

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни

«Основи мехатроніки»

для студентів спеціальності 133

«Галузеве машинобудування»

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

Частина 4 - змістовий модуль 2.

Автомобільні мехатронні системи

2020

ТЕКСТИ (конспект лекцій) з дисципліни «Основи мехатроніки» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») усіх форм навчання. Частина 4 - змістовий модуль 2. Автомобільні мехатронні системи / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А. В. Щербина. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 46 с.

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

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

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

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

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

ЗМІСТ**Частина 4**

Вступ	256
Тематичний план лекційних занять	258
Лекція № 12. Системи керування гальмовими системами автомобілів.....	261
Лекція № 13. Системи управління мікрокліматом в салоні та рульового керування автомобілів	276
Рекомендована література	294
Базова	294
Допоміжна.....	294
Інформаційні ресурси	297

ВСТУП

На сьогоднішній день мехатроніка є напрямком сучасної науки, техніки і технології який виключно динамічно розвивається і визначає вигляд техносфери нового століття. Головним завданням мехатроніки є створення інтелектуальних машин і рухомих систем, які мають якісно нові функції і властивості.

Провідною тенденцією розвитку сучасного машинобудування є перехід від механіки до мехатроніки. Вона особливо чітко проявляється при створенні нового покоління автотранспортних засобів, інтелектуальних роботів і реконфігурованого обладнання, авіаційної та військової техніки, мікросистем і медичного обладнання.

У всьому світі відзначається швидко зростаючий інтерес до мехатроніки в освітній, науково-дослідній та виробничій сферах. Обсяги світового виробництва мехатронних модулів і систем щорічно збільшуються, охоплюючи все нові сфери професійної і повсякденному житті сучасної людини.

Відповідно до оригінального визначення мехатроніки, запропонованого компанією Yasakawa Electric Company, та визначень, що з'явилися з тих пір, багато інженерних продуктів, розроблених і виготовлених за останні роки, можна класифікувати як мехатронні системи оскільки вони інтегрують механічні та електричні системи.

У документах про заявку на торговельну марку, Yasakawa визначила мехатроніку таким чином: слово «mechatronics» складається з «mecha» від механізму, та «tronics» від електроніки.

Іншими словами, технології та розроблені вироби надалі будуть все активніше та органічніше включати електроніку в механізми, що робить неможливим визначити, де закінчується одне, а починається інше. Адже поява мікрокомп'ютерів, вбудованих комп'ютерів та пов'язаних з цим інформаційних технологій та вдосконалення програмного забезпечення, призвело до значних успіхів у галузі мехатроніки.

Наприклад, розглянемо автомобіль. У ранніх конструкціях автомобілів радіо було єдиною значною електронікою в ньому. Усі інші функції були повністю механічними або електричними. Сьогодні в автомобілі є близько 30-60 мікроконтролерів. А із прагненням до розробки модульних систем для «plug-n-play» підсистем мехатроніки, очікується тільки зростання кількості мікроконтролерів в автомобілі.

Даний лекційний курс «Основи мехатроніки» є вступом до такої

яскравої і цікавої галузі інженерної науки як мехатроніка. Оскільки поділ що історично існував між різними галузями інженерії та інформатики стає все менш чітко визначеним, галузь мехатроніки стає своєрідною дорожньою картою для студентів-інженерів, які навчаються в рамках традиційної структури більшості інженерних спеціальностей.

Очевидно й те, що заняття з мехатроніки в університетському середовищі розширюються у всьому світі. Це відображає перелік бібліографічних посилань наведений в даному курсі лекцій, який включає авторів з усього світу.

Даний курс лекцій з мехатроніки був задуманий як опорний ресурс для спеціальності «Галузеве машинобудування», зі спеціалізацією «Колісні та гусеничні транспортні засоби». Тому в ньому викладені не тільки загальні питання побудови сучасних мехатронних систем загального машинобудування, а й розглянуті варіанти реалізації автоматичного електронного керування механічними вузлами, системами та агрегатами сучасних автотранспортних засобів.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

Загальний об'єм курсу становить 30 годин і складається з двох змістових модулів. Даний конспект лекцій дисципліни «Основи мехатроніки» складається з п'яти частин, і розроблений відповідно до:

Робоча програма з дисципліни «Основи мехатроніки» для студентів за напрямом підготовки 6.050503 – «Машинобудування», спеціальністю 133 - Галузеве машинобудування (Колісні та гусеничні транспортні засоби), усіх форм навчання. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020. 22 с.

Нижче наведено назву змістового модуля дисципліни «Основи мехатроніки», найменування тем лекційних занять в модулі і вказано кількість годин аудиторних занять, для студентів денної форми навчання, окремо для кожної лекції.

Для кожної теми лекції вказано перелік питань які треба розглянути під час даної лекції. Слід враховувати те, що в даному конспекті лекцій приведено лише стислий огляд питань кожної лекції. Крім того навчальним планом дисципліни передбачено активну самостійну роботу студентів за вказаними темами курсу.

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

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

Змістовий модуль 2. Автомобільні мехатронні системи.**Тема 8. Автомобіль як складна мехатронна система (2 год.)**

Історія появи і розвитку автомобільних мехатронних систем. Типи автомобільних датчиків. Системи управління автомобільним двигуном, трансмісією, підвіскою і гальмами. Рульове управління. Допоміжні та контрольно-діагностичні системи.

Тема 9. Системи керування автомобільними двигунами (2 год.)

Призначення, принципи роботи систем керування двигунами. Критерії керування. Параметри керування, що забезпечують потрібну потужність, паливну економічність та екологічність двигунів. Особливості систем керування бензинових двигунів. Особливості систем керування дизельних двигунів.

Тема 10. Системи керування трансмісією автомобілів (2 год.)

Типи трансмісій автомобілів. Системи керування зчепленням. Автоматичні коробки передач. Конструктивні схеми повного приводу. Системи контролю тягового зусилля.

Тема 11. Системи керування підвіскою автомобілів (2 год.)

Призначення та особливості будови електронних систем керування підвіскою. Керовані системи різних типів автомобільних підвісок. Електронне керування жорсткістю підвіски, амортизаторами та регулювання висоти кузова.

Тема 12. Системи керування гальмовими системами автомобілів (2 год.)

Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та способи її передачі. Антиблокувальні системи автомобілів. Варіанти систем АБС. Системи регулювання гальмівних зусиль. Повністю електронні системи гальмування. Керування гальмовою системою при круїз-контролі.

Тема 13. Системи управління мікрокліматом в салоні та рульового керування автомобілів (2 год.)

Призначення та основні компоненти системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля. Схема розташування повітророзподільних пристроїв. Схема розподілення повітряних потоків в автомобілі. Схема допоміжного повітрообігрівача незалежного від роботи двигуна. Особливості роботи електронного блока керування кондиціонера. Типи систем рульового керування автомобілів. Напрямки вдосконалень систем рульового керування. Конструктивні схеми рулевих підсилювачів.

Тема 14. Допоміжні та контрольні-діагностичні системи автомобілів (2 год.)

Способи реалізації електронного захисту автомобіля від угону. Класифікація автомобільних охоронних систем. Датчики охоронних систем. Імобілайзери. Робота охоронної системи з дистанційним керуванням. Пристрої розкриття кодів сигналізації. Допоміжні пристрої охоронних систем. Системи визначення місцезнаходження автомобілів та навігаційне устаткування. Класифікація систем контролю за переміщенням автотранспорту. Методи визначення місцезнаходження автомобіля. Обладнання навігаційних систем. Економічна ефективність та окупність навігаційних систем.

Тема 15. Безпілотні автомобілі (2 год.)

Причини розробки та історія появи безпілотних автомобілів. Технології в сучасних безпілотних автомобілях. Полігони для випробування робомобілів. Проблеми заміни водія-людини автопілотом. Успішні розробки в даний час. Напрямки розвитку безпілотних автомобілів.

ЛЕКЦІЯ № 12. СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЛЬМОВИМИ СИСТЕМАМИ АВТОМОБІЛІВ

План лекції. Призначення електронного керування гальмами, види використовуваної енергії та способи її передачі. Антиблокувальні системи автомобілів. Варіанти систем АБС. Системи регулювання гальмівних зусиль. Повністю електронні системи гальмування. Керування гальмовою системою при круїз-контролі.

Література: [1]-[5], [10], [12]-[17], [39]-[65].

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. 12.1), останні поділяються на мускульні, енергопостачальні, безмускульні та інерційні.

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

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).

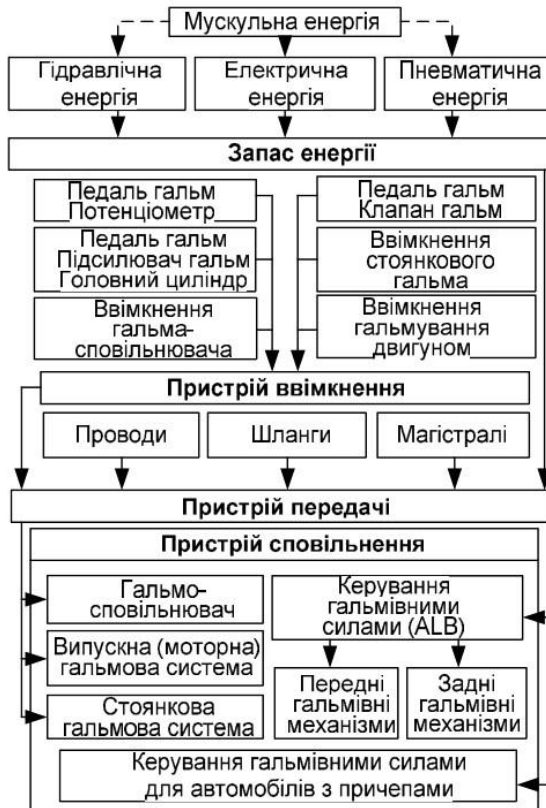


Рисунок 12.1 - Схема гальмової системи (вантажний автомобіль-тягач)

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 дос-

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

Незалежно від конструкції, 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 ABS - циклічний. Пов'язано це з інерційністю самого колеса, приводу, а також елементів ABS. Якість регулювання оцінюється за тим, наскільки АБС забезпечує проковзування загальмованого колеса в заданих межах.

