміщені таким чином, щоб дві нитки, які мають різну споживану потужність, не могли бути підключені неправильно. Одна нитка використовується для стоп-сигналу, а інша - для заднього габаритного вогню. Вони відповідно мають потужність 21 і 5 Вт (лампа позначається 21/5 Вт).

Зовнішні вогні.

Для зовнішніх вогнів існують регулюючі інструкції. Далі наведена їхня узагальнена й спрощена інтерпретація. Після кожного підзаголовку в дужках наводиться діапазон припустимої світлової інтенсивності.

Передні габаритні вогні (до 60 кд).

Транспортний засіб повинний мати два джерела переднього габаритного освітлення кожний з потужністю мінімум 7 Вт. У більшості транспортних засобів габаритні вогні вбудовані в модуль фари.

Задні габаритні вогні (до 60 кд).

Як і в попередньому випадку, повинні бути встановлено два вогні, причому кожний з потужністю не менше 5 Вт. Вогні, використовувані в Європі, повинні бути марковані буквою «Е» і давати розсіяне світло. Вони повинні розташовуватися в межах 400 мм від краю транспортного засобу й відстань між ними повинна бути більше 500 мм. Висота вогнів повинна становити від 350 до 1500 мм над рівнем землі.

Стоп-сигнали (40-100 кд).

Ці два вогні звичайно поєднуються із задніми вогнями. Вони повинні мати потужність від 15 до 36 Вт кожний, розсіяне світло, і повинні загорятися, коли задіється робоча гальмівна система. Стоп-сигнали повинні бути розташовані симетрично, від 350 до 1500 мм вище рівня землі й на відстані не менше 500 мм один від одного. Тепер дозволяються додаткові стоп-сигнали верхнього розташування. Якщо вони встановлені, то повинні працювати разом з основними гальмовими сигналами. На рис. 9.4 - 9.5 для прикладу показаний ряд освітлювальних приладів транспортних засобів.



а



б



в

а - Ford Mustang Shelby GT500; б - Jaguar S-Type;
в - Mercedes-Benz S-Class

Рисунок 9.4 - Освітлювальні прилади легкових автомобілів



а



б

а - Ford F-150; б - GMC Yukon

Рисунок 9.5 - Освітлювальні прилади автомобілів SUV (Sport Utility Vehicle)

Вогні заднього ходу (300-600 кд).

Можуть бути встановлені не більше двох ламп сигналів заднього ходу, кожна потужністю максимум 24 Вт. Світло цих ламп не повинне засліплювати. Лампи повинні включатися автоматично від коробки передач або від вимикача, об'єднаного з індикатором попередження. Тепер часто в комбінації зі схемою включення цих вогнів встановлюються попереджувачі звукові сигнали, особливо на великовантажних транспортних засобах.

Вогні денного освітлення (800 кд максимум).

Компанія Volvo використовує вогні денного освітлення, оскільки вони фактично потрібні у Швеції й Фінляндії. Ці вогні включаються разом із запалюванням і повинні працювати тільки разом із задніми вогнями. Їхня функція полягає в тому, щоб показувати, що транспортний засіб рухається або збирається почати рух. Вони вимикаються при паркуванні або коли включаються передні фари.

Задні протитуманні ліхтарі (150-300 кд).

Можуть бути встановлено один або два ліхтарі. Якщо застосований тільки один ліхтар, то він повинен бути встановлений скраю або по осі транспортного засобу. Задні протитуманні ліхтарі повинні перебувати на висоті від 250 до 1000 мм вище землі й на відстані більше 100 мм від будь-якого стоп-сигналу. Споживана потужність - звичайно 21 Вт. Вогні повинні бути включені тільки тоді, коли використовуються фари або передні протитуманні фари.

Лампи передніх габаритних вогнів і протитуманні фари.

Якщо встановлюються передні вогні підсвічування (допоміжні вогні руху), вони повинні розташовуватися на висоті від 500 до 1200 мм вище землі й не менше ніж 400 мм від бічної сторони автомобіля. Якщо їхній промінь не спрямований униз, тоді вони повинні працювати тільки разом з основними фарами. Передні протитуманні фари встановлюються не вище 500 мм від землі й можуть застосовуватися тільки в тумані або при падаючому снігу. Лампи підсвічування розроблені так, щоб створити довгий пучок світла для освітлення дороги на великій відстані. Протитуманні фари створюють різку лінію світла для освітлення дороги безпосередньо перед автомобілем без відбиття назад або яскравого потоку світла вперед.

Відбивачі фари.

Світло від джерела, типу нитки лампи, при використанні відповідного відбивача (рефлектора) і лінзи може бути сформоване у про-

мені різного виду. Для передніх фар, як правило, використовуються параболічні, біфокальні або софокусні відбивачі. Щоб направити світло вбік від дороги й униз використовуються лінзи, які служать також захисним склом фари.

На рис. 9.6 показано, як лінзи й рефлектори можуть бути використані для завдання напрямку променя світла. Призначення відбивача фари полягає в тому, щоб зібрати світло, випромінюване лампою в усі сторони, у концентрований пучок. Якщо потрібно одержати певний напрямок і форму променя, важливе положення нитки лампи щодо рефлектора, це показано на рис. 9.6, а. Спочатку джерело світла (нитка лампи) знаходиться у фокусі, тому відбитий промінь буде паралельний основній осі.

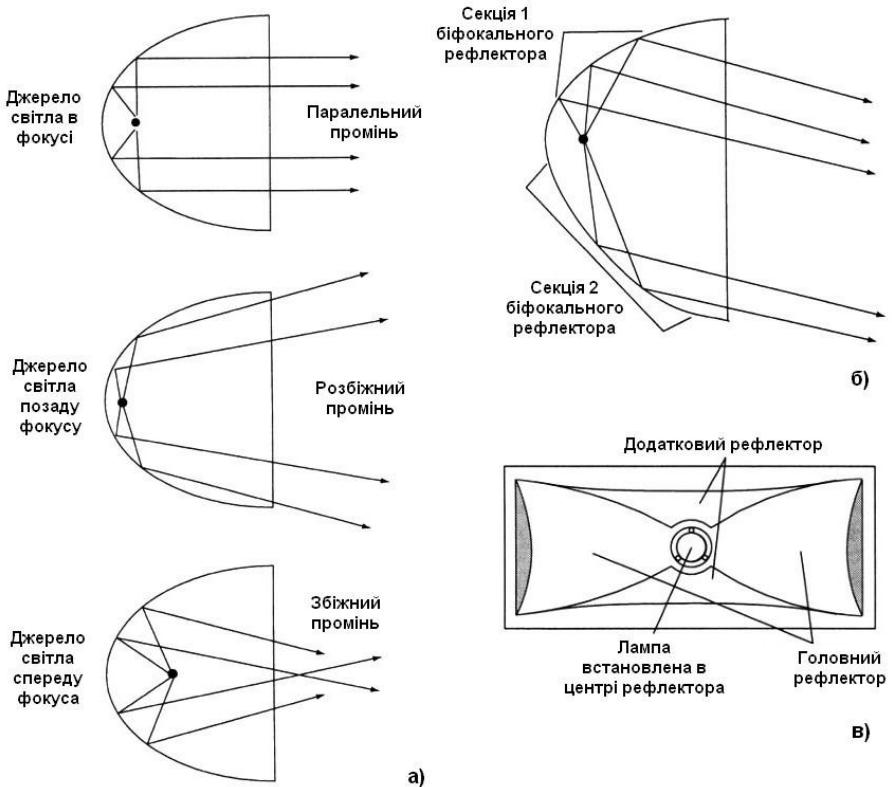


Рисунок 9.6 - Особливості конструкцій лінз та рефлекторів

Якщо нитка перебуває між фокусом і рефлектором, то відбитий промінь відхилиться - тобто буде розширюватися убік від основної осі. І навпаки, якщо нитка буде поміщена перед фокусом, то відбитий промінь буде сходиться до основної осі.

Відбивач або рефлектор являє собою гладку, поліровану поверхню, наприклад мідну або скляну, на якій обложений шар срібла, хрому або алюмінію. Розглянемо дзеркальний відбивач, який «просідає усередину» - так званий «увігнутий відбивач». Центральна точка відбивача називається полюсом, і лінія, проведена через полюс перпендикулярно до поверхні, відома як головна оптична вісь. Якщо джерело світла переміщати по цій лінії, то буде знайдена така точка, де вихідне світло створює відбитий промінь, паралельний основній осі. Ця точка називається фокусом. Відстань від фокуса до полюса називається фокусною відстанню.

Параболічний відбивач.

Парабола - це крива, схожа за формою ні траєкторію каменю, кинутого під кутом до обрію. Якщо джерело світла поміщене у фокус параболічного відбивача (рис. 9.6, а), пучок вихідних променів з відбивача буде паралельний оптичній осі; кожний промінь від джерела буде відбиватися паралельно осі незалежно від того, в якому місці промінь попадає на поверхню відбивача.

Отже, такий відбивач створює яскравий паралельний відбитий пучок світла постійної інтенсивності. За допомогою параболічного відбивача більша частина світлового потоку лампочки відбивається уздовж основної осі, і тільки мала частина прямих променів розсіюється як випадкове світло.

Інтенсивність відбитого світла максимальна близько осі променя й знижується при наближенні до зовнішнього краю променя. На рис. 9.7 у загальному виді показано устрій відбивача й лампочки, у якій нитка ближнього світла обладнана екраном. Це дає гарну форму променя ближнього світла й використовується, головним чином, з асиметричними фарами.

Біфокальний відбивач (рис. 9.6, б), як і припускає його назва, має дві секції відбиття з різною фокусною відстанню. Це допомагає використовувати більше світла, що падає на нижню частину відбивача. Параболічна секція в нижній частині має таку конфігурацію, щоб відбивати світло униз, чим поліпшує освітлення близької зони безпосередньо перед транспортним засобом.

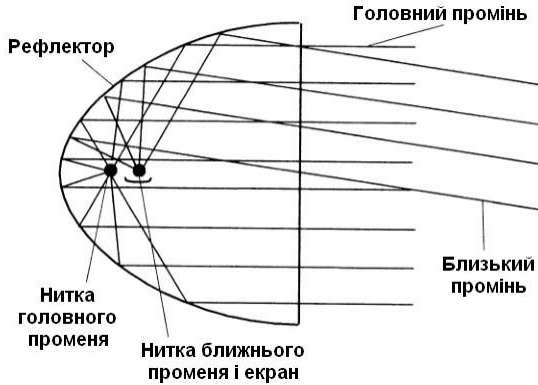


Рисунок 9.7 - Формування ближнього світла лампою зі здвоєною ниткою

Цей спосіб не підходить для ламп із двома нитками, тому він використовується тільки на транспортних засобах із системою чотирьох фар. За допомогою потужних програм автоматизованого проектування можуть бути створені відбивачі зі змінюваним фокусом з непараболічних секцій, що згладить переходи між кожною областю.

Софокусний відбивач (рис. 9.6, в) складений з безлічі секцій, фокуси яких збігаються. Ця конструкція дозволяє одержати більш коротку фокусну відстань і, отже, модуль в цілому буде мати менші розміри по глибині. Ефективний світловий потік також збільшується.

Для одержання далекого й близького світла в модулі застосовується лампа із двома нитками. Світло від головної секції відбивача забезпечує освітлення на великій дальності, а допоміжні відбивачі поліпшують освітлення близької й бічної областей.

Поліеліпсоїдальна система фар.

Вперше еліпсоїдальна система (poly-ellipsoidal system - PES), показана на рис. 9.9, була запропонована компанією Bosch у 1983 р. Вона дозволяє одержати промінь світла настільки ж хороший, а в деяких випадках навіть кращий, ніж у звичайної фари, але зі світловідбиваючої площі менше 30 см³. Це було досягнуто при використанні відбивача й прожекторної оптики, розробленої за допомогою програми автоматизованого проектування (CAD). Захисний екран забезпечує необхідну конфігурацію променя. Можна одержати промінь із чітко визначеною лінією зрізу, або навпаки з навмисним недоліком різкості.

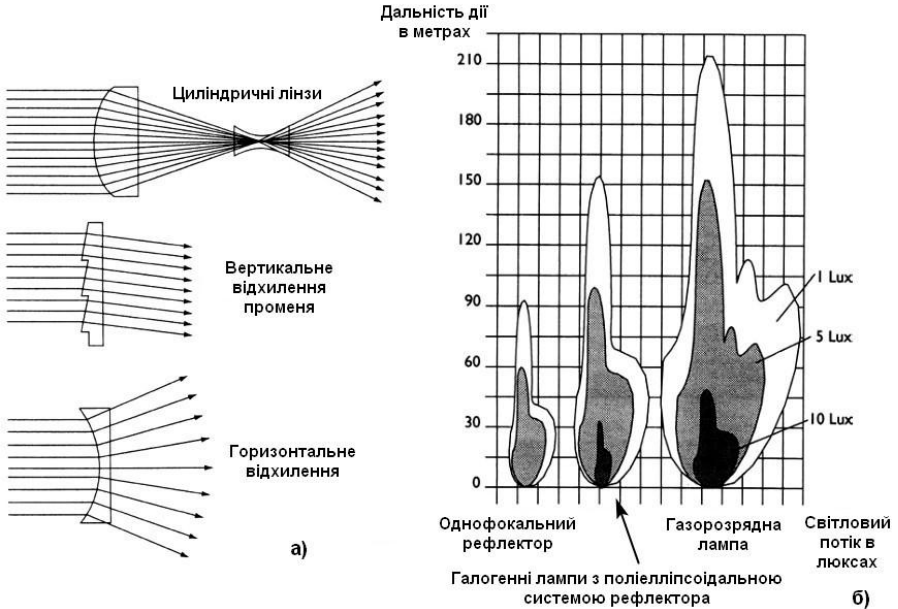


Рисунок 9.8 - Характеристики світла фар, одержувані при правильно підібраній конструкції лінз та рефлекторів

Система PES-Plus, яка призначена для великих автомобілів, ще більшою мірою поліпшує освітлення в близькій зоні. Ці джерела світла використовують лампи тільки з єдиною ниткою й входять у систему із чотирма фарами.

