

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет



ЕЛЕКТРИЧНЕ ТА ЕЛЕКТРОННЕ ОБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Автомобільна електроніка»
галузі знань 17 (G) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальності 171 (G5) Електроніка (Електроніка, електронні комунікації,
приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання

УДК 629.113:621.3:621.38
E50

До друку
Голова вченої ради факультету робототехніки та штучного інтелекту _____ Анатолій ТКАЧУК

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ ім. професора Віктора Божидарніка
Директор бібліотеки _____ Наталія ПОЛІЩУК

Затверджено вченою радою факультету робототехніки та штучного інтелекту ЛНТУ, протокол № ____ від ____ _____ 2026 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електроніки фізики та СМАРТ-систем ЛНТУ, протокол № 1 від 12 травня 2026 року.

В.о. завідувача кафедри електроніки фізики та СМАРТ-систем к.т.н., доцент
_____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ

Укладач: _____ Станіслав ПРИСТУПА, к.т.н, доцент кафедри електроніки та телекомунікацій ЛНТУ
(підпис)

Рецензент: _____ Віктор ДЕНИСЮК, к.т.н., доцент кафедри автоматизації та безпілотних систем ЛНТУ
(підпис)

Відповідальний за випуск: _____ Валентин ЗАБЛОЦЬКИЙ, к.т.н., в.о. завідувача кафедри кафедри електроніки фізики та СМАРТ-систем ЛНТУ
(підпис)

Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 (G) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 171 (G5) Електроніка (Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання/ уклад. С. О. Приступа, – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 240 с.

У конспекті лекцій представлений теоретичний матеріал для вивчення дисципліни «Електричне та електронне обладнання автомобілів» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 (G) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 171 (G5) Електроніка (Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання

С. О. Приступа, 2026 р.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	4
Тема 1 Загальні відомості про систему електрообладнання автомобілів.....	5
Тема 2 Автомобільні акумуляторні батареї, їх параметри і характеристики.....	21
Тема 3 Принципи побудови автомобільних генераторів, їх конструкції	38
Тема 4 Системи пуску двигуна	53
Тема 5 Системи запалювання	60
Тема 6 Автомобільні системи освітлення	76
Тема 7 Додаткове електрообладнання	102
Тема 8 Датчики електронних автомобільних систем	119
Тема 9 Системи електронного керування роботою двигунів внутрішнього згоряння	157
Тема 10 Системи електронного керування роботою двигунів гібридного типу та електромобілів	176
Тема 11 Електронні системи інформування водія.....	191
Тема 12 Електронні системи керування мікрокліматом в салоні автомобіля	217
Інформаційні джерела.....	239

ВСТУП

Сучасний автомобіль є складною технічною системою, в якій електричне та електронне обладнання відіграє ключову роль у забезпеченні надійної, безпечної та ефективної роботи всіх його вузлів і агрегатів. Розвиток автомобільної промисловості супроводжується постійним ускладненням електронних систем, що зумовлює необхідність глибокого розуміння принципів їхньої роботи, будови та методів обслуговування.

Дисципліна «Електричне та електронне обладнання автомобілів» спрямована на вивчення основ функціонування електричних кіл, джерел живлення, систем запуску двигуна, освітлення, сигналізації, а також сучасних електронних систем керування автомобілем. Особлива увага приділяється взаємодії електричних і електронних компонентів, їхній діагностиці, технічному обслуговуванню та ремонту.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для розуміння принципів роботи електрообладнання автомобілів, виявлення та усунення несправностей, а також ефективної експлуатації сучасних транспортних засобів.

Опанування даного курсу дозволить майбутнім фахівцям орієнтуватися в сучасних тенденціях розвитку автомобільної електроніки, застосовувати отримані знання на практиці та забезпечувати високий рівень технічного обслуговування автомобілів.

ТЕМА 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Тенденції розвитку електрообладнання автомобілів

Електрообладнання автомобіля (інша назва – електрична система автомобіля) призначене для вироблення, накопичення, розподілу та використання електричної енергії з метою забезпечення роботи всіх електричних і електронних систем транспортного засобу. Воно є невід’ємною складовою сучасного автомобіля та забезпечує функціонування як основних агрегатів, так і допоміжних систем комфорту, безпеки та керування.

Електрообладнання автомобіля об’єднує в собі джерела електричної енергії (акумуляторну батарею, генератор), споживачі електроенергії (стартер, освітлювальні прилади, електронні блоки керування, датчики, виконавчі механізми), а також елементи керування та захисту – вимикачі, реле, запобіжники, електронні модулі. Усі ці елементи з’єднані між собою електричною проводкою та формують єдину бортову електричну мережу автомобіля.

У сучасних умовах розвитку автомобільної промисловості електрообладнання автомобіля зазнає суттєвих змін, що зумовлені підвищенням вимог до енергоефективності, екологічності, безпеки та функціональних можливостей транспортних засобів. Електричні та електронні системи поступово перетворюються на ключовий елемент конструкції автомобіля, забезпечуючи роботу основних і допоміжних агрегатів.

Однією з основних тенденцій розвитку є зростання рівня електрифікації транспортних засобів. Широке впровадження гібридних та електричних автомобілів сприяє розвитку високовольтних електричних систем, тягових акумуляторних батарей, силових перетворювачів та електродвигунів. У таких умовах електрообладнання виконує не лише допоміжну, а й основну функцію забезпечення руху транспортного засобу.

Важливим напрямом розвитку є підвищення рівня автоматизації керування автомобілем. Сучасні транспортні засоби оснащуються електронними блоками керування, які координують роботу двигуна, трансмісії, гальмівної системи, систем активної та пасивної безпеки. Обмін інформацією між окремими електронними модулями здійснюється за допомогою цифрових шин зв’язку, таких як CAN, LIN, FlexRay та Automotive Ethernet, що забезпечує високу швидкість передачі даних і зменшення кількості електричних з’єднань.

Суттєвого розвитку набувають системи допомоги водієві, зокрема системи автоматичного гальмування, утримання смуги руху, адаптивного круїз-контролю та контролю стійкості. Їх функціонування ґрунтується на застосуванні датчиків, камер, радарів та електронних блоків обробки інформації, що значно підвищує вимоги до надійності електрообладнання.

Окрему увагу приділяють підвищенню рівня електробезпеки та надійності електричних систем. Для цього застосовуються сучасні засоби захисту від перевантажень, коротких замикань та перенапруг, а також удосконалені ізоляційні матеріали. В електромобілях особливе значення має безпечна експлуатація високовольтних систем.

Таким чином, сучасні тенденції розвитку електрообладнання автомобілів спрямовані на підвищення ефективності, надійності та інтелектуалізації транспортних засобів. Подальший розвиток цієї галузі пов'язаний з удосконаленням електронних систем керування, інтеграцією цифрових технологій та розширенням функціональних можливостей автомобіля.

1.2 Призначення систем і елементів електрообладнання автомобіля

Електрообладнання автомобіля являє собою сукупність електричних і електронних систем, призначених для забезпечення запуску двигуна, його стабільної роботи, керування основними агрегатами, підвищення рівня безпеки, комфорту та інформування водія. Кожна система та її складові елементи виконують визначені функції, що забезпечують надійну експлуатацію транспортного засобу (рис. 1.1).

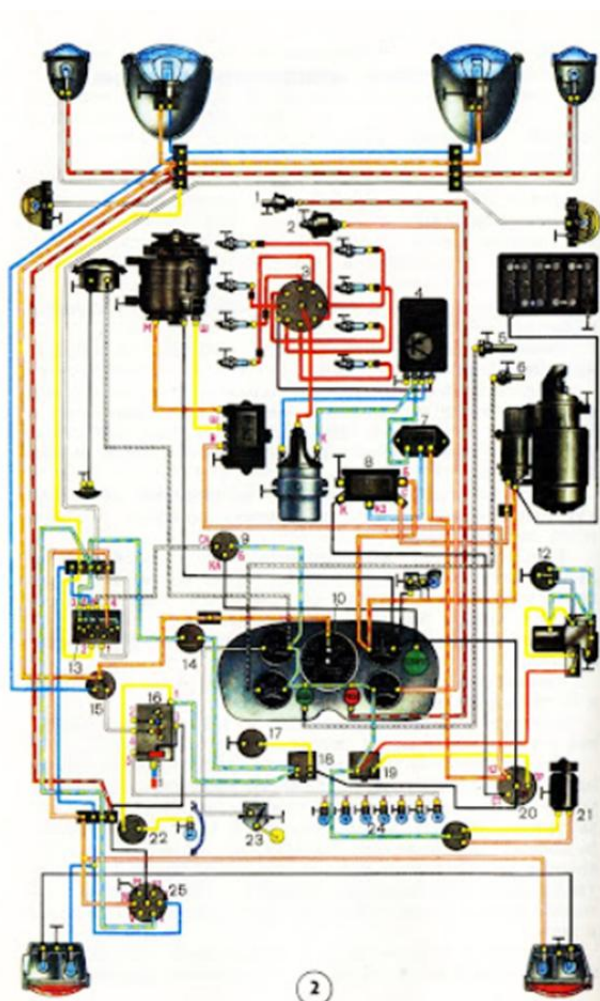


Рисунок 1.1 – Загальна схема електрообладнання автомобіля

Джерела електричної енергії призначені для живлення всіх електроспоживачів автомобіля. До них належать акумуляторна батарея та генератор. Акумуляторна батарея забезпечує пуск двигуна і живлення споживачів при непрацюючому двигуні, а генератор виробляє електричну енергію під час руху автомобіля та заряджає акумулятор.

Система пуску двигуна забезпечує його запуск шляхом перетворення електричної енергії в механічну. Основними елементами цієї системи є стартер, реле стартера, замок запалювання та з'єднувальні проводи. Її призначення – забезпечити надійний і швидкий запуск двигуна за різних умов експлуатації.

Система запалювання (для автомобілів з бензиновими двигунами) забезпечує утворення іскри в камерах згоряння у відповідний момент часу. Вона складається з котушок запалювання, свічок, датчиків та електронного блока керування. Її основне призначення – забезпечити стабільне займання паливно-повітряної суміші та ефективну роботу двигуна.

Система електронного керування двигуном призначена для оптимізації процесів упорскування палива, запалювання та контролю викидів. Вона складається з електронного блока керування (ЕБУ), датчиків та виконавчих механізмів. Завдяки цій системі досягається економічність, зниження токсичності відпрацьованих газів і стабільна робота двигуна в різних режимах.

Освітлювальні та сигнальні прилади забезпечують освітлення дороги, видимість автомобіля та подання сигналів іншим учасникам дорожнього руху. До них належать фари, габаритні вогні, покажчики поворотів, стоп-сигнали та освітлення салону. Їх основне призначення – підвищення безпеки руху в темний час доби та в умовах обмеженої видимості.

Контрольно-вимірювальні прилади інформують водія про технічний стан автомобіля. До них належать покажчики швидкості, частоти обертання двигуна, температури охолоджувальної рідини, рівня палива та сигнальні лампи. Вони забезпечують своєчасне виявлення несправностей і контроль робочих параметрів.

Системи комфорту та допоміжного обладнання призначені для підвищення зручності експлуатації автомобіля. До них належать електросклопідіймачі, електроприводи дзеркал і сидінь, система клімат-контролю, обігрів скла, мультимедійні та навігаційні системи.

Захисні та запобіжні елементи виконують функцію захисту електричних кіл від перевантажень і коротких замикань. До них належать запобіжники, реле, автоматичні вимикачі та електронні модулі захисту. Їх застосування забезпечує надійну та безпечну роботу всієї електросистеми автомобіля.

1.3 Схеми електрообладнання автомобілів

У схемах електрообладнання автомобілів відображаються три основні групи елементів: джерела електричної енергії, пристрої перетворення енергії та елементи, що

забезпечують її передавання. До джерел живлення належать акумуляторна батарея та генератор, які забезпечують електроживлення всіх споживачів бортової мережі. Перетворювальні елементи, зокрема електродвигуни, електронні блоки керування та інші пристрої, здійснюють зміну параметрів електричної енергії відповідно до функціонального призначення системи. Передавання електричного струму між окремими компонентами здійснюється за допомогою електропроводки, яка об'єднує всі елементи в єдину електричну систему (рис. 1.2).

Усі елементи електросхем мають встановлені умовні графічні позначення, що забезпечує уніфікацію схем незалежно від марки чи моделі автомобіля. Знання цих позначень є необхідною умовою для правильного читання схем і розуміння принципу роботи електричної системи. Уміння орієнтуватися в електросхемах важливе не лише для фахівців, а й для власників транспортних засобів, оскільки дає змогу виконувати базові операції з технічного обслуговування та діагностики без залучення сторонньої допомоги.

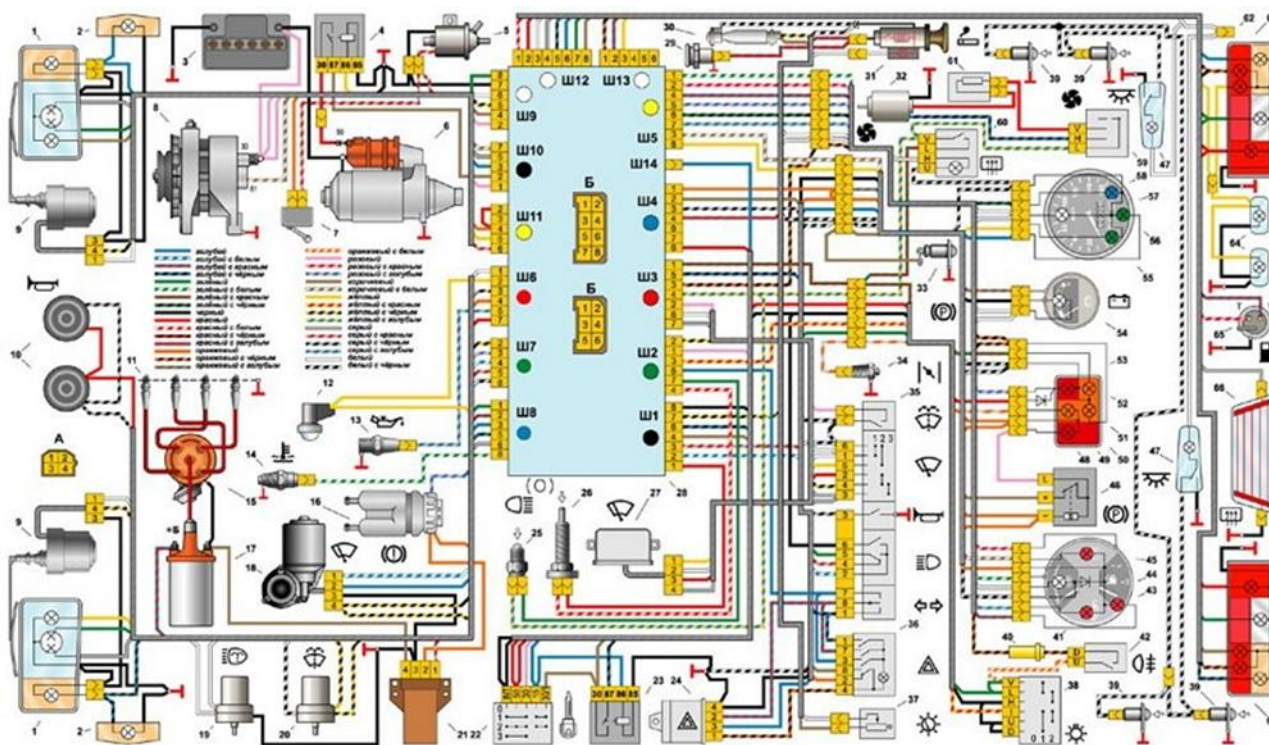


Рисунок 1.2 – Електрична схема автомобіля

На практиці володіння навичками читання електросхем дозволяє самостійно усувати нескладні несправності, підключати додаткове обладнання, зокрема акумуляторні батареї, освітлювальні прилади, охоронні системи, мультимедійні пристрої тощо. Також ці знання є необхідними під час підключення причепів, оскільки електричні кола прицепа мають бути правильно узгоджені з електросистемою автомобіля.

Для правильного розуміння роботи електричного кола слід звертати увагу на напрямок проходження струму, який на схемах зазвичай зображається від джерела

живлення до споживачів. Провідники позначаються лініями, а їх колір, як правило, відповідає реальному кольору ізоляції. Цифрові позначення біля з'єднань вказують на конкретні контакти, що значно полегшує пошук необхідних елементів у схемі. Точки підключення до «маси» позначаються спеціальними умовними символами.

Крім того, у схемах широко застосовуються літерно-цифрові позначення, за допомогою яких ідентифікуються роз'єми, контакти та функціональні вузли. Стандартизація таких позначень забезпечує зручність читання схем і дозволяє швидко орієнтуватися навіть у складних електричних системах.

Таким чином, вміння читати електричні схеми є важливою складовою технічної підготовки автомобіліста та необхідною умовою безпечної й ефективної експлуатації транспортного засобу.

1.4 Номінальні параметри електрообладнання

Електрообладнання старих марок автомобілів працювало при напрузі 6 В. Зі зростанням кількості споживачів і їх потужності, почалось використання номінальної напруги 12 В, а пізніше на дизельних двигунах великої потужності і номінальної напруги 24 В, а зараз і 36В.

Номінальні параметри виробів електрообладнання (потужність, сила струму та інші) вимірюють при номінальній напрузі і номінальних значеннях факторів навколишнього середовища: при температурі $25 \pm 10\%$ °С, відносній вологості 45-80% і атмосферному тиску $(8,7-10,6) \cdot 10^4$ Па.

Значення номінальної напруги споживачів електроенергії приймається із ряду 6, 12, 24, 36 В (визначається номінальною напругою акумуляторної батареї), а генераторів – 7, 14, 28, 42 В.

Номінальні значення параметрів для джерел і споживачів струму, що працюють до початку руху автомобіля, встановлюються для номінальної напруги джерел.

Споживачі електроенергії на автомобілях повинні функціонувати при зміні напруги живлення від $0,50U_{\text{ном}}$ до $1,25U_{\text{ном}}$ від встановленої для них номінальної напруги.

Всі елементи автомобільного електрообладнання повинні без пошкодження ізоляції витримувати випробовування на електричну міцність ізоляції обмоток і струмоведучих деталей відносно корпусу. Крім того, електричні машини і апарати, за виключенням апаратів запалення, повинні витримувати випробовування на електричну міцність міжсекційної або міжвиткової ізоляції обмоток, а апарати систем запалювання – на електричну міцність ізоляції до підвищених напруг.

Ізоляція обмоток і струмоведучих частин електрообладнання відносно корпусу повинні витримувати без пошкоджень на протязі 1 хв дію випробовувальної напруги частотою 50 Гц. Обмотки електричних машин і апаратів, струмоведучі деталі комутаційної апаратури котрі працюють в головних колах або колах, що мають індуктивність (вимикачі маси, вимикачі запалювання тощо), а також струмоведучі

кола низької напруги стартерів, запалювання повинні витримувати випробувальну напругу 500 В. Ступінь іскріння, (клас комутації) електричних машин за шкалою, повинні бути:

- для електричних машин значного часу роботи – не більш 1,5;
- для електричних машин повторно-короткочасної дії, а також для електричних машин короткочасної дії до 5-ти хвилин і вище – не більш 2;
- для електричних машин короткочасного режиму роботи до 3 хвилин і менше – не більше 3.

Граничні підвищення температур елементів електрообладнання автомобілів і тракторів під час стендових випробовувань при температурі навколишнього повітря до 40 °С і атмосферного тиску (8,7 – 10,6) 10^4 Па з урахуванням класу ізоляційних матеріалів повинні відповідати значенням табл. 1.1.

Таблиця 1.1 Гранично допустимі підвищення температури виробів електрообладнання

Вироби електрообладнання	Гранично допустиме підвищення температури, °С	
	Клас А	Клас Е
Обмотки генераторів		
- автомобільних	100	115
- тракторних	90	105
Обмотки електродвигунів	100	115
Обмотки різних реле		

Електричні машини, розподільники запалювання і магнето повинні витримувати без пошкоджень випробовування на підвищену частоту обертання при холостому ході на протязі 2 хвилин, а стартери – на протязі 20с.

Вироби електрообладнання повинні зберігати роботу здатність в умовах електромагнітної дії у відповідності таблиць 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 Параметри імпульсних напруг в екстремальних режимах (спрацювання запобіжників, пуск від зовнішніх джерел, від'єднанні акумуляторної батареї, тощо)

Номінальна напруга, В	Рівень напруги (миттєве значення), В, не більш, при різному часі дії				
	0,3мкс	10мкс	0,3мс	10мс	300мс
14(12)	150*/-20	112/28	62/0	42/3	21/6
28(24)	150/56	112/56	64/0	58/7	42/14

*- в чисельнику максимальні, а в знаменнику мінімальні значення.

Таблиця 1.3 Параметри імпульсних напруг в нормальних режимах експлуатації

Номінальна напруга, В	Рівень напруги (миттєве значення), В, не більш, при різному часі дії				
	0,3мкс	10мкс	0,3мс	10мс	300мс
14(12)	42*/6	42/6	28/6	23/8	17,5/10,3
28(24)	56/14	56/14	56/14	45/15,5	35/21

*- в чисельнику максимальні, а в знаменнику мінімальні значення.

Численні елементи електрообладнання, наприклад, апарати системи пуску, генератори, реле-регулятори та інші, в процесі роботи на автомобілі випромінюють електромагнітні хвилі, які є джерелами радіоперешкод. Радіоперешкоди негативно впливають на роботу теле – і радіоприймачів, розташованих поблизу автомобіля. Рівень радіоперешкод від електрообладнання автомобіля з режимом роботи більш як 1 хвилина не повинен перевищувати величин, що передбачені нормативами.

За ступенем розповсюдження радіоперешкод виробу електрообладнання виконуються: неекрановані, з частковим екрануванням або з поміхозахисними елементами і екрановані. Способи захисту від радіоперешкод автомобілів і тракторів для кожного виробу електрообладнання розробляються окремо.

Надійність експлуатації автомобілів і тракторів та їх техніко експлуатаційні показники в значній мірі залежать від надійності елементів електрообладнання.

Надійність виробів електрообладнання характеризується за наступними показниками. Для ремонтпридатних і не ремонтпридатних виробів – гамма-процентною безвідмовністю і середнім напрацюванням на відказ (в кілометрах пробігу автомобіля, часах роботи двигуна, числом включень) або інтенсивністю відказів.

Напрямок обертання валів виробів електрообладнання визначається наступним чином:

- для електричних машин з одним вихідним кінцем вала (стартер, електродвигун, генератор, датчик спідометра) – зі сторони привідного кінця вала;
- для розподільників запалювання – зі сторони кулачка переривача;
- для електричних машин з двома вихідними кінцями вала – спеціально вказується напрямок обертання в технічній документації на виріб.

Для електричних машин і апаратів запалювання перевага віддається за часовою стрілкою.

1.5 Комутаційна апаратура прямої й дистанційної дії

Реле є пристроєм автоматичного керування, який забезпечує стрибкоподібну зміну вихідного сигналу за умови досягнення вхідною величиною (електричною, магнітною, акустичною, світловою або тепловою) заданого порогового значення.

Автомобільні реле – це різновид реле, призначений для застосування в автомобільній техніці, що характеризується високою комутаційною здатністю навантаження, підвищеною ударостійкістю та стійкістю до вібраційних впливів (рис.).

Система електроживлення автомобіля функціонує за напруги 12 В, у зв'язку з чим напруга котушки реле, як правило, також розрахована на 12 В. Оскільки живлення здійснюється від акумуляторної батареї, напруга є нестабільною, а умови експлуатації – складними. За таких умов напруга спрацювання становить $V \leq 60\%$ від номінальної робочої напруги V_H , тоді як перенапруга котушки може досягати $1,5 V_H$. Котушка реле характеризується відносно високим енергоспоживанням, зазвичай у межах 1,6–2 Вт, що зумовлює значне тепловиділення.

Експлуатаційні вимоги до автомобільних реле є підвищеними. У моторному відсіку діапазон температур навколишнього середовища становить від $-40\text{ }^\circ\text{C}$ до $+125\text{ }^\circ\text{C}$, тоді як в інших зонах автомобіля – від $-40\text{ }^\circ\text{C}$ до $+85\text{ }^\circ\text{C}$. Крім того, реле, що встановлюються в моторному відсіку, повинні бути стійкими до впливу піску, води, солі та мастильних матеріалів.



Рисунок 1.3 – Автомобільні реле

У спрощеному трактуванні реле можна розглядати як комутаційний пристрій, функціонально подібний до побутового вимикача, який використовується для вмикання та вимикання освітлювальних приладів або вентиляторів. Обидва пристрої виконують однакову функцію – замикають або розмикають електричне коло. Принципова відмінність між ними полягає в способі керування: побутовий вимикач приводиться в дію вручну, тоді як автомобільне реле керується електричним сигналом.

Автомобільні реле конструктивно складаються з магнітної системи, контактної системи та механізму повернення. Магнітна система включає залізний сердечник, ярмо, якор, котушку та інші елементи, що забезпечують створення електромагнітного поля. Контактна система містить нерухомі та рухомі контактні елементи, а також контактну основу. Механізм повернення, як правило, реалізується у вигляді пружини або відновлювальної пластини, що забезпечує повернення контактів у початкове

положення після зняття керувального сигналу. У зв'язку з цим автомобільні реле часто класифікують як електричні або електромагнітні вимикачі.

Ринок автомобільних реле характеризується значними обсягами та стабільною тенденцією до зростання. Підвищені вимоги до безпеки, рівня комфорту та оснащеності сучасних автомобілів зумовлюють постійне збільшення попиту на дані пристрої.

На корпусі автомобільного реле (рис. 1.4) розміщується маркування, яке містить основні технічні параметри. Зокрема, зазначається номінальна напруга живлення, що зазвичай становить 6, 12 або 24 В. Також вказується номінальний струм, наприклад 30/40 А, що свідчить про придатність реле для роботи в колах із високими струмовими навантаженнями. Крім того, на пластиковому корпусі реле наносяться позначення клем (85, 86, 30, 87, 87а) разом із відповідною принциповою схемою підключення.



Рисунок 1.4 – Корпус і маркування автомобільного реле

Схема підключення автомобільного реле (рис.1.5) регламентується стандартом DIN 72552, відповідно до якого контакти реле мають уніфіковані позначення 85, 86, 30, 87 та 87а. Конструктивно та функціонально реле містить два електричні кола: коло котушки керування та коло силових контактів. Контакти 85 і 86 належать до кола котушки, тоді як контакти 30, 87 і 87а утворюють коло силового струму. Як правило, клемма 85 підключається до заземлення, а клемма 86 — до позитивного полюса джерела живлення, що забезпечує замикання кола керування.

Клема 30 є загальним (вхідним) контактом, через який до реле підводиться напруга живлення, зазвичай 12 В від акумуляторної батареї. Клема 87 слугує вихідним контактом силового кола та передає напругу від реле до споживача електроенергії після спрацювання реле. У п'ятиконтактних реле передбачений додатковий контакт 87а, який є нормально замкненим відносно клемми 30. Цей контакт використовується в електричних схемах, де необхідно забезпечити подачу живлення до навантаження у неактивному стані реле, і в більшості стандартних автомобільних застосувань зазвичай не задіюється.

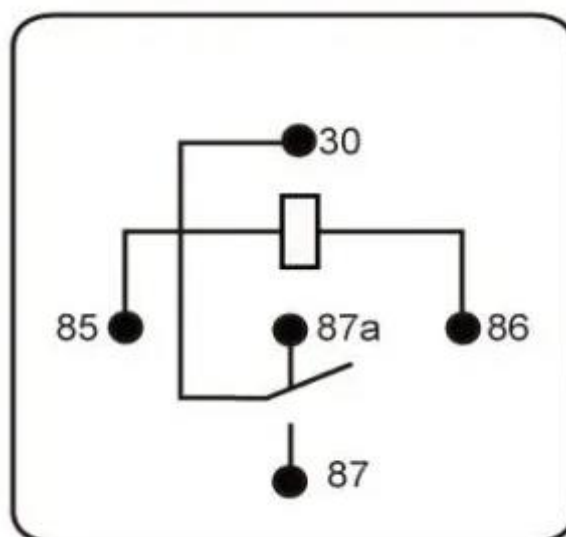


Рисунок 1.5 – Схема підключення автомобільного реле

Чотириконтактне реле (рис. 1.6) містить чотири клеми, з яких дві призначені для підключення кола котушки, а дві – для комутації кола навантаження (силового струму). Клеми котушки мають маркування 85 і 86: клема 85 відповідає негативному полюсу котушки реле, тоді як клема 86 є її позитивним полюсом.

Коло навантаження представлено клемами 30 та 87. Клема 30 виконує функцію загального (вхідного) контакту, через який у реле надходить електричний струм; його полярність визначається типом джерела живлення, що використовується в конкретній схемі. Клема 87 є нормально відкритим контактом, який замикається під час спрацювання реле, забезпечуючи передачу струму до підключеного споживача, у зв'язку з чим її розглядають як вихідний контакт.

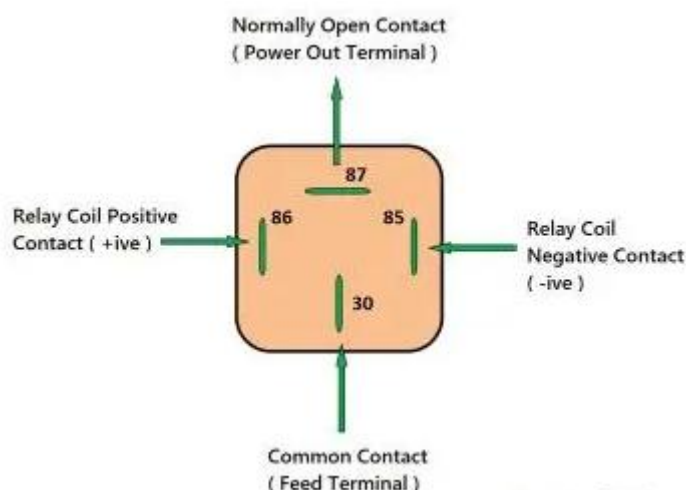


Рисунок 1.6 – Чотириконтактне автомобільне реле

П'ятиконтактне реле має п'ять клем, з яких дві клеми використовуються для ланцюгів котушок, а три - для ланцюгів сильного струму. Два дроти кола котушки є клемами 85 і 86, де клема 85 вважається негативним контактом, а клема 86 – позитивним. Сильнострумова ланцюг п'ятиконтактного реле складається з трьох

висновків 30, 87 і 87а. Клема 30 є звичайним контактом, через який живлення акумулятора надходить до акумулятора. Клема 87 є розмикаючим контактом, який залишається відкритим весь час і замикається, коли реле подається під напругу. Коли реле подається під напругу, живлення виводиться на вузол через цю клему. Подібним чином клема 87а є нормально замкнутим контактом, який розмикається, коли реле подається під напругу. Це означає, що за замовчуванням він скидає струм, не вмикаючи реле, і припиняє струм, коли реле вмикається. Він використовується в програмах, де необхідний струм, коли реле не ввімкнено.

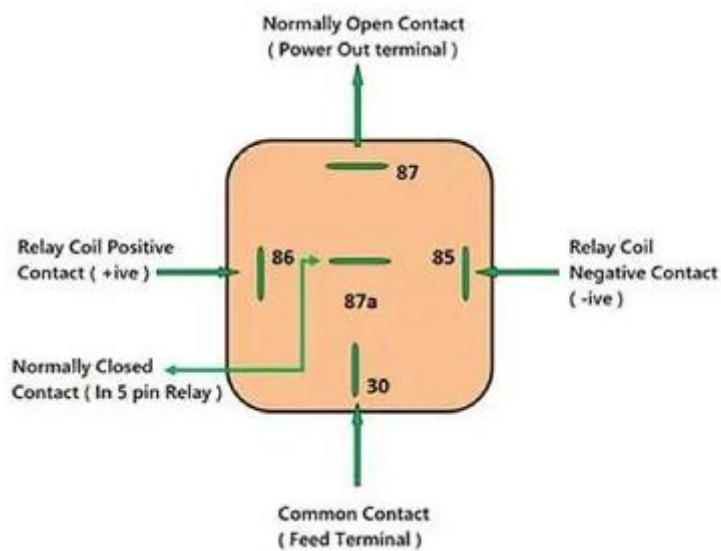


Рисунок 1.6 – 5-контактне автомобільне реле

Принцип функціонування автомобільних реле ґрунтується на електромагнітному ефекті. Під час протікання електричного струму через котушку реле формується електромагнітне поле, яке забезпечує притягання рухомого осердя та, відповідно, здійснює комутацію контактів.

За умови подачі визначеної напруги або струму на виводи котушки електромагнітного реле створюється магнітний потік, що замикається через магнітне коло, до складу якого входять залізний сердечник, ярмо, арматура та робочий повітряний зазор. Під дією цього магнітного поля арматура притягується до полюсної поверхні сердечника, унаслідок чого нормально замкнений контакт розмикається, а нормально розімкнений – замикається. У разі зменшення напруги або струму в котушці до значення, за якого електромагнітна сила стає меншою за силу механічного протидіяння, якор повертається у вихідне положення: нормально відкритий контакт розмикається, а нормально закритий – замикається.

Таким чином, автомобільне реле можна розглядати як систему, що складається з двох функціональних частин: кола керування котушкою та силового кола контактів. У колі керування протікає незначний робочий струм, оскільки комутаційна здатність керуючого перемикача є обмеженою і не дозволяє безпосередньо підключати навантаження з великим енергоспоживанням. Тому керування такими навантаженнями здійснюється через контакти реле.

Реле одночасно виконує функції керувального елемента та виконавчого пристрою. Наприклад, реле паливного насоса слугує комутаційним елементом у колі

живлення насоса, при цьому замикання кола котушки можливе лише за наявності заземлення з боку електронного блока керування, коли відповідний транзистор у складі блока перебуває у ввімкненому стані.

Згідно із законом Фарадея, будь-яка зміна магнітного поля індукуює електрорушійну силу, а зміна електричного струму в провіднику супроводжується виникненням магнітного поля навколо нього. Отже, під час проходження струму через котушку реле формується електромагнітне поле, яке забезпечує переміщення рухомого стрижня та комутацію силового електричного кола.

1.6 Елементи захисту електрообладнання

Сучасні автомобілі все більше вражають своїми високими технічними характеристиками. Будь то помічник екстреного гальмування, який забезпечує автоматичне екстрене гальмування, коли радар виявляє об'єкт, що наближається, або захист дверей, який дозволяє відкривати двері лише тоді, коли рух вільний, а також сигналізація зіткнення на парковці, яка сповістить, якщо автомобіль може зіткнутися на парковці. Це лише кілька прикладів останніх винаходів для сучасних автомобілів. Але технічні системи та агрегати, які роками встановлювалися в автомобілі, також є частиною електричної системи. Серед іншого, тут можна згадати склоочисники, автомобільні фари, кондиціонери, системи опалення, замки запалювання, зовнішні дзеркала з електроприводом, запальнички та багато інших систем, що працюють від електрики. Загалом, зрозуміло, що транспортний засіб – незалежно від того, чи це сучасний автомобіль, вінтажний чи класичний – залежить від бездоганної роботи електричної системи. Якщо виникають проблеми з електричною системою або електричними блоками, це не завжди означає, що блок несправний. Це також може бути і перегорівший запобіжник (рис. 1.7). Робота цього компонента полягає в тому, щоб захистити коло у разі перенапруги в автомобілі. Перегорання відбувається без попередження, але це легко виправити заміною деталі.

Перегорілі запобіжники є однією з найбільш поширених причин відмови електричних пристроїв та систем автомобіля. Вони призводять до раптового припинення або порушення роботи окремих електричних агрегатів. З метою запобігання таким несправностям доцільно здійснювати регулярний контроль технічного стану електричних компонентів автомобіля. У разі виявлення дефектного запобіжника його необхідно своєчасно замінити. За наявності базових технічних знань та практичних навичок цю процедуру можна виконати самостійно. У подальшому буде розглянуто основні способи ідентифікації перегорілих запобіжників, порядок їх заміни, а також орієнтовні витрати, пов'язані з цим процесом.



Рисунок – 1.7 Типи запобіжників

Першим етапом діагностики є визначення місця розташування блока запобіжників (рис. 1.8). Його місце встановлення залежить від конструктивних особливостей конкретної моделі та виробника автомобіля. Точну інформацію щодо розміщення блока можна отримати з експлуатаційної документації транспортного засобу. Найчастіше блок запобіжників знаходиться в моторному відсіку або в зоні приладової панелі, проте в окремих моделях він може бути розташований під сидінням водія або пасажирів.

Несправний запобіжник у багатьох випадках можна виявити візуально: пластикова оболонка темніє, деформується або має сліди підгоряння. Окрім цього, необхідно перевірити цілісність металевої плавкої вставки. Для більш точної діагностики доцільно використовувати мультиметр. За відсутності достатнього досвіду візуальної оцінки стану запобіжника вимірювальний прилад дозволяє об'єктивно визначити його справність.

Для перевірки запобіжника мультиметр під'єднують до контактів за допомогою щупів у режимі вимірювання опору. Якщо на дисплеї відображається значення, близьке до одиниці або нескінченності, це свідчить про обрив ланцюга і, відповідно, несправність запобіжника. Якщо ж показники наближені до нуля, струм проходить, а запобіжник перебуває у справному стані.

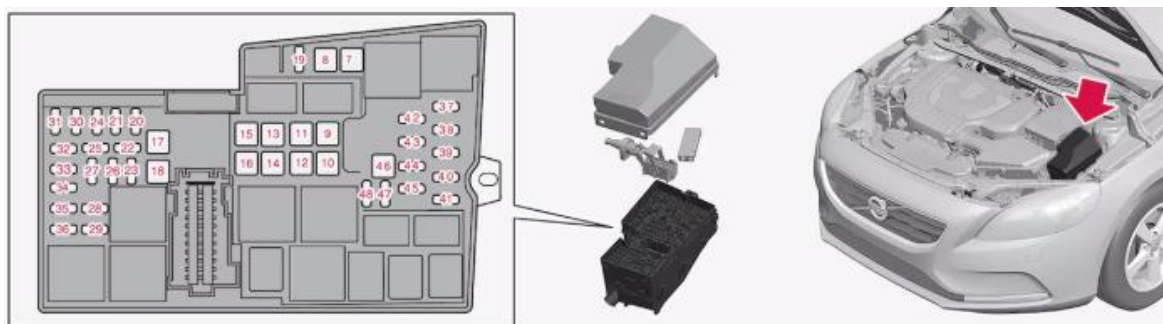


Рисунок – 1.8 Блок запобіжників

За наявності базових технічних знань у галузі автомобільної техніки та достатнього рівня практичних навичок заміну запобіжника можна виконати

самостійно, без обов'язкового звернення до сервісного центру. Нижче наведено основні етапи виконання цієї процедури.

Спочатку необхідно визначити місце розташування блока запобіжників. Інформація про його локалізацію міститься в інструкції з експлуатації транспортного засобу. Далі слід здійснити візуальний огляд запобіжника з метою виявлення ознак пошкодження. У разі сумнівів щодо результатів візуальної перевірки доцільно скористатися мультиметром для визначення його справності.

Перед початком будь-яких робіт обов'язково потрібно від'єднати клему від акумуляторної батареї, оскільки інакше існує ризик ураження електричним струмом. Несправний запобіжник необхідно обережно вилучити за допомогою плоскогубців, уникаючи пошкодження сусідніх елементів. Після цього новий запобіжник встановлюють у гніздо між пружинними контактами. Завершальним етапом є повторне під'єднання клем акумулятора.

Вибір типу запобіжника є важливим етапом заміни. Перед придбанням необхідно з'ясувати, який саме тип і номінал передбачений для конкретного автомобіля. Відповідна інформація зазвичай зазначена в інструкції з експлуатації. Загальним правилом є відповідність нового запобіжника за розміром і кольором старому. Кольорове маркування базується на стандарті DIN 72581 і відповідає певному номінальному струму. Невідповідність типу або параметрів запобіжника може призвести до короткого замикання, пошкодження електронних систем автомобіля або навіть виникнення пожежі.



Рисунок 1.9 Комплект запобіжників

Підсумовуючи викладене, слід зазначити, що запобіжники та блок запобіжників є невід'ємними елементами електричної системи автомобіля. Ці компоненти

виконують захисну функцію, запобігаючи пошкодженню електричних кіл у разі перенапруги та зменшуючи ймовірність виникнення короткого замикання. Раптова відмова окремих електричних пристроїв найчастіше зумовлена перегоранням запобіжника, що можна встановити шляхом відкриття блока запобіжників і проведення візуального огляду його елементів. За потреби для більш точної діагностики застосовується мультиметр, який дозволяє перевірити наявність електричного струму в колі.

1.7 Визначення перерізу проводів і вибір запобіжників для схеми електрообладнання.

Електричні проводи є невід'ємною складовою електрообладнання автомобіля, адже саме вони забезпечують передавання електричного струму від джерел живлення до численних споживачів. У сучасній автомобільній електропроводці переважно використовуються мідні багатожильні проводи. Такий вибір зумовлений високою електропровідністю міді, її гнучкістю та здатністю витримувати постійні вібрації, які неминуче виникають під час руху автомобіля.

Не менш важливу роль, ніж сама струмопровідна жила, відіграє ізоляція проводу. Вона повинна забезпечувати надійний захист у складних умовах експлуатації транспортного засобу. Автомобільні проводи постійно зазнають впливу високих і низьких температур, вологи, мастил та інших агресивних рідин, а також механічних навантажень. Якість ізоляції безпосередньо впливає на електричну міцність проводу та безпеку всієї електросистеми автомобіля.

Основною технічною характеристикою електричного проводу є площа поперечного перерізу його струмопровідної жили S , яка вимірюється в квадратних міліметрах (мм^2). Саме цей параметр визначає, який електричний струм може безпечно протікати через провід без його перегріву. Вибір перерізу тісно пов'язаний з величиною струму в електричному колі, який визначається за формулою:

$$I = P / U,$$

де I – струм, А;

P – потужність електричного споживача, Вт;

U – напруга бортової мережі автомобіля (12 В або 24 В).

Після визначення робочого струму необхідно підібрати провід із таким перерізом, щоб допустимий струм $I_{\text{доп}}$ був більшим за робочий струм кола, тобто виконувалася умова:

$$I_{\text{доп}} \geq I.$$

Якщо ця умова не дотримується, провід перегріватиметься, що може призвести до руйнування ізоляції та виникнення короткого замикання.

Окрім допустимого струму, важливе значення має електричний опір проводу, який визначається за формулою:

$$R = \rho \cdot l / S,$$

де R – опір проводу, Ом;

ρ – питомий опір матеріалу (для міді приблизно $0,0175 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$);

l – довжина проводу, м;

S – площа поперечного перерізу, мм^2 .

Зі збільшенням довжини проводу зростає його опір, що призводить до втрат напруги. Величина втрати напруги визначається за формулою:

$$\Delta U = I \cdot R.$$

Саме тому для довгих електричних ліній у автомобілі рекомендується використовувати проводи більшого перерізу, щоб зменшити втрати напруги та забезпечити стабільну роботу споживачів.

Під час вибору перерізу проводів необхідно також враховувати умови експлуатації. Автомобільна електропроводка працює в середовищі з постійними вібраціями, значними перепадами температур, підвищеною вологістю та забрудненням. Крім того, важливими факторами є спосіб прокладання проводів, кількість жил у джгуті та можливі короткочасні перевантаження. У практиці часто застосовують коефіцієнт запасу, збільшуючи розрахунковий переріз проводу, що підвищує надійність електросистеми.

Невід'ємною частиною захисту електричних кіл автомобіля є запобіжники. Вони призначені для захисту проводів і споживачів від перевантажень та коротких замикань. Принцип дії запобіжника полягає в тому, що при перевищенні номінального струму I_n відбувається перегорання плавкої вставки, унаслідок чого електричне коло розмикається.

Під час вибору запобіжника повинна виконуватися умова:

$$I < I_n < I_{\text{доп}},$$

де I – робочий струм кола;

I_n – номінальний струм запобіжника;

$I_{\text{доп}}$ – допустимий струм для даного перерізу проводу.

Такий підбір забезпечує надійний захист електропроводки без порушення нормального режиму роботи електрообладнання.

Для підвищення ефективності захисту запобіжники встановлюють якомога ближче до джерела живлення. Це дозволяє захистити всю довжину проводу від можливих аварійних струмів. У сучасних автомобілях запобіжники зосереджені в спеціальних монтажних блоках, що значно полегшує технічне обслуговування та ремонт електричних систем.

ТЕМА 2 АВТОМОБІЛЬНІ АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ, ЇХ ПАРАМЕТРИ І ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Призначення, умови експлуатації, технічні вимоги, конструктивне виконання, типи та принцип дії акумуляторних батарей

До складу найпростішого акумулятора (рис. 2.1) входить дві пластини, що поміщені в корпус (його ще іноді називають банкою), цей корпус повинен бути заповнений розчином сірчаної кислоти (електролітом) та закритий зверху кришкою. У кришці повинні бути отвори, через які виводяться по два виводи від кожної пластини.

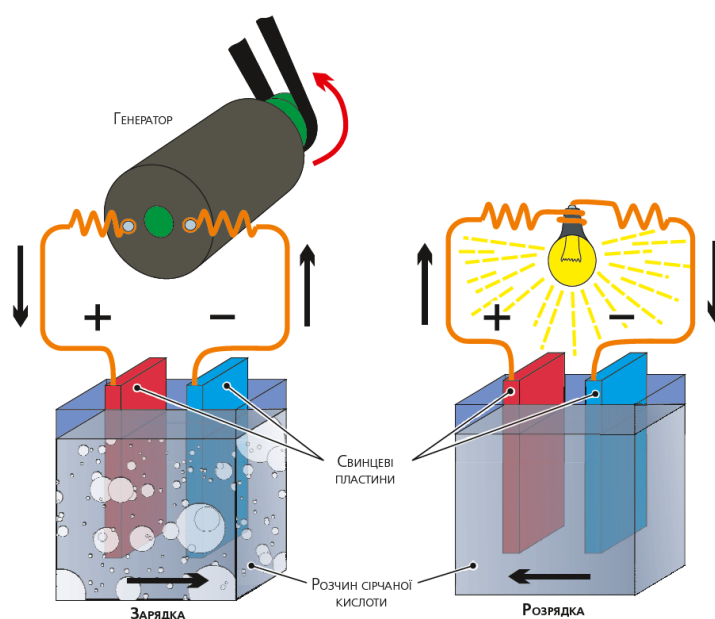


Рисунок 2.1 – Принцип роботи найпростішої акумуляторної батареї

В акумуляторі відбувається перетворення хімічної енергії в електричну (у розчин сірчаної кислоти розміщається дві пластини зі свинцю, а до їх виводів приєднуються провідники від генератора, відповідно поки акумулятор заряджається, він є споживачем струму). В цьому випадку електрична енергія перетворилася в хімічну – акумуляторна батарея зарядилася. Переваги цієї конструкції полягають в тому, що процеси зарядки і розрядки можуть виконуватися багаторазово. І якщо дотримуватися основних правил експлуатації акумулятора то, він може прослужити досить тривалий час.

Будь-яка промислова АКБ складається з декількох (як правило з шести) простих батарей, що описані вище. Оскільки бортова мережа легкового автомобіля розрахована на 12 В, то й акумулятор має видавати стільки ж. Одна банка (дві пластини) забезпечує напругу приблизно в 2 В. Для отримання ж 12 В позитивні та негативні пластини потрібно з'єднати послідовно і зробити два загальні виводи – позитивний та негативний (рис. 2.2).

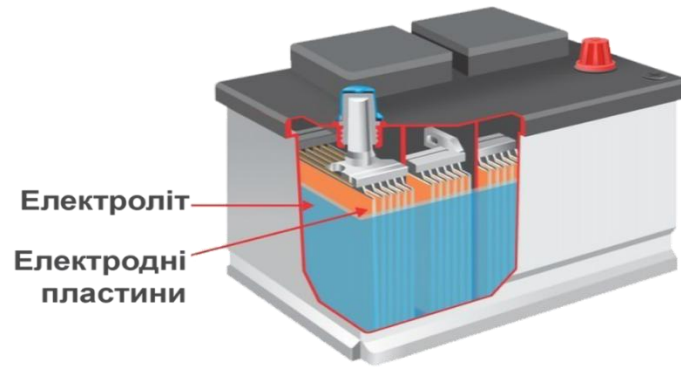


Рисунок 2.2 – Будова свинцево-кислотного акумулятора

За останній час технології доволі стрімко пішли в гору. Галузь енергонакопичення також не залишається осторонь та налічує значний асортимент безперебійних систем живлення і акумуляторних батарей, проте через велике різноманіття, досить складно розібратись, що саме собою представляє акумулятор та які його основні переваги та недоліки.

Свинцево-кислотний тип акумуляторів є найстарішим у контексті інших поширених типів батарей. Технологію розробив відомий французький фізик Гастон Планте ще в далекому 1859 році. Свинцево-кислотні акумулятори підкуповують своєю універсальністю і відносно доступною вартістю, використовуються в різних типах транспортних засобів, системах автономного або резервного електроживлення тощо [2].

Свинцево-кислотні акумулятори складаються з пластин, що виготовлені зі свинцю, діоксиду свинцю та електроліту – розчину сірчаної кислоти (H_2SO_4).

До переваг свинцево-кислотних акумуляторів можна віднести невисоку вартість, високі робочі струми, низький рівень саморозряду, широкий діапазон робочих температур, досить високий ККД (80-90%).

До недоліків свинцево-кислотних акумуляторів відносяться великі габарити і вага, високі ризики перегріву при неправильному заряджанні, чутливість до глибоких розрядів, чутливість до мінусових температур, невелика кількість циклів заряд-розряд, низький рівень безпеки.

«Акумулятори типу VRLA (SLA) – по суті, це удосконалена технологія свинцево-кислотних батарей. Даний тип батарей має герметичний корпус зі спеціальним клапаном для стравлювання надлишкових тисків. Замість рідкого електроліту в акумуляторах використовують абсорбуючий скляний мат (AGM), або гелевий елемент (GEL). На відміну від свинцево-кислотних акумуляторів – технологія VRLA (SLA) не потребує регулярного обслуговування та доливання електроліту, крім цього AGM та GEL акумулятори можуть встановлюватись в будь-якій орієнтації, в той час, коли кислотні акумулятори повинні бути строго у вертикальному положенні задля уникнення проливу електроліту» [2].

Акумулятори AGM типу (рис 2.3) схожі з WET типом, основна їх відмінність

полягає в тому, що електроліт знаходиться в абсорбуючому скляному маті, а не в рідкому стані, завдяки цьому рішення, такі акумулятори можна використовувати навіть лежачи. Між позитивною та негативною пластинами знаходиться губка просякнута електролітом, яка в свою чергу утримує електроліт в своїх порах. Усі дрібні пори абсорбуючого скляного мату заповнені електролітом, а великі пори служать для рециркуляції газів, що утворюються внаслідок тривалої роботи такого акумулятора.

До переваги AGM акумуляторів можна віднести те, що вони мають герметична конструкцію, не потребують постійного обслуговування, тривалий термін служби (5-12 років), тривалий термін зберігання (до 3-х років) без великої втрати ємності при перевертанні електроліт не витікає, а знаходиться абсорбуючому скляному маті, високий струм віддачі (в 1,5 разів більший звичайних кислотних) і швидка зарядка, стійкі до глибоких розрядів 200 повних розрядів; 500 розрядів при розряджанні на 50%; близько 1 000 циклів при розряджанні на 20-30% [2].

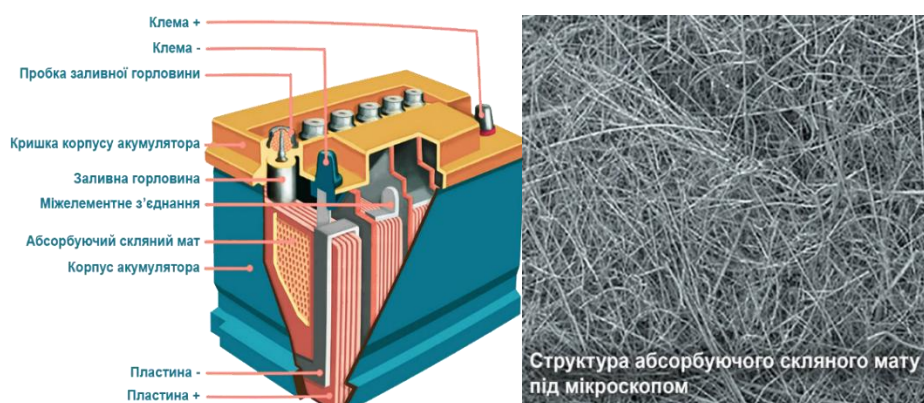


Рисунок 2.3 – AGM акумулятор

Недоліки в AGM акумуляторах теж присутні, а саме: великі габарити та вага, висока вартість в порівнянні з свинцево-кислотними акумуляторами, чутливі до перезарядів та коротких замикань, потребують спеціальних зарядних пристроїв.

«Акумулятори гелевого типу (GEL) належать до технології VRLA (рис. 2.4). GEL акумулятори досить схожі з AGM типом. В гелевих акумуляторах використовується речовина на основі рідкого електроліту і двооксиду кремнію (SiO_2), завдяки чому утворюється густа маса, схожа на гель. Цією масою заповнюється простір між пластинами, і в результаті хімічних реакцій в гелі утворюються численні газові бульбашки. Через те, що електроліт знаходиться в густому стані, він менш схильний на розпад складових води та кислоти, завдяки цьому акумулятори краще витримують погані струми заряду.

На відміну від AGM технології, гелеві акумулятори краще відновлюються після глибоких розрядів. Гелеві акумулятори здатні витримати більше 1 000 циклів глибоких розрядів, через це, їх широко використовують в системах резервного та автономного електроживлення».



Рисунок 2.4 – Гелевий акумулятор в розрізі

Переваги Gel акумуляторів полягають в тому, що вони не потребують обслуговування, відсутність випарів електроліту, установка в будь-якому положенні без проливів електроліту, тривай строк служби (6-10 років), стійкий до глибоких розрядів, велика кількість циклів розряд-заряд.

До недоліків Gel акумуляторів можна віднести високу вартість та чутливість до перезарядів.

Li-ion акумулятори (рис. 2.5) на сьогоднішній день є найбільш технологічно розвиненими і досконалими в порівнянні WET, VRLA, AMG чи GEL типами. Літєві акумулятори характеризуються значним запасом енергії, при не великих розмірах та вазі. Акумулятори мають найкраще співвідношення ємності до розмірів корпусу, завдяки чому li-ion батареї дають можливість створювати потужні акумулятори з мінімальними розмірами та вагою. Цей тип акумуляторів використовується в пристроях зі значним великим, або там, де є вимога максимальної тривалості автономної роботи.

Проте, не зважаючи на вагомі переваги, ці акумуляторні батареї є досить вибагливими та потребують особливого догляду та контролю. Однією з найважливіших складових літій-іонних акумуляторів є BMS контролер (рис. 2.6), який контролює процес зарядки та розрядки, аналізує стан усіх компонентів, знімає показники температури, напруги, опору та інші показників. Крім того BMS плата розподіляє та балансує струми між компонентами акумулятора.



Рисунок 2.5 – Будова Li-ion елемента



Рисунок 2.6 – Будова Li-ion акумулятора

Переваги Li-ion акумуляторів наступні: низький саморозряд, висока ємність, високі робочі струми, малі розміри та вага, велика циклічність заряд-розряд, відсутній ефект пам'яті, не потребують обслуговування, широкий діапазон робочих температур від -20 до +50.

До недоліків Li-ion акумуляторів можна віднести те, що вони критично переносять надлишкові заряди та повні розряди, вибухонебезпечні при пошкодженні корпусу, труднощі із заряджанням при низьких температурах.

2.2 Алгоритми заряду акумуляторних батарей

Алгоритм заряду визначає як потрібно заряджати акумулятор: які потрібно підтримувати напруги та струму та протягом якого часу. Завдяки алгоритмам заряду та принципам, закладеним у їх основу, забезпечується: швидкість заряду, безпека, максимальне збереження ресурсу батареї, уповільнення старіння.

У процесі розряду акумулятора утворилися сульфати свинцю. Щоб відновити рівень заряду акумулятора та його ємність, необхідно перетворити максимально можливу кількість сульфатів свинцю на свинець на катоді та оксид свинцю на аноді.

Якщо величина поданої напруги буде недостатня, то струм, що протікає через акумулятор, буде занадто малий і заряд буде протікати дуже повільно. Через це не відбудеться руйнування сульфатів свинцю, що утворилися під час розряду і ємність акумулятора не відновиться.

При підвищеній напрузі заряду підвищується швидкість протікання хімічних реакцій та величина струму і, отже, підвищення температури акумулятора. Ближче до кінця заряду процес електролізу води починає переважати і відбувається так зване закипання електроліту акумулятора через виділення кисню та водню. Це небезпечно з таких причин: існує ризик вибуху водню, що виділився, втрата води в акумуляторі призведе до зниження щільності електроліту та зниження ресурсу акумулятора. Тому дуже важливо при заряді акумулятора підтримувати необхідний рівень струму та напруги.

Спосіб заряду конкретного акумулятора визначається його виробником. Найбільш поширеними є такі методи заряду: U, IU, IUI.

Метод U є найпростішим методом заряду (рис. 2.7). Напруга в режимі заряджання від режиму підзаряду не відрізняється. Зазвичай напруга підзаряду становить 2,25 В/елемент. Якщо батарея складається з 17 12 В акумуляторів, то загальна напруга батареї повинна підтримуватися на рівні 230 В. Струм заряду в методі U обмежений на рівні 10-30 % від ємності АБ.

На початку заряду акумулятор має низьку напругу та споживає великий струм, тому зарядно-підзарядний пристрій його обмежує. Далі рівень заряду акумулятора збільшується і напруга зростає. Щойно напруга сягає значення уставки ЗПУ починає стабілізувати напругу. Акумулятор продовжує заряджатися постійною напругою і струм, що споживається, поступово знижується. Як тільки струм, що споживається акумулятором, стане малий, то вважають, що акумулятор заряджений.

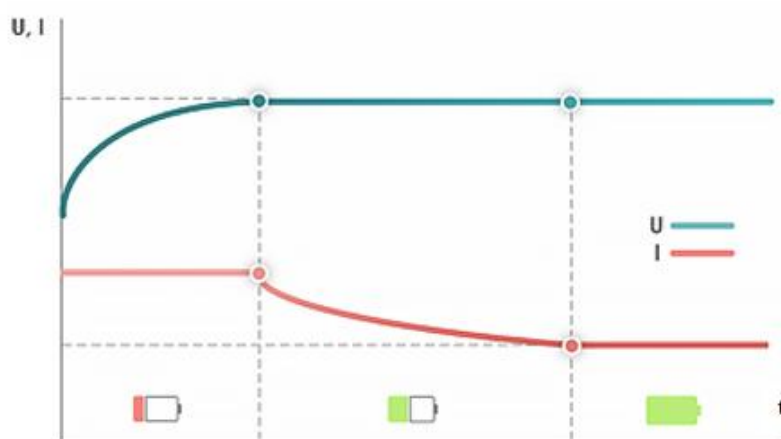


Рисунок 2.7 – Метод заряду U

Метод IU (рис. 2.8) відрізняється від методу U підвищеною напругою у режимі заряду. Завдяки цьому збільшується швидкість заряду акумулятора і ефективніше відбувається руйнування сульфатів свинцю, але важливо дотримуватись рекомендацій виробника, щоб не пошкодити акумулятор (рис. 2.9).

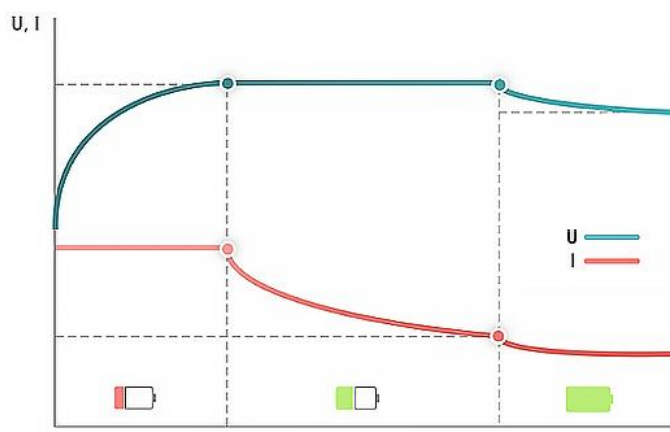


Рисунок 2.8 – Метод заряду IU

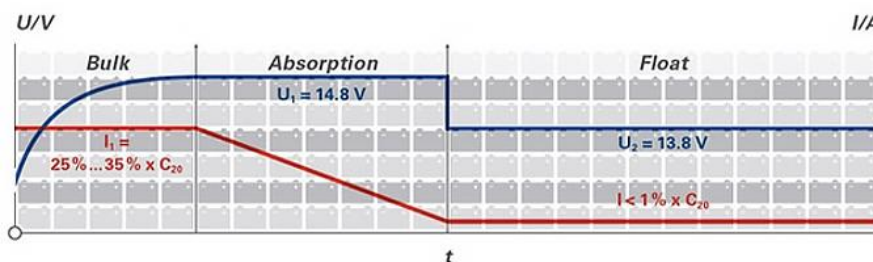


Рисунок 2.9 – Рекомендації щодо заряду акумуляторів, виготовлених за технологією AGM

У методі IUI (рис. 2.10) додається третій додатковий ступінь, який називається ступенем вирівнювання. В цьому ступені напруга на одному акумуляторі може досягати 15,5 В. Струм обмежений на рівні 2-5% від ємності акумулятора. Завдяки цьому ступеню відбувається вирівнювання напруги між акумуляторами в батареї, а також між елементами в самому акумуляторі. Так як ступінь вирівнювання проводиться при дуже високій напрузі, вона жорстко обмежена за часом. Тривалість цього ступеня визначає виробник акумуляторів. Даний метод заряду не підійде для акумуляторів, виготовлених за технологією GEL, оскільки підвищення напруги на них зазвичай не рекомендується (рис. 2.11).

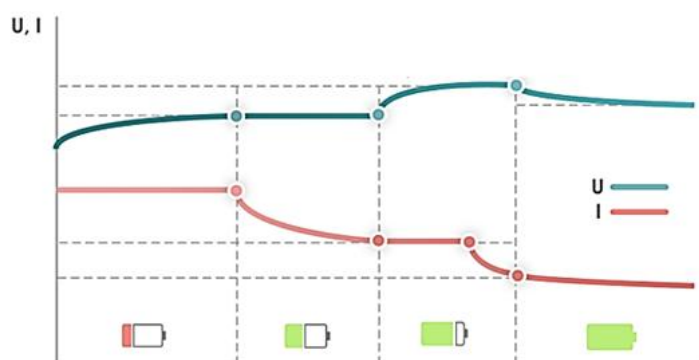


Рисунок 2.10 – Метод заряду IUI [3]

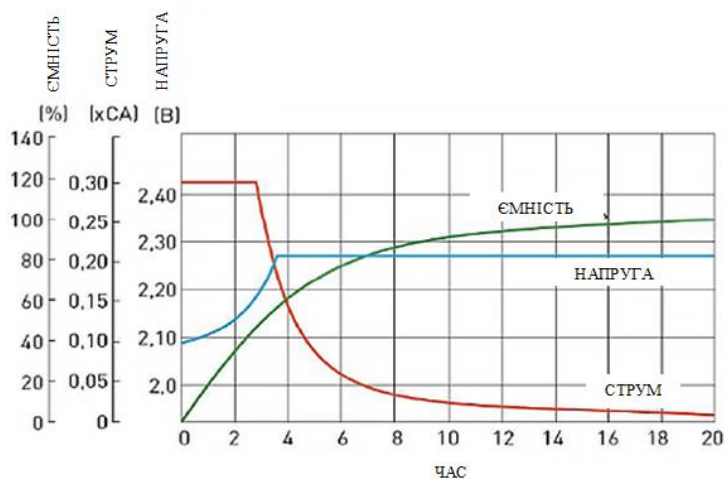


Рисунок 2.11 – Алгоритм заряду акумуляторів Delta FT 12-50 M

Після завершення заряду АБ зарядний пристрій переходить у режим підзаряду. Умовою завершення заряду АБ є зниження споживаного струму, або заряд АБ завершується після закінчення часу.

2.3 Огляд типових електричних схем заряду акумуляторів

Свинцево-кислотні акумулятори заряджають постійною (випрямленою) напругою, стабільною за рівнем. Щоб отримати струм, що втікає в батарею, зарядна напруга повинна бути вищою за напругу акумулятора. Струм заряду в такому режимі залежить від різниці напруги джерела та батареї.

Повністю розряджена АКБ автомобіля видає напругу 10,5 вольт (нижче розряджати не можна), повністю заряджена – 12,6 вольт. У процесі заряджання рівень на виході зарядного пристрою залишається постійним, а на клеммах батареї плавно підвищується. Тому на початку зарядки струм буде максимальним, після закінчення – мінімальним. Зниження рівня струму є ознакою закінчення процесу заряджання (рис. 2.12). Також для автоматичного завершення зарядки можна використовувати досягнення напруги на АКБ значення 12,5...12,6 вольт.



Рисунок 2.12 – Процес зарядки свинцево-кислотної батареї стабільною напругою

Стандартна схема побудови зарядного пристрою (рис. 2.13) містить: мережевий трансформатор, випрямляч і регулятор струму (напруги).

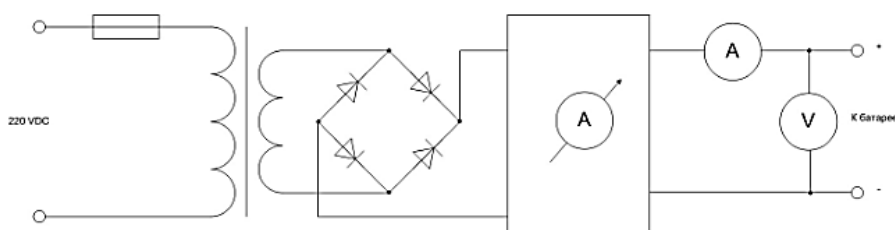


Рисунок 2.13 – Спрощена схема зарядного пристрою

На практиці реалізується інша схема зарядного пристрою. Тут потенціометр включений до кола бази транзистора, і струм через нього невеликий, а зарядний струм йде через колектор-емітер транзистора, проте, напівпровідниковий елемент подібної потужності знайти набагато простіше. В цьому і полягає головний недолік схеми – струм йде через регулюючий елемент, вся надмірна потужність розсіюється на ньому, тому потрібний радіатор значної площі.

Для нормальної роботи такого зарядного пристрою на нього треба подавати підвищену напругу – не менше 18 вольт, щоб забезпечити запас регулювання.

Популярною є схема (рис. 2.14) зарядного пристрою, де акумулятор заряджається випрямленою напругою, а струм регулюється вручну за допомогою тиристора (підходить КУ202Н або аналоги).

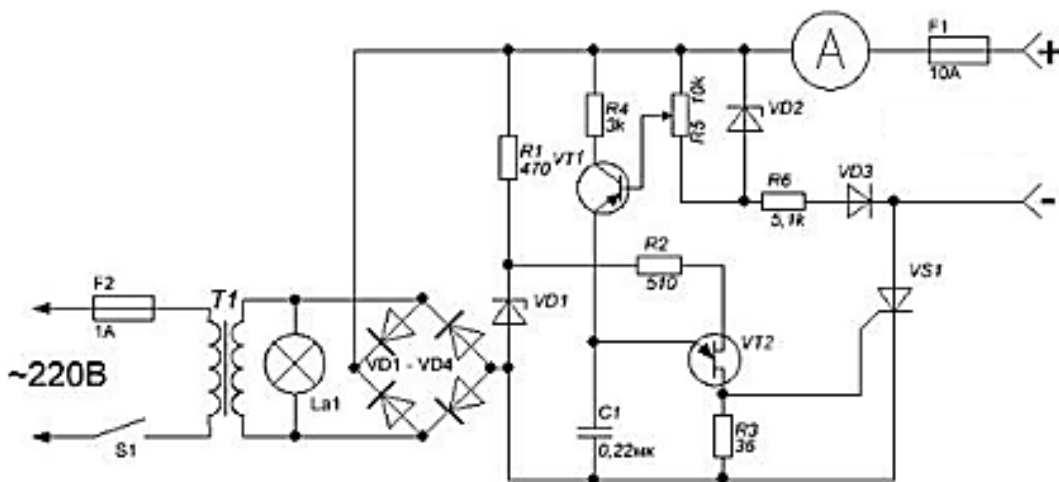


Рисунок 2.14 – Схема зарядного пристрою на тиристорі [2]

Мережева напруга знижується трансформатором T1 і випрямляється діодним мостом VD1..VD4. На перехідному транзисторі VT2 зібраний генератор імпульсів. Його частота визначається колом з конденсатора C1 і керованого резистора на VT1. Його опір регулює потенціометр R5. На початку кожного напівперіоду генератор запускається через коло R1-VD1 і починає видавати імпульси із заданою частотою. Перший імпульс відкриває тиристор. Чим раніше відкривається ключ на VS1, тим більша частина синусоїди потрапляє в навантаження, тим вище середня напруга на акумуляторі і середній струм, що втікає в нього (рис. 2.15).

Недолік схеми в тому, що напруга не стабілізована, і буде змінюватися за зміною напруги мережі 220 вольт (воно може змінюватися в межах $\pm 5\%$). Слідом за напругою змінюватиметься струм заряду, тому процес вимагає періодичного контролю і, за необхідності, підналаштування. Фільтруючі конденсатори після випрямляча встановлювати не можна – схема працює тільки з випрямленою, але не з постійною напругою на вході.

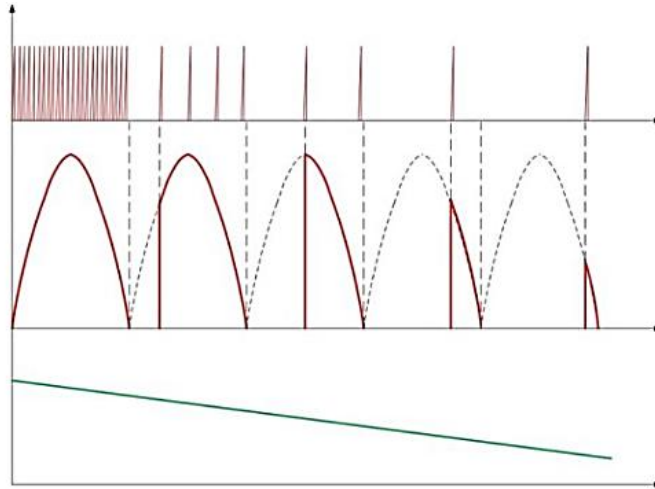


Рисунок 2.15 – Принцип фазо-імпульсного регулювання

Якщо перехідного транзистора немає, схему можна зібрати без нього, але вона трохи ускладниться. Замість регульованого опору на транзисторі для завдання частоти генерації можна застосувати потенціометр.

Існують різні варіанти цієї схеми. Наприклад, регульований пристрій на симісторі (рис. 2.16). Тут силовим ключем служить потужний симістор, а тиристор задіяний у схемі формування імпульсів, що відкривають.

Зарядний пристрій можна виготовити на мікросхемі TL494 (рис.2.17). Ця мікросхема використовується не зовсім стандартно – зазвичай на ній будують повністю імпульсні джерела живлення з випрямленням напруги і «нарізанням» з отриманої постійної високочастотних імпульсів (як у комп'ютерних блоках живлення).

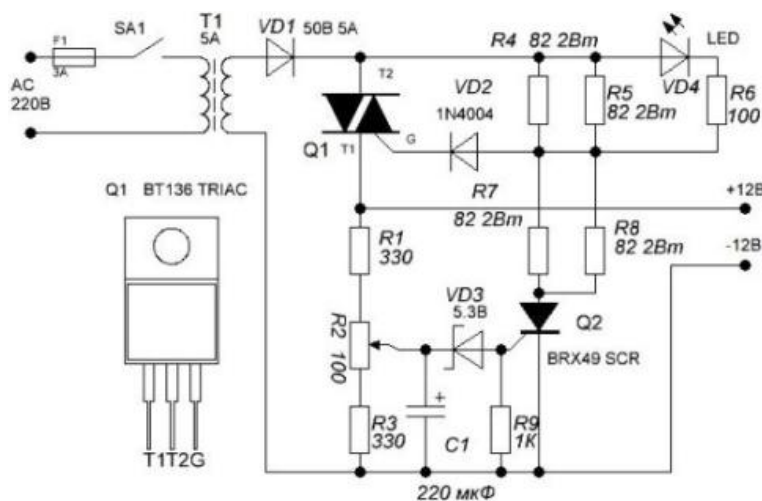


Рисунок 2.16 – Зарядний пристрій на симісторі

Тут є і мережевий трансформатор, і випрямляч вторинної напруги. Імпульсним є лише регульований стабілізатор. Його перевага в тому, що регулюючий елемент (транзистор) відкривається на певні проміжки часу, через нього не протікає наскрізний струм (рівний струму навантаження), тому розміри тепловідведення можна значно зменшити.

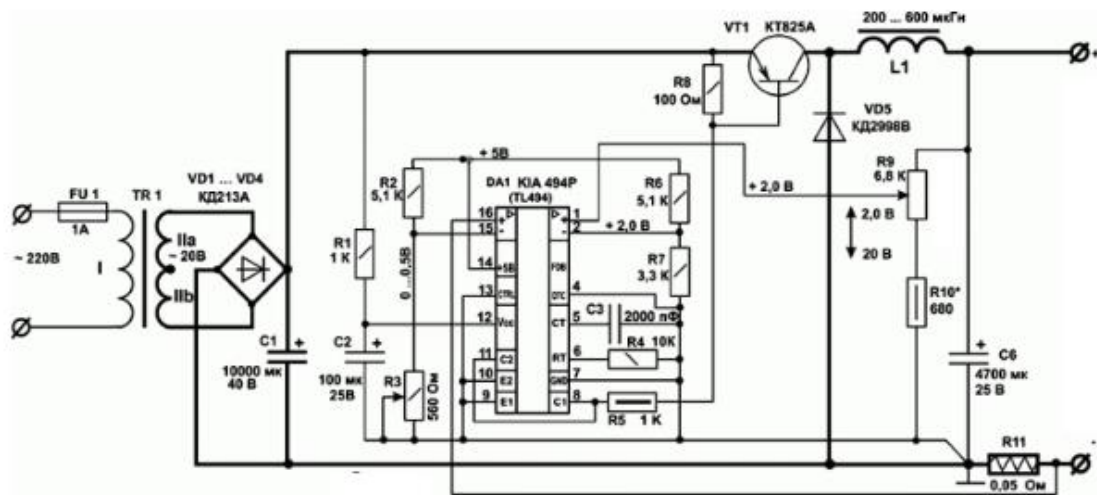


Рисунок 2.17 – Схема ЗП на TL494

Мікросхема генерує імпульси, частота яких визначається колом R_4 , C_3 , а ширина залежить від різниці між рівнями на входах 1 і 2. Імпульси керують транзистором VT_1 , який, відкриваючись, підживлює енергією дросель L_1 . Запасена енергія витрачається на навантаження. Чим більше навантаження, тим швидше витрачається запас, тим швидше знижується напруга на виході, що призводить до збільшення тривалості імпульсів з виходу 8 мікросхеми. До цього призводить обертання потенціометра R_9 – так регулюється вихідна напруга.

