

А.М. Білан, В.Г. Гетта

**МЕТОДИКА  
НАВЧАННЯ БУДОВИ  
АВТОМОБІЛЯ**

Чернігів 2012

УДК 378.016:629.33(075.8)

ББК К4р30

Б61

Рекомендовано до друку вченою радою Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка (Протокол №2 від 26 вересня 2012 року)

**Рецензенти:** директор ННЦ підготовки та атестації наукових і науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації НУБіП України, доктор пед. наук, професор, член-кор. НАПН України **В.К. Сидоренко;**  
декан технологічного факультету Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка, доктор педагогічних наук, професор **О.М. Торубара;**  
кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій машинобудування і автомобілів Чернігівського державного технологічного університету **І.М. Хоменко.**

**Білан А.М., Гетта В.Г.**

Методика навчання будови автомобіля: Навчальний посібник.  
– Чернігів, 2012. – 333 с.

В навчальному посібнику зосереджені методичні рекомендації з використання сучасних педагогічних технологій при вивченні будови автомобіля. Значна увага приділена інтерактивному та проектному навчанню з широким використанням проблемності, технічного моделювання, комп'ютерної техніки, відеофільмів тощо.

Велика увага в посібнику приділена рекомендаціям з навчання учнів електронному обладнанню сучасних автомобілів.

В додатку надруковані методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Їх перелік охоплює всі системи сучасного автомобіля.

Текст навчального посібника супроводжується значною кількістю рисунків та схем.

Навчальний посібник може бути використаний при підготовці майбутніх вчителів технологій та викладачами автошкіл.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	5
РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ АВТОСПРАВИ	
1.1. Інтеграційний аспект навчання автосправи як засіб формування ключових компетентностей учнів .....	7
1.2. Інтерактивний методичний підхід під час вивчення автосправи .....	8
1.3. Використання проектних технологій під час вивчення автосправи .....	16
1.4. Використання проблемності під час вивчення автосправи .....	19
1.5. Матеріальна база лабораторії автосправи .....	26
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМІВ І СИСТЕМ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	
2.1. Принцип роботи двигуна сучасного автомобіля .....	30
2.2. Паливна система .....	45
2.3. Впускна система .....	75
2.4. Випускна система .....	92
2.5. Система запалювання .....	104
2.6. Система охолодження .....	128
2.7. Система мащення .....	139
РОЗДІЛ III. МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ТА ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛІВ	
3.1. Несуча система автомобіля .....	147
3.2. Гальмівна система .....	152
3.3. Трансмсія .....	169
3.4. Підвіска .....	196
3.5. Кермове управління .....	210
РОЗДІЛ IV. ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ	
4.1. Пропедевтична підготовка учнів до вивчення електронного забезпечення сучасних автомобілів .....	222

4.2. Активізація пізнавальної діяльності учнів при вивченні електронного обладнання сучасних автомобілів .....	227
4.3. Роль технічних засобів навчання в засвоєнні знань і вмінь з електронного обладнання сучасних автомобілів .....	233
4.4. Електрообладнання сучасних автомобілів .....	237
<b>РОЗДІЛ V. ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ СУЧАСНОГО АВТОМОБІЛЯ</b>	
5.1. Система активної безпеки .....	250
5.2. Система пасивної безпеки .....	265
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ .....	276
ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ .....	277
ДОДАТКИ .....	330

## ПЕРЕДМОВА

Початок двадцять першого століття ознаменувався не тільки значним збільшенням кількості автомобілів, а й їх удосконаленням, підвищенням комфортності та безпечності. В зв'язку з цим ускладнюються всі системи автомобіля, причому завдяки широкому використанню електроніки. Побутує думка, що сучасному водію не обов'язково знати будову автомобіля. Вона є хибною. Багатьма дослідженнями і досвідом доведено, що термін служби технічних пристроїв, машин, надійність їх експлуатації значною мірою залежить від підготовленості працівників, що їх обслуговують. Грамотне обслуговування, своєчасне усунення несправностей, діагностування і прогнозування роботи будь-якої машини, а тим більше автомобіля, є запорукою тривалості й надійності використання. Питання полягає тільки в тому, наскільки глибоко повинна знати техніку та чи інша людина, яка її експлуатує. Зрозуміло, що при допрофесійній підготовці старшокласників рівень знань учнів менш глибокий, ніж при професійній чи в автошколах. Рівень знань вчителя автосправи чи інженера повинен бути на стільки високим, щоб він досконало знав будову і принцип роботи всіх вузлів і механізмів автомобіля.

Мета даного методичного навчального посібника – допомогти студенту, майбутньому вчителю технологій, викладати автосправу на високому методичному рівні. Він також може бути використаний в автошколах, що ведуть підготовку водіїв автотранспортних засобів.

В посібнику акумульовані сучасні досягнення педагогіки і методики навчання й адаптовані до вивчення автосправи.

На думку авторів найбільш ефективними при вивченні будови автомобіля є такі педагогічні технології, як інтерактивне та проектне навчання з широким використанням проблемності.

В посібнику читач знайде як організувати взаємодію учнів з вчителем, навчальними посібниками, обладнанням автокласу, наочністю, комп'ютерною технікою тощо. Рекомендується широке використання проблемних ситуацій, які активізують пізнавальну діяльність старшокласників.

Проектне навчання пропонується використовувати як при вивченні теоретичного матеріалу, так і при виконанні лабораторних робіт. Автори методичного посібника глибоко переконані, що в процесі вивчення будови автомобіля варто використовувати моделювання процесів, анімацію та відеофільми.

В посібнику, як додаток, надруковані методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт. Перелік лабораторних робіт охоплює всі системи сучасного автомобіля. Вчитель має можливість вибрати ті роботи, які в конкретних умовах є можливість виконати.

Текст посібника супроводжується значною кількістю рисунків та схем. Це, на думку авторів, покращує сприйняття навчального матеріалу, робить його образним та зрозумілішим.

Автори виражають глибоку вдячність рецензентам за слушні зауваження і поради, які сприяли покращенню навчального посібника та тим, хто допомагав в його видавництві.

# РОЗДІЛ І

## ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ АВТОСПРАВИ

### **1.1. Інтеграційний аспект навчання автосправи як засіб формування ключових компетентностей учнів**

Стрімкі зміни в розвитку суспільства потребують формування освіченої особистості з високим рівнем культури та компетентності.

У Національній доктрині розвитку освіти в Україні наголошується на наблизенні сучасної школи до життя. Формування інноваційної особистості вимагає широкої гуманізації освіти, спрямування її на варіативність, багатопрофільність, інтеграцію.

Для різних галузей науки початку ХХІ століття є характерним бурхливий розвиток і взаємопроникнення одних наук в інші.

Компетентність є інтегрованим результатом навчання, який виходить за межі предметної складової навчання і не вичерпується змістом певної дисципліни, засвоєнням знань і умінь.

Яка технологія спроможна надати можливості для ефективного формування компетентностей та мислення учнів? Єдиного рецепту на всі випадки життя, звісно, не існує, але потенціал інтегрованих методик і технологій є дуже високим, і реалізація його безпосередньо впливає на досягнення такого результату навчання, як компетентність.

В умовах реформування шкільної освіти навчальні предмети повинні не просто співіснувати в рамках програм, а співпрацювати.

Досвід показує, що досягти глибоких і міцних знань, стійких умінь і навичок учнів допомагає інтеграція автосправи з

математикою, фізикою, хімією та іншими навчальними дисциплінами.

Під час вивчення ходової частини, варто розглянути явище тертя, не можна обмежитися простою констатацією факту значного зменшення тертя при застосуванні кулькових підшипників, необхідно показати, яку це приносить користь (наприклад, на сучасних автомобілях застосовуються кулькові підшипники ковзання що знижує тертя й зменшує необхідну для руху силу тяги двигуна, що, у свою чергу, призводить до зменшення витрат палива).

При вивченні електрообладнання автомобілів, варто розглянути електричні явища та фізичні основи електротехніки, тому актуальною є така задача: «Визначити втрати держави, якщо знищили двопровідну мідну лінію електропередачі постійного струму довжиною 1,5 км, якщо максимальна потужність, яка передавалася цією лінією споживачеві, складає 80 кВт, напруга постійного струму на підстанції 390 В, а допустимі втрати напруги в лінії були 5%. Густина міді  $8900 \text{ кг/м}^3$ , питомий опір  $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ »

Широкий спектр переваг інтегрованого навчання автосправи створює благодатний ґрунт для ефективного навчального процесу й активізує темпи отримання учнями практичного досвіду, що дозволяє формувати у них ключові компетентності.

## **1.2. Інтерактивний методичний підхід під час вивчення автосправи**

У Державному стандарті базової і повної середньої освіти особлива увага приділяється практичній і творчій складовим навчальної діяльності. У державних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів зростає роль уміння отримувати інформацію з різних джерел, засвоювати,



поповнювати та оцінювати її, застосовувати способи пізнавальної й творчої діяльності.

Ефективність процесу навчання значною мірою зумовлена методами його реалізації. Оскільки головною метою навчання в школі є вироблення в учнів навичок брати участь у суспільному житті та впливати на його хід, то воно повинно відходити від традиційної форми викладання. Тому поряд із традиційними методами навчання доцільно використовувати новітні, що ґрунтуються на таких засадах:

- формування в процесі навчання цінностей громадянського суспільства та позитивного ставлення учнів до них;

- поглиблений розвиток кооперації в умовах навчально-виховного процесу на рівнях «учень – учень», «учень – учитель»;

- залучення учнів до процесу використання інтерактивних методів навчання, що забезпечує залучення учнів до постановки питань, дослідження проблем, процесу формування рішень;

- вивчення суперечливих питань за допомогою критичного аналізу різних поглядів, критичного мислення;

- розв'язання суспільних проблем через зміну особистої поведінки, активна участь у громадському житті на місцевому рівні.

*Інтерактивні технології – це новий, творчий, цікавий підхід до організації навчальної діяльності учнів. Інтерактивні види діяльності дають змогу створювати навчальне середовище, в якому теорія і практика засвоюються одночасно, що надає змогу учням розвивати логічне мислення, формувати критичне мислення, реалізовувати індивідуальні можливості.*

*При інтерактивному навчанні в освітньому процесі змінюються наголоси на позиції учня й учителя. Вчитель виступає в ролі організатора, лідера групи учнів, де і учень і вчитель є рівноправними та рівнозначними суб'єктами навчання.*

Аналіз сучасних підходів до навчання свідчить, що зміни неможливі без застосування в навчальному процесі інтерактивних технологій, які ґрунтуються на діалозі, моделюванні ситуацій вибору, вільного обміну думками, забезпеченні зростання творчої та інноваційної діяльності вчителів та учнів.

Як свідчать дослідження сучасної дидактики, одне з найважливіших завдань стратегії активного навчання полягає в зміні форми спілкування в освітній діяльності. Ця зміна означає перехід від монологічного до багатопозиційного навчання, за якого відсутня концентрація на позиції вчителя. Організація такого процесу спілкування передбачає використання відповідних методів навчання, які переважно базуються на інтерактивних вправах,

Використання в навчальній діяльності інтерактивних методів навчання сприяє розвитку знань, практичних умінь та навичок, активній взаємодії всіх учасників навчально-виховного процесу.

Інтерактивний («inter» – це взаємний, «act» – діяти) означає взаємодіяти або перебувати в режимі бесіди, діалогу. Термін «інтерактивний» прийшов до нас з англійської і має значення «взаємодіючий». Існують різні підходи до визначення інтерактивного навчання. Одні вчені визначають його як діалогове навчання: «Інтерактивний – означає здатність взаємодіяти чи знаходитись в режимі бесіди, діалогу з чим-небудь (наприклад, комп'ютером) або ким-небудь (людиною). Отже, інтерактивне навчання – це перш за все діалогове навчання, у ході якого здійснюється взаємодія вчителя та учня». Сутність інтерактивного навчання полягає в тому, що навчальний процес відбувається за умов постійної, активної взаємодії всіх учнів.

Під час інтерактивного навчання учень стає не об'єктом, а суб'єктом навчання, він відчуває себе активним учасником подій

і власної освіти та розвитку. Це забезпечує внутрішню мотивацію навчання, що сприяє його ефективності.

Інтерактивні методи навчання – це спеціальна форма організації пізнавальної й комунікативної діяльності, упродовж якої учні виявляються залученими в процес пізнання, мають можливість розуміти й рефлексувати з приводу того, що вони знають, над чим міркують. Місце вчителя в інтерактивних уроках найчастіше зводиться до спрямування діяльності учнів на досягнення мети уроку. Він же розробляє план уроку (як правило, це сукупність інтерактивних вправ і завдань, у ході роботи над якими учень вивчає матеріал).

Таким чином, основними складовими інтерактивних уроків є інтерактивні вправи і завдання, що виконуються учнями. Принципова відмінність інтерактивних вправ і завдань від звичайних у тому, що в ході їх виконання не тільки і не стільки закріплюється уже вивчений матеріал, скільки вивчається новий. Крім того, інтерактивні вправи і завдання розраховані на так звані інтерактивні підходи. У сучасній педагогіці накопичений найбагатший арсенал інтерактивних підходів, серед яких можна виділити такі:

1. Творчі завдання.
2. Робота в малих групах.
3. Навчальні ігри (рольові ігри, імітації, ділові ігри й освітні ігри).
4. Використання суспільних ресурсів (запрошення фахівця, екскурсії).
5. Соціальні проекти й інші позааудиторні методи навчання (соціальні проекти, змагання, радіо і газети, фільми, спектаклі, виставки, презентації, пісні і казки).
6. Розминки.
7. Вивчення й закріплення нового матеріалу (інтерактивна лекція, робота з наочними приладами, відео й аудіоматеріалами. «Учень у ролі вчителя», «Кожний навчає кожного», «Мозаїка» («Ажурна пилка»), використання питань).

8. Обговорення складних і дискусійних питань і проблем («Займи позицію (шкала думок)», проєктивні техніки, «Зміни позицію», «Карусель», «Дискусія в стилі телевізійного шоу», дебати, симпозіум).

9. Розв'язання проблем («Дерево рішень», «Мозковий штурм», «Аналіз казусів»).

Під творчими завданнями розуміємо такі навчальні завдання, що вимагають від учнів не простого відтворення інформації, а творчості, оскільки завдання містять більший чи менший елемент невідомості і мають, як правило, кілька підходів.

Творче завдання складає зміст, основу будь-якого інтерактивного методу. Довкола нього створюється атмосфера відкритості, пошуку. Творче завдання (особливо практичне і близьке до життя учня) надає навчання змісту, мотивує учнів.

Вибір творчого завдання є творчим завданням для вчителя, оскільки потрібно знайти таку ситуацію, що відповідала б таким критеріям:

- не має однозначної й односкладової відповіді або розв'язання;
- є практичною і корисною для учнів;
- пов'язана з життям учнів;
- викликає інтерес в учнів;
- максимально служить меті навчання.

Якщо учні не звикли працювати творчо, то слід поступово вводити спочатку прості вправи, а потім дедалі більш складні завданням.

Інтерактивне навчання – це спеціальна форма організації пізнавальної діяльності, яка має конкретну, передбачувану мету – створити комфортні умови навчання, за яких кожен учень відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність.

Суть інтерактивного навчання полягає в тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії всіх учасників. Це співнавчання, взаємонавчання

(колективне, групове, навчання у співпраці), де й учень, і вчитель є рівноправними, рівнозначними суб'єктами навчання, які розуміють, що вони роблять, рефлектують із приводу того, що знають, уміють і здійснюють. Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації. Воно дуже сприяє формуванню навичок і вмінь, виробленню цінностей, створенню атмосфери співробітництва, взаємодії, дає змогу вчителю стати справжнім лідером учнівського колективу.

Поняття «інтерактивні методи» має свої корені в теорії проблемного навчання, сутність якого полягає не в передачі інформації з одного боку та пасивного засвоєння її з іншого, а на здобутті учнями нових знань і вмінь за допомогою розв'язання теоретичних і практичних проблем.

Організація інтерактивної взаємодії передбачає моделювання різноманітних ситуацій, використання ділових, рольових ігор, диспутів, спільне розв'язання проблем, самостійну роботу над проблемою, творчу роботу.

Інтерактивний підхід передбачає застосування таких методів, які стимулюють активність та ініціативність учня.

Сутність інтерактивних методів полягає в тому, що в результаті розв'язання поставлених проблем здійснюється оволодіння навчальним матеріалом, творче засвоєння знань, формування активної, творчої, свідомої особистості шляхом діалогу, взаємодії вчителя та учнів.

Існують вимоги щодо реалізації інтерактивних методів навчання, невиконання яких може звести їхню ефективність до нуля.