Лінзи фари.

Гарна фара повинна створювати потужний центральний промінь, що далеко поширюється, навколо якого світло розподілене по горизонталі й вертикалі так, щоб висвітлювати як можна більшу область поверхні дороги. Формування променя може бути значно поліпшене при пропущенні відбитих променів світла через блок прозорих лінз. Лінза служить для перерозподілу відбитого променя світла й будь-яких випадкових променів так, щоб при мінімумі яскравості було досягнуто найбільш повне освітлення дороги. Блок призматичних лінз показаний на рис. 9.8, а. Лінзи діють за принципом переломлення світла - тобто зміни напрямку променів світла, при проходженні «в» або «з» прозорого середовища, такого як скло або пластмаса.

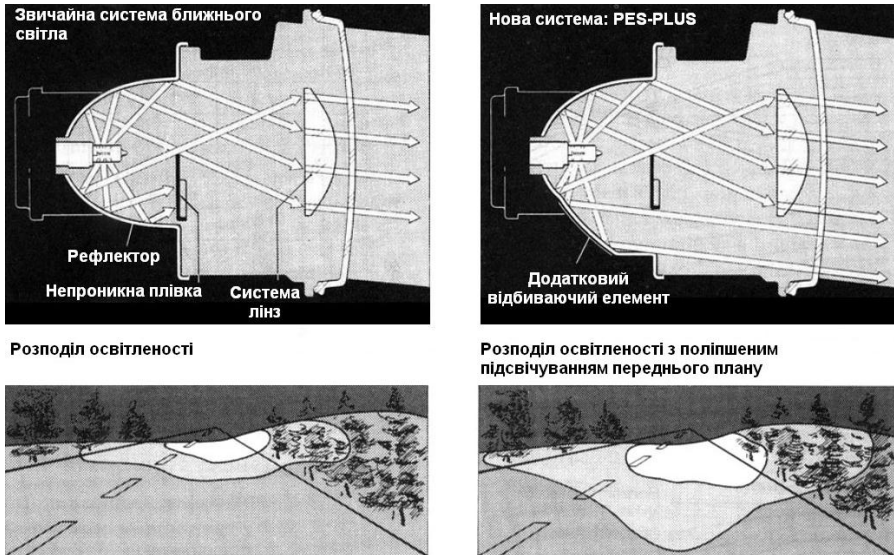


Рисунок 9.9 - Покращений промінь ближнього світла поліелліпсоїдальної фари

Передня кришка й скляна лінза фари ділиться на велику кількість маленьких прямокутних зон, причому кожна зона формується оптично у вигляді ввігнутої борізки або комбінації борізок і призми.

Форма цих зон така, що коли майже паралельний промінь проходить через скло, кожний індивідуальний елемент лінзи перенаправляє промені світла, створюючи в підсумку поліпшені характеристики спрямованості або структури променя.

Борізки керують горизонтальним поширенням світла. У той самий час призми різко відхиляють промені вниз, щоб створити локальне освітлення дороги розсіяним світлом безпосередньо перед транспортним засобом. Дія лінз показана на рис. 9.8, а. Багато фар тепер виготовляються із гладкими стеклами; це означає, що спрямованість усього світлового потоку формується тільки відбивачем (рис. 9.6).

Корекція фар.

Принцип корекції фар дуже простий - положення фари повинне мінятися залежно від завантаження автомобіля. На рис. 9.10 показаний простий ручний пристрій, яким управляє водій. Автоматичною системою вирівнюючи фар можна управляти, використовуючи сигнала-

ли від датчиків, поміщених на підвіску транспортного засобу (рис. 9.11).

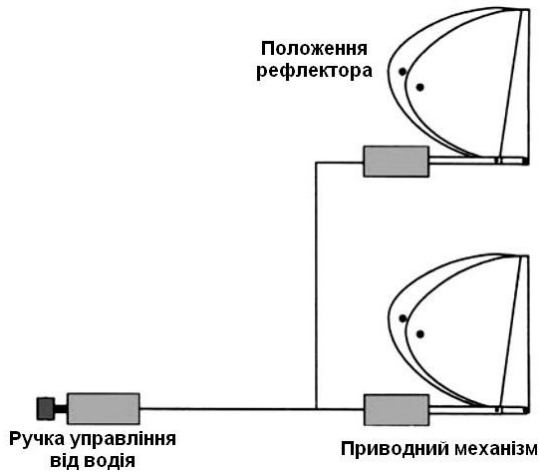


Рисунок 9.10 - Ручний коректор фар

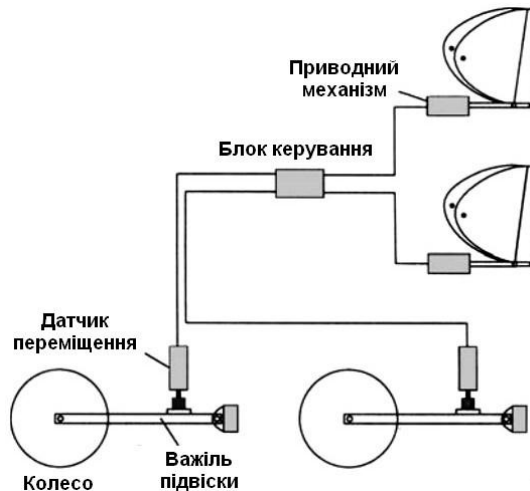


Рисунок 9.11 - Автоматична корекція фар

Це дозволяє одержати автоматичну компенсацію при будь-якому розподілі вантажу на транспортному засобі. На рис. 9.11 показана схема розташування датчиків цієї системи. Приводи, які перемі-

щають вогні, можуть бути виконані в різних варіантах: від гідравлічних пристроїв до крокових двигунів. Приклад практичного регулювання положення фари представлений на рис. 9.12. Регулювання виконується переміщенням двох гвинтів, розташованих на фарі так, що один змушує світло переміщуватися нагору й вниз, а іншого викличе рух зі сторони убік.

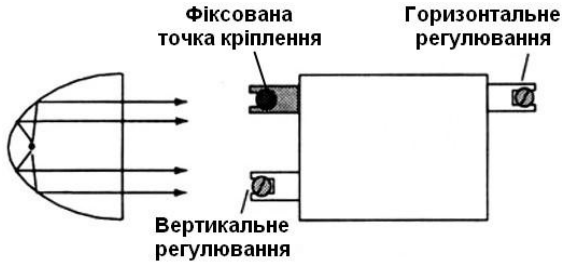


Рисунок 9.12 - Принцип регулювання напрямку світла фари

Регулювання променя фари.

Існує багато типів устаткування для установки променя, і більшість із них працює за принципом, представленим на рис. 9.13. Метод схожий на метод, який використовує панель націлювання променя, але зручніше й точніше завдяки полегшенню процесу й меншому необхідному обсягу приміщення.

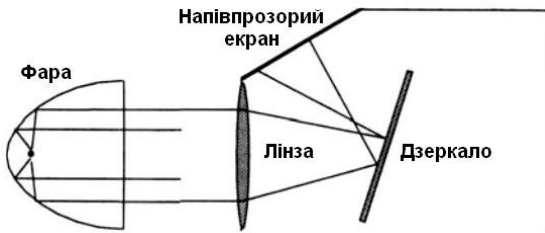


Рисунок 9.13 - Принцип автоматичної установки променя

Щоб установити фари автомобіля, використовуючи панель націлювання променя, потрібно виконати наступну процедуру.

1. Установити автомобіль на рівні землі напроти прямокутної вертикальної панелі, бажано на відстані 10 м. Автомобіль повинен бути без вантажу й пасажирів (за винятком водія).

2. Розмістити панель націлювання променя так, як показано на

рис. 9.14

3. Качнути підвіску, щоб гарантувати більш точну установку рівня.

4. У режимі ближнього світла відрегулювати лінію краю променя по горизонтальній позначці так, щоб він був нижче висоти центру фари на 10 см (або відповідно до рекомендації виробника). Якщо відстань менше 10 м, то на кожен метр скорочення дистанції можна зменшити цю висоту на 1 см. Кожен промінь світла регулюється по черзі.

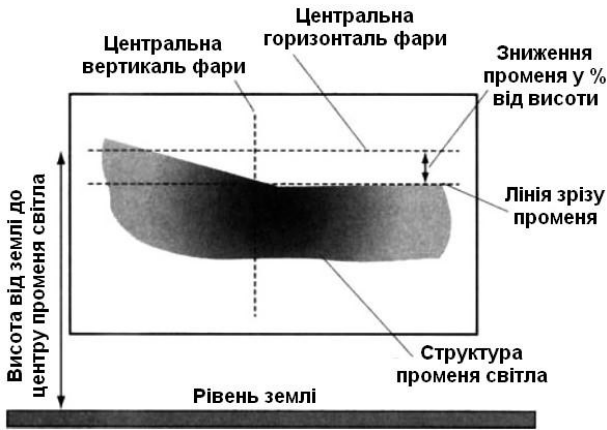


Рисунок 9.14 - Панель націлювання променя фари

Схеми освітлення.

Основна схема освітлення.

На рис 9.15 показана проста схема освітлення. Схема допомагає зрозуміти, як працює система освітлення, але в такій простій формі вона тепер не використовується. Наприклад, протитуманні фари включені таким чином, щоб працювати тільки при включенні габаритних вогнів або ближнього світла фар. Інший приклад, фарам не дозволяється працювати без включених заздалегідь габаритних вогнів.

Схема ближнього світла.

Фари з ослабленням променя світла - спроба запобігти використанню водіями тільки габаритних вогнів в умовах сутінків або поганої видимості. Згідно із цією схемою при включенні габаритних вогнів, при включеному запалюванні, фари автоматично включаються приблизно на одну шосту від нормальної потужності.

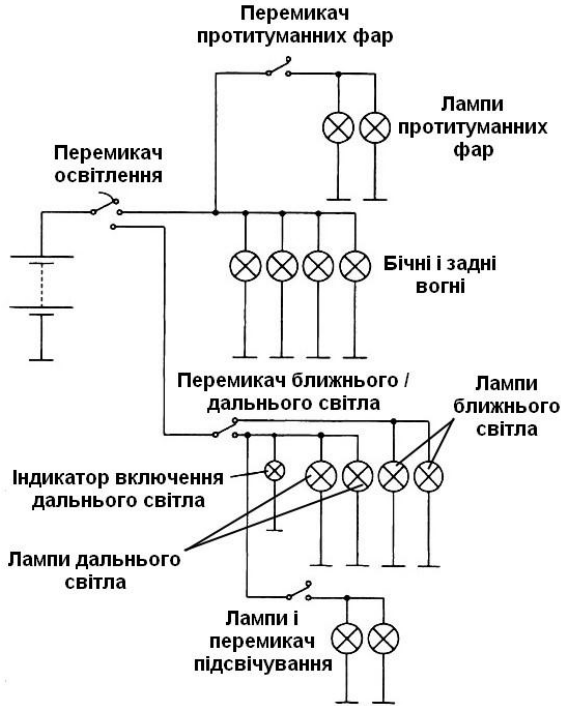


Рисунок 9.15 - Спрощена схема освітлення

Якщо виникає який-небудь сумнів щодо видимості або умов освітленості, включіть фари на ближнє світло. Якщо автомобіль у справному стані, це світло не буде розряджати батарею.

Вогні ближнього світла забезпечуються одним із двох способів. У першому використовується простий резистор, з'єднаний послідовно з лампою фари; у другому використовується модуль «переривання», який швидко підключає й відключає живлення від фар (широкоімпульсне регулювання). В будь-якому випадку, коли водій вибирає нормальне світло фар, регулятор освітленості не використовується.

На рис. 9.16 представлена спрощена схема вогнів ближнього світла, що використовує послідовно включений резистор. Це найдешевший метод, але виникає проблема, що полягає в тому, що резистор (опір близько 1 Ом) сильно нагрівається й, отже, повинен бути поміщений у відповідному місці.

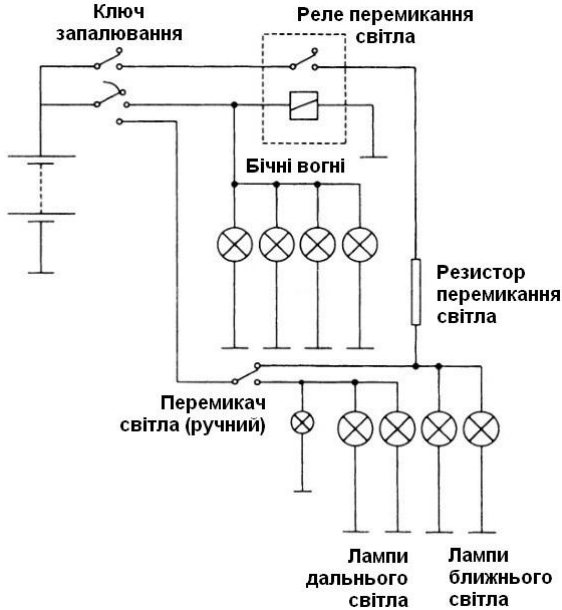


Рисунок 9.16 - Спрощена схема ближнього світла з послідовним резистором

Газорозрядні і світлодіодні фари.