При великому діапазоні циклічних коливань тиску порушується комфортабельність при гальмуванні («смикання»), а елементи автомобіля сприймають додаткові навантаження. Якість роботи АБС залежить від прийнятого принципу регулювання («алгоритму функціонування»), а також від швидкодії системи в цілому. Швидкодія визначає циклічну частоту зміни гальмівного моменту. Важливою властивістю АБС повинна бути здатність пристосовуватися до зміни умов гальмування (адаптивність) і до зміни коефіцієнта зчеплення в процесі гальмування.

Розроблено велику кількість принципів, згідно з якими працюють АБС (алгоритмів функціонування). Вони відрізняються за складністю, вартістю реалізацією і за ступенем задоволення поставлених вимог.

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

Рівняння руху загальмованого колеса має вигляд:

$$J_k \varepsilon_{зк} = M_z - M_\phi, \quad (12.1)$$

де J_k - момент інерції колеса;

$\varepsilon_{зк}$ - кутове сповільнення колеса;

M_z - момент, що створюється гальмівним механізмом;

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

Використовуючи рівняння (12.1), можна побудувати графік процесу роботи АБС за сповільненням (рис. 12.2). На рисунку нанесено такі залежності: залежність моменту на загальмованому колесі, що реалізується за зчепленням від відносного проковзування $M_\phi = f(s)$; 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, що викликає сповільнення колеса зі збільшенням відносного проковзування. Особливо швидко сповільнення зростає на ділянці 1-2, де різниця $M_z - M_\phi$ раптово зростає в результаті зниження M_ϕ , а сповільнення прямо пропорційно цій різниці:

$$\varepsilon_{зк} = (M_z - M_\phi) / J_k, \quad (12.2)$$

Різде зростання сповільнення свідчить про те, що відносно 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: $M_z = M_\phi$, а сповільнення $\varepsilon_{зк} = 0$.

Нульове значення сповільнення служить другою «вставкою», за якою блок керування дає команду модулятору на підтримання в галь-

мівному приводі постійного тиску, а, отже, сталою гальмівного моменту M_r . В даній фазі $M_\phi > M_r$ і $\epsilon_{гк} = (M_\phi - M_r) / J_k$, тобто $\epsilon_{гк}$ змінює знак і колесо починає прискорюватись.

Максимальне значення прискорення відповідає максимальній різниці $M_\phi - M_r$, 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.

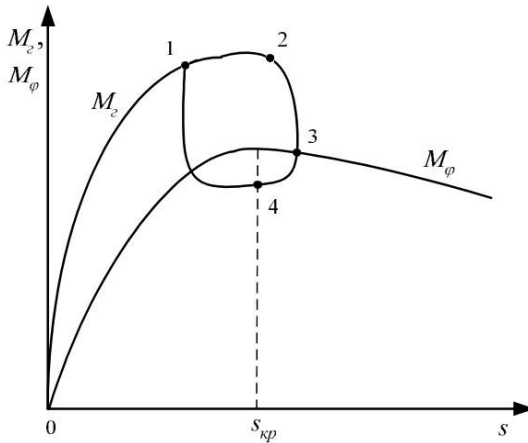


Рисунок 12.2 - Графік процесу роботи АБС за сповільненням

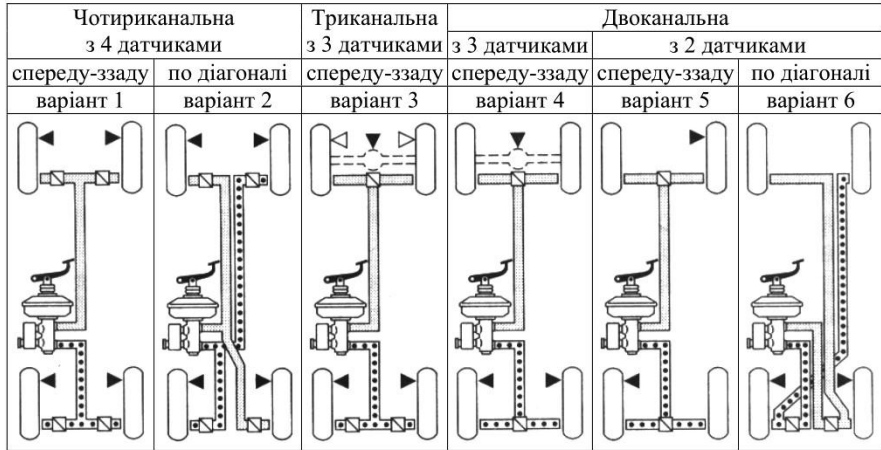
Процес роботи АБС може реалізовуватися за дво- чи трифазними циклами. При двофазовому циклі: перша фаза зростання тиску; друга фаза - скидання тиску. При трифазовому циклі: перша фаза - зростання тиску; друга - зниження тиску; третя фаза - підтримання тиску на постійному рівні.

Розглянемо деякі варіанти систем АБС (табл. 12.1), що є найбільш поширеними.

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

Таблиця 12.1 - Варіанти систем АБС



► – датчик;

▷ – датчик, альтернативний відносно датчика диференціала;

▣ – канал керування

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 екстремому гальмуванні виникає блокування одного з передніх коліс. Це супроводжується збільшенням зносу шин і погіршенням керованості.

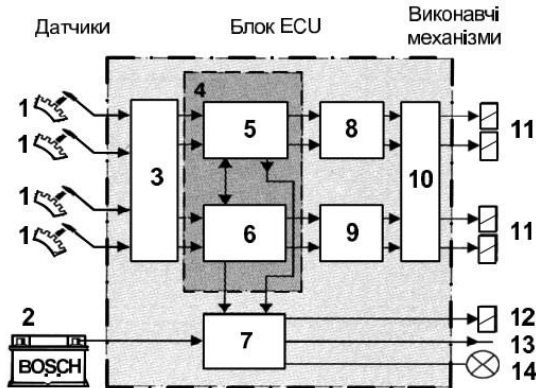
При використанні варіанта 5, таке трапляється, коли колесо передньої осі, яке контролюється, має більш високий коефіцієнт зчеплення, ніж на неконтрольованому. У варіанті 6 тиск, що підводиться

до передніх коліс, регулюється окремо, а на кожному задньому колесі - спільно, відповідно до передніх. Через необхідність створення перерозподілу гальмівної сили з заднього моста на передній, з метою запобігання блокуванню задніх коліс, дана система забезпечує більш низькі рівні сповільнення, ніж три- чи чотириканальні.

Основні складові частини електронного блока керування ABS фірми Bosch (рис. 12.3):

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.



- 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 - соленоідні клапани, 12 - реле захисту, 13 - стабілізована напруга акумуляторної батареї, 14 - сигнальна лампа

Рисунок 12.3 - Схема електронного блока керування АБС фірми Bosch

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

Цифровий контролер. Складається з двох ідентичних взаємно незалежних цифрових інтегральних схем LSI. Ці блоки працюють паралельно, опрацьовуючи інформацію, що поступає від двох коліс (ка-

нали 1+2 і 3+4), проводять логічні розрахунки. Логіка контролера перетворює сигнали керування в позиційні команди для соленоїдних клапанів. Послідовний інтерфейс, під'єднаний до вхідного каскаду логічного пристрою і логіки контролера за допомогою каналу передачі даних, підтримує зв'язок і передачу даних між двома цифровими LSI.

Ще один функціональний блок містить схему керування для забезпечення розпізнавання помилок та їх аналізу. Як тільки в ECU з'являється несправність, сигнальна лампочка інформує водія про те, система АБС не функціонує. Однак гальмова система зберігає повну 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 АБС. Блок також виконує діагностування відповідно до стандартів ISO, що дає можливість відслідковувати несправні компоненти АБС за допомогою сигнальної лампи чи вимірювального пристрою.

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

АБС перевернула уявлення про рівень безпеки руху. Сьогодні ця система входить у список додаткового устаткування практично кожної нової моделі. В усіх розвинутих країнах більшість автомобілістів переконані: заощаджувати на АБС не можна. Не за горами й обов'язкове застосування АБС.

На сьогоднішній день міжнародні і національні вимоги (зокрема, Директива 71/320 ЄЕС і додаток 13 до Правил 13 ЄЕК ООН) передбачають обов'язкову наявність АБС тільки на вантажних автомобі-

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.

Таблиця 12.2 - Системи регулювання стійкості автомобіля

Назва	Призначення
ESP = Electronic Stability Program (Mercedes, Audi)	На будь-якій швидкості і при будь-якому дорожньому покритті запобігають заносу
VDC = Vehicle Dynamics Control (Subaru)	автомобіля завдяки цілеспрямованому
DSC = Dynamic Stability Control (BMW)	пригальмовуванні коліс і завдяки
VSC = Vehicle Stability Control (Toyota)	втручанню в систему керування
VSA = Vehicle Stability Assist (Honda)	двигуном.
StabiliTrack; = Stability Traction (GM)	Тільки для передньопривідних
ATTS = Activ Torque Transfer System (Honda)	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.

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

В результаті виявилось, що кількість водіїв, які зуміли зберегти контроль над автомобілем з ESP та уникнути аварії, була на 34 відсотка більшою, ніж водіїв, які уникнули аварії на автомобілі без системи курсової стійкості. Крім того, інший тест показав, що наявність системи ESP на 88 відсотків знижує імовірність виникнення ситуації, коли водій втрачає контроль над автомобілем.

Таким чином, система курсової стійкості (ESP) за допомогою спеціальних датчиків визначає ситуацію, в якій водій близький до то-

го, 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 раптові 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.

Повністю електронні системи.

