

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Факультет дорожньо-будівельний
Кафедра Інформатики і прикладної математики

Симбірський Г. Д.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ АВТОТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Конспект лекцій

Для магістрів автомобільного факультету

ХНАДУ, 2021

Передмова

Курс «Інформаційні технології в управлінні АТЗ» (ІТУАТЗ) присвячений вивченню способів і методів застосування сучасних інформаційних технологій для переробки інформації під час експлуатації автотранспортних засобів, розгляду принципів роботи мехатронних систем, автомобільних датчиків та виконавчих механізмів, їх впливу на функціональні можливості і параметри сучасних автомобілів.

Вивчення даного курсу є непростю задачею, тому що з одного боку ми обмежені кількістю лекцій (8), а з другого боку маємо великий обсяг учбового матеріалу, що потребує знань з радіоелектроніки, програмування та інших дисциплін, деякі з яких вивчали не всі магістранти. Обсяг у 8 лекцій дозволяє розглянути принцип дії автоматичних систем керування двигуном, трансмісією та інших, їх склад, переваги та особливості, але не дозволяє докладніше зупинитися на технічних деталях.

Завданням лектора є вибір необхідного обсягу та якісного складу знань, які повинні засвоїти студенти, з великої пропозиції підручників з інформаційних технологій, електронного обладнання транспортних засобів, з мехатроніки, з конструкції автомобілів та інших галузей. Для того, щоб при потребі отримати більш докладні відомості, потрібно звернутися до підручників та монографій зі списку літератури та до лабораторного практикуму.

Лекція 1

Інформаційні технології та їх застосування в системах керування АТЗ

Мета лекції. Знайомство із загальною характеристикою дисципліни. Розгляд основних понять інформаційних, історії їх розвитку, актуальність застосування на транспорті.

Питання лекції:

1. Вступ.
2. Основні поняття інформаційних технологій. Місце інформаційних технологій в керуванні АТЗ.
3. Мехатроніка як засіб застосування інформаційних технологій на автотранспорті.
4. Інформатизація сучасного транспортного процесу

1.1. Вступ

Електроустаткування, електроніка, датчики, виконавчі пристрої і механізми та мікропроцесорна техніка з програмним забезпеченням є важливими складовими частинами сучасного автотранспортного засобу. Їх синтез та взаємне застосування привело до виникнення нової області техніки – мехатроніки. Завдяки досягненням в області напівпровідникової техніки та мікроелектроніки кардинально

удосконалені відомі бортові пристрої та розроблені і широко застосовуються нові автоматичні керуючі системи.

Автомобільні мехатронні 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 мехатроніки наступні:

1. Розповсюдження засобів обчислювальної техніки в сучасному суспільстві;

2. Великі можливості обчислювальної техніки і вміння їх використовувати широкими колами населення привели до того, що в автомобіль без електронних систем став неконкурентоздатним;

3. Розвиток електронних систем сприяв 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, обмежується токсичність вихлопних газів і максимальна витрата палива.

Найбільшого поширення в сучасному автомобілі набули функції управління і відображення інформації. Мехатронні системи управляють роботою двигуна, трансмісії, ходової частини, рульового управління, гальмівної системи, кузова, системи електроживлення і комунікацій. Візуальні індикатори показують значення безлічі різноманітних параметрів: від традиційних (наприклад, швидкість руху і частота обертання колінчастого валу) до тих, що не застосовувалися раніше (наприклад, на автомобілях фірми "Форд" відображається момент займання суміші в кожному циліндрі).

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 великий обсяг необхідну інформацію в напівпровідникових запам'ятовуючих пристроях (НПЗП). Водій має можливість записати на машинному носії 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.

1.2. Основні поняття інформаційних технологій

Місце інформаційних технологій в керуванні АТЗ

Технологія - це комплекс наукових і інженерних знань, реалізованих в прийомах праці, наборах матеріальних, технічних, енергетичних, трудових факторів виробництва, та способах їх з'єднання для створення продукту або послуги, що відповідає певним вимогам.

Поняття технології нерозривно пов'язана з машинізацією виробничого або невиробничого, перш за все управлінського, процесу. Управлінські технології ґрунтуються на вживанні комп'ютерів і телекомунікаційної техніки.

Поняття інформаційної технології (ІТ) з'явилося з виникненням інформаційного суспільства, основою соціальної динаміки в якому є не традиційні, матеріальні, а інформаційні ресурси - знання, наука, організаційні питання, інтелектуальні здібності людей, їх ініціатива і творчість.

Інформаційна технологія - сукупність методів і засобів збору, обробки і передачі даних для отримання інформації нової якості і її використання на базі обчислювальної і інформаційної техніки.

Сучасний транспортний засіб є своєрідним транспортним роботом, відмітною особливістю якого є наявність гнучкої комп'ютеризованої системи, яка забезпечує навігацію та керування процесом руху транспортних засобів. Можна навести багато прикладів вже існуючих реалізацій автономних транспортних засобів.

Для забезпечення пересування транспортного засобу та роботи його механізмів і агрегатів не можна обійтися без електронних та інформаційних технологій. Особливо це відноситься до сучасних транспортних засобів, у яких робота різних агрегатів і вузлів пов'язана з використанням електричних, електромеханічних та електронних приладів і пристроїв. Це є основою як для електронних систем керування автомобільними двигунами, так і іншими агрегатів автомобілів: зчеплення, коробки передач, кермових приводів, гальмових пристроїв, підвіски

На рис. 1.1 наведено типову структурну схему системи керування автономного транспортного засобу. Для реалізації такої системи достатньо приєднати до локальної обчислювальної мережі автономного транспортного засобу бортовий комп'ютер, що умонтовується (англ. Embedded). Звичайно для реалізації локальної обчислювальної мережі транспортного засобу застосовується інформаційна технологія Ethernet.

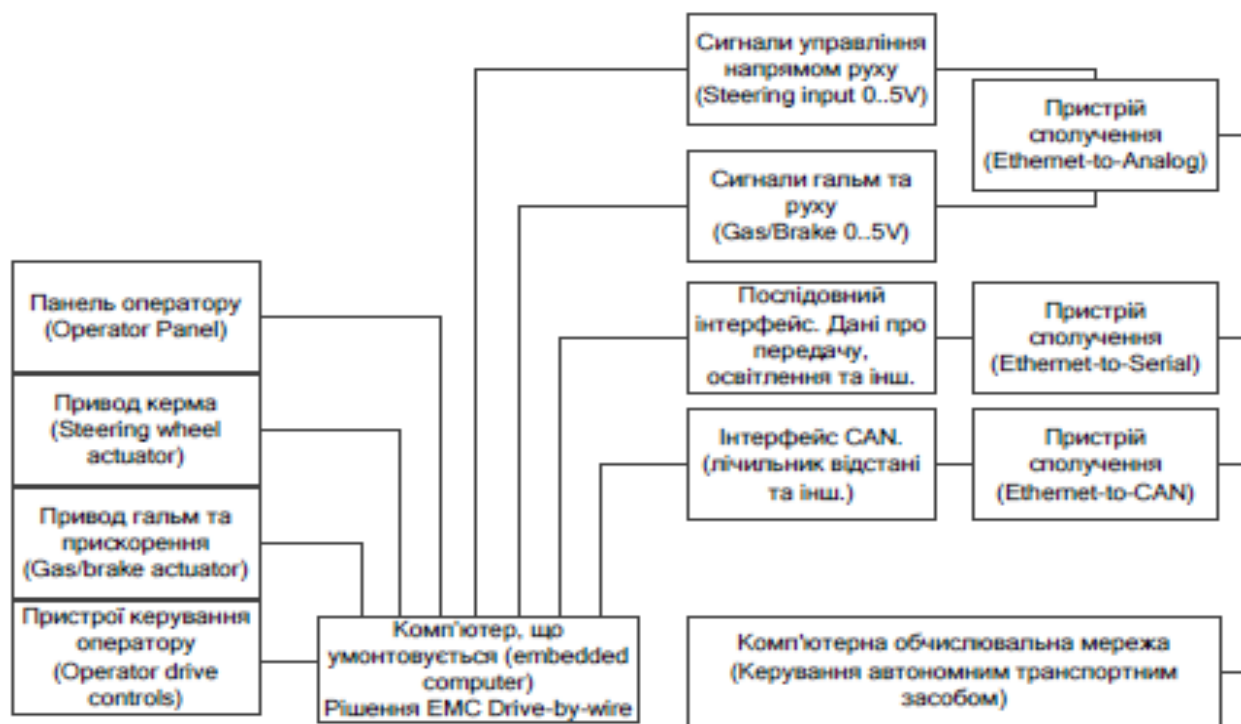


Рис. 1.1 – Структурна схема систем керування ТЗ

1.3. Мехатроніка як засіб застосування ІТ на автотранспорті

Неможливо вивчати інформаційні технології в керуванні АТЗ у відриві від електронних та механічних технологій. В автотранспортних засобах, як і в інших галузях науки та техніки, обчислювальна техніка та породжені нею інформаційні технології використовується спільно з елементами автоматики та електроніки. Навіть сам бортовий комп'ютер - це єдине ціле електроніки (мікропроцесорної техніки) та мови програмування Асемблер чи мов більш високого рівня.

В зв'язку з цим виникла **мехатроніка** – нова область науки і техніки, присвячена створенню та експлуатації машин і систем з комп'ютерним керуванням рухом, котра базується на знаннях у області механіки, електроніки та інформатики і мікропроцесорної техніки. У цьому визначенні підкреслена триєдина сутність мехатронних систем, у основу побудови котрих закладена ідея глибокої взаємної залежності механічних, електронних та комп'ютерних елементів. На рис. 1.2 наука мехатроніка зображена як перетин областей, що відповідають вищевказаним трьом галузям.

Отже системна інтеграція трьох вказаних видів елементів є необхідною умовою побудови мехатронних систем. Мехатронні системи – це технічні системи, що забезпечують виробничі та інші процеси, засновані на комплексному використанні електричних, механічних та інформаційних технологій.



Рис. 1.2 - Визначення мехатроніки

На практиці раціональне сполучення механічних, електронних та інформаційних технологій знаходить своє відбиття в інформаційній технології на логічному і фізичному рівнях керування агрегатами, підсистемами і ланками транспортних засобів. Так, бортовий обчислювальний комплекс сучасного автомобіля (АБОК) дозволяє визначити необхідні терміни обслуговування його вузлів і агрегатів, забезпечує діагностику несправностей відповідної транспортної машини. Маршрутний комп'ютер і навігаційна система, що входять до складу сучасного АБОК, дозволяють раціонально керувати рухом автомобіля.

Паралельно із комп'ютеризацією ТЗ відбувається їх інтелектуалізація. Вона теж базується на інформатиці і застосуванні АБОК у так званих думаючих або Smart-автомобілях. В мехатроніці велику роль відіграє не тільки аналіз керуючих процесів, але і робота електричних виконавчих механізмів. Це стосується не тільки транспортних засобів (ТЗ), але й транспортних технологій (ТТ) та керування транспортними процесами (ТП). Загалом ТТ та ТП на сучасному етапі розвитку транспортних систем слід розглядати як сукупність інформаційних технологій керування рухом.

Сукупність принципів та закономірностей мехатронізації ТЗ, ТМ та ТТ визначає транспортна мехатроніка, що розповсюджує принципи мехатроніки на будь-які об'єкти транспорту. На рис. 1.3 наведено схему, що пояснює у цілому поняття транспортної мехатроніки.

Інтелектуалізація транспортних машин та систем за допомогою інформаційних технологій дозволяє створити принципово нову транспортну технологію керування рухом транспорту та оптимізувати маршрутну мережу великого міста. Усі ознаки інформаційної та інтелектуальної технології є у супутникової навігаційної технології (СНТ), яка широко застосовується на транспорті для навігації транспортних засобів та їх просторово-часової орієнтації.

1.4. Інформатизація сучасного транспортного процесу

Транспортний комплекс складається із транспортних систем. До них належать автотранспорт, залізничний транспорт, водний, повітряний транспорт, трубопровідний та інші види транспорту, основною задачею яких є переміщення в просторі і часі різних об'єктів і систем. Кожна частина транспортного комплексу є системою з двома складовими: рухомі складові і транспортні комунікації.

Таким чином, для будь-якого виду транспорту характерні дві взаємодіючі частини: множина транспортних засобів і множина транспортних комунікацій. Для наземного транспорту останні – це шляхи сполучення (ШС), а для автотранспорту, зокрема, -це автомобільні дороги.

В основу узагальнення оцінки транспортних процесів покладено механізм взаємодії ТЗ та ШС, який слід вважати керованим процесом. Кожен ТЗ характеризується своїм поточним напрямком пересування й маршрутом руху. Визначення режиму пересування такого ТЗ відбувається на основі аналізу ситуацій на відповідному ШС, прогнозу умов руху та супроводжується формуванням керуючих впливів.

Аналіз транспортних процесів передбачає їх уявлення як послідовності дій учасників руху ТЗ, яку формально визначимо як множину

$$T = Z \cup K,$$

де Z – засоби пересування; K – шляхи сполучення (ШС).

Логічним продовженням такого узагальнення є використання інформаційно-логічної моделі (ІЛМ) транспортно-експлуатаційних параметрів.

На перше місце у керуванні транспортним процесом виходить сукупність дій осіб, що приймають рішення (ОПР) про організацію руху. Пересування окремого АТЗ теж підпорядковується відповідним діям ОПР (рис. 1.3).

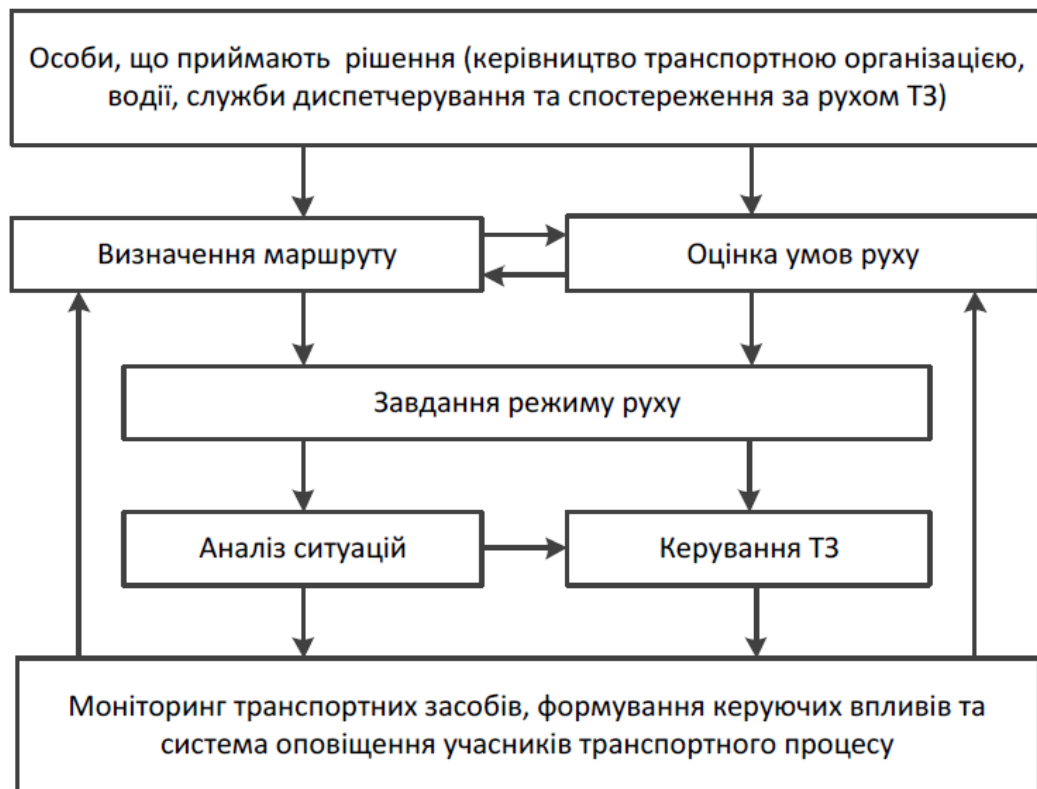


Рис. 1.3 – Схема транспортного процесу

Рух окремого транспортного засобу визначається за результатами оцінки ШС та моніторингу стану ТЗ (рис. 1.4). Йому відповідає множина транспортно-експлуатаційних параметрів, які так чи інакше впливають один на одного.

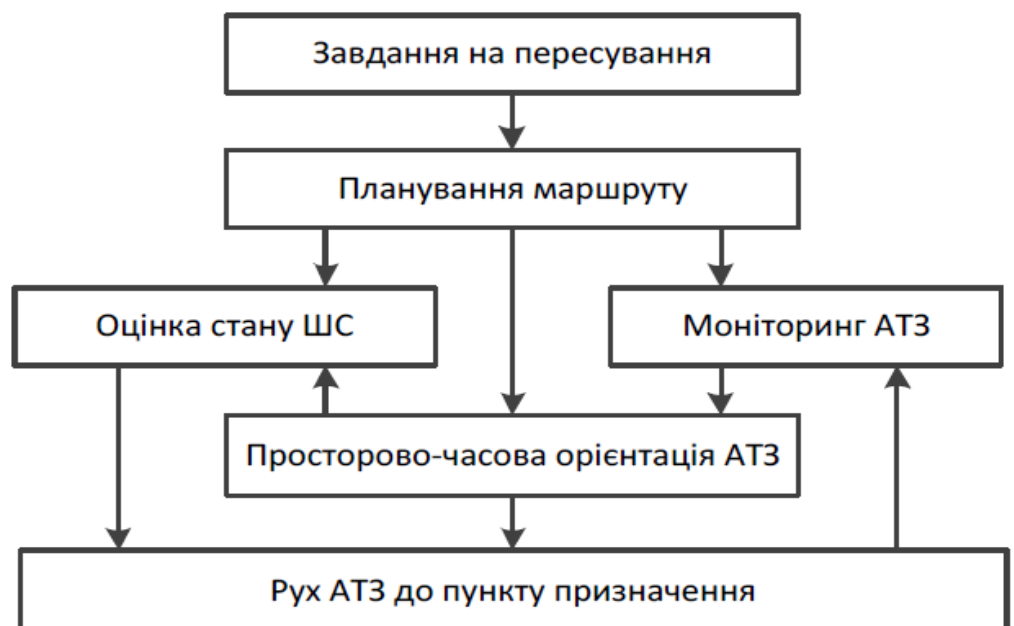


Рис. 1.4 – Планування руху окремого транспортного засобу

При взаємодії всіх учасників руху увага приділяється більше за все керуванню не одиночним транспортним засобом, а транспортним потоком (особливо в АСУ рухом). З іншого боку, індивідуальний характер руху й інтереси конкретного водія (особливо для легкових автомобілів) вимагають наявності індивідуальних засобів організації руху, що допускають прийняття раціональних рішень на вибір оптимального за певними критеріями маршруту руху.

Поняття стану транспортної системи необхідно розглядати як фундаментальне поняття, що має як математичний, так і логічний та фізичний зміст. Воно дозволяє обґрунтувати кількісну оцінку варіанта руху, маршруту, швидкості одиничного транспортного засобу і транспортного потоку в цілому. Математично його можна представити у вигляді деякої точки в області визначення значень параметрів досліджуваної системи.

Логічне і фізично цьому відповідає класичне визначення інформаційної теорії управління «Під станом системи слід розуміти точно визначену умову або властивість, яку буде визначено, якщо вона повториться знову». Визначаючи стан транспортної системи як складної системи, необхідно враховувати своєрідний «користувальницький», або прагматичний зміст такої оцінки. З точки зору учасника транспортного процесу вона повинна визначати маршрут, що найбільше підходить, та режим руху.

Розглянемо, як виконати оцінку варіанта маршруту. Для цього треба вирішити задачу оцінки стану ділянок доріг. Це задача моніторингу транспортної комунікації і руху АТЗ. Її рішення, насамперед, дозволяє підготувати дані для прийняття рішень. Така підготовка – формування динамічного банку даних для прийняття рішень. Динамічний банк даних відрізняється необхідністю постійного відновлення даних (відповідно проведення безперервного моніторингу), що, без сумніву, є однією із основних вимог з підготовки рішень по вибору раціонального маршруту.

Існуючі зараз промислові системи, що виготовляються відомими міжнародними корпораціями, мають істотний недолік, а саме: база даних про різні маршрути руху, яка досить повільно корегується, і порівняно грубий механізм оцінювання стану відповідного варіанта маршруту (наприклад, система AutoRoute – www.microsoft.com/autoroute).

Таким чином, у ланцюгу транспортна система – транспортний процес – транспортна технологія основним стає не просте використання комп'ютерів, засобів телекомунікації та зв'язку, а «розумні» процеси інтелектуалізації транспортних технологій. Їх технічне забезпечення – це використання транспортної одиниці, наприклад, автомобілю, як інтелектуального транспортного засобу (ІТЗ) (рис. 1.5).

