

ЗМІСТ

Вступ	5
1 КОРОТКИЙ НАРИС РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТУ	8
1.1 Місце технічної та економічної кібернетики в загальній структурі керування	8
1.2 Тенденції розвитку автомобільної електроніки	10
2 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ	21
2.1 Призначення, принципи роботи систем керування двигунами. Критерії керування	21
2.2 Параметри керування, що забезпечують потрібну потужність, паливну економічність та екологічність двигунів	25
2.3 Особливості систем керування бензинових двигунів	27
2.4 Особливості систем керування дизельних двигунів	32
3 КЕРУВАННЯ ТРАНСМІСІЄЮ	34
3.1 Системи керування зчепленням	34
3.2 Автоматичні коробки передач	35
3.3 Повнопривідні автомобілі	38
4 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДВІСКОЮ	38
4.1 Призначення та особливості будови електронних систем керування підвіскою	38
4.2 Керовані системи підвісок	39
4.3 Електронне керування жорсткістю підвіски, амортизаторами та регулювання висоти кузова	41
5 КЕРУВАННЯ ГАЛЬМОВИМИ СИСТЕМАМИ	46
5.1 Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та способи її передачі	46
5.2 Антиблокувальні системи	47
5.3 Системи регулювання гальмівних зусиль	49
5.4 Повністю електронні системи	49
5.5 Керування гальмовою системою при круїз-контролі	50
6 РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ	52
7 ІНФОРМАЦІЙНІ КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ	53
7.1 Інформаційна система автомобіля	53
7.2 Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики	54
7.3 Бортові контролери і системи зв'язку	57
8 КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В САЛОНІ	60
8.1 Мета та умови керування	60
9 ОХОРОННІ СИСТЕМИ	62
9.1 Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону	62
9.2 Датчики охоронних систем	63
9.3 Імобілайзери	65

9.4 Пристрої розкриття кодів сигналізації.....	66
10 СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛІВ ТА НАВІГАЦІЙНЕ УСТАТКУВАННЯ.....	68
10.1 Класифікація та характеристика систем контролю за переміщенням автотранспорту.....	68
10.2 Обладнання навігаційних систем.....	70
10.3 Економічна ефективність та окупність систем.....	73
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	77

ВСТУП

Електроустаткування, електроніка і бортова діагностика автомобілів є складовою частиною сучасного наземного транспортного засобу. Вдосконалення цієї частини привело до виникнення нової області техніки - автомобільної електроніки.

Поняття "автомобільна електроніка" широко поширене в сучасній технічній літературі, але його означення не сформульоване. На думку більшості авторів [2, 4-10, 12] під автомобільною електронікою слід розуміти комплексний науково-технічний напрям, пов'язаний з проектуванням, виробництвом і експлуатацією автомобільних електронних систем.

Сучасна наука про автомобільне бортове обладнання розвивається в двох напрямках:

– в напрямку пошуку способів покращення параметрів і характеристик існуючих пристроїв, систем, апаратів і приладів;

– в напрямку розробки нових функціональних вузлів, систем і блоків для потреб автоматизації і механізації робочих процесів на автомобілі.

Так, на базі наукових досліджень за короткий історичний період реалізовано кардинальне удосконалення класичного електрообладнання, а також створено ряд нетрадиційних для автомобіля бортових систем автоматичного керування. Це стало можливим завдяки досягненням в області напівпровідникової та мікроелектронної технології виготовлення електросхем, які складають значну частину автомобільного бортового обладнання.

Разом з удосконаленням відомих бортових пристроїв розроблені і в наш час широко застосовуються нові системи бортової автоматики. Компонентами цих систем можуть бути різноманітні технічні пристрої, які відрізняються один від одного як за принципом дії, так і за конструктивним виконанням. Це можуть бути електричні, електронні, електронно-обчислювальні, механічні, пневматичні, гідравлічні та інші технічні вироби, здатні виконувати відповідні функції електронної системи.

Автомобільні електронні системи мають одну загальну властивість – вони керують неелектричними процесами, але самі керуються від електронної автоматики, при цьому первинними джерелами керованих сигналів є людина (водій), програма, яка закладена в електронну пам'ять, та вхідні неелектричні впливи.

Основні причини прискореного розвитку автомобільних електронних систем можна розділити на суб'єктивні та об'єктивні. До суб'єктивних причин відноситься розповсюдження засобів обчислювальної техніки в сучасному суспільстві, прагнення додати автомобілю індивідуальності та законодавчі заходи.

Великі можливості обчислювальної техніки і уміння їх використовувати широкими колами населення привели до того, що в багатьох країнах автомобіль без електронних систем став неконкурентоздатним. Споживачеві він здається архаїчним, не відповідним сучасному розвитку техніки. Тому вимогу використання електронних систем можна розглядати не як

скороминущу моду, а як постійно спостережуваний наслідок науково-технічного прогресу.

Якщо зовнішній вигляд автомобілів одного класу стає все більш схожим у зв'язку з поліпшенням аеродинамічних властивостей, то електронні системи відрізняються великою різноманітністю. Це дозволяє робити автомобілі оригінальними, встановлюючи різні моделі електронних систем. Особливою мірою такі достоїнства повинні мати електронні системи, з якими контактують водії та пасажери:

- електронні системи на панелі приладів;
- електронні системи підвищення комфортабельності і безпеки;
- електронні системи зв'язку і т. ін.

Розвиток електронних систем сприяв і появі нормативних документів, в яких регламентовані гранично допустимі техніко-економічні показники автомобілів. Деякі з таких нормативів не можуть бути дотримані без використання електронних систем. Наприклад, в багатьох країнах обмежується токсичність вихлопних газів і максимальна витрата палива. Порушення норм максимальної токсичності вихлопних газів, як правило, не допускається, а паливної економічності – призводить до значних штрафів. Так, покупці автомобілів з підвищеною витратою палива в США платять істотний додатковий податок [8].

Проте відсутність суб'єктивних причин розвитку автомобільної електроніки не загальмувала б широкого розповсюдження електронних систем. Це можна пояснити тим, що застосування електронних систем дозволяє добитися значного поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля: зниження токсичності вихлопних газів, забезпечення безшумності, підвищення паливної економічності, безпеки руху, комфортабельності, прохідності, простоти технічного обслуговування, поліпшення тягово-швидкісних і гальмівних властивостей, керованості і стійкості, зручності посадки і висадки, легкості керування автомобілем, маневреності, розрізнення автомобіля на дорозі, видимості з салону автомобіля, захищеності від неправильних і неприпустимих дій водія, зловмисників і т. ін.

Поліпшення експлуатаційних властивостей автомобіля досягається застосуванням електронних систем, що мають такі функції: керування роботою двигуна, агрегатів автомобіля; відображення інформації водієві, пасажиром, пішоходам, водіям інших автомобілів; зберігання інформації; прийому інформації в автомобіль від зовнішніх дорожніх систем, які здійснюють інформаційне керування; передачі інформації з автомобіля.

Найбільшого поширення набули функції управління і відображення інформації. Електронні системи управляють роботою двигуна, трансмісії, ходової частини, рульового управління, гальмівної системи, кузова, системи електроживлення і комунікацій. Все більш популярними стають електронні системи для відображення інформації. Візуальні індикатори показують цифрові значення безлічі різноманітних параметрів: від традиційних (наприклад, швидкість руху і частота обертання колінчастого вала) до тих, що не застосовувалися раніше (наприклад, на автомобілях фірми "Форд"

відображається момент займання суміші в кожному циліндрі). Значення параметра кодується яскравістю, довжиною та шириною лінії і тому подібне. Після повідомлення водія про настання події (наприклад, несправності в конкретній системі), система "рекомендує" водієві доцільні дії з усунення несправності.

Широко використовуються текстові повідомлення, відображення схематичного характеру (наприклад, автомобіль в плані з вказанням несправного вузла). Враховуючи завантаженість зорових аналізаторів водія, на багатьох автомобілях використовуються акустичні індикатори, що подають у разі потреби звуковий сигнал. Набули поширення синтезатори мови, що виробляють мовні повідомлення, наприклад, про відкриті двері, про необхідність пристебнути ремені безпеки, перевищення допустимої температури охолоджувальної рідини. Користуються популярністю розважальні електронні системи: радіоприймачі, телевізори, магнітофони.

Електронні системи зберігають необхідну інформацію в напівпровідникових запам'ятовуючих пристроях (НПЗП), на магнітних носіях і дисках. Водій має можливість записати на машинному носіїв інформацію про майбутній маршрут руху, розташування автозаправних станцій, список необхідних справ. Ці відомості виводяться на екран дисплея за командою водія або при настанні заданих водієм подій (моменту часу, подолання автомобілем заданої відстані).

Для виявлення причин дорожньо-транспортної пригоди в електронній системі зберігається інформація про передуючі аварії режими руху, дії водія, технічний стан транспортного засобу.

Електронні системи передають інформацію з автомобіля в автоматизовані системи керування (АСК) дорожнім рухом для організації оптимального управління світлофорами, дорожніми знаками (оперативно змінюється допустима швидкість, забороняється або дозволяється проїзд по деяких маршрутах і тому подібне). За допомогою передавальних пристроїв з автомобіля за бажанням водія можна викликати швидку допомогу, пожежників, міліцію, вести телефонні переговори.

Розгляду принципів роботи електронних систем, автомобільних датчиків та виконавчих механізмів, їх впливу на функціональні можливості і параметри сучасних автомобілів присвячений даний навчальний посібник.

1 КОРОТКИЙ НАРИС РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТУ

1.1 Місце технічної та економічної кібернетики в загальній структурі керування

Рішення проблеми радикального поліпшення керування (control) складними транспортними системами можливе тільки при широкому дослідженні досягнень в області кібернетики (гр. – мистецтво управляти).

Предметом кібернетики є складні кібернетичні (автоматизовані) системи, які розглядаються абстрактно без врахування їхньої фізичної природи. Такі системи можуть бути з постійною та змінною структурою, детерміновані або стохастичні, безперервні та дискретні. Структурна схема керування будь-якою складною системою складається з об'єкта керування та пристрою керування. Наявність каналів прямого і зворотного зв'язку забезпечує кругообіг інформації (information).

Місце технічної та економічної кібернетики в загальній структурі керування показано на рис. 1.1. Теорія великих систем і системологія розробляють методи дослідження абстрактних, фізичних, біологічних, технічних, економічних та ін. систем.

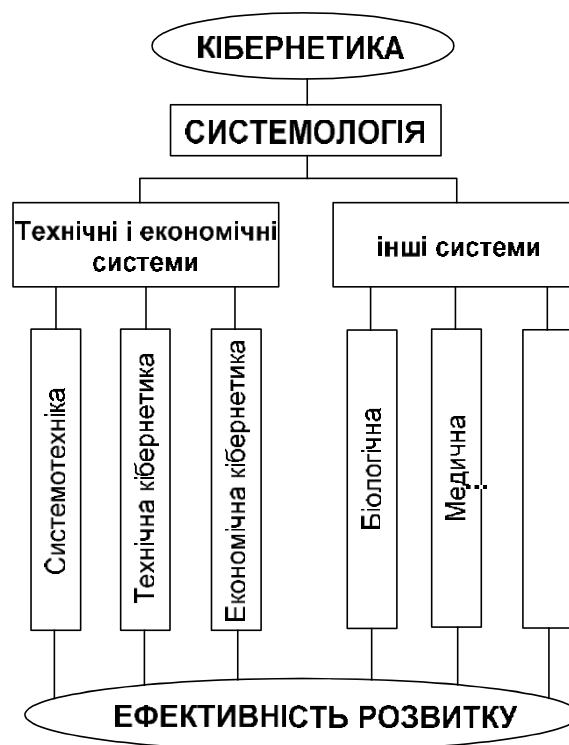


Рисунок 1.1 – Структурна схема керування

Для керування технічними та економічними системами існують три основних кібернетичних напрямки: системотехніка (systems engineering), технічна кібернетика (engineering cybernetics) та економічна кібернетика (economical cybernetics).

Системотехніка – науково-технічний напрямок, що вивчає питання проектування, конструювання та експлуатації складних технічних систем і машин з метою одержання найбільшого соціально-економічного ефекту. Основна увага в системотехніці концентрується на середньому рівні керування (керування підприємством, заводом, галуззю).

Технічна кібернетика вивчає способи поведінки окремих реальних механізмів машин та інших підсистем у різних умовах їхньої роботи. Особлива увага приділяється інформаційним процесам (теорія інформації, ентропія), методам підвищення надійності та довговічності, діагностиці та прогнозуванню технічного стану, створенню робототехнічних систем.

Економічна кібернетика розглядає економіку в цілому, а також структурні й функціональні ланки і є теоретичною основою створення автоматизованих систем керування (АСК). Стосовно транспортних систем вона повинна вирішувати такі завдання: як при обмежених фінансових, технічних та енергетичних ресурсах збільшити провізні можливості вантажних і пасажирських автомобілів; як підвищити ефективність роботи рухомого складу і зменшити його негативний вплив на екологію; які необхідно здійснити адміністративні реформи, що відповідають трансформаційним процесам у суспільстві, тощо.

У ряді випадків між системотехнікою, технічною та економічною кібернетикою важко вказати чітку грань.

До інших кібернетичних систем можна віднести кібернетику біологічну, медичну, кібернетику у військовій справі. Біологічна кібернетика розглядає складні біологічні системи при взаємодії їх з навколишнім середовищем з погляду теорії інформації (синтез білків у клітці, робота людського мозку й т.д.). Медична кібернетика займається створенням діагностичних і лікувальних центрів, обробкою результатів аналізів. Кібернетика у військовій справі займається розробкою систем керівництва і керування військами та бойовою технікою, автоматизованих систем для протиповітряної оборони і пристроїв керування ракетними системами, системами кораблеводіння та ін.

Розвиток кібернетики на транспорті не можливий без активного використання інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) (informative computer technology) в транспортних системах спостереження і диспетчеризації, які забезпечують:

- обмін інформацією між логістичними партнерами із перевезення вантажів по мережі, електронній пошті, радіо- і телефонному зв'язку;
- оперативне керування рухом автомобіля на маршруті та визначення його місця розташування;
- інформування водіїв про дорожні умови, ціни на паливо-мастильні матеріали (ПММ), дислокацію автозаправних станцій (АЗС), розташування складів, готелів, відділень ДАІ, медпунктів;
- контроль за діями водіїв і зв'язок їх з диспетчером;
- передачу інформації про стан вантажу і технічні несправності;
- контроль витрати палива, стану і заміни шин;
- безготівкові розрахунки водія по кредитних картках за ПММ і

автосервіс, розрахунки між логістичними партнерами за перевезення, експедирування, навантаження-розвантаження, зберігання й страхування.

Для впровадження і розвитку інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ) при керуванні транспортуванням вантажів необхідне створення і ведення електронних баз даних і довідників про логістичних партнерів, види автотранспорту, склади, станції технічного обслуговування, готелі, банки, схеми і стан автомобільних доріг. Крім того, будуть потрібні спеціальні програмні продукти, наприклад, PC Vtrak, що дозволяють встановити оперативний контроль і спостереження за невеликим транспортним парком (до 35 рухомих об'єктів), а також установа спеціального устаткування на автомобіль (car) (антен, комп'ютерів, радіостанцій, сенсорних датчиків) і підключення до глобального супутникового зв'язку Inmarsat-C або супутникової радіонавігаційної системи GPS NAVSTAR та Internet.

1.2 Тенденції розвитку автомобільної електроніки

Сьогодні нікого вже не здивуєш великою кількістю електроніки в автомобілі, особливо високого класу – в "Лінкольні" моделі Mark VIII тільки мікропроцесорів більше, ніж на сучасному винищувачі. Ринок автомобільної електроніки є одним з чотирьох найбільш швидкозростаючих секторів електронної промисловості (після телекомунікаційного, комп'ютерного і промислового устаткування), яка, у свою чергу, є найбільш швидкозростаючою, – в середньому 8...10% приросту в рік – найбільшою галуззю світової промисловості. Причому основна частка вартості електронних пристроїв за кордоном доводиться не на сервісні пристрої (магнітоли, охоронна сигналізація і т. п.), а на засоби управління власне системами автомобіля і забезпечення безпеки.

Їх частка у вартості сучасного автомобіля поки також зростає, досягаючи зараз в середньому 12...17%, хоча аналітики і передбачають її стабілізацію в найближчому майбутньому на рівні близько 20...25%. Враховуючи безперервне зниження питомої вартості електронних пристроїв (у перерахунку на одну функцію), не можна сумніватися в тому, що число функцій, які виконуються електронними пристроями в автомобілі, і їх різноманітність неухильно розширюватимуться і далі, принаймні, до тих пір, поки споживач буде в змозі ними скористатися.

Завдяки поступовому відновленню зв'язків між українською і світовою економікою дисбаланс цін між електронікою і іншою машинобудівною продукцією, що існував в радянські часи, йде в минуле. Разом з цим необхідність одночасного підвищення економічності, екологічності і поліпшення ходових якостей автомобілів стає актуальною і для вітчизняних автозаводів.

По-перше, це пов'язано з тим, що експорт морально застарілої продукції в розвинені країни стає практично неможливим, навіть за заниженими цінами, а підприємства потребують твердої валюти для оплати деталей і вузлів, що імпортуються. По-друге, останнім часом в нашій країні були прийняті відповідні світовій практиці жорсткіші нормативи на допустимі рівні

забруднення повітря і безпеку автомобілів, що наблизить нас до умов, які склалися на світовому автомобільному ринку.

В наш час найбільш важливим і економічно виправданим є широке впровадження електронних систем, що дозволяють поліпшити характеристики і понизити вартість експлуатації двигуна і трансмісії, а також систем для підвищення безпеки – як активної (АБС - антиблокувальна система (antilock brake system (ABS)), АПС - антипробуксовна система) так і пасивної (подушки безпеки). Окрім цього розроблені і вже знаходять застосування інші електронні системи – управління підвіскою, навігаційні, паркувальні і т. д., але вони поки що швидше розкіш, ніж необхідність.

Довгий час єдиним електронним вузлом в автомобілі, окрім радіоприймача, була система запалення. Класична іскрова система запалення була вперше запропонована Пилипом Лебоном в 1801 р., а перше промислове застосування вона знайшла на газовому двигуні Ленуара в 1860-1864 рр. Через низький рівень електротехніки того часу іскрове запалення працювало ненадійно. Тому до 90-х років 19 століття більшість двигунів внутрішнього згорання будували з використанням гартівного запалення (сильно нагрітого тіла в камері згорання).

Ситуація змінилася із створенням Робертом Бошем цілком надійного і компактного магнето. Далі, в 10-х роках 20 століття, завдяки вдосконаленню конструкції свічки запалення, котушки запалення і підбору матеріалів контактів вдалося добитися задовільної роботи і від батарейної системи запалення. Проте вона, особливо контакти, все одно залишалася однією з найбільш ненадійних і тих, які потребують постійного обслуговування, частин автомобіля. Потрібні були нові рішення.

Перші електронні системи запалення були створені в 1940-х роках на основі газонаповнених тиратронів, проте широкого застосування не знайшли через громіздкість і крихкість конструкції. Масове застосування транзисторні системи запалення – спочатку контактні, потім безконтактні

– знайшли на початку 1960-х років, коли General Motors Corp. (GMC) почала оснащувати ними свої серійні автомобілі.

Подальше розповсюдження електронних систем запалення загальновідоме. Окремий інтерес викликає система з високочастотним розрядом (electronic direct ignition system) (SAAB), запозичена у реактивних двигунів. При її створенні використані ті обставини, що напруга пробою для високочастотної (80...200 кГц) напруги виявляється в два-три рази менша, ніж для низькочастотної, і замість тонкої ниткоподібної іскри виходить кулястий розряд з істотно більшою поверхнею.

Пониження напруги робить систему менш чутливою до замаслення і нагару на свічках, а куляста форма іскрового розряду прискорює займання і підвищує надійність підпалу бідних сумішей. Проте конструктивна складність і вища вартість цієї системи, а також те, що вона генерує великі радіоперешкоди, призвели до зняття її з виробництва після впровадження систем розподіленого впорскування з електронним керуванням (умови роботи свічок і системи запалення в цілому на таких двигунах набагато легші, ніж на карбюраторних).

Всупереч поширеній думці впорскування палива також не є новим винаходом. Більше того, спочатку майже у всіх двигунах внутрішнього згорання, що працювали на рідкому паливі, була використана саме система впорскування. Проте незабаром стало ясно, що вона потребує досить складного механізму регулювання кількості впорскуваного палива і паливних насосів-дозаторів, виготовлених з високою точністю. На початку

20 століття це обходилося дуже дорого, при розумній же ціні не забезпечувало необхідної надійності і стабільності характеристик.

Тому після винаходу Донатом Банкі простого і дешевого розпилювального карбюратора про системи впорскування в автомобілебудуванні майже забули. Вони залишилися тільки в дизельних двигунах, підвищена собівартість яких, до речі, багато в чому пов'язана з дорогою апаратурою безпосереднього впорскування високого тиску. Механічні пристрої керування впорскуванням через їхню високу ціну на масових автомобілях майже не застосовували. Перші системи з електричним керуванням були створені ще в 1939 р. (Moto Guzzi, Італія), але так і залишилися технічною екзотикою.

У 1957 р. фірма Chrysler представила автомобільну електронну систему керування впорскуванням палива, виконану на вакуумних лампах, але вона також не знайшла широкого застосування через високу вартість. Більшого поширення на початку 1970-х років набули транзисторні системи, які застосовувались на німецьких (Volkswagen, 1967) і японських (Nissan, 1971) автомобілях, що експортувались в США. На рубежі 70-х і 80-х років в Японії, США і дещо пізніше в Германії почали впроваджувати комплексні мікропроцесорні системи управління як двигуном, так і іншими системами автомобіля.

Карбюратору властиві багато недоліків: нестабільність регулювань, особливо при зміні температури і сорту палива; нерівномірний розподіл палива по циліндрах; низька точність роботи при малих навантаженнях, що вимушує налаштовувати карбюратори таким чином, що на холостому ході і малому навантаженні горюча суміш виявляється надмірно збагаченою. Крім того, карбюратор збільшує опір всмоктуванню повітря.

Через наявність поплавкової камери робота карбюратора погіршується в умовах сильного трясіння, прискорень на поворотах і при нахилах автомобіля.

До певного часу ці недоліки стосовно масових автомобілів цілком компенсувались простотою і дешевизною карбюраторів. Проте в дорогих автомобілях, а також в поршневій авіації вже з кінця 30-х років намітилося повернення до використання систем впорскування палива з механічним керуванням. Вони були дуже складні і дорогі, але дозволяли підвищити економічність і стабільність роботи двигунів.

Із посилюванням вимог до екологічної чистоти вихлопу і спрощення обслуговування масового автомобіля, забезпечити їх виконання вдосконаленням карбюраторів виявилось вже практично неможливим (типовою вимогою на ринку США є необхідність в першому ТО двигуна і трансмісії не раніше, ніж через 80...100 тис. миль пробігу). Суть проблеми полягає в тому,

що, якщо горюча суміш бідна, вона погано підпалюється, нестійко горить, схильна до детонації і при згоранні дає багато оксидів азоту N_{ox} . Потрапивши в атмосферу і з'єднуючись з водою, ці оксиди утворюють азотну і азотисту кислоти.

Якщо ж палива в суміші виявляється більше, ніж може бути спалено в наявній кількості кисню, то неповне згорання палива призводить до викидів вуглеводнів C_mH_n , чадного газу CO , бенз-а-піренів, альдегідів, а при ще більшому надлишку палива – і дуже канцерогенної кіптяви (димі). При сильному порушенні співвідношення між кількостями повітря і палива паливо-повітряна суміш взагалі перестає горіти, що, без сумніву, знайомо багатьом автомобілістам.

Різно – більш ніж у 10 разів – зменшити кількість шкідливих викидів можна, використовуючи каталітичний нейтралізатор (допалювач) вихлопних газів, проте для його роботи необхідний певний склад вихлопних газів. Зокрема, нейтралізатор не терпить роботи на етилованому бензині. Порушення цих умов призводить до необоротного виходу нейтралізатора з ладу.

Однак поява і швидке здешевлення мікропроцесорної техніки дозволила створити системи впорскування палива для бензинових двигунів, які не потребують дорогих прецизійних механічних пристроїв та мають більші можливості, ніж механічні. В результаті застосування електронних систем керування впорскуванням і запаленням палива з кінця 1980-х років в розвинених країнах стало економічно виправданим на автомобілях практично всіх класів.

Система впорскування з електронним керуванням (EFI - electronic fuel injection system) при використанні датчика вмісту кисню у вихлопних газах (λ -зонду) дозволяє забезпечити для кожного циліндра дуже стабільне ($\pm 0,5\%$) дотримання оптимального співвідношення за масою палива, що подається, і засмоктуваного повітря (1:14,65 для бензину). Це необхідно як для забезпечення роботоздатності каталітичного нейтралізатора, так і для досягнення якнайкращого компромісу між потужністю і економічністю роботи двигуна. Саме тому забезпечити на практиці тривалий термін служби і роботоздатність каталітичних нейтралізаторів вдається тільки при використанні λ -зонду.

Системи впорскування палива умовно підрозділяють на три групи:

– з центральним впорскуванням (central fuel injection system), коли розпилювальна форсунка одна на весь впускний колектор (іноді її доводиться доповнювати другою – пусковою форсункою, що працює при холодному двигуні і відключається із прогріванням);

– з розподіленням (багатоточковим) впорскуванням (multipoint fuel injection system), якщо форсунки встановлені у всмоктувальних патрубках кожного циліндра поблизу від впускних клапанів;

– з прямим (безпосереднім) впорскуванням (direct fuel injection system), коли форсунка змонтована безпосередньо в стінці або головці циліндра і подає паливо безпосередньо в циліндр в такті стискування, коли клапани вже закриті.

У перших двох випадках тиск палива при його подачі не перевищує

0,4...1,0 МПа, тоді як при безпосередньому впорскуванні в дизелі він може досягати 60, а в бензиновому двигуні – 5 МПа.