Струм заряду регулюється різницею напруг між АКБ та виходом ЗУ, але мікросхема TL494 дозволяє виконати додаткове обмеження струму. Для цього використовується другий підсилювач помилки. Струм обмежувача встановлюється потенціометром R_3 , а фактичний струм заміряється як падіння напруги на шунті R_{11} . Якщо струм вищий за заданий, тривалість імпульсів зменшується, напруга на виході знижується до досягнення необхідного струму. Такий режим корисний при зарядженні сильно розряджених батарей, а також дозволяє здійснити режим заряджання стабілізованим струмом. У сукупності з широким діапазоном регулювання напруги можливість обмеження струму робить ЗУ універсальним і дозволяє заряджати акумулятори, зроблені за різними технологіями. Також обмежувач здійснює захист силових елементів від надструму.

Схема з автоматичним вимкненням. Зручно, щоб батарея вимикалася після завершення процесу поповнення енергії. Один із варіантів схеми такої автоматики наведено на рисунку.

Принцип дії заснований на контролі напруги батареї, що заряджається. Як тільки воно досягне номінального рівня (він підлаштовується потенціометром), транзистор відкривається, спрацює реле та відключить напругу з АКБ. При цьому спалахне світлодіод, що сигналізує про закінчення зарядки. Реле можна застосувати з напругою спрацьовування 12 вольт і струмом контактів не менше 15 АСД.

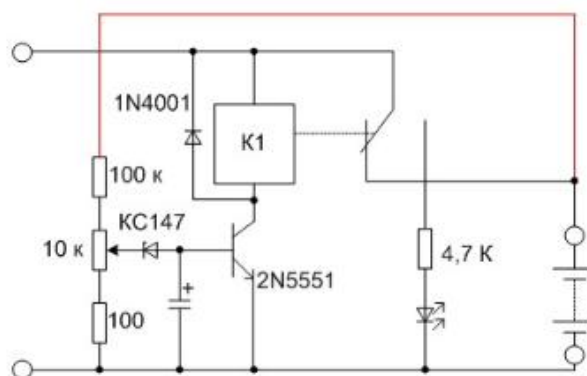


Рисунок 2.18 – Схема автоматичного вимкнення зарядного пристрою

Перевага схеми в тому, що її можна зібрати на окремій платі та використовувати спільно з будь-яким готовим зарядником. Недоліком є необхідність вимірювати напругу безпосередньо на клемі акумулятора, тому коло вимірювання (виділений червоною лінією) треба виконувати окремим дротом із затискачем і підключати безпосередньо до плюсової клемі АКБ.

2.4 Аналіз існуючих зарядних пристроїв

Існує велика кількість виробників зарядних пристроїв, що мають різні технічні характеристики та функціональні можливості.

Зарядний пристрій Bosch C3 018999903M (рис. 2.19) підійде для зарядки акумуляторів з номінальною напругою 6 вольт і 12 вольт. Даний імпульсний пристрій проводить зарядку в кілька етапів, за які відповідає вбудований мікропроцесор. Корпус пристрою виготовлений з пластику, який захищає внутрішні елементи від механічного пошкодження під час використання. На панелі функцій зарядного пристрою розміщені світлодіодні індикатори та кнопка вибору режимів роботи «MODE» [3].



Рисунок 2.19 – Зарядний пристрій Bosch C3 018999903M [3]

Сучасні технології захисту від замикання в колі, перегріву і перевантаження пристрою, неправильного підключення до клемних акумулятора, роблять його безпечним у використанні в домашніх умовах.

Цей пристрій є простим в експлуатації, забезпечує швидку і ефективну зарядку розрядженого АКБ автомобіля, підходить для свинцево-кислотних і AGM акумуляторів. Технічні характеристики зарядного пристрою Bosch C3 018999903M наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики зарядного пристрою Bosch C3 018999903M

Бренд	Bosch
Тип	Зарядний пристрій для акумулятора
Вид	Імпульсний
Тип акумулятора який заряджається	AGM , GEL , кислотний
Ємність акумулятора	120 Агод
Струм заряду	3.8 А
Напруга акумулятора, який заряджається	12 В , 6 В
Індикація заряду	світлодіодна
Довжина	185 мм
Ширина	81 мм
Висота	55 мм
Вага	1.3 кг
Підключення до батареї	крокодили
Функції та оснащення	інтелектуальна зарядка
Довжина силового дроту	190 см
Споживана потужність	60 Вт

Імпульсний зарядний пристрій Armer ARM-SC6E (рис. 1.20) має ергономічний корпус, на лицьовій стороні якого розташовані всі необхідні кнопки і LCD-монітор. Даний пристрій забезпечує десяти ступінчасту зарядку акумулятора в повністю автоматичному режимі [4].

Цей пристрій підійде, як для акумуляторних батарей легкових автомобілів, так і для вантажівок, для перемикання вихідної напруги досить вибрати кнопкою відповідний режим 12В або 24В, яка також знаходиться на передній панелі. Величезною перевагою даного імпульсного пристрою є функція відновлення акумуляторної батареї після згубного впливу глибокого розряду.



Рисунок 1.20 – Зарядний пристрій Armer ARM-SC6E

Дроти підключення мають на своїх кінцях зручні затискачі «крокодили». На ручки яких одягнений ізоляційний матеріал відповідного кольору, червоний – для плюсової клеми, і чорний – для мінусовій. Апарат забезпечений захистом від перевантаження і неправильної полярності.

«Зарядні пристрої «Dnipro-M» призначені для зарядки в автоматичному режимі свинцево-кислотних, акумуляторних батарей напругою 12 В і 24 В ємністю 20 А*год і вище.

Зарядний пристрій Dnipro-M BC-16 може використовуватися лише в стаціонарних умовах (на станціях технічного обслуговування автомобілів, в гаражах тощо). Зарядний пристрій складається з перетворювача напруги (трансформатора), випрямляча змінного струму, амперметра, системи захисту, органів керування та контролю. Технічні характеристики зарядного пристрою Dnipro-M BC-16 наведені в таблиці 1.3.» [5].



Рисунок 2.21 – Зарядний пристрій Dnipro-M BC-16 [5]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зарядного пристрою Dnipro-M

Тип	Зарядне
Напруга АКБ	12/24 В
Мін./Макс. ємність акумулятора	40 А*год / 120 А*год
Максимальний струм заряду для 12В АКБ	10А/12А
Номінальна потужність	160 Вт
Максимальний струм заряду для 24В АКБ	5А/6А
Максимальна споживча потужність від мережі	160 Вт
Напруга мережі	230 В
Частота мережі	50 Гц
Вага	4,1 кг
Захист від короткого замикання	є
Захист від перевантаження	є
Захист від перегріву	є
Захист від неправильної полярності	є
Довжина мережевого кабелю	1,6 м
Індикатор заряду	вбудований амперметр

Простота пристрою є причиною його надійності, що забезпечує безвідмовну роботу зарядного пристрою в процесі його експлуатації. Завдяки використанню сучасних розробок і технологій ці пристрої мають оптимальні робочі характеристики, а також відрізняються довговічністю та зносостійкістю основних частин та деталей.

Крім високих показників надійності та продуктивності зарядні пристрої «Dnipro-M» мають ряд інших переваг: 1. Подвійна напруга зарядки 12 В/24 В; 2. Два режими зарядки – мінімальний і максимальний струм зарядки; 3. Захист пристрою та акумуляторної батареї від неправильного підключення; 4. Захист від короткого замикання; 5. Захист від перевантаження; 6. Захист від перегріву.

2.5 Технічне обслуговування акумуляторних батарей

Сульфатація пластин серед всіх несправностей акумуляторних батарей стоїть у першій п'ятірці.

Сульфатація являє собою стан акумуляторної батареї, при якому робочу поверхню його пластин покриває шар сульфатної плівки. Даний процес відбувається так: при глибокому розряді напруга на акумуляторі зменшується. Надмірне зниження напруги веде за собою перетворення сірчано-водного електроліту в кристалоподібну форму, яка осідає на пластинах батареї. Даний наліт закупорює активну поверхню

пластин, знижує прохідність електронів, тому як наслідок – акумуляторна батарея живитиме споживачів у рази, а то й десятки разів менше, ніж мала б.

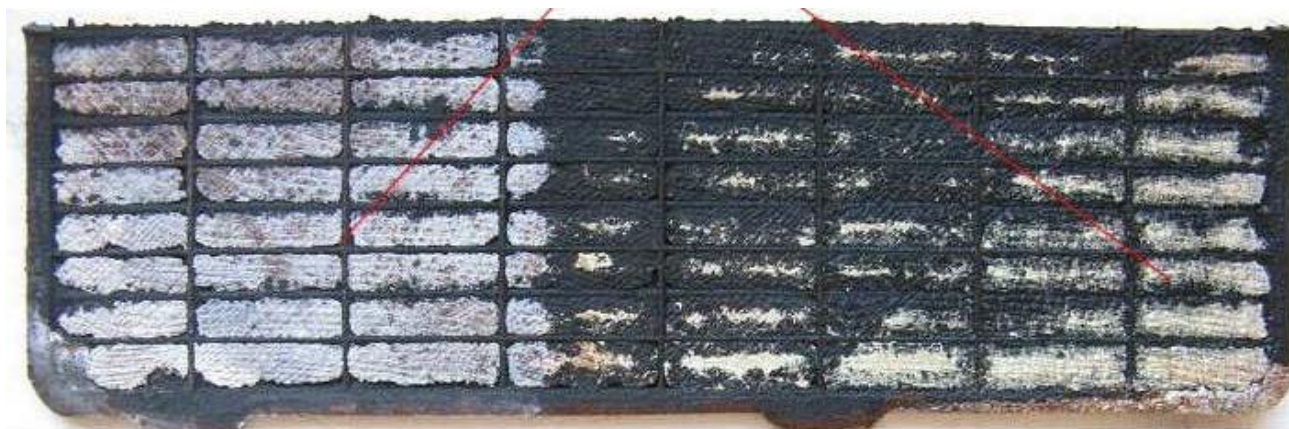


Рисунок 2.21. Засульфатована пластина АКБ

Простіше кажучи, після зарядки акумулятор з сульфатацією може показувати повну готовність до роботи, але розряджається до нуля буквально в лічені хвилини при підключенні самої звичайної лампочки.

Розглянемо фактори, які провокують виникнення сульфатації.

Зрозуміло, головна причина цього явища полягає в осадженні сульфату свинцю на акумуляторні пластини. Існує декілька чинників, які викликають утворення сульфатної плівки. В їх перелік входять наступні:

- глибокий розряд АКБ;
- сильне охолодження;
- довготривале зберігання незарядженої батареї;
- заливання електроліту з підвищеним вмістом кислоти.

Розглянемо кожну з причин сульфатації акумулятора детальніше і почнемо з глибокого розряду акумулятора.

Глибокий розряд. Під час зарядки сірчаноокислий свинець практично не утворюється, оскільки сполуки, які потрібні для синтезу цієї солі, не зустрічаються при подачі заряджаючого напруги вони збираються поблизу пластин з різною полярністю. При відключенні зарядного струму стартує процес розряду, і починається взаємодія зазначених сполук з утворенням сульфату свинцю і його осадженням на пластини. І чим глибше розряджається акумулятор, тим більше утворюється $PbSO_4$, наслідком чого є сильна сульфатація.

Холод. Кожен автомобіліст знає, що в сильний мороз всього за кілька годин акумулятор може розрядитися майже в нуль, що загрожує сульфатацією пластин, якщо своєчасно не підключити акумулятор до зарядного пристрою. Саме по собі охолодження не посилює синтез сульфату свинцю. Низькі температури лише погіршують ситуацію з розрядом АКБ. Те ж саме можна сказати про тривалому зберіганні незарядженої батареї. Якщо повністю заряджена АКБ цілком нормально зберігається протягом кількох місяців, то в недозарядженому акумуляторі процес

сульфатації протікає в пришвидшеному режимі, і пластини покриваються плівкою вже через кілька тижнів.

Неправильне обслуговування. Концентрований електроліт в акумуляторну батарею заливають досить рідко. Адже коли сірчаної кислоти стає більше, а, значить, збільшується кількість «будматеріалів» для сірчаноокислого свинцю.

Спека. Ще одна причина сульфатації акумулятора це висока температура. Звичайно, 70 градусів під капотом до глибокого розряду не приведуть, але нагрів прискорює хімічну реакцію утворення $PbSO_4$. Ось чому слабо заряджений акумулятор у сильну спеку дуже швидко сульфатується.

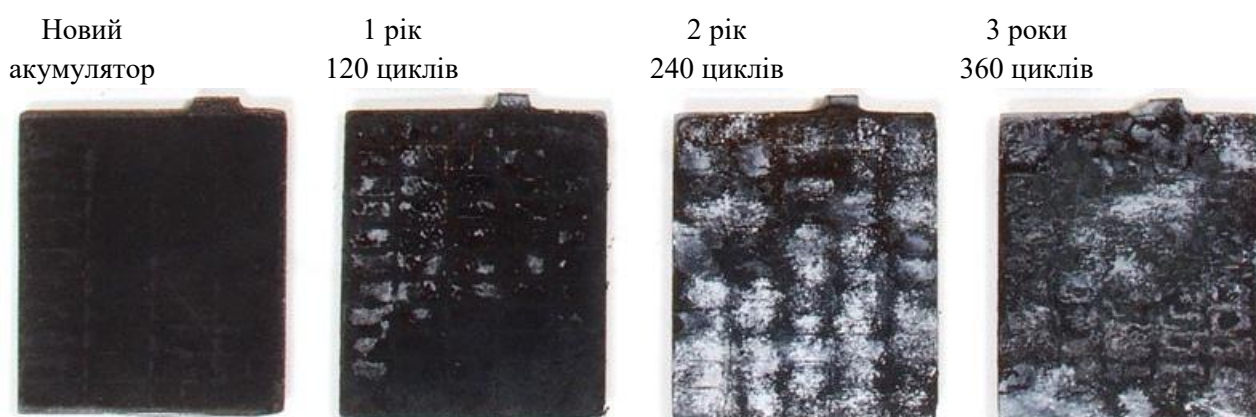


Рисунок 2.22 – Пластини з різним ступенем сульфатації.

Своєчасна «постановка діагнозу» дозволить заощадити істотну суму грошей, адже осад сульфату свинцю на пластинах ще не є виразом акумулятора. На ранньому етапі зовсім не обов'язково купувати нове джерело електроенергії з усіма фінансовими наслідками. Становище ще можна виправити порівняно простими методами. Тому необхідно знати, як визначити наявність сульфатації. Способів насправді не так багато, щоб в них заплутатися.

Першим «тривожним дзвіночком» є погіршення функціональності акумулятора. Якщо ви помітили, що батарея стала заряджатися набагато швидше звичайного і при сильному кипінні електроліту, то, найімовірніше, це вона і є – сульфатація. Інший симптом полягає в істотному зниженні ємності АКБ. Ключове слово в даному випадку – «істотне». Припустимо, ємність вашої батареї спочатку становила 60 А·год, а за результатами вимірювання ви бачите лише 25 А·год. Це практично завжди означає, що на пластинах зібрався сульфат свинцю.

Після виникнення підозр залишається тільки візуально переконатися в наявності сульфатації. Однак такий контроль можливий тільки в тому випадку, якщо акумулятор обслуговується. Відкрутіть пробки-заглушки і загляньте всередину. Білий наліт важко не помітити, оскільки він добре контрастує з чистим темно-сірим свинцем. А вже світлі кристали взагалі видно, що називається, неозброєним оком. Якщо ви побачили наліт або кристалічні нарости, то негайно робіть заходи для усунення сульфатації пластин.

ТЕМА 3 ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ АВТОМОБІЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ, ЇХ КОНСТРУКЦІЇ

3.1 Генератори змінного струму: конструктивне виконання і принцип дії, електричні характеристики. Електричні схеми генераторних установок автомобілів

Генератор – пристрій, що перетворює механічну енергію у вигляді крутного моменту, що передається від двигуна на ротор генератора у електричну енергію, що згодом подається в електричну систему машини.

Генератор повинен забезпечувати безперебійну подачу струму і володіти достатньою потужністю, щоб:

- одночасно постачати електроенергію працюючим споживачам і заряджати акумуляторну батарею;
- при включенні всіх штатних споживачів електроенергії на малих обертах двигуна не відбувався сильний розряд акумуляторної батареї;
- напруга в бортовій мережі знаходилася в заданих межах у всьому діапазоні електричних навантажень і частот обертання ротора.
- генератор повинен мати достатню потужність, великий ресурс, невеликі масу і габарити, невисокий рівень шуму і радіоперешкод.

Робота автомобільного генератора відбувається за таким принципом:

- обертання ротора (коли двигун автомобіля запускається, він рухає пас, який з'єднаний з ротором генератора, а це обертання створює рух магнітного поля);
- індукування струму (змінне магнітне поле, проходить через обмотки статора, виробляє електричний струм, який утворюється в обмотках завдяки закону електромагнітної індукції).

Схема перетворення змінного електричного струму у постійний $U_{ф1} - U_{ф3}$ - напруга в обмотках фаз: U_d - випрямлена напруга; 1, 2, 3 - обмотки трьох фаз статора; 4 - діоди силового випрямляча; 5 - акумуляторна батарея; 6 - навантаження; 7 - діоди випрямляча обмотки збудження; 8 - обмотка збудження; 9 - регулятор напруги

Випрямляч для трифазної системи містить шість силових напівпровідникових діодів, три з яких: VD1, VD3 і VD5 з'єднані з виводом «+» генератора, а інші три: VD2, VD4 і VD6 з виводом «-» («масою»).

При необхідності форсування потужності генератора застосовується додаткове плече випрямляча на діодах VD7, VD8, показане на рис.31, пунктиром. Така схема випрямляча може мати місце тільки при з'єднанні обмоток статора "зіркою", т. К. Додаткове плече живиться від "нульовий" точки "зірки".

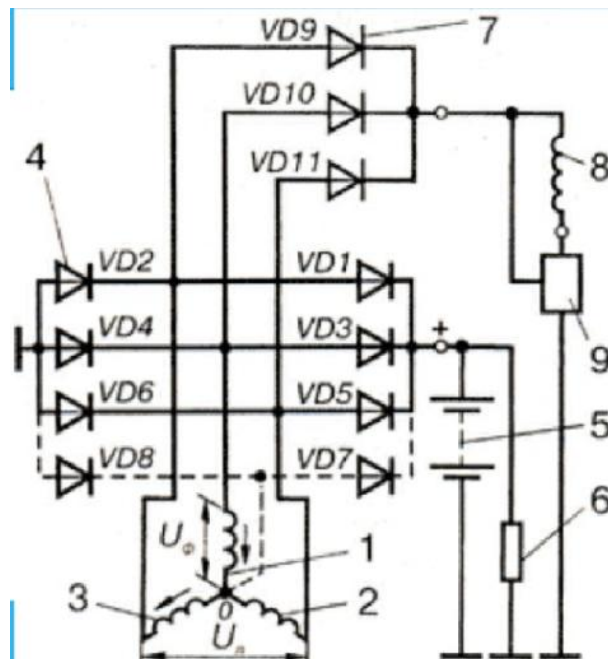


Рисунок 3.1

Схема перетворення змінного електричного струму у постійний Частота цієї напруги f залежить від частоти обертання ротора генератора N і числа його пар полюсів p :

$$f = p * N / 60$$

За рідкісним винятком генератори закордонних фірм, також як і вітчизняні, мають шість "південних" і шість "північних" полюсів в магнітній системі ротора.

В цьому випадку частота f в 10 разів менше частоти обертання ротора генератора.

Оскільки своє обертання ротор генератора отримує від колінчастого вала двигуна, то по частоті змінної напруги генератора можна вимірювати частоту обертання колінчастого вала двигуна. Для цього у генератора робиться виведення обмотки статора, до якого і підключається тахометр.

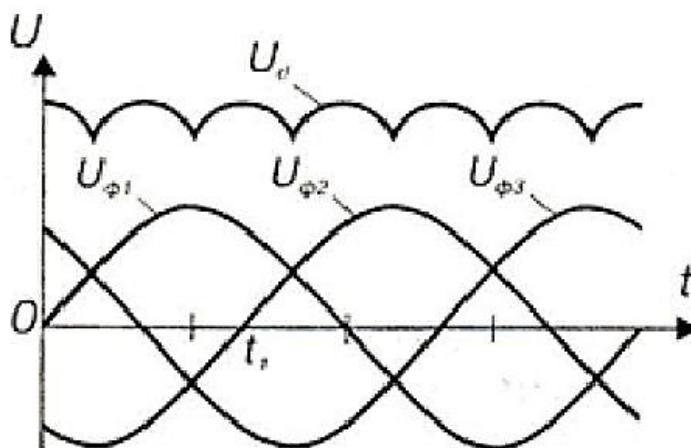


Рисунок 3.2

На рисунку пронумеровані наступні елементи генератора:

- 1 – кришка заднього підшипника;
- 2 – втулка задньої кришки під зовнішнє кільце підшипника;
- 3 – кульковий підшипник задньої шийки ротора;
- 4 – клемма для живлення обмотки збудження ротора;
- 5 – корпус тримача щіток;
- 6 – контактні щітки;
- 7 – котушка обмотки сердечника статора;
- 8 – основа статора

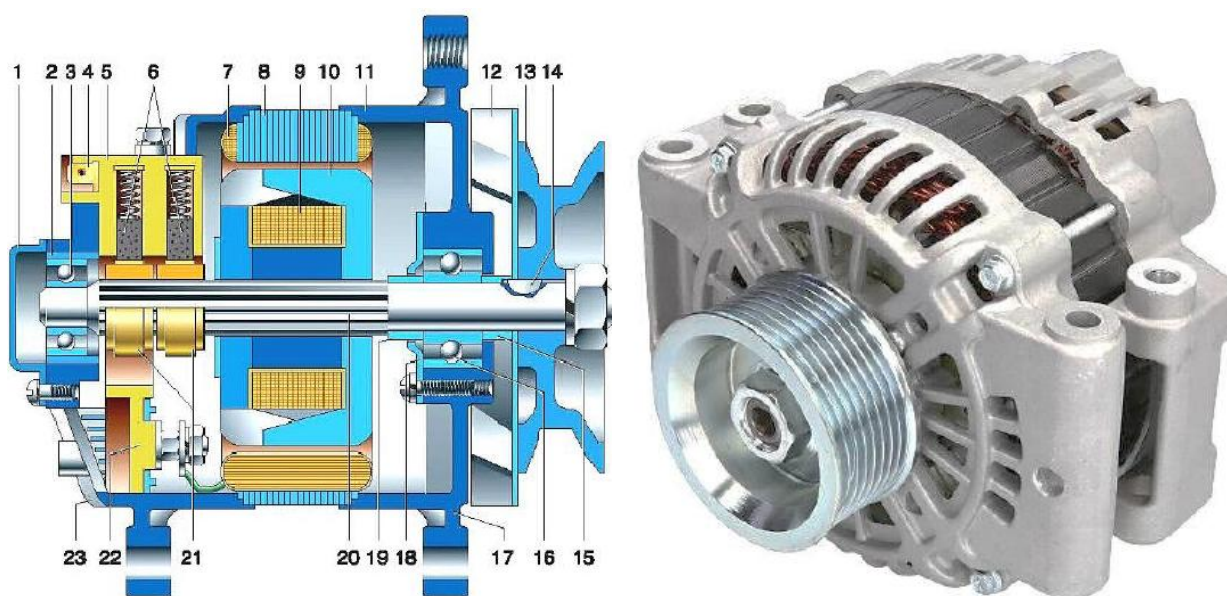


Рисунок 3.3

До автомобільних генераторів пред'являються наступні вимоги:

- простота конструкції; довговічність і надійність;
- малі габарити, маса і вартість;
- велика питома потужність (потужність на 1 кг маси);
- можливість забезпечення заряду акумуляторні батареї при малій частоті обертання колінчатого вала двигуна в режимі холостого ходу.

Переліченим вимогам у більшому ступені задовольняють тільки генератори змінного струму з випрямлячами, тому вони знайшли переважне застосування на сучасних автомобілях.

При технічному обслуговуванні генераторних установок перевіряють затягування деталей кріплення кришок і шківів генератора. Обертанням ротора від руки перевіряють легкість обертання. Знімають щіткотримач і визначають ступінь зносу і легкість їхнього переміщення в щіткотримачі, а також стан контактних кілець ротора.

При розібраному генераторі перевіряють обмотку статора й обмотку ротора на обрив, межвиткове замикання і замикання на корпус, а також перевіряють справність

блоку випрямляча. Роблять перевірку генератора для визначення частоти обертання, при якій генератор збуджується до номінальної напруги без навантаження і при номінальному навантаженні. Перевіряють і при необхідності настраюють регулятор напруги, реле захисту. Інтегральні регулятори не підлягають ремонту, їх заміняють на справні.

Перевірку працездатності генератора і реле-регуляторів роблять на автомобілях із застосуванням переносних приладів або на електроділянці на спеціалізованих стендах.

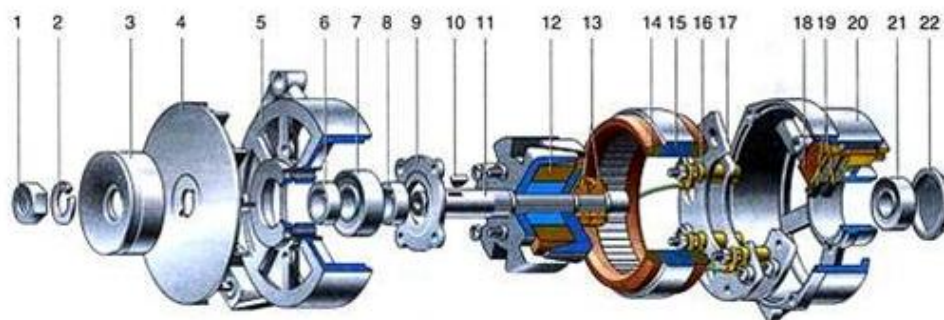
Для приводу генераторів стенди обладнані репульсіонними електродвигунами або асинхронними трифазними електродвигунами і клинопасовими варіаторами, що дозволяє плавно регулювати частоту обертання до 5000 об/хв. Частоту обертання ротора генератора вимірюють тахометром. Навантаження в зовнішньому колі генератора створюють реостатом і контролюють амперметром. Напругу генератора контролюють вольтметром.

Коло збудження генератора підключається вимикачем до акумуляторної батареї.

Будова

На сьогодні застосовують такі типи генераторів змінного струму: з *контактними кільцями й щітками, безконтактні, зокрема індукторні, стартер-генератори та інші з певними особливостями конструкції*.

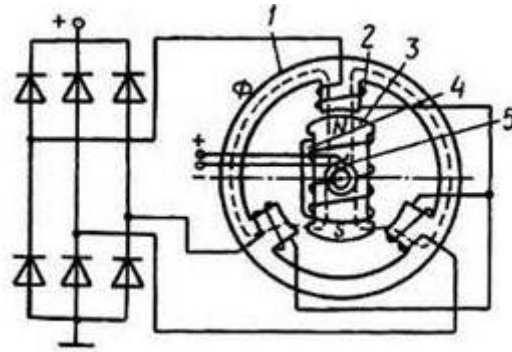
Найбільшого розповсюдження набули так звані вентильні генератори змінного струму з випрямлячем та інтегральним регулятором напруги (рис. 2.1).



- 1 – гайка шків; 2 – шайба; 3 – шків; 4 – крильчатка; 5 – передня кришка;
 6, 8 – дистанційні втулки; 7 – передній підшипник; 9 – шайба; 10 – шпонка;
 11 – вал ротора; 12 – ротор; 13 – контактні кільця; 14 – обмотка статора;
 15 – статор; 16 – ізоляційна втулка діода випрямного блоку; 17 – пластина випрямного блоку; 18 – щітковий вузол; 19 – щітки; 20 – корпус регулятора напруги і щіткового вузла; 21 – задній підшипник; 22 – кришка заднього підшипника.

Рисунок 3.4 – Будова генераторної установки

Принцип дії генератора змінного струму ґрунтується на явищах електромагнітної індукції. Магнітний потік у генераторі (рис. 2.2) створюється обмоткою збудження під час протікання в ній постійного електричного струму.



N, S – магнітні полюси

Рисунок 2.2 – Схема автомобільного генератора змінного струму:

1 – статор; 2 – обмотка статора; 3 – полюс ротора; 4 – обмотка збудження; 5 – щітки;
6 – випрямляч

Під час обертання ротора під кожним зубцем статора проходить навперемінно то північний, то південний полюс ротора. Магнітний потік протікає через зубці статора, змінюється за величиною й напрямом і перетинає провідники трифазної обмотки, закладеної в пази між зубцями, витках якої індукуються змінний струм. Змінний струм генератора перетворюється на постійний за допомогою випрямляча, який має шість діодів (на частині рисунку 2.2 ліворуч), що створюють трифазну мостову схему.

Для забезпечення постійної напруги генератора, коли частота обертання ротора змінюється у широких межах (залежно від частоти обертання колінчатого валу ДВЗ), магнітний потік має змінюватися обернено пропорційно до частоти. Ця зміна досягається зміною сили струму збудження за допомогою регулятора напруги. У сучасних автомобілях застосовують регулятори напруги різних типів, які поділяють на безконтактні транзисторні та інтегральні, контактно-транзисторні, контактно-вібраційні (одно- або двоступеневі).

Недоліком регуляторів контактного типу є нестабільність регульовальної напруги та необхідність обслуговування. Найбільш поширеними є безконтактні транзисторні регулятори напруги виконані за інтегральними схемами у яких зазначений недолік усунений.

Обмотка статора генераторів закордонних і вітчизняних генераторів, у більшості, трифазна. Вона складається з трьох частин, званих обмотками фаз або просто фазами, напруга і струми в яких зміщені один щодо одного на третину періоду, тобто на 120 електричних градусів, як це показано на рисунку 2.4. Фази можуть з'єднуватися в "зірку" або "трикутник". При цьому розрізняють фазні і лінійні напруги і струми. Фазні напруги $U_{\phi(ABC)}$ діють між кінцями обмоток фаз. Фазні струми I_{ϕ} протікають в цих обмотках, лінійні ж напруги U_L діють між провідниками, що сполучають обмотку статора з випрямлячем. У цих провідниках протікають лінійні струми I_L . Природно, що випрямляч випрямляє ті величини, які до нього підводяться, тобто лінійні.

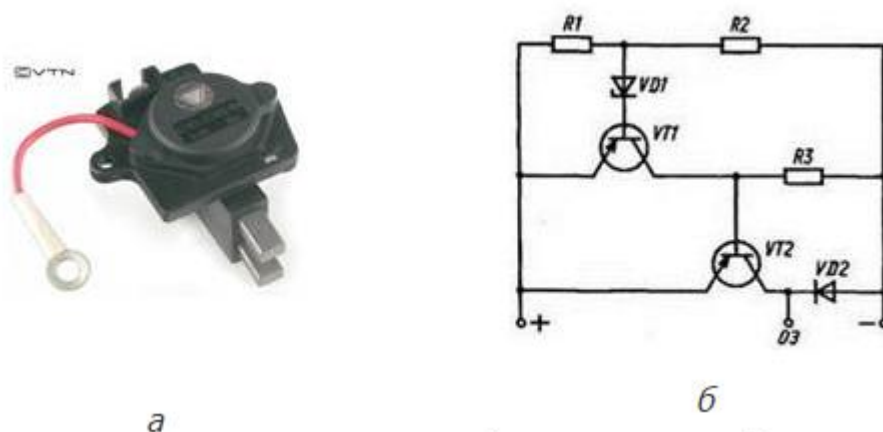


Рисунок 2.3 – Безконтактний транзисторний регулятор напруги:
 а – загальний вигляд регулятора фірми «ВТН»; б – принципова схема регулятора фірми «Бош»

Змінний струм генератора перетворюється на постійний за допомогою випрямляча, який має шість діодів (рис. 2.4, а), що створюють трифазну мостову схему. Перша група – це діоди $VD1$, $VD3$ і $VD5$, катоди яких з'єднані між собою, створюють позитивний полюс випрямленої напруги, друга група – діоди $VD2$, $VD4$ і $VD6$, аноди яких з'єднані між собою, створюють негативний полюс випрямленої напруги.

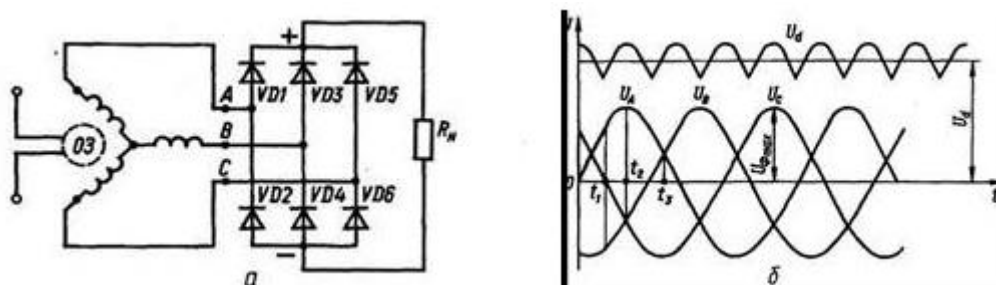


Рисунок 2.4 – Трифазний генератор: а – схема генератора змінного струму з випрямлячем; б – графік зміни напруги у часі

У кожний момент часу працюють два діоди – по одному з кожної групи. В першій групі струм проводить той діод, анод якого перебуває під найбільшим потенціалом; у другій групі струм проводить діод, катод якого перебуває під найменшим потенціалом.

Наприклад, в інтервалі часу $t_1...t_2$ струм протікає від фази A до фази B через діод $VD1$, що має найбільший потенціал аноду в першій групі, навантаження R_H та діод $VD4$, який має найменший потенціал у другій групі. В момент t_2 замість діода $VD4$ починає працювати діод $VD6$, а діод $VD1$ проводить струм ще $1/6$ періоду до моменту t_3 , потім на заміну діода $VD1$ приступає до роботи діод $VD3$. Отже, кожний діод пропускає струм протягом однієї третини періоду.

Трифазна мостова схема випрямлення струму забезпечує відносно невеликі

пульсації випрямлення напруги. Так, випрямлена напруга визначається координатами між верхніми та нижніми дугами фазних напруг U_A , U_B та U_C (рис. 2.4, б). Тому випрямлена напруга – U_d пульсуюча, і частота пульсації в 6 разів більша, ніж частота змінної напруги, тобто

$$f_n = 6f = (6pn)/60 = 0,1 pn,$$

де f_n, f – частота пульсацій та частота змінної напруги

p – кількість пар полюсів

n – частота обертання ротора генератора,

Частота змінної напруги f залежить від частоти обертання ротора генератора n і числа його пар полюсів p :

$$f = pn/60$$

Генератори закордонних фірм, також як і вітчизняні, мають шість "південних" і шість "північних" полюсів в магнітній системі ротора. В цьому випадку частота f в 10 разів менше частоти обертання ротора генератора.

На рисунку 2.5 показаний вплив роботи регулятора на силу струму в обмотці збудження для двох частот обертання ротора генератора n_1 і n_2 , причому частота обертання n_2 більше, ніж n_1 . При більшій частоті обертання відносний час включення обмотки збудження в ланцюг живлення транзисторним регулятором напруги зменшується, середнє значення сили струму збудження зменшується, ніж і досягається стабілізація напруги.

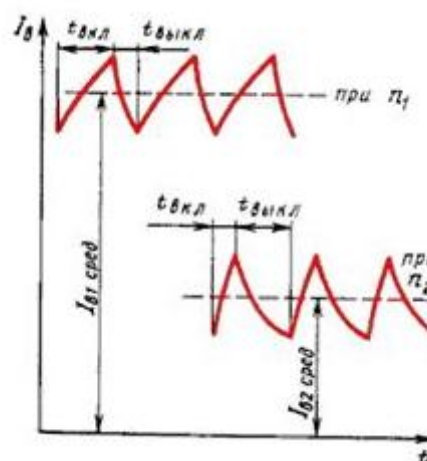


Рисунок 2.5 – Зміна струму в обмотці збудження за різної частоти обертання ротора $n(n_2 > n_1)$, $\tau_{увім}$ і $\tau_{вимк}$ – період часу увімкненого та вимкненого стану регулятора

Із зростанням навантаження напруга зменшується, відносний час включення обмотки збільшується, середнє значення сили струму зростає таким чином, що напруга генераторної установки залишається практично незмінною.

На рисунку 2.6 представлені типові регульовальні характеристики генераторної установки, що показують, як змінюється сила струму в обмотці збудження при незмінній напрузі і зміні частоти обертання або сили струму навантаження. Нижня межа частоти перемикавання регулятора складає 25-30 Гц.

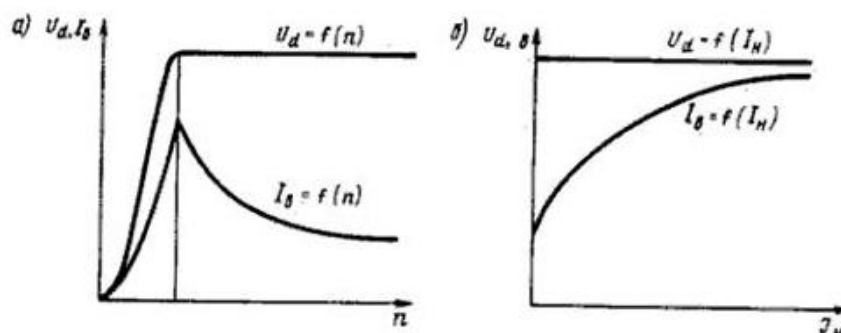


Рисунок 2.6 – Залежності напруги генератора і сили струму обмотки збудження від: *a* – частоти обертання n , *б* – сили струму навантаження

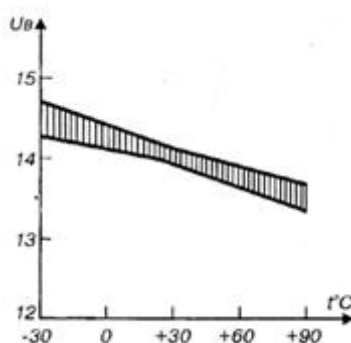


Рисунок 2.7 – Температурна залежність напруги, підтримуваної регулятором фірми Bosch при частоті обертання 6000 хв^{-1} і силі струму навантаження 5А.

Акумуляторна батарея для своєї надійної роботи вимагає, щоб з пониженням температури електроліту, напруга, що підводиться до батареї від генераторної установки, дещо підвищувалася, а з підвищенням температури – зменшувалося. Для автоматизації процесу зміни рівня підтримуваної напруги на деяких автомобілях застосовується датчик, поміщений в електроліт акумуляторної батареї і включений в схему регулятора напруги. У простому ж випадку термокомпенсація в регуляторі підібрана таким чином, що залежно від температури поступаючого в генератор охолоджуючого повітря напруга генераторної установки змінюється в заданих межах (рис. 2.7).

Характеристики генераторних установок

Основними технічними характеристиками генераторів є напруга, частота обертання ротора та потужність або сила струму при заданій напрузі.

Як правило, автомобілі з бензиновими двигунами мають генератори з номінальною напругою 14 В, а автомобілі з дизельними двигунами – генератори з

напругою 28 В. Електричні характеристики генераторів змінного струму характеризують їхні якості і являють собою залежність будь-якого параметра від іншого, якщо решта незмінні.

Характеристика холостого ходу (рис. 2.8) – це залежність ЕРС генератора від струму збудження $E = f(I_3)$, при $n = \text{const}$; $I_H = 0$. За цією характеристикою визначається початкова частота обертання ротора генератора, при якій напруга генератора досягає розрахункового значення.

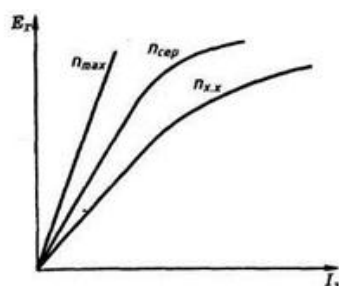


Рисунок 2.8 – Характеристика холостого ходу

Швидкісна характеристика – це залежність ЕРС генератора від частоти обертання його ротора (рис. 2.9). ЕРС генератора змінюється пропорційно частоті обертання ротора:

$$E_G = c\Phi n,$$

де c – конструктивна стала величина; n – частота обертання ротора.

Напруга генератора – $U_G = E_G - I_G Z_o$, де I_G – струм генератора; Z_o – повний опір генератора.

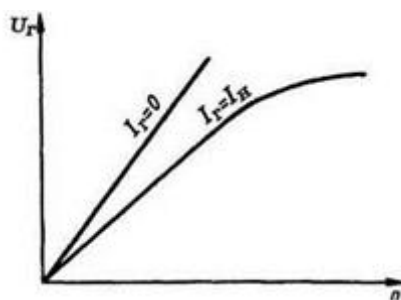


Рисунок 2.9 – Характеристика залежності ЕРС генератора змінного струму від числа обертів

Швидкісна регульовальна характеристика – це залежність струму збудження I_3 від частоти обертання ротора – $I_3 = f(n)$, при $U = \text{const}$ і $I_H = \text{const}$ (рис. 2.10). Оскільки автомобільним генераторам надається рух двигунами внутрішнього згоряння, то частота обертання їхніх колінчастих валів змінюється в широкому діапазоні. Швидкісна регульовальна характеристика показує, яким чином потрібно міняти струм збудження генератора, щоб напруга генератора залишалась незмінною при зміні частоти обертання ротора генератора.

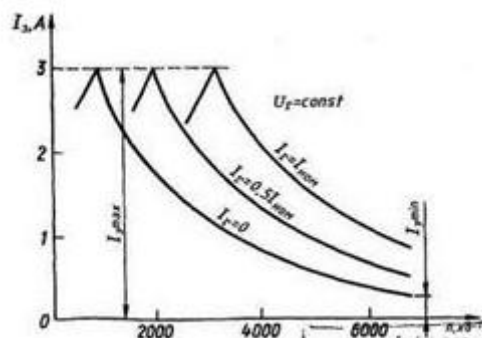


Рисунок 2.10 – Швидкісна регулювальна характеристика

Зовнішня характеристика (рис. 2.11) – це залежність напруги генератора від струму навантаження $U_T = f(I_H)$ при постійній частоті обертання $n = \text{const}$ і визначеному значенні струму збудження I_3 . Зниження напруги при збільшенні навантаження на генератор відбувається через спад напруги в активному та індуктивному опорі обмоток статора, розмагнічувальній дії реакції якоря, а також внаслідок спаду напруги у випрямному колі: $U_T = E_T - I_T z_o - \Delta U_B$

де z_o – повний опір якоря; ΔU_B – спад напруги на випрямлячі.

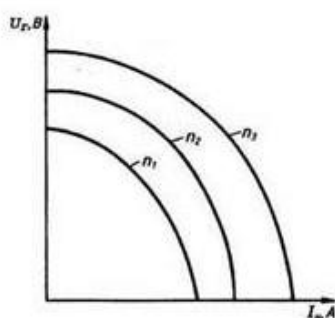


Рисунок 2.11 – Зовнішня характеристика генератора

Струмошвидкісна характеристика (рис. 2.12) – це залежність струму навантаження генератора $I_H = f(n)$ від частоти обертання його якоря $I_H = f(n)$ $U_T = \text{const}$.

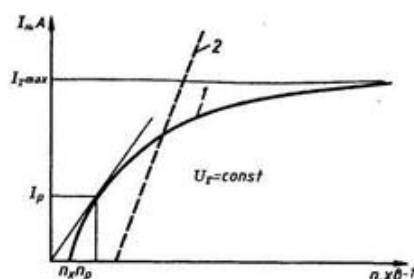


Рисунок 2.12 – Струмошвидкісна характеристика генераторів:

1 – змінного струму; 2 – постійного струму

Генераторам змінного струму властиві якості самообмеження максимальної сили струму навантаження, що запобігає нагріванню обмотки статора та діодів, а тому виключає потребу встановлення обмежувача струму.

Зі збільшенням сили струму навантаження збільшуватиметься магнітний потік статора, а внаслідок протидії магнітному потоку ротора (збудження) результуючий магнітний потік зменшуватиметься, що призводитиме до зниження ЕРС. Крім того, збільшення частоти обертання ротора супроводжується підвищенням частоти струму в котушках обмотки статора, що сприяє збільшенню індуктивного опору обмотки

Струм генератора змінного струму:

$$I_G = E_G / Z_o$$

$$Z_o = \sqrt{(R_G + R_H)^2 + x_L^2}$$

де Z_o – повний опір; R_G – активний опір генератора; R_H – опір навантаження; x_L – індуктивний опір,

$$x_L = 2\pi fL = 2\pi \frac{pn}{60} L = C_x n$$

де f – частота струму; p – кількість пар полюсів; L – індуктивність; n – частота обертання ротора.

Тоді

$$I_G = \frac{E_G}{\sqrt{(R_G + R_H)^2 + (C_x n)^2}}$$

За малої частоти обертання індуктивна складова опору $C_x^2 n^2$ мала порівняно з активною складовою $(R_G + R_H)^2$ і нею можна знехтувати. При цьому струм зростатиме пропорційно частоті обертання:

$$I_G = \frac{C_E \Phi n}{R_G + R_H} = C n$$

Зі збільшенням частоти обертання індуктивна складова зростає й стає значно більшою, ніж активна складова, якою можна знехтувати. При цьому струм не залежить від частоти обертання:

$$I_G = \frac{C_E \Phi}{C_x} = const,$$

$$\Phi = const$$

Отже, зі збільшенням частоти обертання ротора обмежується максимальна сила струму генератора.

Експлуатація генераторних установок, несправності, технічне обслуговування

Якщо розглядати несправності *механічної частини* генераторної установки, то найбільш поширеними є спрацювання, пошкодження, руйнування елементів: - приводу (пасова передача, вал ротора та ін.); - щіткового вузла (щітки, контактні кільця); - корпусних деталей (кришки та ін.); - підшипникового вузла;

Несправності *електричної та електронної частини* зумовлені втратою чи відхиленням номінальних електричних характеристик: - обрив; - недостатній контакт (окислення та ін.); - міжвиткове замикання в обмотках; - замикання на корпусні елементи; - несправність напівпровідникових елементів випрямного блоку та регуляторів напруги.

Під час експлуатації генераторні установки обслуговуються згідно переліку робіт відповідно регламенту технічного обслуговування. Після виявлення несправностей, під час перевірки генераторної установки на автомобілі чи стендових випробуваннях, приймається рішення про проведення ремонту агрегату.

Якість роботи генераторної установки впливає на стан і роботу всієї системи енергопостачання. Справність генераторної установки визначається за вихідними характеристиками під час різних видів діагностування та випробування.

Будова закордонних і вітчизняних генераторів є схожою, однак слід звернути увагу на технічні характеристики, особливості конструкції та виконання електросхем.

Перспективи розвитку генераторних установок

На сьогодні розвиток і удосконалення генераторних установок спричинений загальними вимогами такими як підвищення потужності (в тому числі шляхом збільшення напруги бортової мережі), зменшення масово-габаритних показників, збільшення ресурсу та зменшення обслуговування, забезпечення необхідних параметрів за різних режимів роботи (частота обертання, температура, прискорення, навантаження).

Більш надійні та довговічніші в роботі, безконтактні генератори які не мають контактних кілець та щіток, зокрема індукторні електромагнітні генератори, генератори з укороченими полюсами ротора (рис. 2.13).

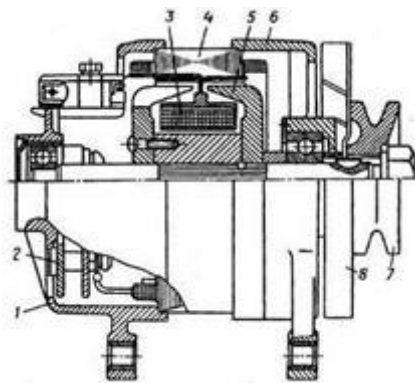


Рисунок 2.13 – Безконтактний генератор: 1, 6 – кришки;
2 – випрямний блок; 3 – вузол обмотки збудження; 4 – статор;
5 – ротор; 7 – шків; 8 – вентилятор

До вад належить дещо більша, ніж у контактних генераторів, маса за тієї ж самої потужності. Важко кріпити обмотку збудження, зменшується її жорсткість та міцність.

На автомобілях з дизельними двигунами може застосовуватися генераторна установка на два рівні напруги 14/28 В (рис. 2.14). Другий рівень 28 В використовується для зарядки акумуляторної батареї, що працює при пуску ДВЗ. Для отримання другого рівня використовується електронний подвоювач напруги або трансформаторно-випрямний блок (ТВБ), як це показано на рис. 3.6, р. У системі на два рівні напруги, регулятор стабілізує тільки перший рівень напруги 14 В. Другий рівень виникає за допомогою трансформації і подальшого випрямлення ТВБ змінного струму генератора. Коефіцієнт трансформації трансформатора ТВБ близький до одиниці.

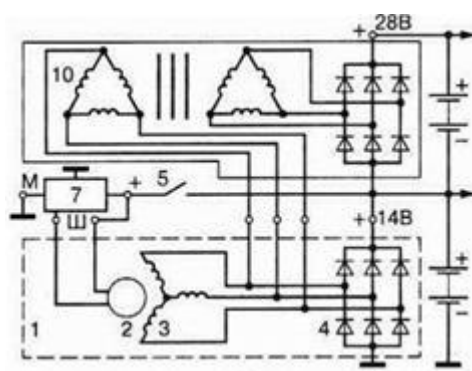


Рисунок 2.14 – Генераторна установка на два рівні напруги

Генераторні установки можуть бути виконані у комплексі з іншим обладнанням. Наприклад генератор-вакуумний насос (рис.2.15), стартер-генератор (рис.2.16), генератор-електродвигун (гібридна схема).

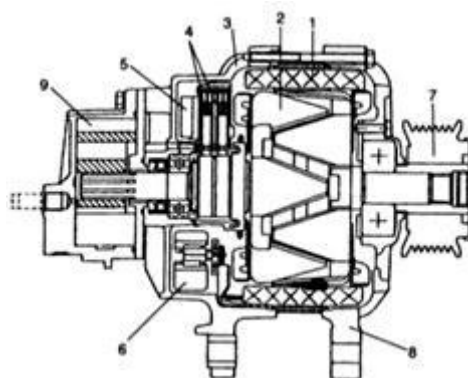


Рисунок 2.15 – Генератор з вбудованим вакуумним насосом: 1 – статор; 2 – ротор; 3 – задня кришка; 4 – щітка; 5 – електронний регулятор напруги; 6 – випрямляч; 7 – шків; 8 – передня кришка; 9 – вакуумний насос

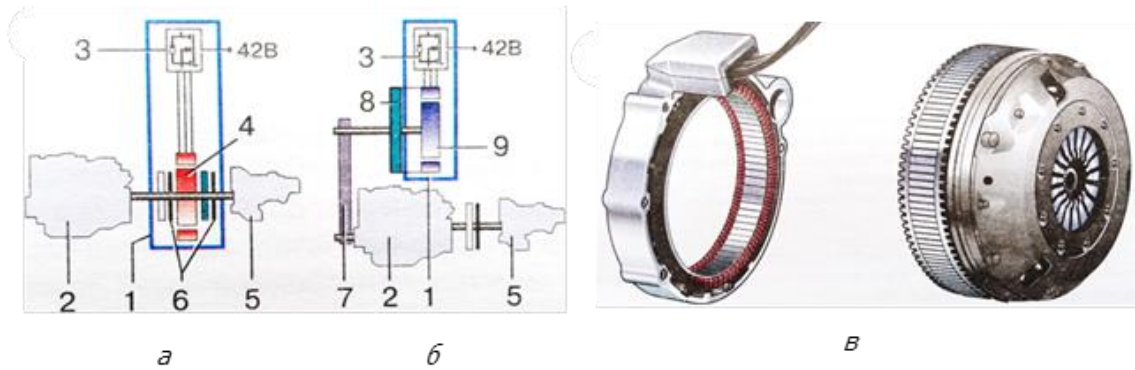


Рисунок 2.16 – Стартер-генератор фірми Bosch: кінематична схема (а) та загальний вигляд статора і ротора асинхронної електричної машини (в); схема (б) навісної установки стартер-генератора:

1 – стартер-генератор; 2 – ДВЗ; 3 – системи керування; 4 – асинхронна електромашинка; 5 – КПП; 6 – зчеплення; 7 – пасова передача; 9 – електромашинка з магнітною системою аналогічною класичному генератору змінного струму

Стабільність характеристик роботи генераторної установки досягається також використанням конструкційних особливостей, наприклад муфт вільного ходу в шківках генераторів для зменшення пульсацій приводу, застосування багаторядних клинових пасових передач, рідинне охолодження та ін.

Застосування в регуляторі напруги електроніки і особливо, мікроелектроніки, тобто застосування польових транзисторів або виконання всієї схеми регулятора напруги на монокристалі кремнію, вимагає введення в генераторну установку елементів захисту її від сплесків високої напруги, виникаючих, наприклад, при раптовому відключенні акумуляторної батареї, скиданні навантаження.

Такий захист забезпечується тим, що діоди силового моста замінені стабілітронами. Відмінність стабілітрона від випрямного діода полягає у тому, що при дії на нього напруги у зворотному напрямі він не пропускає струм лише до певної величини цієї напруги, званої напругою стабілізації. Звичайно в силових стабілітронах напруга стабілізації складає 25...30В. Досягши цієї напруги стабілітрони "пробиваються", тобто починають пропускати струм у зворотному напрямі, причому в певних межах зміни сили цього струму напруга на стабілітроні, а, отже, і на виводі "+" генератора залишається незмінним, що не досягає небезпечних для електронних вузлів значень. Властивість стабілітрона підтримувати на своїх виводах постійність напруги після "пробою" використовується і в регуляторах напруги

3.5 Паралельна робота генератора і батареї на навантаження

У сучасних автомобілях електроживлення споживачів здійснюється за рахунок спільної роботи генератора та акумуляторної батареї. Вони підключені паралельно до електричної мережі транспортного засобу і разом забезпечують стабільну напругу та необхідну потужність для роботи електрообладнання. Така схема дозволяє

компенсувати зміну навантаження і підтримувати безперебійну роботу систем автомобіля.

Після запуску двигуна основним джерелом електроенергії стає генератор. Він виробляє електричний струм і живить споживачів – освітлення, електронні системи, системи керування двигуном, кліматичне обладнання та інші пристрої. Одночасно генератор заряджає акумуляторну батарею, відновлюючи енергію, витрачену під час запуску двигуна.

Акумуляторна батарея в умовах паралельної роботи виконує декілька функцій. Вона стабілізує напругу в мережі, компенсує короточасні пікові навантаження та забезпечує живлення у випадках, коли потужності генератора недостатньо, наприклад на холостому ході або під час різкого збільшення кількості увімкнених споживачів. Таким чином, батарея виступає своєрідним буфером енергії.

Важливу роль у забезпеченні паралельної роботи відіграє регулятор напруги генератора. Він підтримує напругу бортової мережі на заданому рівні, зазвичай у межах приблизно 13,5–14,5 В для легкових автомобілів. Якщо напруга генератора перевищує напругу батареї, відбувається заряд акумулятора; якщо вона знижується, батарея частково бере навантаження на себе.

Паралельна робота забезпечує підвищену надійність електроживлення. У разі короточасних коливань генератора акумулятор згладжує зміни напруги, запобігаючи збоєм у роботі електронних систем. Крім того, така схема дозволяє використовувати генератор меншої потужності, оскільки пікові навантаження покриваються батареєю.

Однак ефективність цієї взаємодії залежить від технічного стану обох елементів. Несправний генератор може не забезпечувати достатню напругу заряджання, що призводить до розрядження батареї. У свою чергу, зношений акумулятор погіршує стабілізацію напруги і створює додаткове навантаження на генератор.

Діагностика паралельної роботи передбачає перевірку напруги заряджання, струму генератора, стану батареї та якості електричних з'єднань. Аналіз параметрів у різних режимах роботи двигуна дозволяє оцінити правильність взаємодії генератора і акумулятора.

ТЕМА 4 СИСТЕМИ ПУСКУ ДВИГУНА

4.1 Призначення й технічні вимоги щодо системи пуску

Запуск двигуна автомобіля є першим і водночас одним із найвідповідальніших етапів його роботи. Саме в цей момент від справності та ефективності системи пуску залежить, чи зможе двигун перейти від стану спокою до стабільного робочого режиму. Система пуску відіграє важливу роль у загальній конструкції автомобіля, адже вона забезпечує початкове обертання колінчастого вала та створює умови для запуску двигуна внутрішнього згорання.

На відміну від режиму нормальної роботи двигуна, під час пуску він не має власного джерела енергії. Усі сили опору – тертя в механізмах, опір стиску в циліндрах, підвищена в'язкість моторної оливи, особливо за низьких температур – повинні бути подолані за допомогою зовнішньої енергії. Саме тому система пуску використовує енергію акумуляторної батареї, перетворюючи її через стартер у механічну роботу.

Основним призначенням системи пуску є забезпечення обертання колінчастого вала з частотою, достатньою для займання паливно-повітряної суміші в циліндрах. Після кількох робочих тактів двигун починає працювати самостійно, а система пуску автоматично вимикається, запобігаючи пошкодженню своїх елементів. Таким чином, система пуску виконує короткочасну, але надзвичайно важливу функцію.

До складу системи пуску входять акумуляторна батарея, стартер, тягове реле, механізм приводу стартера, замок запалювання або кнопка пуску, а також з'єднувальні проводи. Узгоджена робота цих елементів забезпечує надійний і швидкий запуск двигуна. Навіть незначна несправність одного з них може унеможливити пуск автомобіля, що підкреслює важливість технічної досконалості всієї системи.

До системи пуску висувається низка технічних вимог. Передусім вона повинна бути надійною, адже автомобіль має запускатися в різних умовах експлуатації – у спеку, мороз, за підвищеної вологості або після тривалого простою. Не менш важливою є достатня потужність стартера, який повинен розвивати необхідний крутний момент для подолання опорів двигуна. Водночас система пуску має працювати швидко, щоб зменшити навантаження на акумуляторну батарею та зношування деталей двигуна.

4.2 Конструкції автомобільних стартерів і їх електричні схеми

Вивчення конструктивних особливостей стартерів у автомобілях. Стартери відіграють ключову роль у системі електропостачання автомобіля, забезпечуючи запуск двигуна. Їхня конструкція поєднує в собі складні механічні та електричні елементи, що відповідають за забезпечення необхідної потужності та високу надійність цього вузла. Кожен стартер захищає свої внутрішні елементи за допомогою корпусу, який відіграє роль оболонки проти зовнішніх факторів. Цей корпус часто

виготовляється з міцних матеріалів на кшталт алюмінію або сталі, що забезпечує захист від механічних пошкоджень і теплового впливу. Інколи для корпусів стартерів використовують полімери, які також мають хороші захисні властивості. Основною динамічною складовою стартера є якір, що представляє собою обертовий вал з мідною обмоткою та комутатором. При старті двигуна якір виконує обертання всередині корпусу із застосуванням статорних накладок, передаючи обертання на маховик колінчатого валу. Статор, як нерухома частина стартера, складається з ізольованих мідних обмоток, які мають збільшений переріз порівняно з обмотками якоря. Його роль полягає в створенні магнітного поля, необхідного для індукції електричного струму та генерації електрорушійної сили в якорі. Комутатор, що входить до складу якоря, формується з ізольованих між собою сегментів контактів, що взаємодіють з щітками при обертанні якоря, забезпечуючи передачу струму з акумулятора. Щітки, виготовлені з графіту, взаємодіють із контактними кільцями комутатора, передаючи електричний струм на комутатор та далі на обмотки якоря. Обгінна муфта, важливий елемент стартера, забезпечує роз'єднання крутного моменту між якорем та колінчастим валом у момент запуску двигуна, що запобігає можливій поломці стартера через різницю в обертах. 8 Деталізована конструкція автомобільного стартера ілюстрована на рисунку 4.1.

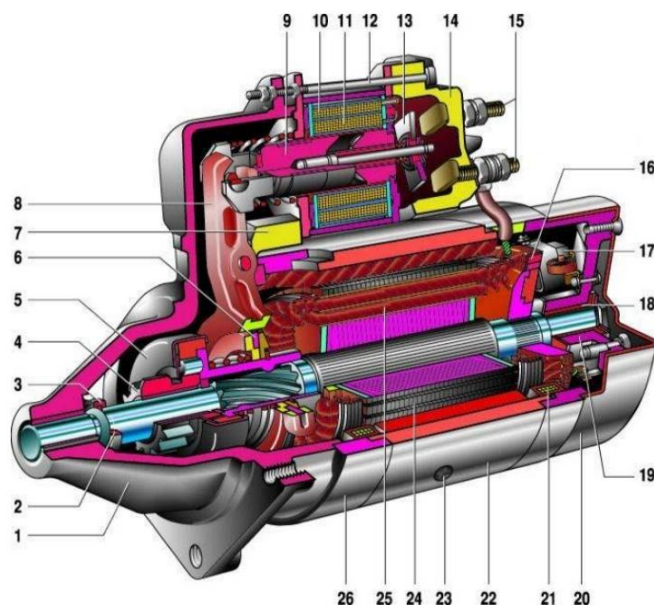


Рисунок 4.1 – Будова автомобільного стартера: 1 – Кришка на боці приводу; 2 – Запобіжне кільце; 3 – Лімітуюче кільце; 4 – Приводна шестерня; 5 – Фрикційна муфта; 6 – Кермове кільце; 7 – Гумовий захисний ковпачок; 8 – Рукоятка приводу; 9 – Ротор реле; 10 – Захисна обмотка тягового реле; 11 – Стартова обмотка тягового реле; 12 – Кріпильний болт реле; 13 – Контактна шайба; 14 – Захисна кришка реле; 15 – Контактні болти; 16 – Колектор; 17 – Вугільна щітка; 18 – Підшипник валу ротора; 19 – Кришка на боці колектора; 20 – Обшивка; 21 – Шунтова обмотка статора; 22 – Каркас; 23 – Болт кріплення полюса статора; 24 – Ротор; 25 – Обмотка ротора; 26 – Перехідне кільце.

Стартер, який є інтегральною складовою електричної системи автомобіля, функціонує як автономний модуль. Його діяльність регулюється елементами цієї системи. Також слід підкреслити, що стартер займає позицію 9 найбільшого споживача електроенергії у складі електричної системи транспортного засобу. Для зорового представлення, схема підключення генератора до бортової системи живлення ілюстрована на рисунку 4.2.

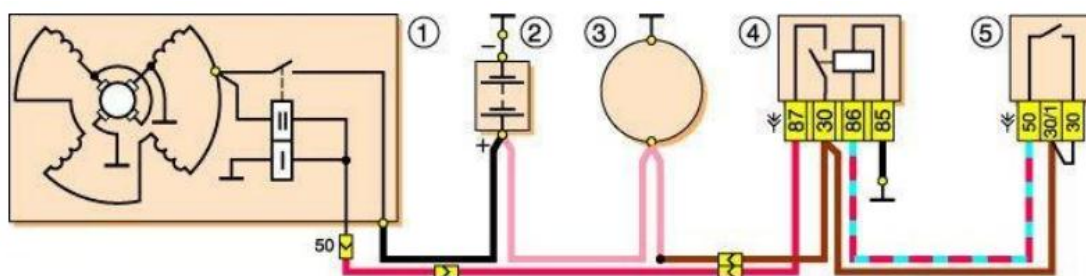


Рисунок 4.2 – Схематичне зображення включення стартера у електричну систему автомобіля: 1 – моторний стартер; 2 – батарея; 3 – альтернатор; 4 – реле запуску стартера; 5 – ключ запалення.

Конструктивні особливості генераторів та стартерів можуть мати деякі відмінності залежно від виробника, однак вони зазвичай дотримуються однакових базових принципів та загальної структури. В рамках підготовки проекту конструкції стенду для тестування, необхідно проаналізувати різноманіття можливих рішень щодо конструкцій випробувальних стендів.

Схеми керування залежать від розташування стартера та акумуляторної батареї на автомобілі, відповідності номінальних напруг стартера і системи електрообладнання, наявності й типу пристрою для полегшення пуску двигуна.

У випадку дистанційного керування акумуляторну батарею розташовують якнайближче до стартера і з'єднують з ним на час пуску контактною системою тягового електромагнітного реле.

На схемах електропускових систем роблять такі позначення виводів стартерів: "+" – вивід для підключення до акумуляторної батареї; КЗ або 17 – вивід, який закорочує додатковий резистор первинного, кола системи запалювання; 50 – вивід обмоток реле стартера. особливості. Для пуску карбюраторних двигунів застосовують здебільшого дві схеми, відмінності яких зумовлює конструкція стартера.

Стартери які не мають контакту, що закорочує додатковий резистор первинного кола системи запалювання, керує додаткове реле з двома контактами С1 і С2 (рис. 4.3, а).

Стартери разом із реле, в яких є контакт КЗ або 17, керує додаткове реле з одним виводом (рис. 4.3, б).

Обидві схеми побудовано за однаковим принципом. Вивід Б додаткового реле підімкнено до амперметра в колі акумуляторної батареї. Це пов'язано з тим, що струм, який споживає реле стартера, перевищує максимальне значення шкали амперметра. Один вивід К додаткового реле з'єднано з корпусом автомобіля, а другий підімкнено до вимикача запалювання і через його контакти та амперметр з'єднано з позитивним виводом акумуляторної батареї.

Втягувальні обмотки стартерів споживають струм, який досягає 30 А. Тому, щоб захистити контакти вимикачів запалювання, потрібно для керування стартерами використовувати додаткове реле, виводи якого маркують так: К – виводи обмотки; Б – вивід контакту для годмикання до акумуляторної батареї; С, С1, С2 – виводи контактів для керування колами. Залежно від типу двигуна – дизельний чи карбюраторний – схеми систем пуску мають свої батареї.

Керують стартером в обох схемах так. Після замикання контактів вимикача запалювання S в обмотці додаткового реле протікає струм і замикаються його контакти, внаслідок чого по колу стартера протікає струм двома паралельними колами, в одному з яких увімкнено утримувальну обмотку реле стартера, а в другому - послідовно втягувальну обмотку, обмотку збудження та обмотку якоря. Протікаючи крізь обмотки реле стартера, струм намагнічує осердя, якір реле стартера втягується і переміщує контактний диск, який замикає коло електродвигуна стартера та шунтує втягувальну обмотку. В увімкненому стані реле стартера утримує утримувальна обмотка.

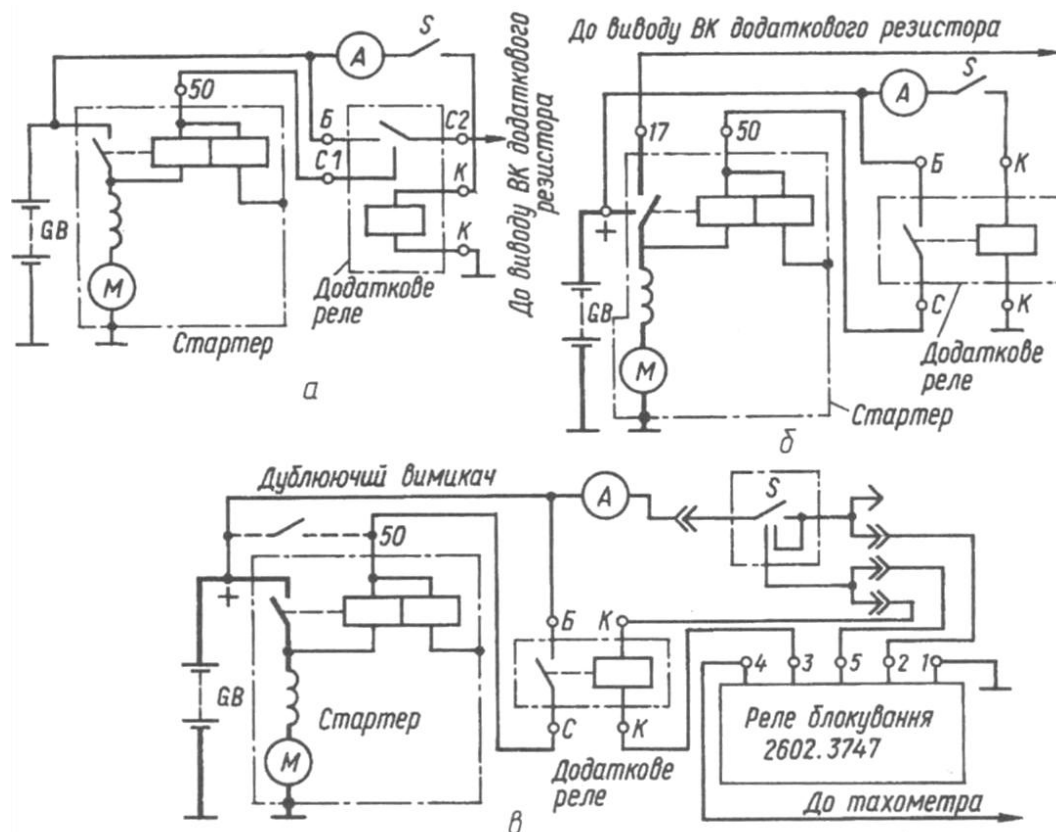


Рисунок 7.6 – Схеми ввімкнення статурів

Одночасно або трохи раніше через вивід 17 стартера (див. рис.7.6 б) або через вивід С2 додаткового реле (див. рис.7.6а) закорочується додатковий резистор котушки запалювання.

Розмикаючись, контакти замка-вимикача розривають коло обмотки додаткового реле, далі його контакти розмикаються, і струм в утримувальній обмотці зникає. Під дією пружин контактний диск розмикає коло електродвигуна стартера і він зупиняється.

Застосовують також схеми і без додаткового реле. У цьому разі системою пуску керує безпосередньо вимикач запалювання.

В автомобілях з дизельними двигунами системи запалювання немає. Тому в схемах увімкнення стартера цих автомобілів немає кола, яке закорочує додатковий: резистор. Іноді для вмикання стартера в них ставлять дублюючий вимикач стартера, який розміщують на двигуні. За такою схемою увімкнено стартер СТ-142 .

У розглянутих схемах керування після пуску двигуна потрібно негайно вимикати стартер, бо коли ведена обойма з шестернею приводу обертатиметься тривалий час, муфта вільного ходу може зіпсуватися, внаслідок чого пошкодиться якір. Якщо стартер увімкнути, коли двигун працює, то можуть пошкодитись зубці шестерні приводу і маховика або вийти з ладу муфта вільного ходу приводу.

Пускаючи двигун, багато водіїв із запізненням вимикають стартер, що погано позначається на його довговічності. Якщо вимикач стартера несправний, то може статися рознесення колектора стартерного електродвигуна і, як наслідок, відмова стартера та розрядження акумуляторної батареї. Щоб запобігти цим небажаним явищам, використовують реле блокування стартера, яке дає змогу в 1,3...1,4 раза підвищити термін його служби. Це реле ставлять на автомобілях КамАЗ, БелАЗ, КрАЗ, Воно виконує такі функції: вимикає стартер після пуску двигуна; блокує вмикання стартера, коли двигун працює.

Реле керує стартером залежно від частоти обертання колінчатого вала двигуна, бо налагоджене на таке її значення, коли стартер має вимикатися автоматично. Воно повинне перевищувати максимально можливе значення пускової частоти обертання колінчастого вала електростартером і бути меншим за мінімальну частоту обертання колінчатого вала в режимі прогрівання двигуна після пуску, Коли частота обертання колінчастого вала досягне потрібного значення, реле блокування за сигналом від датчика розімкне коло живлення обмотки тягового реле й вимкне стартер.

Якості стартерних електродвигунів постійного струму залежать від способу збудження й оцінюються за робочими (швидкісними, моментними, потужними) та механічними характеристиками.

В електродвигунах із паралельним збудженням обмотка збудження підімкнута паралельно з обмоткою якоря до джерела живлення U (рис. 4.4, а). Особливістю цього електродвигуна є те, що струм збудження I_3 не залежить від струму якоря $I_Я$, тобто від навантаження на валу.

4.3 Несправності та ремонт стартерів

У процесі експлуатації автомобілів найчастіше виникають такі несправності стартерів: забоїни та задирки на посадкових місцях кришок; зривання прорізів головок гвинтів кріплення полюсних осердь через зачеплення їх залізом якоря в разі спрацювання підшипників; пошкодження ізоляції обмоток якоря та збудження внаслідок перегрівання чи забруднення; порушення ізоляції щіткотримачів; спрацювання якоря під втулки підшипника у кришках та проміжній опорі і спрацювання втулок; відмова працювати через замикання або обривання обмоток котушок реле стартера чи внаслідок окислення болтів і диска; пошкодження муфти приводу (заплішовування або проковзування роликів тріщини на одній з півмуфт, спрацювання зубців чи забоїни торців шестерні тощо); спрацювання роликів, отворів під пальці важеля приводу.

Спрацювання окремих деталей стартера визначають, вимірюючи спрацьовані поверхні універсальними (мікрометром, штангенциркулем, лінійкою) або спеціальними (шаблонами, калібрами) вимірювальними інструментами, а стан контактних болтів і диска реле чи вимикача — візуально. Спрацьовані мідно-графітові втулки кришок стартера замінюють новими.

Привод, що має пробуксовування чи заклинювання муфти вільного ходу, розбирають, а всі деталі дефектують. Під час розбирання муфту із знятою пружиною затискують у патрон токарного верстата а кожух розвальцьовують спеціальним різцем (це можна робити і в лещатах за допомогою спеціально загостреного зубила).

Ізоляцію щіткотримачів кришки, обмотки якоря та інших деталей контролюють за відповідною методикою.

Забоїни та задирки на посадочних місцях корпусу і кришок видаляють дрібним напилком. Гвинти кріплення полюсних осердь із зірваними порізами замінюють новими. Задирки на внутрішній поверхні полюсних осердь корпусу та порушення ізоляції щіткотримачів усувають так само, як і під час ремонту генераторів.

У стартерах обмотки котушок збудження та якоря виготовлено з мідного проводу з великим перерізом, тому ремонт їх полягає здебільшого у заміні ізоляції (пресшпан, кабельний папір, літероїд завтовшки 0,25...0,4 мм і бавовняна стрічка).

У котушках збудження викидають пошкоджену ізоляцію, смужки ізоляції вставляють між витками, а зверху щільно обмотують бавовняною стрічкою. Вивідні кінці котушок з'єднують між собою і спаюють припоєм ПОС 40 із каніфоллю. Паяти виводи найкраще в тиглі. Відремонтвані котушки просочують ізоляційним лаком і просушують у сушильній шафі. У готові та перевірені котушки вставляють полюсні осердя і закріплюють у корпусі полюсними гвинтами за допомогою прес-викрутки.