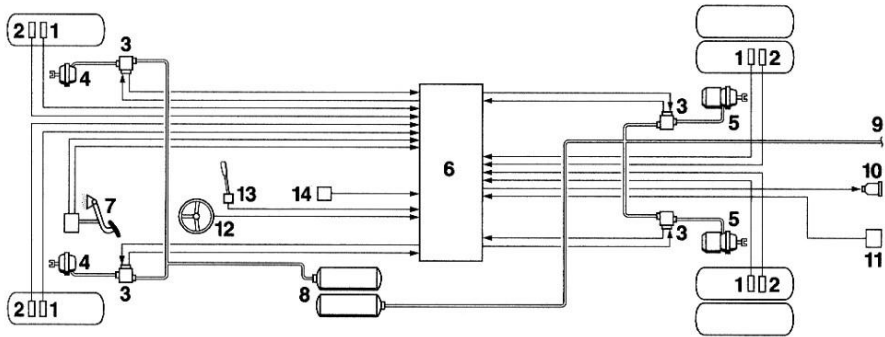
На відміну від АБС системи контролю тягового зусилля (TCS) і ESP повністю електронні системи (електропневматичні чи електрогідравлічні гальма) можуть створювати тиск в колісних циліндрах незалежно від дій водія.

В цих системах електронний важіль гальма не створює тиск в приводі, а лише діє на датчики, які передають сигнал електронному блоку керування. В свою чергу ЕБК направляє цей сигнал на колісні модулятори. Модулятори регулюють гальмове зусилля на кожному колесі окремо, причому конструкція виконавчих механізмів аналогічна гальмівним пристроям АБС. Необхідний робочий тиск створюється модулятором тиску.

З метою підвищення безпеки при будь-яких несправностях в системі гальмівний тиск може бути створений, як звичайно, в гальмівному контурі з головним гальмівним циліндром. В автомобіль, оснащений таким обладнанням, можуть бути вбудовані крім АБС, TCS і ESP, ще й системи адаптивного круїз-контролю та автоматичного паркування. Електронна пневматична система зображена на рис. 12.5.

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.



- 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

Рисунок 12.5 - Електропневматична гальмова система двовісного тягача

Про роботоздатність і справність системи водієві повідомляють показники на панелі приладів. Є також пристрій для само діагностування. Система електрогідравлічних гальм (electro hydraulic brake (ЕНВ) system) (рис. 12.6) складається з блока виконавчих механізмів, гідравлічного модулятора тиску, датчиків, електронного блока і каналів керування.

Для забезпечення безпеки в системі використовується два окремих датчики (один - на виконавчому механізмі для визначення ходу педалі та інший - датчик тиску в гідравлічному модуляторі) для визначення «запиту на гальмування» і передачі його в блок 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.

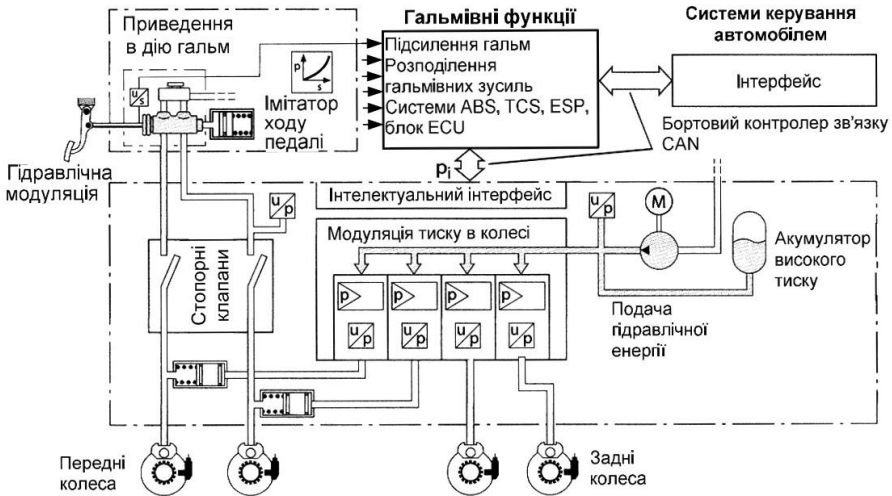


Рисунок 12.6 - Електрогидравлічна гальмова система

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

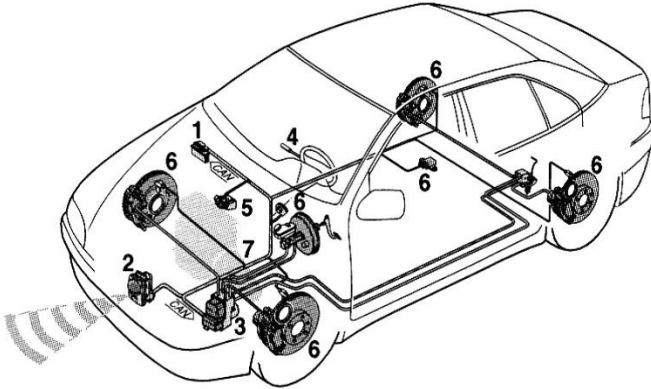
Керування гальмовою системою при круїз-контролі.

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. 12.7) є радіолокаційний датчик, за допомогою якого визначається відстань до автомобіля, що рухається попереду, відносна швидкість руху та відносне положення транспортних засобів.

Для забезпечення надійної роботи системи ACC важливо, щоб автомобілі, що рухаються попереду, розташовувались в межах смуги руху. Інформація від датчиків програми ESP (рис. 12.8) використовується для визначення фактичної кривої руху транспортного засобу, оснащеного ACC. Додаткова інформація про транспортний потік ви-

значається за допомогою радіолокаційних сигналів. Системи відеозображень та навігаційні системи використовуються для допомоги водіям автомобілів при визначенні маршрутів руху.



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

Рисунок 12.7 - Компоненти системи адаптивного круїз-контролю



Рисунок 12.8 - Основна структура керування системи ACC

На практиці встановлено, що для оптимального режиму роботи ACC сповільнювати рух автомобіля за рахунок прикривання дроселя

недостатньо. Тривалі операції переслідування автомобілів за допомогою 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.

Питання для самоперевірки

1. Як класифікуються електронні системи керування гальмами автомобілів?
2. Яке призначення електронного керування гальмами?
3. Що являють собою антиблокувальні системи автомобілів?
4. Що треба брати до уваги при розробці системи АБС?
5. Які критерії якості керування автомобілем?
6. Які елементи входять до системи АБС незалежно від конструкції гальмівної системи?
7. Як відбувається процес регулювання гальмування колеса за допомогою системи АБС?
8. Що таке адаптивність гальмівної системи?
9. Наведіть рівняння руху загальмованого колеса автомобіля.
10. Який найбільш поширений варіант системи АБС?
11. Які функції виконує індуктивний колісний датчик швидкості обертання?
12. Що являє собою електронний блок керування АБС?
13. Для чого призначена система регулювання гальмівних зусиль?
14. Що розуміють під повністю електронною гальмівною системою?
15. Які складові електропневматичної гальмової системи?
16. Як відбувається керування гальмовою системою автомобіля при круїз-контролі?

ЛЕКЦІЯ № 13. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В САЛОНІ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

План лекції. Призначення та основні компоненти системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля. Схема розташування повітророзподільних пристроїв. Схема розподілення повітряних потоків в автомобілі. Схема допоміжного повітрообігрівача незалежного від роботи двигуна. Особливості роботи електронного блока керування кондиціонера. Типи систем рульового керування автомобілів. Напрямки вдосконалень систем рульового керування. Конструктивні схеми рульових підсилювачів.

Література: [1]-[5], [10], [12]-[17], [39]-[65].

Система керування кліматом в салоні автомобіля призначена для забезпечення:

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

При певних значеннях температури і вологості навколишнього повітря людина відчуває себе комфортно. Самопочуття водія є важливим фактором, який визначає його готовність до керування автомобілем, а значить впливає на безпеку руху. Комфортна температура повітря в салоні автомобіля визначається температурою зовнішнього повітря та величиною повітрообміну в салоні (рис. 13.1).

При високій вологості повітря ступінь некомфортності в салоні багатократно збільшується. Наукові дослідження, проведені Всесвітньою організацією охорони здоров'я, показали, що ступінь сконцентрованості водія і швидкодія реакцій людини при несприятливих навантаженнях на його організм суттєво знижуються.

Жара є одним з таких несприятливих навантажень. Найбільш сприятлива температура для водія лежить в діапазоні від 20 до 22°C.

Це відповідає зоні кліматичного навантаження А (рис. 13.2).

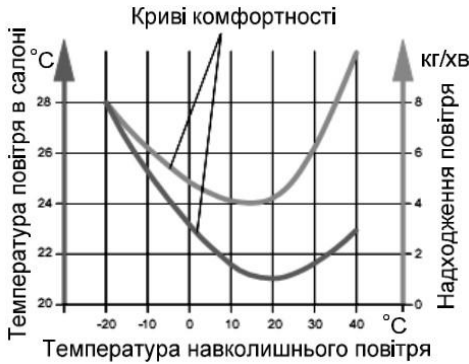


Рисунок 13.1 - Криві комфортності

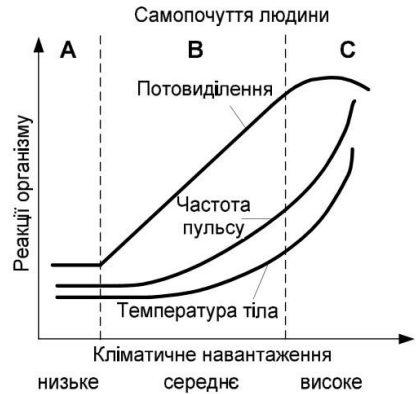


Рисунок 13.2 - Вплив кліматичних навантажень на самопочуття людини

Інтенсивне сонячне випромінювання може підвищити цю температуру в салоні на 15°C порівняно з температурою зовнішнього повітря - особливо на рівні голови, що небезпечно, оскільки при цьому підвищується температура тіла, збільшується пульс, росте виділення поту. Мозок людини отримує надто мало кисню.