Зараз на транспортні встановлюються фари з газорозрядними лампами (gas discharge headlamps - GDL). Вони дозволяють забезпечити більш ефективне освітлення й надають нові можливості для конструктивного оформлення передньої частини автомобіля. Конфлікт між аеродинамічним моделюванням і підходящим положенням ламп освітлення - компроміс між економією й безпекою - вкрай небажаний. Такі фари вносять істотний вклад у поліпшення цієї ситуації, тому що вони можуть бути відносно малими по своїх розмірах. Система GDL складається із трьох основних компонентів.

Лампа. Вона працює не так, як звичайні лампи. Для неї необхідна набагато більш висока напруга. На рис. 9.17 показаний принцип дії газорозрядної лампи.

Баластова система. Система містить блок запалювання та керування й перетворює електричну напругу джерела живлення системи в робочу напругу, необхідну газорозрядній лампі.

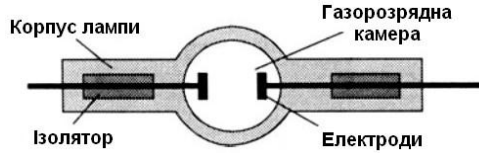


Рисунок 9.17 - Принцип дії газорозрядної лампи

Блок управляє стадією запалення й початком роботи лампи, здійснює її регулювання протягом циклу безперервної роботи й нарешті, контролює роботу лампи з погляду безпеки. На рис. 9.18 показана схема лампи й пов'язані з нею компоненти.

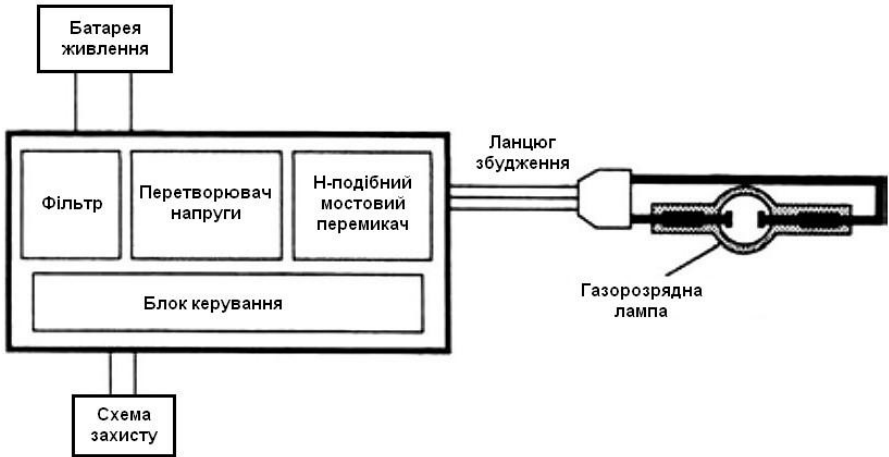


Рисунок 9.18 - Баластова система для керування газорозрядною лампою

Фара. Конструкція фари в цілому подібна до звичайних модулів. Однак щоб задовольнити обмеженням у відношенні засліплення інших учасників руху, у цьому випадку необхідно витримувати більшу точність параметрів, що тягне додаткові витрати виробництва.

Джерелом світла в газорозрядній лампі є електрична дуга. Поперечник колби газорозрядної лампи всього 10 мм. Колба виготовлена із кварцового скла, у ній розташовано два електроди, проміжок між якими становить 4 мм. Відстань між кінцем електрода й опорною поверхнею лампи становить 25 мм це відповідає розмірам стандартної

галогенної лампи.

При кімнатній температурі лампа містить суміш ртуті, солей різних металів і ксенону під тиском. Коли лампа включається, ксенон відразу починає світитися й випаровує ртуть і металеві солі. Висока світлова ефективність виникає за рахунок суміші парів металів. Ртуть робить більшу частину світла, а металеві солі визначають колірний спектр. На рис. 9.19 показаний спектр випромінювання, створюваного газорозрядною лампою в порівнянні зі спектром галогенної лампи.

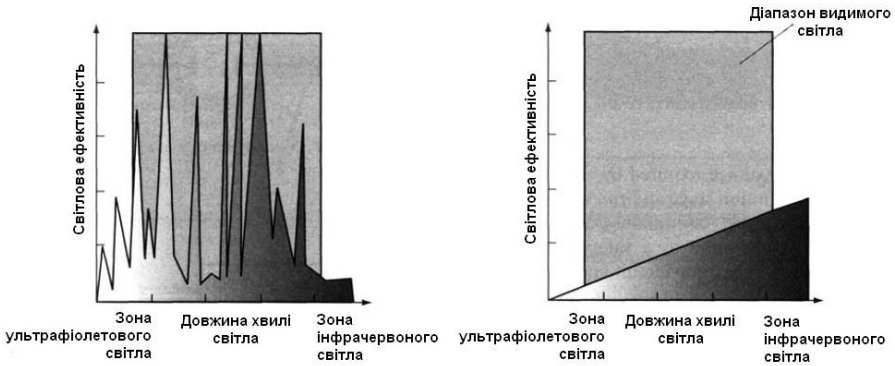


Рисунок 9.19 - Спектр випромінювання газорозрядної лампи (зліва) в порівнянні зі спектром галогенної лампи

Високий рівень ультрафіолетового випромінювання від газорозрядної лампи означає, що з міркувань безпеки потрібно використовувати спеціальні фільтри. На рис. 9.20 показана світність газорозрядної лампи в порівнянні з галогенною. Віддача газорозрядної лампи приблизно в три рази більше.

Щоб запалити газорозрядну лампу необхідно послідовно пройти наступні чотири стадії.

1. Запалення - високий імпульс напруги створює іскру між електродами, що викликає іонізацію проміжку, створюється трубчаста доріжка розряду.

2. Миттєве світіння - струм, що тече по доріжці розряду, збуджує ксенон, який далі випромінює світло в кількості 20 % від максимального значення лампи.

3. Розгін - лампа тепер працює при зростаючій потужності, температура швидко підвищується, ртуть і металеві солі випаровуються.

Тиск у лампі збільшується в міру збільшення світлового потоку, і відбувається зміщення спектра від синього кольору до білого.

4. Безперервний режим - тепер лампа працює при стабілізованій потужності близько 35 Вт. Такий режим гарантує, що підтримується горіння дуги й світловий вихідний потік не мерехтить. До цього моменту досягається світловий потік порядку 28 000 лм і колірна температура 4500 °К.

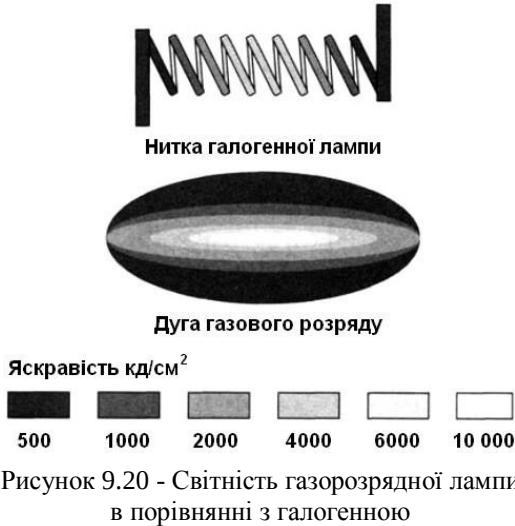


Рисунок 9.20 - Світність газорозрядної лампи в порівнянні з галогенною

Щоб керувати описаними вище стадіями роботи лампи, потрібна баластова система. Для створення дуги необхідна висока напруга, яка може досягати 20 кВ. Протягом розгону баластова система обмежує струм, а потім обмежує також і напругу. Контроль споживаної потужності дозволяє світловому потоку рости дуже швидко, але охороняє від перевищення заданого рівня, яке зменшило б термін служби лампи. Баластова система також містить у собі схеми придушення радіовипромінювання й схеми забезпечення безпеки.

Повний модуль фари може бути сконструйований різними способами, оскільки газорозрядна лампа робить в 2,5 рази більший світловий потік при температурі, удвічі меншій, ніж у звичайних галогенних ламп. Це надає більші можливості в моделюванні фари й, отже, у дизайні передньої частини автомобіля.

Якщо система GDL використовується як промінь близького сві-

тла, потрібні модулі фар з автоматичним вирівнюванням потоку світла через високі інтенсивностей світіння. Однак використання її для дальнього світла може створювати проблему внаслідок природи процесу включення й вимикання лампи. Підходящим рішенням може бути система GDL з безперервним променем близького світла, постачена додатково звичайними фарами дальнього світла (система із чотирма фарами). На рис. 9.8, б показаний розподіл світла DI і HI ламп, використовуваних у фарах.

Ультрафіолетові фари.

GDL може використовуватися для створення ультрафіолетових (УФ) вогнів. Тому що УФ випромінювання невидиме, воно не буде засліплювати транспорт, що рухається назустріч, але висвітлить флуоресціюючі об'єкти, нанесені спеціальною фарбою на дорозі або одязі.

Вони палають у темряві, дуже нагадуючи білі сорочки під вогнями дискотеки. УФ світло також проникає через туман та дим, оскільки світло, відбите водними крапельками, невидиме. Воно проходить навіть через кілька сантиметрів снігу.

Автомобілі з УФ вогнями використовують систему із чотирма фарами. Вона складається із двох звичайних галогенних ламп із перемиканням дальнього/ближнього світла й двох УФ вогнів. УФ вогні включаються одночасно із близьким світлом, ефективно подвоюючи діапазон освітленого простору, але не засліплюючи інших водіїв.

Щоб затримати видиму частину спектра, використовуються двокаскадні сині світлофільтри. Необхідний точний контроль світла фільтра, щоб гарантувати фільтрацію ділянок UVB і (UVC ультрафіолетового спектра, оскільки вони можуть викликати ушкодження очей і рак шкіри. Фільтрація залишає тільки частину спектра UVA, яка лежить поза видимого спектру й використовується, наприклад, у лампах засмаги. Однак все ще існує деяка небезпека, наприклад, дитина може захотіти заглянути із близької відстані в слабкий синій промінь вогнів. Щоб запобігти такій ситуації, вогням діють лише тоді, коли транспортний засіб рухається. УФ вогні - дуже багатообіцяючий внесок у дорожню безпеку.

Освітлення за допомогою світловипромінюючих діодів.

Комерційні індикатори на основі світловипромінюючих діодів (light emitting diode - LED) були вперше вироблені у 1968 р. Майже відразу ж з'явилися пропозиції щодо можливих застосувань діодів в автомобілі. LED, звичайно ж, знайшли застосування у внутрішньому

оформленні транспортного засобу, особливо в індикаторах приладової панелі. Однак донедавна регулюючі інструкції фактично забороняли використання світлодіодів для зовнішнього освітлення.

Невелика зміна в законодавчій мові - перехід від «світловипромінюючої лампи» до «джерела світла» - нарешті дозволило використовувати інші пристрої освітлення, крім нитяних ламп. На рис. 9.21 показані модулі світла, що містять світлодіоди.



Рисунок 9.21 - Модулі світла на основі світлодіодів

Переваги світлодіодного освітлення очевидні, найбільше з них - надійність. Світлодіоди мають типовий наробіток на відмову більш 50 000 годин у порівнянні тільки з декількома тисячами для звичайних ламп. Навколишнє середовище, у якому повинні функціонувати вогні транспортного засобу, як мінімум, вороже до них. Лампи повинні витримувати екстремальні зміни температури й вологості, так само як і серйозні удари й вібрації.

Світлодіоди більш дорогі, ніж лампи, але потенційна економія, обумовлена герметичністю використовуваних модулів і більшою сво-

бодою у виборі конструкцій ліхтарів, могла б переважити додаткові витрати. Ще одна перевага світлодіодів полягає в тому, що вони включаються більш швидко, ніж звичайні лампи: приблизно 130 мс для світлодіодів, і 200 мс для ламп. Цей час перемикання дуже важливий. Наприклад, якщо мова йде про включення сигналу гальмування транспортного засобу на високій швидкості, то збільшений час реакції відповідає затримці зупинки приблизно на довжину автомобіля. Ця перевага - потенційний серйозний внесок у дорожню безпеку.

Більшість основних виготовлювачів автотехніки ведуть дослідження з використання світлодіодного освітлення. Багато часу витрачається на розгляд пропозицій використовувати світлодіоди в якості стоп-сигналів верхнього розташування. Стійкість світлодіодів до ударів дозволить встановлювати їх на кришці багажника. В автомобілях з відкидним верхом, які не мають заднього скла, це застосування просто ідеально. Багато виготовлювачів зараз конструюють задні спойлери із вбудованими вогнями; це перспективний напрямок з погляду забезпечення безпеки.