Пошкоджену ізоляцію обмотки якоря стартера замінюють. Перед тим, як зняти проводи секції обмотки, їхні кінці відпаюють від колектора. Цю операцію краще проводити в розплавленому припої в тиглі. Відпаяні кінці секцій за допомогою вибивачки вибивають з пластин колектора та знімають верхній шар проводів обмотки.

Перед тим, як знімати нижній шар проводів слід перевірити відпайки кінців обмотки від пластин колектора. Виймаючи проводи обмотки з пазів заліза якоря, потрібно зберегти форму згину секцій. Коли обмотку деформовано, то її виправляють на плиті дерев'яним чи мідним молотком, перевіряючи форму вигину секцій за шаблоном.

Стару ізоляцію з пазів виймають повністю, а потім їх зачищують і обдувають стисненим повітрям. Замість пошкодженої торцевої ізоляції на клеї чи на ізоляційному лапі ставлять нову. Перед тим, де укласти проводи в пази, кладуть ізоляцію, за допомогою спеціального пристрою надаючи їй форми паза. В ізольований паз кладуть провід з таким розрахунком, щоб початок секції розташовувався в прорізі відповідної пластини колектора з урахуванням кроку на пазах. Між верхнім та нижнім провідниками в пазу кладуть ізоляції електроізоляційного картону, а в якорях стартерів підвищеної потужності — бавовняний шнур діаметром 3 мм. Закладаючи провід обмотки в пази, користуються молотком, текстолітовою оправкою і тупим зубилом. Заклавши нижні кінці секцій у прорізи пластин колектора, на провідники накладають комірць з цупкого паперу, потім у прорізи пластин колектора запресовують верхні кінці секцій.

Аби запобігти викиданню обмотки якоря з пазів під час роботи стартера, потрібно зачеканити краї зубців осердя з обох боків паза за допомогою спеціально загостреного зубила та молотка. В якорях стартерів підвищеної потужності (СТ-103, СТ-142 та ін.) викиданню проводів обмотки запобігають, ставлячи бандажі, які складаються з паперових прокладок, дужок і лудженого дроту.

Бандажний дріт закладають на токарному верстаті, після чого витки дроту скріплюють дужками та пропаюють припоєм ПОС 90. Заклавши секції, кінці проводів обмотки припаюють до пластин колектора в розплавленому припої.

Якщо пластини колектора мають замикання на корпус або якщо їх кріплення на втулці послабилось, то його замінюють новим. Знімають старий і напресовують на вал якоря новий колектор за допомогою преса та напівкруглих підкладок для передавання зусилля до втулки колектора.

Погнуті сталеві кришки стартерів виправляють на плиті молотком. Тріщини та відколи чавунних та алюмінієвих кришок усувають електродуговим або газовим зварюванням.

Спрацьовані втулки підшипників замінюють новими. Дефектні втулки видаляють за допомогою преса чи інерційного знімача. Нові втулки перед запресовуванням висушують при температурі 80... 120 °С протягом 1 год, після чого витримують в авіаційному маслі МС-14 протягом 2 год при температурі 180...190 °С. Після запресовування втулку розвертають під номінальний чи ремонтний розмір шийки вала якоря.

Вийнявши втулку бронзового підшипника, в стартері дизельного двигуна потрібно вийняти маслопровідний фільтр, промити його в бензині й знову просочити маслом. Перед запресовуванням нового підшипника гніт ставлять на своє місце.

ТЕМА 5 СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ

5.1 Функціональні вимоги до систем запалювання

Основне призначення системи запалювання полягає в тому, щоб забезпечити іскроутворення в циліндрі в кінці фази стиску й запалювати стислий обсяг паливної повітряної суміші.

Щоб іскра пробила повітряний проміжок 0,6 мм при нормальних атмосферних умовах (1 бар) потрібна напруга 2-3 кВ. Щоб іскра пробила подібний проміжок у циліндрі двигуна, що має ступінь стиску 8:1, буде потрібно вже приблизно 8 кВ.

Для більш високих ступенів стиску й більш слабких сумішей, може знадобитися напруга до 20 кВ. Система запалювання повинна перетворювати нормальну напругу батареї 12 В до рівня порядку 8-20 кВ і крім того, повинна підвести цю високу напругу до потрібного циліндра в потрібний час. Деякі системи запалювання можуть створювати напругу порядку 40 кВ.

Звичайне (класичне) запалювання є попередником сучасної системи, якою управляє електроніка. Слід відмітити, що принципи функціонування більшості систем запалювання дуже схожі. Одна обмотка котушки підключається до джерела живлення, потім струм у ній переривається, створюючи високу напругу в другій обмотці. Система запалювання з котушкою складається з різних компонентів і вузлів, параметри й конструкція яких залежать в основному від двигуна, у якому система повинна використовуватися.

При розгляді конструкції системи запалювання необхідно взяти до уваги безліч факторів, і найважливішими з них будуть:

- конструкція камери згоряння;
- якість повітряно-паливної суміші;
- діапазон швидкостей двигуна;
- навантаження двигуна;
- температура згоряння палива;
- призначення двигуна;
- регулювання состава продуктів згоряння.

Залежно від способу керування процесом запалювання розрізняють наступні типи систем запалювання: контактна, безконтактна (транзисторна) і електронна (мікропроцесорна).

Серцем системи запалювання є котушка запалювання, тому що вона забезпечує створення високої напруги в системі.

Котушка запалювання застосовується в усіх системах запалювання: контактній, безконтактній, електронній. За своєю суттю котушка запалювання це трансформатор з двома обмотками. Розрізняють такі типи котушок запалювання: загальна, індивідуальна і здвоєна.

5.2 Загальна котушка запалювання

Загальна котушка запалювання застосовується в контактній, безконтактній системах запалювання і електронній системі запалювання з розподільником.

Котушка запалювання має наступний устрій. Котушка об'єднує дві обмотки – первинну і вторинну. Первинна обмотка містить від 100 до 150 витків товстого мідного дроту. Для попередження стрибків напруги і короткого замикання дрiт ізольований. Первинна обмотка має два низьковольтних виводу на кришці котушки запалювання.

Вторинна обмотка має від 15 000 до 30 000 витків тонкого мідного дроту. Вторинна обмотка знаходиться всередині первинної обмотки. Один кінець вторинної обмотки з'єднаний з негативною клемою первинної обмотки, інший – з центральною клемою на кришці, що забезпечує вивід високої напруги.

Для підвищення сили магнітного поля обмотки розташовуються навколо залізного сердечника. Обмотки разом з сердечником поміщені в корпус з ізолюючої кришкою. Для запобігання токового нагріву котушка заповнена трансформаторним маслом.

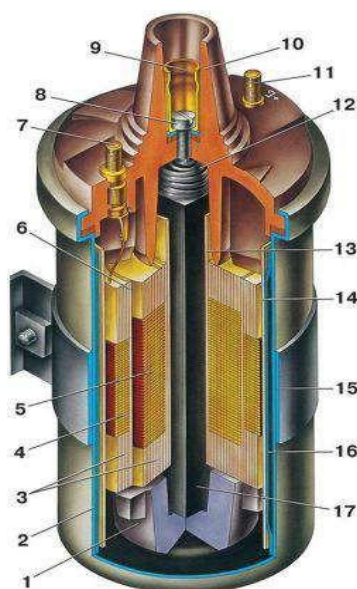


Рисунок 5.1 – Загальна котушка запалювання

1 – ізолятор; 2 – корпус; 3 – ізоляційний папір; 4 – первинна обмотка; 5 – вторинна обмотка; 6 – ізоляція між обмотками; 7 – клема виведення первинної обмотки; 8 – контактний гвинт; 9 – центральна клема; кришка; 11 – клема виводів первинної і вторинної обмотки; 12 – пружина центральної клеми; 13 – каркас вторинної обмотки; 13 – зовнішня ізоляція первинної обмотки; 14 – скоба кріплення котушки; 15 – зовнішній магнітопровід; 16 – сердечник

Основними характеристиками котушки запалювання є опір обмоток, який для кожної моделі індивідуальний. Для прикладу, опір первинної обмотки становить близько 3-3,5 Ом, вторинної обмотки – 5 000-9 000 Ом.

Відхилення величини опору обмотки від нормативного значення свідчить про несправність котушки. Робота котушки запалювання заснована на виникненні у вторинній обмотці високої напруги при проходженні по первинній обмотці імпульсу струму низької напруги.

При проходженні через первинну обмотку струму створюється магнітне поле. При відсіченні струму магнітне поле наводить у вторинній обмотці струм високої напруги, який виводиться через центральну клему котушки і за допомогою розподільника подається до свічок запалювання.

5.3 Індивідуальна котушка запалювання

Індивідуальна котушка запалювання застосовується в електронній системі прямого запалювання. Як і загальна котушка запалювання, вона включає первинну і вторинну обмотки. Тут, навпаки, первинна обмотка знаходиться всередині вторинної. У первинній обмотці встановлений внутрішній сердечник, а навколо вторинної – зовнішній сердечник.

В індивідуальній котушці запалювання можуть розташовуватися електронні компоненти запалювача. Висока напруга, що виробляється у вторинній обмотці, подається безпосередньо на свічку запалювання за допомогою наконечника, що включає стрижень високої напруги, пружину та ізолюючу оболонку. Для швидкого відсікання струму високої напруги у вторинній обмотці встановлюється діод високої напруги.



Рисунок 5.2 – Індивідуальні котушки запалювання

5.4 Здвоєна котушка запалювання

Здвоєна котушка запалювання (інше найменування – двохвивідна котушка запалювання) застосовується в багатьох конструкціях електронної системи прямого

запалювання. Здвоєна котушка має два високовольтних виводи, які забезпечують синхронне отримання іскри двома циліндрами одночасно. При цьому тільки один циліндр знаходиться в кінці такту стиснення. В іншому циліндрі іскра виникає вхолосту на такті випуску відпрацьованих газів.

Двохвивідна котушка запалювання може мати різне з'єднання зі свічками запалювання:

– за допомогою проводу високої напруги;

– одна свіча – безпосередньо через наконечник, інша – за допомогою дроту високої напруги.

Конструктивно дві двухвивідні котушки можуть об'єднуватися в єдиний блок, який носить власну назву – чотирьохвивідна котушка запалювання.

5.5 Генерація високої напруги для свічок запалювання

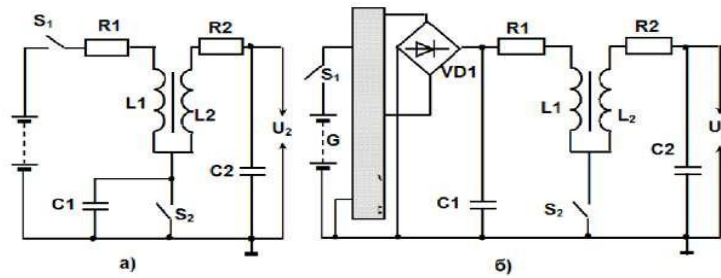
У перші 20 років минулого століття двигуни автомобілів для запалювання паливної суміші зазвичай оснащувалися магнето, тобто генератором високої напруги, який приводився від двигуна й не вимагав наявності акумулятора.

Проте для роботи світлових приладів автомобіля все одно був потрібен акумулятор, тому стара система запалювання була поступово витиснута більш прогресивною – котушковою, яка була вперше запатентована у 1908 р. К.Ф. Кеттерінгом з «Dayton Engeneering Laboratories Company» (DELCO) і не перетерпіла істотних змін за минулі 100 років. Проте розвиток електроніки поклав кінець монополії Кеттерінга, і за останні 20 років у конструкцію систем запалювання було внесено змін більше, чим за всі попередні роки.

Отже, батареино-котушкова система запалювання все ще застосовується на багатьох автомобілях, і розуміння принципів її роботи має велике значення, хоча тепер вона є лише частиною великої групи різноманітних систем.

По способу накопичення енергії розрізняють системи з накопиченням енергії в індуктивності і в ємності (рис. 5.3). В обох випадках для одержання імпульсу високої напруги використовується котушка запалювання, яка представляє собою високовольтний трансформатор, що містить дві обмотки: первинну з малим числом витків і омичним опором у долі й одиниці Ом, і вторинну з більшим числом витків і омичним опором в одиниці й десятки кОм.

Коефіцієнт трансформації котушки лежить у межах $50 \div 150$. Значна кількість енергії, яка потрібно для запалення робочої суміші, накопичити в конденсаторі (ємності) прийнятних розмірів при досить низькій напрузі бортової мережі неможливо, і тому система, представлена на рисунку 5.3, б, обладнана високовольтним перетворювачем напруги. Таке ускладнення не дає істотних переваг, тому системи з накопиченням енергії в ємності на автомобілях практично не застосовуються.



а – з накопиченням енергії в індуктивності; б – з накопиченням енергії в ємності

Рисунок 5.3 – схеми запалювання

Принцип роботи схеми, зображеної на рисунку 5.3, а, характерний для всіх систем запалювання, встановлюваних на автомобілях. Вимикач запалювання S_1 включає систему в мережу живлення.

При обертанні вала двигуна відбувається замикання контактів механізму переривника S_2 , і струм I_1 починає наростати в первинному колі котушки запалювання по експоненті (рис. 5.4, а).

У момент, необхідний для подачі іскрового імпульсу на запалювання (напруга U_2), переривник S_2 розриває свої контакти, після чого виникає коливальний процес, пов'язаний з обміном енергією між магнітним полем котушки й електричним полем у ємностях C_1 і C_2 . Амплітуда коливань напруги, прикладеної до електродів свічі U_2 , убуває по експоненті (штрихова лінія на рис. 5.4, б).

Однак має інтерес лише перша півхвиля напруги, тому що, якщо її максимальне значення U_{2m} перевищує напруга пробоя іскрового проміжку U_n , то виникає необхідна для запалювання іскра.

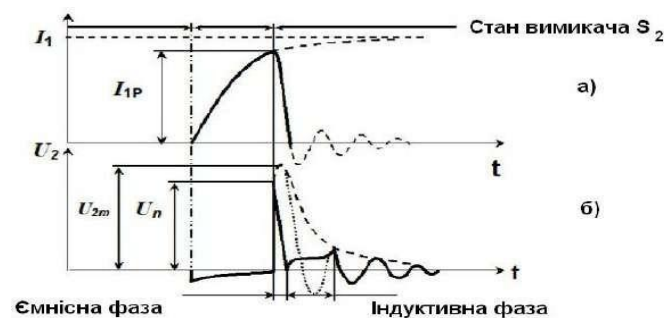


Рисунок 5.4 – Епюри струму в первинному колі (а) і напруга у вторинному колі (б) системи запалювання

Величина U_{2m} залежить від коефіцієнта трансформації котушки запалювання $K_T = W_2/W_1$ (W_1 і W_2 відповідно число витків первинної й вторинної обмоток котушки), струму первинної обмотки в момент розриву I_p , а також індуктивності L_1 і ємності C_1 первинного й C_2 вторинного кіл:

$$U_{2m} \approx I_{1P} \cdot \sqrt{\frac{L_1}{C1 \cdot \left(\frac{W_1}{W_2}\right) + C2}} \cdot K_f \quad (5.1)$$

Коефіцієнт K_{Π} враховує втрату енергії в активних опорах первинної R_1 і вторинної R_2 обмотки, в опорі нагару $R_{ш}$, шунтуючого іскровий проміжок, а також у сердечнику котушки при його перемагнічуванні. Звичайно K_{Π} лежить у межах $0,7 \div 0,8$.

Вплив нагару на свічах, на іскроутворення, значно знижується зі збільшенням швидкості наростання вторинної напруги. У сучасних системах ця швидкість лежить у межах $(200 \div 700)$ В/мкс.

Після пробою іскрового проміжку вторинна напруга різко зменшується (рис. 5.4, б). При цьому в іскровому проміжку спочатку іскра має ємнісну фазу, пов'язану з розрядом ємностей на проміжок, а потім індуктивну, під час якої в іскрі виділяється енергія, накопичена в магнітному полі котушки.

Ємнісна складова іскри звичайно короткочасна, дуже ярка, має блакитнувате світіння. Сила струму в іскрі велика навіть при малій кількості електрики.

Індуктивна складова відрізняється значною тривалістю, невеликою силою струму, великою кількістю електрики й неясним червонуватим світінням. Осцилограма вторинної напруги, що відповідає рисунку 5.4, б, є ознакою нормальної роботи системи запалювання.

Про нормальну роботу свідчить і вид іскри між електродами свічі. У справній системі вона має яскраве ядро, оточене полум'ям червонуватого кольору. Розподіл запалювання по циліндрах може проводитися як на високовольтній, так і на низьковольтній стороні.

При низьковольтному розподілі кожна котушка запалювання обслуговує два або чотири циліндри. У першому випадку котушка має два високовольтні виводи (двохвивідна котушка), у другому чотири (чотирьохвивідна).

Імпульси напруги на обох виводах двохвивідної котушки з'являються одночасно, але один з них подається в циліндр у такті стиску й робить запалення робочої суміші, а в іншому циліндрі в цей час надлишковий тиск відсутній, і виділена в іскрі енергія витрачається вхолосту. Чотирьохвивідна котушка постачена первинною обмоткою, що полягає із двох секцій, що працюють поперемінно.

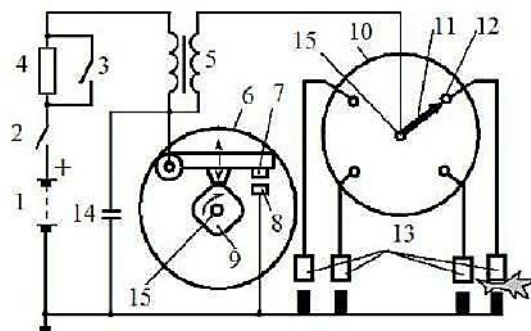
Високовольтні діоди забезпечують поділ кіл, тому що високовольтні імпульси такої системи різнополярні. Це є недоліком системи із чотирьохвивідною котушкою, оскільки залежно від полярності імпульсу, напруга пробій на свічі може відрізнитися на $1,5 \div 2$ кВ. Котушка може обслуговувати й один циліндр, у цьому випадку вона звичайно розташовується безпосередньо на свічі.

У даний час досить поширений високовольтний розподіл запалювання, однак, розвиток електроніки дозволяє перейти, вірніше, повернутися до низьковольтного розподілу, який був, наприклад, на перших автомобілях фірми «Форд», де були 4 переривника й 4 котушки запалювання.

5.6 Схеми систем запалювання

Як вже було сказано раніше, при однаковому принципі роботи, системи запалювання по своїх конструктивних і схемних рішеннях діляться на контактну систему (інакше її називають класичною), контактнотранзисторну й безконтактну електронні системи запалювання.

У контактній системі запалювання (рис. 5.5) комутація в первинному колі запалювання здійснюється механічним кулачковим переривним механізмом (переривник-розподільник запалювання).



1 – акумуляторна батарея; 2,3 – контакти вимикача запалювання; 4 – додатковий резистор; 5 – котушка запалювання; 6 – переривник; 7, 8 – рухомий і нерухомий контакти переривника; 9 – кулачок; 10 – розподільник; 11 – ротор; 12 – нерухомий електрод; 13 – свічки запалювання; 14 – конденсатор; 15 – ось ротора

Рисунок 5.5 – Принципова схема класичної контактної системи запалювання

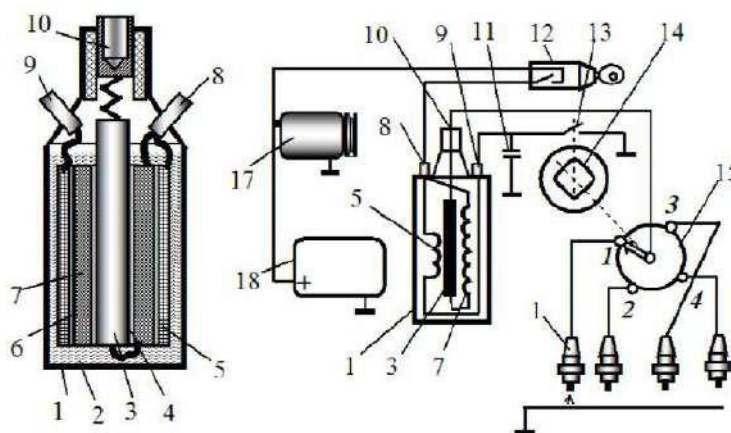
Кулачок 14 переривника (рис. 5.6) пов'язаний з колінчатим валом двигуна через зубчасту, ланцюгову або зубчато-ремінну передачу, причому частота обертання вала кулачка вдвічі менша частоти обертання вала двигуна, тобто кулачок обертається із частотою розподільного вала.

Кут випередження запалювання встановлюється зміною положення кулачка щодо приводного вала або кутового положення пластини переривника, на якій закріплена вісь його рухливого важільця. Час замкненого й розімкнутого стану контактів визначається конфігурацією кулачка, частотою обертання n і зазором між контактами. Додатковий резистор 4 усуває вплив зниження напруги в бортовій мережі при включенні системи запалювання.

Для цього він при пуску закорочується, при нормальній роботі на нього падає частина напруги так, що до котушки запалювання підходить напруга $7\div 8$ В, на яку вона й розрахована. Додатковий резистор виконується з нікелевого або константанового дроту, має опір $1\div 1,9$ Ом і розташовується або на котушці запалювання, або поза нею.

Виготовлення додаткового резистора з нікелевого дроту дозволяє йому виконувати додаткову функцію – захист первинного кола від перевантаження,

можливого на малій частоті обертання колінчатого вала. Опір нікелевого резистора з ростом сили струму зростає. У конструкціях, де напруга припуску знижується мало, додатковий резистор не застосовується.



1 – кожух; 2 – трансформаторне масло; 3 – сердечник; 4 – ізолятор; 5 – первинна обмотка; 6 – ізолятор; 7 – вторинна обмотка; 8 – клемма; 9 – клемма; 10 – центральна клемма; 11 – конденсатор; 12 – замок запалювання; 13 – контакт переривника; 14 – кулачок переривника; 15 – розподільник переривника; 16 – свічки запалювання; 17 – генератор; 18 – акумуляторна батарея

Рисунок 5.6 – Схема котушки і системи запалювання без додаткового резистора

Розподільний механізм із переривником, об'єднані в один вузол «переривник-розподільник», підводить вивід вторинної обмотки котушки запалювання через контактний вуглик до обертового електрода (ротору), встановленому на одному валу з кулачком переривника.

При обертанні ротора, висока напруга послідовно, через повітряний проміжок приблизно в 0,5 мм, електроди розподільника й високовольтні проводи, подається на свічі.

Момент проходження ротора повз кожний електрод розподільника синхронізований з розмиканням контактів переривника.

Котушка запалювання являє собою автотрансформатор із двома обмотками. Призначена для одержання високої напруги до 24 кВ і більше із низької напруги бортової мережі 12 В. Первинна обмотка містить $180 \div 330$ витків проводу діаметром $0,57 \div 1,25$ мм, вторинна – $18\,000 \div 41\,000$ витків проводу діаметром $0,06 \div 0,09$ мм.

При низькому опорі первинної обмотки (менше 3 Ом) послідовно до неї включається додатковий резистор, що підвищує активний опір первинної обмотки автотрансформатору. Загальний опір котушки складається з активного (визначається характеристикою матеріалу, довжиною й перетином проводу, а також температурою провідника) і реактивного опорів (залежить від кількості витків, характеристики магнітопроводу й частоти змінного струму).

При збільшенні частоти обертання двигуна росте частота розмикання в первинному колі автотрансформатора. При цьому час протікання струму по первинній обмотці зменшується, її провід нагрівається менше, і опір його падає, у зв'язку із чим сила струму, що протікає по котушці, зменшується незначно, і індукована сила струму у вторинній обмотці залишається досить високою.

При зниженні обертів двигуна, час, протягом якого первинна обмотка підключена до системи живлення, зростає, провід первинної обмотки разом з додатковим резистором нагріваються ще сильніше, його опір зростає й обмежує силу струму.

Сердечник 3 котушки (рис. 5.6) виготовляється з набору тонколистових пластин, ізольованих друг від друга окалиною. Це дозволяє зменшити шкідливий вплив струмів Фуко (вихрових індукційних струмів), що розігрівають сердечник. Кулачок 14 переривника одержує обертання від вала двигуна й служить для розмикання контакту 13, установленого нерухомо на переривнику-розподільнику.

Разом з кулачком на одній осі обертається розподільник 15, при проходженні якого повз контакти 1-2-3-4 він передає високу напругу свічам запалювання 16.

На рис. 5.7, а представлений приклад залежності вторинної напруги U_{2m} від частоти обертання n колінчастого вала двигуна.

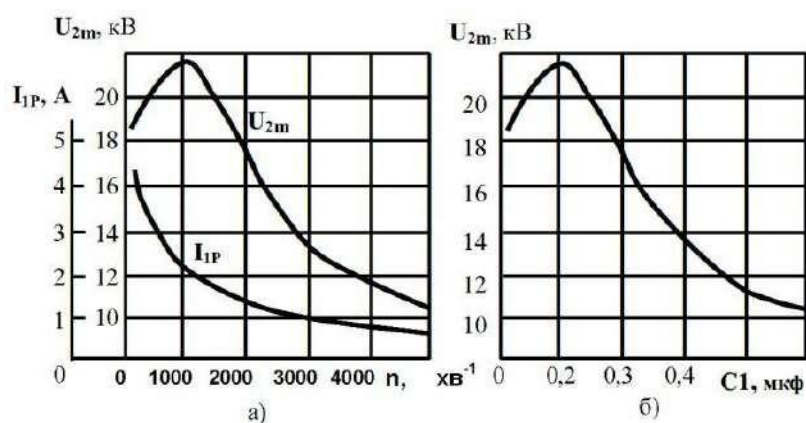


Рисунок 5.7 – Залежність сили струму в момент розриву первинного кола I_{1p} і вторинної напруги U_{2m} контактної системи запалювання від частоти обертання колінчастого вала n (а) і вторинної напруги U_{2m} від ємності первинного кола $C1$ (б)

Час t замкненого стану контактів переривника визначається вираженням:

$$t = \frac{120 \cdot k}{n \cdot z}, \quad (5.2)$$

де z – число циліндрів двигуна;

k – коефіцієнт, що залежить від профілю кулачка.

При росту частоти обертання час замкненого стану контактів зменшується, а, виходить, зменшується сила струму в момент розриву контактів I_{1p} і, як наслідок, знижується вторинна напруга. Зниження U_{2m} при малій частоті обертання пояснюється

іскрінням контактів при повільному їхньому розходженні.

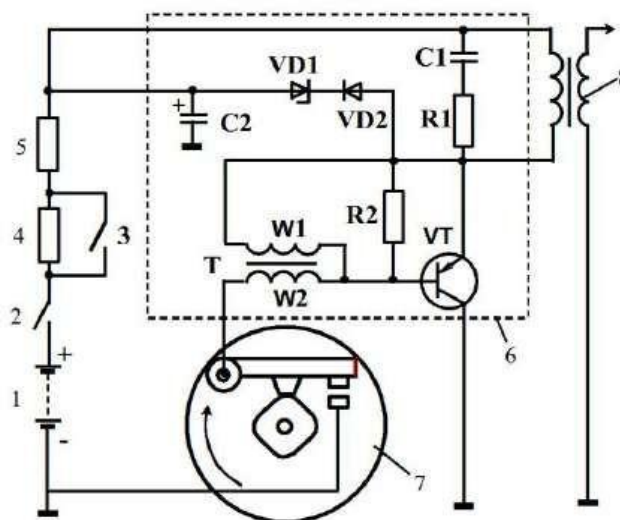
На рисунку 5.7, б наведена залежність вторинної напруги від ємності C_1 , що включається паралельно контактам переривника для зниження їхнього іскріння. При малій ємності C_1 іскріння все-таки виникає, і напруга знижується. Однак і збільшення ємності C_1 також знижує вторинна напруга, тому конденсатор підбирається до кожної системи індивідуально. Зазвичай ємність конденсатора C_1 лежить у межах $0,17 \div 0,35$ мкФ.

Амплітуда вторинної напруги знижується і з ростом ємності вторинного кола C_2 . Це створює проблему у випадку застосування екранованої системи запалювання, тому що екранування викликає підвищення вторинної ємності. Екранування системи застосовується для зниження рівня радіоперешкод, створюваних системою запалювання.

5.7 Контактно-транзисторна система запалювання

Стала перехідним етапом від контактної до безконтактної електронної системи. У ній усувається недолік контактної системи – підгоряння й зношування контактів переривника, комутуючих кіл з індуктивністю й значної силою струму. У контактнотранзисторній системі первинне коло обмотки збудження комутує транзистор, керований контактами переривника.

Із застосуванням контактнотранзисторної системи на автомобілі з'явився новий блок – електронний комутатор, що поєднує в собі силовий комутуючий транзистор і елементи схеми його керування й захисту. На рис. 5.8 представлена схема контактнотранзисторного запалювання з комутатором ТК102, яка забезпечує запалювання.



- 1 – акумуляторна батарея; 2, 3 – контакти вимикача запалювання;
 4, 5 – додаткові резистори; 6 – комутатор; 7 – переривник;
 8 – котушка запалювання

Рисунок 5.8 – Схема контактнотранзисторної системи запалювання з комутатором

При замиканні контактів переривника через них починає протікати базовий струм транзистора VT, який відкривається й включає первинне коло обмотки збудження в живильну мережу. При розмиканні контактів переривника транзистор VT закривається, струм у первинному колі різко переривається й на свічах з'являється сплеск високої напруги, як це й було в контактній системі.

Характеристики контактно-транзисторної системи аналогічні контактній, за винятком того, що зниження вторинної напруги на низьких частотах обертання кулачка не відбувається. Імпульсний трансформатор T у схемі прискорює запирання транзистора, коло VD1, VD2 захищає транзистор від перенапруг, а конденсатор C2 – від випадкових імпульсів напруги по колу живлення.

Конденсатор C1 сприяє зменшенню комутаційних втрат у транзисторі. Додатковий резистор 4 закорочується при пуску.

Термін служби контактів переривника в контактно-транзисторній системі більше, чим у контактній, тому що базовий струм, що комутується ними, невеликий. Однак механічне зношування механізму переривника й вплив вібрацій на роботу контактів у цій системі не усунуті.

5.8 Електронні системи запалювання

В електронних системах запалювання контактні переривники замінені безконтактними датчиками. В якості датчиків використовуються оптоелектронні датчики, датчики Віганда, але найбільш часто – магнітоелектричні датчики (МЕД) і датчики Хола (ДХ).

МЕД бувають генераторного й комутаторного типів. У генераторному датчику обертається постійний магніт, поміщений усередину дзьобоподібного магнітопроводу. При цьому в котушці, надягнутої на свій дзьобоподібний магнітопровід, наводиться ЕРС.

У МЕД комутаторного типу обертається зубчастий ротор з магнітом'якого матеріалу, а магніт нерухливий. ЕРС у котушці наводиться за рахунок зміни величини її магнітного потоку при збігу й розбіжності виступів статора й ротора. Недоліком МЕД є залежність вихідного сигналу від частоти обертання, а також значна індуктивність котушки, що викликає запізнювання в проходженні сигналу.

Від цих недоліків позбавлений датчик Хола. Особливість його полягає в тому, що ЕРС, що знімається із двох граней його чутливого елемента, пропорційна добутку сили струму, що підводиться до двох інших граней, на індукцію магнітного поля, що пронизує датчик. У реальних системах магнітне поле створюється нерухливим магнітом, який відділений від датчика магнітом'яким екраном із прорізами.

Якщо між магнітом і чутливим елементом попадає сталевий виступ, магнітний потік ним шунтується й на датчик не попадає, ЕРС на виході чутливого елемента відсутня. Проріз безперешкодно пропускає магнітний потік, і на виході елемента

з'являється ЕРС.

Найбільш простою у схемному й функціональному виконанні є безконтактна система запалювання з нерегульованим часом накопичення енергії. Безконтактні системи запалювання з нерегульованим часом накопичення енергії.

Така система запалювання принципово відрізняється від контактної-транзисторної тільки тим, що в ній контактний переривник замінений безконтактним датчиком. На рисунку 5.9 наведена схема системи з комутатором.

Сигнал з обмотки L магнітоелектричного датчика через діод $VD2$, що пропускає тільки позитивну півхвилю напруги, і резистори R_2 , R_3 надходить на базу транзистора $VT1$. Транзистор відкривається, шунтує перехід база-емітер транзистора $VT2$, який закривається. Закривається й транзистор $VT3$, струм у первинній обмотці котушки запалювання переривається й на виході вторинної обмотки виникає висока напруга. У негативну півхвилю напруги транзистор $VT1$ закритий, відкриті $VT2$ і $VT3$, і струм починає протікати через первинну обмотку котушки запалювання. Очевидно, що число пар полюсів датчика повинне відповідати числу циліндрів двигуна.

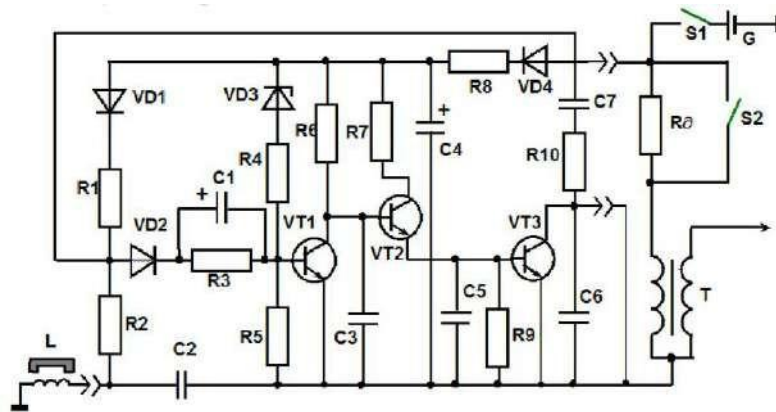


Рисунок 5.9 – Принципова електрична схема безконтактної системи запалювання з комутатором

Коло $R3$ - $C1$ здійснює фазозсувні функції, що компенсують фазове запізнювання протікання струму в базі транзистора $VT1$ через значну індуктивність обмотки датчика L , що знижує погрішність моменту іскроутворення.

Стабілітрон $VD3$ і резистор $R4$ захищають схему комутатора від підвищеної напруги в аварійних режимах, тому що, якщо напруга бортової мережі перевищує 18 В, коло починає пропускати струм, транзистор $VT1$ відкривається й закривається вихідний транзистор $VT3$. У колах захисту від небезпечних імпульсів напруги служать конденсатори $C3$, $C4$, $C5$, $C6$; діод $VD4$ захищає схему від змін полярності бортової мережі.

Форма й величина вхідної напруги магнітоелектричного датчика змінюються із частотою обертання, що впливає на момент іскроутворення. Крім того, у системі, не усунутий істотний недолік контактної запалювання – зменшення вторинної напруги при зростанні частоти обертання колінчатого вала. Тому більш перспективна система з

регулюванням часу накопичення енергії.

5.9 Безконтактна система запалювання з регулюванням часу накопичення енергії

Регулюючи час накопичення енергії, тобто час, коли первинна обмотка котушки запалювання підключений до мережі живлення, можна зробити струм розриву цього кола незалежним або мало залежним від частоти обертання колінчатого вала двигуна, а виходить, і позбутися недоліку контактної системи запалювання – зниження вторинної напруги з ростом частоти обертання.

Принцип такого регулювання полягає в тому, щоб з ростом частоти обертання збільшити відносний час включення котушки запалювання в мережу так, щоб абсолютний час включення залишився незмінним. На рисунку 5.10 представлена система запалювання автомобілів з електронним комутатором і датчиком Хола.

У комутаторі застосована мікросхема L497В. Стабілізація вторинної напруги досягається в схемі двома шляхами: регулюванням часу знаходження транзистора VT1 у відкритому стані (тобто часу включення первинного кола котушки запалювання в мережу) або обмеженням сили струму в первинному колі значенням близько 8 А. Останнє, крім того, запобігає перегріву котушки.

Схема працює в такий спосіб. З датчика Хола на вхід комутатора приходить сигнал прямокутної форми, який приблизно на 3В менше напруги живлення, із тривалістю, відповідною до проходження виступів екрана повз чутливий елемент датчика. Нижній рівень сигналу 0,4 В відповідає проходженню прорізу. У момент переходу від високого рівня до низького, відбувається іскроутворення. У мікросхемі комутатора сигнал у блоці формування періоду накопичення енергії спочатку інвертується, потім інтегрується.

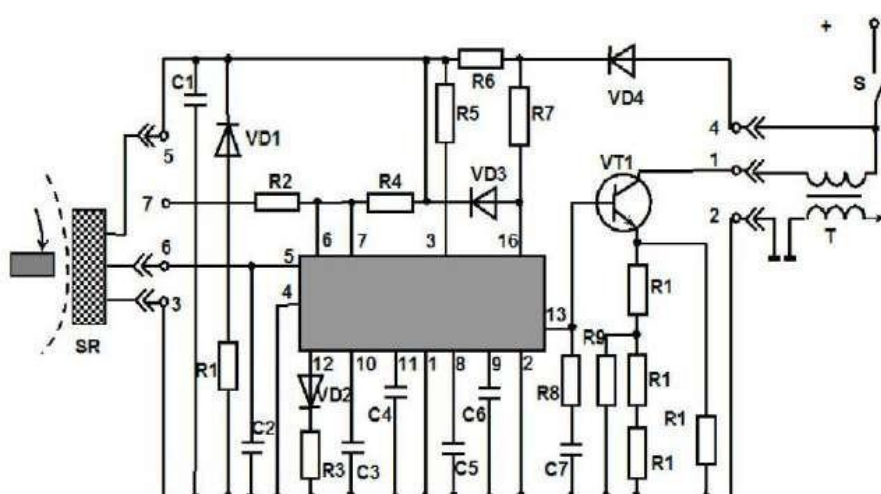


Рисунок 5.10 – Принципова електрична схема безконтактної системи запалювання з регулюванням часу накопичення енергії

На виході інтегратора утворюється шпильста напруга, яка тим більше, чим менше частота обертання двигуна. Ця напруга надходить на вхід комутатора, на інший вхід якого подана опорна напруга.

Компаратор вчасно перетворює напругу. Сигнал на вході компаратора має місце тоді, коли значення пилкоподібної напруги досягає опорного й перевищує його.

При великій частоті обертання пилкоподібна напруга мала, відповідно й мала тривалість сигналу на виході компаратора. Зі зникненням вихідного сигналу компаратора через схему керування відкривається транзистор VT1 і первинне коло запалювання включається в мережу. Отже, час накопичення енергії в котушці відповідає часу відсутності сигналу на виході компаратора. Зменшення тривалості сигналу компаратора дозволяє збільшити відносну величину часу накопичення енергії й тим самим стабілізувати її абсолютне значення.

Блок обмеження сили вихідного струму спрацьовує по сигналу, що знімається з резисторів, включених послідовно в первинне коло запалювання. Якщо цей сигнал досягає рівня, відповідного до сили струму 8 А, блок переводить вихідний транзистор в активний стан з фіксуванням цього значення струму.

Блок безіскрового відсічення відключає котушку запалювання у випадку, якщо включене електроживлення, але вал двигуна нерухливий. При зупиненому після обертання двигуні відключення відбувається відразу, а якщо ні, то – через 2- 5 с.

Схема насичена елементами захисту від сплесків напруги й включення зворотної полярності живлення. Регулювання кута випередження запалювання здійснюється традиційними способами, тобто відцентровим і вакуумним регуляторами.

Мікросхема L497В застосовується у двоканальному комутаторі 64.3734-20 для систем з низьковольтним розподільником енергії. У комутаторі 6420.3734 застосований вихідний транзистор ВУ 931 ZPF1 із внутрішнім захистом від перенапруги, що значною мірою підвищує надійність роботи комутатора.

5.10 Електронні пристрої керування моментом запалювання

За принципом дії електронні пристрої керування моментом запалювання можуть бути класифіковані на аналогові й дискретні. Усі вони засновані на тому, що вироблюваний датчиком положення колінчатого вала сигнал формується відповідним чином і подається на комутатор первинного струму, тобто відсутній твердий механічний зв'язок між датчиком і котушкою запалювання.

Електронні пристрої керування усувають недоліки механічних автоматів, які полягають у наступному:

- механічні автомати реалізують, як правило, найпростіші характеристики, що позначається на роботі двигуна негативно – втрачається потужність і економічність;
- згодом пружини автоматів послабляються, і потрібно їх регулювати або замінити;

- велика інерційність спрацьовування та гістерезис;
- через випар і стікання змащення вимагає періодичного обслуговування.

Створенню систем запалювання, заснованих на аналоговому принципі одержання й обробки інформації, сприяє, насамперед, їх невисока вартість і простота побудови.

У дискретних системах керування керуюча залежність записується в постійний запам'ятовувальний пристрій, звідки надалі, залежно від режиму роботи двигуна, зчитується той або інший кут випередження запалювання.

Перевагою дискретних систем керування є менша в порівнянні з аналоговими системами схильність впливу зміни зовнішніх умов (температури, напруги живлення), а також можливість одержання оптимальних керуючих характеристик.

Дискретні системи керування можна розділити на два класи: цифрові системи (або системи керування із твердою логікою) і мікропроцесорні системи керування (або системи із програмувальною логікою).

Цифрові системи запалювання являють собою невеликі, різні по складності обчислювачі, порядок роботи яких задається спеціальним алгоритмом, реалізованим за допомогою з'єднаних у певній послідовності цифрових інтегральних схем. Вони є більш простими, надійними й дешевими в порівнянні з мікропроцесорними системами керування. Однак вони не дозволяють реалізувати керування кутом випередження запалювання з урахуванням великого числа параметрів внаслідок значного збільшення апаратних витрат.

Розвиток мікропроцесорної системи запалювання йде по шляху ускладнення керуючих залежностей. Керування кутом випередження запалювання здійснюється в залежності не тільки від частоти обертання колінчатого вала, навантаження й температури двигуна, але також і від інших параметрів, наприклад температури усмоктуваного повітря, положення дросельної заслінки, включеної передачі.

Обчислювальний модуль подібних систем являє собою сукупність апаратно з'єднаних функціональних пристроїв (лічильників, регістрів, тригерів і т.д.).

Програмувальні системи з'явилися проміжним кроком до систем керування кутом випередження запалювання (КВЗ) на базі мікропроцесорів і мікроЕОМ.

Перші системи, у яких в якості обчислювального блоку використовувався мікропроцесор, були розроблені фірмами Chrysler (Lean Burn, 1976), Delko Electronics (Misar, 1977), Ford (ЕЕС-1, 1978).

У цих системах також використовувався принцип програмного регулювання, у якості недоліків якого слід зазначити:

- низьку ефективність, обумовлену необхідністю одночасного обліку великої кількості параметрів зі складними функціональними зв'язками;
- високу вартість системи, пов'язану з великим числом точних датчиків, що задовольняють вимогам експлуатації автомобіля;
- низьку точність відтворення оптимальних параметрів, пов'язану з технологічним розкидом характеристик двигуна й впливом випадкових факторів

експлуатаційного характеру, важко або таких, що зовсім не піддаються прогнозуванню при складанні програм регулювання.

Крім вище названих, з'являються системи програмного регулювання, що мають зворотні зв'язки (змішані системи, або, так звані замкнені системи керування КВЗ), у яких значення КВЗ змінюється з урахуванням ряду вхідних параметрів двигуна.

У більшості випадків розроблювачі намагаються використовувати параметри зворотного зв'язку, що побічно характеризують параметри оптимізації системи контролю детонації, системи збідніння складу суміші, системи стехіометричного контролю складу суміші по вмісту кисню в продуктах згоряння.

По способу керування моментом іскроутворення замкнені системи можна розділити на адаптивні й екстремальні.

В адаптивних системах керування момент іскроутворення, визначений по заздалегідь заданій програмі, коректується залежно від того або іншого вихідного параметра двигуна. До адаптивних систем можна віднести системи контролю детонації, а також системи, що враховують вміст кисню у вихлопних газах. Вони забезпечують більшу ефективність регулювання кута випередження запалювання й вільні від вищевказаних недоліків програмувальних систем автоматичного керування. В адаптивних системах здійснюється безперервний пошук оптимуму по заданому параметру.

В екстремальних системах керування оптимальний момент іскроутворення визначається не по заздалегідь заданому полю характеристик, а за максимальним значенням одного з вихідних параметрів двигуна.

До таких систем можна віднести системи керування по максимуму індикаторної потужності, по максимуму крутного моменту на колінчатому валу двигуна тощо.

Прикладом замкненої системи керування моментом іскроутворення може також служити система запалювання, що використовує для регулювання кута випередження запалювання параметри поширення фронту полум'я при згорянні паливно- повітряної суміші.

Експериментальні дослідження показали, що для досягнення максимальної потужності й економічності двигуна при поширенні полум'я в камері згоряння, його фронт повинен досягати стінок камери в проміжку кута повороту колінчатого вала 10-20°. Ця умова використовується для визначення оптимального значення КВЗ.

Основними труднощами при створенні замкнених систем керування є керування КВЗ при несталих режимах роботи двигуна. Тому для регулювання моменту іскроутворення в цей час використовують системи з розімкнутим керуванням, а керування по замкненому контуру використовують у якості корекції при режимах роботи двигуна, що встановилися.

Необхідно відзначити, що проведених досліджень регулювання КВЗ на системах запалювання, заснованих на аналоговому принципі одержання й обробки інформації, вкрай недостатньо.

ТЕМА 6 АВТОМОБІЛЬНІ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

6.1 Принципи освітлення

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

Автомобільне освітлення пройшло довгий шлях свого розвитку, починаючи з того часу, коли використовувалися ацетиленові ліхтарі!

Ключове завдання автомобільних вогнів полягає в тому, що вони повинні дозволяти водію:

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

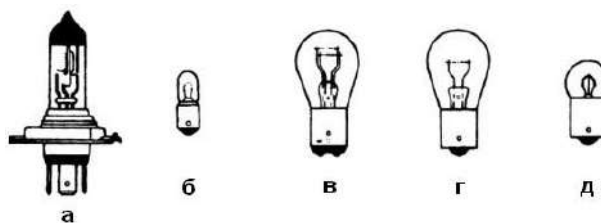
Бічні вогні, задні ліхтарі, гальмові сигнали та інші є відносно простими пристроями. Передні фари створюють більшу частину проблем, тому що при близькому світлі вони повинні забезпечити адекватну освітленість для водія, але не засліплювати інших учасників руху.

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

6.2 Лампи

Перші лампи накалювання були створені росіянином винахідником Олександром Лодигініним в 1872-1875 рр. У Великобританії першу лампочку продемонстрував Джозеф Сван в 1878 р. Д. Сван і Т. Едісон удосконалили конструкцію лампи й зробили її довговічною й технологічною. Із цього моменту відбувається їхнє постійне вдосконалення. Форми й розміри ламп, використовуваних на транспортних засобах, а також їх кількість безперервно змінюються, відповідно росте номенклатура використовуваних ламп. На рисунку 6.1 показаний найпоширеніший набір. Більшість ламп для освітлення автомобіля – це лампи накалювання з вольфрамовою ниткою, звичайні або галогенні.

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



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

Рисунок 6.1 – Стандартний набір ламп

Чистий метал має колір від сіро-сталевого до олов'яно-білого. У нього найвища точка плавлення серед усіх металів – 3410°C . Чистий вольфрам легко кується, гнеться, тягнеться й пресується, але в присутності домішок стає ламким і може бути оброблений на превелику силу. Вольфрам окиснюється на повітрі, особливо при високих температурах, але стійкий до корозії й досить незначно підданий впливу більшості мінеральних кислот. Тому вольфрам або його сплави ідеальні для використання як нитки електричних лампочок. Нитка звичайно намотана «спіраллю в спіралі», щоб створити підходящу довжину тонкого провідника в маленькому обсязі й забезпечити малий механічний натяг нитки. На рисунку 6.2 показана типова нитка лампи. Якщо згадана вище температура перевищена, навіть у вакуумі, то нитка стає дуже крихкою й руйнується.

Ось чому напруга, при якій експлуатується лампа, повинна підтримуватися в строгих межах. Вакуум у лампі запобігає потоку тепла від нитки до корпусу але обмежує робочу температуру.

Все більше звичними стають газонаповнені лампи, де скляна лампа заповнена під тиском інертним газом, наприклад аргоном. Це дозволяє нитці, не перегорючи, працювати при більш високій температурі й випромінювати більш яскраве світло. Ці лампи дають більше світла в порівнянні з вакуумною лампою (близько 17 лм/Вт проти 11 лм/Вт).

Майже всі транспортні засоби тепер використовують для фар вольфрамові галогенні лампи, оскільки вони в змозі створювати приблизно 24 лм/Вт (деякі сучасні конструкції навіть більше). Така лампа служить довго, і її колба не чорніє через якийсь час, як інші лампи. Почорніння скла відбувається тому, що у звичайних газонаповнених лампах за певний період часу близько 10 % металу нитки випаровується й осідає на стінках лампи. На рисунку 6.3 показана вольфрамова галогенна лампа фари.

В галогенних лампах у газ, що наповнює колбу, вводяться деяка кількість галогенів – головним чином, з'єднань йоду. Назва «галогени» походить від грецьких слів *hal(os)-igen(os)*, що означає «солі що створюють». Чотири галогени – бром, хлор, фтор та йод – утворюють групу VIIA періодичної таблиці елементів.

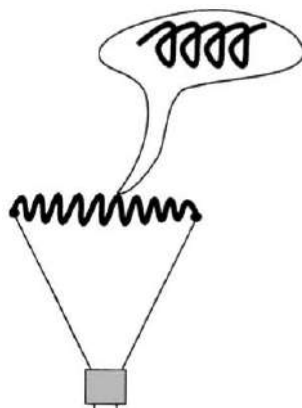


Рисунок 6.2 – Нитка в лампі виглядає як спіраль зі спіралі

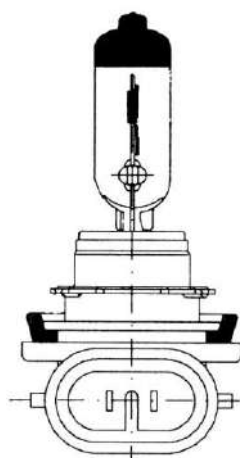


Рисунок 6.3 – Галогенова лампа

Вони є дуже активними елементами й у вільному стані в природі не зустрічаються. Лампа заповнюється газом під тиском у декілька бар. Скляна колба, використовувана для вольфрамової галогенної лампи, зроблена з розплавленого кремнію або кварцу.

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

Далі розглянемо деякі розповсюджені типи ламп.

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

Мініатюрна лампочка із центральним контактом (miniature centre contact – MCC)

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

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

Однониткова лампа зі стандартним цоколем. Діаметр байонетного цоколя цих ламп – порядку 15 мм. У сферичній або грушоподібній колбі розташована єдина нитка накаливання. Перший контакт у такій лампі – одиночний центральний контакт (SCC), другий контакт утворений металевим цоколем. Потужність лампи – зазвичай 5 або 21 Вт. Мала лампа (5 Вт) використовується для передніх або задніх габаритних вогнів, велика (21 Вт) – для покажчиків поворотів, аварійних сигналів, вогнів заднього ходу й задніх протитуманних фар.

6.3 Зовнішні вогні

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

Передні габаритні вогні (до 60 кд). Транспортний засіб повинний мати два джерела переднього габаритного освітлення кожний з потужністю мінімум 7 Вт. У більшості транспортних засобів габаритні вогні вбудовані в модуль фари.

Задні габаритні вогні (до 60 кд). Як і в попередньому випадку, повинні бути встановлено два вогні, причому кожний з потужністю не менше 5 Вт. Вогні, використовувані в Європі, повинні бути марковані буквою «Е» і давати розсіяне світло. Вони повинні розташовуватися в межах 400 мм від краю транспортного засобу й відстань між ними повинна бути більше 500 мм. Висота вогнів повинна становити від 350 до 1500 мм над рівнем землі.

Стоп-сигнали (40-100 кд). Ці два вогні звичайно поєднуються із задніми вогнями. Вони повинні мати потужність від 15 до 36 Вт кожний, розсіяне світло, і повинні загорятися, коли задіється робоча гальмівна система. Стоп-сигнали повинні бути розташовані симетрично, від 350 до 1500 мм вище рівня землі й на відстані не менше 500 мм один від одного. Тепер дозволяються додаткові стоп-сигнали верхнього розташування. Якщо вони встановлені, то повинні працювати разом з основними гальмовими сигналами. На рисунках 6.4...6.5 для прикладу показаний ряд освітлювальних приладів транспортних засобів.

Вогні заднього ходу (300-600 кд). Можуть бути встановлені не більше двох ламп

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

Вогні денного освітлення (800 кд максимум). Компанія Volvo використовує вогні денного освітлення, оскільки вони фактично потрібні у Швеції й Фінляндії. Ці вогні включаються разом із запалюванням і повинні працювати тільки разом із задніми вогнями. Їхня функція полягає в тому, щоб показувати, що транспортний засіб рухається або збирається почати рух. Вони вимикаються при паркуванні або коли включаються передні фари.

Задні протитуманні ліхтарі (150-300 кд). Можуть бути встановлено один або два ліхтарі. Якщо застосований тільки один ліхтар, то він повинен бути встановлений скраю або по осі транспортного засобу. Задні протитуманні ліхтарі повинні перебувати на висоті від 250 до 1000 мм вище землі й на відстані більше 100 мм від будь-якого стоп-сигналу.



а

б

в

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

Рисунок 6.4 – Освітлювальні прилади легкових автомобілів



а

б

а – Ford F-150; б – GMC Yukon

Рисунок 6.5 – Освітлювальні прилади автомобілів SUV (Sport Utility Vehicle)

Споживана потужність – звичайно 21 Вт. Вогні повинні бути включені тільки тоді, коли використовуються фари або передні протитуманні фари.

6.4 Лампи передніх габаритних вогнів і протитуманні фари

Якщо встановлюються передні вогні підсвічування (допоміжні вогні руху), вони повинні розташовуватися на висоті від 500 до 1200 мм вище землі й не менше ніж 400 мм від бічної сторони автомобіля. Якщо їхній промінь не спрямований униз, тоді вони повинні працювати тільки разом з основними фарами.

Передні протитуманні фари встановлюються не вище 500 мм від землі й можуть застосовуватися тільки в тумані або при падаючому снігу. Лампи підсвічування розроблені так, щоб створити довгий пучок світла для освітлення дороги на великій відстані. Протитуманні фари створюють різку лінію світла для освітлення дороги безпосередньо перед автомобілем без відбиття назад або яскравого потоку світла вперед.

6.7 Лінзи фари

Гарна фара повинна створювати потужний центральний промінь, що далеко поширюється, навколо якого світло розподілене по горизонталі й вертикалі так, щоб висвітлювати як можна більшу область поверхні дороги.

Формування променя може бути значно поліпшене при пропущенні відбитих променів світла через блок прозорих лінз. Лінза служить для перерозподілу відбитого променя світла й будь-яких випадкових променів так, щоб при мінімумі яскравості було досягнуто найбільш повне освітлення дороги.

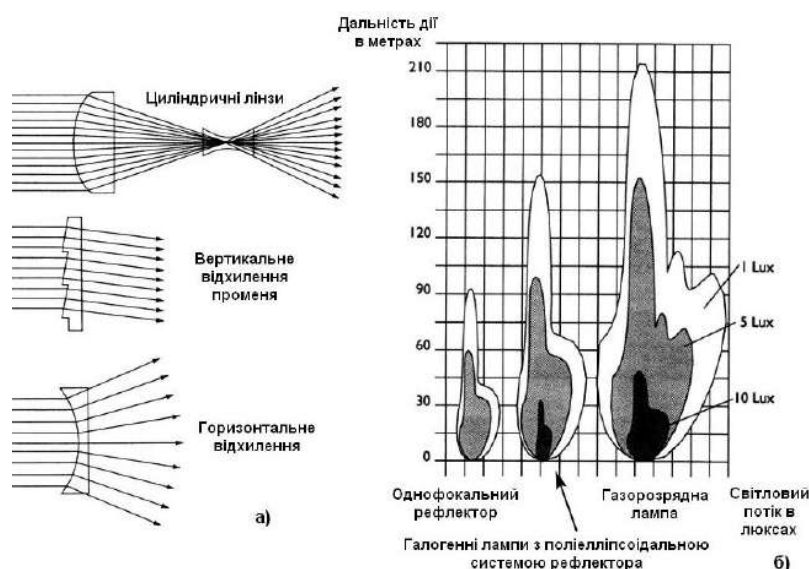


Рисунок 6.8 – Характеристики світла фар, одержувані при правильно підібраній конструкції лінз та рефлекторів

Блок призматичних лінз показаний на рисунку 6.8, а. Лінзи діють за принципом переломлення світла – тобто зміни напрямку променів світла, при проходженні «в» або «з» прозорого середовища, такого як скло або пластмаса.

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

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

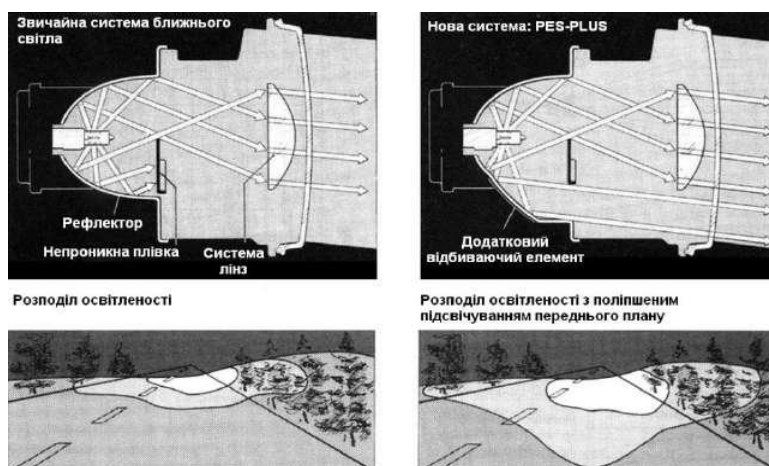


Рисунок 6.9 – Покращений промінь ближнього світла поліелліпсоїдальної фари

Борізки керують горизонтальним поширенням світла. У той самий час призми різко відхиляють промені вниз, щоб створити локальне освітлення дороги розсіяним світлом безпосередньо перед транспортним засобом. Дія лінз показана на рисунку 6.8, а. Багато фар тепер виготовляються із гладкими стеклами; це означає, що спрямованість усього світлового потоку формується тільки відбивачем (рис. 6.6).

6.8 Корекція фар

Принцип корекції фар дуже простий – положення фари повинне мінятися залежно від завантаження автомобіля. На рисунку 6.10 показаний простий ручний пристрій, яким управляє водій. Автоматичною системою вирівнюючи фар можна управляти, використовуючи сигнали від датчиків, поміщених на підвіску транспортного засобу (рис. 6.11).

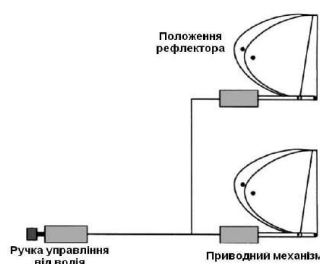


Рисунок 6.10 – Ручний коректор фар

Це дозволяє одержати автоматичну компенсацію при будь-якому розподілі

вантажу на транспортному засобі. На рисунку 6.11 показана схема розташування датчиків цієї системи. Приводи, які переміщують вогні, можуть бути виконані в різних варіантах: від гідравлічних пристроїв до крокових двигунів. Приклад практичного регулювання положення фари представлений на рисунку 6.12. Регулювання виконується переміщенням двох гвинтів, розташованих на фарі так, що один змушує світло переміщуватися нагору й вниз, а іншого викличе рух зі сторони убік.

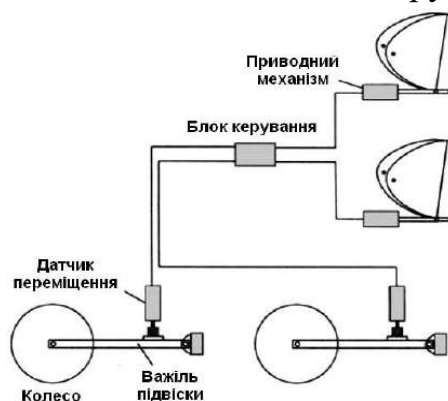


Рисунок 6.11 – Автоматична корекція фар



Рисунок 6.12 – Принцип регулювання напрямку світла фари

6.11 Газорозрядні і світлодіодні фари

Зараз на транспортні встановлюються фари з газорозрядними лампами (gas discharge headlamps – GDL). Вони дозволяють забезпечити більш ефективне освітлення й надають нові можливості для конструктивного оформлення передньої частини автомобіля.

Конфлікт між аеродинамічним моделюванням і підходящим положенням ламп освітлення – компроміс між економією й безпекою – вкрай небажаний. Такі фари вносять істотний вклад у поліпшення цієї ситуації, тому що вони можуть бути відносно малими по своїх розмірах. Система GDL складається із трьох основних компонентів.

Лампа. Вона працює не так, як звичайні лампи. Для неї необхідна набагато більш висока напруга. На рисунку 6.17 показаний принцип дії газорозрядної лампи.

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

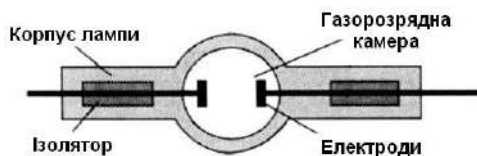


Рисунок 6.17 – Принцип дії газорозрядної лампи

Блок управляє стадією запалення й початком роботи лампи, здійснює її регулювання протягом циклу безперервної роботи й нарешті, контролює роботу лампи з погляду безпеки. На рисунку 6.18 показана схема лампи й пов'язані з нею компоненти.

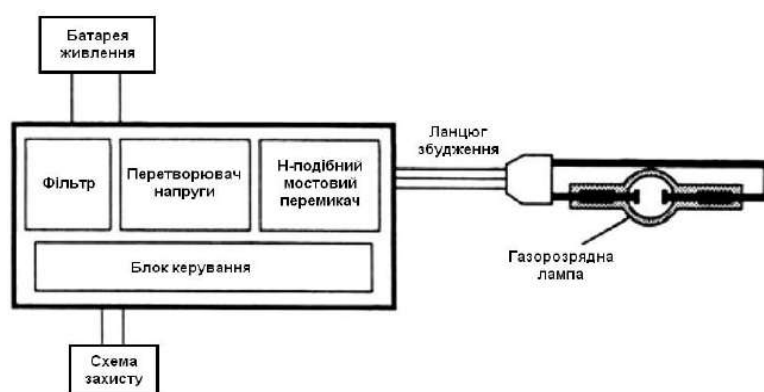


Рисунок 6.18 – Баластова система для керування газорозрядною лампою

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

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

При кімнатній температурі лампа містить суміш ртуті, солей різних металів і ксенону під тиском. Коли лампа включається, ксенон відразу починає світитися й випаровує ртуть і металеві солі. Висока світлова ефективність виникає за рахунок суміші парів металів. Ртуть робить більшу частину світла, а металеві солі визначають колірний спектр. На рисунку 6.19 показаний спектр випромінювання, створеного газорозрядною лампою в порівнянні зі спектром галогенної лампи.

Високий рівень ультрафіолетового випромінювання від газорозрядної лампи означає, що з міркувань безпеки потрібно використовувати спеціальні фільтри. На рис. 6.20 показана світність газорозрядної лампи в порівнянні з галогенною. Віддача газорозрядної лампи приблизно в три рази більше.

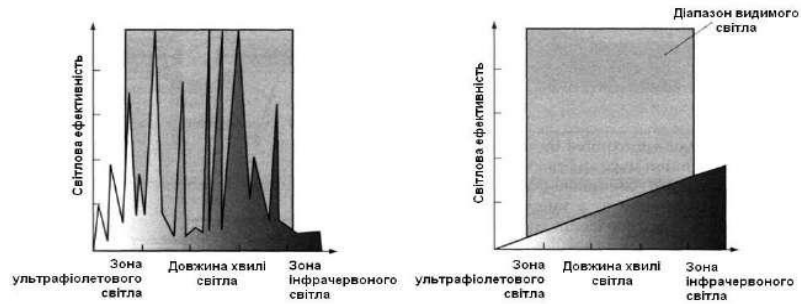


Рисунок 6.19 – Спектр випромінювання газорозрядної лампи (зліва) в порівнянні зі спектром галогенної лампи

Щоб запалити газорозрядну лампу необхідно послідовно пройти наступні чотири стадії.

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

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

3. Розгін – лампа тепер працює при зростаючій потужності, температура швидко підвищується, ртуть і металеві солі випаровуються. Тиск у лампі збільшується в міру збільшення світлового потоку, і відбувається зміщення спектра від синього кольору до білого.

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

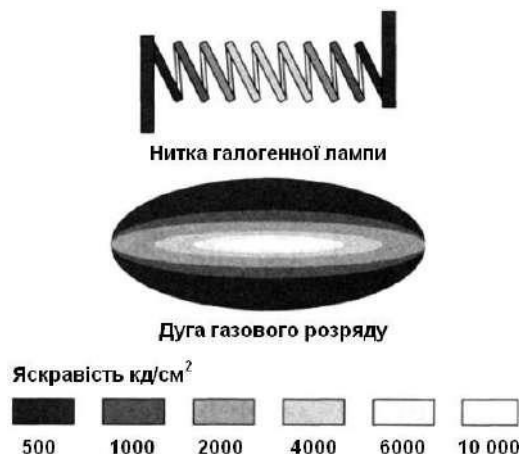


Рисунок 6.20 – Світність газорозрядної лампи в порівнянні з галогенною

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

Баластова система також містить у собі схеми придушення радіовипромінювання й схеми забезпечення безпеки.

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

6.12 Ультрафіолетові фари

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

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

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

Щоб затримати видиму частину спектра, використовуються двокаскадні сині світлофільтри. Необхідний точний контроль світла фільтра, щоб гарантувати фільтрацію ділянок UVB і (UVC ультрафіолетового спектра, оскільки вони можуть викликати ушкодження очей і рак шкіри. Фільтрація залишає тільки частину спектра UVA, яка лежить поза видимого спектру й використовується, наприклад, у лампах засмаги.

Однак все ще існує деяка небезпека, наприклад, дитина може захотіти заглянути із близької відстані в слабкий синій промінь вогнів. Щоб запобігти такій ситуації, вогням діють лише тоді, коли транспортний засіб рухається. УФ вогні – дуже багатообіцяючий внесок у дорожню безпеку.

6.13 Освітлення за допомогою світловипромінюючих діодів

Комерційні індикатори на основі світловипромінюючих діодів (light emitting diode – LED) були вперше вироблені у 1968 р. Майже відразу ж з'явилися пропозиції щодо можливих застосувань діодів в автомобілі. LED, звичайно ж, знайшли застосування у внутрішньому оформленні транспортного засобу, особливо в індикаторах приладової панелі. Однак донедавна регулюючі інструкції фактично забороняли використання світлодіодів для зовнішнього освітлення.

Невелика зміна в законодавчій мові – перехід від «світловипромінюючої лампи» до «джерела світла» – нарешті дозволило використовувати інші пристрої освітлення, крім нитяних ламп. На рисунку 6.21 показані модулі світла, що містять світлодіоди.

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

Світлодіоди більш дорогі, ніж лампи, але потенційна економія, обумовлена герметичністю використовуваних модулів і більшою свободою у виборі конструкцій ліхтарів, могла б переважити додаткові витрати. Ще одна перевага світлодіодів полягає в тому, що вони включаються більш швидко, ніж звичайні лампи: приблизно 130 мс для світлодіодів, і 200 мс для ламп. Цей час перемикання дуже важливий.



Рисунок 6.21 – Модулі світла на основі світлодіодів

Наприклад, якщо мова йде про включення сигналу гальмування транспортного засобу на високій швидкості, то збільшений час реакції відповідає затримці зупинки приблизно на довжину автомобіля. Ця перевага – потенційний серйозний внесок у дорожню безпеку.

Більшість основних виготовлювачів автотехніки ведуть дослідження з використання світлодіодного освітлення. Багато часу витрачається на розгляд пропозицій використовувати світлодіоди в якості стоп-сигналів верхнього розташування.

Стійкість світлодіодів до ударів дозволить встановлювати їх на кришці багажника. В автомобілях з відкидним верхом, які не мають заднього скла, це

застосування просто ідеально. Багато виготовлювачів зараз конструюють задні спойлери із вбудованими вогнями; це перспективний напрямок з погляду забезпечення безпеки.

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

6.14 Ксенонове освітлення – компанії Hella

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

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

Очі старіють швидше, чим будь-який інший орган почуттів. Можливості людського ока починають помітно погіршуватися з настільки раннього віку, як 30 років! Наслідки цього – скорочення гостроти зору й контрастної чутливості, коли світло починає бліднути, – дуже рідко помічаються автомобілістами, оскільки ці функціональні недоліки розвиваються повільно.

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

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

Однак однієї гарної ксенонової фари недостатньо, щоб перевести додаткову кількість і якість світла в підвищену безпеку. Наприклад, для того, щоб уникнути небезпеки осліплення зустрічним транспортом, комплект додаткового устаткування повинен включати устаткування для очищення фари й автоматичні коректори променя. Тільки вся система в цілому в стані забезпечити явну перевагу по безпеці для всіх учасників руху навіть при самих несприятливих погодних умовах. Це означає, що

навіть при дощі, тумані й снігу поліпшується об'ємний зір, а здатність автомобіліста орієнтуватися обмежуються в меншому ступені.

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

Щоб підвищення активної безпеки стало доступним для як можна більшого числа користувачів дороги, автомобільна промисловість все більше концентрується на застосуванні ксенонових фар як стандартного устаткування або як додаткової опції. Щорічне споживання ксенонових фар у Європі, по оцінкам, зросло до більше чотирьох мільйонів штук у 2010 р. Отже на даний час вже більше 800 000 автомобілів вже обладнані ксеноновими фарами.

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

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

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

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

Міжнародні інструкції для автомобілів по розподілу світлового променя й його

інтенсивності дуже суворі. Світло ксенону добре укладається в обмеження обох умов. Крім того, ксенонове освітлення не так подразнює, як звичайне. Тому що в даного освітлення межі переходу «світло – темрява» більш контрастні, менше світла відбивається в очі зустрічних водіїв. Збільшена (у два рази) кількість виробленого світла використовується, головним чином, щоб досягти більш високої інтенсивності й кращого розподілу світла па дорозі. Крім того, з краю дорога висвітлюються краще.

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

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

При нормальних обставинах водії дивляться прямо вперед, однак через помітний колір ксенонових ламп водії схильні направляти погляд на фари. Те ж саме явище було встановлено дослідним шляхом під час введення галогенних фар у 1960-х. У ті дні люди теж говорили «що це за дратівне біле світло». А отже введення ксенонових фар приведе до деякого періоду; протягом якого водії будуть звикати до нових фар. На рис. 6.22 показані ксенонові лампи компанії Hella.



Рисунок 6.22 – Ксенонові джерела світла компанії Hella

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

майбутнього вдосконалювання передніх ламп автомобіля. Майбутнє приходить як... біле світло BlueVision по тій простій причині, що лампи BlueVision відтворюють денне світло... у нічних умовах.

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

6.15 Електричні коректори фар

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

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

- автоматичні статичні приводи приводять висоту променя до оптимального положення відповідно до умов навантаження транспортного засобу. Система включає два датчики (попереду й позаду), які виміряють осідання автомобіля. Електронний модуль перетворює дані датчиків і керує двома додатковими електричними механізмами (або приводами), розташованими за фарами, які механічно з'єднані з відбивачами. Висота променя регулюється кожні 10-30 с;

- автоматичні динамічні регулятори мають два датчики, електронний модуль і два приводи. Датчики – ті ж самі, як у й статичній системі, але електронний модуль більш складний у тому плані, що включає електроніку, яка управляє швидкою реакцією крокових моторів привода. Час відгуку на зміни в осаді транспортного засобу через прискорення або затримку вимірюється в десятих часток секунди. Корекція здійснюється безупинно й створює підвищений комфорт руху, оскільки положення променя оптимізоване в будь-який момент.

6.16 Відбивачі складної форми

Поверхня відбивача розраховується на комп'ютері з використанням мінімум 50 000 індивідуальних точок.



Рисунок 6.23 – Модулі третього покоління (SC3) та інші освітлювальні вироби від компанії Valeo

Розрахунки індивідуальні для кожної моделі проектованої фари. Третє покоління відбивачів складної форми (complex shape reflection- SC3) поєднує переваги перших двох розробок і керує спадом інтенсивності й структурою променя, а також його однорідністю. Лінзи SC3-фари можуть бути зовсім прозорими або з боріздками просто в декоративних цілях. Лінза присутня для поліпшення естетичного сприйняття й аеродинаміки. На рисунку 6.23 показані фари, що використовують цю технологію, а також деякі інші компоненти системи освітлення.

6.20 Обов'язкові функції освітлення. Гнучке світло

Компанія Valeo розробила технологію фари, яку вона називає «гнучким світлом» (Bending Light). Цей метод дозволяє автоматично направляти світло з урахуванням вигинів доріг, щоб уночі оптимізувати видимість перед автомобілем. Технологія вносить істотний вклад у комфорт і зручність, зменшуючи втому водія (рис. 6.28).

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

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

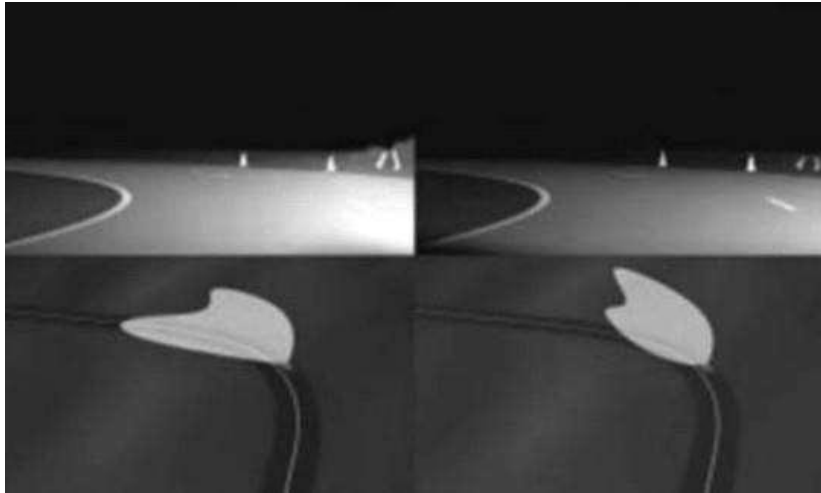


Рисунок 6.28 – Система гнучкого динамічного світла й звичайне освітлення

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

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

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

6.21 Система переднього освітлення AFS

Система переднього освітлення компанії Visteon (Visteon's Advanced Frontlighting System – AFS) включає інноваційні електронні засоби регулювання світла фари таким чином, щоб напрямок променя залежав від певних умов руху, таких як напрямок і швидкість транспортного засобу (рис. 6.29). Водій автоматично одержує оптимальний розподіл світла відповідно до конкретної ситуації, яке, таким чином, поліпшує

видимість дороги й підвищує безпеку нічного водіння.