Все це можна побачити в зоні В кліматичного навантаження людини. В зоні С для людини лежать перевантаження. Медичні працівники, які працюють в галузі дорожньої медицини, називають такий стан «кліматичним стресом». Як показують дослідження, підвищення температури з 25 до 35°C зменшує здатність адекватно оцінювати ситуацію і приймати правильні рішення на 20 %.

Це еквівалентно вмісту алкоголю в крові 0,5 проміле. Щоб зменшити такі значні навантаження або навіть зовсім виключити їх, за допомогою кліматичної установки створюється в салоні автомобіля комфортна температура, а також очищується і висушується повітря. Це можливо як в нерухомому, так і в рухомому автомобілі.

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

Таким чином, кліматична установка в автомобілі це важливий

компонент безпеки руху, важлива функціональна якість, а не тільки елемент престижу.

Основні компоненти системи клімат-контролю.

Система керування мікрокліматом (рис. 13.3) складається з таких основних компонентів:

- холодильний контур, датчик тиску і температури холодоагенту, датчик температури повітря за випарником;
- опалювальний контур, насосно-клапанний блок, автономні теплообмінники (регульовані з боку подачі рідини), датчики температури в правому і в лівому теплообмінниках;
- повітророзподільні пристрої, кондиціонер;
- передній і задній пульти керування та індикації;
- електронний блок керування.

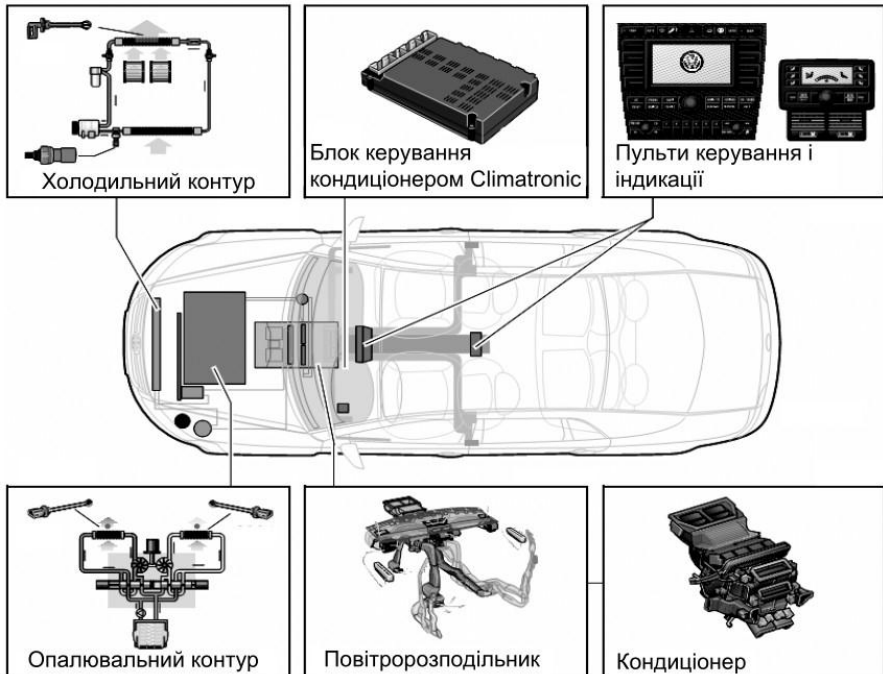


Рисунок 13.3 - Основні компоненти системи керування мікрокліматом

В холодильному контурі (рис. 13.4) тиск і температуру холодоагенту визначає один і той самий датчик 1. По двом сигналам цього

датчика блок керування може визначити неявний витік холодоагенту. Датчик встановлюється з боку магістралі високого тиску. До холодильного контуру відносяться такі елементи: дросель, компресор із зовнішнім регулюванням, конденсатор, випарник, збирач конденсату.

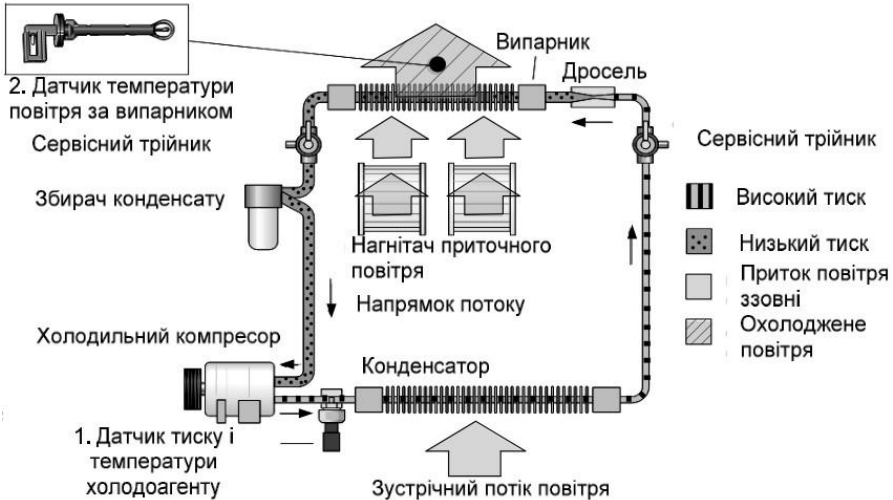


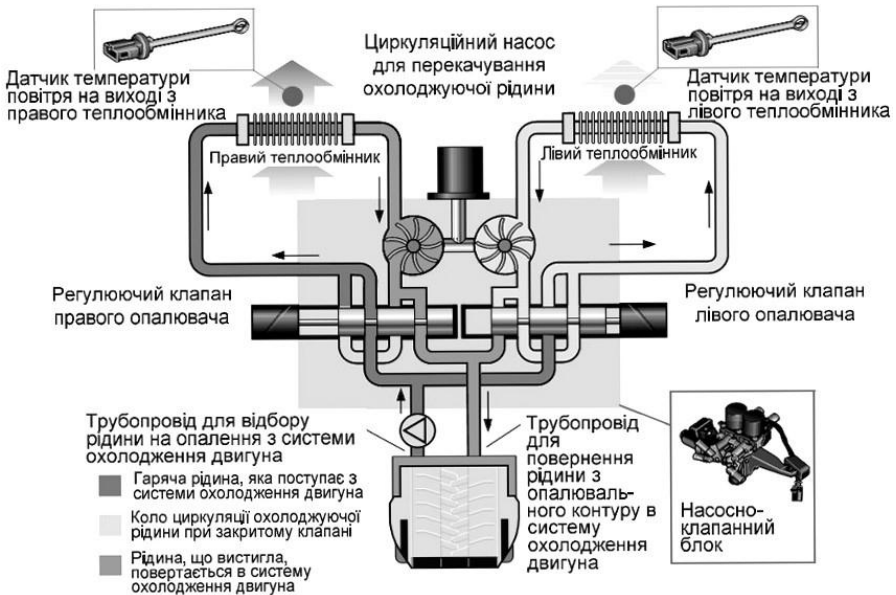
Рисунок 13.4 - Схема циркуляції холодоагенту в холодильному контурі

Температуру повітря за випарником визначає спеціальний датчик 2. За сигналом цього датчика функція охолодження повітря відключається, якщо температура падає до 0°C . Датчик і компресор підтримують температуру повітря за випарником в діапазоні регулювання, тобто в межах від 0 до 12°C .

Це дозволяє знизити нагрівальну потужність теплообмінників. Через них повітря проходить минаючи випарник, щоб нагрітися до заданої температури. В результаті знижуються енергозатрати та зменшується витрата пального.

Опалювальний контур (рис. 13.5) утворюють два теплообмінники, насосно-клапанний блок і коло циркуляції рідини в системі охолодження двигуна. Призначення опалювального контуру полягає у нагріванні до заданої температури повітря, охолодженого і осушеного у випарнику холодильного контуру. Ступінь нагрівання контролюють датчики температури повітря на виході із теплообмінника. Насосно-клапанний блок складається з двох тактових клапанів і циркуляційно-

го насоса для перекачування охолоджуючої рідини. Насос являє собою дві крильчатки з приводом від загального електродвигуна.



Рисунки 13.5 - Схема роботи опалювального контуру

Повітророзподільні пристрої з'єднані між собою повітроводами, які конструктивно оформлені як об'ємні пластмасові елементи різної конфігурації (рис. 13.6). Повітряний потік, який поступає в середину автомобіля, проходить складний шлях від протипилового фільтра на вході до дефлекторів у салоні. Дефлектори на передній панелі закриті декоративними кришками з електроприводом.

Під дією розрідження, створюваного вентилятором, повітря проходить через протипиловий фільтр і поступає до випарника (рис. 13.7). За випарником повітряний потік, який іде через кондиціонер, розгалужується перший раз. Основна частина проходить через теплообмінники, а решта в обхід теплообмінників, до заслінок кондиціонера, які регулюють подачу холодного повітря.

Конструктивна схема з двома паралельними теплообмінниками дозволяє подавати повітря розподіленими потоками в праву і ліву зони салону.

