

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Сергій ОНИЩЕНКО

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ІНФОРМАЦІЙНІ МАШИНИ ТА КІБЕРНЕТИЧНІ СИСТЕМИ

*Рекомендовано Радою
Бердянського державного педагогічного університету
Протокол №13 від 25.06.2015*

Бердянськ
«БДПУ»
2015

УДК 004.9(075.8)

ББК 32.81 я73

О - 58

*Рекомендовано Радою
Бердянського державного педагогічного університету
Протокол №13 від 25.06.2015*

Рецензенти:

Ткачук С. І. – доктор педагогічних наук, професор, декан технологічно-педагогічного факультету Уманського державного педагогічного університету.

Кільдеров Д. Е. – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії і методики технологічної освіти, креслення та комп'ютерної графіки Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Антонечко О. В. – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри фундаментальних та інженерно-педагогічних дисциплін і інформатики Бердянського державного педагогічного університету.

ISBN:

Онищенко С. В.

О - 58 Інформаційні машини та кібернетичні системи. / Сергій Онищенко. – Бердянськ : «БДПУ», 2015. – 191 с.

У навчальному посібнику подані: навчальна програма, лекції, рекомендації до виконання лабораторних робіт, з дисципліни "Інформаційні машини та кібернетичні системи". Призначений для підготовки студентів спеціальності 6.010103 – технологічна освіта денної форми навчання.

УДК 004.9(075.8)

ББК 32.81 я73

ISBN:

© С.В.Онищенко, 2015

© Бердянськ «БДПУ», 2015

ВСТУП

Інформаційні машини та кібернетичні системи є складовою частиною сучасного наземного транспортного засобу. Вдосконалення цієї частини привело до виникнення нової області техніки – автомобільної електроніки.

Поняття «інформаційні машини», «кібернетичні системи» широко поширене в сучасній технічній літературі, але його означення не сформульоване. На думку більшості авторів під інформаційними машинами та кібернетичними системами слід розуміти комплексний науково-технічний напрям, пов'язаний з проектуванням, виробництвом і експлуатацією автомобільних електронних систем.

Сучасна наука про автомобільне бортове обладнання розвивається в двох напрямках:

- в напрямку пошуку способів покращення параметрів і характеристик існуючих пристроїв, систем, апаратів і приладів;
- в напрямку розробки нових функціональних вузлів, систем і блоків для потреб автоматизації і механізації робочих процесів на автомобілі.

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

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

пневматичні, гідравлічні та інші технічні вироби, здатні виконувати відповідні функції електронно-кібернетичної системи.

Інформаційні машини та кібернетичні системи на автотранспорті 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 інформаційних машин та кібернетичних систем можна розділити на суб'єктивні та об'єктивні. До суб'єктивних причин відноситься розповсюдження засобів обчислювальної техніки в сучасному суспільстві, прагнення додати автомобілю індивідуальності та законодавчі заходи.

Великі можливості обчислювальної техніки і уміння їх використовувати широкими колами населення привели до того, що в багатьох країнах автомобіль без електронних систем став неконкурентноспроможним. Споживачеві він здається архаїчним, не відповідним сучасному розвитку техніки. Тому вимогу використання електронних систем можна розглядати не як швидкоплинну моду, а як постійно спостережуваний наслідок науково-технічного прогресу.

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

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

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

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

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

Найбільшого поширення набули функції управління і відображення інформації. Кібернетичні системи управляють

роботою двигуна, трансмісії, ходової частини, рульового управління, гальмівної системи, кузова, системи електроживлення і комунікацій. Все більш популярними стають кібернетичні системи для відображення інформації. Візуальні індикатори показують цифрові значення безлічі різноманітних параметрів: від традиційних (наприклад, швидкість руху і частота обертання колінчастого вала) до тих, що не застосовувалися раніше (наприклад, на автомобілях фірми «Форд» відображається момент займання суміші в кожному циліндрі). Значення параметра кодується яскравістю, довжиною та шириною лінії і тому подібне. Після повідомлення водія про настання події (наприклад, несправності в конкретній системі), система «рекомендує» водієві доцільні дії з усунення несправності.

Широко використовуються текстові повідомлення, відображення схематичного характеру (наприклад, автомобіль в плані з вказівкою 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.

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

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

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

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

1. РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 2	Галузь знань <u>0101 Педагогічна освіта</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки <u>6.010103</u> <u>Технологічна освіта</u> (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність: <u>технологічна освіта</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		4-й	2, 4-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 60		7-й	3, 7-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – самостійної роботи студента	Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>бакалавр</u>	16 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		16 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		28 год.	48 год.
		Індивідуальні завдання:	
	год.		
	Вид контролю:		
	залік	залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 32:28;

для заочної форми навчання – 12:48.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – вивчення сучасних інформаційних комп'ютерних систем, що застосовуються в автомобільному транспорті, методів та показників оцінювання ефективності їх використання; діагностичних комп'ютерних систем та методів оцінки достовірності контрольних-діагностичних операцій; систем автоматичного керування автомобілем та методів їх розробки та аналізу.

Завдання дисципліни:

- вивчення сучасних інформаційних машин та кібернетичних систем в автомобільному транспорті;
- технології розв'язання задач під час діагностики автомобільного транспорту;
- отримання практичних навичок використання кібернетичних систем в системі автоматичного керування автомобілем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- кібернетичні системи керування підприємствами і транспортними машинами;
- методи оптимізації керування;
- системи організації, контролю та автоматичного керування рухом транспортних машин;
- автомобільні датчики та виконавчі механізми автоматичних систем керування;
- методи обробки даних на транспортних засобах;
- перспективи розвитку інформаційних комп'ютерних систем автотранспорту;

вміти:

- оптимізувати періодичність діагностування автомобіля та оцінювати достовірність контрольних-діагностичних операцій;

- організувати, контролювати та проводити оптимізацію руху транспортних засобів;
- аналізувати та розробляти системи автоматичного керування автомобілем.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Інформаційні комп'ютерні системи автотранспорту.

Тема 1. Короткий нарис розвитку інформаційних систем автотранспорту.

Тема 2. Транспортні засоби як кібернетичні системи.

Змістовий модуль 2. Кібернетичні системи керування двигунами та трансмісією.

Тема 3. Системи керування двигунами.

Тема 4. Керування трансмісією.

Змістовий модуль 3. Кібернетичні системи в керуванні автомобілем.

Тема 5. Системи керування підвіскою.

Тема 6. Керування гальмовими системами.

Змістовий модуль 4. Контрольно-діагностичні системи автомобіля.

Тема 7. Інформаційні контрольно-діагностичні системи.

Тема 8. Охоронні системи.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усьог го	у тому числі				
		л	п	лаб.	ін д.	с. р.		л	п	лаб.	інд .	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Інформаційні комп'ютерні системи автотранспорту.												
Тема 1. Короткий нарис розвитку інформаційних систем	7	2		2		3	7					7

автотранспорту.												
Тема 2. Транспортні засоби як кібернетичні системи.	8	2	2		4	8	2					6
Разом за змістовим модулем 1	15	4	4		7	15	2					13
Змістовий модуль 2. Кібернетичні системи керування двигунами та трансмісією.												
Тема 1. Системи керування двигунами.	7	2	2		3	7	2					5
Тема 2. Керування трансмісією.	8	2	2		4	8			2			6
Разом за змістовим модулем 2	15	4	4		7	15	2		2			11
Усього годин	30	8	8		14	30	4		2			24
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Кібернетичні системи в керуванні автомобілем.												
Тема 1. Системи керування підвіскою.	7	2	2		3	7	2					5
Тема 2. Керування гальмовими системами.	8	2	2		4	8			2			6
Разом за змістовим модулем 3	15	4	4		7	15	2		2			11
Змістовий модуль 4. Контрольно-діагностичні системи автомобіля.												
Тема 1. Інформаційні контрольно-діагностичні системи.	7	2	2		3	7	2					5
Тема 2. Охоронні системи.	8	2	2		4	8						8
Разом за змістовим модулем 4	15	4	4		7	15	2					13
Усього годин	30	8	8		14	30	4		2			24
Разом годин	60	16	16		28	60	8		4			48

5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		д/ф	з/ф
1	Системи керування двигуном.	2	
2	Системи керування трансмісією.	2	2
3	Системи керування підвіскою.	2	
4	Системи керування гальмами.	2	2
5	Інформаційні контрольно-діагностичні системи.	2	
6	Охоронні системи.	2	
7	Системи навігації та зв'язку.	4	
	Усього годин	16	4

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		д/ф	з/ф
1	Історія розробки теоретичних і практичних методів технічної кібернетики.	1	2
2	Діагностика на автомобільному транспорті.	2	2
3	Автомобільна електроніка.	1	2
4	Автомобільні датчики та їх призначення.	2	2
5	Електронні блоки керування, мікрокомп'ютери.	2	2
6	Виконавчі механізми електронних систем.	2	2
7	Реалізація законів керування в автомобільних системах.	2	4
8	Методи оптимізації керування АТЗ.	2	4
9	Система керування бензиновими двигунами.	2	4
10	Система керування дизельними двигунами.	2	4
11	Система керування гібридними двигунами.	2	4
12	Рульове керування.	2	4
13	Керування мікрокліматом в салоні.	2	4
14	Системи визначення місцезнаходження автомобілів.	2	4
15	Навігаційне устаткування.	2	4
	Разом	28	48

7. Методи навчання

Лекція, бесіда, презентація, лабораторна робота, самостійна робота.

8. Методи контролю

Залік.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

для заліку

Поточне тестування та самостійна робота								Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Змістовий модуль 3		Змістовий модуль 4		100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
12	12	12	12	14	14	12	12	

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	відмінно	зараховано
82-89	добре	
74-81		
64-73		
60-63	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	незадовільно з можливістю повторного складання	
0-34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

10. Методичне забезпечення

1. Конспекти лекцій.
2. Комп'ютерні презентації.
3. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт.

4. Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи.
5. Критерії оцінювання знань студентів.
6. Питання до заліку.

Тема 1. Короткий нарис розвитку інформаційних комп'ютерних систем автотранспорту.

План:

- 1. Місце технічної та економічної кібернетики в загальній структурі керування.**
- 2. Історія розробки методів технічної кібернетики та діагностики на автомобільному транспорті.**
- 3. Тенденції розвитку автомобільної електроніки.**

Література:

1. Автомобильный справочник BOSCH. Перевод с англ. – М. : За рулем, 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5.
2. Андрианов В. И. Автомобильные охраняемые системы : справ. пособ. / В. И. Андрианов, А. В. Соколов – Санкт-Петербург : Арлит, 2000. – 272 с. – ISBN 5-8206-0121-1.
3. Афонин С. В. Устройство и диагностика автоматических коробок передач легковых автомобилей. Переднеприводные, заднеприводные, полноприводные : практ. руководство / С. В. Афонин – Ростов-на-Дону : ПОНЧиК, 2000. – 136 с. – ISBN 5-8069-0011-8.
4. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184с.
5. Воловник А. А. Знакомьтесь, информационные технологии / А. А. Воловник. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. – 352 с. – ISBN 5-94157-182-8.
6. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с. – ISBN 966-7427-21-8.
7. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н.

- Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2001. – 271 с. – ISBN 966-7839-23-0.
8. Говорущенко Н. Я. Экономическая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с. – ISBN 966-7428-21-8.
 9. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / [под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина]. – М. : ИПРЖР, 1998. – 400 с. – ISBN 5-88070-004-6.
 10. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с. – ISBN 5-93517-085-Х.
 11. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Лотфи Заде. – М. : Мир, 1976. – 165 с.
 12. Кучер В. П. Диагностика японских автомобилей / В. П. Кучер. – М. : Легион-Автодата, 2002. – 176 с. – ISBN 5-88850-146-8.
 13. Литвиненко В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. – М. : За рулем, 2004. – 176 с. – ISBN 5-85907-353-4.
 14. Петров В. М. Электрооборудование, электронные системы и бортовая диагностика автомобилей : уч. пособ. / В. М. Петров, И. Ф. Дьяков. – Ульяновск : УлГТУ, 2005. – 115 с.
 15. Поляк Д. Г. Электроника автомобильных систем управления / Д. Г. Поляк, Ю. К. Есеновский-Лашков. – М. : Машиностроение, 1987. – 199 с.
 16. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети /

- А. П. Ротштейн. – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 230с. – ISBN 966-7199-49-5.
17. Сига Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, С. Мидзутани. – М. : Мир, 1989. – 232 с. – ISBN 5-03-000367-3.
 18. Сосин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Сосин, В. Ф. Яковлев – М. : Солон-Пресс, 2005. – 240 с. – ISBN 5-98003-201-0.
 19. Твег Р. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля: руководство по техническому обслуживанию и ремонту / Росс Твег. – М. : Астрель, 2003. – 144 с. – ISBN 5-271-05883-2.
 20. Технические системы обеспечения безопасности дорожного движения / [Комаров В. М. и др.]. – М. : Транспорт, 1990. – 351 с.
 21. Туренко А. Н. История инженерной деятельности. Развитие автомобилестроения: уч. пособ. / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, В. И. Клименко. – Харьков : ХГАДТУ, 1999. – 252с.
 22. Федосов В. П. Автомобильная электроника : уч. пособ. / В. П. Федосов, В. Д. Сытенький. – Таганрог : ТРТУ, 1998. – 73 с.
 23. Intel, «Fuzzy Anti-Lock Braking System» developer.intel.com/design/MCS96/DESIGNEX/2351.htm, 1996.
 24. N. Matsumoto et al., «Expert antiskid system» IEEE IECON'87, 810– 816, 1987.
 25. H. Kawai et al., «Engine control system» Proc. of the Int'l Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks, Iizuka, Japan, 929–937, 1990.
 26. «Benchmark Suites for Fuzzy Logic» http://www.fuzzytech.com/e_dwnld.htm, 1997.

27. H. Takahashi, K. Ikeura, and T. Yamamori, «5-speed automatic transmission installed fuzzy reasoning» IFES'91–Fuzzy Engineering toward Human Friendly Systems, 1136–1137, 1991.
28. P. Sakaguchi et al., «Application of fuzzy logic to shift scheduling method for automatic transmission» 2nd IEEE Int'l. Conf. on Fuzzy Systems, 52–58, 1993.
29. C. von Altrock, B. Krause, and H.-J. Zimmermann, «Advanced fuzzy logic control of a model car in extreme situations» Fuzzy Sets and Systems, 48:1, 41–52, 1992.
30. L. I. Davis et al., «Fuzzy Logic for Vehicle Climate Control» 3rd IEEE Int'l. Conf. on Fuzzy Systems, 530–534, 1994.
31. J.-P. Aurrand-Lions, M. des Saint Blancard, and P. Jarri, «Autonomous Intelligent Cruise Control with Fuzzy Logic» EUFIT'93–1st Eur. Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies, Aachen, 1–7, 1993. – http://www.fuzzytech.com/e_a_spe.htm.

1. Місце технічної та економічної кібернетики в загальній структурі керування.

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

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

зворотного зв'язку забезпечує кругообіг інформації (information).

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



Рис.1.1 - Структурна схема керування.

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

Системотехніка - науково-технічний напрямок, що вивчає питання проектування, конструювання та експлуатації складних технічних систем і машин з метою одержання найбільшого соціально-економічного ефекту. Основна увага в

системотехніці концентрується на середньому рівні керування (керування підприємством, заводом, галуззю).

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

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

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

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

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

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

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

підключення до глобального супутникового зв'язку Inmarsat-C або супутникової радіонавігаційної системи GPS NAVSTAR та Internet.

2. Історія розробки методів технічної кібернетики та діагностики на автомобільному транспорті.

Розробкою теоретичних і практичних методів технічної кібернетики та діагностики транспортних машин дослідники займаються вже давно.

В 1881 р. російський інженер А. П. Бородин уперше запропонував здійснювати випробування транспортних засобів у стаціонарних умовах на пересувних стендах. В 1902 р. ним була створена станція для випробування паровозів – спеціальний стенд із котками. Пізніше інженер А. Рідлер розробив метод лабораторних випробувань автомобілів, а інженер Джорж – метод стендових випробувань двигунів (engine).

На початку 20 століття у Росії стали з'являтися перші автомобілі закордонних конструкцій. В 1909 р. інженер Н. Г. Кузнецов видав першу в Росії книгу "Курс автомобілізації". У ній на досить високому професійному рівні викладалися конструкція автомобілів, початкові відомості по теорії автомобіля й методи перевірки справності. До 1916 р. ця книга перевидавалася п'ять разів.

В 1918 р. у Петербурзі була видана u1082 книга Л. Ямпольського "Хворий автомобіль і способи його лікування (несправності, їхні причини, ознаки, наслідки, розпізнавання, усунення й попередження)". Це була перша книга з діагностики автомобілів.

У нашій країні вперше в 1924 р. професором В. І. Сороко-Новіцьким була запропонована для випробування автомобілів конструкція стенда із двома парами бігових барабанів малого діаметра.

В 1936 р. професор А. Я. Шор опублікував книгу "Експлуатація автомобільного транспорту". У ній описана технологія випробування і перевірки автомобілів на так званих "доріжках безпеки", які застосовувалися в той час у США. Ці "доріжки" призначалися для перевірки фар, кутів установлення коліс і гальмових систем за допомогою стендів "Коудрей", "Джамбо" й "Фруд".

В 1938 р. інженер І. М. Чернишов запропонував удосконалений лабораторний метод випробування автомобілів на стенді з біговими барабанами для визначення якості їхнього складання і регулювання, а також економічних показників.

В 40-і роки з початком масової експлуатації автомобілів стали впроваджуватися найпростіші контрольно-вимірвальні пристосування (компресометри, щупи, стетоскопи, люфтоміри) і різні (переважно органолептичні) методи діагностування механізмів й агрегатів.

Більш широке впровадження діагностичних засобів почалося в післявоєнний період. В 1950 р. у Москві був побудований один з перших стендів з біговими барабанами з гідравлічним гальмом. Пізніше аналогічні стенди були побудовані в м. Челябінську (АТК-17), м. Елгава Латвійська РСР (АК-2853), м. Києві (АК-2240) і ін.

В 1962 р. у ХАДІ на базі кібернетичного підходу був створений автоматизований стенд із біговими барабанами з електроприводом постійного струму, призначений для виконання науково-дослідних робіт на вантажних автомобілях.

На початку 60-х років у НДІАТ, ХАДІ, МАДІ, ДержавтотрансНДІпроекті та інших наукових організаціях почалися науково-дослідні роботи в області технічної діагностики автомобілів. В 1965 р. у ХАДІ була створена перша головна науково-дослідна лабораторія з діагностики автомобілів (ГНДЛ Мінавтотранса УРСР). Важливі дослідження з діагностики автотракторних двигунів і сільгоспмашин були виконані в ГОСНИТИ, Сибірському інституті механізації та

електрифікації сільського господарства, Ленінградському та Волгоградському СГІ та ін.

Значним поштовхом у розвитку теоретичних і практичних питань діагностики стала 1-а Всесоюзна наукова конференція з діагностики автомобілів (1967 р., м. Харків), на якій були сформульовані основні напрямки в розвитку методів і засобів технічної кібернетики та діагностування автомобілів. Друга конференція також була проведена у 1974 в м. Харкові в 1980 р., а третя в м. Улан-Уде в 1988 р.

За матеріалами наукових досліджень у ХАДІ в 1967 р. була видана книга "Основи експлуатаційної діагностики автомобілів", в 1970 р. видавництво "Транспорт" випустило книгу "Діагностика технічного стану автомобілів", в 1976 р. була видана брошура "Діагностика автомобілів сьогодні й завтра".

У період з 1970 р. по 1990 р. у ряді організацій тривали науково-дослідні роботи зі створення теорії, методів і засобів технічної кібернетики і діагностування автомобілів.

У навчальних і науково-дослідних інститутах були організовані спеціальні науково-дослідні лабораторії. У ХАДІ за рішенням Державного комітету СРСР з науки і техніки була створена проблемна науково-дослідна лабораторія з діагностики та прогнозування технічного стану автомобілів, у МАДІ – галузева лабораторія Мінавтотранса РСФСР, у ДержавтотрансНДІпроекті – відділ діагностики, у Ризі – СПКБ з проектування діагностичних засобів і т.д. Видано кілька монографій і підручників, керівних документів і державних стандартів. Захищено ряд докторських і кандидатських дисертацій з тематики діагностування автомобілів.

Актуальність робіт в області технічної кібернетики і діагностики підтверджується розробкою державних стандартів. Провідними спеціалістами розроблено більше 10 стандартів. До основних можна віднести такі:

ГОСТ 26656-85. Технічна діагностика. Контролепригодність. Загальні вимоги.

ГОСТ 23564-79. Технічна діагностика. Показники діагностування.

ГОСТ 23435-79. Двигуни внутрішнього згоряння поршневі. Номенклатура діагностичних параметрів.

ГОСТ 26899-86. Стенди роликові для визначення параметрів тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автомобілів і колісних тракторів в умовах експлуатації. Загальні технічні вимоги.

ГОСТ 25478-82. Автомобілі легкові й вантажні, автобуси, автопоїзди. Вимоги безпеки до технічного стану. Методи перевірки.

ГОСТ 25044-81. Діагностування автомобілів, тракторів, сільськогосподарських, будівельних і дорожніх машин. Основні положення.

ГОСТ 25175-82. Засоби віброакустичного діагностування. Загальні технічні умови.

Отримано авторські свідоцтва на багато винаходів, які успішно використовувались при діагностуванні транспортних машин. Автоматизована станція комплексної діагностики вантажних автомобілів, створена Ризьким спеціальним конструкторським бюро Мінавтопрома СРСР, була запатентована в США, Англії, Франції та інших країнах. Вона була оснащена логічними автоматами на базі діагностичних матриць і автоматичних реєстраторів виявлених несправностей. Проблемною лабораторією ХАДІ отримані авторські свідоцтва СРСР на пересувні й стаціонарні автоматизовані станції діагностики u1083 легкових і вантажних автомобілів, на конструкції різних стендів і приладів, на способи діагностування. Усього отримано більше 100 авторських свідоцтв.

Двічі, в 1976 й 1982 р., видавався "Посібник з діагностики технічного стану рухомого складу автомобільного транспорту", підготовлений співробітниками НДІАТ, ДержавтотрансНДІпроект, МАДІ і ХАДІ. У цих документах були викладені результати досліджень з технології і організації

діагностування, нормативні значення діагностичних параметрів, наведений таблиць засобів діагностування, планувальні рішення постів діагностики й т.д. В 1989 р. вийшов друком довідник "Технічні засоби діагностування (під ред. чл.-кор. АН СРСР В. В. Ключова)". У ньому наведений системний аналіз сучасних вітчизняних і закордонних технічних засобів діагностування, застосовуваних у багатьох галузях промисловості й транспорту (автомобільний, залізничний, морський, повітряний). Приділено особливу увагу застосуванню автоматизованих систем діагностування, обчислювальної техніки і складних кібернетичних приладів. В основу довідника покладений досвід, накопичений провідними вченими в області технічної діагностики (Біргер І. А., Мозгалевський А. В., Пархоменко П. П. й ін.).

Розвиток технічної кібернетики і діагностики автомобілів варто розглядати в безпосередньому зв'язку з розвитком всієї системи технічної експлуатації автомобілів. Система підтримки роботоздатності автомобілів практично сформувалася на початку 30-х років. В 1933 р. була запропонована планово-попереджувальна система ремонту. В 1943 вийшло у світ "Положення про профілактичне обслуговування автомобілів". Його основні ідеї розвивалися в "Положеннях про технічне обслуговування й ремонт рухомого складу автомобільного транспорту" 1947, 1949, 1954, 1963 й 1972 р.р.

Зусиллями багатьох наукових колективів були створені передумови для широкого впровадження теоретичних і практичних рекомендацій зі створення принципово нової системи профілактичного обслуговування і ремонту рухомого складу на базі діагностичної інформації.

На жаль, за різних причин результати цих серйозних досліджень не ввійшли в "Положення" 1984 р. Це стало головною причиною того, що прогресивна система контролю і керування рівнем роботоздатності та надійності машин, яка одержала широке поширення за кордоном, у країнах СНД фактично дотепер не впроваджена.

В 1991 р. Центральне Правління НТВ СРСР і Мінавтотранс РСФСР оголосили конкурс на розробку нової "Концепції технічного обслуговування і ремонту автомобілів". Проблемна лабораторія стала переможцем і лауреатом премії ЦП НТВ. Мінавтотрансом РСФСР було доручено ХАДІ разом з НДІАТ розробити "Положення" з урахуванням нової концепції. На жаль реалізувати теоретичні та конструкторські рекомендації і розробки не вдалося. Почався повсюдний обвал економіки.

Масштабне впровадження діагностичних засобів на автомобільному транспорті почалося з 1965 по 1970 р.р. Професор Серов А. В. керував створенням перших вітчизняних діагностичних роликівих стендів. Професор Л. У. Мірошніков, В. М. Міхлін, Б. В. Павлов та інші були ініціаторами впровадження досягнень електроніки і вимірювальної техніки. Значний внесок у становлення вітчизняної автомобільної діагностики в науковому й практичному відношеннях внесли вчені ХАДІ.

Промислове виробництво засобів діагностування було налагоджено в Мінавтотрансі РСФСР, Держагропромі СРСР, Мінавтотрансі УРСР та інших міністерствах. Великими виробниками були Новгородський і Береговський дослідно-експериментальні заводи гаражного устаткування.

За станом на 1990 р. у всіх республіках було побудовано та впроваджено у виробництво близько 2000 різних станцій діагностики. Середня оснащеність автотранспортних підприємств діагностичним устаткуванням становила 30...35 %.

Починаючи із середини 80-х років у багатьох розвинених країнах почалося масове впровадження автомобільних бортових комп'ютерів (АБК) різних поколінь.

До найпростіших пристроїв, призначених для діагностування вузлів і агрегатів автомобілів, відносяться тестери (tester), які оперативно контролюють технічний стан системи запалювання, гальмової системи, освітлювального та іншого обладнання. Їхні показання, як правило, виводяться на

панель приладів. Роль процесора виконує спеціальна програмована логічна матриця. Ця мікросхема не може аналізувати дані, вона діє за принципом "є сигнал - немає сигналу" (наприклад, закриті або відкриті двері, чи пристебнутий ремінь, чи відповідає нормі рівень гальмівної рідини або мастила в картері двигуна). Тому тестери практично не можна вважати комп'ютерами.

Більш досконалі електронними пристроями є контролери (анг. «controller» - управителі), які виконують не тільки функції тестера, але й здійснюють ряд вимірів: визначають пройдений шлях, вибирають оптимальний режим руху, визначають строки заміни мастила двигуна з урахуванням його марки та режимів роботи. Такі бортові комп'ютери називаються "аналітичними". У них використовуються 8-ми або 16-ти розрядні процесори, постійні запам'ятовувальні пристрої (ПЗП), оперативні запам'ятовувальні пристрої (ОЗП) з різними периферійними пристроями.

Такі бортові міні-ЕОМ (computer) потребують дотримання певних правил експлуатації: не можна відключати "масу", вони чутливі до різких змін напруги (наприклад, при підключенні або відключенні акумуляторів). При відключенні живлення губиться інформація в ОЗП (поточна витрата палива, виявлені несправності та інше).

Бортові комп'ютери більш високого рівня називаються оптимізаторами (optimizer). Вони можуть не тільки діагностувати технічний стан, але й здійснювати керування системами упорскування палива та запалювання, вибирати найбільш оптимальні режими роботи двигуна, при яких досягається мінімальна витрата палива і викид шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Вони можуть сигналізувати про необхідність, наприклад, заміни мастила або ременя газорозподільного механізму, запам'ятовувати коди критичних помилок і час їх виявлення.

У перспективі автоматичні оптимізатори одержать подальший розвиток. Вони можуть підтримувати такі значення регульованих впливів, при яких вимірювані величини будуть максимально наближатися до мінімуму або максимуму. Можуть бути локальні та глобальні оптимізатори (локальний - при наявності одного екстремуму, глобальний - при наявності декількох екстремумів).

Для обнуління пам'яті АБК застосовуються спеціальні сервісні ключі, коди обнуління, що подаються на комп'ютер за допомогою замка запалювання. Обнуління може здійснюватися за допомогою спеціальних сигналів від сервісного комп'ютера на СТО. На деяких автомобілях застосовується метод "шпильки", суть якого полягає в тому, що за допомогою спеціальної тупої голки натискається схована в АБК потайна кнопка Reset (перезавантаження комп'ютера).

В автомобільні бортові комп'ютери можна ввести додаткові програми або змінити операційну систему, переписати базову систему введення-виведення. Автомобільні заводи оснащують свої автомобілі модульними бортовими комп'ютерами, які дозволяють нарощувати продуктивність АБК і додавати інші блоки, поступово перетворюючи автомобіль в "кіборг". Майбутнє за "інтелектуальними" автомобілями, у яких АБК будуть відігравати вирішальну роль у забезпеченні безпеки руху та підвищенні ефективності роботи рухомого складу.

3. Тенденції розвитку автомобільної електроніки.

Сьогодні нікого вже не здивуєш великою кількістю електроніки в автомобілі, особливо високого класу - в "Лінкольні" моделі Mark VIII тільки мікропроцесорів більше, ніж на сучасному винищувачі. Ринок автомобільної електроніки є одним з чотирьох найбільш швидкозростаючих секторів електронної промисловості (після телекомунікаційного, комп'ютерного і промислового

устаткування), яка, у свою чергу, є найбільш швидкозростаючою, – в середньому 8...10% приросту в рік – найбільшою галуззю світової промисловості. Причому основна частка вартості електронних пристроїв за кордоном доводиться не на сервісні пристрої (магнітоли, охоронна сигналізація і т. п.), а на засоби управління власне системами автомобіля і забезпечення безпеки.