Габаритні вогні важких транспортних засобів - от область використання, де світлодіоди виявилися дуже популярними. Багато виготовлювачів освітлення вже роблять такі вогні для післяпродажної установки. Можливість використовувати герметичні модулі сильно збільшує тривалість життя світлодіодних вузлів. Повторювачі покажчиків поворотів як раз підходяще місце для них внаслідок тяжких умов експлуатації.

Ксенонове освітлення - компанії Hella.

Ризик ушкодити автомобіль або розбитися в транспортній події набагато вище вночі, ніж вдень, незважаючи на менш інтенсивний рух. І хоча тільки 33 % нещасних випадків відбуваються в сутінках або в темряві, число людей, що одержали серйозні ушкодження, збільшується вночі на 50 %, а число випадків зі смертельним результатом - на 136 % у порівнянні з тими випадками, які відбуваються в денний час.

Поряд з такими факторами, як самозасліплення, викликане вологою дорожньою поверхнею, більш висока швидкість через меншу щільність транспорту й скорочення приблизно на 25 % відстані, підтримуваної до автомобіля, що йде попереду, дуже важливу роль відіграють причини, що відносяться до фізіології людських очей.

Очі старіють швидше, чим будь-який інший орган почуттів.

Можливості людського ока починають помітно погіршуватися з настільки раннього віку, як 30 років! Наслідки цього - скорочення гостроти зору й контрастної чутливості, коли світло починає бліднути, - дуже рідко помічаються автомобілістами, оскільки ці функціональні недоліки розвиваються повільно.

Однак зір - навіть людини зі здоровими очима - значно погіршується вночі. Пов'язані із цим фактори ризику - уповільнена адаптація до змін між світлим і темним, ослаблений колірний зір і повільний перехід від особливостей освітлення дня до ночі, які, враховуючи ефект звикання, можуть вселити водію неправильне почуття безпеки.

Компанія Hella - протягом останніх 100 років є лідером у розробці й виробництві інноваційних фар і ламп систем освітлення - постійно поліпшує ксенонові технології, які єдині пропонують джерела більш яскраві, ніж звичайні вольфрамові лампи, і з якістю денного світла.

Однак однієї гарної ксенонової фари недостатньо, щоб перевести додаткову кількість і якість світла в підвищену безпеку. Наприклад, для того, щоб уникнути небезпеки осліплення зустрічним транспортом, комплект додаткового устаткування повинен включати устаткування для очищення фари й автоматичні коректори променя. Тільки вся система в цілому в стані забезпечити явну перевагу по безпеці для всіх учасників руху навіть при самих несприятливих погодних умовах. Це означає, що навіть при дощі, тумані й снігу поліпшується об'ємний зір, а здатність автомобіліста орієнтуватися обмежуються в меншому ступені.

Згідно з опитуваннями, вже сьогодні 94 % користувачів ксенонових фар переконані в їхніх перевагах. Те, що видимість вночі поліпшується, заявляють 85 % користувачів, а для людей за п'ятдесят ця цифра виростає до 90 %. Видимість при дощі, по оцінкам, стає на 80 % краще, у той час як 75 % учасників цих опитувань відзначили збільшення безпеки для велосипедистів і пішоходів, як наслідок більш широкого променя при освітленні дороги. Той же самий відсоток стверджує, що завдяки ксеноновому світлу стали більш помітні перешкоди на дорозі.

Щоб підвищення активної безпеки стало доступним для як можна більшого числа користувачів дороги, автомобільна промисловість все більше концентрується на застосуванні ксенонових фар як стандартного устаткування або як додаткової опції. Щорічне споживання

ксенонових фар у Європі, по оцінкам, зросло до більше чотирьох мільйонів штук у 2010 р. Отже на даний час вже більше 800 000 автомобілів вже обладнані ксеноновими фарами.

Ксенонова лампа - це газорозрядна лампа, заповнена сумішшю інертних газів, включаючи ксенон. Лампа не має ніякої нитки, як у випадку з галогенною лампою, а область світіння створюється між двома електродами. Аналогічно з іншими газорозрядними лампами, ксенонова лампа забезпечується електронним стартером для швидкого запалювання й для правильного функціонування потребує системи електронного баласту.

Ксенонова лампа забезпечує більш ніж у два рази більшу кількість світла, ніж галогенна лампа, споживаючи при цьому - тільки половину її потужності. Тому не тільки водій може бачити дорогу більш чітко, але й в автомобіля залишається більше потужності для інших пристроїв. Крім того, це сприятливо для навколишнього середовища, оскільки менша потужність означає менші витрати палива. Ясне біле світло, створюване ксеноною лампою, схоже на денне.

Дослідження показало, що воно дозволяє водіям краще концентруватися на дорожній обстановці. Більше того, специфічний спектр цього світла забезпечує краще відбиття променя від дорожньої розмітки й знаків, ніж спектр звичайного освітлення. Лампа на основі ксенону також вносить помітний вклад у дорожню безпеку у випадку обмеженої внаслідок погодних умов видимості. При цьому термін служби лампи практично дорівнює строку служби автомобіля, тобто лампа повинна замінитися тільки у виняткових випадках.

Світло, створюване ксеноною лампою, реально не синє, а біле, і прекрасно узгоджується з обмеженнями міжнародних специфікацій для білого світла - світло тільки видається синім у порівнянні з більш теплим «жовтуватим» світлом галогенної лампи. Однак воно видається точно білим у порівнянні з денним світлом. Технічно можливо змінити відтінок виробленого світла, але це привело б до істотної втрати інтенсивності, що знівелювало б специфічні переваги ксенонового світла.

Міжнародні інструкції для автомобілів по розподілу світлового променя й його інтенсивності дуже суворі. Світло ксенону добре укладається в обмеження обох умов. Крім того, ксенонове освітлення не так подразнює, як звичайне. Тому що в даного освітлення межі переходу «світло - темрява» більш контрастні, менше світла відбивається в

очі зустрічних водіїв. Збільшена (у два рази) кількість виробленого світла використовується, головним чином, щоб досягти більш високої інтенсивності й кращого розподілу світла па дорозі. Крім того, з краю дорога висвітлюються краще.

У міжнародних інструкціях відносно використання світла ксенону існують три умови: фари повинні бути встановлені в лінійку; транспортний засіб повинний бути оснащений автоматичною системою корекції фар, щоб при збільшенні навантаження промені фар автоматично регулювалися; фара повинна бути оснащена автоматичною системою очищення, оскільки бруд на лінзах діє як розсіювач - промені світла відхиляються від заданої форми.

Ці три умови разом з винятковим терміном служби ксенонової лампи помітно зменшують ризик неправильної установки фар. Використання галогенних ламп тягне за собою набагато більш високий ризик. Іноді здається, що світло ксенону дратує зустрічних водіїв.

При нормальних обставинах водії дивляться прямо вперед, однак через помітний колір ксенонових ламп водії схильні направляти погляд на фари. Те ж саме явище було встановлено дослідним шляхом під час введення галогенних фар у 1960-х. У ті дні люди теж говорили «що це за дратівне біле світло». А отже введення ксенонових фар приведе до деякого періоду; протягом якого водії будуть звикати до нових фар. На рис. 9.22 показані ксенонові лампи компанії Hella.



Рисунок 9.22 - Ксенонові джерела світла компанії Hella

Синє світло. Біле світло джерел BlueVision («Синє Світло») компанії Philips стимулює концентрацію уваги водія, робить нічну їзду менш стомлюючою й набагато краще відбивається від дорожньої розмітки й знаків. Нові лампи фар та бічних вогнів відповідають усім вимогам європейського законодавства по безпеці руху. Лампи безпосередньо взаємозамінні з існуючими лампами.

Із впровадженням джерел BlueVision система автомобільного освітлення компанії Philips вказує шлях вперед, до майбутнього вдосконалювання передніх ламп автомобіля. Майбутнє приходить як... біле світло BlueVision по тій простій причині, що лампи BlueVision відтворюють денне світло... у нічних умовах!

Завдяки фільтрації УФ-діапазону кварцовим світлофільтром за технологією, розробленою компанією Philips для галогенних ламп. BlueVision може благополучно використовуватися для всіх фар. Однак нагадаємо ще раз, що галогенні лампи не порівнянні із ксеноновими газорозрядними лампами, які зараз встановлюються як оригінальне устаткування на все більшій кількості автомобілів у всьому світі.

Нові технології сигналізації й освітлення.

Компанія Valeo Lighting Systems розробила нові технології сигнального освітлення, щоб внести більше різноманітності й новацій у концепції сигнальних ламп, які відіграють ключову роль у формуванні стилю автомобіля.

Сигнальні лампи зі структурою дорожочінного каменю базуються на технологічно складній формі, широко використовуваної у фарах. Структурою променя тут повністю керує не лінза, а тільки відбивач, який у деяких випадках може бути суміщений із проміжним фільтром. Звичайна лінзова оптика використовує мінімізовані по розміру призми, що створює враження більшої глибини і яскравості.

Монохромні сигнальні лампи. За допомогою цієї технології, на додаток до традиційних «червоних функцій» (стоп-сигнал, задні вогні та протитуманні вогні), вогні заднього ходу й повороту видаються червоними, поки не використовуються за своїм основним призначенням, а при роботі випускають відповідно біле й жовте світло.

Це можливо завдяки декільком технологіям. У випадку ламп із додатковим синтезом кольору перед джерелом світла містяться кольорові екрани. Їхні кольори підібрані так, щоб у з'єднанні із червоною зовнішньою лінзою вони офарблювали світло що випускається лампою, відповідно до інструкцій: білий - для заднього ходу, жовтий - для

сигналу повороту. Технологія додаткового кольору використовує зовнішню лінзу із двома кольорами, яка поєднує червоний колір (домінанту) і його колір, що доповнює (жовтий для сигналу повороту, синій для заднього ходу). Комбінація цих двох кольорів, червоного й жовтого для сигналу повороту, червоного й синього для заднього ходу - створює колір сигналу (бурштиновий або білий), передбачений інструкціями.

Лінійні лампи задніх вогнів можуть легко бути погоджені з конструкцією автомобіля, якщо використовуються дуже подовжені лампи. Кожний функціональний світловий прилад є вузьким (35 мм) і може мати довжину до 400 мм. Ці лампи використовують оптичні проміжні екрани, які виконані настільки точно, що вони не тільки відповідають нормативним фотометричним вимогам, а й також створюють дуже гармонічний вид автомобіля в цілому й забезпечують відмінний поділ між функціональними вогнями. Ця нова технологія особливо добре підходить для оформлення задньої частини мікроавтомоблів і легких вантажівок.

Нові джерела світла для сигнальних ламп. LED (світловипромінюючі діоди) і неонові комбіновані лампи - це унікальний спосіб об'єднати стиль і безпеку. Насамперед, це інноваційний стиль: завдяки своїй компактності світлодіоди й неонові джерела світла збільшують гнучкість рішень при конструюванні автомобіля, особливо для підсвічування обводів автомобіля й освітлення бампера. Їхній однорідний або пунктирний зовнішній вигляд підкреслює відмінності й високу технологічність цих сигнальних ламп. Крім того, підвищується безпека: час реакції нових джерел приблизно на 0,2 с менше, ніж у ламп накаливання, що забезпечує додатковий час для гальмування, що дає вигравш у 5 м для транспортного засобу, що їде зі швидкістю більше 120 км/год.

Центральний стоп-сигнал верхнього розташування.

Світлодіодні стоп-сигнали верхнього розташування (centre high mounted stop lamps - CHMSLs) запалюються на 0,2 с швидше звичайних ламп накаливання, поліпшуючи час реакції водія й забезпечуючи додатковий гальмовий шлях 5 м на швидкості 120 км/год. Внаслідок малих габаритів світлодіодні стоп-сигнали можуть бути легко узгоджені з усіма конструкціями транспортного засобу незалежно від того, чи встановлені вони всередині або інтегровані в зовнішню частину корпусу або спойлер. Строк їхньої служби більше 20 000 годин, що

набагато перевищує сумарний час горіння стоп-сигналів за весь період експлуатації автомобіля. У кожного нового покоління світлодіодів збільшуються фотометричні показники якості, що дозволяє скоротити їхнє число, необхідне для виконання функції стоп-сигналу. Це число в деяких конфігураціях вже зменшилося з 16 до 12 і повинне зменшитися ще більшою мірою в наступні кілька років.

Неонова технологія. Як і у випадку світлодіодів, неонові, лампи мають майже миттєвий час реакції (збільшена безпека), компактні (гнучкість конструювання) і працюють більш 2000 годин, що перевищує сумарний час горіння стоп-сигналів за весь період експлуатації автомобіля. Крім того, неонові стоп-сигнали верхнього розташування дуже однорідні по зовнішньому вигляду й забезпечують неперевершену бічну видимість.

Електричні коректори фар.

Основне завдання коректора фар - регулювати положення променя ближнього світла відповідно до навантаження автомобіля й, таким чином, уникати осліплення зустрічного транспорту. Електричні коректори з ручним керуванням пов'язані з ручкою на приладовій панелі, що дозволяє водієві регулювати висоту променя.