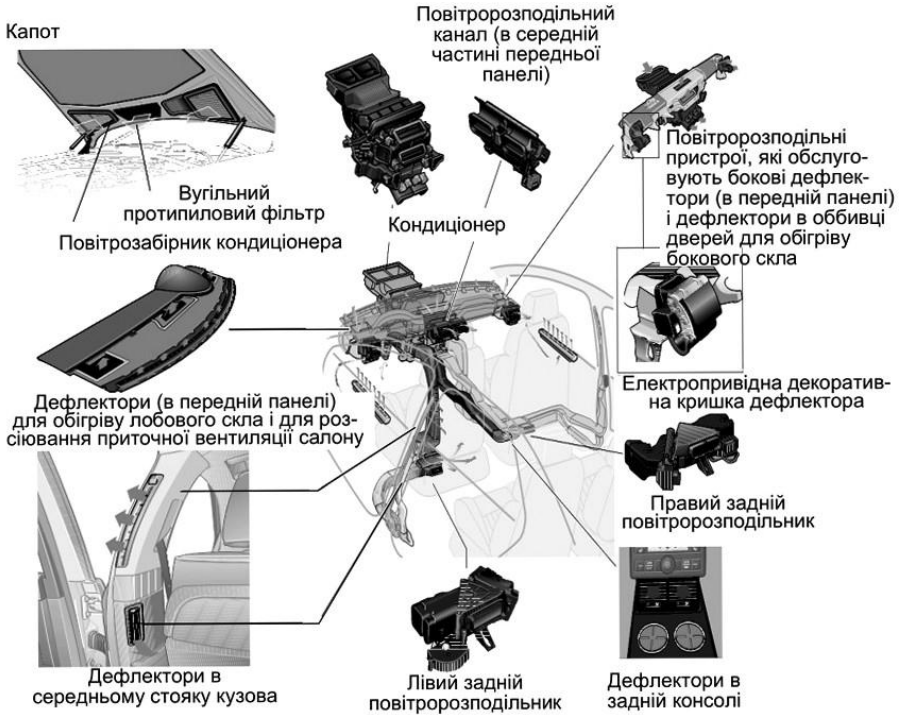


Рисунок 13.6 - Схема розташування повітророзподільних пристроїв

Температуру повітря в кожному з цих двох потоків визначають головним чином налаштування, які задає водій і передній пасажир. За теплообмінниками повітряні потоки розподіляються за допомогою заслінок з електроприводом і спрямовуються до дефлекторів в різних точках салону. При цьому повітря, яке поступає в салон через отвори в середніх стояках кузова і через задні нижні дефлектори, може попутно підігріватися додатковими нагрівальними елементами.

Паливо для додаткових обігрівачів (рис. 13.8), які виробляють тепло без допомоги роботи двигуна, поступає або зі стандартного бака автомобіля, або із спеціального бака для транспортних засобів великих розмірів. Електричний насос подає паливо до форсунки, яка впорскує розпилене паливо в камеру згоряння, де воно змішується з повітрям і згоряє. Гарячі відпрацьовані гази потім спрямовуються до теплообмінника.

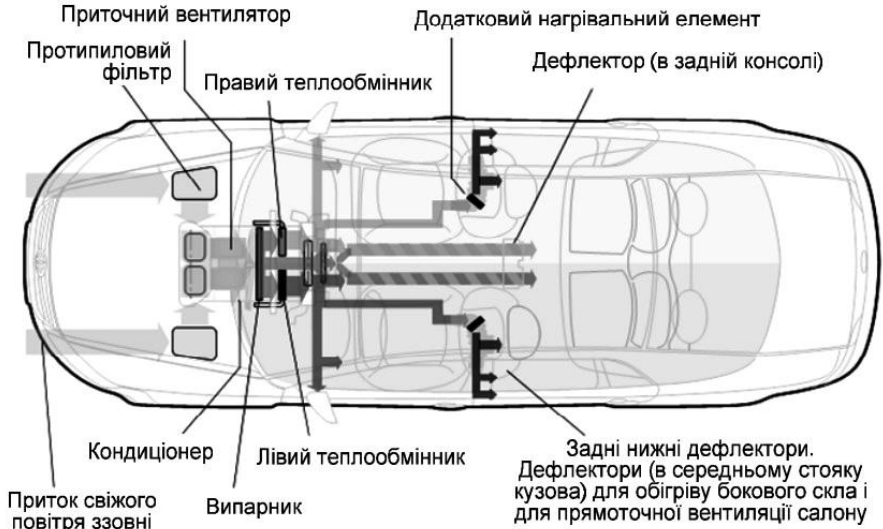
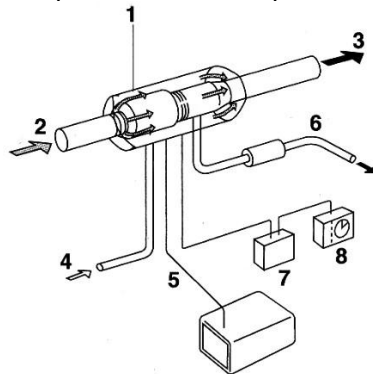


Рисунок 13.7 - Схема розподілення повітряних потоків в автомобілі



1 - повітрообігрівач з вентилятором, камерою згоряння і теплообмінником,
 2, 3 - впускний та випускний отвори для повітря, яке подається в салон
 автомобіля, 4 - приток повітря в камеру згоряння, 5 - подача живлення,
 6 - система випуску відпрацьованих газів, 7 - електронний блок керування
 (ЕБК), 8 - термостат і таймер для попереднього вибору тривалості включення

Рисунок 13.8 - Схема допоміжного повітрообігрівача незалежного від роботи двигуна

Теплообмінник може функціонувати одним з двох способів: або

за допомогою безпосереднього підігріву повітря салону, або шляхом передачі тепла в систему охолодження двигуна. В останньому випадку циркуляція підтримується окремим електричним насосом, що дає можливість використання стандартного пристрою обігріву повітря в пасажирському салоні. Цей тип допоміжного підігріву охолоджувальної рідини двигуна також покращує характеристики запуску в зимовий період.

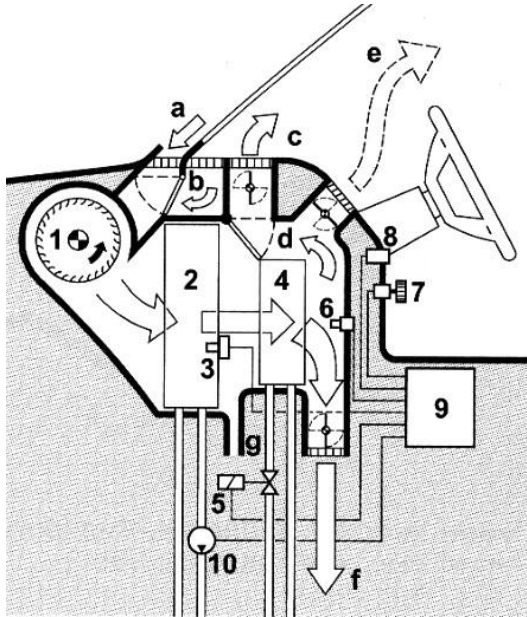
Один пристрій обігріву не здатний справлятися із завданням забезпечення сприятливої навколишньої обстановки. Коли зовнішня температура перевищує 20°C , повітря повинне охолоджуватись, щоб досягнути прийнятної температури в салоні. Для цього використовуються пристрої, які приводяться в дію компресором із холодоагентом (рис. 13.9). Насос, що приводиться в дію від двигуна, стискує пароподібний холодоагент, який потім подається насосом в конденсатор, де він охолоджується і перетворюється в рідкий стан, тут холодоагент віддає енергію, яку отримує в компресорі, і тепло, що поглинається у випарнику, в навколишнє середовище.

Редукційний клапан розбризкує охолоджену рідину, подаючи її у випарник (процес випаровування служить для поглинання тепла із потоку свіжого повітря).

За рахунок витягування вологи із охолодженого повітря у вигляді конденсату, вологість повітря зменшується до бажаного рівня. Випарники і конденсатори виконані у вигляді трубопластинчастих теплообмінників. Випарник розташовується перед радіатором обігрівача в потоці свіжого повітря і охолоджує повітря приблизно до $3-5^{\circ}\text{C}$. Осушене повітря повторно нагрівається радіатором обігрівача до необхідної температури.

Автоматичне керування особливо необхідне для автомобілів, оснащених одночасно кондиціонером і обігрівачем, оскільки постійний контроль і регулювання, потрібні для підтримки температури створюваного клімату, ускладнюють завдання водію автомобіля.

У центрі системи знаходиться ланцюг контролю температури в салоні. Блок керування безперервно контролює як попередньо задану температуру, так і усі зміни, які впливають на систему. Цю інформацію необхідно використовувати для визначення температури завчасно заданих точок, які порівнюються із дійсною температурою, а блок керування використовує різницю між двома величинами як основу для визначення необхідного рівня обігріву, охолодження і подачі повітря.



1 - вентилятор, 2 - випарник, 3 - датчик температури випарника, 4 - радіатор обігрівача, 5 - соленоїдний клапан, 6 - датчик температури повітря, 7 - регулятор керування вихідними величинами, 8 - датчик температури повітря в салоні, 9 - електронний блок керування (ЕБК), 10 - компресор, а - свіже повітря, b - рециркульоване повітря, c - відтаювання, d - байпас, e - вентиляція, f - підведення до ніг, g - дренажний канал конденсації

Рисунок 13.9 - Схема кондиціонера повітря з електронним керуванням

Іншою функцією керування є регулювання положення заслінок розподілення повітряного потоку відповідно до програми, яка обрана водієм автомобіля.

Величина температури повітря, яке подається, визначається за допомогою блока керування і досягається за рахунок регулювання подачі охолоджувальної рідини або повітря через радіатор опалювача.

Для регулювання величини повітряного потоку використовується плавний чи ступінчатий спосіб керування вентилятором. Умови роботи вентилятора пов'язані із збільшенням повітряного потоку, викликаного аеродинамічним тиском при високих швидкостях автомобіля. За допомогою спеціальної функції керування це можна компенсу-

вати, реагуючи на підвищення швидкості автомобіля шляхом зменшення швидкості обертання вентилятора до нуля, а якщо потік буде і далі зростати, то за допомогою обмежувальної заслінки для дроселювання потоку вхідного повітря.

Керування розподіленням повітря відповідно до трьох рівнів - дефлектор скла, верхня частина салону і зона ніг - можна здійснювати вручну з попереднім вибором або за програмою.

Звичайно за допомогою автоматичних кондиціонерів вирішують такі завдання залежно від умов усередині й поза автомобілем:

- регулювання температури повітря на випуску зміною ступеня відкриття заслінки повітряного змішувача,
- регулювання інтенсивності потоку повітря зміною частоти обертання вала двигуна вентилятора,
- керування впускним і випускним отворами перемикання випускних отворів охолоджувача й нагрівача, перемикання надходження повітря з атмосфери або салону,
- керування компресором ввімкнення й вимкнення електромагнітної муфти компресора.