Передові системи переднього освітлення включають основні функціональні вузли:

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



Рисунок 6.29 – Механічна конструкція системи ASF

Кожна система обладнана вимикачем, датчиками, які виявляють зміну зовнішніх умов, електронним блоком керування, який обробляє дані від датчиків, і електронними виконавчими механізмами фар. Алгоритм керування кожною системою й приводами фар розроблений компанією Visteon. Центральний процесор керує світлом фари в режимі реального часу, одержує дані від датчика кермового колеса (кут поворота керма), датчика швидкості й датчиків осей установки фари (рис. 6.30).

Коли, наприклад, транспортний засіб огинає кут, у зовнішньої фари зберігається прямий напрямок променя, у той час як промінь внутрішньої фари висвітлює поворот, що набігає. AFS реагує на швидкість транспортного засобу, вибираючи оптимальну функцію відхилення променя для різних швидкостей. При активуванні дальнього світла система додатково піднімає промінь ближнього світла, щоб ще більш розширити діапазон огляду. Однією з найважливіших властивостей систем компанії Visteon є можливість враховувати потреби виготовлювача. Системи AES

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



Рисунок 6.30 – Ситуація в якій ASF допомагає освітленню дороги

Системи AFS компанії Visteon також забезпечують дизайнерам автомобілів високий ступінь гнучкості при конструюванні. Ці системи добре вписуються в моду на фари прожекторного стилю, вони також можуть бути легко скомпоновані як модуль, що складається з окремих компонентів, у фарі відбивного стилю. Можливості AFS і варіанти конструктивних рішень представлені на рисунках 6.31, 6.32 і 6.33.

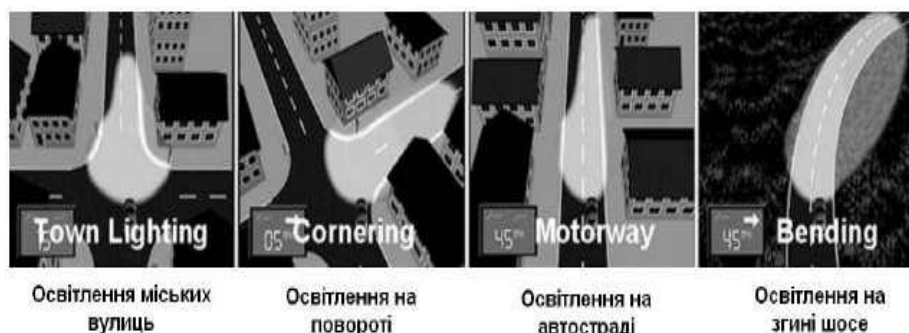


Рисунок 6.31 – Чотири функції системи ASF

6.22 Інші розробки в освітленні автомобіля

Існують дві інші області автомобільного освітлення, у яких постійно ведуться

нові розробки – використання світловипромінюючих діодів (LED) і газорозрядних ламп (GDL).

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

Найкращим чином для подібних умов підходять світлодіоди.

Вони більш дорогі ніж лампи, але потенційне зниження конструкторських витрат, обумовлене герметичністю модулів і більшою волею у виборі конструкції, могли б переважити додаткові витрати.



Рисунок 6.32 – Світлодіодне освітлення



Рисунок 6.33 – Ксенонове освітлення

Ще одна їхня перевага полягає в тому, що вони включаються більш швидко, ніж звичайні лампи, – це важливо при їх використанні у якості стоп-сигналів. Вигода ксенонового освітлення полягає в тому, що ксенонова лампа випускає в два рази більшу кількість світла, чим галогенна лампа, споживаючи при цьому тільки половину її потужності. Тому водій може краще бачити дорогу, а в автомобілі має місце економія енергії для живлення інших пристроїв.

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

6.24 Лазерні фари

Система освітлення автомобіля розвивається стрімкими темпами, забезпечуючи все нові і нові рівні безпеки і комфорту руху. Вражає еволюція джерел автомобільного світла: галоген, ксенон, світлодіоди і ось, нарешті, лазери.

Джерелами світла на основі лазерних діодів в даний час займаються дві автомобільні компанії – BMW і Audi, які представили лазерні фари на своїх спортивних автомобілях.



Рисунок 6.34 – Лазерні фари

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

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

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

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

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

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

мікродзеркальний пристрій), що складається з більше 100 000 мікродзеркал.

Матриця від фірми Bosch побудована на кремнієвій технології і має електромеханічне управління, що дозволяє кожному з мікродзеркал повертатися в горизонтальній і вертикальній площині.

Це дає можливість змінювати площу та інтенсивність освітлення з високою швидкістю в широкому діапазоні. Люмінофор перетворює сині лазерні промені в біле світіння. На виході лінзи виходить потужний світловий пучок високої температури кольору, яка відповідає денному світлу.

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

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

6.25 Матричні фари

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

Матрична фара від Audi об'єднує матричний модуль дальнього світла фар, модуль ближнього світла фар, модуль денних ходових вогнів, габаритних вогнів і покажчика повороту, дизайнерське оздоблення фари, повітропровід з вентилятором і блок керування.



Рисунок 6.35 – Матричні фари

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

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

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

Всі конструктивні елементи матричної фари поміщені в пластмасовий корпус, який служить основою для розміщення елементів і захищає їх від зовнішніх впливів. З лицьової частини корпус закритий прозорим розсіювачем.

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

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

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

У матричних фарах реалізовано кілька функцій освітлення:

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

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

При русі в темний час доби відеокамера виявляє зустрічні і попутні автомобілі по їх висвітленню. Як тільки автомобіль виявлений, система управління вимикає світлодіоди, направляючі світло на транспортний засіб.

Інший простір дороги висвітлюється повністю. Крім того, для виключення засліплення інших водіїв, яскравість включених світлодіодів може бути зменшена. Матричні фари одночасно можуть маскувати до 8 автомобілів.



Рисунок 6.36 – Матричні фари – маскування автомобілів

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

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

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

Функція освітлення перехресть служить для кращого освітлення перехрестя що наближається. Наближення перехрестя визначається за допомогою навігаційної системи, після чого включаються світлодіоди статичного адаптивного освітлення в обох фарах.

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



Рисунок 6.37 – Матричні фари – підсвічування пішоходів

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

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

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

ТЕМА 7 ДОДАТКОВЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

7.1 Призначення, будова і принципи роботи приладів звукової сигналізації

На автомобілях встановлюються звукові сигнали, які призначені для забезпечення безпеки руху. Їх використовують для сповіщення пішоходів та водіїв про наближення транспортного засобу. Звукові сигнали включаються також в протикрадіжні системи.

По принципу дії сигнали діляться на електричні вібраційні та електропневматичні. За характером звучання їх ділять на тональні та шумові, а за родом струму - на сигнали постійного струму і сигнали змінного струму. Звуковий тиск має бути в межах 85-125 дБ.

Електричний вібраційний звуковий сигнал становить собою електромагніт, котрий притягує закріплений з мембраною якір. При переміщенні мембрани розмикаються контакти переривача струму і мембрана вирівнюється, а потім прогинається в протилежному напрямку. Контакти переривача знову замикаються і процес повторюється знову. Мембрана здійснює коливання, внаслідок яких в рупорі, що служить резонатором, створюється звук відповідного тону.

Тональні звукові сигнали вібраційного типу, як правило, становлять собою комплекти із двох або більше сигналів, настроєних кожний на відповідний тон. Застосування звукових сигналів високого та низького тону дає гармонічний акорд приємного звучання (терцію або кварту).

Тональні сигнали, як правило, встановлюють на легкових автомобілях, автобусах великої місткості та вантажних автомобілях великої вантажопідйомності.

Шумові звукові сигнали мають спрощену конструкцію без рупора і настроєні на один музикальний тон. Їх встановлюють на тракторах та деяких вантажних автомобілях.

Резонансний раструб (рупор) тональних сигналів має завиткову форму і виготовляється зі сталі. Така конструкція рупора забезпечує хорошу передачу звукових сигналів в навколишнє середовище. Найкраще перекривають шум дорожнього руху і чутно в кабіні автомобіля, якого обганяють, ті сигнали, частотний спектр яких знаходиться в межах 1800-3550 гц.

Обмотка збудження електромагніту як правило низькоомна, а тому при включенні сигналу споживається великий струм (15-25 А). Для зменшення сили струму, що розривається кнопковим вимикачем встановленим на кермовому колесі, застосовують додаткове реле (реле сигналів). Кнопковий вимикач в цьому випадку включається в обмотку керування реле сигналів. Сила струму, що протікає по ній, не перевищує 0,5 А.

На рисунку 7.1 наведено схему сигналу РС 503 і реле сигналів РС 503, що встановлюються на легкових автомобілях Горьківського автозаводу. До корпусу 1 прикріплено осердя 4, пластинку 3 нерухомого контакту та пружну пластину 7 із контактом. Між корпусом 1 та резонатором 12 затиснено мембрану 11, виготовлену з легованої та загартованої сталі. На мембрані закріплено якір 10 зі штифтом 5. Обмотка 9

виготовлена з проводу ПЗВ-2 діаметром 0,64 мм і має опір 0,6 Ом. Вольфрамові контакти б, які приварено до пластин, перебувають у замкненому стані. Для зменшення іскріння паралельно до контактів переривача увімкнено резистор 8 із опором 6 Ом.

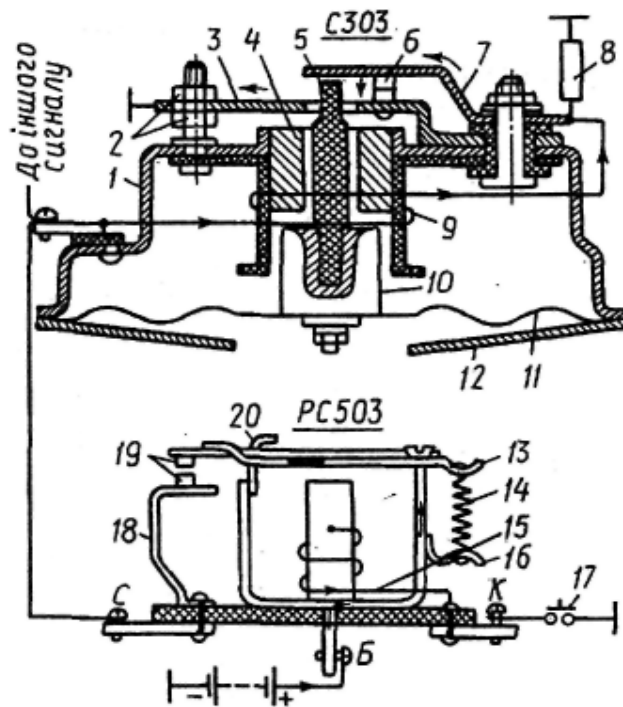


Рисунок 7.1 – Схема сигналу СЗОЗ та реле сигналів РС503

Після натиснення на кнопку 17 струм від плюсового виводу батареї протікає по обмотці 15 реле сигналів, а потім через кнопку 17 і корпус автомобіля - на мінусовий її вивід. У цьому разі осердя реле намагнічується і притягує якір 13, а контакти 19 замикаються, підмикаючи сигнали до акумуляторної батареї. Шлях струму в колі сигналів зображено на схемі стрілками.

Після замикання контактів 19 реле струм, протікаючи по обмотці 9 сигналу, намагнічує осердя 4, яке притягує до себе якір 10 і спричинює прогин мембрани 11. Якір через штифт 5 діє на пружну пластину 7 і спричиняє розмикання контактів б.

Розмикання електричного кола супроводжує розмагнічування осердя та якоря, а мембрана за рахунок своєї пружності набуває попередньої форми і відводить якір від осердя. Контакти переривача знову замикаються і робота сигналу повторюється. Контакти, а разом з ними якір і мембрана, вібрують з частотою від 200 до 400 періодів за секунду.

Вибираючи товщину і діаметр мембрани, діаметр дискового, довжину та конфігурацію рупорного резонатора, можна здобути звук відповідного тону та тембру. У сигналі високого тону рупор коротший і мембрана товстіша, ніж у сигналі низького тону.

Щоб запобігти впливу на звуковипромінювання сигналу маси автомобіля, потрібно застосувати ресорне підвішування.

7.2 Скло- і фароочисники, обмивники та вентилятори

Для очищення вітрового чи заднього скла або скла фари автомобіля чи трактора від атмосферних опадів (крапель дощу, снігу, бруду) застосовують склоочисники та обмивники.

До склоочисників пред'являються специфічні вимоги. Щітки мають рухатися по склу плавно, без поштовхів з визначеним кутом розмаху та зусиллям притискання до скла. Застосування на сучасних автомобілях гнутих стекел ускладнює роботу склоочисника, оскільки важко забезпечити щільне прилягання щіток до їхньої поверхні. Тому щітки склоочисників роблять гнучкими та збільшують зусилля пружин, які притискають щітки. Гнучкість щіток досягається збільшенням числа коромисел щіткотримача та наданням профілю щітки раціональної форми, тобто форми скла.

Різні кліматичні, дорожні та швидкісні режими руху автомобіля зумовлюють потребу зміни продуктивності склоочисника. Тому сучасні склоочисники мають дві або три швидкості, постійний чи переривчастий режим.

Основними елементами склоочисника є два важелі, що здійснюють коливальний рух. На важелях закріплені гумові щітки, котрі витирають вітрове чи заднє скло транспортного засобу. Площа очищення скла залежить від напрямку руху щіток та їх розташування.

В залежності від напрямку руху щіток існують склоочисники з паралельним та зустрічним рухом щіток (рис. 7.4). Різновидністю щіток з зустрічним рухом є щітки з пантографом (рис. 7.4, г). черв'ячного редуктора 4, кривошипа 2, системи важелів та щіток.

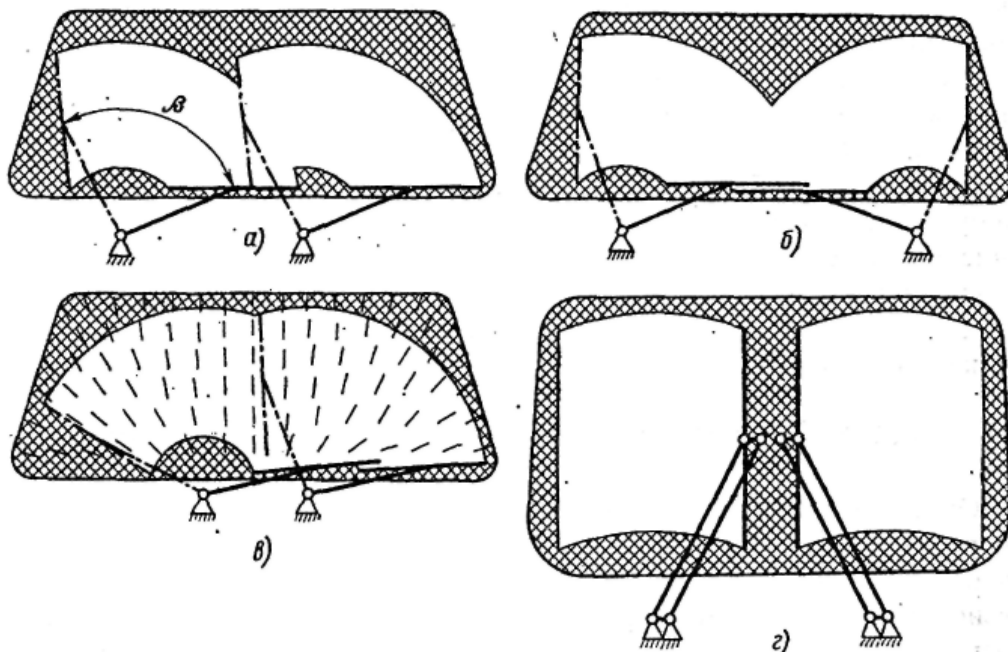


Рисунок 7.4 – Сектори очищення вітрового скла при русі щіток: а - паралельному; б - зустрічному; в - поперечному з різними кутами повороту щіток; г- за допомогою пантографа

Склоочисники можуть мати вакуумний, пневматичний або електричний привод. Склоочисники з електричним приводом (рис. 7.5) складаються з елек тродвигуна 3, ється на коливання важелів та щіток 1.

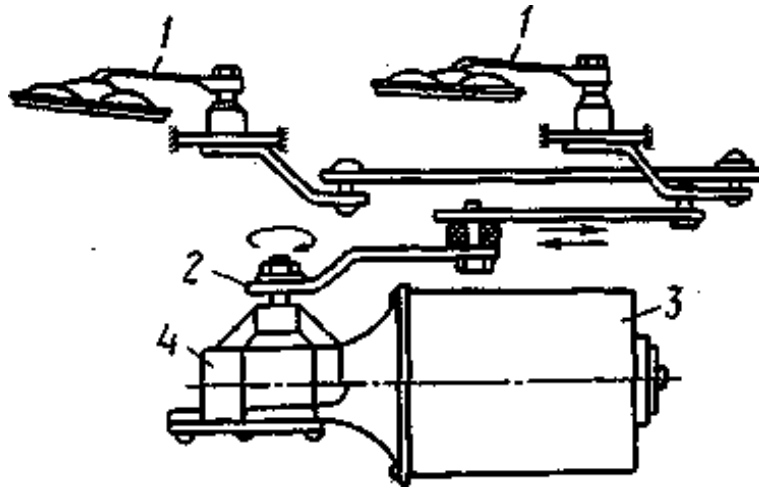


Рисунок 7.5 – Принципова схема склоочисника

Як додаток до склоочисників часто обладнують обмивники переднього чи заднього скла. Під час руху по сирій брудній дорозі і за відсутності дощу скло забруднюється від автомобілів, що обганяють чи рухаються зустрічно. В цих випадках щітки лише розмазують бруд по склу, а не очищають його. Обмивники скла складаються з бачка з чистою водою та насоса, що приводиться в рух електродвигуном. При роботі обмивника скло автомобіля під час руху змочується струменем води з форсунок, які встановлені біля склоочисника.

Зволожений бруд потім легко очищається щітками склоочисника. З метою підвищення безпеки руху на легкових автомобілях останніх випусків встановлюють фароочисники, які в темну пору доби за несприятливих кліматичних умов очищають розсіювачі фар від пилу та бруду. Існує два способи очищення фар: щітками чи струменем. Принцип дії та будова щіткового фароочисника аналогічні принципу та будові склоочисника переднього чи заднього скла. Принцип дії струменевого фароочисника полягає в тому, що частинки бруду та пилу на склі фари змиваються водою, яка подається від електричного насоса через форсунку під тиском до 0,3 бар.

Електричний склоочисник складається з привода, кривошипного механізму і щіток з важелями. Привод включає електродвигун постійного струму і черв'ячний редуктор, що з'єднані в одному корпусі.

Кривошипний механізм призначений для перетворення обертального руху зубчастого колеса черв'ячного редуктора в гойдальний рух важелів і щіток. Кінематична схема кривошипного механізму залежить від характеру руху щіток і конструкції механізму. Конструкція кривошипного механізму для однобічного руху щіток є більш простою.

Застосування на сучасних автомобілях гнутих передніх стекол ускладнює роботу

склоочисника. Це зв'язано з тим, що важко забезпечити щільне прилягання щітки до поверхні такого скла. Для забезпечення прилягання щітки по всій довжині їх виконують гнучкими і збільшують зусилля пружин, що притискають щітки. Гнучкість щіток досягається збільшенням числа коромисел власника щітки і використанням раціонального профілю щітки.

Конструкція електричного склоочисника легкового автомобіля приведена на рисунку 8.2. До підстави 10 прикріплений електродвигун 1 з черв'ячним редуктором 4. На черв'ячному колесі закріплений кривошип 5, що з'єднаний з важелем 6. Він зв'язаний з важелем 7, за допомогою якого рух передається через важелі до щіток. Щітки роблять гойдальний рух і протирають скло. На рисунку 8.10 також позначено: 2- біметалічний запобіжник; 4-зажим; 8-вимикач; 9- Важіль щітки; 11-додатковий опір.

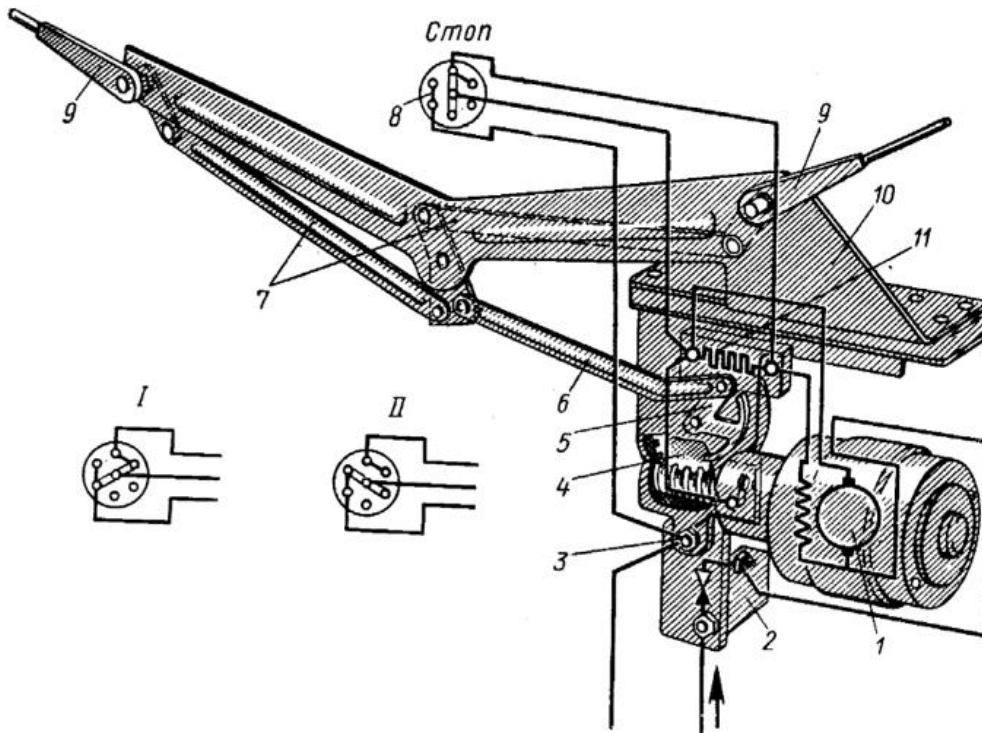


Рисунок 7.6 – Будова склоочишувача

Моторредуктори застосовуються в скло- і фараочистці, електроприводі блокування замків дверей, склопідйомниках та ін. Конструкція електродвигуна моторредуктора відрізняється тим, що його вал подовжений і закінчується нарізкою черв'яка редуктора. Двигун не має передньої кришки, її роль виконує стінка корпусу редуктора. Черв'ячне колесо через закріплений на ньому палець пускає в хід кривошипно-шатунний механізм, що перетворює обертальний рух колеса в коливальний рух вихідного вала редуктора, що зчленовується з важелем щітки. У моторредукторах з підвищеним кутом (до 120°) хитання щітки склоочисника шатунно-кривошипний механізм складається з пластин із зубцюватими секторами.

Конструкція моторедукторів склопідйомників показана на рисунку 8.5, де позначено: 1-електродвигун; 2-редуктор; 3-вихідна шестерня; 4-блок управління.

Якщо габарити електродвигуна не дозволяють розмістити його в зоні склопідйомного механізму, то там розташовується лише черв'ячний редуктор, вал якого приводиться в обертання від вала електродвигуна. Найбільш простий за будовою моторедуктор блокування замків дверей, представлений на рисунку 8.6, де позначено: 1-електродвигун; 2-редуктор; 3-рейка; 4-рухомий щиток. Моторедуктор 87.3730 має електродвигун з збудженням від постійних магнітів, на вихідному валу якого розташована шестірня, що переміщає зубцювату рейку, що здійснює в залежності від напрямку обертання вала двигуна чи блокування розблокування дверних замків через пересувний шток.

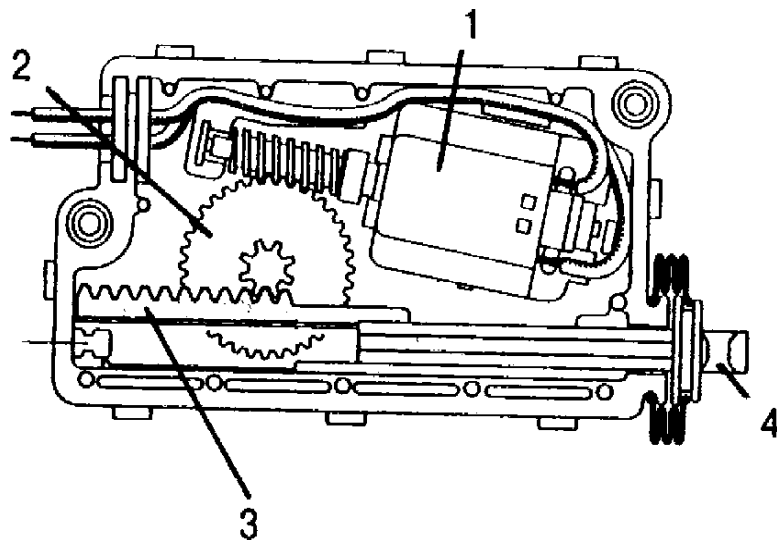


Рисунок 7.7 – Конструкція моторедуктора

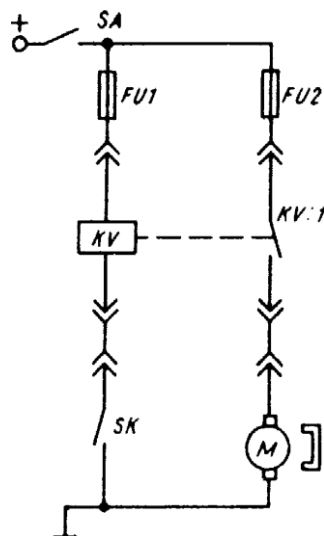


Рисунок 7.8 – Схема управління блокування дверей вентилятором системи охолодження

У двошвидкісному приводі зміна частоти обертання досягається введенням послідовно до ланцюга якоря резистора, а якщо конструкція двигуна це передбачає, переключенням у ланцюзі обмотки збудження чи подачею живлення на третю щітку двигуна з збудженням від постійних магнітів.

На рисунку 7.9 представлено схему керування двошвидкісним склоочисником із приводом від електродвигуна з постійними магнітами та з електромагнітним збудженням. У схему керування приводом входить трьохпозиційний перемикач SA, кінцевий вимикач SQ. При положенні 1 перемикача SA живлення в схемі 8.3,а подається на основну щітку, у схемі 8.3,б подається на електродвигун, минаючи додатковий резистор R_d . При цьому електродвигун працює на номінальній швидкості, що відповідає низькій ступіні частоти обертання.

Перевод перемикача в положення 2 підводить електроживлення до додаткової щітки електродвигуна з збудженням від постійних магнітів чи вводить у ланцюг рівнобіжної обмотки електродвигуна з електромагнітним збудженням резистор R_d , що викликає перехід електродвигунів на високу частоту обертання.

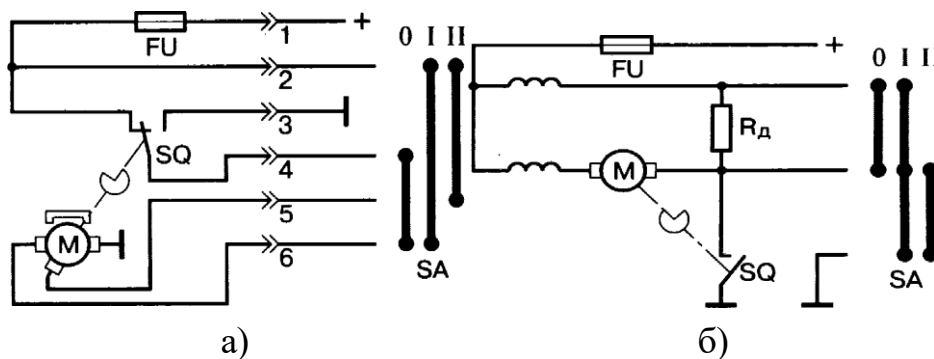


Рисунок 7.9 – Схеми управління двошвидкісним склоочисником

Для зупинки привода перемикач SA переводиться в положення 0. Однак електродвигун при цьому відразу не зупиняється, одержуючи живлення через контакт кінцевого вимикача, що розмикає, SQ. Після укладання важелів склоочисника в крайнє положення кінцевий вимикач SQ спрацьовує, розриває свій контакт, що розмикає, і електродвигун відключається від мережі живлення. При цьому в схемі замикається замикаючий вимикач SQ. Основні щітки електродвигуна виявляються з'єднаними накоротко. Виникає режим динамічного гальмування, що прискорює зупинку двигуна.

На сучасних автомобілях на додаток до склоочисника встановлюють омивачі переднього скла. Омивач змочує забруднене скло і полегшує видалення з його бруду. Склоочисник разом з омивачем забезпечують очищення скла без зупинок автомобіля в будь-яких умовах експлуатації. Привод діафрагменного насоса омивача у залежності від місця установки може бути педальним, ручним чи вакуумним. В сучасних склоомивачах використовують мотонасоси – відцентрові насоси з електричним приводом та дистанційним управлінням, що спрощує схеми прокладення шлангів.

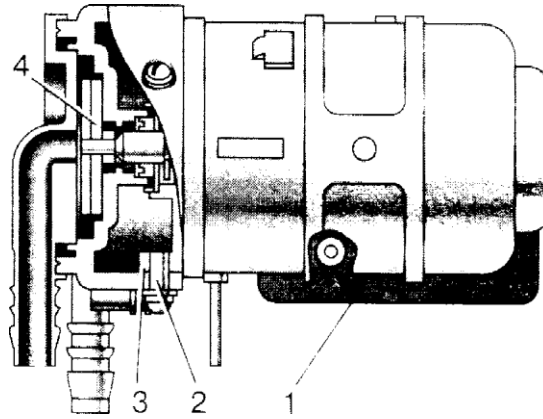


Рисунок 7.10 – Конструкція склопідйомника

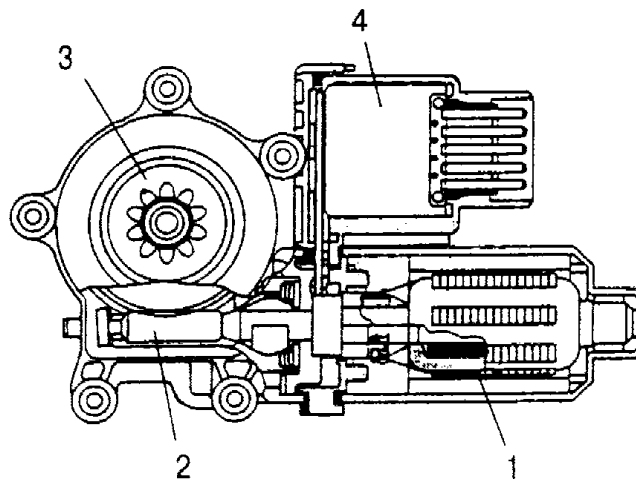


Рисунок 7.11 – Моторедуктор мотонасоса

Мотонасоси застосовуються в системах омивачів стекол і фар, у струминній фароочистці, системі перекачування рідини, у системі обігріву і т.п. Мотонасос являє собою з'єднання в одну загальну конструкцію електродвигуна з збудженням від постійних магнітів і рідинного насоса. На рисунку 7.11 показана конструкція мотонасоса фароочистка. Крильчатка відцентрового насоса, закріплена на валу електродвигуна, виконана з пластмаси, внутрішня порожнина електродвигуна захищена від улучення вологи гумовою манжетою. Режим роботи мотонасосів – короткочасний чи повторно-короткочасний.

Застосування електронних реле дозволило ускладнити алгоритм керування системою очищення, включивши в нього спільне керування склоочисником і склоомивачем.

7.3 Електродвигуни, комунікаційні засоби

Останнім часом застосування допоміжного електроприводу на транспортних засобах, особливо на автомобілях стрімко розширюється. Це пов'язано з тенденцією підвищення комфорту в салоні, що вимагає перекладання фізичних зусиль водія та пасажирів на електромеханічні пристрої, тобто на електропривід. В кінці ХХ ст. з'явився термін

«повний електропакет» щодо автомобіля, обладнаного (крім розповсюджених склоочисників, обігрівачів тощо) ще й електроприводом склопідійомників, центральним блокуванням замків, системою зміни положення сидінь, приводом дзеркал заднього виду.

Електропривід складається із електродвигуна, системи передачі механічної енергії споживачу та системи керування. Дуже часто електродвигуни об'єднують із системою передачі енергії і частково із системою керування та захисту. Електродвигун, об'єднаний з редуктором, створює моторредуктор, а з насосом – мотонасос.

Для приводу допоміжного обладнання використовуються електродвигуни постійного струму. Застосовують електродвигуни з електромагнітним збудженням та із збудженням від постійних магнітів.

Електродвигуни характеризуються номінальною напругою, потужністю на вихідному валу, частотою обертання вала. Потужності електродвигунів, як правило, відповідають: 6; 10; 16; 25; 40; 60; 90; 120; 150; 180; 250 та 370 Вт, а мінімальні частоти обертання вала – 2000; 3000; 4000; 5000; 6000; 7000; 8000; 9000 та 10000.

Електродвигуни з електромагнітним збудженням роблять двополюсними (рис. 17.4). Пакети статора та якоря набирають із сталевих пластин завтовшки 0,6... 1,0 мм. Магнітопровід 12 електродвигуна закріплено між кришкою 2 і корпусом 11, які стягнуто двома стяжними гвинтами 3. Графітові щітки 9 пружини 10 притискають до колектора Щіткотримачі прикріплено до ізоляційної пластини 4. Електродвигуни із збудженням від постійних магнітів забезпечують значну економію активних матеріалів, оскільки замість обмоток збудження в них вмонтовані постійні магніти. На рисунку 7.12 наведено електродвигун 45.3730, що використовується на автомобілях для приводу вентилятора в системі обігрівання салону. Він має сталевий корпус із листової сталі та відліту кришку з боку колектора та з боку вихідного вала. Постійні магніти зроблені з гексафериту барію і прикріплені до корпусу плоскими сталевими пружинами.

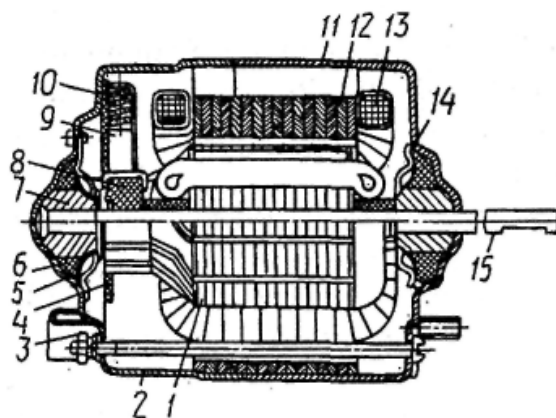


Рис. 7.12 – . Електродвигун з електромагнітним збудженням М3201 1 -якір; 2 - кришка; 3 – стяжний гвинт; 4 - траверса; 5, 14- пластинчасті пружини; 6 - набивка; 7 - підшипники; 8 - колектор; 9 - щітка; 10 - щіткотримач ; 11 - корпус; 12 - пакет статора; 13-обмотка збудження; 15-вихідний вал

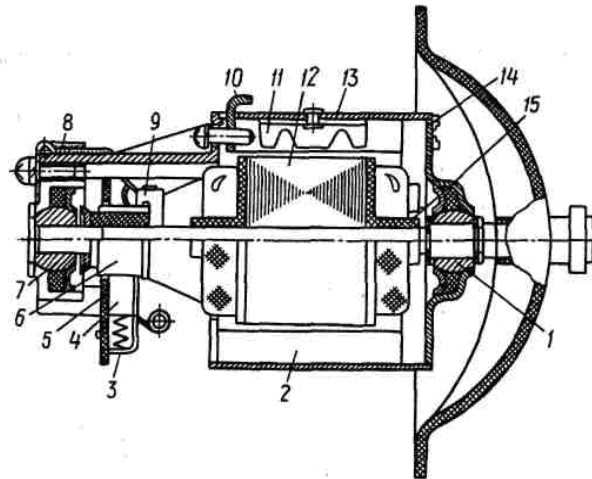


Рисунок 7.13 – Електродвигун із збудженням від постійних магнітів: 1,7 - підшипники; 2 - постійний магніт; 3 - щіткотримач; 4 - щітка; 5 - траверса; 6 - колектор; 8, 14 - кришки; 9 - котушка індуктивності; 10 - кріпильна пластина; 11 - пружина, що утримує магніт; 12 - якір; 13- корпус; 15- крайня ізоляційна пластина якоря

Аби збільшити момент і зменшити частоту обертання вихідного вала, слід використовувати спеціальні редуктори. Іноді редуктор виготовляють разом з електродвигуном.

Моторедуктори застосовуються в скло та фароочисниках, електроприводах блокування замків дверей, склопідйомниках і т.д. На рисунку 7.14 представлений моторедуктор склоочисника заднього скла 47.3730.

Конструкція електродвигуна моторедуктора подібна до конструкції електродвигунів, які використані у системі електроприводу. Проте його вал продовжено, і закінчується він черв'яком 2 редуктора. Електродвигун не має передньої кришки, її функції виконує стінка корпусу 4 редуктора. Щітково-колекторний вузол розташований з боку механізму приводу.

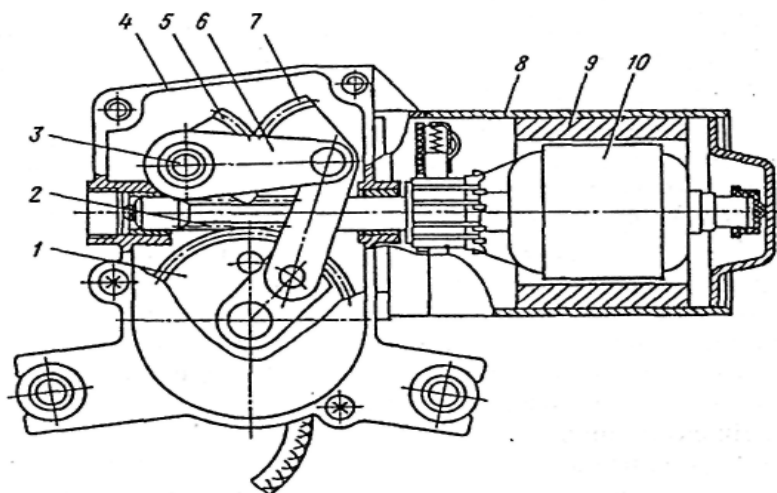


Рисунок 7.14 – Моторедуктор 47.3730 склоочисника заднього скла:

1 - шестерня; 2 - черв 'як; 3 - вихідний вал; 4 - корпус редуктора; 5,7 - зубчасті сектори; 6 - важіль; 8 - корпус електродвигуна; 9 - постійний магніт; 10-якір

Черв'ячне колесо через закріплений на ньому палець надає руху кривошипному механізму, який перетворює обертовий рух вихідного вала редуктора на коливальний рух щітки склоочисника. У моторредукторі 47.3730 кривошипний механізм складається з пластин із зубчастими секторами 5 та 7 і забезпечує кут відхилення щітки до 130°.

У моторредукторі розміщено кінцевий вимикач і біметалевий запобіжник, який захищає двигун від перевантаження. Контактний диск цього вимикача з прорізом поставлено на зубчастому колесі редуктора. Другим його контактом є невелика щітка, яка ковзає по торцю контактного диска. Коло розривається, якщо вона потрапляє в проріз диска.

Конструкція моторредукторів склопідйомників значною мірою залежить від розмірів електродвигуна. Якщо габарити малі і допускають розташування моторредуктора в зоні механізму підйому скла, то редуктор об'єднаний з двигуном в єдину конструкцію, в якій редуктор через черв'ячне колесо здійснює керування механізмом підйому. Така конструкція може мати одно- або багатоступеневий проміжний редуктор, що дозволяє при тій самій швидкості підйому скла збільшити частоту обертання якоря електродвигуна, і як наслідок, зменшити його габарити та масу.

Якщо габарити електродвигуна не дозволяють розташувати його в зоні склопідйомного механізму, то там розташовується лише черв'ячний редуктор, вал якого приводиться в обертання гнучким валом, сталеву струною або іншим способом від валу електродвигуна.

Моторредуктор блокування замків дверей 87.3730 має електродвигун зі збудженням від постійних магнітів, на вихідному валу якого знаходиться шестерня, що пересуває зубчасту рейку, яка залежно від напрямку обертання вала двигуна здійснює блокування чи розблокування дверних замків через рухомий шток.

Мотонасоси застосовуються в системах омивачів вітрового скла, скла фар, в струменевих фароочисниках, системах перекачування рідини, в системах обігріву і т.д. Мотонасос становить собою об'єднання в одну конструкцію електродвигуна із збудженням від постійних магнітів та рідинного насоса. Крильчатка відцентрового насоса закріплена на валу електродвигуна і виконується з пластмаси, внутрішня порожнина електродвигуна захищена від потрапляння вологи гумовою манжетною. Режим роботи мотонасосів - короткочасний або повторно-короткочасний.

Більшість електроприводів агрегатів автомобіля чи трактора мають просту схему керування вмиканням електродвигуна: безпосередньо вимикачем або через контакти проміжного реле.

У двохшвидкісному електроприводі частоту обертання вала електродвигуна змінюють, послідовно вмикаючи в коло якоря резистор, змінюючи кількість увімкнених у коло котушок обмоток збудження або підводячи струм до третьої щітки двигуна зі збудженням від постійних магнітів, коли його конструкція це передбачає.

Так, у системі охолодження двигуна автомобіля електродвигуном вентилятора

керує біметалевий датчик температури охолоджуючої рідини (рис. 17.7, а). У холодного двигуна контакти SK датчика температури розімкнені, обмотка реле KV знеструмлена, навіть коли вимикач SA увімкнено. Електродвигун М вентилятора від'єднано від мережі, і двигун автомобіля інтенсивно прогрівається. Досягши потрібної температури, контакти SK датчика замикаються, і реле KV вмикає електродвигун вентилятора. Коли двигун охолідиться, вентилятор вимикається. Така робота вентилятора забезпечує оптимальний тепловий режим двигуна і, як наслідок, економну витрату пального.

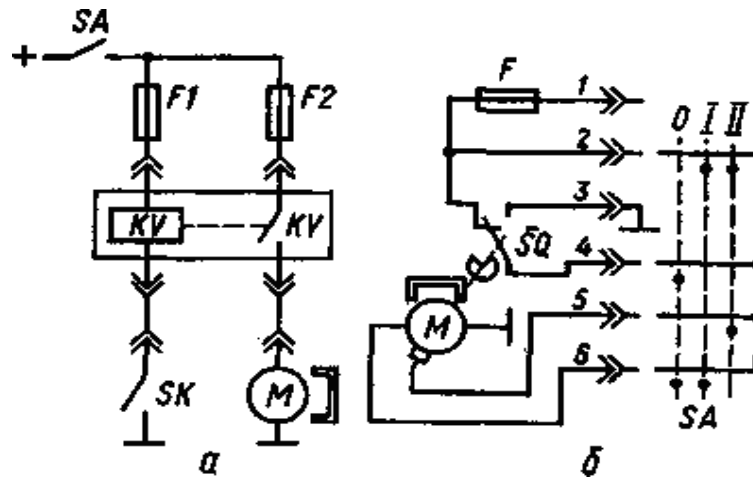


Рисунок 7.15 – Схеми керування:

а – електровентилятором системи охолодження двигуна; б – двохшвидкісним склоочисником

Схема керування електродвигуном склоочисника має давати змогу, щоб він працював із малою та великою частотами обертання вала 1, щоб можна було періодично вмикати електродвигун з перервами на 3...5 с, а також укладати щітки з вимкненим склоочисником у крайнє положення так, аби вони не заважали водієві оглядати дорогу.

Застосування електронних реле дає змогу поєднати керування склоочисником і склообмивником. На рисунку 7.16 зображено схему керування приводом склоочисника і склообмивника вітрового скла автомобіля електронним реле 52.3747. Коли вимикач SA стає в положення I, система вимикається. Виводи якоря електродвигуна МІ склоочисника через його кінцевий вимикач SQ і контакти KV:2 реле KV замкнені, а це забезпечує динамічне гальмування та швидку зупинку електродвигуна. Якщо вимикач SA перебуває у положенні IV, то напруга мережі через вмонтований в склоочисник біметалевий запобіжник F3 надходить до основних щіток електродвигуна МІ і він працює з малою частотою обертання вала. Коли цей вимикач перевести в положення V, живлення надходить до третьої додаткової щітки електродвигуна, і він працюватиме з великою частотою обертання вала; завдяки цьому скло очищатиметься інтенсивніше.

Якщо вимикач SA перебуває у положеннях II чи III (нефіксованому чи фіксованому), то склоочисник працює в переривчастому режимі. Напруга

надходитиме до основних щіток електродвигуна *MI* тільки тоді, коли замкнено контакти *KV: 1* реле *KV*. Спрацюванням останнього керує електронна схема реле часу, складена на операційному підсилювачі *DA* і транзисторах *VT1* та *VT2*.

Після переведення вимикача *SA* в положення II чи III струм протікає до виводу *j* реле 52.3747, з'єднаного із входом операційного підсилювача *DA*. Цей підсилювач забезпечує періодичне заряджання конденсаторів *C2* і *C3*, під час розряджання яких на коло база - емітер транзистора *VT1* цей транзистор і транзистор *VT2* відкриваються. Реле *KV* через перехід емітер- колектор транзистора *VT2* і вивід 15 підмикається до мережі живлення, спрацьовує, а його контакти *KV.1* замикаються, вмикаючи через вивід *S* електродвигун склоочисника, який починає працювати з малою частотою обертання. Після розряджання конденсаторів *C2* і *C3* коло бази транзистора *VT1* знеструмлюється, він закривається, закривається і транзистор *VT2*, реле *KV* розриває контакти *KV: 1* і склоочисник вимикається. Напруга до виводу *S* реле 52.3747 надходить з частотою 14 циклів на хвилину.

Реле 52.3747 після ввімкнення склообмивника забезпечує одночасне ввімкнення і роботу двигуна склоочисника з малою частотою обертання. Так, після переведення вимикача *SA* в положення VI (склообмивник увімкнено) через вивід 86 відбувається зміщення в напрямі переходу база – емітер транзистора *VT4*, і транзистори *VT4*, *VT3*, *VT1* та *VT2* відкриваються. Реле *KV* замикає контакти *KV: 1*, і склоочисник починає працювати.

Після вимкнення склообмивника конденсатор *C4* деякий час розряджається на коло емітер-база транзистора *VT3*, підтримуючи транзистори *VT3*, *VT1* і *VT2* у відкритому стані, й очищення скла припиняється не відразу, а після двох-чотирьох повних циклів.

На автомобілях електродвигун склообмивника об'єднано з насосом в єдиний вузол -*мотонасос*, який нагнітає рідину в три магістралі: до вітрового і заднього стекол і до фар. Магістраль відкривають електромагнітні клапани. Електромагнітний клапан *K* магістралі подавання рідини до вітрового скла вмикається одночасно з електродвигуном *M2* насоса, коли вимикач *SA* переведено в положення VI (рис.17.8). Діод *VD* призначений для відокремлення кіл електродвигуна *M2* і клапана *K*, завдяки чому мотонасос може подавати рідину в інші магістралі. У системі очищення заднього скла автомобіля *BA3-2109* електронне реле часу 45.3747 після повернення важеля вимикача склообмивника в початкове положення ще протягом 5 с забезпечує клапану та мотонасосу увімкнений стан.

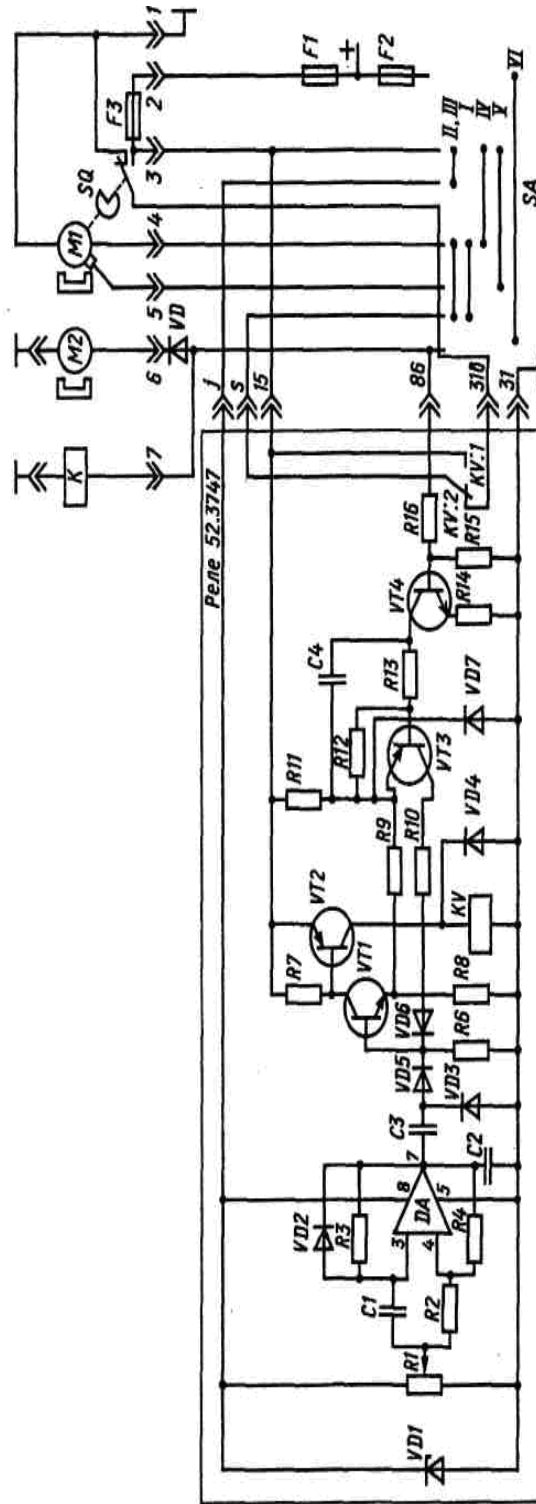


Рисунок 7.16 – Схема керування склоочисником і склообмивником із реле 52.3747

На японських автомобілях «Toyota» встановлений склообмивник та склоочисник, погоджену роботу яких забезпечує схема (рис. 7.18). Якщо вимикач S3 встановлений в положення 0, то електродвигун M2 склоочисника вимкнута, а кінцевий вимикач S2 через замкнуті контакти реле K з'єднує позитивну шітку цього електродвигуна з негативною. При цьому конденсатор C1 заряджається через резистори R6 та R7.

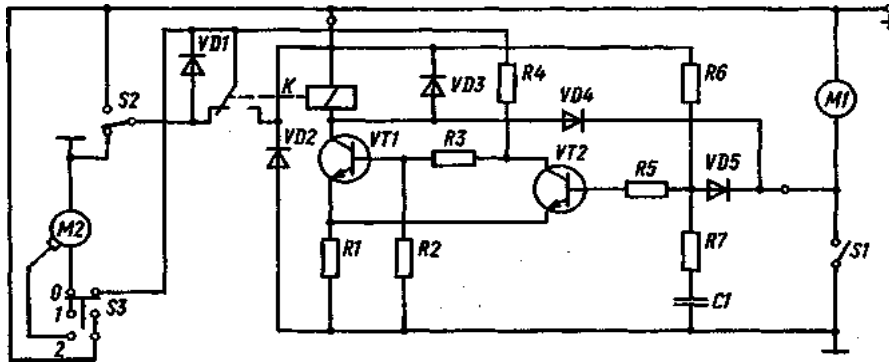


Рисунок 7.17 – Принципова схема керування склоочисником і склообмивником автомобіля «Toyota»

Вимикачем S1 забезпечується запуск двигуна M1, який приводить в роботу мотонасос склообмивника, починається зволоження вітрового скла. В цей час конденсатор C1 поступово розряджається через резистор R7, діод VD5 та замкнутий вимикач S1.

Вмикання S1 забезпечує також замикання кола живлення обмотки реле K через діод VD4, і контакти реле спрацьовують. Робочий контакт реле спочатку ліквідує коротке замикання якоря електродвигуна склоочисника M2, а потім з'єднує позитивну щітку з позитивним затискачем джерела струму. Під час запуску електродвигуна склоочисника M2 деяку затримку викликає лише індуктивність обмотки реле K. При протіканні струму через замкнуті контакти реле і через подільник напруги, що зібрано на резисторах R4, R3, R2 на ньому створюється спад напруги, під дією якої відкривається транзистор VT1. Отже, струм через обмотку реле K та через відкритий транзистор VT1 протікає і тоді, коли вимикач S1 уже вимкнутий.

Із вимиканням S1 розряджений конденсатор знову заряджається через резистори R6 та R7. Якщо напруга конденсатора стає достатньою для відкриття транзистора VT2, то він відкривається. При цьому нижнє коло подільника напруги, що складається з резисторів R4, R3 та R2, через відкритий транзистор VT2 доповнюється резистором R1, потенціал бази транзистора VT1 стає менше від порогового значення, і транзистор VT1 закривається. Реле K знеструмлюється і двигун склоочисника зупиняється. Запізнення вимикання двигуна для протирання скла насухо (2...3 коливання) визначається колом затримки, який складається з конденсатора C1 та резисторів R6 та R7. Вимикач S3 забезпечує можливість тривалої роботи склоочисника при двох різних швидкостях.

Прикладом схеми керування електроприводом також може служити схема керування системою блокування замків дверей автомобіля, яка складається з моторедуктора 87.3730 та електронного блоку керування, що представлена на рисунок 7.10.

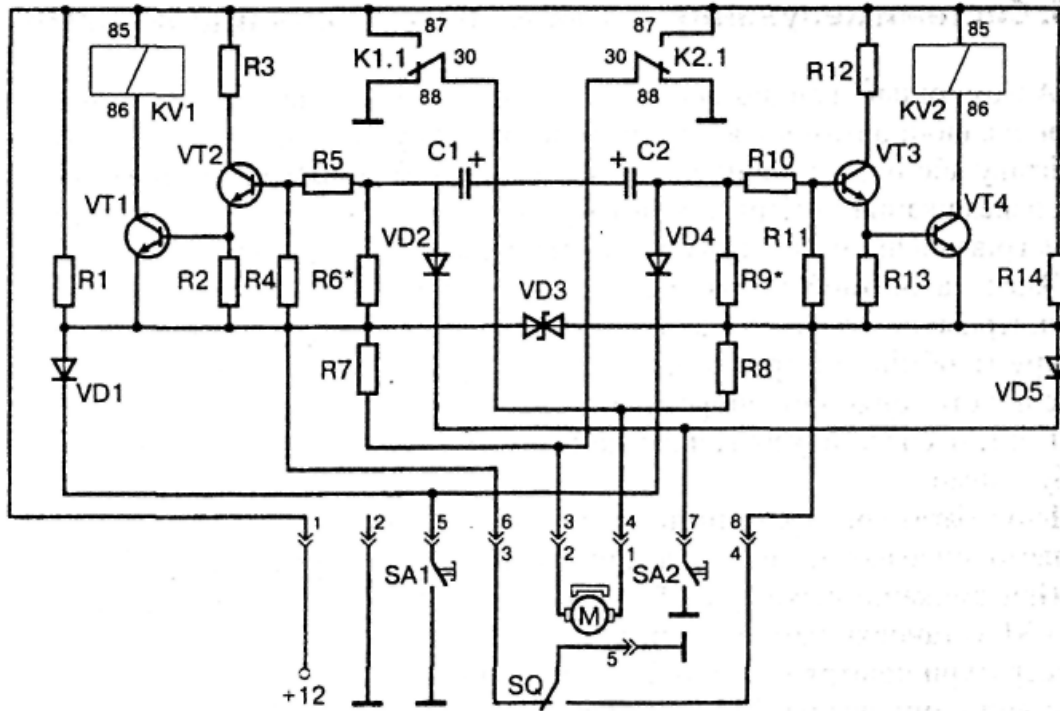


Рисунок 7.18 – Схема керування системою блокування замків дверей

При натискуванні на кнопку SA2 струм керування транзисторів VT3 та VT4 пройде по колу: +12-опір R1 - діод VD3 - опір R11 - база-емітер VT3 - база-емітер VT4 - діод VD5 - замкнута кнопка SA2 - маса.

Робочий струм проходить по колу: +12 - обмотка реле KV2 - колектор-емітер VT4- діод VD5 - кнопка SA2- маса. Контакти реле K2-1 замкнуть клему 3Q із клемою 87. Через це з'єднання до клемі 2 електродвигуна підключиться + акумуляторної батареї, а клемі 1 з'єднана через контакти реле K1.1 (3Q та 88) з масою автомобіля. При такій полярності електродвигун пересуває рейку в сторону здійснення блокування дверей (до тих пір поки спрацює кінцевий вимикач SQ. Коли двері заблоковані, то при натискуванні кнопки SA1 проходить струм керування транзисторів VT2 та VT1 по колу: +12 - замкнуті контакти 30 та 87 реле K2.1, опори R7 - R6 - R5.- база - емітер VT2 - база-емітер VT1 діод VD1 - клемі 5 - замкнута кнопка SA1 - маса. Відкриваючись, транзистор VT1 пропускає струм обмотки реле KV1 по колу: +12 - обмотка реле KV1 - колектор-емітер VT1 - діод VD1- замкнута SA1- маса.

Замикаються контакти 87 та 3Q реле KV, які пропускають + від акумуляторної батареї до клемі 1 електродвигуна М моторедуктора. На вивід 2 електродвигуна М подається "-" через нормально замкнуті контакти реле K2.1. Електродвигун М обертаючись в протилежну сторону розблокує двері. Кінцевий вимикач SQ блокує кнопки SA1 та SA2.

ТЕМА 8 ДАТЧИКИ ЕЛЕКТРОННИХ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ

8.1 Передумови створення датчиків

Сучасні електронні системи автоматичного керування різними технічними об'єктами, зокрема і автомобільними бортовими пристроями, мають подібну структуру. Різні давачі систем керування перетворюють інформацію про значення контрольованих неелектричних параметрів в електричний сигнал – напруга, струм, частоту, фазу тощо. Ці сигнали перетворюються на цифровий код і поступають в мікроконтролер. Мікроконтролер на підставі значень цих сигналів і згідно з закладеним у нього програмним забезпеченням приймає рішення, керує через виконавчі механізми (реле, соленоїди, електродвигуни) об'єктом.

Можливість вдосконалення автомобільних електронних систем великою мірою залежить від наявності надійних, точних і недорогих давачів.

У 1960-ті роки автомобілі було обладнано давачами тиску оливи, рівня палива, температури, охолоджувальної рідини. Їх виходи були підключені до стрілочних або лампових індикаторів на панелі приладів.

У 1970-х роках автомобільні компанії влилися в боротьбу за зменшення кількості токсичних викидів з глушника автомобіля – знадобилися додаткові давачі для керування силовою установкою, які необхідні для забезпечення нормальної роботи електронного запалювання, системи впорскування палива, трьохкомпонентного нейтралізатора, для точного задання співвідношення повітря/паливо у робочій суміші, для мінімізації токсичності вихлопних газів.

У 1980-х роках почали приділяти більше уваги безпеці водія і пасажирів – з'явилися антиблокувальна система гальмування (ABS) і повітряні подушки безпеки.

У силовому агрегаті (рис. 8.1) давачі використовуються для вимірювання температури і тиску більшості середовищ (температура всмоктуваного повітря, абсолютний тиск у впускному колекторі, тиск оливи, тощо).

Майже до всіх рухомих частин автомобіля підключені давачі швидкості або положення (швидкість автомобіля, положення дросельної заслінки, положення колінчатого валу, положення розподільного валу, положення і швидкість обертання валу в коробці перемикачів передач, положення клапана рециркуляції вихлопних газів).

Інші давачі визначають рівень детонації, навантаження двигуна, пропуски запалювання, зміст кисню в вихлопних газах.

В системі керування кліматом (в клімат-контролі) використовуються різні давачі в кондиціонері для визначення тиску і температури холодагента, температури повітря в салоні і поза бортом.

Є давачі, які визначають положення сидінь. Після появи антиблокувальної системи гальмування і активної підвіски знадобилися давачі визначення швидкості обертання коліс, висоти кузова стосовно шасі, тиску в шинах.



Рисунок 8.1 – Розташування датчиків на автомобілі

Датчики удару й акселерометри потрібні для правильного функціонування фронтальних і бічних повітряних подушок безпеки. Для переднього пасажирського сидіння з допомогою датчиків визначають наявність пасажирів, його вагу. Ця інформація використовується для оптимального надуву подушки безпеки на передньому сидінні. Інші датчики йдуть для бічних і стельових повітряних подушок безпеки, і навіть спеціальних повітряних подушок для захисту шиї і голови.

На сучасних автомобілях антиблокуючі системи гальмування замінюються складнішими і ефективними системами керування стабільності руху автомобіля. Виникає необхідність у нових датчиках. Розробляються і вже є датчики швидкості обертання автомобіля навколо вертикальної осі, датчики для попередження зіткнення (наприклад радарні), датчики для визначення близькості інших автомобілів, датчики положення рульового колеса, бічного прискорення, швидкості обертання кожного колеса, крутного моменту на валу двигуна тощо. Керування гальмівною системою автомобіля стає частиною більш загальної й ефективної системи електронного керування курсовою сталістю і стабільністю руху. З сказаного ясно, що на сьогодні датчики встановлюються практично у всіх системах автомобіля.

Датчики підключаються до блоку керування або засобам індикації для передачі інформації про параметри контрольованого середовища. В автомобільних системах ціна і надійність мають велике значення і при інших рівних умовах завжди вибирають датчики з найменшим числом з'єднувачів. Якщо до датчика підключити 5-6 проводів, доцільно розмістити мікросхему обробки сигналу безпосередньо на датчику і передавати дані контролеру через послідовний інтерфейс.

При підключенні датчиків до ЕБК слід мати на увазі, що шасі автомобіля не може бути використане в якості вимірювальної землі. Між точкою підключення ЕБК до маси і датчика напруга може падати до 1 В за рахунок силових струмів по «масі», що недопустимо як при штатній роботі датчика, так і при його діагностиці.

Майже до всіх рухомих частин автомобіля підключені датчики швидкості або положення (швидкість автомобіля, становище дросельної заслінки, становище

колінчатого валу, становище розподільного валу, положення і швидкість обертання валу в коробці перемикачів передач, становище клапана рециркуляції вихлопних газів).

Інші датчики визначають рівень детонації, навантаження двигуна, пропуски займання, зміст кисню в вихлопних газах.

В системі управління кліматом (в клімат-контролі) використовуються різні датчики в кондиціонері для визначення тиску і температури холодагента, температури повітря в салоні і поза бортом.

Є датчики, які визначають становище сидінь.

Після появи антиблокувальної системи гальмування і активної підвіски знадобилися датчики визначення швидкості обертання коліс, висоти кузова стосовно шасі, тиску в шинах.

Датчики удару й акселерометри потрібні для правильного функціонування фронтальних і бічних повітряних мішків безпеки. Для переднього пасажирського сидіння з допомогою датчиків визначають наявність пасажирів, його вагу. Ця інформація використовується для оптимального надуву мішка безпеки на передньому сидінні. Інші датчики йдуть для бічних і стельових повітряних мішків безпеки, і навіть спеціальних повітряних мішків для захисту шиї і голови.

На сучасних автомобілях антиблокуючі системи гальмування замінюються складнішими і ефективними системами управління стабільності руху автомобіля. Виникає необхідність у нових датчиках. Розробляються і вже є датчики швидкості обертання автомобіля навколо вертикальної осі, датчики для попередження зіткнення (наприклад радарні), датчики для визначення близькості інших автомобілів, датчики становища рульового колеса, бічного прискорення, швидкості обертання кожного колеса, крутного моменту на валу двигуна тощо. Управління гальмівною системою автомобіля стає частиною більш загальної й ефективної системи електронного управління курсовою сталістю і стабільністю руху.

З сказаного ясно, що сьогодні датчики встановлюються практично у всіх системах автомобіля.

На рисунку(8.2)показано найбільш раціональне розташування різних датчиків на автомобілі.

Датчики автомобільних електронних систем можна класифікувати за трьома ознаками: принципу дії, типу енергетичного перетворення і основному призначенню.

По принципу дії давачі поділяють на електроконтактні, потенціометричні, оптичні, оптоелектронні, електромагнітні, індуктивні, магніторезистивні, магніострикційні, фото- і п'єзоелектричні, а також давачі на ефектах Холла, Доплера, Кармана, Зеебека, Вигонда. Залежно від енергетичного перетворення давачі бувають активними, у яких вихідний електричний сигнал виникає як наслідок вхідного неелектричного впливу без докладання сторонньої електричної енергії з допомогою внутрішнього фізичного ефекту, і пасивними, у яких електричний сигнал є наслідком модуляції зовнішньої електричної енергії керуючим неелектричним

впливом. Наприклад, потенціометричний давач є пасивним перетворювачем кута повороту осі потенціометра (чутливого елемента) в електричний сигнал. Електричний сигнал з'явиться на виході потенціометра тільки тоді, коли у резистивну доріжку надійде зовнішня напруга. Слід зазначити, що всередині давача, у вигляді чутливого елемента, завжди має місце внутрішнє перетворення зовнішнього неелектричного впливу в проміжний неелектричний сигнал. Що стосується давача кута повороту, кутове положення осі потенціометра є неелектричним сигналом на виході чутливого елемента.

Цьому неелектричному сигналу відповідає електричний сигнал давача, якщо подане на резистивну доріжку зовнішнє напруження постійне. Лінійна характеристика перетворення може бути легко змінена на квадратичну, ступінчасту та будь-яку нелінійну із заданою крутизною, яка досягається добором конструктивних розмірів (довжини, ширини, товщини) резистивної доріжки.

Залежно від енергетичного перетворення датчики (Д) бувають активними, у яких вихідний електричний сигнал (ЕС) виникає як наслідок вхідного неелектричного впливу (НВ) без докладання сторонньої електричної енергії з допомогою внутрішнього фізичного ефекту (наприклад фото ефекту), і пасивними, у яких електричний сигнал (ЕС) є наслідком модуляції зовнішньої електричної енергії (ЗЕЕ) управляючим неелектричним впливом (НВ). Наприклад, потенціометричний датчик, є пасивним перетворювачем кута повороту осі потенціометра (чутливого елемента ЧЕ) в електричний сигнал. Електричний сигнал (ЕС) появиться на виході потенціометра тільки тоді, коли у резистивну доріжку (Д) надійде зовнішня напруга (ЗН). Слід зазначити, що всередині датчика, у вигляді чутливого елемента (ЧЕ), завжди має місце внутрішнє перетворення зовнішнього неелектричного впливу (НВ) у проміжний неелектричний сигнал (НС). Що стосується датчика кута повороту, кутове становище осі потенціометра є неелектричним сигналом (НС) на виході чутливого елемента (ЧЕ) Цьому Неелектричному сигналу (НС) відповідає електричний сигнал (ЕС) датчика, якщо подане на резистивну доріжку (Д) зовнішнє напруження (ЗН) постійно. Лінійна характеристика перетворення може бути легко змінена на квадратичну, ступінчасту та будь-яку нелінійну із заданою крутизною, яка досягається добором конструктивних розмірів (довжини, ширини, товщини) резистивної доріжки.

По призначенню датчики класифікуються по типу керуючого неелектричного впливу: датчики крайових положень, датчики кутових і лінійних переміщень, датчики частоти обертання і числа оборотів, датчики тиску, датчики температури, датчики вологості, датчики концентрації кисню, датчик радіації тощо.

Датчики підключаються до ЕБК або засобам індикації для передачі інформації про параметри контрольованого середовища. В автомобільних системах ціна і надійність мають велике значення і при інших рівних умовах завжди вибирають датчик з найменшим числом з'єднувачів. Якщо до датчика підключити 5-6 проводів, доцільно розмістити мікросхему обробки сигнала безпосередньо на датчику і передавати дані контролеру через послідовний інтерфейс.

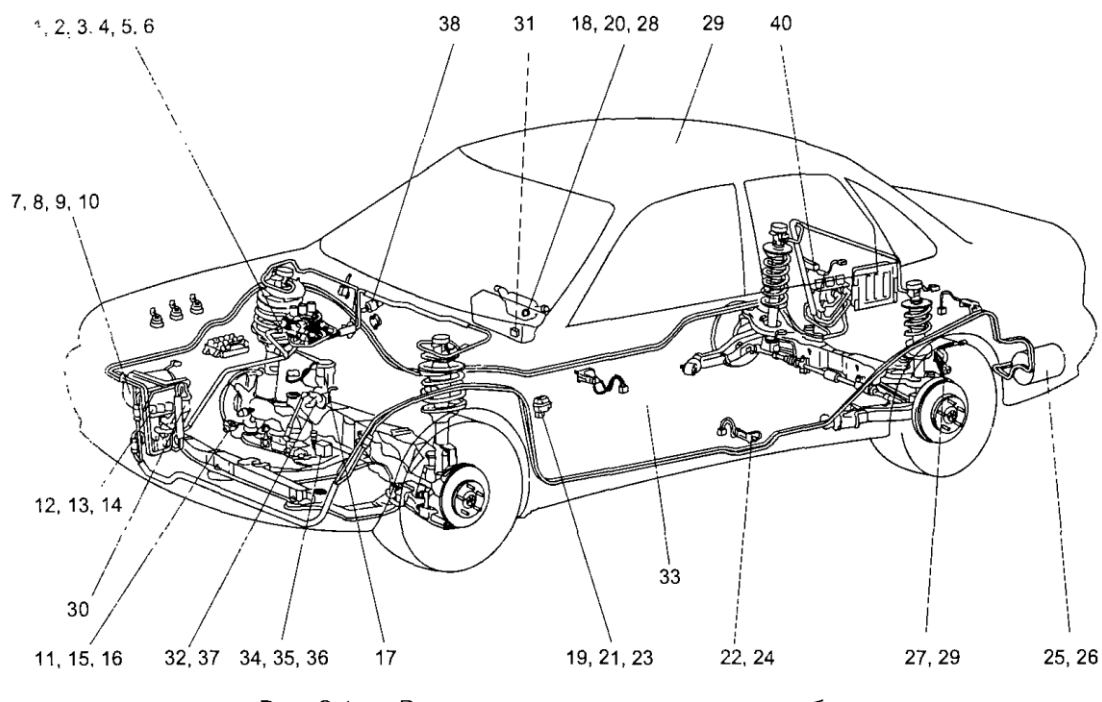


Рисунок 8.2 – Розташування датчиків на автомобілі

1. датчик конфігурації впускного колектора з керованою геометрією,
2. датчик тахометра,
3. датчик становища розподільного валу,
4. датчик навантаження двигуна,
5. датчик становища колінчастого валу,
6. датчик крутного моменту двигуна,
7. датчик кількості оливи,
8. датчик температури охолоджувальної рідини,
9. датчик швидкості автомобіля,
10. датчик тиску оливи,
11. датчик рівня охолоджувальної рідини,
12. радарний датчик системи гальмування,
13. датчик атмосферного тиску,
14. радарний датчик системи запобігання зіткнень,
15. датчик швидкості обертання ведучого валу коробки передач,
16. датчик обраної передачі у коробці передач,
17. датчик тиску палива на рампі форсунок,
18. датчик швидкості обертання керма,
19. датчик положення педалі,
20. датчик швидкості обертання автомобіля щодо вертикальної осі,
21. датчик протикрадіжної системи,
22. датчик положення сидіння,
23. датчик прискорення при фронтальному зіткненні,
24. датчик прискорення при бічному зіткненні,

25. датчик тиску палива в баку,
26. датчик рівня палива в баку,
27. датчик висоти кузова стосовно шасі,
28. датчик кута повороту керма,
29. датчик дощу чи туману,
30. датчик температури забортного повітря,
31. датчик ваги пасажирів,
32. датчик кисню,
33. датчик наявності пасажирів в сидінні,
34. датчик становища дросельної заслінки,
35. датчик пропусків займання,
36. датчик становища клапана рециркуляції вихлопних газів,
37. датчик абсолютного тиску в впускному колекторі,
38. датчик азимута,
39. датчик швидкості обертання коліс,
40. датчик тиску в шинах.

При підключенні датчиків к ЕБУ слід мати на увазі, що шасі(маса) автомобіля не може бути використана в якості вимірювальної землі. Між точкою підключення ЕБУ до маси і датчиком напруга може падати до 1 В за рахунок струмів силових по масі, що недопустимо як при штатній роботі датчика, так і при його діагностиці.

8.2 Датчики тиску

На сучасних автомобілях використовується велика кількість датчиків тиску (від тиску оливи до диференціального тиску повітря з різних боків кузова), і їх кількість постійно збільшується.

Вимірювання тиску у різних рідинних і газоподібних мінливих середовищах виробляється на автомобілі у процесі розробки, виробництва та експлуатації. Результати цих вимірів необхідні для проведення експериментальних досліджень, забезпечення нормальної безпечної експлуатації автомобіля, видачі інформації водієві, для діагностики.

Залежно від вимірюваного параметра можна застосовувати різні одиниці виміру тиску. У системі СІ це Паскаль (Па) чи кілопаскаль (кПа). Незалежно від методу виміру в технічних системах визначається надлишковий, абсолютний чи диференціальний тиск.

Серійний автомобіль має кілька датчиків для вимірювання тиску, наприклад, розрідження у впускному колекторі, тиск оливи у двигуні тощо.

Водію зазвичай видається інформація з наступних датчиків: тиску оливи у двигуні, рівня палива, рівня оливи, тиску охолоджувальної рідини, рівня охолоджувальної рідини, рівня рідини в змивачі, рівня рідини в коробці перемикачів

передач, тиску в шинах.

Датчики барометричного тиску й абсолютного тиску у впускному колекторі.

Такі датчики використовуються у системах управління двигуном при визначенні маси палива по об'ємній витраті повітря. Такий спосіб дешевше у реалізації по порівнянню з безпосереднім виміром масової витрати повітря, але менш точний. Можуть застосовуватися лише для діагностики в бортових діагностичних системах другого покоління OBD-II.

Датчики барометричного (атмосферного) тиску потрібні для адаптації ЕБУ до перепадів висоти із змінами погоди. Вони застосовуються разом з витратоміром повітря за по об'єму. Часто це один і той самий датчик, тоді вимір атмосферного тиску виробляється, коли запалювання включено, а двигун ще не працює. При їзді в горах інколи доводиться спеціально зупинитися і перезапустити двигун для адаптації системи управління подачі палива до нової висоти.

Випускаються і здвоєні датчики (рисунок 8.3). Вхід барометричного датчика залишається відкритим і на нього подається атмосферний тиск, вхід датчика розрідження з'єднується вакуумним шлангом з впускним колектором.

Барометричні датчики і датчики тиску, застосовувані для виміру розрідження у впускному трубопроводі, може бути різних конструкцій. Датчики тиску дискретного дії є пристрій, де замикання і розмикання контактів відбуваються під впливом пружною мембрани, що відчуває яка вимірюється тиск.