Необхідно провести вступне заняття, адже учні абсолютно не знайомі з подібними методами роботи, що різко змінюють установлений стиль навчання. На цьому занятті варто, по-перше, чітко і зрозуміло пояснити, що таке інтерактивне навчання, по-

друге, довести до відома учнів та опрацювати з ними правила роботи в групах, складені у зрозумілій формі.

Правила для учнів:

1. Кожна думка важлива.
2. Не бійся висловитися.
3. Ми всі – партнери.
4. Обговорюємо сказане, а не людину.
5. Обдумав, сформулював, висловив.
6. Говори чітко, ясно, красиво.
7. Вислухав, висловився, вислухав.
8. Тільки обґрунтовані докази.
9. Вмій погодитися і не погодитися.
10. Важливою є кожна роль.

Без, доброзичливої атмосфери в колективі застосування інтерактивного навчання неможливе, тому потрібно її створити і постійно підтримувати.

Інтерактивні технології – не самоціль. Потрібно постійно контролювати процес, досягнення поставленої мети (вони повинні бути чітко сформульовані і легко контрольовані), у випадку невдачі переглядати стратегію й тактику роботи, шукати й виправляти недоліки.

Слід поєднувати взаємонавчання з іншими методами роботи – самостійним пошуком, традиційними методами.

Неможливо побудувати весь процес навчання виключно на інтерактивних методах. Це один з багатьох прийомів, які допомагають досягти мети й приносять результат тільки в поєднанні з іншими.

Створення проблемних ситуацій, їхній аналіз, активна участь учнів у пошуку шляхів вирішення поставленої навчальної проблеми збуджує розумову активність учнів і підтримує глибокий пізнавальний інтерес.

Інтерактивні методи допомагають учневі брати активну участь у навчальному процесі, бути зацікавленим, ініціативним, брати на себе відповідальність за ухвалені рішення, тобто

застосування інтерактивних методів навчання відбувається за постійної взаємодії всіх учасників навчально-виховного процесу за умови їхньої рівноправності. Застосування таких методів сприяє формуванню цінностей, умінь та навичок, створенню атмосфери співпраці, взаємодії, дає змогу підвищити якісний рівень навчально-виховного процесу під час вивчення автосправи. Інтерактивні методи – це методи діяльної взаємодії, спрямованої на високий кінцевий результат. Вони мають в основі координацію зусиль всіх учасників взаємодії, систематизацію здобутих знань і, як результат, – зростання самооцінки особистості, упевненості у власних силах, тобто відбувається розвиток творчої особистості кожного учня.

На основі нових інформаційних і педагогічних технологій, методів навчання стало можливим змінити, причому радикально, роль вчителя, зробити його не лише носієм знань, але й керівником, ініціатором самостійної творчої роботи учня. Нині викладання повинне поєднувати в собі вироблені практикою традиційну і сучасну, інноваційного характеру, інтерактивну модель навчання. Теоретичною основою впровадження інтерактивних методів навчання повинні бути системний, особистісно-зорієнтований та діяльнісний підходи до побудови дидактичних процесів; теорія оптимізації педагогічного процесу (Ю. К. Бабанський, М. М. Поташник), а також інваріантність процесу навчання.

Завдяки ефекту новизни та оригінальності інтерактивних методів, за правильної їх організації, зростає цікавість до процесу навчання.

Особлива цінність інтерактивного навчання в тому, що учні навчаються ефективній роботі в колективі.

Інтерактивні методи навчання є частиною особистісно-зорієнтованого навчання, оскільки сприяють соціалізації особистості, усвідомленню себе як частини колективу, своєї ролі й потенціалу.

### 1.3. Використання проектних технологій під час вивчення автосправи

У проектній роботі учні відпрацьовують ключові навички, починаючи з постановки проблеми, пошуку, збирання, обробки й презентації інформації, планування роботи. Працюючи над проектом, учні не діють шаблонно, а знаходять власний спосіб розв'язання задачі, вчать користуватися різними джерелами інформації, аналізувати одержану інформацію, відбирати найкорисніше, що допоможе розв'язати проблему. Таким чином, виконання учнями проектів, як колективних, так й індивідуальних, передбачає залучення їх до виявлення, аналізу й розв'язання реальних загальнолюдських проблем із використанням для цього практичної дослідницько-пошукової роботи. Академік А.М. Колмогоров зазначав: «Звісно, не з кожного учня вийде науковець, але необхідно домагатися, щоб кожному була знайома радість відкриття нового, радість творчого усвідомлення життя».

Підготувавши проект із даної теми, учні обов'язково презентують результати своїх досліджень на занятті, роблять висновки, висувають нові проблеми, тобто кожен учасник проекту здійснює його захист, опанування.

*Метод проектів виник у 20-і роки минулого сторіччя в США. Метод це мав назву методу проблем.*

*Метод проектів був запропонований і розроблений американським філософом Джоном Дьюї та його учнем Вільямом Кілпатріком. Вони запропонували ідею побудови навчального процесу на активній основі, на цілеспрямованій діяльності учнів з урахуванням їх особистої зацікавленості в знаннях. Американці змогли конструктивно підійти до суті методології й усвідомити її переваги. У проектній технології раціонально поєднувалися теоретичні знання та їх практичне застосування.*



Характерною рисою методу проектів є повне й органічне поєднання навчання з життям, а також із різнобічними інтересами студента, включаючи не тільки її інтелектуальні, а й практичні інтереси. Крім того, метод проектів характеризується гармонійним поєднанням теорії з практикою, і в основі його лежить творчий пошук учня. Він направлений на розвиток в учнів творчих здібностей та технічного мислення.

Навчальне проектування орієнтовано, перш за все, на самостійну діяльність учнів – індивідуальну, парну чи групову, яку учні виконують протягом певного проміжку часу. Технологія проектування передбачає вирішення учнем чи групою учнів якої-небудь проблеми, яка орієнтована на використання різних методів, способів навчання, а також інтегрує знання, уміння з різних галузей науки, техніки, творчості.

Результати роботи над проектами повинні бути «відчутними»: якщо це теоретична проблема, то її конкретне розв'язання, якщо практична – конкретний результат, готовий до застосування.

Метод передбачає використання вчителем сукупності дослідницьких, пошукових, творчих у своїй сутності методів, прийомів та способів.

Основні вимоги до застосування методу проектів:

1. Наявність значимої в дослідницькому, творчому плані проблеми, дослідницького пошуку для її вирішення.

2. Практична, теоретична, пізнавальна значимість очікуваних результатів (наприклад, доповідь у відповідні служби про екологічний стан даного регіону, фактори, що впливають на цей стан, тенденції, що простежуються в розвитку даної проблеми; спільний випуск газети, альманаху з репортажами з місця подій; план заходів з охорони природи в різних місцевостях).

3. Самостійна (індивідуальна, парна, групова) діяльність учнів.

4. Визначення кінцевої мети спільних проєктів.

5. Визначення базових знань у різних галузях, необхідних для роботи над проєктом.

6. Структурування змістовної частини проєкту (з фіксацією поетапних результатів).

7. Використання дослідницьких методів:

- визначення проблеми та завдань дослідження, що з нею пов'язані;

- висування гіпотез їхнього вирішення, обговорення методів дослідження;

- оформлення кінцевих результатів;

- аналіз отриманих даних;

- підбиття підсумків, висновки.

Чіткість організації проєктування визначається чіткістю та конкретністю постановки мети, виділенням результатів, констатацією вихідних даних. Надзвичайно ефективно застосування невеликих методичних рекомендацій чи інструкцій, де зазначається необхідна та довідкова література для самоосвіти, вимоги вчителя до якості проєкту, форми та методи кількісної та якісної оцінки результатів. Іноді можна виділити алгоритм проєктування чи інший поетапний розподіл діяльності.

*Приклади проєктів:*

1. Дослідити гальмівний шлях автомобіля під час гальмування звичайних гальм та з використанням ABS.

2. Проаналізувати концентрацію шкідливих речовин у відпрацьованих газах карбюраторного та інжекторного двигунів, враховуючи вимоги Євросоюзу.

3. Дослідити способи ізолювання елементів випускної системи від вібрації двигуна.

4. Проаналізувати роботу датчика дощу.

5. Ознайомитись з системою управління автоматичної коробки передач – тіптронік порівнюючи з іншими.

6. Проаналізувати роботу датчиків курсової стійкості автомобіля.

7. Дослідити систему управління пневматичної підвіски автомобіля, порівнявши з іншими.

8. Дослідити, чим небезпечне для паливного електронасосу використання забрудненого бензину.

9. Проаналізувати систему управління вентилятором з електричним приводом системи охолодження в порівнянні з механічним приводом.

Проектне навчання заохочує й підсилює навчальну діяльність із боку учнів, тому що воно:

- особистісно-орієнтоване;

- використовує безліч дидактичних підходів: навчання в співпраці, діяльності, «мозковий штурм», рольова гра, евристичне й проблемне навчання, дискусія, командне навчання, групові форми роботи, конференції, семінари;

- є самомотивованим, що означає зростання інтересу до роботи під час її подальшого виконання;

- дозволяє навчатися на власному досвіді й досвіді інших, проявивши себе в конкретній справі.

- приносить задоволення учням, які бачать продукт своєї власної діяльності.

#### **1.4. Використання проблемності під час вивчення автосправи**

Сучасна педагогічна наука володіє великим арсеналом засобів розвитку навчально-пізнавальної активності та творчих здібностей учнів. Особливо він розширився і поглибився у зв'язку із застосуванням у навчальному процесі комп'ютерної техніки. Сьогодні стало можливим інтерактивне, проектне, дистанційне навчання. Набула нового характеру самостійна

робота учнів і взагалі навчально-виховний процес став більш інформаційним, активним, особистісно-орієнтованим.

Зросли і вимоги до вчителя. Здобутками психолого-педагогічної науки треба оволодіти, оскільки результативність навчання залежить не стільки від наявності навіть самих сучасних методів, скільки від майстерності їх використання вчителем.

Аналіз новітніх технологій навчання свідчить, що вони суттєво відрізняються від попередніх організаційно, змістовно ж базуються на відомих, добре себе зарекомендованих на практиці способах навчання, серед яких є і проблемне. Воно не тільки не втратило актуальності, а й набуло більшого значення. Завдання новітніх інформаційних технологій співпадають з можливостями проблемного навчання.

Результативність навчання з використанням проблемності пояснюється тим, що воно засноване на принципах наукового пізнання, де протиріччя об'єктивної дійсності виступають як рушійна сила. Протиріччя, з яким зустрічається вчений, збуджує його мислення, творчу уяву, інтерес, бажання знайти відповідь, що спонукає до діяльності, наукового пошуку, теоретичних міркувань та експерименту. Не розкриті протиріччя «не дає спокою» вченому. Він висуває все нові і нові припущення, доводить чи спростовує їх, поки не знайде

*Проблемне навчання полягає в створенні проблемних ситуацій, в усвідомленні, прийнятті та вирішенні цих ситуацій у ході спільної діяльності учнів і вчителя, при оптимальній самостійності перших і під загальним напрямком керівництвом останнього, а також в оволодінні учнями в процесі такої діяльності узагальненими знаннями і загальними принципами вирішення проблемних завдань. Принцип проблемності зближує між собою процес навчання з процесами пізнання, дослідження, творчого мислення.*

відповіді, здійснить відкриття. Протиріччя існують як для вченого, так і для учня. Єдина різниця полягає в тому, що вони стосуються різних рівнів пізнання. Вчений розв'язує протиріччя, які ведуть до відкриття нових знань для науки, суспільства, а учень робить відкриття для себе, пізнає оточуючий світ, поповнює свої знання. Отже протиріччя, при певних умовах, може стати рушійною силою навчання. Шлях до зближення процесів наукового пізнання і навчання педагогі і психологі вбачають в перенесенні принципу проблемності з психології мислення до навчання.

Найбільш суттєвим моментом використання проблемності в навчанні є створення психологічного стану в учня, при якому у нього виникає інтерес до розв'язання протиріччя, бажання його розкрити – проблема ситуація.

Розкриваючи природу мислення, С. Рубінштейн писав, що початковим моментом процесу мислення є проблема ситуація. Вона включає людину в розумову діяльність для вирішення певної задачі, проблеми. Звідси слідує, якщо навчальний матеріал представити учнем як певну систему задач, навчальних проблем, то цим вони втягуються в розумову діяльність з його вивчення. При такому навчанні вчитель вже не піклується про те, щоб навчити учнів усьому, а лише про те, щоб навчити їх головному; не про те, щоб дати їм навчальний матеріал в готовому вигляді, а про те, щоб вони дійшли до самостійних висновків, до відкриття певних закономірностей, пояснення явищ та процесів, яких стосується навчальний матеріал. Крім того вчитель по ходу такого навчання прагне, щоб основне навантаження припадало не на пам'ять учнів, а на логічне мислення. Він піклується не тільки про те, щоб учні набули необхідних знань та умінь, але й про те, щоб вони навчились порівнювати, робити протиставлення, аналізувати явища та процеси, здійснювати класифікацію, робити узагальнення, тобто вміти користуватись основними прийомами мислення. В такому разі засвоєні поняття, знання й уміння дадуть можливість робити

аргументовані судження і глибокі умовиводи. Таке навчання дозволить сформувати в учнів активність, самостійність, творчість, потребу в подальшому пізнанні навколишньої дійсності шляхом самоосвіти.

Не слід проблемне навчання розуміти як один з способів активізації розумової діяльності учнів. В дійсності, воно інтегрує всі можливі прийоми і методи активізації.

Аналіз навчального матеріалу з автосправи та процесу навчання дав можливість встановити, що найбільш дійовими протиріччями, які можуть викликати проблемну ситуацію є такі: *інформаційно-пізнавальні, процесу пізнання і логічні*. Найважливішими серед них є інформаційно-пізнавальні. Вони є об'єктивно-діалектичними і тісно пов'язані зі змістом навчального матеріалу, тобто з інформацією, яку учні засвоюють. Їх сторонами є істинні, які не руйнують одна одну, але такі, що потребують узгодження. Вони об'єктивно закладені в суть предметів, явищ і процесів, що вивчаються учнями, і безпосередньо пов'язані з інформаційно-змістовим конфліктом.

Більш поширеними при вивченні автосправи є протиріччя процесу навчання. Це протиріччя між наявними знаннями й новими вимогами, між різноманітністю можливих дій і необхідністю вибору найбільш доцільних, раціональних, між наявними знаннями і новими умовами практичного їх використання, між теоретично можливим шляхом вирішення завдань і практичною можливістю виконання чи не раціональністю вибраного способу, між образом дії і практичною дією учня, між попереднім досвідом і новим способом дії, чи новим підходом до аналізу навчального матеріалу, що засвоюється.

В процесі навчання автосправі можна використати і логічні протиріччя. Найбільш суттєвими серед них є протиріччя суджень. Вони найчастіше виникають під час конструювання, планування технологічних процесів, коли стикаються судження «можливо – неможливо», «раціонально – нераціонально»,

«впливає на процес позитивно чи негативно» і т.д. Проблемні ситуації такого типу відіграють важливу роль у формуванні активної розумової діяльності учнів. Насамперед вони сприяють розвитку аналітико-синтетичної діяльності учнів, у результаті чого розв'язання технічних задач стає більш доказовим, а значить і раціональним.

Такий поділ протиріч в значній мірі умовний. Він викликаний потребами практики (полегшує «бачення» невідповідностей, складання проблемних завдань тощо). В багатьох випадках в навчальному процесі протиріччя взаємопов'язані і переплітаються між собою. Наприклад, сторони інформаційно-пізнавального протиріччя внутрішньо не пов'язані з суб'єктом, але зовнішньо кожний з них при взаємодії з суб'єктом може стати частиною нового протиріччя.

Дуже важливим є те, що такий поділ протиріч дає можливість класифікувати, виділити типи проблемних ситуацій. Оскільки поділ протиріч, як зазначалося, є умовним, то і типи проблемних ситуацій можна вважати умовними. Хоча це зовсім не зменшує його значення. Виділення типів проблемних ситуацій є надзвичайно важливим для практики проблемного навчання.

Отже, на основі зазначених вище протиріч можна виділити такі типи проблемних ситуацій:

1. Проблемні ситуації, які виникають при вивченні невідповідності між знаннями, які є в учня і новими вимогами. Часто такі ситуації виникають при невідповідності між старими знаннями і новими фактами; одними і тими ж знаннями, але більш низького і більш високого рівня; науковими знаннями і практичними. Наприклад, під час вивчення гальмівної системи, учні вже знають, що якщо сильно натиснути на педаль гальма, то автомобіль почне рухатись «юзом» і стає некерованим. Однак вони знають і про те, що в сучасних автомобілях цього уникають. Виникає проблема «Як цього уникнути?»