Найдешевша система – з центральним впорскуванням – фактично дає тільки дві істотні переваги – вібростійкість і відсутність необхідності в частому регулюванні. Якнайкраще відношення ціна/якість в даний час забезпечують системи розподіленого впорскування у впускні патрубки (рис. 1.2). Системи безпосереднього впорскування в бензинових двигунах поки виправдані тільки в двигунах з наддуванням, оскільки вони дозволяють виключити винесення паливоповітряної суміші у вихлопний колектор при широких фазах газорозподілу і абсолютному тиску наддування більше 0,15 МПа.

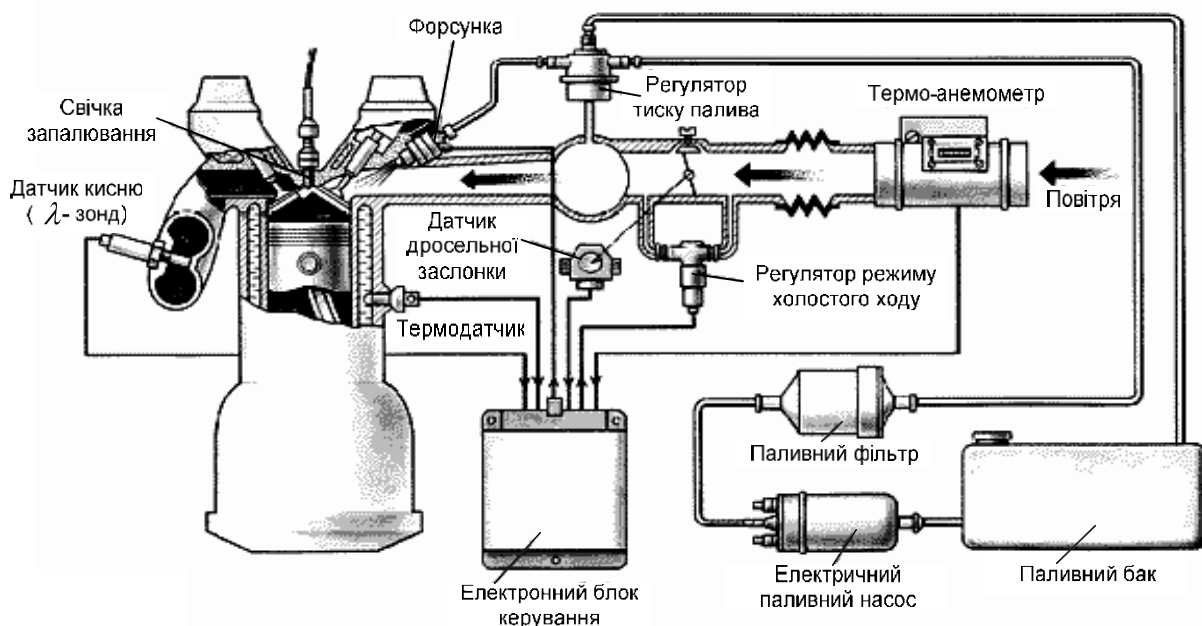


Рисунок 1.2 – Схема системи розподіленого впорскування

Розрізняють також системи безперервного (continuous injection system) та імпульсного (періодичного) впорскування (impulsive injection system). У системах безперервного впорскування форсунка працює постійно, змінюється лише її продуктивність, в імпульсних – впорскування палива проводиться порціями в певні моменти. Безперервне впорскування має багато недоліків і в наш час стосовно автомобільних двигунів його вважають застарілим.

Застосування розподіленого впорскування дає і інші переваги перед використанням карбюраторів. По-перше, це можливість забезпечення високої стабільності складу горючої суміші в широких межах температури і навантажень двигуна, причому практично незалежно від в'язкості палива (пропускна спроможність жиклерів карбюратора значною мірою залежить від в'язкості палива). По-друге, використання багатоточкового впорскування (особливо безпосереднього) дозволяє не тільки забезпечити рівномірний розподіл палива по циліндрах, але і виключити необхідність підігрівання всмоктуваного повітря і впускного колектора. Більше того, паливо, що випаровується, навпаки, охолоджує всмоктуване повітря і циліндри двигуна. В

результаті щільність всмоктуваного повітря виявляється на 7...10% більшою (з тією ж метою – зниження температури повітря – навіть на дешевих автомобілях із впорскуванням прагнуть засмоктувати повітря не з моторного відсіку, де воно гаряче, а безпосередньо "з вулиці", передбачаючи для цього у разі потреби додаткові повітрязабірники (Opel "Cadet").

Збільшення щільності повітря, а значить, кількості кисню, що поступає в циліндри, дозволяє спалювати більше палива і отримати більшу потужність. Пониження температури всмоктуваного повітря дозволяє підвищити ступінь стискування, що покращує економічність двигуна.

Виключення карбюратора зменшує опір всмоктуваному повітрю, даючи можливість використання резонансного впуску, що також сприяє підвищенню потужності. Наближення форсунки до циліндра в системах розподіленого впорскування запобігає випаданню конденсату палива. Це полегшує запуск двигуна, зменшує утворення нагару на свічках запалення і змивання мастила із стінок циліндрів.

Відсутність конденсації палива збільшує стійкість роботи і крутний момент двигуна, особливо на малих і середніх оборотах, де він найбільш потрібний. Якщо надбавка максимальної потужності при переведенні двигуна на впорскування палива зазвичай дорівнює приблизно 10%, то підвищення крутного моменту на малих і середніх оборотах може досягати 15...20%.

Звичайно, подібного підвищення ходових якостей автомобіля можна досягти і "напрямую", збільшивши робочий об'єм двигуна приблизно на 20...30%, проте при цьому буде гіршою економічність, збільшаться маса і габарити двигуна, а значить, і автомобіля в цілому, зростуть експлуатаційні витрати.

Використання систем розподіленого впорскування надає ще одну можливість зниження витрати палива – відключення подачі палива в частину циліндрів з тим, щоб більшою мірою завантажити останні. Доцільність такого рішення обумовлена тим, що при малому навантаженні ККД двигуна внутрішнього згорання різко знижується не тільки за рахунок механічних втрат, але і за рахунок не оптимальності робочого циклу. Зростання ККД навантажених циліндрів з надлишком компенсує механічні втрати у вимкнених циліндрах, тому економічність на малих навантаженнях вдається підвищити на 25...30%, особливо на багатоциліндрових двигунах.

Подібний прийом – почерговий пропуск циклів впорскування – також широко використовують на багатоциліндрових японських і американських автомобілях. Існує і ще одне застосування способу пропуску циклів – охолодження "відключених" циліндрів засмоктуваним повітрям, що дозволяє зберегти роботоздатність двигуна і доїхати до місця призначення навіть після повної втрати охолоджувальної рідини (двигун GMC North Star).

Застосування електроніки забезпечує оптимальне керування не тільки двигуном, але і ходовою частиною автомобіля. По-перше, це добре відомі антиблокувальні системи, що дозволяють в більшості випадків зберегти керованість машини при екстремому гальмуванні, одночасно забезпечуючи мінімально можливу довжину гальмівного шляху. По-друге, близьку до них функцію виконують антипробуксовні системи, які стали вельми актуальні у

зв'язку з розповсюдженням передньопривідних автомобілів, у яких при буксуванні або блокуванні ведучих коліс втрачається керованість. Оскільки при розгоні автомобіля передні колеса розвантажуються (саме тому всі гоночні і престижні легкові автомобілі, які повинні мати хорошу розгінну динаміку, до теперішнього часу проектують з приводом або на задні ("Daimler-benz", "BMW"), або на всі колеса ("Audi A8"), для виключення втрати керованості і запобігання надмірному зносу шин вельми бажана наявність на передньопривідному автомобілі разом з антиблокувальною і антипробуксовною системами.

За допомогою електронних пристроїв згладжується також антагонізм між коробками передач з автоматичним і ручним перемиканням. Нагадаємо, що класична автоматична коробка для забезпечення плавності перемикання потребує застосування дорогого у виготовленні і громіздкого гідротрансформатора, що має до того ж великі механічні втрати (низький ККД). Коробка ж передач з ручним перемиканням конструктивно набагато простіше, компактніша, дешевша і надійніша. Однак вона менш зручна в експлуатації.

Комплексна система управління двигуном і трансмісією автоматизує процес перемикання передач без використання гідротрансформаторів і додаткових муфт зчеплення – шляхом автоматичного керування зчепленням і частотою обертання двигуна, зберігаючи при цьому всі експлуатаційні переваги як автоматичних (зручність), так і ручних коробок (надійність, дешевизна, малі втрати енергії). Крім того, електронне керування практично виключає ризик поломки через неправильні дії.

Така трансмісія за собівартістю виготовлення не відрізняється від трансмісії з ручним керуванням, а функції керування нею, як правило, інтегрують до складу об'єднаної системи керування двигуном і трансмісією. Алгоритми перемикання передач останнім часом часто будують такими, що адаптуються до стилю їзди конкретного власника, не говорячи вже про те, що завжди передбачено на вибір декілька стандартних режимів (швидкісний, міський, економічний і т. п.).

Не менш важливу роль в сучасному автомобілі відіграють електронні системи підвищення безпеки, яку прийнято підрозділяти на активну (запобігання аваріям) і пасивну (зменшення тяжкості їх наслідків). Що стосується активної безпеки, то її забезпечують поліпшенням розгінної і гальмівної динаміки автомобіля, а також підвищенням стійкості на поворотах максимальним збільшенням ширини колії і пониженням центра тяжіння (це добре помітно, якщо порівняти силует автомобілів схожого класу, як, наприклад, ВАЗ-2108 і Volkswagen "Golf III" або "Golf IV") у поєднанні з електронною системою керування підвіскою.

На дорогих автомобілях іноді застосовують систему радіолокації запобігання лобовим зіткненням і наїздам (підтримка дистанції), проте від колоси або ями в асфальті вона не рятує. Для зменшення вірогідності наїздів використовують верхні (салонові) гальмівні вогні, видимі на великій відстані. Цього виявилось мало, і тоді була розроблена система з приймально-передавальним радіоканалом, що автоматично включає індикатор при

екстремому гальмуванню або аварії машини, що їде попереду. В наш час ця система, що отримала золоту медаль виставки винаходів в Брюсселі, проходить доопрацювання з подальшою стандартизацією в більшості розвинених країн.

Розгінну динаміку покращують, насамперед, впровадженням систем електронного впорскування палива і керування трансмісією (мікропроцесор може перемикає передачі набагато швидше і точніше, ніж людина; як наслідок, розгін автомобіля прискорюється), а на передньопривідних автомобілях – ще і вдосконаленням складу гуми і рисунка протектора коліс; гальмівну динаміку – застосуванням антиблокувальних систем, що запобігають надмірному проковзуванню коліс відносно дороги, що дозволяє отримати максимально можливе гальмівне зусилля і в більшості випадків зберегти керуваність автомобіля навіть при екстремому гальмуванні.

Певний внесок в підвищення активної безпеки (active safety) вносить рульове сервокерування із змінними коефіцієнтом передачі і реакцією керма – для забезпечення рівного повороту коліс на високій швидкості потрібний більший кут повороту керма, ніж на малій. Іноді додатково вводять пристрій, що запобігає зриву коліс бічним зусиллям. Це практично виключає ризик заносу при різкому повороті на великій швидкості. Всі ці переваги, правда, зберігаються лише до тих пір, поки сервосистема справно працює.

Пасивну безпеку (passive safety) підвищують як конструктивними заходами (збільшенням ходу деформації м'яких частин кузова при одночасному зміцненні салону, заміною звичайного керма травмобезпечним), так і впровадженням електронних пристроїв, що приводять в дію подушки безпеки і механізм натягнення ременів. До речі, широке впровадження електроніки в автомобілі в США почалося саме після того, як на рубежі 60-х і 70-х років конгрес прийняв закон про обов'язкове встановлення систем, які блокують запуск двигуна до тих пір, поки не будуть зафіксовані прив'язні ремені на двох передніх сидіннях.

В наш час, як правило, використовують комплексну систему керування ременями і подушками безпеки. Датчиком в ній служить одноосний (або двоосний при використанні і бічних подушок) акселерометр, найчастіше напівпровідниковий (рис. 1.3), блок керування з пороговими пристроями і набір піропатронів, частина з яких при спрацьовуванні діє на крильчатки, що підтягують ремені (рис. 1.4), а частина - наповнює подушки безпеки. Включення піропатронів механізму підтяжки ременів зазвичай налаштоване дещо раніше, ніж момент спрацьовування подушок безпеки.

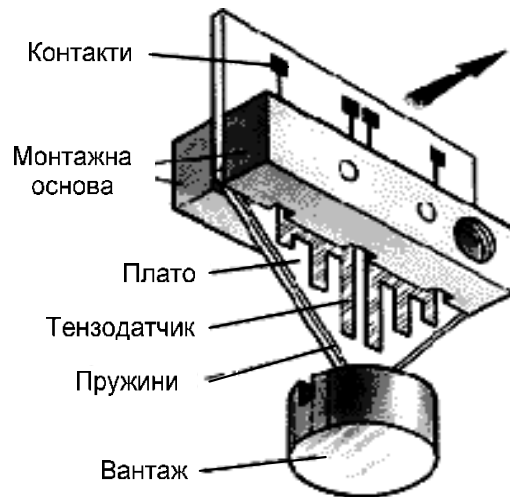


Рисунок 1.3 – Напівпровідниковий акселерометр



Рисунок 1.4 – Блок керування з пороговими пристроями і піропатронами

Робота цієї системи дозволяє відбутися переляком, подряпинами або синяками при лобовому зіткненні з нерухомою перешкодою на швидкості

50 км/год (стандарт ЄЕС), а іноді і більший – аж до 80 км/год. При швидкості вище 80 км/год прискорення, що випробовується людиною у момент гасіння енергії руху на шляху, близько $0,7...1,6 \text{ м}^2$ (типове значення ходу деформації кузова і подушок сучасних автомобілів) стає таке велике, що він виявляється роздавленим власною масою навіть за відсутності зовнішніх пошкоджень.

Кажучи про електронні системи підвищення безпеки, варто згадати також про нескладний, але вельми корисний пристрій контролю справності сигнальних ламп і проводки. Принцип його дії полягає в тому, що через лампи і проводку при включеному запаленні пропускають невеликий струм, що не викликає свічення ламп, але дозволяє діагностувати замикання, обрив проводки і стан лампи – в кінці терміну служби опір нитки накаливання дещо зростає, що завчасно служить попередженням водієві.

Останнім часом певну популярність, принаймні на автомобілях класу вище середнього, почало набувати використання електронного керування параметрами підвіски – жорсткістю і коефіцієнтом демпфування амортизаторів, зміною дорожнього просвіту. Таку підвіску часто називають активною, хоча насправді мова йде тільки про порівняно повільну адаптацію параметрів підвіски під дорожні умови, тобто правильніше вважати її адаптивною або напівактивною. Істинно активна система підвіски, строго кажучи, повинна за допомогою потужної сервосистеми відстежувати кожну вибоїну і гасити поштовхи в момент їх виникнення, як це відбувається на комфортабельних судах і багатьох військових кораблях ("заспокоювачі" хитання).

Світовий лідер "підвіскобудування" - фірма Citroen, давно і успішно застосовує найбільш досконалі – гідропневматичні (hydropneumatic suspension) – підвіски у поєднанні з електронним керуванням їх параметрами. Серед японських фірм лідирує Mitsubishi. Американці, маючи прекрасні дороги і 55-мильне обмеження швидкості в більшості штатів, віддають перевагу більш традиційним рішенням – збільшені габарити і, значить, момент інерції корпусу автомобілів у поєднанні з колесами великого діаметра і м'якими підвісками. В них електронні системи зазвичай керують тільки коефіцієнтом демпфування.

Застосування електронних пристроїв дозволило також удосконалити ряд традиційних пристроїв, насамперед, електроприводи (склоочисника, склопідіймачів, регулювання положення крісел і т. п.), освітлювальні і сигнальні прилади. Традиційно в автомобільній техніці використовують колекторні електродвигуни (collector electric motor), яким властиві три основні недоліки – обмежений термін служби, недостатня надійність (схильність до застрявання) і створення радіоперешкод. Ці недоліки обумовлені застосуванням контактів, що труться, в колекторі. Розвиток електроніки привів до того, що безконтактні (без щіткові - brushless) двигуни (brushless electric motor) стали конкурентоздатні за ціною з традиційними, перевершуючи їх за надійністю, технологічністю виробництва і можливостями регулювання.

Широкі можливості регулювання дозволяють спростити кінематику ряду пристроїв, наприклад склоочисника, де замість механічного реверсування може бути застосовано електричне. Тому в наш час практично всі ведучі автомобілебудівні фірми поступово замінюють в своїх автомобілях колекторні двигуни на безконтактні, такі, які мають ще і ту перевагу, що їх блоки управління можуть мати інтерфейс для безпосереднього керування від мікропроцесора.

Що стосується освітлювальних приладів, то впровадження популярних металогалідних газорозрядних ламп було б просто неможливе без використання електронних вузлів управління ними. Головними перевагами металогалідних ламп в порівнянні з лампами розжарювання є істотно менші розміри світлової області, що дозволяє зменшити розміри рефлекторів фар із збереженням якості фокусування світла, добитися кращого ККД (більшої світлової віддачі при рівній споживаній потужності), стабільної спектральної характеристики і характеристики яскравості незалежно від ступеня розрядження акумулятора, а також довговічності.

Ще однією електронною системою, що підвищує безпеку руху, є коректор положення фар, що забезпечує незалежно від завантаження і положення кузова постійне освітлення дороги при русі по нерівних або звивистих дорогах, в останньому випадку він відстежує поворот рульового колеса. Окрім цього, коректор зменшує сліпучу дію фар на водіїв зустрічних машин.

Сигнальні вогні на багатьох автомобілях останнім часом виконують на основі блоків надяскравих світлодіодів. Вони економічніші, компактніші і надійніші за традиційні лампи розжарювання, особливо в режимі мигання, забезпечують велику яскравість свічення і чистіші кольори (краще помітні вдень). Яскравість свічення світлодіодів простіше змінювати залежно від зовнішньої освітленості.

Звукові сигнали також не залишаються без уваги – на зміну традиційним контактним електромагнітним гудкам приходять безконтактні електродинамічні і п'єзоелектричні з відповідними електронними підсилювачами і вузлами керування.

Поява процесорів цифрової обробки сигналів і поступове зниження цін на ці прилади привела до створення систем активного приглушення низькочастотного шуму в салоні автомобіля. Суть ідеї полягає в подачі в салон через гучномовці вбудованої аудіосистеми сигналів, протифазних шумовим. При цьому шумові сигнали взаємно компенсуються.

На практиці через хвильові властивості звуку потрібний ефект вдається отримати тільки на частоті нижче 200...300 Гц, і зниження шуму не перевищує 8...15 дБ. Здавалося б, небагато, але, враховуючи, що боротьба з низькочастотним шумом іншими способами малоефективна, подібна електронна система (electronic system) дозволяє заощадити 10...25 кг звукопоглинача Dynamat або іншого матеріалу, зовсім не дешевого.

Широке впровадження електронного керування при традиційному підході приводить до різкого ускладнення електропроводки, а отже, збільшення трудомісткості її прокладки і вірогідності помилок при обслуговуванні в процесі експлуатації. Велика кількість проводів загрожувала перетворити автомобіль на "електрошафу" на колесах. У пошуках вирішення цієї проблеми автомобілебудівники звернулися до досвіду авіації: у свій час маса електрокабелів досягала там 30% ваги електроустаткування літаків і мала тенденцію до подальшого збільшення.

Проблему вдалося вирішити шляхом впровадження систем вигляду "загальна лінія з послідовною передачею", коли більшість електронних пристроїв з'єднують між собою паралельно за допомогою загального трипровідного інтерфейсу, а обмін інформацією між ними відбувається по одних і тих же проводах, але рознесений в часі, точно так, як і це відбувається в комп'ютерних мережах Ethernet.

Аналогічні рішення під назвою мультиплексної проводки на початку 90-х років почали використовувати і в автомобільній промисловості. Спочатку була "війна стандартів", в числі яких фігурували J1850 (SAE), CAN (Controller Area Network), Carlink, VAN, A-bus і ін. До теперішнього часу найбільше

визнання отримав стандарт CAN, спільно розроблений фірмами Bosch і Motorola. Він забезпечує швидкість передачі до 1 Мбіт/с і дозволяє використовувати для передачі інформації як мідні дроти, так і оптоволокно.

Таким чином, автомобільна електроніка охоплює комплексний науково-технічний напрямок, пов'язаний із проектуванням, виробництвом і експлуатацією автомобільних електронних систем. Саме ж використання електронних систем зовсім не перетворює автомобіль в інтелектуального робота. Головним як і раніше залишається водій, який зобов'язаний критично осмислювати дорожню ситуацію і реальні можливості своєї машини.

2 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНАМИ

2.1 Призначення, принципи роботи систем керування двигунами.

Критерії керування

Призначення систем керування двигунами (СКД)

Двигун є пристроєм, який виконує функцію керування перетворення хімічної енергії палива в механічну роботу (енергію).

Як об'єкт керування двигун характеризується:

– **вхідними параметрами** - параметрами, які впливають на перебіг робочого процесу в двигуні. Їх значення визначаються зовнішніми впливами на двигун зі сторони водія або СКД, тому їх також називають параметрами керування. До їх числа можна віднести:

- кут відкриття дросельної заслінки;

- кут випередження запалювання;

циклова подача палива;

- циклове наповнення двигуна повітрям і т.д.;

– **вихідними (керованими) параметрами**, які характеризують стан двигуна в робочому режимі. До них відносяться:

- частота обертання колінчатого вала двигуна;

вихідна потужність на валу;

- крутний момент;

- показник паливної економичності;

- показники токсичності відпрацьованих газів (вміст CO, CH, NO_x) та ін.;

– **внутрішніми параметрами або параметрами стану**, які характеризують робочі процеси, стан систем забезпечення, конструктивні особливості двигуна.

Наприклад:

- температура двигуна;

- напруга в електричній мережі;

- ступінь стиснення робочої суміші та ін.;

– **зовнішніми впливами**, які носять випадковий характер і заважають керуванню. До них можуть бути віднесені:

- температура атмосферного повітря;

- атмосферний тиск;

- вологість повітря і т.п.

Призначення системи керування полягає в тому, щоб забезпечити оптимальний склад робочої суміші в циліндрах двигуна і запалити її в циліндрі двигуна в певний момент часу.

- Склад робочої суміші характеризується двома основними показниками:

- відношенням кількості палива і повітря в складі суміші (показник - «лямбда»);

- гомогенністю (однорідністю) тобто якістю змішування складових частин суміші.

Момент запалювання суміші визначається кутом випередження запалювання.

Принципи керування

Принцип керування дає загальну уяву про спосіб керування об'єктом керування. Він показує, як об'єкт керування повинен реагувати на збурення і сигнали керування. Охарактеризуємо принципи, покладені в основу побудови існуючих систем керування.

Автомобільний двигун (АД) являє собою систему, яка складається з окремих підсистем: впорскування палива, запалювання, охолодження, мащення і т.д. Всі системи пов'язані одна з одною і при функціонуванні вони утворюють єдине ціле.

Керування двигуном неможна розглядати у відриві від керування автомобілем. Швидкісні та навантажувальні режими роботи двигуна залежать від швидкісних режимів руху автомобіля в різних умовах експлуатації, які включають в себе прискорення і сповільнення, рух з відносно постійною швидкістю, зупинки.

Водій змінює швидкісний та навантажувальний режим двигуна, впливаючи на передаточне відношення трансмісії автомобіля і педаль акселератора (дросельну заслінку). Вихідні характеристики двигуна при цьому залежать від складу паливо-повітряної суміші та кута випередження запалення, керування якими здійснюється за допомогою механічних, електронно-механічних чи електронних систем керування двигуном, автоматично (рис. 2.1).

Для двигуна внутрішнього згорання характерна періодична повторюваність робочих циклів. Тому важливим принципом керування двигуном є циклічність керування. Це обумовлює необхідність узгодження частотних параметрів керованих впливів з частотою робочих циклів двигуна. Іншими словами, СКД повинна встигати сприймати інформацію про стан двигуна, обробляти її і передавати відповідні керовані впливи на двигун протягом обмежених у часі тактів робочого циклу (2-3 мс), що накладає жорсткі вимоги на швидкодію СКД.

Як об'єкт керування двигун є нелінійним, оскільки реакція на суму будь-яких зовнішніх впливів не дорівнює сумі реакцій на кожний з впливів окремо. Враховуючи, що двигун звичайно працює на нестационарних (змінних у часі) режимах, виникає проблема оптимального і адаптивного (такого, що автоматично настроюється) керування двигуном. Принципи оптимального і адаптивного керування стало можливим реалізувати завдяки розвитку електронних систем керування.