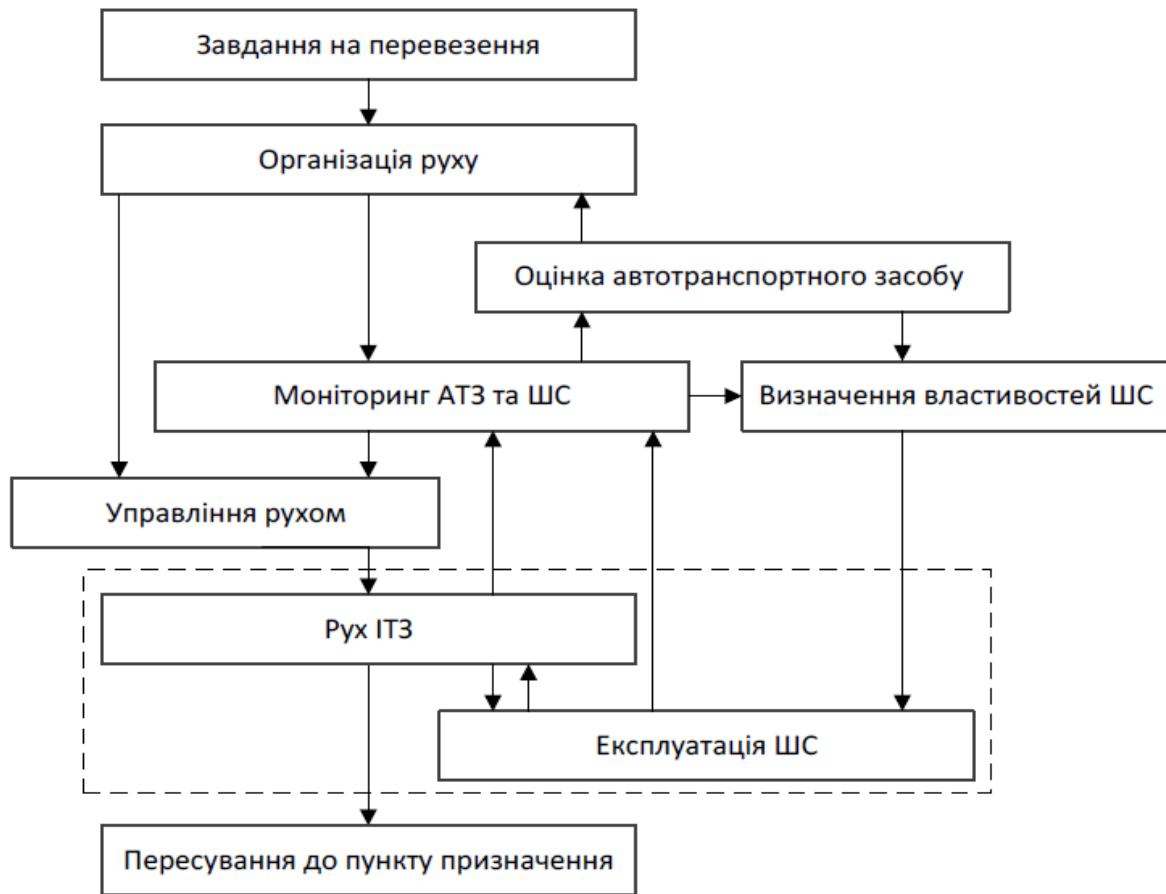


Рис. 1.5 – Задачі, які вирішує ІТЗ

Інструментальний засіб рішення цих задач – узагальнення, ґрунтоване на системному підході й аналогіях. Якщо системний підхід – це чітке визначення мети, усіх шляхів її досягнення, формулювання критерію і вибір за ним найбільш раціонального шляху, то аналогія – це виявлення як подібних, так і різних властивостей моделей і реальних процесів. На рис. 1.6 наведено схему розв’язання визначених задач.

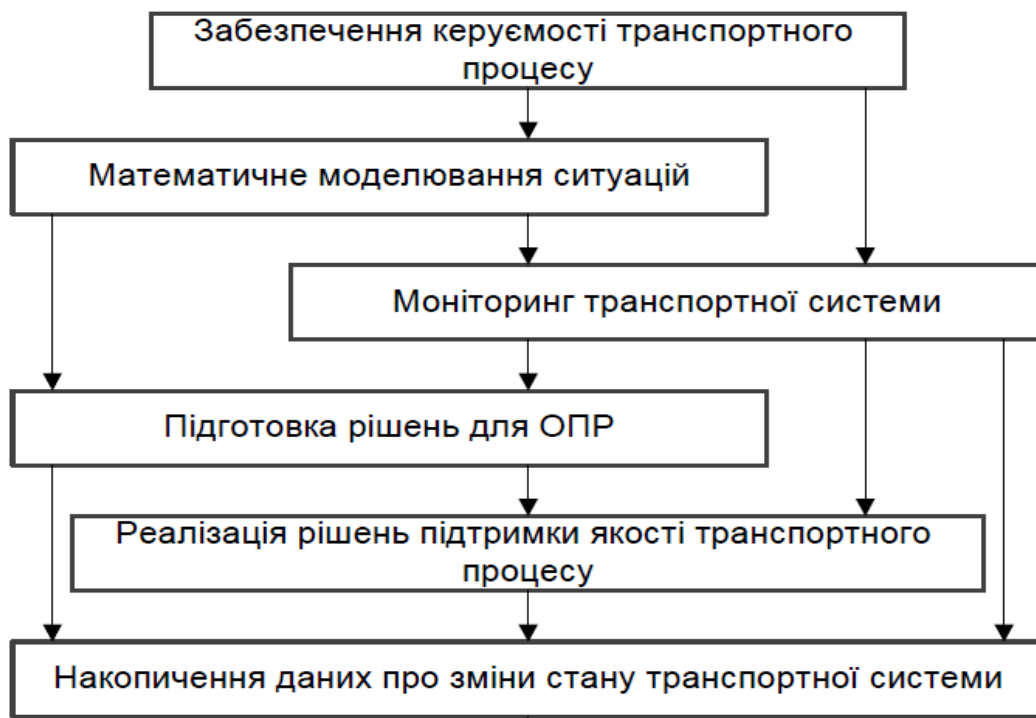


Рис. 1.6 - Цільова настанова розвитку транспортної системи

Інтелектуалізація транспортних засобів і систем, створення спеціальної апаратури, що повинна забезпечувати рішення функціональних задач організації руху, нерозривно пов'язані зі схмотехнічними рішеннями в цій сфері та у цифровій обробці даних. Очевидно, що за своїм значенням цифрові способи обробки сигналів вже перевищили аналогові методи реалізації комплексів технічних засобів у різних автоматизованих і автоматичних системах.

Контрольні питання

1. Дайте визначення понять технологія та інформаційна технологія.
2. Зазначте предмет вивчення даної дисципліни.
3. Яке місце інформаційних технологій в управлінні автотранспортними засобами?
4. Що таке мехатроніка?
5. Що таке мехатронні системи?
6. Що таке інтелектуалізація транспортних засобів?
7. Опишіть поняття транспортний комплекс.

Лекція 2

Інформаційні технології в системі керування ДВЗ автомобіля

Мета лекції. Вивчення сучасних принципів та систем керування двигуном автотранспортного засобу та застосованих в них інформаційних технологій.

Питання лекції:

1. Основні принципи управління двигуном.
2. Критерії управління уприскуванням палива ДВЗ.
3. Інформаційні технології в електронних системах впорскування палива ДВЗ.

2.1. Основні принципи керування двигуном

Автомобільний двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) являє собою систему, що складається з окремих підсистем: системи подачі палива, запалювання, охолодження, змащення і т. п. Всі системи пов'язані одна з одною і при функціонуванні вони утворюють єдине ціле.

Управління двигуном можна розглядати у відриві від керування автомобілем. Швидкісні і навантажувальні режими роботи двигуна залежать від швидкісних режимів руху автомобіля в різних умовах експлуатації, які включають в себе розгони і уповільнення, рух з відносно постійною швидкістю, зупинки та ін.

Водій змінює швидкісний і навантажувальний режим двигуна, впливаючи на дросельну заслінку. Вихідні характеристики двигуна при цьому залежать від складу паливно-повітряної суміші і кута випередження запалювання, управління якими зазвичай здійснюється автоматично. Схема двигуна як об'єкта автоматичного управління приведена на рис. 2.1:

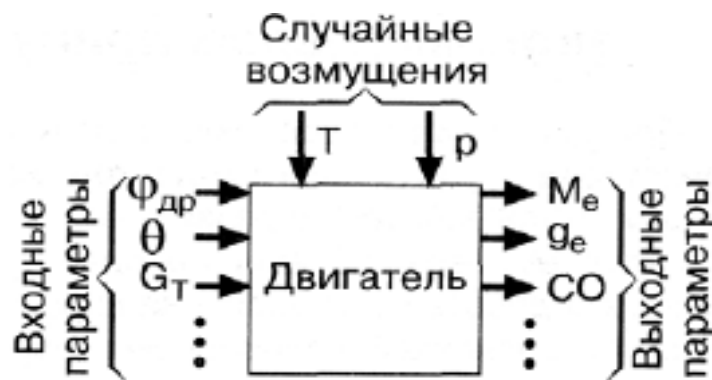


Рис. 2.1 – Двигун ТЗ як об'єкт автоматичного управління

Вхідні параметри (кут відкриття дросельної заслінки $\varphi_{др}$, кут випередження запалювання θ , циклової витрати палива G_T та ін.) - це ті параметри, які впливають на перебіг робочого циклу двигуна.

Їх значення визначаються зовнішніми впливами на двигун зі сторони водія або системи автоматичного управління, тому вони називаються також керуючими.

Вихідні параметри, звані керованими, характеризують стан двигуна в робочому режимі. До них відносяться: частота обертання колінчастого валу, крутний момент M_e , показник паливної економічності g_e і токсичності відпрацьованих газів (наприклад, вміст CO), а також багато інших.

Крім вхідних керуючих параметрів, на двигун під час його роботи впливають випадкові збурення, що заважають керуванню.

До випадкових збурень можна віднести зміну параметрів стану зовнішнього середовища (температура повітря T , атмосферний тиск, вологість), властивостей палива і масла і т. п.

Для двигуна внутрішнього згоряння характерна періодична повторюваність робочих циклів. Як об'єкт управління двигун вважається нелінійним, так як реакція на суму будь-яких зовнішніх впливів не дорівнює сумі реакцій на кожне з впливів окремо. З огляду на те, що двигун в умовах міської їзди працює на нестаціонарних режимах, виникає проблема оптимального управління ім. Можливість оптимального управління двигуном на нестаціонарних режимах з'явилася з розвитком електронних систем управління.

Через складність конструкції та наявність допусків на розміри деталей двигуни однієї і тієї ж моделі мають різні характеристики. Крім того, за конструктивними параметрами (ступінь стиснення, геометрія впускного і випускного трактів і т. п.) відрізняються і окремі циліндри багатопциліндрового двигуна.

Автомобільний двигун являє собою багатовимірний об'єкт управління, так як число вхідних параметрів у нього більше одного і кожен вхідний параметр впливає на два і більше вихідних. У такому випадку система управління також повинна бути багатовимірною.

Зовнішні впливи в основному перешкоджають керуванню, відхиляючи керовані параметри двигуна від бажаних значень. Дії збурень не тільки перешкоджають досягненню оптимальних (найкращих з можливих) значень керованих параметрів, але і можуть повністю порушити роботу двигуна.

До таких збурень відносяться: параметри зовнішнього середовища, зовнішнє навантаження, що виникає при зміні умов руху автомобіля, параметри палива і ін. Збуреннями є також зміни стану розпилюючих отворів в форсунках і т. п. Зазвичай такі впливи є випадковими і діляться на контрольовані (вимірювані для врахування їх впливу в системі управління) і неконтрольовані.

2.2. Критерії управління уприскуванням палива у ДВЗ

Вибір критеріїв управління диктується цілями або цільовими завданнями, які вирішуються об'єктом управління. Автомобільний двигун - складна система, цільові завдання якої відповідають потребам різних груп суспільства і суперечливі вже хоча б з цієї причини. Перед конструктором двигуна стоїть проблема зробити максимально надійний потужний двигун, а споживач очікує появи на ринку

максимально простого в експлуатації, дешевого і економічного автомобіля. Відповідних якостей він очікує і від двигуна.

Наприклад, легкий, безшумний, екологічно чистий двигун – це вимога борців за охорону навколишнього середовища.

Система управління двигуном як система, що забезпечує його оптимальне функціонування, підпорядкована цільовим завданням керованої системи, тобто двигуна.

Вважається, що основне призначення системи управління двигуном полягає в забезпеченні максимальної потужності двигуна при мінімальній витраті палива (енергії) і мінімальному вмісті шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Однак такої ідеальної системи управління, що задовольняє відразу всім цим критеріям, не існує.

Припустимо, що вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах залежить від якості робочої суміші, що надходить в циліндри поршневого двигуна. Прийнято характеризувати якість суміші наступним чином: багата, бідна і нормальна, що відповідно означає надлишок, нестача та відносно раціональний вміст палива в складі робочої суміші. Представлені на рис. 3.2 залежності потужності та економічності двигуна від якості суміші говорять про те, що максимальну потужність можна отримати при багатій суміші, а мінімум витрат палива - при бідній.



Рис. 2.2 - Залежність потужності і економічності двигуна від якості суміші

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

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 в той же час до інтенсивного утворення нагару,

підвищених навантажень на механізми і вузли двигуна і автомобіля та, як наслідок, до різкого зниження надійності двигуна і його ресурсу.

В інтересах підвищення економічності ДВС деякі виробники спеціально збіднюють робочу суміш. При цьому виникають тенденції до детонації, а двигун перегрівається через повільне згорання палива. Як знайти компроміс між цими вимогами, що взаємно виключають один одного? Компроміс був знайдений. В його основі - останній з наведених критеріїв - екологічна безпека автомобільного транспорту.

Системи управління створюють насамперед для забезпечення стабільної та екологічно безпечної роботи двигуна. Таким чином, правильніше було б визначити систему управління двигуном як таку, що повинна забезпечити максимально безпечну (з точки зору охорони навколишнього середовища) роботу двигуна при прийнятних значеннях потужності і економічності двигуна.

2.3. Інформаційні технології в мікропроцесорних системах управління ДВЗ

Будь-яка мікропроцесорна система використовує таку інформаційну технологію, як програмування. Жодна дія системи управління неможлива без покрокового опису на одній з мов програмування. Програмісти разом з фахівцями з ДВС повинні передбачити всі можливі варіанти розвитку подій під час управління тими чи іншими процесами в двигуні або транспортному засобі в цілому.

У світовій практиці розробкою електронних систем упорскування палива займаються багато фірм, проте найбільш відомі в Європі BOSCH і Siemens, тому найчастіше використовують їх розробки та термінологію. Загальноприйнятим міжнародним позначенням електронних систем упорскування є Jetronic. В даний час в масовому виробництві переважає система під назвою LH-Jetronic, яка є системою розподіленого уприскування палива у впускний трубопровід. Застосовується як синхронний, так і асинхронний спосіб уприскування палива. Головною рисою цієї системи є термоанемометричний витратомір повітря, навзамін витратоміра на основі потенціометра з заслінкою.

В даний час виробники практично відмовилися від окремих електронних систем уприскування і виробляють електронні системи управління двигуном (МСУД), які об'єднують управління уприскуванням палива і запаленням бензинового двигуна. Такі системи позначаються Motronic. Виробляються на сучасному етапі три типи систем:

- М-Motronic - мікропроцесорна система керування запалюванням і розподіленим уприскуванням палива;
- ME-Motronic - мікропроцесорна система керування запалюванням і розподіленим, послідовним уприскуванням палива, з λ -регулюванням та електронним дроселем (система ETC);
- MED-Motronic- мікропроцесорна система керування запалюванням і безпосереднім уприскуванням палива в циліндри (Direct injection, DI).

Система ME-Motronic. Крім основних своїх функцій система ME-Motronic виконує і цілий ряд додаткових функцій з розімкненою і замкнутою системами управління. Як приклад можна назвати наступні:

- регулювання частоти обертання колінчастого валу на холостому ході;
- регулювання коефіцієнта надлишку повітря (замкнута система управління);
- уловлювання паливних парів; рециркуляція відпрацьованих газів для зниження вмісту оксидів азоту;

- контроль за роботою допоміжної повітряної системи для зниження вмісту вуглеводнів у відпрацьованих газах;

- автоматичне регулювання швидкості руху (круїз-контроль).

Система ME-Motronic може виконувати ще цілий ряд функцій:

- керування роботою турбонагнітача і регулювання параметрів впускного трубопроводу з метою підвищення вихідної потужності двигуна;

- регулювання фаз газорозподілу для зниження вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах та збільшення потужності двигуна;

- усунення детонації, обмеження частоти обертання колінчастого валу і обмеження швидкості руху автомобіля для захисту окремих вузлів і деталей двигуна і самого автомобіля від пошкоджень.

В системі ME-Motronic застосовується координування крутного моменту, за допомогою якого зіставляються часто суперечливі вимоги в забезпеченні певного значення крутного моменту і потім реалізується найбільш важлива з цих вимог. Система ME-Motronic через ланцюг харчування бортового контролера зв'язку (CAN) може приєднуватися до електронних блоків управління (ECU) інших мікропроцесорних систем автомобіля.

Так, приєднання до блоку ECU автоматичної трансмісії серед інших функцій дозволяє знизити крутний момент під час зміни передавального відношення в трансмісії, завдяки чому зменшуються навантаження на трансмісію і її знос. Система регулювання тягового зусилля на колесах (TCS), що входить в блок ECU, при прослизанні коліс видає системі MO-Motronic сигнали для зменшення створюваного крутного моменту.

Система ME-Motronic містить компоненти бортового моніторингу (OBD). Вони відповідають найбільш суворим екологічним нормам і вимогам інтегрованої діагностики транспортного засобу.

Система з електронним управлінням дросельною заслінкою (ETC), інтегрована в єдиний блок управління запаленням, уприскуванням та іншими допоміжними функціями, дозволяє визначати положення педалі газу за допомогою датчика її переміщення (потенціометра) (рис. 2.3).

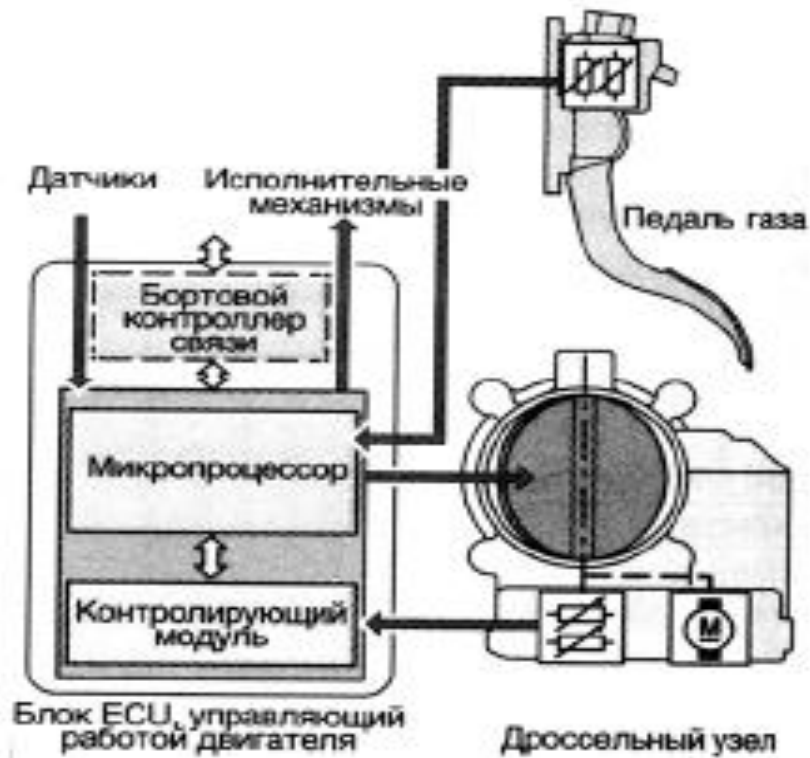


Рис. 2.3 - Система ME-Motronic з електронним управлінням дросельною заслінкою

Відповідно до поточним режимом роботи двигуна блок ECU, розрахувавши необхідну величину відкриття дросельної заслінки, впливає на привід цієї заслінки - положення контролюється датчиком кута повороту дросельної заслінки (потенціометром). Таким чином, два потенціометра - педалі газу і дросельної заслінки - утворюють елемент керуючої системи ЕТС, яка при роботі двигуна виробляє безперервний опитування всіх датчиків і аналіз розрахункових даних, що впливають на кут відкриття дросельної заслінки.

Система MED-Motronic. При оснащенні бензинового двигуна з іскровим запалюванням і безпосереднім уприскуванням палива системою MED-Motronic витрата палива може бути знижений не менше ніж на 20% в порівнянні з двигуном, що має уприскування палива у впускний трубопровід. При цьому може бути досягнутий тривалий ефект зниження викидів діоксиду вуглецю (CO₂) під час руху автомобіля.

При безпосередньому уприскуванні палива повинна здійснюватися можливість скоординованого вибору між варіантами застосування неоднорідною суміші (пошарового заряду) при неповному навантаженні і однорідної (гомогенної) суміші при повному навантаженні і навпаки.

Основними вимогами при використанні системи MED-Motronic є:

- точне дозування потрібної кількості палива, що впорскується;
- створення необхідного тиску упорскування;
- управління моментом упорскування;
- впорскування палива безпосередньо в камеру згоряння.

Також повинні бути узгоджені вимоги до величини крутного моменту двигуна, з тим, щоб потім була можливість проведення необхідних регулювальних операцій на даному двигуні.

Основний інтерфейс системи забезпечує регулювання крутного моменту двигуна, що створюється процесом згоряння. Структура управління крутним моментом може бути розбита на наступні дії: визначення крутного моменту; узгодження при виборі необхідної величини крутного моменту; зміна крутного моменту.

Найбільш важливою при зміні крутного моменту є команда, яка надходить через педаль газу від водія автомобіля - залежно від положення педалі газу система визначає конкретну величину крутного моменту.

В системі MED-Motronic паливо безпосередньо впорскується в циліндри в заданий момент часу за допомогою електромагнітних паливних форсунок високого тиску (рис. 2.4).

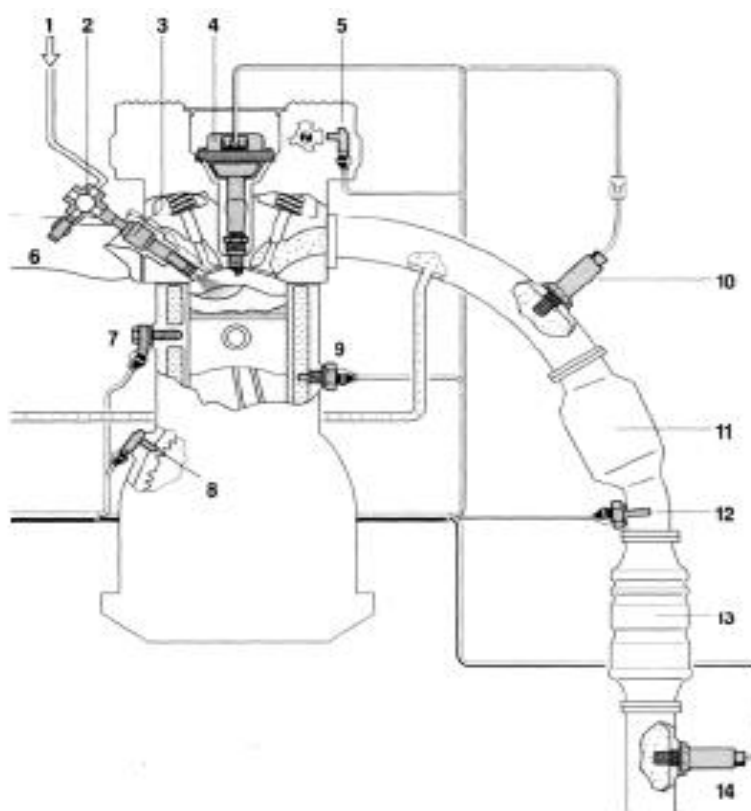


Рис. 2.4 – Схема двигуна з безпосереднім уприскуванням палива системи MED-Motronic: 1 - подача палива (під високим тиском); 2 - паливна рампа; 3 - паливна форсунка; 4 - котушка запалювання зі свічкою запалювання; 5 - датчик фаз; 6 - датчик тиску; 7 – датчик детонації; 8-датчик частоти обертання колінчастого валу і положення поршня; 9 – датчик температури двигуна; 10 - лямбда-зонд; 11 - трикомпонентний каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів; 12 - датчик температури відпрацьованих газів; 13 - каталітичний нейтралізатор оксидів азоту (NO_x) в відпрацьованих газах; 14 - лямбда зонд

Блок управління системи MED-Motronic, як і в системі ME-Motronic, містить задаючий каскад, який включає клапани регулювання тиску палива.