2. Проблемні ситуації, які виникають у зв'язку з різноманітністю вибору з системи наявних знань і способів дії тих, що необхідні в даній ситуації. Наприклад, під час вивчення системи мащення, вчитель демонструє, за допомогою мультимедійного проектора, схему з однією порожньою клітинкою і учням задається запитання: «Якої складової не вистачає у цій схемі?» Вислухавши їх міркування повідомляється, що це масляний насос.

3. Проблемні ситуації, що виникають при пошуку використання наявних знань і способів дії в принципово нових умовах. Наприклад, під час вивчення паливної системи, перед учнями доцільно поставити проблему: «Чому паливний бак не вибухає, адже покажчик рівня пального, який встановлений в ньому підключений до джерела живлення електричного струму?»

4. Проблемні ситуації, які виникають при виявленні невідповідності між теоретично можливим шляхом вирішення завдання і практичною нездійсненністю чи недоцільністю вибраного способу. Наприклад, під час перетину перехрестя, часто автомобіль стоїть з працюючим двигуном, згорає паливо. Виникає проблема; «Як використати енергію спаленого палива?»

5. Проблемні ситуації, які виникають при прояві невідповідності між певним технічним пристроєм і його схематичним зображенням. Це пов'язано з використанням символічних позначень. Наприклад, при вивченні диференціального механізму чи коробки передач, треба за символами «побачити» зубчасті колеса, планетарну шестерню, сателіти тощо. Крім того, треба уявити їх взаємодію в роботі.

6. Проблемні ситуації, що виникають при прояві психологічного бар'єру минулого досвіду.

В практиці навчання часто предмети чи дії, з якими пов'язані нові знання, попередньо були включені в систему проблемних завдань, тобто є в досвіді. Як відомо з психології, це



може привести до прояву психологічного бар'єру минулого досвіду (явища інтерферації), що стає суб'єктивною перешкодою на шляху до розв'язання нової задачі і одночасно умовою, що викликає пізнавальну потребу, проблемну ситуацію. При репродуктивному навчанні психологічний бар'єр минулого досвіду перешкоджає засвоєнню нових трудових дій, учень намагається виконувати трудові операції шляхом застосування раніше засвоєних дій. Коли ж виникає потреба діяти по-новому, засвоїти новий спосіб дії, виникає боротьба, конфлікт у свідомості учня між старим і новим. Бажання його подолати охоплює інтелектуальну сферу учня і він починає діяти по-новому.

Наприклад, при вивченні системи живлення сучасних автомобілів, в яких застосовується система впорскування палива, перед учнями виникає проблема відходу від традиційного карбюраторного типу, про який вони вже багато знають. Отже, учні зіштовхуються з впливом минулого досвіду, порівнюють, протиставлять нове відомому.

7. Проблемні ситуації, що виникають в результаті прояву протиріччя між створеним образом дії і самою практичною дією.

Наприклад, вивчаючи трансмісію автомобілів та розглядаючи автоматичну коробку передач, перед учнями доцільно буде поставити проблемне запитання: «Чи можна буксирувати автомобіль з автоматичною коробкою передач, перемістивши важіль селектора в положення N – нейтральний режим?»

8. Проблемні ситуації, що виникають в умовах прояву протиріччя суджень.

Із психології відомо, що у людини дуже розвинута схильність здійснювати судження і пов'язувати нове з вже знайомим. Але оскільки між предметами і явищами багато складних причинно-наслідкових зв'язків, то можуть виникати самі різноманітні судження, причому такі, які часто суперечать або навіть протилежні одне одному. Бажання завершити логічну

структуру суджень про дану ситуацію, потреба в її завершеності і відсутність необхідних знань і умінь приводять до виникнення проблемних ситуацій. Хоча такі проблемні ситуації не завжди витікають з навчальної проблеми. Часто буває, що суперечливість суджень веде лише до думки про помилковість одного з них.

Наприклад, вивчаючи систему пасивної безпеки, під час розгляду подушок безпеки можна поставити проблемне запитання: «Які особливості будови подушки безпеки?»

Отже, створення проблемної ситуації це найбільш відповідальний і складний етап проблемного навчання. Від того, наскільки вмiло вчитель володіє прийомами створення проблемних ситуацій, в основному залежить результат навчання. До створення проблемної ситуації вчителю треба готуватись, все продумати до дрібниць: як буде сформульована проблема, в якому вигляді буде представлено протиріччя (явно виражене чи приховане, повно представлене чи частково), яким прийомом загострити протиріччя, довести його до конфліктного вигляду, в яке завдання (запитання, задачу чи практичне завдання) включити протиріччя.

## **1.5. Матеріальна база лабораторії автосправи**

Важливим завданням лабораторних робіт є розвиток в учнів пізнавальних і конструкторських здібностей, спостережливості, уваги, формування навичок самостійної роботи і розвиток мислення.

Особливо важливими є лабораторні роботи при вивченні технічних дисциплін. Саме лабораторні роботи дають можливість учням, використовуючи лабораторне обладнання, довідкову літературу та комунікаційні технології, більш ґрунтовно вивчати навчальний матеріал технічного характеру. Вони мають можливість спостерігати процеси та явища, які

відбуваються при вивченні даного матеріалу, встановлювати закономірності, залежності, що сприяє більш глибокому і міцному засвоєнню навчального матеріалу.

Лабораторно-практичні роботи формують в учнів вміння користуватися інструментами, сучасними приладами, інформаційно-комунікаційними технологіями та виховують культуру праці. Завдяки ним в учнів розвивається технічне мислення, технічні здібності, відбувається зв'язок теорії з практикою, формуються навички експериментальних досліджень, уміння підбирати та використовувати необхідні прилади.

Лабораторія автосправи розміщується в приміщенні площею не менше 60 м<sup>2</sup>. В ній проводяться теоретичні заняття з будови, технічного обслуговування, основам експлуатації автомобілів та лабораторні роботи.

В цій лабораторії встановлюються лабораторні столи і стільці, не менше ніж на 30 учнів. Відстань між столами в одному ряду не менше 80 см, а між рядами – не менше 60 см. Поверхня стола повинна дозволяти проводити лабораторні роботи з приладами та деталями автомобіля. На робочому місці вчителя встановлюється кафедра і стіл для демонстрацій. За столом вчителя на стіні монтується дошка з екраном для проектора або інтерактивна дошка, на столі вчителя встановлюється комп'ютер і мультимедійний проектор.

Інтерактивна дошка – це гнучкий інструмент, що об'єднує в собі простоту звичайної маркерної дошки з можливостями комп'ютера. У комбінації з мультимедійним проектором стає великим інтерактивним екраном, одним дотиком руки до поверхні якого, можна відкрити будь-який комп'ютерний додаток або сторінку в Інтернеті й демонструвати потрібну інформацію або просто малювати. Усе, що ви намалювали або написали, програмне забезпечення інтерактивної дошки дозволяє зберегти у вигляді комп'ютерних файлів, роздрукувати, послати по електронній пошті, навіть зберегти у вигляді Web-

сторінок і розмістити їх в Інтернеті. При роботі з інтерактивною дошкою учень засвоює інформацію не тільки через аудіальний і візуальний канали сприйняття, але й через кінестетичний канал, який майже не використовується в сучасній педагогіці, тобто кожен учень інтуїтивно обирає найзручніший для себе спосіб сприйняття інформації при роботі з інтерактивною дошкою. Також інтерактивна дошка має ряд переваг:

#### 1. Переваги для вчителя:

- дозволяє вчителю пояснювати новий матеріал з центру класу;

- заохочує імпровізацію і гнучкість, дозволяючи вчителю малювати і робити записи поверх будь-яких застосувань і веб-ресурсів;

- дозволяє вчителю зберігати і роздруковувати зображення на дошці, включаючи будь-які записи, зроблені під час заняття, не витрачаючи при цьому багато часу і сил і спрощуючи перевірку засвоєного матеріалу;

- дозволяє вчителю ділитися матеріалами один з одним і знову використовувати їх;

- зручна при роботі у великій аудиторії;

- надихає вчителів на пошук нових підходів до навчання, стимулює професійний ріст.

#### 2. Переваги для учнів:

- робить заняття цікавими і розвиває мотивацію;

- надає більше можливостей для участі в колективній роботі, розвитку особистих і соціальних навичок;

- звільняє від необхідності записувати завдяки можливості зберігати і друкувати усе, що з'являється на дошці;

- учні починають розуміти складніші ідеї в результаті яснішої, ефективної і динамічної подачі матеріалу;

- дозволяє використовувати різні стилі навчання, вчителі можуть звертатися до всіляких ресурсів, пристосовуючись до визначених потреб;

- учні починають працювати більше творчо і стають упевненими в собі.

На вікнах лабораторії кріпляться жалюзі. Біля стін встановлюються шафи та стелажі, де зберігається наочність, деталі, механізми та прилади автомобіля, тому що вивчення автосправи вимагає виконання одного з принципів дидактики – поєднання словесного пояснення з демонстрацією.

Під час вивчення електронного обладнання двигуна внутрішнього згоряння сучасних автомобілів доцільно провести такі лабораторно-практичні роботи: «Підготовка до роботи діагностичного комплексу «Автосканер» та пошук несправностей»; «Перевірка роботи мікропроцесорної системи керування двигуном за показами контрольної лампи»; «Вивчення принципу роботи та перевірка справності електромагнітної форсунки»; «Вивчення конструкції датчика холостого ходу та перевірка його справності».

Також актуально виконати ряд лабораторних робіт: «Установка датчика положення колінчатого вала та перевірка його справності»; «Установка датчика положення розподільчого вала та перевірка його справності»; «Перевірка справності датчика масової витрати повітря»; «Перевірка справності датчика температури».

Необхідне обладнання для виконання лабораторних робіт стандартне. Його встановлення може здійснюватись в залежності від конкретних умов. Це можуть бути відповідні стенди чи макети або безпосередньо робочі двигуни чи автомобілі.

## РОЗДІЛ II

# МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ МЕХАНІЗМІВ І СИСТЕМ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

### 2.1. Принцип роботи двигуна сучасного автомобіля

Мета: ознайомити учнів з будовою двигуна внутрішнього згоряння, визначити особливості роботи бензинового та дизельного двигунів.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: двигун внутрішнього згоряння; кривошипно-шатунний механізм; газорозподільний механізм; десмодромний механізм; дизельний двигун; гібридний автомобіль; система управління циліндрами; система зміни ступеня стискання.

При вивченні цієї теми треба виходити із загальних відомостей, нагадавши, що двигун – найважливіша система автомобіля, він є джерелом механічної енергії, необхідної для руху автомобіля. Для того, щоб отримати механічну енергію, у двигуні автомобіля відбувається перетворення інших видів енергії (енергія згоряння палива, електрична енергія), джерело енергії перебуває на автомобілі і періодично поповнюється.

В ході логічних міркувань учнів складається схема видів

*Вирішальний внесок у створення бензинового двигуна приписують німецьким інженерам Юліусу Готлібу Даймлеру і Вільгельму Майбаху. На початку Даймлер працював над створенням двотактного автомобільного двигуна. Він прагнув підвищити частоту обертання валу, що йому вдалося у 1883 р., завдяки створенню займання суміші від розпеченої порожнистої трубочки, відкритої в циліндр. Автомобільний двигун, побудований Даймлером і Майбахом, розвивав частоту обертання 900 об/хв і потужність 0,5 к.с. при об'ємі 250 см<sup>3</sup>, і був легкий, на той час. Це був перший автомобільний двигун.*

автомобільних двигунів залежно від виду перетворюваної енергії (рис.2.1).



Рис. 2.1. Види автомобільних двигунів залежно від виду перетворюваної енергії

Протягом вивчення теми, як показує досвід, не можна детально розглянути всі види двигунів, тому перевагу треба надати двигунам сучасних автомобілів. Краще розпочати вивчення двигуна внутрішнього згорання, який перетворює хімічну енергію палива в механічну роботу та вказати, що найпоширенішим є поршневий двигун внутрішнього згорання, який кращий за роторно-поршневий та газотурбінний.

Поставити перед учнями проблемне запитання: «Які переваги та недоліки поршневого двигуна внутрішнього згорання над іншими?» В ході міркувань складається схема (рис. 2.2).

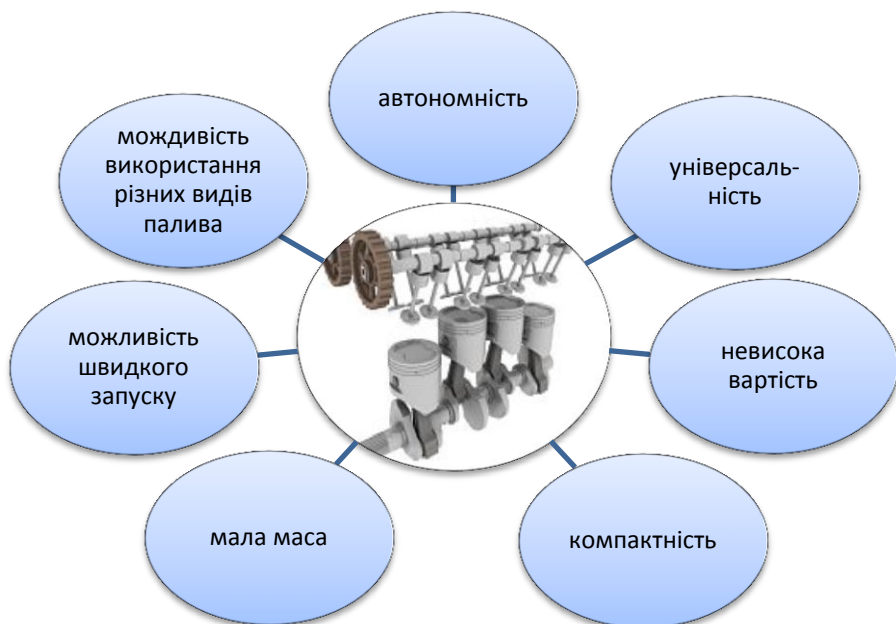


Рис. 2.2. Переваги поршневого двигуна внутрішнього згорання

Після короткої розповіді про застосування цих типів двигунів у автомобілях, поставити проблему: «Що спричинило створення електродвигунів та гібридних двигунів, незважаючи на те, що двигуни внутрішнього згорання мають значні переваги?»

Використовуючи мультимедійний проектор, оглядово розглянути будову та принцип роботи електродвигуна, а більш детальне його вивчення винести на самостійне опрацювання за планом:

1. Будова електродвигуна.
2. Принцип роботи електродвигуна.

Під час міркувань учнів складається схема недоліків двигунів внутрішнього згорання (рис. 2.3).





Рис. 2.3. Недоліки двигунів внутрішнього згорання

Зазначається, що серед поршневих двигунів внутрішнього згорання, найбільш поширений бензиновий двигун, у якому займання паливно-повітряної суміші відбувається примусово, за рахунок електричної іскри.

Використовуючи мультимедійний проектор проєктуються зображення та обговорюючи побачене, складається схема, яка відображає будову поршневого двигуна внутрішнього згорання (рис. 2.4).

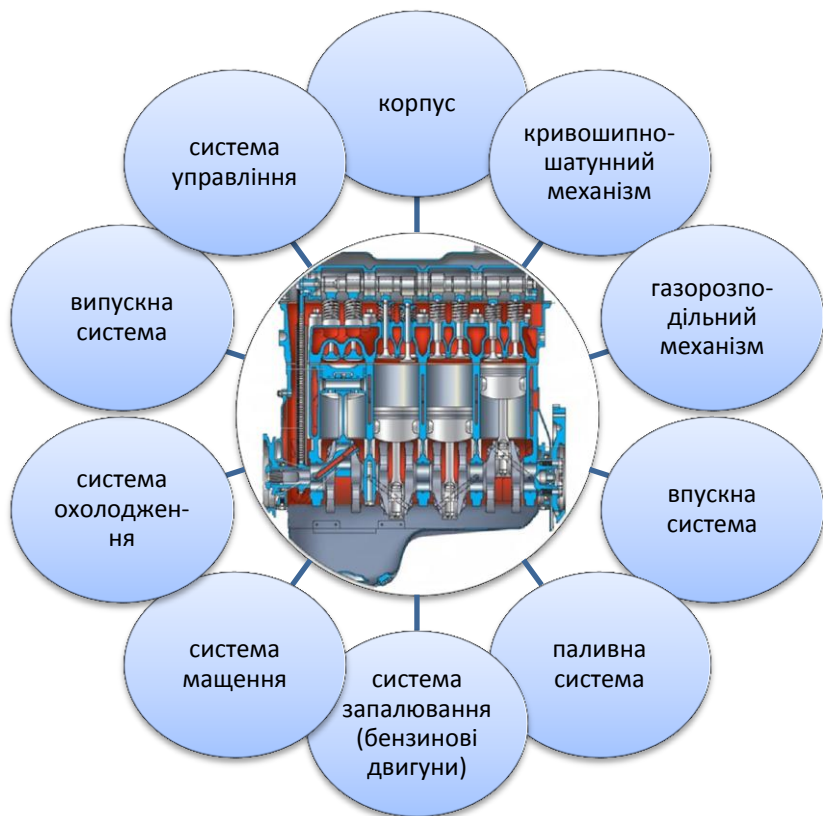


Рис. 2.4. Будова поршневого двигуна внутрішнього згорання

Наголошується, що корпус двигуна об'єднує блок циліндрів і головку блоку циліндрів. Вивчення кривошипно-шатунного механізму проводиться за схемою (рис. 2.5).