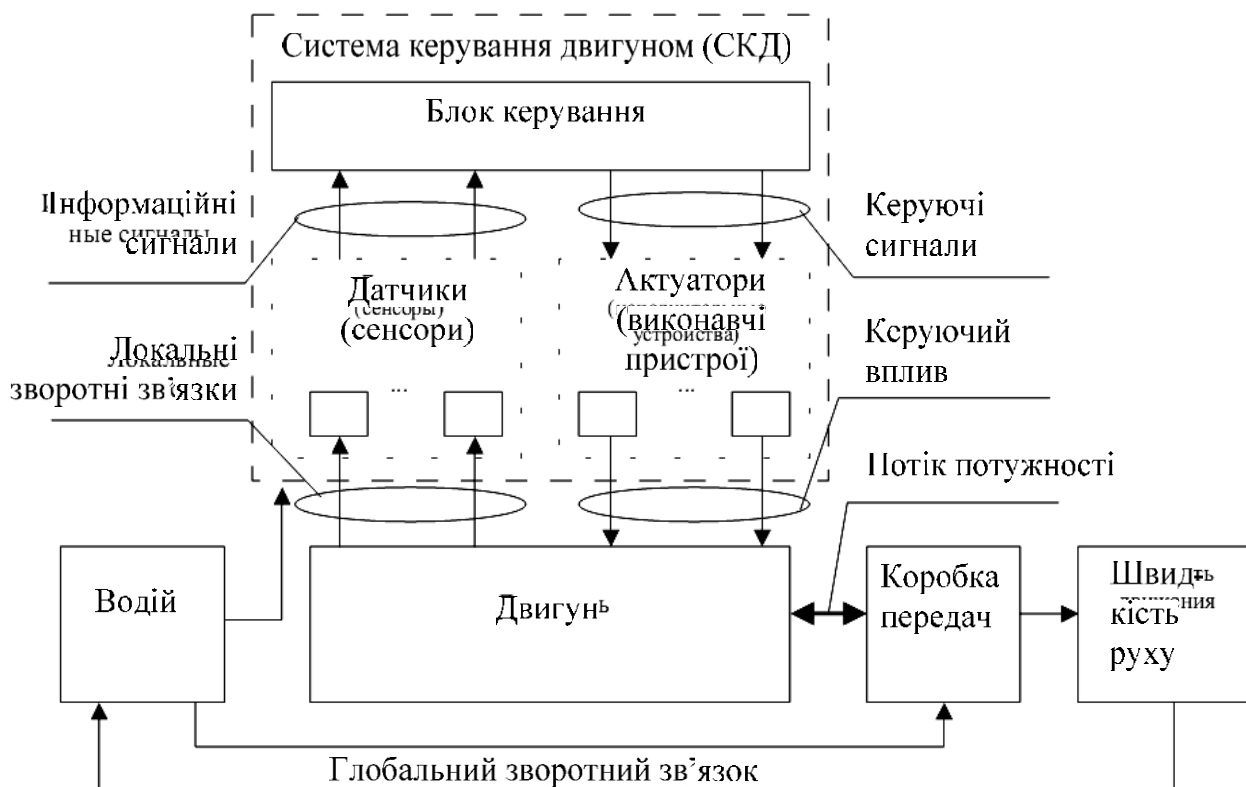


Рисунок 2.1 – Схема процесу керування автомобільним двигуном

Слід відмітити, що для побудови оптимальних адаптивних систем керування потрібна наявність математичних моделей об'єкта керування. Через складність конструкції, наявність допусків на розміри деталей, двигуни однієї і тієї ж моделі мають різні характеристики. Крім того, за конструктивними параметрами відрізняються і окремі циліндри багатоциліндрового двигуна. В зв'язку з цим, загальні, достатньо точні і повні математичні моделі двигунів внутрішнього згоряння в традиційному аналітичному вигляді на даний час відсутні (це характерно для більшості складних технічних систем). Вихід знаходять у побудові емпіричних залежностей між параметрами індивідуальних типів двигунів та поданні їх у формі таблиць. Ці таблиці містять великі об'єми даних і можуть бути використані в системах керування тільки при наявності засобів обчислювальної техніки, яка має достатній об'єм пам'яті та високу обчислювальну потужність.

Автомобільний двигун являє собою багатовимірний об'єкт керування, оскільки число вхідних параметрів у нього більше одного і кожний вхідний параметр впливає на два і більше вихідних. В такому випадку система керування повинна бути багатовимірною. Для багатовимірних об'єктів керування таблиці залежностей між параметрами повинні бути також багатовимірними. Такі таблиці та їх графічне подання називають *характеристичними картами*.

Широке розповсюдження автомобільних двигунів зумовило велике різноманіття їх конструкцій. Це приводить до багатоваріантності систем керування. Так, якщо в карбюраторних системах паливоподачі практично не

використовується електроніка, то сучасні системи впорскування палива створюються лише на основі керування електронними системами. Це приводить, в свою чергу до взаємного впливу розвитку електронної техніки на конструктивну реалізацію проєктованих двигунів.

На основі вищевикладеного сформулюємо основні принципи керування двигуном:

- циклічність керування впливів, синхронізація з тактами робочого циклу двигуна;
- поєднання програмного керування з оберненими зв'язками;
- оптимальність і адаптивність керування.

Критерії керування

Вибір критеріїв керування диктується цілями або цільовими задачами, які вирішуються об'єктом керування.

Автомобільний двигун - складна система, цільові задачі якої відповідають потребам різних груп людей і суперечливі вже хоча б з цієї причини. Так, перед конструктором двигуна стоїть проблема зробити максимально надійний, максимально потужний двигун. Споживач очікує появи на ринку максимально простого в експлуатації, дешевого і економічного автомобіля; відповідних якостей він очікує і від двигуна. Легкий, безшумний, екологічно чистий двигун - вимога борців за охорону навколишнього середовища. Система керування двигуном як система, що забезпечує його оптимальне функціонування, підпорядкована цільовим задачам керованої системи, тобто двигуна.

Вважається, що основне призначення систем керування двигуном полягає в забезпеченні максимальної потужності двигуна при мінімальній витраті палива (енергії) та мінімальному вмісті шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Можна показати, що такої ідеальної системи керування (яка задовольняє одразу всі ці критерії) в природі не існує.

Припустимо, що вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах залежить від якості робочої суміші, яка поступає в циліндри поршневого двигуна. Спочатку якість суміші охарактеризуємо словесно: багата, бідна і нормальна, що відповідно означає надлишок, нестачу і відносно раціональний вміст палива в її складі. Подані на рис. 3.2 залежності потужності і економічності двигуна від якості суміші говорять про те, що максимальну потужність можна отримати при багатій суміші, мінімуму витрати палива - при збідненій.

Принципово неможливо створити таку систему керування, яка одночасно задовольняла б критерії максимуму потужності і мінімуму витрати палива. Принципово - тому, що суміш не може бути і бідною і багатою одночасно.

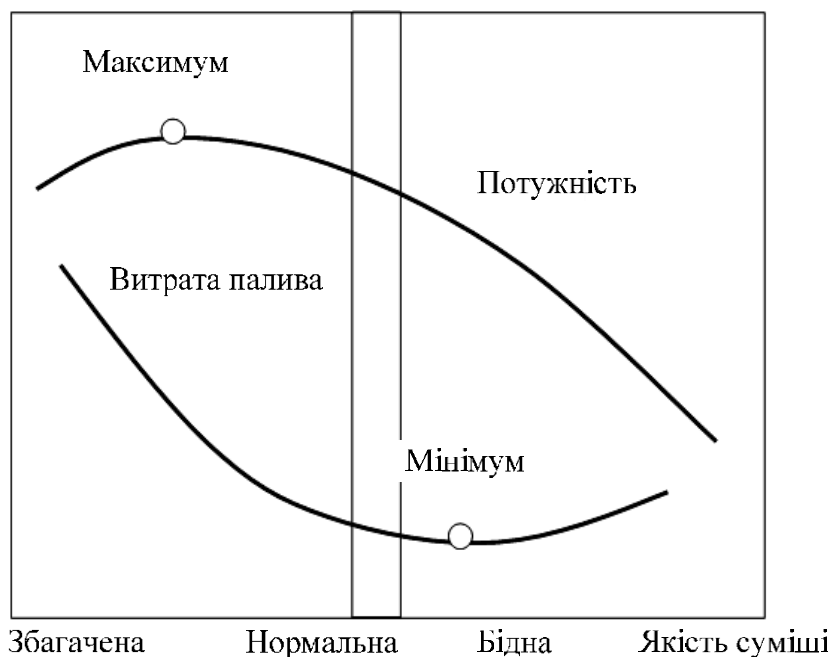


Рисунок 2.2 – Залежність потужності та економічності двигуна від якості суміші

Для збільшення потужності можна пожертвувати деякою кількістю палива, збагачуючи суміш, що, до речі, і роблять на окремих режимах роботи двигуна (наприклад, при запуску, на режимах максимальних навантажень) або на окремих класах автомобілів. Це призводить до інтенсивного утворення нагару, підвищених навантажень на механізми і вузли двигуна і автомобіля та, як наслідок, до різкого зниження надійності двигуна, його ресурсу.

В інтересах підвищення економічності АД деякі виробники спеціально збіднюють робочу суміш. При цьому виникають тенденції до детонації, двигун перегрівається через повільне згоряння палива. У підсумку - той же ефект. Як знайти компроміс між цими вимогами, що взаємно виключають одна одну? Компроміс був знайдений. В його основі - останній з наведених критеріїв - екологічна безпека автомобільного транспорту.

Системи керування створюють насамперед для забезпечення стабільної та екологічно безпечної роботи двигуна.

Таким чином, правильніше було б визначити систему керування двигуном як таку, що намагається забезпечити максимально безпечну (з точки зору охорони навколишнього середовища) роботу двигуна, при прийнятних значеннях потужності та економічності двигуна.

2.2 Параметри керування, що забезпечують потрібну потужність, паливну економічність та екологічність двигунів

В автомобілях як привідні двигуни використовуються переважно двигуни внутрішнього згоряння (теплові двигуни). При цьому хімічно зв'язана в паливі енергія перетворюється в теплову енергію і в результаті дії тиску газу в механічну кінетичну енергію.

Паливо для бензинових і дизельних двигунів складається з різних

вуглеводневих сполук. При згорянні вуглеводні розчіпляються на вуглець і водень та обидва з'єднуються з киснем всмоктуваного повітря. Повітря при нормальних умовах вміщує 21% об'єму кисню.

Повне згорання відбувається, коли з повітрям змішується саме стільки палива, скільки необхідно для окислення з даним киснем. При ідеальному повному згоранні виникають не шкідливі для здоров'я речовини, а двоокис вуглецю і вода.

У реальному процесі разом з нешкідливими вихлопними газами азотом (N), водяною парою (H₂O) і двоокисом вуглецю (CO₂) як продукти неповного згорання з'являються окисли вуглецю (C), частково незгорілі вуглеводні (HC) і чадні гази (NO_x), а також двоокис сірки (SO₂) і сажа.

Шкідливі речовини істотно залежать від процесу згорання. У бензиновому двигуні всмоктується повітряно-паливна суміш і запалюється іскрою незадовго до кінця такту стискування (стороннє запалення). Температура стискування не така висока, щоб наступило самозаймання. Температура самозаймання палива повинна бути відносно високою, щоб суміш не запалала сама по собі при збільшенні температури в результаті стискування. Ця властивість виражається також стійкістю проти детонації. Мірою для цього служить октанове число. Чим вище октанове число, тим вища детонаційна стійкість. Розрізняють октанове число за дослідницьким методом (research octan number (RON)) і октанове число за моторним методом (motor octan number (MON)), які визначаються різними методами. Паливо повинне мати таке октанове число:

- звичайний бензин - мінімум 91 ROZ;
- супер (EurosUPER) - мінімум 95 ROZ;
- супер плюс - мінімум 98 ROZ.

Оцінка пропорції палива і повітря в суміші здійснюється за коефіцієнтом надлишку повітря або так званим коефіцієнтом «лямбда». Коефіцієнт надлишку повітря λ - це відношення всмоктуваної двигуном і потім витраченої кількості повітря L до кількості повітря, необхідної для повного згорання, тобто L / L_T (L_T - теоретична потреба в повітрі).

Якщо у всмоктуване повітря додається більше палива, то виходить багата суміш і вуглеводні згорають лише частково. Вміст HC і C у вихлопному газі відповідно підвищується. При бідній суміші паливо повністю згорає і у вихлопному газі залишається кисень. В результаті поганого згорання знову підвищується частка HC при зростаючій лямбді.

Гази, що виникають головним чином при неповному згоранні, - отруйні і тому світова спільнота ухвалює закони, які обмежують шкоду, що заподіюється автомобільним транспортом атмосфері і людям.

На рис. 2.3 наведені графіки вмісту небезпечних речовин у складі вихлопних газів двигуна внутрішнього згорання, які пояснюють доцільність підтримки значення коефіцієнта, рівним 1 (або близьким до 1).

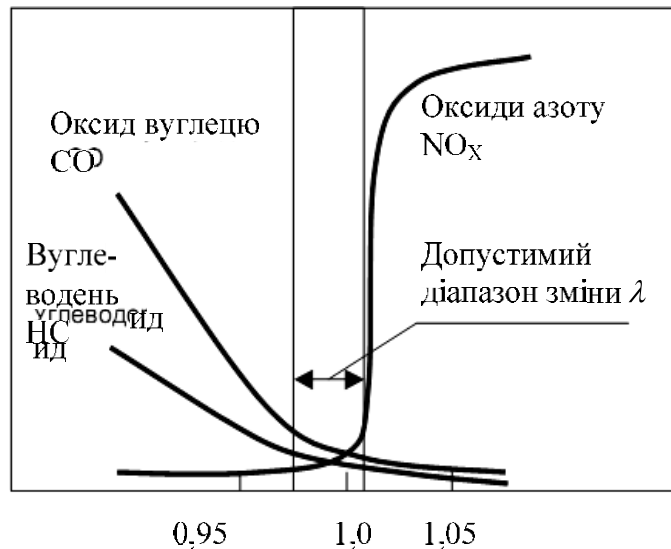


Рисунок 2.3 – Залежність вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах від складу горючої суміші

Потужність, паливна економічність двигуна, його екологічні показники тісно пов'язані з характеристиками згорання робочої суміші в двигуні, які, у свою чергу, залежать від багатьох чинників, і перш за все від таких як:

- конструкція циліндро-поршневої групи;
- турбулентність робочого заряду в циліндрі;
- характеристики палива;
- наявність залишкових вихлопних газів в циліндрі;
- температура робочої суміші;
- енергія запалення суміші;
- встановлення моменту запалення;
- якість приготування робочої суміші.

Якщо перші три чинники залишаються відносно стабільними в процесі експлуатації АД і слабо керовані, то останні п'ять, і перш за все, момент запалення та якість приготування суміші є достатньо динамічними змінними. Ними можна керувати. Правильний підбір параметрів цих чинників може зробити істотний вплив на стабільність роботи АД на всіх його режимах.

2.3 Особливості систем керування бензинових двигунів

На даний час системи керування двигунами автомобілів з іскровим запалюванням палива складаються як мінімум з двох підсистем:

системи керування складом паливної суміші (рис. 2.4), тобто регулювання співвідношення повітря/паливо (системи впорскування);

– системи керування моментом запалювання.

Раніше ці дві системи розвивалися окремо одна від одної. Дослідження характеристик роботи двигуна спільно з вимогами до складу вихлопних газів показують, що ці системи не є незалежними. Наприклад, зміна складу паливної суміші повинна викликати зміну моменту запалювання для забезпечення максимальної ефективності двигуна (за обраним критерієм).

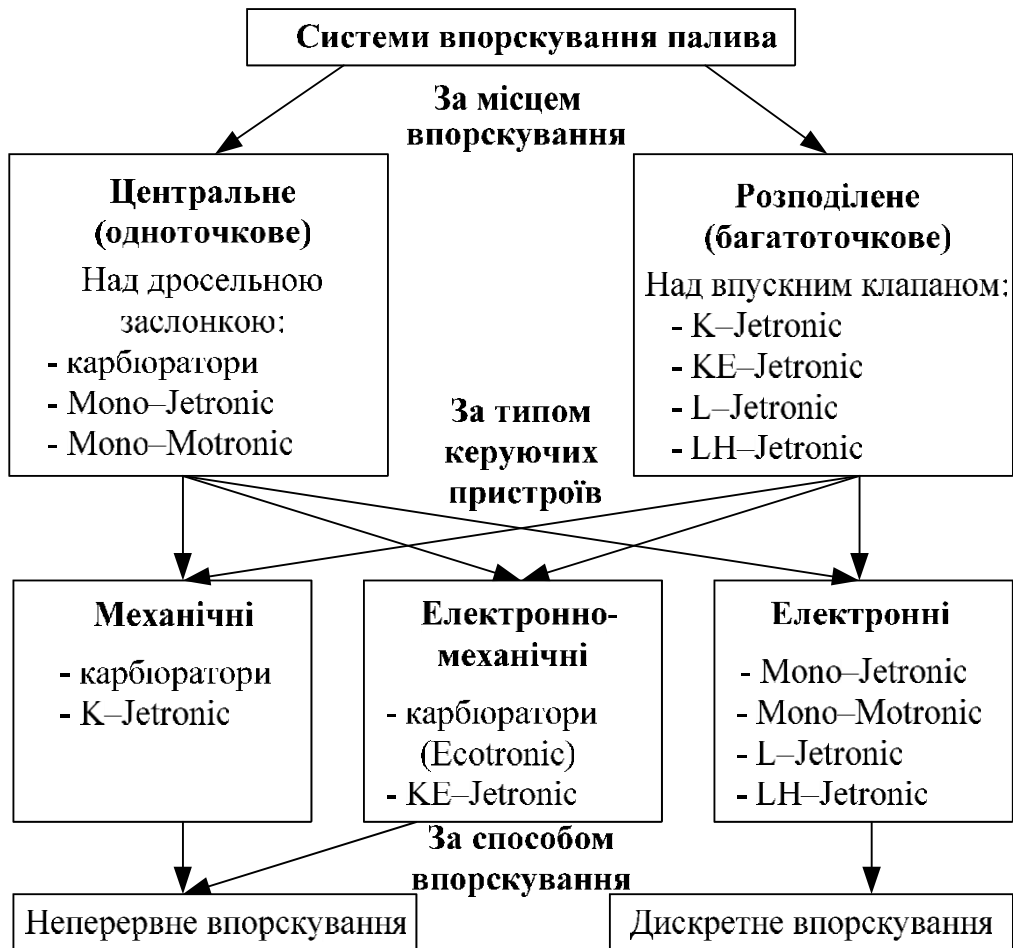


Рисунок 2.4 – Класифікація систем впорскування палива

Для поліпшення якості керування двигуном логічно використовувати один процесор (контролер), який може обробляти вхідні сигнали і виробляти сигнали керування для обох систем одночасно.

Сучасна концепція електронної СКД основана на застосуванні єдиного блока керування системою запалювання і впорскування палива, а також інших систем автомобіля: рульового керування, підресорювання, автоматичної коробки передач, включення і виключення зчеплення, бортової діагностики і ін.

Кожна з систем, керованих контролером, також забезпечується системою захисту від непередбачуваних наслідків у разі відмови контролера.

Керування запалюванням ґрунтоване на визначенні кута випередження запалювання відповідно до інформації, що поступає від датчиків:

- швидкості і положення маховика двигуна;
- тиску і температури повітря у впускному колекторі;
- температури охолоджувальної рідини;
- положення дросельної заслінки;
- напруги в бортовій мережі.

В підсистемі запалювання використовуються карти, записані в постійну пам'ять мікропроцесора. У контролері на основі сигналів від датчиків і оптимізованих характеристичних карт подаються відповідні сигнали випередження запалювання на первинну обмотку котушки запалювання.

Системи впорскування бензинових двигунів відрізняються за місцем утворення паливноповітряної суміші. Існують системи впорскування із зовнішнім і з внутрішнім сумішоутворенням. Розглянемо їх детальніше.

Системи впорскування із зовнішнім сумішоутворенням

В цих системах робоча суміш утворюється за межами камери згоряння, у впускному колекторі. Ця група систем впорскування складається з двох підгруп:

- системи багатоточкового впорскування палива (multi point injection system);
- система односточкового впорскування палива (single point injection system).

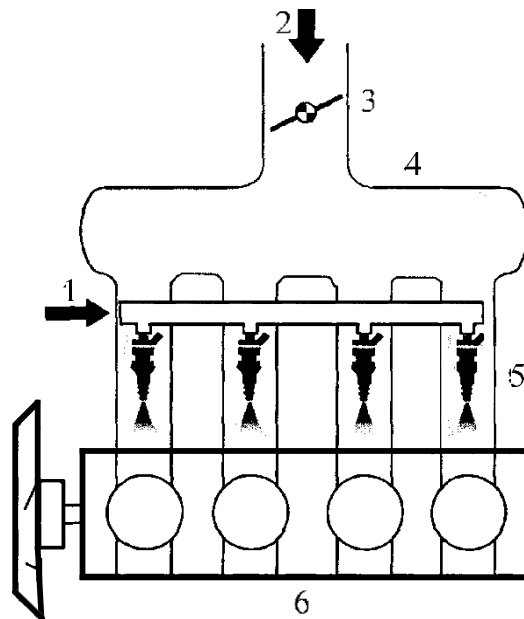
Система багатоточкового впорскування палива

В такій системі кожен циліндр має свою форсунку, паливо впорскується безпосередньо на впускний клапан кожного циліндра (рис. 2.5). Еволюція цієї системи впорскування пройшла такі етапи:

– механічна система впорскування палива К-Jetronic (mechanical injection system). В ній маса впорскуваного палива визначається дозуючим розподільним пристроєм, від якого паливо поступає у форсунку, що відкривається при певному тиску. Потім відбувається постійне впорскування палива;

– електронно-механічна система впорскування палива KE-Jetronic (electronic-mechanical injection system), це та ж система К-Jetronic, доповнена електронікою, що управляє роботою бензонасоса і дозатора- розподільника. Електроніка забезпечує точніше керування впорскуванням в різних режимах роботи двигуна;

електронні системи впорскування палива (electronic injection system) L-Jetronic, LH-Jetronic (і пізніші розробки - інтегровані системи управління двигуном M-Motronic, ME-Motronic). У цих системах забезпечується переривисте (дискретне) впорскування палива через форсунки з електромагнітним керуванням. Кількість впорскуваного палива визначається тривалістю відкриття форсунки при заданому тиску палива.

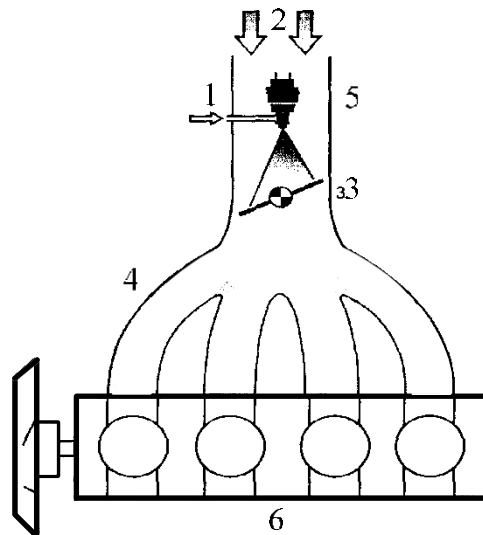


1 - паливна магістраль; 2 – повітря; 3 - дросельна заслінка; 4 - впускний колектор; 5 - форсунка (форсунки); 6 - блок циліндрів

Рисунок 2.5 – Система багатоточкового впорскування палива

Система одноточкового впорскування палива

В цій системі (у Bosch є дві конструкції такого впорскування – Mono-Jetronic і Mono-Motronic) (single point injection system Mono-Jetronic and Mono-Motronic) впорскування здійснюється однією форсункою з електромагнітним керуванням. Основний елемент системи – блок центрального впорскування з електромагнітною форсункою, яка імпульсно впорскує паливо у простір над дроселем (рис. 2.6).



1 – паливна магістраль; 2 – повітря; 3 – дросельна заслінка; 4 – впускний колектор; 5 – форсунка; 6 – блок циліндрів

Рисунок 3.6 – Система одноточкового впорскування палива

Системи впорскування із внутрішнім сумішоутворюванням

Це системи з так званим безпосереднім впорскуванням палива. В них паливо впорскується електромагнітними форсунками безпосередньо в камеру

згоряння кожного циліндра. Такий спосіб впорскування палива дозволяє двигуну працювати на дуже збіднених сумішах, забезпечуючи високу економічність. Ранні реалізації цієї системи впорскування були чисто механічними, найвідоміша з них «Kugelfischer» для автомобілів BMW.

Сучасні системи безпосереднього впорскування реалізуються виробниками в різних конструкціях. Наприклад, у японського виробника Mitsubishi вона називається GDI і встановлюється на автомобілі приблизно з 1997 року. Конструктивно ця система схожа на систему розподіленого впорскування з електронним керуванням (є паливна рампа і електро-магнітні форсунки). В іншого виробника, Toyota, в цій системі використовуються електромагнітні насос-форсунки і конструктивно вона схожа на систему впорскування дизельних двигунів з насос-форсунками.

Система «Bosch Motronic»

«Bosch Motronic» (injection system Bosch Motronic) являє собою систему впорскування, в блок керування якої інтегровані функції двох систем – запалювання і впорскування палива. ECU «Bosch Motronic» (рис. 2.7) за сигналами вхідних датчиків, які фіксують поточний стан і режим роботи двигуна, використовуючи тривимірну характеристику впорскування, що зберігається в пам'яті ECU, обчислює початок і тривалість відкриття форсунки впорскування. Ця система впорскування має підсистему нейтралізації вихлопних газів і підсистему утилізації парів бензину, керування роботою яких здійснюється за даними датчика кисню. Крім того, стандартна сервопривідна підсистема стабілізації обертів холостого ходу доповнена функцією керування за кутом випередження запалювання.