Маса повітря, що надходить у впускний трубопровід, регулюється дросельною заслінкою з електронним управлінням (ЕТС). Точне дозування маси повітря контролюється датчиком масової витрати повітря.

Якісний склад паливо-повітряної суміші знаходиться під контролем універсальних лямбда-зондів, розміщених в випускному тракті спереду за каталітичним нейтралізатором. Лямбда-зонди служать для підтримки коефіцієнта надлишку повітря в межах $\alpha=1$ і для роботи двигуна на збіднених сумішах; крім того, вони відповідають за працездатність каталітичного нейтралізатора. Це важливо для забезпечення точного дозування при рециркуляції відпрацьованих газів, особливо в умовах несталих режимів.

Контрольні питання

1. Опишіть схему двигуна як об'єкта автоматичного управління.
2. Перерахуйте вхідні параметри, що впливають на перебіг робочого циклу ДВЗ.
3. Перелічіть вихідні параметри, що характеризують стан ДВЗ в робочому режимі.
4. Які випадкові обурення даної системи автоматичного управління?
5. Чи є випадковими збуреннями зміни стану розпилюючих отворів в форсунках?
6. Перерахуйте критерії управління ДВС з різних точок зору.
7. Чи можливо створити таку систему управління, яка одночасно задовольняла б цим критеріям? Опишіть причини цього.
8. Наведіть залежності потужності та економічності двигуна від якості паливної суміші.
9. Що повинна забезпечити система управління двигуном в автомобілі?
10. Опишіть інформаційну технологію програмування.
11. Як називається електронна система впорскування в ДВЗ?
12. Що таке система Motronic?
13. Які відомі системи управління запаленням і уприскуванням палива в ДВЗ транспортного засобу?
14. Дайте коротку характеристику системи M-Motronic.
15. Дайте коротку характеристику системи ME-Motronic.
16. Дайте коротку характеристику системи MED-Motronic.
17. Які функції виконує система ME-Motronic?
18. Опишіть систему ME-Motronic з електронним управлінням дросельною заслінкою.
19. Які функції виконує блок ECU в системі ME-Motronic?
20. Яких елементів не вистачає на схемі в системі ME-Motronic?

Лекція 3

Інформаційні технології в системі керування гальмами автомобіля

Мета лекції. Вивчити призначення, принципові схеми, будову, особливості функціонування та технічного обслуговування систем керування гальмами сучасних автомобілів

Питання лекції:

1. Призначення, будова і робота антиблокувальних систем легкових і вантажних автомобілів;
2. Призначення, будова і робота повністю електронних гальмових систем;
3. Конструктивні елементи систем регулювання гальмових зусиль та особливості їх функціонування;
4. Керування гальмовою системою при круїз-контролі.

3.1. Призначення, будова і робота антиблокувальних систем автомобілів

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.

Антиблокувальні системи (ABS) 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 колесами;

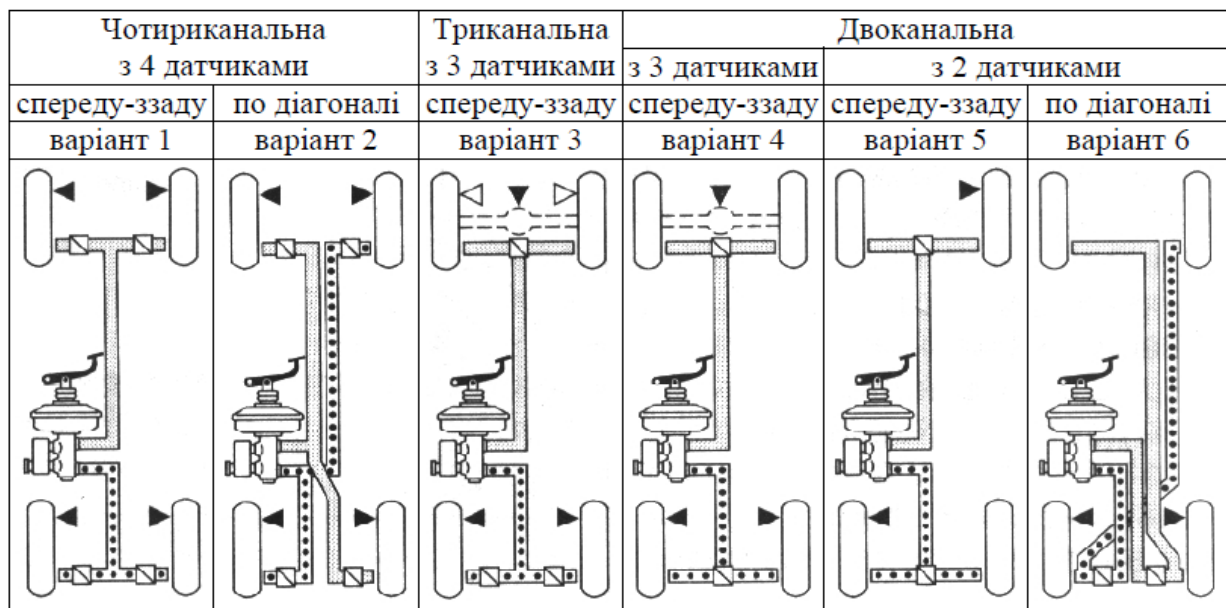
- швидка зміна гальмівних моментів для різних коефіцієнтів зчеплення, наприклад, коли автомобіль рухається через невеликі ділянки льоду на дорожнім покритті;
- контроль низьких амплітуд зміни гальмівного моменту з метою попередження вібрацій у зубчастих передачах;
- високий рівень комфорту руху в результаті незначного впливу зворотного зв'язку на педаль гальма і застосування безшумних виконавчих механізмів.

Незалежно від конструкції будь-яка АБС повинна складатися з таких елементів:

- датчики, функцією яких є видача інформації, в залежності від прийнятої системи регулювання, про кутову швидкість колеса, тиск робочого тіла гальмівного приводу, сповільнення автомобіля та ін.;
- блок керування, зазвичай електронний, куди поступає інформація від датчиків, який після логічної обробки отриманої інформації дає команду виконавчим механізмам;
- виконавчі 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, в першу чергу, до зміни коефіцієнта зчеплення в процесі гальмування.

Розглянемо деякі варіанти систем АБС (рис. 3.1), що є найбільш поширеними [1].



- – датчик;
 ▷ – датчик, альтернативний відносно датчика диференціала;
 ◻ – канал керування

Рис. 3.1 – Варіанти системи АВС

Чотириканальна система (варіанти 1, 2). Допускає окремий контроль тиску в двоконтурних системах зі з'єднанням по мостах (схема 1) та з діагональним з'єднанням (схема 2). При гальмуванні на дорожньому покритті з різними коефіцієнтами зчеплення зліва і справа („мікст”) повинні застосовуватися заходи для забезпечення відсутності моменту відносно вертикальної осі, який може призвести до втрати курсової стійкості автомобіля.

Триканальна система (варіант 3). Момент розвороту під час гальмування на дорожніх покриттях типу „мікст” зменшений так, що легкові автомобілі з довгою базою і великим моментом інерції відносно вертикальної осі не втрачають курсової стійкості і керованості.

Двоканальні системи (варіанти 4, 5, 6). Ці системи, з одного боку, мають менше число компонентів, ніж триканальні і чотириканальні, що робить їх менш дорогими. З іншої сторони виникає деяка кількість функціональних обмежень. У варіанті 4 при високопороговому регулюванні переднє колесо з більш високим коефіцієнтом зчеплення визначає тиск, що підводиться до обох передніх коліс. У даному випадку при екстреному гальмуванні виникає блокування одного з передніх коліс.

Це супроводжується збільшенням зносу шин і погіршенням керованості. При використанні варіанта 5, таке трапляється, коли колесо передньої осі, яке контролюється, має більш високий коефіцієнт зчеплення, ніж на неконтрольованому. У варіанті 6 тиск, що підводиться до передніх коліс, регулюється окремо, а на кожному задньому колесі – спільно, відповідно до передніх. Через необхідність створення перерозподілу гальмівної сили з заднього

моста на передній, з метою запобігання блокуванню задніх коліс, дана система забезпечує більш низькі рівні сповільнення, ніж три- чи чотиріканальні.

Основні складові частини електронного блока керування ABS фірми Bosch (рис. 3.2):

Індуктивний колісний датчик швидкості обертання забезпечує електронний блок керування (ЕБК, ECU) необхідною інформацією про швидкість обертання колеса.

Блок керування з великою інтегральною схемою (ECU з LSI). Блок ЕБК приймає, фільтрує і підсилює сигнали від датчика швидкості обертання колеса перед їх використанням для визначення проковзування і прискорення колеса.

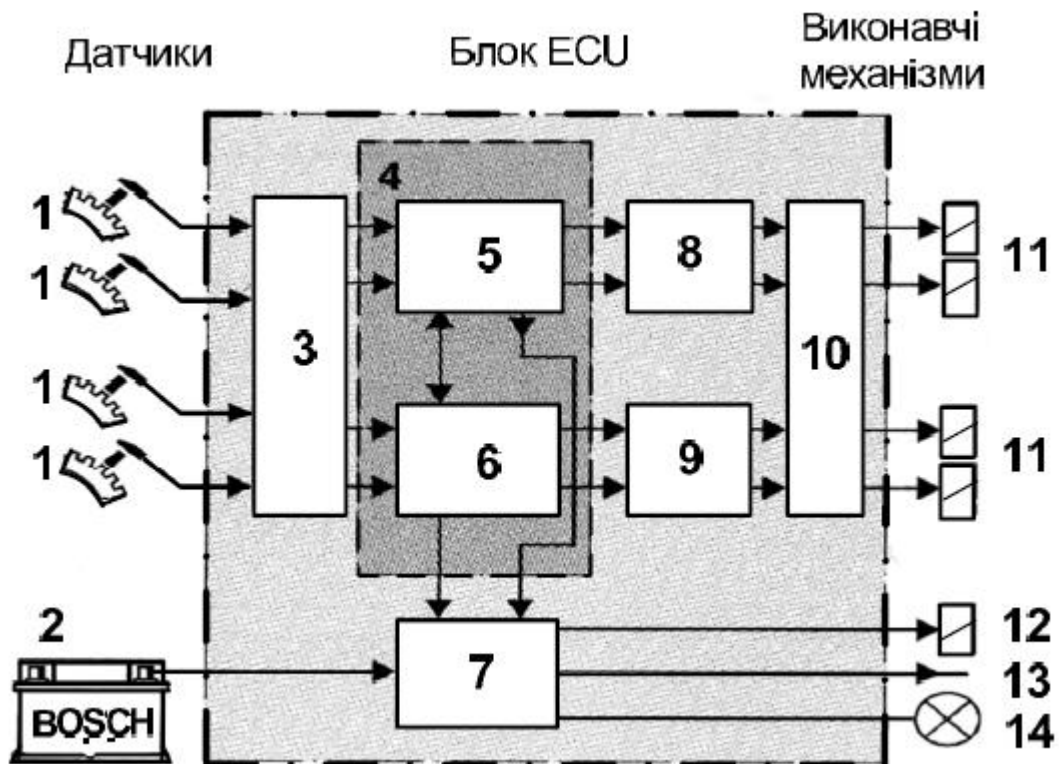


Рис. 3.2 – Схема електронного блока керування ABS фірми Bosch:
1 – датчики швидкості обертання коліс; 2 – акумуляторна батарея;
3 – вхідний блок; 4 – цифровий контролер; 5 – LSI 1; 6 – LSI 2; 7 –
стабілізатор напруги; 8 – вихідний блок 1; 9 – вихідний блок 2;
10 – вихідний каскад; 11 – соленоїдні клапани; 12 – реле захисту;
13 – стабілізована напруга акумуляторної батареї; 14 – сигнальна лампа

Вхідний блок. Складається з фільтра низьких частот і вхідного підсилювача.

Цифровий контролер. Складається з двох ідентичних взаємно незалежних цифрових інтегральних схем LSI. Ці блоки працюють паралельно, опрацьовуючи інформацію, що поступає від двох коліс (канали 1+2 і 3+4), проводять логічні розрахунки. Логіка контролера перетворює сигнали керування в позиційні команди для соленоїдних клапанів. Послідовний інтерфейс, під'єднаний до вхідного

каскаду логічного пристрою і логіки контролера за допомогою каналу передачі даних, підтримує зв'язок і передачу даних між двома цифровими LSI.

Ще один функціональний блок містить схему керування для забезпечення розпізнавання помилок та їх аналізу. Як тільки в ECU з'являється несправність, сигнальна лампочка інформує водія про те, система АБС не функціонує. Однак гальмова система зберігає повну працездатність навіть тоді, коли система ABS вимкнена.

Вихідні блоки. Два вихідних блоки функціонують подібно регуляторам струму для каналів 1+2 і 3+4 під час отримання позиційних команд від LSI, що використовуються для керування соленоїдами.

Вихідний каскад. Використовує дані від регуляторів струму двох вихідних блоків для збудження струму соленоїдних клапанів.

Стабілізатор напруги. В функцію цього блока входить стабілізація напруги в межах допуску, необхідного для надійної роботи ЕБК. Блок також реагує на недостатню бортову напругу за допомогою відключення пристрою, керує роботою реле і ланцюгом сигнальної лампи.

Блок керування з мікропроцесорами. В цьому блоці ЕБК замість LSI використовуються два мікропроцесори, які здійснюють обробку сигналів, запуск програми контролера і функцію автокерування АБС. Блок також виконує діагностування відповідно до стандартів ISO, що дає можливість відслідковувати несправні компоненти АБС за допомогою сигнальної лампи чи вимірювального пристрою.

В наш час розвиток АБС йде по двох діаметрально протилежних напрямках. Для автомобілів високого класу створюються найбільш ефективні інтегровані чотириканальні АБС, а для масових дешевих моделей ведеться розробка спрощених варіантів, що вбудовуються в серійні гальмові системи як додаткове устаткування. АБС перевернула уявлення про рівень безпеки руху. Сьогодні ця система входить у список додаткового устаткування практично кожної нової моделі. В усіх розвинутих країнах більшість автомобілістів переконані: заощаджувати на ABS не можна. Не за горами й обов'язкове застосування ABS. На сьогоднішній день міжнародні і національні вимоги (зокрема, Директива 71/320 ЄЕС і додаток 13 до Правил 13 ЄЕК ООН) передбачають обов'язкову наявність АБС тільки на вантажних автомобілях загальною масою більш 16 т, причепах і напівпричепах повною масою більш 10 т і міжнародних автобусах повною масою понад 12 т, оскільки наслідки аварій цих транспортних засобів можуть бути найтрагічнішими.

3.2. Призначення, будова і робота повністю електронних гальмових систем

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 Електронна пневматична 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 працездатність і справність системи водієві повідомляють показники на панелі приладів. Є також пристрій для самодіагностування.

3.3. Конструктивні елементи систем регулювання гальмових зусиль та особливості їх функціонування

Система регулювання гальмівних зусиль (electronic stability program (ESP) - вона ж VDC, VSC, DSC, ATTS, VSA) - найбільш складний пристрій, який керує роботою антиблокувальної та антипробуксовочної систем, контролює тягу і керує дросельною заслінкою (рис. 3.3).

Електронне регулювання гальмівних зусиль здійснюється системами контролю динаміки автомобіля (ESP). Вони є системами з оберненим зв'язком, які дозволяють зберігати курсову стійкість під час руху автомобіля шляхом втручання в роботу гальмової системи та силової передачі.

Система ESP запобігає «випередженню» або «запізненню» повороту автомобіля під час руху та розвиває переваги АБС та систем контролю тягових зусиль (TCS) за такими пунктами:

- забезпечення водія активною допомогою при критичних динамічних ситуаціях;
- підвищення курсової стійкості автомобіля при частковому або повному гальмуванні, русі накатом, розгоні, гальмуванні двигуном та зміні навантажень;
- підвищення стійкості руху при екстремальному маневруванні (аварійна ситуація);



Рис. 3.3 – Електронна система керування гальмами ESP:

1 - датчик швидкості обертів коліс; 2 - датчик тиску в гальмовій системі; 3 – датчик положення рульового колеса; 4 - датчик кутової швидкості відносно вертикальної осі; 5 - датчик поперечного прискорення; 6 - модулятор тиску; 7 - органи керування роботою двигуна; 8 - сигнали датчиків для ESP; α - кут ковзання шини; β_w – кут повороту переднього колеса; γ_{No} - номінальне проковзування шини

- поліпшення керованості в складних дорожніх умовах;
- краще використання потенціалу зчеплення між шинами і дорожнім покриттям порівняно з АБС і TCS.

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 колінчастого 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.

3.4. Особливості керування гальмівною системою автотранспортного засобу 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 ACC (рис. 3.4) є радіолокаційний датчик, за допомогою якого визначається відстань до автомобіля, що рухається попереду, відносна швидкість руху та відносне положення транспортних засобів.

Для забезпечення надійної роботи системи ACC важливо, щоб автомобілі, що рухаються попереду, розташовувались в межах смуги руху. Інформація від датчиків програми ESP (рис. 3.5) використовується для визначення фактичної кривої руху транспортного засобу, оснащеного ACC.

Додаткова інформація про транспортний потік визначається за допомогою радіолокаційних сигналів. Системи відеозображень та навігаційні системи використовуються для допомоги водіям автомобілів при визначенні маршрутів руху.

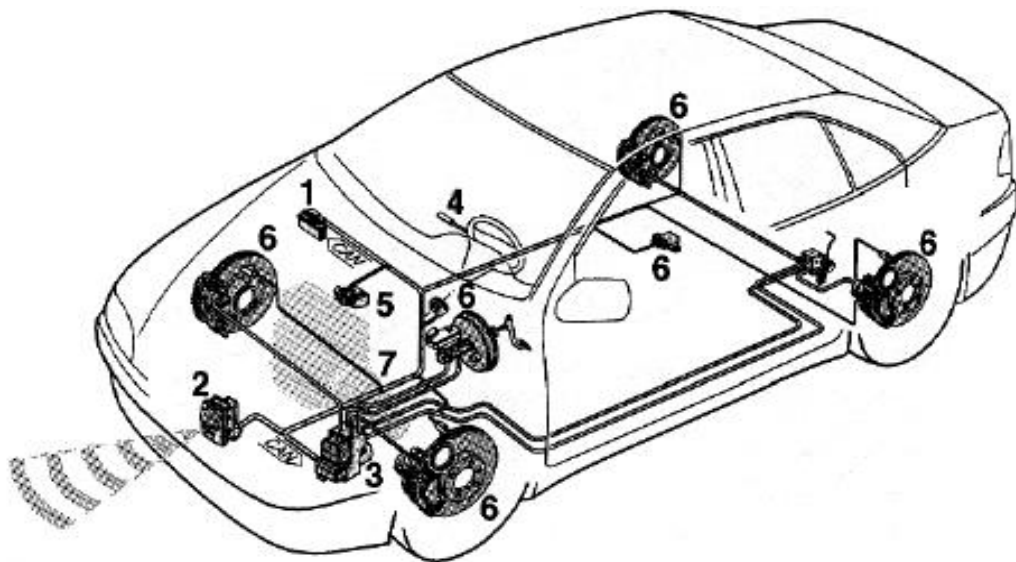


Рис. 3.4 – Компоненти системи адаптивного круїз-контролю:
 1 - ECU керування роботою двигуна; 2 - блок перевірки роботи радіолокаційного датчика; 3 - блок керування роботою гальм при включенні круїз-контролю; 4 – контрольні прилади та блок індикації;
 5 - блок керування двигуном при включенні круїз-контролю; 6 – датчики; 7 - блок керування трансмісією при включенні круїз-контролю



Рис. 3.5 – Основна структура керування системи ACC

На практиці встановлено, що для оптимального режиму роботи ACC сповільнювати рух автомобіля за рахунок прикривання дроселя недостатньо. Тривалі операції переслідування автомобілів за допомогою ACC без необхідності частого втручання водія можливі лише при задіянні 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. Це не можливо здійснити за рахунок радіолокаційної системи, яка працює при частоті 76,6 ГГц.

Контрольні запитання

1. Призначення, будова та робота АБС, їх класифікація.
2. Особливості функціонування електронних регуляторів гальмівних зусиль.
3. Датчики та виконавчі механізми гальмових систем.
4. Будова та принцип роботи повністю електронних гальм автомобілів.
5. Особливості технічного обслуговування гальмових систем з електронним керуванням.
6. Призначення та принцип дії систем контролю динаміки автомобілів.
7. Принципові відмінності в роботі і будові електронних гальм вантажних та легкових автомобілів.

Лекція 4

Інформаційні технології в системі керування трансмісією автомобіля

Мета лекції. Вивчити призначення, принципові схеми, будову та особливості функціонування та технічного обслуговування систем керування гальмами сучасних автомобілів

Питання лекції:

1. Система керування трансмісією.
2. Система керування зчепленням.
3. Автоматичні коробки передач.
4. Інформаційні технології в системах керування трансмісією повнопривідних автомобілей.
5. Система контролю тягового зусилля.
6. Робототехнічні трансмісії.