Демонструючи зображення розрізу двигуна за допомогою мультимедійного проєктора, наголошується, що поршень сприймає тиск газів, які розширюються при високій температурі і передає його на шатун. Зворотньо-поступальний рух поршня здійснюється в гільзі циліндру. Поршень складається з днища, головки і спідниці. Днище поршня може мати різну форму

(плоску, опуклу, увігнуту), в ньому також може розміщуватись камера згоряння (дизельні двигуни).

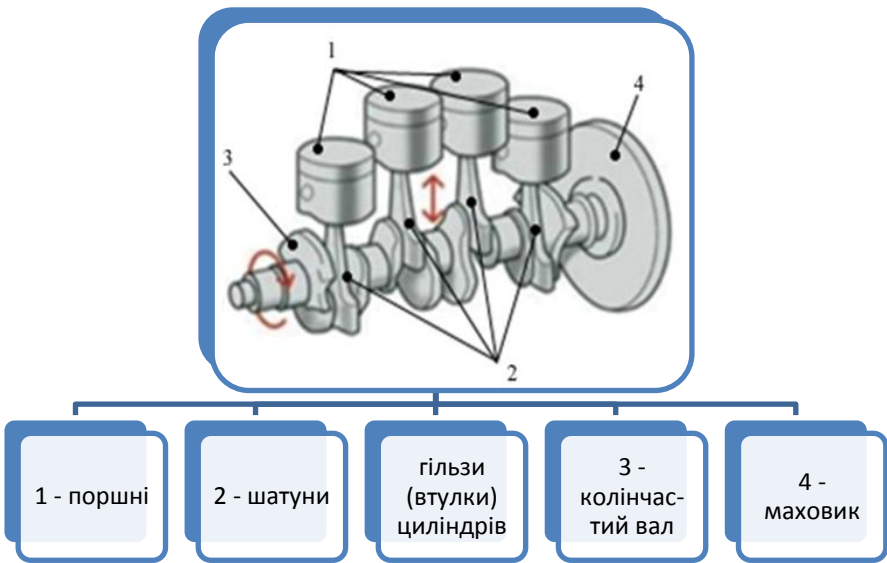


Рис. 2.5. Будова кривошипно-шатунного механізму

Ставиться проблема: «Як ущільнити поршневу групу, щоб відпрацьовані гази не потрапляли в картер?» Після міркувань учнів зазначається, що у голівці поршня нарізані канавки для розміщення поршневих кілець. На сучасних двигунах використовується два типи кілець: мастилоз'ємні і компресійні. Компресійні кільця перешкоджають прориву газів в картер двигуна, а мастилоз'ємні видаляють надлишки мастила на стінках циліндру.

Звертається увага, що у спідниці виконані дві бобишки для розміщення поршневого пальця, який з'єднує поршень з шатуном, передає зусилля від поршня до колінчастого валу та шарнірно з'єднаний із поршнем та колінчастим валом, який сприймає зусилля від шатуна і перетворює їх на крутний

момент. Наголошується, що колінчастий вал складається з корінних і шатунних шийок, з'єднаних щоками. Ставиться запитання: «Яке призначення щік на колінчастому валу?». Після міркувань учнів пояснюється, що щоки утворюють противаги шатунним шийкам. Корінні й шатунні шийки обертаються в підшипниках ковзання, виконаних у вигляді роз'ємних тонкостінних вкладишів. Перед учнями ставиться проблема: «Чому використовуються підшипники ковзання?»

Далі вказується, що на кінці колінчастого валу встановлюється маховик. Ставиться проблемне запитання: «Яку роль відіграє маховик під час пуску двигуна та під час його роботи?». Вислухавши міркування учнів вказується, що через зубчастий вінець маховика здійснюється запуск двигуна стартером.

Повідомляється, що для запобігання крутильних коливань (закручування і розкручування колінчастого валу) на іншому кінці колінчастого валу може встановлюватися механізм, що гасить коливання. Поршень, шатун і гільза циліндрів утворюють циліндро-поршневу групу або просто циліндр, яких у сучасному двигуні може бути від 1 до 16.

Вивчивши будову та принцип роботи кривошипно-шатунного механізму, демонструється відеофільм. Після перегляду ставиться проблемне запитання: «Чи можна міняти місцями шатуни і до чого це може призвести?»

Використовуючи мультимедійний проектор, демонструються схеми розташування циліндрів в двигуні та наголошується, що основні параметри визначає рівень балансування двигуна. Найкраще балансування має двигун з опозитним розташуванням циліндрів, добре збалансований рядний чотирициліндровий двигун, V-подібний двигун має найкраще балансування, якщо кут між циліндрами  $60^\circ$  і  $120^\circ$ .



Рис. 2.6. Схеми розташування циліндрів в двигуні

Зазначається, що газорозподільний механізм призначений для забезпечення своєчасної подачі в циліндри двигуна повітря або паливно-повітряної суміші (залежно від типу двигуна) та випуску з циліндрів відпрацьованих газів. Далі складається схема будови газорозподільного механізму (рис. 2.7).

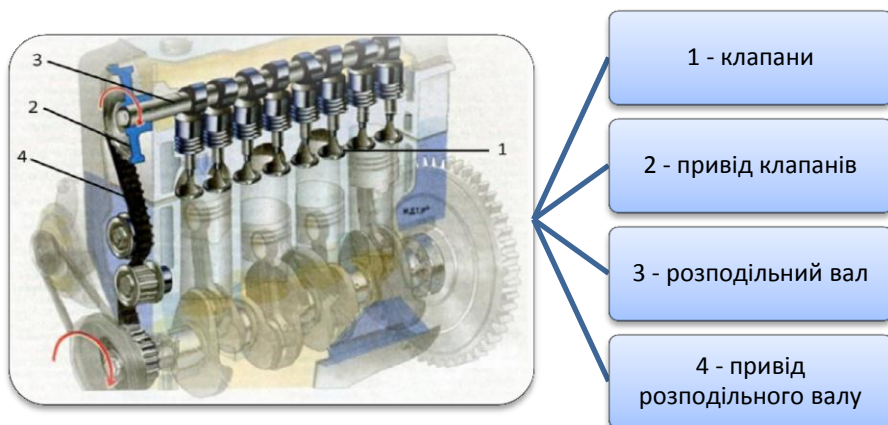


Рис. 2.7. Будова газорозподільного механізму

За допомогою мультимедійного проектору, демонструється схема будови газорозподільного механізму та зазначається, що клапани здійснюють подачу в циліндри паливно-повітряної суміші і випуск відпрацьованих газів. Клапан складається з тарілки і стержня, розрізняють впускні і випускні клапани. Для кращого наповнення циліндрів, діаметр тарілки впускного клапану більший, ніж випускного. Клапан утримується в закритому стані за допомогою пружини, а відкривається при натисненні на стрижень. Пружина закріплена на стержні за допомогою тарілки пружини і сухарів. Використовуючи міжпредметні зв'язки з фізикою, ставиться проблема: «Які особливості виготовлення клапанів, що забезпечують надійність роботи та запобігають їх швидкому прогоранню?» Вказується, що більшість сучасних двигунів мають по два впускних і два випускних клапани на кожному циліндрі. Відкриття клапану здійснюється за допомогою приводу, який забезпечує передачу зусилля від розподільчого валу на клапан. В даний час застосовуються дві схеми приводу клапанів, а саме:



Рис. 2.8. Схеми приводу клапанів

Використовуючи проєкції звертається увага на те, що роликові важелі кращі, тому що мають менші втрати на тертя і меншу масу. Роликовий важіль (від англійського «коромисло») однією стороною спирається на стержень клапану, іншою – на гідрокомпенсатор (у деяких конструкціях на кульову опору). Для

зниження втрат на тертя, місце сполучення важеля і кулачка розподільного валу виконано у вигляді ролика. За допомогою гідрокомпенсаторів, в приводі клапанів реалізується нульовий тепловий зазор у всіх положеннях, забезпечується зменшення шуму і м'якість роботи. Гідрокомпенсатор складається з циліндра, поршня з пружиною, зворотного клапану і каналів для підведення мастила та розташований на штовхачі клапану (гідроштовхач).

Наголошується, що розподільний вал забезпечує функціонування газорозподільного механізму, відповідно до прийнятого для даного двигуна порядку роботи циліндрів і фаз газорозподілу. Він являє собою вал з розташованими кулачками. Форма кулачків визначає фази газорозподілу, а саме: моменти відкриття-закриття клапанів і тривалість їх роботи.

На сучасних двигунах розподільний вал розташований в головці блоку циліндрів. В ході логічних міркувань учнів складається схема системи розподільних валів (рис. 2.9).



Рис. 2.9. Системи розподільних валів

У зв'язку із застосуванням чотирьох клапанів на один циліндр перевага віддається двовальній системі газорозподільного механізму, тобто один розподільний вал забезпечує привід впускних клапанів, інший вал – випускних.

В якості приводу розподільного валу, використовуються різні види передач, які розглядаються за схемою (рис. 2.10).

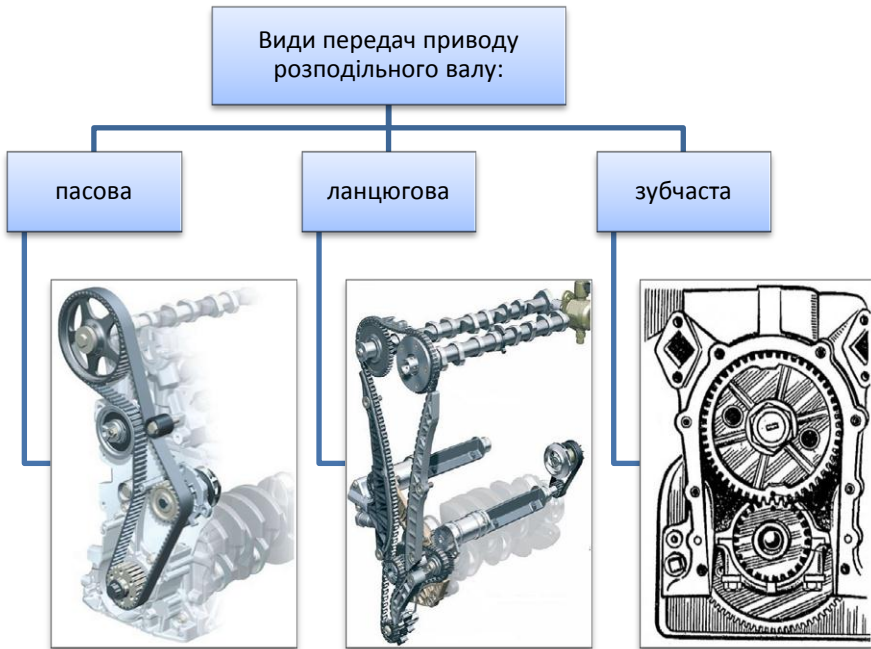


Рис. 2.10. Види передач приводу розподільного валу

За допомогою мультимедійного проектора, демонструється зубчаста передача, яка обертає розподільний вал в блоці циліндрів. Ланцюговий привід більш надійний, але ланцюг важчий ніж пас, тому вимагає додаткових пристроїв для натягування й гасіння коливань. Пасовий привід не вимагає мастила, тому на шківів встановлюється відкрито. Ставиться проблемне запитання: «До яких наслідків може призвести несвоєчасна заміна пасу?»

Пояснення підкріплюється переглядом відеофільму «Принцип роботи газорозподільного механізму».



Вивчення десмодромного механізму виноситься на самостійне опрацювання, зазначивши, що це вид газорозподільного механізму, який забезпечує управління піднімання й опускання клапанів та здійснює їх своєчасне відкриття та закриття на всіх обертах колінчастого валу двигуна. У 50-ті роки минулого століття, десмодромна схема газорозподілу застосовувалася на гоночних автомобілях Mercedes-Benz. В даний час, десмодромний механізм використовується в двигунах внутрішнього згоряння, що встановлюються на гоночних мотоциклах Ducati, і є візитною карткою фірми. Самостійне опрацювання даного матеріалу проводиться за таким планом:

1. Будова приводу десмодромного механізму.
2. Переваги та недоліки десмодромного механізму.

Увагу учнів звертають на те, що дизельний двигун широко застосовується на вантажних автомобілях, позашляховиках та запитують: «Як відбувається процес загоряння робочої суміші в дизельному двигуні?» Після міркувань учнів пояснюється, що принцип роботи дизельного двигуна, який заснований на мимовільному (компресійному) займанні дизельного палива, яке впорскується в камеру згоряння і зміщується зі стисненим і нагрітим до високої температури повітрям. В ході логічних міркувань учнів складається схема відмінності дизельного двигуна від бензинового (рис. 2.11).

Показується відеофільм «Зборка дизельного двигуна», який сприяє постановці проблемного запитання: «Яке призначення свічок накалювання у дизельному двигуні?»

Вивчення гібридного автомобіля виноситься на самостійне опрацювання, зазначаючи, що це транспортний засіб, який приводиться в рух за допомогою гібридної силової установки. Особливістю гібридної силової установки є використання двох і більше джерел енергії і відповідних двигунів, що перетворюють енергію в механічну роботу. Самостійно опрацювати за таким планом:

1. Переваги гібридних автомобілів.
2. Схеми гібридних силових установок, їх будова та принцип роботи.

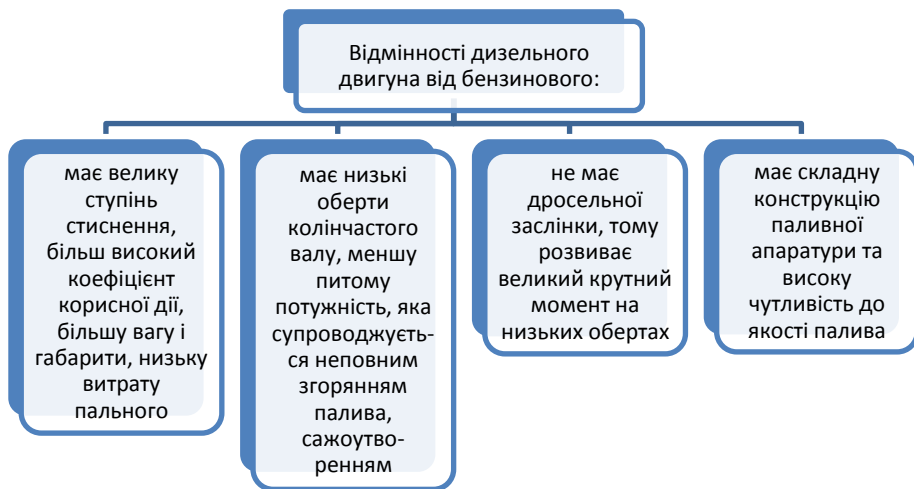


Рис. 2.11. Відмінності дизельного двигуна від бензинового

Під час вивчення системи управління циліндрами (система дезактивації циліндрів), вказується, що вона призначена для зміни робочого об'єму двигуна за рахунок виключення з роботи частини циліндрів. Застосування системи забезпечує зниження витрати пального до 20% і зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів.

Потім пояснюється, що причиною розробки системи управління циліндрами є режим експлуатації автомобіля, під час якого максимальна потужність використовується до 30%, а більшу частину часу двигун працює з неповним навантаженням. У таких умовах дросельна заслінка майже закрита, а двигун повинен втягувати необхідну кількість повітря для роботи, що призводить до подальшого зниження ефективності.

Ставиться запитання: «Які переваги цієї системи?» В ході міркувань учнів зазначається, що вона дозволяє, під час незначного навантаження на двигун, дезактивувати частину циліндрів, при цьому для забезпечення необхідної потужності відкривається дросельна заслінка. У більшості випадків система дезактивації циліндрів застосовується на багатоциліндрових потужних двигунах (6, 8, 12 циліндрів), робота яких мало ефективна при невеликих навантаженнях. Ставиться проблема: «Яким чином можна виключити з роботи конкретний циліндр?» Вислухавши міркування учнів, пояснюється, що необхідно виконати дві умови – перекрити доступ повітря і випуск відпрацьованих газів (закрити впускний і випускний клапани) та перекрити подачу палива в циліндр. Регулювання подачі палива в сучасних двигунах здійснюється за допомогою електромагнітних форсунок з електронним управлінням. Утримання в закритому стані впускних і випускних клапанів в конкретному циліндрі є досить складним технічним завданням, яке різні автовиробники вирішують по своєму. Складається схема підходів до утримання клапанів в закритому стані (рис. 2.12).