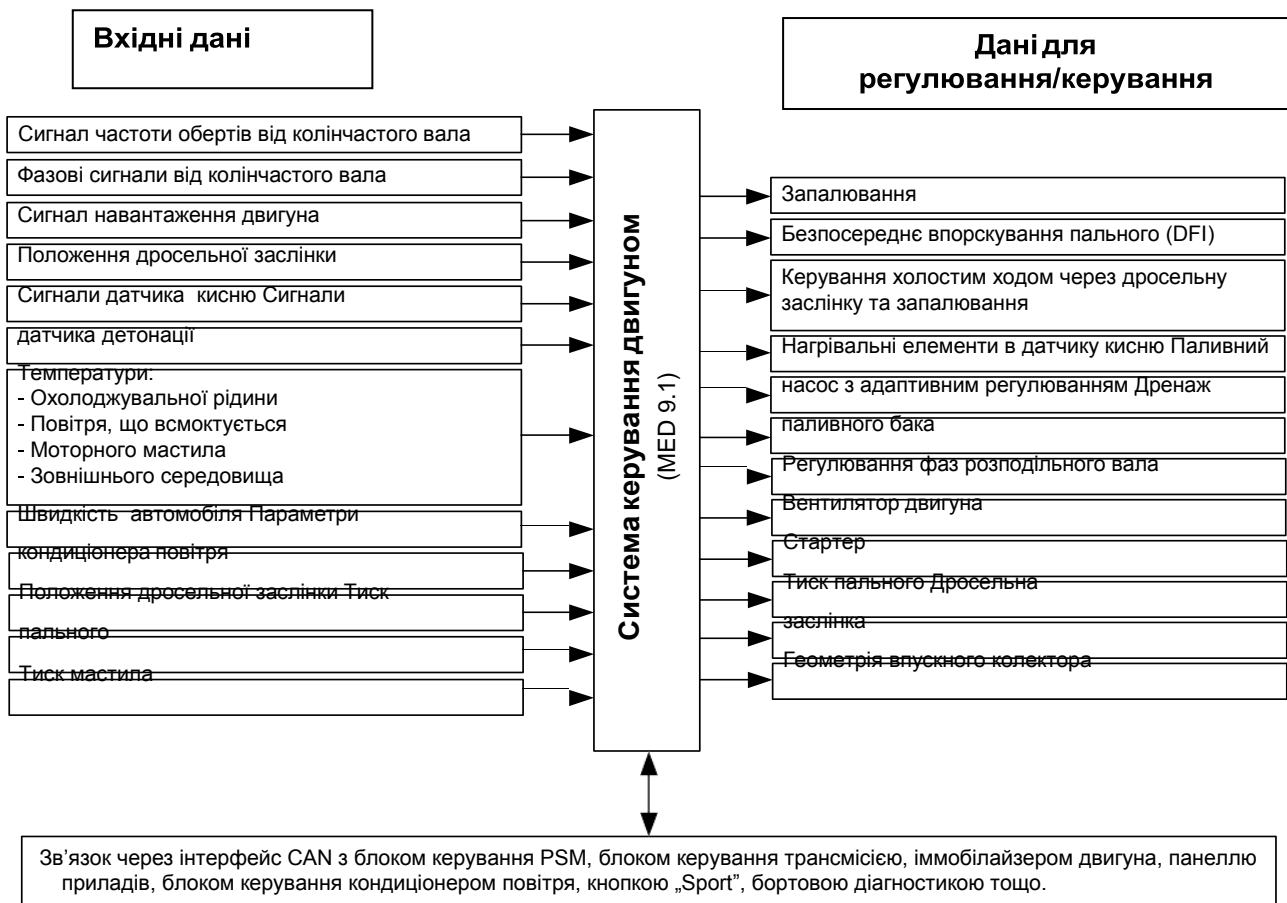


Рисунок 2.7 – Схема інформаційних потоків системи керування двигуном MED 9.1

Важливою особливістю системи «Bosch Motronic» є її здатність адаптуватися до змін зовнішніх умов (температури, вологості, тиску), а також до експлуатаційного зносу деталей самого двигуна (зниження компресії, порушення герметичності впускної системи і т. п.).

2.4 Особливості систем керування дизельних двигунів

Процеси згорання в дизельному двигуні залежать вирішальною мірою від того, як підготовлене паливо системою впорскування. Істотну роль при цьому відіграє паливний насос високого тиску (ПНВТ), що створює тиск палива, під яким воно нагнітається через магістралі високого тиску до форсунок і впорскується ними в камери згорання.

Відмінність систем впорскування дизельних двигунів полягає в механізмі створення високого тиску. На даний час існують такі системи впорскування для дизельного двигуна:

- система з рядним ПНВТ;
- система з розподільним ПНВТ;
- система з індивідуальними ПНВТ;
- система Common Rail (injection system commonrail).

Розглянемо більш детально кожен з цих систем впорскування.

Система впорскування з рядним ПНВТ

Конструкція цього типу має плунжерні пари 4-1 за числом циліндрів. Під час роботи плунжер 4 зміщується у напрямку подачі, який приводиться від двигуна кулачковим валом. Зворотна пружина приводить плунжер в початкове положення. Окремі секції ПНВТ розташовані в ряд – звідси і назва «рядний». Надлишковий тиск створений всередині плунжерної пари відкриває механічну форсунку і відбувається впорскування палива в камеру згоряння. Величина активного ходу плунжера змінюється його поворотом навколо власної осі за допомогою рейки ПНВТ, що дозволяє регулювати величину циклової подачі палива. Рейка керується механічним відцентровим регулятором, а в більш досконалих системах – електроприводом.

Різновидом ПНВТ цього типу є рядні ПНВТ з додатковими втулками 8. Змінюючи її положення за допомогою виконавчого механізму, регулюють момент початку впорскування, незалежно від частоти обертання колінчатого вала.

Система впорскування з розподільним ПНВТ

Насос в такій системі впорскування має єдиний нагнітальний елемент для всіх циліндрів. Паливопідкачувальний насос нагнітає паливо в камеру високого тиску. Високий тиск створюється за допомогою аксіального плунжера або декількох радіальних плунжерів. Обертальний центральний плунжер-розподільник напрямляє паливо через розподільний паз до форсунок. В аксіальному ПНВТ величину циклової подачі визначає положення регулювальної втулки, момент початку впорскування встановлюється поворотом роликів кільця на необхідний кут. В радіальному ПНВТ регулювання моменту початку впорскування встановлюється поворотом кулачкової шайби на необхідний кут. Крім того, це регулювання і керування величиною циклової подачі палива здійснюється електромагнітним клапаном.

Особливістю цієї системи є відсутність (або мінімальна довжина в системі UPS (unit pump system)) магістралі високого тиску, що дозволяє досягати тиску впорскування до 2050 бар і покращити процес впорскування. Є дві конструкції, побудовані за цією системою:

Система впорскування з індивідуальними ПНВТ

Система впорскування UIS (unit injector system). В ній насос і форсунка об'єднані в один агрегат. Привід насос-форсунки здійснюється від кулачка розподільного вала. Регулювання параметрів впорскування відбувається за допомогою електромагнітного клапана високого тиску 3.

Система впорскування UPS (unit pump system). Принципово вона не відрізняється від системи UIS, тільки насос і форсунка не об'єднані в один агрегат, їх з'єднує коротка магістраль. Така конструкція полегшує монтаж системи на двигун і, відповідно, спрощує обслуговування і ремонт системи.

Система впорскування Common Rail

Особливістю конструкції цієї системи впорскування є розділення функцій створення високого тиску і регулювання впорскування. Тиск впорскування створюється і регулюється в автономному ПНВТ 1 незалежно від частоти обертання двигуна і величини циклової подачі палива. Він зберігається

в акумуляторі тиску. Кожний циліндр має електромагнітну форсунку впорскування з клапаном високого тиску. Регулювання впорскування здійснюється електронним блоком керування.

3 КЕРУВАННЯ ТРАНСМІСІЄЮ

Одна з найбільш актуальних проблем сучасного автомобіле-будування - спрощення і полегшення керування автомобілем - не може бути вирішена без автоматизації керування трансмісією. Як показує більш ніж 50-літній досвід створення автоматичних трансмісій, їхнє удосконалювання йде за двома напрямками: автоматизація керування механічними трансмісіями, що складаються зі ступінчатої коробки передач і фрикційного зчеплення (тобто такими трансмісіями, якими обладнується переважна більшість автомобілів, що випускаються), і оснащення автомобілів автоматичними спеціалізованими трансмісіями, які забезпечують найбільш зручне, просте і легке керування, високу комфортабельність автомобіля.

За рівнем автоматизації керування трансмісії можуть бути розділені на напівавтоматичні, котрі автоматизують керування не цілком усією трансмісією, а тільки окремими її вузлами (наприклад, зчепленням), і автоматичні, керовані без участі водія.

Чим вище рівень автоматизації, тим більш складні задачі повинна вирішувати система керування, що, природно, пов'язано з її ускладненням і подорожчанням. Тому автоматичні трансмісії застосовуються переважно в автомобілях більш високих класів, хоча є і конструкції, пропонувані для встановлення на автомобілях малого класу. При цьому основне застосування як автоматичні трансмісії в даний час одержали гідромеханічні передачі. Підвищився інтерес до напівавтоматичних і автоматичних механічних трансмісій.

3.1 Системи керування зчепленням

Зчеплення (clutch) призначене для короткочасного роз'єднання вала двигуна від трансмісії і наступного їх плавного з'єднання, що звичайно необхідно при рушанні автомобіля з місця та після переключення передач під час руху.

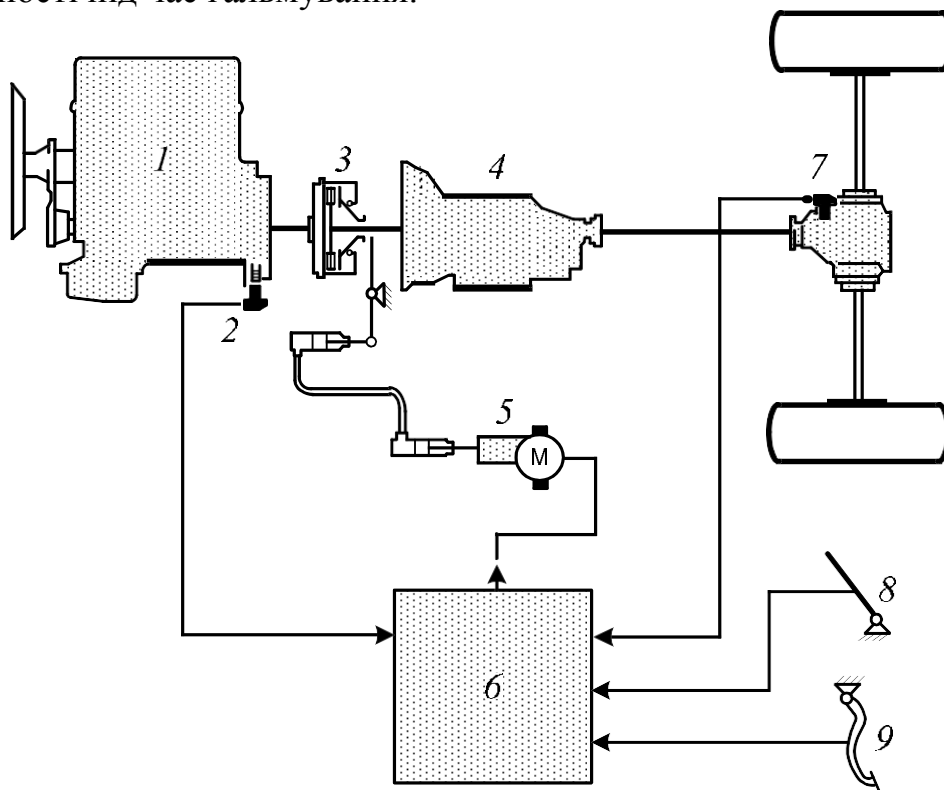
Застосування напівавтоматичних (звичайно із сигналом на вимикання або включення від важеля переключення передач) або автоматичних (звичайно відцентрових) фрикційних зчеплень дозволяє істотно спростити керування автомобілем, усунувши педаль зчеплення і приблизно в два рази [4] зменшивши роботу буксування при рушанні автомобіля з місця.

До напівавтоматичних зчеплень можна віднести, наприклад, зчеплення [3] із зусиллям включення, забезпечуваним електромагнітом. При подачі струму через щітки в кільцеву обмотку електромагніта, що знаходиться в маховику, до останнього притягається ведучий диск із натискним диском, притискаючи натискний диск (clutch pressure plate) до веденого. Якщо ланцюг електромагніта розімкнути, пружини відсунуть натискний диск від веденого диска (clutch driven

plate). Плавність включення забезпечується поступовим наростанням струму в електромагніті.

До автоматичних зчеплень можна віднести відцентрові зчеплення [4, стор. 17 - 24], наприклад колодкові. При збільшенні кутової швидкості вала двигуна закріплені на маховику колодки під дією відцентрових сил притискаються до внутрішньої циліндричної поверхні веденого барабана. При зменшенні кутової швидкості вала двигуна поворотні пружини відводять колодки від барабана.

Автоматичне зчеплення (рис. 3.1) дозволяє здійснювати плавне рушення автомобіля з місця, а також може застосовуватися разом із сервомеханізмом включення з метою забезпечення цілком автоматичного переключення передач. До інших функцій автоматичного зчеплення можна віднести дії із керування стискальним зусиллям під час прискорення автомобіля і з переривання потоку потужності під час гальмування.



1 - двигун; 2 - датчик частоти обертання колінчатого вала двигуна; 3 - зчеплення; 4 - коробка передач; 5 - серводвигун; 6 - блок керування (electronic control unit); 7 - датчик (sensing element) швидкості; 8 - педаль подачі палива; 9 - педаль зчеплення

Рисунок 3.1 – Автоматичне зчеплення

3.2 Автоматичні коробки передач

Коробка передач призначена для зміни передаточного числа трансмісії з метою одержання сил тяги на ведучих колесах і швидкостей руху автомобіля в більш широких межах, чим це може бути здійснено за рахунок зміни режимів роботи двигуна. Крім того, коробка передач дозволяє здійснити рух автомобіля заднім ходом і роз'єднати вал (shaft) двигуна від ведучих коліс

на тривалий час, що необхідно при роботі двигуна на стоянці або при русі накатом.

Автоматичні коробки передач (automatic transmission) виконують операції із перемикання передач без участі водія. Втрати потужності в автоматичній коробці передач істотно більші, ніж у механічній. Однак це компенсується перевагами, пов'язаними з можливістю підтримки роботи двигуна в максимально економічному режимі. Автоматична коробка передач містить:

- гідротрансформатор (hydrotransformer) (завжди використовується в коробках передач легкових автомобілів; на вантажних автомобілях звичайно застосовується конструкція типу Trilok – з доцентровою турбіною): призначений для рушання з місця, збільшення крутного моменту і поглинання крутильних коливань;

- у коробках передач легкових автомобілів (як правило) і вантажних автомобілів (завжди) гідротрансформатор доповнюється блокувальною муфтою (joint box, clutch);

- кілька планетарних механізмів;

- багатодискові фрикціони з гідравлічним приводом, дискові чи стрічкові гальма (призначені для виконання переключень без розриву потоку потужності);

- механізми вільного ходу разом з елементами переключення для оптимального переключення передач;

- систему керування для вибору і плавного переключення передач відповідно до програми, установлюваної водієм автомобіля;

гідронасос із приводом від двигуна: забезпечує тиск, необхідний для роботи елементів переключення, подає рідину до гідротрансформатора, забезпечує змащення й охолодження коробки передач.

Системи керування автоматичних коробок передач, у яких застосовується тільки гідравліка, починають витіснятися системами, у яких поєднуються елементи електроніки і гідравліки (гідравлічний привід зберігається тільки для фрикціонів). До переваг застосування електроніки відносяться:

- можливість установлювати кілька різних програм переключення передач;

- велика плавність включення передачі;

- гнучкість і пристосовуваність до різних типів автомобілів;

- застосування спрощених гідравлічних ланцюгів керування і механізмів вільного ходу.

Вимірювальні перетворювачі системи визначають навантаження, положення важеля переключення передач, положення перемикача програм і режиму "kick-down", а також частоту обертання вала двигуна і веденого вала коробки передач. Блок керування обробляє ці дані відповідно до встановленої програми і виробляє сигнали керування коробкою передач.

Електродинамічні перетворювачі утворюють зв'язок між електронними і гідравлічними ланцюгами, у той час як соленоїдні клапани пускають у хід

фрикціони. При цьому використовуються аналогові чи цифрові регулятори тиску.

Керування переключенням передач. Під час вибору необхідної передачі системою запитуються дані про частоту обертання веденого вала коробки передач і двигуна, перш ніж спрацює відповідний соленоїдний клапан. Водій може вибрати необхідну програму переключення передач, наприклад, для забезпечення максимальної паливної економічності чи максимального швидкісного режиму. У процес переключення передач можна також у будь-який момент утрутитися за допомогою ручного переключення передач важелем.

Інтелектуальні програми переключення передач оптимізують керування автомобілем, поповнюючи стандартні дані керування коробкою передач допоміжними параметрами, такими, як поздовжнє і поперечне прискорення і швидкість переміщення педаль гальма і подачі палива. Складна програма керування дозволяє вибрати відповідну передачу як для поточних умов руху автомобіля, так і для стилю керування. Наприклад: Porsche Tiptronic забезпечується коробкою передач ZF 4 HP 22, що працює за програмою інтелектуального перемикачання передач. У даній системі поєднуються режими автоматичного та активного індивідуального керування автомобілем.

На додаток до стандартних положень переключень важіль переключення передач може переходити до другої (рівнобіжної) логічної схеми, при якій простого легкого переміщення важеля поштовхом досить для того, щоб негайно змінити передачу (якщо при цьому не буде перевищена частота обертання вала двигуна).

Блокування гідротрансформатора. Механічна блокувальна муфта може використовуватися для підвищення ефективності роботи коробки передач за рахунок усунення проковзування в гідротрансформаторі. Змінними параметрами, використовуваними для визначення умов спрацьовування блокування гідротрансформатора, є навантаження на двигун і частота обертання веденого вала коробки передач.

Контроль якості перемикачання. Точність, з якою тиск у фрикційних елементах регулюється в залежності від величини переданого крутного моменту впливає на якість перемикачання; цей тиск установлюється за допомогою спеціального регулятора. Плавність переключення передач може підвищуватися за рахунок короткочасного зниження вихідної потужності двигуна на період переключення передач.

Захисні кола. Передбачені для виключення ушкоджень коробки передач, пов'язаних з помилкою водія, при цьому система на помилкові функції в електричній схемі спрацьовує за допомогою повернення до запасного режиму.

Кінцеві елементи керування. Елементи електрогідравлічного перетворення, такі як соленоїдні клапани і регулятори тиску, забезпечують зв'язок між електронними схемами і гідравлічними ланцюгами.

3.3 Повнопривідні автомобілі

Схема компоновання з приводом на всі колеса покращує тягове зусилля легкових автомобілів, позашляховиків та вантажних автомобілів на мокрих та ковзних дорожніх покриттях та нерівній місцевості.

В автомобілях з постійним повним приводом та розподіленням крутного моменту порівно між ведучими осями використовується конічний диференціал або планетарний механізм. Розподіл крутного моменту змінюється за допомогою автоматичних або керованих диференціалів підвищеного тертя.

Керування повним приводом (з жорстким приводом на передній і задній мості, в'язкістю муфтою чи роздавальною коробкою) включає блокування диференціала в головній передачі і роздавальній коробці (яка має понижувальну передачу для руху на крутих уклоніах, при низьких швидкостях і для передачі високих крутних моментів).

В'язкісна муфта (герметизований багатодисковий механізм з високов'язкою кремнійорганічною рідиною) являє собою ще один засіб приведення в дію приводу на всі колеса. Як тільки граничне тягове зусилля на постійно підключеному мосту перевищується, муфта, реагуючи на збільшення проковзування, починає передавати крутний момент до другого ведучого моста.

На більш сучасних автомобілях почали застосовувати додаткове блокування диференціала в роздавальній коробці, яке здійснюється відповідно до інтелектуально контролюваного функціонування гальм.

Самоблокувальні диференціали, в яких автоматично діє пристрій, що перешкоджає відноному обертанню ведених ланок, поступово витісняються електронними системами, наприклад, системою контролю тягового зусилля (traction control system (TCS)). Така система забезпечує сповільнення провертання колеса шляхом використання гальм – коли потужність продовжує передаватись від трансмісії до пригальмованого колеса.

4 СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПІДВІСКОЮ

4.1 Призначення та особливості будови електронних систем керування підвіскою

Підвіска забезпечує пружний зв'язок рами або кузова з колесами, пом'якшуючи поштовхи та удари, виникаючі при наїзді коліс на нерівності, передаючи всі сили і моменти між колесами і рамою.

Електронні системи автоматичного керування підвіскою призначені для підвищення безпеки і комфортабельності автомобіля шляхом автоматичної зміни пружності ресор і опору амортизаторів. Підвищення безпеки забезпечується шляхом збільшення жорсткості підвіски при русі з великою швидкістю по хороших дорогах, що зменшує крен автомобіля при виконанні поворотів та осідання при рушанні з місця, перемиканні передач і гальмуванні. Підвищення комфортності досягається шляхом зменшення жорсткості підвіски при русі з невеликою швидкістю, особливо по поганих дорогах. Крім того, зменшення крену і осідання кузова також дещо підвищує комфортність

автомобіля. Електронний блок керування підвіскою працює на основі сигналів, що надходять від датчиків швидкості, положення рульового колеса, інтенсивності гальмування, кута відкриття дросельної заслінки, рівня кузова та тиску в системі (рис. 4.1).

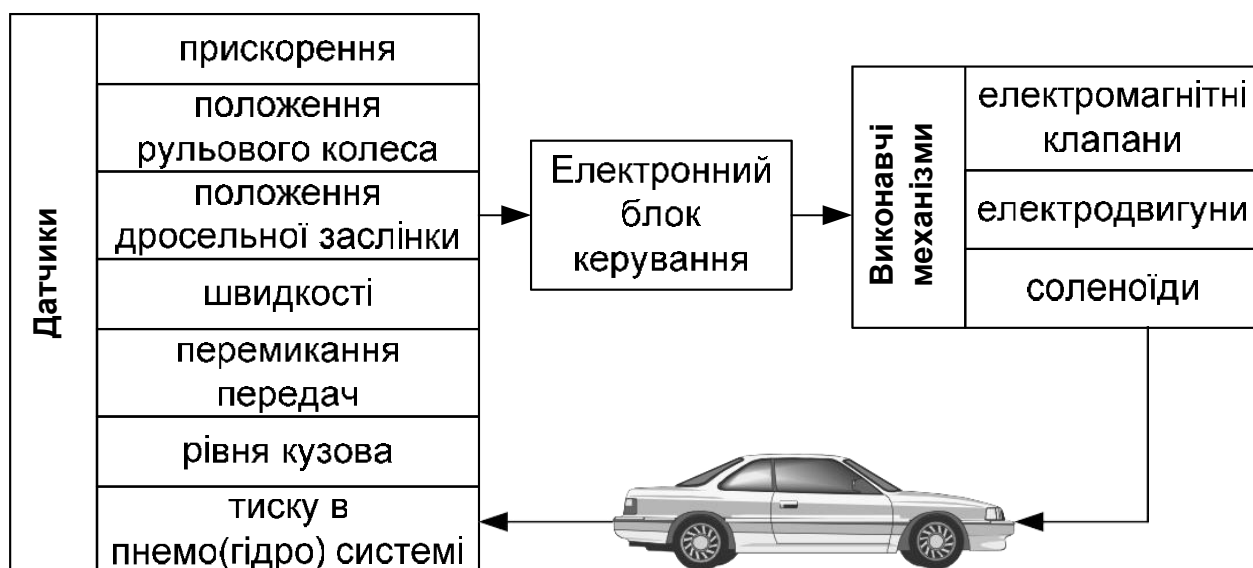


Рисунок 4.1 – Структурна схема електронного керування підвіскою

Такі показники роботи підвіски як жорсткість пружних елементів, інтенсивність демпфірування та зміна положення кузова по висоті взаємозалежні. Вирішити проблему розділення показників дозволяє гідропневматична система підвіски, в якій керування гідравлічними та пневматичними елементами відбувається незалежно одне від одного. При цьому для роботи системи потрібна подача енергії для приводу гідронасоса біля 4 кВт. Керування датчиками, що фіксують стан окремих елементів системи підвіски, наприклад, положення коліс відносно кузова і виконавчими механізмами, наприклад, клапанами з електромагнітним керуванням, відбувається за допомогою бортової ЕОМ (мікропроцесора) відповідно до програми, а також з врахуванням команди водія.

4.2 Керовані системи підвісок

Регулювання підвіски полягає в зміні її характеристик і параметрів при зміні ваги перевезеного вантажу чи дорожніх умов (системи вирівнювання навантаження). Воно здійснюється в пневматичних і гідропневматичних підвісках, де застосовують автоматичні регулятори положення кузова і регулятори жорсткості підвіски [5].

Системи, що частково навантажуються

Використання нежорстких пружин приводить до збільшення стиску підвіски автомобіля під навантаженням. Для того, щоб зберегти висоту кузова автомобіля на прийнятному рівні, використовуються допоміжні пневматичні чи гідропневматичні пружини.

Система також може містити в собі електронні блоки керування вирівнювання навантаження, що діють на соленоїдні клапани. Переваги електронного керування:

- зменшена витрата енергії через усунення проміжних циклів під час гальмування, прискорення і при русі на поворотах;
- реагування системи на збільшення швидкості руху автомобіля зменшенням висоти підвіски для економії палива;
- підвищення висоти підвіски під час руху на незадовільних дорожніх покриттях; підвищена стійкість руху на поворотах, що досягається шляхом поперечного блокування елементів підвіски на одній осі.

Додаткові переваги для вантажних автомобілів великої вантажопідйомності:

- зміна висоти підвіски для заміни кузовів і контейнерів;
- висота транспортного засобу може регулюватися, наприклад, для вирівнювання вантажонесучої поверхні з навантажувальною платформою;
- керування піднімальною віссю: піднімальна вісь автоматично опускається, коли перевищується максимальне навантаження на вісь; піднімальна вісь піднімається на короткий час (2...3 хвилини) з метою підвищення навантаження на ведучу вісь (збільшення стискального зусилля).

Цілоком навантажені системи підвіски

Пружна дія забезпечується за допомогою газового елемента підвіски, у якій відсутні спіральні пружини (рис. 5.4). Керованими можуть бути одна чи обидві осі автомобіля. Якщо необхідно керувати всіма осями, система повинна містити електронний блок керування зі спеціальною програмою керування, що враховує такі фактори, як зміна навантаження на вісь, щоб запобігти нахилу автомобіля чи його перекидання, і в той же час розпізнавати системні помилки.

Розімкнута система

Переваги: порівняно прості конструкція і керування. *Недоліки:* висока вихідна потужність компресора, необхідна для коротких періодів часу активного керування; необхідність забезпечення осушення повітря; шум під час періодів всмоктування і випуску.

Замкнута система

Переваги: низька вихідна потужність компресора (мінімальний перепад тиску між акумулятором і елементом підвіски), відсутність осушувача. *Недоліки:* відносно складна конструкція.

Пневмоамортизатори по масі значно менші, ніж гідропневмоамортизатори.