4.1. Система керування трансмісією

Одна з найбільш актуальних проблем сучасного автомобілебудування - 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 та високу комфортабельність автомобіля.

За рівнем автоматизації системи 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 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 коробки передач. Підвищився інтерес до напівавтоматичних і автоматичних механічних трансмісій.

4.2. Система керування зчепленням

Зчеплення (clutch) призначене для короткочасного роз'єднання валу двигуна від трансмісії і наступного їх плавного з'єднання, що 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 фрикційних зчеплень дозволяє істотно спростити керування автомобілем, усунувши педалі зчеплення і приблизно в два рази зменшивши роботу буксування при русі з місця.

До напівавтоматичних зчеплень можна віднести, наприклад, зчеплення із зусиллям включення, забезпечуваним електромагнітом. При подачі струму через щітки в кільцеву обмотку електромагніту, що знаходиться в маховику, до останнього притягається ведучий диск із натискним диском, притискаючи натискний диск (clutch pressure plate) до веденого. Якщо ланцюг електромагніту 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, наприклад колодки. При збільшенні кутової швидкості валу двигуна закріплені на маховику колодки під дією відцентрових сил притискаються до внутрішньої циліндричної поверхні веденого барабана. При зменшенні кутової швидкості валу двигуна поворотні пружини відводять колодки від барабана.

Автоматичне зчеплення дозволяє здійснювати плавне русь 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.

4.3. Автоматичні коробки передач

Коробка передач призначена для зміни передаточного числа трансмісії з метою одержання сили 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. На сучасному етапі розвитку автомобілебудівництва це робиться виключно із застосуванням інформаційних технологій (програмування та інших). 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 русь 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 мехатроніки і гідравліки (гідравлічний привід зберігається тільки для фрикціонів). До переваг застосування мехатроніки відносяться:

– можливість установлювати кілька різних програм переключення передач;

– велика плавність включення передач;

– 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 валу двигуна і веденого валу 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 (рис. 4.1) запитуються дані про частоту обертання веденого валу 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.

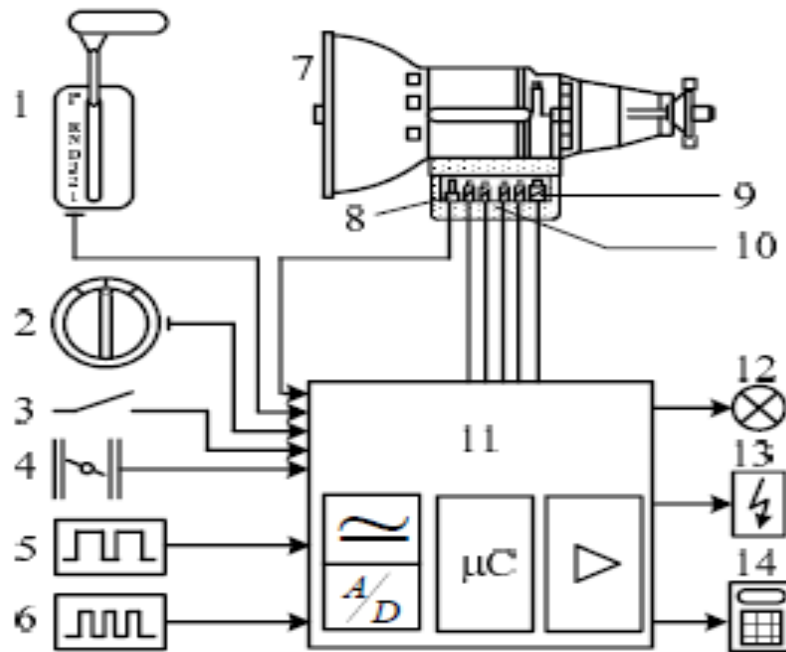


Рис. 4.1 – Схема електронного керування коробкою передач

1 – важіль переключення передач з позиційним переключенням;
 2 – перемикач програм; 3 – примусове включення пониженої передачі ("kick-down"); 4 – датчик кута повороту дросельної заслінки; 5 – крутний момент двигуна; 6 – частота обертання колінчатого валу двигуна (сигнал запалювання); 7 – коробка передач; 8 – датчик частоти обертання веденого валу; 9 – регулятор тиску; 10 – соленоїдні клапани; 11 – електронний блок керування (ECU); 12 – індикатор відмов; 13 – зменшення крутного моменту двигуна регулюванням запалювання; 14 – блок діагностики

Створені на базі інформаційних технологій програми переключення передач оптимізують керування автомобілем, поповнюючи стандартні дані керування коробкою передач допоміжними параметрами, такими, як поздовжнє і поперечне прискорення, швидкість переміщення педалей 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 (рис. 4.2) забезпечується коробкою передач, що працює за програмою інтелектуального перемикання передач. У даній системі поєднуються режими автоматичного та активного індивідуального керування автомобілем.

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 спрацювання блокування гідротрансформатора, є навантаження на двигун і частота обертання веденого валу коробки передач.

Контроль якості перемикання. Точність, з якою тиск у фрикційних елементах регулюється в залежності від величини переданого крутного моменту впливає на якість перемикання; 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.

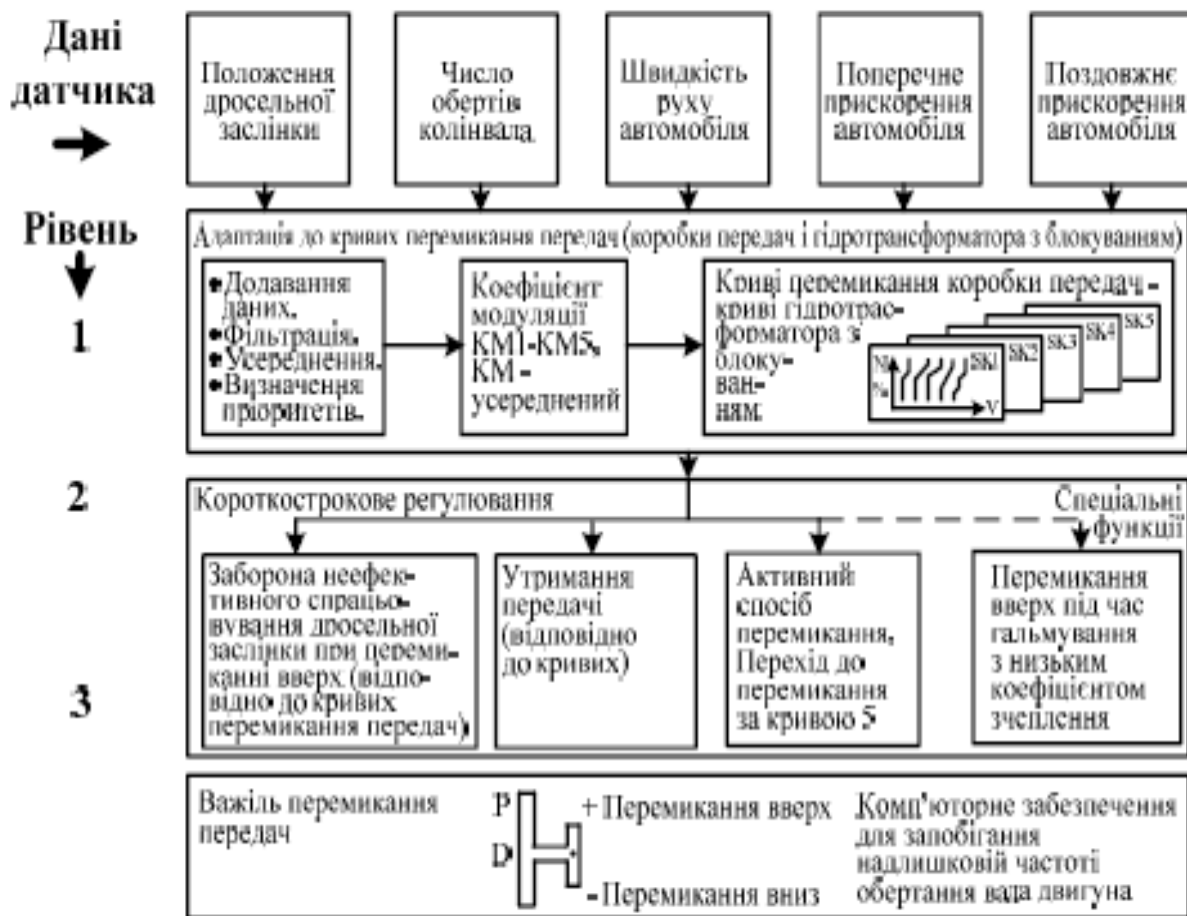


Рис. 4.2 – Діаграма процесу переключення передач Tiptronic

Автоматично керовані трансмісії, що працюють за принципом двоетапного процесу перемикання, реалізовані на таких зарубіжних зразках як мікропроцесорна система управління NAVI-5 фірми «ISUZU», напівавтоматична трансмісія «SAMT» фірми «Ітон» США, а також MITSUBISHI Colt.

4.2. Інформаційні технології в системах керування трансмісією повнопривідних автомобілей

Схема компонування 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'язкістною муфтою чи роздавальною коробкою) включає блокування диференціала в головній передачі і роздавальній коробці (яка має понижувальну передачу для руху на крутих уклонах, при низьких швидкостях і для передачі високих крутних моментів).

На 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 відносному обертанню ведених ланок, витісняються мехатронними 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.

Інформаційні технології постійно впроваджуються у нові розробки автомобільної промисловості, у тому числі і у керуванні трансмісією. Наприклад, трансмісія розробленого у 2019 році повнопривідного Mercedes-Benz G-Класа спеціально для екстремального бездоріжжя одержала новий режим роботи мехатроніки G-Mode в поєднанні з трьома диференціалами - міжосьовим і двома міжколесними. У цьому режимі мікропроцесорний блок керування змінює настройки адаптивних амортизаторів, рульового управління, коробки передач та педалі акселератора.

4.5. Система контролю тягового зусилля

Під час прискорення автомобіля, коли надлишковий крутний момент призводить до швидкого підвищення частоти обертання одного чи двох ведучих коліс, система контролю тягового зусилля (рис. 4.3) підтримує проковзування ведучих коліс в межах допустимого рівня, виконуючи такі функції:

- підвищення сили тяги;
- підтримання курсової стійкості автомобіля.

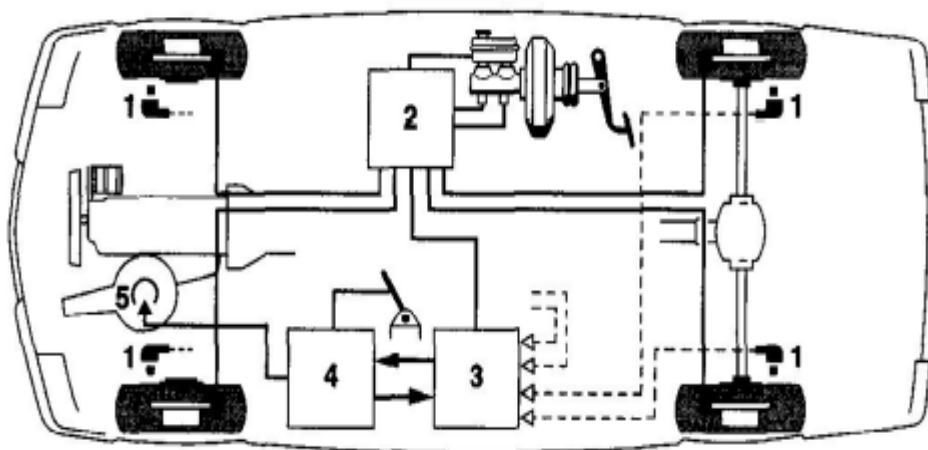


Рис. 4.3 – Система ABS/TCS для легкових автомобілів

1 - датчик частоти обертів колеса; 2 - гідравлічний модулятор TCS;
3 - блок керування TCS; 4 - блок керування; 5 - дросельна заслінка

Для оптимального керування крутним моментом на ведучих колесах механічний зв'язок між педаллю подачі палива і дросельною заслінкою (або важелем керування паливною форсункою на дизельних двигунах) замінений на електронне керування ETC (EGAS). Блок керування ETC з'єднаний з блоком керування ABS/TCS для забезпечення короткочасного спрацьовування гальм та контролю крутного моменту на колесах. Реакція системи узгоджується регулюванням моменту запалювання паливної суміші.

Можливості TCS можуть бути розширені додатковим пристроєм, який включає систему керування гальмівним моментом двигуна (motor schleppmoment regelung (MSR)).

4.6. Інформаційні технології у робототехнічних трансмісіях

Останніми розробками серед автоматичних трансмісій є роботизовані трансмісії [1]. Роботизація різноманітної техніки є процесом, що обумовлений подальшим розвитком інформаційних технологій та мехатроніки в цілому. Особливістю роботизованих трансмісій є те, що вони виготовляються на базі звичайної механічної трансмісії та оснащуються мікропроцесорними та мехатронними пристроями, що значно підвищують ступінь керованості трансмісій. Перемикання передач здійснюється за допомогою окремої автоматичної системи управління. Системи мікропроцесорного автоматичного управління роботизованими трансмісіями легкових і вантажних автомобілів, створені на базі східчастих механічних коробок передач, можуть бути віднесені до наступних основних груп:

1. Системи управління, які здійснюють перемикання штатних коробок передач масового виробництва. При цьому або взагалі не змінюється конструкція, або штатний механізм перемикання замінюється на спеціалізований.

2. Системи, що забезпечують перемикання ступінчастих механічних коробок передач спеціального виконання. Основною перевагою систем першої групи є можливість створення повністю автоматичних та напівавтоматичних трансмісій на базі звичайної механічної коробки передач і фрикційного зчеплення. Завдяки цьому досягається мінімальна вартість такої схеми.

До переваг систем другої групи необхідно віднести реалізацію перемикання передач без розриву потоку потужності, а також високу швидкість при зміні передач.

Література

1. Богомолів В.А., Клименко В.И., Ужва А.В., Михалевич Н.Г., Сильченко Н.Н. Анализ существующих конструкций трансмиссий. Автомобильный транспорт. Вып. 27. 2010, С. 17-24

Контрольні запитання

1. За якими напрямками йде створення автоматичних трансмісій та їх удосконалення?
2. На які групи можуть бути розділені автоматичні трансмісії?
3. Для чого призначене зчеплення?
4. Що дозволяє застосування напівавтоматичних фрикційних зчеплень?
5. Опишіть роботу напівавтоматичного зчеплення із зусиллям включення, забезпечуваним електромагнітом
6. Що дозволяє застосування автоматичних фрикційних зчеплень?
7. З чого складається автоматична коробка передач
8. Які переваги дає застосування мехатронних коробок передач?
9. Як відбувається керування переключенням передач у мехатронних коробках передач?
10. Яке місце інформаційних технологій при переключенні передач у мехатронних коробках передач?
11. Опишіть процес електронного керування коробкою передач (схема на рис. 4.1)?
12. По яким параметрами блокується гідротрансформатор у мехатронних коробках передач?
13. Для чого потрібно контролювати тягове зусилля Під час прискорення автомобіля?
14. Які функції має система контролю тягового зусилля?
15. Як система контролю тягового зусилля виконує свої функції?
16. Що таке роботизовані трансмісії автомобілей?
17. Які особливості у роботизованих трансмісіях?
18. На які групи розподіляються системи мікропроцесорного управління роботизованими трансмісіями?
19. Які переваги у систем управління, які здійснюють перемикання штатних коробок передач?

Лекція 5

Інформаційні технології в системах управління підвіскою та у рульовому керуванні автомобілем

Мета лекції. Вивчити призначення, принципові схеми, будову та особливості функціонування та технічного обслуговування сучасних мехатронних систем управління підвіскою та рульовим керуванням сучасних автомобілів. Вивчити як інформаційні технології застосовуються у таких системах.

Питання лекції:

1. Призначення та склад мехатронних систем керування підвіскою.
2. Особливості будови мехатронних систем керування підвіскою.
3. Інформаційні технології в мехатронному керуванні жорсткістю підвіски, амортизаторами та у регулюванні висоти кузова.
4. Інформаційні технології в рульовому керуванні.

5.1. Призначення та склад мехатронних 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.

Мехатронні системи автоматичного керування підвіскою призначені для підвищення безпеки і комфортабельності автомобіля шляхом автоматичної зміни пружності ресор і опору амортизаторів в залежності від умов руху автомобіля. 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. Мікропроцесорний блок мехатронної системи 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. 5.1).

Як виконавчі механізми використовуються електромагнітні клапани регуляторів положення кузова і жорсткості підвіски, а також електродвигуни або соленоїди, які регулюють силу опору амортизатора шляхом зміни діаметра його перепускного отвору

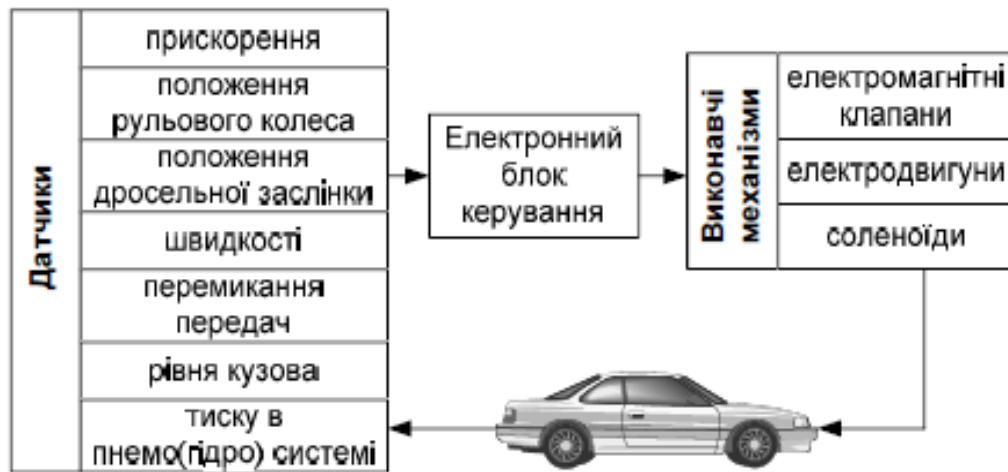


Рис. 5.1 – Структурна схема мехатронного керування підвіскою

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 бортового мікропроцесорного блока керування із застосуванням інформаційних технологій відповідно до програми, а також з врахуванням команд водія.

5.2. Особливості будови мехатронних систем керування підвіскою

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.

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 мехатронного 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).

Цілком навантажені системи підвіски.

Пружна дія забезпечується за допомогою газового елемента підвіски, у якій відсутні спіральні пружини. 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.

5.3. 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 перемиканнях 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 (рис. 5.2). 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.

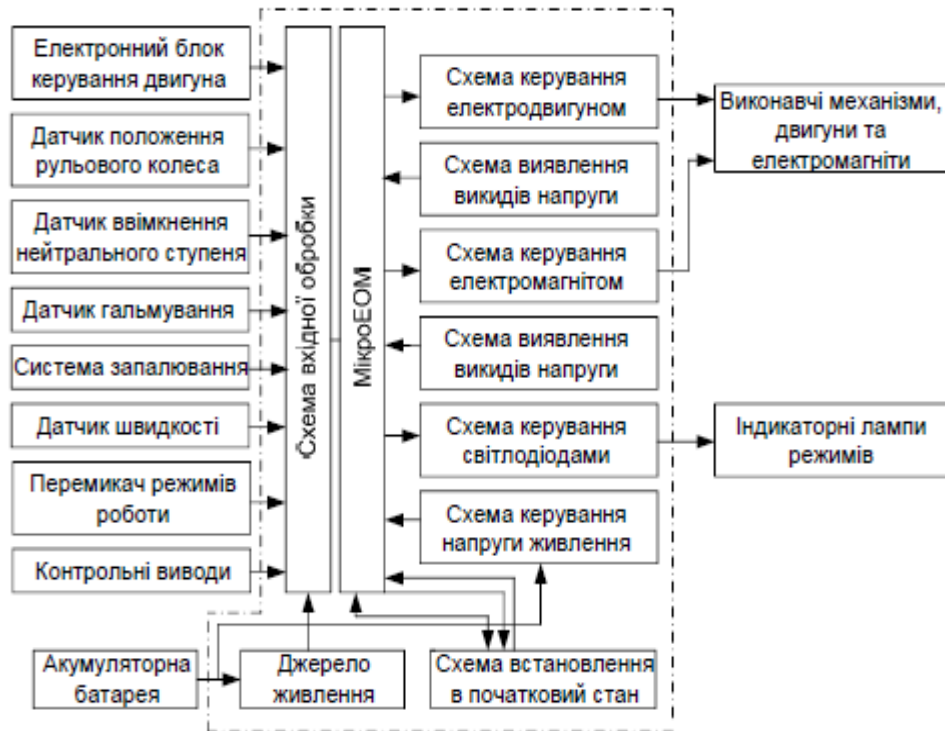


Рис. 5.2 – Структурна схема ЕБК амортизатором

У схемах керування виконавчими механізмами передбачаються інформаційні засоби забезпечення працездатності 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 швидкодія ЕБК.

Такий принцип керування амортизатором використовується в активній гідропневматичній підвісці Hydractive [1].

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

Клапан PDC 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.

Керування висотою кузова забезпечується звичайно за допомогою пневматичних пружних елементів, установлюваних на всіх чотирьох (рис. 5.3) або тільки двох задніх колесах.