На додаток до існуючого набору електроприводів корекції фар із ручним керуванням, компанія Valeo тепер пропонує ряд автоматичних приводів. Як має на увазі їхня назва, ці вироби не вимагають регулювання з боку водія. Існує два різновиди приводів:

- автоматичні статичні приводи приводять висоту променя до оптимального положення відповідно до умов навантаження транспортного засобу. Система включає два датчики (попереду й позаду), які вимірюють осідання автомобіля. Електронний модуль перетворює дані датчиків і керує двома додатковими електричними механізмами (або приводами), розташованими за фарами, які механічно з'єднані з відбивачами. Висота променя регулюється кожні 10-30 с;
- автоматичні динамічні регулятори мають два датчики, електронний модуль і два приводи. Датчики - ті ж самі, як у й статичній системі, але електронний модуль більш складний у тому плані, що включає електроніку, яка управляє швидкою реакцією крокових моторів привода. Час відгуку на зміни в осаді транспортного засобу через прискорення або затримку вимірюється в десятих часток секунди. Корекція здійснюється

безупинно й створює підвищений комфорт руху, оскільки положення променя оптимізоване в будь-який момент. Відповідно до інструкцій безпеки автоматичні динамічні приводи вирівнювання обов'язкові до застосування на всіх транспортних засобах, обладнаних газорозрядними системами освітлення високої інтенсивності (high intensity discharge - HID).

Концепція бароптичного стилю.

Починаючи з 2000 р. бароптична концепція забезпечує гнучкість стильового оформлення передньої частини транспортних засобів при одночасній аеродинамічній оптимізації корпусу автомобіля. Обсяг бароптичної системи освітлення значно зменшений у порівнянні з технологією складних форм. Скорочення обсягу дозволяє поліпшити організацію компонування «під капотом». У результаті забезпечуються додаткові можливості в частині обсягу й форми корпусу. Зовнішній вигляд футуристичних подовжених бароптичних фар, неважливо, включені вони чи ні, стоїть окремо від звичайних фар овальної або круглої форми.

Бароптика використовує нову оптичну концепцію. Традиційно світловий потік, що випускається джерелом, відбивається поверхнею відбивача (параболічної або більш складної форми), і промінь формується зовнішньою рифленою лінзою або перефокусується внутрішніми лінзами (еліптичним відбивачем), які потім направляють світловий потік на дорогу.

У бароптичній системі світловий потік, що виробляється галогенною або газорозрядною лампою, направляється в оптичний світловод відбиваючими гранями. Потім він фокусується лінзами й направляється по оптичному світловоду, який у комбінації з екранами визначає бажані характеристики променя: поширення, ширину, довжину, загасання на краях і однорідність.

Переваги цієї системи повного освітлення полягають у тому, що її фотометрична якість подібна до фар нормального розміру. Поширення світла також оптимізоване, що збільшує комфорт при русі вночі.

Відбивачі складної форми.

Поверхня відбивача розраховується на комп'ютері з використанням мінімум 50 000 індивідуальних точок. Розрахунки індивідуальні для кожної моделі проектованої фари. Третє покоління відбивачів складної форми (complex shape reflection- SC3) поєднує переваги пер-

ших двох розробок і керує спадом інтенсивності й структурою променя, а також його однорідністю. Лінзи SC3-фари можуть бути зовсім прозорими або з боріздками просто в декоративних цілях. Лінза присутня для поліпшення естетичного сприйняття й аеродинаміки. На рис. 9.23 показані фари, що використовують цю технологію, а також деякі інші компоненти системи освітлення.

Багатофункціональний
задній ліхтар



Еліптичні фари
з пластиковими
лінзами



Ліхтар стоп-сигналу
верхнього розташування

Фара 3-го покоління зі
складним формуванням
променя (SC3)



Фара типу SC1



Протитуманна
фара

HID-фара
компанії Valeo



Привод керування
рівнем передніх фар

Рисунок 9.23 - Модулі третього покоління (SC3)
та інші освітлювальні вироби від компанії Valeo

Інфрачервоні фари.

Технологія теплового зображення обіцяє зробити нічне водіння

менш небезпечним. Інфрачервоні системи теплового зображення в цей час вже встановлюють на автомобілі. Відділення Cadillac компанії General Motors тепер пропонує як опцію систему, названу Night Vision («Нічний Зір»). Після того як включається «нічний зір», «гарячі» об'єкти, включаючи тварин і людей, виявляються у вигляді білих фігур у тепловому зображенні, як показано на рис. 9.24.



Рисунок 9.24 - Система Night Vision у дії

Інфрачервона ділянка спектра світла була виявлена ще в 1800 р. Вільямом Гершелем. Досліджуючи світло, що проходить через призму, Гершель виявив, що тепло йде із променями, які він не міг бачити. Цю частину спектра називають інфрачервоною (з латини «infra» означає «нижче»), тому що частота променів лежить нижче частоти червоного світла. Інфрачервоний спектр починається з довжини хвилі приблизно 0,75 мкм і тягнеться до хвиль довжиною 1 мм. Кожний об'єкт із температурою вище абсолютного нуля (-273°C) випускає деяку кількість інфрачервоного випромінювання.

На автомобілі блок відеокамери встановлюється на монтажну стійку фари в центрі автомобіля, за передніми ґратами. Її націлювання виконується точно так само, як і для фар. Положення посередині ґрати

було обрано тому, що більшість передніх зіткнень є зміщеними ударами, а не повними лобовими контактами.

Як стверджується, датчик досить твердий, щоб, так чи інакше, протистояти впливу на бампер при швидкості 9 миль на годину (14,5 км/год). Датчик сфокусований на дальність 125 м перед автомобілем, як показано на рис. 9.25.



Рисунок 9.25 - Дальність системи нічного бачення

Зовнішня лінза датчика покрита кремнієм, щоб захистити її від подряпин. За неї - дві лінзи, зроблені із чорного скла, названого «текалгеніт» (tekalgenit). Це композитний матеріал, який пропускає інфрачервоне світло, але видиме світло через нього проходити не буде.

Пристрій трохи походить на звичайну камеру, але замість плівки вона містить набір сегнетоелектричного барій-стронцій-титанату (ferroelectric barium-strontium-titanate - BST). На підложці площею 25 мм² розміщено 76 800 елементів (розміром 320x240). Кожний елемент є температурно-залежним конденсатором, ємність якого змінюється пропорційно кількості інфрачервоного випромінювання, сприйнятого елементом. Цей датчик - неохолоджувана фокальна плоска решітка

(uncooled focal plane array - UFPA). Електричний нагрівальний елемент підтримує температуру UFPA 10°C, що дозволяє датчику працювати при навколишній температурі від -40 до +85°C.

Елементи UFPA реагують на теплову енергію об'єктів, чие випромінювання попадає на лінзу. У датчику використана система механічного розгорнення зображення по рядкам. Між лінзою й набором елементів датчика UFPA розташований тонкий кремнієвий диск, який обертається електромотором зі швидкістю 1800 об/хв.

На поверхні диска протравлені розташовані по спіралі лунки. Інфрачервоне випромінювання блокується цими лунками, але вільно проходить через гладкі ділянки. Зчитування інформації відбувається шляхом опитування елементів датчика кожну 1/30 с, а блокування «засвічення» елементів на час зчитування інформації підвищує чутливість датчика. Отриманий у такий спосіб відеосигнал надходить на систему проекційного дисплея (system's head-up display - HUD).

Дисплей, вбудований у приладову панель, проектує чорно-біле зображення, яке водій бачить близько переднього краю капота автомобіля. Об'єкти на зображенні того ж розміру, як і спостережувані UFPA що допомагає водієві судити про відстань до них.

Вогні RGB. Надійність світлодіодів дозволяє дизайнерам інтегрувати вогні в корпус автомобіля способами, які дотепер були неможливі. Колір випромінювання, що випускається світлодіодами, - червоний, жовтогарячий, жовтий або зелений. Є прогрес у розробках світлодіодів синього кольору, який при об'єднанні із червоним і зеленим дозволить одержати від твердотільного приладу біле світло. Червоний, зелений та синій (red, green, blue - RGB) - первинні кольори світлового спектра й можуть бути змішані для створення будь-якого іншого кольору. Це схоже на те, як працюють комбінації пікселів RGB на кольоровому моніторі або телевізійному екрані.

Розвиток технології надає виготовлювачам оптики дуже широкі можливості. Тип використовуваних вогнів і їх можливе положення на транспортному засобі стають практично нічим не обмеженими. Задні вогні, зокрема, могли б бути змінені в залежності від виниклих потреб. Наприклад, під час звичайного руху задні вогні червоні, але при включенні заднього ходу стануть білими.

Освітлення від єдиного джерела світла.

Тепер можна використовувати газорозрядну лампу (gas discharge lamp - GDL) як центральне джерело для освітлення всього транспорт-

ного засобу. Розвиток цієї нової системи фар дозволяє скоротити розміри фар при тій самій потужності або забезпечити поліпшене освітлення при колишніх розмірах. Використання газорозрядної лампи в якості центрального джерела світла для всіх вогнів транспортного засобу показано на рис. 9.26.

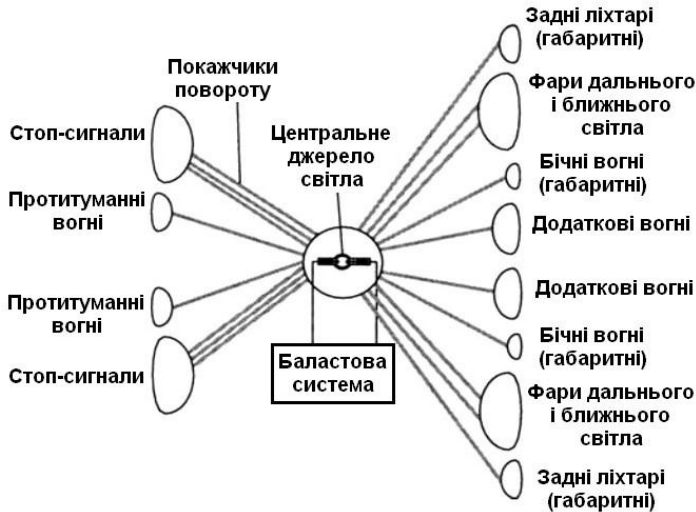


Рисунок 9.26 - Використання газорозрядної лампи в якості центрального джерела світла для всіх вогнів автомобіля

Принцип такого джерела світла полягає в тому, що світло від потужного джерела світла розподіляється фарам та іншим лампам по світловоду або скловолокну. Світло від газорозрядної лампи вводиться в оптичне волокно через спеціальні лінзи й виводиться зі світловода подібним же чином, як показано на рис. 9.27. Вихідна лінза зі структурованим покриттям забезпечує необхідний розподіл світла.

Для керування світловим потоком можна використовувати заслінки або навіть електрохроматичні вимикачі (кольорові фільтри з керованим світлопропусканням). Може виявитися проблемою виділення тепла усередині оптоволокну, але прозоре для інфрачервоних променів покриття на поверхні, що відбиває, допоможе полегшити цю проблему. Світловодна система має порівняно низьку фотометричну ефективність (10-20 % у найкращому разі), але дуже ефективне джерело світла все ж робить це технічне рішення реальним.

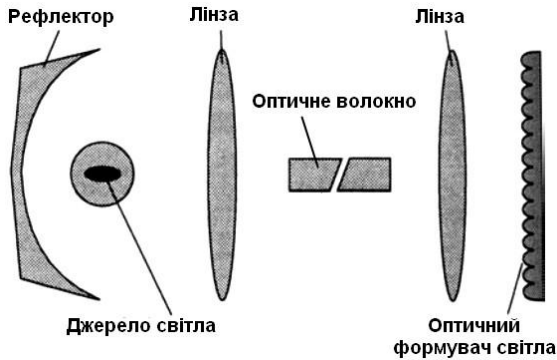


Рисунок 9.27 - Світло газорозрядної лампи входить в світловод і виходить з нього через спеціальні лінзи

Одна з головних його переваг в тому, що воно здатне поліпшити розподіл світла головної фари. Через нормативні обмеження, пов'язані з осліпленням, звичайні вогні не освітлюють у достатньому ступені область дороги безпосередньо перед лінією зрізу променя. Тому можна використовувати кілька пучків скловолкна, щоб при будь-якому розподілі навантаження направити світло на необхідні зони дороги.

Центральне джерело світла може бути поміщене у будь-якому місці транспортного засобу. Потрібно тільки одне джерело, але з міркувань безпеки розумно, щоб використовувалося й друге. У цей час на автомобілі використовується 30-40 ламп, і це число могло б бути зменшене. Єдине джерело світла цілком могло б знайти застосування для задніх ліхтарів транспортного засобу, що дозволило б виконати їх з повною глибиною всього 15 мм. Забезпечення світлом при цьому могло б здійснюватися від єдиної лампи звичайного типу.

Експертні системи освітлення.

Експертна система освітлення (Expert Lighting System) - це технологія компанії Valeo, розроблена з метою адаптувати промінь фар до різних умов дороги й трафіка. Ближнє світло пристосовується до вигинів дороги, а дальнє світло - до швидкості транспортного засобу. Ці функції освітлення забезпечують водіям:

- підвищений комфорт через більшу кількість світла й кращу якість променя;
- підвищену безпеку, особливо у важких умовах руху, типу в'юнких гірських доріг.

Ці функції забезпечуються додатковими відбивачами, що рухаються, які обертаються у відповідності з положенням керма (у відповідності з напрямком огляду водія). Додатковий промінь висвітлює область поза лінією вигину (або усередині лінії), яка звичайно не висвітлюється традиційним ближнім світлом.