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

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

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

В наш час найбільш важливим і економічно виправданим є широке впровадження електронних систем, що дозволяють

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

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

Ситуація змінилася із створенням Робертом Бошем цілком надійного і компактного магнето. Далі, в 10-х роках 20 століття, завдяки вдосконаленню конструкції свічки запалення, котушки запалення і підбору матеріалів контактів вдалося добитися задовільної роботи і від батарейної системи запалення. Проте вона, особливо контакти, все одно залишалася однією з найбільш ненадійних і тих, які потребують u1087 постійного обслуговування, частин автомобіля. Потрібні були нові рішення.

Перші електронні системи запалення були створені в 1940-х роках на основі газонаповнених тиратронів, проте широкого застосування не знайшли через громіздкість і крихкість конструкції. Масове застосування транзисторні системи запалення – спочатку контактні, потім безконтактні – знайшли на початку 1960-х років, коли General Motors Corp. (GMC) почала оснащувати ними свої серійні автомобілі.

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

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

Всупереч поширеній думці впорскування палива також не є новим винаходом. Більше того, спочатку майже у всіх двигунах внутрішнього згорання, що працювали на рідкому паливі, була використана саме система впорскування. Проте незабаром стало ясно, що вона потребує досить складного механізму регулювання кількості впорскуваного палива і паливних насосів-дозаторів, виготовлених з високою точністю. На початку 20 століття це обходилося дуже дорого, при розумній же ціні не забезпечувало необхідної надійності і стабільності характеристик.

Тому після винаходу Донатом Банкі простого і дешевого розпилювального карбюратора про системи впорскування в автомобілебудуванні майже забули. Вони залишилися тільки в дизельних двигунах, підвищена собівартість яких, до речі, багато в чому пов'язана з дорогою апаратурою безпосереднього впорскування високого тиску. Механічні пристрої керування

впорскуванням через їхню високу ціну на масових автомобілях майже не застосовували. Перші системи з електричним керуванням були створені ще в 1939 р. (Moto Guzzi, Італія), але так і залишилися технічною екзотикою.

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

Карбюратору властиві багато недоліків: нестабільність регулювань, особливо при зміні температури і сорту палива; нерівномірний розподіл палива по циліндрах; низька точність роботи при малих навантаженнях, що вимушує налаштовувати карбюратори таким чином, що на холостому ходу і малому навантаженні горюча суміш виявляється надмірно збагаченою. Крім того, карбюратор збільшує опір всмоктуванню повітря. Через наявність поплавкової камери робота карбюратора погіршується в умовах сильного трясіння, прискорень на поворотах і при нахилах автомобіля.

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

Із посилюванням вимог до екологічної чистоти вихлопу і спрощення обслуговування масового автомобіля, забезпечити їх виконання вдосконаленням карбюраторів виявилось вже

практично неможливим (типовою вимогою на ринку США є необхідність в першому ТО двигуна і трансмісії не раніше, ніж через 80...100 тис. миль пробігу). Суть проблеми полягає в тому, що, якщо горюча суміш бідна, вона погано підпалюється, нестійко горить, схильна до детонації і при згоранні дає багато оксидів азоту *Nox*. Потрапивши в атмосферу і з'єднуючись з водою, ці оксиди утворюють азотну і азотисту кислоти.

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

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

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

Система впорскування з електронним керуванням (EFI – electronic fuel injection system) при використанні датчика вмісту кисню у вихлопних газах (λ -зонду) дозволяє забезпечити для кожного циліндра дуже стабільне ($\pm 0,5\%$) дотримання оптимального співвідношення за масою палива, що подається, і

засмоктуваного повітря (1:14,65 для бензину). Це необхідно як для забезпечення роботоздатності каталітичного нейтралізатора, так і для досягнення якнайкращого компромісу між потужністю і економічністю роботи двигуна. Саме тому забезпечити на практиці тривалий термін служби і роботоздатність каталітичних нейтралізаторів вдається тільки при використанні λ -зонду.

Системи впорскування палива умовно підрозділяють на три групи:

- з центральним впорскуванням (central fuel injection system), коли розпилювальна форсунка одна на весь впускний колектор (іноді її доводиться доповнювати другою – пусковою форсункою, що працює при холодному двигуні і відключається із прогріванням);
- з розподіленням (багатоточковим) впорскуванням (multipoint fuel injection system), якщо форсунки встановлені у всмоктувальних патрубках кожного циліндра поблизу від впускних клапанів;
- з прямим (безпосереднім) впорскуванням (direct fuel injection system), коли форсунка змонтована безпосередньо в стінці або головці циліндра і подає паливо безпосередньо в циліндр в такті стискування, коли клапани вже закриті.

У перших двох випадках тиск палива при його подачі не перевищує 0,4...1,0 МПа, тоді як при безпосередньому впорскуванні в дизелі він може досягати 60, а в бензиновому двигуні – 5 МПа.

Найдешевша система – з центральним впорскуванням – фактично дає тільки дві істотні переваги – вібростійкість і відсутність необхідності в частому регулюванні. Якнайкраще відношення ціна/якість в даний час забезпечують системи розподіленого впорскування у впускні патрубки (рис. 1.2). Системи безпосереднього впорскування в бензинових двигунах поки виправдані тільки в двигунах з наддуванням, оскільки вони дозволяють виключити винесення паливоповітряної

суміші у вихлопний колектор при широких фазах газорозподілу і абсолютному тиску наддування більше 0,15 МПа.

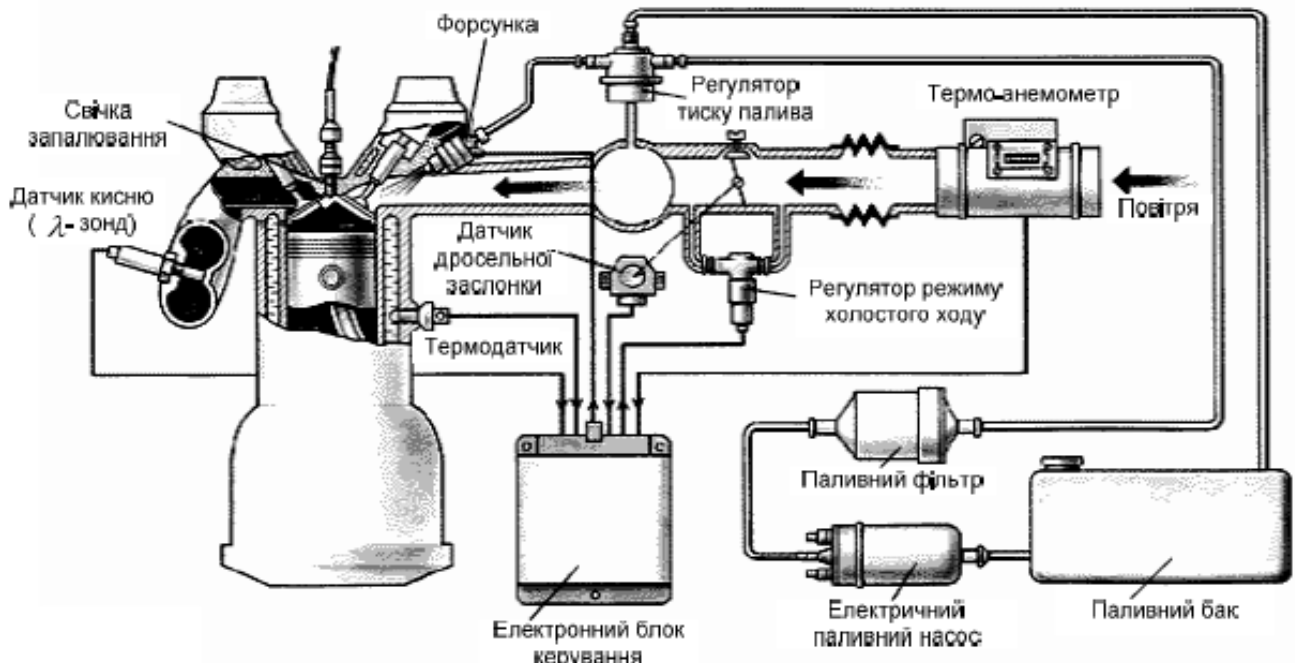


Рис. 1.2 – Схема системи розподіленого впорскування

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

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

впускного колектора. Більше того, паливо, що випаровується, навпаки, охолоджує всмоктуване повітря і циліндри двигуна. В результаті щільність всмоктуваного повітря виявляється на 7...10% більшою (з тією ж метою – зниження температури повітря – навіть на дешевих автомобілях із впорскуванням прагнуть засмоктувати повітря не з моторного відсіку, де воно гаряче, а безпосередньо «з вулиці», передбачаючи для цього у разі потреби додаткові повітрязбірники (Opel "Cadet")).

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

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

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

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

Використання систем розподіленого впорскування надає ще одну можливість зниження витрати палива – відключення

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

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

Застосування електроніки забезпечує оптимальне керування не тільки двигуном, але і ходовою частиною автомобіля. По-перше, це добре відомі антиблокувальні системи, що дозволяють в більшості випадків зберегти керованість машини при екстреному гальмуванні, одночасно забезпечуючи мінімально можливу довжину гальмівного шляху. По-друге, близьку до них функцію виконують антипробуксовні системи, які стали вельми актуальні у зв'язку з розповсюдженням передньопривідних автомобілів, у яких при буксуванні або блокуванні ведучих коліс втрачається керованість. Оскільки при розгоні автомобіля передні колеса розвантажуються (саме тому всі гоночні і престижні легкові автомобілі, які повинні мати хорошу розгінну динаміку, до теперішнього часу проектують з приводом або на задні («Daimler-benz», «BMW»), або на всі колеса («Audi A8»), для виключення втрати керованості і запобігання надмірному зносу шин вельми бажана наявність на передньопривідному

автомобілі разом з антиблокувальною і антипробуксовною системами.

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

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

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

Не менш важливу роль в сучасному автомобілі відіграють електронні системи підвищення безпеки, яку прийнято підрозділяти на активну (запобігання аваріям) і пасивну (зменшення тяжкості їх наслідків). Що стосується активної безпеки, то її забезпечують поліпшенням розгінної і гальмівної

динаміки автомобіля, а також підвищенням стійкості на поворотах максимальним збільшенням ширини колії і пониженням центра тяжіння (це добре помітно, якщо порівняти силует автомобілів схожого класу, як, наприклад, ВАЗ-2108 і Volkswagen «Golf III» або «Golf IV») у поєднанні з електронною системою керування підвіскою.

На дорогах автомобілях іноді застосовують систему радіолокації запобігання лобовим зіткненням і наїздам (підтримка дистанції), проте від колоди або ями в асфальті вона не рятує. Для зменшення вірогідності наїздів використовують верхні (салонові) гальмівні вогні, видимі на великій відстані. Цього виявилось мало, і тоді була розроблена система з приймально-передавальним радіоканалом, що автоматично включає індикатор при екстреному гальмуванні або аварії машини, що їде попереду. В наш час ця система, що отримала золоту медаль виставки винаходів в Брюсселі, проходить доопрацювання з подальшою стандартизацією в більшості розвинених країн.

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

Певний внесок в підвищення активної безпеки (active safety) вносить рульове сервокерування із змінними коефіцієнтами передачі і реакцією керма – для забезпечення рівного повороту коліс на високій швидкості потрібний більший кут повороту керма, ніж на малій. Іноді додатково

вводять пристрій, що запобігає зриву коліс бічним зусиллям. Це практично виключає ризик заносу при різкому повороті на великій швидкості. Всі ці переваги, правда, зберігаються лише до тих пір, поки сервосистема справно працює.

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

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

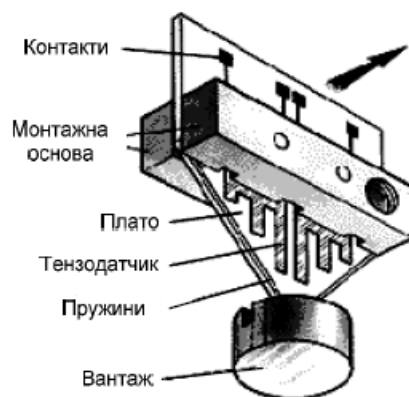


Рис. 1.3 – Напівпровідниковий акселерометр

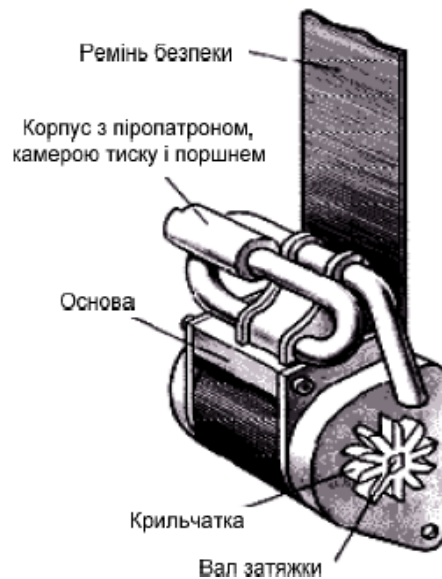


Рис. 1.4 – Блок керування з пороговими пристроями і піропатронами

Робота цієї системи дозволяє відбутися переляком, подряпинами або синяками при лобовому зіткненні з нерухомою перешкодою на швидкості 50 км/год (стандарт ЄЕС), а іноді і більшій – аж до 80 км/год. При швидкості вище 80 км/год прискорення, що випробовується людиною у момент гасіння енергії руху на шляху, близько 0,7...1,6 м² (типове значення ходу деформації кузова і подушок сучасних автомобілів) стає таке велике, що він виявляється роздавленим власною масою навіть за відсутності зовнішніх пошкоджень.

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

Останнім часом певну популярність, принаймні на автомобілях класу вище середнього, почало набувати використання електронного керування параметрами підвіски – жорсткістю і коефіцієнтом демпфування амортизаторів,

зміною дорожнього просвіту. Таку підвіску часто називають активною, хоча насправді мова йде тільки про порівняно повільну адаптацію параметрів підвіски під дорожні умови, тобто правильніше вважати її адаптивною або напівактивною. Істинно активна система підвіски, строго кажучи, повинна за допомогою потужної сервосистеми відстежувати кожну вибоїну і гасити поштовхи в момент їх виникнення, як це відбувається на комфортабельних судах і багатьох військових кораблях («заспокоювачі» хитання).

Світовий лідер «підвіскобудування» – фірма Citroen, давно і успішно застосовує найбільш досконалі – гідропневматичні (hydropneumatic suspension) – підвіски у поєднанні з електронним керуванням їх параметрами. Серед японських фірм лідирує Mitsubishi. Американці, маючи прекрасні дороги і 55-мильне обмеження швидкості в більшості штатів, віддають перевагу більш традиційним рішенням – збільшені габарити і, значить, момент інерції корпусу автомобілів у поєднанні з колесами великого діаметра і м'якими підвісками. В них електронні системи зазвичай керують u1090 тільки коефіцієнтом демпфування.

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

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

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

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

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

Звукові сигнали також не залишаються без уваги – на зміну традиційним контактним електромагнітним гудкам

приходять безконтактні електродинамічні і п'єзоелектричні з відповідними електронними підсилювачами і вузлами керування.

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

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

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

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

Аналогічні рішення під назвою мультиплексної проводки на початку 90-х років почали використовувати і в автомобільній промисловості. Спочатку була «війна стандартів», в числі яких фігурували J1850 (SAE), CAN (Controller Area Network), Carlink, VAN, A-bus і ін. До теперішнього часу найбільше визнання отримав стандарт CAN, спільно розроблений фірмами Bosch і Motorola. Він забезпечує швидкість передачі до 1 Мбіт/с і дозволяє використовувати для передачі інформації як мідні дроти, так і оптоволокно.

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

Тема 2. Транспортні засоби як кібернетичні системи.

План:

- 1. Кібернетичні системи керування.**
- 2. Методи вивчення об'єктів кібернетичних систем.**

Література: 1-31.

1. Кібернетичні системи керування.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки спостерігається тенденція глобальної математизації та кібернетизації знань, широке впровадження логіко-математичних і наочних моделей. Моделювання в технічній експлуатації та діагностиці транспортних машин порівняно нова і достатньо складна проблема.

Технічна діагностика (technical diagnostics) розглядає будь-який об'єкт як потенційне джерело несправностей (відмов), які повинні бути виявлені і локалізовані. Основним виходом процесу діагностики є інформація про характер і місце несправності. При діагностиці розглядаються абстрактні моделі на основі емпіричних досліджень конкретних технічних систем. Кібернетичне (функціональне, інформаційне) моделювання відмов приводить до значних практичних результатів. Воно може дати такі рекомендації, які важко або неможливо отримати в реальних умовах експерименту.

Найважливіша роль в розвитку методів і засобів діагностики машин належить технічній кібернетиці. Технічна кібернетика, як наука про керування, передачу і переробку інформації вивчає технічні і нетехнічні системи керування і широко застосовується в багатьох областях людської діяльності, в розробці засобів автоматизації виробничих процесів та інформаційної техніки. Важливою її складовою частиною є теорія автоматичного керування. Подальшим етапом розвитку автоматичної і кібернетичної є створення спеціальних програмних маніпуляторів і роботів.

У кібернетиці розглядаються машини і механізми не з погляду їх конструкції, а з погляду об'єктів управління і послідовності впливу один на одного певних фізичних параметрів. Кібернетика інтерпретує роботу об'єкта (системи) з інформаційної точки зору, глибоко, не вникаючи в суть реальних фізичних явищ, вона розглядає тільки інформацію, що переноситься вхідними і вихідними сигналами, і встановлює залежність вихідної величини від вхідної. Кібернетика вивчає не речі, а способи їх поведінки. Вона прагне отримати відповідь не на питання «що це таке?», а «що воно робить?». Тому технічна кібернетика по суті функціональна і біхевіористична.

Послідовність передачі керуючих дій через окремі блоки (елементи) можна назвати лінією керування. У кожному елементі відбуваються певні перетворення вхідних параметрів у вихідні. Такі кібернетичні об'єкти прийнято називати чорними ящиками (black box). Впорядкована сукупність елементів утворює кібернетичну систему. Сукупність і характер зв'язків між окремими елементами системи називається структурою. Під інформацією розуміється цілеспрямоване повідомлення про зміну будь-якого фізичного параметра.

Всяка керована система (controlled system) (рис. 2.1), як правило, складається з декількох керованих об'єктів. На транспорті керованою системою може бути завод або цех, станція технічного обслуговування з цехами і постами, контрольно-діагностичний комплекс, автомобіль, двигун, підвіска і так далі. Засоби, що забезпечують виконання керованою системою певної мети, називаються керуючою системою (directing system).



Рис. 2.1 – Схема системи керування.

Взаємодіючі керована і керуюча системи утворюють систему керування (control system), що характеризується різними групами змінних: збурюючими діями навколишнього середовища $f_1(t) \dots f_k(t)$, змінними стану $x_1(t) \dots x_n(t)$, керуючими змінними $r_1(t) \dots r_m(t)$ і спостережуваними змінними $z_1(t) \dots z_i(t)$. В даний момент часу стан керованої системи визначатиметься функцією початкового стану $\bar{x}(t_0)$ і векторів $\bar{r}(t_0)$ та $\bar{f}(f_0)$.

У найзагальнішому вигляді рівняння математичної моделі керованої системи може бути записане таким чином:

$$\bar{x}(t_0) = \bar{X} \{ \bar{x}(t_0); \bar{r}(t_0); \bar{f}(t_0) \}$$

Якщо мета керування визначається екстремумом (показником) деякого функціонала $E = E \{ \bar{x}(t); \bar{r}(t); \bar{f}(t) \}$, то розв'язання рівняння полягає в тому, щоб визначити вектор керування $\bar{r}(t)$ при умові, що $E = E \{ \bar{x}(t); \bar{r}(t); \bar{f}(t) \} = \max$.

Існують кібернетичні системи з різними типами керування. Системи з програмним керуванням мають командний пристрій, що працює за заданою програмою (наприклад, реле часу, яке вмикає або вимикає освітлення). Слідкувальні системи керуються певною зміною будь-яких фізичних параметрів (наприклад, включення електричного

освітлення при зміні освітленості). У системах автоматичного керування із зворотним зв'язком фізичний керуючий параметр з'являється в процесі функціонування пристрою (наприклад, двигун автомобіля заводиться тоді, коли закриті всі двері).

У системах з цифровим керуванням програма задається у вигляді чисел. Системи можуть бути розімкненими і замкнутими (табл. 2.1, 2.2). У перспективі при технічній експлуатації транспортних машин набудуть широкого поширення діагностичні і комп'ютерні моніторинги. Головна перевага цих систем полягає в тому, що обробка інформації відбувається в реальному часі (практично миттєво з'являється на дисплеї).

Таблиця 2.1 – Автомобільні системи керування по замкнутому контуру (приклади).

Керуюча система із замкнутим контуром	Змінні					Елементи		
	Побічно керована змінна	Безпосередньо керована змінна	Контрольна змінна	Керована діюча змінна	Збурення	Керуюча система	Кінцевий елемент керування	Керована система
Лямбда-керування із зворотним зв'язком	Склад робочої паливної суміші λ	Вміст O_2 у відпрацьованих газах	$\lambda = 1,0$ фіксована команда керування	Кількість впорскуваного палива	Неточності сигналу керування, витоки, вентиляція картера	Лямбда-блок керування і λ -зонд	Форсунки	Камера згорання, частина впускної системи і системи випуску відпрацьованих газів аж до λ -зонда
Керування частотою обертання в дизелях	Частота обертання колінчатого валу двигуна	Частота обертання колінчатого валу двигуна	Задана частота (керування навантаженням)	Кількість впорскуваного палива	Навантаження	Регулятор	Насос впорскування палива	Зона формування суміші в двигуні
Антиблокувальна гальмова система (АБС)	Проковзування коліс	Проковзування коліс	Норматив проковзування коліс	Гальмівне зусилля	Дорожні умови	Блок керування АБС	Клапан, що регулює тиск	Зона контакту шини з дорогою
Контроль температури (у кабіні)	Температура в кабіні	Кабіна, вихід опалювача і температура зовнішнього повітря	Задана температура (контроль за додатковим повідомленням)	Витрата гарячої води або співвідношення теплого і холодного повітря, суміші	Температура двигуна, температура зовнішнього повітря, випадкове тепло, швидкість руху	Регулятор температури, датчик температури	Електромагнітний клапан опалювача або повітряна засувка	Кабіна

Таблиця 2.2 – Системи керування з відкритими контурами, які застосовуються для керування двигуном (приклади).

Система з відкритим контуром	Змінні					Елементи		
	Побічно регульована змінна	Контрольна змінна	Вхідні змінні системи регулювання	Збурення	Керована діюча змінна	Керуюча система	Кінцевий елемент керування	Керована система
Система впорскування палива Jetronic	Склад горючої суміші	Задана якість горючої суміші	Частота обертання колінчастого вала, температура двигуна, напруга акумулятора, маса і температура повітря, дросельна заслінка	Температура палива, його конденсація на стінках впускного трубопроводу	Тривалість впорскування палива	Пристрій керування Jetronic різними датчиками	Форсунки	Зона формування суміші
Електронні системи запалення	Момент запалення	Заданий момент запалення	Частота обертання колінчастого вала, положення колінчастого вала, тиск у впускно-мучному трубопроводі, положення дроселя, температура двигуна, напруга акумулятора	Стан свічки запалення, якість горючої суміші, якість палива, механічні допуски	Момент запалення	Блок керування запаленням і система запуску	Вихідний каскад запалення	Камера згорання двигуна

До важливих напрямів використання комп'ютерної техніки можна віднести створення приладів і пристроїв, що "рекомендують" водієві оптимальні режими руху з урахуванням заданих критеріїв ефективності (наприклад, за мінімумом витрати палива), створення бортових систем контролю і діагностування, комп'ютеризацію діагностичних засобів і ін. Бортовий комп'ютер може контролювати і автоматично координувати роботу різних агрегатів, механізмів і систем автомобілів.

2. Методи вивчення об'єктів кібернетичних систем.

В технічній кібернетиці складність математичного апарату, як правило, вища, ніж в теорії автоматичного регулювання і управління, хоча загалом математичний апарат відіграє допоміжну роль. Розробка робочих систем і алгоритмів часто буває набагато складнішою за розробку математичного методу.

Основними об'єктами досліджень в технічній кібернетиці є кібернетичні системи. До них можна віднести різні автоматичні регулятори в техніці (регулятори тиску і температури), діагностичне устаткування, яке використовується в техніці і медицині, автомати, ЕОМ і т.д. Кібернетичні системи поділяються на безперервні і дискретні. Для їх вивчення застосовується різний математичний апарат. Для безперервних систем (автомобіль та інші машини) основним математичним апаратом є звичайні диференціальні рівняння, варіаційне числення, теорія графів, теорія вірогідності, теорія нечітких множин, програмування; для дискретних (ЕОМ і мікропроцесори) – теорія алгоритмів і теорія автоматів. Загальним математичним апаратом є теорія інформації.

Складність кібернетичних систем визначається розмірністю системи (число параметрів, що характеризують стан всіх її елементів) і складністю структури (загальне число зв'язків між її елементами і їх різноманітністю). Складні кібернетичні системи можуть накопичувати інформацію і залежно від її об'єму змінювати виконуваними ними дії.

Простим видом керування можна вважати програмне керування, в якому відсутній зворотний зв'язок. Простим перетворювачем інформації може служити електричний дзвінок. При натисненні на кнопку (рецептор) включається звуковий або світловий сигнал. Іншим прикладом може служити, наприклад, світлофор – автомат, що перемикається в задані моменти часу. Складніше керування здійснюється за

наявності лічильників автомобілів, що під'їжджають, коли число автомобілів досягне заданої величини, включається пороговий сигнал.

Простим видом керування є класичне авторегулювання, при якому підтримується постійне значення будь-якого параметра (наприклад, температури повітря в салоні автомобіля). При цьому датчик температури реєструє температуру T , а керуюча система порівнює цю температуру із заданою величиною (пороговою температурою T_0) і формує керуючу дію на заслінку, яка регулює надходження теплої води в спеціальний обігриваючий пристрій. Робота такого регулятора або керуюча дія на заслінку може бути описана диференціальним рівнянням 1-го порядку: $dT / dt = -k(T - T_0)$. Розв'язок цього рівняння буде таким: $T = T_0 + \delta^{-kt}$, де δ – відхилення температури T від заданої величини T_0 в початковий момент часу. У системах оптимізаційного керування основною метою є підтримка максимального або мінімального значення деякої функції. Такі системи керування набули широкого поширення в задачах керування економікою.

При вивченні об'єктів кібернетичних систем використовуються три методи: математико-аналітичний, експериментальний і метод математичного моделювання (математико-машинний експеримент). У останньому випадку експерименти проводяться не на реальній фізичній моделі об'єкта, що вивчається, а з його математичним описом.

В технічній кібернетиці здійснюються аналіз і синтез кібернетичних систем, визначаються параметри і структура керованих пристроїв. Розрахунок і проектування конкретних виробів, вибір енергетичних і конструктивних характеристик реальних систем не розглядаються. Це не є обов'язковою частиною теорії технічних систем.

На окремих видах транспорту набули широкого поширення різні системи керування і зв'язку. Наприклад, в авіації успішно функціонують системи керування польотами і системами навігації, на залізницях діють автоматизовані

системи керування продажем і бронюванням місць на потяги дальнього проходження «Експрес-2» і «Експрес-УЗ», комплексна система електронного обміну даними в організації процесу вантажних перевезень і ін.

Сучасні транспортні машини являють собою раціональне поєднання механічних і гідро-пневмосистем з електронікою. У зарубіжній літературі [5] з'явилися нові терміни – мехатроніка (mechatronics) (від слів механіка і електроніка) і автоніка (автомобільна електроніка).

Мехатроніка – галузь, яка об'єднує механічні, електронні і інформаційні технології. Мехатронні системи набувають все більшого значення (особливо для автомобілів і промислових технологій), оскільки мають комплексне структурне керування. Приклади: керування роботою двигуна з іскровим запаленням і дизеля, системами ABS і ASR, підвісками, системами рульового керування, верстатами з ЧПК і промисловими роботами. Механічні компоненти цих систем часто мають нелінійні характеристики і широку смугу пропускання.

Синергетичний, міждисциплінарний підхід (рис. 2.2) найбільш важливий при розробці мехатронних систем, де вирішальну роль відіграють засоби програмного забезпечення. Класичний аналіз і процеси проектування технологій доповнюються і частково замінюються моделюванням в реальному часі для визначення і оптимізації параметрів системи з реальними компонентами (апаратна реалізація).

Мета технології мікросистем - мініатюризація мехатронних систем засобами мікроелектроніки і мікромеханіки.

Автомобіль без електронних систем (ЕС) стає неконкурентоздатним і архаїчним. Основні техніко-економічні якості транспортних машин (паливна економічність, токсичність, безпека руху, контролепридатність, прохідність, комфортабельність, легкість керування і ін.) не можуть бути підвищені без впровадження сучасних ЕС. Електронні системи у вигляді електронних блоків керування (electronic control unit

(ECU)) дозволяють поліпшити керування роботою основних агрегатів; забезпечити прийом, передачу і зберігання необхідної інформації; здійснювати оптимальне керування рухом автомобілів.