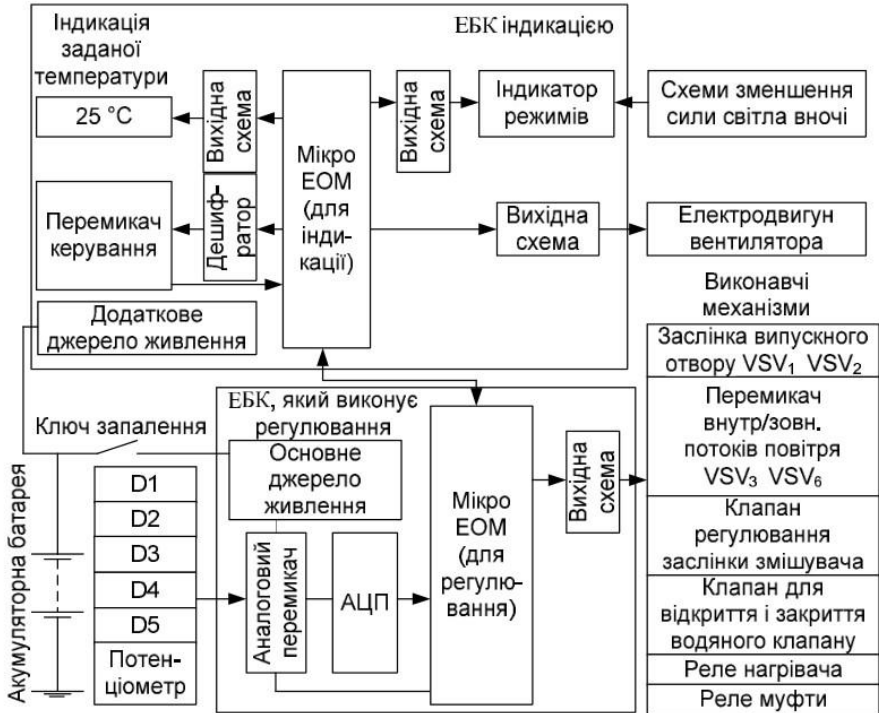
Особливості роботи електронного блока керування.

Структура електронного блока керування подана на рис. 13.10. В системі використовуються ЕБК індикацією та ЕБК, що виконує регулювання. Обидва блоки виконані на основі однокристальних мікроЕОМ і забезпечують керування шляхом обміну між собою вихідними і вхідними сигналами. ЕБК індикацією обробляє вхідні сигнали від різних перемикачів заслінок і забезпечує індикацію заданої температури.

ЕБК, що виконує регулювання, за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) перетворює аналогові сигнали різних датчиків температури, установлених усередині й зовні автомобіля, у цифрові сигнали, а також за допомогою мікроЕОМ обчислює необхідну температуру повітря на випуску та відповідно до умов усередині й зовні автомобіля виробляє сигнали для різних виконавчих механізмів.

Збільшена блок-схема алгоритму керування показана на рис. 13.11. Для підтримки певного теплового балансу в салон подається повітря. Щоб температура повітря в салоні дорівнювала заданій, мікроЕОМ обчислює температурну поправку. Ступінь відкриття заслінки повітряного змішувача встановлюється відповідно до обчисленої тем-

ператури повітря на випуску. Регулювання температури повітря (від холодного до теплого) забезпечується зміною складу суміші з охолодженого й нагрітого потоків повітря.



D1 і D2 - датчики температури повітря відповідно в салоні й поза салоном, D3 - датчик інтенсивності сонячного випромінювання, D4 - датчик випарника, D5 - датчик температури охолоджувальної рідини

Рисунок 13.10 - Структура ЕБК автоматичного кондиціонера

Положення заслінки повітряного змішувача плавно регулюється від повністю відкритого стану до повністю закритого мембраною сервомеханізму, що приводиться у дію розрідженням. Сервомеханізм пов'язаний з потенціометром, сигнал якого пропорційний ступеню відкриття заслінки. У результаті утворюється сигнал зворотною зв'язку, що дозволяє зробити близькими реальну й обчислену ступені відкриття заслінки.



Рисунок 13.11 - Блок-схема алгоритму керування

Зовнішня частина датчика температури повітря поза салоном виготовляється зі смоли з високою теплоємністю, тому датчик не реагує на різкі зміни температури (наприклад, через надходження відпрацьованих газів від автомобіля, що йде спереду) і показує середню зовнішню температуру.

Датчик випарника встановлюється на вихідному отворі випарника (у якому відбувається випарювання стислого холодоагенту) і показує температуру охолодженого повітря, тобто подає інформацію про максимально досяжний ступінь охолодження. Датчик температури

Датчик інтенсивності сонячного випромінювання встановлюється над щитком приладів так, щоб він сприймав сонячні промені. За допомогою цього датчика визначається інтенсивність сонячного випромінювання та враховується зміна температури салону, викликана сонячними променями.

Датчики можуть бути двох видів - з термістором і з фотодіодом. Фотодіод підбирається таким чином, щоб він не реагував на температуру навколишнього повітря, але мав високу чутливість до сонячних променів.

У кондиціонерах застосовують кілька датчиків внутрішньої та зовнішньої температури повітря, температури випарника, температури охолоджувальної рідини двигуна.

У всіх датчиках використовуються термістори, причому термістори датчиків внутрішньої та зовнішньої температури і температури випарника мають однакові характеристики.

Датчик температури повітря в салоні містить малогабаритний вентилятор, щоб, пропускаючи через себе повітря салону, показувати його середню температуру.

охладжувальної рідини розташований на виході із системи охолодження двигуна і показує її температуру. Він використовується для встановлення найбільшої охолоджувальної здатності та включення у разі необхідності схеми підігріву.

Сучасні засоби клімат-контролю дозволяють регулювати температуру від 18°C до 28°C та використовувати принцип чотиризонального регулювання (рис. 13.12).

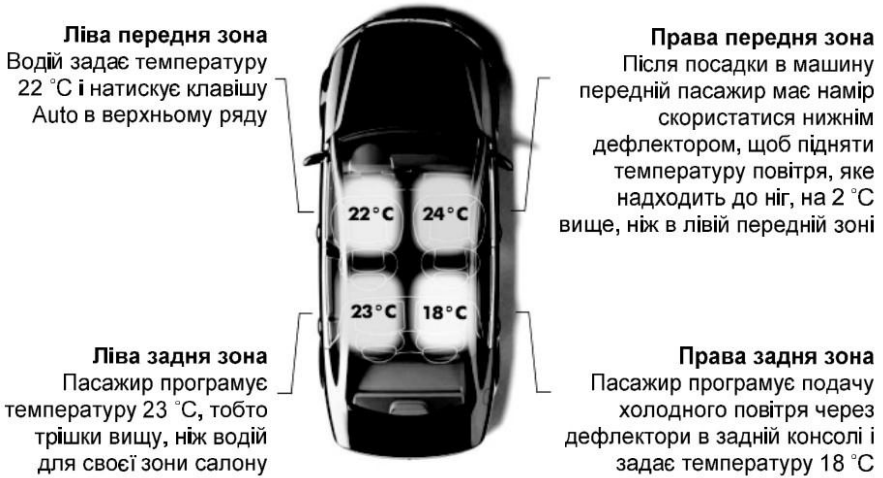


Рисунок 13.12 - Приклад використання принципу чотиризонального регулювання

Пристрій опис яких наведено вище, використовуються як для легкових, так і для вантажних автомобілів. Для автобусів необхідні складніші схеми, оскільки в них пасажирський салон поділяється на декілька контрольованих зон, в яких температура регулюється за допомогою електронно-керованих режимів роботи індивідуальних насосів подачі рідини.

Рульове керування.

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

- рульове керування з використанням мускульних зусиль, в якому підсилення для виконання повороту створюється виключно самим водієм,

- безмускульні системи рульового керування, в якому зусилля для керування створюється виключно від джерела енергії на автомобілі (не використовується на високошвидкісних автомобілях):
- рульове керування з підсилювачем (рис. 13.13), в якому зусилля для керування створюються як за рахунок мускульної сили, так і від джерела енергії (використовується на високошвидкісних автомобілях).

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

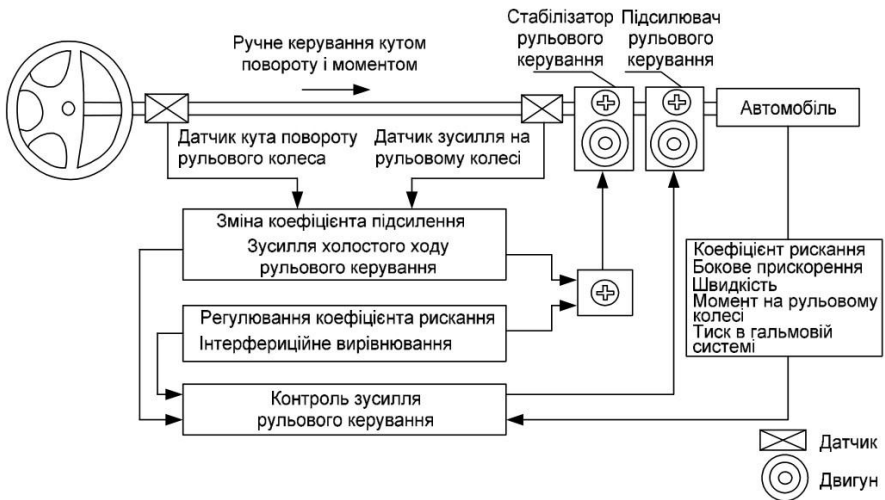


Рисунок 13.13 - Активна система рульового керування з підсилювачем

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

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

В 1-му випадку коефіцієнт підсилення змінюється відповідно до швидкості автомобіля, в 2-му із частотою обертання колінчатого вала двигуна. В обох випадках мета зміни полягає в тому, щоб зробити більше легким керування на низькій швидкості та менш чутливим на високій. Існують також системи, які за допомогою мікроЕОМ дозволяють управляти рульовим підсилювачем за показниками кутової швидкості повороту рульового колеса або встановлювати його за бажанням водія.