Адаптація дальнього світла до швидкості заснована на зсуві додаткових дзеркал усередині відбивача дальнього світла. Промінь дальнього світла автоматично адаптується по ширині й дальності у відповідності зі швидкістю транспортного засобу.

Інтелектуальне переднє освітлення - Hella.

Освітлення сучасних транспортних засобів безперервно поліпшувалося протягом декількох минулих десятиліть. Галогенна технологія, розвинена компанією Hella, була впроваджена на початку 1970-х, а технологія ксенону в 1990-х. Ці технології привели до появи нових стандартів на освітлення. Перевагами цих систем були (і все ще залишаються) їх висока якість освітлення й точний розподіл світла.

Однак інтелектуальні системи освітлення майбутнього повинні будуть запропонувати автомобілістам ще більше переваг, щоб зробити рух більш безпечним і приємним.

У співробітництві з автомобільною промисловістю компанія Hella керує проектом по розробці інтелектуальної передньої системи освітлення для майбутніх поколінь автомашин. Дослідження ринкової кон'юнктури, проведене на всьому європейському просторі, дозволило зробити аналіз вимог водіїв до освітлення їх транспортного засобу.

Згідно з дослідженням, європейські водії прагли б, щоб переднє освітлення відповідало різним умовам, з якими вони зустрічаються: денне світло, сутінки, ніч, в'їзд і виїзд із тунелів і такі погодні ситуації, як дощ, туман або падаючий сніг. Вони також прагли б кращого висвітлення на вигинах доріг. Водії прагли б більшого світла на автострадах. Список їхніх вимог також включає краще світло на узбіччі дороги й додаткове світло для паркування у вузькому місці й для розвороту.

Експертам по освітленню компанії Hella, перетворюючим ці вимоги в інтелектуальну систему переднього освітлення, доводиться вести всебічне пророблення деталей і розбудовувати принципово нові технології освітлення, які різними способами будуть здатні задовольнити водіїв у всіх згаданих вище ситуаціях, деякі з яких приводять до суперечливих вимог щодо розподілу світла.

Наприклад, пряме освітлення області безпосередньо перед ав-

томобілем бажане, коли шосе сухе, але може засліпити зустрічного водія, якщо дорого волога. Світло, що випускається вище лінії зрізу променя, у тумані засліплює самого водія. А вузький розподіл далекого світла для руху по швидкісній автостраді не підходить на звивистих сільських дорогах, де виникає потреба освітлення більш широкого простору перед автомобілем, можливо, підкріпленого спеціальною фарою для вигинів або «динамічною» системою освітлення з регульованою дальністю. Незважаючи на широку різноманітність усіх цих структур розподілу, ні одній не можна дозволяти осліплення зустрічних водіїв.

Інша ідея - вогні, які включаються автоматично. Неосвітлені транспортні засоби постійно виявляються вночі, наприклад при русі в центрі міста, тому що вуличне освітлення настільки гарне, що деякі водії не в змозі помітити що вони рухаються без вогнів. Те ж саме явище спостерігається в тунелях. В обох випадках неосвітлені транспортні засоби представляють значний ризик, тому що інші учасники руху із труднощами можуть їх розглянути.

За допомогою датчиків (які вже встановлені на деяких транспортних засобах) інтелектуальна система освітлення може пізнавати скільки-небудь помітну зміну ситуації освітлення й надати відповідну допомогу водієві. Наприклад, датчики сонячного світла, які вже існують для того, щоб керувати системами кондиціонування, або пристрої для визначення швидкості могли б поставляти дані інтелектуальній системі освітлення.

Важливі дані могли б надавати додаткові датчики для навколишнього світла й світлового потоку в полі зору, здатні ідентифікувати, чи є дорога сухою або вологою, чи є туман, пряма дорога попереду чи з вигином. У сучасних транспортних засобах із цифровими електронними системами й шинними інтерфейсами ці дані будуть корисні не тільки для систем освітлення, але також і для інших систем, якими керують за допомогою електроніки, типу ABS або ASR, й зможуть надавати водієві життєво важливу допомогу, особливо у важких ситуаціях під час руху.

Якщо транспортний засіб має «динамічну» систему фар, яка здатна до створення різних структур розподілу світла, система може використовувати дані, отримані від різних датчиків на транспортному засобі. Для початку могла б впроваджуватися автоматична система динамічного регулювання висоти променя й фар, які автоматично по-

вертаються зі сторони убік. Крім того, могли б навіть використовуватися змінні відбивачі, що забезпечують широкий діапазон структур розподілу світла.

Обов'язкові функції освітлення. Гнучке світло.

Компанія Valeo розробила технологію фари, яку вона називає «гнучким світлом» (Bending Light). Цей метод дозволяє автоматично направляти світло з урахуванням вигинів доріг, щоб уночі оптимізувати видимість перед автомобілем. Технологія вносить істотний вклад у комфорт і зручність, зменшуючи втому водія (рис. 9.28).

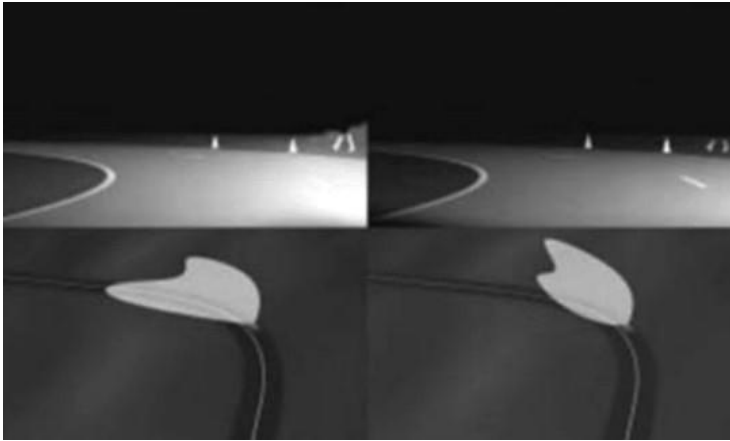


Рисунок 9.28 - Система гнучкого динамічного світла
й звичайне освітлення

Система «гнучке світло» складається з біксенонової фари або рефлектора, які можуть повертатися щодо штатного положення. Щоб дати більше світла в зону повороту дороги, можна використовувати додаткову фару, рефлектор або комбінацію цих двох приладів.

Моторизованим світловим модулем усередині кожної фари управляє електронний блок, що використовує сигнали від датчиків швидкості, коліс і керма. Якщо є необхідність, можна також використовувати зв'язок із супутниковою навігаційною системою (GPS).

Система «гнучке світло» є першою з адаптивних систем переднього освітлення нового покоління, які вироблені Valeo після проведення великої дослідницько-конструкторської програми. Діапазон розробок включає три різні типи освітлення:

- освітлення автостради - типова швидкість вище 80 км/год. Ближнє світло фари в цьому режимі піднімається, використовуючи сигнал від датчика швидкості коліс, щоб пустити в хід систему самовирівнювання, яка збільшує видимість дороги для водія на високих швидкостях;
- освітлення при несприятливій погоді - забезпечує видимість у складних умовах: при тумані, дощі й снігу;
- додаткове освітлення - допомагає удержати в полі зору край дороги, у той час як світло віддаляється з переднього плану, щоб зменшити відбиття від вологої дороги;
- освітлення в міських умовах - на добре освітлених міських вулицях яскравість переднього променя світла знижена, а бічне світло збільшене, щоб поліпшити ідентифікацію пішохода та велосипедиста на перехрестях, а також зменшити ймовірність осліплення.

Система «гнучке світло» - інтелектуальна система керування фарами, яка оптимізує освітлення в нічний час на звивистих дорогах. Щоб автоматично передати збільшену кількість світла в дорожні вигини, системи «гнучке світло» використовують кілька конструктивних рішень. Динамічне «гнучке світло» (Dynamic Bending Light - DBL) використовує лампу вісмут-ксенон, розміщену в кожному модулі фари разом із приводом і електронним блоком керування.

Ця конструкція забезпечує горизонтальне обертання лампи Vixenon до 15° від нормального («прямо вперед») положення. Поворотом керує мікроконтролер, який одержує в режимі реального часу по мережі передачі даних транспортного засобу сигнали від датчика кута повороту керма й датчиків швидкості коліс. Фіксоване «гнучке світло» (Fixed Bending Light - FBL) використовує додаткову лампу, інтегровану в модуль фари під кутом 45°.

Система переднього освітлення AFS.

Система переднього освітлення компанії Visteon (Visteon's Advanced Frontlighting System - AFS) включає інноваційні електронні засоби регулювання світла фари таким чином, щоб напрямок променя залежав від певних умов руху, таких як напрямок і швидкість транспортного засобу (рис. 9.29). Водій автоматично одержує оптимальний розподіл світла відповідно до конкретної ситуації, яке, таким чином, поліпшує видимість дороги й підвищує безпеку нічного водіння.

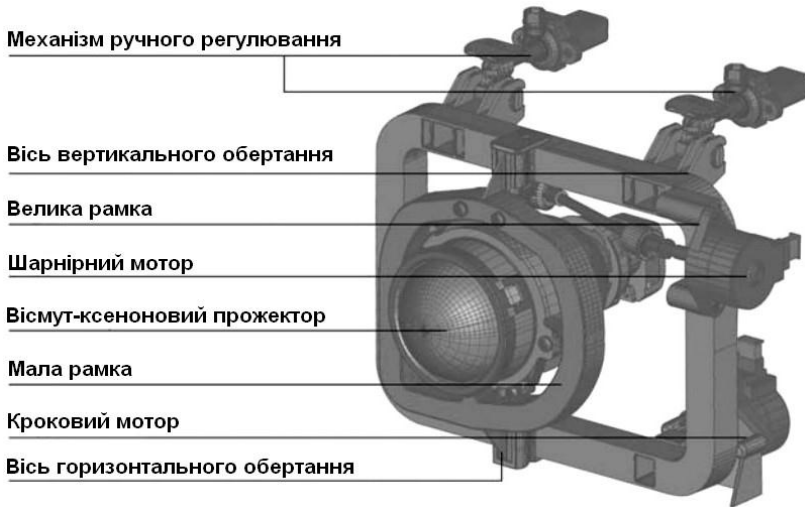


Рисунок 9.29 - Механічна конструкція системи ASF

Передові системи переднього освітлення включають основні функціональні вузли:

- електронний модуль керування;
- рухлива фара ближнього світла;
- галогенна лампа ближнього світла;

додаткові функції:

- електронний модуль керування;
- зсув променя нагору на високих швидкостях, і вниз і назовні на низьких швидкостях;
- сумісність із джерелами 42 В;
- здатність переміщати промінь ближнього світла нагору, коли активується дальнє світло;
- більш далекий і вузький розподіл світла, що поліпшує видимість на великих відстанях;
- можливість активувати/деактивувати систему.

Кожна система обладнана вимикачем, датчиками, які виявляють зміну зовнішніх умов, електронним блоком керування, який обробляє дані від датчиків, і електронними виконавчими механізмами фар. Алгоритм керування кожною системою й приводами фар розроблений компанією Visteon. Центральний процесор керує світлом фари в ре-

жимі реального часу, одержує дані від датчика кермового колеса (кут поворота керма), датчика швидкості й датчиків осей установки фари (рис. 9.30).



Рисунок 9.30 - Ситуація в якій ASF допомагає освітленню дороги

Коли, наприклад, транспортний засіб огинає кут, у зовнішньої фари зберігається прямий напрямок променя, у той час як промінь внутрішньої фари висвітлює поворот, що набігає. AFS реагує на швидкість транспортного засобу, вибираючи оптимальну функцію відхилення променя для різних швидкостей. При активуванні дальнього світла система додатково піднімає промінь ближнього світла, щоб ще більш розширити діапазон огляду.

Однією з найважливіших властивостей систем компанії Visteon є можливість враховувати потреби виготовлювача. Системи AES може використовувати рентабельні галогенні лампи.

Власні дослідження компанії Visteon показали, що хоча покупці транспортного засобу розуміють вигоди технології ксенону, їх може відлякувати більш висока ціна цієї лампи. Залежно від потреб виготовлювача системи AFS можуть бути модифіковані для різноманітних дорожніх умов. Вони також можуть бути реалізовані на транспортних засобах з електричними системами 14 і 42 В.

Системи AFS компанії Visteon також забезпечують дизайнерам автомобілів високий ступінь гнучкості при конструюванні. Ці системи добре вписуються в моду на фари прожекторного стилю, вони також можуть бути легко скомпоновані як модуль, що складається з окремих компонентів, у фарі відбивного стилю. Можливості AFS і варіанти конструктивних рішень представлені на рис. 9.31, 9.32 і 9.33.

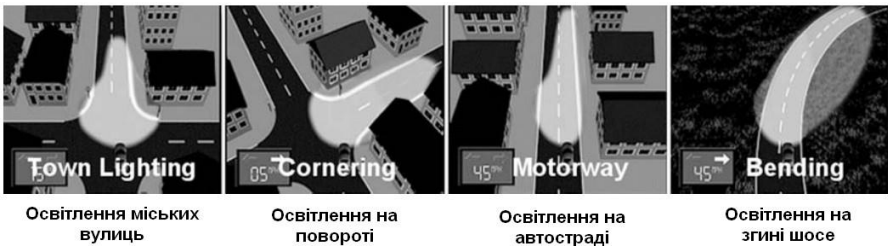


Рисунок 9.31 - Чотири функції системи ASF

Інші розробки в освітленні автомобіля.