Активна підвіска

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

Конструкції, що містять гідравлічний циліндр

За допомогою зовнішнього джерела генерується енергія для прискорених регулювань роботи гідравлічного циліндра, датчиками забезпечується зв'язок між циліндром і кузовом автомобіля. Датчики колісного

навантаження, переміщення і прискорення передають сигнали електронному блоку керування (ECU) у межах декількох мілісекунд.

Система керування дозволяє досягти постійного навантаження на колесо з підтримкою незмінної середньої висоти автомобіля. Сталеві пружини чи гідропневматичні елементи підвіски використовуються для підтримки статичного навантаження на колесо.

Конструкції гідропневматичних підвісок

Структурні коливання регулюються за допомогою розподілу потоків гідравлічної рідини в гідропневматичному контурі підвіски. З метою зменшення потреб в енергії дія системи обмежується згладжуванням нерегулярних низьких частот коливань; газовий акумулятор з'єднаний з гідроциліндром і гасить коливання більш високих частот.

Конструкції пневматичних підвісок

Рух кузова контролюється регулюванням подачі повітря до пневматичних амортизаторів. Замкнуті системи амортизаторів обмежуються керуванням низькочастотних коливань і коливань від рульового керування. Оскільки системою врівноважуються поперечні сили, вона допускає застосування пружин.

4.3 Електронне керування жорсткістю підвіски, амортизаторами та регулювання висоти кузова

Для швидкого погашення коливань в підвісці крім пружних елементів передбачені гідравлічні демпфери (амортизатори).

Демпфери коливань існують в різних виконаннях, але їх функції та основні принципи дії однакові. В автомобілебудуванні переважно використовуються гідромеханічні демпфери, виконані у вигляді телескопічного амортизатора, оскільки його встановлення завдяки невеликим розмірам, малому взаємному тертю рухомих деталей, точному демпфіруванню і простій конструкції є оптимальним.

Телескопічні амортизатори перетворюють коливання кузова і підвіски в тепло. Вони прикріплюються до кузова й осі за допомогою еластичних елементів для зменшення шуму.

Автоматичне керування амортизатором полягає в зміні опору перетіканню рідини в амортизаторах шляхом зміни діаметрів жиклерів або в'язкості рідини. Найбільш типовими функціями амортизатора є протидія осіданню автомобіля при різких прискореннях і перемиканням передач, «пірнанню» при різкому гальмуванні, крену при різких поворотах й ін.

Зміна розмірів пропускного отвору виконується частіше за допомогою електродвигуна або соленоїда, а в деяких випадках - електродвигуном соленоїда.

Звичайно передбачаються три режими регулювання опору амортизатора: малий, середній й великий. Для зміни опору амортизатора при поворотах автомобіля необхідно знати положення рульового колеса. Тому на валу рульового колеса встановлюється датчик, що реагує не тільки на кут повороту, але й на напрямок повороту.

Електронний блок керування (ЕБК) силою опору амортизаторів виконується на цифрових схемах. Всі вхідні сигнали є цифровими й надходять у мікроЕОМ через схеми вхідної обробки, що формують сигнали. Вихідні сигнали ЕБК подаються на виконавчі механізми керування режимами роботи амортизаторів і на індикатори, що показують рівень сили опору. Ці сигнали надходять через схеми вихідної обробки від мікроЕОМ.

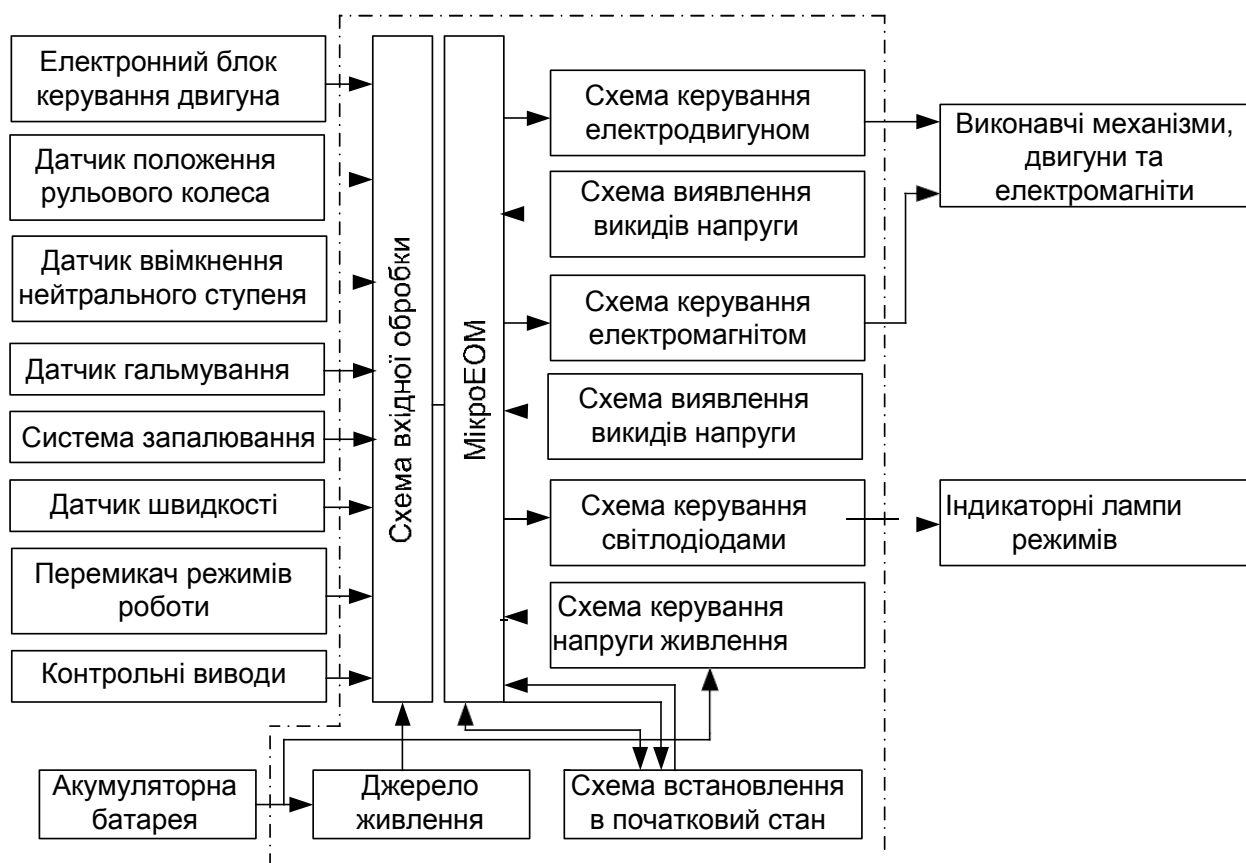


Рисунок 4.2 – Структурна схема ЕБК амортизатором

У схемах керування виконавчими механізмами передбачаються засоби забезпечення роботоздатності з появою помилок від викидів напруги й захист від перевантаження по струму.

Джерела живлення перетворюють напругу бортової мережі в напругу 5В, необхідну для роботи інтегральних схем.

На виконання основної програми витрачається 4 мс. За цей час ЕОМ обробляє вхідні сигнали від датчиків і подає вихідні на виконавчі механізми. Чим коротше час виконання основної програми, тим вища швидкість ЕБК.

Такий принцип керування амортизатором використовується в активній гідропневматичній підвісці Hydractive [6].

При використанні пневматичних пружних елементів регулювання жорсткості амортизатора здійснюється за допомогою клапана PDC (pneumatic damping control clapper) - пневматичне регулювання демпфірування).

Клапан PDC (рис. 4.3) змінює гідравлічний опір між робочими камерами 1 і 2. Робоча камера 1 за допомогою отворів з'єднана з клапаном PDC. При

низькому тиску в пневматичному пружному елементі (умови навантаження – споряджений автомобіль або з невеликим частковим навантаженням) клапан PDC має малий гідравлічний опір, завдяки чому частина мастила спрямовується в обхід відповідного клапана демпфірування. Тим самим зменшується зусилля демпфірування. Гідравлічний опір клапана PDC знаходиться в певній залежності від тиску в пневматичному пружному елементі.

Зусилля демпфірування залежить від гідравлічного опору відповідного клапана демпфірування (стиснення/відбій), а також клапана PDC.

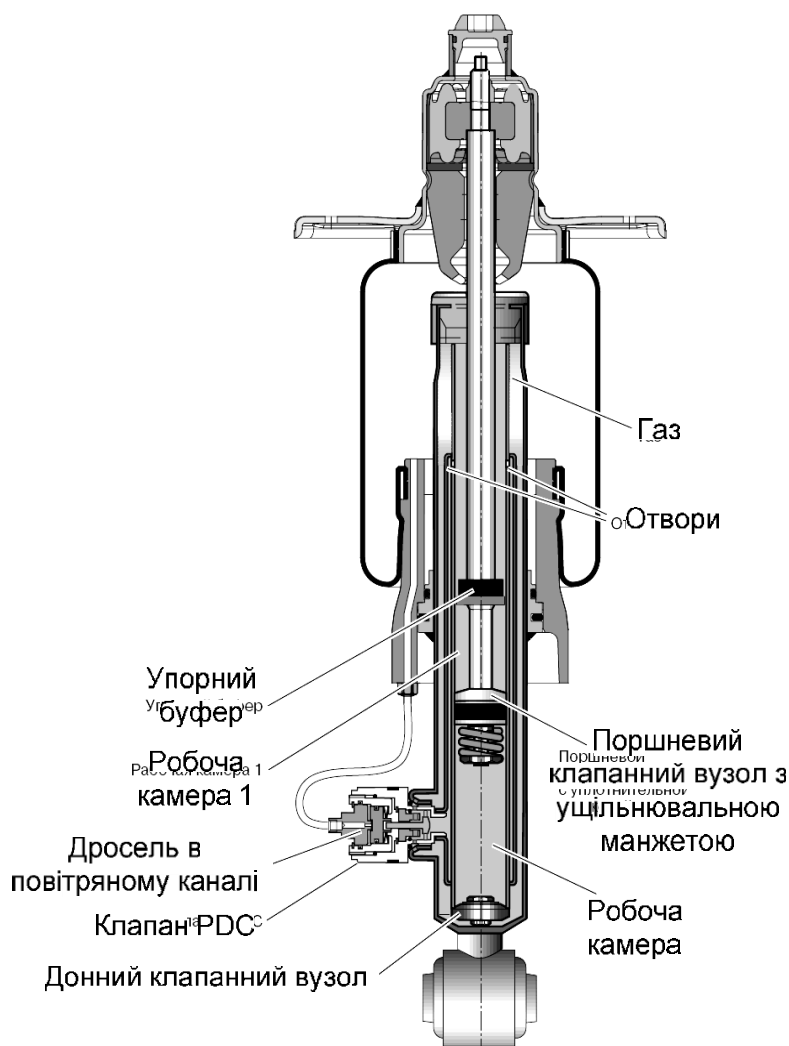


Рисунок 4.3 – Будова клапана PDC

Керування висотою кузова забезпечується звичайно за допомогою пневматичних пружних елементів, установлених на всіх чотирьох або тільки двох задніх колесах.

Пневмопідвіска є повністю несучою підвіскою з регулюванням рівня, звичайними амортизаторами на передній осі та регульованими в залежності від навантаження амортизаторами задньої осі. Дорожній просвіт в області кожного колеса автомобіля визначається за допомогою 4-х датчиків регулювання дорожнього просвіта. Пневматичний пружний елемент кожного стояка має

власний запірний клапан, таким чином, підвіска кожного колеса регулюється індивідуально.

Система дозволяє встановлювати 4-ри фіксованих рівні дорожнього просвіту автомобіля в діапазоні 142-208 мм. Їх встановлення може здійснюватись автоматично або вручну. Крім того, в пневмопідвісці використовується ресивер, застосування якого підвищує готовність системи до роботи, зменшує шум і знижує затрати на електроживлення.

Регулювання висоти кузова автомобіля здійснює ЕБК. Сигнал від датчиків висоти надходить в ЕБК. Якщо поточна висота відрізняється від номінальної, ЕБК регулює тиск у пружних елементах, включаючи електродвигун компресора (для збільшення тиску) або соленоїд випускного клапана (для зменшення тиску). У такий спосіб забезпечується постійна незалежна від навантаження на підвіску висота кузова.

Як датчик висоти можуть використатися фотоелементи, геркони або інші перетворювачі неелектричного показника (шляху) в електричний. Для цих цілей доцільно використовувати такі датчики, які б виробляли П – подібні імпульси, а не аналогові сигнали (наприклад, резистори), тому що в останньому випадку їх все одно необхідно перетворювати в цифрові.

Якби кузов просто опускався або піднімався, то сигнал датчика, що надходить в ЕБК, був би просто перетворений у керуючий імпульс. Але під час руху автомобіля кузов коливається, тобто то опускається, то піднімається. У зв'язку із цим сигнал датчика вводиться в ЕБК через кожні декілька мілісекунд. Електронний блок підраховує число тих або інших станів висоти і за частотою стану (їх процентним співвідношенням) робить висновок про поточне значення висоти. Залежно від положення дверей (закриті або відкриті) ЕБК визначає – відбувається посадка або рух. При посадці висота визначається протягом короткого інтервалу часу (2,5 с), а при русі - за більш тривалий час (20 с). Наприклад, якщо під час руху сигнал висоти протягом 20 с перебуває в області «дуже високе положення кузова» в 80% випадків і більше, то приводиться в дію випускний клапан. Якщо ж протягом 20 с сигнал висоти виявляється в області «дуже низьке» або «низьке положення кузова» більш ніж в 10% випадків, то зниження припиняється. Підйом й опускання при посадці забезпечуються аналогічно.

Керування жорсткістю підвіски необхідне для підвищення безпеки та комфортабельності автомобіля і може бути забезпечене на пневматичних або гідропневматичних підвісках.

На легкових автомобілях як пружні елементи використовуються пневмобалони рукавного типу (рис. 4.4). При малих габаритах така конструкція забезпечує велику деформацію пружного елемента.

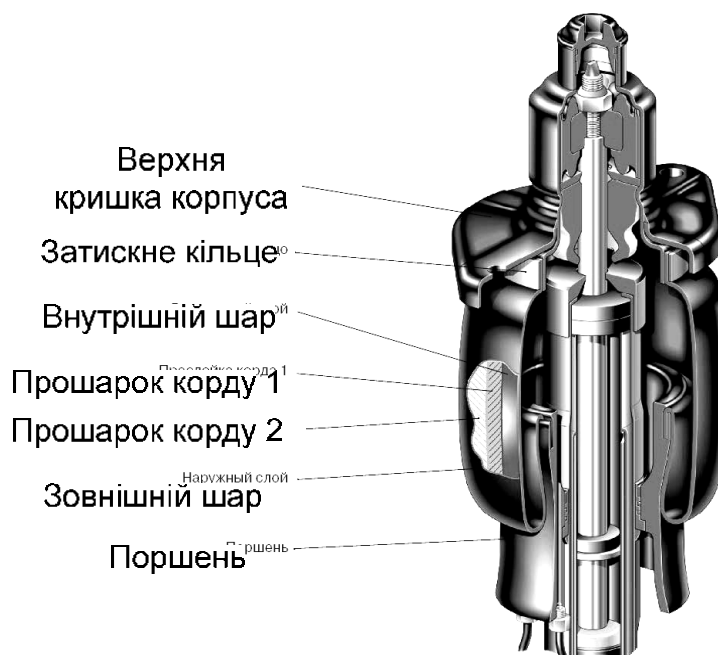


Рисунок 4.4 – Схема пневматичного пружного елемента, виконаного співвісно з амортизатором

Як видно з рис. 4.4, пневматичний пружний елемент складається з верхньої кришки корпусу, гумокордного рукавного елемента, поршня (нижньої кришки корпусу) та затискного кільця. Зовнішній та внутрішній шар виготовляють з високоякісного еластомера. Матеріал стійкий до будь-яких атмосферних впливів і є мастилостійким. Внутрішній шар повітронепроникний. Каркас сприймає зусилля, які виникають завдяки внутрішньому тиску в пневмобалоні.

Пневмобалони не повинні стискатись або розтискатись, коли в них немає тиску, оскільки при цьому манжета не може правильно розкочуватись по поршню (можливі її пошкодження). На автомобілі з пневмобалонами, в яких відсутній тиск, перед тим, як підняти чи опустити його (наприклад, за допомогою підйомника чи домкратів), необхідно створити тиск в пневмобалонах з використанням діагностичного тестера.

Чим менша жорсткість підвіски, тим менші коливання кузова й тим вища комфортабельність автомобіля. Жорсткість пневматичної або гідропневматичної підвіски можна зробити досить малою, однак це чревато появою поздовжніх коливань. Із цієї причини керування жорсткістю підвіски в більшості випадків комбінують із керуванням висотою кузова та силою опору амортизаторів. Структурна схема керування жорсткістю підвіски автомобіля подана на рис. 4.5.

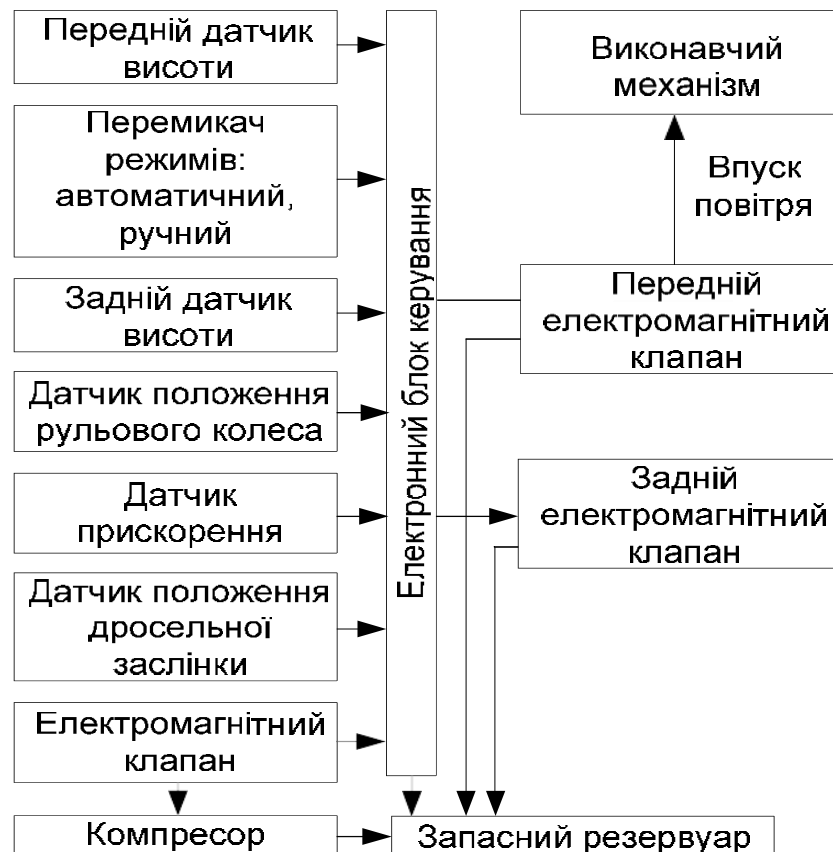


Рисунок 4.5 – Структурна схема керування жорсткістю підвіски автомобіля Toyota

5 КЕРУВАННЯ ГАЛЬМОВИМИ СИСТЕМАМИ

5.1 Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та способи її передачі

Гальма призначені для ефективного сповільнення автомобіля аж до зупинки і для утримання його в нерухомому стані. Електронні системи, які забезпечують керування гальмами з метою підвищення ефективності їх роботи, за функціональним призначенням, можуть бути класифікованими на антиблокувальні, регулювання гальмових сил та повністю електронні.

В залежності від виду енергії, що використовується для керування гальмовими системами (рис. 5.1), останні поділяються на мускульні, енергопостачальні, безмускульні та інерційні.

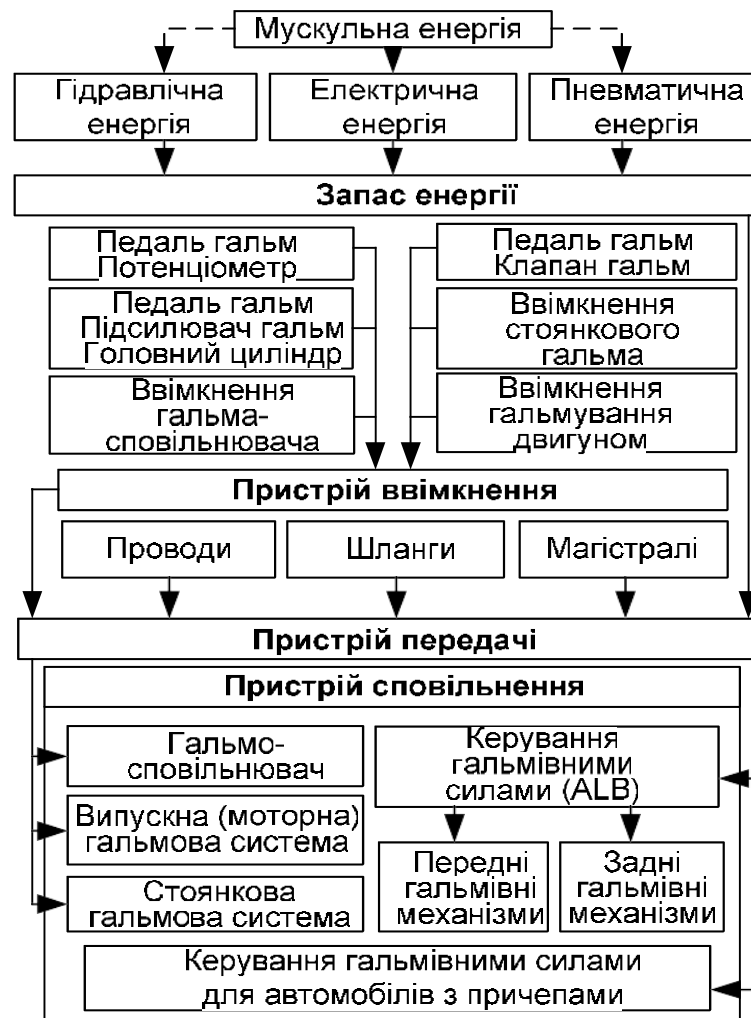


Рисунок 5.1 – Схема гальмової системи (вантажний автомобіль-тягач)

Різноманітні гальмівні системи можуть встановлюватись у різних сполученнях. В енергопостачальних гальмівних системах в деякій мірі використовують силу натиснення на педаль. Енергопостачальні та безмускульні системи розрізняються не тільки за видом енергії, а і за фізичним середовищем, яке використовується для передачі енергії. Найчастіше використовують пневматичний і гідравлічний види енергії, в перспективі знайде широке застосування електричний.

5.2 Антиблокувальні системи

Антиблокувальні системи автомобілів являють собою системи, оснащені пристроями керування зі зворотним зв'язком, що запобігають блокуванню коліс під час гальмування і зберігають керованість і курсову стійкість автомобіля. Основними компонентами ABS є: гідромодулятор; датчики швидкості обертання коліс; електронний блок керування.

При розробці системи ABS беруть до уваги:

- варіанти зчеплення між шиною і дорогою;
- нерівності дорожнього покриття, що викликають коливання коліс і осей;

- гальмівний гістерезис;
- зміни тиску в головному гальмовому циліндрі при впливі водія на педаль гальма;
- зміни радіуса колеса (при встановленні запасного колеса). Критерії якості керування:
 - підтримка курсової стійкості під час керування автомобілем шляхом забезпечення достатньої величини поперечної сили зчеплення на задніх колесах;
 - підтримка керованості автомобіля шляхом забезпечення достатньої поперечної сили зчеплення на передніх колесах;
 - зменшення гальмівного шляху в порівнянні з гальмуванням із заблокованими колісьми;
 - швидка зміна гальмівних моментів для різних коефіцієнтів зчеплення, наприклад, коли автомобіль рухається через невеликі ділянки льоду на дорожнім покритті;
 - контроль низьких амплітуд зміни гальмівного моменту з метою попередження вібрацій у зубчастих передачах;
 - високий рівень комфорту руху в результаті незначного впливу зворотного зв'язку на педаль гальма і застосування безшумних виконавчих механізмів.

Незалежно від конструкції АБС має складатися з таких елементів:

- датчики, функцією яких є видача інформації, в залежності від прийнятої системи регулювання, про кутову швидкість колеса, тиск робочого тіла гальмівному приводі, сповільнення автомобіля та ін.;
- блок керування, зазвичай електронний, куди поступає інформація від датчиків, який після логічної обробки отриманої інформації дає команду виконуючим механізмам;
- виконуючі механізми, (модулятори тиску), які в залежності від отриманої з блока керування команди, знижують, підвищують чи підтримують на постійному рівні тиск в гальмівному приводі коліс.

Процес регулювання гальмування колеса за допомогою АБС – циклічний. Пов'язано це з інерційністю самого колеса, приводу, а також елементів АБС. Якість регулювання оцінюється за тим, наскільки АБС забезпечує проковзування загальмованого колеса в заданих межах. При великому діапазоні циклічних коливань тиску порушується комфортабельність при гальмуванні (“смикання”), а елементи автомобіля сприймають додаткові навантаження. Якість роботи АБС залежить від прийнятого принципу регулювання (“алгоритму функціонування”), а також від швидкодії системи в цілому. Швидкодія визначає циклічну частоту зміни гальмівного моменту. Важливою властивістю АБС повинна бути здатність пристосовуватися до зміни умов гальмування (адаптивність) і до зміни коефіцієнта зчеплення в процесі гальмування.

Розроблено велику кількість принципів, згідно з якими працюють АБС (алгоритмів функціонування). Вони відрізняються за складністю, вартістю

реалізацією і за ступенем задоволення поставлених вимог.

Розглянемо процес роботи АБС з алгоритмом функціонування за сповільненням загальмованого колеса.