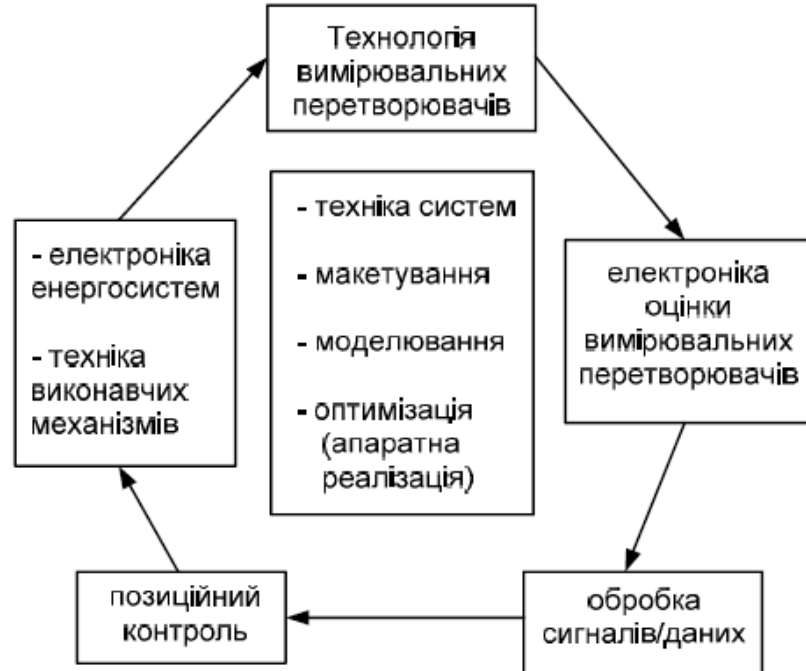


Рис. 2.2 – Взаємозв'язки в мехатроніці.

Екстрасучасні «думаючі» автомобілі з повною підставою можна вважати роботами, які частково або повністю виконують функції людини при взаємодії з навколишнім середовищем. Вони поділяються на три види: з жорсткою програмою дій, керовані людиною-оператором; з штучним інтелектом (інтегральні); що діють цілеспрямовано (розумно) без втручання людини. Допускається робота людини спільно з роботом зі штучним інтелектом (у так званому супервізерному режимі). Роботи складаються з 3-х блоків: блок сприйняття, блок виконавчого механізму і блок керування (рис. 2.3 [2]). З наведеної схеми видно, що людина включена в контур керування робота. На автомобілях є блоки керування окремими агрегатами, блоки сприйняття у вигляді радарів, відеокамер (моніторів), протипожежних сенсорів (sensor), система штурманського запису і ін. Блок виконавчих механізмів включає «автопілот», систему автоматичного

гальмування, систему «SOS» для екстреної зупинки автомобілів, систему пожежогасіння і ін. В осяжному майбутньому із автоматизацією і електронізацією автомобілі стануть складними кібернетичними системами – роботами, здатними частково або повністю виконувати функції людини при взаємодії з навколишнім середовищем.

Об'єднання функцій людини і автомата здійснюється в кіборгах («кібернетичні організми») (cybernetic organism), в яких можливий симбіоз інтелектуальних і фізичних дій людини та технічних засобів автоматики. Кіборги особливо ефективні там, де людині важко управляти даним об'єктом.

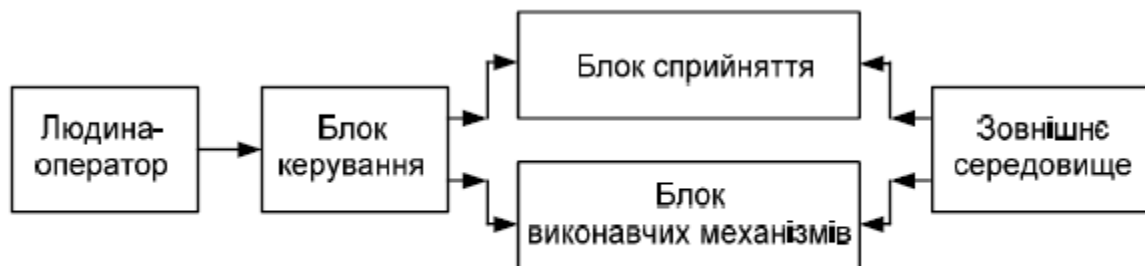


Рис. 2.3 – Блок-схема роботи.

Тема 3. Системи керування двигунами.

План:

1. Призначення, принципи роботи системи керування двигунами. Критерії керування.
2. Параметри керування, що забезпечують потрібну потужність, паливну економічність та екологічність двигунів.
3. Особливості керування бензинових двигунів.

Література: 1-31.

1. Призначення, принципи роботи системи керування двигунами. Критерії керування.

Призначення систем керування двигунами (СКД).

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

Як об'єкт керування двигун характеризується:

- вхідними параметрами – параметрами, які впливають на перебіг робочого процесу в двигуні. Їх значення визначаються зовнішніми впливами на двигун зі сторони водія або СКД, тому їх також називають параметрами керування. До їх числа можна віднести:
 - кут відкриття дросельної заслінки $\varphi_{др}$;
 - кут випередження запалювання θ ;
 - циклова подача палива $G_{пц}$;
 - циклове наповнення двигуна повітрям $G_{вц}$ і т.д.;
- вихідними (керованими) параметрами, які характеризують стан двигуна в робочому режимі. До них відносяться:
 - частота обертання колінчатого вала двигуна n ;
 - вихідна потужність на валу P ;
 - крутний момент $M_{кр}$;
 - показник паливної економічності g_e ;
 - показники токсичності відпрацьованих газів (вміст CO , CH , NO_x) та ін.;

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

Наприклад:

- температура двигуна $T_{дв}$;
- напруга в електричній мережі U_0 ;
- ступінь стиснення робочої суміші та ін.;
- зовнішніми впливами, які носять випадковий характер і заважають керуванню. До них можуть бути віднесені:
 - температура атмосферного повітря T ;
 - атмосферний тиск p ;
 - вологість повітря h і т.п.

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

Склад робочої суміші характеризується двома основними показниками:

- відношенням кількості палива і повітря в складі суміші (показник –«лямбда» (λ));
- гомогенністю (однорідністю) тобто якістю змішування складових частин суміші.

Момент запалювання суміші визначається кутом випередження запалювання.

Принципи керування.

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

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

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

Водій змінює швидкісний та навантажувальний режим двигуна, впливаючи на передаточне відношення трансмісії автомобіля і педаль акселератора (дросельну заслінку). Вихідні характеристики двигуна при цьому залежать від складу паливо-повітряної суміші та кута випередження запалення, керування якими здійснюється за допомогою механічних, електронно-механічних чи електронних систем керування двигуном, автоматично (рис. 3.1).

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

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

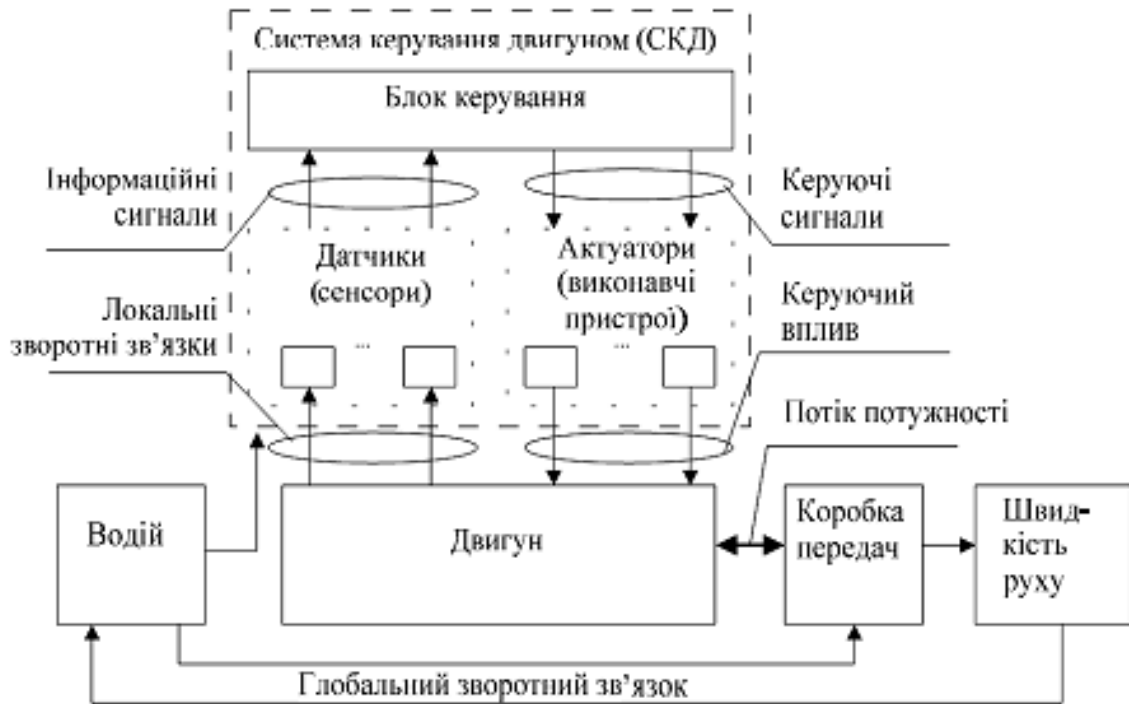


Рис. 3.1 – Схема процесу керування автомобільним двигуном

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

Автомобільний двигун являє собою багатовимірний об'єкт керування, оскільки число вхідних параметрів у нього

більше одного і кожний вхідний параметр впливає на два і більше вихідних. В такому випадку система керування повинна бути багатовимірною. Для багатовимірних об'єктів керування таблиці залежностей між параметрами повинні бути також багатовимірними. Такі таблиці та їх графічне подання називають характеристичними картами (див. п. 2.6).

Широке розповсюдження автомобільних двигунів зумовило велике різноманіття їх конструкцій. Це приводить до багатоваріантності систем керування. Так, якщо в карбюраторних системах паливоподачі практично не використовується електроніка, то сучасні системи впорскування палива створюються лише на основі керування електронними системами. Це приводить, в свою чергу до взаємного впливу розвитку електронної техніки на конструктивну реалізацію проєктованих двигунів.

На основі вищевикладеного сформулюємо основні принципи керування двигуном:

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

Критерії керування.

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

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

функціонування, підпорядкована цільовим задачам керованої системи, тобто двигуна.

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

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

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



Рис. 3.2 – Залежність потужності та економічності двигуна від якості суміші.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Оцінка пропорції палива і повітря в суміші здійснюється за коефіцієнтом надлишку повітря або так званим коефіцієнтом «лямбда». Коефіцієнт надлишку повітря λ – це

відношення всмоктуваної двигуном і потім витраченої кількості повітря L до кількості повітря, необхідної для повного згорання, тобто $\lambda = L / L_T$ (L_T – теоретична потреба в повітрі).

Якщо у всмоктуване повітря додається більше палива, то виходить багата суміш ($\lambda < 1$) і вуглеводні згорають лише частково. Вміст HC і C у вихлопному газі відповідно підвищується. При бідній суміші ($\lambda > 1$) паливо повністю згорає і у вихлопному газі залишається кисень. В результаті поганого згорання знову підвищується частка HC при зростаючій лямбді.

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

На рис. 3.3 наведені графіки вмісту небезпечних речовин у складі вихлопних газів двигуна внутрішнього згорання, які пояснюють доцільність підтримки значення коефіцієнта λ , рівним 1 (або близьким до 1).

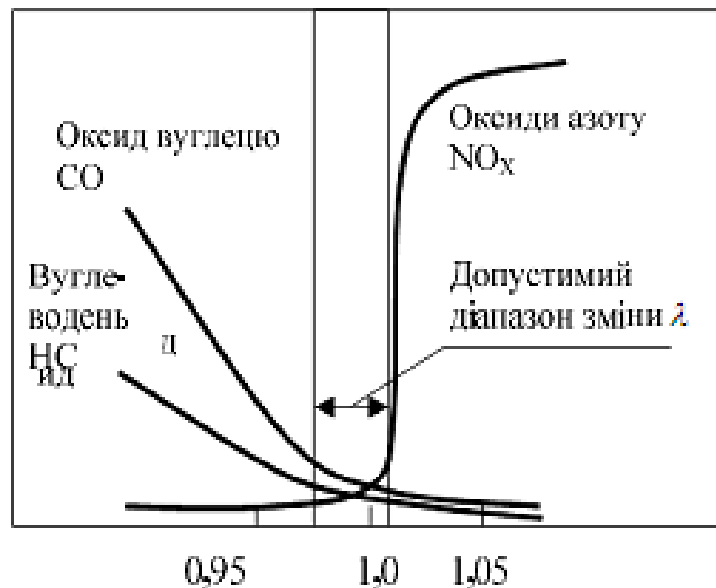


Рис. 3.3 – Залежність вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах від складу горючої суміші.

Потужність, паливна економічність двигуна, його екологічні показники тісно пов'язані з характеристиками

згорання робочої суміші в двигуні, які, у свою чергу, залежать від багатьох чинників, і перш за все від таких як:

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

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

3. Особливості систем керування бензинових двигунів.

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

- системи керування складом паливної суміші (рис. 3.4), тобто регулювання співвідношення повітря/паливо (системи впорскування);
- системи керування моментом запалювання.

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



Рис. 3.4 – Класифікація систем впорскування палива.

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

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

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

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

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

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

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

Системи впорскування із зовнішнім сумішоутворенням.

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

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

Система багатоточкового впорскування палива.

В такій системі кожен циліндр має свою форсунку, паливо впорскується безпосередньо на впускний клапан кожного циліндра (рис. 3.5). Еволюція цієї системи впорскування пройшла такі етапи:

- механічна система впорскування палива K-Jetronic (mechanical-injection system). В ній маса впорскуваного палива визначається дозуючим

- розподільним пристроєм, від якого паливо поступає у форсунку, що відкривається при певному тиску. Потім відбувається постійне впорскування палива;
- електронно-механічна система впорскування палива KE-Jetronic (electronic-mechanical injection system), це та ж система K-Jetronic, доповнена електронікою, що управляє роботою бензонасоса і дозатора-розподільника. Електроніка забезпечує точніше керування впорскуванням в різних режимах роботи двигуна;
 - електронні системи впорскування палива (electronic injection system) L-Jetronic, LH-Jetronic (і пізніші розробки – інтегровані системи управління двигуном M-Motronic, ME-Motronic). У цих системах забезпечується переривисте (дискретне) впорскування палива через форсунки з електромагнітним керуванням. Кількість впорскуваного палива визначається тривалістю відкриття форсунки при заданому тиску палива.

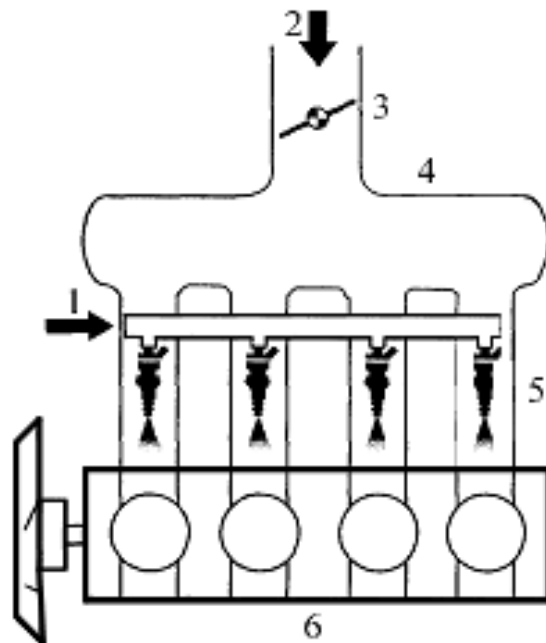


Рис. 3.5 – Система багато точкового впорскування палива.
1 – паливна магістраль; 2 – повітря; 3 – дросельна заслінка; 4 – впускний колектор; 5 – форсунка (форсунки); 6 – блок циліндрів.

Система одноточкового впорскування палива.

В цій системі (у Bosch є дві конструкції такого впорскування – Mono-Jetronic і Mono-Motronic) (single point injection system Mono-Jetronic and Mono-Motronic) впорскування здійснюється однією форсункою з електромагнітним керуванням. Основний елемент системи – блок центрального впорскування з електромагнітною форсункою, яка імпульсно впорскує паливо у простір над дроселем (рис. 3.6).

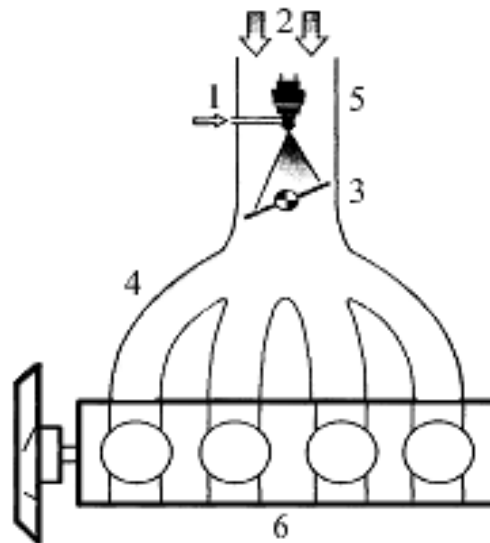


Рис. 3.6 – Система одно точкового впорскування палива.

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

Системи впорскування із внутрішнім сумішоутворенням.

Це системи з так званим безпосереднім впорскуванням палива. В них паливо впорскується електромагнітними форсунками безпосередньо в камеру згоряння кожного циліндра (рис. 3.7). Такий спосіб впорскування палива дозволяє двигуну працювати на дуже збіднених сумішах, забезпечуючи високу економічність. Ранні реалізації цієї системи впорскування були чисто механічними, найвідоміша з них «Kugelfischer» для автомобілів BMW.

Сучасні системи безпосереднього впорскування реалізуються виробниками в різних конструкціях. Наприклад,

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

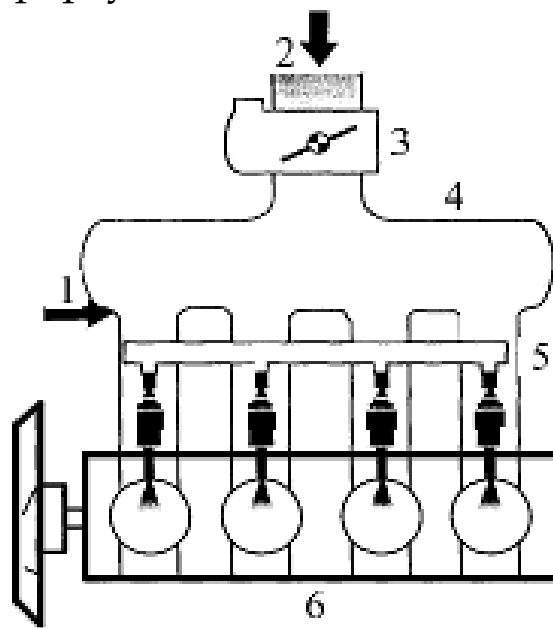


Рис. 3.7 – Система безпосереднього впорскування палива.

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

Система «Bosch Motronic».

«Bosch Motronic» (injection system Bosch Motronic) являє собою систему впорскування, в блок керування якої інтегровані функції двох систем – запалювання і впорскування палива. ECU «Bosch Motronic» (рис. 3.8) за сигналами вхідних датчиків, які фіксують поточний стан і режим роботи двигуна, використовуючи тривимірну характеристику впорскування, що зберігається в пам'яті ECU, обчислює початок і тривалість відкриття форсунки впорскування. Ця система впорскування

має підсистему нейтралізації вихлопних газів і підсистему утилізації парів бензину, керування роботою яких здійснюється за даними датчика кисню. Крім того, стандартна сервопривідна підсистема стабілізації обертів холостого ходу доповнена функцією керування за кутом випередження запалювання.

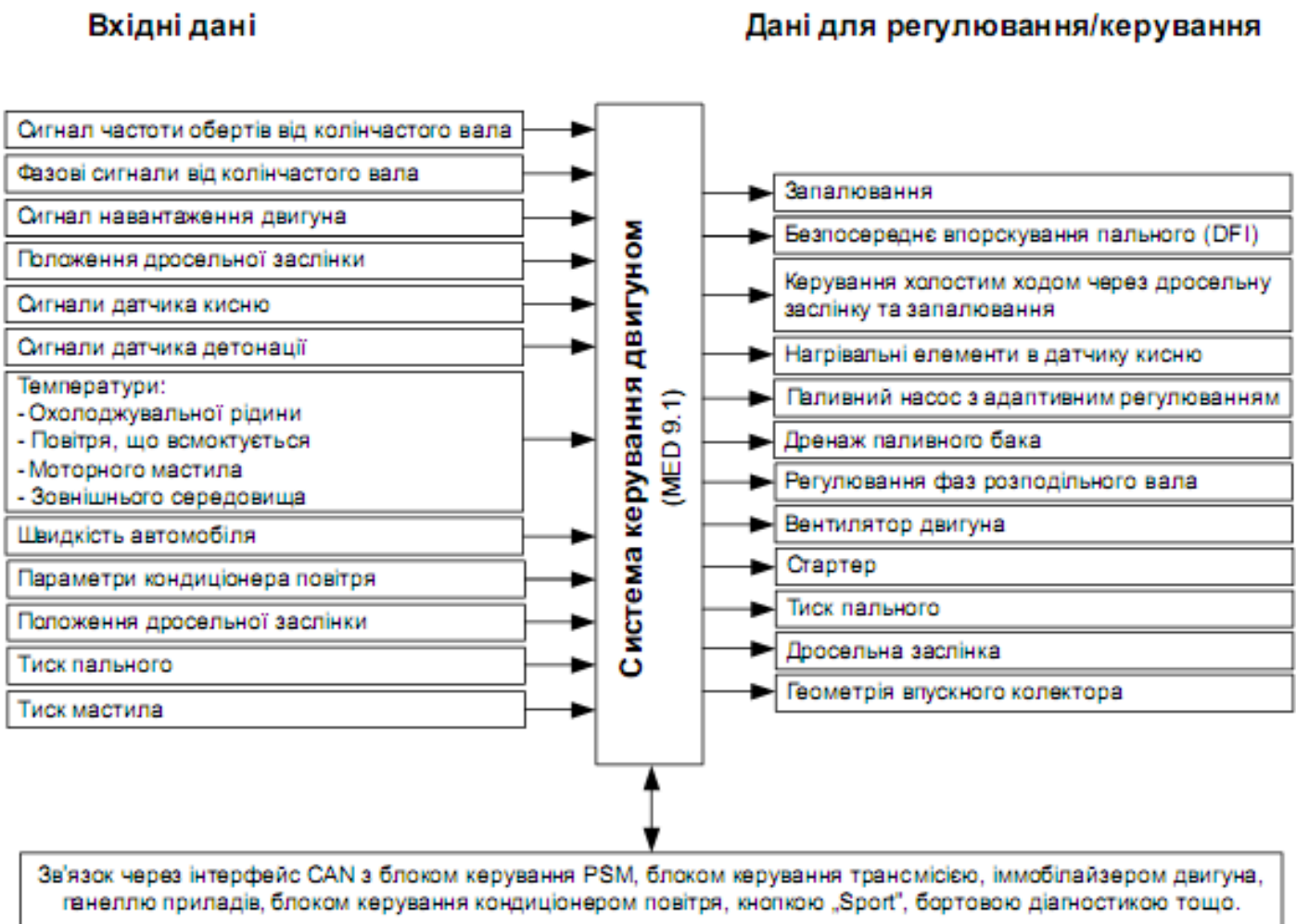


Рис. 3.8 – Схема інформаційних потоків системи керування двигуном MED 9.1.

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

Тема 4: Керування трансмісією.

План:

1. Система керування зчепленням.
2. Автоматичні коробки передач.
3. Повно приводні автомобілі.
4. Системи контролю тягового зусилля.

Література: 1-31.

1. Система керування зчепленням.

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

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

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

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

При зменшенні кутової швидкості вала двигуна поворотні пружини відводять колодки від барабана.

Автоматичне зчеплення (рис. 4.1) дозволяє здійснювати плавне рушення автомобіля з місця, а також може застосовуватися разом із сервомеханізмом включення з метою забезпечення цілком автоматичного переключення передач. До інших функцій автоматичного зчеплення можна віднести дії із керування стискальним зусиллям під час прискорення автомобіля і з переривання потоку потужності під час гальмування.

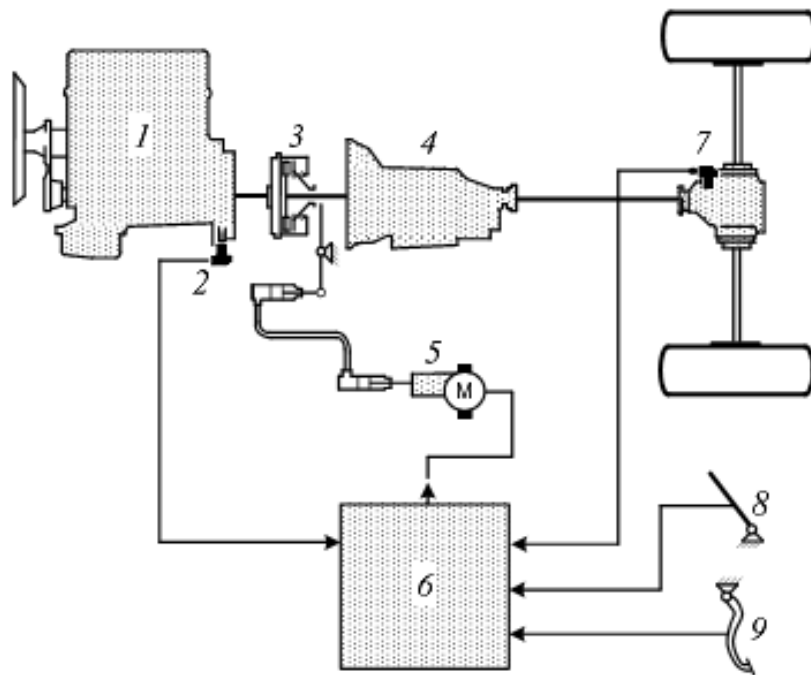


Рис. 4.1 - Автоматичне зчеплення:

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

2. Автоматичні коробки передач.

Коробка передач призначена для зміни передаточного числа трансмісії з метою одержання сил тяги на ведучих колесах і швидкостей руху автомобіля в більш широких межах,

чим це може бути здійснено за рахунок зміни режимів роботи двигуна. Крім того, коробка передач дозволяє здійснити рух автомобіля заднім ходом і роз'єднати вал (shaft) двигуна від ведучих коліс на тривалий час, що необхідно при роботі двигуна на стоянці або при русі накатом.

Автоматичні коробки передач (automatic transmission) виконують операції із перемикання передач без участі водія. Втрати потужності в автоматичній коробці передач істотно більші, ніж у механічній. Однак це компенсується перевагами, пов'язаними з можливістю підтримки роботи двигуна в максимально економічному режимі. Автоматична коробка передач містить (рис. 4.2):

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

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

- кілька планетарних механізмів;

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

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

- систему керування для вибору і плавного переключення передач відповідно до програми, установленної водієм автомобіля (табл. 4.1);

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

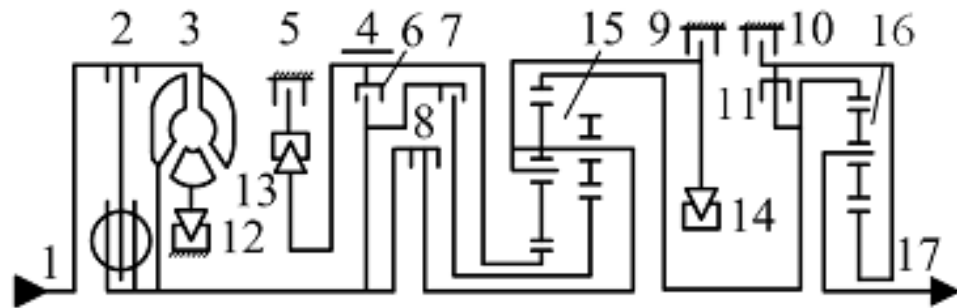


Рис. 4.2 – Схема п’ятиступінчатої автоматичної коробки передач (ZF S HP 18):

1 – ведучий вал; 2 – блокувальна муфта; 3 – гідротрансформатор; 4 – стрічкове гальмо; 5-11 – багатодискові фрикціони і гальма; 12-14 – механізми вільного ходу; 15 і 16 – планетарні механізми; 17 – ведений вал.

Таблиця 4.1 – Діаграма перемикання передач

Передача	Елемент передачі (рис. 4.1)									Передаточне число	
	2	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	○				●			○	●		3,67
2	○	●	●		●				●		2,00
3	○	●	●		●					●	1,41
4	○		●		●	●				●	1,00
5	○	●	●			●				●	0,74
Задній хід	○			●				●	●		4,10

● – включено; ○ – може бути включено

Автоматичні коробки передач, установлені на легкових автомобілях, мають в основному 4, 5 чи 6 передач переднього ходу. Діапазон механічного перетворення знаходиться в межах від 3,0 до 6,0.

Автоматичні коробки передач для вантажних автомобілів можуть мати від 4 до 8 передач переднього ходу. Діапазон механічного перетворення змінюється в межах від 2 до 10. Ці коробки передач часто мають убудовані гідродинамічні сповільнювачі, а також гідронасос, великий піддон для нагромадження рідини та охолоджувач рідини.

Системи керування автоматичних коробок передач, у яких застосовується тільки гідравліка, починають витіснятися

системами, у яких поєднуються елементи електроніки і гідравліки (гідравлічний привід зберігається тільки для фрикціонів). До переваг застосування електроніки відносяться:

- можливість установлювати кілька різних програм переключення передач;
- велика плавність включення передачі;
- гнучкість і пристосовуваність до різних типів автомобілів;
- застосування спрощених гідравлічних ланцюгів керування і механізмів вільного ходу.