Існують дві інші області автомобільного освітлення, у яких постійно ведуться нові розробки - використання світловипромінюючих діодів (LED) і газорозрядних ламп (GDL).

Типовий термін служби світлодіодів дорівнює 25-ти термінам служби ламп накаливання. Джерела світла на автомобілі повинні витримувати екстремальні зміни температури й вологості, а також серйозні удари й вібрацію.

Найкращим чином для подібних умов підходять світлодіоди. Вони більш дорогі ніж лампи, але потенційне зниження конструкторських витрат, обумовлене герметичністю модулів і більшою волею у виборі конструкції, могли б переважити додаткові витрати.



Рисунок 9.32 - Світлодіодне освітлення



Рисунок 9.33 - Ксенонове освітлення

Ще одна їхня перевага полягає в тому, що вони включаються більш швидко, ніж звичайні лампи, - це важливо при їх використанні у якості стоп-сигналів. Вигода ксенонового освітлення полягає в тому,

що ксенонова лампа випускає в два рази більшу кількість світла, чим галогенна лампа, споживаючи при цьому тільки половину її потужності. Тому водій може краще бачити дорогу, а в автомобілі має місце економія енергії для живлення інших пристроїв.

Чисте біле світло, вироблене ксеноновою лампою, подібне до денного світла. Дослідження показало, що це дозволяє водіям краще концентрувати свою увагу під час їзди. Практично термін служби ксенонової лампи дорівнює тривалості життя автомобіля, тобто лампа буде замінятися тільки у виняткових випадках.

Світлодіодні джерела.

Світлодіодні індикатори почали використовувати багато років тому в приладових панелях та вимірювальних пристроях. Проте донедавна не передбачалося, що світлодіоди будуть використовуватися в якості заміни ламп для зовнішнього освітлення. Світлодіоди мають набагато більш високу надійність і суттєво менші витрати енергії, а так само вимагають меншого обсягу обслуговування.

Досягнення в збільшенні яскравості й розширенні колірної гами цих приладів створили передумови для використання світлодіодів замість ламп накаливання. Щоб одержати світловіддачу нарівні зі звичайною лампою, у цей час потрібен не один світлодіод, а група. Але група при тій же світловіддачі споживає тільки близько 15 % потужності лампи накаливання. Лампа потребує заміни приблизно після 1000 годин роботи, тоді як світлодіод може експлуатуватися до 100 000 годин.

Завдяки появі надяскравих світлодіодів з нітридом галію (GaN) і нітридом галію, легованого індієм (InGaN), почалося витиснення ними ламп накаливання. Синій колір - ключове питання для світлодіодів, його необхідно додати до матриці червоних і зелених діодів, щоб відбулося об'єднання трьох кольорів, і матриця могла випромінювати білий або будь-який інший колір. Однак у той час як білий колір може бути створений методом RGB, покриття синього світлодіода (InGaN) фосфором безпосередньо створює біле світло, цей процес називається методом фосфорної конверсії.

Ряд виготовлювачів зосередився на виробництві або закупівлі світлодіодів InGaN. Через це вони впали в ціні більш ніж на 50 % і, як очікується, то ж саме відбудеться ще раз у найближчому майбутньому. Світлодіоди стають все більш і більш популярними для все менш традиційних варіантів використання.

Лазерні фари.

Система освітлення автомобіля розвивається стрімкими темпами, забезпечуючи все нові і нові рівні безпеки і комфорту руху. Вражає еволюція джерел автомобільного світла: галоген, ксенон, світлодіоди і ось, нарешті, лазери. Джерелами світла на основі лазерних діодів в даний час займаються дві автомобільні компанії - BMW і Audi, які представили лазерні фари на своїх спортивних автомобілях.



Рисунок 9.34 - Лазерні фари

Лазерна фара в її нинішньому вигляді фарею, як такої, не є, а є лазерним модулем дальнього світла в складі матричної фари. У перспективі вся автомобільна оптика може перейти на лазерні джерела світла. Перевагами лазерних фар, що забезпечують їх широке застосування в майбутньому, є:

- велика дальність освітлення (до 600 м);
- чітка світлотіньова межа;
- компактність конструкції;
- низьке споживання енергії.

Крім адаптивного дальнього світла лазерні фари можуть виконувати й інші функції:

- взаємодія з пішоходами (допомога, попередження);

- активна дорожня розмітка (розділові смуги, узбіччя);
- маркувальне світло (підсвічування пішоходів, тварин на проїзній частині);
- точне затемнення зустрічних і попутних автомобілів;
- вказівка габаритів автомобіля в умовах обмеженого простору.

З розвитком системи комунікації між автомобілями перелік функцій лазерних фар буде тільки розширюватися.

Конструкція лазерної фари (лазерного модуля матричної фари) включає блок лазерних діодів, дзеркальну матрицю, люмінофор і лінзу. Лазерні діоди від фірми Osram формують лазерні промені довжиною 450 нм, які перетворюються (переломлюються) DMD-матрицею (Digital Micromirror Device, дослівно - цифровий мікродзеркальний пристрій), що складається з більше 100 000 мікродзеркал.

Матриця від фірми Bosch побудована на кремнієвій технології і має електромеханічне управління, що дозволяє кожному з мікродзеркал повертатися в горизонтальній і вертикальній площині. Це дає можливість змінювати площу та інтенсивність освітлення з високою швидкістю в широкому діапазоні. Люмінофор перетворює сині лазерні промені в біле світіння. На виході лінзи виходить потужний світловий пучок високої температури кольору, яка відповідає денному світлу.

Керування лазерною фарою здійснює електронний блок, який змінює положення мікродзеркал на підставі сигналів від радара і відеокамери. При низьких швидкостях руху світло розподіляється на велику площу проекції, і дорога висвітлюється в широкому діапазоні. На високих швидкостях кут розкриття зменшується, а інтенсивність світла збільшується.

Отже невдовзі слід чекати появи лазерних фар на масових, більш дешевих автомобілях, а не тільки на преміум сегменті, і це, по всій видимості, не за горами.

Матричні фари.

Провідні позиції в області даної технології освітлення належать компанії Audi. З 2013 року Audi встановлює матричні фари (Matrix LED headlights) на свою флагманську модель - Audi A8. Матричні фари піднімають на новий рівень безпеку дорожнього руху та комфорт керування автомобілем. Пілотний проект матричних фар (Matrix Beam) розробляє компанія Opel.

Матрична фара від Audi об'єднує матричний модуль дальнього

світла фар, модуль ближнього світла фар, модуль денних ходових вогнів, габаритних вогнів і покажчика повороту, дизайнерське оздоблення фари, повітропровід з вентилятором і блок керування.



Рисунок 9.35 - Матричні фари

Модуль дальнього світла фар складається з 25 світлодіодів, об'єднаних в групи по 5 штук які в сукупності утворюють матрицю. Кожна група має свій відбивач і металевий радіатор для охолодження. За допомогою матриці зі світлодіодів реалізовано близько одного мільярда (!) різних комбінацій розподілу світла.

Модуль ближнього світла фар розташований під модулем дальнього світла фар і складається з 15 світлодіодів, поділених на декілька сегментів. У самому низу фари розміщений модуль денних ходових вогнів, габаритних вогнів і покажчика повороту. Конструктивно модуль включає 30 послідовних світлодіодів.

Розташування модулів освітлення підкреслено дизайнерським оздобленням. У матричній фарі розташований електронний блок керування. Для примусового охолодження світлодіодів фара оснащена повітропроводом з вентилятором.

Всі конструктивні елементи матричної фари поміщені в пласт-

масовий корпус, який служить основою для розміщення елементів і захищає їх від зовнішніх впливів. З лицьової частини корпус закритий прозорим розсіювачем.

Матричні фари мають електронну систему керування, яка традиційно включає вхідні пристрої, блок управління і виконавчі елементи. Вхідними пристроями є відеокамера і ряд датчиків. Відеокамера надає інформацію про інші автомобілі на дорозі. В інтересах матричних фар працює безліч датчиків інших систем автомобіля: датчик кута повороту рульового колеса, датчик швидкості руху, датчик дорожнього просвіту, датчик освітлення, датчик дощу.

При наявності в автомобілі навігаційної системи в управлінні матричними фарами використовуються маршрутні дані (характер руху, рельєф дороги, населені пункти).

Електронний блок управління обробляє інформацію від вхідних пристроїв і в залежності від дорожньої ситуації активує (деактивує) певні світлодіоди. Необхідно відзначити, що в матричних фарах не використовуються поворотні механізми, як в ксенонових фарах. Всі робочі функції виконуються за допомогою електроніки і статичних світлодіодів.

У матричних фарах реалізовано кілька функцій освітлення:

- полісегментальне дальнє світло;
- дальнє світло для автомагістралі;
- ближнє світло;
- статичне адаптивне освітлення;
- освітлення перехресть;
- всепогодне освітлення;
- підсвічування пішоходів;
- динамічне адаптивне освітлення;
- динамічні покажчики поворотів.

Полісегментальне дальнє світло дозволяє рухатися з постійно включеним дальнім світлом фар. Луч дальнього світла фари об'єднує 25 окремих сегментів (по числу світлодіодів).

При русі в темний час доби відеокамера виявляє зустрічні і попутні автомобілі по їх висвітленню. Як тільки автомобіль виявлений, система управління вимикає світлодіоди, направляючи світло на транспортний засіб. Інший простір дороги висвітлюється повністю. Крім того, для виключення засліплення інших водіїв, яскравість включених світлодіодів може бути зменшена. Матричні фари одночасно можуть

маскувати до 8 автомобілів.

Дальнє світло для руху по автомагістралі вмикається при отриманні від навігаційної системи інформації, що автомобіль рухається по автомагістралі. Система управління фарами звужує світловий конус дальнього світла фар, що відповідає даному типу дороги і руху по ньому.



Рисунок 9.36 - Матричні фари - маскування автомобілів

Ближнє світло фар має традиційну асиметричну форму: середня частина висвітлюється менше, узбіччя дороги висвітлюється більше.

Статичне адаптивне освітлення призначене для кращого освітлення простору спереду і збоку автомобіля при виконанні повороту. Для цього в кожній з фар задіється по три світлодіода, які включаються при повороті рульового колеса або включенні покажчика поворотів.

Функція освітлення перехрестя служить для кращого освітлення перехрестя що наближається. Наближення перехрестя визнача-

ється за допомогою навігаційної системи, після чого включаються світлодіоди статичного адаптивного освітлення в обох фарах.

При русі в поганих погодних умовах (сніг, туман, дощ) використовується **функція всепогодного освітлення**. Вона дозволяє уникнути засліплення водія від світла своїх фар. При натисканні відповідної клавіші знижується інтенсивність ближнього світла фар, і включаються світлодіоди статичного адаптивного освітлення в обох фарах.



Рисунок 9.37 - Матричні фари - підсвічування пішоходів

Матричні фари здатні в темряві **підсвічувати пішоходів і тварин**, що знаходяться на дорозі або в небезпечній близькості від неї. Для цього фари об'єднані з системою нічного бачення. При виявленні пішохода фари триразово сигналізують дальнім світлом, попереджаючи як пішохода, так і водія.

При включеному дальньому світлі фар задіється **динамічне адаптивне освітлення поворотів**. При повороті рульового колеса яскравість світлового пучка дальнього світла переноситься з центральної частини в бік повороту за рахунок зміни яскравості світлодіодів.

Динамічний показчик поворотів являє собою керований рух вогнів в напрямку повороту. Для реалізації даної функції 30 послідовних світлодіодів послідовно включаються з періодичністю 150 мс. Як стверджує виробник, динамічний показчик поворотів значно підвищує інформативність системи освітлення автомобіля.

Освітлення салону автомобіля

Пройшли часи, коли салон автомобіля висвітлював один ліхтар. Сьогодні внутрішнє освітлення автомобіля є окремою системою, яка об'єднує безліч елементів і забезпечує комфорт для пасажирів і безпеку для оточуючих в різних умовах.

В системі освітлення салону автомобіля реалізується кілька функцій:

- власне освітлення салону;
- світло для читання;
- підсвічування речового ящика;
- підсвічування багажного відсіку;
- підсвічування косметичного дзеркала;
- підсвічування простору для ніг;
- підсвічування внутрішньої ручки дверей;
- застережливе світло в дверях і кришці багажника.

Конкретний перелік функцій визначається моделлю і комплектацією автомобіля.

Для освітлення салону, речового ящика, багажного відсіку, косметичного дзеркала, простору для ніг, внутрішньої ручки дверей, застережливого світла використовуються плафони (ліхтарі) різної конструкції. Типовий плафон освітлення складається з джерела світла, корпусу, лінзи і з'єднувального роз'єму. Як джерело світла застосовується звичайна лампа накаливання або світлодіод.

Все більшої популярності в освітленні салону автомобіля набирають світлодіоди, які, крім низької витрати енергії і великого терміну служби, мають компактні розміри. Товщина плафонів освітлення зі світлодіодами становить менше 10 міліметрів, що дозволяє їх використовувати в різних місцях салону без обмежень.

Світильники мають індивідуальний алгоритм управління. Освітлення салону включається примусово або автоматично при відкритті дверей автомобіля. При відкритті дверей автомобіля в темний час доби автоматично спрацьовує підсвічування для ніг, попереджувальне світло в дверях і кришці багажника. Необхідність включення підсвічування визначається за сигналом датчика освітлення.