Зростаючі вимоги до комфортабельності і безпеки руху сучасних автомобілів приводять до необхідності використання систем підсилення з можливістю модуляції сил, то діють на рульове керування, за швидкістю їх руху. В таких системах блок керування (рис. 13.14) оцінює сигнали, які відповідають швидкості руху автомобіля, і визначає рівень реакції гідравлічного або електричного підсилювача.

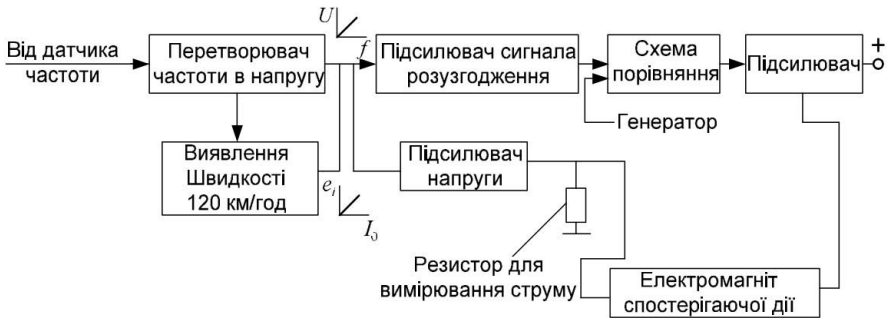


Рисунок 13.14 - Структурна схема електронного блока рульового керування ЕБК з підсиленням за швидкістю автомобіля

На вхід схеми ЕБК надходить сигнал від датчика швидкості. Вихідним сигналом ЕБК є сигнал, що приводить у рух електромагніт слідкуючої дії. Цей електромагніт відрізняється від звичайного тим, що може фіксувати чотири клапани в довільному положенні, пропорційному середньому струму.

Сигнал від датчика швидкості за допомогою перетворювача частоти в напругу (f - U) перетворюється в напругу, пропорційну швидкості, що легко обробляється аналоговою схемою.

На високій швидкості для збільшення рульового зусилля струм електромагніту повинен рости. Але щоб не допускати надмірного збі-

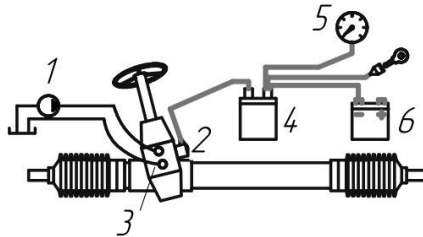
льшення зусилля на рульовому колесі на великих швидкостях, значення струму залишається незмінним при швидкості вище 120 км/год. Для цього вводиться схема виявлення швидкості 120 км/год.

Напруга U , отримана в результаті перетворення сигналу датчика швидкості, напруга e , пропорційна спаданню напруги (утвореному струмом I_0 через електромагніт) на резисторі для вимірювання струму, порівнюються в підсилювачі сигналу неузгодженості.

Підсилювач, що містить інтегруючу схему на операційному підсилювачі, виробляє сигнал, скоректований таким чином, що при наявності неузгодженості через електромагніт завжди протікає струм, пропорційний швидкості.

Схема порівняння в результаті обробки скоректованого сигналу та сигналів трикутної форми e_0 генератора виробляє імпульси відповідно до реальної швидкості. Ці сигнали через транзистор надходять на електромагніт. Зі збільшенням струму ступінь відкриття електромагнітного клапана та зусилля на рульовому колесі зростають.

Принципова схема системи регулювання за допомогою гідравлічного підсилювача наведена на рис. 13.15.



- 1 - нагнітальний масляний насос, 2 - електрогідравлічний перетворювач,
3 - корпус розподільного клапана, 4 - електронний блок керування,
5 - електронний спідометр, 6 - акумуляторна батарея

Рисунок 13.15 - Схема рульового керування з гідравлічним підсилювачем, робота якого модулюється від швидкості руху

Особливістю конструкції даного гідравлічного підсилювача є те, що виконавчий механізм може бути встановлений або в насосі підсилювача, або в рейковому рульовому механізмі. У виконавчому механізмі є розподільний клапан, який змінює витрату рідини з насоса підсилювача. Роботою клапан керує електронний блок керування, що одержує сигнали швидкості руху автомобіля від центрального елект-

ронного керуючого модуля (датчика). Особливі характеристики підсилювача рульового керування (рис. 13.16) дозволяють повертати рульове колесо з мінімальним зусиллям при нерухомому автомобілі, або під час його руху з невеликою швидкістю, ступінь посилення знижується з підвищенням швидкості руху.

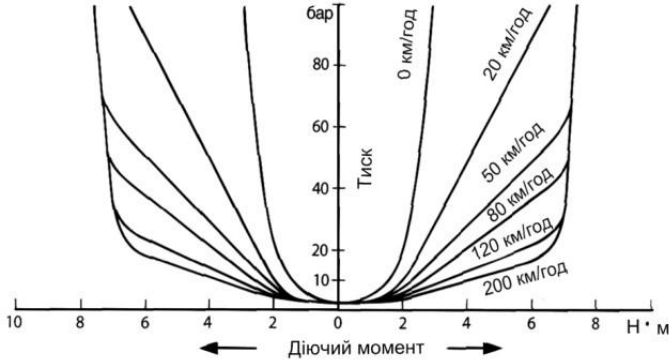
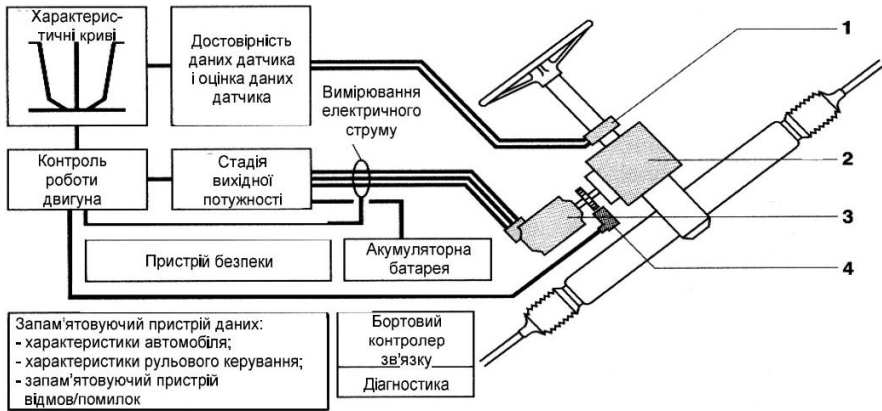


Рисунок 13.16 - Характеристичні криві системи рульового керування з підсилювачем (форма кривих може змінюватися відповідно до змін параметрів автомобіля)

Таким чином, при русі з високими швидкостями забезпечується можливість керування поворотами автомобіля в оптимальному режимі. При такій системі важливо, що тиск і витрата мастила ніколи не знижуються і тому ці параметри можуть бути негайно затребувані в критичних ситуаціях керування. У випадку використання електропідсилювача (рис. 13.17), в роботі системи використовується електричний двигун, який живиться від системи електрообладнання автомобіля, і розташовується в одному з трьох місць: на рульовій колонці, в районі шестеренного насоса або рейкового приводу.

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

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



1 - датчик крутного моменту, 2 - понижувальна передача,

3 - датчик електродвигуна, 4 - електродвигун

Рисунок 13.17 - Схема роботи системи рульового керування з електропідсилювачем Servolectric (Bosch/ZF)

Питання для самоперевірки

1. Яке призначення системи керування кліматом в салоні машини?
2. Чим визначається комфортна температура повітря в салоні?
3. В якому діапазоні знаходиться найбільш сприятлива температура для водія?
4. Як здійснюють додаткове очищення повітря в салоні автомобіля?
5. Назвіть основні компоненти системи клімат-контролю.
6. За допомогою чого розподіляються повітряні потоки за теплообмінниками?
7. Які елементи входять до складу допоміжного повітрообігрівача незалежного від роботи двигуна?
8. В чому полягають особливості роботи електронного блока керування автомобільного кондиціонера?
9. Назвіть основні типи систем рульового керування.
10. Які є напрямки підвищення ефективності рульового керування?
11. Назвіть конструктивні елементи рульового керування автомобіля з гідравлічним підсилювачем.
12. Які переваги електрогідравлічного підсилювача?
13. Яке призначення датчика кута повороту рульового колеса?
14. Де може бути розміщений електродвигун підсилювача керма?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Грабченко А. И., Клепиков В. Б., Доброскок В. Л. Введение в мехатронику. Харьков : НТУ «ХПИ», 2014. 264 с.
2. Кашканов А. А. Інформаційні комп'ютерні системи автомобільного транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2010. 230 с.
3. Konrad Reif. Automotive mechatronics. Automotive networking, driving stability systems, electronics. Wiesbaden : Springer Fachmedien, 2015. 549 p.
4. Levent Güvenc, Bilin Aksun Güvenc, Burak Demirel. Control of mechatronic systems. London : The Institution of Engineering and Technology, 2017. 217 p.
5. Patrick Kaltjob. Mechatronic Systems and Process Automation. Boca Raton : CRC Press, 2018. 468 p.