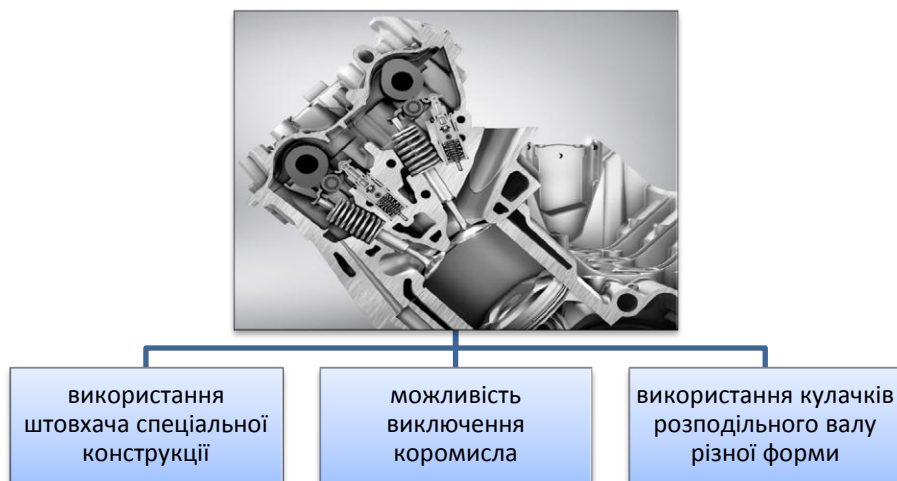


Рис. 2.12. Види системи управління циліндрами

Дається самостійне опрацювання: користуючись Інтернетом, знайти, які системи відносяться до кожного виду та на яких марках автомобілів вони застосовуються.

Ставиться проблема: «Які недоліки має примусова дезактивація циліндрів?» Вислухавши міркування учнів, зазначається, що до недоліків відносяться додаткові навантаження на двигун, вібрації і небажаний шум. Учні запрошуються до обговорення: «Яким чином можна позбутися додаткового навантаження на двигун?» та вказується, що для цього в камері згоряння вимкненого двигуна залишається об'єм відпрацьованих газів від попереднього робочого циклу. Гази стискаються під час руху поршня вгору і тиснуть на поршень під час його руху вниз, при цьому забезпечується зрівнювальний ефект.

Після розгляду різних типів систем управління циліндрами демонструється відеофільм «Система управління циліндрами», який сприяє постановці проблеми: «Чи припиняється подача пального у дезактивовані циліндри та яким способом це можливо здійснити?»

Зазначається, що ступінь стиснення – важлива характеристика двигуна внутрішнього згоряння, що визначається відношенням об'єму циліндра при знаходженні поршня в нижній мертвій точці до обсягу об'єму у верхній мертвій точці (обсягу камери згоряння). Підвищення ступеня стиснення створює сприятливі умови для займання і згоряння паливно-повітряної суміші і ефективного використання енергії. Робота двигуна на різних режимах та з різним паливом передбачає різну величину ступеня стиснення. Ці властивості використовуються системою зміни ступеня стиснення. Показується відеофільм «Системи зміни ступеня стиснення різних марок автомобілів», який сприяє постановці проблемної ситуації: «Способи зміни ступеня стиснення?» Більш детальне вивчення цієї системи виносить на самостійне опрацювання за таким планом:

1. Система підтримки необхідного значення ступеня стиснення та принцип її роботи.
2. Види систем зміни ступеня стиснення.
3. Марки автомобілів, на яких ця система застосовується.

На завершення вивченого матеріалу показується відеофільм «Зборка поршневого двигуна» та формулюється проблема: «Як відбувається регулювання ступеня натягнення виду передачі приводу розподільного валу?»

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи, до складу яких входять сильні та слабкі. Їм даються такі запитання:

1. На які деталі двигуна внутрішнього згоряння припадає найбільше навантаження?
2. Яка різниця в принципі роботи бензинового та дизельного двигунів?
3. Які особливості будови кривошипно-шатунного механізму різних двигунів?
4. Які особливості роботи системи управління циліндрами?

Після обговорення в групах, учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

## **2.2. Паливна система**

Мета: ознайомити учнів з будовою і принципом роботи паливної системи сучасних автомобілів.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: паливна система; карбюраторна система живлення; система центрального впорскування; система розподіленого впорскування; система безпосереднього впорскування; система впорскування Common Rail; система впорскування насос-форсунками; форсунки.

Вивчення даної теми варто розпочати з загальних відомостей, наголосивши, що паливна система призначена для

живлення двигуна автомобіля паливом, його зберігання та очищення. Паливна система бензинового і дизельного двигунів аналогічна. Принципові відмінності має система впорскування. При максимальній участі учнів складається схема будови паливної системи (рис. 2.13).

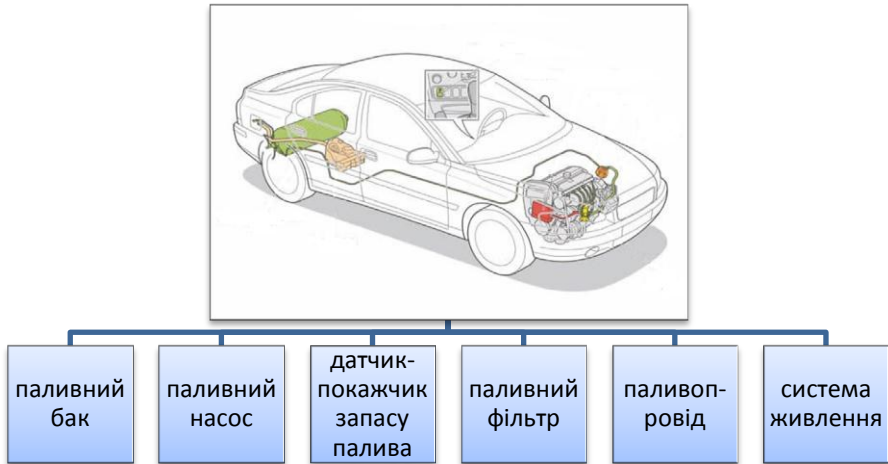


Рис. 2.13. Будова паливної системи

Наголошується, що бензинові двигуни з електронним впорскуванням бензину покращили енергетичні показники двигунів на 15-20%, паливна економічність збільшилась на 25%, зменшилась токсичність випускних газів, зросла пожежна безпечність. Завдяки чому цього вдалося досягти, з'ясується інтерактивним шляхом.

Вивчення даної системи розпочинається з найпростішого – паливного баку, який призначений для зберігання запасу палива, необхідного для роботи двигуна. Говорячи про паливний бак, висвітлюються такі питання: матеріал і об'єм баку, його конфігурація, розміщення і кріплення на автомобілі, метод заміру кількості палива. Звертається увага на безпечність його експлуатування.

Відомості про бензин, його властивості, маркування, детонаційна стійкість та технологія виробництва виносяться на самостійне опрацювання.

З'ясовується питання: «Як раціонально бензин з паливного баку подати до двигуна?». Пояснюється, що для цього призначений паливний насос, який подає паливо з баку до місця сумішоутворення, створює і підтримує в системі впорскування достатньо високий тиск (до 630 кПа). Виникає запитання: «Де встановлюється паливний електронасос та чим таке рішення обумовлене?» В ході бесіди з'ясовується, що він може розміщуватися у паливному баку або за його межами. Кожному з цих способів розміщення насосів властиві як певні переваги, так і недоліки. Бензин в паливних електронасосах системи впорскування, крім основної, виконує функцію мащення та охолодження, тому установка насосу в паливний бак вважається кращою. Застосовують насоси ротаційного типу: роликові, пластинчасті, вихрові. Ротаційний насос працює так: при обертанні ротора насосу, робочі порожнини циклічно змінюють свій об'єм від максимального (паливо в цей момент засмоктується в насос) до

*Система впорскування палива (інжектор) – основний пристрій системи живлення сучасних двигунів внутрішнього згорання – як бензинових, так і дизельних. На відміну від карбюратора інжектор впорскує паливо безпосередньо в циліндри за допомогою однієї або декількох механічних або електричних форсунок. Від цього відповідно розрізняються механічні та електричні (електронно керовані) інжектори. Вперше система впорскування палива була винайдена та застосована у двигунах Рудольфа Дизеля німецького інженера та являла собою поєднанням гольчастої форсунки з насосом і була запатентована 14 березня 1909 р.*

мінімального і паливо під тиском направляється далі в систему. Бензонасос приводиться в дію електродвигуном, з яким він для спрощення конструкції монтується в одному корпусі. Ставиться проблемне запитання: «Чим небезпечне для паливного електронасосу використання забрудненого бензину?» Це спонукає до розгляду очищення палива. Пояснюється, що перед електронасосом встановлюється фільтр грубої очистки палива, який забезпечує очищення пального. На сучасних автомобілях в паливний фільтр вбудований редукційний клапан, який регулює робочий тиск у системі. В дизельних двигунах паливний фільтр має іншу конструкцію, але принцип роботи такий самий. З певною періодичністю проводиться заміна паливного фільтру в зборі або фільтруючого елементу. Формулюється проблемне запитання: «Як зміниться робота двигуна внутрішнього згоряння, якщо вчасно не замінити паливний фільтр?»

Перед учнями формулюється проблемна ситуація: «Які можливі наслідки, якщо в паливному баку закінчиться пальне?»

Для ознайомлення учнів з паливним насосом карбюраторного двигуна формулюється запитання: «Де встановлюється паливний насос карбюраторного двигуна та як здійснюється його привід?» Детальне вивчення будови, видів та принципу роботи цих насосів виноситься на самостійне опрацювання за планом:

1. Види паливних насосів карбюраторного двигуна.
2. Принцип роботи насосів карбюраторного двигуна.

Далі звертається увага, що у паливний бак разом з насосом встановлюється датчик показчика запасу палива. Розглядається конструкція датчика показчика рівня палива, який складається з поплавка і потенціометра. Переміщення поплавка, при зміні рівня палива в баку, призводить до зміни положення потенціометра. Це, в свою чергу, призводить до підвищення опору в колі і зменшення напруги на показчику запасу палива. Ставиться проблема: «Чому бак не вибухає, адже показчик рівня пального, по якому проходить електричний струм,



встановлений у паливному баку, в ньому проходить електричний струм?»

Паливо в системі циркулює по паливопроводу. Розрізняють подаючий і зливний паливопроводи. Використовуючи мультимедійний проектор детально розглядаються ці паливопроводи, зазначивши, що у подаючому паливопроводі підтримується робочий тиск, а по зливному надлишки палива повертаються в паливний бак.

Розглядається оглядово система впорскування, яка призначена для утворення паливно-повітряної суміші за рахунок впорскування палива.

Завершується вивчення паливної системи розглядом принципу її роботи та відповіддю на запитання: «Як здійснюється робота паливної системи сучасного автомобіля?» Вислухавши міркування учнів, пояснюється робота паливної системи: при включенні запалення, паливний насос закачує паливо в систему, а під час проходження через паливний фільтр відбувається очищення і паливо надходить в систему впорскування.

Варто показати відеофільм «Очищення паливної системи», який стимулюватиме постановку проблемного запитання: «Які можливі причини втрати потужності двигуна та зростання витрати пального?»

Вивчення систем живлення проводиться за схемою (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Види систем живлення

Зазначається, що карбюраторна система живлення на сучасних автомобілях не застосовується, але в нашій країні нею оснащено багато старих автомобілів, тому вивчення систем живлення доцільно розпочати саме з неї, наголосивши, що процес приготування пальної суміші певного складу поза циліндрами двигуна називається карбюрацією, а прилад, в якому відбувається цей процес – карбюратором.

За допомогою мультимедійного проектору, демонструється схема найпростішого карбюратора та пояснюється його будова і принцип роботи.

Звертається увага учнів на характерну особливість системи живлення карбюраторного двигуна: в циліндри засмоктується паливна суміш, що готується в карбюраторі за принципом пульверизації та використати набуті знання з фізики (рівняння Бернуллі). Повітря, проходячи через дифузор створює розрідження, завдяки якому всмоктується паливо з поплавкової камери і випаровується.

Наголошується, що двигун може розвивати максимальну потужність лише за умови, якщо бензин має певні характеристики й властивості, вивчення яких виноситься на самостійне опрацювання за таким планом: питома теплота згоряння; випарність; схильність до детонації. Найпростіший карбюратор забезпечує роботу двигуна тільки в одному певному режимі, тому карбюратори обладнуються додатковими пристроями й системами, що усувають недоліки.

Вивчення системи впорскування палива варто розпочати із з'ясування недоліків системи живлення карбюраторного двигуна. Потрібно сформулювати перед учнями проблему – «Причини заміни карбюраторів системою впорскування палива?» Вислухавши міркування учнів, перейти до пояснення системи впорскування, вказавши, що експлуатується багато автомобілів із системою впорскування палива (інжектором). Застосування карбюраторів з електронним керуванням

сумішоутворення дає змогу підтримувати оптимальний склад паливоповітряної суміші й оптимальне наповнення циліндрів на різних режимах роботи двигуна; збільшити паливну економічність і зменшити вміст шкідливих сполук у відпрацьованих газах; підвищити надійність системи живлення та полегшити обслуговування й діагностику. Будь-якому карбюратору властивий елемент «стихійності» в сумішоутворенні та ця система живлення має межу «пристосування» до режимів роботи двигуна.

Розглядаючи переваги системи впорскування палива, зазначається, що ця система дає змогу оптимізувати процес сумішоутворення, тобто впорскування може здійснюватися більш оптимально за місцем, часом і потрібною кількістю палива. Впорскування дає змогу точніше розподілити паливо в циліндрах. У разі розподіленого впорскування склад суміші в різних циліндрах відрізняється тільки на 6-7%, а в разі живлення від карбюратора – на 11-17%. Завдяки відсутності додаткового опору потокові повітря на впуску у карбюраторі з дифузором та більш високому коефіцієнту наповнення циліндрів, можна дістати більшу потужність двигуна.

Звертається увага, що впорскування палива дає змогу використовувати більше перекриття клапанів, для кращого продування камери згоряння чистим повітрям, а не сумішшю. Розглядаються переваги кращого продування камери згоряння: внаслідок кращого продування й більш рівномірного складу суміші в циліндрах знижується температура стінок циліндрів, днищ поршнів і випускних клапанів, що зменшує октанове число палива на 2-3 одиниці, тобто підвищує ступінь стискання без загрози детонації, знижується утворення оксидів азоту під час згоряння палива, поліпшуються умови мащення дзеркала циліндра.

Наголошується, що система впорскування встановлюється на автомобілі з бензиновими і дизельними двигунами, але конструкції цих систем істотно відрізняються.

Використовуючи мультимедійний проектор та в ході логічних міркувань учнів складається схема класифікації систем впорскування бензинових двигунів залежно від способу утворення паливно-повітряної суміші (рис. 2.15).

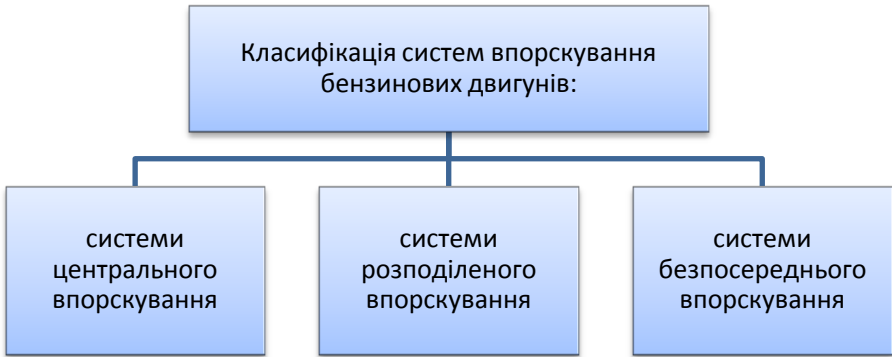


Рис. 2.15. Класифікація систем впорскування бензинових двигунів залежно від способу утворення паливно-повітряної суміші

Пояснюється, що система центрального впорскування (моновпорскування) відноситься до систем впорскування палива бензинових двигунів. З'ясовується, що принцип роботи цієї системи заснований на впорскуванні палива однією форсункою, розташованою на впускному колекторі двигуна. Відомими конструкціями системи центрального впорскування є системи Mono-Jetronic і Opel-Multec.

Вказується на будову системи Mono-Jetronic, а саме: регулятор тиску, центральна форсунка впорскування, дросельна заслінка з механічним приводом, електросервопривід дросельної заслінки, електронний блок управління, вхідні датчики. За допомогою мультимедійного проектора демонструється схема системи центрального впорскування Mono-Jetronic (рис.2.16).