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

Електродинамічні перетворювачі утворюють зв'язок між електронними і гідравлічними ланцюгами, у той час як соленоїдні клапани пускають у хід фрикціони. При цьому використовуються аналогові чи цифрові регулятори тиску.

Керування переключенням передач. Під час вибору необхідної передачі системою (рис. 4.3) запитуються дані про частоту обертання веденого вала коробки передач і двигуна, перш ніж спрацює відповідний соленоїдний клапан. Водій може вибрати необхідну програму переключення передач, наприклад, для забезпечення максимальної паливної економічності чи максимального швидкісного режиму. У процес переключення передач можна також у будь-який момент утрутитися за допомогою ручного переключення передач важелем.

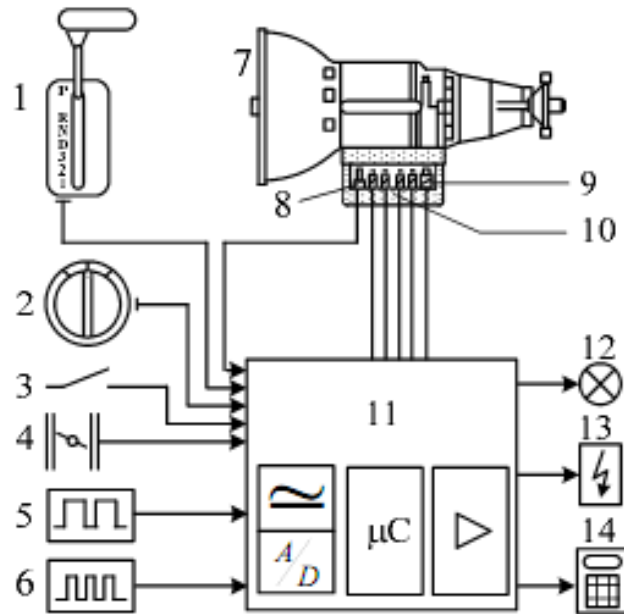


Рис. 4.3 – Схема електронного керування коробкою передач.

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 (сигнал t_i); 6 - частота обертання колінчатого вала двигуна (сигнал запалювання); 7 - коробка передач; 8 - датчик частоти обертання веденого вала (хв-1); 9 - регулятор тиску; 10 - соленоїдні клапани; 11 - електронний блок керування (ЕБУ); 12 - індикатор відмов; 13 - зменшення крутного моменту двигуна регулюванням запалювання; 14 - блок діагностики.

Інтелектуальні програми переключення передач оптимізують керування автомобілем, поповнюючи стандартні дані керування коробкою передач допоміжними параметрами, такими, як поздовжнє і поперечне прискорення і швидкість переміщення педалей гальма і подачі палива. Складна програма керування дозволяє вибирати відповідну передачу як для поточних умов руху автомобіля, так і для стилю керування. Наприклад: Porsche Tiptronic (рис. 4.4) забезпечується коробкою передач ZF 4 HP 22, що працює за програмою інтелектуального перемикування передач. У даній системі

поєднуються режими автоматичного та активного індивідуального керування автомобілем.

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



Рис. 4.4 – Діаграма процесу переключення передач Tiptronic.

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

Контроль якості 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 передачі.

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

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

3. Повно привідні автомобілі.

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 роздавальної коробки (яка має понижувальну передачу для руху на крутих уклонах, при низьких швидкостях і для передачі високих крутних моментів).

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

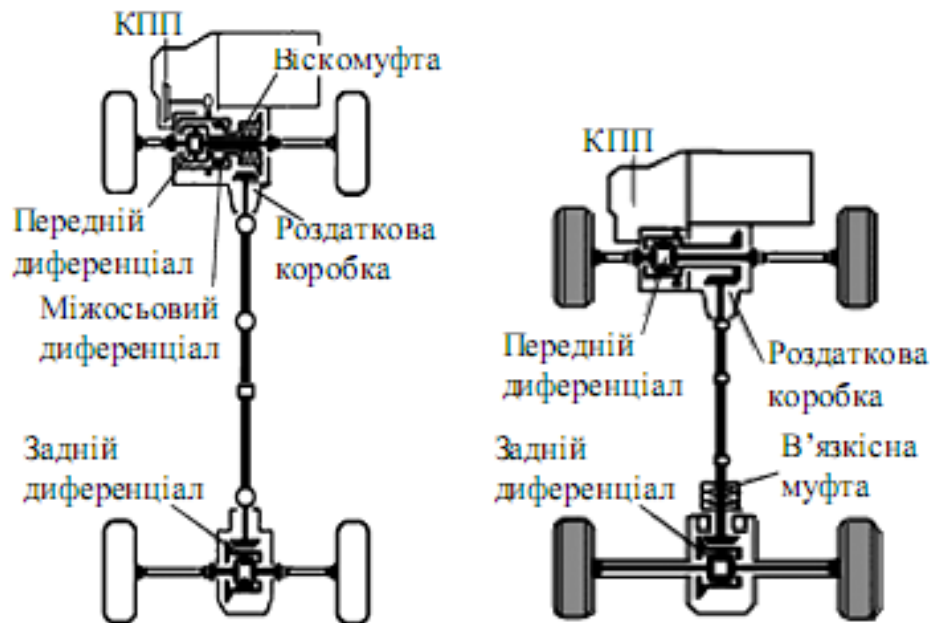


Рис. 4.5 – Схеми повного приводу з в'язкісною муфтою.

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

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

4. Системи 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. 4.6) підтримує проковзування ведучих коліс в межах допустимого рівня, виконуючи такі функції:

- підвищення сили тяги;
- підтримання курсової стійкості автомобіля.

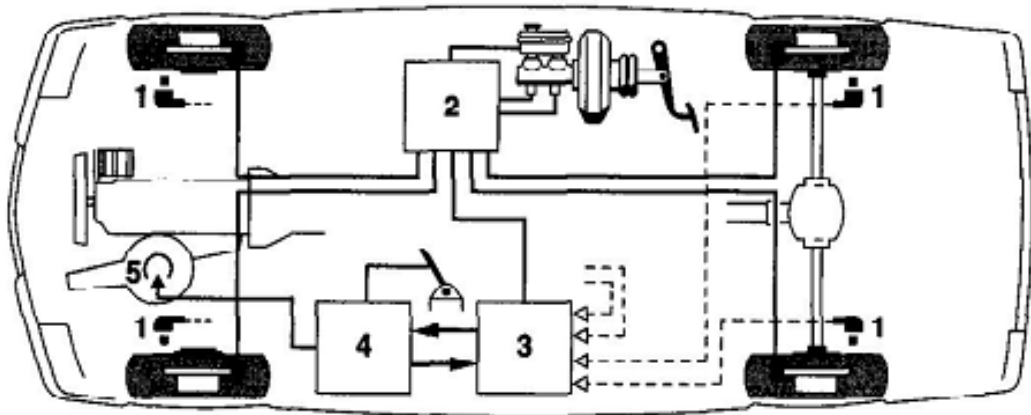


Рис. 4.6 - Система ABS/TCS для легкових автомобілів.

1 - датчик частоти обертів колеса; 2 - гідравлічний модулятор TCS; 3 - блок керування TCS; 4 - блок керування ETC (EGAS); 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)).

Тема 5: Системи керування підвіскою.

План:

- 1. Призначення та особливості будови електронних систем керування підвіскою.**
- 2. Керовані системи підвісок.**
- 3. Електронне керування жорсткістю підвіски, амортизаторами та регулювання висоти кузова.**

Література: 1-31.

1. Призначення та особливості будови електронних систем керування підвіскою.

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

Електронні системи автоматичного керування підвіскою призначені для підвищення безпеки і комфортабельності автомобіля шляхом автоматичної зміни пружності ресор і опору амортизаторів. Підвищення безпеки забезпечується шляхом збільшення жорсткості підвіски при русі з великою швидкістю по хороших дорогах, що зменшує крен автомобіля при виконанні поворотів та осідання при рушанні з місця, перемиканні передач і гальмуванні. Підвищення комфортності досягається шляхом зменшення жорсткості підвіски при русі з невеликою швидкістю, особливо по поганих дорогах. Крім того, зменшення крену і осідання кузова також дещо підвищує комфортність автомобіля. Електронний блок керування підвіскою працює на основі сигналів, що надходять від датчиків швидкості, положення рульового колеса, інтенсивності гальмування, кута відкриття дросельної заслінки, рівня кузова та тиску в системі (рис. 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 перепускного отвору.



Рис. 5.1 – Структурна схема електронного керування підвіскою.

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

2. Керовані системи підвісок.

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

Системи, що частково навантажуються (рис. 5.2, 5.3).

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.

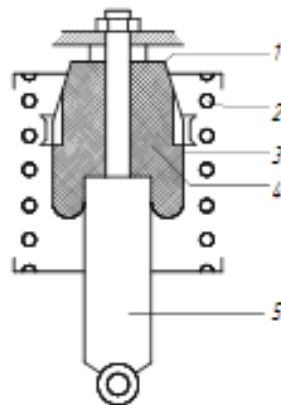


Рис. 5.2 – Пневмопідвіска з вирівнюванням навантаження (частково навантажена система):
1 - повітряний штуцер; 2 - сталевая пружина; 3 - додаткова пневмопружина; 4 - газова камера; 5 – амортизатор.

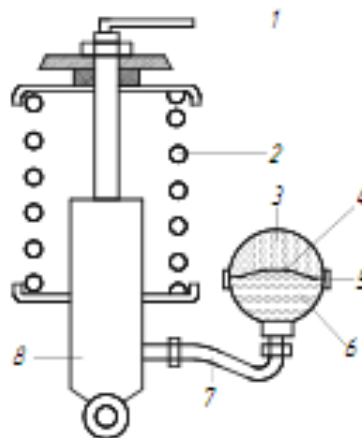


Рис. 5.3 – Гідропневматична система вирівнювання навантаження (частково навантажена система):
1 - подача рідини; 2 - сталевая пружина; 3 - акумулятор; 4 - газова камера; 5 - гумова діафрагма; 6 - рідина; 7 - шланг; 8 – амортизатор.

Переваги електронного керування:

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

Додаткові переваги для вантажних автомобілів великої вантажопідйомності:

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

Цілком навантажені системи підвіски.

Пружна дія забезпечується за допомогою газового елемента підвіски, у якій відсутні спіральні пружини (рис. 5.4). Керованими можуть бути одна чи обидві осі автомобіля.

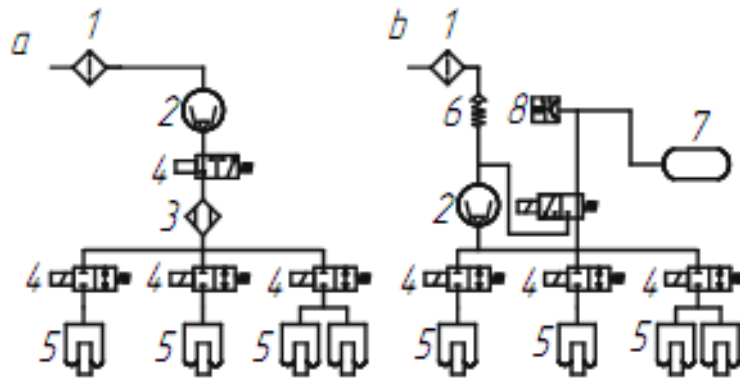


Рис. 5.4 – Система вирівнювання навантаження (цілком навантажена система):

а - розімкнута система; б - замкнута система; 1 - фільтр; 2 - компресор;
3 - осушувач; 4 - соленоїдний клапан; 5 - пневмоамортизатор; 6 - зворотний клапан; 7 - пневмобалон; 8 - датчик тиску.

Якщо необхідно керувати всіма осями, система повинна містити електронний блок керування зі спеціальною програмою керування, що враховує такі фактори, як зміна навантаження на вісь, щоб запобігти нахилу автомобіля чи його перекидання, і в той же час розпізнавати системні помилки.

Розімкнута система.

Переваги: порівняно проста конструкція і керування.

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

Замкнута система.

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

Недоліки: відносно складна конструкція.

Пневмоамортизатори по масі значно менші, ніж гідропневмо-амортизатори.

Активна підвіска.

В активній підвісці (рис. 5.5) контролюються параметри як пружності, так і демпфірування.

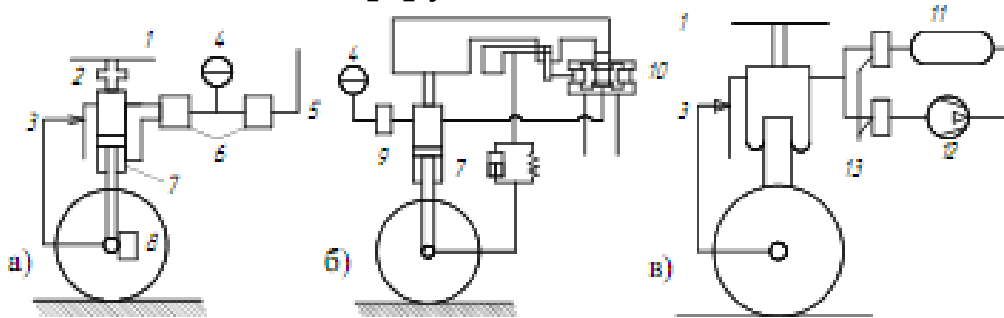


Рис. 5.5 – Активна підвіска:

а - гідравлічна підвіска; б - гідропневматична підвіска; в - пневматична підвіска; 1 - кузов автомобіля; 2 - датчик колісного навантаження; 3 - датчик переміщення; 4 - акумулятор; 5 - лінія від насоса; 6 - сервоклапан; 7 - гідравлічний циліндр; 8 - датчик прискорення; 9 - демпфер; 10- розподільний клапан; 11 - ресивер; 12 - компресор; 13 - соленоїдний клапан.

Конструкції, що містять гідравлічний циліндр.

За допомогою зовнішнього джерела генерується енергія для прискорених регулювань роботи гідравлічного циліндра, датчиками забезпечується зв'язок між циліндром і кузовом автомобіля. Датчики колісного навантаження, переміщення і прискорення передають сигнали електронному блоку керування (ECU) у межах декількох мілісекунд.

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

Конструкції гідропневматичних підвісок.

Структурні коливання регулюються за допомогою розподілу потоків гідравлічної рідини в гідропневматичному контурі підвіски. З метою зменшення потреб в енергії дія системи обмежується згладжуванням нерегулярних низьких

частот коливань; газовий акумулятор з'єднаний з гідроциліндром і гасить коливання більш високих частот.

Конструкції пневматичних підвісок.

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

3. Електронне керування жорсткістю підвіски, амортизаторами та регулювання висоти кузова.

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

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

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

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

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

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

Електронний блок керування (ЕБК) силою опору амортизаторів виконується на цифрових схемах (рис. 5.6). 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.

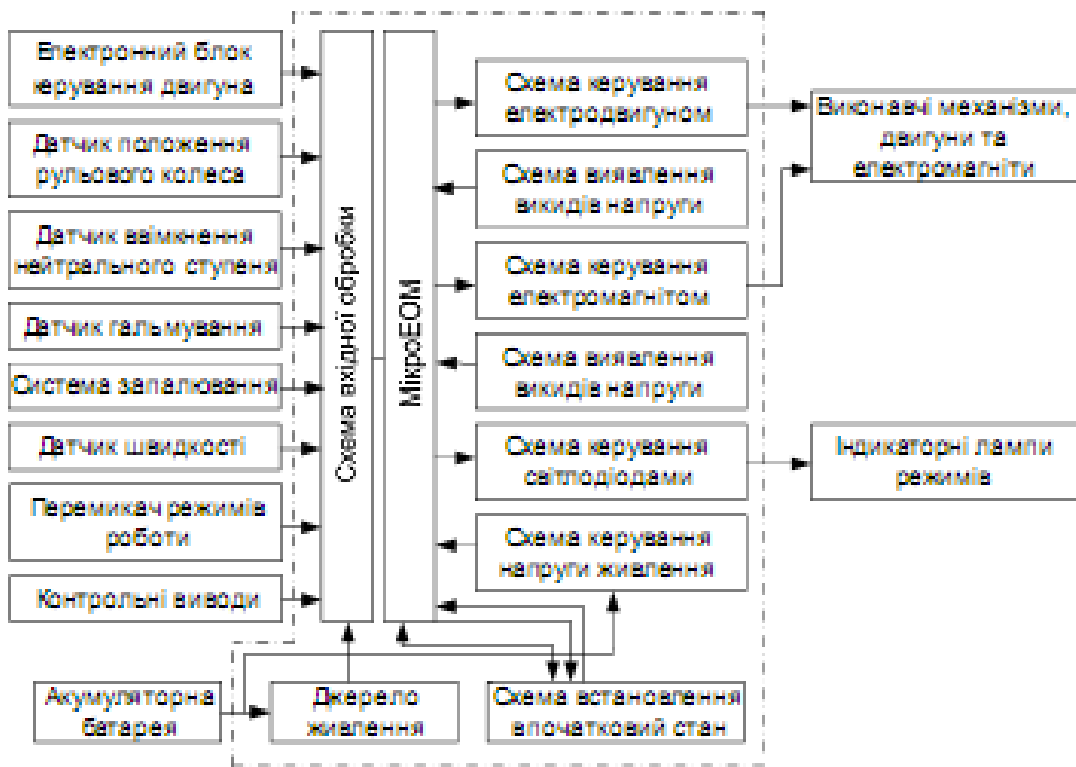


Рис. 5.6 – Структурна схема ЕБК амортизатором.

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

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

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

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

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

Клапан PDC (рис. 5.7) 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.

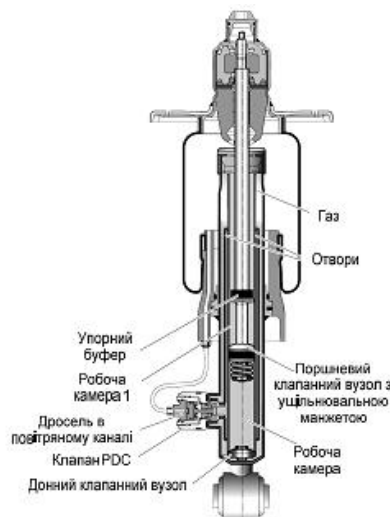


Рис. 5.7 – Будова клапана PDC.

Керування висотою кузова забезпечується звичайно за допомогою пневматичних пружних елементів, установлених на всіх чотирьох (рис. 5.8) або тільки двох задніх колесах.

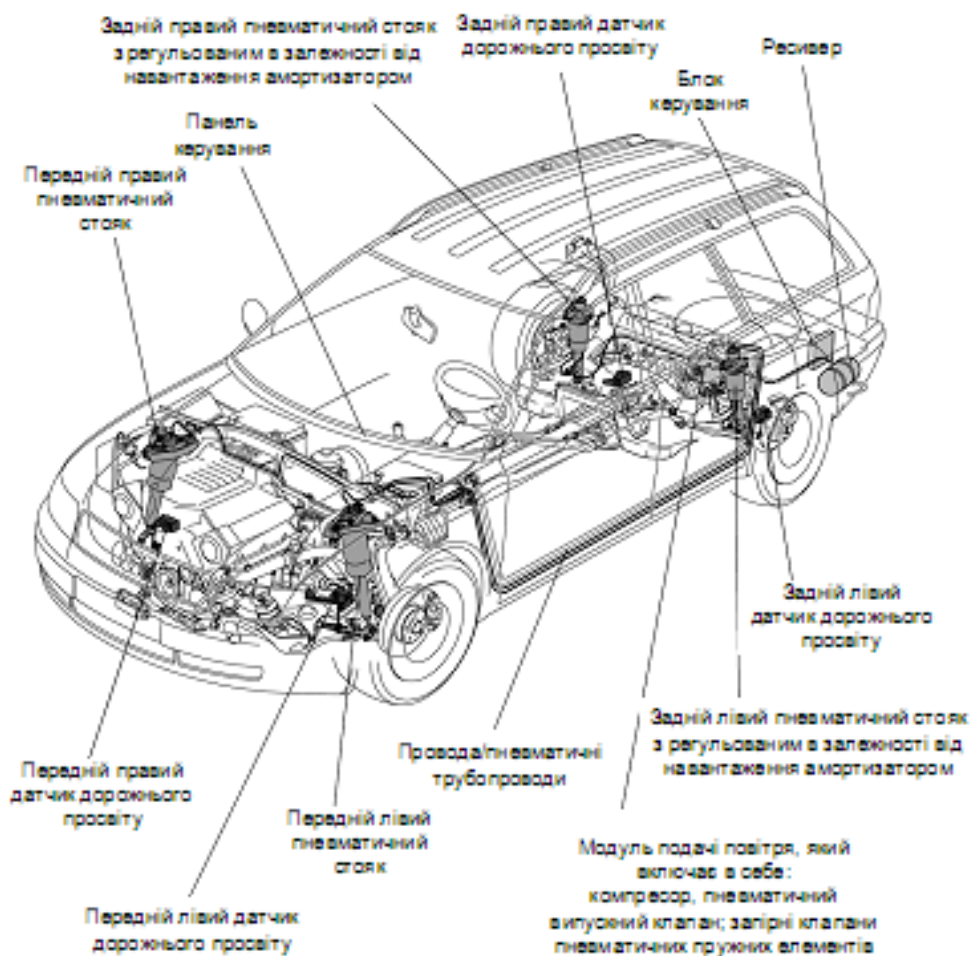


Рис. 5.8 – Складові пневмопідвіски з електронним регулюванням.

Подана на рис. 5.8 пневмопідвіска є повністю несучою підвіскою з регулюванням рівня, звичайними амортизаторами на передній осі та регульованими в залежності від навантаження амортизаторами задньої осі. Дорожній просвіт в області кожного колеса автомобіля визначається за допомогою 4-х датчиків регулювання дорожнього просвіта. Пневматичний пружний елемент кожного стояка має власний запірний клапан, таким чином, підвіска кожного колеса регулюється індивідуально.

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

Регулювання висоти кузова автомобіля здійснює ЕБК, структурна схема якого подана на рис. 5.9. Сигнал від датчиків висоти надходить в ЕБК. Якщо поточна висота відрізняється від номінальної, ЕБК регулює тиск у пружних елементах, включаючи електродвигун компресора (для збільшення тиску) або соленоїд випускного клапана (для зменшення тиску). У такий спосіб забезпечується постійна незалежна від навантаження на підвіску висота кузова.

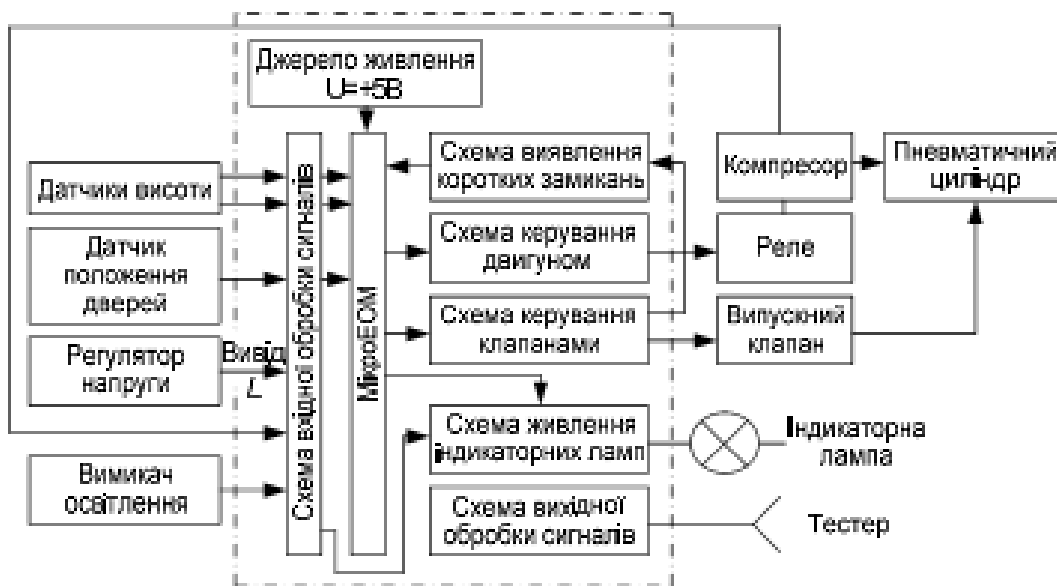


Рис. 5.9 – Структурна схема ЕБК висоти кузова.

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

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

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

На легкових автомобілях як пружні елементи використовуються пневмобалони рукавного типу (рис. 5.10, 5.11). При малих габаритах така конструкція забезпечує велику деформацію пружного елемента.

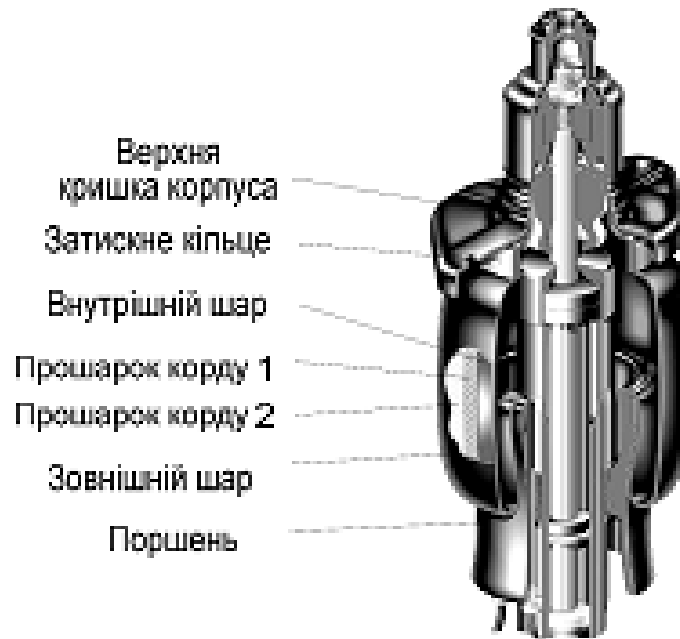


Рис. 5.10 – Схема пневматичного пружного елемента, виконаного співвісно з амортизатором.

Як видно з рис. 5.10, пневматичний пружний елемент складається з верхньої кришки корпусу, гумокордного рукавного елемента, поршня (нижньої кришки корпусу) та затискного кільця. Зовнішній та внутрішній шар виготовляють з високоякісного еластомера. Матеріал стійкий до будь-яких атмосферних впливів і є мастиlostійким. Внутрішній шар повітронепроникний. Каркас сприймає зусилля, які виникають завдяки внутрішньому тиску в пневмобалоні.

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

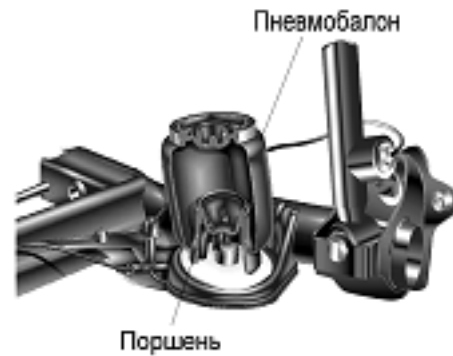


Рис. 5.11 – Схема рознесеного розташування пневмобалона і амортизатора.

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. 5.12.

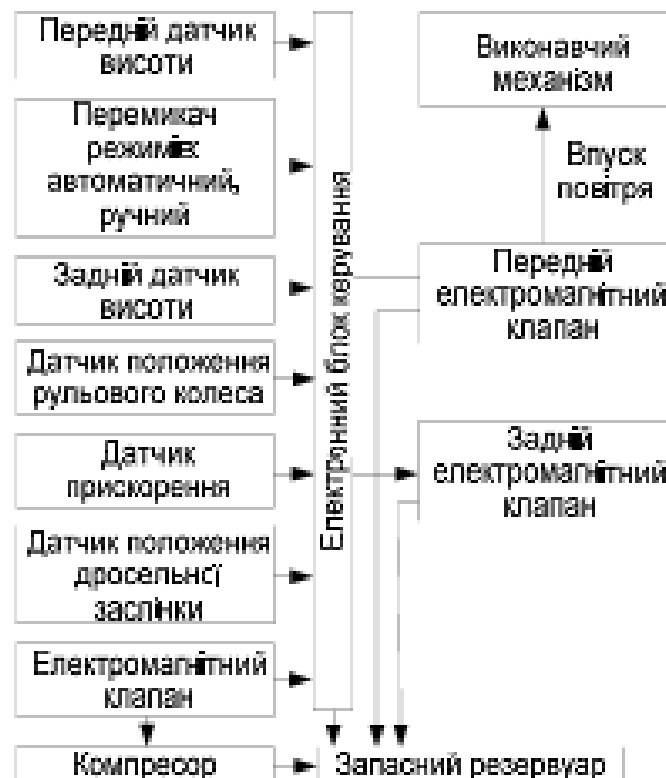


Рис. 5.12 – Структурна схема керування жорсткістю підвіски автомобіля Toyota.

Тема 6: Керування гальмовими системами.

План:

- 1. Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та способи її передачі.**
- 2. Антиблокувальні системи.**
- 3. Системи регулювання гальмівних зусиль.**
- 4. Повністю електронні системи.**
- 5. Керування гальмовою системою при круїз-контролі.**

Література: 1-31.

- 1. Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та способи її передачі.**

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

В залежності від виду енергії, що використовується для керування гальмовими системами (рис. 6.1), останні поділяються на мускульні, енергопостачальні, безмускульні та інерційні.