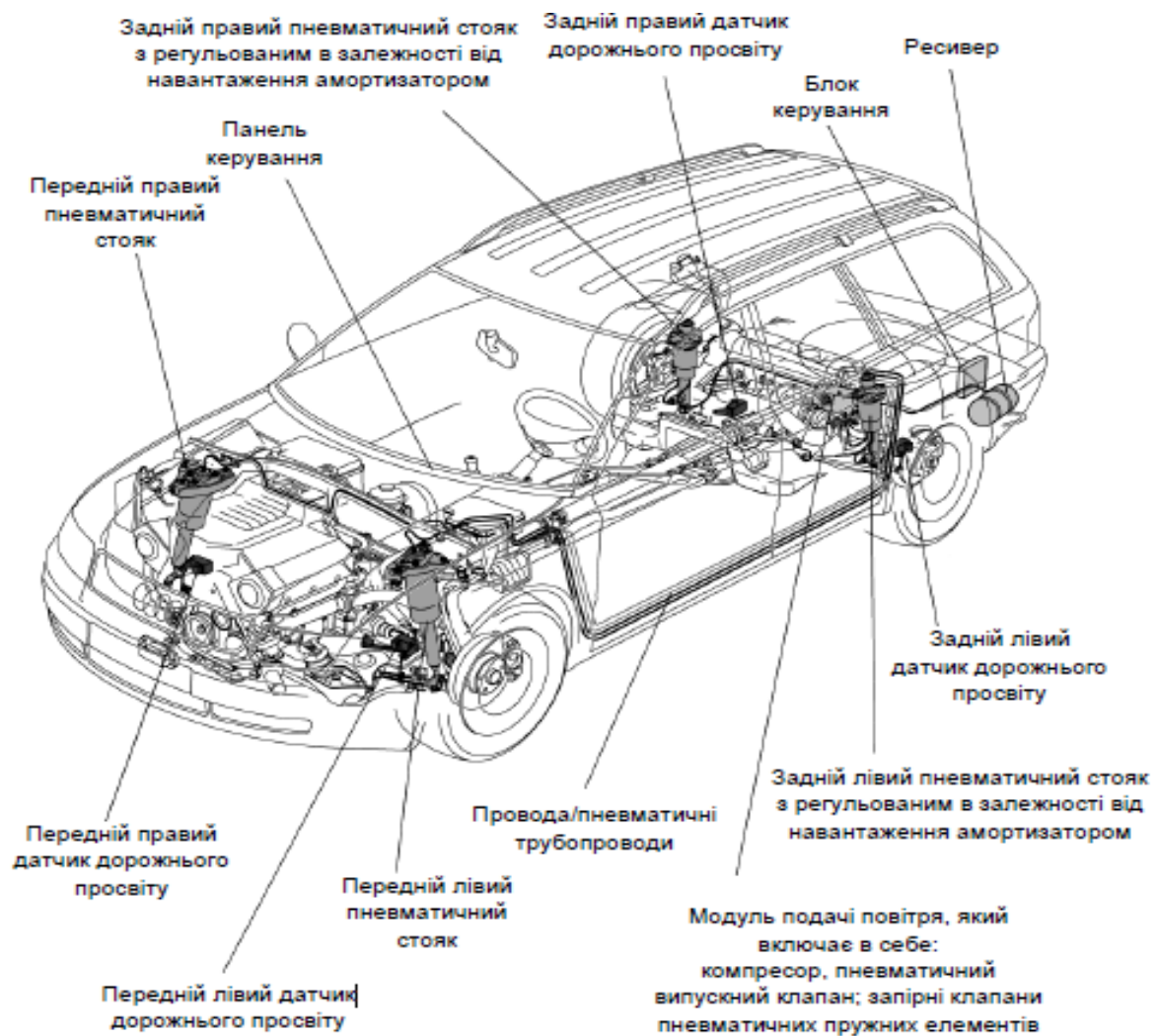


Рис. 5.3 – Складові пневмопідвіски з мехатронним регулюванням

Регулювання висоти кузова автомобіля здійснює ЕБК, структурна схема якого подана на рис. 5.4. 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 висота кузова, незалежна від навантаження на підвіску.

Як датчик висоти можуть використовуватися фотоеlementи, геркони або інші перетворювачі неелектричного показника 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 перетворений у керуючий імпульс. Але під час руху автомобіля кузов коливається випадковим чином. 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).

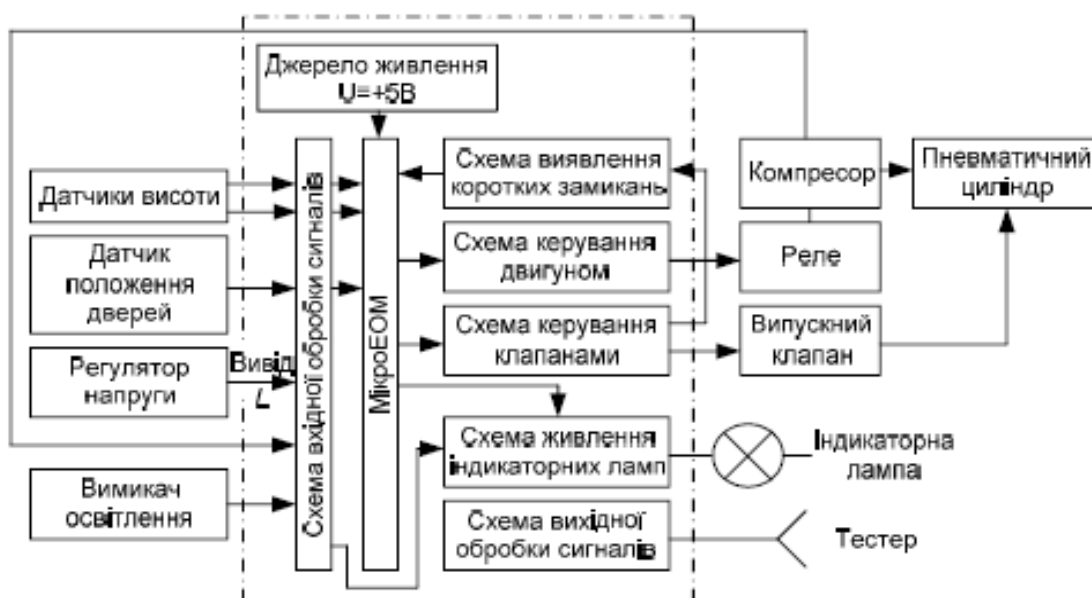


Рисунок 5.4 – Структурна схема ЕБК висоти кузова

Як датчик висоти можуть використовуватися фотоеlementи, геркони або інші перетворювачі неелектричного показника 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 перетворений у керуючий імпульс. Але під час руху автомобіля кузов коливається випадковим чином. 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. При малих габаритах така конструкція забезпечує велику деформацію пружного елемента.

Чим менша жорсткість підвіски, тим менші коливання кузова й тим вища комфортабельність автомобіля. Жорсткість пневматичної або гідропневматичної підвіски можна зробити досить малою, однак це чревате 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. 5.5.



Рис. 5.5 – Структурна схема керування жорсткістю підвіски автомобіля Toyota

5.4. Інформаційні технології в рульовому керуванні

В директивах ЕС 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 яких зусилля для керування створюється виключно від джерела енергії на автомобілі (не використовується на високошвидкісних автомобілях);

– рульове керування з підсилювачем (рис. 5.6), 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 мехатроніки 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.

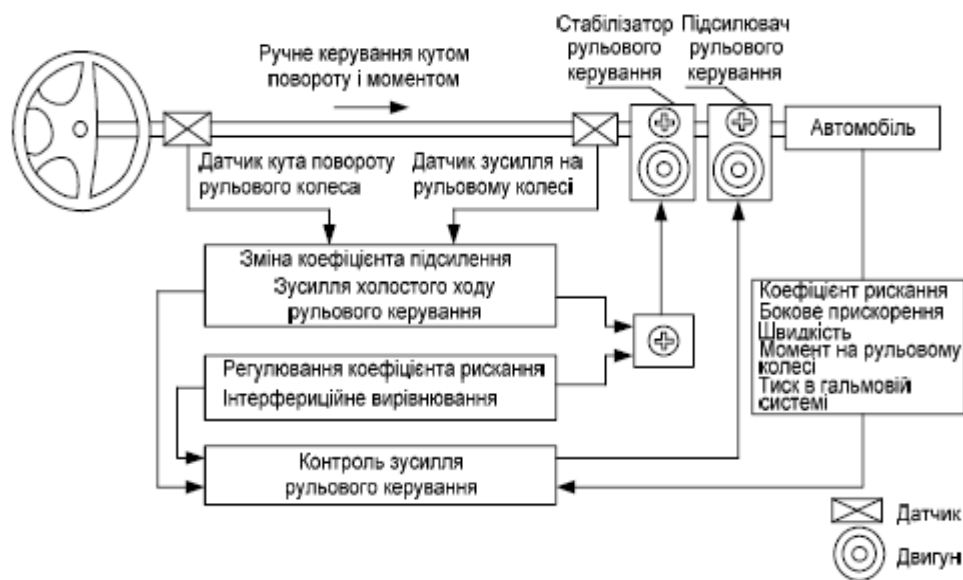


Рис. 5.6 – Активна система рульового керування з підсилювачем

Розробки з метою підвищення ефективності рульового керування базуються на прогресі в області мікропроцесорної техніки та інформаційних технологій і мають два напрямки:

- керування, що реагує на швидкість руху автомобіля;
- керування, що реагує на частоту обертання колінчатого валу двигуна.

В першому випадку коефіцієнт підсилення змінюється відповідно до швидкості автомобіля, в другому – із частотою обертання колінчатого валу двигуна. В обох випадках ціль зміни полягає в тому, щоб зробити більш 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 (рис. 5.7) оцінює сигнали, які відповідають швидкості руху автомобіля, і визначає рівень реакції гідравлічного або електричного підсилювача.

На вхід схеми ЕБК надходить сигнал від датчика швидкості. Вихідним сигналом ЕБК є сигнал, що приводить у рух електромагніт, що може фіксувати чотири клапани в довільному положенні, пропорційному середньому струму. Сигнал від датчика швидкості за допомогою перетворювача частоти в напругу перетворюється в напругу, пропорційну швидкості, що легко обробляється аналоговою схемою. На високій швидкості для збільшення рульового зусилля струм в електромагніті повинен рости. Але щоб не допускати надмірного збільшення зусилля на рульовому колесі на великих швидкостях, значення струму залишається незмінним при швидкості вище 120 км/год. Для цього вводиться схема виявлення швидкості 120 км/год. Напруга U отримана в результаті перетворення сигналу датчика швидкості та напруга e_i , пропорційна спаданню напруги (утвореному струмом I_0 через електромагніт) на резисторі для вимірювання струму, порівнюються в підсилювачі сигналу неузгодженості. Підсилювач, що містить інтегруючу схему на операційному підсилювачі, виробляє сигнал, скоректований таким чином, що при наявності неузгодженості через електромагніт завжди протікає струм, пропорційний швидкості. Схема порівняння в результаті обробки скоректованого сигналу та сигналів трикутної форми e_0 генератора виробляє імпульси відповідно до реальної швидкості. Ці сигнали через транзистор надходять на електромагніт. Зі збільшенням струму ступінь відкриття електромагнітного клапана та зусилля на рульовому колесі зростають.

Принципова схема системи регулювання за допомогою гідравлічного підсилювача наведена на рис. 5.7.

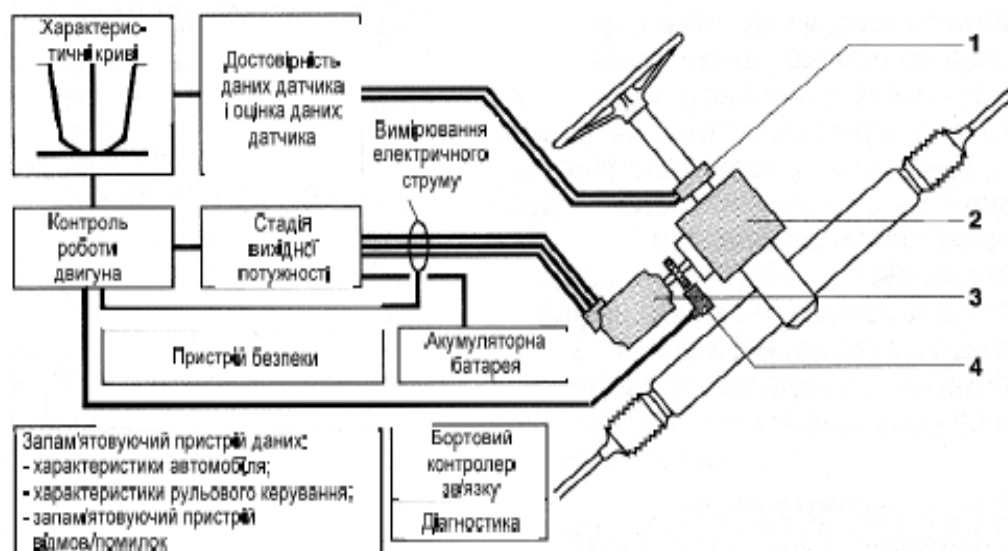


Рис. 5.7 – Схема роботи системи рульового керування з електропідсилювачем Servolectric (Bosch/ZF): 1 – датчик крутного моменту; 2 – понижувальна передача; 3 – датчик електродвигуна; 4 – електродвигун

ЕБК системи Servolectric програмує її роботу за допомогою динамічно керованих параметрів, тобто автоматичне (з оберненим зв'язком) підсилення впливу на керовану вісь, забезпечуючи значну економію енергії рульового керування (приблизно 85% економії енергії порівняно з рульовим керуванням з гідропідсилювачем, насосом та приводом від двигуна).

Система Servolectric дозволяє керувати автомобілем без підсилення у випадку виходу з ладу системи підсилення потужності.

Література

1. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с.

Контрольні запитання

1. Яке призначення підвіски автомобіля?
2. Яке призначення мехатронних систем автоматичного керування підвіскою?
3. Опишіть схему мехатронної системи автоматичного керування підвіскою?
4. Що таке регулювання підвіски?
5. Опишіть системи підвіски, що частково навантажені.
6. Які переваги мехатронного керування таких підвісок порівняно з іншими?
7. Особливості автоматичного керування амортизаторами.
8. Будова та робота систем вирівнювання навантажень.
9. Які існують режими регулювання опору амортизатора?
10. Як змінюється розмір пропускного отвору амортизатора?
11. Сигнали яких датчиків використовує мікроЕОМ для регулювання опором амортизатору?
12. Як і для чого регулюється висота кузова автомобіля?
13. В чому є складність регулювання висоти кузова автомобіля під час руху?
14. Для чого потрібне керування жорсткістю підвіски?
15. Опишіть структурну схему ЕБК висоти кузова.
16. Опишіть структурну схему керування жорсткістю підвіски автомобіля Toyota.
17. Які основні типи систем рульового керування?
18. Які переваги системи рульового керування із застосуванням мехатроніки?
19. Які є два напрямки розвитку систем рульового керування?
20. Опишіть структурну схему активної системи рульового керування.

Лекція 6

Інформаційні технології при передаванні даних в системах керування сучасного автомобіля

Мета лекції. Вивчити призначення, принципові схеми, будову та особливості функціонування сучасних систем передачі даних в автомобілях. Вивчити як інформаційні технології застосовуються у таких системах.

Питання лекції:

1. Основы информационных сетевых технологий для современного автотранспорта.
2. Конфигурация сетевых структур.
3. Обзор шинных систем автотранспортных ТС.
4. Шина передачи данных CAN-Datenbus.
5. Протокол данных шины передачи CAN-Datenbus.
6. Борьба с помехами при передаче информации.
7. Сетевые структуры современных легковых автомобилей.

6.1. Основы информационных сетевых технологий для современного автотранспорта

Современный автомобиль представляет собой сложный многофункциональный объект, содержащий большое число разнообразных электронных компонентов. Конструкция автомобильных агрегатов дает возможность управлять большим количеством различных входных и выходных параметров. В связи с этим автомобиль рассматривается как многопараметрический объект управления.

Для организации сбора и обработки информации во время работы такого объекта требуются электронные блоки управления и большое количество всевозможных датчиков. При этом реализация управляющего воздействия по сигналам от блоков управления осуществляется специальными исполнительными механизмами.

В настоящее время на автомобилях устанавливаются разнообразные электронные блоки управления в системах привода и ходовой части, в кабинах или салоне, для различных радио, коммуникационных и навигационных систем. Для передачи и обмена информацией между различными системами и, соответственно, блоками управления используются цифровые шины передачи данных, которые позволяют уменьшить общую длину применяемых на автомобиле электрических проводов, количество датчиков, а также повысить скорость и качество передаваемой информации.

На протяжении длительного времени в системах автомобилей между различными электрическими компонентами использовалось только прямое, аналоговое соединение. Сигнал, в данном случае – напряжение, направлен в электронный (микропроцессорный) блок управления (ЭБУ или БУ) и

непосредственно им принимается. Таким образом, датчик и приемник сигналов являются звеньями одной электронной схемы.

С целью уменьшения влияния помех и устранения проблем при обработке сигналов была внедрена широтно-импульсная модуляция.

Широтно-импульсная модуляция- это передача параметров в качестве продолжающегося определенное время сигнального импульса в заданных, постоянно повторяющихся интервалах времени. Таким образом, избегают изменений сигнала вследствие сопротивления проводников и электронных помех.

Значение сигнала при этом кодируется в качестве момента переключения в течение установленного, постоянно повторяющегося интервала времени. Электрический провод, присоединенный к БУ, теперь уже не должен передавать точные характеристики сигнала, а только включаться и выключаться.

Особенностью современной техники является цифровая (бинарная, т. е. для двух значений) передача сигнала. Аналого-цифровой преобразователь преобразовывает значение сигнала в цифровой код, состоящий из нулей и единиц. Точность преобразования при этом зависит от количества использованных двоичных разрядов, так называемых битов. Этот код можно теперь легко сохранить и передавать на другие БУ автомобиля. При этом БУ не нужно соединять между собой.

До недавнего времени в системах управления каждая информация передавалась по своему собственному проводу. Тем самым с каждой дополнительной информацией возрастало число проводов и количество контактов на разъемах БУ. Поэтому подобный тип передачи информации оправдывает себя только в случае ограниченного объема передаваемых данных.

Для решения задачи обмена большим объемом информации потребовалось оптимальное техническое решение, при котором электронная и электрическая системы оставались удобными для визуального наблюдения и, вместе, с тем не занимали слишком много места.

Для этого были применены сетевые информационные технологии для передачи данных. Например, internet или Ethernet. Современные автомобили имеют очень сложную сетевую структуру, обеспечивающую передачу данных между различными БУ.

В настоящее время под термином "сетевая структура транспортного средства" подразумеваются не только различные системы проводов или шинной проводки, но и сами БУ, а также правила коммуникации и необходимое программное обеспечение.

Скорость передачи данных имеет определенные границы. Прежде всего, совершенный сигнал прямоугольной формы возможен только теоретически. На практике, по причине таких эффектов, как инерция, самоиндукция и разнообразное электромагнитное излучение, мы получаем скорее трапецевидное протекание сигнала.

Расстояние между передатчиком и приемником играет большую роль. Так как сопротивление проводника увеличивается с его длиной, сила сигнала постепенно уменьшается.

Кроме того, сигнал изменяется из-за электромагнитного излучения. Для обеспечения качества сигнала было бы необходимо высокое напряжение. Это увеличило бы, в свою очередь, потребление мощности, а также излучение. Кроме того, увеличение напряжения привело бы к уменьшению скорости в связи с инерцией.

Для интерпретации сигнала приемопередатчик с функцией приема данных ориентируется на определенное предельное напряжение. Если сигнал в момент приема превышает или не достигает соответствующего предельного напряжения, то он определяется, соответственно, как 1 или 0.

6.2. Конфигурация сетевых структур

Если шина выполнена в качестве однопроводной линии, то, несмотря на то, что она дешевая и простая, скорость передачи данных в ней ограничена. Так как сигнал измеряется по отношению к массе транспортного средства, он относительно сильно подвержен воздействию помех. Необходима высокая мощность для передачи этого сигнала.

На двухпроводных линиях сигнал передается как разность напряжений между обеими проводами. Благодаря этому происходит сильное демпфирование помех. Таким образом, напряжение уменьшается, а скорость передачи данных увеличивается. Но с другой стороны, двухпроводные линии дороже и сложнее.

Оптические линии связи невосприимчивы к электромагнитным эффектам. Поэтому возможны предельно высокие скорости передачи данных. Однако свет может поступать и выходить только на плоскостях сечения провода. Если с одной стороны провода находится источник света для посылания сигнала, то с другой стороны должен находиться светочувствительный элемент с функцией приема сигнала. Передача сигнала в этом случае является однонаправленной, т.е. она возможна только в одну сторону. Для передачи сигнала в обратную сторону необходим второй провод, а в каждом приемопередатчике – источник света и элемент с функцией приема сигнала.

Передача данных при помощи радиосвязи делает совершенно ненужными наличие электропроводов, соединяющих приемопередатчики. Но надежность передачи данных здесь весьма ограничена. Различные устройства создают друг другу помехи. Скорость передачи данных здесь не выше, чем в электронных шинах.

Шинные системы подразделяются на различные классы, прежде всего с точки зрения возможных скоростей передачи данных. Для классификации важную роль играет также надежность передачи данных.

Обозначения классов не следует путать с обозначениями CAN-шин. Эти обозначения сначала были связаны друг с другом, но затем велись произвольно.

Классификация шин передачи данных представлена в таблице 6.1.

Таблица 6.1

Классы шин передачи данных

Классы шин передачи данных	Диагностические шины	Класс А	Класс В	Класс С	Класс С+	Класс мультимедиа
Скорость передачи данных	< 10 Кбит/с	< 25 Кбит/с	25-125 Кбит/с	125 Кбит/с- 1 Мбит/с	> 1 Мбит/с	> 10 Мбит/с
Область применения	Подключение диагностического оборудования	Системы обеспечения комфорта (управление сиденьями, стеклоподъемниками)	Система кондиционирования воздуха	Системы привода/ходовой части	Тормозная система, рулевое управление	Центральный монитор, аудио-, видео навигационная системы, телефон и т.д.

В классе диагностики допускаются очень низкие скорости передачи данных. Надежность передачи данных не имеет особого значения. В случае появления ошибок передача данных производится повторно.

Так называемый класс А может быть немного быстрее, но используется он только для некритических заданий, таких как сигнал стеклоподъемника или простые сигналы переключателей.

В классе В шинные системы достигают уже значительных скоростей. Эти шины используются в автомобилестроении главным образом в электронных системах обеспечения комфорта.

Шины класса С могут отличаться высокой скоростью и надежностью передачи данных. Они используются в области мехатроники трансмиссии и ходовой части транспортных средств.

Для критических с точки зрения надежности заданий используются шины класса С+. При передаче данных в тормозных системах и системах рулевого управления потеря данных недопустима, кроме того, эти данные должны передаваться очень быстро.

Шины класса мультимедиа возглавляют классификацию в разряде скорости передачи данных. Этого требует огромный объем данных для аудио- и видеосистем. Надежность передачи здесь не является критическим параметром.