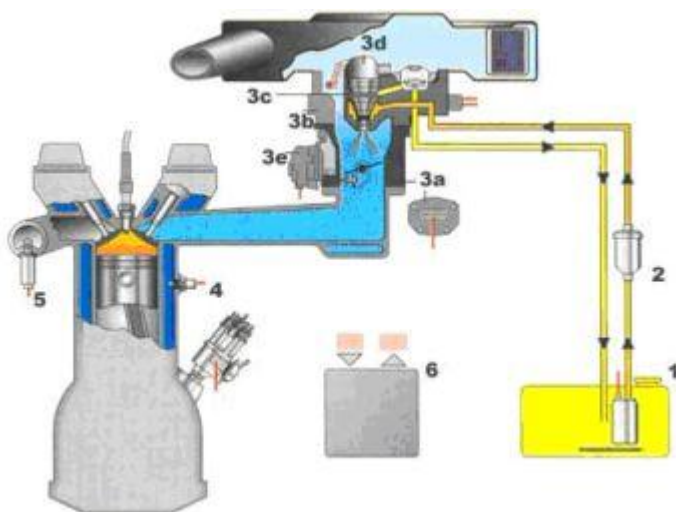


Рис. 2.16. Схема системи Mono-Jetronic

1 – паливний насос; 2 – фільтр паливний; 3 – центральна форсунка впорскування (а – потенціометр дросельної заслінки; b – регулятор тиску; с – форсунка; d – датчик температури повітря; e – електродвигун приводу дросельної заслінки); 4 – датчик температури охолоджуючої рідини; 5 – кисневий датчик (лямбда-зонд); 6 – електронний блок управління

Далі ставиться запитання: «Як перешкодити утворенню повітряних пробок і полегшити пуск двигуна?» З'ясовується, що регулятор тиску підтримує постійний робочий тиск у системі впорскування (0,1 МПа) та за його допомогою в системі, після вимкнення двигуна, зберігається залишковий тиск, який перешкоджає утворенню повітряних пробок і полегшує пуск двигуна.

Звертається увага, що центральна форсунка впорскування забезпечує імпульсне впорскування палива та являє собою електромагнітний клапан. Управління клапаном здійснюється електричним сигналом, який надходить від електронного блоку управління. Вивчення будови форсунки проводиться за схемою:

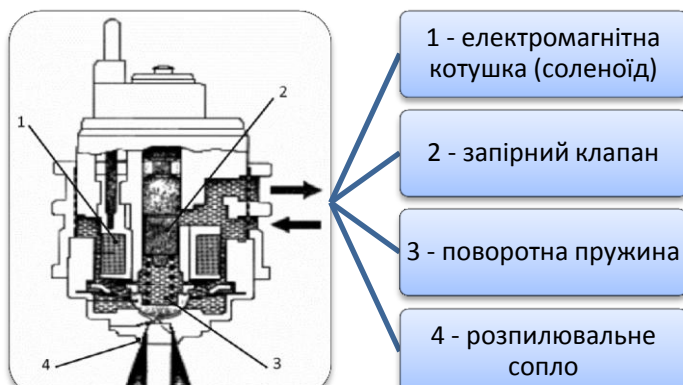


Рис. 2.17. Будова центральної форсунки впорскування

Розглянувши будову центральної форсунки впорскування учням ставлять запитання: «Як відбувається регулювання обсягу повітря, що надходить у систему центрального впорскування?» В процесі міркувань учнів з'ясовується, що для цього призначена дросельна заслінка, а електронний блок управління з електросервоприводом дросельної заслінки здійснює керування нею. До блоку управління входять мікропроцесор і блок пам'яті.

Вхідні датчики фіксують поточний стан роботи двигуна та розглядаються за схемою (рис. 2.18).

Під час вивчення принципу роботи системи Mono-Jetronic наголошується, що під час роботи двигуна, сигнали від датчиків надходять в електронний блок управління. За сукупністю сигналів та інформації про еталонні характеристики впорскування, блок управління обчислює початок і тривалість відкриття центральної форсунки. Відповідно до розрахункових даних, подається сигнал на електромагнітну котушку форсунки і запірний клапан відкривається. Бензин через сопло під тиском розпилюється у впускному колекторі і змішується з повітрям. Утворена паливно-повітряна суміш подається в камери згоряння двигуна. Наголошується, що будова і принцип роботи системи впорскування Opel-Multec аналогічні системі Mono-Jetronic.



Рис. 2.18. Вхідні датчики системи Mono-Jetronic

Під час вивчення системи розподіленого впорскування (багатоточкова система впорскування), з'ясується, що ця система відноситься до систем впорскування палива бензинових двигунів. Її принцип роботи заснований на впорскуванні палива в кожен циліндр окремою форсункою. За принципом дії системи розподіленого впорскування палива поділяються на системи безперервного та імпульсного впорскування, а залежно від виду управління розрізняють системи розподіленого впорскування з механічним і електронним управлінням. Види цієї системи вивчаються за схемою (рис. 2.19).



Рис. 2.19. Види систем розподіленого впорскування

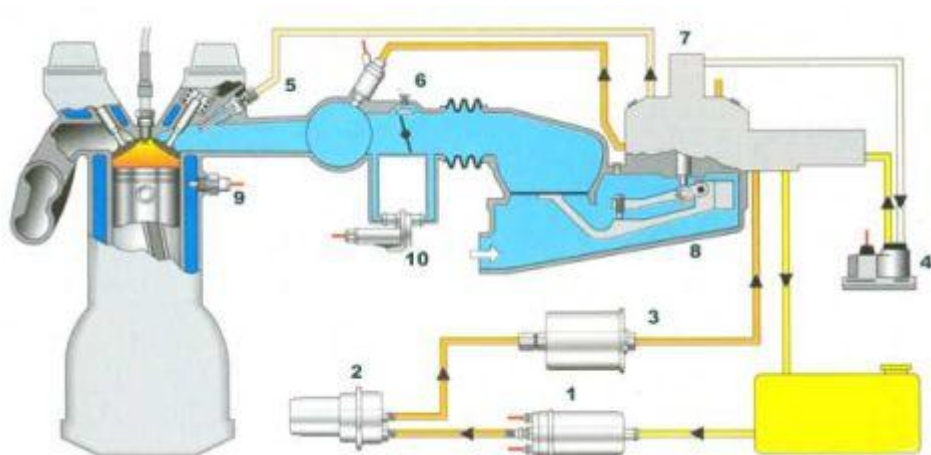


Рис. 2.20. Схема системи впорскування K-Jetronic  
 1 – паливний насос; 2 – акумулятор палива; 3 – паливний фільтр; 4 – регулятор керуючого тиску; 5 – форсунки впорскування; 6 – пускова форсунка; 7 – дозатор-розподільник палива; 8 – витратомір повітря; 9 – термореле; 10 – клапан додаткового повітря



Зазначається, що система розподіленого впорскування K-Jetronic являє собою механічну систему безперервного впорскування палива та має таку будову: дросельна заслінка, регулятор тиску живлення, регулятор керуючого тиску, форсунки впорскування, пускова форсунка, дозатор-розподільник палива, витратомір повітря, термореле, клапан додаткового повітря. За допомогою мультимедійного проектора демонструється схема системи розподіленого впорскування K-Jetronic (рис. 2.20).

Потрібно наголосити, що дросельна заслінка призначена для регулювання обсягу повітря, що надходить. Витратомір повітря забезпечує вимірювання об'єму повітря, за рахунок пропорційного переміщення напірного диску, який з'єднаний з плунжером дозатора-розподільника за допомогою важелів. Дозатор-розподільник призначений для розподілу палива по форсунках циліндрів на всіх режимах роботи двигуна. Наголошується, що регулятор тиску живлення, підтримує однаковий, за величиною, тиск палива в системі. Регулятор керуючого тиску створює підпірний тиск на верхньому кінці плунжера, за рахунок чого досягається збагачення чи збіднення паливно-повітряної суміші. Форсунки впорскування забезпечують безперервне впорскування палива під тиском. Ставиться проблемне запитання: «Як забезпечити швидкий запуск двигуна та його прогрівання?» В процесі обговорення з'ясовується, що для цього призначена пускова форсунка, яка здійснює під час запуску й прогрівання двигуна впорскування у впускний колектор додаткової кількості палива. Термореле встановлюється в блоці циліндрів двигуна та фіксує температуру охолоджуючої рідини. Клапан додаткового повітря забезпечує додаткову порцію повітря під час запуску двигуна, в обхід дросельної заслінки.

Під час вивчення принципу роботи системи K-Jetronic, вказується, що при натисканні педалі акселератора відкривається дросельна заслінка, через яку проходить повітря і

переміщає напірний диск витратоміра повітря. Рух диску через важелі передається на плунжер дозатора-розподільника. Паливна система подає бензин до дозатора-розподільника, від якого плунжер нагнітає паливо до форсунок впорскування. Форсунки постійно впорскують паливо у впускний колектор двигуна, де воно змішується з повітрям і утворюється паливно-повітряна суміш. При відкритті впускних клапанів паливно-повітряна суміш надходить у камери згоряння двигуна.

Після вивчення системи K-Jetronic демонструється відеофільм «Принцип роботи системи K-Jetronic». Після перегляду відеофільму можна сформулювати проблемне запитання: «Як зміниться робота системи K-Jetronic, якщо вийде з ладу пускова форсунка?».

Вивчаючи систему розподіленого впорскування KE-Jetronic, зазначається, що вона є механічною системою безперервного впорскування палива з електронним управлінням якісного складу паливно-повітряної суміші. Система KE-Jetronic побудована на основі системи K-Jetronic, але для реалізації електронного управління впорскуванням в систему додатково включені конструктивні елементи, а саме: електрогідравлічний регулятор тиску, електронний блок управління, мембранний регулятор тиску, витратомір повітря з потенціометричним датчиком, вхідні датчики. Використовуючи мультимедійний проектор, демонструється схема системи розподіленого впорскування KE-Jetronic (рис. 2.21).

Зазначається, що електрогідравлічний регулятор тиску призначений для забезпечення якісного складу паливно-повітряної суміші. Електронний блок управління перетворює електричні сигнали вхідних датчиків у керуючий вплив на виконавчі пристрої: електрогідравлічний регулятор тиску; пускова форсунка; клапан додаткового повітря; клапан системи уловлювання парів бензину.

Ставиться запитання: «Як підтримується необхідний робочий тиск в дозаторі-розподільнику?»

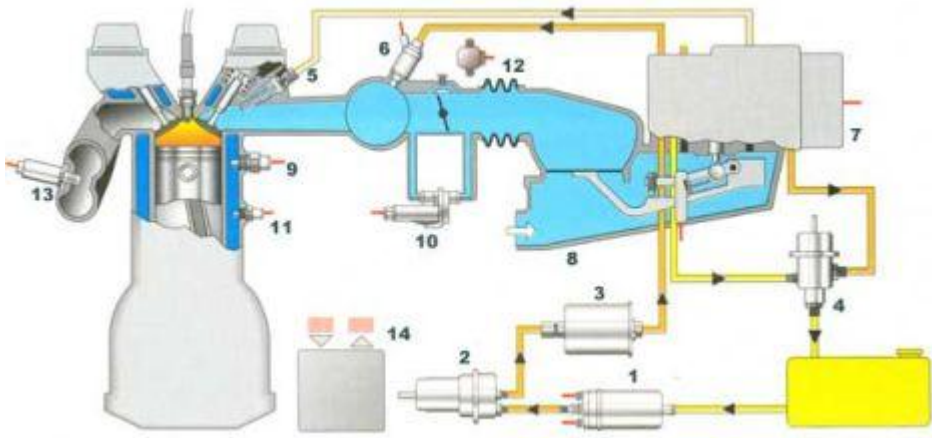


Рис. 2.21. Схема системи впорскування KE-Jetronic

1 – паливний насос; 2 – акумулятор палива; 3 – паливний фільтр; 4 – регулятор тиску; 5 – форсунка впорскування; 6 – пускова форсунка; 7 – дозатор палива; 8 – витратомір повітря; 9 – термореле; 10 – клапан додаткового повітря; 11 – датчик температури охолоджуючої рідини; 12 – потенціометр дросельної заслінки; 13 – кисневий датчик (лямбда-зонд); 14 – електронний блок управління

В процесі обговорення з'ясовується, що для цього призначений мембранний регулятор тиску. Витратомір повітря забезпечує кількісне регулювання складу паливно-повітряної суміші. Вхідні датчики фіксують поточний стан роботи двигуна. На різних типах двигунів може встановлюватися від 4 до 11 вхідних датчиків: датчик температури охолоджуючої рідини; датчик положення дросельної заслінки; датчик навантаження двигуна (потенціометр витратоміра); датчик частоти обертання колінчастого валу двигуна; датчик концентрації кисню; датчик висоти над рівнем моря; датчик включення автоматичної коробки передач; датчик режиму холостого ходу.

Принцип роботи системи KE-Jetronic вивчається на різних режимах роботи за схемою (рис. 2.22).



Рис. 2.22. Принцип роботи системи KE-Jetronic

Наголошується, що при запуску холодного двигуна для швидкого прогрівання і стійкої роботи, система сприяє утворенню збагаченої паливно-повітряної суміші. При постійній частоті обертання колінчастого валу двигуна електрогідравлічний регулятор тиску не працює (біметалічна пластина з клапаном знаходиться в середньому положенні). Під час різкого відкриття дросельної заслінки відбувається збагачення паливно-повітряної суміші, система розглядає різке відкриття заслінки як потребу в максимальній потужності. Під час гальмування двигуном утворюється збіднена паливно-повітряна суміш. За командою електронного блоку управління, клапан електрогідравлічного регулятора відкривається, підірний тиск в нижніх камерах диференціальних клапанів збільшується, обсяг верхніх камер диференціальних клапанів зменшується, подача пального до форсунок зменшується, а суміш збіднюється. При температурі нижче 10°C спрацьовує пускова форсунка і клапан додаткового повітря.

Можна продемонструвати відеофільм «Принцип роботи системи KE-Jetronic» та поставити проблемне запитання: «Яке

призначення датчика висоти над рівнем моря, який встановлюється в системі KE-Jetronic?»

Під час вивчення системи L-Jetronic вказується, що в пальне подається у впускний колектор не через одну центральну форсунку, а через декілька форсунок, число яких дорівнює числу циліндрів двигуна. Такі системи позначаються індексом L (від німецького слова Lade – точна порція, заряд), що вказує на відміряне по кількості пального переривчасте та розподілене по циліндрах впорскування бензину. Для реалізації такого способу впорскування необхідне застосування електрокерованих форсунок, тривалість відкритого стану яких визначається тривалістю електроімпульсу керування. Це дозволяє точно та швидко корегувати якість паливно-повітряної суміші, яка подається в циліндри при різних режимах роботи двигуна. Найбільш типовим представником систем цієї групи є система L-Jetronic фірми Bosch.

Наголошується, що система L-Jetronic працює на кожний циліндр окремо і додатково обладнана пусковою форсункою та потенціометричним витратоміром повітря з повітряною демпферною камерою і датчиком температури вхідного повітря, вимикачем бензонасосу та з обвідним повітряним каналом, який працює під час прогрівання двигуна. Щоб забезпечити імпульсне впорскування пального, в системі застосовуються форсунки з електромагнітним керуванням. Будова системи впорскування L-Jetronic така: розподільна магістраль, форсунки впорскування, регулятор тиску палива, електронний блок управління, витратомір повітря з потенціометричним датчиком, пускова форсунка, клапан додаткового повітря, вхідні датчики. За допомогою мультимедійного проектора проектується схема системи впорскування L-Jetronic (рис. 2.23).

Звертається увага, що розподільна магістраль призначена для розподілу палива у форсунках впорскування. Регулятор тиску палива підтримує постійний тиск в розподільчій магістралі системи та для усунення пульсацій палива, що

виникають при роботі форсунок впорскування. Електронний блок управління приймає сигнали від вхідних датчиків і перетворює їх у керуючі впливи на виконавчі пристрої: форсунки впорскування; пускову форсунку; клапан додаткового повітря.