5.3 Системи регулювання гальмівних зусиль

Система регулювання гальмівних зусиль (electronic stability program (ESP) - вона ж VDC, VSC, DSC, ATTS, VSA) - найбільш складний пристрій, який керує роботою антиблокувальної та антипробуксовної систем, контролює тягу і керує дросельною заслінкою (рис. 6.4, табл. 6.2). Блок електронного керування використовує інформацію від датчиків, які відслідковують роботу двигуна і трансмісії, швидкість обертання кожного колеса, тиск в гальмовій системі, кут повороту руля, поперечне прискорення. Ситуація оцінюється, обчислюється зусилля гальмування для кожного колеса, виконавчі механізми отримують команду. Процесор ESP пов'язаний з блоком електронного керування двигуном, що дозволяє коректувати потужність та оберти колінчатого вала.

За підсумками нових досліджень, проведених Університетом Айови при активній участі Національної адміністрації безпеки руху США (NHTSA), виявилось, що наявність системи курсової стійкості ESP в автомобілі значно знижує імовірність виникнення серйозної аварії. В рамках цих досліджень звичайним водіям пропонувалось пройти випробування на спеціальному автомобільному симуляторі National Advanced Driving Simulator (NADS), який імітував виникнення аварійної ситуації на дорозі при керуванні автомобілем із системою ESP та без неї. В результаті виявилось, що кількість водіїв, які зуміли зберегти контроль над автомобілем з ESP та уникнути аварії, була на 34 відсотка більшою, ніж водіїв, які уникнули аварії на автомобілі без системи курсової стійкості. Крім того, інший тест показав, що наявність системи ESP на 88 відсотків знижує імовірність виникнення ситуації, коли водій втрачає контроль над автомобілем.

Таким чином, система курсової стійкості (ESP) за допомогою спеціальних датчиків визначає ситуацію, в якій водій близький до того, щоб втратити контроль над автомобілем, і попереджує її виникнення, пригальмовуючи те чи інше колесо. Наявність подібної системи дозволяє уникнути заносу в повороті чи при об'їзді раптової перешкоди, а також допомагає водіям при їзді на слизьких покриттях. Варто також відмітити, що в даний час лише біля 10 % усіх нових автомобілів оснащується системою курсової стійкості. Проте до багатьох моделей ця система пропонується як додаткове обладнання.

5.4 Повністю електронні системи

На відміну від АБС системи контролю тягового зусилля (TCS) і ESP повністю електронні системи (електропневматичні чи електрогідравлічні гальма) можуть створювати тиск в колісних циліндрах незалежно від дій водія.

В цих системах електронний важіль гальма не створює тиск в приводі, а лише діє на датчики, які передають сигнал електронному блоку керування. В

свою чергу ЕБК направляє цей сигнал на колісні модулятори. Модулятори регулюють гальмове зусилля на кожному колесі окремо, причому конструкція виконавчих механізмів аналогічна гальмівним пристроям АБС. Необхідний робочий тиск створюється модулятором тиску. З метою підвищення безпеки при будь-яких несправностях в системі гальмівний тиск може бути створений, як звичайно, в гальмівному контурі з головним гальмівним циліндром. В автомобіль, оснащений таким обладнанням, можуть бути вбудовані крім АБС, TCS і ESP, ще й системи адаптивного круїз-контролю та автоматичного паркування.

Підвищення швидкодії в системі досягається заміною пневматично керуючого сигналу на електронний. У результаті вона спрацьовує негайно при натисканні на гальмову педаль, на якій установлені датчики, що передають сигнали в блок керування. Після миттєвої обробки сигналів ЕОМ передає відповідні команди електропневматичним клапанам, розташованим рядом з кожним гальмовим циліндром. Останні в цьому випадку спрацьовують набагато швидше, ніж у звичайній пневмосистемі.

Коли водій відпускає педаль, за командою ЕОМ миттєво спрацьовують колісні датчики розгальмовування, прискорюючи повернення гальмових колодок у вихідне положення. Це усуває нерівномірність спрацьовування й небезпеку заносу при гальмуванні.

Про роботоздатність і справність системи водієві повідомляють покажчики на панелі приладів. Є також пристрій для самодіагностування.

Система електрогідравлічних гальм (electro hydraulic brake (ЕНВ) system) (рис. 6.6) складається з блока виконавчих механізмів, гідравлічного модулятора тиску, датчиків, електронного блока і каналів керування.

Для забезпечення безпеки в системі використовується два окремих датчики (один – на виконавчому механізмі для визначення ходу педалі та інший – датчик тиску в гідравлічному модуляторі) для визначення «запиту на гальмування» і передачі його в блок ЕСУ, який з'єднаний з сервоприводом гальм і системами АБС, TCS і ESP. Датчики цих систем забезпечують ЕСУ даними про динаміку автомобіля – швидкість руху, здійснення поворотів і рух коліс. Використовуючи цю інформацію, ЕСУ обчислює сигнали і подає їх до гідравлічного модулятора, де вони перетворюються в тиск гальм для окремих коліс. Насос з електроприводом, разом з акумулятором високого тиску і системою контролю тиску, забезпечує подання гідравлічного тиску.

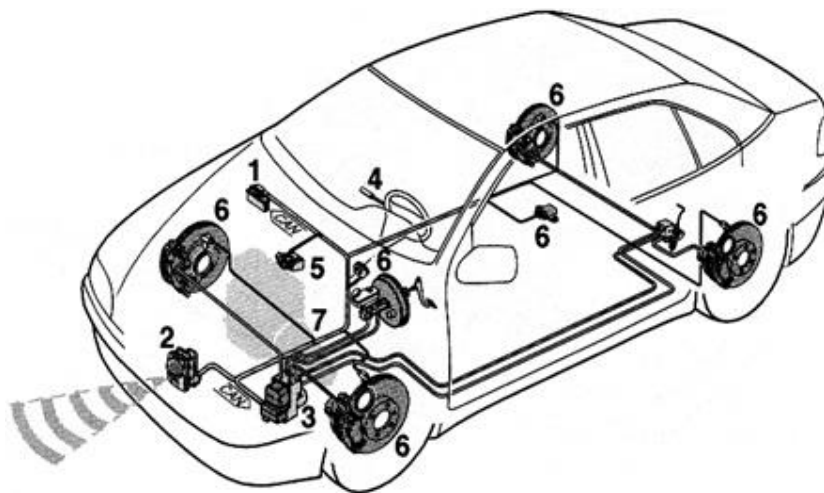
У випадку відмови в системі вона, для забезпечення безпеки, перемикається на робочий режим, при якому гальмування автомобіля відбувається без підсилення потужності.

5.5 Керування гальмовою системою при круїз-контролі

Основною функцією системи адаптивного круїз-контролю (adaptive cruise control (ACC) system) є підтримка необхідної швидкості руху, заданої водієм, з метою підвищення безпеки руху на дорозі та поліпшення комфорту водія. Система ACC може гнучко адаптувати швидкість автомобіля до умов дорожнього руху шляхом автоматичного прискорення, сповільнення чи

гальмування і, таким чином, підтримувати відстань до транспортного засобу, що рухається попереду.

Найбільш важливим компонентом в системі АСС (рис. 5.2) є радіолокаційний датчик, за допомогою якого визначається відстань до автомобіля, що рухається попереду, відносна швидкість руху та відносне положення транспортних засобів.



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

Рисунок 5.2 – Компоненти системи адаптивного круїз-контролю

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

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

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

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

Система АСС не передбачає операції із керування автомобілем в міських

умовах, а лише при русі по автомагістралях при швидкостях більших 30 км/год. Розширення функцій для роботи системи в міських умовах потребує значного удосконалення функціональних можливостей використовуваних датчиків, призначених для контролю навколишніх умов руху.

6 РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ

В директивах ЄЕС 70/311, виділяється три основних типи систем рульового керування:

- рульове керування з використанням мускульних зусиль, в якому підсилення для виконання повороту створюється виключно самим водієм;
- безмускульні системи рульового керування, в якому зусилля для керування створюється виключно від джерела енергії на автомобілі (не використовується на високошвидкісних автомобілях);
- рульове керування з підсилювачем (рис. 6.1), в якому зусилля для керування створюються як за рахунок мускульної сили, так і від джерела енергії (використовується на високошвидкісних автомобілях).

Системи рульового керування з підсилювачем знайшли широке застосування. Однак без застосування електроніки підсилювачі, як правило, мають постійний коефіцієнт підсилення, що негативно позначається на занадто великих і занадто малих швидкостях руху автомобіля: на малій швидкості потрібні більші зусилля на рульовому колесі, а на великій швидкості – дуже малі.

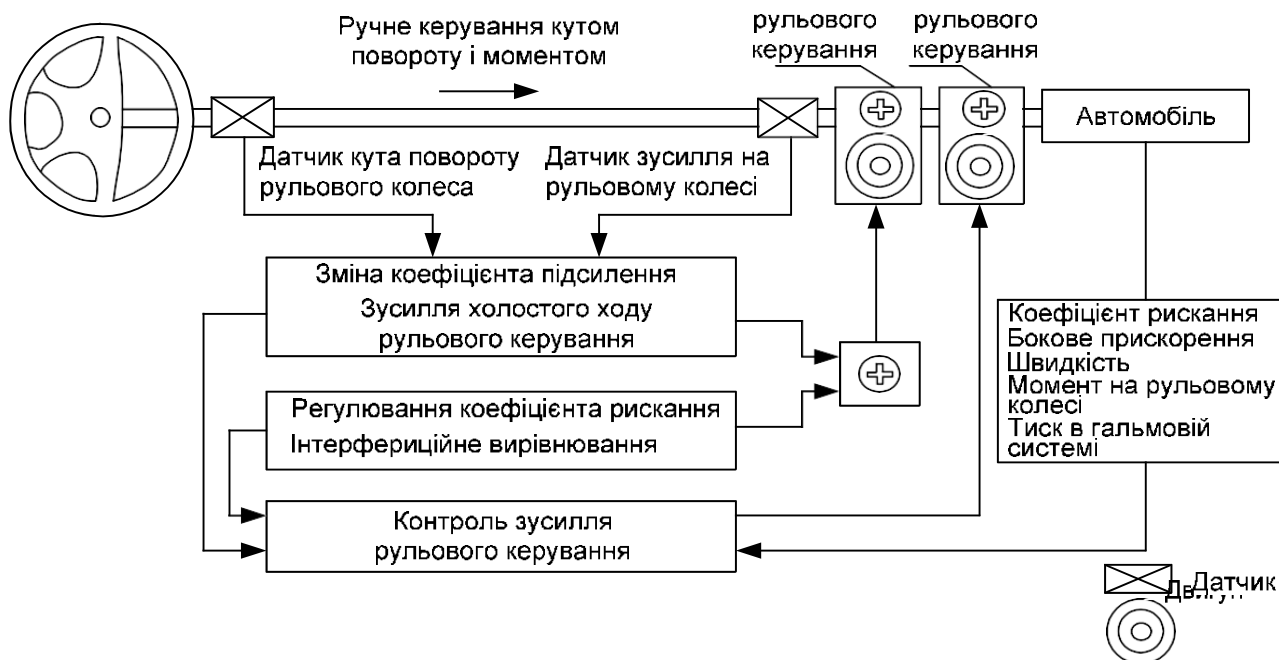


Рисунок 6.1 – Активна система рульового керування з підсилювачем

Розробки з метою підвищення ефективності рульового керування базуються на прогресі в області електронної техніки і мають два напрямки:

- керування, що реагує на швидкість руху автомобіля;
- керування, що реагує на частоту обертання колінчатого вала двигуна. В 1-

му випадку коефіцієнт підсилення змінюється відповідно до швидкості автомобіля, в 2-му – із частотою обертання колінчатого вала двигуна. В обох випадках ціль зміни полягає в тому, щоб зробити більше легким керування на низькій швидкості та менш чутливим – на високій.

Існують також системи, які за допомогою мікроЕОМ дозволяють управляти рульовим підсилювачем за показниками кутової швидкості повороту рульового колеса або встановлювати його за бажанням водія.

Зростаючі вимоги до комфортабельності і безпеки руху сучасних автомобілів приводять до необхідності використання систем підсилення з можливістю модуляції сил, що діють на рульове керування, за швидкістю їх руху. В таких системах блок керування оцінює сигнали, які відповідають швидкості руху автомобіля, і визначає рівень реакції гідравлічного або електричного підсилювача.

7 ІНФОРМАЦІЙНІ КОНТРОЛЬНО-ДІАГНОСТИЧНІ СИСТЕМИ

7.1 Інформаційна система автомобіля

Крім дисплея та елементів керування в сучасних автомобілях застосовується набір засобів забезпечення інформацією, зв'язком і комфортом руху, який постійно розширюється. Радіозв'язок, телефон, система навігації і т.п. (рис. 7.1) поступово стають стандартним оснащенням автомобілів. Кожен з цих засобів потребує наявності дисплея, спеціальних схем керування та різних процедур для їх роботи.



Рисунок 7.1 – Структура інформаційної системи транспортного засобу

Для повного задоволення вимог щодо забезпечення комфорту і безпеки руху, інформаційна система автомобіля повинна мати стандартизований «інтерфейс користувача» для вибору водієм різних засобів забезпечення інформацією, зв'язком і комфортом руху. Застосування робочих елементів повинно бути обмежене рамками одного дисплея та одного робочого пристрою. Істотне зменшення числа елементів введення/виведення інформації полегшує впровадження ергономічних схем керування. Через підвищення складності, інформаційні системи потребують розробки легко читаної та зручної контрольно-вимірювальної апаратури автомобіля, головною умовою застосування якої є забезпечення безпеки дорожнього руху. Дисплей і робочий блок підтримують взаємний зв'язок з усіма під'єднаними компонентами через шинну систему, наприклад, через бортовий контролер зв'язку (controller area network

(CAN)), для керування і відображення інформації на дисплеї.

Найважливішою функцією керування є введення інформації, здійснюване за допомогою елементів введення, які можуть бути розташовані водієм в межах миттєвого доступу, а також використання елементів керування на рульовому колесі. Більш розширені задачі програмування можуть виконуватись за допомогою дистанційного керування, використання якого за умовами забезпечення безпеки руху допустиме в нерухомому стані автомобіля.

Центральний дисплей служить для відображення найбільш змінюваної відеоінформації, такої як тексти та відеосигнали. Інформація, важлива для водія під час керування транспортним засобом, відображається на дисплеї комбінації приладів. Засоби голосового виведення можуть бути допоміжним засобом забезпечення оптичного дисплея. В майбутньому знайдуть застосування засоби голосового введення, які допомагатимуть водію керувати деякими функціями системи.

7.2 Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики

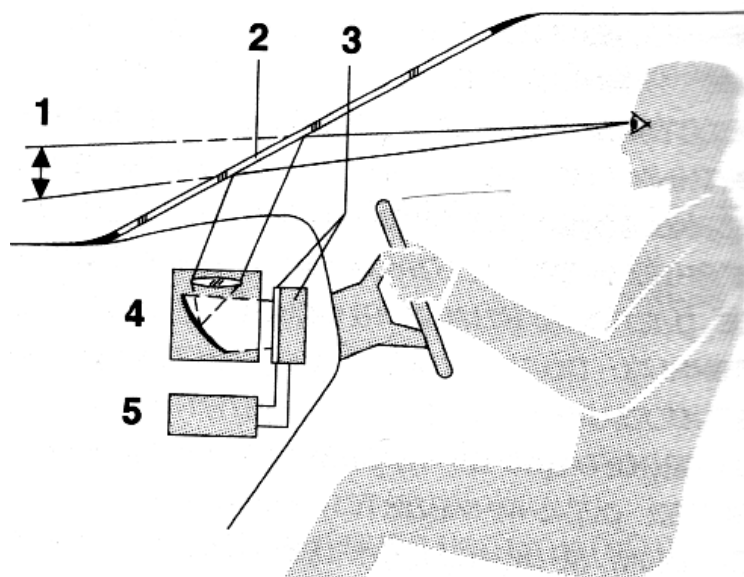
Водії повинні обробляти постійно зростаючий потік інформації, яка поступає від власного та інших автомобілів, дороги та засобів зв'язку. Все це повинно передаватись водієві через наявні в транспортному засобі зони інформації і зв'язку зручним відображенням та індикаторним оснащенням, виконаними відповідно до ергономічних вимог.

В будь-якому автомобілі є чотири зони інформації і зв'язку: щиток приладів, вітрове скло, центральна консоль панелі приладів, заднє відділення салону автомобіля. Характер відображення інформації в цих зонах визначається областю значень корисної і бажаної інформації для користувача.

Інформація про динаміку руху автомобіля, на яку водій повинен реагувати, відображається на щитку приладів. Проекційний бортовий індикатор (head-up display (HUD)), за допомогою якого інформація відображається на вітровому склі, особливо ефективний для передачі інформації при збереженні основної уваги водія на дорожній ситуації, наприклад, у випадку необхідності відображення попереджень системи адаптивного круїз-контролю (ACC).

Інформація про стан систем і агрегатів або запрошення до діалогу відображаються на центральній консолі панелі приладів. Інформація розважального характеру відображається в задній частині автомобіля, для того, щоб не відволікати увагу водія.

Зона інформування водія в салоні транспортного засобу та використовувані технології відображення пройшли декілька стадій розробки (рис. 7.2): персональні та комбіновані контрольно-вимірювальні прилади (КВП); цифрові дисплеї; графічні модулі; персональні модулі з комп'ютерним монітором, проекційні бортові індикатори.



1 – віртуальне зображення; 2 – відображення на вітровому склі; 3 – рідкокристалічний дисплей з додатковим освітленням або дисплей з електронно-променевою трубкою (CRT), або вакуумно-флуорисцентний дисплей (VFD); 4 – оптична система; 5 – електроніка

Рисунок 7.2 – Принципова схема проекційного бортового індикатора

Для того, щоб не дуже відволікати увагу водія від головного напрямку зору, зображення від проекційного бортового індикатора не перевантажується інформацією. Як правило, проекційний бортовий індикатор використовується для передачі інформації, пов'язаної з безпекою руху: попередження про небезпеку, дотримання безпечної дистанції між автомобілями, вказування маршруту руху.

Основні функції більшості комбінацій приладів є однаковими, хоча функціональні блоки, які включають мікроконтролери, інтегральні схеми запам'ятовуючих пристроїв з програмами (application-specific integrated circuit (ASIC)) і стандартні зовнішні пристрої інколи значно відрізняються (за асортиментом, характеристиками і типом дисплеїв). Електронні комбінації приладів показують вимірювані параметри з високою точністю завдяки технології крокових двигунів, а також застосовуваних «інтелектуальних» функцій, таких як попередження про зміну тиску мастила в залежності від частоти обертання колінчатого вала двигуна, індикація відмов або необхідності

технічного обслуговування і ремонту на матричному дисплеї.

Завданням мікропроцесорних вбудованих засобів є контроль за технічним станом агрегатів, вузлів, систем та автомобіля в цілому. В результаті формуються рекомендації із продовження роботи автомобіля на лінії або поставлення його на технічне обслуговування (ТО) і поточний ремонт (ПР), чи виконання дрібного ремонту самим водієм у межах щоденного обслуговування (ЩО).

Вбудовані засоби підрозділяються на:

- системи датчиків і контрольних точок, що забезпечують виведення сигналів на зовнішні засоби діагностування;

- бортові системи контролю параметрів функціонування та технічного стану з виведенням результатів тільки на дисплеї в кабіні водія;

вбудовані системи діагностування – автономні або функціонуючі комплексно зі стаціонарними інформаційно-керуючими центрами. Ці системи призначені для непрямого узагальненого контролювання роботоздатності вузлів і агрегатів з видачею результатів на дисплей водієві та у бортовий накопичувач для подальшого прогнозування і обліку ресурсу та напрацювання вузлів, коректування режимів ТО стаціонарними ЕОМ.

Діагностування тільки зовнішніми засобами не забезпечує запобігання експлуатації автомобілів з несправностями, аварійних дорожніх відмов, оптимізації вибору режимів руху та проведення ТО і ПР. Воно не усуває нагромадження несправностей на межі контрольного пробігу, так що в середньому більше 20 % парку експлуатується з такими несправностями. Погіршення технічного стану автотранспортних засобів є причиною дорожньо-транспортних пригод (ДТП) і дорожніх відмов. Більш частому проведенню діагностування перешкоджають обмеження економічного характеру. Крім того, значна частка парку експлуатується взагалі без діагностування, нерідко у відриві від АТП і станцій технічного обслуговування, у відомчих та особистих, погано оснащених гаражах.

Найбільш перспективною можливістю зняти зазначені обмеження, забезпечивши практично безперервним контролем найменш надійні вузли, служить впровадження вбудованих засобів діагностування. Провідні автомобілебудівні фірми застосовують на автомобілях розгалужені мікропроцесорні бортові системи контролю (БСК), які забезпечують контроль стану зчеплення, амортизаторів, акумуляторної батареї, системи запалювання, компресії в циліндрах та ін. Різноманіття функціональних можливостей, апаратної побудови та форм видачі результатів відображає класифікація вбудованих засобів діагностування за функціональними і структурними ознаками.

Число датчиків визначає вартість і надійність БСК. Подальший розвиток мікропроцесорних БСК пов'язаний не з нарощуванням числа контрольованих параметрів, як колись, а з удосконалюванням обробки даних, одержуваних у результаті вимірювань, їхнього нагромадження, вторинної переробки за змінними обчислювальними алгоритмами, і видачею результатів не тільки водієві, але й через накопичувач, – персоналу технічної служби після

повернення автомобіля в АТП. Такі автономні або функціонуючі в комплексі зі стаціонарними інформаційно-керуючими центрами (ІКЦ) мікропроцесорні системи для непрямого контролю, нагромадження і переробки результатів доцільно йменувати вбудованими системами діагностування (ВСД). Замість контролю структурних параметрів, які безпосередньо і однозначно відбивають рівень зношування деталі або роботоздатності вузла, у них за результатами вимірів функціональних параметрів обчислюються узагальнені комплексні показники роботоздатності агрегатів та експлуатаційних якостей автомобіля. Такі ВСД забезпечують формування рекомендацій водієві та команд автоматичним регуляторам щодо обмеження швидкості руху, частоти обертання колінчатого вала двигуна, своєчасності поставлення автомобіля на ТО і ПР, заміни конкретних вузлів і агрегатів, а разом зі стаціонарними комплексами АСК визначають їхній залишковий ресурс.



Рисунок 7.3 – Класифікація вбудованих засобів діагностування

7.3 Бортові контролери і системи зв'язку

Сучасні транспортні засоби оснащуються великим числом електронних блоків керування (ЕБК), які виконують обмін великої кількості даних. Традиційний метод розв'язання цієї задачі шляхом використання ліній передачі даних, закріплених за кожним каналом, на даний час досягає меж своїх можливостей і стає стримуючим фактором розвитку ЕБК. Тому вирішення проблеми слід шукати у використанні спеціалізованих, сумісних з

автомобільною проводкою, послідовних систем шин, серед яких бортовий контролер зв'язку (CAN) уже прийнято як стандарт.

Існує чотири основних види застосування CAN:

- зв'язок між ЕБК;
- рухомі засоби зв'язку;
- діагностування;
- мультиплексна проводка для елементів електрообладнання.

Зв'язок між окремими ЕБК стає необхідним, коли повинні з'єднуватись такі електронні системи, як Motronic, електронне перемикання коробки передач, електронне керування потужністю двигуна, керування силою тяги (ASR). Звичайно швидкість передачі даних знаходиться в діапазоні від 125 кбіт/с до 1 Мбіт/с і повинна бути достатньо високою для забезпечення реагування системи у реальному масштабі часу. Послідовне передавання даних забезпечує більш високу швидкість їх передавання, ніж в стандартних інтерфейсах, без створення додаткових перешкод для центрального процесора. Число штирьових контактів для ЕБК також зменшується.

Рухомі засоби зв'язку, центральний дисплей та блок керування водія разом з послідовною шиною використовуються для керування роботою радіоприймача, автомобільного телефону, навігаційної системи і надання вихідних параметрів водієві через кольоровий дисплей високої роздільної здатності. Основна мета – застосування ергономічної конструкції для зменшення відволікання водія, пов'язаного з експлуатацією ЕБК. Швидкість передачі даних 50-125 кбіт/с є достатньою за умови, що немає необхідності в передачі даних цифрової звукової чи навігаційної системи.

Діагностування CAN основане на використанні існуючих мереж зв'язку, призначених для діагностування ЕБК. Швидкість передачі даних 500 кбіт/с.

Мультиплексна система зв'язку в автомобілі використовується для передачі декількох сигналів по одному сигнальному проводу, з'єднуючи електронні компоненти з інтерфейсом водія. Ця система не тільки скорочує число джгутів і знижує масу з'єднувальних проводів, але й дозволяє істотно спростити конструкцію монтажу каналів у кузові та вузлів з'єднання дверей з кузовом.

Сигнали, які керують виконавчими пристроями – електродвигунами, соленоїдами, електромагнітними клапанами, лампами, обробляються мультиплексором (пристроєм, що поєднує кілька сигналів), передаються по одному сигнальному проводу і за допомогою демультіплексора надходять до виконавчих пристроїв. Колись ці сигнали передавалися по численних проводах.

Вимикачі систем керування в ній розташовані на дверях, а зв'язок з ЕБК забезпечується за допомогою світлодіодів. ЕБК системи виконують такі функції керування: блокування і розблокування дверей, поворот дзеркал, регулювання положення скла у вікнах, регулювання сидінь, підігрів сидінь, підсвічування попільниці та вимикачів, освітлення під передньою панеллю та освітлення гнізда ключа запалювання.