Существуют различные виды соединения БУ. Самое простое соединение – это соединение двух устройств электропроводом. Такое соединение называют поузловым, т. е. от одного узла к другому, или соединение “Peer to Peer“. Часто встречается соединение несколько устройств. Шина на концах, как правило, должна быть закрыта резисторами, чтобы воспрепятствовать отражению сигнала.

При соединении звездой главный узел отдельно соединяется с другими устройствами. Если узел представляет собой только соединение проводов, так

называемый распределитель потенциалов, то в случае соединения звездой речь идет практически только об очень коротком плоском проводе.

Если же главный узел является блоком управления с вводами для периферийных устройств, то речь идет о нескольких поузловых соединениях.

При коммуникации между БУ передача лишь самих данных недостаточна. Необходима также информация о том, какое значение имеют передаваемые данные или от какого датчика эти данные исходят, какой они имеют приоритет, нужно ли их передавать другим БУ.

Поэтому БУ добавляет к первоначальным данным дополнительную информацию: идентификационный номер или приоритетность передаваемых данных. Приемопередатчик со своей стороны также добавляет информацию, позволяющую производить окончательную передачу данных. К такой дополнительной информации относятся, например, биты синхронизации. Их импульсы дают возможность откорректировать тактовые сигналы приемника для действительно синхронной работы с передатчиком. Часто предварительно передается длина сообщения. Так приемник узнает, в какой момент закончится сообщение, а вместе с ним и передача данных. С помощью дополнительных контрольных данных приемник может установить, корректно ли было получено сообщение.

Вся эта информация и, возможно, большое количество другой информации находится в длинной цепи битов. Приемник должен знать, где и какая информация находится в этой цепи, чтобы в конечном итоге отфильтровать главные данные.

Поэтому существуют стандартизованные образцы, по которым должны структурироваться сообщения. Такой образец называют протоколом. В настоящее время используются различные протоколы для всевозможных видов применения. Приемопередатчики, работающие с разными протоколами, не будут “понимать” друг друга. Например, в сети Интернет для взаимодействия сетей с различными технологиями используется протокол TCP/IP (основа функционирования Интернет).

БУ не должны одновременно передавать данные на шину. В таких случаях сообщения уничтожаются. Этот процесс называется столкновением. Поэтому доступ к шине должен регулироваться.

При передаче данных в системе задающих и ведомых устройств роль задающего берет на себя один БУ, который становится ведущим для всех остальных ведомых БУ. Только этот БУ может самостоятельно передавать данные на шину.

В каждом транспортном средстве часто используется сразу несколько шинных систем. Какая система предназначена для того или иного участка является решением, зависящим от многих факторов.

Сама среда передачи данных играет определенную роль. Стекловолоконные кабели, например, очень легкие и позволяют высокие скорости передачи данных. Но в то же время, они очень чувствительны к механическим воздействиям и их нельзя прокладывать с острыми углами. Максимальная дистанция, на которой шина может работать безошибочно, является важным критерием отбора. В грузовом автомобиле, например, требуется несколько десятков метров

электропроводов для соединения БУ в передней части с БУ в задней части кузова. Некоторые шинные системы могут применяться только на коротких расстояниях.

Иногда соединение двух БУ между собой оказывается вполне достаточным. Какое количество БУ может обслуживать шинную систему также является важным вопросом.

Для аудио- и видеоданных, а также для систем, обеспечивающих безопасность, важным фактором является скорость передачи данных. С другой стороны, для обслуживания функций изменения положения сидений достаточной является небольшая скорость передачи данных. Шина должна учитывать эти требования. Надежность передачи данных в некоторых случаях важнее скорости их передачи. Ошибки при передаче данных в тормозной системе могут иметь фатальные последствия. С другой стороны, существуют случаи применения, когда помехи и задержки по причине ошибок при передаче информационных данных не являются критическими.

Немаловажным является также и то, как система интегрируется в существующую структуру автомобиля и его технического обслуживания с точки зрения используемых протоколов, управления доступом и отношений управляющих данных к данным для пользования.

6.3. Обзор шинных систем автотранспортных ТС

К - провод (Однополосная шина данных).

К-линия или К-шина является предшественником всех шинных систем, применяемых в европейских автомобилях. К-линия используется для диагностики и официально стандартизована еще в 1989 году. К ее преимуществам относятся простое исполнение и возможность подключения к компьютеру. В большинстве случаев К-линия состоит только из одного электропровода. Напряжение сигнала является рабочим напряжением транспортного средства по отношению к его массе. Максимальная длина К-линии не специфицирована.

К-линия предназначена исключительно для выполнения диагностических функций в двунаправленных соединениях с двумя участниками. На современных грузовых автомобилях модифицированная К-линия применяется для соединения нескольких БУ.

Скорость передачи данных такой шины составляет от 1.2 до 10.4 Кбит/сек. Так как К-линия используется только в диагностических целях, надежность передачи данных здесь не так важна. Благодаря простым и давно стандартизированным техническим параметрам затраты остаются минимальными.

К-линия работает по асинхронной схеме передачи данных с управлением доступом в режиме “задающий / ведомый”. Так как шина, не рассчитана на большие скорости передачи данных, прием одного сообщения при определенных обстоятельствах может длиться до 5 секунд.

В 1989 году К-провод стандартизован как ISO 9141

Технология CAN.

Технология CAN (Controller Area Network) была разработана фирмой Bosch во второй половине 80-х годов для надежной передачи данных измерений,

управления и контроля. В 1991 г. система CAN впервые применена в качестве шины передачи данных класса С в транспортных средствах и с того времени хорошо себя зарекомендовала. Стандарт CAN описан в стандарте ISO 11898.

В системе CAN используется витая двухпроводная линия. Уровень сигнала представляет собой разность напряжений между проводами. Благодаря этому CAN не так сильно подвержена помехам и не создает помехи для других БУ. При низких скоростях передачи в случае разрыва одного провода шина может функционировать даже с одним проводом.

Длина проводки зависит от скорости передачи данных. При этом главную роль играет время распространения сигнала. При 1 Мбит/сек длина CAN-шины может достигать 40 метров, а при 10 Кбит/сек длина теоретически может достигать более 1 км.

Так как управление доступом происходит на уровне сообщения, количество БУ, в принципе, не ограничено. В практике все же существуют ограничения в соответствии с исполнением приемопередатчиков.

Как и в случае с напряжением сигнала, скорости передачи данных в системе CAN не предписаны. В электронных системах автомобилей "Мерседес-Бенц" используются шины CAN с низкой и высокой скоростью (Lowspeed/Highspeed CAN). Скорость передачи данных Lowspeed составляет до 125 Кбит/сек, Highspeed - более 125 Кбит/с.

Применяются различные механизмы предотвращения, распознавания и корректирования ошибок. С их помощью БУ могут предупреждать об ошибочных сообщениях или отключаться при установлении ошибки во время передачи данных. Поэтому технология CAN считается самой надежной технологией.

Благодаря простым и давно стандартизованным техническим параметрам затраты на производство и эксплуатацию этих шин являются минимальными. Поэтому в настоящее время CAN применяется даже в качестве диагностических шин.

Технология CAN функционирует синхронно. Управление доступом осуществляется при помощи арбитража на уровне сообщений. Каждое возможное сообщение в системе имеет однозначный код опознавания, первый бит которого получает приоритетный статус. Если два устройства передают данные одновременно, первоочередность передачи автоматически переходит к приоритетному сообщению. Для обязательного определения кода опознавания каждого сообщения резервируются 29 битов. Следовательно, короткие сообщения содержат больше управляющих данных, чем данных для пользования.

Технология LIN.

Технология LIN (Local Interconnect Network) разработана совместными усилиями различных производителей автомобилей в конце 90-х годов в качестве более дешевой альтернативы к технологии Low-Speed-CAN. Технология LIN применяется везде, где не требуется ширина полосы пропускания и универсальность технологии CAN.

Физически LIN структурирована как К-провод. На одном проводе уровень сигнала определяется при рабочем напряжении транспортного средства по отношению к его массе. Длина линии ограничена до 40 м. Этого достаточно для

использования шины LIN внутри одного локального узла автомобиля. В отличие от К-провода технология LIN допускает соединения до 16 БУ. Скорость передачи данных в такой шине составляет от 1 Кбит/сек до 20 Кбит/сек. В шинах LIN автомобилей "Мерседес-Бенц" скорость передачи данных от 9,6 до 20 Кбит/сек.

Технология LIN предназначена для использования в некритических с точки зрения безопасности системах. Для LIN существует несколько механизмов для распознавания и корректировки ошибок. Затраты на производство и эксплуатацию незначительны, что собственно и являлось целью разработки. Протокол LIN также похож на протокол К-линии.

Технология MOST.

Шины MOST (Media Oriented Systems Transport) используются в настоящее время на автомобилях для передачи данных между такими системами как радиоприемник, CD-плеер, телефон, навигационные системы и бортовое телевидение. Такие шины позволяют передавать большой объем информации. Технология MOST впервые разработана компанией Oasis Silicon Systems, позже – основанной в 1998 году организацией MOST-Cooperation, которая стандартизовала ее в сфере создания мультимедийных сетевых структур в транспортных средствах.

В технологии MOST используются световоды. Они допускают экстремально высокие скорости передачи данных при абсолютной невосприимчивости к электромагнитным помехам. Длина линии не специфицирована. Максимально возможно подключить до 64 различных мультимедийных компонентов, которые соединены, как правило, в виде кольца. Скорость передачи данных равна 25 Мбит/сек и считается очень высокой. Надежность передачи данных в шинах MOST не является основной, так как эта технология разработана для некритических с точки зрения безопасности систем. Однако кольцевая структура, в которой соединены световоды, влечет за собой опасность рассоединения цепи в случае выхода из строя одного из компонентов.

Технология MOST является относительно дорогой технологией. Но ввиду применения главным образом в системах обеспечения комфорта автомобилей представительского класса, затраты оправдывают себя.

Технология Bluetooth.

Технология Bluetooth, разработанная фирмой Ericsson, объединяет радио технологии и технологии электронных сетей. При помощи Bluetooth возможно создавать бескабельную сетевую структуру.

В качестве среды-носителя используются радиоволны. По этой причине технология Bluetooth очень чувствительна к помехам. В зависимости от мощности сигнала, максимальное расстояние между устройствами может составлять от 1-10, до более 100 метров.

Технология Bluetooth позволяет создавать сетевые структуры, в которые могут объединяться до 260 устройств, но активными могут оставаться одновременно не более 8. Другие устройства поддерживают синхронизацию и могут быть активированны по запросу.

Скорость передачи данных очень высока и составляет более 700 Кбит/сек. Но такая скорость достигается только при идеальных условиях. Часто подключенные

устройства создают помехи друг другу и скорость передачи по Bluetooth сильно уменьшается.

По причине чувствительности к помехам технологию Bluetooth нельзя рассматривать как высоконадежную технологию. Однако различные устройства легко подключаются к этой системе передачи данных.

Для технологии Bluetooth используются готовые микрокристаллические модули, позволяющие простое применение. Однако технология Bluetooth остается относительно дорогой по сравнению с обычными технологиями подключения в сетевые структуры.

6.4. Шина передачи данных CAN-Datenbus

Сетевая конфигурация CAN- Datenbus

С 1980 года цифровая электроника начала свое бурное развитие. На транспортных средствах все больше стали применяться электронные БУ. Для организации коммуникации между различными БУ фирма Bosch разработала CAN-шину (CAN-Datenbus), где CAN расшифровывается как Controller Area Network. Это значит, что блоки управления связаны между собой в единую сеть (рис. 6.1) и между ними происходит обмен данными по специальной шине. Элементы привода автомобиля составляют единую систему, куда входят: блок 1 управления двигателем; блок 2 управления АКП; блок 3 управления системами ходовой части.

При этом возможны варианты соединения БУ между собой в единую сеть (рис. 6.2). Так, узловой пункт находится, как правило, за пределами БУ, в жгуте проводов (рис. 6.2, а).

В исключительных случаях узловой пункт может находиться внутри БУ двигателем рис. 6.2, б. Комфортные элементы также составляют единую систему, включающую в себя центральный блок 4 (рис. 6.1) управления и блоки 5 управления в дверях. При обмене информацией с помощью CAN-шины все данные передаются по двум двунаправленным проводам (проводящим сообщения в обе стороны), независимо от количества данных и БУ. В этом случае передача данных происходит аналогично телефонной «конференц-связи», где один участник (блок управления) передают свои данные в проводящую сеть, в то время как остальные участники «слушают» эти данные. Одни участники будут использовать эти данные, другие - нет. Чем больше информации о состоянии всей системы содержится в БУ, тем лучше он сможет согласовывать отдельные функции системы.

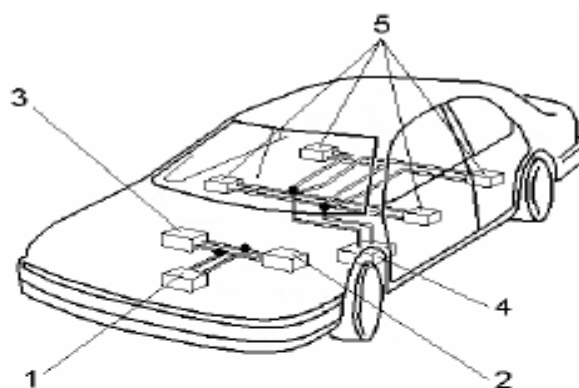


Рис. 6.1. Схема связи блоков управления CAN-шиной

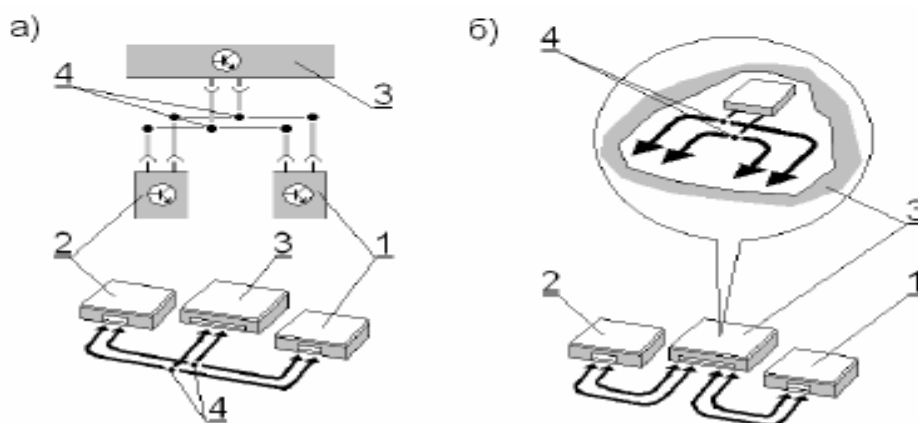


Рис. 6.2 - Варианты соединения блоков управления в единую сеть:

- а – узловой пункт находится за пределами БУ; б – узловой пункт находится в БУ двигателем; 1 – БУ тормозной системой; 2 – БУ АКП; 3 – БУ двигателем; 4 – узловой пункт

Таким образом, шина передачи данных имеет следующие преимущества:

- если протокол данных предполагается расширить за счет дополнительной информации, то не требуется вносить изменения в программное обеспечение;
- низкая квота ошибок в результате постоянной перепроверки информации, передаваемой через БУ;
- меньшее количество датчиков и проводов благодаря возможности многократного использования одного сигнала;
- между БУ возможна очень быстрая передача данных;
- экономия места за счет уменьшения размеров БУ и разъемов для подключения БУ;
- CAN-шина принята к использованию во всем мире, поэтому через нее может происходить обмен данными между БУ, изготовленными различными производителями.

Коммуникацию между БУ обеспечивают так называемые приемопередатчики, соединяющие их с шиной. Они интегрированы в БУ, но представляют собой самостоятельные компоненты, посылающие и принимающие данные.

CAN-шина (рис. 6.3) состоит из контроллера и трансивера, находящихся в БУ, двух сопротивлений и двух проводов передачи данных.

Контроллер с одной стороны получает от БУ данные, которые должны быть переданы, обрабатывает их и передает дальше на трансивер. С другой стороны, он получает данные от трансивера и после соответствующей обработки передает их в БУ. Трансивер (Transceiver) – является одновременно передатчиком (Transmitter) и приемником (Receiver). Поступающие от контроллера данные он преобразует в электрические сигналы и по проводам передачи данных. При этом он также принимает данные и преобразует их для контроллера. Данные в системе привода, чтобы их можно было использовать с максимальной эффективностью, должны передаваться очень быстро. Для этого требуется трансивер с высокой мощностью. Такой трансивер делает возможным передачу данных в промежутке между двумя вспышками в системе зажигания.

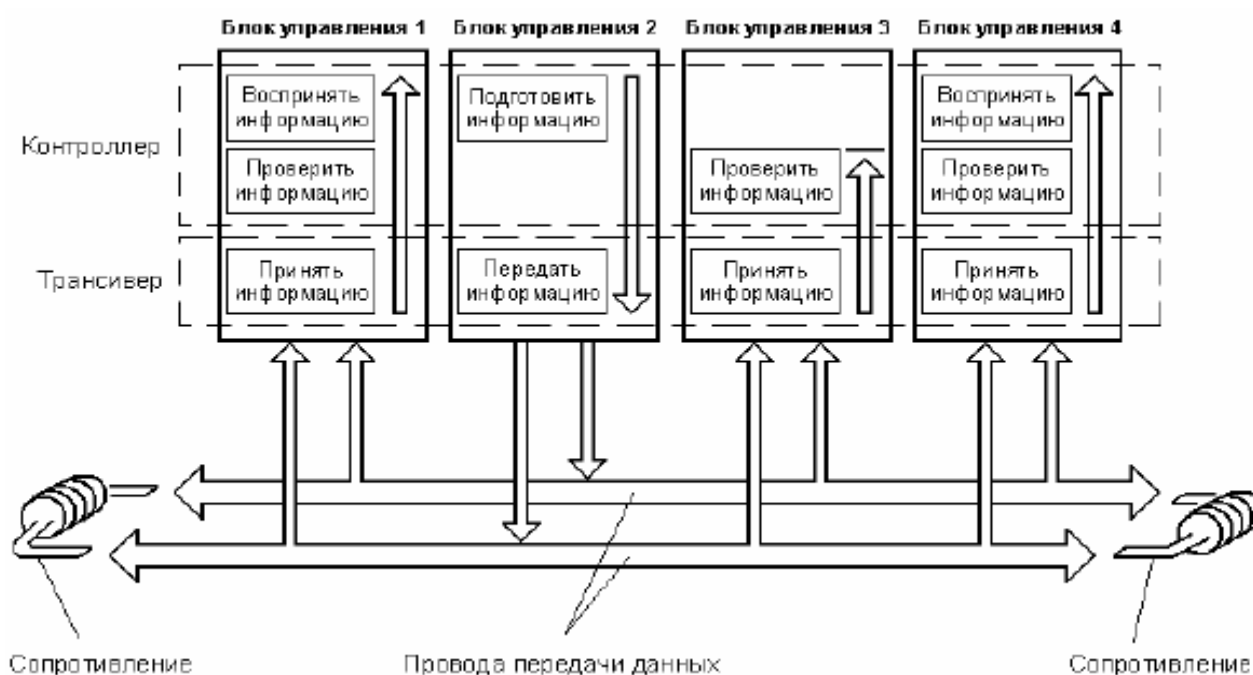


Рис. 6.3 – Функциональная схема CAN-шины

Тем самым воспринятые данные могут быть использованы уже для следующего управляющего импульса.

Сопротивление – препятствует возникновению эффекта резонанса при передаче данных.

Провода передачи данных – являются двунаправленными и служат для передачи данных, обозначаются как CAN-High и CAN-Low.

Передача информации с применением CAN-шины происходит следующим образом (рис. 6.3). Один из БУ (блок 2) подготавливает информацию и передает ее на провода передачи данных. При этом «приемник» переданной информации не указывается, и она принимается и оценивается всеми блоками управления (блоки 1, 3, 4).

Рассмотрим теперь каждую из функций, выполняемых блоками управления и представленных на рис. 6.3.

Подготовить информацию – данные обрабатываются БУ 2 и подготавливаются для передачи контроллером.

Передать информацию – трансивер БУ 2 получает информацию от контроллера, преобразует ее в электрические сигналы и передает дальше.

Принять информацию – все остальные блоки управления (блоки 1, 3, 4), образующие с CAN-шиной единую сеть, выполняют роль приемников.

Проверить информацию – блоки управления 1, 3, 4 проверяют, нужна ли им для работы поступившая информация.

Воспринять информацию – если информация важна, она воспринимается и перерабатывается (блоки 1, 4), в противном случае – оставляется без внимания (блок 3).

Таким образом, передача данных CAN-шиной имеет следующие особенности:

- CAN-шина имеет два провода, по которым передается различная информация. При этом чтобы ослабить электромагнитные помехи, а также излучающие помехи, оба провода передачи данных скручены между собой. При этом важен шаг скручивания.

- CAN-шина может работать со скоростью 500 Кбит/сек. Эта скорость укладывается в диапазон скоростей high speed 125...1000 Кбит/сек. Передача одного протокола данных длится около 0,25 мс.

- В зависимости от БУ через каждые 7...20 с предпринимается попытка отправить данные.

- Последовательность приоритетов в передаче информации (см. п. 6.3): 1 – БУ тормозной системой; 2 – БУ двигателем; 3 – БУ АКП.

6.5. Протокол данных шины передачи CAN-Datenbus

CAN-шина передает протокол данных, состоящий из множества упорядоченных битов, между блоками управления.

Бит – это наименьшая единица информации, т.е. одно включение в единицу времени. В электронике эта информация может иметь значение “0” или “1”, соответственно “да” или “нет”.

Протокол данных (рис. 6.4) содержит семь областей (полей). Число битов одного протокола зависит от величины поля данных 5.

Структура протокола идентична для обоих проводов передачи данных CAN-шины.

Рассмотрим назначение каждого из полей протокола данных.

Начальное поле 1 – отмечает начало протокола данных. По проводу CAN-High посылается один бит информации, при этом величина сигнала порядка 5 В (определяется системой). По проводу CAN-Low посылается один бит информации, величина сигнала которого 0 В.