Підсвічування речового ящика і багажного відсіку автоматично спрацьовує при їх відкритті. Для реалізації підсвічування використовується кінцевий вимикач в речовому ящику (багажному відсіку). Підсвічування косметичного дзеркала активізується при відкритті

дзеркала і вимикається при закриванні дзеркала або повороті сонцезахисного козирка. Підсвічування внутрішньої ручки дверей здійснюється автоматично при включенні запалення.

Плафон освітлення салону і світло для читання зазвичай об'єднують в модульні конструкції, т.зв. *стельові консолі*. Стельова консоль може встановлюватися для кожного ряду пасажирів в автомобілі. Для створення яскравого і спрямованого світла ліхтарі для читання обладнуються відбивачами.



Рисунок 9.38 - Освітлення салону автомобіля

Крім світильників на стельову консоль виносяться кнопки управління освітленням салону, світлом для читання, люком, панорамним дахом, датчики об'єму автомобільної сигналізації, мікрофон системи голосового управління, бокс для сонцезахисних окулярів.

Виробники автомобілів преміум сегменту пропонують на своїх автомобілях в якості опції *фонове освітлення* (Ambient Lighting у Mercedes-Benz, Ambient Light у BMW). Фонове освітлення підкреслює

дизайн інтер'єру і створює атмосферу затишку в салоні. Крім того, фонове підсвічування полегшує орієнтування в салоні в темний час доби.



Рисунок 9.39 - Фонове освітлення автомобілів преміум сегменту (Ambient Lighting у Mercedes-Benz)



Рисунок 9.40 - Підсвічування для ніг у Toyota Prado

Для фонового освітлення використовуються світловоди, за допомогою яких підсвічуються поверхню приладової панелі, дверей, внутрішніх ручок дверей. Крім цього, проводиться підсвічування дверних порогів і отвору багажного відсіку. Підсвічування виконується у вигляді назви фірми-виробника і несе, в основному, іміджеву функцію.

Пропонується кілька кольорних варіантів фонового освітлення. Фонове освітлення вмикається при відкритті дверей автомобіля зовні. Яскравість освітлення може регулюватися. Фонове освітлення можна встановити окремо, наприклад, при виконанні тюнінгу автомобіля.

Питання для самоперевірки

1. Опишіть коротко причини для встановлення вогнів на транспортні засоби.
2. Коли й ким були створені перші лампи накаливання?
3. Дайте обґрунтування чотирьом методам перетворення електричної енергії у світлову енергію.
4. Поясніть причину, чому лампи фар оснащуються плавкими запобіжниками незалежно один від одного.
5. Намалюйте спрощену схему системи освітлення, покажіть бічні вогні й лампи фар, вимикач світла, перемикач світла фар і індикатор попередження про включення дальнього світла.
6. Зробіть чіткий ескіз, щоб показати метод «панелі націлювання» при регулюванні лінії фар.
7. Опишіть дію газорозрядної лампи.
8. Перелічіть переваги й недоліки газорозрядних ламп.
9. Поясніть дію інфрачервоного освітлення й зробіть начерк блок-схеми компонентів системи.
10. Визначте термін «експертне або інтелектуальне освітлення».
11. Намалюйте типову схему ближнього світла й обґрунтуйте причину, чому вона використовується.
12. З якого матеріалу зроблена нитка у звичайній світловипромінюючій лампі?
13. Що забезпечує у фарі положення нитки лампи щодо відбивача?
14. Які переваги й недоліки асиметричної фари?
15. В чому полягає головна перевага від використання світловипромінювальних діодів на транспортному засобі?
16. Яка звичайна споживана потужність лампи стоп-сигналу?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления : учеб. пособ. Харьков : Май-дан, 2016. 320 с.
1. Бажинов О. В., Двадненко В. Я., Хакім М. Конверсія легкового автомобіля в гібридний. Харків : ХНАДУ, 2014. 160 с.
2. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
3. Tom Denton. Automobile mechanical and electrical systems. New York, NY : Routledge, 2018. 379 p.
4. Tom Denton. Electric and hybrid vehicles. New York, NY : Routledge, 2016. 207 p.
5. William B. Ribbens. Understanding automotive electronics : an engineering perspective. Cambridge, MA : Butterworth-Heinemann, 2017. 712 p.
6. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.

Допоміжна

7. Бажинов О. В., Смирнов О. П., Серіков С. А. Гібридні автомобілі. Харків : ХНАДУ, 2008. 327 с.
8. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів : підручник. К. : Каравела, 2008. 400 с.
9. Мазепа С. С., Куцик А. С. Електрообладнання автомобіля : навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004. 168 с.
10. Автомобильный справочник Bosch. М. : За рулем, 2012. 1280 с.
11. Поливаев О. И., Костиков О. М., Ведринский О. С. Электронные системы управления автотракторных двигателей. Спб. : Лань, 2016. 200 с.
12. Головин С. И., Жосан А. А., Рыжов Ю. Н. Электронные системы управления работой дизельных двигателей : учебное пособие. Орел : ОрелГАУ, 2014. 189 с.
13. Поливаев О. И., Костиков О. М., Ведринский О. С. Электронные

- системы управления бензиновых двигателей : учебное пособие. М. : КНОРУС, 2011. 96 с.
14. Кусяк В. А., Руктешель О. С. Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомобилей и автопоездов. Минск : БИТУ, 2015. 295 с.
 15. Сергеев Н. Н., Сергеев А. Н., Хонелидзе Д. М. Электрооборудование и электронные системы автомобиля. Тула : ТулГУ, 2015. 156с.
 16. Коваленко О. Л. Электронные системы автомобилей. Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. 80 с.
 17. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 1. Электронные системы зажигания. М. : АНТЕЛКОМ, 2003. 240 с.
 18. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 2. Электронные системы зажигания. Катушки зажигания, датчики, октан-корректоры, контроллеры. М. : АНТЕЛКОМ, 2004. 224 с.
 19. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 3. Системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода (САУ ЭПХХ) автомобилей. М. : АНТЕЛКОМ, 2003. 160 с.
 20. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 4. Системы световой сигнализации поворотов и аварийной сигнализации. Реле поворотов. М. : АНТЕЛКОМ, 2003. 192 с.
 21. Ходасевич А. Г., Ходасевич Т. И. Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 5. Электронные системы зажигания. Контроллеры систем управления смесеобразованием, зажиганием, двигателем. М. : ДМК Пресс, 2006. 208 с.
 22. Карташевич А. Н., Белоусов В. А. Тракторы и автомобили. Тормозные системы автомобилей. Пневматические тормозные приводы. Горки : БГСХА, 2014. 52 с.
 23. Котельников А. П. Мехатронные системы тормозного управления автомобилей. Екатеринбург : УрГУПС, 2011. 80 с.
 24. Черепанов Л. А. Автоматические системы автомобиля. Тольятти : ТГУ, 2006. 132 с.
 25. Кашкаров А. П. Автомобильные кондиционеры. М. : ДМК-Пресс,

2012. 112 с.

26. Демидов Н. Н., Красильников А. А., Элизов А. Д. Конструирование и расчет автомобилей и тракторов. Электромобили : учеб. пособие. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2016. 96 с.
27. Jürgen Garcke, Eckhard Karden, Patrick T. Moseley. Lead-acid batteries for future automobiles. Amsterdam : Elsevier, 2017. 669 p.
28. Andreas Luescher. Urban shrinkage, industrial renewal and automotive plants. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 129 p.
29. Ashish Bharadwaj. Environmental regulations and innovation in advanced automobile technologies. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 119 p.
30. Chandan Deep Singh, Jaimal Singh Khamba. Manufacturing competency and strategic success in the automobile industry. New York, NY : CRC Press, 2019. 239 p.
31. Junxiu Wang. Development of a society on wheels. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 316 p.
32. Markus Mueck. Networking vehicles to everything evolving automotive solutions. Berlin : CPI books GmbH, 2018. 234 p.
33. Uwe Winkelhake. The digital transformation of the automotive industry catalysts, roadmap, practice. Wiesbaden : Springer, 2018. 317 p.
34. Vivek D. Bhise. Automotive product development. A systems engineering implementation. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 571 p.
35. Yi Wu. Achieving supply chain agility : information system integration. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 242 p.
36. Norton Robert. Automotive Milestones. The technological development of the automobile : who, what, when, where, and how it all works. South Norwalk, Connecticut : Industrial Press, Inc., 2016. 322 p.
37. Martin Thaddeus. Classic car electrics: tips, techniques & step-by-step repair, restoration & maintenance procedures. London : Veloce publishing, 2015. 299 p.
38. Konrad Reif. Brakes, brake control and driver assistance systems. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 284 p.
39. Daniele Fabrizio Bignami, Alberto Colorni Vitale, Alessandro Lué Roberto Nocerino. Electric vehicle sharing services for smarter cities. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 280 p.
40. Emanuele Crisostomi, Robert Shorten, Sonja Stüdl. Electric and plug-in hybrid vehicle networks : optimization and control. Boca Raton, FL : CRC Press, 2018. 261 p.

41. Gianfranco Pistoia, Boryann Liaw. Behaviour of lithium-ion batteries in electric vehicles : battery health, performance, safety, and cost. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 343 p.
42. John G. Hayes, Abas Goodarzi. Electric powertrain : energy systems, power electronics and drives for hybrid, electric and fuel cell vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2018. 557 p.
43. Harrop Peter, Das Raghu. Car traction batteries - the new gold rush 2010-2020. Cambridge, UK : IDTechEx, 2020. 271 p.
44. Lance Noel, Gerardo Zarazua de Rubens, Johannes Kester. Vehicle-to-Grid : a sociotechnical transition beyond electric mobility. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 271 p.
45. Larry E. Erickson, Jessica Robinson, Gary Brase. Solar powered charging infrastructure for electric vehicles. Boca Raton, FL : CRC Press, 2017. 183 p.
46. Mehdi Rahmani-Andebili. Planning and operation of plug-in electric vehicles : technical, geographical, and social aspects. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2019. 251 p.
47. Nam Kwang Hee. AC motor control and electrical vehicle applications. Boca Raton, FL : CRC Press, 2019. 575 p.
48. Ottorino Veneri. Technologies and applications for smart charging of electric and plug-in hybrid vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 323 p.
49. Patricia Egede. Environmental assessment of lightweight electric vehicles. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2017. 141 p.
50. Philipp Bergmeir. Enhanced machine learning and data mining methods for analyzing large hybrid electric vehicle fleets based on load spectrum data. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2018. 192 p.
51. Xiong Rui, Welxiang Shen. Advanced battery management technologies for electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2019. 390 p.
52. Teresa Donateo. Hybrid electric vehicles. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 154 p.
53. Wei Liu. Hybrid electric vehicle system modeling and control. West Sussex, UK : John Wiley & Sons Ltd., 2017. 582 p.
54. Zhongjing Ma. Decentralized charging coordination of large-scale plug-in electric vehicles in power systems. Cham, Switzerland : Springer Nature, 2020. 252 p.

Інформаційні ресурси

55. Автоэлектрика. URL: <https://www.12v-club.ru/articles/6/index.html> (дата звернення: 26.01.2020).
56. Зажигание. URL: <http://dimasen.narod.ru/zazhig/index.html> (дата звернення: 26.01.2020).
57. Системы зажигания автомобилей — общее устройство и типы. URL: <http://www.ardio.ru/ignsys.php> (дата звернення: 26.01.2020).
58. Плазменное зажигание. URL: <http://icarbio.ru/articles/plazmennoe-zazhiganie.html> (дата звернення: 26.01.2020).
59. Автомобильный ЧИП. Что это такое? URL: <https://smartkey.com.ua/blog/avtomobilnyij-chip> (дата звернення: 26.01.2020).
60. Эффективные средства защиты автомобиля от угона - иммобилайзер и сигнализация. URL: <https://labavto.com/elektronika/safe/immobilajzer-i-signalizatsiya/> (дата звернення: 26.01.2020).
61. Иммобилайзеры: штатный и дополнительный. Сравнение современных моделей. URL: <https://www.ugona.net/article/immobilajzery-shtatnyi-i-dopolnitelnyi-sravnienie-sovremennykh-modelei-33.html> (дата звернення: 26.01.2020).
62. Для чего тормозам система ABS. URL: <https://www.drive.ru/technic/4efb331400f11713001e38cb.html> (дата звернення: 26.01.2020).
63. Глобальные технические правила ООН № 8 - Электронные системы контроля устойчивости. URL: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29registry/ECE-TRANS-180a8r.pdf> (дата звернення: 26.01.2020).
64. Круиз-контроль. URL: <http://www.zr.ru/archive/zr/1990/01/sovriemiennaia-avtomobil-naia-tiekhnika> (дата звернення: 26.01.2020).
65. Спутниковая навигация в автомобиле. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/7341/> (дата звернення: 26.01.2020).
66. История развития электромобиля. URL: <https://efut.ru/a/65-istorija-razvitija-jelektromobilja.html> (дата звернення: 26.01.2020).
67. How car electrical systems work. URL: <https://www.howacarworks.com/basics/how-car-electrical-systems-work> (дата звернення: 26.01.2020).
68. How Brake Assist Works. URL: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/brake-assist.htm> (дата звернення: 26.01.2020).