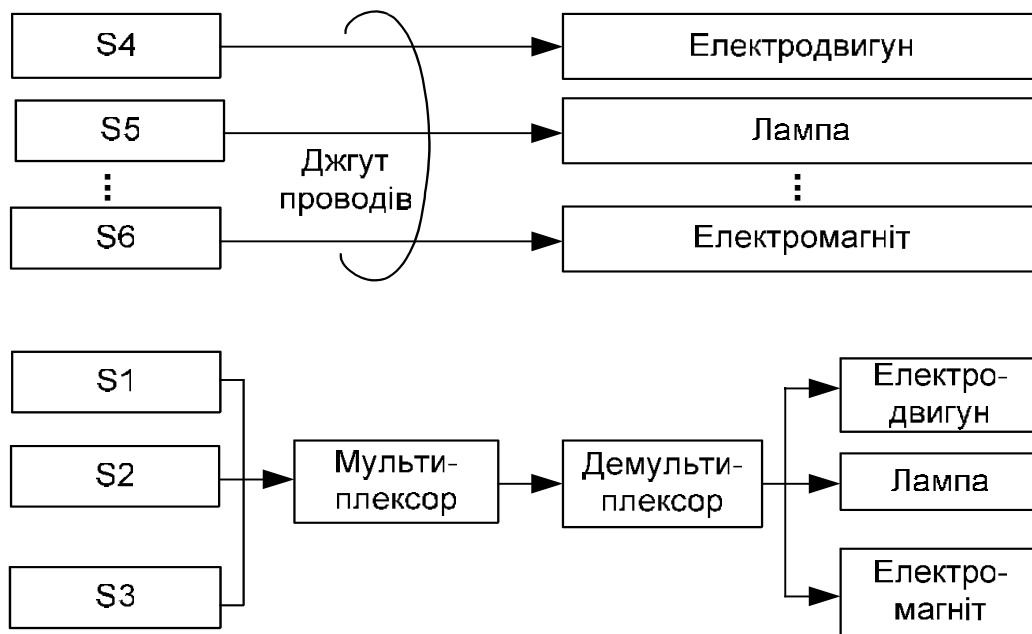


Рисунок 7.4 – Традиційна та мультиплексна системи зв'язку

Передача даних між ЕБК здійснюється стартозупинним способом. При цьому способі на початку і в кінці даних додаються сигнали (так звані стартовий біт і біт зупинки), які синхронізують роботу приймальних і передавальних пристроїв. Швидкість передачі даних при такому способі невисока. Проте стартозупинний спосіб одержав найбільш широке поширення, оскільки він забезпечує досить надійну синхронізацію даних. Швидкість передачі даних становить від 10 до 125 кбіт/с (низькошвидкісні CAN). Тип сигналу вказується в зоні керуючого коду, а зміст обробки і стан вимикачів – у зоні даних. ЕБК 2, розташований в передніх правих дверях, є провідним елементом мультиплексного зв'язку. Він генерує 32-бітові послідовності керуючих імпульсів (первинні сигнали), які через ЕБК кузова 1 передаються на ЕБК в інших дверях. ЕБК записують у зоні даних цих сигналів стан вимикачів і потім передають сигнали в ЕБК кузова, що обробляє їх і передає вихідні сигнали на виконавчі пристрої кузова.

Система оптичного зв'язку складається з оптичних передавачів 3 і приймачів 1, а також світловодів 4. В оптичному передавачі використовуються світлодіоди, що перетворюють електричні сигнали у світлові. В оптичному приймачі фотодіод перетворює світловий сигнал, переданий по світлодіоду, в електричний. Приймач і передавач виконані в єдиній конструкції у вигляді так званого модуля зв'язку.

8 КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В САЛОНІ

8.1 Мета та умови керування

Система керування кліматом в салоні автомобіля призначена для забезпечення:

- сприятливого клімату для всіх пасажирів;
- сприятливих умов, які забезпечують мінімальну напругу і втомлюваність водія;
- видалення твердих домішок із атмосфери (пил, пилок) і навіть запахів шляхом використання спеціальних фільтрів;
- достатньої видимості через всі вікна.

При певних значеннях температури і вологості навколишнього повітря людина почуває себе комфортно. Самопочуття водія є важливим фактором, який визначає його готовність до керування автомобілем, а значить впливає на безпеку руху. Комфортна температура повітря в салоні автомобіля визначається температурою зовнішнього повітря та величиною повітрообміну в салоні (рис. 8.1). При високій вологості повітря ступінь некомфортності в салоні багатократно збільшується.

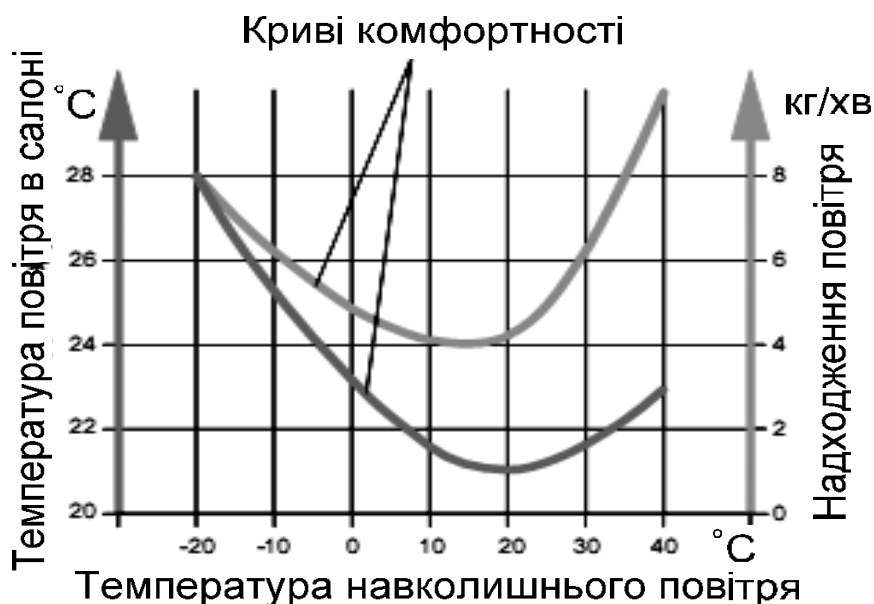


Рисунок 8.1 – Криві комфортності

Наукові дослідження, проведені Всесвітньою організацією охорони здоров'я, показали, що ступінь сконцентрованості водія і швидкодія реакцій людини при несприятливих навантаженнях на його організм суттєво знижуються. Жара є одним з так несприятливих навантажень.

Найбільш сприятлива температура для водія лежить в діапазоні від 20 до 22 °C. Це відповідає зоні кліматичного навантаження А. Інтенсивне сонячне випромінювання може підвищити цю температуру в салоні на 15 °C порівняно з температурою зовнішнього повітря – особливо на рівні голови, що небезпечно,

оскільки при цьому підвищується температура тіла, збільшується пульс, росте виділення поту. Мозок людини отримує надто мало кисню. Все це можна побачити в зоні В кліматичного навантаження людини. В зоні С для людини лежать перевантаження. Медичні працівники, які працюють в галузі дорожньої медицини, називають такий стан «кліматичним стресом».

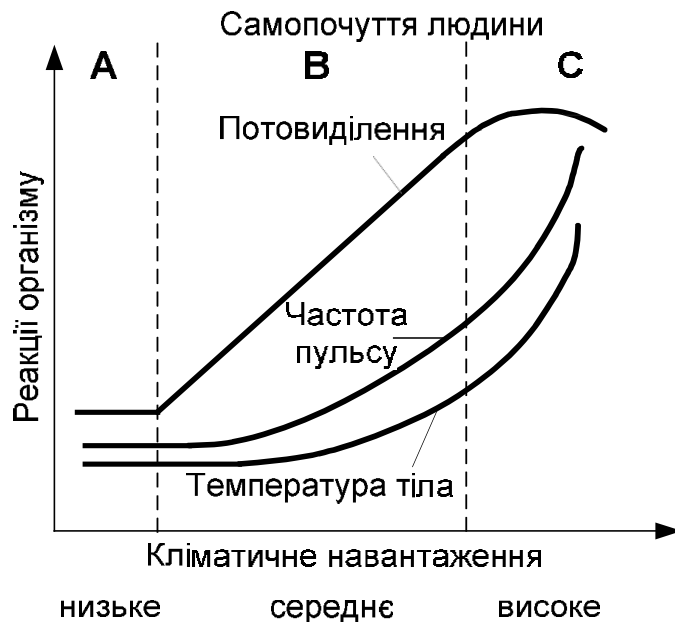


Рисунок 8.2 – Вплив кліматичних навантажень на самопочуття людини

Як показують дослідження, підвищення температури з 25 до 35 °С зменшує здатність адекватно оцінювати ситуацію і приймати правильні рішення на 20%. Це еквівалентно вмісту алкоголю в крові 0,5 проміле.

Щоб зменшити такі значні навантаження або навіть зовсім виключити їх, за допомогою кліматичної установки створюється в салоні автомобіля комфортна температура, а також очищується і висушується повітря. Це можливо як в нерухомому, так і в рухомому автомобілі.

Додаткове очищення повітря досягається застосуванням мікрофільтра і фільтра з активованим вугіллям. Це дозволяє позбавити водія і пасажирів від алергічних реакцій на різні домішки в повітрі.

Таким чином, кліматична установка в автомобілі це важливий компонент безпеки руху, важлива функціональна якість, а не тільки елемент престижу.

9 ОХОРОННІ СИСТЕМИ

9.1 Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону

Електронні протиугінні системи (antitheft alarm) є стандартним обладнанням на більшості нових автомобілів і можуть встановлюватись на випущені раніше. Вони повинні бути ефективними, надійними, стійкими до зовнішніх впливів та мати тривалий строк служби. Їх встановлення не повинно погіршувати безпеку автомобіля.

Протиугінні системи реалізують захист автомобіля на трьох рівнях.

1. Захист по периметру. Система периметричного захисту використовує мікрвимикачі для контролю за відкриванням дверей, капота чи багажника автомобіля. При несанкціонованому їх відкритті вмикається звуковий і світловий сигнали. Інколи система доповнюється датчиками, здатними розрізняти рухи тіла.

2. Захист по об'єму. Система за допомогою інфрачервоних, ультразвукових або мікрохвильових датчиків виявляє несанкціонований рух в салоні автомобіля. Ультразвукові датчики використовують ефект Доплера, коли будь-який рух в салоні змінює частоту сигналу ультразвукового випромінювача (40 кГц), який приймається приймачем. Мікрохвильова радіосистема працює за тим же принципом, але радіосигнал випромінюється на частоті 10 ГГц. Мікрохвильові датчики рідше помилково реагують на рух повітря і часто встановлюються в кабріолетах. Інфрачервоні датчики являють собою пару приймач-випромінювач і монтуються на стелі салону. Вони створюють невидиму інфрачервону завісу до підлоги салону. Приймач постійно контролює відбитий сигнал і при його зміні вмикається сигнал тривоги.

3. Імобілізація двигуна здійснюється спеціальним ЕБК, який забороняє запуск двигуна при отриманні сигналу тривоги. Це можна здійснити двома способами:

- апаратною імобілізацією, при якій деякі електричні ланцюги системи пуску двигуна розриваються спеціальними реле або напівпровідниковими перемикачами. Ефективність апаратних систем імобілізації дуже залежить від скритності розміщення реле і немаркованих проводів у джгуті. Скритність потрібна щоб унеможливити шунтування створюваних цими пристроями розривів в ланцюзі;

- програмною імобілізацією, коли за командою протиугінної системи ЕБК двигуна забороняє його запуск, наприклад, робить недоступними калібрувальні діаграми подачі палива і запалювання. Після цього двигун хоч і буде провертатись стартером, але не запуститься. Такі системи дуже ефективні, потрібно тільки усунути можливість запуску шляхом заміни ЕБК двигуна на інший роботоздатний блок.

Склад протиугінних пристроїв, які входять в стандартну комплектацію, залежить від моделі автомобіля. У всіх випадках автомобіль комплектується засобами периметричного захисту, багато протиугінних систем включають імобілайзер і захист по об'єму (рис. 10.1). Звичайно протиугінна система

вмикається і вимикається ключем замка дверей або з дистанційного пульта, який керує також і центральним замком. Світлодіодний індикатор при ввімкненні протиугінної системи починає блискати, інформуючи про роботу системи. В робочому режимі протиугінна система може реагувати на такі дії:

- відкриття капоту, дверей чи багажника;
- спроба відкрити дверний замок;
- спроба ввімкнути замок запалювання;
- спроба ввімкнути стартер;
- пересування, рух в салоні автомобіля (об'ємний захист).

Коли протиугінна система зафіксує спробу несанкціонованого доступу до автомобіля, на 30 секунд вмикається звуковий сигнал і підсвічування фарами, іммобілайзер вносить розриви в ланцюгу керування запуском і забороняє користування калібрувальними діаграмами електронного запалювання і впорскування палива, після чого робота двигуна стає неможливою.

Для вимкнення протиугінної системи і відкривання дверей з дистанційного пульта потрібно надіслати відповідний код.

9.2 Датчики охоронних систем

Автомобільні охоронні системи використовують велику кількість датчиків від найпростіших (контактних) до складних інтелектуальних пристроїв (об'ємні датчики). Розглянемо їх докладніше.

Контактні датчики (contact sensor) призначені для захисту дверей, капота і багажника автомобіля. Як такі датчики звичайно використовують штатні кнопкові вимикачі.

Датчики битого скла (beaten glass sensor) реагують на характерний звук розбитого скла. Це датчики мікрофонного типу, які можуть бути однорівневими чи дворівневими. Спрацьовування такого датчика значно залежить від типу скла, його товщини і розташування мікрофона. Однорівневий датчик реагує на звук розбитого скла, дворівневий – реєструє звук удару і дзвін розбитого скла і спрацьовує при реєстрації цих двох сигналів з інтервалом не більше 150 мс.

Датчик удару або вібрації (shock sensor) являє собою пристрій, який реєструє вібрацію і удари по корпусу автомобіля. Якщо амплітуда перевищує задану величину, то спрацьовує сигналізація. Датчик працює на основі п'єзоефекту або електромагнітної індукції, коли постійний магніт пересувається вздовж обмотки котушки і тим самим наводить в ній змінний струм. До даного класу відноситься і лазерний датчик, принцип роботи якого полягає у зміщенні чутливого елемента фотоприймача відносно вузького променя напівпровідникового світлодіода при вібраціях і ударах по кузову автомобіля. Датчик удару має високий рівень помилкових спрацьовувань через зовнішні перешкоди та низьку чутливість до плавних покачувань. В охоронних системах високого класу він має органи регулювання чутливості, дворівневий поріг спрацьовування і можливість дистанційного програмування.

Датчик нахилу (gradient sensor) складається з двох магнітів і котушки. Один магніт закріплений нерухомо в основі котушки, а інший – підвішаний в

магнітному полі першого. При нахилі корпусу датчика другий магніт зміщується відносно першого, що призводить до зміни магнітного поля, в якому знаходиться котушка. В обмотці котушки наводиться електрорушійна сила, яка підсилюється і є інформаційним сигналом датчика. Цей датчик в основному використовується на мотоциклах.

Датчик спаду напруги (falling voltage sensor) в режимі охорони контролює напругу бортової мережі автомобіля. При виникненні значних коливань напруги (наприклад, при відкриванні дверей) датчик видає відповідний сигнал в блок керування охоронної системи. Цей датчик вбудовується в центральний блок і входить у склад базової комплектації охоронних систем.

Датчик струму (current sensor) працює аналогічно датчику спаду напруги, але в режимі охорони він реєструє коливання струму, яке виникає при підключенні додаткового навантаження до джерела живлення. Цей датчик повинен мати дуже високу чутливість до малих коливань струму, тому в охоронних системах використовується достатньо рідко.

Датчик обриву живлення (breaking supply sensor) спрацьовує при обриві ланцюга живлення (від'єднанні клем акумулятора) і вмикає сигналізацію при наявності автономного джерела живлення.

Датчик руху (proximity sensor) спрацьовує при попаданні об'єкта, який випромінює тепло (людини), в зону охорони датчика. Датчик має зону чутливості 90°-110° і є стійким до помилкових спрацьовувань завдяки складній цифровій обробці сигналів та наявності вбудованого процесора.

Ультразвуковий датчик (ultrasonic sensor) призначений для виявлення пересувань в салоні автомобіля. Його дія основана на інтерференції ультразвукових коливань. В склад датчика входять випромінювач на ультразвуковій частоті і приймач, які рознесені в салоні автомобіля. При проникненні якогось об'єкта в салон стійкість інтерференційної картини біля приймача порушується і формується сигнал тривоги. Основним недоліком цього датчика є помилкове спрацьовування при виникненні конвекційних потоків повітря в системі опалення автомобіля.

Мікрохвильовий датчик (microwave sensor) призначений для виявлення руху всередині салону та поблизу автомобіля. Тому його ще називають двозонним датчиком. Перша зона охорони знаходиться за межами автомобіля, а друга – в салоні. Принцип дії оснований на реєстрації змін інтерференційної картини радіохвиль сантиметрового діапазону (прозорого для скла автомобіля), яка формується передавачем. Пристрій потребує точних регулювань чутливості в першій зоні з метою мінімізації помилкових спрацьовувань.

Інфрачервоний датчик (infrasonic sensor) оберігає тільки салон автомобіля. Його дія основана на реєстрації інтерференційної картини хвиль інфрачервоного діапазону. Цей датчик здатний контролювати закриті приміщення великого об'єму, тому рекомендується для встановлення в салонах мікроавтобусів, фургонів і т.п. Основний недолік – великий струм споживання порівняно з іншими об'ємними датчиками.

Датчик зміни об'єму (volume changing sensor) призначений для

реєстрації зміни тиску в салоні автомобіля, яка виникає, наприклад, при відкриванні дверей чи скла автомобіля. Цей датчик має дуже високу чутливість і в зв'язку з цим можливі його помилкові спрацьовування, особливо при охолодженні салону автомобіля в зимовий період. В автомобільних охоронних системах використовується дуже рідко.

9.3 Імобілайзери

Імобілайзер (immobilizer) – це протиугінний пристрій, який забороняє запуск двигуна при отриманні сигналу тривоги шляхом використання апаратних чи програмних засобів.

Залежно від моделі в схемі імобілайзера є 2-6 електромагнітних реле. Кожне обслуговує окремий канал переривання. Реле виконують функцію «секретних» тумблерів, тобто замикають і розмикають ті або інші електрокола. Звичайно в автомобілі блокують стартер, апаратуру керування впорскуванням палива, електромеханічні бензонасоси, котушки в контактних системах запалювання і комутатори в електронних системах запалювання, бортові комп'ютери й т.д.

Блок керування являє собою плату з електронними мікросхемами. Він включає-виключає реле, формує команди сигнальним пристроям і приймає коди від системи керування. Його ретельно ховають, а корпус виконують нерозбірним з удароміцного пластику. В кращих моделях електроніку впаковують у герметичну сталеву капсулу і заливають спеціальною гумою. Таке виконання оболонки імобілайзера називають броньованим. Якщо зловмисникові повезе й він все-таки відшукає блок керування, то добратися до начинки йому буде дуже важко.

Ще складніше визначити, що ж в автомобілі заблоковано. Всі силові проводи, підведені до переривальних реле одного кольору. Маркують тільки хвостики їх обплетення, які при встановленні на автомобіль зачищає монтажник. Відновити розімкнутий ланцюг злодій не зможе, та й обрізати проводи імобілайзера безглуздо - двигун однаково не буде працювати. Варто віддавати перевагу тим системам, у яких силові проводи йдуть усередину корпусу.

Всі імобілайзери переходять у режим захисту від викрадення автоматично, через кілька секунд після того, як буде виключене запалювання, а от конструкції систем керування для зняття комплексів з охорони фірми-виготовлювачі використовують різні.

Кнопковий пульт звичайно розташовують у салоні на видному місці. Користуватися ним просто, водій сідає в автомобіль і набирає пальцем потрібну комбінацію цифр. Переваги методу такі. Існують два коди -

«користувач» і «майстер». Якщо на автомобілі їздять кілька людей, то хазяїн повідомляє їм комбінацію коду «користувач», який здатний тільки розблокувати двигун. Код «майстер» відомий лише самому власникові. З його допомогою можна зовсім відключити імобілайзер або, увійшовши в режим програмування, змінити комбінацію «користувач». Недолік пульта: набір цифр іноді забирає занадто багато часу, що може викликати невдоволення

навколишніх. Наприклад, при від'їзді від бензоколонки.

Радіобрелок такий же, як і у звичайних сигналізаціях, значно зручніший, ніж кнопковий пульт. Він дозволяє легко управляти охоронним комплексом навіть на значному віддаленні від автомобіля. Однак радіокод можна перехопити, записати і відтворити. Системи з дистанційним керуванням дорожчі. Крім того, необхідно періодично замінювати батарейку в брелоку, а це додаткові витрати. Якщо на автомобілі, крім іммобілайзера, змонтована сигналізація, то на в'язці ключів з'явиться відразу два брелоки, що ускладнить зняття з охорони.

У ряді іммобілайзерів передбачений спеціальний вихід для підключення до традиційної автосигналізації у випадку спільної роботи. Тоді обидва комплекси приймають команди з пульта дистанційного керування сигналізацією. Таке рішення, звичайно, спрощує життя власникові, але для надійного захисту від викрадення все-таки краще, щоб основна охоронна система та іммобілайзер відключалися незалежно один від одного.

Оптимальний і найпоширеніший спосіб керування іммобілайзером - електронний ключ. Його вставляють у спеціальне гніздо, змонтоване біля панелі приладів, процесор зчитує код, «зашитий» в електронних схемах ключа, і формує команду керування. Контактний метод хороший тим, що виключає можливість перехоплення шифру. Підробити електронний ключ практично неможливо: сучасні мікросхеми дозволяють закодувати мільйони варіантів комбінацій. Ще одна позитивна якість ключів у тому, що вони не містять батарейок, майже не зношуються, стійкі до впливу вологи, їх важко зруйнувати механічно, наприклад, при падінні, при випадкових ударах. Неодмінний атрибут будь-якого іммобілайзера - сигнальний світлодіод. Власник з його допомогою довідається, у якому стані перебуває система в цей момент часу, а зловмисник, побачивши миготіння світлодіода, зрозуміє, що автомобіль під охороною. На додаток до світлової індикації деякі фірми формують свої вироби автономними сиренами. На відміну від подібних пристроїв у сигналізаціях вони мовчать при поривах вітру, ударах по кузову, проникненнях у салон. Але варто злодієві включити запалювання, як сирена іммобілайзера порушить тишу голосним завиванням.

9.4 Пристрої розкриття кодів сигналізації

Можливі варіанти зламування системи дистанційного керування:

1. Підбір коду за допомогою сканера.
2. Відтворення раніше записаного коду з використанням граббера.
3. Криптоаналіз.
4. Зламування під час обслуговування.

Перші системи дистанційного керування передавали фіксований або змінний код із невеликого фіксованого набору. Викрадач з портативним комп'ютером і прийомопередатчиком (граббером) записував сигнал з брелока автовласника, а потім в слушний момент відтворював його і відключав сигналізацію. При використанні сканера передатчик викрадача посилає кодові комбінації, змінюючи при кожному новому посиленні код на одиницю до тих

пір, поки наступна послідовність не збіжиться з шуканою. Для перебору кодів необхідний час, величина якого залежить від можливого числа комбінацій і тривалості передавання команди керування (в сучасних системах вона складає 40 мс). Таким чином, для перебирання 1 млн. комбінацій знадобиться 10 годин.

Застосування динамічного коду (dynamic (random) code, hopping, jumping, rolling), тобто збільшення числа можливих комбінацій, унеможливило використання сканерів. Сучасні сигналізації мають мільярди кодових комбінацій і більше 10^{18} комбінацій кодових сигналів. З іншого боку, з'явилися інтелектуальні граббери, які зламують протиугінні системи з динамічним кодом і одностороннім передаванням інформації. Вони працюють так. Перша послілка з брелока записується граббером з одночасною генерацією перешкоди, яка блокує приймач. Не отримавши підтвердження про включення протиугінної системи, власник повторно натискає кнопку брелока. Граббер записує другу послілку, блокує її приймання приймачем, а потім посилає першу послілку. Протиугінна система вмикається. В потрібний час викрадач її відключить записаною граббером другою послілкою. Можливим методом боротьби проти цього алгоритму роботи граббера є використання двонаправленого передавання інформації в системі дистанційного керування. Але і в цьому випадку систему можна зламати засобами криптоаналізу.

В сучасних протиугінних системах часто застосовують спеціалізовані мікросхеми фірми Microchip, які реалізують алгоритм генерації псевдовипадкової послідовності (динамічного коду) Keeloq з довжиною ключа 64 біт. Оцінка середнього часу для апаратного розкриття коду шляхом перебору комбінацій в залежності від затрат на обладнання і довжини ключа подана в табл. 9.1 [7].

Таблиця 9.1 – Результати прогнозування трудомісткості злому протиугінних систем з алгоритмом генерації псевдовипадкової послідовності

Вартість обладнання	Довжина ключа, біт		
	56	64	80
100000\$	35 годин	1 рік	70000 років
1000000\$	3,5 години	37 діб	7000 років
10000000\$	21 хвилина	4 доби	700 років

Для зламу протиугінної системи потрібно мати спеціалізоване обладнання або суперЕОМ типу Cray, оскільки операційні системи звичайних комп'ютерів не пристосовані для обробки довгих кодових слів. Криптоаналіз обійдеться дуже дорого.

В автосервісі викрадачі можуть спробувати зареєструвати свій брелок в приймачі автомобіля. Потім можна записати за допомогою граббера команду ресинхронізації із зареєстрованого брелока, щоб відтворити її пізніше при угоні.

Більшість протиугінних систем підтримують режим Valet, коли для обслуговування автомобіля система відключається і немає необхідності передавати брелок стороннім особам.

10 СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛІВ ТА НАВІГАЦІЙНЕ УСТАТКУВАННЯ

10.1 Класифікація та характеристика систем контролю за переміщенням автотранспорту

В наш час в усьому світі намічається значне зростання інтересу до систем, що забезпечують автоматизацію контролю за переміщенням автотранспорту. Будучи на початковому етапі прерогативою спецслужб і невеликого числа комерційних організацій, що займаються транспортуванням особливо цінних вантажів, у наш час, завдяки удосконалюванню технології і зниженню цін, ці системи стають доступні й економічно ефективні для використання в різних галузях, включаючи комерційні вантажоперевезення, суспільний транспорт і потреби рядового споживача.