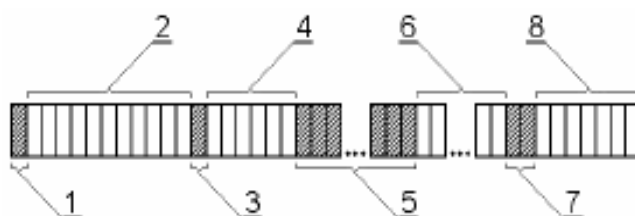


Рис. 6.4 - Структура протокола данных:

- 1 – начальное поле (1 бит); 2 – поле определения статуса (11 бит);
 3 – один бит не используется; 4 – контрольное поле (6 бит); 5 – поле данных
 (максимально 64 бит); 6 – поле защиты (16 бит); 7 – поле подтверждения (2 бит);
 8 – завершающее поле (7 бит)

В поле определения статуса 2 устанавливается приоритет протокола данных. Если, к примеру, два БУ одновременно хотят отправить свой протокол данных, преимущество имеет протокол с более высоким приоритетом (см. п. 6.3).

В контрольном поле 4 обозначено число информационных сообщений, находящихся в поле данных. Таким образом, каждый приемник может перепроверить, все ли информационные сообщения он принял.

В поле данных 5 собственно и происходит передача (трансляция) информационных сообщений для других БУ. Из приведенной табл. 6.2 можно увидеть, как с каждым дополнительным битом удваивается объем передаваемой информации, на примере температуры охлаждающей жидкости автомобильного двигателя (значению “0” соответствует сигнал 0 В, а “1” – 5 В).

В табл. 6.2 дано примерное построение информации о положении дроссельной заслонки автомобильного двигателя с помощью 8 Бит. При этом возможно 256 различных вариантов последовательности битов. Благодаря этому передается информация о положении дроссельной заслонки в диапазоне от 0° до 102° с интервалом в 0,4°.

Таблица 6.2

Информация о положении дроссельной заслонки

Последовательность битов	Положение дроссельной заслонки
0000 0000	угол открытия дроссельной заслонки - 000,0°
0000 0001	угол открытия дроссельной заслонки - 000,4°
0000 0010	угол открытия дроссельной заслонки - 000,8°
.....	
0101 0100	угол открытия дроссельной заслонки - 033,6°
....	
1111 1111	угол открытия дроссельной заслонки - 102,0°

Поле защиты 6 служит для распознавания помех, возникающих в процессе передачи данных.

В поле подтверждения 7 приемники подтверждают передатчику корректный прием протокола. При наличии ошибки приемники немедленно сообщают об этом передатчику, и тот повторяет передачу.

В конце протокола данных находится завершающее поле 8. Таким образом, предоставляется последняя возможность распознавания ошибок, наличие которых ведет к повторению трансляции данных.

6.6. Борьба с помехами при передаче информации

Источниками помех в автомобиле становятся детали, при работе которых возникает искровой разряд, т.е. происходит размыкание или замыкание электрической цепи. Другими источниками помех могут становиться, например, мобильные телефоны и передающие радиостанции, т.е. все, что излучает электромагнитные волны. Эти волны могут оказывать влияние на передачу данных или исказить их.

Чтобы ослабить действие помех на передачу данных, два провода передачи данных CAN-шины скручиваются между собой. Таким образом, устраняется возможность излучения помех также и от самих проводов передачи данных.

На обоих проводах создается соответственно противоположное напряжение: если на одном из проводов передачи данных напряжение около 0 В, то на другом проводе – около 5 В, и наоборот. Благодаря этому сумма напряжений в любой момент остается постоянной, и эффект электромагнитного поля на обоих проводах взаимно уничтожается (рис. 6.5).

При этом провод передачи данных защищен от наружных помех и сам не является источником помех.

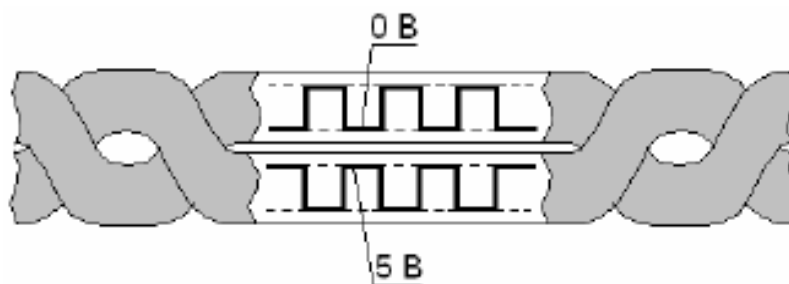


Рис. 6.5. Схема работы защиты от помех проводов передачи данных

6.7. Сетевые структуры современных легковых автомобилей (для факультативного изучения)

В 1990 году на легковых автомобилях “Мерседес-Бенц” серии 124 впервые применены стандартизованные шины передачи данных. Это относилось только к узлам системы привода. В 1991 году на легковых автомобилях S-класса, тип 140, с помощью CAN-шины было соединено уже 5-6 различных БУ.

Блок- схема такой CAN- шины представлена на рисунке 6.6.

Где (N3/2)- БУ системой впрыскивания бензина левого ряда цилиндров 12-цилиндрового V-образного двигателя; (N3/3)- блок управления системой впрыскивания бензина правого ряда цилиндров; (N1/4)- коммутатор зажигания левого ряда цилиндров; (N1/5)- коммутатор зажигания правого ряда цилиндров; (N30/1)- БУ системами ходовой части (ABS/ASR).

Преимущества такой шины данных заключалось в том, что стало возможным отказаться от ряда дополнительных датчиков в системах управления, т.к. одни и те же данные использовались всеми БУ, подключенными к шине, различные управляющие параметры могли передаваться одновременно всем БУ, была реализована концепция проверки достоверности сигналов, при выходе из строя отдельных компонентов системы был возможен аварийный режим работы автомобиля, позволяющий своим ходом достичь авторизованного сервиса.

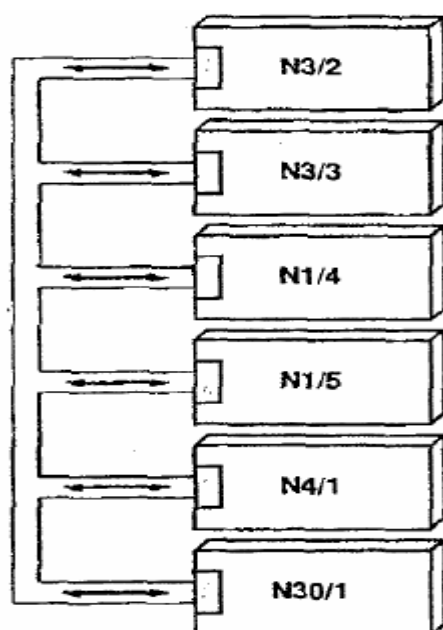


Рис. 6.6 - Блок-схема CAN- шины автомобиля

С 2005 года на легковых автомобилях «Мерседес-Бенц» нового S-класса стала использоваться сетевая структура, количество шин передачи данных в которой значительно возросло. Состав такой сетевой структуры следующий:

- A1 Комбинация приборов
- A6 Автономный отопитель STN
- A7/3 Блок управления ABR
- A13 БУ электрического стояночного тормоза
- A40/3 COMAND
- A40/5 Монитор задний левый
- A40/6 Монитор задний правый
- A40/8 Центральный монитор
- A40/9 Центральная панель управления

A76 Реверсивное устройство предварительного натяжения ремня безопасности спереди слева

A76/1 Реверсивное устройство предварительного натяжения ремня безопасности спереди справа

A80 Модуль сервопривода АКП ISM

A89 Блок управления Distronic

A90/1 Комбинированный TV-тюнер

E1n1 БУ ксеноновой блок фары, левой

E2n1 БУ ксеноновой блок фары, правой

M40 Пневматический насос для мультиконтурных сидений

35

N2/7 БУ системы удержания пассажиров

N3/9 Блок управления CDI

N3/10 Блок управления ME

N10/1 Блок управления SAM, передний

N10/2 Блок управления SAM, задний

N15/3 Блок управления АКП (EGS)

N22/1 БУ климатической системы KLA

N22/4 БУ задней климатической системы FKLA

N26/5 БУ задними сиденьями

N26/9 БУ спецавтомобилей MSS

N28/1 БУ тягово-сцепного устройства AAG

N32/1 БУ передним левым сиденьем

N32/2 БУ переднего правого сиденья

N32/15 БУ спинки переднего левого сиденья

N32/16 БУ спинки переднего правого сиденья

N32/20 БУ спинки заднего левого сиденья

N32/21 БУ спинки заднего правого сиденья

N41/3 БУ системы голосового управления SBS

N51/2 Блок управления ABC

N62/1 БУ радаров

N64/1 БУ датчиков ABR

N66/2 БУ камеры заднего вида

N66/3 Аудио видео контроллер

N69/1 БУ передней левой двери

N69/2 БУ передней правой двери

N69/3 БУ левой задней двери

N69/4 БУ правой задней двери

N69/5 БУ Keyless-Go

N70 Потолочная блок-панель управления DBE

N72/1 Верхняя блок-панель управления OBF

N72/2 Задняя блок-панель управления HBF

N73 Электронный замок зажигания EZS

N80 Модуль рулевой колонки

N82/1 БУ бортовой сетью N87/5 БУ спутникового радио SDAR (USA)

N88 БУ системы контроля за давлением воздуха в шинах

N93 Центральный интерфейс

N93/1 Аудио тюнер

N101 БУ системы ночного видения

N118/3 БУ топливного модуля (M275)

N121 БУ системы дистанционного управления крышкой багажного отделения HFS

N123/1 Универсальный БУ мобильного телефона

Y3/8n4 Электрогидравлический блок АКП

Распределители потенциалов:

X30/20 распределитель потенциалов центральной шины передачи данных

X30/21 распределитель потенциалов шины передачи данных двигателя

X30/28 распределитель потенциалов шины передачи данных системы ESP

X30/30 распределитель потенциалов шины передачи данных двигателя и ходовой части CAN/RBA*

X30/31 распределитель потенциалов шины передачи данных двигателя и ходовой части CAN/COC**

X30/32 распределитель потенциалов шины передачи данных салона CAN/RBA* слева

X30/33 распределитель потенциалов шины передачи данных салона CAN/RBA* справа

X30/34 распределитель потенциалов шины передачи данных салона CAN/COC**

X30/35 распределитель потенциалов шины передачи данных телематики CAN

* RBA= Rahmen-Boden-Anlage / ** COC= Cockpit

Рассмотрим структуру шин передачи данных, а также основные БУ, в соответствии с данной блок-схемой: К центральному интерфейсу (N93) подключено пять шин передачи данных. Его назначением является передача сигналов между этими шинами.

Центральный интерфейс (N93) включает в себя интерфейсы между следующими шинами передачи данных:

-центральная шина передачи данных (ZENTRAL-CAN);

-шина передачи данных ходовой части (FAHRWERK-CAN) и шина систем привода;

-шина передачи данных салона (INNENRAUM-CAN);

-диагностическая шина передачи данных.

Шина передачи данных ходовой части и шина систем привода включают в себя следующие элементы:

A1 Комбинация приборов

A7/3 Блок управления ABR

A40/3 COMAND

A40/9 Центральная панель управления

A80 Модуль сервопривода АКП ISM

N3/10 Блок управления ME

N73 Электронный замок зажигания EZS
N80 Модуль рулевой колонки
N93 Центральный интерфейс
Y3/8n4 Электрогидравлический блок АКП (VGS)
X11/4 Диагностический разъем
S16/5 Переключатель режимов движения
S16/13 Рычаг селектора АКП
S110/2 Подрулевой переключатель слева
S111/2 Подрулевой переключатель справа

Скорость передачи данных по этой шине составляет 500 Кбит/сек.

Комбинация приборов (A1) представляет собой сложный электронный БУ, выполняющий различные функции. Комбинация приборов предоставляет водителю информацию о техническом состоянии автомобиля, функционировании его различных систем и агрегатов. Кроме того, в комбинации приборов содержится информация о техническом обслуживании (ASSYST/ ASSYST PLUS).

Адаптивная тормозная система ABR включает в себя известные системы ходовой части ABS, ETS, ASR, BAS и ESP.

ABS предотвращает блокирование колес в условиях экстренного торможения, тем самым сохраняя управляемость и устойчивость автомобиля. ETS и ASR снижают буксование колес во всем диапазоне скоростей движения автомобиля. Это способствует повышению устойчивости при повышении тягового момента двигателя и уменьшении сцепления шин с дорожным покрытием. ESP предотвращает несанкционированное нарушение траектории движения при избыточной или недостаточной поворачиваемости автомобиля. При этом система постоянно пытается восстановить заданную водителем траекторию движения за счет создания необходимого давления в отдельных тормозных контурах. Система BAS plus повышает давление тормозной жидкости в системе при экстренном торможении (реагирует на быстрое перемещение педали тормоза), снижая время срабатывания тормозного привода.

По сравнению с известными система ABR расширена дополнительными функциями:- *Предварительное наполнение*. При резком «сбрасывании газа» в тормозной системе создается предварительное давление для увеличения скорости срабатывания тормозов.

- *Air gap*- Уменьшает зазор между тормозным диском и колодками, для ускорения срабатывания систем ASR/ESP (быстрое создание давления в тормозном контуре).

- *Просушивание тормозов* - поддерживает высокую эффективность тормозной системы в сырую погоду. Функция осуществляется за счет периодического подведения тормозных колодок к тормозным дискам (только передние колеса). При этом частота подвода колодок к дискам зависит от интервала работы стеклоочистителя.

- *Hill Start Assist (HAS)* - Сброс давления в тормозной системе в случае продольных уклонов дороги (начало движения в горах) происходит с задержкой, чтобы избежать откатывания автомобиля назад при переносе ноги водителя с педали тормоза на педаль газа.

- *Trailer Stability Assistant (TSA)*- Снижает возникающие боковые колебания задней оси при помощи тормозного воздействия на передние тормозные механизмы, чтобы стабилизировать движение автомобиля и прицепа (при скорости движения свыше 65 км/ч).

- *Функция HOLD*- помогает водителю при движении в гору, при маневрировании в горах, при ожидании начала движения на перекрестке (реализовано при помощи усилителя тормозов).

COMAND (Cockpit Management and Data System) (A40/3) является центральным блоком управления системы телематики. Он устанавливается в средней консоли.

Основные компоненты COMAND:

DVD-привод для CD-Audio/ Video, DVD-Audio*, DVD-Video, MP3-носителей, PCMCIA-разъем, для проигрывания MP3 носителей (например, компактных Flash Card), 6,5" цветной дисплей (разрешение 400 x 240), RDS / двойной тюнер, внешний блок управления системы навигации, DVD-навигация. Через COMAND можно управлять следующими функциями:

Телематики, радио, CD-Audio, DVD-Video, DVD-Audio (DVD-Audio, если на а/м установлен элемент дополнительной комплектации Surround-Sound), системой навигации, комбинированным аналого-цифровым TV –тюнером, мобильным телефоном, климатической установкой автомобиля, мультиконтурными сиденьями, установками (время выбега, освещение для ориентирования, наружные зеркала, автоматическая блокировка замков, помощь при посадке/высадке и т.д.)

COMAND (A40/3) является интерфейсом между шиной данных телематики, центральной шиной данных (Zentral-CAN), а также между оптической шиной данных MOST, включающей в себя аудио тюнер, универсальный БУ мобильным телефоном, БУ системы голосового управления, комбинированный TV- тюнер и БУ спутниковым радио (в исполнении для США). Скорость передачи данных в шине MOST равна 22 Мбит/сек.

БУ ME (N3/10) выполняет функции управления системой впрыскивания бензина, системой зажигания, электронной педали газа с системой Cruise Control, системы регулирования холостого хода, диагностической системы, а также системы санкционированного допуска к управлению автомобилем. БУ обрабатывает входные сигналы о значениях следующих параметров: температуры воздуха на впуске; температуры охлаждающей жидкости двигателя; массы воздуха, поступающей в двигатель, частоты вращения коленчатого вала, положения дроссельной заслонки и педали газа и др.

Чтобы улучшить управление и доступ, рычаг селектора АКП (S16/13) перенесен со средней консоли под рулевое колесо. Рычаг селектора АКП интегрирован в модуль рулевой колонки (N80). Коммуникация между рычагом селектора и модулем рулевой колонки происходит по локальной шине передачи данных LIN-Bus. Далее сигналы передаются по шине передачи данных ходовой части (Fahrwerk-CAN) в БУ двигателя (N 3/10). В свою очередь, БУ двигателя по шине передачи данных двигателя (Antriebs-CAN) передает сигнал в БУ АКП и модуль сервопривода АКП (A80), который производит включение положений P/R/N/D в АКП.

Блокировка на парковке (функция Key-P) препятствует откатыванию автомобиля и должна быть постоянно готова к использованию водителем или автоматически включаться после вынимания ключа из замка зажигания (если установлена система Keyless-Go, то при открывании двери водителя и выключенном зажигании). Модуль сервопривода получает команду на включение блокировки от электронного замка зажигания EZS (N73). Функция «Key-P» не позволяет также вывести рычаг из положения „Р“ пока не включено зажигание и не выжата педаль тормоза.

С помощью подрулевых переключателей (S110/2, S111/2) водитель может в режиме движения „М“ вручную переключать передачи АКП. При нажатии на левый переключатель происходит переключение на более низкую передачу, при нажатии на правый переключатель включается более высокая передача.

Рассмотрим схему прохождения сигналов при использовании подрулевых кнопок управления.

Модуль рулевой колонки (N80) считывает сигналы с правого (S110/1) и левого (S111/1) подрулевых переключателей по шине передачи данных LIN-Bus.

Далее модуль рулевой колонки посылает полученный сигнал на шину передачи данных ходовой части (Fahrwerk-CAN), откуда его берет БУ двигателя и передает, в свою очередь, на шину передачи данных двигателя (Antriebs-CAN). БУ АКП получает эту информацию и дает команду на переключение передачи. Изменение передачи в АКП произойдет только при выполнении условий переключения передач (частота вращения коленвала, крутящий момент двигателя, скорость движения автомобиля).

Рассмотрение сетевых структур современных легковых автомобилей показывает, что без использования комбинации нескольких шинных систем, использующих различные технологии, а также большого числа электронных блоков управления, невозможно передавать все возрастающий объем информации, необходимой для обеспечения эффективной работы систем автомобиля.

Таким образом, для обеспечения все возрастающих требований по безопасности, токсичности ОГ двигателей и многообразия комфортных функций автомобиля, необходимо постоянно развивать технологии передачи данных, повышать надежность работы шинных систем, а также повышать скорость и качество передаваемой информации.

Лекція 7

Застосування інформаційних технологій в системах визначення місцезнаходження автомобілів

Мета лекції. Вивчити призначення, основні поняття та особливості функціонування сучасних систем визначення місцезнаходження автомобілів. Вивчити як інформаційні технології застосовуються у таких системах.

Питання лекції:

1. Місце інформаційних технологій в системах визначення місцезнаходження автомобілів.
2. Класифікація та характеристика систем контролю за переміщенням автотранспорту.
3. Методи визначення місця розташування ТЗ, які використовуються в AVL-системах.
4. Обладнання навігаційних систем.
5. Економічна ефективність та окупність систем.

7.1. Місце інформаційних технологій в системах визначення місцезнаходження автомобілів

У попередніх лекціях (за виключенням шостої) були розглянуті системи керування автотранспортними засобами, що так чи інакше функціонували задовго до появи інформаційних технологій, то системи визначення місцезнаходження автомобілів з'явилися тільки завдяки інформаційним технологіям. Починаючи від старту космічної ракети, що виводить навігаційний супутник, до навігатора чи смартфона, що вказують водієві транспортного засобу необхідний маршрут або іншу інформацію, інформаційні технології є необхідною і достатньою умовою цих дій.

В подальших розділах цієї лекції не будемо вже вказувати, яка саме інформаційна технологія застосовується в тому, чи іншому випадку. Цього не дозволяє обсяг лекції. Але необхідно пам'ятати, що, наприклад, визначення місцезнаходження автотранспортного засобу відбувається завдяки величезному обсягу обчислень, які до того ж потрібно виконати миттєво. Цієї технології не могло існувати доти комп'ютери не стали такими швидкодіючими. Зрозуміло, що без програмування такі обчислення теж неможливі.

Без мережевих технологій internet, Ethernet та інших взаємодія комп'ютерів та мікропроцесорів супутників, наземних станцій, смартфонів, навігаторів теж була би неможлива.

Інформаційні технології WWW та Web-програмування також задіяні та необхідні в системах визначення місцезнаходження автомобілів. Ну і, звісно, необхідною умовою існування таких систем є застосування геоінформаційних технологій.

Таким чином, видно, що поняття інформаційні технології та системи визначення місцезнаходження (не тільки автотранспортних засобів) є практично тотожними.

7.2. Класифікація та характеристика систем контролю за переміщенням автотранспорту

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 визначення місця розташування транспортних засобів –(automatic vehicle location system - AVL) 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), що розрахована 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 0,5 до 1 м. Деякі спеціальні системи потребують точності ще вищої, а 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 геостационарних супутників або на базі низько- і середньоорбітальних супутників.

Основна маса систем контролю дальніх перевезень основана на використанні геостационарних 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 геостационарних 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 усієї системи. У світі розгорнуті й експлуатуються транкові системи різних стандартів: *SmartTrunk*, *MPT 1327*, *LTR*, *SmartZone*, *EDACSnap*.

Системи на базі стільникового зв'язку все 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 переміщення 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. п.

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.

7.3. Методи визначення місця розташування транспортних засобів, які використовуються в AVL-системах

Застосовувані в AVL-системах методи визначення місця розташування транспортних засобів можна розбити на три основних категорії: методи наближення (зональні), методи навігаційного обчислення, методи визначення місця розташування за радіочастотою.

Для використання **методів наближення** створюється мережа контрольних зон шляхом встановлення достатньо великої кількості контрольних пунктів (КП) з точно відомим місцем розташування.

Положення транспортного засобу визначається за проходженням ним КП шляхом автоматичного використання встановленої бортової апаратури. Точність місцезнаходження об'єкта напряму залежить від щільності розташування КП. Вартість використання цих методів досить висока, особливо при необхідності охоплення значних територій.

Місце розташування транспортного засобу за радіочастотою визначається шляхом вимірювання різниці відстаней транспортного засобу від трьох або більше відносних позицій.