Рис. 6.1 – Схема гальмової системи (вантажний автомобіль-тягач).

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

2. Антиблокувальні системи.

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

При розробці системи АБС беруть до уваги:

- варіанти зчеплення між шиною і дорогою;
- нерівності дорожнього покриття, що викликають коливання коліс і осей;
- гальмівний гістерезис;
- зміни тиску в головному гальмовому циліндрі при впливі водія на педаль гальма;
- зміни радіуса колеса (при встановленні запасного колеса).

Критерії якості керування:

- підтримка курсової стійкості під час керування автомобілем шляхом забезпечення достатньої величини поперечної сили зчеплення на задніх колесах;
- підтримка керованості автомобіля шляхом забезпечення достатньої поперечної сили зчеплення на передніх колесах;
- зменшення гальмівного шляху в порівнянні з гальмуванням із заблокованими колісьми;
- швидка зміна гальмівних моментів для різних коефіцієнтів зчеплення, наприклад, коли автомобіль рухається через невеликі ділянки льоду на дорожнім покритті;
- контроль низьких амплітуд зміни гальмівного моменту з метою попередження вібрацій у зубчастих передачах;

- високий рівень комфорту руху в результаті незначного впливу зворотного зв'язку на педаль гальма і застосування безшумних виконавчих механізмів.

Незалежно від конструкції АБС має складатися з таких елементів:

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

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

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

відрізняються за складністю, вартістю реалізацією і за ступенем задоволення поставлених вимог.

Розглянемо процес роботи АБС з алгоритмом функціонування засповільненням загальмованого колеса.

Рівняння руху загальмованого колеса має вигляд:

$$J_k \varepsilon_{zk} = M_z - M_\varphi, \quad (6.1)$$

де J_k – момент інерції колеса;

ε_{zk} – кутове сповільнення колеса;

M_z – момент, що створюється гальмівним механізмом;

M_φ – момент, можливий при зчепленні колеса з опорною поверхнею.

Використовуючи рівняння (6.1), можна побудувати графік процесу роботи АБС за сповільненням (рис. 6.2). На рисунку нанесено такі залежності: залежність моменту на загальмованому колесі, що реалізується за зчепленням від відносного проковзування $M_\varphi = f(s)$; залежність моменту, що створюється гальмівним механізмом на загальмованому колесі, від відносного проковзування в процесі автоматичного регулювання $M_z = f(s)$.

Натискання на педаль гальма викликає зростання гальмівного моменту (ділянка 0 – 1 – 2). На всій ділянці, щ викликає сповільнення колеса зі збільшенням відносного проковзування. Особливо швидко сповільнення зростає на ділянці 1 – 2, де різниця $M_z - M_\varphi$ раптово зростає в результаті зниження M_φ , а сповільнення прямо пропорційно цій різниці:

$$\varepsilon_{zk} = \frac{(M_z - M_\varphi)}{J_k}, \quad (6.2)$$

Різде зростання сповільнення свідчить про те, що відносне проковзування стало дещо більшим $s_{кр}$. Це стає підставою для подачі блоком керування в точці 2 команди модулятору на зниження тиску в гальмівному приводі. Точка 2 відповідає першій команді («вставка»). За поданою командою гальмівний момент M_z знижується і в точці 3 стає рівним моменту за зчепленням: $M_z = M_\varphi$, а сповільнення $\varepsilon_{zk} = 0$. Нульове значення сповільнення служить другою «вставкою», за

якою блок керування дає команду модулятору на підтримання в гальмівному приводі постійного тиску, а, отже, сталого гальмівного моменту M_z . В даній фазі $M_\varphi > M_z$ і $\varepsilon_{зк} = \frac{(M_\varphi - M_z)}{J_k}$, тобто $\varepsilon_{зк}$ змінює знак і колесо починає прискорюватись. Максимальне значення прискорення відповідає максимальній різниці $M_\varphi - M_z$, що має місце в точці 4, яка є третьою «вставкою». В точці 4 блок керування дає команду модулятору на збільшення тиску в гальмівному приводі, і описаний цикл повторюється, дозволяючи підтримувати відносно проковзування в інтервалі, що забезпечує високі значення поздовжнього і поперечного коефіцієнтів зчеплення.

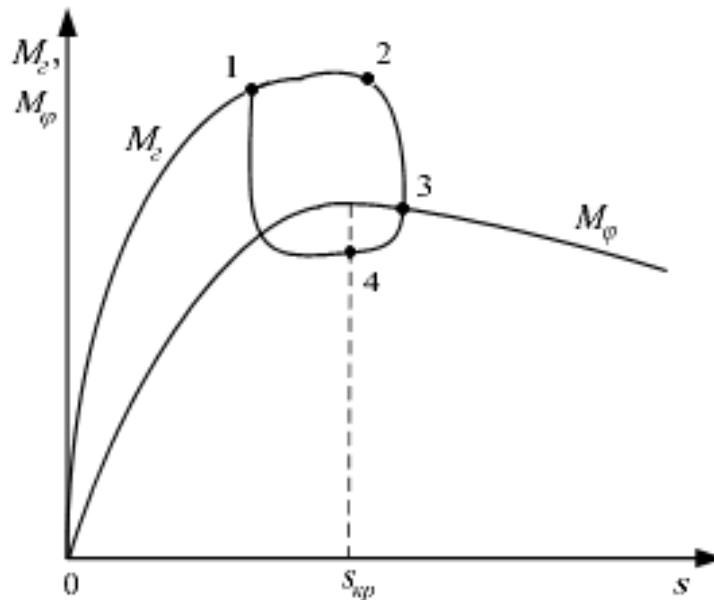


Рис. 6.2 – Графік процесу роботи АБС за сповільненням.

Процес роботи АБС може реалізовуватися за дво- чи трифазними циклами. При двофазовому циклі: перша фаза зростання тиску; друга фаза – скидання тиску. При трифазовому циклі: перша фаза – зростання тиску; друга – зниження тиску; третя фаза – підтримання тиску на постійному рівні.

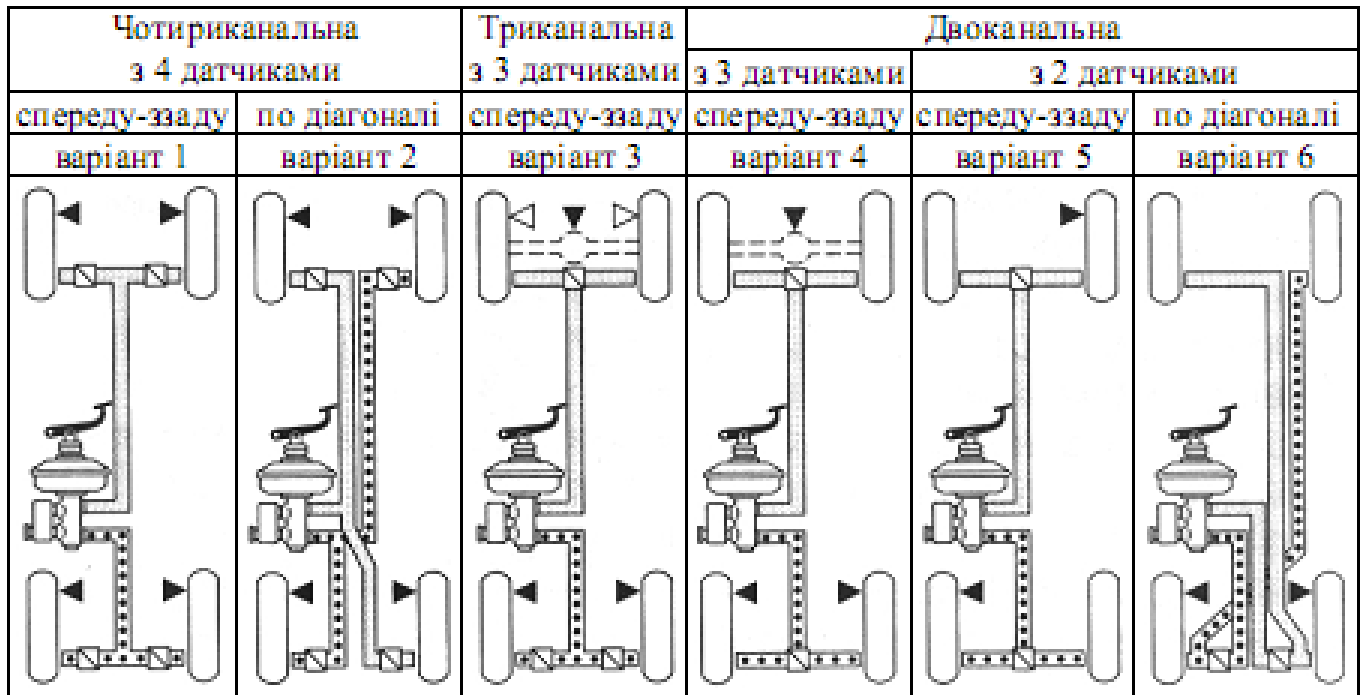
Розглянемо деякі варіанти систем АБС (табл. 6.1), що є найбільш поширеними [5].

Чотириканальна система (варіанти 1, 2). Допускає окремий контроль тиску в двоконтурних системах зі з'єднанням по мостах (схема ||) та з діагональним з'єднанням (схема ×). 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 тричи чотириканальні.

Таблиця 6.1 – Варіанти систем АБС



▶ – датчик;

▷ – датчик, альтернативний відносно датчика диференціала;

◻ – канал керування.

Основні складові частини електронного блока керування ABS фірми Bosch (рис. 6.3):

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.

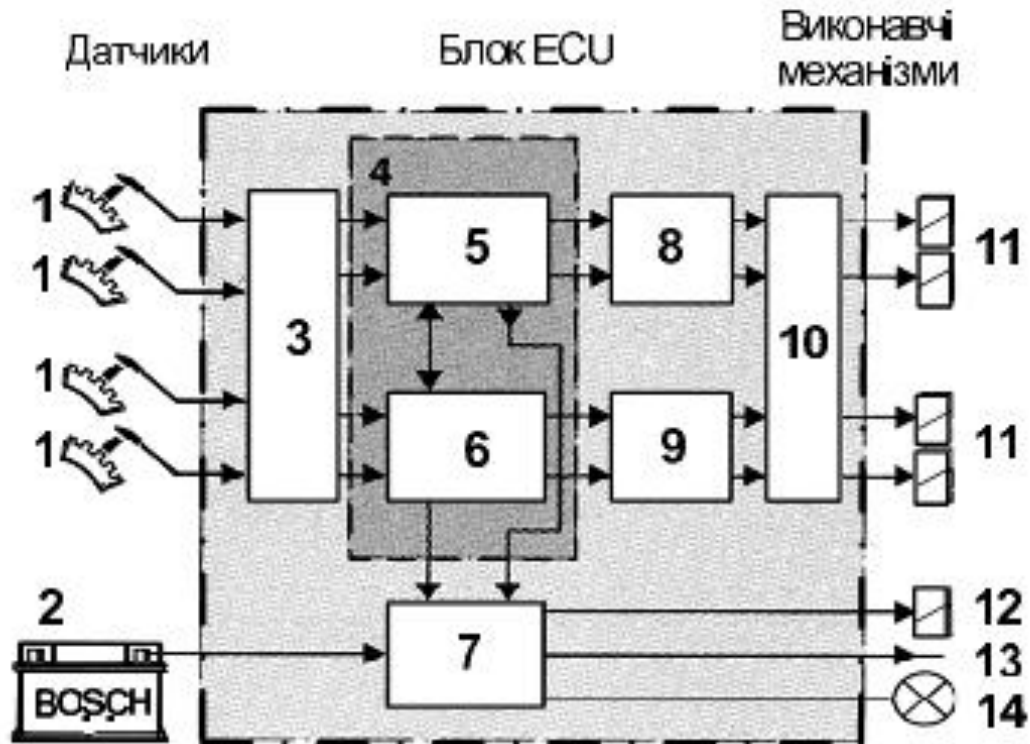


Рис. 6.3 – Схема електронного блоку керування ABS фірми Bosch.

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, обробляючи 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 ABS не функціонує. Однак гальмова система зберігає повну роботоздатність 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 ABS. Блок також виконує діагностування відповідно до стандартів ISO, що дає можливість відслідковувати несправні компоненти ABS за допомогою сигнальної лампи чи вимірювального пристрою.

В наш час розвиток ABS йде по двох діаметрально протилежних напрямках. Для автомобілів високого класу створюються найбільш ефективні інтегровані чотириканальні ABS, а для масових дешевих моделей ведеться розробка спрощених варіантів, що вбудовуються в серійні гальмові системи як додаткове устаткування. ABS 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 ABS 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. Системи регулювання гальмівних зусиль.

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

За підсумками нових досліджень, проведених Університетом Айови при активній участі Національної адміністрації безпеки руху США (NHTSA), виявилось, що наявність системи курсової стійкості ESP в автомобілі значно знижує імовірність виникнення серйозної аварії. В рамках цих досліджень звичайним водіям пропонувалось пройти випробування на спеціальному автомобільному симуляторі National Advanced Driving Simulator (NADS), який імітував виникнення аварійної ситуації на дорозі при керуванні автомобілем із системою ESP та без неї.

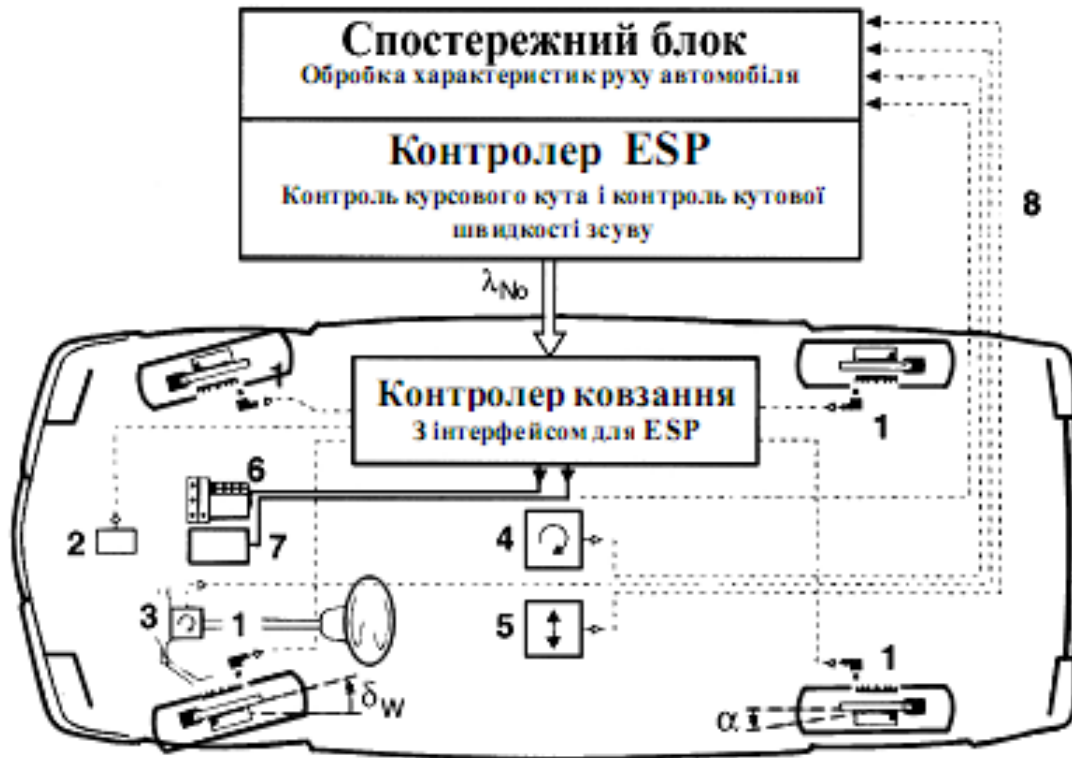


Рис. 6.4 – Електронна система керування гальмами ESP.

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; δ_w - кут повороту переднього колеса; λ_{No} - номінальне проковзування шини.

Таблиця 6.2 – Системи регулювання стійкості автомобіля

Назва	Призначення
ESP = Electronic Stability Program (Mercedes, Audi)	На будь-якій швидкості і при будь-якому дорожньому покритті запобігають заносу автомобіля завдяки цілеспрямованому
VDC = Vehicle Dynamics Control (Subaru)	пригальмовуванні коліс і завдяки втручанню в систему керування двигуном.
DSC = Dynamic Stability Control (BMW)	
VSC = Vehicle Stability Control (Toyota)	
VSA = Vehicle Stability Assist (Honda)	
StabiliTrack; = Stability Traction (GM)	Тільки для передньопривідних автомобілів. Додаткова роздавальна коробка з багатодисковою муфтою передає на зовнішнє колесо при повороті більший привідний момент, запобігаючи в такий спосіб ефекту недостатньої поворотності, поліпшуючи стійкість автомобіля.
ATTS = Activ Torque Transfer System (Honda)	

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 % 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.

4. Повністю електронні системи.

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

В цих системах електронний важіль гальма не створює тиск в приводі, а лише діє на датчики, які передають сигнал електронному блоку керування. В свою чергу ЕБК направляє цей сигнал на колісні модулятори. Модулятори регулюють гальмове зусилля на кожному колесі окремо, причому конструкція виконавчих механізмів аналогічна гальмівним пристроям АБС. Необхідний робочий тиск створюється модулятором тиску. З метою підвищення безпеки при будь-яких несправностях в системі гальмівний тиск може бути створений, як звичайно, в гальмівному контурі з головним

гальмівним циліндром. В автомобіль, оснащений таким обладнанням, можуть бути вбудовані крім АБС, ТСS і ESP, ще й системи адаптивного круїз-контролю та автоматичного паркування.

Електронна пневматична система зображена на рис. 6.5. Підвищення швидкодії в системі досягається заміною пневматично керуючого сигналу на електронний. У результаті вона спрацьовує негайно при натисканні на гальмову педаль, на якій установлені датчики, що передають сигнали в блок керування. Після миттєвої обробки сигналів ЕОМ передає відповідні команди електропневматичним клапанам, розташованим рядом з кожним гальмовим циліндром. Останні в цьому випадку спрацьовують набагато швидше, ніж у звичайній пневмосистемі.

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

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

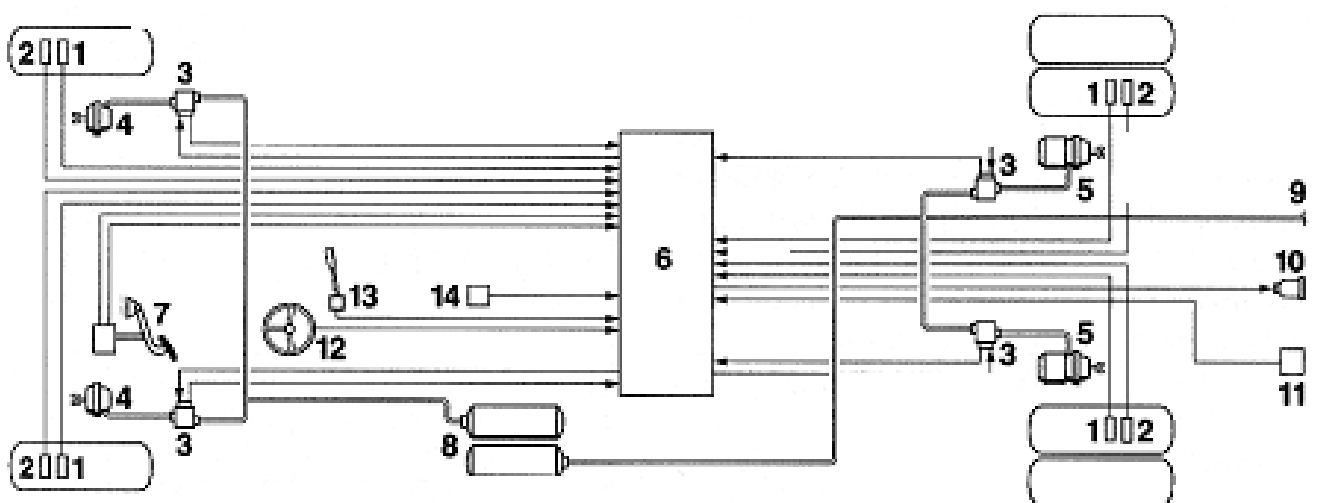


Рис. 6.5 – Електропневматична гальмова система двовісного тягача.

1 – датчик швидкості обертання коліс; 2 – датчик зносу фрикційних накладок; 3 – клапан керування; 4 – гальмівний циліндр переднього колеса; 5 – гальмівний циліндр заднього колеса; 6 – електронний блок керування; 7 – педаль гальма; 8 – ресивер; 9 – пневмомагістраль живлення причепа; 10 – орган керування гальмовою системою причепа; 11 – датчик зусилля на зчпному пристрої; 12 – датчик положення рульового колеса; 13 – контрольний датчик сповільнювача і системи гальмування двигуном; 14 – датчик повороту навколо вертикальної осі / поперечного прискорення.

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

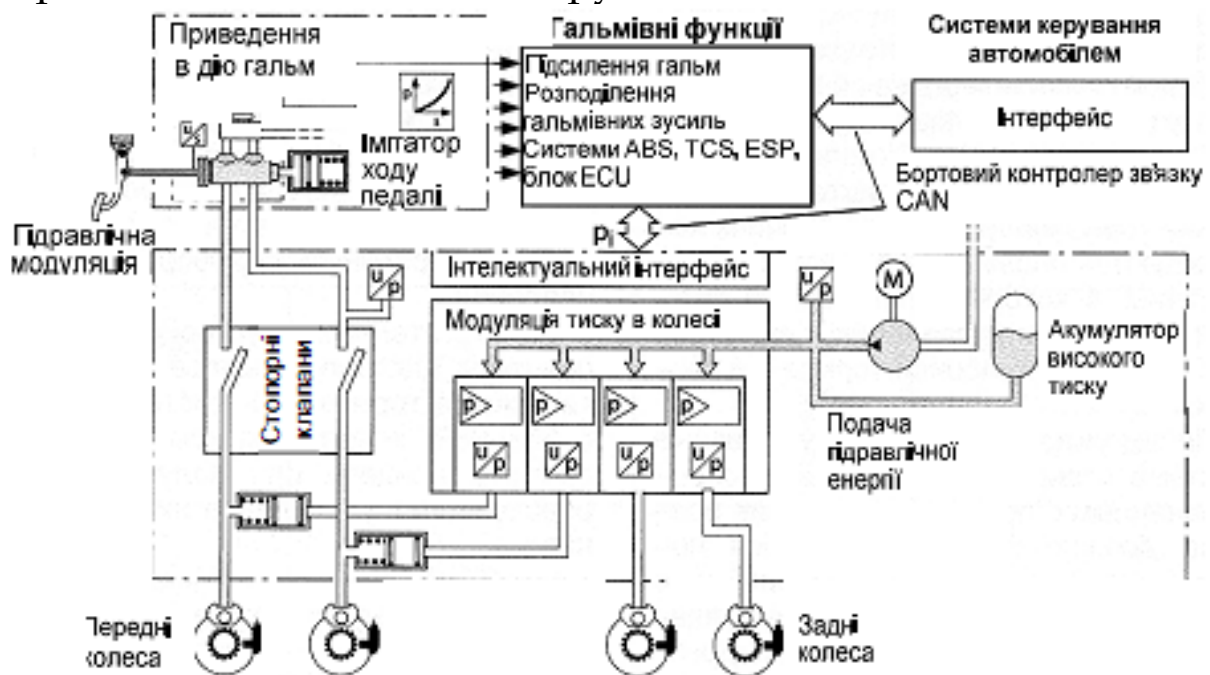


Рис. 6.6 – Електрогідравлічна гальмова система.

Для забезпечення безпеки в системі використовується два окремих датчики (один – на виконавчому механізмі для визначення ходу педалі та інший – датчик тиску в гідравлічному модуляторі) для визначення «запиту на гальмування» і передачі його в блок ECU, який з'єднаний з

сервоприводом гальм і системами ABS, TCS і ESP. Датчики цих систем забезпечують ECU даними про динаміку автомобіля – швидкість руху, здійснення поворотів і рух коліс. Використовуючи цю інформацію, ECU обчислює сигнали і подає їх до гідравлічного модулятора, де вони перетворюються в тиск гальм для окремих коліс. Насос з електроприводом, разом з акумулятором високого тиску і системою контролю тиску, забезпечує подання гідравлічного тиску.

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

5. Керування гальмовою системою при круїз-контролі.

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

Найбільш важливим компонентом в системі ACC (рис. 6.7) є радіолокаційний датчик, за допомогою якого визначається відстань до автомобіля, що рухається попереду, відносна швидкість руху та відносне положення транспортних засобів.

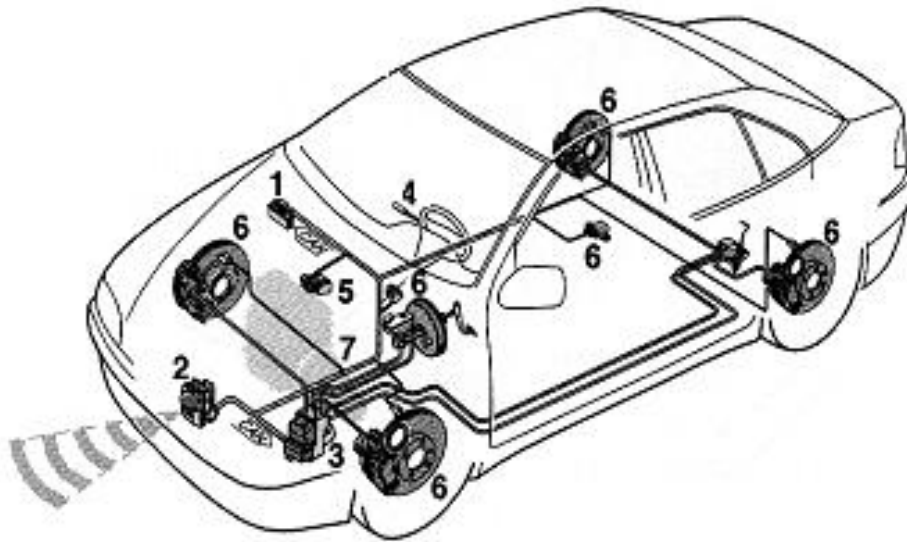


Рис. 6.7 – Компоненти системи адаптивного круїз-контролю.

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

Для забезпечення надійної роботи системи АСС важливо, щоб автомобілі, що рухаються попереду, розташовувались в межах смуги руху. Інформація від датчиків програми ESP (рис. 6.8) використовується для визначення фактичної кривої руху транспортного засобу, оснащеного АСС. Додаткова інформація про транспортний потік визначається за допомогою радіолокаційних сигналів.

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

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

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

Система АСС не передбачає операції із керування автомобілем в міських умовах, а лише при русі по автомагістралях при швидкостях більших 30 км/год. Розширення функцій для роботи системи в міських умовах потребує значного удосконалення функціональних можливостей використовуваних датчиків, призначених для контролю навколишніх умов руху. Це не можливо здійснити за рахунок радіолокаційної системи, яка працює при частоті 76,6 ГГц.



Рис. 6.8 – Основна структура керування системи АСС.

Тема 7: Інформаційні контрольно-діагностичні системи.

План:

1. Інформаційна система автомобіля.
2. Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики.
3. Бортові контролери і системи зв'язку.
4. Система керування CARTRONIC.

Література: 1-31.

1. Інформаційна система автомобіля.

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



Рис. 7.1 – Структура інформаційної системи транспортного засобу.

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

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

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

2. Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики.

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

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

Інформація про динаміку руху автомобіля, на яку водій повинен реагувати, відображається на щитку приладів. Проекційний бортовий індикатор (head-up display (HUD)), за допомогою якого інформація відображається на вітровому склі, особливо ефективний для передачі інформації при збереженні основної уваги водія на дорожній ситуації, наприклад, у випадку необхідності відображення попереджень системи адаптивного круїз-контролю (ACC). Інформація про стан систем і агрегатів або запрошення до діалогу відображаються на центральній консолі панелі приладів. Інформація розважального характеру відображається в задній частині автомобіля, для того, щоб не відволікати увагу водія.

Зона інформування водія в салоні транспортного засобу та використовувані технології відображення пройшли декілька стадій розробки (рис. 7.2, 7.3): персональні та комбіновані контрольно-вимірювальні прилади (КВП); цифрові дисплеї; графічні модулі; персональні модулі з комп'ютерним монітором, проекційні бортові індикатори.

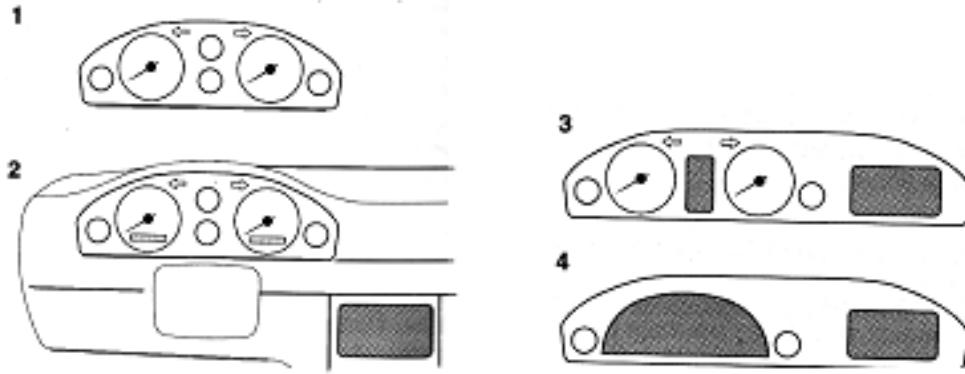


Рис. 7.2 – Зони інформування водія.