Системи і комплекси технічних засобів визначення місця розташування рухомих об'єктів розрізняються за методами визначення координат об'єктів, способами передачі інформації між рухомими об'єктами і диспетчерськими пунктами, логікою побудови і т.п. Однак у всіх цих системах повинна виконуватися умова – можливість для споживача самостійно визначати її основні параметри:

- зону роботи системи;
- тип транспорту, який потрібно контролювати;
- частоту відновлення інформації про рухомий об'єкт;
- перелік задач, розв'язуваних у системі.

Системи автоматичного (автоматизованого) визначення місця розташування транспортних засобів – AVL (automatic vehicle location system) за територією охоплення умовно можна підрозділити на такі зони покриття:

- глобальну, котра охоплює земну кулю, материки або території декількох держав;
- регіональну, обмежену, як правило, границями населеного пункту, області, регіону;
- локальну (зональну) - розраховану на малий радіус дії (територія міста, області), що характерно в основному для систем дистанційного супроводу і пошуку викрадених автомобілів.

З погляду реалізації функцій місцезнаходження системи AVL характеризуються такими технічними параметрами, як точність визначення місцезнаходження і періодичність уточнення даних. Очевидно, що ці параметри багато в чому залежать від зони дії AVL-системи. Чим менше розмір зони дії, тим вище повинна бути точність. Так, для локальних систем, що діють на території міста, вважається достатньою точність визначення місцезнаходження від 50 до 100 м. Деякі спеціальні системи потребують точності до одиниць метрів, для глобальних систем буває досить точності до одиниць кілометрів. Періодичність уточнення даних може коливатися від декількох хвилин до годин.

Глобальна зона покриття звичайно потрібна для контролю міжнародних

перевезень, коли відстані між рухомих об'єктом і диспетчерським пунктом можуть бути в кілька тисяч кілометрів. Тому найбільш прийнятне рішення для реалізації системи подібного масштабу - використання супутникових каналів зв'язку. Системи супутникового рухомого зв'язку можуть бути побудовані на базі геостаціонарних супутників або на базі низько- і середньоорбітальних супутників.

Основна маса систем контролю дальніх перевезень основана на використанні геостаціонарних супутників. Це системи *Inmarsat*, *OmniTracs*, *EutelTracs*, *Prodat* та інші.

Системи на базі низькоорбітальних супутників, такі, наприклад, як *Indium*, *Orbcomm*, *Navstar*, *Глонасс* призначені для автоматизованого збору інформації про стан об'єктів, надання послуг електронної пошти, рішення навігаційних задач. Основна їхня відмінність від геостаціонарних систем полягає в тому, що вони складаються з низькоорбітальних супутників з невеликою висотою орбіти (менше 1000 км). Для споживача це означає, що їхні супутникові термінали мають менші розміри і невисокі ціни.

До систем, що забезпечують регіональну зону покриття, відносяться системи контролю рухомих об'єктів, в яких об'єкти не віддаляються від диспетчерського пункту далі фіксованої відстані (звичайно не більш 1000 км). У цих системах потрібно підтримувати голосовий зв'язок між об'єктом і диспетчером, оперативно доставляти інформацію про місце розташування і стан транспортних засобів. Досить умовно в цей розряд можна віднести системи на базі транкового, стільникового та короткохвильового зв'язку.

Системи на базі транкового зв'язку можуть покривати значні площі, дозволяючи здійснювати «автороумінг» та «автопатчинг», тобто в них, за рахунок поєднання окремих ретрансляторів у єдину логічну структуру, у споживача відпадає необхідність піклуватися про переключення радіочастотних каналів при переміщенні в рамках усєї системи. У світі розгорнуті й експлуатуються транкові системи різних стандартів: *SmartTrunk*, *MPT 1327*, *LTR*, *SmartZone*, *EDACSnap*.

Системи на базі стільникового зв'язку усе більш завойовують ринок України. Багато фірм випускають устаткування і пропонують закінчені системи. Широке застосування цих систем стримують висока ціна бортового комплексу і проблеми перевантаження системи зв'язку.

Системи локальної зони покриття працюють, як правило, у радіусі до 100 км і найчастіше використовуються для забезпечення внутрішньоміських перевезень і пошуку викрадених автомобілів. У таких системах можуть використовуватися системи космічного, стільникового, транкового та короткохвильового зв'язку окремо одна від одної або в різних поєднаннях.

За своїм призначенням AVL можна розділити на диспетчерські системи, системи дистанційного супроводу та системи відновлення маршруту.

Диспетчерські системи – це системи, в яких здійснюється централізований контроль у певній зоні за місцем розташування і переміщенням рухомих об'єктів у реальному масштабі часу одним або декількома диспетчерами, що знаходяться в стаціонарних обладнаних

диспетчерських центрах; це можуть бути системи оперативного контролю переміщення патрульних автомашин, контролю рухомих об'єктів, системи пошуку викрадених автомобілів.

Системи дистанційного супроводу – це системи, в яких дистанційно контролюється переміщення рухомого об'єкта за допомогою спеціально обладнаної автомашини або іншого транспортного засобу; найчастіше такі системи використовуються при супроводі цінних вантажів або контролюється переміщення спеціальних транспортних засобів.

Системи відновлення маршруту – це системи, що вирішують задачу визначення маршруту або місць перебування транспортного засобу на основі даних, отриманих тим або іншим способом; подібні системи застосовуються при контролі переміщення транспортних засобів, а також з метою одержання статистичних даних про маршрути.

У тому випадку, коли потреба одержання інформації в реальному масштабі часу не є обов'язковою, однією з найбільш дешевих систем контролю рухомих об'єктів є використання бортового накопичувача параметрів руху транспортних засобів. Останній працює в режимі «чорної скриньки», тобто здійснює запис координат точок маршруту руху з відміткою часу їхнього проходження, а також фіксує додаткову телеметричну інформацію, наприклад, температуру в рефрижераторі, витрату палива, факти відкривання дверей фургона і т.д.

Для зональних диспетчерських систем ідеальним може вважатися одержання даних про місце розташування рухомого об'єкта до одного разу в хвилину. Системи дистанційного супроводу потребують більшої частоти відновлення інформації.

Конкретні реалізації AVL-систем часто включають у свій склад технічні засоби, що забезпечують кілька способів визначення місця розташування.

10.2 Обладнання навігаційних систем

Структура, способи функціонування та потрібні характеристики підсистем системи реалізації навігаційного обчислення (СРНО) переважно залежать від заданої якості навігаційного забезпечення та обраної концепції навігаційних вимірювань.

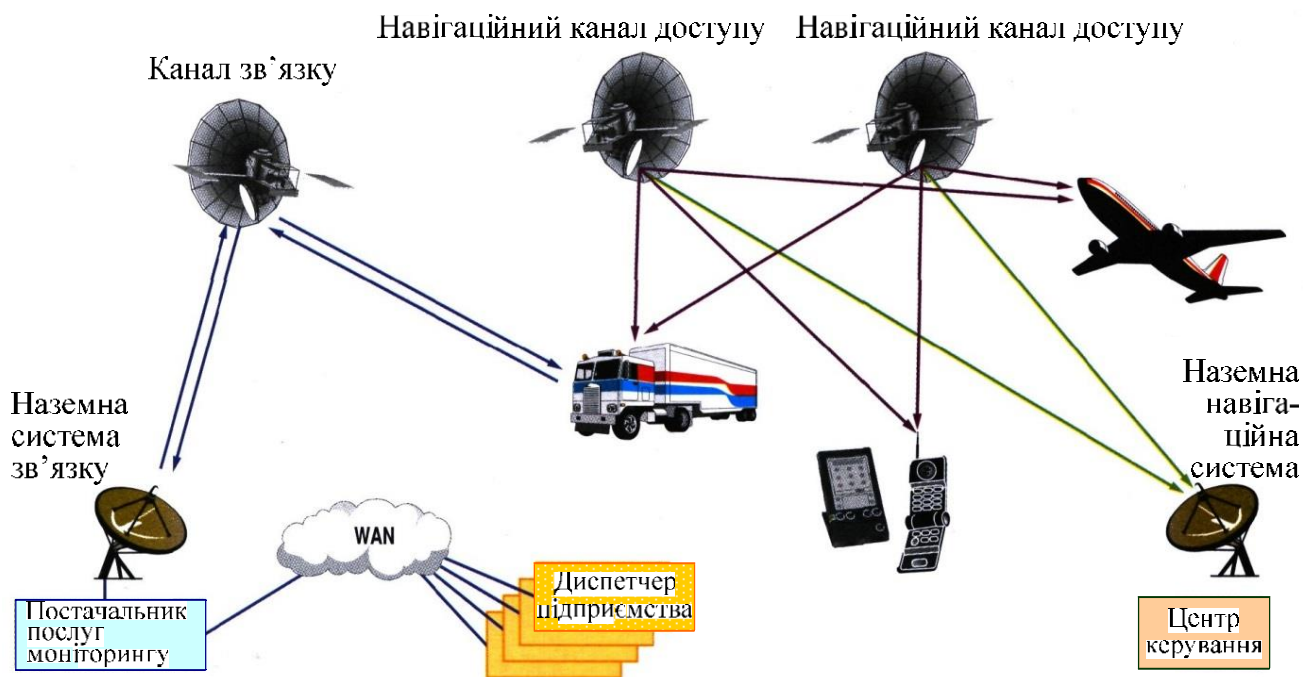


Рисунок 10.1 – Принцип дії супутникової навігації

Для досягнення таких важливих якостей, як неперервність і висока точність навігаційних визначень, в глобальній робочій зоні і складі сучасної СРНО типу ГЛОНАСС або NAVSTAR GPS функціонують три основні підсистеми:

- космічних апаратів (ПКА), яка складається з мережі навігаційних супутників (НС);
 - контролю і керування (ПКК) – наземний командно-вимірювальний комплекс (КВК) або центр керування;
 - апаратура споживача (АС) СРНО (приймоіндикатори (ПІ)).
- Множина видів приймоіндикаторів СРНО забезпечує потреби наземних, морських, авіаційних та космічних (в межах ближнього космосу) споживачів.

Основною операцією, яку виконують в СРНО є визначення просторово-часових координат (ПЧК). Цю операцію здійснюють відповідно до концепції незалежної навігації, яка передбачає визначення шуканих навігаційних параметрів безпосередньо в апаратурі споживача. В рамках цієї концепції в СРНО обрано позиційний спосіб визначення місцезнаходження споживача на основі пасивних (без запитів) далекомірних вимірювань за сигналами декількох навігаційних штучних супутників Землі з відомими координатами.

Вибір концепції незалежної навігації та використання беззапитних вимірювань забезпечили можливість досягнення необмеженої пропускної здатності СРНО, однак це призвело до ускладнення апаратури споживачів.

Висока точність визначення місцезнаходження споживачів обумовлена багатьма факторами, включаючи взаємне розташування супутників і параметри їх навігаційних сигналів. В наш час вважається доцільним введення у склад СРНЧ додаткових регіональних систем, які дозволяють підвищити точність обсервації, здійснювати контроль цілісності системи та підтримувати режим

диференціальних вимірювань.

Підсистема космічних апаратів СРНО складається з певного числа навігаційних супутників. Основні функції НС – формування та випромінювання радіосигналів, необхідних для навігації споживачів, контролю бортових систем супутника підсистемою контролю і керування СРНО. З цією метою в склад апаратури НС звичайно включають: радіотехнічне обладнання (передатчики, приймачі, антени, блоки орієнтації), ЕОМ, бортовий еталон часу і частоти, сонячні батареї та інше устаткування. Бортові еталони часу і частоти забезпечують практично синхронне випромінювання навігаційних сигналів усіма супутниками, що необхідно для реалізації режиму пасивних далекомірних вимірювань в апаратурі споживача.

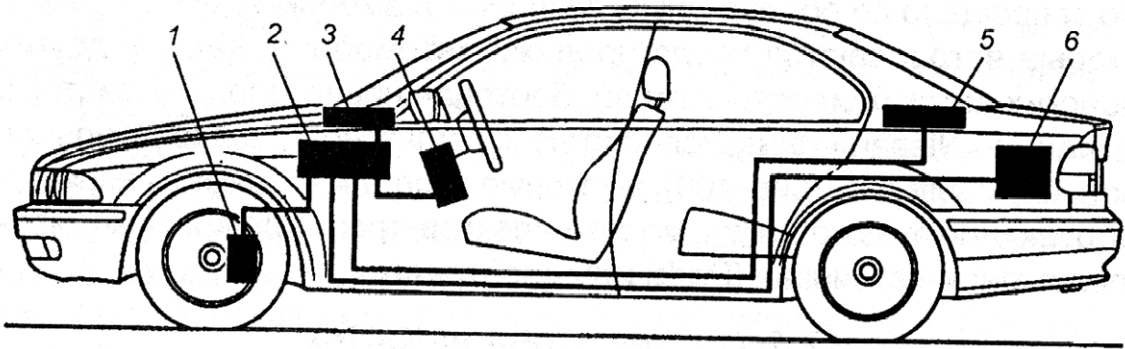
Підсистема контролю і керування являє собою комплекс наземних засобів – КНЗ, які забезпечують спостереження і контроль за траєкторіями руху НС, якістю функціонування їх апаратури, керування режимами її роботи і параметрами супутникових радіосигналів, складом, об'ємом та дискретністю переданої із супутників навігаційної інформації, стабільністю бортової шкали часу та інше.

Звичайно КНЗ складається з координаційно-обчислювального центру (КОЦ), станцій траєкторних вимірювань і керування (СТВ), системного (наземного) еталону часу і частоти.

Періодично при польоті НС в зоні видимості СТВ, відбувається спостереження за супутником, що дозволяє за допомогою КОЦ визначати і прогнозувати координатну та іншу необхідну інформацію. Потім ці дані закладають в пам'ять бортової ЕОМ і передають споживачам в службовому повідомленні у вигляді кадрів відповідного формату.

Функціональні можливості навігаційної апаратури споживачів СРНО досить різноманітні. Одні комплекси показують водієві розташування заданого пункту призначення, його віддаленість, а також місце розташування автомобіля, інші «супроводжують» водія від початку поїздки до кінцевого пункту, безупинно вказуючи оптимальний напрямок руху до заданої мети з урахуванням зміни дорожньої обстановки. Є й більш прості системи, що видають інформацію тільки загального характеру: про погодні умови, ДТП, що відбулися в певному місті або на маршруті руху, і т.д. Але в будь-якому випадку мета їх застосування очевидна: знизити час і вартість поїздки, забезпечити водієві можливість оптимальним чином коректувати свій маршрут.

Розташування елементів типового комплексу навігаційної апаратури автомобіля показано на рис. 10.2.



1 - датчик пройденого шляху; 2 - процесорний блок; 3 - компас; 4 - інформаційний дисплей; 5 - антена приймача GPS; 6 – накопичувач інформації
Рисунок 10.2 – Будова навігаційної системи

В сучасних СРНО керування НС здійснюється з обмежених територій і, відповідно, не забезпечується постійна взаємодія КНЗ і мережі НС. В зв'язку з цим виділяють два етапи розв'язування цієї задачі. На першому етапі в апаратурі КНЗ вимірюють координати супутників в процесі їх прольоту в зоні видимості і обчислюють параметри їх орбіт. Ці дані прогнозуються на фіксовані (опорні) моменти часу, наприклад, на середину кожного півгодинного інтервалу майбутньої доби, до виконання наступного прогнозу. Прогнозовані координати НС та їх похідні передаються на НС, а потім у вигляді навігаційного (службового) повідомлення, в указані моменти часу, споживачам. На другому етапі в апаратурі споживача за цими даними здійснюється наступне прогнозування координат НС, тобто обчислюються поточні координати НС в інтервалах між опорними точками траєкторії. Процедури первинного і вторинного прогнозування координат проводять при відомих закономірностях руху НС.

На відміну від НС, що самовизначаються, розглянутий варіант функціонування СРНО забезпечує спрощення апаратури супутників за рахунок ускладнення КНЗ з метою досягнення заданої надійності.

10.3 Економічна ефективність та окупність систем

Морські, повітряні і наземні шляхи виконують важливу роль в економічному розвитку будь-якої країни. По цих транспортних артеріях перевозиться величезна кількість пасажирів і різних вантажів. Для компаній, що здійснюють вантажні і пасажирські перевезення, дисципліна водіїв має першорядне значення. Адже в умовах, коли людині надана надзвичайно сучасна і дорога техніка, відсутність належного контролю може обійтися компанії прямими або непрямими втратами в сотні тисяч доларів. Немає необхідності пояснювати наскільки важливо в сучасних умовах (світова економічна криза) підвищувати ефективність контролю за станом транспортного парку, знижувати холостий пробіг, зменшувати накладні витрати.

Задачі, розв'язувані за допомогою навігаційних систем пошуку і спостереження за рухомими об'єктами:

- постійна і достовірна інформація про місцезнаходження кожного з автомобілів у реальному часі із записом протоколу і можливістю наступного аналізу;

- спрощення роботи диспетчера і зниження його завантаження, що знижує імовірність прийняття помилкового або несвоєчасного рішення;

- наочне картографічне відображення місцевості з накладенням маркерів, що вказують положення автотранспорту; тип маркера і його колір можуть відображати як тип машини, так і її стан (вільна, зайнята, несправна і т.д.);

- можливість автоматичного контролю за незапланованими зупинками автотранспорту, а також за виїздом автотранспорту за межі встановленої робочої зони, що значною мірою може сприяти зниженню ризику розкрадання матеріальних цінностей або нецільового використання автотранспорту;

- можливість оперативної допомоги водіям, що втратили орієнтацію, у виборі оптимального маршруту;

- можливість автоматизованого пошуку найближчої до заданої точки машини з можливістю диференціації за заданими ознаками (наприклад, найближчої вільної машини, найближчої машини з певним устаткуванням);

- при наявності датчиків сигналізації і виконавчих пристроїв - своєчасне оповіщення диспетчера про викрадення автотранспорту і можливість його дистанційного блокування (наприклад, дистанційним включенням клапана, що перекриває бензопровід); подальші дії органів охорони правопорядку можуть бути значно полегшені через наявність точної інформації про місцезнаходження викраденого автомобіля;

- можливість обладнання автомобіля «тривожною кнопкою» і (або) датчиком зіткнення для автоматичної передачі сигналу про надзвичайну ситуацію і координати події;

- можливість ефективної координації дій з вантажоодержувачем і забезпечення своєчасного розвантаження або переадресації вантажу при неможливості його прийому на заздалегідь запланованому об'єкті (що особливо важливо під час перевезення вантажів, які швидко псуються, наприклад, бетону високих марок або деяких харчових продуктів);

- зменшення холостого пробігу автотранспорту через прорахунки в організації перевезень, пов'язані з неповним інформуванням диспетчера про реальну обстановку;

- підвищення ефективності використання наявного автотранспорту і персоналу за рахунок більш чіткої організації їх роботи і зниження потреби в додаткових машинах;

- спрощення контролю за реальним пробігом кожної з одиниць автотранспорту та оцінки реальних витрат при аналізі економічної ефективності перевезень;

- великий обсяг об'єктивної інформації для аналізу з метою розробки найбільш раціональних маршрутів, удосконалення системи керування і т.п.;

- можливість автоматизованого контролю за настанням терміну регламентного обслуговування автотранспорту і більш ефективного планування його використання з урахуванням цієї інформації.

Для кінцевого користувача економічний ефект від впровадження систем контролю за рухомими об'єктами, як правило, досягається за рахунок:

- підвищення ефективності використання основних засобів виробництва (у даному випадку транспортних засобів);
- прискорення реагування на запити клієнтів;
- розширення спектра пропонованих послуг;
- зниження експлуатаційних витрат;
- підвищення безпеки і зниження ризику матеріальних втрат як від неправильних рішень персоналу, зроблених на основі недостовірної інформації, так і від крадіжок майна при транспортуванні.

При розгляді економічного ефекту від впровадження подібних систем у кожному конкретному випадку необхідно враховувати специфіку парку машин і характер перевезених вантажів. При цьому можна виділити такі складові забезпечення успіху:

- підвищення ефективності використання наявного парку транспорту і персоналу;

- зниження потреби в розширенні парку автотранспорту;
- зниження втрат від крадіжок вантажу і викрадень або нецільового використання автотранспорту завдяки удосконалюванню системи забезпечення безпеки;

- зменшення витрат на технічне обслуговування, паливо, мастильні матеріали за рахунок оптимізації маршрутів і зниження непродуктивного пробігу автотранспорту;

- поліпшення обслуговування клієнтів і можливість залучення нових клієнтів за рахунок розширення спектра послуг і оперативного реагування на запити;

- більш чітке перспективне планування роботи на основі об'єктивної інформації про реальний пробіг кожної одиниці автотранспорту і зниження втрат, пов'язаних з ремонтом і простоєм автотранспорту, що особливо важливо для унікального автотранспорту і для машин з дорогим спеціальним устаткуванням;

- підвищення ефективності роботи персоналу і можливість уведення системи матеріального стимулювання, що базується на достовірній інформації про роботу кожного водія і заохочує до більш ефективного використання робочого часу, транспорту, паливо-мастильних матеріалів і спеціального устаткування.

Дослідження Департаменту транспорту США, яке охопило 24 цілком розгорнутих системи подібного типу і 31 систему, що знаходяться в різних стадіях розгортання (усього більше 10000 обладнаних машин) виявило такі усереднені показники, які мають пряме відношення до економічної ефективності:

- пробіг автотранспорту - зниження на 15-18%;

- обсяг наданих послуг - збільшення на 12-23% при значному поліпшенні оперативності обслуговування клієнтів;
- безпека - скорочення часу оповіщення спеціальних служб про надзвичайні ситуації приблизно до однієї хвилини;
- повернення інвестицій - до 45% у рік.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Говорущенко Н. Я. Экономическая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с. – ISBN 966-7428-21-8.
2. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2001. – 271 с. – ISBN 966-7839-23-0.
3. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с. – ISBN 966-7427-21-8.
4. Туренко А. Н. История инженерной деятельности. Развитие автомобилестроения: уч. пособ. / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, В. И. Клименко. – Харьков : ХГАДТУ, 1999. – 252с.
5. Автомобильный справочник BOSCH. Перевод с англ. – Москва : За рулем, 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5.
6. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с. – ISBN 5-93517-085-X.
7. Сосин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Сосин, В. Ф. Яковлев – Москва : Солон-Пресс, 2005. – 240 с. – ISBN 5-98003-201-0.
8. Сига Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, С. Мидзутани. – Москва: Мир, 1989. – 232 с. – ISBN 5-03-000367-3.
9. Федосов В. П. Автомобильная электроника : уч. пособ. / В. П. Федосов, В. Д. Сытенький. – Таганрог : ТРТУ, 1998. – 73 с.
10. Петров В. М. Электрооборудование, электронные системы и бортовая диагностика автомобилей : уч. пособ. / В. М. Петров, И. Ф. Дьяков. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 115 с.
11. Технические системы обеспечения безопасности дорожного движения / [Комаров В. М. и др.]. – Москва : Транспорт, 1990. – 351 с.
12. Поляк Д. Г. Электроника автомобильных систем управления / Д. Г. Поляк, Ю. К. Есеновский–Лашков. – Москва : Машиностроение, 1987. – 199 с.
13. Кучер В. П. Диагностика японских автомобилей / В. П. Кучер. – Москва : Легион–Автодата, 2002. – 176 с. – ISBN 5-88850-146-8.
14. Твег Р. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля: руководство по техническому обслуживанию и ремонту / Росс Твег. – Москва : Астрель, 2003. – 144 с. – ISBN 5-271-05883-2.
15. Афонин С. В. Устройство и диагностика автоматических коробок передач легковых автомобилей. Переднеприводные, заднеприводные, полноприводные : практ. руководство / С. В. Афонин – Ростов-на-Дону : ПОНЧиК, 2000. – 136 с. – ISBN 5-8069-0011-8.
16. Андрианов В. И. Автомобильные охранные системы : справ. пособ. / В. И. Андрианов, А. В. Соколов – Санкт-Петербург : Арлит, 2000. – 272 с. –

ISBN 5-8206-0121-1.

17. Воловник А. А. Знакомьтесь, информационные технологии / А. А. Воловник. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. – 352 с. – ISBN 5-94157-182-8.

18. Литвиненко В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. – Москва : За рулем, 2004. – 176 с. – ISBN 5-85907-353-4.

19. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Лотфи Заде. - М. : Мир, 1976. □ 165 с.

20. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров.- Рига : Зинатне, 1990. – 184с.

21. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 230с. – ISBN 966-7199-49-5.

22. Intel, “Fuzzy Anti-Lock Braking System,” developer.intel.com/design/MCS96/DESIGNEX/2351.htm, 1996.

23. N. Matsumoto et al., “Expert antiskid system,” IEEE IECON’87, 810–816, 1987.

24. H. Kawai et al., “Engine control system,” Proc. of the Int’l Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks, Iizuka, Japan, 929–937, 1990.

25. “Benchmark Suites for Fuzzy Logic” http://www.fuzzytech.com/e_dwnld.htm, 1997.

26. H. Takahashi, K. Ikeura, and T. Yamamori, “5-speed automatic transmission installed fuzzy reason-ing,” IFES’91–Fuzzy Engineering toward Human Friendly Systems, 1136–1137, 1991.

27. P. Sakaguchi et al., “Application of fuzzy logic to shift scheduling method for automatic transmiss-ion,” 2nd IEEE Int’l. Conf. on Fuzzy Systems, 52–58, 1993.

28. C. von Altrock, B. Krause, and H.-J. Zimmermann, “Advanced fuzzy logic control of a model car in extreme situations,” Fuzzy Sets and Systems, 48:1, 41–52, 1992.

29. L. I. Davis et al., “Fuzzy Logic for Vehicle Climate Control,” 3rd IEEE Int’l. Conf. on Fuzzy Sys-tems, 530–534, 1994.

30. J.-P. Aurrand-Lions, M. des Saint Blancard, and P. Jarri, “Autonomous Intelligent Cruise Control with Fuzzy Logic,” EUFIT’93–1st Eur. Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies, Aachen, 1–7, 1993.

31. http://www.fuzzytech.com/e_a_spe.htm.

32. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / [под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина]. – М. : ИПРЖР, 1998. – 400 с. – ISBN 5-88070-004-6.