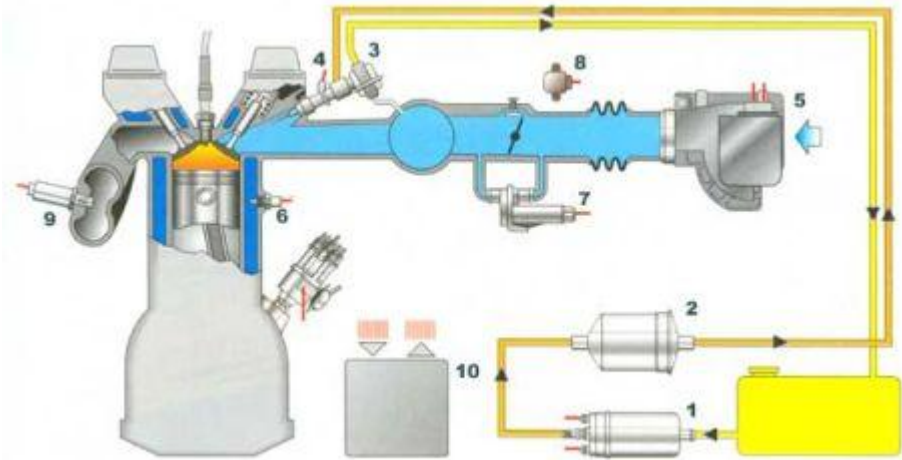


Рис. 2.23. Схема системи впорскування L-Jetronic

1 – паливний насос; 2 – паливний фільтр; 3 – регулятор тиску палива; 4 – форсунка впорскування; 5 – витратомір повітря; 6 – термореле; 7 – клапан додаткового повітря; 8 – потенціометр дросельної заслінки; 9 – кисневий датчик (лямбда-зонд); 10 – електронний блок управління

Ставиться запитання: «Яке призначення клапану додаткового повітря?» Вислухавши міркування учнів зазначається, що він встановлений в повітряному каналі, паралельно дросельній заслінці і підводить до двигуна додаткове повітря під час холодного пуску й прогрівання двигуна, що призводить до збільшення частоти обертання колінчастого валу. Для прискорення прогріву використовуються підвищені оберти холостого ходу (більше 1000 об/хв).

Наголошується, що основним параметром, що визначає дозування палива, є обсяг всмоктуваного повітря, що вимірюється витратоміром повітря. Впускний повітряний потік відхиляє напірну вимірювальну заслінку витратоміру повітря, долаючи зусилля пружини, на певний кут, який перетворюється в електричну напругу за допомогою потенціометра. Відповідний електричний сигнал передається на блок електронного управління, який визначає необхідну кількість палива в даний момент роботи двигуна і видає на електромагнітні клапани робочих форсунок імпульси часу подачі палива. Незалежно від положення впускних клапанів, форсунки впорскують паливо за один або два оберти колінчастого валу двигуна (за цикл, за два такти). Для полегшення пуску холодного двигуна застосовується електромагнітна пускова форсунка, яка впорскує додаткову кількість палива, тривалість її відкриття змінюється в залежності від температури охолоджуючої рідини, що визначає термореле і датчик температури охолоджуючої рідини. В системі передбачене механічне регулювання кількості і якості паливно-повітряної суміші на холостому ході за рахунок відповідних гвинтів. Фіксують параметри роботи двигуна і перетворюють їх в електричні сигнали такі вхідні датчики: датчик температури повітря; потенціометр витратоміру повітря; датчик положення дросельної заслінки; датчик висоти над рівнем моря; датчик-розподільник запалювання; датчик температури охолоджуючої рідини; термореле.

Під час вивчення принципу роботи системи L-Jetronic, зазначається, що паливна система забезпечує подачу бензину до розподільчої магістралі, від якої надходить до форсунок впорскування. Вхідні датчики фіксують температуру, тиск і об'єм повітря, що поступає, температуру, частоту обертання і навантаження двигуна. Сигнали від датчиків надходять в електронний блок управління. Під час пуску двигуна, його прогріванні та під час роботи з максимальним навантаженням система забезпечує утворення збагаченої паливно-повітряної

суміші. При температурі нижче 10°C для створення збагаченої паливно-повітряної суміші використовується пускова форсунка і клапан додаткового повітря.

Перегляд відеофільму «Принцип роботи системи L-Jetronic» сприяє постановці проблемного запитання: «Як відбувається впорскування пального, якщо в даний момент впускний клапан закритий?»

Під час вивчення системи безпосереднього впорскування пального, наголошується, що вона є найсучаснішою системою впорскування палива бензинових двигунів. Робота системи заснована на впорскуванні палива безпосередньо в камеру згоряння двигуна. Використання даної системи економить пальне до 15% та зменшує викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Система безпосереднього впорскування являє собою контур високого тиску паливної системи двигуна, її будова така: паливний насос високого тиску, регулятор тиску палива, паливна рампа, запобіжний клапан, датчик високого тиску, форсунки впорскування, блок управління двигуном, вхідні датчики. Використовуючи мультимедійний проектор демонструється схема системи безпосереднього впорскування палива (рис. 2.24).

Зазначається, що паливний насос високого тиску служить для подачі палива до форсунок впорскування під високим тиском (3-11 МПА) відповідно до потреб двигуна. Основу конструкції насоса становить один або кілька плунжерів. Насос приводиться в дію від впускного розподільного валу двигуна. Регулятор тиску палива забезпечує дозовану подачу пального насосом до відповідної форсунки. Паливна рампа призначена для розподілу палива по форсунках впорскування і запобігання пульсації палива в контурі. Запобіжний клапан захищає елементи системи впорскування від граничних тисків, що виникають при температурному розширенні палива.



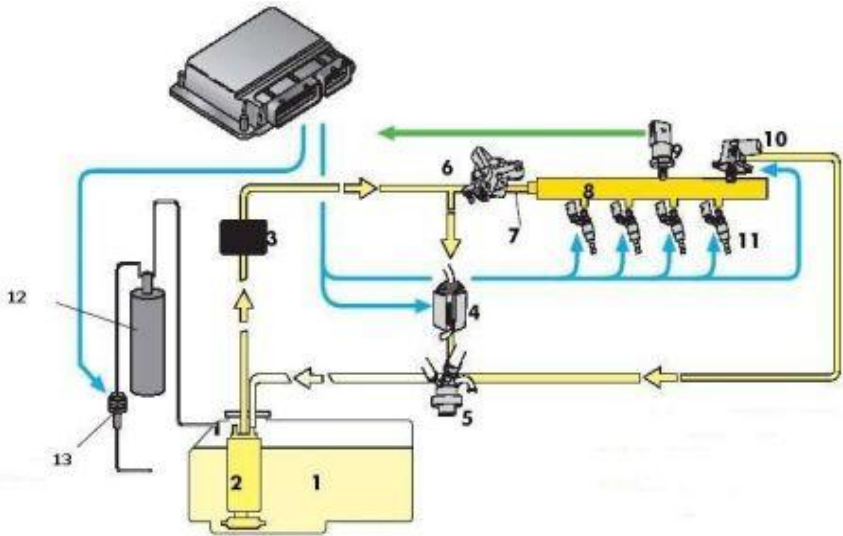


Рис. 2.24. Схема системи безпосереднього впорскування  
 1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 –  
 перепускний клапан; 5 – регулятор тиску палива; 6 – паливний насос  
 високого тиску; 7 – трубопровід високого тиску; 8 – розподільний  
 трубопровід; 9 – датчик високого тиску; 10 – запобіжний клапан; 11 –  
 форсунки впорскування; 12 – адсорбер; 13 – електромагнітний  
 запірний клапан продувки адсорбера

Пояснюється, що датчик високого тиску палива призначений для вимірювання тиску палива. Він застосовується для управління в системі безпосереднього впорскування бензинових двигунів та системі впорскування Common Rail дизельних двигунів і встановлюється в паливній рампі. Застосування датчика, забезпечує підтримку заданого тиску в системі впорскування та має велике значення для реалізації номінальної потужності, зниження шкідливих викидів і рівня шуму при роботі двигуна. У деяких конструкціях системи безпосереднього впорскування встановлюється два датчики тиску палива, один – в контурі високого тиску, інший – в контурі низького тиску і називаються – датчик високого тиску палива та

датчик низького тиску палива. Основу датчика складає сенсорний елемент, який об'єднує сталеву мембрану і тензорезистори. Товщина сталеві мембрани відповідає вимірюваному тиску (чим товща мембрана, тим більший тиск). Тензорезистори перетворюють деформацію сталеві мембрани в зміну електричного опору. Ставиться запитання: «Як працює датчик тиску палива?» В ході логічних міркувань учнів з'ясовується, що через штуцер паливо потрапляє до сталеві мембрани, яка прогинається пропорційно величині тиску. Відповідно змінюється величина опору тензорезисторів. Вхідна напруга датчика при цьому може змінюватися в межах 0-80 мВ. За допомогою підсилювача, значення напруги збільшується до 0-5 В і подається на електронний блок управління. Блок управління, відповідно до закладеної програми, оцінює поточне значення тиску палива. У разі відхилення тиску палива від заданої величини, спрацьовує регулюючий клапан в паливній рампі.

Звертається увага, що система впорскування об'єднана з системою запалювання і становить об'єднану систему впорскування і запалювання (Motronic). Тому вхідні датчики застосовуються з системи запалювання. Блок управління двигуном, в сукупності з вхідними датчиками, утворюють систему управління двигуном.

Вивчення принципу роботи системи безпосереднього впорскування проводиться за схемою (рис. 2.25).

Учням ставиться запитання: «Що являє собою стехіометричне сумішоутворення?» Вислухавши їх міркування, вказується, що для згоряння пального потрібне повітря, тому його змішується з паливом стільки, скільки необхідно для повного згорання. Така кількість повітря називається стехіометричною.

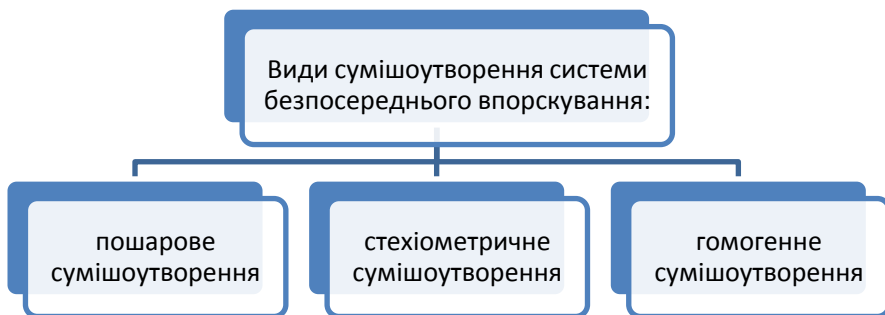


Рис. 2.25. Види сумішоутворення системи безпосереднього впорскування

Наприклад, для бензину оптимальний (теоретично) склад паливної суміші виражається співвідношенням 14,7:1, тобто на 1 грам бензину потрібно 14,7 грама повітря. Суміш, в якій повітря більше, ніж потрібно, називається «бідною», а та, в якій повітря менше (тобто більше палива) називається «багатою». Занадто бідну суміш не завжди вдається підпалити, при роботі на багатій суміші незгоріле паливо марно «вилітає в трубу» і зростає викид чадного газу.

На бідній гомогенній суміші двигун працює в проміжних режимах, це робота двигуна на «надбідних» сумішах та при малих навантаженнях: при спокійній міській їзді та замиському русі зі швидкістю до 120 км/год. У цьому випадку паливо подається в циліндр, практично як в дизелі, – наприкінці такту стиснення. Паливо впорскується компактним факелом і, змішуючись з повітрям, прямує сферичною виїмкою поршня. В результаті, найбільш збагачена паливом хмара виявляється безпосередньо біля свічки запалювання і добре запалюється, підпалюючи потім «бідну» суміш. В результаті двигун працює стійко навіть при загальному співвідношенні повітря і палива в циліндрі 40:1.

Робота на стехіометричній суміші використовується при інтенсивній міській їзді, високошвидкісному замиському русі і обгонах. При стехіометричному складі суміші під час запалювання проблем не виникає. Оскільки, бажано підвищити ступінь стиснення, то важливо не допустити детонації. Ставиться проблемне запитання: «Які шляхи уникнення детонації?» Вислухавши міркування, зазначається, що впорскування палива здійснюється в процесі такту впуску, паливо впорскується конічним факелом, розпорошується по всьому циліндру і, випаровуючись, охолоджує при цьому повітря в циліндрі, а завдяки охолодженню знижується ймовірність детонації.

Наголошується, що пошарове сумішоутворення використовується при роботі двигуна, коли водій, рухаючись на малих обертах, різко натискає педаль акселератора. Якщо двигун працює на малих обертах, а в нього раптом подається збагачена суміш, існує ймовірність детонації. Тому впорскування здійснюється в два етапи. Невелика кількість палива впорскується в циліндр на такті впускання і охолоджує повітря в циліндрі. При цьому циліндр заповнюється «надбідною» сумішшю (приблизно 60:1), в якій детонаційні процеси не відбуваються. В кінці такту стиснення, подається компактний струмінь палива, який доводить співвідношення повітря та палива в циліндрі до «багатого» 12:1, а на «підготовку» детонації, часу не залишається.

Пояснивши теоретичний матеріал, демонструються відеофільми «Принцип роботи системи безпосереднього впорскування палива» та «Можливі несправності форсунок».

Наголошується, що система впорскування Common Rail є сучасною системою впорскування палива дизельних двигунів. Робота системи Common Rail заснована на подачі палива до форсунок від загального акумулятора високого тиску – паливної рампи. Застосування даної системи дозволяє досягти зниження витрати палива, токсичності відпрацьованих газів, рівня шуму

дизельного двигуна. Ця система впорскування конструктивно становить контур високого тиску паливної системи дизельного двигуна. Далі переходять до вивчення будови система Common Rail, а саме: паливний насос високого тиску, клапан дозування палива, регулятор тиску палива (контрольний клапан), паливна рампа, форсунки, паливопроводи. За допомогою мультимедійного проектора демонструється схема системи Common Rail (рис. 2.26).

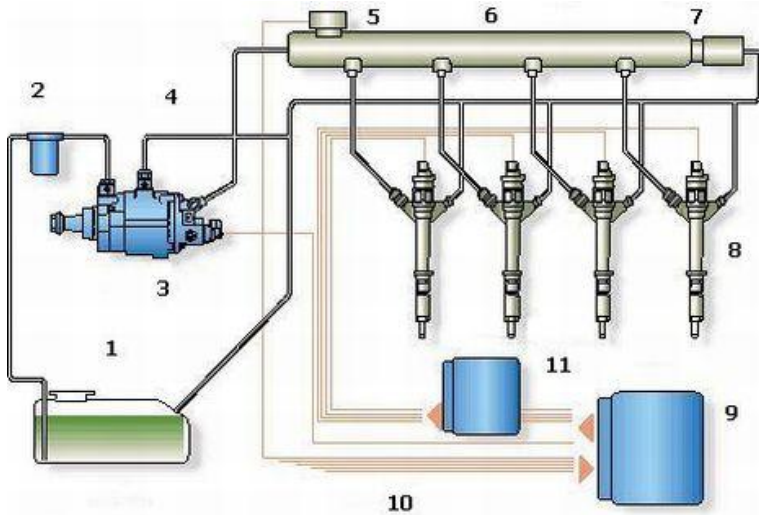


Рис. 2.26. Схема системи впорскування Common Rail

1 – паливний бак; 2 – паливний фільтр; 3 – паливний насос високого тиску; 4 – паливопровід; 5 – датчик тиску палива; 6 – паливна рампа; 7 – регулятор тиску палива; 8 – форсунки; 9 – електронний блок управління; 10 – сигнали від датчиків; 11 – підсилювальний блок (на деяких моделях автомобілів)

Наголошується, що паливний насос високого тиску є одним з основних конструктивних елементів системи впорскування дизельного двигуна. Насос, виконує дві основні функції: нагнітання під тиском певної кількості палива та регулювання

необхідного моменту початку впорскування. З появою акумуляторних систем впорскування регулювати момент впорскування стали форсунки, керовані електронікою. Основу паливного насоса високого тиску складає плунжерна пара, яка об'єднує поршень (плунжер) і циліндр (втулка) невеликого розміру. Використовуючи міжпредметні зв'язки з фізикою та хімією, ставиться проблемне запитання: «З яких матеріалів виготовляється плунжерна пара?» В ході міркувань учнів з'ясовується, що вона виготовляється з високоякісної сталі з високою точністю. Між плунжером і втулкою забезпечується мінімальний зазор – прецизійне сполучення.

Види паливних насосів високого тиску дизельного двигуна вивчаються за схемою (рис. 2.27).



Рис. 2.27. Види паливних насосів високого тиску

Зазначається, що рядний паливний насос високого тиску має плунжерні пари по кількості циліндрів. Плунжерні пари встановлені в корпусі насоса, в якому зроблені канали для підведення і відведення палива. Рух плунжера здійснюється від кулачкового валу, який в свою чергу має привід від колінчастого валу двигуна. Плунжери постійно притискаються до кулачків за допомогою пружин. Розподільні паливні насоси високого тиску, на відміну від рядного паливного насоса високого тиску, мають один або два плунжери, які обслуговують всі циліндри двигуна. Розподільні насоси мають меншу масу і габарити та забезпечують більшу рівномірність подачі. Відрізняються вони

низькою довговічністю сполучених деталей. Тому дані насоси застосовуються на двигунах легкових автомобілів. Магістральний паливний насос високого тиску використовується в акумуляторній системі впорскування пального Common Rail, виконуючи функцію нагнітання палива в паливну рампу.