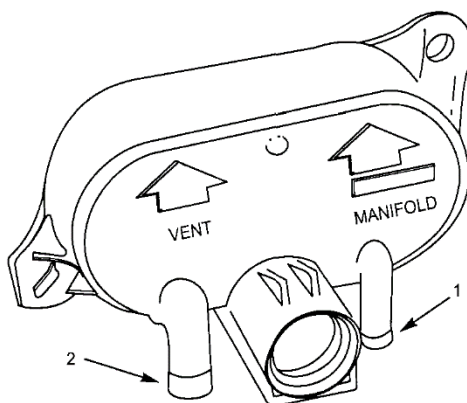


Рисунок 8.3 – Комбінований датчик барометричного тиску і розрідження: 1 – вакуумний шланг, 2 – шланг у повітря

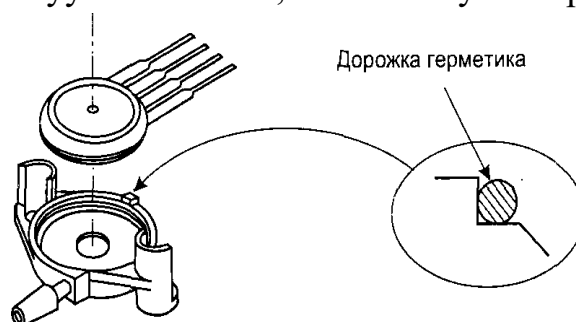


Рисунок 8.4 – Інтегральний датчик тиску в захисному корпусі

Барометричні датчики і датчики тиску, застосовувані для виміру розрідження у впускному трубопроводі, можуть бути різних конструкцій. Датчики тиску дискретної дії представляють собою пристрій, де замикання і розмикання контактів відбуваються під впливом пружної мембрани, що відчуває вимірювальний тиск.

Датчики тиску безперервної дії являють собою або потенціометр, повзунок якого пов'язаний з мембраною, або котушку індуктивності, в яку мембрана під впливом тиску всуває магнітний сердечник.

Сучасні інтегральні датчики (рисунк 8.4) підключаються до мікропроцесору ЕБУ через комутатор і аналого-цифровий перетворювач (АЦП). Для 8-розрядного контролера крок дискретизації може становити до 4 мс, для 16-розрядного – до 2 мс.

Похибка датчика абсолютного тиску, у впускному колекторі зазвичай близько 1%.

Датчик барометричного тиску працює у діапазоні 60... 115 кПа, має похибку близько 1,5%. Скраю робочого діапазону, як по температурі, так і по тиску, похибка зростає.

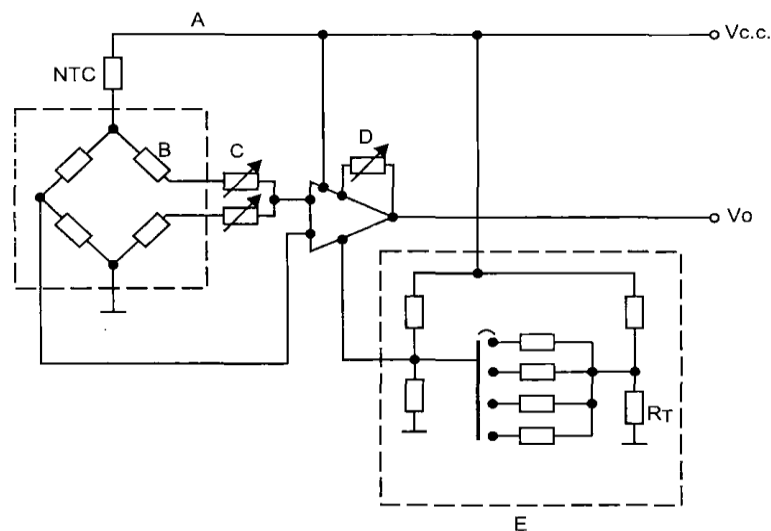


Рисунок 8.5 – Спрощена електрична схема датчика абсолютного (атмосферного) тиску з колами компенсації: А – коло температурної компенсації, В – вимірювальний міст, С – підстроювання нуля, D – коефіцієнт посилення, Е – термокомпенсація підсилювача

Датчики абсолютного тиску в двигунах з наддувом працюють у діапазоні тиску 20...200 кПа.

Розглянуті датчики мають, як правило, інтегральне виконання і кріпляться до стінок відповідних трубопроводів.

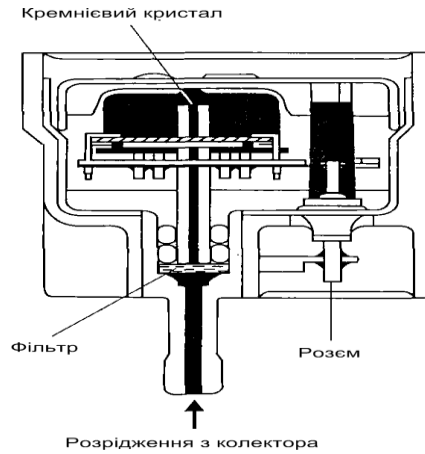


Рисунок 8.6 – Датчик розрідження у впускному трубопроводі

Широкого поширення набули напівпровідникові датчики з перетворювачем тиску на кремнієвому кристалі, у роботі якого використовується резистивний ефект. На поверхні кристала сформований місток опорів, струм через них змінюється під впливом деформації. Потім струм посилюється і вводиться температурна компенсація. Ці датчики відрізняються невеликими розмірами і високою надійністю. Інтегральні датчики дуже технологічні, їх вихідний сигнал уніфікований для підключення до аналогових чи імпульсних входів мікроконтролера.

Датчики тиску в рідинних середовищах

На автомобілях вони традиційно призначені для перетворення переміщення пружної діафрагми у положення перемикача чи движка потенціометра. На такому принципі працюють всі датчики тиску оливи в ДВЗ колишніх конструкцій. Сьогодні електромеханічні датчики замінюються на кремнієві чи керамічні інтегральні. Безпосередньо в самому корпусі датчика розміщують уніфікуючі перетворювачі. Є захист від електромагнітних перешкод, мікросхеми працюють за нормальної температури $-40...+150^{\circ}\text{C}$ за умов вібрацій, при тиску до 500 psi (3440 кПа), в агресивних хімічних середовищах. Із міркувань вартості, корпуси датчиків виготовляються з пластмаси, стійкої до перелічених впливів.

Інформація про тиск оливи в коробці перемикання передач використовується контролером, який управляє перемиканням швидкостей. Вимоги до датчику тут такі ж, як виміри тиску оливи у двигуні.

Тиск рідини у гальмівній гідравлічній системі значно вищий, ніж у коробці перемикання передач. Наприклад, в ABS він може досягати 500 psi (3440 кПа). Тиск рідини у гальмівній системі автомобіля близько 150 psi (1030 кПа), він вимірюється датчиками на легкових автомобілях на етапі випробувань, і на важких вантажівках при експлуатації. На пасажирському автомобілі достатньо мати один датчик тиску для контролю за гідравлічною системою. Наприклад, у системі ABS-VI фірми GM тиск оцінюється по току електродвигунів насосів.

Нові застосування датчиків тиску

Описувані нижче датчики використовуються на стадії розробки нових автомобільних систем. Їх застосування на серійних автомобілях визначається ціною, запитами споживача, вимогами законодавства, необхідністю при діагностиці.

Система контролю тиску повітря в шинах

Система дає змогу стежити за тиском в шинах і при його зменшенні нижче заданого рівня на щитку приладів автомобіля загоряється ламповий чи світлодіодний індикатор.

Кожному колесу відповідає окремий індикатор. Знижений тиск у шинах підвищує їхню зношеність, а також розхід палива, це може призвести до втрати управління автомобілем, підвищений тиск – веде до вібрацій. На рисунку 8.6 показані блок-схеми системи контролю тиску в шинах і розміщення датчика в колесі автомобіля.

Система складається з трьох основних елементів. На ободі колеса встановлено мембранний мініатюрний датчик тиску (перший елемент), який замикає контакти при зниженні тиску в шині і тим самим створює вторинне коло для високочастотного випромінювача (другий елемент), який розміщений на вузлі кріплення гальмівних колодок (на супорті). Датчик тиску постійно проходить в безпосередній близькості до випромінювача під час обертання колеса. Факт появи вторинного кола для випромінювача фіксується ЕБУ. На приладовому щитку загоряється контрольний індикатор (третій елемент), який відповідає колесу зі зниженим тиском в шині. Система вимірює тиск з точністю до ± 50 мілібар. При нагріванні на 10°C тиск у шині підвищується на 1,5 psi (10,33 кПа). Підвищення температури повітря на шині не позначається на точності датчика тиску і не викликає хибних спрацювань системи.

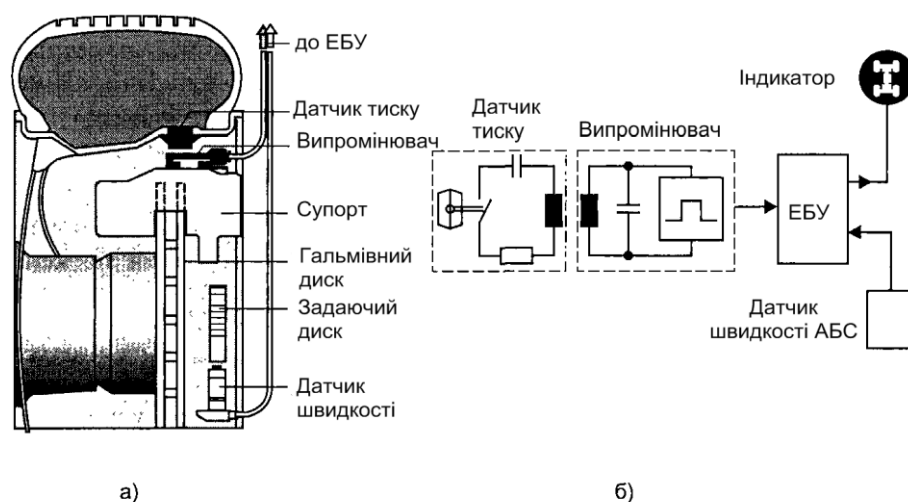


Рисунок 8.6 – Система контролю тиску в шинах:

а) розміщення на колесі; б) блок схема

Тиск у системі рециркуляції вихлопних газів

Система рециркуляції вихлопних газів (exhaust gas recirculation – EGR) призначена для зменшення змісту окислів азоту (NO_2) в вихлопних газах. У

присутність сонячного світла (NO_2) вступає у реакцію з вуглеводнем, створюючи канцерогенний фотохімічний смог.

Вперше система EGR була застосована на автомобілях Chrysler в 1972 році. Окисли азоту виникають при температурі в камері згоряння вище 1370°C (2500°F). У певних режимах роботи двигуна, коли не виробляється відбір повної потужності, наприклад, при рівномірному русі по шосе, можна знизити температуру згоряння робочої суміші, тобто вдатися до зменшення потужності. Це досягається запровадженням невеликої кількості (6... 10%) вихлопних газів з випускного у впускний колектор. Оскільки вихлопні гази інертні, всі вони розбавляють ТВ-суміш, не змінюючи співвідношення повітря/пальне.

З 80-х років EGR є частиною електронної системи управління двигуном. Відповідно з вимогами до бортових діагностичних систем другого покоління OBD-II, систему управління двигуном постійно контролює справність клапана EGR, оскільки вихід його з експлуатації призводить до збільшення забруднення довкілля вихлопними газами автомобіля.

Тиск парів палива в баці

Автомобіль виробляє токсичні відходи при експлуатації, які попадають у довкілля: 60% у виді вихлопних газів під час руху, 20% у виді картерних газів і 20% з допомогою випарів палива. На рисунку 8.7 показана система уловлювання парів бензину з паливного бака, у якій для керування продувкою адсорбера використовується клапан з диференційним датчиком тиску між тиском в задросельній зоні впускного колектора і тиском парів палива в баку. робочий діапазон $\pm 0,5$ psi (3,5 кПа).

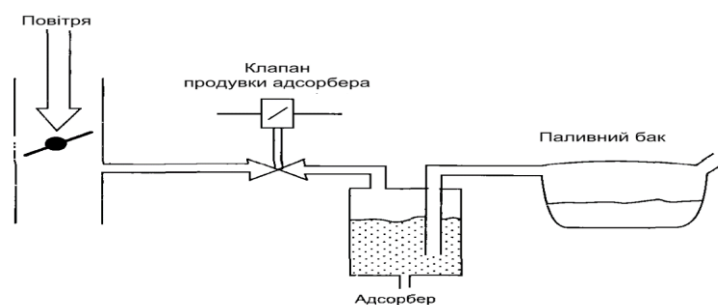


Рисунок 8.7 – Система уловлювання парів бензину Тиск бензину рампи

Регулятори тиску палива на рампі форсунок зазвичай роблять механічними і розміщують безпосередньо на рампі. У деяких моделях (наприклад, 5,9-літровий Dodge Magnum) паливний фільтр і регулятор тиску розміщені у баку, що виключає повернення нагрітого палива, зменшує його випаровування. Є системи подачі палива зі стабілізацією тиску в рампі без поворотної лінії, де паливний електронасос включається системою стабілізації періодично.

Кидки тиску

Такі явища можуть бути у різних автомобільних системах. Наприклад, у системі

подачі палива нормальний тиск менше 75 psi (520 кПа), а під час форсунок можуть бути стрибки до 300 psi (2070 кПа).

Під час зворотнього спалаху у впускному колекторі тиск піднімається до 75 psi (520 кПа).

Традиційні методи боротьби з кидками тиску: механічні стопори і фільтри, раціональна (ударостійка) конструкція датчиків. У середовищі сучасних інтегральних датчиків тиску використовуються кремнієві чутливі елементи. Їх модуль пружності

30 *10(в 6 степені) psi (буде не гірший, ніж в сталі), а напруга плинності вища (180...300 psi). У міцному корпусі такі датчики зазвичай витримують кидки тиску.

Нові конструкції датчиків тиску Мембранні потенціометричні датчики

Чутливим елементом є гнучка діафрагма чи мембрана. При зміні тиску, її переміщення перетворюється в становище движка потенціометра. Для потенціометричних датчиків характерні: підвищений рівень шуму, знос, статичне тертя утрудняє регулювання в діапазоні менш 0,5% від номіналу.

Резистивний дровий потенціометр зі ковзаючим контактом – одне з найбільш простих і ефективних перетворювачів переміщення. На його використання потрібно лише з'єднати ковзаючий контакт (движок) з рухомим об'єктом, а решту потенціометра закріпити нерухомо. Але движок потенціометра контактує з окремими витками на котушці, тому вихідний сигнал (напруга) перетворювача змінюється не безупинно, а вигляді перемижованих малих і великих стрибків. Малий стрибок має місце, коли движок замикає два сусідні витка, великий стрибок відповідає моменту переходу движка до наступного витка і розмикання контакту з попереднім витком. Отже, дозвіл цього перетворювача залежить від діаметра намотанного дроту і може бути поліпшено шляхом застосування більш тонкого дроту. Для потенціометра з щільністю намотки 50 витків на міліметр, що близько до граничної межі, граничний дозвіл становить 20 мкм.

Датчики тиску на основі лінійних диференціальних трансформаторів (ЛДТ).

У цих датчиках зміщення діафрагми перетворюється на переміщення сердечника ЛДТ. Такі датчики раніше на автомобілях не застосовувалися.

Лінійний диференціальний трансформатор – це електромеханічний пристрій, який виробляє вихідний електричний сигнал, пропорційний переміщенню феромагнітного сердечника. ЛДТ складається з первинної і двох вторинних обмоток, симетрично розташованих на циліндричному каркасі. Вільно рухомий всередині обмоток феромагнітний сердечник у вигляді стержня забезпечує зв'язок цих обмоток через магнітний потік. На рисунку 8.8 показана конструкція ЛДТ і приведена його принципова електрична схема.

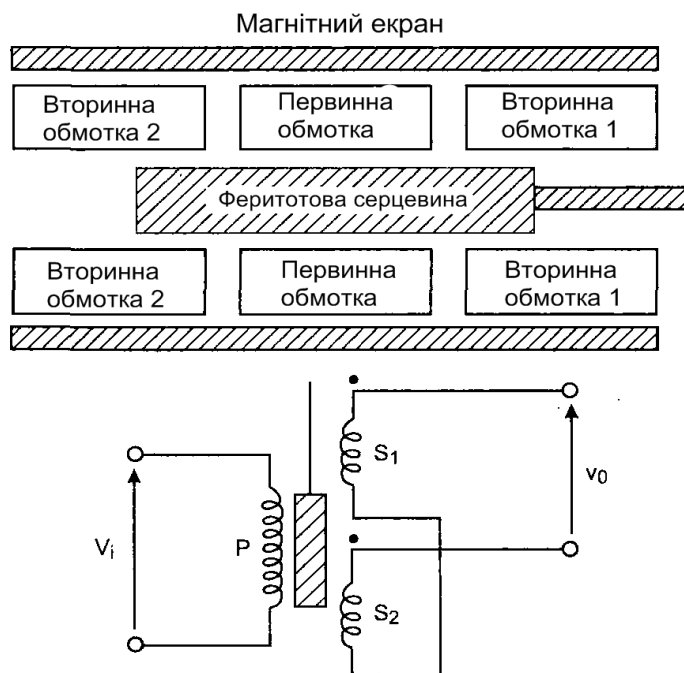


Рисунок 8.8 Лінійний диференціальний трансформатор та його принципова схема

Корисну інформацію про переміщення несуть амплітуда і фаза вихідного сигналу. Доводиться використовувати фазочутливі демодулятори, вони є у інтегральному виконанні.

На автомобілях ЛДТ можна застосовувати в датчиках абсолютного тиску впускного колектора, де вони перетворюють переміщення мембрани в електричний сигнал.

ЛДТ забезпечує похибку перетворення, переміщення сердечника в напругу порядку 0,25%.

Первинна обмотка підзаряджається синусоїдальною напругою 3...15 В із частотою

2...5 кГц. Коефіцієнт трансформації диференціального трансформатора 10:1...2:1.

ЛДТ характеризується відсутністю тертя, стабільністю нуля, гальванічною розв'язкою входу й виходу, може працювати у агресивних середовищах.

Ємнісні датчики тиску

У цих датчиках одна з обкладок конденсатора є діафрагмою, яка прогинається при зміні тиску. Номінальна ємність конденсатора визначається залежністю $C = A \cdot k \cdot \epsilon / d$, де A – площа обкладки, ϵ – діелектрична стала, d – відстань між обкладками, k – коефіцієнт, залежить від конструкції датчика. В якості чутливих елементів використовуються кремнієві чи керамічні діафрагми.

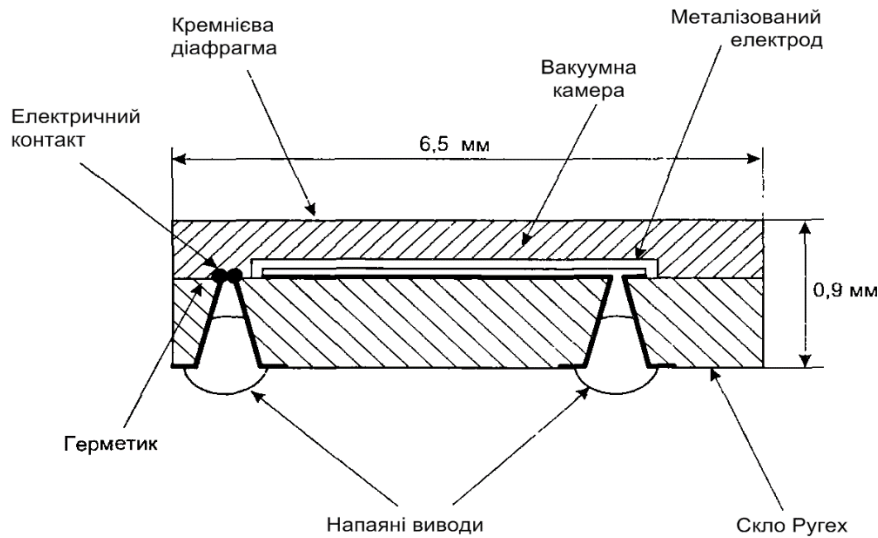


Рисунок 8.9 – Ємкісний датчик з кремнієвим чутливим елементом для виміру розрідження (Ford)

Кремнієва діафрагма закріплена на корпусі зі скла Ругех, поверхня скла металізована до створення обкладки конденсатора методом фотолітографії. Після закріплення кремнієвої діафрагми на скляній основі спеціальним герметиком в порожнині створюється вакуум, отвори запаюються припоєм, який утворює виводи конденсатора для монтажу на плату або керамічну підкладку. Ємність конденсатора змінюється лінійно приблизно від 32 до 39 пікоФ за зміни тиску від 17 до 105 кПа. Розміри датчика 6,7 x 6,7 мм, коефіцієнт ТКЕ – $(30...80) \cdot 10^{-6}$ (степені) на °С, нелінійність менш 1,4%, час встановлення менш 1 мс. Вихідний сигнал датчика для підключення до ЕБУ зазвичай перетворюють в частоту. Аналогічно влаштовані і керамічні датчики.

Скловолокнистий датчик тиску

Для вимірів великих тисків або за високих температур застосовуються спеціальні методи. Скловолокнистий датчик можливо буде використовуватися для безпосереднього вимірювання тиску в камері згорання на серійних автомобілях. Це потрібно для управління двигуном і контролю процесу запалення робочої суміші. Скловолокнистий, іноді говорять волокняно-оптичний, датчик (рисунок 8.10) витримує температури до 550 °С (більше, ніж п'єзоелектричний), робочий діапазон тисків 0...1000 psi (7000 кПа) з перевантаженнями до 3000 psi. Світлове випромінювання від джерела проходить через оптичні волокна й потрапляє на діафрагму розбіжним пучком. Відбите від діафрагми випромінювання проходить по іншому каналі кабеля. Інтенсивність зворотного світлового випромінювання залежить від зазору D й положення діафрагми. Досвідчені зразки датчиків монтувалися у свічку запалювання і мали похибку менше 5%. В якості датчиків аварійного тиску й для виконання інших нескладних функцій у сучасних автомобільних системах, поруч із вищеописаними, використовуються найпростіші контактні датчики.

8.3 Датчики температури і вологості

Температура і вологість – найважливіші чинники, враховані під час проектування і експлуатації автомобілів. Автомобілі експлуатуються у різних кліматичних зонах ($-60...+57\text{ }^{\circ}\text{C}$), причому у підкапотному просторі температура може змінюватися буде в діапазоні $-40...+125\text{ }^{\circ}\text{C}$; в салоні $-40...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

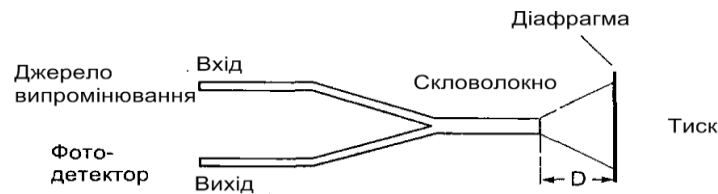


Рисунок 8.10 – Скловолокний датчик тиску

Вузли автомобіля, у яких здійснюється вимірювання температури

В багатьох вузлах автомобіля необхідно здійснювати вимірювання температури на етапі доведення досвідченого зразка. На серійних автомобілях датчики температури необхідні для забезпечення штатної роботи двигуна, системам управління і діагностики.

Вологість впливає на комфортабельність салона і робочу здатність деяких вузлів автомобіля.

Методи і кошти виміру температури можуть відрізнитись для серійних та досвідчених автомобілів. Для серійних найважливіші експлуатаційні характеристики, надійність, вартість. Для досвідчених – сумісність зі складною вимірювальним і реєструючим устаткуванням, доступність такого обладнання в даний час.

Температура рідинних середовищ. Це зазвичай охолоджувальна рідина (охолоджувач ДВЗ), масло двигуна, в коробці передач, паливо, гальмівна рідина, електроліт в акумуляторі. Температура охолоджувача контролюється на серійних автомобілях. Можна контролювати температуру масла у двигуні і в коробці передач. На гоночних автомобілях при відборі пікової потужності контролюється температура палива, масла, охолоджувача. Температура зазначених рідин вимірюється не більше $-40...+200\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Температура електроліту в акумуляторах повинна враховуватися для установки оптимальної зарядної напруги на генераторі. Це потрібно зазвичай на етапі випробувань. Використовуються скляні термометри чи засклені термопари. На електромобілях можна використовувати акумулятори з робочою температурою електроліту $300...350\text{ }^{\circ}\text{C}$ чи тверді паливні елементи з робочою температурою до 1000°C , при цьому система управління і діагностики повинна постійно контролювати цю температуру.

Температура повітря на серійних автомобілях контролюється на вході у двигун, за бортом, в салоні. При випробуваннях вимірюється температура повітря поблизу

електронних компонентів, верхня межа зазвичай 85... 125 °С.

Температура в каталітичному нейтралізаторі раніше контролювалася тільки на етапі випробувань, так як її високі робочі значення (>350 °С) не повинні надавати негативного впливу поблизу розташовані вузли автомобіля. Сьогодні є необхідність прискореного розігріву нейтралізатора під час пуску двигуна для якнайшвидшого його приведення в робочий стан і зменшення токсичності вихлопу. Розігрів проводять чи бензиною горілкою чи електрично, при цьому здійснюється контролю над температурою нейтралізатора. Вимірювання температури проводиться з діагностичною метою.

Температура датчика кисню (>350 °С) контролюється на етапі випробувань автомобіля та двигуна.

Температура повітря на шинах, поруч із тиском, вимірюється на досвідчених і гоночних моделях автомобілів. Наприклад, система Michelin для гоночних автомобілів Peugeot Proxima має датчики у кожному колесі, сигнали передаються на радіочастоті приймача і після цього а інформаційну систему водія. При $t > 85$ °С дана система рекомендує знизити швидкість до 240 км/год, при $t > 90$ °С до 160 км/год, при $t > 100$ °С зупинитися.

Температура у силових електронних і інтегральних схемах контролюється автоматично. Це зберігає дорогі компоненти в аварійних режимах, наприклад, при короткому замиканні. Зрозуміло, що датчики температури на автомобілі відрізняються за призначенням і мають різні робочі діапазони.

Термістори

Термістори найчастіше використовуються для виміру температури на автомобілях. При зміні температури змінюється електричний опір термістора і вихідний сигнал датчика як струму чи напруги. Здебільшого термістори мають негативний температурний коефіцієнт опору. Термістори, які використовуються в автомобільній промисловості, мають опір і від кількох кілоомм при 0°С до сотень Ом при 100 °С.

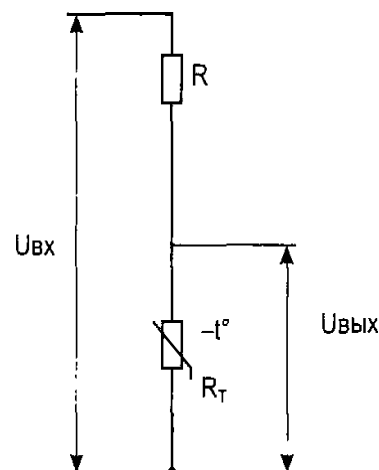


Рисунок 8.11 – Схема ввімкнення термістора R_T

На рисунку 8.11 показана найпростіша схема перетворювача температури в напругу. Напруга має бути стабільною, робочий струм не повинен нагрівати термистор, інакше виникнуть додаткові похибки. Температура термистора поповнюється 1°C на кожні 1,3 мВт розсіюваної потужності. Типовий приклад застосування термисторів на автомобілі – датчик температури охолоджувальної рідини (рисунок 8.12). Датчик повернутий у випускний патрубок охолоджувальної рідини, закріплений на головці блока циліндрів чи безпосередньо в головку блоку.

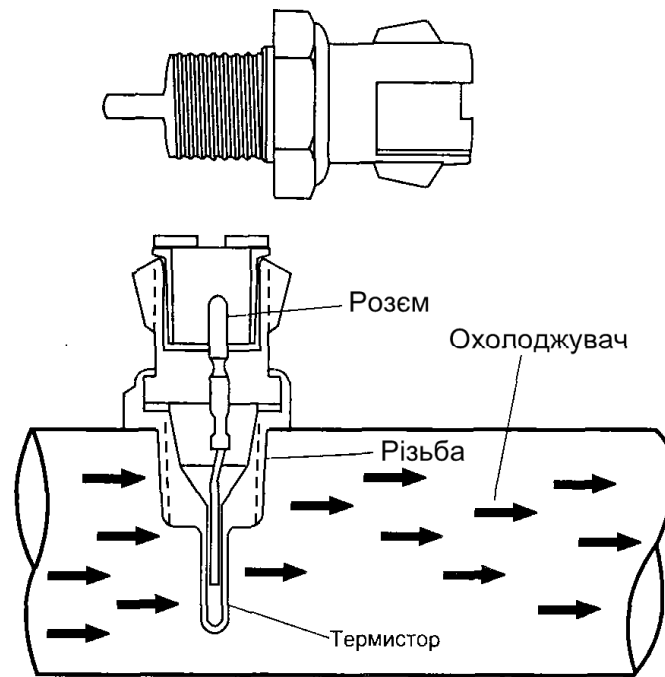


Рисунок 8.12 – Датчик температури охолоджувальної рідини

Термісторний датчик температури повітря має аналогічну конструкцію. Розташований у системі подачі й очищення повітря. Робочий діапазон температур - $40\ldots 120^{\circ}\text{C}$. У окремих випадках, з метою підвищення чутливості, передбачається шунтування додаткового опору R у схемі показань на рисунку 8.11.

Термопари

Термопара являє собою пристрій, що складається з двох провідників з різномірних металів чи сплавів зі зварювальним контактом на одному з кінців. З протилежного боку два провідника з'єднують один з одним, отже утворюється замкнуте коло. Якщо температури, при яких знаходяться два протилежних контакта, різні, то в замкнутому колі буде протікати струм. Цей струм існує у колі до того часу, поки існує різниця температур. Електрорушійна сила, що викликає спостережуваний струм, називається термо ЕРС Зеебека. Якщо замкнуте коло розірвати посередині, то напруга між його розімкнутими вільними кінцями буде функцією різниці між температурою зварного контакту і температурою вільних кінців і залежатиме від конкретної комбінації матеріалів в термопарі. Термопари використовуються зазвичай

для виміру високих температур. Наприклад, термопара, виконана з сплаву 70% платини і 30% родію чи 94% платини і 6% родію, працює у діапазоні температур 0...1500 °С. Такий датчик встановлюється в випускному трубопроводі. Термопари в автомобілях використовуються на етапі випробувань.

Інші типи датчиків температури

У датчику температури з урахуванням біметалічного чутливого елемента (рисунок 8.13) використовується властивість різних металів по-різному змінювати свої лінійні розміри залежно від температури. Вигин (переміщення) пластини використовується для замикання чи розмикання контактів чи переміщення движка потенціометра. У першому випадку виходить дискретний датчик температури, а в другому - аналоговий датчик температури.

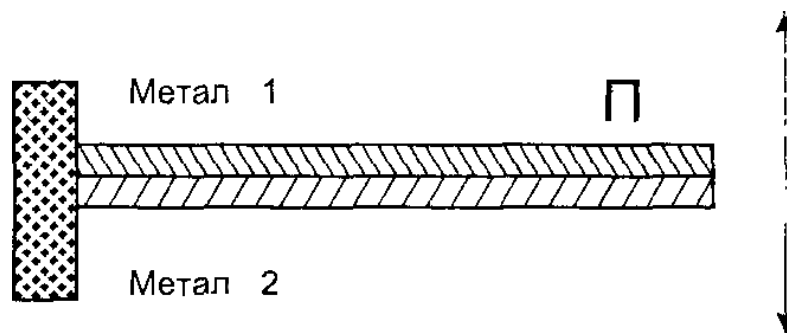


Рисунок 8.13 – Біметалічний чутливий елемент

У датчиках температури, реалізованих на р-п-переході, використовується властивість переходу змінювати падіння напруги залежно від температури при постійному струмі. Наприклад, в якості датчика використовується перехід база-емітер кремнієвого транзистора з малим струмом колектора (близько 0,1мА) для запобігання саморозігріву. У діапазоні температур -40...+150 °С напруга на переході змінюється від 730 до 300 мВ з нелінійністю ± 3 мВ. Такі датчики розміщуються у мікросхемах силових перетворювачів і стабілізаторів.

Термостат – це механічний датчик температури. Розширювальний елемент приводить в дію клапан, пере направляючий потік охолоджувальної рідини в радіаторі.

Термоіндикатори – матеріали, температура плавлення яких калібрується з точністю до ± 1 °С, при цьому змінюється колір. Використовуються у виді фарби чи аплікацій, що наносяться на дану поверхню під час випробувань автомобіля.

Інфрачервоні термометри (пірометри) визначають температуру тіл по їхньому тепловому випромінюванню. Метод безконтактний.

Датчики вологості

Цей тип датчиків інтенсивно використовується під час кліматичних випробувань автомобіля. На серійних автомобілях поки що не встановлюються. Здебільшого використовуються датчики відносної вологості – резистивні і ємкісні. У ємкісних вологість змінює діелектричні властивості ізолятора (полімерної плівки). Такі датчики

стабільні, працюють до 180°C. У резистивних датчиках змінюється опір об'ємного полімеру залежно від відносної вологості. Наприклад, за зміни відносної вологості не більше 10... 100% опір датчика змінюється у діапазоні $2 \cdot 10^7$ (в 7 степені)... $2 \cdot 10^9$ (в 3 степені) Ом.

8.4 Датчики витрати рідин і газів

Датчики витрати необхідні оптимальної реалізації основних функцій управління двигуном. Наприклад, в системах управління впорскуванням кількість подаваного в двигун палива розраховується по масі повітря, подаваного в циліндри. Маса повітря M вимірюється безпосередньо чи опосередковано, по об'ємній витраті:

$$M_A = N \cdot V \cdot \eta \cdot P / R_A \cdot T_A$$

N – число обертів, V – обсяг двигуна (літраж), η – коефіцієнт використання обсягу двигуна ($\eta = f(N)$), P – розрідження у впускному колекторі, R_A – конструктивна стала, T_A – температура повітря у впускному колекторі.

При непрямому вимірі маси M повітря треба враховувати залежність об'єму (V) від коксування, а також запізнення змін P стосовно змін M . Такий спосіб виходить дешевшим по відношенню до безпосереднього виміру маси повітря, але менш точним. Сучасні автомобілі оснащуються переважно датчиками для безпосереднього виміру маси M всмоктуваного в циліндри повітря. Вихідний сигнал таких датчиків аналоговий (0...4 В) чи частотний. Крім виміру маси що надходить двигун повітря датчики витрати вже сьогодні знаходять застосування в автомобілі у таких випадках:

- щодо витрати палива для інформаційної системи водія. Витрата визначається по різниці між кількістю палива, котре вступило в рампу форсунок і повернулось в бак;

- щодо витрати через клапан рециркуляції вихлопних газів (EGR). При певних умовах вихлопні гази через клапан EGR охолоджують камеру згоряння, що знижує зміст NOx в вихлопі. Контроль за витратою газу через клапан – одне із способів перевірки вмотивованості його функціонування. Відповідно до вимог OBD-II, ЕБУ має здійснювати постійний моніторинг систем, несправність яких призведе до підвищення забруднення довкілля;

- щодо витрати додаткового повітря на каталітичному нейтралізаторі. У деякі типи нейтралізаторів для мінімізації токсичних речовин CO і CH застосовується подача додаткового повітря при прогріві двигуна, коли робоча суміш багата. Справність насоса контролюється по витраті повітря. Безпосередній контроль над

складом вихлопних газів не застосовується через високу вартість вимірювального устаткування.

Витратоміри і массметри

По виду інформації датчики витрати рідин і газів поділяють на дві групи – на витратоміри і массметри.

Якщо витрата рідини чи газу (наприклад повітря) визначається за обсягом середовища, то датчик називається об'ємним витратоміром. До таких датчиків відносяться витратоміри повітря для автомобільних систем впорскування бензину. Натомість витратоміри повітря поділяються на механічні – з круглим плаваючим ротометром; потенціометричні – з вітрильною вимірювальною заслінкою; вихрові (датчики Кармана) – з розсікачем повітряного потоку, який виконує функцію генератора повітряних завихрень, частота чи варіації тиску, у яких несуть інформацію про обсяг пропущеного повітря.

Якщо витрата текучого середовища (рідини чи газу) визначається безпосередньо щодо маси, то вимірювальний датчик називається массметром. Массметри, на відміну витратомірів, видають якіснішу метрологічну інформацію. Особливо це стосується повітряних массметрів, так як обсяг газоподібних середовищ, на відміну від рідин, значною мірою залежить від температури і тиску. Так, в разхідометрах повітря, що працюють у системах впорскування бензину, доводиться встановлювати додаткові (коригувальні) датчики температури і тиску в атмосферному повітрі. Массметри в системах впорскування працюють без таких датчиків. Основний принцип дії повітряних массметрів ґрунтується на застосуванні платинової нитки, яка розігріта електричним струмом, в якості датчика інформації про масу прохідного повітряного потоку, охолоджуючого розігріту нитку.

Датчик Кармана

Датчики Кармана відносяться до вихрових розхідометрів повітря. Якщо вузький стрижень (розсікач) розмістити впоперек рівномірного повітряного потоку, то за стрижнем почнуть утворюватися завихрення. Принцип роботи датчика Кармана ґрунтується на вимірі частоти обертання вихрових потоків, які утворюються за поперечним стрижнем серед всмоктуваного повітря. Швидкість V потоку повітря визначається рівнянням:

$$V = f \cdot (d/St)$$

де d – константа, що залежить від геометрії стрижня; St – критерій подоби невістановлених рухів мінливих середовищ (число Струхалія) для конструкцій автомобільних датчиків витрати повітря $St = 0,23$; f – частота обертання вихрових потоків (генерації вихорів).

По частоті виявляють швидкість, потім по відомому поперечному перерізу вхідного каналу датчика – обсяг повітря. Частоту генерації вихорів визначають ультразвуковим методом чи по варіаціях тиску.

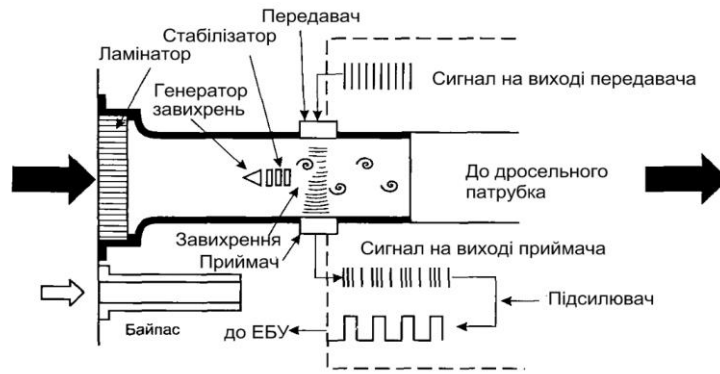


Рисунок 8.14 – Ультразвуковий датчик Кермана

В ультразвукових датчиках (рисунок 8.14) частоту генерації вихорів визначають по доплеровському зрушенню частоти ультразвукової хвилі (зазвичай 50 кГц) при її розсіянні рухомим середовищем (поток повітря). Датчики, аналогічні датчику на рисунку 8.14, використовувались на двигунах з центральним впорском автомобілів Chrysler.

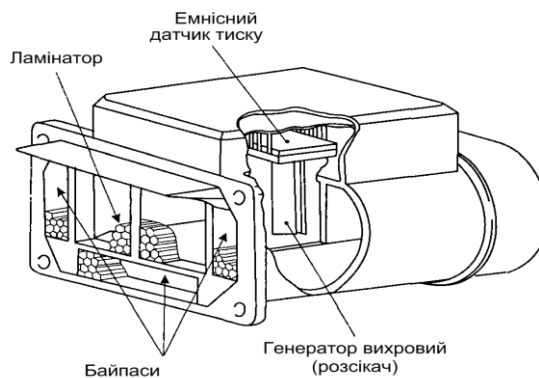
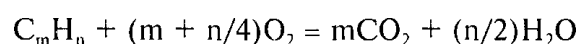


Рисунок 2.15 – Датчик Кармана з виміром варіацій тиску

Датчики Кармана з урахуванням підрахунку числа вихорів по варіаціям тиску набагато дешевші. В них напівпровідниковий, чутливий до змін тиску елемент розташований безпосередньо за вихоровим стрижнем (розсікачем). Вихор, з'являється за стрижнем, викликає зміну тиску, яке перетворюється в електричний сигнал, що надходить у ЕБУ двигуна. Конструкцію такого датчика показано на рисунку 8.15.

8.5 Датчики складу вихлопних газів

Процес спалювання палива описується рівнянням:



У ідеальному разі, коли склад ТВ-суміші стехіометричний ($\lambda = 1$), під час

спалювання 1 кг (1 л) палива й 14,7 кг (10 м³) повітря утворюються вода і двоокис вуглецю. Ці речовини нетоксичні. Але навіть за стехіометричним складом ТВ-суміші її згоряння здійснюється не повністю й утворюються токсичні речовини. Згоряння багатой суміші ($\lambda < 1$) призводить до появи надлишкової кількості CO, H₂ і CH, бідні суміші ($\lambda > 1$) призводять до утворення NO_x, O₂. На сучасних автомобілях шкідливі компоненти вихлопних газів нейтралізуються. Майже будь-яка система нейтралізації містить у собі датчик (або два датчики) концентрації кисню, що у англійській літературі називається лямбда-зондом (λ -зонд).

Цирконієві і титанові датчики концентрації кисню в вихлопних газах

У сучасних автомобільних двигунах, наділених каталітичними нейтралізаторами, важливо точно контролювати склад ТВ-суміші і підтримувати коефіцієнт надлишку повітря близьким до одиниці. І тому застосовуються датчики кисню, встановлювані у системі відводу вихлопних газів і виробляють сигнал, який залежить від концентрації кисню в вихлопі. Прямий вимір концентрації CO, CH і NO_x у вихлопних газах на серійних автомобілях економічно недоцільно. Натомість застосовується система нейтралізації з цими двома датчиками кисню. Другий датчик кисню встановлюється на виході нейтралізатора і контролює його справність (рисунок 8.16). У справному нейтралізаторі надлишковий кисень бере участь у хімічних реакціях, його концентрація в вихлопних газах зменшується й у вихідному сигналі другого датчика кисню на виході нейтралізатора практично немає коливань (позиція 2 на рисунку 8.17). Чим більше засмічений чи отруєний нейтралізатор, тим більше схожі сигнали вхідного і вихідного датчиків (позиція 1 і 3 на рисунку 8.17).

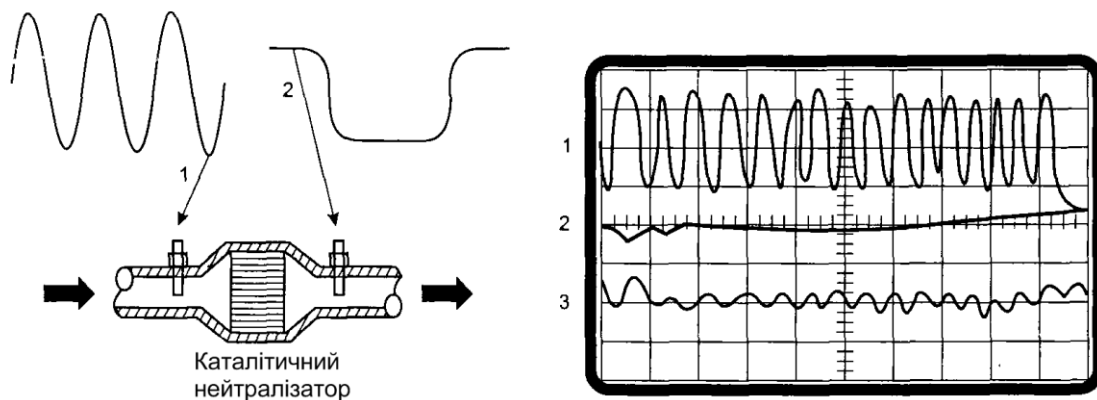


Рисунок 8.16. Датчики кисню на вході (1) і виході (2) каталітичного нейтралізатора з відповідними вихідними сигналами

Рисунок 8.17. Вихідний сигнал вхідного(зверху -- 1) і вихідного(знизу --2 і 3) датчиків кисню

Датчики кисню для двигунів, які працюють на збіднених сумішах

Підвищення вимог до зменшення кількості токсичних речовин, що викидаються у повітря з вихлопними газами автомобіля, зокрема можливе нормування найближчим

часом змісту CO_2 , і навіть підвищення вимог до паливної економічності роблять необхідним застосування двигунів, які більш ефективно використовують паливо. Потенційно таким вимогам відповідають двигуни, які працюють збіднених сумішах. Використання робочих сумішей з співвідношенням повітря/паливо 16:1...25:1, коли має місце активне вигорання надлишкового кисню, може дати економію палива по меншій мірі на 10% і значне зменшення NO_x й CO в вихлопних газах. У двигуні, що працює на збідненій ТВ-суміші, потрібно понад точне регулювання її складу і більш потужна іскра запалювання. Вже є такі автомобільні двигуни, випущені серійно (наприклад, на японських автомобілях Honda VTEC-E і Toyota Carina-E).

Необхідним елементом системи автоматичного управління таким двигуном є аналоговий датчик кисню з вихідним сигналом, який міняється не стрибкоподібно, а плавно в пропорції із вмістом кисню в вихлопних газах (рисунок 8.18). Аналоговий датчик кисню для двигунів з збідненими робочими сумішами є модернізацією звичайного цирконієвого датчика. Крім виявлення точки стехіометричного складу ТВ-суміші він може видавати робочий сигнал, пропорційний зміні співвідношення повітря/паливо в ТВ-суміші від дуже збагаченого (10:1) до дуже збідненого (35:1).

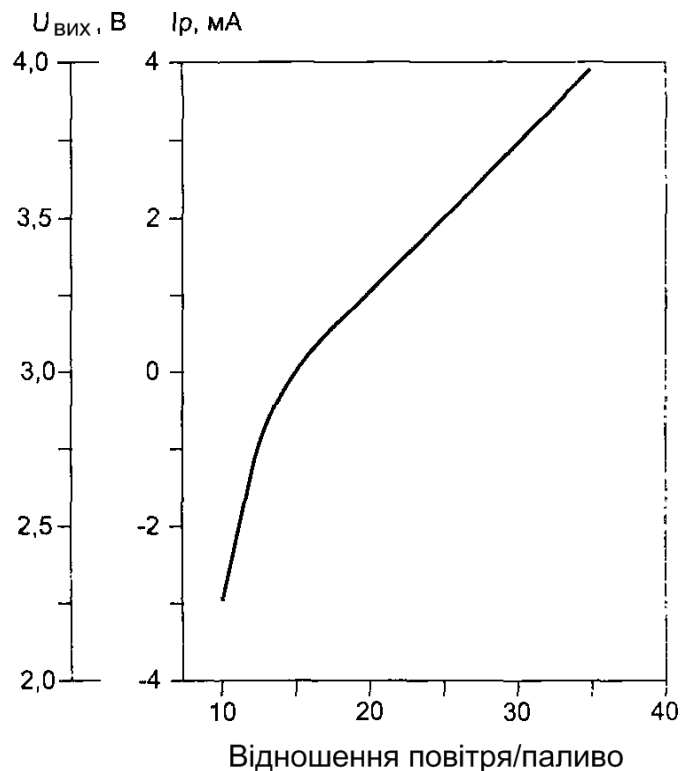


Рисунок 8.18 Сигнал аналогово датчика кисню

Конструкцію одного з типів таких датчиків кисню показано на рисунку 8.19. Датчик вироблений із цирконієвої кераміки з платиновими електродами. Він складається з двох осередків для переміщення іонів кисню: осередка I, куди закачуються іони кисню, і осередка V, де виявляються іони кисню.

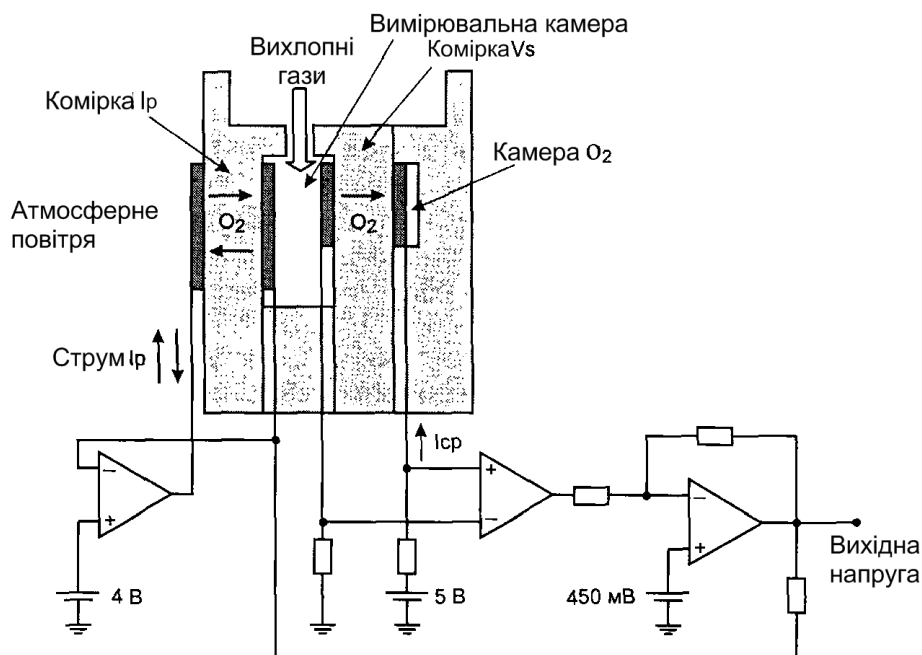


Рисунок 8.19 – Конструкція і електронна схема датчика кисню для ДВЗ, працюючого на збіднених ТВ-сумішах

Електронна схема формує струм V , на одному й тому самому рівні $0,45\text{ В}$. Отже струм I стає мірою співвідношення повітря/паливо для робочої суміші і формує вихідний аналоговий вихідний сигнал датчика у виді напруги.

Вплив різних факторів на характеристики датчиків кисню

За появи деяких речовин, у випускному колекторі відбувається зміна статичних характеристик датчика кисню (отруєння) і передчасній його поломці. Найчастіше це свинець (Pb) з етилірованого бензину чи кремній (Si) з силіконових герметиків (рисунок 8.20).

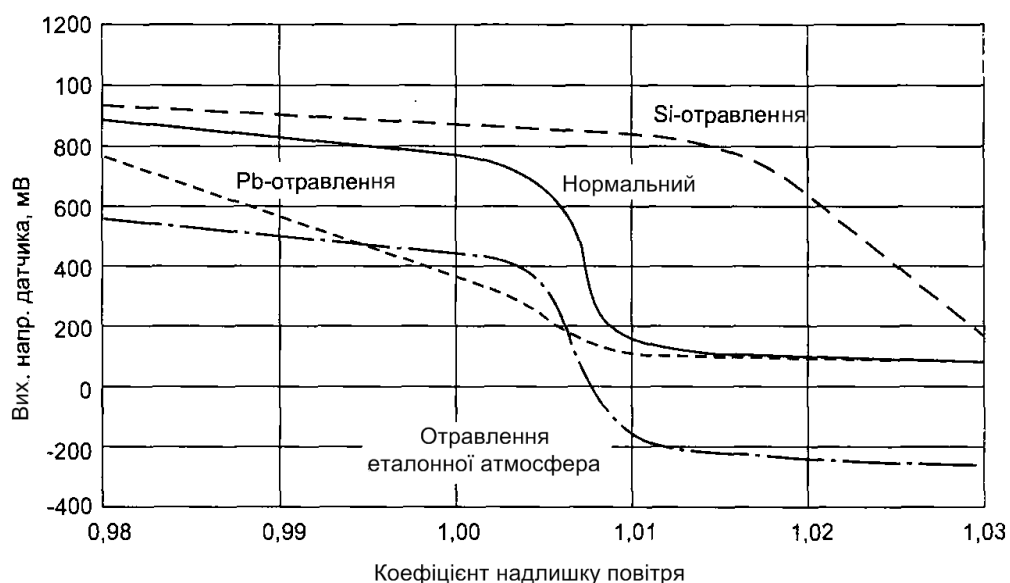


Рисунок 8.20 – Вплив різних чинників на характеристики датчика кисню

Газоаналізатори

Газоаналізатори призначені для визначення параметрів вихлопних газів у стаціонарних умовах на випробувальному стенді. Зазвичай, визначають зміст наступних газів у вихлопі автомобіля: окису вуглецю CO, двоокису вуглецю CO₂, вуглеводнів CH, кисню O₂. Газоаналізатор виконується у вигляді окремого модуля зі своїм дисплеєм, а може підключатися через послідовний порт до комп'ютерного мотор-тестеру. Крім концентрації CO, CO₂, CH, O₂ газоаналізатор може визначати коефіцієнт надлишку повітря λ і співвідношення повітря/паливо. Показання можуть зніматися до і після каталітичного нейтралізатора.

Вміст окису вуглецю, двоокису вуглецю, вуглеводів визначається інфрачервоними методами, з допомогою властивостей різних газів по-різному поглинати інфрачервоне випромінювання. Зміст кисню визначається електрохімічними методами, використовується пристрій, аналогічний датчику кисню. Розглянемо схему виміру концентрації газу CO (рисунок 8.21). Інфрачервоний випромінювач нагрівається приблизно до 900 С. Його промені направляються рефлекторно через обертальний диск з отворами і далі через вимірювальну камеру у приймальну камеру. У приймальній камері, яка складається з двох герметичних порожнин (1 і 2), які з'єднуються між собою по сполучному каналі, міститься певна концентрація газу CO.

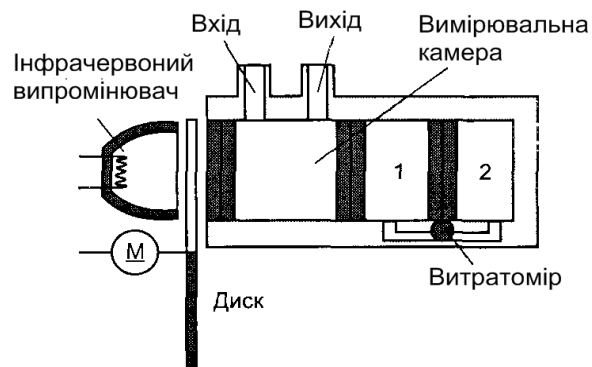


Рисунок 8.21 – Вимірювання концентрації CO

8.7 Датчики кутових, і лінійних переміщень і положень

Датчики кутових, і лінійних переміщень знаходять широке застосування автомобілем. Від простих – типу мікро вимикача дверях, до складних – типу лінійних диференційних трансформаторів в активній підвісці. Призначення датчиків такого типу – перетворення кутового чи лінійного переміщення в електричний сигнал.

Датчики виробляються контактними чи безконтактними. Контактні датчики піддаються зносу, на оптичні датчики негативно впливає пилюка і волога. Тож у сучасних безконтактних датчиках кутових і лінійних переміщень, що застосовуються у автомобільній промисловості, найчастіше використовують ті чи інші магнітні властивості чутливих елементів.

Контактні датчики (мікровимикачі)

Мікровимикачі – це найпростіші контактні датчики для фіксації певного крайового становища механічного об'єкта, наприклад дверей, скла в стіклопідіймачі тощо. При спрацьовуванні мікровимикача в ЕБУ подається сигнал, відповідний напрузі живлення або загальній шині. Для діагностики стану такого датчика та його кола він включається за схемою, показаною на рисунк 8.22.

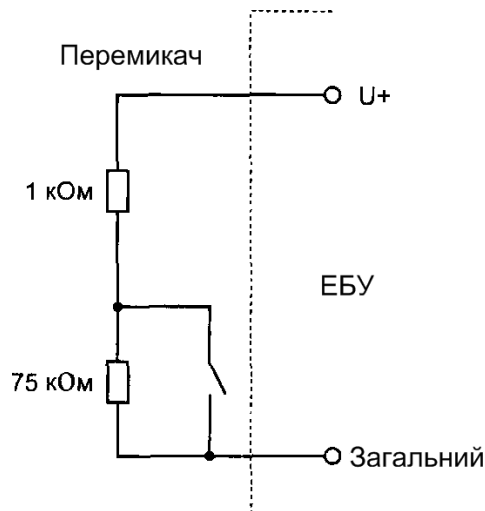


Рисунок 8.22 – Мікровимикач з можливістю діагностування Потенціометричні датчики

Потенціометри застосовуються автомобілем як датчики положення (наприклад, датчик положення дросельної заслінки тощо). Сучасні автомобільні потенціометричні датчики мають напрацювання на відказ більше, ніж термін експлуатації середнього автомобіля, витримують обертання движка зі швидкістю до 1000 обертів на хвилину протягом 1000 годин. Дротові потенціометри характеризуються числом витків намотки на один градус: від 1 до 8. Опір дротяних потенціометрів лежить у межах 10...10000 Ом, і задається з похибкою 5%. Перевага дротяних потенціометрів – можливість низькоомних датчиків. Недоліки: нелінійність, дискретність, швидкий знос (близько 10(в п'ятому) оборотів). Частіше використовують як датчики положення недротові потенціометри з напиленням на пластиці чи кераміці резистивним покриттям. Щітки двигуна демпфуються для опірності вібраціям. Опір автомобільних не дротових потенціометричних датчиків положення лежать у межах 50...20000 Ом, з похибкою 10...20%. Потенціометри використовують у режимі дільника напруги, похибка їх номіналу немає великого значення. Лінійність і роздільна здатність висока. При вимірі лінійних переміщень движок може перемішатися в рамках 10 м.м...3 м, при вимірі кутових – до 355 °. Потенціометричні датчики запитуються напругою 5 В від стабілізатора в ЕБУ. Ця напруга подається на АЦП і компаратори, що робить систему «датчик – АЦП» нечутливою до варіацій живлених і опорних напруг. Для

оптимальної роботи потенціометричних датчиків в мікроелектронних схемах струм через щітки движка обмежується величиною порядку 0,1 мкА. Датчик становища дросельної заслінки – ДПДЗ (рисунок 8.23) встановлено збоку дросельного патрубка на осі дросельної заслінки.

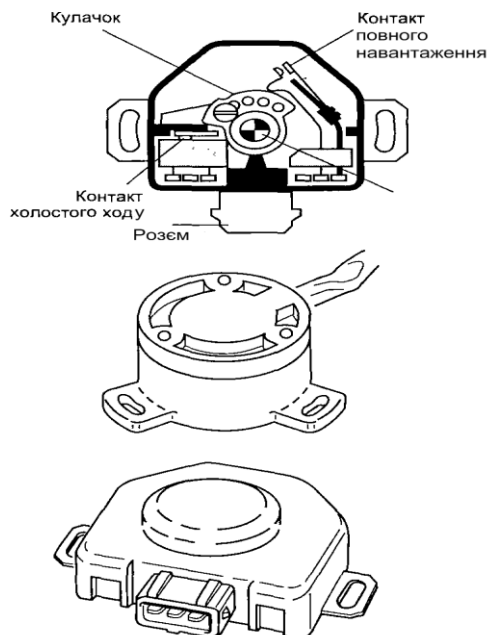


Рисунок 8.23 – Датчик становища дросельної заслінки

Він являє собою резистор потенціометричного типу, один з виводів якого з'єднаний із опорною напругою (5 В) контролера, а другий з масою контролера. Третій вивід з'єднує рухливий контакт ДПДЗ з вимірювальним входом контролера, що дозволяє контролеру визначити напругу вихідного сигналу ДПДЗ.

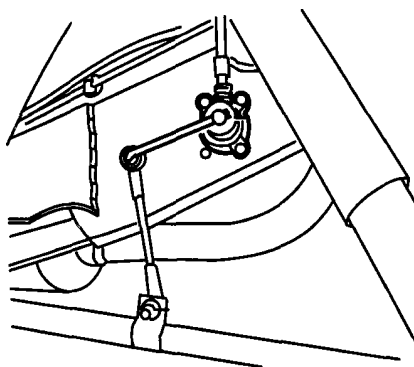


Рисунок 8.24 – Датчик висоти кузова

Дані про стан дросельної заслінки необхідні для розрахунку тривалості імпульсів управління форсунками. При повороті дросельної заслінки (рухом педалі акселератора) змінюється напруга на рухливому контакті ДПДЗ. При закритому

становищі дросельної заслінки вихідний сигнал ДПДЗ нижче 0,7 В. Датчики висоти кузова виробляються на основі звичайних потенціометрів, вихідна напруга датчика пропорційна висоті кузова стосовно шасі (рисунок 8.24). Такі датчики необхідні для роботи системи управління активною підвіскою.

Безконтактні датчики

У деяких автомобільних системах необхідна інформація про кутову швидкість чи кутовому становище обертового валу. Така інформація отримується безконтактними датчиками частоти обертання. Відомий ряд таких безконтактних датчиків, в основу роботи яких покладено різні фізичні явища: магнітоелектричні, на ефекті Холла, високочастотні, опто-електронні, струмовихрові, на ефекті Виганда, фотоелектричні.

Оптичні датчики

У оптичних датчиках відносного кутового становища використовуються світломодулюючі диски з симетричними прозорими і непрозорими секторами. Для прецизійних датчиків диски скляні, для звичайних – металеві, які дешевші. Кодуючий диск висвітлюється з одного боку, з іншого є фотоприймачі. Кодуючий диск може мати від 16 до 6000 позицій на оборот. Сектора часто розташовують на двох радіусах, зміщуючи їх на половину довжини отвора, що у в чотири рази збільшує розрізнявальну здатність. Використовується третя доріжка для розміщення маркера. На рисунку 8.25 за приклад оптичного датчика кутового положення показаний датчик положення рульового колеса. Датчик містить обертовий диск з прорізами і три нерухомі оптоелектронні пари. Диск разом із кермом обертається між світлодіодами і фототранзисторами. При повороті керма на фототранзисторах виробляються послідовності електричних імпульсів, якими ЕБУ визначає кут і швидкість повороту. Для визначення напрямку повороту необхідно мати два фотопереривача ST-1 і ST-2. Третій трапpler ST-N фіксує центральне становище рульового колеса.

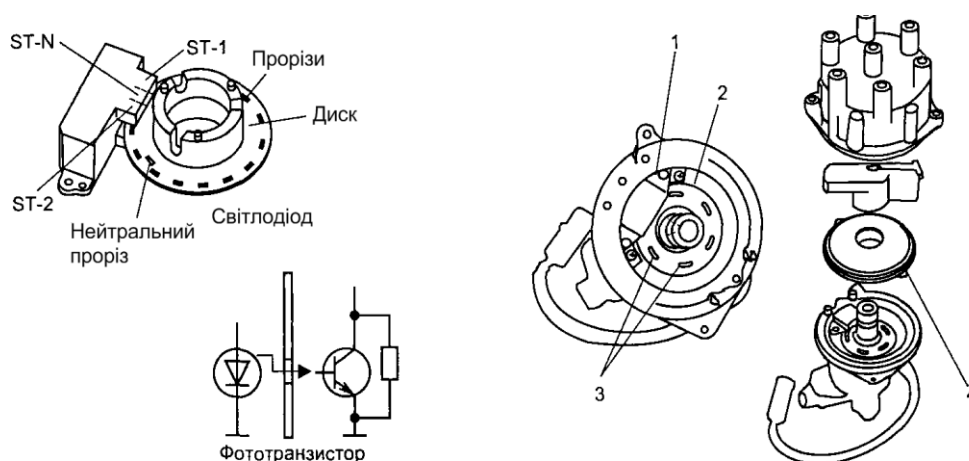


Рисунок 8.25 – Датчик положення рульового колеса

Рисунок 8.26. Розподільник автомобіля Chrysler рульового колеса з оптичним датчиком: 1. –оптичний датчик з інтегральною мікросхемою, 2. –диск, 3. –прорізи, 4. – захисна касета

Наприкінці 80-х років років автомобілях Chrysler (США) та деяких японських автомобілях у системі запалювання використовувалися оптичні датчики кутового становища колінчатого вата і ВМТ. Датчик містився в розподільнику (рисунок 2.26) в захисній касеті для зменшення забруднення і світлових перешкод. На рисунку 2.27 показано кодуєчий диск датчика з прорізами на двох радіусах і вихідні сигнали датчика. З зовнішнього радіуса диска знімається інформація про кутове становище колінчастого валу шести циліндрового ДВЗ, з внутрішнього про ВМТ. Світлодіоди і фототранзистори доводиться періодично очищати від забруднення.

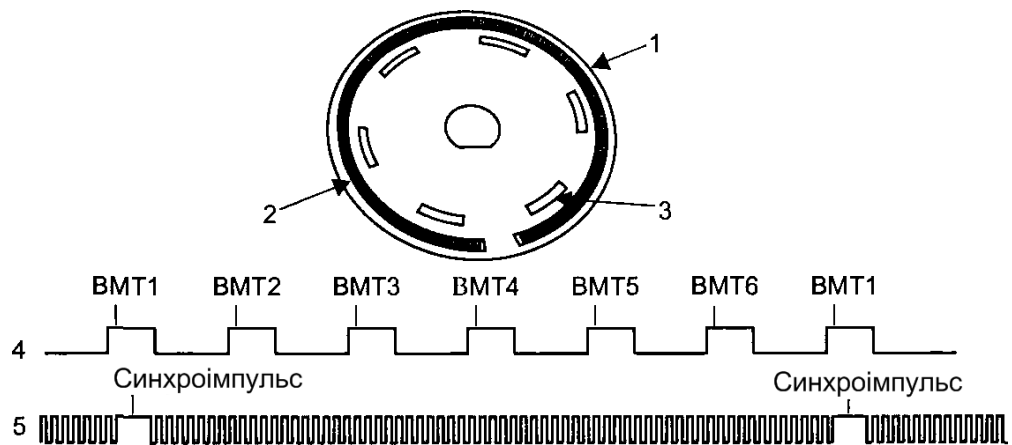


Рисунок 8.27 – Диск оптичного датчика в розподільнику: 1. –диск, 2. –прорізи зовнішнього радіуса, 3. –прорізи внутрішнього радіуса, 4. –сигнал з внутрішнього радіуса, 5. –сигнал з зовнішнього радіуса

Випускаються серійні мікросхеми для підключення до оптичних датчиків. Дешифрується відносно кутового положення і напрям обертання. Кутове становище вимірюється з похибкою 10...40 хвилин. При обертанні кодуєчого диска може бути похибка через кінцевої крутизни фронтів сигналів. Типовий частотний діапазон для світлодіода трохи більше 100 кГц.

При цьому, наприклад, для диска зі 100 помітними позиціями частота обертання може бути понад 1000 хв(в -1 степені). Оптичні датчики абсолютного кутового становища застосовуються там, де інформація потрібна відразу після подачі живлення. Оптичні кодуєчі диски таких датчиків (рисунок 2.28) мають розширення від 2(в 6 степені) до 2(в 16 степені), формат даних – двоїчний, двоїчно-десятковий, код Грея. На диску є N концентричних доріжок з секторами, де N – розрядність слова. Зчитувальний пристрій може сприйняти частину розрядів із сусіднього сектора, тоді виникає помилка зчитування.

Магнітоелектричні датчики

Найпоширенішим типом магнітоелектричного датчика є генераторний датчик комутаторного типу з пульсуючим магнітним потоком. Принцип дії такого датчика залежить від зміни магнітного опору магнітного кола, отже, і магнітного потоку у

ньому, при зміні зазору з допомогою феромагнітного зубчастого ротора (комутатора). На рисунку 8.29 показана принципова схема магнітоелектричного датчика комутаторного типу.

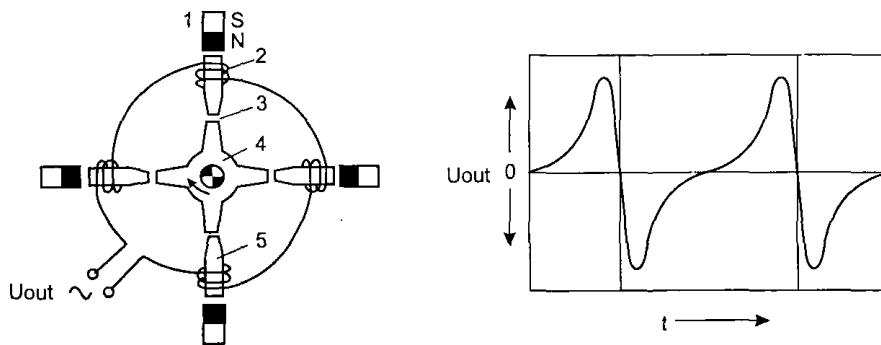


Рисунок 8.29 – Принципова схема комутаторного датчика і осцилограма вихідного сигналу

Напруга визначається за такою формулою:

$$U_{out} = kwn(d\Phi/d\alpha),$$

де k – коефіцієнт, залежить від характеристик магнітного кола; w – кількість витків обмотки; n – частота обертання зубчастого ротора; $d\Phi/d\alpha$ – зміна потоку Φ залежно від кута повороту α .

Коли зубці ротора 4 наближаються до полюсів 5 статора, в обмотках 2, включених послідовно і узгоджено, зростає напруга U досягає максимуму, потім швидко змінює знак і за видалення зубців збільшується у протилежному напрямі знову до максимуму. Такі датчики ще зараз застосовують у розподільниках запалювання, у яких зубцюватий ротор встановлюється на розподільний вал і виготовляється із м'якої сталі. Кількість зубців залежить від кількості циліндрів двигуна. Необхідне магнітне поле створюють постійні магніти 1. Цікаво зазначити, що в даній симетричній магнітній системі для кожного положення ротора забезпечується усереднене значення зазору 3, за рахунок чого компенсуються похибки виготовлення окремих деталей і биття ротора.

Датчики на ефекті Холла

Завдяки розвитку мікроелектроніки широкого розповсюдження набули датчики кутового становища на ефекті Холла. Ефект Холла виникає у плоскій напівпровідникової пластині, внесений в магнітне поле, при пропусненні через неї електричного струму. Якщо помістити табличний елемент завтовшки h в магнітному полі в такий спосіб, щоб напрям індукції B магнітного поля був перпендикулярний площині пластини, і пропустити струм I через пластину в подовжньому напрямі, то поперечному напрямі між протилежними гранями пластини виникне ЕРС Холла;

$$E_x = kIB/h,$$

де, k – стала Голла, $\text{м}^2/\text{А}$. Чутливість елемента Холла залежить від співвідношень між довжиною і шириною пластини і підвищується при зменшенні її товщини. Для плівки товщина h сягає $10(-6 \text{ тепені})$ м, для пластини з напівпровідникового кристала – $10(-4 \text{ тепені})$ м. Для виготовлення елементів Холла використовуються германій, кремній, арсенід галію (GaAs), арсенід індію (InAs), антимонід індію (InSb).

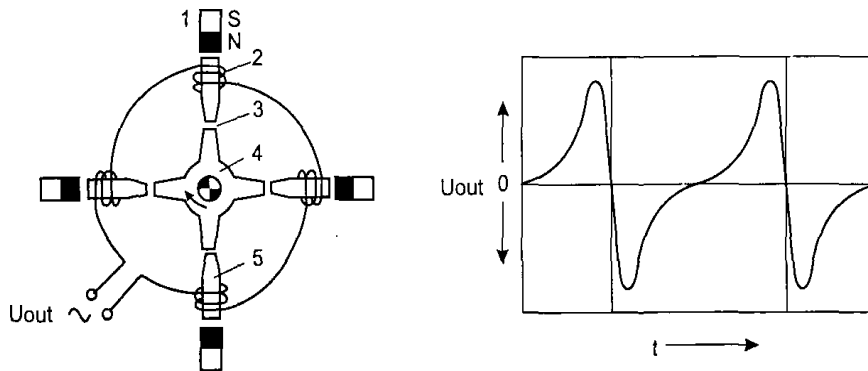


Рисунок 8.29 – Принципова схема комутаторного датчика і осцилограма вихідного сигналу

Електрорухома сила самоіндукції Холла дуже мала і повинна бути посиленою поблизу кристала для того, щоб негайно усунути вплив електромагнітних перешкод. Конструктивно елемент Холла і перетворювальна схема, яка містить підсилювач, граничний елемент, вихідний каскад і стабілізатор напруги, виробляються як інтегральна мікросхема, яка називається магнітокеруючою інтегральною схемою. У таких датчиках немає тертьових частин, крім підшипників, вони безінерційні і мають високу надійність.

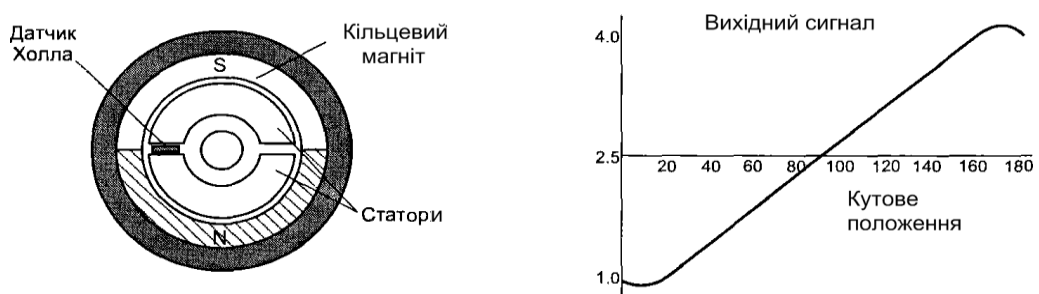


Рисунок 8.30 – Датчик абсолютного кутового положення з чутливим елементом Холла

Проте вартість аналогових датчиків Холла висока, крім цього, на їх чутливість впливає температура (порядок $0,001/^\circ\text{C}$). Вартість – дуже суттєвий чинник для автомобільних датчиків, тому у датчиках Холла застосовуються дешевші магнітні матеріали з низькою температурною стабільністю: ферити і сплави AlNiCo ($0,002\dots 0,02/^\circ\text{C}$). Доводиться вводити зовнішні компенсуючі елементи, програмувати характеристики датчика через інтерфейс.

Сельсинні і диференціальні трансформатори

В якості датчиків абсолютного кутового становища на автомобілях починають застосовувати крутящі трансформатори (сельсини). Раніше вони вважалися занадто дорогими. Сельсини характеризуються високою роздільною здатністю (до $7'$), працюють у важких зовнішніх умовах. Обмотки збудження заряджаються напругою із частотою $400\dots 20000$ гц, зазвичай для автомобілів $2\dots 5$ кГц.

Кутове становище ротора декодується за сигналами синусною і косинусною обмотками спеціальною мікросхемою у цифровий код (R-D – convertor). В якості датчиків абсолютного лінійного положення знаходять застосування лінійні диференціальні трансформатори. Вихідний сигнал може бути декодований спеціалізовану ІС.