1 – стрілкові пристрої; 2 – стрілкові пристрої з дисплеями на рідких кристалах типу TN і окремими активно-матричними рідкокристалічними дисплеями AMLCD на центральній консолі панелі приладів; 3 – стрілкові пристрої з дисплеями на рідких кристалах типу (D)STN та інтегрованими активно-матричними рідкокристалічними дисплеями (AMLCD); 4 – програмовані прилади з двома активно-матричними рідкокристалічними дисплеями (AMLCD).

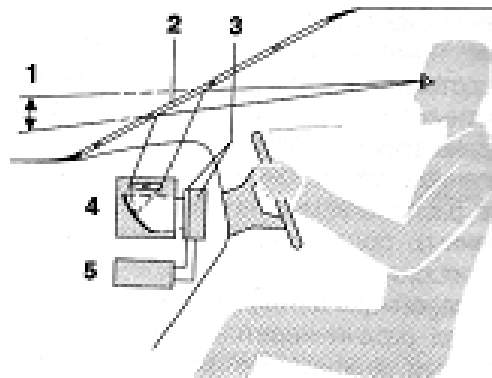


Рис. 7.3 – Принципова схема проекційного бортового індикатора.

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

Для того, щоб не дуже відволікати увагу водія від головного напрямку зору, зображення від проекційного

бортового індикатора не перевантажується інформацією. Як правило, проєкційний бортовий індикатор використовується для передачі інформації, пов'язаної з безпекою руху: попередження про небезпеку, дотримання безпечної дистанції між автомобілями, вказування маршруту руху.

Основні функції більшості комбінацій приладів є однаковими (рис. 7.4), хоча функціональні блоки, які включають мікроконтролери, інтегральні схеми запам'ятовуючих пристроїв з програмами (application-specific integrated circuit (ASIC)) і стандартні зовнішні пристрої інколи значно відрізняються (за асортиментом, характеристиками і типом дисплеїв). Електронні комбінації приладів показують вимірювані параметри з високою точністю завдяки технології крокових двигунів, а також застосовуваних «інтелектуальних» функцій, таких як попередження

про зміну тиску мастила в залежності від частоти обертання колінчатого вала двигуна, індикація відмов або необхідності технічного обслуговування і ремонту на матричному дисплеї.



Рис. 7.4 - 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 роботоздатності вузлів і агрегатів з видачею результатів на дисплей водієві та у бортовий накопичувач для подальшого прогнозування і обліку ресурсу та напрацювання вузлів, коректування режимів ТО стаціонарними ЕОМ.

Найбільше поширення одержали вбудовані системи з мікропроцесорною обробкою, нагромадженням і видачею 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.

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

Найбільш перспективною можливістю зняти зазначені обмеження, забезпечивши практично безперервним контролем найменш надійні вузли, служить впровадження вбудованих засобів діагностування. Провідні автомобілебудівні фірми застосовують на автомобілях розгалужені мікропроцесорні бортові системи контролю (БСК), які забезпечують контроль стану зчеплення, амортизаторів, акумуляторної батареї, системи запалювання, компресії в циліндрах та ін. (рис. 7.5). Різноманіття функціональних можливостей, апаратної побудови та форм видачі результатів відображає класифікація вбудованих засобів діагностування за функціональними і структурними ознаками (рис. 7.6).

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

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



Рис. 7.5 – Можливості й сфера контролю технічного стану вмонтованими засобами.



Рис. 7.6 – 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: створення автономних цілком орієнтованих на водіїв систем для узагальненої оцінки стану автомобіля і 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 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 інформаційних перевантажень водія, значно спрощує використання результатів як водієм, так і ремонтним персоналом АТП і СТО.

У ВСД є не тільки апаратурна 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 й 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 рейса, 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.

3. Бортові контролери і системи зв'язку.

Сучасні транспортні засоби оснащуються великим числом електронних блоків керування (ЕБК), які виконують обмін великої кількості даних. Традиційний метод розв'язання цієї задачі шляхом використання ліній передачі даних, закріплених за кожним каналом, на даний час досягає меж своїх можливостей і стає стримуючим фактором розвитку ЕБК. Тому вирішення проблеми слід шукати у використанні спеціалізованих, сумісних з автомобільною проводкою, послідовних систем шин, серед яких бортовий контролер зв'язку (CAN) уже прийнято як стандарт.

Існує чотири основних види застосування CAN:

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

Зв'язок між окремими ЕБК стає необхідним, коли повинні з'єднуватись такі електронні системи, як Motronic, електронне перемикання коробки передач, електронне керування потужністю двигуна, керування силою тяги (ASR). Звичайно швидкість передачі даних знаходиться в діапазоні від 125 кбіт/с до 1 Мбіт/с і повинна бути достатньо високою для забезпечення реагування системи у реальному масштабі часу. Послідовне передавання даних (рис. 7.7) забезпечує більш високу швидкість їх передавання, ніж в стандартних інтерфейсах, без створення додаткових перешкод для центрального процесора. Число штирьових контактів для ЕБК також зменшується.

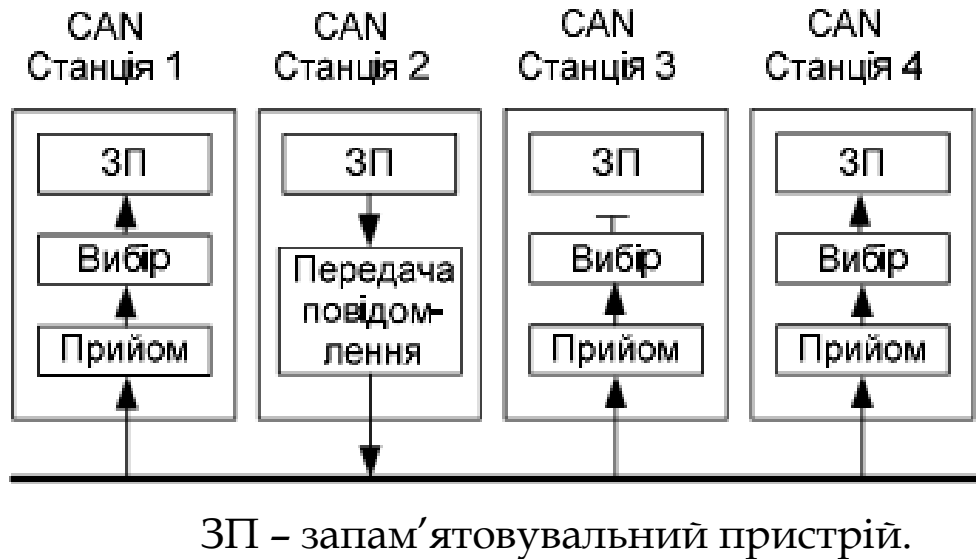


Рис. 7.7 – Послідовна передача даних з використанням контролера CAN.

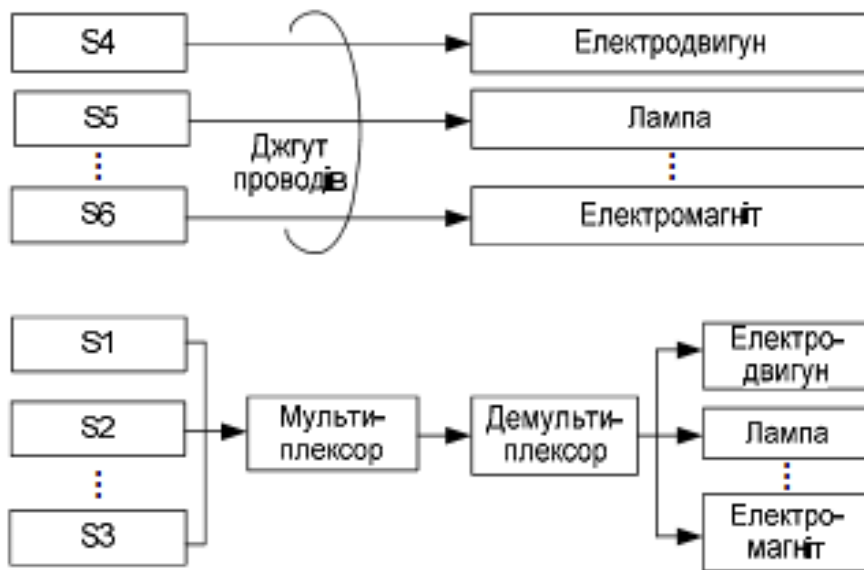
Рухомі засоби зв'язку, центральний дисплей та блок керування водія разом з послідовною шиною використовуються для керування роботою радіоприймача, автомобільного телефону, навігаційної системи і надання вихідних параметрів водієві через кольоровий дисплей високої роздільної здатності. Основна мета –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

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

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

Сигнали, які керують виконавчими пристроями – електродвигунами, соленоїдами, електромагнітними клапанами, лампами, обробляються мультиплексором (пристроєм, що поєднує кілька сигналів), передаються по одному сигнальному проводу і за допомогою демультіплексора надходять до виконавчих пристроїв (рис. 7.8). Колиш ці сигнали передавалися по численних проводах.

Приклад мультиплексної системи зв'язку наведений на рис. 7.9. Вимикачі 8 систем керування в ній розташовані на дверях, а зв'язок з ЕБК 6 забезпечується за допомогою світлодіодів 5. ЕБК системи виконують такі функції керування: блокування і розблокування дверей, поворот дзеркал, регулювання положення скла у вікнах, регулювання сидінь, підігрів сидінь, підсвічування попільниці та вимикачів, освітлення під передньою панеллю та освітлення гнізда ключа запалювання.



S1 – S6 – вимикачі.

Рис. 7.8 – Традиційна та мультиплексна системи зв'язку.

Передача даних між ЕБК здійснюється стартозупинним способом. При цьому способі на початку і в кінці даних додаються сигнали (так звані стартовий біт і біт зупинки), які

синхронізують роботу приймальних і передавальних пристроїв. Швидкість передачі даних при такому способі невисока. Проте стартостопний спосіб одержав найбільш широке поширення, оскільки він забезпечує досить надійну синхронізацію даних. Швидкість передачі даних становить від 10 до 125 кбіт/с (низькошвидкісні CAN). Формат даних поданий на рис. 7.10. Тип сигналу вказується в зоні керуючого коду, а зміст обробки і стан вимикачів – у зоні даних. ЕБК 2, розташований в передніх правих дверях, є провідним елементом мультиплексного зв'язку. Він генерує 32-бітові послідовності керуючих імпульсів (первинні сигнали), які через ЕБК кузова 1 передаються на ЕБК в інших дверях. ЕБК записують у зоні даних цих сигналів стан вимикачів і потім передають сигнали в ЕБК кузова, що обробляє їх і передає вихідні сигнали на виконавчі пристрої кузова.

Система оптичного зв'язку (рис. 7.11) складається з оптичних передавачів 3 і приймачів 1, а також світловодів 4. В оптичному передавачі використовуються світлодіоди, що перетворюють електричні сигнали у світлові. В оптичному приймачі фотодіод перетворює світловий сигнал, переданий по світлодіоду, в електричний. Приймач і передавач виконані в єдиній конструкції у вигляді так званого модуля зв'язку.

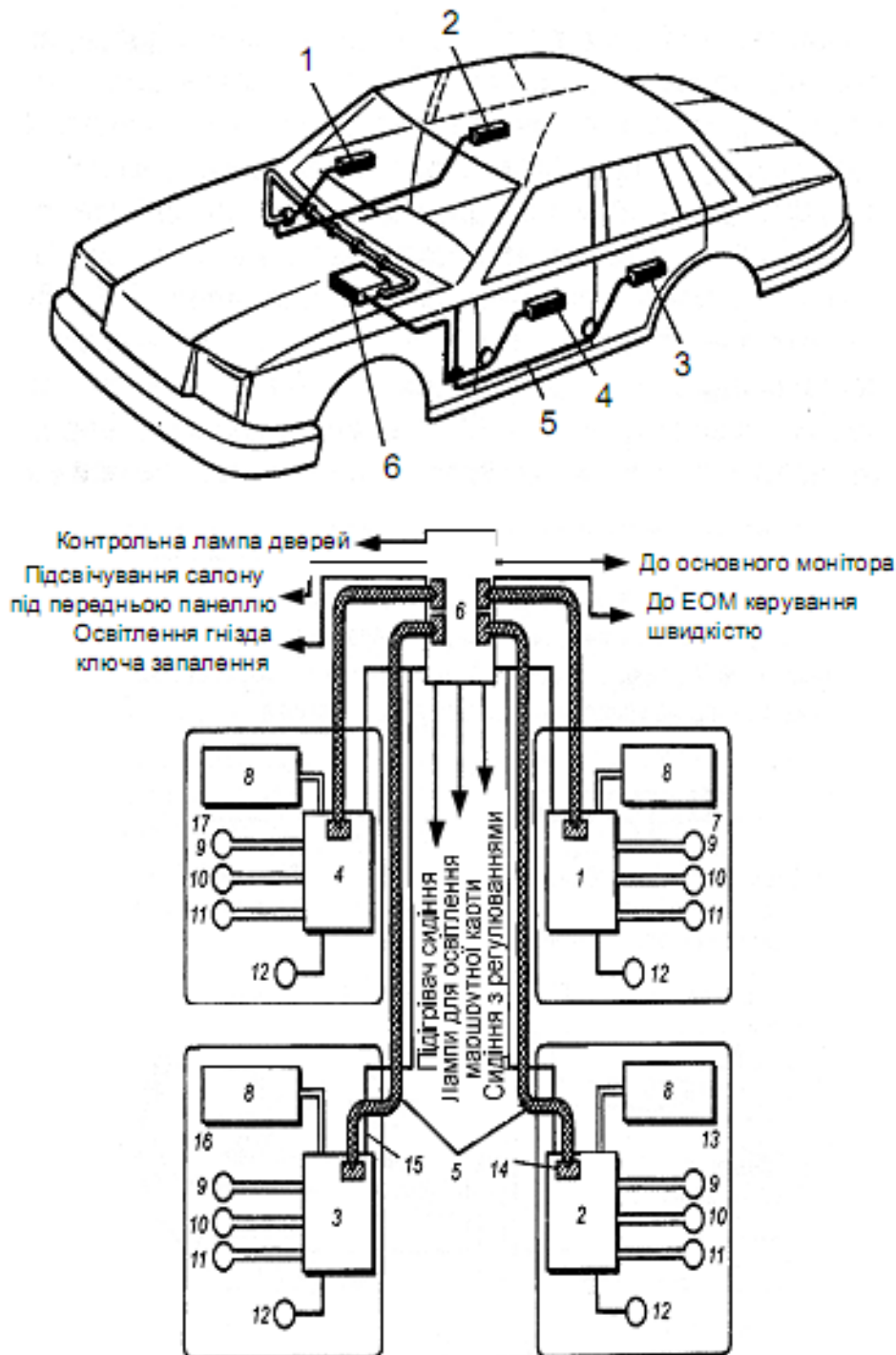


Рис. 7.9 - Мультиплексна система автомобіля Toyota.

1 і 2 - відповідно передній і задній праві ЕБК; 3 і 4 - відповідно задній і передній ліві ЕБК; 5 - світлодіоди; 6 - ЕБК кузова; 7 і 13 - відповідно передня і задня праві двері; 8 - вимикачі; 9 і 10 - електродвигуни відповідно для переміщення і повороту скла і дзеркал; 11 - електромагніти блокування і розблокування; 12 - освітлення попільниці; 14 - прийомопередавальний оптичний

елемент; 15 - шина джерела живлення; 16 і 17 - відповідно задня і передня ліві двері.

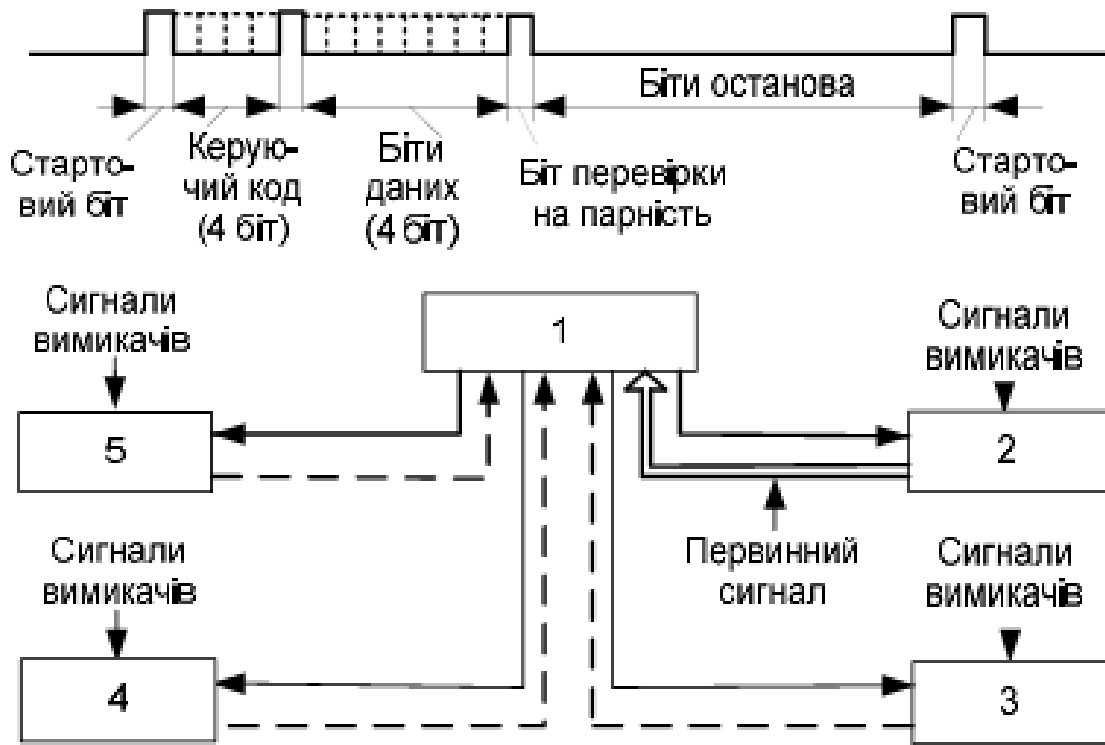


Рис. 7.10 - Формат даних.

1 - ЕБК кузова; 2 і 3 - відповідно передній і задній праві ЕБК; 4 і 5 - відповідно задній і передній ліві ЕБК.

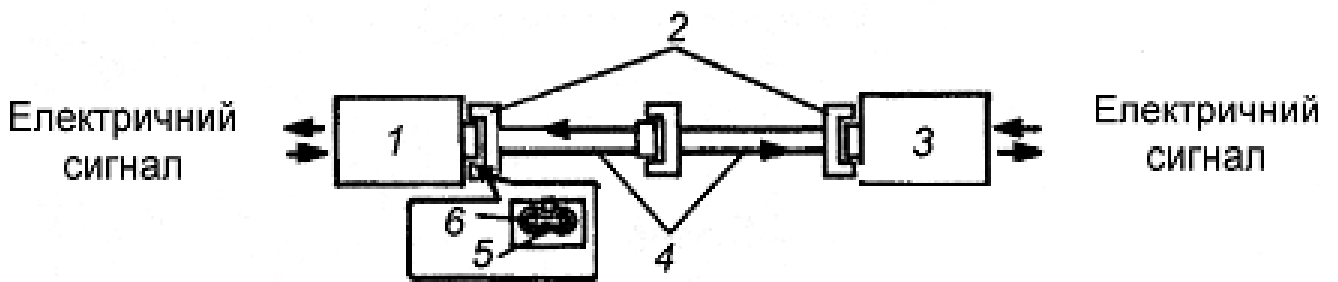


Рис. 7.11 - Система оптичного зв'язку.

1 - оптичний приймач (передавач); 2 - оптичний з'єднувач; 3 - оптичний передавач (приймач); 4 - світловод; 5 і 6 - відповідно передавальний і приймальний канали.

Світловоди можна розділити на два типи - скляні та пластмасові. У даній системі застосовуються пластмасові світловоди, яким властиві більші втрати і гірші характеристики

передачі, ніж скляним. Але пластмасові світловоди майже не ламаються при вигинах, дешеві та забезпечують простоту з'єднання (рис. 7.12). Поширення світла досягається використанням матеріалів з різними коефіцієнтами переломлення. Коефіцієнт переломлення серцевини 1 трохи вищий, ніж оболонки 2. Світло повністю відбивається на границі «оболонка - серцевина» і поширюється уздовж волокна.

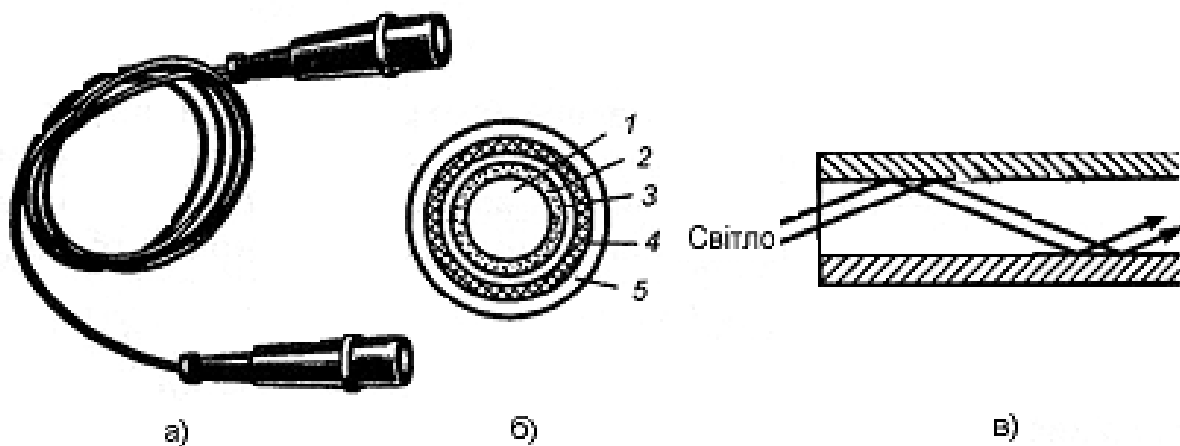


Рис. 7.12 - Світловод.

а - зовнішній вигляд; б - переріз; в - принцип дії; 1 - серцевина (пластмаса); 2 - оболонка; 3 - перше покриття (підсилює серцевину й оболонку); 4 - захисний матеріал (охороняє світловод від розтягання); 5 - друге покриття (захищає від зовнішніх впливів).

4. Система керування 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, підсистем і підфункцій. 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, подані вище, привели до створення системи CARTRONIC (рис. 7.13), яка виражає 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.

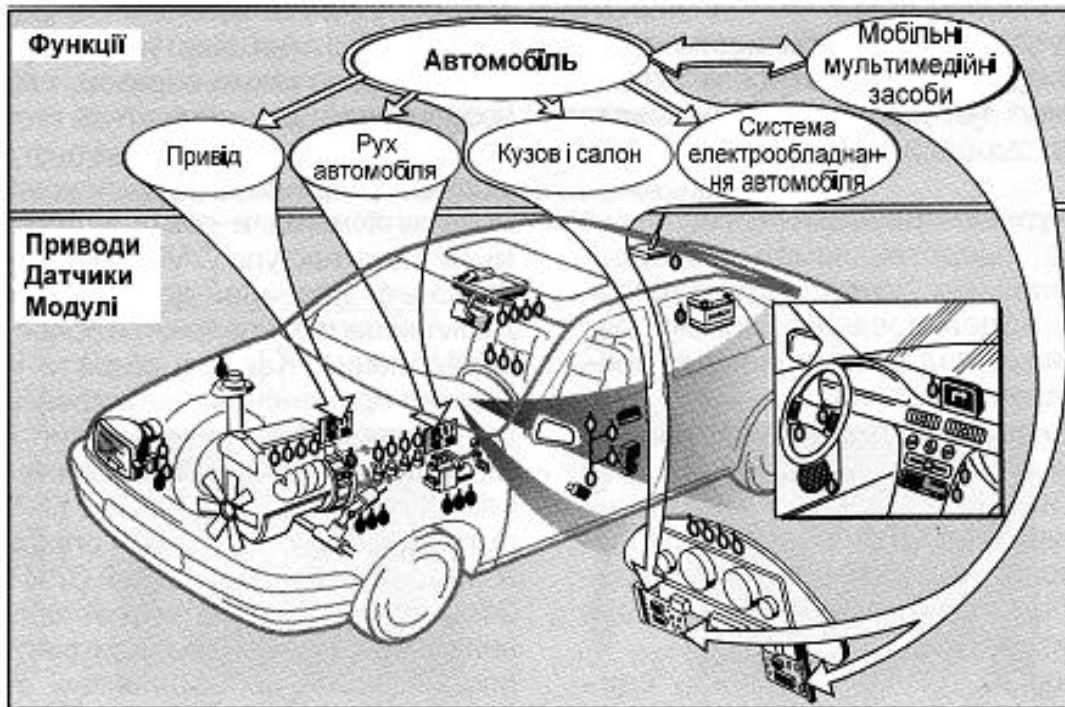


Рис. 7.13 – Апаратна технологія системи CARTRONIC.

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.

Тема 8: Інформаційні контрольно-діагностичні системи.

План:

- 1. Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону.**
- 2. Класифікація автомобільних охоронних систем.**
- 3. Датчики охоронних систем.**
- 4. Імобілайзери.**
- 5. Робота охоронних систем з дистанційним керуванням.**
- 6. Пристрої розкриття кодів сигналізації.**
- 7. Допоміжні пристрої охоронних систем.**

Література: 1-31.

1. Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону.

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

Протиугінні системи реалізують захист автомобіля на трьох рівнях:

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

2. **Захист по об'єму.** Система за допомогою інфрачервоних, ультразвукових або мікрохвильових датчиків виявляє несанкціонований рух в салоні автомобіля. Ультразвукові датчики використовують ефект Доплера, коли будь-який рух в салоні змінює частоту сигналу ультразвукового

випромінювача (40 кГц), який приймається приймачем. Мікрохвильова радіосистема працює за тим же принципом, але радіосигнал випромінюється на частоті 10 ГГц. Мікрохвильові датчики рідше помилково реагують на рух повітря і часто встановлюються в кабріолетах. Інфрачервоні датчики являють собою пару приймач-випромінювач і монтується на стелі салону. Вони створюють невидиму інфрачервону завісу до підлоги салону. Приймач постійно контролює відбитий сигнал і при його зміні вмикається сигнал тривоги.

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

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

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

Склад протиугінних пристроїв, які входять в стандартну комплектацію, залежить від моделі автомобіля. У всіх випадках автомобіль комплектується засобами периметричного захисту, багато протиугінних систем включають імобілайзер і захист по об'єму (рис. 8.1). Звичайно протиугінна система вмикається і вимикається ключем замка дверей або з дистанційного пульта, який керує також і центральним замком.

Світлодіодний індикатор при ввімкненні протиугінної системи починає блискати, інформуючи про роботу системи.

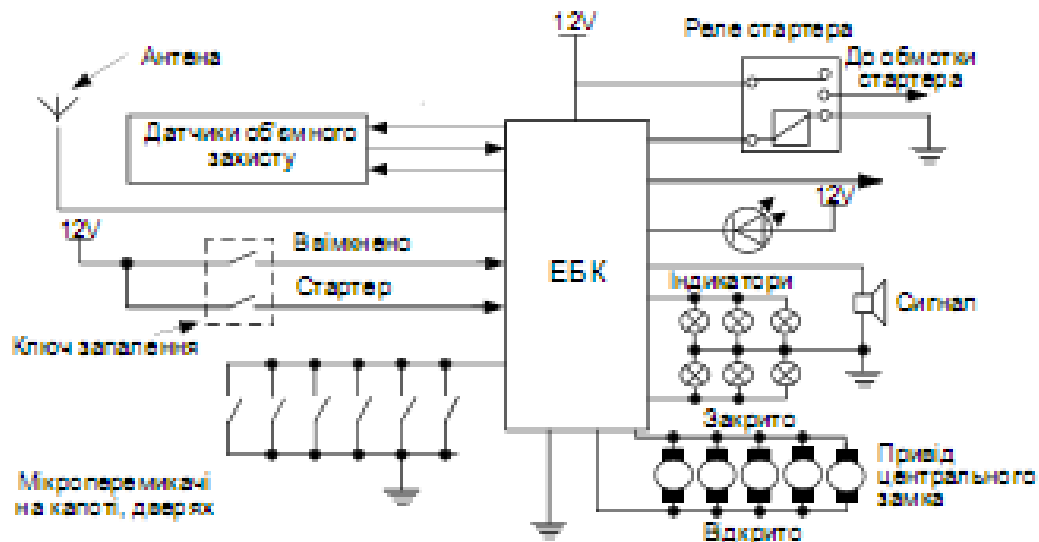


Рис. 8.1 – Блок-схема базової протиугінної системи.

В робочому режимі протиугінна система може реагувати на такі дії:

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

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

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

2. Класифікація автомобільних охоронних систем.

На даний час відсутня єдина класифікація для усіх типів охоронних систем. Спеціалісти класифікують їх за

співвідношенням охоронних і сервісних функцій. Зокрема розрізняють три основних класи.

1. Системи класу «Стандарт» забезпечують такі охоронні функції:

- дистанційне керування радіобрелоком (один канал керування, декілька десятків тисяч кодів);
- охорона дверей, капота, багажника за допомогою кнопових вимикачів;
- захист від ударів;
- режим «Паніка»;
- блокування двигуна по одному ланцюгу (ланцюг запалювання або живлення стартера);
- світлова і звукова сигналізація (в режимі тривоги);
- антисканерний захист.