Допоміжна

6. Andrew J. Kurdila. Dynamics and control of robotic systems. Hoboken : John Wiley & Sons Ltd, 2020. 517 p.
7. Mohammad H. Abedin-Nasab. Handbook of robotic and image-guided surgery. Cambridge : Elsevier, 2020. 724 p.
8. Ambarish Goswami. Humanoid robotics: a reference. Dordrecht : Springer Nature B.V., 2019. 2676 p.
9. Clifford A. Pickover. Artificial intelligence. An illustrated history. New York : Sterling Publishing Co., Inc., 2019. 268 p.
10. Сторожев В. В. Системотехника и мехатроника технологических машин и оборудования. М. : Дашков и К°, 2016. 412 с.
11. Юревич Е. И. Основы робототехники. Спб. : БХВ-Петербург, 2017. 284 с.
12. Карташевич А. Н. Тракторы и автомобили. Тормозные системы автомобилей. Пневматические тормозные приводы. Горки : БГСХА, 2014. 52 с.
13. Кусяк В. А., Руктешель О. С. Проектирование автоматизированных мехатронных систем управления силовым агрегатом грузовых автомобилей и автопоездов. Минск : БИТУ, 2015. 295 с.
14. Сергеев Н. Н., Хонелидзе Д. М. Электрооборудование и электрон-

- ные системы автомобиля. Тула : ТулГУ, 2015. 156 с.
15. Болштянский А. П. Электронные системы автомобилей. Омск : ОГТУ, 2010. 125 с.
 16. Коваленко О. Л. Электронные системы автомобилей. Архангельск : ИПЦ САФУ, 2013. 80 с.
 17. Котельников А. П. Мехатронные системы тормозного управления автомобилем. Екатеринбург : УрГУПС, 2011. 80 с.
 18. Горбенко Т. И., Горбенко М. В. Основы мехатроники и робототехники. Томск : Томский государственный ун-т, 2012. 126 с.
 19. Виноградов В. М. Проектирование технологических машин и комплексов. Введение в специальность. М. : МАМИ, 2014. 188 с.
 20. Ревин А. А. Автоматика и автоматизация рабочих и производственных процессов. Волгоград : ВолгГТУ, 2015. 388 с.
 21. Черепанов Л. А. Автоматические системы автомобиля. Тольятти : Тольяттинский государственный ун-т, 2006. 132 с.
 22. Подураев Ю. В. Основы мехатроники. М. : МГТУ, 2000. 80 с.
 23. Подураев Ю. В. Мехатроника основы, методы, применение. М. : МГТУ, 2006. 256 с.
 24. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Расчет и конструирование мехатронных модулей. М. : МГТУ, 2012. 422 с.
 25. Егоров О. Д., Подураев Ю. В., Бубнов М. А. Робототехнические мехатронные системы. М. : МГТУ, 2015. 326 с.
 26. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. Спб. : Лань, 2012. 608 с.
 27. Готлиб Б. М. Введение в мехатронику. Екатеринбург : Изд-во Уральского государственного ун-та путей сообщения, 2007. 782 с.
 28. Пупков К. А. Мехатроника. М. : РУДН, 2008. 132 с.
 29. Хомченко В. Г., Соломин В. Ю. Мехатронные и робототехнические системы. Омск : ОмГТУ, 2008. 160 с.
 30. Свербилов В. Я. Основы мехатроники. Самара : Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева, 2011. 58 с.
 31. Храменко С. А. Основы мехатроники. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. 782 с.
 32. Сырямкин В. И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике. Томск : Томский гос. ун-т, 2016. 524 с.
 33. Сырямкин В. И. Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы. Томск : Томский гос. ун-т, 2017. 256 с.
 34. Бектайл Дж. Конструируем роботов. Дроны. Руководство для на-

- чинающих. М. : Лаборатория знаний, 2018. 226 с.
35. Гололобов В. Н., Ульянов В. И. Беспилотники для любознательных. СПб. : Наука и техника, 2018. 256 с.
 36. Петров М. А., Шейпак А. А., Петров П. А. Мехатронные системы в машиностроении и их моделирование. М. : МАМИ, 2015. 115 с.
 37. Экзоскелеты : анализ конструкций, принципы создания, основы моделирования. Курск : Юго-Зап. гос. ун-т., 2015. 179 с.
 38. Рассадкин Ю. И., Синицын А. В. Компьютерное управление в мехатронных системах. М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 61 с.
 39. Robert H. Bishop. Mechatronics. An Introduction. Boca Raton : CRC Press, 2006. 285 p.
 40. Robert H. Bishop. Mechatronic System Control, Logic, and Data Acquisition. Boca Raton : CRC Press, 2008. 755 p.
 41. Robert H. Bishop. Mechatronic Systems, Sensors, And Actuators. Boca Raton : CRC Press, 2007. 656 p.
 42. William Bolton. Mechatronics : electronic control systems in mechanical and electrical engineering. Harlow : Pearson, 2015. 663 p.
 43. David G. Alciatore. Introduction to mechatronics and measurement systems. New York : McGraw-Hill Education, 2018. 609 p.
 44. Erika Ottaviano. Mechatronics for cultural heritage and civil engineering. Cham : Springer International Publishing, 2018. 372 p.
 45. Fijalkowski B.T. Automotive mechatronics: operational and practical issues. Heidelberg : Springer, 2011. Volume I. 612 p.
 46. Fijalkowski B.T. Automotive mechatronics: operational and practical issues. Heidelberg : Springer, 2011. Volume II. 538 p.
 47. Edwin Kiel. Drive Solutions. Mechatronics for production and logistics. Berlin : Springer-Verlag, 2008. 545 p.
 48. Uwe Kiencke, Lars Nielsen. Automotive control systems for engine, driveline, and vehicle. Berlin : Springer-Verlag, 2005. 521 p.
 49. John Billingsley. Essentials of mechatronics. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc., 2006. 267 p.
 50. Frank Lamb. Industrial Automation. Hands On. New York : McGraw-Hill Education, 2013. 369 p.
 51. Günter Ullrich. Automated guided vehicle systems a primer with practical applications. Berlin : Springer-Verlag, 2015. 237 p.
 52. Autonomous Vehicles in Support of Naval Operations. Washington, DC : The national academies press, 2005. 257 p.
 53. Driver Reactions to Automated Vehicles. A Practical Guide for Design

- and Evaluation. Boca Raton : CRC Press, 2018. 177 p.
54. Road Vehicle Automation. Lecture notes in mobility / Gereon Meyer, Sven Beiker (editors). Switzerland : Springer, 2014. 257 p.
 55. Road Vehicle Automation 2. Lecture notes in mobility / Gereon Meyer, Sven Beiker (editors). Switzerland : Springer, 2015. 226 p.
 56. Road Vehicle Automation 3. Lecture notes in mobility / Gereon Meyer, Sven Beiker (editors). Switzerland : Springer, 2016. 292 p.
 57. Road Vehicle Automation 4. Lecture notes in mobility / Gereon Meyer, Sven Beiker (editors). Switzerland : Springer, 2018. 255 p.
 58. Road Vehicle Automation 5. Lecture notes in mobility / Gereon Meyer, Sven Beiker (editors). Switzerland : Springer, 2019. 246 p.
 59. Road Vehicle Automation 6. Lecture notes in mobility / Gereon Meyer, Sven Beiker (editors). Switzerland : Springer, 2019. 146 p.
 60. Hans-Leo Ross. Functional safety for road vehicles. New challenges and solutions for E-mobility and automated driving. Switzerland : Springer International Publishing, 2016. 276 p.
 61. Huaqun Guo. Automotive informatics and communicative systems: principles in vehicular networks and data exchange. New York : Information Science Reference, 2009. 364 p.
 62. Jan Fischer-Wolfarth. Advanced microsystems for automotive applications 2014. Smart systems for safe, clean and automated vehicles. Switzerland : Springer International Publishing, 2014. 305 p.
 63. Kimon P. Valavanis. Advances in Unmanned Aerial Vehicles. State of the Art and the Road to Autonomy. Dordrecht : Springer, 2007. 551 p.
 64. Hassan Rashidi, Edward Tsang. Vehicle Scheduling in Port Automation. Advanced Algorithms for Minimum Cost Flow Problems. Boca Raton : CRC Press, 2016. 260 p.
 65. Steffen Heinrich. Planning universal on-road driving strategies for automated vehicles. Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2018. 141 p.

Інформаційні ресурси

66. The IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS (TMECH) is a bimonthly periodical source. <http://www.ieee-asme-mechatronics.org> (дата звернення: 27.12.2019).
67. Mechatronics - an international journal. <https://www.journals.elsevier.com/mechatronics> (дата звернення: 27.12.2019).

68. Mechatronics, Informatics and Control Group (MICG) - incorporates the Mechatronics Forum, which has been actively promoting mechatronics internationally for the past 20 years.
<https://www.imeche.org/get-involved/special-interest-groups/mechatronics-informatics-and-control-group> (дата звернення: 27.12.2019).
69. Robotics. <https://curlie.org/Computers/Robotics> (дата звернення: 27.12.2019).
70. IEEE Robotics and Automation Society. <http://www.ieee-ras.org> (дата звернення: 27.12.2019).
71. Investigation of social robots – Robots that mimic human behaviors and gestures. <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/index.html> (дата звернення: 27.12.2019).
72. Wired's guide to the '50 best robots ever', a mix of robots in fiction (Hal, R2D2, K9) to real robots (Roomba, Mobot, Aibo).
<https://www.wired.com/wired/archive/14.01/robots.html> (дата звернення: 27.12.2019).
73. Automotive Electronic Systems Clemson Vehicular Electronics Laboratory Website <http://www.cvel.clemson.edu/auto/systems/auto-systems.html> (дата звернення: 27.12.2019).
74. Seattle Robotics «What is a Servo?». <http://www.seattlerobotics.org/guide/servos.html> (дата звернення: 27.12.2019).
75. Different types of servo motors. <http://www.servotronics.com/servomotors.html> (дата звернення: 27.12.2019).
76. Automotive Manufacturing Engineering Overview.
<http://www.automotiveengineeringhq.com/automotive-manufacturing-engineering/> (дата звернення: 27.12.2019).
77. Engineering Synergy. <http://myengineeringsystems.co.uk/> (дата звернення: 27.12.2019).
78. The Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE), formerly the Institute of Industrial Engineers, is a professional society dedicated solely to the support of the industrial engineering profession and individuals involved with improving quality and productivity.
<http://www.iise.org/> (дата звернення: 27.12.2019).
79. SME (previously the Society of Manufacturing Engineers) is a non-profit student and professional association for educating and advancing the manufacturing industry in North America. <http://sme.org/> (дата звернення: 27.12.2019).