Магніторезистивні датчики

У магніторезистивних датчиках використовується здатність окремих матеріалів, наприклад, сплав FeNi , змінювати свій опір під впливом зміни напруженості магнітного поля. Такі датчики, як і датчики Холла, безінерційні, також можуть працювати на нульовій частоті. У робочому діапазоні магніторезистора його опір змінюється у межах $2,5\%$ по квадратичного закону функції косинуса. Магніторезистори вбудовують в інтегральну схему, де розміщують й кола обробки сигналу. Є також магніторезистор з більшою чутливістю: $4\dots 15\%$.

8.8 Радарні та інші спеціальні датчики

Радарні і ультразвукові датчики

Автомобільні радарні датчики працюють на надвисоких радіочастотах в діапазоні $20\dots 100$ ГГц. Для визначення швидкості зближення автомобіля з фронтальною перешкодою на дорозі використовується ефект Доплера. Акселерометри використовують у системах безпеки, ABS, навігаційних системах, активній підвісці. Ще у 1969 року фірма Lukas встановлювала експериментальний доплеровський радіорадар з несучою частотою 24 ГГц на автомобілі Ford Zodiak щоб одержати інформацію про швидкість зближення і відстань до об'єкта перед автомобілем. На поворотах такий радар часто давав хибні сигнали тривоги, коли дерева і дорожні знаки відбивали сигнал випромінювача. У середовищі сучасних радірадарних систем ця проблема вирішується з допомогою складної цифрової обробки сигналу значного підвищення частоти випромінювання (в Європі – це 77 ГГц), що дає більш високий

дозвіл підвищує стійкість перед перешкодами. У радіовипромінювачі використовується скануюча антена і три нерухомих антени, змонтовані під переднім пластиковим бампером. Такі антени посилають вперед радіовипромінювання з розміром растра 3×9 (рисунок 8.31).

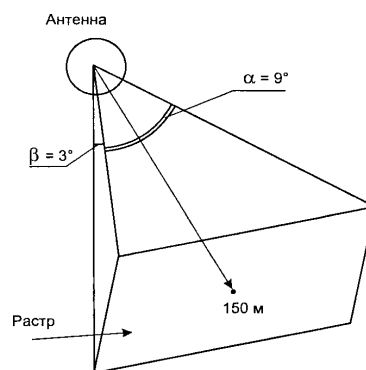


Рисунок 8.31 Растр радіовипромінювача

Радіосигнали відбиваються з інших автомобілів, нерухомих перешкод й обробляються в ЕБУ приблизно 20 разів у секунду з урахуванням власної швидкості автомобіля й положення керма. Радар дає інформацію про фронтальні перешкоди перед автомобілем, об'єкти обіччі (дерева і дорожні знаки) не викликають хибних спрацювань.

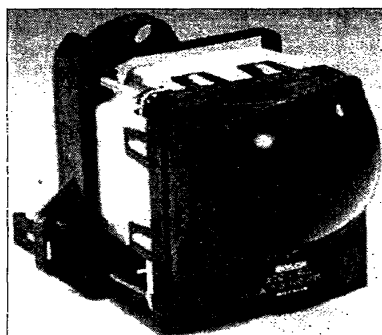


Рисунок 8.32 – Радіорадарний датчик

Сучасні радарні системи виявляють перешкоди з відривом до 150 метрів, визначають відстань до об'єкта з точністю до 1 метра й швидкість зближення з точністю до 1 км/год. Інформація про перепони вступає у ЕБУ, який через виконавчий механізм управляє спеціальною дросельною заслінкою, не зв'язаною з педаллю водія, підтримується безпечна швидкість зближення. Що стосується можливого зіткнення ЕБУ використовує средства звукового і візуального попередження. На рисунку 8.32 представлений радарний датчик АСС для адаптивного круїз-контроля фірми BOSCH. У блоці розміщені приймально передаюча антена діаметром 75 мм, радіорадар з модуляцією частоти, контролер.

Крім радіоударних датчиків вже застосовуються ультразвукові датчики зближення. Ультразвукові датчики випромінюють цілеспрямовані звукові хвилі на частоті 40 кГц. Для визначення швидкості зближення і відстані до виявлених по відбитому сигналу об'єктів тут, як й у радіоударі, використовується ефект Доплера. Швидкість поширення звуковий хвилі (340 м/с при 15 °С) залежить від властивостей атмосфери.

Датчики прискорення (акселерометр)

Деякі твердо тільні матеріали мають електричну чутливість до механічних впливів. Такі матеріали часто йдуть на перетворення механічних величин в електричні. На основі створюються п'єзоелектричні і тензорезистивні акселерометри, які у автомобільних електронних системах використовують як датчики прискорення.

П'єзоелектричні акселерометри

Цей тип датчиків прискорення широко використовується для вібраційних вимірів, та як вони точні, надійні й прості. На рисунку 8.33 показана базова конструкція акселерометра, яка у компресійному режимі. Чутливість автомобільних акселерометрів становить близько 20 мВ/г. При деформації (стисканні) п'єзокристалла на його гранях з'являється електричний сигнал, пропорційний прискоренню. Робочий діапазон частоти 5... 100000 гц. Для обробки сигналу від п'єзоелектричного датчика використовується електронний підсилювач-формував, зібраний за схемою рисунка 8.34. П'єзоелектричні акселерометри мають малі розміри і випускаються в інтегральному виконанні. Після вжитих заходів щодо термокомпенсації ці датчики прискорення мають похибк не гірше 0,5% в температурному діапазоні -40...+ 110 °С.

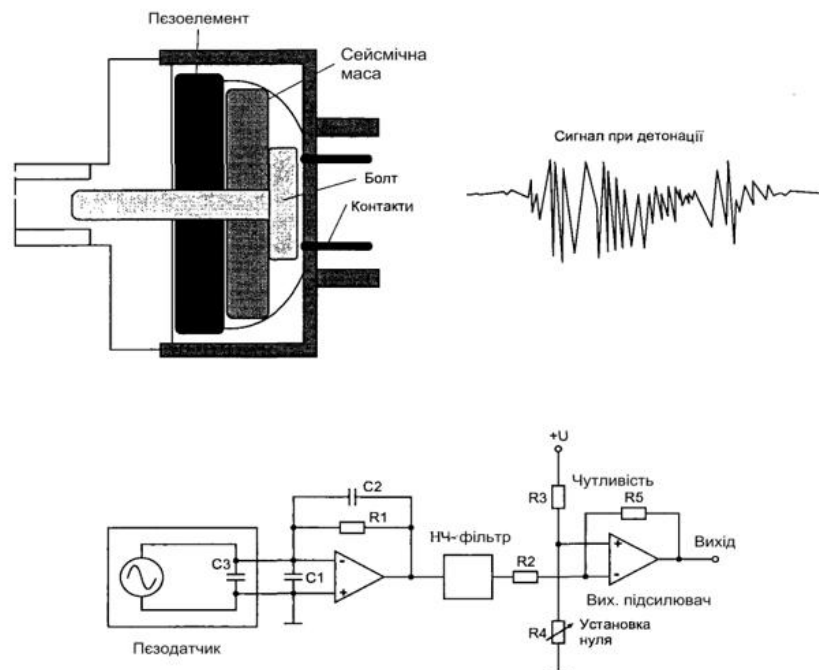


Рисунок 8.34 – Схема підсилювача-формувача для обробки сигналу п'єзоелектричного акселерометра

Акселерометри для повітряних мішків безпеки

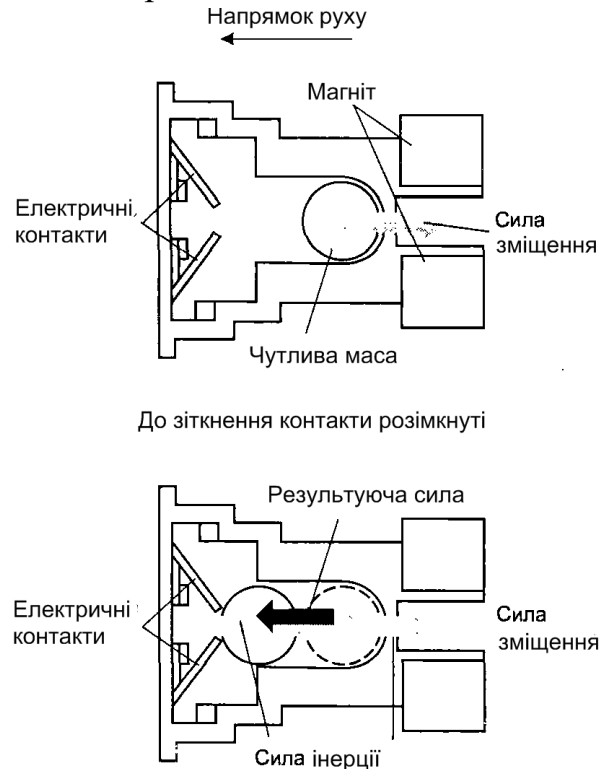


Рисунок 8.35 – Акселерометр з їх постійним магнітом

Ці акселерометри є механічними датчиками інерційного типу. Такі датчики повинні розташовуватися не більше 40см від місця удару. Використовуються зазвичай 3-5 датчиків. Конкретне виконання інерційних датчиків вибирається виробником системи безпеки, але вони працюють на одному й тому принципі. Ця механічна конструкція (рисунок 8.35) складається з чутливої маси (металевої кулі), яка надійно тримається в задній частині невеликого циліндра потужним постійним магнітом. Під час звичайної їзди вихідні електричні контакти датчика розімкнуті.

Зіткнувшись сила інерції металевої кулі долає тяжіння магніту, куля котиться по циліндру уперед і замикає контакти, сигнал вступає у ЕБУ. Динамічні характеристики механічних акселерометрів описуються диференціальним рівнянням 2-го порядку. Такі параметри, як жорсткість пружини, маса кульки, сила тяжіння магніту, зменшення тощо, повинні бути пов'язані з динамікою автомобіля під час удару. Ці параметри підбирають під конкретну модель автомобіля з урахуванням його ваги, конструкції корпусу, місця розташування датчика.

Спеціальні акселерометри

Останнім часом почали застосовувати інтегральні акселерометри з урахуванням напівпровідникових чи п'єзоелектричних тензорезисторів. Вони малогабаритні, надійніші, програмуються, їх характеристики відтворювані з вищою точністю. Інтегральні датчики розташовуються приблизно в центрі салону. Їх чутливість до ударному прискорення вища, ніж в механічних, через амортизацію корпусу. Використовується один датчик для фронтального удару з діапазоном ± 50 g. Можуть застосовуватися датчики бічних ударів, пезорестівні чи ємнісні. Похибка менш 5%,

частотний діапазон 0...750 гц. Акселерометри використовуються й у активній підвісці для визначення зміни навантаження на колеса. Робочий діапазон ± 2 g, похибка менш 5%, діапазон частот 0...10 гц. У деяких недорогих системах ABS використовуються акселерометри визначення граничних значень прискорення, у яких можливе проскользування коліс. Робочий діапазон ± 1 g, похибка менш 5%, діапазон частот 0,5...50 гц.

Датчик детонації

На рисунку 8.36 схематично показаний датчик детонації. Датчик виконано в такий спосіб, що його резонансна частота збігається з частотою детонації двигуна (зазвичай, у діапазоні 6...12 кГц). Датчик закріплюється на блоці циліндрів реагує навіть на слабку детонацію. За появи детонації вібрація двигуна призводить до генерації сигналу на виході датчика (рисунок 2.37). ЕБУ двигуна фільтрує сигнал з датчика детонації, виробляє аналого-цифрове перетворення. Після моменту запалювання виробляється порівняння сигналу з датчика детонації з заданим рівнем (рисунок 8.38).

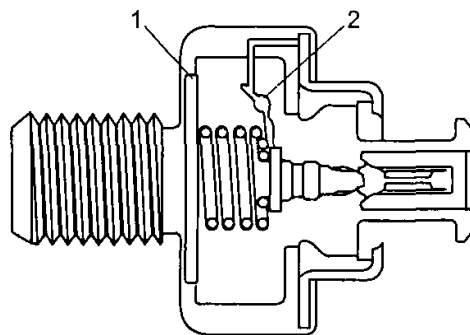


Рисунок 8.36 – Датчик детонації: 1)п'єзоелемент, 2)шунтуючий резистор

При виявленні детонації ЕБУ зменшує кут випередження запалювання у всіх циліндрах або тільки в одному. При виході датчика детонації з експлуатації ЕБУ встановлює дещо менше безпечне значення кута випередження запалювання. При зникненні детонації ЕБУ починає поступово збільшувати кут випередження запалювання до появи детонації знову тощо. Отже ЕБУ з допомогою датчика детонації утримує двигун в ефективному режимі роботи на межі детонації, але без небезпеки поломки і виходу з експлуатації.



Рисунок 8.37 Вихідний сигнал датчика детонації

Рисунок 8.38 Визначення детонації

Датчик змісту метанолу в паливі

Для зменшення змісту токсичних речовин, у вихлопних газах автомобіля можливе використання змішаних палив. Передбачається, що бажаний позитивний ефект може дати додавання метанолу (метилового спирту) до бензину. Проблема в тому, що з підтримки стехіометричного складу бензинової і основної(метанолової) ТВ-суміші потрібна різна кількість повітря. ЕБУ двигуна повинен працювати з обома цими сумішами та їхньою комбінацією у різних пропорціях. І тут необхідний датчик, здатний визначити відсотковий вміст метанолу в паливі. Один з варіантів реалізації датчика метанолу показаний на рисунку 2.39. Зміст метанолу палива тут визначається по електричній ємності, при цьому враховується температура палива й його електричний опір.

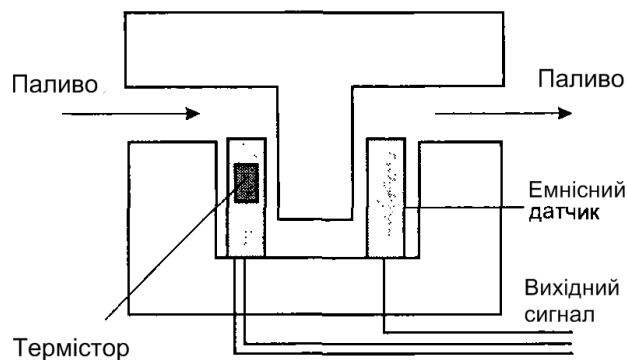


Рисунок 8.39 – Датчик метанолу

Датчики стану електричних кіл

Стан електричних кіл сучасного автомобіля постійно контролюється ЕБУ. Датчиками стану є, зазвичай, резистивні шунти і розподільники напруги, обмотки струмових реле. Наприклад, щоб можна було розрізнити закритий й відкритий стан ключа від несправностей в провідниках, у його колах запроваджені додаткові резистори (рисунок 2.40). На схемі справної проводки відповідає опір $R1 = 1 \text{ кОм}$ при розімкненому ключі і $R2 = 39 \text{ Ом}$ при замкнутому. Будь-які інші значення ЕБУ сприйме як свідчення несправності датчика і занесе в пам'ять відповідний код помилки. На рисунку 2.41 показана схема контролю справності лампи в фари.

Справності лампи в фари.

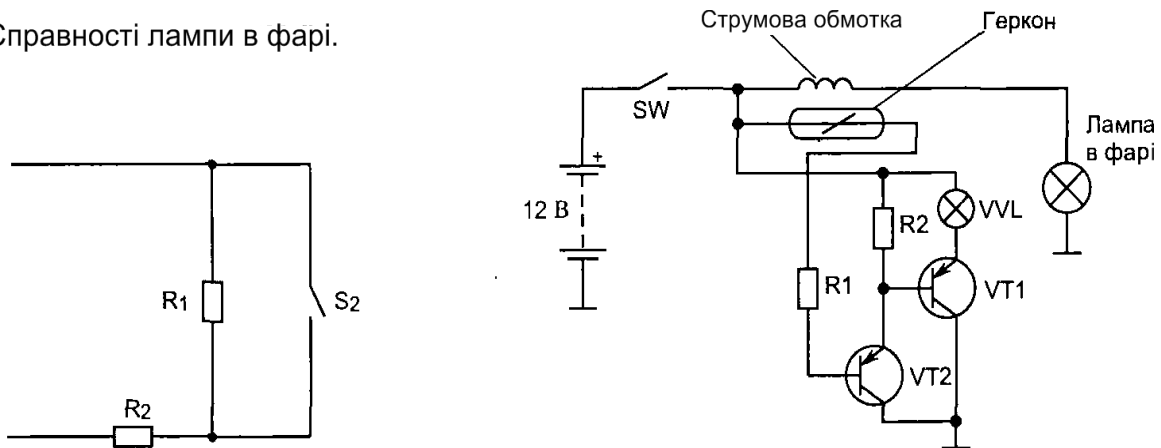


Рисунок 8.40 – Схема контролю стану електричного кола

Рисунок 8.41 – Схема контролю справності кола лампи

Інтеграція датчиків

Є тенденція інтеграції автомобільних датчиків і збільшення їх можливостей переробці інформації. За рівнем інтеграції (рисунок 8.42) датчики умовно поділяються на такі рівні:

- звичайний нульовий рівень. Аналоговий сигнал з датчика передається лінією зв'язку (дротах) в ЕБУ, де й виробляється уся необхідна обробка. Такий метод найменш перешкодозахищений.

- рівень інтеграції 1. У датчик включені кола попередньої аналогової обробки сигналу, поліпшено перешкодозахищеність.

- рівень інтеграції 2. У датчик крім аналогової обробки сигналу вмонтований аналого-цифровий перетворювач. Датчик може бути підключений до цифрової комунікаційної шини, наприклад CAN, поліпшена перешкодозахищеність, сигнал датчика стає доступним локальній мережі контролерів.

ТЕМА 9 СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

9.1 Змінюваний впускний тракт

Оскільки поряд з вимогами підвищення якості роботи двигуна внутрішнього згоряння зберігаються й вимоги по зниженню шкідливих викидів, інженери постійно досліджують усі можливості керування двигуном. Контроль викидів стає навіть більш важливим, тому що з кожним роком зростають вимоги щодо зменшення викидів шкідливих газів.

В даній темі розглянуті деякі з існуючих і потенційних областей керування роботою двигуна внутрішнього згоряння. Хоча деякі із загальних питань керування двигуном вже були розкриті у двох попередніх темах, у даній темі ми більш докладно розглянемо додаткові аспекти керування й методи регулювання двигунів. Ось перелік деяких питань із вже вказаних головних проблем:

- момент запалювання суміші;
- кут випередження;
- дозування палива;
- рециркуляція вихлопного газу;
- очищення паливного бака;
- швидкість холостого ходу.

Система оптимального керування двигуном може бути представлена стандартною трьохкаскадною моделлю, показаною на рисунку 9.1, на якій показаний зворотний зв'язок замкненого контуру керування, яка властива системам регулювання, що враховують такі фактори, як:

- лямбда-показник;
- детонація;
- частота обертання двигуна.

На рисунку 9.2 показана блок-схема розширеної системи керування двигуном. Ряди «входів» і «виходів» допомагають добре представити всю складність системи.

Досягнення максимальної ефективності роботи двигуна, неможливо на двигунах з постійними трактами. Довжина впускного тракту визначає швидкість всмоктуваного повітря й, зокрема, поширення хвиль тиску, викликуваних насосною дією циліндрів.



Рисунок 9.1 – Стандартна функціональна схема контуру керування двигуном

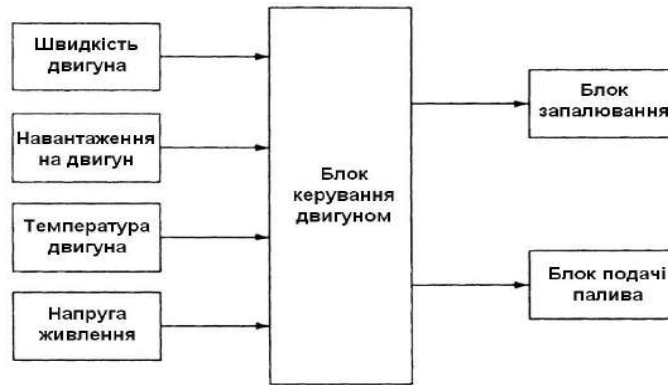
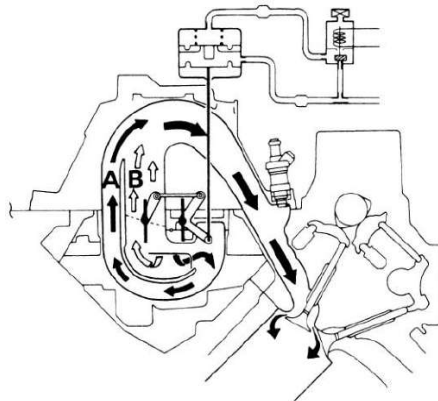


Рисунок 9.2 – Узагальнена блок-схема системи керування запалюванням і подачею палива

Довжина впускного тракту впливає на частоту цих хвиль. Один з методів зміни довжини впускного тракту показаний на рисунку 9.3. Рух керуючих клапанів змінює ефективну довжину впускного каналу.

На рисунку 9.4 на прикладі двигуна автомобіля Volvo S80 показано, наскільки дизайн впускного колектора визначає загальний вид двигуна.

При широко розповсюдженому використанні двигунів зі здвоєними кулачками газорозподілу, де один кулачок застосовується для привода впускних клапанів і один для випускних, можна змінювати перекриття клапанів під час роботи двигуна. Компанія Honda розробила систему; яка помітно збільшує потужність і діапазон крутного моменту тільки за рахунок відкриття обох впускних клапанів на вискій частоті обертання. Ця системи показана на рисунку 9.5.



А – довгий тракт; В – короткий тракт

Рисунок 9.3 – Впускний тракт колектора зі змінною довжиною

При низьких оборотах в двигуні VTEC-E повністю відкритий тільки один впускний клапан на кожному з циліндрів. Таким чином, 12 клапанів контролюють змішання і згоряння повітря й палива. Це забезпечує максимальну ефективність з точки зору найменшого рівня викидів. При більш високих оборотах гідравлічні штовхачі задіють додаткові клапани, щоб забезпечити якість 16-клапанної роботи двигуна.

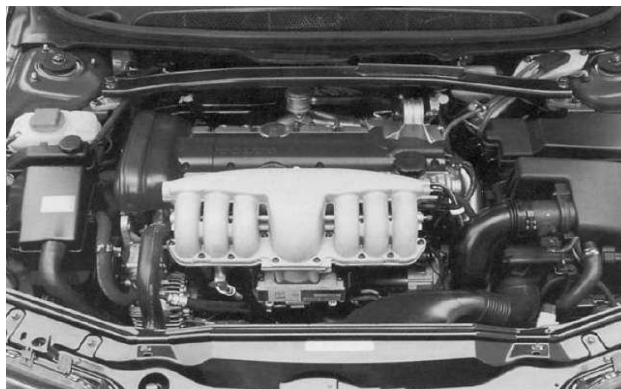


Рисунок 9.4 – Двигун автомобіля Volvo (зверніть увагу на особливості конструкції впускного колектора)

У системі компанії BMW (рис. 9.6), для керування положенням кулачка відносно приводного механізму використовується тиск масла. Положення кулачків визначається по відповідних установках карти постійної пам'яті в блоці керування.

Також відома система, яка не тільки дозволяє міняти вибір моменту відкриття клапана, але й період відкриття. Система відома як активне регулювання клапана (active valve train – AVT). Вона обіцяла дати подальший розвиток конструкції газорозподільного механізму з кулачками постійного профілю.

Розроблені ще більш ефективні версії цього методу. Відкриття впускних та випускних клапанів здійснюється гідравлічними приводами, що працюють при тиску до 200 Бар. Керування потоком масла до приводів клапанів здійснюється швидкодіючим сервоклапаном.

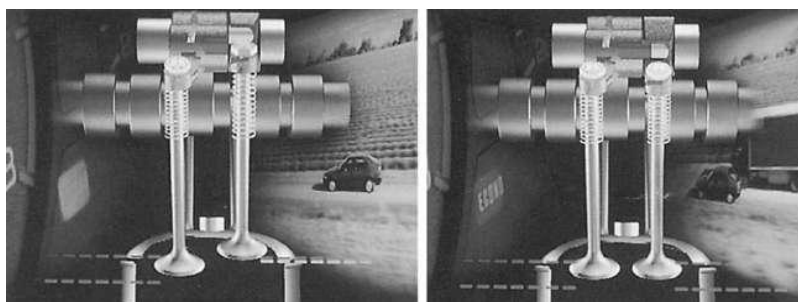


Рисунок 9.5 – Система керування клапанами в автомобілів Honda

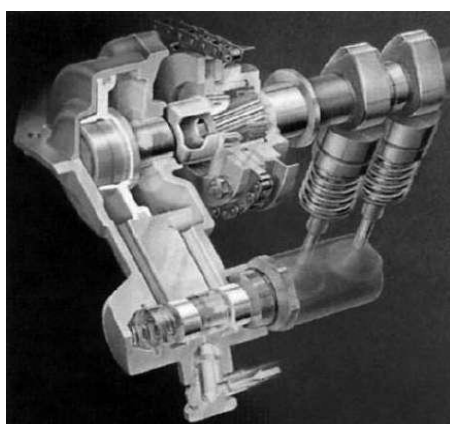


Рисунок 9.6 – Регулювання моменту відкриття клапанів у двигуні компанії BMW

9.2 Контроль факела згоряння й тиску

Тривають дослідження зі створення ефективних по вартості датчиків для визначення якості факела й тиску в камері згоряння. Ці датчики використовуються поки лише в дослідницьких цілях, тому що в цей час вони надзвичайно дорогі для використання в серійному виробництві. Коли вони стануть доступні, ці датчики забезпечать миттєвий зворотний зв'язок замкненого контуру керування процесом згоряння. Це буде особливо важливо для двигунів, що використовують збіднену суміш.

9.3 Лямбда-датчики широкого діапазону

Більшість датчиків кисневого показника в замкненому контурі керування забезпечує оптимальний контроль відносини повітря-паливо і підтримують його близьким до стехіометричного відношення (14,7:1). Тепер існує датчик, здатний забезпечити лінійний вихід у діапазоні між значеннями відносини від 12:1 і до 24:1. Це дозволяє здійснити зворотний зв'язок у замкненому контурі керування в значно більш широкому діапазоні експлуатаційних режимів.

9.4 Інжектори з повітряним екрануванням

Якщо в сопло інжектора ввести швидкий струмінь повітря, дисперсія палива значно поліпшується. Розмір крапель може бути зменшений до значень нижче 50 мкм у режимі холостого ходу. На рисунку 9.7 показаний інжектор з повітряним екрануванням.

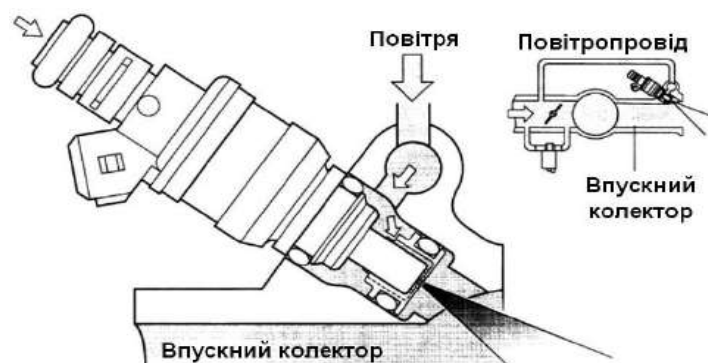


Рисунок 9.7 – Клапан інжектора з повітряним екрануванням

На рисунку 9.8 на двох світлинах проілюстрований ефект повітряного екранування. На одній світлинці екранування немає, а на іншій показане впорскування з повітряним екрануванням. Візуально помітно поліпшення дисперсії й зменшення розміру крапель при екрануванні.

9.5 Бортова діагностика

На рисунку 9.9 показана система керування двигуном Motronic M5 (компанія Bosch) з бортовою діагностикою OBD-2. Бортова діагностика (on – board diagnostics-OBD) стала дуже важливою частиною системи, що забезпечує тривалу експлуатацію автомобіля із чистим вихлопом.

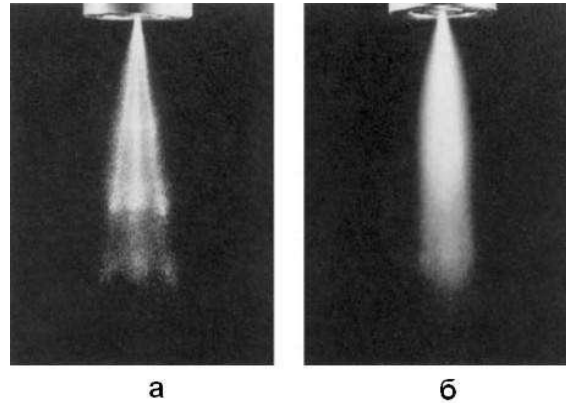
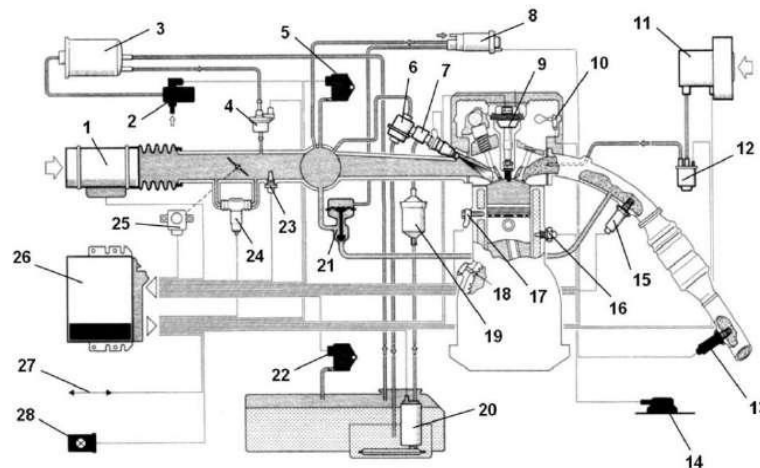


Рисунок 9.8 – Поліпшення дисперсії палива за рахунок застосування інжектора з повітряним екрануванням: а – інжектор без екранування; б – інжектор зі струменем екранованим повітрям

Багато країн тепер вимагають всебічної діагностики всіх компонентів, що впливають на вихлоп. Індикатор попередить водія про будь-яку виявлену помилку. Система бортової діагностики OBD-2 покликана стандартизувати безліч різноманітних методів, використовуваних різними виготовлювачами.



1 – вимірник масової витрати повітря; 2 – ізоляційний клапан; 3 – ємність з активованим вугіллям; 4 – клапан випуску повітря з паливного баку; 5 – датчик тиску впускної труби; 6 – регулятор тиску палива; 7 – паливна форсунка; 8 – регулятор тиску; 9 – котушка запалювання; 10 – фазовий датчик; 11 – вторинний повітряний насос; 12 – вторинний повітряний клапан; 13, 15 – лямбда-датчик; 14 – датчик прискорення кузова автомобіля; 16 – датчик температури; 17 – датчик детонації; 18 – датчик обертів двигуна; 19 – паливний фільтр; 20 – електричний паливний насос; 21 –

клапан рециркуляції; 22 – датчик перепаду тиску; 23 – датчик температури повітря; 24 – регулятор холостого ходу; 25 – потенціометр дросельної заслінки; 26 – блок керування двигуном; 27 – діагностичний інтерфейс; 28 – діагностична лампа

Рисунок 9.9 – Система Motronic M5 з бортовою діагностикою OBD-2

Цифрова електроніка дозволяє контролювати й датчики, і приводи. Це досягається розміщенням у пам'яті настановних значень для всіх робочих станів датчиків і приводів. Якщо буде виявлене відхилення від цих значень, інформація зберігається в пам'яті блоку керування і може бути виведена в майстерні при пошуку несправності.

Дуже важливий контроль системи запалювання, оскільки осічки запалювання не тільки збільшують вихлоп вуглеводнів, але й дають можливість незгорілому паливу ввійти в каталітичний конвертер і горіти там. Це може викликати перевищення нормальних температур роботи конвертера й ушкодити його.

Щоб контролювати запалення й згоряння в циліндрах, використовується точний датчик швидкості обертання колінчатого вала. Осічка запалювання на мить змінює обертаючий момент колінчатого вала, що викликає його нерівномірне обертання. Це явище можна контролювати, що дозволяє миттєво виявляти пропуск запалювання.

Для реалізації функцій системи OBD-2 також потрібен ряд інших датчиків. Наприклад, ще один лямбда-датчик, розміщений після каталітичного конвертера, контролює функціонування ORD-2. Датчик вхідного тиску повітря й клапан необхідні для керування фільтром з активованого деревного вугілля, щоб зменшувати й контролювати емісію випарів з паливного бака.

Датчик різницевого тиску також контролює проникність паливного бака. Потрібне значне ускладнення електроніки блоку керування, щоб управляти системою OBD додатково до виводу індикації про несправності для водія. Така повна контролююча система дозволяє одержати більший ефект у скороченні емісії транспортного засобу, ніж всілякі витончені інструкції щодо щорічного регулювання емісії.

9.6 Шкідливі викиди та конструкція двигуна

Багато деталей конструкції двигуна істотно впливають на утвір викидів. Ясно, що фінальний проект двигуна майбутнього стане компромісом між суперечливими інтересами. Основні області цих інтересів обговорюються далі, в наступних розділах.

Конструкція камери згоряння.

Головне джерело емісії вуглеводню – це незгоріле паливо, яке перебуває в контакті зі стінками камери згоряння. Із цієї причини область стінок повинна мати як можна меншу поверхню й найпростішу форму.

Теоретичний ідеал – сфера, але сфера не зовсім практична. Важливо гарне перемішування порції суміші в циліндрі, оскільки це сприяє більш якісному й

швидкому горінню. Можливо, ще

важливіше гарантовано гарне перемішування в області свічі запалювання. Це поліпшує запалення. Краще всього поміщати свічу запалювання в центр камери згоряння, оскільки це зменшує ймовірність підривного згоряння за рахунок скорочення відстані, яке повинен пройти фронт полум'я.

Ступінь стиску.

Чим вище ступінь стиску, тим вище теплова ефективність двигуна, і отже, краще якість його роботи й менші витрати палива. Існують дві головні перепони на шляху до більш високих ступенів стиску – збільшення емісії й тенденція до детонації. Проблема з емісією виникає через високу температуру, яка у свою чергу, викликає більш високий утвір окислів NO_x .

Збільшення температури робить паливо-повітряну суміш більш схильною до самозаймання, а отже створює високий ризик підривного згоряння.

Країни, у яких протягом деякого часу діяли жорсткі інструкції регулювання емісії, наприклад США і Японія, прагнули розвивати двигуни з більш низькими ступенями стиску. Однак завдяки змінам у конструкції камери згоряння й більш широкому поширенню циліндрів із чотирма клапанами вкупі з розвитком систем електронного керування та іншими методами зниження рівня емісії, ступінь стиску за минулі роки зросла.

Вибір моменту й тривалості відкриття клапана.

Вплив моменту спрацьовування клапана на склад вихлопу може бути досить значним. Один з головних факторів – тривалість перекриття клапанів. Це час, протягом якого впускний клапан вже відкритий, але випускний клапан ще не закритий.

Тривалість цієї фази визначає кількість вихлопного газу, що залишається в циліндрі, коли випускний клапан нарешті закривається. Цей газ істотно впливає на температуру реакції (більше вихлопного газу – нижче температура) і, отже, на емісію NO_x . Головне протиріччя тут у тому, що на більш високих швидкостях збільшення фази впуску збільшує розвивану потужність.

З іншої сторони, це викликає більше перекриття клапанів і на холостому ході, що може значно збільшувати емісію вуглеводнів. Це протиріччя призвело до введення електронних систем управління моментом і тривалістю відкриття клапанів.

Конструкції колекторів.

Газовий потік у зоні вхідних і випускних колекторів – дуже складний для вивчення об'єкт. Головна причина цієї складності – зміни характеристик потоку, обумовлені не тільки змінами у швидкості двигуна, але також дією циліндрів як насосів. Це насосна дія циліндрів викликає коливання тиску в колекторах. Якщо колектори й системи впуску й випуску розроблені так щоб у відповідний момент часу відбити назад хвилю тиску, можна поліпшити об'ємну ефективність роботи колекторів. Багато двигунів транспортних засобів тепер оснащені трактами впуску регульованої довжини. Довгі тракти використовуються при низьких швидкостях

обертання, а вкорочені – при високих.

Розшарування дози палива.

Якщо порція паливної суміші може бути введена в циліндр таким способом, щоб більш багата суміш перебувала поблизу свічі запалювання, то в середньому по циліндру суміш може бути набагато більш бідною.

Ця ідея може забезпечити більші переваги у витраті палива, але емісія окислів NO_x всі ще може залишатися проблемою. Багато двигунів збідненого згоряння використовують той або інший спосіб розшарування палива, щоб зменшити можливість осічки запалювання й нерівної роботи двигуна.

Час прогріву.

Основні викиди, створювані середнім автомобілем, виникають у процесі прогріву двигуна. Застосування підходящих матеріалів і ретельна пророблення системи охолодження можуть зменшити цю проблему. Деякі системи керування навіть змушують двигун на час прогріву працювати при злегка затриманому запалюванні, щоб він швидше прогрівся.

Рециркуляція вихлопного газу.

Ця методика використовується, насамперед, для того, щоб зменшити пікові температури згоряння й, отже, утворити окислу азоту (NO_x).

Рециркуляція вихлопного газу (exhaust gas recirculation – EGR) може бути або внутрішньою, за рахунок перекриття клапанів, або зовнішньою, через звичайні труби й клапан (рис. 9.10). Певна порція вихлопного газу просто вертається до впускного колектора двигуна.

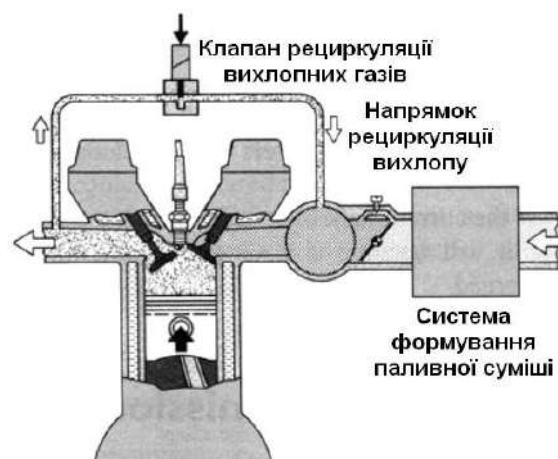


Рисунок 9.10 – Система рециркуляції вихлопного газу

Рециркуляцією управляють за допомогою електроніки по установкам і постійній пам'яті блоку керування двигуном. Це гарантує, що не будуть порушені ходові якості автомобіля, а також, що частка рециркуляції буде контролюватися. Якщо ця частка занадто велика, збільшується емісія вуглеводнів.

На рисунку 9.11 показаний вплив частки рециркуляції на вихлоп і витрати палива. Один з недоліків систем EGR полягає в тому, що клапани через деякий період часу

можуть забиватися продуктами вихлопу й. таким чином, змінювати фактичний відсоток рециркуляції. Однак тепер вже є клапани, які зменшують цю проблему.

Система запалювання.

Система запалювання може впливати на вихлопну емісію двома способами: по-перше, за рахунок якості створеної іскри, і по-друге, вибором моменту утворення іскри. Якість іскри буде визначати її здатність запалити суміш. Тривалість іскри, зокрема, істотна при запаленні більш бідних сумішей. Більш сильна іскра зменшує ймовірність осічок, які можуть призвести до збільшення викиду вуглеводнів.

9.7 Термічне допалювання палива

Щоб зменшити частку вуглеводнів у вихлопі, задовго до широкого поширення каталітичних конвертерів використовувалося термічне допалювання палива.

Вуглеводні дійсно продовжують горіти у випускному колекторі, а проведені дослідження показали, що вибір матеріалу використовуваного колектора, наприклад чавуну або нержавіючої сталі, може мати значимий вплив на скорочення викидів НС.

При температурах приблизно 600°C , НС і СО згоряють або окисляються в H_2O і CO_2 . Якщо вводити повітря, у випускний колектор після клапанів, то можна стимулювати процес допалювання палива.

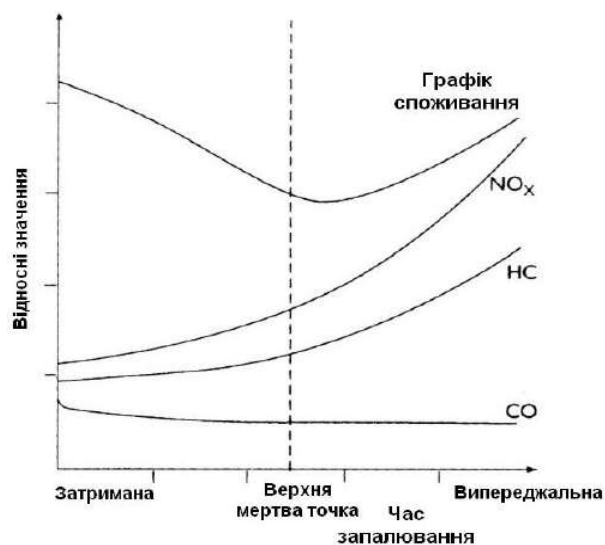


Рисунок 9.12 – Вплив часу запалювання на емісію викидів й споживання палива

9.8 Каталітичні конвертери

Строгі вимоги по регулюванню викидів у більшості країн світу зробили використання каталітичного конвертера майже обов'язковим. Каталізатор із трьома реакціями (three-way catalyst – TWC) з величезним ефектом використовується більшістю автовиробників.

Це дуже простий пристрій, і виглядає він подібно стандартній коробці вихлопного фільтра. Однак для того, щоб конвертер працював правильно, робоча

суміш у двигуні повинна бути дуже близькою до стехіометричного відношення. Необхідно гарантувати доступність для каталізатора правильних «інгредієнтів», щоб він виконав свою функцію.

На рисунку. 9.13 показана внутрішня частина каталітичного конвертера. Існує багато видів вуглеводнів, але наступний приклад ілюструє головну реакцію. Слід сказати, що реакції передбачається здійснювати за участю деякої кількості CO, виробленого двигуном, щоб зменшити NO_x.

У цьому одна із причин того, що виготовлювачі були повинні змушувати двигуни працювати на стехіометричній суміші. Ця ж обставина стримує розвиток методів збідненого горіння. Таким чином, навіть дрібні деталі інструкцій з регулювання емісії можуть у дійсності мати дуже серйозний вплив на вибір використовуваних методів скорочення емісії.

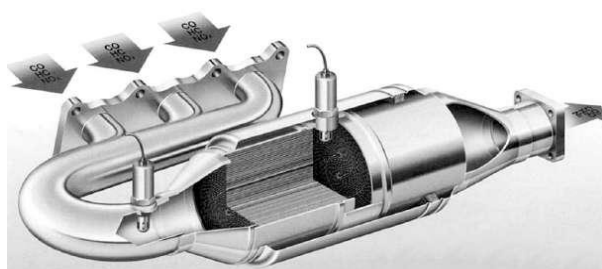


Рисунок 9.13 – Каталітичний конвертер (нейтралізатор)

Герметична система каталітичного конвертера включає в себе труби випускного колектора, лямбда-датчик і OBD II-датчик діагностичної системи. Основний каталітичний перетворювач розроблений як сучасний двошаровий перетворювач з центральною частиною, що має повітряний зазор.

Положення каталітичного перетворювача поблизу двигуна забезпечує швидкий час реакції у фазі холодного пуску. Сформована конструкція колектора зменшує загальну вагу транспортного засобу, а також сприяє нижчій тепловій масі каталітичного перетворювача, що відключається. Таким чином, ця інноваційна система вже відповідає майбутнім значенням викидів вихлопних газів.

Керамічна монолітна основа, використовувана як матеріал каталізатора, є алюмомагнієвим силікатом і завдяки багатьом тисячам дрібних каналів забезпечує більшу площу поверхні. Ця поверхня покрита найтоншою плівкою окису алюмінію, який додатково збільшує ефективну поверхню приблизно у 7000 разів. Для каталізаторів використовуються благородні метали.

Платина сприяє окисненню HC і CO, а родій допомагає скороченню NO_x. Представлений конвертер – це сучасна конструкція з металевою основою й вбудованим колектором. Тільки один такий каталітичний конвертер, що підтримує три згадані реакції, містить приблизно 3-4 г дорогіших металів.

Ідеальний діапазон робочих температур конвертера – від 400 до 800°C. Дуже часта серйозна проблема – це затримка досягнення каталізатором цієї температури з моменту початку роботи двигуна. Вона відома як «час вибігу каталізатора».

Використовуються різні методи, що зменшують цей час, оскільки поки

катализатор не нагріється, іде викид шкідливих продуктів згоряння. Можливі рішення – електричний підігрів або паливник, який вводить у конвертер легке паливо. Інша можливість – розміщення конвертера між випускним колектором і трубопроводом глушника. Це значно зменшує «час вибігу», але газовий потік, вібрація й надмірні перепади температури можуть зменшити термін служби катализатора.

Каталітичним конвертерам загрожують два типи ушкоджень. Перший – використання етильованого палива, яке призводить до відкладання складових свинцю на активних поверхнях і таким чином, зменшує ефективну поверхню катализатора.

Другий – внаслідок осічок запалювання незгоріле в циліндрах паливо буде догоряти в катализаторі й викличе його перегрів. Компанія BMW, наприклад, використовує на деяких транспортних засобах систему, де датчик контролює високовольтний вихід системи запалювання, і якщо не утворюється іскра, система надалі не подає паливо у «збійний» циліндр.

Ще одне можливе технічне рішення для зниження емісії в період розігріву катализатора полягає у використанні попереднього конвертера, який електрично нагрівається, малого розміру, як показано на рисунку 9.14. Перші випробування цієї системи показують, що емісія вуглеводнів протягом фази розігріву може бути значно зменшена.



Рисунок 9.14 – Попередній конвертер з електричним підігрівом

Для каталітичного конвертера, здатного з оптимальною швидкістю окислити CO і HC при одночасному скороченні окислів NO_x , дуже важливий стан суміші в межах вузької смуги в 0,5 % від лямбда-значення 1.

Використовувані в цей час кисневі датчики можуть забезпечити точність в межах приблизно 3 % від вказаного значення лямбда-показника. Коли каталітичний конвертер перебуває в гарному стані, це не створює проблеми завдяки накопичувальній здатності конвертера у відношенні CO і O_2 .

Ушкоджені конвертери, однак, не можуть зберігати достатню кількість цих газів і, отже, стають менш ефективними. Ушкодження конвертера, як вже було сказано раніше, може відбутися із-за перегріву або через «отруєння» свинцем або навіть кремнієм.

Якщо склад паливної суміші може підтримуватися в межах 0,5 % від стехіометричного лямбда-показника, конвертер залишиться ефективним, навіть якщо він до деякого ступеня ушкоджений. Зараз стали доступними датчики, які можуть забезпечити необхідну точність. Щоб гарантувати ідеальну роботу конвертера, можна

використовувати другий датчик, встановлений вже після конвертера.

9.9 Лямбда-контроль у замкненому контурі керування

Діючі інструкції регулювання викидів зробили вже обов'язковим замкнений контур керування складом паливно-повітряної суміші в комбінації з каталітичним конвертером. У той же час незважаючи на жваві дискусії, інженери не дійшли згоди про те, що лямбда-показник повинен обов'язково дорівнювати одиниці для всіх експлуатаційних режимів.

Отже, лямбда-контроль – це система, із замкненим контуром керування, яка діє так, щоб сигнал від кисневого датчика у вихлопі міг безпосередньо впливати на кількість палива, що вводиться. На рисунку 9.15 показана блок-схема системи керування по лямбда-показнику. Результати керування по λ -показнику та дія каталізатора наведені на рисунку 9.16.

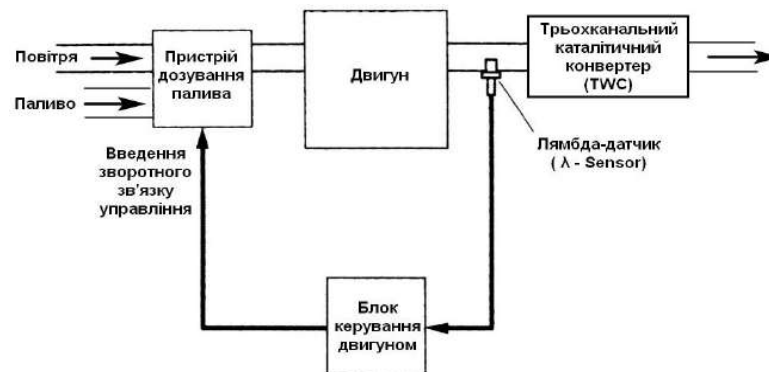


Рисунок 9.15 – Дозування палива в замкненому контурі керування

Принцип дії системи наступний: λ -датчик генерує напругу, пропорційну вмісту кисню у вихлопі, вміст кисню, у свою чергу, пропорційний відношенню «повітря-паливо». При ідеальному регулюванні ця напруга становить приблизно 450 мВ. Якщо напруга, отримана ЕСУ, нижче цього значення (бідна суміш), кількість введеного палива потроху збільшується. Якщо напруга сигналу вище порогу (багата суміш), кількість палива зменшується.

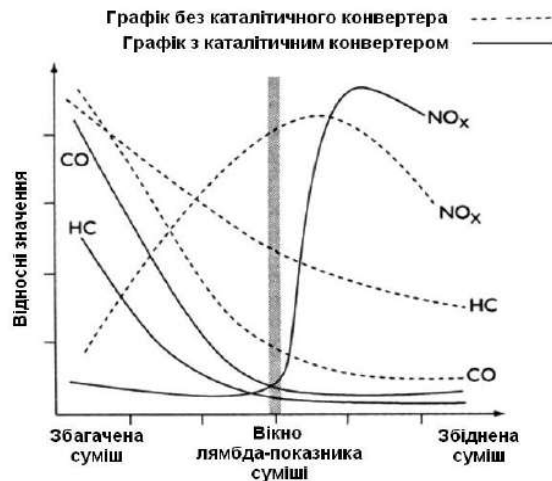


Рисунок 9.16 – Результати керування по λ -показнику та дія конвертера TWC

Ця зміна в повітряно-паливному відношенні не повинна бути занадто різкою, оскільки це змусить двигун «смикатися». Щоб запобігти цьому явищу, блок керування двигуном містить інтегратор, який змінює склад суміші протягом певного часу.

Існує також затримка між формуванням суміші в колекторі й виміром вмісту кисню у вихлопному газі. Це обумовлено робочим циклом двигуна й швидкістю суміші на впуску, часом, необхідним вихлопним газам, щоб досягти датчика, і часом реакції датчика.

Цю затримку іноді називають «мертвим часом», і вона може досягати однієї секунди на швидкості холостого ходу й декількох сотень мілісекунд на більш високих швидкостях двигуна.

Через «мертвий час», суміш неможливо привести до точного значення $\lambda=1$. Якщо в системі встановлений інтегратор, який може враховувати швидкість двигуна, тоді вдається втримувати значення λ суміші в діапазоні 0,97-1,03, тобто в межах, у яких TWC найбільш ефективний.

9.10 Контроль вихлопу дизеля

Викиди дизельних двигунів були в значній мірі знижені завдяки змінам конструкції камери згоряння й методів впорскування. Подальші вдосконалення дозволили зробити більш точним керування початком і періодом впорскування. Істотний внесок також вніс метод електронного керування. Щоб керувати емісією викидів, можна використовувати ще ряд методів.

Рециркуляція вихлопного газу.

Як і у випадку бензинових двигунів, рециркуляція вихлопного газу (EGR) використовується, насамперед, для того, щоб зменшити викид окислів NO_x за рахунок зменшення температури реакції у камері згоряння. Однак якщо відсоток рециркуляції стане занадто високим, зросте утворення вуглеводнів і сажі.

Температура усмоктуваного повітря.

Це рішення може застосовуватися у двигунах з турбонаддувом. Якщо повітря

пропускається через проміжний теплообмінник і передбачений вимір обсягу цього повітря, то зниження його температури зменшить емісію NO_x . Проміжний теплообмінник встановлюється у тій самій зоні автомобіля, що й радіатор системи охолодження.

Каталітичний конвертер.

На дизельному двигуні каталізатор може використовуватися щоб зменшити емісію вуглеводнів, але він вплине на утворіння окисненого азоту. Це відбувається тому, що дизельні двигуни завжди працюють з надлишком повітря, щоб гарантувати краще й більш ефективно горіння палива. Тому звичайний каталізатор не відніме кисень від NO_x , щоб окислити вуглеводні, а замість цього ще буде використаний додатковий кисень. Тому розроблені спеціальні конвертери для NO_x .

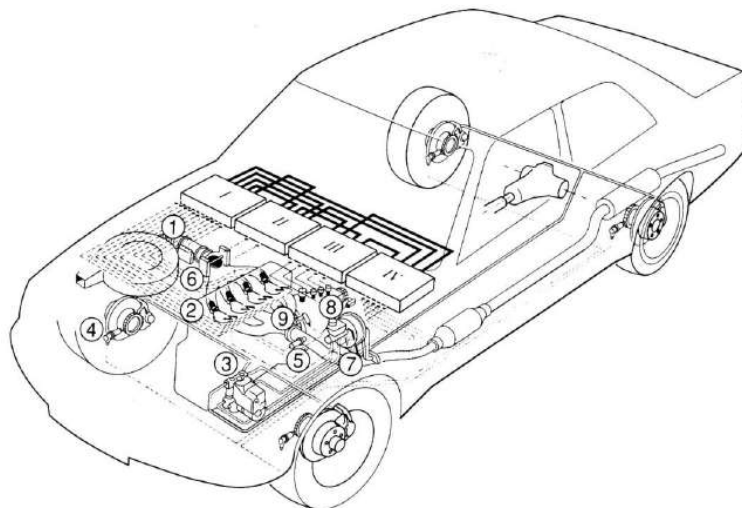
9.11 Системи комплексного керування автомобілем

Можливість створення системи комплексного керування транспортним засобом з'явилася після розробки систем цифрового контролю. На рисунку 9.17 показана схема комплексної системи керувань автомобілем.

В принципі, вона вимагає використання всього одного блоку керування, здатного контролювати всі параметри транспортного засобу. На рисунку 9.18 показаний один з варіантів з'єднання між собою декількох блоків керування. Однак у дійсності, використовують кілька окремих контролерів (ECU), здатних спілкуватися один з одним через шину даних (CAN).



Рисунок 9.17 – Блок-схема комплексної системи керування автомобілем



I – блок керування «Мотронік»; II – електронне управління дросельним клапаном;
 III – електронне керування трансмісією; IV – блок керування системою АБС и тягою;
 1 – вимірники масової витрати повітря; 2 – впорскування та запалення; 3 – гідравлічний модулятор системи АБС; 4 – датчик швидкості коліс для системи АБС; 5 – лямбда-датчик; 6 – привод дросельної заслінки; 7 – датчик педалі газу; 8 – датчик швидкості, регулятор тиску, приводи клапанів; 9 – датчик швидкості обертання двигуна

Рисунок 9.18 – Зв'язки між блоками керування

Переваги централізованого керування.

Переваги централізованого керування можна розділити на дві групи – «входи» і «виходи». Розглянемо всі вихідні величини, необхідні для керування в кожній з нижченаведених областей:

- система запалювання;
- система подачі палива;
- система трансмісії.

Для зазначених трьох систем керування автомобілем є багато загальних вимог. Наявність однієї централізованої системи керування може потенційно зменшити складність кабельної мережі при одночасному розширенні можливостей контролю.

Це, фактично, переваги «виходів». Розглянемо загальні умови експлуатації транспортного засобу під час раптового й різкого прискорення й можливі «відповіді» кожної з перерахованих систем. Якби кожна система працювала сама по собі, можливо, що вона не зреагувала б певним чином з урахуванням роботи інших систем.

Наприклад, можуть бути встановлені момент часу запалювання й величина порції палива, але потім ECU трансмісії різко понизив передачу, збільшуючи, таким чином, оберти двигуна. Це у свою чергу, вимагає змін у дозуванні палива й виборі моменту запалювання. Протягом перехідного процесу цілком ймовірно зменшення ефективності роботи й збільшення емісії.

Таким чином, ідеальне керування можливе лише при єдиному блоці керування або, по крайній мірі, при наявності зв'язку між окремими блоками. Програмування такого керування вимагає, однак, дуже значної потужності обчислювальних модулів. Це стає особливо очевидним, якщо враховувати інші системи керування, наприклад, зчепленням, антиблокуванням гальм, активною підвіскою, кермом.

9.12 Система Cartronic компанії Bosch

Складність об'єднання систем постійно збільшується. Компанія Bosch розробила систему, що використовує ієрархію електронних засобів транспорту. Удосконалення як роботи двигуна, рівня емісії, безпеки водія й комфорту, вимагають більшої взаємодії різних електронних систем. Раніше на простому прикладі ми вже продемонстрували потребу в окремих електронних системах, здатних спілкуватися один з одним.

Проект компанії Bosch використовує ієрархічну структуру сигналу, щоб вирішити цю проблему. На рисунку 9.19 показано два способи, якими можуть бути зв'язані системи. Перший використовує звичне кабельне розведення, другий – шину CAN.

На рисунку 9.20 показана відмінність між потоком даних в автономній системі й потоком даних в ієрархічній системі. Система Cartronic використовує принцип, при якому кожна система може керуватися від системи, що займає в ієрархії керування більш високий рівень.

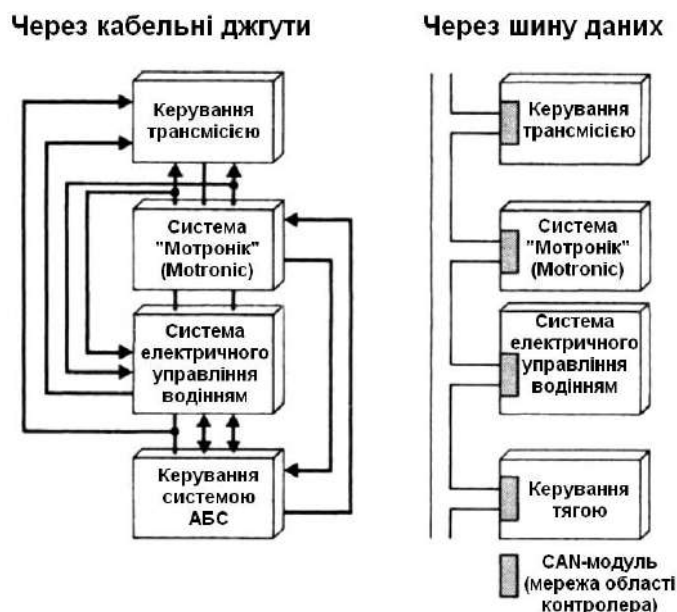


Рисунок 9.19 – Типи зв'язку систем автомобіля

Наприклад, інтегровані системи керування двигуном і керування коробкою передач не «спілкуються» безпосередньо між собою, а тільки через систему керування трансмісією яка стоїть вище по ієрархії. Виробники транспортних засобів продовжують вести дослідження в області комплексних систем керування.

Все більше й більше систем інтегрується між собою, що призводить до зниження вартості електронного устаткування автомобіля. Одночасно ростуть вимоги до обчислювальної потужності систем, вже є нормою застосування 32-розрядних і скоро стане стандартом застосування 64-розрядних швидкодіючих мікроконтролерів.

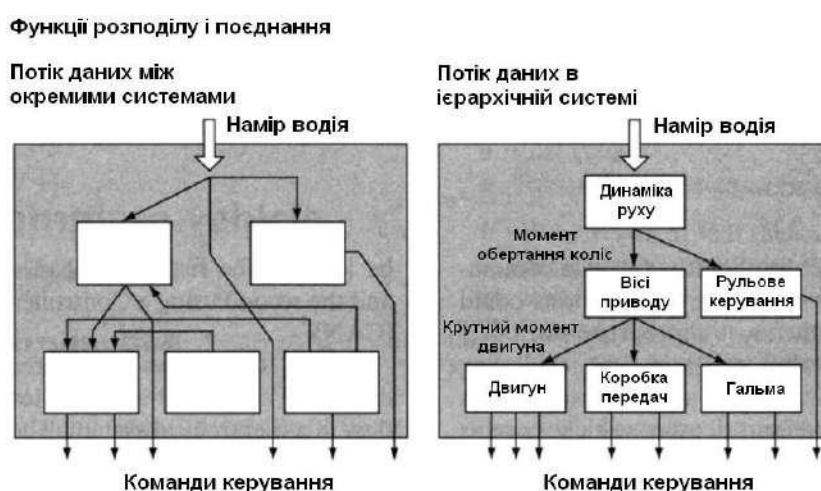


Рисунок 9.20 – Система Cartronic

Зворотна сторона використання єдиного блоку керування для керування всім транспортним засобом – це вартість заміни блоку керування. При існуючих цінах навіть ECU єдиної системи може недешево коштувати, хоча, в середньому, вартість виготовлення всього транспортного засобу може зменшитися.

9.13 Система GDI (Mitsubishi)

Протягом багатьох років компанія Mitsubishi Motors прагнула підвищити ефективність своїх двигунів не тільки з метою задовольнити зростаючі вимоги з боку екології, щоб обмежити негативну дію парникового ефекту, а й значно зменшити витрати палива. Тому Mitsubishi приклала істотні зусилля саме до розвитку двигуна із прямим впорскуванням бензину.

Протягом багатьох років інженери вважали, що цей тип двигуна має найбільший потенціал для оптимізації подачі палива й згоряння що, у свою чергу, може забезпечити кращу якість роботи й знизити витрати палива. Однак дотепер так ніхто і не спроектував довершений двигун із прямим впорскуванням палива в циліндр (Gasoline Direct Injection – GDI), придатний для масового виробництва.

Розроблений у компанії Mitsubishi двигун типу GDI (удосконаленого прямого впорскування бензину) – це реалізація мрії інженера.

Для подачі палива звичайні двигуни використовують систему впорскування палива, яка замінила систему карбюрації. Система MPI, або система багатоточкового впорскування, де паливо підводиться до кожного пристрою введення, в даний час є однією з найбільш широко використовуваних систем.

Однак навіть у двигунах MPI є обмеження на умови подачі палива й керування згорянням, тому що паливо змішується з повітрям перед введенням в циліндр. Mitsubishi прагнула розсунути ці межі, розробляючи двигун, де бензин вводиться безпосередньо в циліндр, аналогічно дизельному двигуну, і, крім того, моментом впорскування управляють у точній відповідності за умовами навантаження.

Двигун GDI досяг наступних видатних показників:

- надзвичайно точний контроль порції палива, у результаті згоряння ультрабідних сумішей паливна, ефективність перевищує ефективність дизельних двигунів;

- дуже ефективне впорскування й унікально висока ступінь стиску забезпечують даному двигуну GDI високу ефективність і відмінну приємність, які перевершують такі показники для звичайних двигунів MPI.

На рисунку 9.21 показаний розвиток двигунів на шляху до більш високої потужності й ефективності. Технологія, реалізована Mitsubishi для двигуна GDI, є наріжним каменем для наступного покоління високоефективних двигунів. Очевидно, ця технологія буде розвиватися й далі. На рисунку 9.22 показаний розвиток системи подачі палива. На рисунку 9.23 показаний зовнішній вигляд двигуна із прямим впорскуванням бензину.

Головні цілі двигуна GDI.

Розробка двигуна GDI дозволяє вирішити наступні основні завдання:

- добитися ультранизької витрати палива, кращої, ніж в будь-якого дизельного двигуна;

- забезпечити потужність, що перевершує потужність звичайних двигунів MPI.

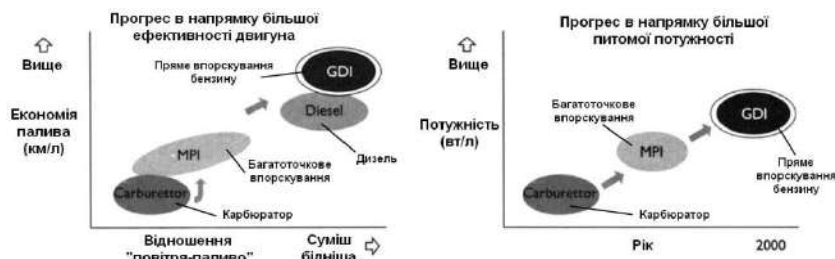


Рисунок 9.21 – Прогрес двигунів на шляху до більш високої потужності й ефективності

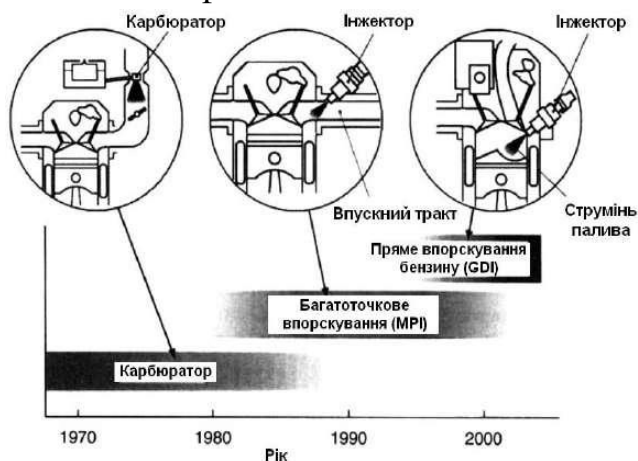


Рисунок 9.22 – Розвиток систем подачі палива

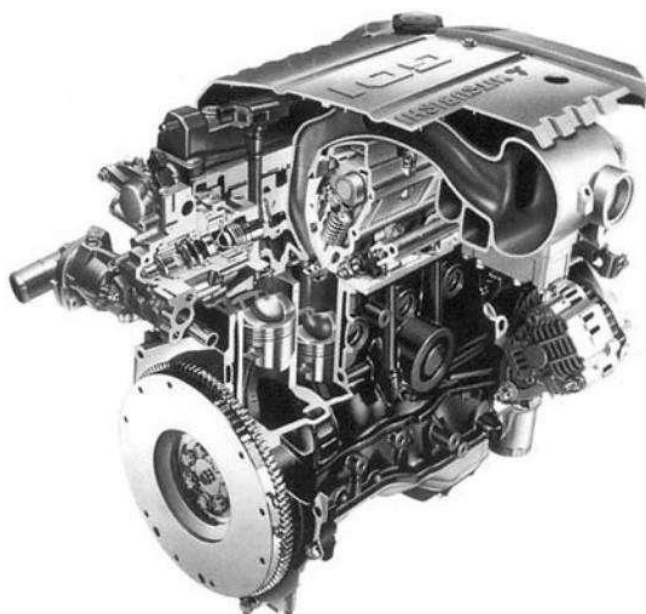


Рисунок 9.23 – Двигун GDI від Mitsubishi

Технічні особливості двигуна GDI:

- строго вертикальні канали введення для оптимального керування потоком повітря в циліндрі;
- поршні із круглою вибіркою у верхній частині для кращого згорання палива;
- паливний насос високого тиску для подачі палива в інжектори під тиском;
- вихрові інжектори високого тиску для створення оптимальної повітряно-паливної суміші.

ТЕМА 10 СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ДВИГУНІВ ГІБРИДНОГО ТИПУ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

10.1 Сучасні тенденції розвитку автомобільної техніки

Тиск суспільства, спрямований на створення транспортних засобів, що не використовують викопне паливо, постійно збільшується. Дійсно, останні законодавчі акти встановили необхідність виробництва транспортних засобів з нульовою емісією викидів (zero emission vehicle – ZEV). Розвиток концепції електричного автомобіля усе ще перебуває в стані пошуку, але деякі з основних автовиробників уже сьогодні мають у наявності конструкції електричних автомобілів для продажу широкій публіці.

Ще в 1990 р. компанія General Motors оголосила, що її електромобіль (electric vehicle – EV) Impact може прискорюватися до 100 км/год усього за 8 с, має максимальну швидкість 160 км/год (100 миль/год) і пробіг 240 км між заправленнями. Експлуатаційні витрати були вдвічі більше, чим в еквівалентного по характеристиках автомобіля на викопному паливі, але ці витрати поступово знижувалися.

Автомобіль мав шини, що знижують опір абсолютно нової конструкції й гальма, які при включенні діяли як генератори (регенеративне гальмування). Автомобіль забезпечувався енергією від 397-кілограмового набору вдосконалених свинцево-кислотних батарей із гелієвим електролітом (32 штуки по 10 В), і мав два невеликі електричні мотори змінного струму для привода передніх коліс. Час перезарядження становив близько 2 годин, але він міг бути скорочений до години у випадку крайньої необхідності. Це було дуже вражаюче, але на цьому розвиток не зупинився.

На рисунку 15.1 показана загальна блок-схема електричного автомобіля. Зазначимо, що батареї для живлення двигуна часто мають напругу кілька сотень вольт, тоді як для системи «нормального» освітлення та інших систем все ще потрібне джерело з більш низьким живленням 12/24 В. Деякі з показаних компонентів є необов'язковими.



Рисунок 10.1 – Загальна блок-схема електричного автомобіля

10.2 Перехід від ДВЗ до гібридних і електричних силових установок

Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту характеризується глибокими трансформаційними процесами, пов'язаними з поступовою відмовою від двигунів

внутрішнього згоряння (ДВЗ) та переходом до гібридних і електричних силових установок. Цей перехід не є випадковим або короткочасним трендом – він відображає глобальні зміни у світовій економіці, екологічній політиці та технологічному прогресі.

Протягом понад ста років ДВЗ залишався основою автомобілебудування. Його розвиток дозволив досягти високих показників потужності, надійності та автономності транспорту. Проте водночас двигуни внутрішнього згоряння стали одним із основних джерел шкідливих викидів у атмосферу. Зростання рівня урбанізації, підвищення концентрації автомобілів у містах і глобальні кліматичні виклики змусили держави переглянути підходи до розвитку транспорту. У країнах European Union запроваджуються суворі норми щодо викидів CO₂, що стимулює виробників зменшувати частку традиційних силових агрегатів.

Першим кроком на шляху трансформації стали гібридні автомобілі. Вони поєднали переваги ДВЗ та електродвигуна, забезпечивши зменшення витрати пального та скорочення викидів. Символом початку «гібридної ери» став Toyota Prius компанії Toyota, який довів можливість масового виробництва економічних і екологічно дружніх автомобілів. Гібридні системи дали змогу ефективно використовувати рекуперацію енергії під час гальмування та оптимізувати режими роботи ДВЗ. Вони стали своєрідним компромісом між традиційними технологіями та повністю електричним транспортом.

Наступним етапом розвитку стали повністю електричні автомобілі. Електромобіль принципово змінює концепцію силової установки: замість складного механічного агрегату з багатьма рухомими деталями використовується електродвигун із високим коефіцієнтом корисної дії. Вагомий внесок у популяризацію електротранспорту зробила компанія Tesla, зокрема її модель Tesla Model S, яка продемонструвала, що електромобіль може бути не лише екологічним, а й потужним та престижним.

Електричні силові установки мають низку переваг: відсутність локальних викидів, високу енергоефективність, зменшені витрати на технічне обслуговування. Проте вони також стикаються з низкою викликів – необхідністю розвитку зарядної інфраструктури, удосконалення акумуляторних технологій та вирішенням проблем утилізації батарей. Крім того, перехід до електротранспорту потребує перебудови виробничих процесів і значних інвестицій з боку автовиробників.

Сьогодні провідні компанії світу активно інвестують у розвиток електричних платформ. Наприклад, Volkswagen та Volvo оголосили про масштабні програми електрифікації модельного ряду. Це свідчить про те, що електричний транспорт розглядається не як альтернатива, а як стратегічний напрям майбутнього розвитку галузі.

Отже, перехід від ДВЗ до гібридних і електричних силових установок є закономірним етапом еволюції автомобільного транспорту. Гібридні системи виконують роль перехідної ланки, тоді як електромобілі поступово стають основою нової транспортної парадигми. У перспективі розвиток акумуляторних технологій,

інтеграція відновлюваних джерел енергії та цифровізація транспортних систем сприятимуть формуванню екологічно безпечного, енергоефективного та інноваційного середовища мобільності.

10.4 Архітектура силової установки гібридного автомобіля

Концепція транспортного засобу з комбінованим джерелом енергії досить очевидна і також не нова. Двигуни внутрішнього згоряння (internal combustion – IC) створюють небезпечну емісію й мають низьку ефективність при частковому навантаженні. Електромобілі не роблять «ніякої» емісії, але мають обмежену дальність дії.

Рішення полягає в тому, щоб об'єднати кращі властивості обох типів і мінімізувати гірші. У такому об'єднанні – принцип системи гібридного двигуна.

Один з варіантів експлуатації таких транспортних засобів полягає в тому, щоб масово використовувати електропривод в режимі повільного руху в місті й використовувати двигуни внутрішнього згоряння на відкритій дорозі. Це могло б стати самим підходящим способом для того, щоб зменшити забруднення в містах. Досить продумані системи керуванні фактично дозволяють реалізувати ще кращий варіант, а саме, щоб за певних умов і електромотор, і двигун могли застосовуватися одночасно.

Типи гібридних приводів

На рисунку 10.6 показані можливі варіанти гібридного приводу. Можна також використовувати різні типи двигуна внутрішнього згоряння, наприклад, бензиновий, дизельний або навіть газотурбінний.

Розташування двигунів може бути як послідовне, так і паралельне. Є підстава вважати, що паралельне розташування буде більш популярне через його більшу гнучкість. Однак послідовна система дозволяє двигуну на вичерпаному паливі працювати на постійній швидкості обертаючи електрогенератор. Це робить використання двигуна внутрішнього згоряння значно ефективним.

Але процес подвійного перетворення енергії (механічної в електричну, потім знову в механічну) менш ефективний, ніж прямий привод трансмісії транспортного засобу. Інша перевага послідовного з'єднання різнотипних двигунів полягає в тому, що трансмісія (коробка передач) не є істотною проблемою в цьому випадку.

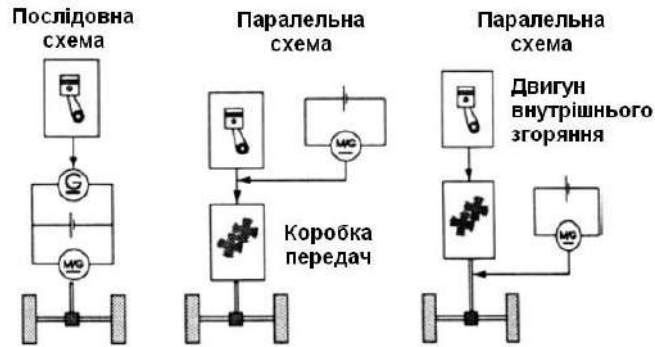


Рисунок 10.6 – Варіанти гібридного привода

Гібрид, або транспортний засіб з комбінованим джерелом енергії» ймовірно, стане більш популярним. Здається, що такий автомобіль є ідеальним і очевидним компромісом, поки здійснюється подальший розвиток технології електропривода й батарей. У майбутньому може стати можливим створення двигуна на викопному паливі, який при роботі на постійній потужності буде мати якщо не нульовий рівень викидів, те досить близький до нуля.

Тоді при об'єднанні такого двигуна з дуже ефективною системою електродвигуна й акумуляторної батареї, може бути створений і прийнятний до загального використання – ZEV (zero emission vehicle), тобто, транспортний засіб з нульовою емісією.