Стандартними сервісними функціями є такі:

- світлове і звукове підтвердження поставлення і зняття режиму охорони;
- світлодіодна індикація режимів роботи;
- світлова і (або) звукова індикація факту спрацьовування сигналізації;
- службовий режим з відключеними охоронними функціями.

2. Системи класу «Екстра» забезпечують такі охоронні функції:

- дистанційне керування з кількістю кодових комбінацій від сотень до тисяч і вище;
- захист об'єму салону;
- блокування двигуна, яке зберігається навіть при демонтажі системи;
- автоматичне повернення в режим охорони, яке забезпечує захист від випадкового вимкнення системи (повернення режиму охорони через 15-30 с);
- пасивне ввімкнення охорони (автоматичне ввімкнення режиму охорони через 15-30 с після закриття останньої дверці);

- захист від угону, який дозволяє дистанційно зупинити автомобіль і заглушити двигун (функція Anti-Hi-Jack);
- роздільний захист дверей, капота і багажника автомобіля;
- захист від ударів;
- розгалужена діагностика системи, яка дозволяє визначити несправний датчик і завчасно прийняти відповідні заходи.

Стандартними сервісними функціями є такі:

- дистанційне керування (2-4 канали керування) основним чи додатковим датчиком, регулюванням чутливості датчиків, замком багажника, склопідіймачами;
- керування замками дверей;
- відключення несправного чи того, що постійно спрацьовує, датчика з повідомленням про це власнику;
- індикація причин спрацьовування сигналізації, завдяки якій власник знає про спробу вторгнення в автомобіль, про помилкову тривогу та її причини;
- освітлення салону при вимкненні сигналізації;
- керування двома і більше автомобілями;
- пошук автомобіля в темну пору доби (ввімкнення габаритних вогнів);
- службовий режим з відключеними охоронними функціями і з можливістю дистанційного керування замками дверей;
- безшумне ввімкнення/вимкнення сигналізації (без звукового підтвердження);
- програмування функцій дистанційного брелока-передатчика (запис кодів нових брелоків);
- програмування керованих налаштувань сигналізації (зміна функцій вбудованими перемикачами типу DIP).

3. Системи класу «Супер» забезпечують такі охоронні функції:

- дистанційне керування з динамічним кодом, завдяк якому усі спроби запам'ятати його або розшифрувати за

допомогою сканера чи іншого електронного пристрою стають безрезультатними;

- резервне джерело живлення блока керування системою;
- використання не менше трьох ланцюгів блокування двигуна: блокування запалювання, стартера і системи подачі палива;

- досконала автоматична система захисту від нападу – активного, пасивного чи комбінованого типу, яка потребує від водія мінімальних керованих впливів.

Стандартними сервісними функціями є такі:

- розвинене дистанційне керування (2-4 канали керування) основними і додатковими датчиками, плавним регулюванням чутливості датчиків, замком багажника, склопідіймачами і т.п.;

- дистанційне програмування деяких функцій;
- дистанційне ввімкнення/вимкнення службового режиму;
- контроль і усунення помилкового спрацьовування сигналізації.

Належність системи до певного класу встановлюють спеціалісти із охоронних систем, виходячи із усієї сукупності функцій. При цьому системі може присвоюватись два класи: один – за рівнем охоронних функцій, а інший – за рівнем сервісних функцій.

3. Датчики охоронних систем.

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

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

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

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

Датчик нахилу (gradient sensor) складається з двох магнітів і котушки. Один магніт закріплений нерухомо в основі котушки, а інший – підвішений в магнітному полі першого. При нахилі корпусу датчика другий магніт зміщується відносно першого, що призводить до зміни магнітного поля, в якому знаходиться котушка. В обмотці котушки наводиться електрорушійна сила, яка підсилюється і є інформаційним сигналом датчика. Цей датчик в основному використовується на мотоциклах.

Датчик спаду напруги (falling voltage sensor) в режимі охорони контролює напругу бортової мережі автомобіля. При

виникненні значних коливань напруги (наприклад, при відкриванні дверей) датчик видає відповідний сигнал в блок керування охоронної системи. Цей датчик вбудовується в центральний блок і входить у склад базової комплектації охоронних систем.

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

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

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

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

Мікрохвильовий датчик (microwave sensor) призначений для виявлення руху всередині салону та поблизу автомобіля. Тому його ще називають двозонним датчиком. Перша зона охорони знаходиться за межами автомобіля, а друга – в салоні. Принцип дії оснований на реєстрації змін інтерференційної

картини радіохвиль сантиметрового діапазону (прозорого для скла автомобіля), яка формується передавачем. Пристрій потребує точних регулювань чутливості в першій зоні з метою мінімізації помилкових спрацьовувань.

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

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

4. Імобілайзери.

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

Залежно від моделі в схемі імобілайзера є 2-6 електромагнітних реле (рис. 8.2). Кожне обслуговує окремий канал переривання. Реле виконують функцію «секретних» тумблерів, тобто замикають і розмикають ті або інші електрокола. Звичайно в автомобілі блокують стартер, апаратуру керування впорскуванням палива, електромеханічні бензонасоси, котушки в контактних системах запалювання і

комутатори в електронних системах запалювання, бортові комп'ютери й т.д.

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

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

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

Кнопковий пульт звичайно розташовують у салоні на видному місці. Користуватися ним просто, водій сідає в автомобіль і набирає пальцем потрібну комбінацію цифр. Переваги методу такі. Існують два коди – «користувач» і «майстер». Якщо на автомобілі їздять кілька людей, то хазяїн повідомляє їм комбінацію коду «користувач», який здатний тільки розблокувати двигун. Код «майстер» відомий лише самому власникові. З його допомогою можна зовсім відключити іммобілайзер або, увійшовши в режим програмування, змінити комбінацію «користувач». Недолік пульта: набір цифр іноді

забирає занадто багато часу, що може викликати невдоволення навколишніх. Наприклад, при від'їзді від бензоколонки.

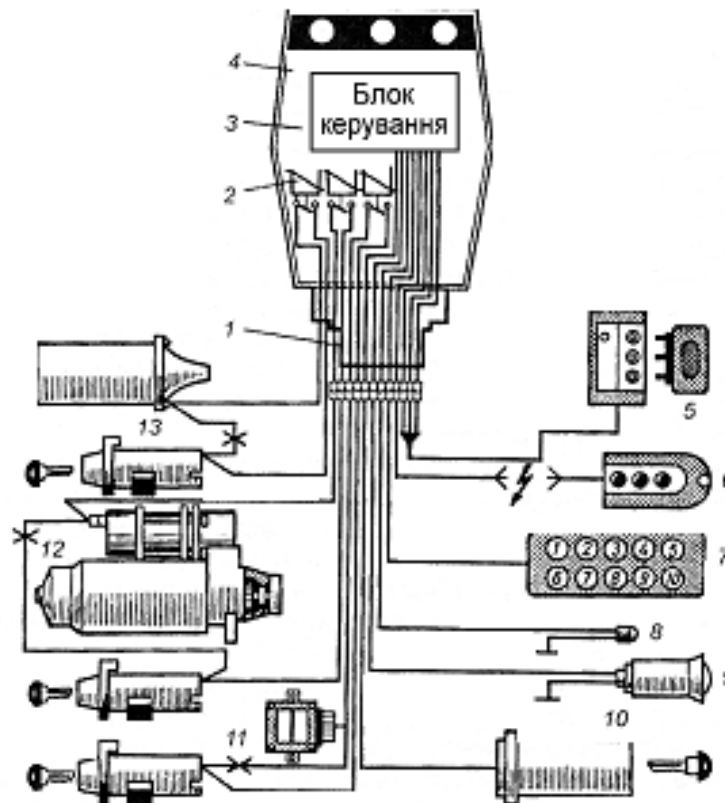


Рис. 8.2 – Функціональна схема іммобілайзера.

1 – роз'єм; 2 – переривальне реле; 3 - блок керування; 4 - корпус;
 5 - електронний ключ; 6 - радіобрелок; 7 - кодовий пульт; 8 - сигнальний світлодіод; 9 - додаткова сирена; 10 - керуючий вихід на електронну сигналізацію; 11,12 й 13 - переривання відповідно для комутатора, стартера й котушки запалювання.

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

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

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

5. Робота охоронних систем з дистанційним керуванням.

Система дистанційного керування дозволяє керувати протиугінним пристроєм і центральним замком на деякій відстані. Вона складається з портативного передавача, що носить водій, і приймача, підключеного до ЕБК охоронної системи і центрального замка. Система вмикається і вимикається передавачем шляхом надсилання відповідного цифрового коду. Код передається послідовно, використовуючи інфрачервоне випромінювання або радіосигнал в УКХ-діапазоні. Системи, які використовують інфрачервоне випромінювання, мають малий радіус дії, потребують точного наведення променя передавача, але не створюють електромагнітних перешкод. УКХ-системи мають більший радіус дії, але сигнал може бути перехопленим і декодованим за допомогою відповідної електронної апаратури.

На рис. 8.3 і 8.4 схематично зображено алгоритми роботи передавача і приймача. При натисненні кнопки брелока (передатчика) (sender) його мікросхема із режиму очікування переходить в робочий режим. Запускається 16-розрядний синхронізуючий лічильник. Генератор динамічного коду виробляє за певним алгоритмом динамічний код (28-32 біт) в функції від значення секретного ключа (статичний код) і стану синхронізуючого лічильника. Динамічний код (dynamic code), заводський номер брелока і код натиснутої клавіші утворюють керуюче слово довжиною 60-70 біт, яке передається приймачу по радіоканалу чи іншим способом. Якщо брелок зареєстрований в даному приймачі, тобто його ідентифікаційний номер, секретний код, стан синхронізуючого лічильника є в постійному запам'ятовуючому пристрої (ПЗП) приймача, прийнята інформація ідентифікується за номером брелока і обробляється. Запускається синхронізуючий лічильник приймача і виробляється динамічний код в генераторі приймача. Якщо

динамічні коди приймача і передавача збігаються, то відбувається виконання переданої команди.

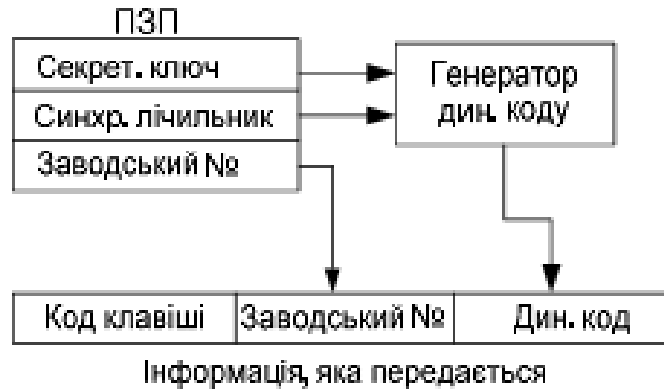


Рис. 8.3 – Алгоритм роботи передавача.



Рис. 8.4 – Алгоритм роботи приймача.

Заводський номер передавача і секретний ключ – статичні коди. Генератор динамічного коду разом з 16-розрядним синхронізуючим лічильником, виробляє 65535 різних значень коду, які змінюються в кожному посилянні. Якщо користуватись брелоком по 50 раз в день, повторення коду відбудеться через 1310 діб.

Системи дистанційного керування на основі динамічного коду є криптографічними. Захист автомобіля залежить від кодової довжини секретного ключа, тобто від числа його можливих станів. Для автомобільних систем вважається задовільним, якщо час розкриття коду T_p методом сканування (перебору можливих комбінацій) перевищує 32 доби. В такому випадку:

$$T_P = \frac{1}{D} C(T_A - T_B),$$

де D - число зареєстрованих брелоків;

C - число значень секретного ключа;

T_A - час активації системи;

T_B - час, на який відключається система після отримання неправильного динамічного коду і розпізнання спроби розкриття дійсного його значення.

6. Пристрої розкриття кодів сигналізації.

Можливі варіанти зламування системи дистанційного керування:

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

Перші системи дистанційного керування передавали фіксований або змінний код із невеликого фіксованого набору. Викрадач з портативним комп'ютером і прийомопередатчиком (граббером) записував сигнал з брелока автовласника, а потім в слушний момент відтворював його і відключав сигналізацію. При використанні сканера передатчик викрадача посилає кодові комбінації, змінюючи при кожному новому посиленні код на одиницю до тих пір, поки наступна послідовність не збіжиться з шуканою. Для перебору кодів необхідний час, величина якого залежить від можливого числа комбінацій і тривалості передавання команди керування (в сучасних системах вона складає 40 мс). Таким чином, для перебирання 1 млн. комбінацій знадобиться 10 годин.

Застосування динамічного коду (dynamic (random) code, hopping, jumping, rolling), тобто збільшення числа можливих комбінацій, унеможливило використання сканерів. Сучасні сигналізації мають мільярди кодових комбінацій і більше 10^{18}

комбінації кодових сигналів. З іншого боку, з'явилися інтелектуальні граббери, які зламують протиугінні системи з динамічним кодом і одностороннім передаванням інформації. Вони працюють так. Перша посилка з брелока записується граббером з одночасною генерацією перешкоди, яка блокує приймач. Не отримавши підтвердження про включення протиугінної системи, власник повторно натискає кнопку брелока. Граббер записує другу посилку, блокує її приймання приймачем, а потім посилає першу посилку. Протиугінна система вмикається. В потрібний час викрадач її відключить записаною граббером другою посилкою. Можливим методом боротьби проти цього алгоритму роботи граббера є використання двонаправленого передавання інформації в системі дистанційного керування. Але і в цьому випадку систему можна зламати засобами криптоаналізу.

В сучасних протиугінних системах часто застосовують спеціалізовані мікросхеми фірми Microchip, які реалізують алгоритм генерації псевдовипадкової послідовності (динамічного коду) Keeloq з довжиною ключа 64 біт. Оцінка середнього часу для апаратного розкриття коду шляхом перебору комбінацій в залежності від затрат на обладнання і довжини ключа подана в табл. 8.1 [7].

Таблиця 8.1 – Результати прогнозування трудомісткості злому протиугінних систем з алгоритмом генерації псевдовипадкової послідовності

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

Для зламу протиугінної системи потрібно мати спеціалізоване обладнання або суперЕОМ типу Cray, оскільки операційні системи звичайних комп'ютерів не пристосовані

для обробки довгих кодових слів. Криптоаналіз обійдеться дуже дорого.

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

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

7. Допоміжні пристрої охоронних систем.

На даний час широке розповсюдження отримали механічні протиугінні пристрої – замки, які забезпечують надійне блокування важеля перемикачів передач. Протиугінні замки користуються попитом в 54 країнах світу. Ізраїльський концерн Technologies Ltd постачає свою продукцію (високоякісні механічні засоби захисту) і в Україну. Протиугінні замки дуже прості і зручні у використанні.

Замок Mul-T-Lock має підвищену стійкість до зламування, підбору ключа. Сам замок і запірні дуги виготовлені із надміцної легированої сталі, захищеної антикорозійним покриттям. Замок Mul-T-Lock має захист від висвердлювання, пиляння, різання та інших способів його зняття. Механізм замка має понад 3 мільйона комбінацій, що практично виключає його несанкціоноване розкриття. Замок комплектується 3-ма ключами, які пройшли при виготовленні комп'ютерний контроль комбінацій. Кожному клієнту видається пластикова картка власника, яка дає право на виготовлення дубліката ключа. Дублікат ключа може бути виготовлений тільки в стаціонарних умовах сервіс-центру Mul-T-Lock і виключно при наявності пластикової карточки. Секретний номерний ключ має 5 ступенів захисту:

- від підробки ключа шляхом виготовлення відбитків;

- від виготовлення дублікатів ключа при відсутності магнітної карти;
- від свердління;
- від пиляння і різання;
- від зварювання і обробки рідким азотом.

Деякі відомі фірми пропонують широкий асортимент додаткових пристроїв для автосигналізацій, які розширюють спектр охоронних і сервісних функцій систем охорони автомобілів.

1. Центральний замок призначений для одночасного відкривання (закривання) усіх дверей автомобіля. Комплект центрального замка являє собою набір з 2-х або 4-х електричних виконавчих механізмів (активаторів) і контролера керування. Сигнали керування дверми на контролер поступають від центрального блока сигналізації. В деяких моделях контролер керування дверми знаходиться в корпусі самої сигналізації.

2. Електросклопідіймачі являють собою електроприводи, призначені для підняття і опускання дверного скла автомобіля. Керування склопідіймачами здійснюється спеціальним контролером, який є самостійним пристроєм.

3. Додатковий замок капота є допоміжним, але дуже корисним пристроєм. Встановлення додаткового замка капота, який відкривається із салону автомобіля ключем, добре охороняє сирену сигналізації. Крім того, замок капота може розривати ланцюг пуску стартера.

4. Додатковий паливний електроклапан призначений для блокування системи подачі палива автомобіля. Звичайно паливний клапан керується сигналізацією чи іммобілайзером і може стати серйозним протиугінним пристроєм.

5. Електронний захист коліс і засоби проти буксирування автомобіля працюють на основі показань датчика положення та сигналів електронного блока оцінювання поточної ситуації. На момент підключення пристрою сигналізації кут нахилу, при якому автомобіль був встановлений на стоянку,

завантажується в запам'ятовувальний пристрій як нульовий контрольний кут. Сигнал тривоги подається, коли величина кут перевищує запрограмовані границі. Звичайні зміни положення автомобіля (наприклад, в результаті зменшення тиску в шинах, вільного розкачування автомобіля чи осідання в рихлому ґрунті) розпізнаються засобами електроніки і не приводять до спрацьовування сигнального пристрою.

Лабораторна робота №1.

Тема «Системи керування двигуном».

Мета роботи: вивчити призначення, основні конструктивні схеми, особливості функціонування та технічного обслуговування систем керування автомобільних двигунів.

Зміст роботи

Вивчити:

- призначення та технічні вимоги до систем керування двигуном;
- принцип роботи електронної системи керування бензиновим двигуном;
- особливості системи керування дизельним двигуном;
- призначення, будову, принцип дії і конструктивні особливості елементів електронних систем керування;
- переваги і недоліки різних конструктивних схем;
- методичку виконання технічного обслуговування, діагностування і ремонту систем керування двигуном.

Записати:

- марку і модель автомобіля, тип двигуна, кількість і розташування циліндрів;
- параметри зовнішньої швидкісної характеристики двигуна (максимальні потужність і крутний момент при відповідній кутовій швидкості колінчатого вала);
- назву системи керування та перелік її конструктивних елементів;
- особливості функціонування та технічного обслуговування системи;

Накреслити:

- схему системи керування двигуном;

- робочі характеристики використовуваних в системі датчиків;
- алгоритм роботи електронного блока керування.

Методичні вказівки

При вивченні систем керування автомобільних двигунів потрібно звернути увагу на те, що електронна система автоматичного керування двигуном складається з датчиків для постійного контролю за його параметрами і параметрами навколишнього середовища, електронного блока керування на основі мікропроцесора і виконавчих механізмів, за допомогою яких електронний блок керує двигуном за закладеною в його пам'яті програмою та відповідно до інформації від датчиків.

Електронне керування необхідне для задоволення високих вимог з екологічності, паливної економічності, експлуатаційних характеристик, зручності обслуговування і діагностування, що висуваються до сучасних автомобільних двигунів на законодавчому рівні і споживачами.

Автоматичне керування двигуном може включати в себе:

- електронну систему керування впорскуванням палива;
- систему керування запалюванням;
- систему керування клапанами циліндрів (регулювання фаз газорозподілу);
- систему керування рециркуляцією відпрацьованих газів;
- карбюратори з електронним керуванням;
- економайзер примусового холостого ходу з електронним керуванням;
- електронні системи керування паливоподачею автомобільних дизелів;
- електромеханічні системи впорскування «Jetronik».

За своїм схемотехнічним рішенням електронні системи автоматичного керування двигуном поділяються на три типи:

- аналогові системи на операційних підсилювачах;
- цифрові регулятори, побудовані на елементах середнього ступеня інтеграції;
- мікропроцесорні системи.

Аналогові системи мають істотні недоліки:

- залежність якості регулювання від точності виготовлення елементів;
- залежність електричних параметрів елементів від зовнішніх факторів;
- вузька спеціалізація системи.

Цифрові регулятори складні в конструктивному відношенні, мають малу надійність, не перелаштовуються на інший тип двигуна.

Функціональні задачі діагностики мікропроцесорних систем керування автомобілем, а також ідентичність функціональних систем керування та діагностування дозволяє за рахунок сумісного використання загальної апаратури (датчиків, виконавчих механізмів, пристроїв спряження, пристроїв відображення інформації та мікроЕОМ) забезпечити неперервний контроль системи та об'єкта керування як у функціональному, так і в тестовому режимах без використання будь-яких спеціалізованих технічних засобів та уникнути тим самим необґрунтованого ускладнення конструкції автомобіля та необхідності розробки додаткового діагностичного обладнання.

Складні технічні системи, які працюють в реальному масштабі часу, повинні бути наділені властивістю відмовобезпеки, тобто здатністю частково або повністю компенсувати недоліки звичайних пристроїв.

Контрольні запитання

1. Призначення та технічні вимоги до систем керування двигуном.

2. Принципові відмінності між системою керування бензиновим і дизельним двигуном.
3. Основні конструктивні складові систем керування.
4. Будова інжектора.
5. Види корекції впорскування палива.
6. Залежність викидів шкідливих речовин від складу горючої суміші.
7. Витратоміри повітря.
8. Датчики температури.
9. Датчики кута відкриття дросельної заслінки.
10. Датчики кута повороту колінчатого вала.
11. Датчик детонації.
12. Датчики якості палива і мастила.
13. Виконавчі механізми електронних систем керування двигуном.
14. Електронні блоки керування.
15. Система регулювання фаз газорозподілу.

Література

1. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2001. – 271 с. – ISBN 966-7839-23-0.
2. Твег Р. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля: руководство по техническому обслуживанию и ремонту / РоссТвег. – Москва : Астрель, 2003. – 144 с. – ISBN 5-271-05883-2.
3. Технические системы обеспечения безопасности дорожного движения / [Комаров В. М. и др.]. – Москва : Транспорт, 1990. – 351 с.

Лабораторна робота №2.

Тема «Системи керування трансмісією».

Мета роботи: вивчити призначення, основні конструктивні схеми, особливості функціонування та технічного обслуговування систем керування автоматичних та напівавтоматичних трансмісій автомобілів.

Зміст роботи

Вивчити:

- призначення та загальні схеми автоматичних і напівавтоматичних трансмісій;
- будову та роботу автоматизованих механічних трансмісій;
- особливості конструкції, функціонування та технічного обслуговування спеціалізованих автоматичних трансмісій;
- призначення і принцип дії гідродинамічних та електродинамічних сповільнювачів, систем контролю тягового зусилля.

Записати:

- модель автомобіля та тип трансмісії;
- характеристики елементів трансмісії;
- особливості її функціонування та технічного обслуговування.

Накреслити:

- схеми механізмів трансмісії та її будови;
- діаграму процесів перемикання передач.

Методичні вказівки

При вивченні систем керування трансмісією слід вивчити їх призначення, класифікацію, вимоги, що до них

висуваються. Виявити функціональні особливості сповільнювачів та систем контролю тягового зусилля.

Необхідно пам'ятати, що удосконалення автоматизації керування трансмісіями відбувається за двома напрямками:

- автоматизація керування механічними трансмісіями, які складаються зі ступінчастої коробки передач і фрикційного зчеплення (тобто такими трансмісіями, якими обладнується переважна більшість автомобілів);
- оснащення автомобілів автоматичними спеціалізованими трансмісіями, які забезпечують найбільш зручне, просте і легке керування, високу комфортабельність автомобіля.

Керування трансмісією забезпечується автоматичним перемиканням швидкостей в коробці передач, вмиканням і вимиканням зчеплення, керуванням карданним валом і заднім мостом.

За рівнем автоматизації керування трансмісії можна поділити на напіваавтоматичні, які автоматизують керування не цілком всією трансмісією, а тільки окремими її вузлами, і автоматичні, в яких керування відбувається без участі водіїв.

В електронній системі керування трансмісією об'єктом регулювання є в основному автоматична коробка передач. При цьому блок електронного керування на основі сигналів датчиків частоти обертання колінчатого вала двигуна, ведучого вала коробки передач, кута відкриття дросельної заслінки і швидкості автомобіля вибирає оптимальне передаточне число коробки передач і час вмикання зчеплення.

Крім того, система керування посилає в електронний блок керування необхідні сигнали для пом'якшення ударів і товчків при перемиканні передач і спрацьовуванні зчеплення.

Використання в трансмісії гідродинамічних або електродинамічних сповільнювачів (допоміжних гальм, що не зношуються) дозволяє зменшити теплове навантаження на колісні гальма під час тривалих сповільнень. Вони можуть

встановлюватись з боку ведучого вала приводу (первинні вбудовані сповільнювачі) або з боку веденого вала (вторинні вбудовані сповільнювачі), чи розміщуватись окремим блоком між вторинним валом коробки передач і ведучим мостом. Переваги об'єднаних конструкцій – компактні розміри, невелика вага і використання єдиної робочої та змащувальної рідини. Переваги первинних сповільнювачів проявляються при гальмуваннях на невеликих швидкостях, тому вони широко застосовуються на міських автобусах. Вторинні сповільнювачі мають переваги при використанні на важких вантажних автомобілях для узгодженого гальмування на більш високих швидкостях та при русі на спусках.

Системи контролю тягового зусилля об'єднуються з блоком керування антиблокувальної системи гальм та системи керування двигуном. Вони використовуються під час прискорення автомобіля, коли надлишковий крутний момент призводить до швидкого підвищення частоти обертання одного чи обох ведучих коліс. В цьому випадку система підтримує проковзування ведучих коліс в межах допустимого рівня, виконуючи такі функції:

- підвищення сили тяги;
- підтримання курсової стійкості автомобіля.

Контрольні запитання

1. Напрямки удосконалення та рівні автоматизації керування трансмісією.
2. Принцип дії системи автоматичного керування фрикційним зчепленням.
3. Особливості використання автоматичних зчеплень з механічною коробкою передач.
4. Будова та принцип дії автоматичних коробок передач.
5. Призначення, будова та робота сповільнювачів.

6. Особливості конструкції та функціонування систем контролю тягового зусилля.

Література

1. Андрианов В. И. Автомобильные охранные системы : справ. пособ. / В. И. Андрианов, А. В. Соколов – Санкт-Петербург : Арлит, 2000. – 272 с. – ISBN 5-8206-0121-1.
2. Афонин С. В. Устройство и диагностика автоматических коробок передач легковых автомобилей. Переднеприводные, заднеприводные, полноприводные : практ. руководство / С. В. Афонин – Ростов-на-Дону : ПОНЧИК, 2000. – 136 с. – ISBN 5-8069-0011-8.

Лабораторна робота №3.

Тема «Системи керування підвіскою».

Мета роботи: вивчити призначення, конструктивні особливості та робочі процеси систем керування підвіскою сучасних автомобілів.

Зміст роботи

Вивчити:

- основні конструктивні елементи, типи підвісок та їх характеристики;
- вплив конструктивних характеристик на вертикальні коливання автомобіля;
- призначення, будову та роботу керованих систем підвісок, активних підвісок, амортизаторів та вібропоглиначів.

Записати:

- модель автомобіля та загальну характеристику підвіски;
- особливості конструкції та робочого процесу системи керування підвіскою;
- контрольовані параметри, використовувані датчики та виконавчі механізми.

Накреслити:

- схему компоновання підвіски;
- блок-схему системи керування підвіскою.

Методичні вказівки

При вивченні систем керування підвіскою слід вияснити їх призначення, класифікацію, вимоги, що до них висуваються. Виявити функціональні особливості систем вирівнювання навантажень, активних підвісок автомобілів, систем автоматичного керування амортизаторами та вібропоглиначів.

Необхідно пам'ятати, що такі характеристики, як амортизація і демпфування підвіски, головним чином, пов'язані з вертикальними коливаннями автомобіля. Комфорт руху (навантаження, яким піддаються пасажирів і вантажі) та експлуатаційна безпека автомобіля (розподіл сил відносно дорожньої поверхні) значною мірою визначаються характеристиками підвіски.

Комфортабельність транспортного засобу в основному визначається плавністю коливань кузова. Коливання осі значною мірою визначають безпеку руху автомобіля.

Монтовані до кузова пружини і демпфери здійснюють вплив на кутові коливання навколо поперечної і поздовжньої осей кузова автомобіля, а також на характеристики вертикальних вібрацій.

Кутове коливання навколо поперечної осі пов'язане з розгоном або гальмуванням автомобіля. Кутове коливання відносно поздовжньої осі виникає у відповідь на спрацьовування рульового керування. Стабілізатори поперечної стійкості на передній і задній осях зменшують такий вплив.

Електронні системи автоматичного керування підвіскою призначені для підвищення безпеки і комфортабельності автомобіля шляхом автоматичної зміни пружності ресор і опору амортизаторів. Ці багатофункціональні системи забезпечують:

- пом'якшення ударів, які сприймаються колесами при русі;
- регулювання положення кузова по висоті;
- динамічну стабільність кузова як при рівномірному, так і при нерівномірному русі;
- створення максимального комфорту;
- збереження горизонтального положення кузова.

Підвищення безпеки досягається шляхом збільшення жорсткості підвіски при русі з великою швидкістю по гарних дорогах, що зменшує крен автомобіля при виконанні поворотів

і 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.

В найпростішій системі електронний блок керування підвіскою працює на основі сигналів, які надходять від датчиків швидкості, положення рульового колеса, інтенсивності гальмування, положення дросельної заслінки та перемикання передач. Зазвичай передбачається ручна зміна режимів роботи системи водієм.