Дану групу методів можна умовно розбити на дві підгрупи:

- радіопеленгація, коли абсолютне або відносне місце розташування рухомого об'єкта визначається при прийомі випромінюваного ним радіосигналу мережею стаціонарних або мобільних приймальних пунктів;

- обчислення координат за результатами прийому спеціальних радіосигналів на борту рухомого об'єкта (методи прямої або інверсної радіонавігації).

Методи навігаційного обчислення ґрунтуються на вимірюванні параметрів руху автомашини за допомогою датчиків прискорень, кутових швидкостей у сукупності з датчиками пройденого шляху і датчиками напрямку та обчисленні на основі цих даних поточного місця розташування рухомого об'єкта щодо відомої початкової точки. В цілому дані методи можуть використовуватися в тих же системах, що і методи, ґрунтовані на радіонавігації. Основна їхня перевага в порівнянні з методами радіонавігації – незалежність від умов прийому

навігаційних сигналів бортовою апаратурою. На рис. 7.4 показано застосування навігаційного обчислення для визначення координат автомобіля

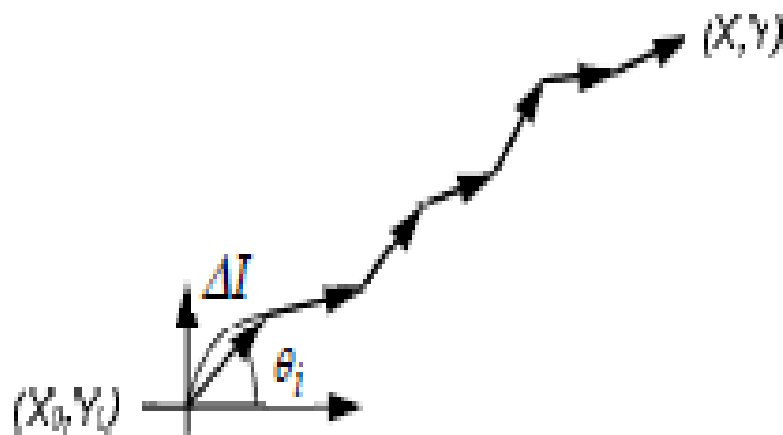


Рис. 7.4 – Визначення координат автомобіля методом навігаційного обчислення

Відстань від стартової точки (X_0, Y_0) визначається за такою системою рівнянь

$$\begin{cases} X_n = X_0 + \sum_{i=1}^n \Delta l \cdot \sin \theta_i, \\ Y_n = Y_0 + \sum_{i=1}^n \Delta l \cdot \cos \theta_i \end{cases}$$

де вісь X означає напрямок схід – захід, а Y – північ – південь.

Таким чином, поточні координати автомобіля можуть бути визначені, якщо відоме положення стартової точки на карті. Напрямок руху автомобіля звичайно визначають за геомагнітним датчиком азимута (компасу). Корпус автомобіля виконаний з металу та інших магнітних матеріалів і здатний намагнічуватись зовнішніми полями. В цьому випадку виникає систематична похибка у визначенні напрямку руху автомобіля. Паразитне магнітне поле компенсується додатковими магнітами поблизу компаса.

Магнітне поле також спотворюється в тунелях, на металевих мостах, під час руху вздовж електропоїздів. Застосування датчиків обертання коліс разом із компасом вирішує дану проблему.

Навігаційне обчислення дає низьку точність визначення поточних координат об'єкта. Для автомобіля приходится коректувати координати, визначені цим методом кожні 10-15 км. Ситуацію спасає лише те, що звичайно автомобілі рухаються по дорогах, які нанесені на карті.

Орієнтування на карті місцевості дозволяє уточнити поточні координати автомобіля шляхом порівняння конфігурації пройденого шляху, отриманої навігаційним обчисленням, з конфігурацією дороги, по якій рухається автомобіль.

Для корегування і вибору шляху навігаційна система визначає, які з найближчих доріг можуть відповідати координатам автомобіля, отриманим навігаційним обчисленням. Потім виконується порівняння і вибирається найбільш придатна дорога і корегуються координати автомобіля по карті. Коли автомобіль досягає перехрестя, вибір дороги визначається напрямком руху. Якщо дороги на перехресті виглядають приблизно однаково, навігаційний комп'ютер слідкує за ними по карті вперед і визначає коефіцієнт кореляції для кожної з доріг відносно заданого маршруту. Вибирається дорога з найбільшим коефіцієнтом кореляції.

Система GPS (рис. 7.2) може використовуватись для визначення абсолютних координат автомобіля. Вона складається з 18 основних та 3 запасних супутників на навколоземних орбітах (радіус 20183 км, період обертання 12 годин), запущених міністерством оборони США в період з 1980 по 1992 рік (програма Navstar), і призначена для отримання інформації про абсолютні координати різних об'єктів: морські судна, літаки, ракети, військові підрозділи, автомобілі і т. п. На супутниках встановлені атомні годинники, періодично на Землю надсилаються сигнали з інформацією про системний час і параметри орбіти на частоті 1,57542 ГГц.

Користувачі обслуговуються системою за двома категоріями: точне визначення координат (Precise Position Service – PPS) – для військових і стандартна точність визначення координат (Standard Position Service – SPS) – для решти категорій користувачів, в тому числі і для навігації автомобілів. Досяжна точність визначення координат з помилкою до 30 м.

Координати приймача (X, Y, Z) і супутника (U_i, V_i, W_i) пов'язані співвідношенням:

$$P_i = \sqrt{(X - U_i)^2 + (Y - V_i)^2 + (Z - W_i)^2} + R.$$

де P_i – відстань між супутником і приймачем; R – похибка у часі, яка виникає через неможливість точно синхронізувати атомний годинник супутника і кварцовий генератор приймача.

Таким чином при відомих координатах (U_i, V_i, W_i) чотирьох супутників (рис. 7.2) і відстані від супутників до приймача P_i шляхом розв'язання чотиривимірного нелінійного рівняння визначаються координати приймача (X, Y, Z)

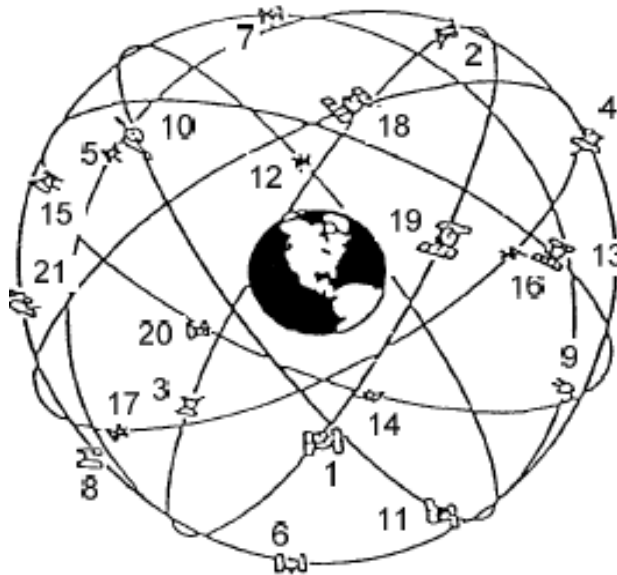


Рис. 7.2 – Супутникова система Navstar

Координати супутника визначаються за розв'язанням рівняння Кеплера, для чого передається інформація про системний час. Відстань P_i між супутником і приймачем визначається за часом затримки t_i приходу сигналу синхронізації із супутника (швидкість розповсюдження радіохвиль – постійна величина).

Вважається, що навігація за допомогою GPS є найбільш перспективною. Її основні недоліки:

1. При першому зверненні початкові координати визначаються відносно повільно – 2...3 хвилини. В подальшому інформація оновлюється протягом декількох секунд.

2. Система працює в умовах прямої видимості з 4-х супутників. Гори та високі будівлі можуть бути перешкодою.

7.4. 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.



Рис. 7.3 – Принцип дії супутникової навігації

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

- підсистема космічних апаратів (ПКА), яка складається з мережі навігаційних супутників;
- підсистема контролю і керування (ПКК) – наземний командно-вимірювальний комплекс (КБК) або центр керування;
- апаратура споживача (АС) СРНО (прийомоіндикатори (ПІ)).

Множина видів прийомоіндикаторів 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 пропускну 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 СРНО 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 навігаційних супутників (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. п. Але в будь-якому випадку мета їх застосування очевидна: знизити час і вартість поїздки, забезпечити водієві можливість оптимальним чином коректувати свій маршрут.

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.

7.5. 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. п.);

- 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 наступного:

- 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 витрат,

зв'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 введення 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.

Лекція 8

Застосування інформаційних технологій в бортових системах електронної діагностики автотранспортних засобів

Мета лекції. Вивчити призначення, основні поняття та особливості функціонування сучасних бортових систем електронної діагностики автотранспортних засобів. Вивчити як інформаційні технології застосовуються у таких системах.

Питання лекції:

1. Призначення бортових систем діагностики автомобіля.
2. Місце інформаційних технологій в системах діагностики автотранспортних засобів.
3. Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики.
4. Глобальна система керування АТЗ CARTRONIC.

8.1. Призначення бортових систем діагностики автомобіля

Призначенням бортових діагностичних систем сучасного автомобіля є контроль і прогнозування технічного стану автомобіля та інформування водія, інформаційних центрів та технічних служб відповідних АТП та СТО про цей стан. Мета цього – оцінка готовності транспортного засобу виконувати транспортну роботу та необхідності отримання сервісних послуг, проведення регулювальних робіт та інше.

Збирання статистичних даних про технічний стан ТЗ, про дорожньо-транспортні та кліматичні умови експлуатації конкретних автомобілів дає можливість уникати відмов за рахунок своєчасного усунення несправностей та коригування термінів проведення ТО. Крім того це дає можливість підтримувати нормативну екологічну та технічну безпеку автомобіля, підвищувати продуктивність транспортного засобу і знижувати трудомісткість перевезення вантажів і пасажирів, підвищувати ефективність технічної експлуатації автомобілів.

На відміну від розглянутих вище систем керування автотранспортних засобів, система самодіагностики автомобіля повинна контролювати роботу та технічний стан інших систем керування, що робить особливо важливою її місце в експлуатації автомобіля. Від цих систем залежить надійність та безпека багатьох людей та самих транспортних засобів.

8.2. Місце інформаційних технологій в бортових системах діагностики автотранспортних засобів

У попередніх лекціях (за виключенням шостої та сьомої) були розглянуті системи керування автотранспортними засобами, що так чи інакше функціонували задовго до появи інформаційних технологій. Системи електронної самодіагностики

технічного стану автомобілів в цілому та їх окремих комплектуючих з'явилися тільки завдяки інформаційним технологіям. Починаючи від стану найпростішого датчика, що дає сигнал кутового переміщення, до технічного стану мікропроцесорного блока управління, що керує, наприклад, гальмівною системою транспортного засобу, інформаційні технології є необхідною і достатньою умовою існування систем електронної самодіагностики технічного стану автомобіля.

В подальших розділах цієї лекції не будемо конкретно вказувати, яка саме інформаційна технологія застосовується в тому, чи іншому випадку. Цього не дозволяє обсяг лекції. Але необхідно пам'ятати, що, наприклад, екстрене гальмування автотранспортного засобу потрібно виконати миттєво, до того ж, наприклад, взимку та без заносу. Цієї технології не могло існувати доти, поки комп'ютери не стали такими швидкодіючими. Зрозуміло, що без програмування таке керування теж неможливе.

Без мережевих технологій internet, Ethernet та інших інформаційних технологій зв'язку взаємодія комп'ютерів та мікропроцесорів блоків управління, наземних станцій, смартфонів, навігаторів теж була би неможливою.

Інформаційні технології WWW та Web-програмування також задіяні та необхідні в системах самодіагностування автомобілів. Ну і, звісно, необхідною умовою існування таких систем є застосування геоінформаційних технологій.

Таким чином, видно, що поняття інформаційних технологій та бортових систем електронного діагностування автотранспортних засобів є практично тотожними.

8.3. Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики

Водії повинні обробляти постійно зростаючий потік інформації, яка поступає від власного та інших автомобілів, від 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.

Зона інформування водія в салоні транспортного засобу та використовувані технології відображення пройшли декілька стадій розробки: персональні та комбіновані контрольно-вимірювальні прилади (КВП); цифрові дисплеї; графічні

модулі; персональні модулі з комп'ютерним монітором, проекційні бортові індикатори.

Основні функції більшості комбінацій приладів є однаковими (рис. 8.1), 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 колінчастого валу двигуна, індикація відмов або необхідності технічного обслуговування і ремонту на матричному дисплеї.



Рис. 8.1 – Блок-схема функціонування комбінації приладів з використанням бортового контролера зв'язку CAN

Навіть оперативні діагностичні функції є стандартними і займають важливу частину запам'ятовуючого пристрою програми. Застосовувані в сучасних комбінаціях приладів системи шин (каналів передачі інформації) використовуються як інтерфейси між різними системами автомобіля (наприклад, контролер зв'язку з двигуном, бортовим контролером зв'язку і шиною діагностування).

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 працездатності вузлів агрегатів з відображенням результатів на дисплей водієві та у бортовий накопичувач для подальшого прогнозування і обліку ресурсу та напрацювання вузлів, коректування режимів ТО стаціонарними ЕОМ.

Найбільше поширення одержали вбудовані системи з мікропроцесорною обробкою, накопичуванням і відображенням інформації водієві у бортовий накопичувач і на штекерний вивід, що несуть функції всіх трьох зазначених різновидів. Такі системи призначені для використання водієм або механіком АТП і видачі даних в ЕОМ стаціонарного комплексу автоматичних систем контролю (АСК) роботою і технічним станом парку автотransпортних засобів.

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 накопичування несправностей на межі контрольного пробігу, так що в середньому більше 20% парку АТЗ експлуатується з такими несправностями. Погіршення технічного стану автотransпортних 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 (рис. 8.2).

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 накопичування, обробки 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, збереження і переробки результатів доцільно йменувати вбудованими системами діагностування (ВСД).

Замість контролю структурних параметрів, які безпосередньо і однозначно відбивають рівень зношування деталі або працездатності вузла, у них за результатами вимірів функціональних параметрів обчислюються узагальнені комплексні показники працездатності агрегатів та експлуатаційних якостей автомобіля. Такі ВСД забезпечують формування рекомендацій водієві та команд автоматичним регуляторам щодо обмеження швидкості руху, частоти обертання колінчастого валу двигуна, своєчасності поставлення автомобіля на ТО і ПР, заміни конкретних вузлів і агрегатів, а разом зі стаціонарними комплексами АСК визначають їхній залишковий ресурс.



Рис. 8.2 – Класифікація вбудованих засобів діагностування

ВСД автоматизують процедуру узагальненої оцінки стану автомобіля, звичайно виконувану водієм і механіком суб'єктивно навіть при оснащенні бортовими системами контролю. Конструювання ВСД ведеться за двома основними напрямками:

- 1) створення автономних цілком орієнтованих на водіїв систем для узагальненої оцінки стану автомобіля;
- 2) створення систем у комплексі зі стаціонарними засобами ІКЦ, адресованих насамперед механікам, майстрам і керівникам АТП.

На сучасному етапі найбільш характерним є об'єднання різних автомобільних систем контролю і діагностування на структурному та алгоритмічному рівнях у єдину інформаційну систему автомобіля із загальною мережею датчиків і мікропроцесорним блоком з накопичувачем у комплексі зі стаціонарними ІКЦ АТП. Цим забезпечується не тільки раціональна побудова бортового комплексу,

але й новий, якісно більш високий рівень оптимізації оперативного керування в технічній і комерційній експлуатації.

Характерно, що при інтеграції ВСД із комплексними системами керування двигуном, трансмісією та іншими агрегатами самі ці системи керування також підлягають контролю вбудованою системою. При цьому роздільно контролюються вихідні сигнали вбудованих датчиків, електронних блоків, виконавчих механізмів, а найчастіше і стан керованого ними вузла автомобіля.

Як правило, ВСД легкових автомобілів забезпечуються бортовим накопичувачем, а процедура відображення результатів є дво- або триланковою і окремо програмується. В залежності від пріоритету несправності автоматично включається одна з форм індикації (синхронна, ланцюгова, за запитом, за опорними сигналами режиму роботи автомобіля) наявності та місця несправностей. Таке ускладнення процедури відображення результатів при порівняно простих алгоритмах допустимого контролю забезпечує адаптацію ВСД до жорстких умов інформаційного перевантаження водія, значно спрощує використання результатів як водієм, так і ремонтним персоналом АТП і СТО.

У ВСД є не тільки апаратна інтеграція систем, але й об'єднання процедур обробки зафіксованих ними результатів різного змісту:

- діагностування;
- контролю виконаної транспортної роботи (за показниками тахографа);
- обліку виробітку ресурсу агрегатів і виконаних технічних впливів;
- витрати паливних ресурсів та ін. Алгоритми спільної обробки реалізуються на ЕОМ стаціонарних інформаційно-керуючих центрів АТП. На борту дані фіксуються за опорними сигналами пробігу, дати, часу і подій (номером їздки або рейсу, причинами простоїв, випадками ТО і ПР та ін.). Видача інформації забезпечується відразу за кількома адресами:

- диспетчерські служби перевезень;
- групи обліку паливних і матеріальних ресурсів;
- аналіз технічного стану і обслуговування рухомого складу;
- керування виробництвом ТО і ПР, механікам і керівникам АТП.

8.4. Глобальна система керування АТЗ CARTRONIC

Розвиток автомобільних електронних систем пов'язаний зі збільшенням потреб, включаючи безпеку і комфорт руху, сумісність з навколишнім середовищем, зростання законодавчих вимог, інтегрування інформаційно-розважальних систем і зв'язок із зовнішнім середовищем.

Під впливом цих потреб окремі електронні автомобільні системи розробляються для перетворення в мережні складні системи, в яких інформація передається за допомогою шин даних (наприклад CAN).

Основною вимогою при розробці таких складних систем є крос-системна стандартизація її окремих компонентів та підсистем. Повинні підвищуватись надійність і доступність системи, а шляхом спільного обміну інформацією між різними автомобільними системами може бути зменшена кількість необхідних компонентів.

В сучасних автомобілях уже використовуються складні системи, такі як контроль сили тяги (TCS) і електронна система стійкості автомобіля (ESP), розробка якої триває. Крос-системні функції цих двох систем знаходяться під впливом електронного блока керування TCS, який інформує ЕБК роботою двигуна, коли колеса починають проковзувати, в результаті ЕБК, відповідно, зменшує крутний момент двигуна.

Впровадження крос-системних функцій шляхом інтеграції підсистем потребує узгодження зі стандартизації інтерфейсів і функцій підсистем.

Потрібно встановити, яка інформація необхідна від підсистеми і які змінні параметри на основі цієї інформації повинні контролюватися. Все це має важливе значення з урахуванням того, що підсистеми розробляються окремо одна від одної (часто різними виробниками).

Вимоги, зазначені вище, привели до створення системи CARTRONIC (рис. 8.3), яка втілює концепцію специфікації та класифікації усіх систем контролю і керування автомобілем. Вона містить певні правила взаємодії між підсистемами, а також розширені модульні архітектури для функціонування, безпеки руху та електронних засобів на основі цих формальних правил.



Рис. 8.3 – Апаратна технологія системи CARTRONIC

Таким чином, в систему CARTRONIC закладається спосіб опису автомобіля як загальної системи. На цій основі виробники можуть здійснити взаємодію між випущеними підсистемами шляхом дотримання загальноприйнятих промислових стандартів та взаємозамінності використовуваних компонентів.

Контрольні питання

1. Яке призначення бортових систем діагностики автомобіля?

2. Що дозволяє система самодіагностики автомобіля?
3. Які інформаційні технології застосовуються в системах діагностики автотранспортних засобів?
4. Яке завдання мікропроцесорних вбудованих засобів діагностики?
5. Які найбільш поширені вбудовані системи діагностики?
6. Який подальший розвиток мікропроцесорних систем діагностики?
7. Які відомі групи по об'єднанню результатів самодіагностики?
8. За яким адресами видається інформація від систем самодіагностики?
9. Який напрямок подальшого розвитку систем самодіагностики?
10. Що таке система CARTRONIC?
11. На яких принципах побудована система самодіагностики CARTRONIC?

Література

1. Базова література

- 1.1. Волков В.П., Матейчик В.П., Смешек М., Комов П.Б., Грицук І.В., Волкова Т.В., Комов Є.А. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів. Навч. посіб. Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. Харків: ХНАДУ. 2015. 387 с.
- 1.2. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Навчальний посібник / А. А. Кашканов, В. П. Кушель, О. Г. Грисюк. - Вінниця: ВНТУ, 2010. -230с.
- 1.3. Смирнов Ю.А., Муханов А.В. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей: Учебное пособие. / Ю.А. Смирнов, А.В. Муханов – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 624 с.
- 1.4. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте / В. М. Власов [и др.]; под общ. ред. В. М. Приходько. – М.: Наука, 2006. - 283 с.
- 1.5. Кашканов А.А. методичні вказівки до виконання контрольних робіт та вивчення дисципліни “Інформаційні комп'ютерні системи автотранспорту” для студентів спеціальності «Автомобілі та автомобільне господарство» заочної форми навчання Вінниця ВНТУ 2010-16с.

2. Допоміжна література

- 2.1. Туренко А. Н. История инженерной деятельности. Развитие автомобилестроения: уч. пособ. / А. Н. Туренко, В. А. БогомоловИ. Клименко. - Харьков : ХГАДТУ, 1999. - 252с.

2.2. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. - Харьков : РИО ХГАДТУ, 2001. - 271 с.-ISBN 966-7839-23-0.

2.3. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. - Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. - 468 с. - ISBN 966-7427-21-8.

2.4. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. - М. : Горячая линия - Телеком, 2002. – 224 с. - ISBN 5-93517-085-X.

2.5. Сосин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Сосин, В. Ф. Яковлев - Москва : Солон-Пресс, 2005. - 240 с. - ISBN 5-98003-201-0.

2.6. Сига Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, Мидзутани. - Москва: Мир, 1989. - 232 с. - ISBN 5-03-000367-3.

2.7. Федосов В. П. Автомобильная электроника : уч. пособ. / В. П. Федосов, В. Д. Сытенький. - Таганрог : ТРТУ, 1998. - 73 с.