Сьогодні загально визнане, що ніякої чудо-батарей не з'явиться, принаймні, у недалекому майбутньому. Щільність енергії викопного палива на порядок перевищує щільність енергії для будь-якого типу батарей. Ця обставина вселяє ще більшу віру в гібридний проект. І цю думку підтримують керівники провідних японських автовиробників.

10.5 Електронне керування в гібридних силових установках автомобілів

Саме міський режим руху автомобілів відрізняється істотним збільшенням витрати палива (л/км). Автовиробники відповіли на цю проблему досить успішно й їх відповідь «пролунала» порівняно нещодавно – це гібридні автомобілі. Термін «гібридний» має на увазі поєднання бензинового й електричного двигунів. Ці два джерела енергії ефективно доповнюють один одного. Електродвигуни миттєво забезпечують додаткову потужність, не витрачаючи паливо й не забруднюючи навколишнє середовище. Бензиновий двигун дозволяє розвинути високу швидкість на рівні сучасних автомобілів. Робота в системі дозволяє кожному джерелу енергії працювати в оптимальному режимі, забезпечуючи автомобілю прекрасні ходові якості й паливну економічність.

Електроприводи за своїми характеристиками є кращими за багатьох інших приводів, зокрема вони стійкіші до змінних навантажень, не вимагають складних систем передачі, коефіцієнт корисної дії (ККД) двигуна значно вищий (оскільки в

ньому менше рухомих механічних частин і, відповідно, менше механічне зношування), крім того електродвигуни дешевші у порівнянні іншими двигунами. В основі роботи гібридів лежить принцип рекуперації. Він полягає в тому, що під час гальмування гібридного автомобіля кінетична енергія не перетворюється в теплову на гальмівних колодках і колесах (як у традиційних автомобілях), а використовується для заряджання батарей за допомогою електродвигунів, встановлених на передній і задній осях. Тобто при рекуперативному гальмуванні передній і задній електродвигуни працюють у режимі генераторів, створюючи гальмівний момент на передній і задній осях. Енергія, що створюється, надходить на блок керування електроживленням, а звідти на високовольтну акумуляторну батарею.

Для більшої наочності проілюструємо принципову схему гібридних автомобілів (рис. 10.7).

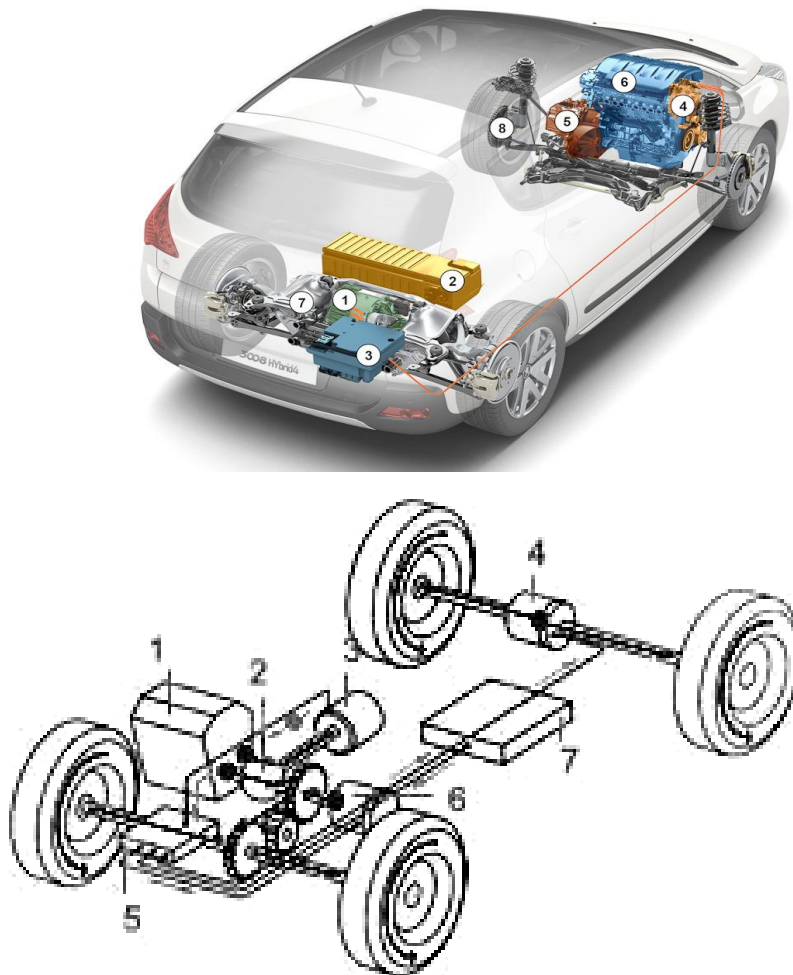


Рисунок 10.7 – Гібридна силова установка:

1 – бензиновий двигун; 2 – гібридна трансмісія; 3 – генератор; 4 – електричний двигун задніх коліс; 5 – блок керування силовою системою; 6 – електричний двигун передніх коліс; 7 – батарея високої напруги.

Цікавим є той факт, що для оптимізації кількості енергії, яка зберігається, гальмівна система, керована електронікою, приймає рішення щодо використання

гідравлічної системи, коли має місце рекуперативне (регенеративне) гальмування (воно і є пріоритетним).

Використання гібридного двигуна в автомобілі дає можливість визначити такі позитивні моменти.

По-перше, вдалося домогтися значної економії палива завдяки таким факторам:

- частина витраченої на рух енергії використовується «вдруге»;
- зниження ваги, габаритних розмірів потужності ДВЗ;
- робота силової установки відбувається в оптимальному й рівномірному режимі, і набагато менше залежить від умов їзди;
- повна автоматична зупинка роботи ДВЗ, коли це необхідно і можливість руху тільки на електродвигунах.

По-друге, гібридний автомобіль набагато менше забруднює атмосферу. І що саме цікаве, «гібридизація» не означає втрату швидкісних якостей: електродвигуни, що допомагають основному двигуну (ДВЗ) в момент розгону, можуть забезпечити динаміку навіть вищу, ніж чисто бензинових автомобілів аналогічної потужності.

Самим масовим за рівнем продажів є модель «Prius» від Toyota. Таких автомобілів у світі продано більше, ніж всіх інших гібридних машин разом узятих. Успіх цієї моделі змусив багатьох автовиробників вжити певних заходів. Першою відреагувала компанія Honda і в 2006 р. оснастила гібридним приводом свій новітній хіт – модель Honda Civic. На відміну від «спеціально гібридної» Prius, Civic практично ідентична по дизайну «бензиновому» аналогу. Зате в реалізації гібридного приводу значно просунулася вперед: Civic вміє автоматично відключати циліндри бензинового двигуна залежно від режиму руху, або ж повністю переходити на електротягу.

За прикладом японців пішли двоє із трьох членів «великої трійки» – «Форд» і «Дженерал Моторс» (GM). «Форд» зробив дійсну революцію, випустивши перший у світі гібридний позашляховик Ford Escape (і його одноплатформного «брата» Mercury Mariner). GM, у свою чергу, запропонував гібридні версії позашляховика Chevrolet Tahoe і пікапа Chevrolet Silverado.

Ще одна цікава тенденція – поява гібридних моделей у преміум-сегменті автомобільного ринку. Тут першість належить марці Lexus, яка на виставці в Парижі продемонструвала відразу три гібриди люкс-класу: седани LS 600h і GS 450h, а також позашляховик RX 400h.

Проаналізувавши значну кількість офіційних сайтів великих автоконцернів світу, можна зробити висновок, з'явилась ціла низка машин з гібридним приводом, переважна більшість яких – аналоги популярних «бензинових» моделей.

Відомо, що витрати на забезпечення автомобіля паливом у середньому складають до 70 % загальних витрат за його життєвий цикл. Ураховуючи сучасну поширеність автотранспорту в світі, можна стверджувати, що автомобільний транспорт є найбільшим споживачем моторних паливних нафтового походження та одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами відпрацьованих газів і сажі.

Виконання вимог щодо підвищення показників паливної економічності й екологічності автомобільних транспортних засобів можна досягнути декількома відомими на сьогодні способами:

за рахунок удосконалення конструкції двигунів внутрішнього згорання (оптимізації робочого процесу; застосування інтелектуальних систем керування силовими установками автомобілів, утилізації теплоти та нейтралізації токсичних компонентів відпрацьованих газів);

застосуванням альтернативних джерел енергії для двигунів внутрішнього згорання (газогенератори, паливні елементи) та використанням екологічних паливних (стиснутий або зріджений газ, етанол, водень, біодизель);

використанням альтернативних силових установок (СУ) для автомобільних транспортних засобів (електродвигуни, гідравлічні двигуни, інерційні двигуни тощо), які не забруднюють навколишнє середовище.

Перевагою останнього способу є те, що зазначені СУ, на відміну від двигунів внутрішнього згорання, володіють властивістю рекуперації енергії.

Розглянемо зазначену особливість детальніше. Двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) – це пристрій, який перетворює внутрішню (хімічну) енергію пального на корисну механічну роботу, і такий процес є незворотним (енергоносієм є вуглеводневе паливо у баку автомобіля). В альтернативних СУ процеси перетворення енергії є зворотними, наприклад, у ході гальмування кінетична енергія автомобіля може бути перетворена на електричну і накопичена в акумуляторній батареї. Оцінити рівень підвищення ефективності колісного транспортного засобу при застосуванні альтернативних СУ замість ДВЗ можна на прикладі простої моделі функціонування автомобіля

Найпримітивніша форма гібридизації – це версія системи «старт-стоп». У таких автомобілів спеціальний потужний стартер здатний не тільки розкручувати двигун для запуску, але і працювати як генератор при рекуперативному гальмуванні. Забираємо «безкоштовну» електрику – економимо на витраті пального. Отримана буквально під час руху і збережена в батареї та спеціальному накопичувачі, електроенергія, йде потім на перезапуск двигуна внутрішнього згорання при роботі системи «старт-стоп», живлення кліматичної установки, електроприводів, світлотехніки та інших бортових пристроїв, а зекономлене на цьому паливо – на додаткові кілометри пробігу. Подібні технології використовують багато виробників: це i-ELOOP від Mazda, e-HDI від Peugeot, Blue Drive від Hyundai та інші.

Але справжні, повноцінні гібриди все-таки здатні на більше, як з точки зору економії пального, так і в плані тягових можливостей. Все тому, що їх електродвигуни не тільки накопичують електроенергію в ролі генераторів для зарядки батарей, але і обертають колеса спільно з двигуном внутрішнього згорання. Тільки роблять це по-різному. Найдосконаліші конструкції забезпечують можливість рухатися як за допомогою спільних зусиль ДВС і електромотора, так і на чистій електротязі, причому досить тривалий час. Для цього їх батарея має збільшену ємність, електромотор –

вищу потужність (70-100 к.с. і вище), а поряд з люком бензобака в кузові є і порт для підключення електричного шнура для зарядки від звичайної розетки. Це рішення отримало загальнопоширене позначення plug-in (плаг-ін) і за своєю суттю являє собою проміжну ланку між традиційними автомобілями та електричними.

Рекуперация – одна з основ усіх гібридних технологій і обов'язковий (але не завжди єдиний) спосіб зарядки батарей будь-якого гібрида. Вона являє собою перетворення кінетичної енергії в електричну (замість теплової в звичайних автомобілях) і запасання останньої в тяговій батареї. Цей процес стає можливим тоді, коли машина рухається накатом або сповільнюється, і колеса розкручують електродвигун-генератор, який внаслідок цього виробляє електрику.

Оскільки, енергію згоряння пального доводиться перетворювати спочатку в механічну, потім механічну в електричну, а в кінці електричну – безпосередньо в обертання коліс.

Тому гібрид, що функціонує за такою схемою, обов'язково повинен мати добре розвинені електричні здібності. Яскравим представником цього класу електромобілів-гібридів був седан Fisker Karma, а із сучасників згадаємо, насамперед, Chevrolet Volt і BMW і3. Volt здатний проїжджати на електротязі 80 кілометрів (завдяки тому, що він відноситься до категорії підзарядних гібридів plug-in), а якщо систему буде підживлювати 1,5-літровий ДВС, то безперервний пробіг збільшиться до 676 км. Для електромобіля BMW і3 бензиновий двигун – взагалі опція, з якою чисто електричний запас ходу в 160 км перетворюється на гібридний 300-кілометровий.



Рисунок 10.8 – Гібриди типу plug-in

Але якщо вищезгадана схема по своїй суті ближче до електромобіля, то такі автомобілі, як Porsche Panamera S E-Hybrid і Cayenne S E-Hybrid, Volkswagen Golf GTE

і Passat GTE, Mercedes-Benz S500e та C350e, BMW X5 xDrive40e та інші поєднують у собі звичні нам властивості бензинових машин і здатність проїхати півгодинний маршрут на електриці. Для того, щоб зберегти всі «бензинові» переваги, потужні мотори таких машин мають жорсткий зв'язок з колесами. Електродвигун не порушує звичну компоновку цих моделей, бо вбудований в коробку передач, і при необхідності потужності ДВС і електромотора підсумовуються. Ця схема називається паралельною, так як мотори обох типів працюють одночасно. Залежно від обраного водієм режиму, бензиновий мотор може або обертати колеса спільно з електродвигуном, або ж останній буде працювати в якості генератора і запасати електрику в батареї на майбутнє. Чисто електричний режим реалізований за допомогою зчеплення між трансмісією і ДВС: якщо воно розімкнуте, то електромотор обертає колеса сам.

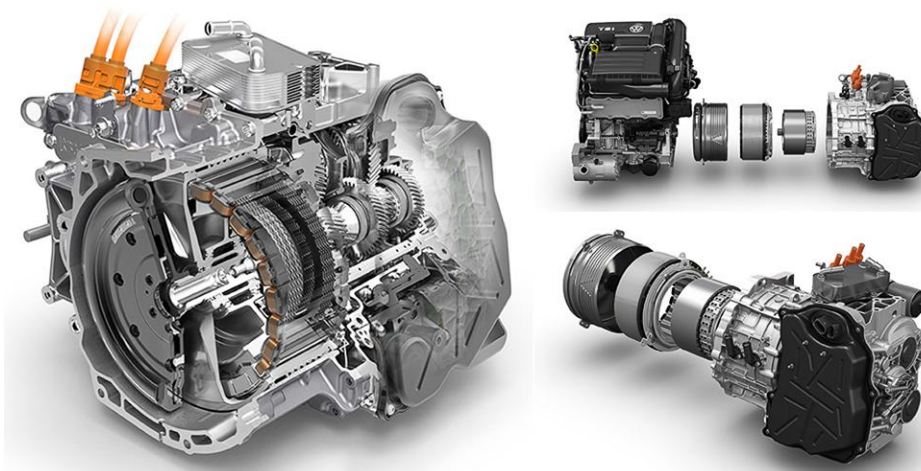


Рисунок 10.8 – Інтеграція електродвигуна Volkswagen Golf GTE.

На цих зображеннях видно, як компактно електромотор інтегрований в коробку передач гібрида. У порівнянні зі звичайною бензиновою або дизельною версією компоновання принципово не змінилася. Додаткове місце займає лише батарея в задній частині кузова, проводка і керуюча електроніка. Більшість європейських виробників створюють свої найсвіжіші plug-in гібриди саме за такою схемою.

Головна перевага гібридного автомобіля – зниження витрати палива і шкідливих викидів. Це досягається повним автоматичним управлінням режиму, роботи системи двигунів за допомогою бортового комп'ютера, починаючи від своєчасного відключення двигуна під час зупинки в транспортному потоці, з можливістю продовження руху без його запуску, виключно на енергії акумуляторної батареї, і закінчуючи складнішим механізмом рекуперації – використання електродвигуна як генератора електричного струму для поповнення заряду акумуляторів.

10.6 Архітектура електромобіля

Сучасний електромобіль є результатом глибокої інженерної еволюції автомобільного транспорту – від механічно орієнтованої конструкції до інтегрованої

електроенергетичної системи. Якщо традиційний автомобіль будувався навколо двигуна внутрішнього згоряння та складної трансмісії, то в електромобілі центральне місце займає високовольтна батарея, електродвигун і силова електроніка. Архітектура такого транспортного засобу визначається не лише компоновкою агрегатів, а й логікою енергетичних потоків та цифровим керуванням.

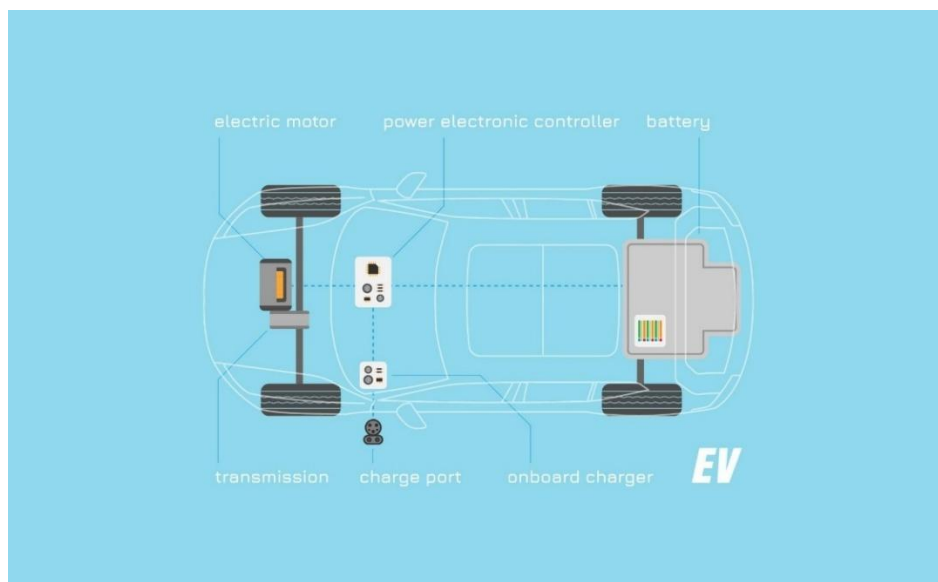


Рисунок 10.9 – Загальна структурна схема архітектури електромобіля

Як показано на рисунку 10.9, архітектура електромобіля базується на взаємодії кількох ключових елементів – тягової батареї, інвертора, електродвигуна, редуктора та системи керування. Енергія передається від батареї до інвертора, де постійний струм перетворюється на змінний, після чого електродвигун створює крутний момент і приводить у рух колеса. Під час гальмування відбувається зворотний процес – кінетична енергія повертається до батареї через режим рекуперації. Саме ця двостороння передача енергії формує основу ефективності електромобіля.

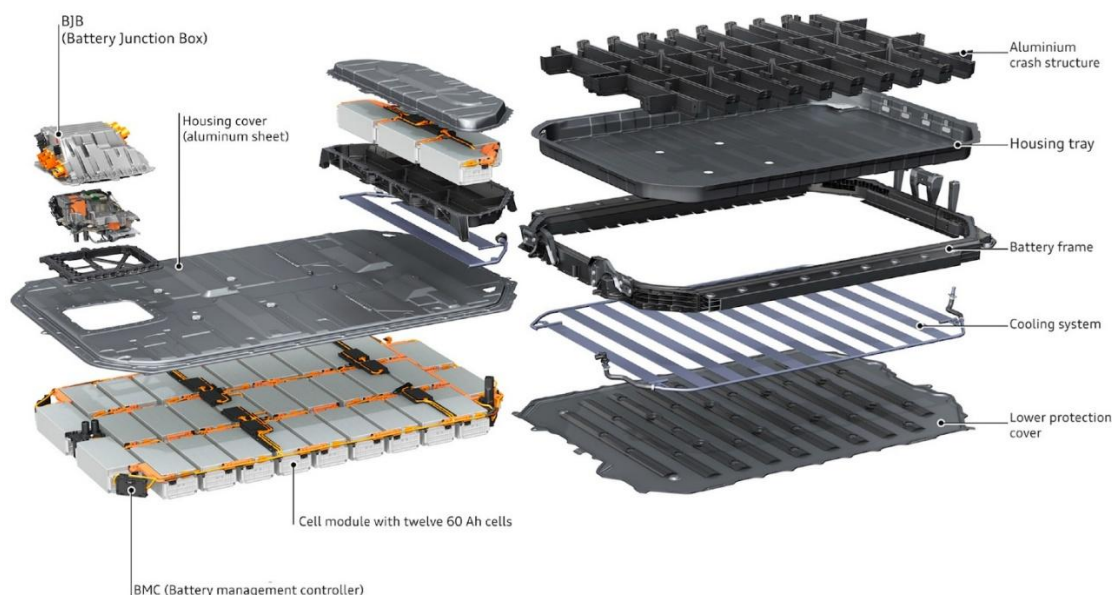


Рисунок 10.9 – Розміщення батареї в «скейтборд»-платформі

На рисунку 10.9 видно характерне компонування сучасних електромобілів – батарея інтегрована в підлогу кузова. Така архітектура отримала назву «скейтборд»-платформа. Вона забезпечує зниження центру мас, підвищення стійкості автомобіля та раціональний розподіл навантаження між осями. Батарейний блок складається з окремих осередків, які формують модулі, а модулі об'єднуються у єдиний пакет із системою охолодження. Його роботою керує система BMS, що контролює напругу, температуру та баланс заряду. Як видно з рисунка 10.9, інтеграція батареї в несучу структуру кузова підвищує жорсткість конструкції та безпеку.

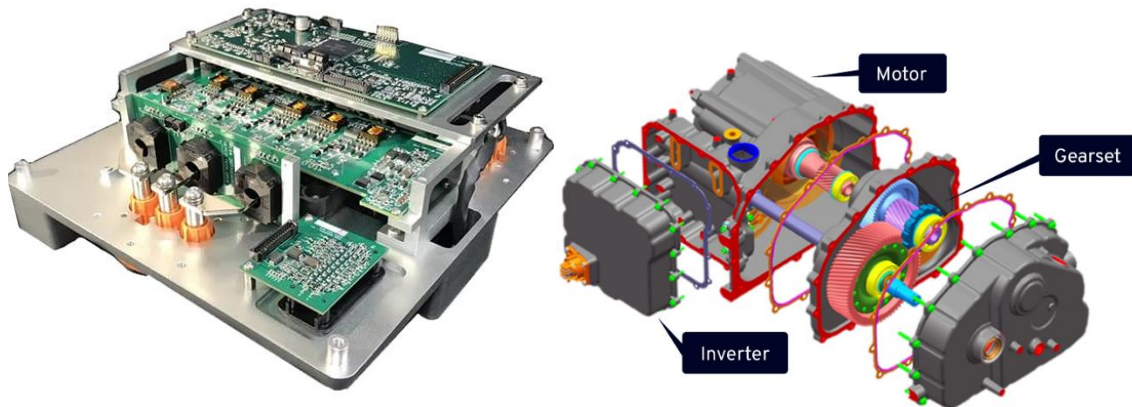


Рисунок 10.10 – Інвертор та тяговий електропривід

З рисунка 10.10 видно, що інвертор є центральним елементом силової електроніки. Він здійснює перетворення постійного струму батареї на змінний для живлення електродвигуна та регулює параметри його роботи. Електродвигун відзначається високим коефіцієнтом корисної дії – до 90–95 %, миттєвим крутним моментом і плавністю роботи. На відміну від традиційного автомобіля, електромобіль зазвичай використовує одноступеневий редуктор, що спрощує механічну частину конструкції. Як показано на рисунку 3, силова електроніка інтегрується безпосередньо з приводним модулем, утворюючи компактний вузол.

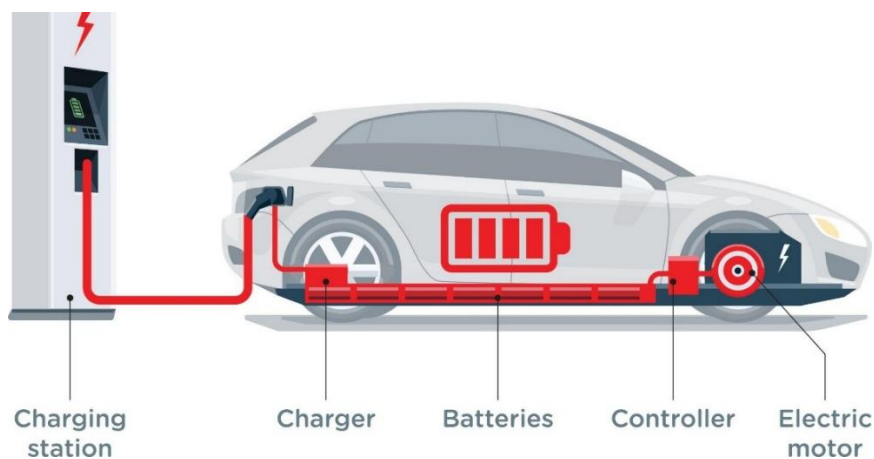


Рисунок 10.11 – Система заряджання та допоміжні електричні системи

На рисунку 4 представлена схема заряджання електромобіля. Бортовий зарядний пристрій перетворює змінний струм мережі на постійний для поповнення енергії батареї. Для швидкісної зарядки використовується зовнішній постійний струм, що подається безпосередньо на акумуляторний блок. Окрім цього, застосовується DC/DC-перетворювач, який знижує високу напругу батареї до рівня, необхідного для живлення низьковольтних систем автомобіля. Як видно з рисунка 10.11, архітектура електромобіля включає також систему терморегулювання, що підтримує стабільну температуру батареї та силових модулів.

Можна зробити висновок, що архітектура електромобіля є інтегрованою енергетичною системою, де кожен елемент взаємопов'язаний із іншими через електронне керування. Центральним принципом є ефективний розподіл і перетворення енергії – від накопичення до реалізації тяги та рекуперації. Інтеграція батареї в шасі, компактність електроприводу та розвиток силової електроніки формують основу сучасних платформ.

Таким чином, архітектура електромобіля демонструє перехід від механічної моделі автомобіля до цифрової енергетичної структури. Вона забезпечує високу енергоефективність, спрощену механіку та потенціал для подальшого розвитку автономних і інтелектуальних систем керування. Саме така концепція визначає майбутнє автомобільного транспорту в умовах глобальної електрифікації.

10.7 Електронні системи керування електромобілів

Електромобіль є не лише електричним транспортним засобом, а насамперед складною кіберфізичною системою – поєднанням силової електроніки, мікропроцесорного керування та програмного забезпечення. Саме електронні системи керування забезпечують ефективне використання енергії, стабільність руху, безпеку та взаємодію всіх компонентів автомобіля. Без розвиненої електронної архітектури сучасний електромобіль просто не міг би функціонувати.

Основа керування становить багаторівнева система електронних блоків управління – ECU (Electronic Control Units), об'єднаних цифровими шинами передачі даних. На відміну від автомобіля з двигуном внутрішнього згорання, де ключову роль відіграє блок керування двигуном, в електромобілі формується ціла мережа спеціалізованих контролерів, що відповідають за різні функціональні підсистеми.

Однією з центральних систем є контролер силової установки – Vehicle Control Unit (VCU). Він виконує роль координатора між батареєю, інвертором і тяговим електродвигуном. VCU аналізує сигнали з педалі акселератора, датчиків швидкості, систем стабілізації та стану заряду батареї, після чого формує керуючі сигнали для інвертора. Саме ця система визначає величину крутного моменту, режим рекуперації та динамічні характеристики руху.

Не менш важливою є система керування батареєю – BMS (Battery Management System). Вона здійснює постійний моніторинг напруги, температури та струму

кожного осередку акумуляторного блоку. BMS забезпечує балансування елементів, захист від перезаряду або глибокого розряду, а також аварійне відключення у разі небезпечних відхилень параметрів. Надійність і довговічність батареї безпосередньо залежать від точності роботи цієї системи.

Інвертор керується окремим модулем силової електроніки, який реалізує алгоритми широтно-імпульсної модуляції для перетворення постійного струму на змінний. Контролер інвертора регулює частоту та амплітуду напруги, що подається на електродвигун, забезпечуючи плавний розгін і точне дозування потужності. У режимі рекуперації він змінює напрямок енергетичного потоку, повертаючи енергію до батареї.

Система терморегулювання також має власний електронний блок керування. Вона підтримує оптимальну температуру батареї, силових модулів і салону автомобіля. Контролер теплового насоса та охолоджувальних контурів координує роботу насосів, вентиляторів і клапанів, що дозволяє зменшити втрати енергії та підвищити ефективність у різних кліматичних умовах.

Крім силових систем, електромобіль інтегрує електронні системи активної безпеки та допомоги водієві. Система стабілізації руху, антиблокувальна система гальм, контроль тяги та адаптивний круїз-контроль працюють у тісній взаємодії з контролером силової установки. Завдяки цьому забезпечується узгоджена робота механічних і електронних компонентів.

Сучасні електромобілі використовують цифрові шини зв'язку, зокрема CAN, LIN або Automotive Ethernet. Це дозволяє різним модулям обмінюватися даними в реальному часі. Централізація керування поступово переходить до зональної або доменної архітектури, коли кілька функцій об'єднуються в один потужний обчислювальний модуль. Такий підхід спрощує провідку, зменшує масу автомобіля та підвищує швидкість обробки даних.

Перспективним напрямом розвитку є впровадження алгоритмів штучного інтелекту та предиктивного керування. Система може прогнозувати стиль водіння, дорожні умови або маршрут руху та оптимізувати використання енергії. Це дозволяє збільшити запас ходу та підвищити ефективність електромобіля без зміни його апаратної частини.

Отже, електронні системи керування є ядром функціонування електромобіля. Вони забезпечують координацію роботи батареї, електродвигуна, силової електроніки та допоміжних систем. Інтеграція мікропроцесорних технологій, високошвидкісних мереж передачі даних і інтелектуальних алгоритмів формує основу сучасної електромобільної платформи. Подальший розвиток цих систем визначатиме ефективність, безпеку та автономність транспорту майбутнього.

10.8 Перспективи розвитку систем керування

Сучасний автомобіль перетворився з механічного засобу пересування на складну

кіберфізичну систему – поєднання електроніки, програмного забезпечення та силових модулів. Електронні системи керування сьогодні відповідають не лише за роботу двигуна чи електроприводу, а й за безпеку, комфорт, автономність і взаємодію з цифровою інфраструктурою. Подальший розвиток цих систем визначає майбутнє автомобільної галузі.

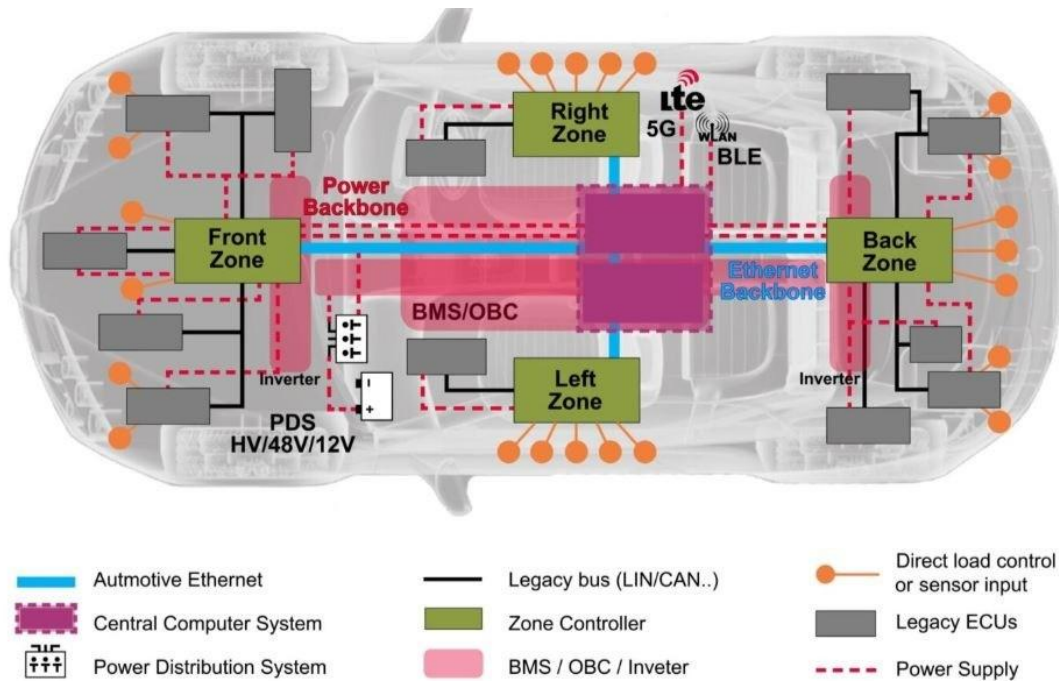


Рисунок 10.12 – Еволюція електронної архітектури автомобіля

Як показано на рисунку 10.12, традиційна розподілена архітектура з великою кількістю окремих ECU поступово змінюється на централізовану або зональну модель. Замість десятків ізольованих контролерів застосовуються потужні обчислювальні модулі – доменні або центральні комп'ютери автомобіля. Такий підхід зменшує кількість проводки, знижує масу та підвищує швидкість обробки даних.



Рисунок 10.13 – Інтеграція штучного інтелекту та сенсорної системи

Як видно з рисунка 2, перспективним напрямом є впровадження алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання. Системи обробки даних від камер, радарів і лідарів дозволяють реалізувати функції автономного керування. Об'єднання сенсорної інформації в єдину модель середовища – процес, відомий як сенсорна фузія – забезпечує точність і надійність роботи систем допомоги водієві.

Як показано на рисунку 10.14, автомобілі майбутнього стають частиною глобальної цифрової мережі. Це вимагає впровадження систем кіберзахисту та механізмів оновлення програмного забезпечення через мережу – OTA (Over-the-Air). Оновлення прошивок без відвідування сервісного центру дозволяє вдосконалювати функціональність автомобіля протягом усього терміну експлуатації.

У найближчі роки очікується подальша інтеграція електронних систем у єдину програмно-апаратну платформу. Автомобіль поступово перетворюється на «комп'ютер на колесах» – із високопродуктивними процесорами, централізованим керуванням і хмарними сервісами. Розвиток технологій V2X забезпечить взаємодію автомобіля з іншими транспортними засобами та інфраструктурою.

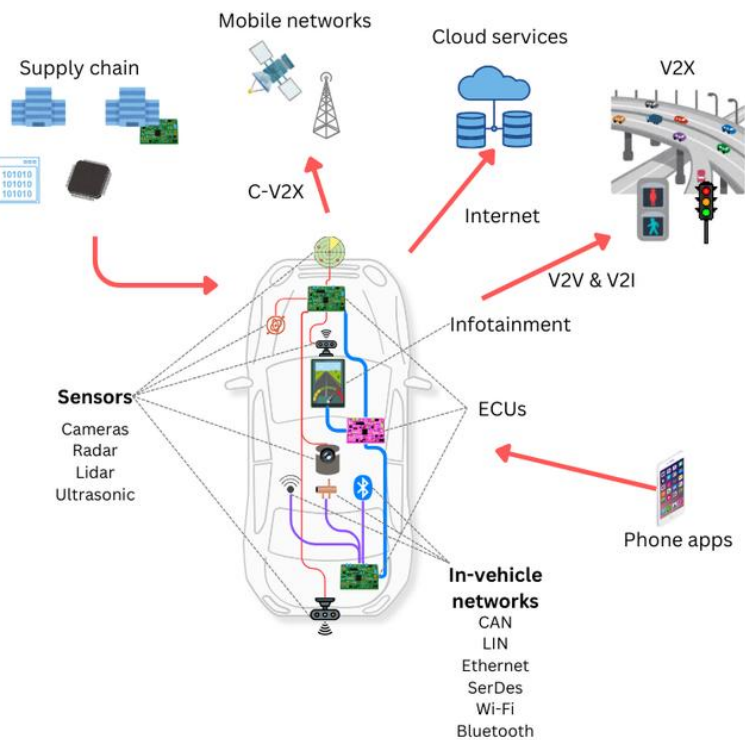


Рисунок 10.14 – Архітектура кібербезпеки та OTA-оновлення

Перспективи розвитку електронних систем керування автомобілів пов'язані з цифровізацією, централізацією обчислювальних ресурсів, впровадженням штучного інтелекту та новітніх силових напівпровідників. Як видно з рисунків 1–4, автомобільна електроніка переходить від розподілених систем до інтегрованих платформ із високим рівнем автоматизації та мережевої взаємодії.

ТЕМА 11 ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ІНФОРМУВАННЯ ВОДІЯ

11.1 Проекційний дисплей

Все більшої популярності набирає проекційний дисплей на лобове скло автомобіля (Head-Up Display, HUD, дослівно – дисплей піднятої голови). Незаперечними перевагами даного пристрою є комфорт і безпека руху. Система проєктує на лобове скло автомобіля або спеціальний екран актуальну інформацію, яка розташовується на лінії погляду водія і дозволяє не відволікатися від керування транспортним засобом. В автомобіль проекційний дисплей прийшов з авіації.

Вперше індикацію на лобовому склі застосував General Motors у 1988 році. У 1998 році, саме у GM з'явився перший кольоровий дисплей. З 2003 року проекційний дисплей став встановлювати BMW. В даний час HUD використовується на багатьох автомобілях преміум-класу. У міру здешевлення технологія стане доступною і для бюджетних автомобілів.

Розрізняють декілька різновидів проекційного дисплея: штатний, мобільний, проекційний дисплей на базі смартфона.

Штатний проекційний дисплей пропонується в якості опції при покупці нового автомобіля. Конструктивно він об'єднує проєктор, проекційну систему і проекційний екран. Для формування зображення використовується проєктор високої контрастності і колірної насиченості.

Він отримує сигнал від різних систем автомобіля: керування двигуном, навігаційної системи, нічного бачення, адаптивного круїз-контролю, допомоги при перестроюванні, розпізнавання дорожніх знаків, автомобільної аудіосистеми.

Проекційна система, що складається з дзеркал і лінз, фокусує зображення на лобове скло.

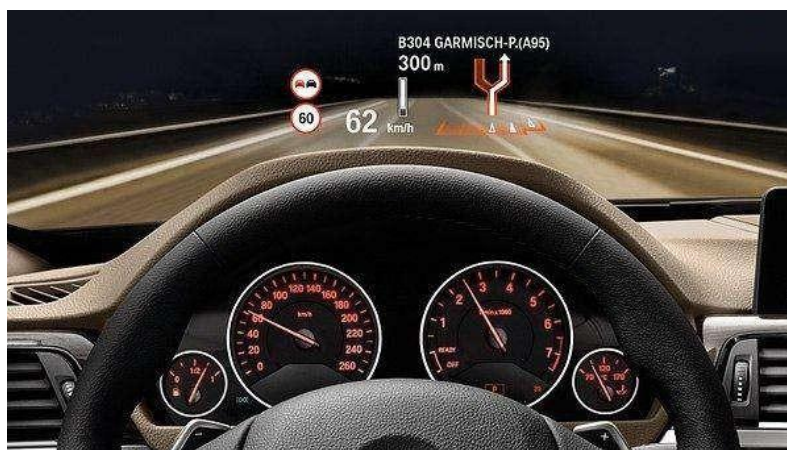


Рисунок 11.11 – Проекційний дисплей BMW

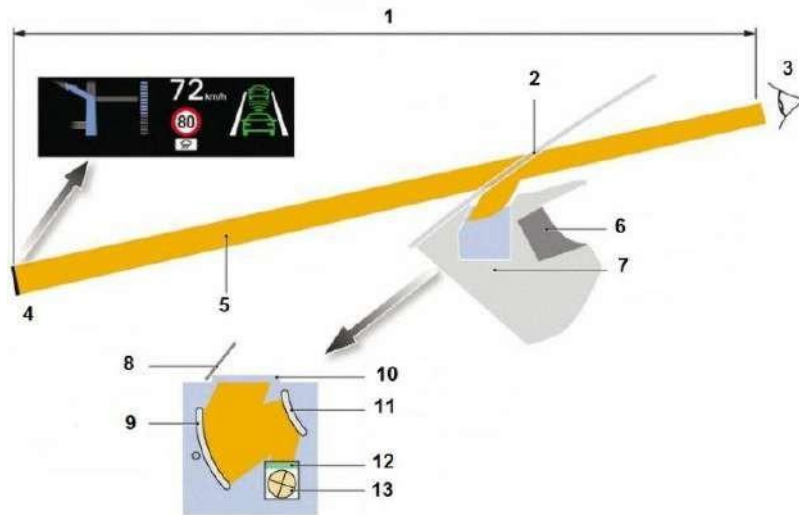


Рисунок 11.12 – Схема проекційного дисплея: 1 – відстань перегляду, 2 – лобове скло, 3 – водій, 4 – віртуальне зображення, 5 – лінія погляду, 6 – приладова панель, 7 – проекційний дисплей, 8 – похиле дзеркало, 9 – поворотне коригуюче дзеркало, 10 – захисне прозоре скло, 11 – фіксоване коригуюче дзеркало, 12 – дисплей, 13 – джерело світла

Проекційна система дозволяє настроїти положення зображення на лобовому склі під потреби конкретної людини. Проектор разом з проекційною системою розташовується в поглибленні над панеллю приладів (торпедою) автомобіля.



Рисунок 12.13 – Проекційний дисплей від Mini

Проекційний екран дозволяє отримати зображення в перспективі (віртуальне зображення), що знижує концентрацію погляду. Розрізняють два типи екранів.

Найпоширенішим екраном є спеціальна прозора плівка, яка наклеєна на лобове скло і перешкоджає розсіюванню зображення. На автомобілях Mini замість плівки застосовується прозорий екран.

Залежно від конструкції проекційного дисплея на екран виводиться різна інформація:

- швидкість руху;
- частота обертів колінчастого вала;
- вказівки навігаційної системи;

- знаки обмеження швидкості руху, заборони обгону;
- наявність автомобіля в сліпій зоні;
- наявність пішоходів на дорозі в темну пору;
- дублювання сигнальних ламп панелі приладів.

У зв'язку з активним розвитком системи перелік виведеної на екран інформації постійно змінюється.



Рисунок 11.14 – Проекційний дисплей від Garmin

Мобільний проекційний дисплей являє собою портативний проектор, який встановлюється в певному місці салону автомобіля і проектує зображення на лобове скло.

Наприклад, проектор Garmin встановлюється безпосередньо на торпеду, а пристрій від Pioneer кріпиться до сонцезахисного козирка.

Відеосигнал на проектор надходить від смартфона, який підключається по бездротовому каналу Bluetooth або USB кабелю. Функціонал мобільного проекційного дисплея значно менше штатного пристрою. В основному це вказівки навігаційної системи, яку попередньо потрібно встановити на смартфон.

Великі можливості для водія пропонує мобільний проекційний дисплей від компанії Navdy. Дисплей можна з'єднати зі смартфоном водія по каналу Wi-Fi або Bluetooth, а також з бортовим комп'ютером через діагностичний роз'єм. Крім вказівок навігаційної системи, пристрій може виводити інформацію від автомобільних датчиків. Вбудована інфрачервона камера дозволяє реалізувати жестові керування дисплеєм, а мікрофон – голосове керування.

Ще більшою простотою відрізняється проекційний дисплей на базі смартфона. За своєю суттю це спеціальна програма, яка виводить певну інформацію (навігація та ін.) на екран смартфона. Сам смартфон розташовується на панелі приладів. Екран смартфона відбивається в лобовому склі, представляючи візуальну інформацію водієві.



Рисунок 11.15 – Проекційний дисплей на базі смартфона

Необхідно відзначити, що технологія проектування інформації на лобове скло саме автомобіля – тільки на початку свого розвитку. У перспективі Head-Up Display повинен стати однією зі складових систем доповненої реальності.

11.2 Система виявлення пішоходів

Вона призначена для запобігання зіткнення з пішоходами. Система розпізнає людей біля автомобіля, автоматично уповільнює автомобіль, знижує силу удару і навіть уникає зіткнення з людиною. Застосування системи дозволяє на 20 % скоротити смертність пішоходів при дорожньо-транспортній пригоді і на 30 % знизити ризик важких травм.

Вперше система виявлення пішоходів була використана на автомобілях Volvo в 2010 році. В даний час система має ряд модифікацій (комерційних назв):

- Pedestrian Detection System від Volvo;
- Advanced Pedestrian Detection System від TRW;
- EyeSight від Subaru.

В системі виявлення пішоходів реалізовані наступні взаємопов'язані функції:

- виявлення пішоходів;
- попередження про небезпеку зіткнення;
- автоматичне гальмування.

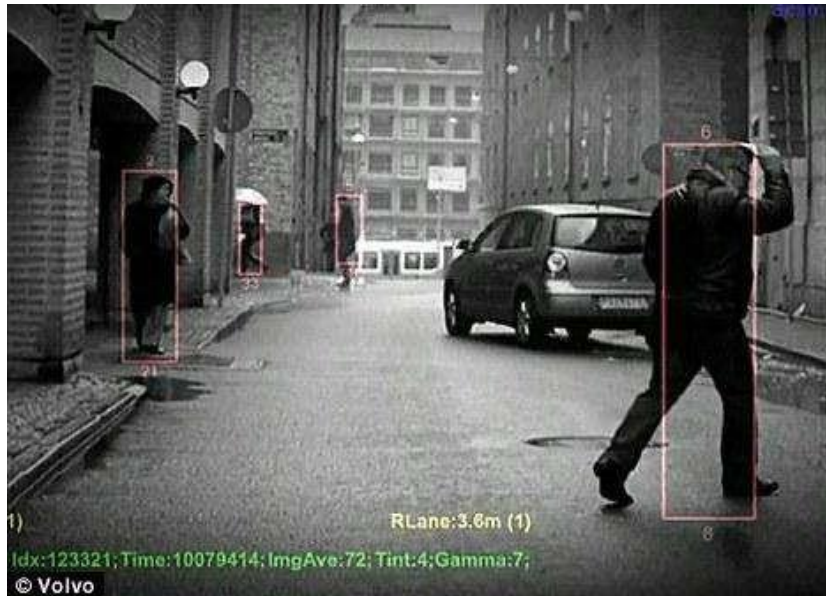


Рисунок 11.16 – Робота системи виявлення пішоходів Volvo

Для виявлення пішоходів використовується відеокамера і радар (дві відеокамери у Subaru), які ефективно працюють на відстані до 40 м. Якщо пішохід виявлений відеокамерою і результат підтверджений радаром, система відстежує рух пішохода, прогнозує його подальше переміщення і оцінює ймовірність зіткнення з автомобілем.

Результати виявлення виводяться на екран мультимедійної системи. Система також реагує на транспортні засоби, які стоять на місці або рухаються в попутному напрямку.

Якщо система встановила, що при поточному характері руху автомобіля зіткнення з пішоходом неминуче, надсилається звукове попередження водієві. Далі система оцінює реакцію водія на попередження – зміна характеру руху автомобіля (гальмування, зміна напрямку руху). Якщо реакція водія відсутня, система виявлення пішоходів автоматично зупиняє автомобіль. В цій якості система виявлення пішоходів є похідною системи автоматичного екстреного гальмування.

Система виявлення пішоходів дозволяє повністю уникнути зіткнення автомобіля з людиною на швидкості до 35 км/год. При більшій швидкості система не може повністю запобігти дорожньо-транспортній пригоді, але тяжкість наслідків для пішохода може бути значно зменшена, за рахунок уповільнення автомобіля перед зіткненням. Статистичні дані по цій системі свідчать, що вірогідність смертельного результату від зіткнення пішохода з автомобілем на швидкості 65 км/год складає 85 %, 50 км/год – 45%, 30 км/год – 5 %.

Ризик травмування пішоходів значно знижується, якщо система виявлення пішоходів використовується спільно з системою захисту пішоходів або подушкою безпеки для пішоходів. Виявлення пішоходів за допомогою інфрачервоних камер реалізовано в системі нічного бачення, але активне попередження зіткнення в ній не передбачено.

Система виявлення пішоходів показала свою ефективність в складних умовах

міського руху. Вона дозволяє одночасно відстежувати кілька пішоходів, що рухаються різними курсами, розрізняє рух пішоходів з парасольками під час дощу, тощо. Але ця система непрацездатна вночі і в погану погоду (сніг, дощ).

11.3 Система попередження про велосипедистів

Дедалі більшого поширення набувають системи активної безпеки, які виявляють небезпеку і попереджають про неї водія. Камера і радары, встановлені на автомобілі, дозволяють безпечно паркуватися, змінювати смугу руху, виявляти на своєму шляху інші автомобілі, пішоходів і навіть диких тварин.

Компанія Jaguar Land Rover запропонувала інноваційну систему попередження про велосипедистів. Система Bike Sense при вияві потенційної небезпеки зіткнення з велосипедистом задіє зір, слух і тактильні відчуття водія. При цьому вплив на водія проводиться на інстинктивному рівні, що дозволяє швидше перейти до дії.



Рисунок 11.17 – Система попередження про велосипедистів

Система попередження про велосипедистів, будучи електронною системою, включає вхідні пристрої, блок керування і виконавчі пристрої. В якості вхідних пристроїв виступають радары з широким радіусом дії і відеокамери, встановлені спереду і ззаду автомобіля. Критерієм розпізнавання велосипедиста є швидкість його руху (до 15 км/год) і його типовий обрис.

Вхідні пристрої визначають велосипедиста на відстані 10 м. Сигнали від вхідних пристроїв обробляються електронним блоком керування. Залежно від конкретної дорожньої ситуації активізуються певні виконавчі пристрої. Активізація виконавчих пристроїв проводиться при знаходженні велосипедиста на відстані 5 м від автомобіля.

Виконавчими пристроями системи Bike Sense є:

- звуковий сигнал тривоги;
- надувні валики в спинці сидіння водія;
- вібратор на педалі акселератора;
- вібратор на внутрішній ручці дверей;

- світлодіодне підсвічування на внутрішніх елементах салону.

Для попередження про небезпеку використовується звуковий сигнал велосипедного дзвінка. Такий сигнал краще асоціюється з велосипедистом. Залежно від положення велосипедиста щодо автомобіля сигнал транслюється з лівих чи правих динаміків акустичної системи. У спинці водійського сидіння обладнані спеціальні надувні валики. Залежно від положення велосипедиста щодо автомобіля активізується лівий або правий валик, натискаючи, відповідно, на ліве або праве плече водія.

Таблиця 11.1 – Алгоритм роботи системи попередження про велосипедистів

Ситуація	Дія
Наближення велосипедиста ззаду автомобіля під час руху	Сигнал тривоги з боку небезпеки
	Надувний валик з боку небезпеки
	Світлодіодне підсвічування з боку небезпеки
Наближення велосипедиста (пішохода) в поперечному напрямку попереду автомобіля, що стоїть перед пішохідним переходом	Сигнал тривоги з боку небезпеки
	Вібрація педалі акселератора
Наближення велосипедиста ззаду автомобіля що стоїть і намір водія або пасажирів вийти з автомобіля (відкрити двері)	Вібрація дверної ручки з боку небезпеки
	Світлодіодне підсвічування з боку небезпеки

Вібратор на педалі акселератора спрацьовує для попередження небажаного зрушення автомобіля з місця. Вібратор на внутрішній ручці дверей активізується, щоб попередити небезпечне відкриття дверей, якою можна травмувати велосипедиста що рухається.

На передніх стійках кузова, верхній частині приладової панелі, внутрішній оббивці дверей, встановлене комбіноване світлодіодне підсвічування зеленого, жовтого і червоного кольору. Світлодіоди певного кольору задіюються в залежності від ступеня небезпеки зіткнення з велосипедистом.

В алгоритмі роботи системи попередження про велосипедистів передбачено три типові ситуації, на які пропонується певний набір дій. Незважаючи на оригінальність і значимість даної системи, вона не матиме вирішального значення для підвищення безпеки велосипедистів. Для захисту велосипедистів потрібно зміни законодавства в частині дорожнього руху і розвитку велосипедної інфраструктури.

11.4 Система наскрізного бачення

Португальські вчені знайшли нову сферу застосування системи комунікації між автомобілями.

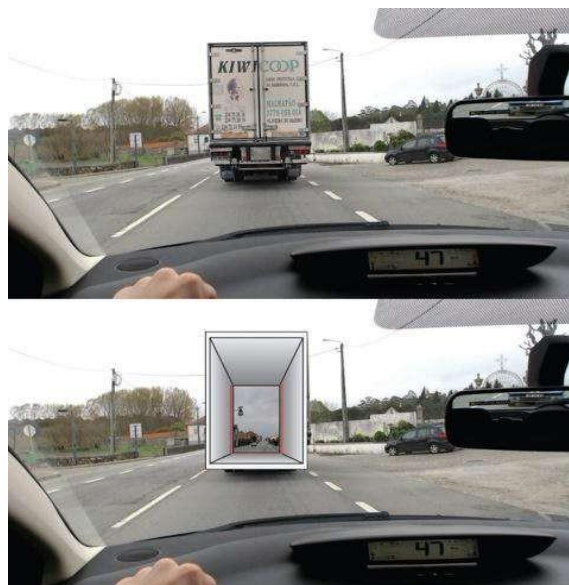


Рисунок 11.18 – Система наскрізного бачення

Запропоновано систему наскрізного бачення (See-Through System), яка покликана допомогти водієві, який рухається за великогабаритним транспортним засобом (вантажний автомобіль, автобус), здійснити безпечний обгін.



Рисунок 11.19 – Електронний стоп-сигнал

Система дозволяє дивитися крізь автомобіль, тому крім обгону може бути корисна для водія при екстремому гальмуванні або перестроюванні через транспортний засіб що рухається попереду. Робота системи наскрізного бачення побудована на бездротовому зв'язку ближнього радіусу дії (DSRC), за допомогою якої інформація в режимі реального часу передається на транспорт що їде позаду.

На вантажному автомобілі (автобусі) на лобовому склі встановлена відеокамера, яка підключена до блоку керування. Процесор стискає зображення і формує сигнал

для передачі по бездротовій мережі. Легковий автомобіль, що рухається позаду, приймає сигнал, обробляє його і проектує зображення на дисплей мультимедійної системи або на прозорий рідкокристалічний дисплей, розташований на лобовому склі автомобіля. Водій бачить, що відбувається попереду і може вибрати підходящий момент для обгону.

Відзначаються дві проблеми в роботі системи наскрізного бачення. Перша проблема полягає в можливій помилці комп'ютера, яка тягне за собою надання невірної або спотвореної інформації. Рішення проблеми просте – відключення зображення в разі збою системи.

Друга проблема серйозніша, тому що пов'язана з затримкою в передачі зображення. Незважаючи на незначний інтервал затримки (200 мс) переміщення автомобіля за цей час при швидкості 90 км/год складе близько 10 м. Таким чином, водій легкового автомобіля буде бачити не реальний зустрічний автомобіль, а його зображення на 10 м далі реального. Рішення цієї проблеми в даний час поки немає.

Подальшому впровадженню системи наскрізного бачення перешкоджає і недостатнє поширення засобів зв'язку між автомобілями.

Бачити крізь автомобіль попереду дозволяє і інша система, що отримала назву електронний стоп-сигнал (Electronic Brake Light). Система є розробкою компанії Ford. Електронний стоп-сигнал також побудований на бездротовій комунікації між автомобілями.

Якщо водій зробив гальмування, попередження для інших автомобілів одразу передається по бездротовому каналу. Позаду йдуть автомобілі обладнані дисплеєм, на який виводиться попередження. Електронний стоп-сигнал дозволяє уникнути зіткнення при екстреному гальмуванні автомобіля попереду. Навіть якщо зіткнення неминуче, наслідки його будуть мінімальні.

11.5 Паркувальна система

Паркувальна система (інше найменування – система допомоги при парковці, має повсякденну назву – «парктронік») є допоміжною системою активної безпеки автомобіля, що полегшує процес парковки автомобіля. Найбільша ефективність від застосування паркувальної системи реалізується при русі автомобіля заднім ходом, в темний час доби, при сильному тонуванні стекол, а також в умовах обмеженого простору (парковка, гараж, тощо).

Паркувальні системи можна умовно розділити на дві великі групи – пасивні і активні. Пасивні паркувальні системи представляють тільки необхідну для парковки інформацію, при цьому керування автомобілем здійснюється водієм. Активні паркувальні системи забезпечують паркування автомобіля в автоматичному або автоматизованому (автоматично виконуються окремі функції) режимі.

Відомими пасивними паркувальними системами є:

- Parktronic System, PTS на автомобілях Audi;
- Parking Distance Control, PDC на автомобілях BMW;
- Acoustic Parking System, APS на автомобілях Audi;
- Park Assistant на автомобілях Opel;
- Optical Parking System, OPS на автомобілях Audi.



Рисунок 11.20 – Візуалізація роботи датчиків паркувальної системи

Пасивні паркувальні системи встановлюються на автомобіль при покупці в якості опції або окремо. На один автомобіль може бути встановлено кілька пасивних паркувальних систем. В основу роботи пасивних паркувальних систем покладено контроль відстані до перешкоди і інформування водія про це.

Торгова назва «Парктронік» (Parktronic System), з огляду на її популярність, стала прозивним ім'ям більшості пасивних паркувальних систем, що встановлюються на автомобілі. Конструктивно парктронік включає датчики паркування, електронний блок керування і пристрій індикації.

В якості датчиків паркування використовуються ультразвукові датчики. Зазвичай встановлюється 4-8 датчиків парковки, з яких 4 задніх датчика і, при необхідності, 2-4 передніх датчика. Датчики встановлюються, як правило, в передньому і задньому бампері автомобіля.

Датчик посилає сигнал ультразвукової частоти (близько 40 кГц) і приймає його відлуння від перешкоди. Чим менше час повернення сигналу, тим ближче знаходиться перешкода. Ефективна робота датчика парковки здійснюється на відстані 0,25-1,8 м від перешкоди.

Електричні сигнали від датчиків надходять в електронний блок керування. Залежно від величини сигналів електронний блок формує інформацію для пристрою індикації.

Пристрій індикації (індикаторний пристрій) служить для відображення інформації про наближення до перешкоди і попередження водія про небезпеку. У пристроях застосовуються такі види індикації: звукова; світлова; цифрова; оптична.

Робота звукового індикаторного пристрою характеризується подачею звукових

сигналів з певною частотою в залежності від відстані до перешкоди (від переривчастого до безперервного сигналу). Звукова сигналізація, наприклад, використовується в системі APS.

У пристроях, обладнаних світловою індикацією, використовується світлова шкала, реалізована за допомогою світлодіодів різного кольору. Залежно від відстані до перешкоди відбувається зміна кольору від зеленого до червоного.

Пристрій цифрової індикації показує фактичну відстань до перешкоди. Зазвичай цифрова індикація поєднана зі світловою індикацією. Оптична індикація передбачає наявність рідкокристалічного дисплея, на який вноситься цифрова і колірна інформація, а також схематичне зображення автомобіля. Прикладом оптичної паркувальної системи є система OPS.

З метою поліпшення заднього огляду і полегшення руху і пакування заднім ходом, в автомобілях може встановлюватися камера заднього виду.

В даний час це одна з затребуваних опцій, пропонованих при покупці автомобіля. Відеокамера знімає те, що відбувається за автомобілем і передає на інформаційний дисплей. Крім цього, на інформаційний дисплей може виводитися рекомендований напрямок руху.

Камера заднього виду є одним з елементів системи кругового огляду. Включення камери проводиться при включенні передачі заднього ходу. За своєю суттю, камера заднього виду є різновидом пасивної паркувальної системи. Наступним поколінням розвитку паркувальних систем є активні паркувальні системи.

11.6 Система автономної парковки

Система автономної парковки є подальшим розвитком системи автоматичного паркування. За своєю суттю ця система забезпечує один з напрямків автоматичного керування автомобілем. В даний час розробкою системи автономної парковки займаються кілька компаній: Volkswagen з Bosch, BMW з Continental.

Далі за всіх в своїх дослідженнях пішла BMW, запропонувавши прототип системи автономної парковки під назвою Remote Valet Parking Assistant (дослівно – дистанційний помічник парковки). За заявами виробника система планується до масової установки на серійні автомобілі з 2020 року.

В системі Remote Valet Parking Assistant реалізовано дві основні функції:

- попередження зіткнення автомобіля в радіусі 360°;
- автоматична парковка автомобіля без участі водія.

Функція попередження зіткнення надає істотну допомогу водієві, особливо при русі в умовах обмеженого простору і умовах поганої видимості. Тим самим, додатково забезпечується безпека руху.

Автоматична парковка без участі водія (автономна парковка) дозволяє економити час, який витрачає водій на парковку. Особливо ця функція актуальна при парковці в

багатоповерхових паркінгах. Крім того, система забезпечує економію паркувального простору, дозволяючи помістити автомобіль в простір, обмежений 20 см з кожного боку.



Рисунок 11.21 – Система автономної парковки зі Smart Watch

Конструкція системи автономної парковки включає вхідні пристрої, електронний блок керування і виконавчі пристрої.

До вхідних пристроїв відносяться лазерні радари (лідари) і дистанційний пульт керування. В системі використовується чотири лідара, встановлені по периметру автомобіля. Вони сканують простір навколо автомобіля і дозволяють надійно ідентифікувати різні перешкоди (автомобілі, людей, архітектурні форми, тощо).

Активізація функції автономної парковки проводиться за допомогою пульта дистанційного керування, в якості якого виступає Smart Watch (інтелектуальний годинник). В системі від Volkswagen в якості пульта дистанційного керування використовується смартфон. За допомогою пульта дистанційного керування автомобілі можуть не тільки паркуватися, а й самостійно під'їжджати до місця посадки водія.

Сигнали від вхідних пристроїв надходять в електронний блок керування. Програма керування включає алгоритми оцінки перешкод, коригування швидкості і напрямку руху, пошуку місця парковки, навігації по певному маршруту.

Залежно від відстані до перешкоди блок керування знижує швидкість аж до зупинки або здійснює маневр. У програму керування закладається цифровий план будівлі конкретного паркінгу, що дозволяє рухатися без використання GPS сигналу. Актуально для закритих паркінгів, де сигнал супутника недоступний.

Електронний блок керування формує керуючі сигнали, які надходять в блоки керування різних систем автомобіля: системи керування двигуном, системи курсової стійкості, електропідсилювача рульового керування.

Незаперечною перевагою системи автономної парковки є те, що її впровадження

не вимагає дорогих змін в інфраструктурі паркінгів. Тому незабаром ми побачимо її на серійних автомобілях.

11.7 Система кругового огляду

Система кругового огляду є допоміжною системою активної безпеки. Вона призначена для надання допомоги водієві при виконанні маневрування в обмежених умовах (паралельна парковка, перпендикулярна парковка, рух між рядами, виїзд на «сліпе» перехрестя).

Система кругового огляду є підсистемою мультимедійної системи автомобіля. Робота системи заснована на зйомці обстановки навколо автомобіля і виведенні відповідної інформації на інформаційний дисплей.

Система кругового огляду є подальшим розвитком оптичної паркувальної системи, побудованої на камері заднього виду. Вперше система кругового огляду була застосована на автомобілях компанії Nissan в 2007 році.



Рисунок 11.22 – Система кругового огляду Ford Mondeo

В даний час цю систему мають в своєму арсеналі багато провідних автовиробників – Mercedes-Benz, BMW, Volkswagen, Land Rover, Nissan, Toyota. Ряд систем кругового огляду мають власні назви:

- Around View Monitor, AVM на автомобілях Nissan;
- Surround Camera System на автомобілях Land Rover;
- Area View на автомобілях Volkswagen.

Система кругового огляду встановлюється, в основному, на автомобілях преміум-сегмента. Разом з тим, Nissan і тут випередив усіх, запропонувавши систему AVM в ряді комплектацій бюджетного кросовера Qashqai.

Конструктивно система кругового огляду об'єднує чотири (п'ять у Land Rover) відеокамери з великим кутом огляду, інтегровані по периметру кузова автомобіля. Передня камера (дві передніх камери у Land Rover) встановлена в радіаторних ґратах.

Задня камера вбудована в модуль освітлення номерного знака. Дві бічні камери базуються в корпусах зовнішніх дзеркал заднього виду. Всі відеокамери мають високу роздільну здатність, що дозволяє передавати зображення з високим ступенем

деталізації.

«Картинка» з камер передається на дисплей мультимедійної системи. Зображення на дисплеї включає обов'язковий панорамний вид оточення автомобіля (т.зв. вид з висоти пташиного польоту) і деталізоване (збільшене) зображення з однієї або декількох камер (ступінь збільшення можна змінювати). На зображення з камери заднього виду виводяться динамічні напрямні, які вказують можливу і рекомендовану траєкторію руху при паркуванні. Залежно від близькості автомобіля до оточуючих об'єктів напрямні можуть змінювати колір від зеленого (безпечного) до червоного (небезпечного).

11.8 Система маневрування з причепом

Маневрування з причепом при русі заднім ходом є складним завданням навіть для досвідченого водія, тому поява чергової системи допомоги є цілком закономірною. Концерн Volkswagen розробив систему маневрування з причепом, яку встановлює в якості опції на автомобіль Volkswagen Passat восьмого покоління. Конструктивно система Trailer Assist є подальшим розвитком паркувального автопілоту з використанням камери заднього виду. Система маневрування з причепом, будучи електронною системою, включає вхідні пристрої, електронний блок керування і виконавчі пристрої. До вхідних пристроїв системи відносяться селектор автоматичної коробки передач, кнопка-вимикач паркувального автопілоту, перемикач положення дзеркал заднього виду, камера заднього виду.

Для активізації системи Trailer Assist селектор АКПП повинен бути переведений в стан руху заднім ходом, паркувальний автопілот включений. За допомогою перемикача положення дзеркал заднього виду задається траєкторія руху автомобіля з причепом: при переміщенні джойстика вправо або вліво задається певний кут повороту причепа, при переміщенні назад – забезпечується прямолінійний рух. Камера заднього виду фіксує поточний стан причепа щодо автомобіля.



Рисунок 11.23 – Система маневрування з причепом Volkswagen Passat

Інформація від вхідних пристроїв передається в електронний блок керування. В системі Trailer Assist використовуються потужності електронного блоку

інформаційної системи автомобіля. На підставі заданого водієм кута повороту причепа, фактичного кута повороту причепа, що фіксується камерою заднього виду, розраховується і реалізується певний алгоритм роботи системи рульового керування.

Сигнали від електронного блоку керування надходять в електромеханічний підсилювач рульового керування, який автоматично встановлює необхідне положення передніх коліс автомобіля для реалізації заданого маневру з причепом. При роботі системи на дисплеї комбінації приладів відображається поточне і задане положення причепа, що дозволяє контролювати процес.

В результаті система маневрування з причепом автоматично веде причіп в заданому напрямку. Водій, при цьому, управляє тільки швидкістю руху автомобіля за допомогою педалей акселератора або гальма. При необхідності в будь-який момент часу водій може відкоригувати напрямок руху причепа за допомогою перемикача положення дзеркал заднього виду. Система автоматично відключається, якщо водій почав використовувати рульове керування.

11.9 Система допомоги при перестроюванні

Перестроювання автомобіля з одного ряду руху в інший, часто стає причиною аварій, тому що водій не помічає транспортні засоби на інших смугах. Система допомоги при перестроюванні (інші назви – система моніторингу «сліпих» зон, система інформування про «мертві» зони, система безпечного перестроювання з ряду в ряд) попереджає водія про небезпеку зіткнення при зміні смуги руху.

Відомими розробниками таких систем є компанії:

- Audi, Volkswagen – система Side Assist;
- BMW – система Lane Change Warning;
- Mazda – система Rear Vehicle Monitoring, RVM;
- Mercedes-Benz – система Blind Spot Assist;
- Porsche – система Spurwechselassistent, SWA;
- Ford – система Blind Spot Information System, BLISTM;
- Volvo – система Blind Spot Information System, BLIS.

Система Audi Side Assist визнана Європейським комітетом незалежної експертизи безпеки автомобілів (Euro NCAP) однією з найкращих систем безпеки 2010 року.

Принцип роботи системи Side Assist заснований на контролі зон руху поруч з автомобілем і позаду нього за допомогою радара і включення попереджувального сигналу при намірі водія змінити смугу руху і наявності перешкоди на іншій смузі.



Рисунок 11.24 – Система допомоги при перестроюванні

Система включає наступні конструктивні елементи:

- кнопка (клавiша) включення на важелі перемикача покажчика поворотів (на панелі дверей);
- радары в зовнішніх дзеркалах заднього виду з правого і лівого боку;
- електронні блоки керування;
- сигнальні лампи (попереджувальні індикатори) на зовнішніх дзеркалах заднього виду з правого і лівого боку;
- контрольна лампа на панелі приладів.

Система допомоги при перестроюванні включається відповідним перемикачем, активується при досягненні автомобілем швидкості 60 км/год. Для визначення об'єктів в «сліпий» зоні в системі використовується радар. Радарні датчики встановлюються в зовнішніх дзеркалах заднього виду і випромінюють радіохвилі в певну область біля автомобіля. У ряді систем замість радарів можуть встановлюватися відеокамери, ультразвукові датчики.

Електронні блоки керування (по одному на кожену сторону) аналізують відображені випромінювання радара, на підставі яких:

- проводиться стеження за рухомими об'єктами;
- розпізнаються нерухомі об'єкти (припарковані автомобілі, дорожня огорожа, стовпи, тощо);
- при необхідності включається сигнальна лампа. Сигнальна лампа працює в двох режимах:
 - інформування – горить безперервно при знаходженні об'єкта в «сліпий» зоні;
 - попередження – блимає при перестроюванні з ряду в ряд і при знаходженні об'єкта в «сліпий» зоні.

Намір водія перейти з ряду в ряд, розпізнається по включеному перемикачу покажчика поворотів.

Система BLIS на відміну від Side Assist використовує для відстеження «сліпої» зони замість радара цифрову камеру з режимом зйомки 25 кадрів/хв. Цифрова камера

недостатньо ефективна в умовах поганої видимості (туман, сніг).

Система Blind Spot Information System включається спеціальною кнопкою на панелі приладів і активується на швидкості понад 10 км/год. Система Rear Vehicle Monitoring при знаходженні в небезпечній зоні іншого автомобіля, поряд з світлодіодною індикацією, подає звуковий сигнал.

11.10 Автомобільна система нічного бачення

Система нічного бачення призначена для надання водієві інформації про умови руху в темну пору доби. Система дозволяє розпізнавати всілякі перешкоди, учасників дорожнього руху, пішоходів на неосвітленій дорозі, а також подальшу траєкторію траси. Система допомагає зняти навантаження з водія в умовах поганої видимості і тим самим забезпечує підвищення безпеки руху. В даний час система нічного бачення встановлюється в якості опції на легкові автомобілі преміум-класу. Принцип дії системи заснований на фіксації інфрачервоного (теплого) випромінювання об'єктів спеціальною камерою і його проектування на дисплей у вигляді сірого масштабного образу.



Рисунок 11.25 – Автомобільна система нічного бачення

Розрізняють два типу систем нічного бачення: активні і пасивні. Активні системи використовують додаткове джерело інфрачервоного світла, який встановлюється на автомобіль. Вони характеризуються високою роздільною здатністю зображення і дальністю роботи близько 150-250 м.

Пасивні системи нічного бачення не мають власного джерела інфрачервоного випромінювання. Теплова камера (тепловізор) фіксує інфрачервоне випромінювання об'єктів на відстані до 300 м. Вони мають високий рівень контрастності і низьку роздільну здатність зображення.

Найбільш технічно і функціонально досконалою системою нічного бачення є остання розробка Mercedes-Benz – система Night View Assist Plus. Крім стандартних

функцій інформування водія, система попереджає пішоходів про потенційну небезпеку.

Конструктивно система Night View Assist Plus об'єднує інфрачервоні активні камери в фарах головного світла, відеокамеру за лобовим склом, електронний блок керування і інформаційний дисплей в кабіні.

Інфрачервоні камери фіксують дорожню обстановку. Відеокамера визначає, в який час доби рухається машина, а також наявність інших машин попереду або на зустрічній смузі. Інформація від камер надходить в електронний блок керування, обробляється і виводиться на інформаційний дисплей.

В якості інформаційного дисплея використовується рідкокристалічний дисплей на щитку приладів (S-клас) або екран навігаційної системи (E-клас). У ранніх системах нічного бачення інформація виводилася на лобове скло.

Попередження пішоходів про небезпеку проводиться шляхом подачі коротких світлових сигналів в сторону пішохода або їх освітлення протягом п'яти секунд фарами автомобіля. При наявності автомобілів попереду або на зустрічній смузі, система не спрацьовує, щоб не засліплювати інших учасників руху.

Алгоритм програми реалізується при швидкості руху понад 45 км/год і розташуванні пішоходів на відстані не більше 80 м.

Ще далі в цьому напрямку пішла компанія BMW, представивши інтелектуальну систему нічного бачення для виявлення пішоходів в небезпечній близькості від проїжджої частини. Система Dynamic Light Spot за допомогою датчиків серцебиття визначає наявність живих істот на відстані до 100 м від машини.

Крім інформації, що виводиться на інформаційний дисплей, система автоматично висвітлює пішохода. Для цього в місця для протитуманних фар встановлені поворотні діодні фари, здатні висвітлювати об'єкти, що знаходяться поза проїзною частиною.

На автомобілях BMW система Dynamic Light Spot встановлюється на додаток до системи нічного бачення Night Vision.

11.11 Система розпізнавання дорожніх знаків

Однією з основних причин дорожньо-транспортних пригод з тяжкими наслідками є перевищення швидкості. Система розпізнавання дорожніх знаків покликана попереджати водіїв про необхідність дотримання швидкісного режиму. Дана система визначає дорожні знаки обмеження швидкості при їх проїзді і нагадує водієві поточну максимальну дозволена швидкість, якщо він рухається швидше.

Систему розпізнавання дорожніх знаків (Traffic Sign Recognition, TSR) мають в своєму активі багато відомих автовиробників – Audi, BMW, Ford, Mercedes-Benz, Opel, Volkswagen. Система розпізнавання дорожніх знаків на автомобілях Opel входить до складу системи Opel Eye (разом з системою Lane Departure Warning). Система Opel Eye відзначена в числі кращих розробок в області автомобільної безпеки 2010 року. Mercedes-Benz назвав свою систему Speed Limit Assist (система контролю обмеження

швидкості), Volvo – Road Sign Information, RSI (система інформування про дорожні знаки).



Рисунок 11.26 – Система розпізнавання дорожніх знаків

Застосовувані на автомобілях системи розпізнавання дорожніх знаків мають типову конструкцію, яка включає відеокамеру, блок керування і засіб виведення інформації.

Відеокамера розташовується на вітровому склі за дзеркалом заднього виду. Камера знімає простір перед автомобілем в зоні розташування дорожніх знаків (праворуч і зверху по ходу руху) і передає зображення в електронний блок керування. Відеокамера також використовується іншими системами активної безпеки – системою виявлення пішоходів, системою допомоги руху по смузі.

Електронний блок керування реалізує наступний алгоритм роботи:

- розпізнавання форми дорожнього знака (кругла форма);
- розпізнавання кольору знака (червоний колір на білому);
- розпізнавання написи (величина швидкості);
- розпізнавання інформаційної таблички (вид транспорту, час дії, зона дії);
- аналіз фактичної швидкості автомобіля;
- порівняння швидкості автомобіля з максимально допустимою швидкістю;
- візуальне і звукове попередження водія при відхиленні.