Контрольні запитання

1. Призначення підвіски автомобіля та її типи.
2. Конструктивні елементи підвіски.
3. Призначення та склад електронних систем керування підвіскою.
4. Особливості автоматичного керування амортизаторами.
5. Будова та робота систем вирівнювання навантажень.
6. Конструкція та особливості функціонування активних підвісок автомобілів.
7. Призначення та принцип дії вібропоглиначів.

Література

1. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорту / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харків : РІО ХГАДТУ, 1999. – 468 с. – ISBN 966-7427-21-8.
2. Кучер В. П. Диагностика японских автомобилей / В. П. Кучер. – Москва : Легион-Автодата, 2002. – 176 с. – ISBN 5-88850-146-8.
3. Технические системы обеспечения безопасности дорожного движения / [Комаров В. М. и др.]. – Москва : Транспорт, 1990. – 351 с.

Лабораторна робота №4.

Тема «Системи керування гальмами».

Мета роботи: вивчити призначення, принципіві схеми, будову, особливості функціонування та технічного обслуговування систем керування гальмами сучасних автомобілів.

Зміст роботи

Вивчити:

- призначення, будову і роботу антиблокувальних систем легкових і вантажних автомобілів;
- призначення, будову і роботу повністю електронних гальмових систем;
- конструктивні елементи систем регулювання гальмових зусиль та особливості їх функціонування;
- особливості технічного обслуговування гальмових систем автомобілів з електронним керуванням.

Записати:

- модель автомобіля та загальну характеристику гальмової системи;
- особливості конструкції та робочого процесу системи керування гальмами;
- контрольовані параметри, використовувані датчики та виконавчі механізми.

Накреслити:

- схему системи керування гальмами;
- схему розташування основних компонентів гальмової системи на автомобілі.

Методичні вказівки

При вивченні систем керування автомобільних двигунів потрібно звернути увагу на те, що 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.

Незалежно від конструкції будь-яка ABS 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 ABS – циклічний. Пов'язано це з інерційністю самого колеса, приводу, а також елементів ABS. Якість регулювання оцінюється за тим, наскільки ABS 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 ABS залежить від прийнятого принципу регулювання («алгоритму функціонування»), а також від швидкодії системи в цілому. Швидкодія визначає циклічну частоту зміни гальмівного моменту. Важливою властивістю ABS повинна

бути здатність пристосовуватися до зміни умов гальмування (адаптивність) і, в першу чергу, до зміни коефіцієнта зчеплення в процесі гальмування.

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

На відміну від АБС, TCS і ESP повністю електронні системи (електрогідравлічні чи електропневматичні 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 (ЕБК). В свою чергу, ЕБК направляє цей сигнал на колісні модулятори. Модулятори регулюють гальмівне зусилля на кожному колесі окремо, причому конструкція виконавчих механізмів аналогічна гальмовим 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, ТСS і ESP, ще й системи адаптивного круїз-контролю та автоматичного паркування.

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.

Література

1. Автомобильный справочник BOSCH. Перевод с англ. – Москва : За рулем, 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5.
2. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184с.

Лабораторна робота №5.

Тема «Інформаційні контрольно-діагностичні системи».

Мета роботи: вивчити призначення, будову, конструктивні елементи, особливості функціонування та перспективи розвитку інформаційних контрольно-діагностичних систем (ІКДС) автомобілів.

Зміст роботи

Вивчити:

- призначення і структуру ІКДС;
- засоби відображення інформації;
- системи забезпечення зв'язку;
- вбудовані засоби діагностування.

Записати:

- модель автомобіля та загальну характеристику ІКДС;
- склад бортової ІКДС та її функціональні можливості;
- характеристики вбудованих засобів діагностування та використовуваного контролера зв'язку;
- бортові засоби телематики.

Накреслити:

- блок-схему ІКДС;
- схему системи внутрішнього зв'язку;
- блок-схему інформаційної панелі.

Методичні вказівки

Автомобільна ІКДС є складовою частиною сучасного автомобіля і призначена для збирання, обробки, зберігання та відображення інформації про режим руху і технічний стан автомобіля, а також про навколишні зовнішні фактори.

В інформаційну систему входять декілька підсистем, включаючи бортові засоби діагностування, навігаційну

систему, систему зв'язку автомобіль – дорога, цифровий аудіо-та відеокomплекc, систему передачі термінової інформації водію по радіо. На бортовий комп'ютер поступають також сигнали від компаса, датчика обертання коліс, датчика положення керма та багатьох інших.

Сучасні інформаційні системи водія з їх широкими можливостями усе частіше називають телепатичними (утворено від слів телекомунікації та інформатика). Телематичні системи – це пристрої для обміну інформацією між системами автомобіля, водієм та навколишнім світом: бортовий комп'ютер, навігаційна система, засоби зв'язку та моніторингу і т.д. Електронні блоки керуванні агрегатами автомобіля (двигун, трансмісія, гальма з АБС та інші) видають інформацію системам телематики по шинах даних, наприклад через бортовий контролер CAN та автомобільну мультиплексну систему зв'язку. В 2010 році практично всі автомобілі будуть мати мінімальний пакет телематики.

Вбудовані засоби діагностування контролюють технічний стан агрегатів, вузлів і автомобіля в цілому. В результаті формуються рекомендації щодо продовження роботи автомобіля на лінії або постановлення його на технічне обслуговування і поточний ремонт, виконання дрібного ремонту самим водієм в межах щоденного обслуговування.

Вбудовані засоби діагностування підрозділяються на:

- системи датчиків і контрольних точок, які забезпечують виведення сигналів на зовнішні засоби діагностування;
- бортові системи контролю для допускового контролю параметрів функціонування і технічного стану з виведенням результатів тільки на дисплеї в кабіні водія;
- автономні вбудовані засоби, які можуть також комплексно працювати зі стаціонарними інформаційними центрами керування.

Система зв'язку автомобіль – дорога забезпечує передачу повідомлень від дорожніх інформаційних служб автомобілю по радіо. Система являє собою інфраструктуру із приймачів та передатчиків невеликої потужності на дорогах і засобів генерації повідомлень. Локальні приймачі та передавачі мають обмежений набір фіксованих повідомлень. Різні повідомлення може генерувати стаціонарний комп'ютер і передавати їх до локальних точок (наприклад, про затори на маршрутах). Приймачі та передавачі інформаційної системи можуть також автоматично отримувати відомості від інших автомобілів за допомогою встановлених на них транспондерів.

Транспондер – це спеціальний автоматичний прийомопередатчик, який встановлюється на рухомих об'єктах. У відповідь на кодове повідомлення транспондер передає потрібну інформацію про об'єкт, на якому він встановлений. В автомобілі транспондери використовуються для дистанційної оплати проїзду по шосе, отримання інформації про завантаження вантажівок і т.д. Є можливість дистанційно отримувати і передавати інформацію від бортової системи діагностування сервісним підприємствам. У випадку виявлення відхилень, водій попереджається відповідним текстом на дисплеї або озвученням цього тексту комп'ютером.

Цифровий аудіо-відео комплекс – CD(DVD)-програвач, радіоприймач – має в основному розважальне призначення.

Система передачі повідомлень по радіо використовує додатковий канал в УКХ-діапазоні, що потребує спеціального приймача. По радіоканалу передається різна попереджувальна інформація. Є можливість передачі корегувальної інформації для даної місцевості до сигналів від супутникової глобальної системи позиціонування. Це дозволяє збільшити точність визначення координат автомобіля з ± 100 метрів до ± 5 метрів.

Технології для організації такої інформаційної системи існують уже сьогодні. Потрібне створення необхідної та економічно виправданої інфраструктури, а також системи генерації повідомлень.

Контрольні запитання

1. Призначення ІКДС та її основні складові.
2. Можливості і сфера контролю технічного стану вбудованими засобами.
3. Класифікація вбудованих засобів діагностування.
4. Автомобільні телепатичні системи.
5. Можливості та сфера застосування бортових комп'ютерів.
6. Бортові засоби відображення інформації.
7. Протокол CAN та автомобільна мультиплексна система.
8. Перспективні засоби введення та відображення інформації.

Література

1. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с. – ISBN 5-93517-085-X.
2. Кучер В. П. Диагностика японских автомобилей / В. П. Кучер. – Москва : Легион-Автодата, 2002. – 176 с. – ISBN 5-88850-146-8.
3. Сига Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, С. Мидзутани. – Москва: Мир, 1989. – 232 с. – ISBN 5-03-000367-3.
4. Сосин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Сосин, В. Ф. Яковлев – Москва : Солон-Пресс, 2005. – 240 с. – ISBN 5-98003-201-0.

Лабораторна робота №6.

Тема «Охоронні системи».

Мета роботи: вивчити призначення, класифікацію, будову та особливості функціонування автомобільних охоронних систем.

Зміст роботи

Вивчити:

- призначення та класифікацію автомобільних охоронних систем;
- конструкцію автомобільних сигналізацій та основні режими їх роботи;
- сервісні системи автомобільних сигналізацій;
- датчики охоронних систем;
- додаткові пристрої охоронних систем;
- призначення, будову та роботу іммобілайзерів;
- призначення та роботу пристроїв викривання кодів сигналізацій;
- особливості конструкції та можливості механічних протиугінних систем.

Записати:

- модель автомобіля, тип та технічну характеристику охоронної системи;
- особливості конструкції та робочого процесу охоронної системи, перелік та призначення використовуваних датчиків.

Накреслити:

- функціональну схему протиугінної системи;
- схему підключення іммобілайзера.

Методичні вказівки

Електронні протиугінні системи є стандартним обладнанням на більшості нових автомобілів і можуть встановлюватися на випущені раніше. Ціна протиугінних систем залежить від рівня захисту, який вони пропонують. Протиугінні системи повинні бути ефективними, надійними, мати тривалий термін служби, бути стійкими до зовнішніх впливів, наприклад, до радіоперешкод. Встановлення протиугінної системи не повинно погіршувати безпеку автомобіля.

Протиугінні системи реалізують захист автомобіля на трьох рівнях.

1. Захист по периметру. Система периметричного захисту використовує мікровимикачі для контролю за елементами автомобіля, які відкриваються (двері, капот, багажник). При намаганні несанкціоновано відкрити панелі вмикається звуковий та світловий сигнали. Іноді система доповнюється датчиками, здатними виявити рух тіла.

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

3. Іммобілізація двигуна. Іммобілізація здійснюється спеціальним електронним блоком керування, який забороняє запуск двигуна при отриманні сигналу тривоги. Це може бути виконано двома способами:

а) апаратною іммобілізацією, при якій деякі електричні ланцюги системи пуску двигуна розриваються спеціальними реле або напівпровідниковими перемикачами. Ефективність апаратних систем іммобілізації дуже залежить від скритності реле та немаркованих проводів в джгуті. Скритність необхідна для того, щоб неможливо було шунтувати створені цими пристроями розриви в ланцюгу;

б) програмною іммобілізацією, коли за командою протиугінної системи електронний блок керування двигуна забороняє його запуск, наприклад, робить недосяжними калібрувальні діаграми подачі палива і запалювання. Після цього двигун хоча і буде провертатися стартером, але не запуститься. Такі системи дуже ефективні, потрібно тільки виключити можливість запуску шляхом заміни електронного блока керування двигуна на інший роботоздатний блок.

Крім електронних систем існують механічні протиугінні пристрої – замки, які забезпечують надійне закриття перемикача передач, та блокувачі капота і багажника. Найбільше розповсюдження отримав протиугінний замок закриття перемикача передач Mul-T-Lock, який має 5 ступенів захисту: від підробки ключа шляхом виготовлення зліпків, від виготовлення дублікатів ключа при відсутності магнітної карти, від свердління, від розпилювання чи різання, від зварювання і обробки азотом.

Склад протиугінних пристроїв, які входять в стандартну комплектацію, залежить від моделі автомобіля. В усіх випадках автомобіль комплектується засобами периметричного захисту, багато протиугінних систем включає іммобілайзер та захист по об'єму. Звичайно протиугінна система вмикається і вимикається ключем замка дверей або з дистанційного пульта, що керує також центральним замком. Після паркування

автомобіля, водій закриває двері і вмикає протиугінний пристрій натисненням кнопки на дистанційному пульті керування. Світлодіодний індикатор вмикання протиугінної системи починає спалахувати: спочатку часто, інформуючи водія про ввімкнення системи, потім рідко, лякаючи потенційних викрадачів. При спробі несанкціонованого проникнення в автомобіль протиугінна система вмикає звуковий сигнал, періодично запалює і гасить фари, іммобілайзер блокує роботу двигуна. Приблизно через 30 секунд звукові і світлові сигнали припиняються, щоб не розрядити надмірно акумуляторну батарею, іммобілайзер залишається включеним до тих пір, поки власник автомобіля не виключить його дверним ключем чи з дистанційного пульта керування.

Контрольні запитання

1. Особливості конструкції автомобільних сигналізацій.
2. Основні режими роботи сигналізацій.
3. Сервісні системи автомобільних сигналізацій.
4. Контактні датчики.
5. Датчики битого скла.
6. Датчики удару (вібрацій).
7. Датчики нахилу.
8. Датчики спаду напруги, стрибків струму, обриву живлення.
9. Датчики руху.
10. Об'ємні датчики.
11. Додаткові пристрої охоронних систем.

Література

1. Андрианов В. И. Автомобильные охранные системы : справ. пособ. / В. И. Андрианов, А. В. Соколов – Санкт-Петербург : Арлит, 2000. – 272 с. – ISBN 5-8206-0121-1.

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

Лабораторна робота №7.

Тема «Системи навігації та зв'язку».

Мета роботи: вивчити призначення, будову, функціональні можливості та особливості робочого процесу систем навігації та зв'язку.

Зміст роботи

Вивчити:

- призначення та основні функції систем навігації і зв'язку;
- структуру та складові компоненти систем навігації і зв'язку;
- датчики навігаційних систем;
- призначення та особливості роботи гіроскопів;
- методи навігаційного обчислення;
- особливості використання електронних карт та порядок вибору оптимального маршруту;
- супутникові системи позиціювання та місцезнаходження рухомих об'єктів.

Записати:

- модель автомобіля, тип та технічну характеристику системи навігації і зв'язку;
- робочий процес навігаційної системи;
- перелік та призначення використовуваних датчиків та додаткового обладнання.

Накреслити:

- структурну схему системи навігації і зв'язку;
- схему дії навігаційної системи.

Методичні вказівки

Системи навігації і зв'язку призначені для обробки інформації про місцезнаходження автомобіля з метою знизити

час та вартість поїздки, забезпечити водію можливість оптимальним чином корегувати свій маршрут. Загальним для сучасних навігаційних систем є поєднання декількох основних функцій:

- визначення місця знаходження;
- вибір пункту призначення;
- обчислення маршруту руху;
- маршрутизація (просування по маршруту).

Ці функції реалізуються за рахунок використання методів навігаційного обчислення, методів визначення місцезнаходження автомобілів та супутникової системи позиціювання. За допомогою навігаційного обчислення визначають відносне положення автомобіля і напрямок його руху за інформацією, отриманою з датчиків швидкості обертання коліс та азимуту.

Конфігурація ділянки, пройденого шляху, отримана за допомогою навігаційного обчислення, порівнюється з конфігурацією доріг, нанесених на карту. Визначивши дорогу, по якій рухається автомобіль, система знаходить і його поточні координати з точністю до ± 100 м, що для практичних цілей достатньо. Більш точне визначення координат автомобіля на карті виконується за допомогою супутникової системи позиціювання по широті і довготі. Вона дає змогу визначити координати автомобіля з точністю до ± 10 м.

Автомобільна навігаційна система повинна мати в своєму складі датчики пройденого шляху і напрямку руху. Датчик пройденого шляху – це та чи інша конструкція електронного одометра, інформація в який поступає з датчиків швидкості обертання коліс. Одометри можуть допускати ряд похибок, які потрібно корегувати. До них відносяться:

1. Різниця в діаметрах нової і зношеної шини дає похибку у визначенні пройденої дистанції до 3%.
2. За рахунок збільшення діаметра покриття від відцентрової сили на кожні 40 км/год швидкості

автомобіля похибка у визначенні пройденої дистанції збільшується на 0,1 ... 0,7%.

3. Зміна тиску в шинах на 690 кПа збільшує похибку на 0,25 ... 1,1%.

Для визначення напрямку руху автомобіля звичайно використовують датчик азимуту, датчик швидкості обертання коліс, гіроскопи. За складністю виконання системи навігації і зв'язку поділяються на:

- автономні (маршрутні комп'ютери) – забезпечують інформацією про подолану дистанцію, середню швидкість руху і витрату палива та їх миттєві значення, шлях, який можна пройти без дозаправлення та інші необхідні водію параметри в автономному режимі;
- з одностороннім зв'язком – здатні забезпечити дорожньою інформацією (про погодні умови, зведення ДТП, обмеження швидкості) на обраному маршруті, оскільки мають канал зв'язку з центром керування;
- із двостороннім зв'язком – забезпечують можливість обміну інформацією між будь-яким водієм, автомобіль якого обладнаний такою системою, і центром керування.

Необхідність застосування навігаційної системи тієї чи іншої складності визначається споживачем шляхом оцінювання таких параметрів: потрібна зона роботи системи (глобальна, регіональна, локальна); тип транспортного засобу, роботу якого потрібно контролювати; необхідна частота оновлення інформації про рухомий об'єкт; перелік задач, які потребують розв'язку в системі.

Контрольні запитання

1. Основні функції сучасних систем навігації і зв'язку.
2. Структура і складові частини навігаційних систем.

3. Датчики навігаційних систем.
4. Призначення та робочий процес автомобільних гіроскопів.
5. Методи навігаційного обчислення та маршрутизації.
6. Методи визначення місцезнаходження автомобілів.
7. Супутникові системи позиціонування.

Література

1. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / [под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина]. – М. : ИПРЖР, 1998. – 400 с. – ISBN 5-88070-004-6.
2. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с. – ISBN 5-93517-085-X.
3. Литвиненко В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. – Москва : За рулем, 2004. – 176 с. – ISBN 5-85907-353-4.

ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Місце технічної кібернетики в загальній структурі керування.
2. Місце економічної кібернетики в загальній структурі керування.
3. Історія розробки методів технічної кібернетики.
4. Історія розробки методів діагностики на автомобільному транспорті.
5. Тенденції розвитку автомобільної електроніки.
6. Кібернетичні системи керування.
7. Методи вивчення об'єктів кібернетичних систем.
8. Автомобільні датчики.
9. Електронні блоки керування, мікрокомп'ютери.
10. Виконавчі механізми електронних систем.
11. Реалізація законів керування в автомобільних системах.
12. Методи оптимізації керування АТЗ.
13. Призначення роботи систем керування двигунами.
14. Принципи роботи систем керування двигунами.
15. Критерії керування.
16. Системи керування двигуном.
17. Параметри керування, що забезпечують потрібну потужність двигунів.
18. Параметри керування, що забезпечують паливну економічність двигунів.
19. Параметри керування, що забезпечують екологічність двигунів.
20. Особливості систем керування бензинових двигунів.
21. Особливості систем керування дизельних двигунів.
22. Особливості систем керування гібридних двигунів.
23. Системи керування трансмісією.
24. Системи керування зчепленням.
25. Автоматичні коробки передач.
26. Повнопривідні автомобілі.

27. Системи контролю тягового зусилля.
28. Системи керування підвіскою.
29. Призначення електронних систем керування підвіскою.
30. Особливості будови електронних систем керування підвіскою.
31. Керовані системи підвісок.
32. Електронне керування жорсткістю підвіски.
33. Електронне керування амортизаторами.
34. Електронне регулювання висоти кузова.
35. Системи керування гальмами.
36. Призначення електронного керування гальмами.
37. Види використовуваної енергії.
38. Способи передачі енергії.
39. Антиблокувальні системи.
40. Системи регулювання гальмівних зусиль.
41. Повністю електронні системи.
42. Керування гальмовою системою при круїз-контролі.
43. Рульове керування.
44. Інформаційні контрольні-діагностичні системи.
45. Інформаційна система автомобіля.
46. Контрольно-вимірювальні прилади бортової діагностики.
47. Засоби бортової діагностики.
48. Бортові контролери.
49. Бортові системи зв'язку.
50. Система керування CARTRONIC.
51. Мета керування мікрокліматом в салоні.
52. Умови керування мікрокліматом в салоні.
53. Основні компоненти системи клімат-контролю.
54. Особливості роботи електронного блока керування.
55. Охоронні системи.
56. Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону.
57. Класифікація автомобільних охоронних систем.

58. Датчики охоронних систем.
59. Імобілайзери.
60. Робота охоронної системи.
61. Робота охоронної системи з дистанційним керуванням.
62. Пристрої розкриття кодів сигналізації.
63. Допоміжні пристрої охоронних систем.
64. Системи навігації.
65. Класифікація систем контролю за переміщенням автотранспорту.
66. Характеристика систем контролю за переміщенням автотранспорту.
67. Методи визначення місця розташування транспортних засобів.
68. Методи визначення місця розташування транспортних засобів, які використовуються в AVL-системах.
69. Обладнання навігаційних систем.
70. Економічна ефективність навігаційних систем.
71. Окупність навігаційних систем.
72. Системи зв'язку в автотранспорті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобильный справочник BOSCH. Перевод с англ. – Москва : За рулем, 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5.
2. Андрианов В. И. Автомобильные охранные системы : справ. пособ. / В. И. Андрианов, А. В. Соколов – Санкт-Петербург : Арлит, 2000. – 272 с. – ISBN 5-8206-0121-1.
3. Афонин С. В. Устройство и диагностика автоматических коробок передач легковых автомобилей. Переднеприводные, заднеприводные, полноприводные : практ. руководство / С. В. Афонин – Ростов-на-Дону : ПОНЧиК, 2000. – 136 с. – ISBN 5-8069-0011-8.
4. Борисов А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей. Примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184с.
5. Воловник А. А. Знакомтесь, информационные технологии / А. А. Воловник. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2002. – 352 с. – ISBN 5-94157-182-8.
6. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с. – ISBN 966-7427-21-8.
7. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2001. – 271 с. – ISBN 966-7839-23-0.
8. Говорущенко Н. Я. Экономическая кибернетика транспорта / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с. – ISBN 966-7428-21-8.
9. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС / [под ред. В. Н. Харисова, А. И.

- Перова, В. А. Болдина]. – М. : ИПРЖР, 1998. – 400 с. – ISBN 5-88070-004-6.
10. Данов Б. А. Электронные системы управления иностранных автомобилей / Б. А. Данов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с. – ISBN 5-93517-085-X.
 11. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Лотфи Заде. – М. : Мир, 1976. □ 165 с.
 12. Кучер В. П. Диагностика японских автомобилей / В. П. Кучер. – Москва : Легион-Автодата, 2002. – 176 с. – ISBN 5-88850-146-8.
 13. Литвиненко В. В. Автомобильные датчики, реле и переключатели. Краткий справочник / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. – Москва : За рулем, 2004. – 176 с. – ISBN 5-85907-353-4.
 14. Петров В. М. Электрооборудование, электронные системы и бортовая диагностика автомобилей : уч. пособ. / В. М. Петров, И. Ф. Дьяков. – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 115 с.
 15. Поляк Д. Г. Электроника автомобильных систем управления / Д. Г. Поляк, Ю. К. Есеновский-Лашков. – Москва : Машиностроение, 1987. – 199 с.
 16. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 230с. – ISBN 966-7199-49-5.
 17. Сига Х. Введение в автомобильную электронику / Х. Сига, С. Мидзутани. – Москва: Мир, 1989. – 232 с. – ISBN 5-03-000367-3.
 18. Сосин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Д. А. Сосин, В. Ф. Яковлев – Москва : Солон-Пресс, 2005. – 240 с. – ISBN 5-98003-201-0.

19. Твег Р. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля: руководство по техническому обслуживанию и ремонту / Росствег. – Москва : Астрель, 2003. – 144 с. – ISBN 5-271-05883-2.
20. Технические системы обеспечения безопасности дорожного движения / [Комаров В. М. и др.]. – Москва : Транспорт, 1990. – 351 с.
21. Туренко А. Н. История инженерной деятельности. Развитие автомобилестроения: уч. пособ. / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, В. И. Клименко. – Харьков : ХГАДТУ, 1999. – 252с.
22. Федосов В. П. Автомобильная электроника : уч. пособ. / В. П. Федосов, В. Д. Сытенький. – Таганрог : ТРТУ, 1998. – 73 с.
23. Intel, “Fuzzy Anti-Lock Braking System,” developer.intel.com/design/MCS96/DESIGNEX/2351.htm, 1996.
24. N. Matsumoto et al., “Expert antiskid system,” IEEE IECON’87, 810–816, 1987.
25. H. Kawai et al., “Engine control system,” Proc. of the Int’l Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks, Iizuka, Japan, 929–937, 1990.
26. “Benchmark Suites for Fuzzy Logic” http://www.fuzzytech.com/e_dwnld.htm, 1997.
27. H. Takahashi, K. Ikeura, and T. Yamamori, “5-speed automatic transmission installed fuzzy reason-ing,” IFES’91–Fuzzy Engineering toward Human Friendly Systems, 1136–1137, 1991.
28. P. Sakaguchi et al., “Application of fuzzy logic to shift scheduling method for automatic transmiss-ion,” 2nd IEEE Int’l. Conf. on Fuzzy Systems, 52–58, 1993.
29. C. von Altrock, B. Krause, and H.-J. Zimmermann, “Advanced fuzzy logic control of a model car in extreme situations,” Fuzzy Sets and Systems, 48:1, 41–52, 1992.

30. L. I. Davis et al., "Fuzzy Logic for Vehicle Climate Control," 3rd IEEE Int'l. Conf. on Fuzzy Sys-tems, 530–534, 1994.
31. J.-P. Aurrand-Lions, M. des Saint Blancard, and P. Jarri, "Autonomous Intelligent Cruise Control with Fuzzy Logic," EUFIT'93–1st Eur. Congress on Fuzzy and Intelligent Technologies, Aachen, 1–7, 1993. – http://www.fuzzytech.com/e_a spe.htm

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ	8
ТЕМА 1. Короткий нарис розвитку інформаційних комп'ютерних систем автотранспорту	15
1.1. Місце технічної та економічної кібернетики в загальній структурі керування	18
1.2. Історія розробки методів технічної кібернетики та діагностики на автомобільному транспорті	22
1.3. Тенденції розвитку автомобільної електроніки	29
ТЕМА 2. Транспортні засоби як кібернетичні системи	47
2.1. Кібернетичні системи керування	47
2.2. Методи вивчення об'єктів кібернетичних систем	52
ТЕМА 3. Системи керування двигунами	57
3.1. Призначення, принципи роботи системи керування двигунами. Критерії керування	57
3.2. Параметри керування, що забезпечують потрібну потужність, паливну економічність та екологічність двигунів	63
3.3. Особливості керування бензинових двигунів	66
ТЕМА 4. Керування трансмісією	73
4.1. Система керування зчепленням	73
4.2. Автоматичні коробки передач	74
4.3. Повно привідні автомобілі	80
4.4. Системи контролю тягового зусилля	82
ТЕМА 5. Системи керування підвіскою	83
5.1. Призначення та особливості будови електронних систем керування підвіскою	83
5.2. Керовані системи підвісок	84
5.3. Електронне керування жорсткістю підвіски, амортизаторами та регулювання висоти кузова	89
ТЕМА 6. Керування гальмовими системами	97
6.1. Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та	

способи її передачі	97
6.2. Антиблокувальні системи	99
6.3. Системи регулювання гальмівних зусиль	107
6.4. Повністю електронні системи	109
6.5. Керування гальмовою системою при круїз- контролі	112
ТЕМА 7. Інформаційні контрольно-діагностичні системи	115
7.1. Інформаційна система автомобіля	115
7.2. Контрольно-вимірювальні прилади та засоби бортової діагностики	117
7.3. Бортові контролери і системи зв'язку	125
7.4. Система керування CARTRONIC	131
ТЕМА 8. Інформаційні контрольно-діагностичні системи	134
8.1. Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону	134
8.2. Класифікація автомобільних охоронних систем	136
8.3. Датчики охоронних систем	139
8.4. Імобілайзери	142
8.5. Робота охоронних систем з дистанційним керуванням	146
8.6. Пристрої розкриття кодів сигналізації	148
8.7. Допоміжні пристрої охоронних систем	150
Лабораторна робота № 1	
Системи керування двигуном	153
Лабораторна робота № 2	
Системи керування трансмісією	157
Лабораторна робота № 3	
Системи керування підвіскою	161
Лабораторна робота № 4	
Системи керування гальмами	164
Лабораторна робота № 5	
Інформаційні контрольно-діагностичні системи	168
Лабораторна робота № 6	
Охоронні системи	172

Лабораторна робота № 7

Системи навігації та зв'язку	177
ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ	181
ЛІТЕРАТУРА	184

Навчальне видання

Онищенко Сергій Вікторович

ІНФОРМАЦІЙНІ МАШИНИ ТА КІБЕРНЕТИЧНІ СИСТЕМИ

Навчальний посібник

Літературний редактор

Комп'ютерна верстка та дизайн обкладинки

Технічний редактор

Надруковано з оригінал-макету, наданого автором

Підписано до друку

Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Гарнітура "Book Antiqua". Друк – лазерний.

Ум.-друк. арк. 9. Наклад 20 прим. Зам. № 08.

Бердянський державний педагогічний університет

Вул. Шмідта 4, м. Бердянськ, 71100

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2961 від
05.09.2007 р.