Зображення у вигляді знака обмеження швидкості виводиться на дисплей комбінації приладів або дисплей інформаційної системи і залишається видимим, поки обмеження не закінчиться або буде змінено. На автомобілях, обладнаних інформаційним дисплеєм, зображення виводиться на лобове скло. У ряді конструкцій система розпізнавання дорожніх знаків взаємодіє з навігаційною системою і використовує відомості про знаки обмеження швидкості з навігаційних карт. Навіть якщо символ не буде визначено відеокамерою, інформація про нього буде виведена на панель приладів.

Система здатна розпізнавати обмеження швидкості, що діють для певного виду транспорту (по знакам додаткової інформації – табличок), а також знаки скасування обмеження швидкості. Система Opel Eye пішла далі – вона розпізнає поряд зі знаками

обмеження швидкості, знаки, що забороняють обгін.

Система розпізнавання дорожніх знаків другого покоління інформує водія про різні дорожні знаки. Крім знаків обмеження швидкості, заборони обгону, окремих знаків додаткової інформації, система розпізнає такі знаки:

- проїзд без зупинки заборонено;
- в'їзд заборонено;
- головна дорога (кінець головної дороги);
- перевага зустрічного руху (перевага перед зустрічним рухом);
- поступіться дорогою;
- кінець зони всіх обмежень;
- початок (кінець) населеного пункту;
- початок (кінець) автомагістралі;
- житлова зона.

Перераховані знаки на дисплеї не відображаються. Інформація про розпізнані знаки узгоджується з даними навігаційної системи, поточними параметрами руху автомобіля. В результаті система інформує водія про поточну дорожню ситуацію і сприяє безпечному руху.

11.12 Система виявлення можливих дорожніх пробок

Пробки на дорогах збільшують час перебування в дорозі, шкідливі викиди в атмосферу, а також підвищують ймовірність дорожньо-транспортних пригод, особливо пов'язаних з наїздом ззаду. Компанія Honda представила нову розробку – систему виявлення можливих дорожніх пробок, яка служить для їх запобігання. Система визначає, чи є стиль водіння транспортного засобу причиною виникнення пробки і при позитивній відповіді дає рекомендації щодо його зміни.

В даний час проводяться випробування даної системи на дорогах загального користування в Італії та Індонезії. Система виявлення можливих пробок ґрунтується на положенні, що характер руху (прискорення, уповільнення) автомобіля може викликати пробку.

Дійсно, дорожні пробки виникають не тільки через інтенсивність руху транспортних засобів. Встановлено, що при гальмуванні перед перешкодою, кожний наступний водій сповільнюється інтенсивніше, ніж попередній. Спостерігається т.зв. ефект «гармошки», який і є однією з причин виникнення пробки. Існує поширена практика попередження про пробки на шляху прямування з різних інформаційних каналів (радіо, Інтернет, навігація). Система виявлення пробок пішла значно далі. На підставі оцінки гальмування і прискорення автомобіля визначається стиль водіння конкретної людини.



Рисунок 11.27 – Центр з керування міським дорожнім рухом в Токіо

Якщо характер руху сприяє виникненню пробки, система пропонує водієві змінити його, виводячи необхідну інформацію на дисплей панелі приладів. При цьому автомобіль зупиняється зі збільшеною дистанцією. Відстань забезпечує інтенсивний розгін і гальмування для автомобіля що йде позаду, тим самим запобігає або зводить до мінімуму ймовірність виникнення пробки.

Про конструкції системи виявлення пробок виробник не повідомляє. Але можна припустити, що в роботі системи використовуються штатні датчики системи курсової стійкості (датчики частоти обертання коліс, датчик поздовжнього прискорення, датчик тиску в гальмівній системі). За допомогою зазначених датчиків можна оцінити параметри руху автомобіля.

Використання системи виявлення пробок дозволяє на 23 % збільшити швидкість руху задньої машини, а також знизити споживання палива на 8 %. Ефективність застосування системи може бути значно підвищена за рахунок інтеграції з системою адаптивного круїз контролю, яка дозволяє автоматично підтримувати необхідну відстань до автомобіля, що йде попереду. Збільшення швидкості може досягати 40 %, зниження споживання палива – 13 %.

Розробка системи виявлення пробок вносить істотний внесок в розвиток системи автоматичного керування автомобілем. Використання даної системи разом з системою стоп-старт дозволяє домогтися істотної економії палива і зниження шкідливих викидів. Разом з тим, перспективи використання системи в нашій країні не дуже райдужні. Залишати значну відстань перед транспортним засобом що зупинився попереду – недозволена розкіш, його тут же займе інший водій. Що поробиш – менталітет.

11.13 Система інформування про світлофори

Поки впровадження системи комунікації між автомобілями в Україні проглядається у віддаленій перспективі, провідні світові автовиробники вже активно опрацьовують її окремі додатки. Так компанія Audi запропонувала систему

інформування про світлофори – Online traffic light information, що входить до складу інформаційно-розважальної системи Audi Connect.



Рисунок 11.28 – Система інформування про світлофори «Audi Traffic Light Online» автомобіля Audi A6

Система інформування про світлофори забезпечує бездротове з'єднання автомобіля з міським центром керування рухом і отримання інформації про режими роботи світлофорів на шляху проходження автомобіля. Застосування системи дозволяє досягти економії палива, зниження шкідливих викидів, ефективного використання особистого часу в русі.

У названій системі реалізовано кілька функцій:

- інформування про рекомендовані режими руху;
- інформування про режими роботи світлофора;
- взаємодія з системою стоп-старт.

Отримуючи по бездротовій мережі інформацію про режими роботи світлофора, система повідомляє водієві, яку швидкість він повинен підтримувати, щоб рухатися під зеленим світлом (т.зв.

«зелена хвиля»). Інформація про рекомендовану швидкість руху виводиться на екран бортового комп'ютера або дисплей мультимедійної системи.

Коли автомобіль стоїть на світлофорі система транслює на дисплей час, що залишився до включення зеленого сигналу. Дана інформація повинна сприяти своєчасному початку руху, а значить уникнути виникнення «пробок».

Система інформування про світлофори підвищує ефективність роботи системи стоп-старт, за умови, що вона встановлена на автомобілі. На підставі інформації про режими роботи світлофора система стоп-старт:

- вимикає двигун до повної зупинки автомобіля при червоному сигналі;
- запускає двигун за 5 секунд до зеленого сигналу світлофора.

Як заявляє виробник, система повністю готова до застосування і при її широкому впровадженні можна очікувати позитивні результати.

Над аналогічною системою, що отримала назву Universal Traffic Management Systems (UTMS), працює компанія Honda. Система базується на спеціальних

інфрачервоних маяках, розташованих на стовпах уздовж дороги і пов'язаних з єдиним центром керування рухом. За допомогою ІК-маяків здійснюється зв'язок з конкретним автомобілем і передача рекомендацій щодо режиму руху.

11.14 Система передбачення дорожніх умов

Компанія ZF представила систему, яка дозволяє передбачити умови руху на певному маршруті і при необхідності впливати на автомобіль для досягнення оптимального режиму руху по цьому маршруту. Система PreVision Cloud Assist встановлюється на концептуальному електромобілі Smart Urban Vehicle.

Алгоритм роботи системи передбачення дорожніх умов включає наступні послідовні операції:

- збір даних про умови руху;
- передача і збереження даних в хмарному сховищі;
- прийом даних зі сховища і розрахунок оптимального режиму руху;
- реалізація оптимального режиму руху.

Система проводить збір даних про дії водія на конкретній ділянці маршруту, таких як швидкість руху, поздовжнє і поперечне прискорення. Емпіричні дані узгоджуються з інформацією про місцезнаходження автомобіля, який визначається за допомогою GPS.

Кожна дія водія несе інформацію про стан дорожнього полотна, умови видимості. Дані передаються по бездротовій мережі і зберігаються в т.зв. хмарному сховищі – віртуальному сервері, що поєднує кілька фізичних серверів. Хмарне сховище даних забезпечує зберігання необмеженого обсягу інформації, а також доступ до цієї інформації в будь-який час і в будь-якому місці всім, підключеним до сервісу, користувачам.



Рисунок 11.29 – Система передбачення дорожніх умов Tesla

При повторному проходженні маршруту система передбачення приймає збережені в хмарному сховищі дані і проводить розрахунок оптимального режиму руху по цьому маршруту. При необхідності (якщо розрахункові параметри руху відрізняються від фактичних даних) система PreVision Cloud Assist самостійно змінює

величину крутного моменту, сповільнюючи або прискорюючи автомобіль. Педаль акселератора, при цьому, може залишатися в натиснутому стані.

Зміна величини крутного моменту виробляється за допомогою системи керування двигуном і (або) системи керування автоматичною коробкою передач. Гальмівна система для уповільнення не використовується, що зменшує втрати енергії і є актуальним для автомобіля з електроприводом.

При необхідності водій в будь-який момент часу може взяти керування автомобілем на себе, різко натиснувши на педаль акселератора і активувавши режим «кікдаун».

В даний час в системі передбачення умов руху реалізовані дві функції: безпечного проходження поворотів і підтримки оптимального швидкісного режиму руху. У перспективі в роботі системи будуть використовуватися дані про погодні умови, об'єкти інфраструктури, дорожню ситуацію. Крім цього, на незнайомих маршрутах система зможе використовувати дані інших транспортних засобів, підключених до хмарного сервісу. Водій буде керувати автомобілем також впевнено, ефективно і безпечно, як на знайомому маршруті.

Конструктивно система PreVision Cloud Assist укладена в електронний блок Openmatics, що забезпечує реєстрацію, передачу і прийом даних про рух. Система активується за допомогою кнопки на дисплеї. Передбачено два режими роботи системи – економічний і спортивний, що враховують індивідуальні переваги конкретного водія.

11.15 Автомобільна навігаційна система

«А ще там є навігатор!» – колись цей відомий рекламний слоган, представляв навігаційну систему одним з головних достоїнств сучасного автомобіля.



Рисунок 11.30 – Штатна навігаційна система Mercedes-Benz

Проте за останні кілька років автомобільний навігатор з дорогої іграшки перетворився на надійного помічника водія.

Автомобільна навігаційна система призначена для визначення положення транспортного засобу, вибору і супроводу маршруту руху. Перший автомобільний навігатор був представлений в 1981 році компанією Alpine.

Розрізняють декілька видів автомобільних навігаційних систем: штатна, мобільна, а також навігаційне програмне забезпечення портативних комп'ютерів і смартфонів.

Перераховані види навігаційних систем мають свої переваги і недоліки. Вони розрізняються по конструкції, реалізованим функціям, ціною.

Штатна навігаційна система встановлюється на заводі-виробнику автомобіля і, як правило, є частиною мультимедійної системи. У штатне місце можуть встановлюватися сумісні навігаційні системи інших виробників.

Мобільна навігаційна система являє собою портативне автономне навігаційний пристрій, який входить до комплекту та встановлюється на лобовому склі або приладової панелі.



Рисунок 11.31 – Мобільна навігаційна система

Під терміном «автомобільний навігатор» зазвичай розуміється саме мобільна навігаційна система. В якості автомобільного навігатора можуть бути використані портативний комп'ютер, смартфон і навіть звичайні моделі мобільних телефонів, якщо в них встановлені відповідні навігаційні програми.

Устрій автомобільної навігаційної системи.

За своєю суттю автомобільна навігаційна система є персональним комп'ютером з усіма його атрибутами: материнською платою, центральним процесором, оперативною пам'яттю, постійною пам'яттю, жорстким диском, пристроями введення і виведення інформації, приводами для підключення зовнішніх джерел даних.

Особливістю пристрою автомобільного навігатора є наявність навігаційного процесора (чіпсета GPS-приймача). У ряді конструкцій навігаторів навігаційний процесор об'єднаний з центральним процесором. Крім перерахованих елементів до складу автомобільної навігаційної системи можуть бути включені модуль GPRS,

Bluetooth, радіоприймач та ін. компоненти.

Прийом сигналів від навігаційних супутників забезпечує антена. В штатній навігаційній системі використовується зовнішня антена, яка встановлюється на даху автомобіля. Мобільний навігатор, як і смартфон, оснащений вбудованою антеною.

Для введення і виведення інформації застосовується сенсорний дисплей, який відрізняється швидкодією, багатофункціональністю і низьким енергоспоживанням. В штатній навігаційній системі для виведення інформації може використовуватися проекційний дисплей.

Живлення штатної навігаційної системи здійснюється від бортової мережі автомобіля. Мобільний навігатор живиться від власного акумулятора. Зарядка акумулятора проводиться також від бортової мережі.

Програмне забезпечення автомобільної навігаційної системи включає операційну систему, навігаційну програму, інші прикладні програми (офісні додатки, мультимедіа програвач, ігри, програми для читання електронних книг та ін.).

Операційна система з'єднує апаратну частину навігатора («залізо») з прикладною програмою. В якості операційної системи використовуються програми Windows CE, Windows Mobile, Android, iOS та ін.



Рисунок 11.32 – Навігаційна програма в смартфоні

Функціональну основу навігаційної системи становить навігаційна програма. В автомобільних навігаційних системах застосовується безліч навігаційних програм, що відрізняються один від одного інтерфейсом, функціональністю, ступенем швидкодії і уніфікації. У штатних навігаторах використовуються в основному власні розробки навігаційних програм.

Для мобільних навігаторів, КПК і смартфонів створені вітчизняні навігаційні програми, наприклад «Навітел»,

«Автоспутник», «CityGuide», «Прогород» та багато інших. Із зарубіжних програм необхідно відзначити популярну програму iGo. Програма iGo також використовується в штатних навігаційних системах корейських автомобілів Hyundai, Kia, SsangYong. У мобільних навігаторах, КПК, смартфонах може бути встановлено кілька навігаційних програм, що значно розширює можливості навігаційної системи.

ТЕМА 12 ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В САЛОНІ АВТОМОБІЛЯ

12.1 Вентиляція

Розвиток систем внутрішнього обігріву та вентиляції транспортних засобів йшов з наростаючою швидкістю майже з перших днів автомобіля. Лише поява кондиціонування повітря була одним із самих помітних етапів на цьому шляху. Проте комфорт в салоні автомобіля, який ми тепер вважаємо чимось буденним і природним, починався з декількох екзотичних рішень, і розвиток технологій в цій області електричних систем автомобіля триває й досі.

В якості самого раннього прикладу електричного обігріву на автомобільному транспорті, можна назвати пару рукавичок з нагрівальними елементами, вшитими в матеріал, вироблені ще в 1920 році. Нагрівальні елементи у цих рукавичках були з'єднані з електричною системою автомобіля й працювали як невеликі електричні грубки. Хоча... трохи хвилює думка, що трапилося б з водієм і машиною у випадку короткого замикання під час руху...

Як би там не було, а сучасні системи лежать у діапазоні від елементарних повітропроводів гарячого/холодного повітря до складних автоматичних систем керування температурою і кліматом.

Система опалення, вентиляції та кондиціонування автомобіля призначена для створення і підтримки комфортних умов в салоні автомобіля. Система, по суті, складається з трьох різних систем, об'єднаних виконанням однієї загальної функції.

Система опалення служить для обігріву салону автомобіля. Типова конструкція системи опалення включає обігрівач змішувального типу, відцентровий вентилятор і напрямні канали з заслінками.

Напрямок теплого повітря здійснюється зазвичай до вітрового скла, бічних передніх вікон, в салон автомобіля на рівні обличчя і ніг людини. Для швидкого нагріву в автомобілях використовуються електричні нагрівачі вітрового і заднього стекол.

Система вентиляції служить для охолодження повітря в салоні автомобіля, а також його очищення. Вона використовує конструктивні елементи системи опалення (вентилятор, направляючі канали). Система вентиляції також комплектується фільтром очищення (т.зв. салонним фільтром). Фільтр затримує пил і тверді частинки, а також може вловлювати запахи і шкідливі речовини. Для зменшення нагрівання салону автомобіля використовуються атермальні стекла.

Система кондиціонування служить для створення мікроклімату в салоні автомобіля. Система має можливість, як охолоджувати, так і нагрівати повітря в салоні автомобіля. Типова система кондиціонування включає автомобільний кондиціонер.



Рисунок 12.1 – Повітропровід сучасного легкового автомобіля

Сучасні автомобілі обладнуються системою клімат-контролю. Такі системи підтримують задані параметри мікроклімату в салоні автомобіля незалежно від температури зовнішнього повітря. Конструкції окремих кліматичних установок передбачають роздільне регулювання температури в різних частинах салону автомобіля, т.зв. роздільний клімат-контроль.

До будь-якої системи нагрівання й вентиляції пред'являється набір вимог, що впливає з різних стандартів. Для засобів транспорту ці вимоги можуть бути підсумовані наступним чином:

- регульована температура в салоні транспортного засобу;
- максимально швидке надходження тепла;
- розподіл тепла по різних частинах транспортного засобу;
- провітрювання салону зовнішнім повітрям з мінімальним шумом;
- усунення запотівання вікон;
- спрощення керування.

Наведений список вимог ні в якому разі не є повним і незмінним, він лише вказує на те, що потрібно від системи обігріву й вентиляції. Адже чим складніше система, тим більшій кількості пропонованих вимог вона повинна задовольняти. Ця кількість виконуваних функцій безпосередньо пов'язана з вартістю системи.

Далі ми більш докладно розглянемо деякі технічні рішення використовувані на сучасних транспортних засобах. На рисунку 12.2 показана залежність температури в середині автомобіля, сприймана людиною як комфортна, від зовнішньої температури.

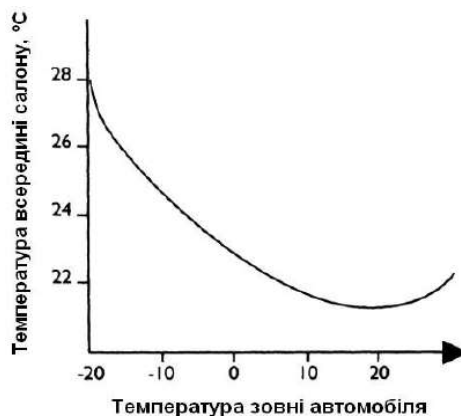


Рисунок 12.2 – Уявлення про комфортну температуру

Щоб дозволити свіжому повітрю зовні транспортного засобу циркулювати всередині салону, повинна з'явитися різниця тиску. Це досягається шляхом використання камери тиску. Камера тиску за визначенням, містить газ (в даному разі це повітря) під тиском вищим, чим навколишній тиск.

В автомобілі камера тиску зазвичай розташовується трохи нижче вітрового скла, за підкапотним простором. Коли транспортний засіб рухається, повітряний потік над автомобілем створює більш високий тиск у вказаній області. На рисунку 12.3 показаний ефект камери тиску. Використовуються відповідні створки й канали, щоб запобігти потраплянню в автомобіль води через цей канал.

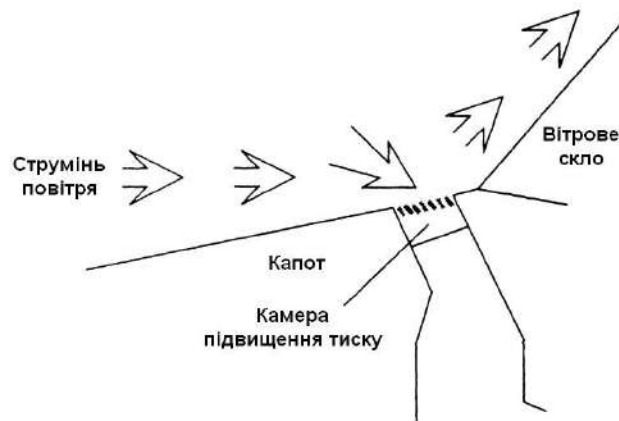


Рисунок 12.3 – Устрій камери тиску в автомобілі

За допомогою розподільних магістралей, керуючих відкидних стулок і підходящих сопел, повітря може бути спрямоване туди, куди потрібно. Ця система доповнюється мотором зі змінюваною швидкістю, який створює додаткове наддування.

На рисунку 12.4 показане розміщення вузлів типової системи вентиляції та обігріву салону автомобіля.

Коли додаткове повітря нагнітається в кабінку транспортного засобу, внутрішній тиск збільшився б, якби для повітря не було передбачено ніякого виходу. Однак більшість легкових автомобілів має заготовані вихідні отвори на кожній стороні автомобіля вище або поблизу задніх панелей або дверей.

12.2 Система обігріву салону – двигун з водяним охолодженням

Для збільшення температури усередині автомобіля використовується тепло від двигуна. Це досягається за допомогою теплообмінника, називаного матрицею нагрівача, або радіатором обігрівача. Завдяки дії термостата в системі охолодження двигуна підтримується приблизно постійна температура охолодної рідини. Це дозволяє нагрівати повітря яке проходить через радіатор обігрівача, до температури, що залежить від температури зовнішнього повітря й швидкості повітряного потоку.

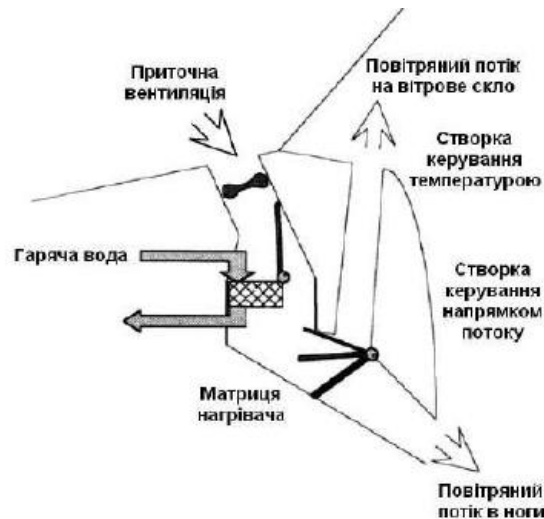


Рисунок 12.4 – Типова система вентиляції й обігріву

У такий спосіб створюється джерело гарячого повітря для нагрівання внутрішнього простору транспортного засобу. Однак необхідно якимось чином управляти надходженням тепла. На більшості сучасних транспортних засобів використовується метод змішування.

Це найпростіша керована відкидна стулка, яка визначає, яка частина повітря, що надходить в автомобіль, буде спрямована до радіатора обігрівача. Головний недолік цієї системи – зміна повітряного потоку залежно від швидкості транспортного засобу. Деякі системи використовують клапан, щоб регулювати потік гарячої рідини, що тече через обігрівач.

За допомогою системи створок можна спрямовувати повітря заданої температури в обрані області усередині транспортного засобу. Найчастіше системи дозволяють направляти тепле повітря у внутрішній простір між вітровим склом і підлогою у водія й пасажирів.

Більшість транспортних засобів також має маленькі вентиляційні отвори, що направляють тепле повітря на бічні стекла водія й переднього пасажира. Крім цього, встановлюються отвори з соплами, що направляються для припливу в салон свіжого повітря зовні. І, нарешті, на багатьох транспортних засобах можливо зробити вибір між зовнішнім повітрям або повітрям, що багаторазово циркулює усередині салону.

12.3 Мотори повітрянагрівача

Для збільшення повітряного потоку використовуються звичайні мотори з постійними магнітами й двома щітками. Вентилятор наддування – зазвичай відцентрового типу, і в багатьох випадках лопаті розмішені асиметрично, щоб зменшити резонансний шум. На рисунку 12.5 показаний типовий пристрій наддування повітря з мотором і вентилятором.

Зміна напруги живлення регулює швидкість мотора. Це досягається при використанні ділянок напруги на основі резисторів. У деяких випадках швидкість

обертання можна зробити плавно змінюваною за допомогою змінного резистора. У більшості випадків керування мотором зводиться до вибору з набору трьох або чотирьох швидкостей.

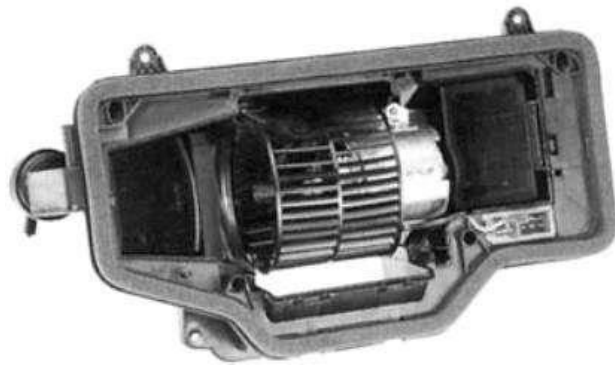


Рисунок 12.5 – Електродвигун повітрянагрівача, змонтований у кожусі відцентрового вентилятора

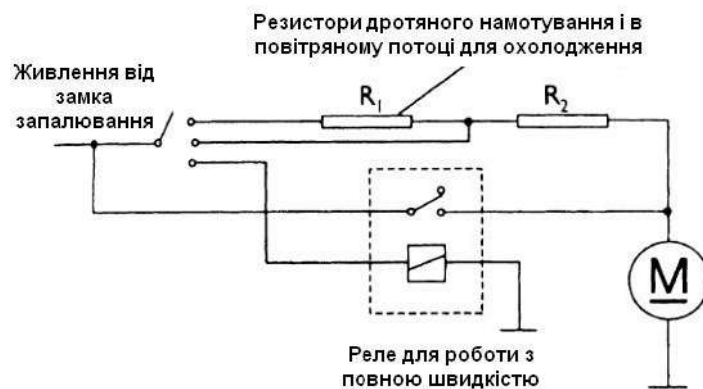


Рисунок 12.6 – Типова схема системи керування двигуном із трьома швидкостями

Резистори, зазвичай дротяного типу, розміщуються в повітряному потоці для запобігання їх перегріву. Ці резистори мають низькі значення опору, порядку 1 Ом або менше.

12.5 Принцип роботи автомобільного кондиціонера

Автомобільний кондиціонер працює по тому ж принципу, що й звичайний побутовий холодильник, хоча й улаштований по-іншому. В основу роботи цих пристроїв покладений ефект Джоуля-Томсона – зниження температури робочого тіла при дроселюванні.

Дроселюванням називається зниження тиску робочої речовини при протіканні її через звуження в каналі або який-небудь місцевий опір (шайба, капілярна трубка, терморегулювальний вентиль).

Основна функція кондиціонерів – обробка внутрішнього повітря в салоні, оскільки кондиціонери лише забезпечують комфортну для людини температуру, а саме охолодження або обігрів повітря. Кондиціонери мають додаткові функції:

- режим осушення – неконтрольоване осушення повітря;

- режим сну;
- режим автоматичного розморожування;
- захист від влучення вологи;
- регулювання напрямку повітряного потоку;
- фільтр грубого очищення повітря – у всіх кондиціонерів;
- різні фільтри тонкого очищення повітря;
- іонізація, усунення запаху, мікробів та інші функції, що впливають на якість повітря.

Додаткові функції відрізняються в різних моделях і різних фірм.

На відміну від спліт-систем, що складаються із одного внутрішнього й одного зовнішнього блоків, що, втім, майже ідеально підходить для забезпечення комфортних умов в окремих приміщеннях, або таких, що одержали широке – поширення інвертерних систем кондиціонування зі змінною продуктивністю й вільною комплектацією внутрішніми блоками різної потужності, система кондиціонування повітря в автомобілі найбільш близька до мультизональних систем зі змінюваною витратою холодоагенту (VRF).

У приміщеннях об'єктів нерухомості такі системи дозволяють приєднувати до одного зовнішнього блоку від двох до декількох десятків внутрішніх блоків різних моделей, притім відстань між зовнішнім і внутрішнім блоками може досягати 100 м, а перепад по висоті – до 50 м.

З іншого боку, автомобільний кондиціонер являє собою герметичну систему, заповнену фреоном і спеціальним компресорним маслом, розчиненим у рідкому фреоні. Масло необхідне для змащення компресора й деяких компонентів системи.

Існують кілька типів розташування вузлів систем автомобільних кондиціонерів, але, незважаючи на деякі відмінності, їх принципова схема однакова. Далі розглянемо найпоширеніший варіант.

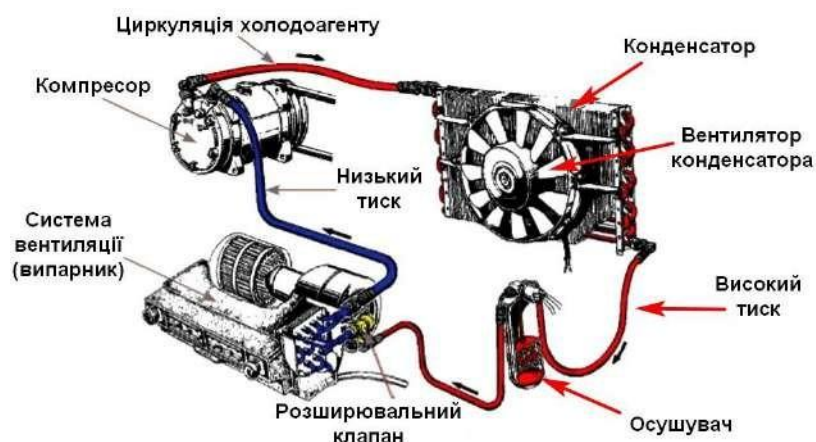


Рисунок 12.8 – Схема роботи автомобільного кондиціонера

При включенні кондиціонера спрацьовує електромагнітна муфта компресора й притискний диск примагнічується до шківка компресора (шків приводиться в рух

ременем від колінчатого вала двигуна й, навіть коли кондиціонер виключений, постійно обертається).

Тепер почав працювати компресор. Компресор стискає газоподібний фреон, тому той сильно нагрівається, і жене його по трубопроводу в конденсатор. Конденсатор часто називають конденсором або радіатором кондиціонера. У конденсорі сильно нагрітий і стислий фреон охолоджується. Охолодженню фреону допомагає вентилятор. При русі автомобіля конденсатор додатково проохолоджується потоком зустрічного повітря.

Охолоджений, стислий фреон починає конденсуватися й виходить із конденсора вже рідким. Після цього рідкий фреон проходить через ресивер-осушувач. Тут від нього відфільтровуються шлаки (продукти зношування компресора, пил, бруд, тощо).

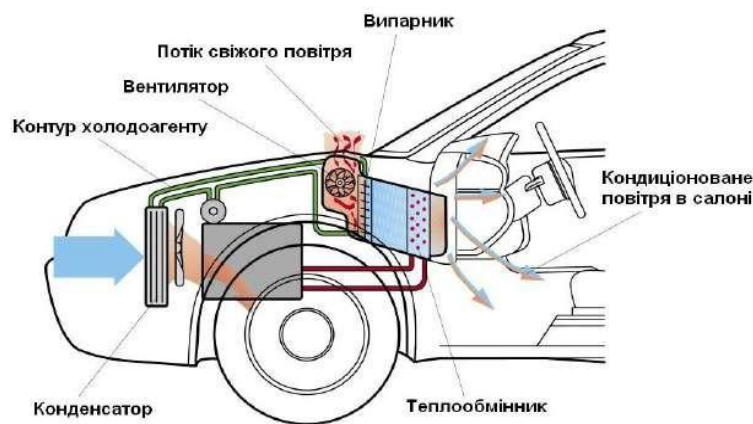


Рисунок 12.9 – Схема розміщення кондиціонера на автомобілі

Часто на ресивері-осушувачі є оглядове вікно, яке дозволяє візуально оцінити заповнювання системи фреоном. Якщо система неповна, то при роботі компресора у вічку буде видно молочно- білу піну.

Очищений у ресивері-осушувачі, рідкий фреон підходить до терморегулювального вентиля (ТРВ). ТРВ являє собою спеціальний пристрій, що регулює різницю температур на виході з випарника й ступінь кипіння холодоагенту – перегрів пари що виходить із випарника.

ТРВ установлюють на трубопроводі, по якому рідкий фреон надходить у випарник. Якщо випарник повністю заповнений рідким фреоном, то з нього виходить насичена пара, температура якого дорівнює температурі кипіння, і регулювальний орган ТРВ закривається. Якщо з випарника виходить пара, перегрів якої перевищує установку ТРВ, то регулювальний орган ТРВ відкривається настільки, щоб площа його прохідного перетину відповідала припустимій величині. По суті, ТРВ є автоматично регульованим дроселем.

Проходячи через ТРВ і потрапляючи у випарник, фреон переходить у газоподібний стан (кипить) і при цьому сильно охолоджується, охолоджуючи й випарник, а вентилятор «здуває» з випарника холод у салон автомобіля. Пройшовши через випарник, усе ще досить холодний фреон попадає знову в компресор. І далі

процес повторюється.

За правильною роботою системи стежать різні датчики. Їхня кількість залежить від типу й моделі кондиціонера. У нашій схемі на ресивері-осушувачі стоїть датчик включення другої швидкості вентилятора. Коли охолодження конденсора недостатнє, тиск у напірній магістралі стрімко росте, а фреон у конденсорі перестає конденсуватися. Датчик реагує на стрибок тиску й включає вентилятор на повну потужність.

Датчик виключає компресор при значному підвищенні тиску в напірній магістралі. Датчик виключає компресор при занадто низькій температурі випарника.

Частина системи від компресора до ТРВ називається напірною магістраллю. Її завжди можна визначити по тонких трубах, які теплі або інколи навіть гарячі.

Частина системи від випарника до компресора називається зворотною магістраллю, або магістраллю низького тиску. Вона робиться з товстих трубок і на дотик холодна.

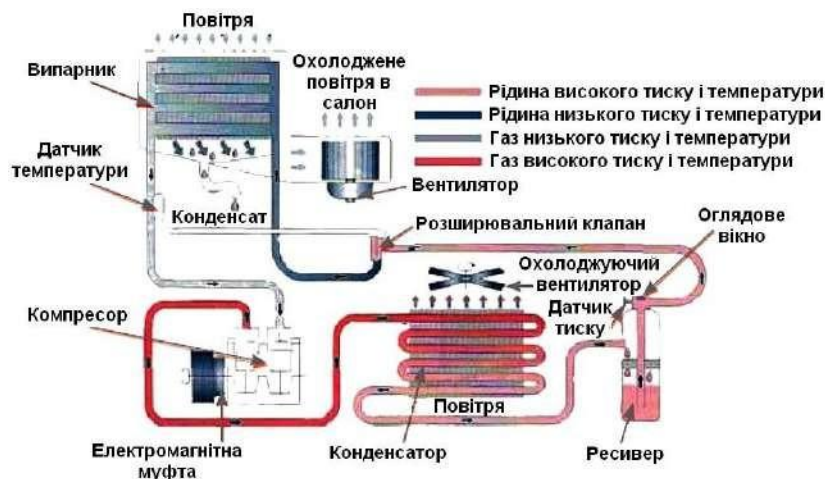


Рисунок 12.10 – Схема взаємодії основних пристроїв кондиціонера із вказівкою напрямків циркуляції повітряних потоків

Якщо в напірній магістралі під час роботи компресора тиск коливається від 7 до 15 атмосфер (в аварійних випадках і до 30), то у зворотній магістралі тиск не перевищує 1-2 атм. Коли кондиціонер виключений, тиск в обох магістралях зрівнюється й становить близько 5 атмосфер. Точні дані по величинах тиску та інші характеристики систем кондиціонування конкретних моделей автомобілів, наведені в спеціальних довідниках (електронних базах виробника).

Основні пристрої автомобільного кондиціонера й організація циркуляції повітряних потоків.

Під терміном кондиціонування повітря мається на увазі створення й автоматичне підтримування необхідної температури повітряного середовища в приміщенні (салоні автомобіля). В загальному випадку поняття «кондиція повітря» містить у собі його наступні параметри: температура, вологість, швидкість руху, чистота, наявність неприємних запахів, тиск, газовий та іонний склад.

Кондиціонування повітря забезпечується застосуванням спеціальних систем. Під терміном системи кондиціонування повітря (СКП) мається на увазі комплекс пристроїв, призначених для створення й автоматичної підтримки в приміщеннях, що обслуговуються, заданих величин параметрів повітряного середовища.

Зазначений комплекс може містити в собі наступні складові частини:

- 1) установку кондиціонування повітря (УКВ), що забезпечує необхідні параметри повітряного середовища по температурі й вологості, чистоті, газовому складу й наявності шкідливих запахів;
- 2) засоби автоматичного регулювання й контролю над підготовкою повітря потрібних кондицій, а також підтримки в приміщенні заданих величин параметрів повітря;
- 3) пристроїв для транспортування й розподілу кондиціонованого повітря;
- 4) пристроїв для транспортування й видалення надлишків внутрішнього повітря;
- 5) пристроїв для глушіння шуму, викликуваного роботою елементів СКП;
- 6) пристрою для підготування й транспортування джерел енергії (електричного струму, холодного й теплого середовищ), необхідних для роботи апаратів у СКП.

Залежно від конкретних умов деякі складові частини СКП можуть бути відсутні.

Класифікацію СКП можна провести по наступним п'яти ознакам: призначенню, характеру зв'язку із приміщенням, що обслуговується, способу постачання холодом, схемі обробки повітря в пристрої кондиціонування і величині тиску, що розвивається вентиляторами.

По призначенню СКП можна підрозділити на три види: технологічні, технологічно комфортні й комфортні.

Автомобільні СКП є комфортними, вони повинні забезпечити найбільш сприятливі умови для водія.

Працездатність і самопочуття людини значною мірою визначаються тепловим балансом його організму й найбільш оптимальні в умовах навколишнього повітряного середовища на рівні теплового комфорту.

Автомобіль – це свого роду «будинок на колесах». Багато з нас проводять тут чималу частину життя. Свіже чисте повітря, тепло або прохолода є необхідними елементами комфорту, без яких будь-яка поїздка перетвориться в справжні муки.

Опалювати салон довгий час вважалося розкішшю. Кращим рішенням виявився водяний нагрівник (радіатор з вентилятором), підключений паралельно системі рідинного охолодження двигуна.

Інтенсивність обігріву регулювалася краном подачі гарячої води й лючком забору повітря перед вітровим склом. Поступово водяні нагрівники ввійшли в широкий побут. Ці грубки не тільки обігрівали ноги водія й пасажира який сидів поруч, але й служили «дефростером» (розморожувачем) вітрового скла.

Блок-зв'язка «водяний нагрівник-вентилятор» багато десятиліть виступав в ролі основної кліматичної установки в автомобілі. Поступово вдосконалювалися системи

регулювання температури, змішування й розподілу гарячого й холодного повітря. З'явилися автомобілі, де тепло подавалося в зону під задніми сидіннями, приємно зігріваючи ноги пасажирів.

Подальші технічні вдосконалення дозволили гаряче повітря направляти по низу салону (до ніг), тепле – приблизно посередині (на рівні пояса та грудей), а холодне повітря – наверх (до обличчя).

Тришаровий (по висоті) розподіл теплого повітря привів до значного ускладнення приладів керування нагрівником. Запити споживачів з кожним роком ставали усе різноманітнішими та вибагливішими.

Тому зараз у багатьох нових моделях водій і пасажир можуть незалежно, кожен на свій смак, регулювати температуру потоку повітря й деякі інші характеристики.

Із появою мінівенів, в яких у салоні були трирядні сидіння, довелося створити ще більш складні системи опалення й вентиляції. На деяких моделях мінівенів, тепле (або холодне) повітря надходить до заднього ряду крісел. На окремих моделях середнього й вищого класів передбачена подача підігрітого повітря на стекла передніх дверей через повітроводи з гумовими гармошками – такий обігрів став необхідністю: у холодний час через запітнілі вікна передніх дверей не видно зовнішні дзеркала заднього виду.

Та й самі нагрівники стали більш потужними – їх вентилятори вже стали оснащувати трьох-, п'яти- і багатоступінчастими регуляторами швидкості. А сам вентилятор ставав усе більш продуктивним. У жаркий час, особливо якщо в машині, крім водія, є й пасажир, необхідний інтенсивний обмін повітрям. Якщо в 50-ті роки ХХ ст. вентилятор у найкращому разі (і тільки на таких дорогих автомобілях, як «Роллс-Ройс» або «Ягуар») «проганяв» через салон 150-180 кубометрів повітря на годину, то зараз цей показник виріс в 2,5-3 рази! Проте в зоні магістралей, оскільки транспортний потік став набагато інтенсивнішим, різко зросла загазованість шкідливими викидами, кіптявою, гумовим пилом, і в результаті потрібна була фільтрація повітря яке надходить в салон автомобіля. Такий фільтр, що вловлює майже 100 % часток у повітрі розміром не менше п'яти мікронів і затримуючий навіть деякі газоподібні домішки, розміщується після ґрати повітроприймача внизу вітрового скла.

Фільтруючий вкладиш треба міняти приблизно раз у рік або після пробігу в 15 000 км. Іноді є сенс повністю ізолювати салон автомобіля від зовнішньої атмосфери (у дорожніх пробках, тунелях, при русі за дизельним автопоїздом та в інших випадках). Оскільки поворотних кватирок у дверях уже давно немає, дверні ущільнювачі дуже надійні, а щілин і наскрізних отворів у кузові практично немає, то добитися герметичності салону цілком реально.

Вентилятор буде «ганяти» у закритому внутрішньому просторі машини той самий обсяг повітря – рециркулювати його. Звичайно, довгий час зберігати такий режим не вдасться – кисень із повітря поступово зникне. Але як тимчасовий вихід з положення рециркуляція потрібна й корисна.



Рисунок 12.11 – Зовнішній вигляд компресора автомобільного кондиціонера

На сьогоднішній день автоматичним клімат-контролем обладнано багато моделей, включаючи й малолітражні. Але клімат-контроль повинен уміти не тільки підвищувати, але, якщо потрібно, і знижувати температуру в автомобілі. Встановити ж у салоні більш прохолодну й менш вологу «погоду», ніж за вікном, можна тільки за допомогою кондиціонера. Цим складним агрегатом машини, як правило, комплектуються на заводі- виготовлювачі на замовлення покупця, причому за додаткову плату. Монтаж безпосередньо в дилера обійдеться в 1,5-2 рази дорожче, чим на конвеєрі.

У системі кондиціонування повітря по замкненому контуру трубопроводів компресор «ганяє» холодоносій (холодоагент) – газоподібну речовину («фреон» або R134-a), яка циклічно переходить у рідку фазу й навпаки, – при цьому вона періодично охолоджується й «віднімає» тепло з повітря, що надходить у салон.

На пульті керування кліматичною установкою автомобіля зазвичай є дисплеї, на якому вказується температура за бортом автомобіля й у салоні; кнопки рівнів подачі повітря та автоматичного режиму створення клімату в салоні.

Компресор, конденсатор з вентилятором, осушувач, кліматичний блок з теплообмінником і керуючими приладами займають досить значний обсяг. Вузли кліматичної установки вже не можуть розміщатися під панеллю приладів, як було колись. Елементи конденсатора стали розташовувати в моторному відсіку, як і блок нагрівник-вентилятор з фільтром. Тільки функції керування зосереджені як і раніше на панелі приладів в салоні автомобіля.

У цілому ж уся кліматична установка, у якій системи вентиляції, опалення, фільтрації повітря, кондиціонер і керуюча автоматика є складовими елементами, може застосовуватися на легкових автомобілях будь-якого класу. Кондиціонування повітря – це регулювання температури, вологості, очищення й циркуляція повітря. Аналогічне кондиціонування автомобіля – це не просто штучне охолодження повітря, але й створення комфортності для водія й пасажирів шляхом підтримки мікроклімату усередині салону, видалення вологи, пилу й забрудненого повітря.

При змазуванні спиртом шкіри можна відчутти прохолоду, це пов'язане з тим, що спирт, випаровуючись із поверхні шкіри, віднімає тепло. Аналогічним чином

прохолодь, що виникає при розбризкуванні води у дворі влітку, пояснюється випаром схованого тепла, що віднімається з повітря над поверхнею землі.

Говорять, що за старих часів в Індії воду в глиняному чані для охолодження на ніч ставили назовні. Це можна пояснити тим, що зовнішнє повітря, стикаючись із поверхнею чана, віднімає сховане тепло у води, що потроху випаровується в результаті проходження через численні отвори поверхні чана, і робить воду чана холодною.

Якщо упорядкувати викладене, то дія системи кондиціонування опирається на три наступні фізичні закони:

1) тепло завжди переміщається з фізичного тіла з високою температурою у фізичне тіло з низькою температурою. Тепло є одним з видів енергії, а температура – однією з одиниць виміру величини енергії;

2) для перетворення рідини в газоподібний стан необхідне тепло. Наприклад, при випарі води кип'ятінням, відбувається велике поглинання кількості тепла, і температура води не змінюється, навпаки, якщо в газоподібної речовини забирати тепло, то воно перетворюється в рідину. Температура, при якій кипить вода й виходить водяна пара, пов'язана з тиском. Точка кипіння підвищується з підвищенням тиску;

3) якщо стиснути газ, то температура й тиск газу зростають. Наприклад, якщо в дизельному двигуні поршень рухається знизу вгору, температура повітря піднімається через стиск. При цьому якщо в циліндр впорскується паливо, то негайно відбудеться вибух суміші.

Якщо вищевказані закони застосовувати відносно до основного циклу охолодження, то це виглядає в такий спосіб.

Холодоагент у рідкому стані, перетворюючись у газоподібне тіло, поглинає з атмосфери тепло (закони 1 і 2). Високотемпературний газ, стискуючись, досягає високої температури, небагато більшої, ніж температура навколишнього повітря (закон 3). Навколишнє повітря (температура нижче, чим температура газу в системі), поглинаючи тепло, перетворює газ у рідину (закони 1 і 2). Таким чином, рідина, вертаючись до початкової точки циклу, використовується знову.

Для одержання низької температури повітря досить відняти «сховане» тепло паркої речовини, яка здійснюється двома способами. Перший спосіб – це використання спирту або води й відбирання «схованого» тепла випару з навколишніх речовин. Другий спосіб – це заморожування з використанням холодоагенту, а також хімічних і механічних установок.

Якщо представити, що зараз двір поливається замість води речовиною, що володіє більшим «схованим» теплом, то можна відчутти не тільки прохолодь, але й холод. Хоча подібним способом можна одержати низьку температуру, однак з метою безпеки й економічності експлуатації був створений спеціальний апарат, називаний холодильною установкою.

Як працює кондиціонер.

Холодоагент циркулює по лінії закритого контуру і його складових частин. Подібні цикли холодоагент змушений безупинно повторювати, і це називається циклом холодоагенту. Явище, що виникає залежно від циркулювання холодоагенту в межах циклу, пов'язане зі зміною кожного значення тиску й температури при перетворенні холодоагенту в газ і конденсації знову в рідину.

Система охолодження опирається на кілька незмінних фізичних законів. Подібні закони впливають із обговорення про те, які явища викликає холодоагент при роботі системи охолодження.

Газ холодоагент всмоктується й стискується компресором до високих температури й тиску (80°C , 15 кг/см^2) і потім випускається. Холодоагент, випущений з компресора, надходить у конденсатор і примусово охолоджується вентилятором системи охолодження, при цьому віддаючи «сховане» тепло конденсації повітрю, що проходить через конденсатор, перетворюється в рідину.

Температура при цьому становить близько $+50^{\circ}\text{C}$. Перетворений у рідину холодоагент після видалення вологи й пилу в приймачі-осушувачі надходить на розширювальний клапан. Рідкий холодоагент високого тиску в розширювальному клапані, різко розширюючись, перетворюється в холодоагент туманоподібного стану з низькими температурою й тиском ($- 2^{\circ}\text{C}$, $2,0 \text{ кг/см}^2$), такий холодоагент далі тече у випарник.

Холодоагент у туманоподібному стані, увійшовши у випарник і проходячи через вентилятор, віднімаючи «сховане» тепло випару в стисненого повітря, охолоджує повітря навколо. Одночасно з охолодженням з туманоподібного стану, він перетворюється в газоподібний стан і всмоктується компресором для повторного циклу.

Подібним чином холодоагент, повторюючи кругообіг по циклу, здійснює охолодження. Загалом, для перетворення газу в рідину досить нагнати тиск, але для полегшення перетворення в рідину одночасно з нагнітанням тиску його охолоджують. Для цього в сучасних холодильних установках необхідні компресор і конденсатор.

Цикл охолодження або особливості холодоагентів.

Холодоагент є легко летучою речовиною, що відіграє роль передавача тепла при циркуляції усередині контуру охолодної системи. Є кілька видів холодоагенту фреонового ряду: R-11, R- 12, R-14, R-21, R-22. З них в автомобілях застосовується фреон R- 12 і R-134.

З'ясовною причиною неможливості використання в автомобілях інших холодоагентів фреонового ряду є наступні особливості:

- R-11: якщо перевищити точку кипіння $23,77^{\circ}\text{C}$, то добре поширюється в мастилах. Тому використовують в якості очисного засобу системи кондиціонування автомобіля;
- R-14: точка температури перетворення газу в рідину - $45,5^{\circ}\text{C}$, яка дуже низька;
- R-21: отрутна й висока точка кипіння;

- R-22: має властивості розчинення гуми, не можна використовувати прокладки з гуми.

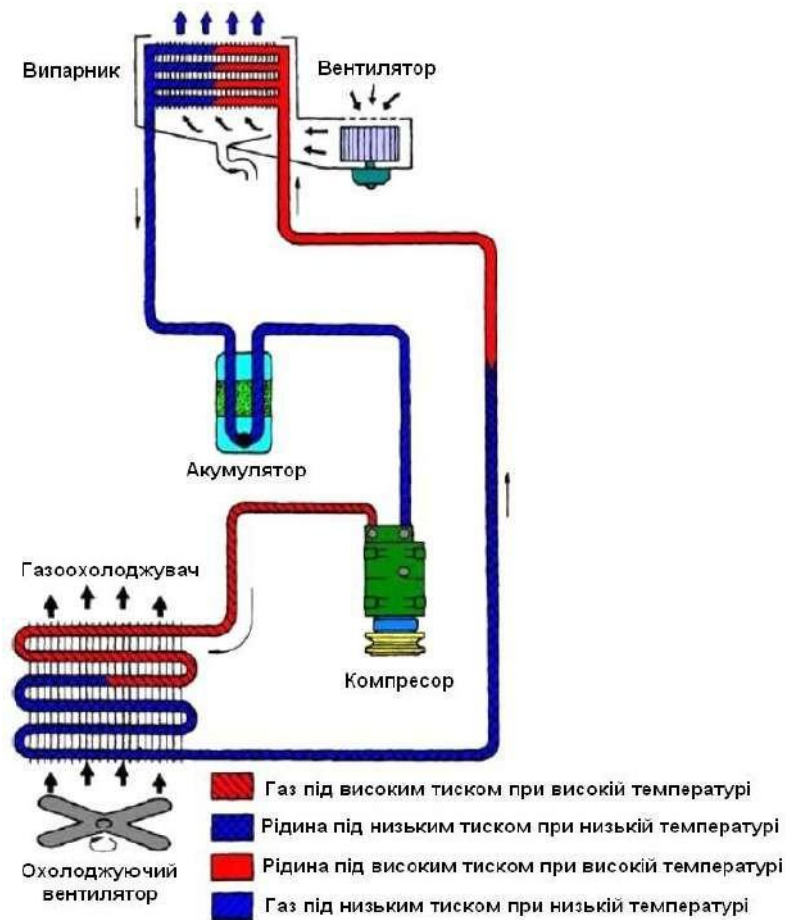


Рисунок 12.13 – Ілюстрація схеми плинучого холодоагенту по комунікаціях

Особливості фреонового газу R-134A, використовуваного в автомобілях, наступні: 1) велика «схована» теплота випару й легко перетворюється в рідину; 2) не горить і не вибухає; 3) хімічно стійкий і не міняється; 4) не отруйний, немає властивості окиснення; 5) не псує продукти харчування й одяг; 6) легко придбати.

Відповідно Міжнародному монреальському протоколу, об'єктами по обмеженню застосування речовин, що руйнують озонні шари, було прийнято 5 речовин фреонового ряду: R-11, R-12, R-113, R-114, R-115. Хоча по строках із січня 1996 року діє повна заборона виробництва й застосування речовин, що руйнують озонні шари.

Саме тому всі сучасні автомобілі заправляють більш безпечним фреоном R134A. Дослідження цього газу показали, що не розкладений фреон при досягненні шарів стратосфери в великій кількості ви-виділяється в тропосферу Земної кулі і руйнує озонні шари, розкладаючись під впливом сильних ультрафіолетових променів з космосу, застосування холодоагенту автомобільного кондиціонера.

Компресорне масло в системі змащення кондиціонування повітря. З масел застосовується поліалкіленове – гліколеве масло (PAG) з холодоагентом (R-134a) і мінеральне – раніше – з R-12.

В автомобілях із сучасним холодоагентом R-134a у якості змащення

ущільнювального кільця, при роботі в сполучних частинах застосовується компресорне масло зі специфікацією, використовуваної в застарілих холодоагентах (R-12).

При роботі головної магістралі й магістралей потрібна обережність, тому що під час змазування компресорним маслом основного холодоагенту (R-134a) на ущільнювальному кільці виникає явище гідрогенізації.

При роботі на головній магістралі й магістралях потрібна обережність, тому що при зіставленні поглинальності компресорного масла холодоагенту (R-134a) за інших рівних умов її значення зразкове в 180 раз вище, чим у компресорного масла раніше застосовуваного холодоагенту.

При компресорному маслі в автомобілів з новим холодоагентом (R-134a) обсяг заправлення такий же, що в автомобілів зі старим холодоагентом (R-12). Через швидкий розвиток компресорів, розробок полегшених малих компресорів і застосування нових видів холодоагенту, ще сильніше підвищуються вимоги до ролі охолодного масла.

Роль охолодного масла важлива як ланка способу для забезпечення тривалої безпеки системи кондиціонування й стійкості до більш високої й низької температур.

Якщо подивитися роль охолодної рідини в системі, то в компресорі ділянка вихідного клапана є найбільш високотемпературним місцем. На цій ділянці утворюється вуглець, і не можна допустити його нашарування.

Найбільша кількість масла, що входить у систему холодоагенту, разом з рідким холодоагентом повинна підтримувати рідкий стан, щоб не перешкоджати теплообміну або плинну від затвердіння на стінах конденсатора. Трубопровід рівного тиску й розширювальний клапан, масло не повинні містити твердих речовин, що заважають розширенню, а також створювати подібних речовин.

Під час охолодного циклу масла у випарнику, що є найбільш низькотемпературною частиною, не повинно створюватися кристалічних опадів. Крім того, масло не повинне містити вологу й твердіти. При виникненні подібних явищ вони переривають плин холодоагенту й зменшують ефективність охолодження.

Охолодне масло повинне мати специфічні особливості, яких не мають звичайні змащувальні масла. Хоча звичайне змащувальне масло в основному повинне відповідати тільки вимогам по змащувальній характеристиці, а охолодне масло повинне бути таким, щоб при змішуванні з холодоагентом і низькій температурі не затвердівати, при високій не окислятися, не вступати в хімічну реакцію з холодоагентом, не викликати аварії, вступаючи в реакцію з використовуваним в устаткуванні матеріалом.

У якості одного зі способів оцінки стабільності охолодного масла проводять випробування в герметизованій жаростійкій скляній іспитовій трубці, помістивши в неї реально застосовуваний у компресорі холодоагент (R-12), метал (Fe, Cu) і масло. При випробуванні на герметизованій трубці використовують масло 0,5 мл, холодоагент R-12 0,5 мл.

Поклавши в якості каталізатора мідь і залізо, нагрівають до температури 175°C протягом 14 днів, вимірюють кількість розкладеного холодоагенту.

Охолодне масло стикається з холодоагентом при низькій температурі. Мало того, що бажане спільне співіснування з холодоагентом при низькій температурі, необхідно ще, щоб воно не розкладало віск на віскоподібні відкладання.

Охолодне масло навіть при низькій температурі не твердіє, тобто має низьку температуру плинності й одночасно важко розкладає осад, і чим менше розкладання, тим краще.

При надмірному рафінуванні охолодного масла різко зменшуються ароматичні компоненти. Хоча серед ароматичних компонентів речовини з поганою хімічною стабільністю, але якщо ароматичні компоненти чисті, то виникає активний вплив цих компонентів на стабільність до окиснення й граничний тиск. Тому є необхідність застосування ручного способу рафінування для збереження зазначених ефективних елементів. Таким чином, потрібно вибирати масло з гарною змащувальною властивістю, щоб навіть при застосуванні в реальній машині не виникало плавлення.

У фреонових охолодних установках при запуску компресора тиск у картері різко падає, і холодоагент, що розчиняється в маслі, починає різко випаровуватися, поверхня масла починає вирувати, виникає піна. Якщо це явище буде тривати тривалий час, то через порушення змащення тертьових частин, компресор може заклинити і згоріти.

При проникненні з усмоктувальної сторони компресора або різних інших шляхів, великої кількості масла в циліндр через стиск нестисливого масла, виникає небезпека ушкодження тарілки сідла клапана. Крім того, утворюється недостатність масла в картері, тому що велика кількість масла перейде в різні частини установки. Недостатність масла стає причиною заклинювання компресора.

Явище мідного покриття – коли в охолодних установках, що застосовують холодоагент фреонової системи, мідь, розчинившись у маслі, разом з холодоагентом циркулює в установці, потім знову осідає на поверхні металу й покриває його, при цьому:

- зменшується активна частина зазору, компресор заклинює й стає непрацездатним;
- в установці або багато вологи, або чим вища температура, тем легше волога з'являється в циліндрі й на тарілці клапана.

Чим більше втримується молекул водню R-22, у порівнянні з R-12 і R-30 у порівнянні з R-22, і чим більше елементів МАХ, тим сильніше це явище.

Складові частини системи кондиціонування повітря в автомобілі. На рисунку 12.14 представлена схема системи кондиціонування повітря в автомобілі Kia Sportage 4 WD, а на рисунку 12.15 наведені основні функціональні частини цієї системи. Розглянемо їх більш детально.



Рисунок 12.14 – Схема системи кондиціонування повітря в автомобілі Kia Sportage 4 WD

Компресор обертається від передачі муфтою компресора обертового моменту шківом колінчатого вала через приводний пас. Якщо на магнітну муфту не подається напруга, то обертається тільки сам шків муфти компресора й не обертається вал компресора. При подачі напруги на магнітну муфту диск і втулка муфти переміщуються назад і з'єднуються зі шківом. Шків і диск під дією сил стають єдиними й приводять в обертання вал компресора.

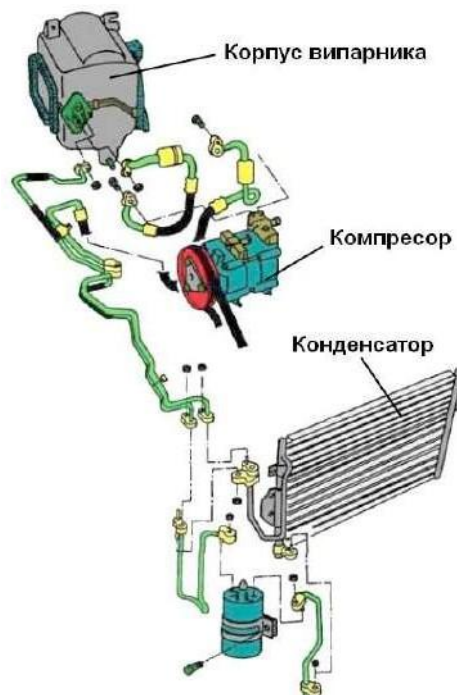


Рисунок 12.15 – Основні функціональні частини

Кількість виділюваного холодоагентом тепла в конденсаторі визначається кількістю поглиненого випарником тепла ззовні й роботою компресора, необхідної для стиску газу.

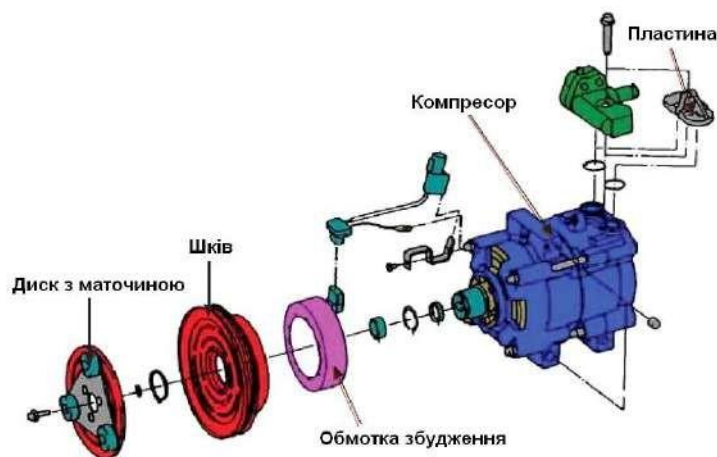


Рисунок 12.16 – Основні частини компресора

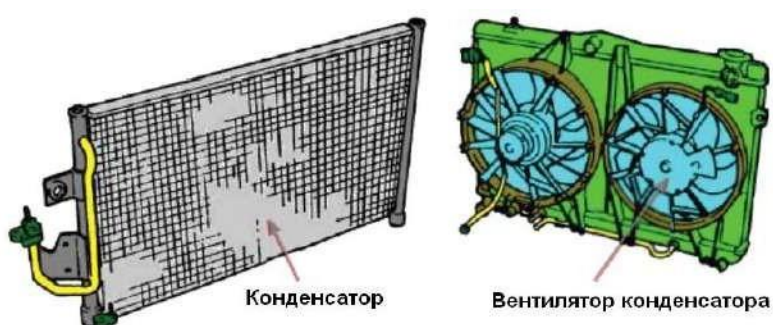


Рисунок 12.17 – Зовнішній вигляд вентилятора й конденсатора

Для конденсатора результат тепловіддачі прямо впливає на ефект охолодження холодильної установки, тому звичайно він установлюється на самій передній частині автомобіля й примусово проохолоджується повітрям вентилятора системи охолодження двигуна й потоком повітря, що виникають при русі автомобіля. Холодоагент, що пройшов через розширювальний клапан, ставши легкокипаровним з низьким тиском, при проходженні в туманообразному стані через патрубок випарника, під дією потоку повітря від вентилятора, випаровуючись, перетворюється в газ.

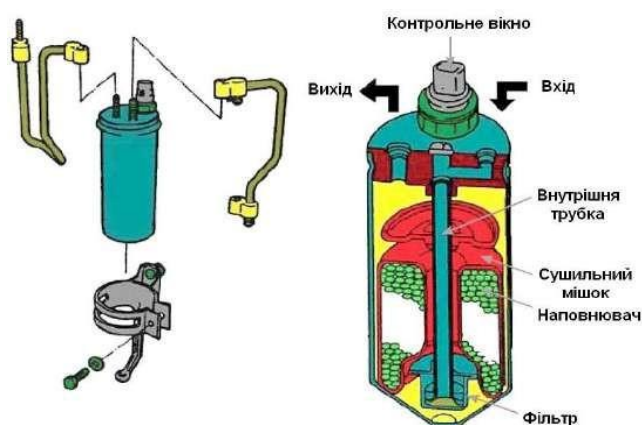


Рисунок 12.18 – Фільтр і накопичувач

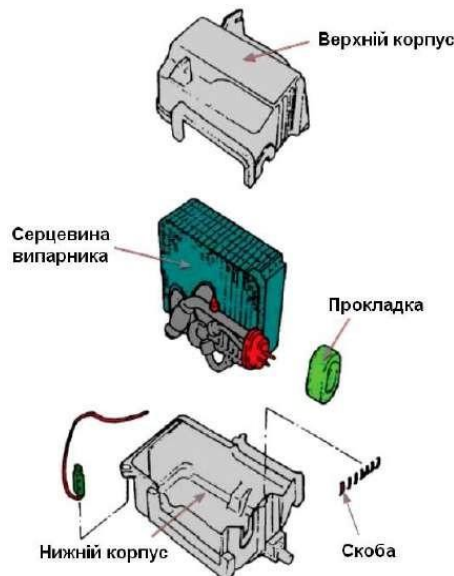


Рисунок 12.19 – Основні частини випарника



Рисунок 12.20 – Фільтр і накопичувач у автомобілі

При цьому ребра патрубків стають холодними від теплоти паротворення, і повітря усередині автомобіля стає прохолодним. Крім того, волога, що втримується в повітрі, від охолодження перетворюється у воду й разом з пилом по спусковому трубопроводу викидається з автомобіля.

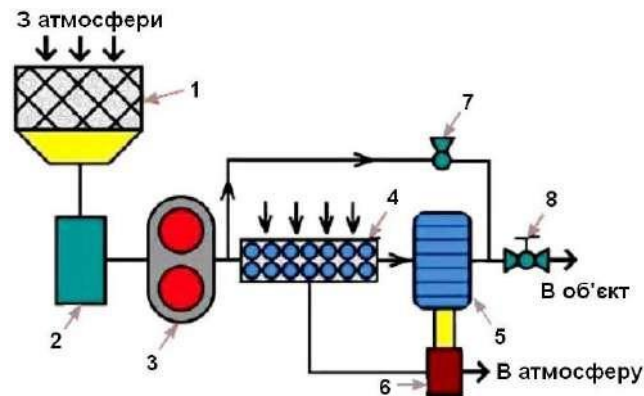
Оскільки при такому теплообміні між холодоагентом і повітрям використовуються трубопровід і ребра, потрібно, щоб на контактній поверхні з повітрям не осідали вода й пил. Утворіння льоду й інею на випарнику відбувається також і на частинах ребер. При досягненні теплого повітря до ребер, прохолоджуючись нижче температури роси, на ребрах з'являються водяні краплі.

При цьому у випадку охолодження ребер до температури нижче 0°C виниклі водяні краплі або замерзають, або водяна пара повітря осідає у вигляді інею, помітно погіршуючи характеристики системи охолодження. Тому для запобігання замерзання випарника передбачається керування терморегулятором або компресором зі змінним напором.

Повітряні системи кондиціонування. При використанні повітряної системи кондиціонування одержання холоду обходиться дорожче, чим в інших системах охолодження. Значною мірою це визначається складністю системи охолодження, яка,

у свою чергу, пов'язана з технологічними труднощами виготовлення її агрегатів, великим числом агрегатів, їх значною вартістю.

Особливістю кондиціонерів з повітряною системою охолодження є також необхідність великих потужностей для привода агрегатів. На рисунку 12.21 представлена блок-схема повітряної системи кондиціонування повітря. Атмосферне повітря засмоктується в систему кондиціонера компресором (3), попередньо піддаючись очищенню від пилу у фільтрі (1).



- 1 – фільтр; 2 – осушувач; 3 – компресор;
 4 – повітряний теплообмінник; 5 – холодильник;
 6 – вентилятор; 7 – клапан; 8 – кран

Рисунок 12.21 – Блок-схема повітряної системи кондиціонування повітря

Осушка повітря проводиться в осушувачах (2), установлених перед компресором. Робити осушку повітря шляхом конденсації або виморожуваної пари води за рахунок глибокого розширення в холодильнику недоцільно, тому що це пов'язано зі збільшенням габаритів останнього й потужностями компресора.

Нагріте у результаті стиску в компресорі робоче повітря попередньо проохолоджується атмосферним повітрям у повітряному теплообміннику (4). Робота розширення передається вентилятору за допомогою якого охолодне атмосферне повітря протягується через теплообмінник (4).

Більш глибоке охолодження повітря проводиться в трубах холодильника (5). Після холодильника повітря через кран 8 надходить в об'єкт. Кран (8) призначений для підтримки заданого температурного режиму в об'єкті шляхом змішування холодного повітря з гарячим повітрям, підведеним по повітропроводу через редукційний клапан (7). Система кондиціонування сучасного автомобіля необхідна, особливо в країнах пекучого літа. Фреонова система кондиціонування хоч і є на сьогоднішній день популярною, однак відносно екологічна тільки при заправленні спеціальним холодоагентом, наприклад R134A. Порівняно з іншими системами охолодження, фреонова система кондиціонування повітря має високий ККД, невелику металоємність, не потрібні великі потужності на привід агрегатів; відносно невисока вартість.

12.6 Система клімат-контролю

Сучасні автомобілі оснащуються системою клімат-контролю. Дана система призначена для створення і автоматичної підтримки мікроклімату в салоні автомобіля. Система забезпечує спільну роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування за рахунок електронного керування.

Застосування електроніки дозволило добитися зонального регулювання клімату в салоні автомобіля. Залежно від числа температурних зон розрізняють наступні системи клімат-контролю: однозонний, двозонний, трьохзонний і чотирьохзонний. Система клімат-контролю об'єднує кліматичну установку і систему керування.

Кліматична установка, в свою чергу, включає конструктивні елементи систем опалення, вентиляції та кондиціонування, в тому числі радіатор опалення, вентилятор повітря та кондиціонер, що складається з випарника, компресора, конденсатора і ресивера.

Керування кліматичною установкою здійснює відповідна система. Основними елементами цієї системи є вхідні датчики, блок керування і виконавчі пристрої.

Вхідні датчики вимірюють відповідні фізичні параметри і перетворюють їх в електричні сигнали. До вхідних датчиків системи керування відносяться датчики температури зовнішнього повітря, рівня сонячного випромінювання (фотодіод), датчики вихідної температури, потенціометри заслінок, температури випарника, тиску в системі кондиціонування.

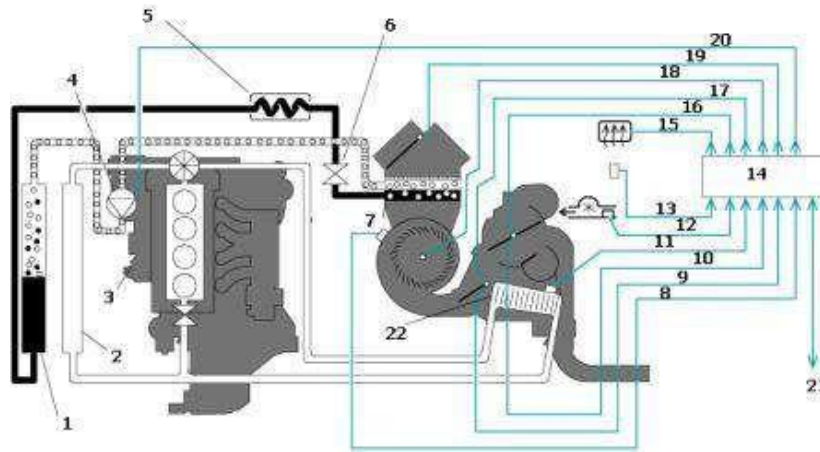
Кількість датчиків вихідної температури визначається конструкцією системи клімат-контролю. До датчику вихідної температури може бути доданий датчик вихідної температури в просторі для ніг. У двохзонній системі клімат-контролю число датчиків вихідної температури подвоюється (датчики зліва і справа), а в трьохзонній – потроюється (зліва, справа і ззаду).

Потенціометри заслінок фіксують поточний стан повітряних заслінок. Датчики температури випарника і тиску забезпечують роботу системи кондиціонування. Електронний блок керування приймає сигнали від датчиків і відповідно до закладеної програми формує керуючі впливи на виконавчі пристрої.

До виконавчих пристроїв відносяться приводи заслінок і електродвигун вентилятора припливного повітря, за допомогою яких створюється і підтримується заданий температурний режим.

Заслінки можуть мати механічний або електричний привод. У конструкції кліматичної установки можуть застосовуватися такі заслінки:

- заслінка припливного повітря;
- центральна заслінка;
- заслінки температурного регулювання (в системах з 2-ма і більше зонами регулювання);
- заслінка рециркуляції;
- заслінки для відтавання стекол.



1 – конденсатор; 2 – радіатор; 3 – двигун; 4 – компресор;
5 – ресивер; 6 – клапан керування потоком; 7 – випарник;

8 – датчик температури зовнішнього повітря; 9, 10 – потенціометр заслінки; 11 – датчик температури змішаного повітря; 12 – датчик вихідної температури; 13 – датчик рівня сонячного випромінювання; 14 – електронний блок керування; 15 – електричний нагрівач заднього скла; 16 – заслінка припливного повітря; 17 – заслінка температурного регулювання; 18 – електродвигун вентилятора; 19 – клапан керування рециркуляцією; 20 – муфта приводу компресора; 21 – панель керування; 22 – обігрівач

Рисунок 12.23 – Схема системи клімат-контролю

Сигнал від регулятора надходить в електронний блок керування, де активується відповідна програма. Відповідно до встановленого алгоритму блок керування обробляє сигнали входних датчиків і задіє необхідні виконавчі пристрої. Задана температура підтримується автоматично. кондиціонер. Кондиціонер видаляє зайве тепло і вологу з салону.

ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

1. Акумуляторна батарея (акб). Призначення, будова і типи URL: <https://greenway.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil43-akumuljatorna-batareja-pryznachennja-budova-i-vydu> (дата звернення 15.4.2026 р.).
2. Поширені типи акумуляторів, які найчастіше використовуються для накопичення електроенергії URL: <https://sun-energy.com.ua/articles/tyпу-akumulyatoriv> (дата звернення 8.03.2026 р.).
3. Зарядний пристрій BOSCH C3 URL: <https://tabenergy.com.ua/avtomobilnoe-zaryadnoe-ustroystvo-bosch-c3-161/> (дата звернення 12.03.2026р.).
4. Зарядний пристрій 12/24 В, 6 А URL: <https://armer.com.ua/product/zaryadnoe-ustroystvo-12-24-v-6-a> (дата звернення 12.03.2026 р.).
5. Зарядний пристрій Dnipro-M BC-16 URL: <https://dnipro-m.ua/tovar/zaryadnoe-ustroistvo-cb-16s/> (дата звернення 12.03.2026 р.).
6. Артюх О. М., Дударенко О. В., Кузьмін В. В., Сосик А. Ю., Щербина А. В. Електронні системи керування транспортними засобами: навчальний посібник. Запоріжжя: Запорізька політехніка, 2021. 556 с.
7. Мигаль В.Д., Шевченко І.О. Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід: навчальний наочний посібник / В.Д. Мигаль, І.О. Шевченко, Харків, ДБТУ, Видавництво «Майдан», 2025. – 208 с.
8. Технічне обслуговування автомобілів Tesla на автосервісі <https://www.automaster.net.ua/artykuly/tehnichne-obslugovuvannya-avtomobiliv-tesla-na-avtoservisi,55023> (дата звернення 11.04.2025р.)
9. Діагностика і обслуговування електронних систем автомобіля. Методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт» освітньо-професійної програми «Автомобільний транспорт» / Укл. Завертанний Б.С., Пасов Г.В. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – 43 с.
10. Denton Tom. Advanced Automotive Fault Diagnosis: Automotive Technology: Vehicle Maintenance and Repair 5th edition. Routledge, 2021. 412 p.
11. Denton T., Pells H., Pells G. Automated Driving and Driver Assistance Systems. 2nd ed. Abingdon, Oxon; New York: Routledge, 2025. 190 p.

Е-38 Конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автомобільна електроніка» галузі знань 17 (G) Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 171 (G5) Електроніка (Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка) денної та заочної форм навчання/ уклад. С. О. Приступа, – Луцьк: ЛНТУ, 2026. – 240 с.

Друкується в авторській редакції

Підп. до друку «__»_____2026 р.
Формат 60x84/16. Папір офс.
Гарн. Таймс. Ум. друк. арк. ____.
Тираж ____ прим.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ВІП ЛНТУ