Пояснивши матеріал, демонструється відеофільм «Принцип роботи паливного насосу високого тиску» та ставиться проблемне запитання: «Як вплине на довговічність паливного насоса закінчення пального?»

Під час вивчення клапану дозування палива, вказується, що він регулює кількість палива, яке подається до паливного насоса високого тиску в залежності від потреби двигуна. Клапан з'єднаний з паливним насосом високого тиску. Регулятор тиску палива призначений для управління тиском палива в системі.

Управління роботою системи впорскування Common Rail забезпечує система управління двигуном, будову якої вивчають за схемою (рис. 2.28).



Рис. 2.28. Будова системи управління двигуном системи впорскування Common Rail

На завершення, розглядається принцип роботи системи впорскування Common Rail, яка на підставі сигналів, що надходять від датчиків, визначає необхідну кількість палива. У паливний насос високого тиску, необхідна кількість палива, подається за рахунок управління клапану дозування пального. Насос накачує паливо в паливну рампу, де воно перебуває під певним тиском, що забезпечується регулятором тиску палива. У потрібний момент блок керування двигуном дає команду відповідним форсункам на початок впорскування і забезпечує певну тривалість відкриття клапану форсунки. При необхідності блок керування двигуном коригує параметри роботи системи впорскування.

Вивчення теоретичного матеріалу підкріплюється демонстрацією відеофільму «Принцип роботи системи впорскування Common Rail» та ставиться проблемне запитання: «Як полегшити запуск двигуна взимку?»

Вивчення принципу роботи системи впорскування насос-форсунками вноситься на самостійне опрацювання, наголосивши, що ця система є сучасною системою впорскування палива дизельних двигунів. На відміну від системи впорскування Common Rail, в даній системі функції створення високого тиску і впорскування палива об'єднані в одному пристрої – насос-форсунці, яка становить однойменну систему впорскування. Застосування насос-форсунок дозволяє підвищити потужність двигуна, знизити витрату палива, викиди шкідливих речовин, а також рівень шуму. Самостійне опрацювання проводиться за таким планом:

1. Будова насос-форсунки.
2. Принцип роботи насос-форсунки.

Пояснюється, що форсунки є елементом системи впорскування та призначені для дозованої подачі палива, його розпилювання в камері згоряння (впускному колекторі) та утворення паливно-повітряної суміші. Форсунка використовується в системах впорскування як бензинових, так і



дизельних двигунів. Залежно від способу здійснення впорскування розрізняють види форсунок, які вивчаються за схемою:

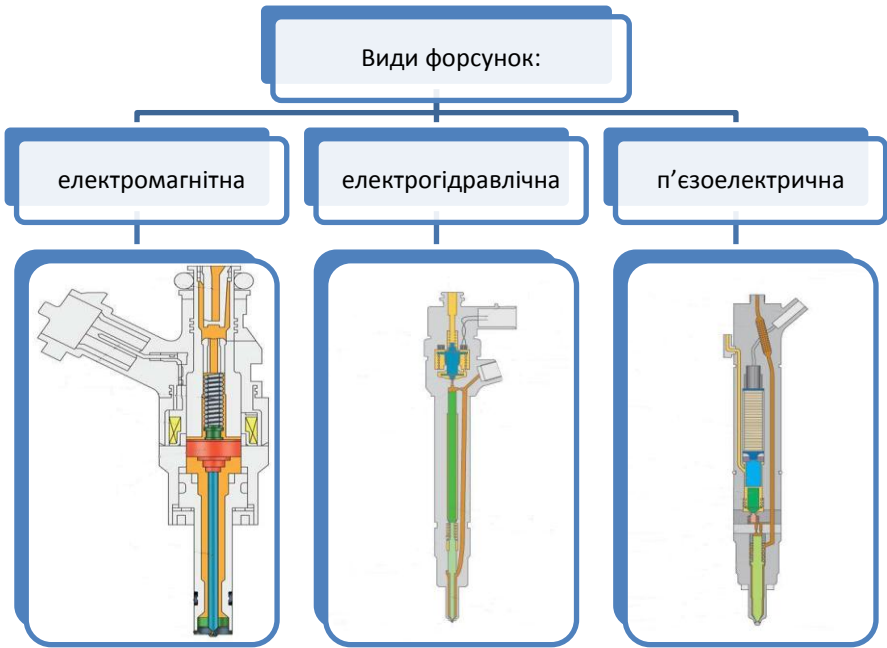


Рис. 2.29. Види форсунок залежно від способу здійснення впорскування

Використовуючи мультимедійний проектор демонструється схема електромагнітної форсунки та наголошується, що вона встановлюється на бензинових двигунах, її робота здійснюється так – відповідно до запрограмованого алгоритму, електронний блок управління забезпечує, в потрібний момент, подачу напруги на обмотку збудження клапану. При цьому створюється електромагнітне поле, яке долаючи зусилля пружини, втягує якір з голкою та звільняє сопло. Проводиться впорскування палива. Зі зникненням напруги, пружина повертає голку форсунки на сідло.

Детальне вивчення електрогідравлічної та п'єзоелектричної форсунок виноситься на самостійне опрацювання учням, зазначивши, що електрогідравлічна форсунка використовується на дизельних двигунах, в тому числі обладнаних системою впорскування Common Rail, а її конструкція об'єднує електромагнітний клапан, камеру управління, впускний і зливний дроселі. У роботі п'єзофорсунок використовується гідравлічний принцип, у вихідному положенні голка посаджена на сідло за рахунок високого тиску палива, при подачі електричного сигналу на п'єзоелемент, збільшується його довжина, яка передає зусилля на поршень штовхача, далі відкривається перемикаючий клапан, паливо надходить в зливну магістраль, після чого тиск над голкою падає, а голка, за рахунок тиску в нижній частині, піднімається і відбувається впорскування палива. Самостійне опрацювання проводиться за таким планом:

1. Будова форсунок.
2. Принцип роботи форсунок.
3. Переваги та недоліки форсунок.

Пояснивши матеріал, демонструються відеофільми «Принцип роботи форсунок» та «Правила користування інжекторним двигуном». Відеофільми сприяли постановці проблемного запитання: «Симптоми забруднених форсунок та способи їх очищення?»

По завершенню вивчення теоретичного матеріалу варто виконати лабораторну роботу «Перевірка справності електромагнітної форсунок», яка полягає у вивченні будови форсунок та отриманні практичних навичок по виявленню та усуненню несправностей у електромагнітній форсунці. Виконуючи лабораторну роботу, в учнів розвивається технічне мислення, технічні здібності, відбувається зв'язок теорії з практикою, формуються навички експериментальних досліджень.

### 2.3. Впускна система

Мета: ознайомити учнів з призначенням впускної системи, будовою та принципом роботи дросельної заслінки, турбонадуву, системи зміни фаз газорозподілу та зміни геометрії впускного колектора.

При вивченні цієї теми звертають увагу на: загальні відомості впускної системи; дросельну заслінку; впускний колектор; турбонадув; систему зміни фаз газорозподілу; систему зміни геометрії впускного колектора.

Пояснюють призначення впускної системи, а саме: впуск у двигун необхідної кількості повітря і утворення паливно-повітряної суміші. Вивчаючи тему, доцільно використовувати аналогії між впускною системою та іншими системами за схемою (рис. 2.30).



Рис. 2.30. Взаємодія системи впуску з системами

Далі розглядають будову системи впуску: повітрязабірник, повітряний фільтр, дросельна заслінка, впускний колектор, впускні заслінки (на окремих конструкціях двигунів), сполучні

патрубки. Пояснюючи будову впускної системи, використовують мультимедійний проектор, за допомогою якого демонструється схема впускної системи на прикладі двигуна з безпосереднім впорскуванням палива (рис. 2.31).

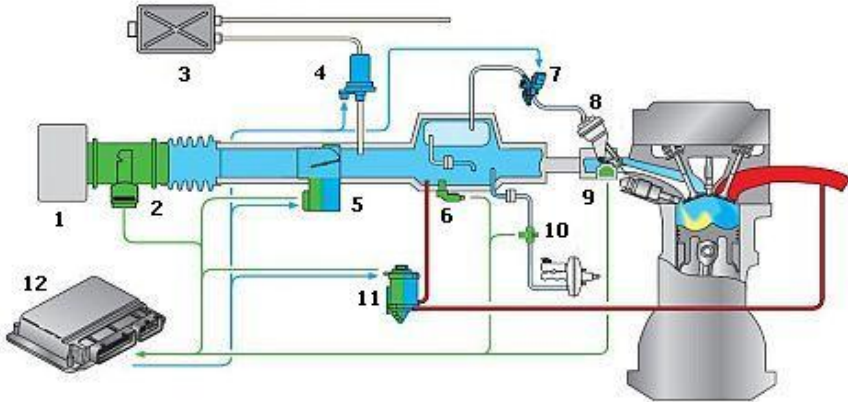


Рис. 2.31. Схема впускної системи

1 – повітряний фільтр; 2 – витратомір повітря; 3 – адсорбер; 4 – запірний клапан системи уловлювання парів бензину; 5 – блок управління дросельною заслінкою; 6 – датчик тиску у впускному колекторі; 7 – клапан управління впускними заслінками; 8 – вакуумний привід впускних заслінок; 9 – датчик положення впускної заслінки; 10 – датчик тиску в магістралі вакуумного підсилювача гальм; 11 – клапан системи рециркуляції відпрацьованих газів; 12 – блок управління системи управління двигуном

Звертається увага на те, що повітрязабірник забезпечує забір повітря з атмосфери і складається з патрубки певної форми та повітряного фільтру, який очищає повітря від механічних частинок.

Наголошується, що дросельна заслінка призначена для регулювання кількості повітря, що надходить у двигун для утворення паливно-повітряної суміші, встановлюється між повітряним фільтром і впускним колектором та по суті є повітряним клапаном. Якщо заслінка відкрита, тиск у впускній

системі відповідає атмосферному, якщо закрита – тиск зменшується до стану вакууму. Вивчаються види приводів дросельної заслінки за схемою (рис. 2.32).



Рис. 2.32. Види приводів дросельних заслінок

Звертають увагу на те, що дросельна заслінка з механічним приводом передбачає зв'язок з педаллю акселератора за допомогою металевого тросу. Елементи дросельної заслінки об'єднані в окремий блок, до якого входять корпус, дросельна заслінка на валу, датчик положення дросельної заслінки, регулятор холостого ходу. Корпус дросельної заслінки входить в систему охолодження двигуна, у якій є патрубки, що забезпечують роботу системи вентиляції картера і системи уловлювання парів бензину.

Для активізації розумової діяльності учнів ставиться проблемне запитання: «Як відбувається стабілізація обертів холостого ходу двигуна?» Після обговорення, вказується, що регулятор холостого ходу підтримує задану частоту обертання колінчастого валу двигуна при закритій дросельній заслінці під час пуску, прогріву та при зміні навантаження під час включення додаткового обладнання. Регулятор холостого ходу є кроковим електродвигуном з підпружиненою конусною голкою. Під час роботи двигуна на холостому ходу, за рахунок зміни

прохідного перерізу додаткового каналу подачі повітря в обхід закритої дросельної заслінки, надходить необхідна кількість повітря для стабільної роботи. Це повітря враховується датчиком масової витрати повітря і, відповідно до його кількості, контролер здійснює подачу палива у двигун через паливні форсунки. За датчиком положення колінчастого валу контролер відстежує кількість обертів двигуна і відповідно до режиму роботи двигуна керує регулятором холостого ходу, додаючи або знижуючи подачу повітря в обхід закритій дросельній заслінці. На прогрітому до робочої температури двигуні контролер підтримує оберти холостого ходу. Якщо ж двигун не прогрітий, контролер за рахунок регулятора холостого ходу збільшує оберти і забезпечує прогрів двигуна на підвищених обертах колінчастого валу. Такий режим роботи двигуна дозволяє починати рух автомобіля відразу, не прогриваючи двигун. Регулятор холостого ходу встановлений на корпусі дросельної заслінки і кріпиться до нього двома гвинтами. Учням пропонують запитання: «Як зміниться робота двигуна, якщо регулятор холостого ходу вийде з ладу?» Роблять висновок, що до несправностей регулятора холостого ходу відносяться: нестійкі оберти двигуна на холостому ходу, мимовільне підвищення або зниження обертів двигуна, зупинка роботи двигуна при вимиканні передач, відсутність підвищених обертів при запуску холодного двигуна, зниження обертів холостого ходу двигуна при включенні навантаження.

Звертають увагу на датчик положення дросельної заслінки, який застосовується для визначення ступеня і швидкості відкриття дросельної заслінки та необхідний у системі для точного дозування палива. Завдяки його сигналу контролер визначає поточне положення дросельної заслінки при зміні швидкості сигналу, спостерігається процес натискання педалі акселератора, що є важливим фактором для точного дозування палива. В режимі запуску двигуна, контролер відстежує кут відхилення дросельної заслінки, якщо заслінка відкрита більше

ніж на 75%, переходить у режим продувки двигуна. Якщо датчик положення дросельної заслінки знаходиться в крайньому положенні, сигнал менше 0,7 В, контролер починає керувати регулятором холостого ходу і здійснювати додаткову подачу повітря в двигун, в обхід закритій дросельній заслінці. Датчик положення дросельної заслінки – це датчик потенціометричного типу, який включає в себе однооборотні змінний і постійний резистори, загальний опір яких близько 8 кОм. На один з крайніх виводів потенціометра подається з контролера напруга 5 В, а інший крайній вивід з'єднаний з масою. Від середнього виводу потенціометра, через резистор, до контролера подається сигнал про поточне положення дросельної заслінки. Значення сигналу з напругою меншою 0,7 В сприймається так як дросельна заслінка повністю закрыта. Якщо напруга більша 4 В, то блок управління показує, що дросельна заслінка відкрита повністю. Датчик положення дросельної заслінки встановлюється на корпусі дросельної заслінки і з'єднується з віссю обертання та кріпиться він двома гвинтами. Вісь дросельної заслінки має спеціальну проточку, яка входить в гніздо датчика положення дросельної заслінки.

По завершенню розгляду датчиків запитують учнів: «Чи зміниться робота двигуна, якщо датчик положення дросельної заслінки вийде з ладу?» Учні часто на це запитання не можуть дати чіткої відповіді, тому треба пояснити сказане зазначаючи, що до несправностей датчика відносяться: нерівномірні оберти двигуна на холостому ходу, зупинка двигуна при різкому скиданні педалі акселератора, обмеження максимальної потужності двигуна, ривки при русі з постійним кутом відкриття дросельної заслінки.

Знову звертаються до схеми видів приводів дросельних заслінок та з'ясовують, що дросельна заслінка з електричним приводом дозволяє досягти оптимальної величини крутного моменту на всіх режимах роботи двигуна. Повідомляють, що між педаллю акселератора і дросельною заслінкою немає

жорсткого зв'язку. Управління дросельною заслінкою здійснюється електронними пристроями. Електроніка в управлінні дросельної заслінкою дозволяє впливати на величину крутного моменту двигуна, навіть тоді, коли водій не натискає на педаль акселератора. Система включає вхідні датчики, блок керування двигуном і виконавчий пристрій. В системі управління використовуються: датчик положення педалі акселератора; вимикач положення педалі зчеплення; вимикач положення педалі гальма та сигнали від автоматичної коробки передач, гальмівної системи.

Підкреслюють, що датчик положення педалі акселератора контролює кутове положення педалі та посилає відповідну інформацію в електронний блок управління, в якому формуються команди виконавчого механізму на електродвигун дросельної заслінки або модуль управління акселератором, який розташований на корпусі дросельної заслінки або всередині її. Електродвигун дросельної заслінки відкриває і закриває її прямопропорційно куту натискання педалі акселератора. Датчик педалі акселератора складається з двох однакових змінних резисторів. Для забезпечення надійності роботи системи, в електронний блок управління надходить одночасно два однакові сигнали, які порівнюються між собою. Електронний блок управління приймає «рішення», про те що покази датчика достовірні. На підставі цих даних формуються сигнали на управління дроселем. Якщо сигнали не збігаються або один сигнал від датчика відсутній, в пам'ять блоку управління заноситься відповідний код помилки і блок переходить в аварійний режим. Для з'ясування, як засвоїли учні новий матеріал, ставиться проблемне запитання: «Чи зміниться робота двигуна, якщо датчик положення педалі акселератора вийде з ладу?» Вислухавши міркування учнів пояснюють, що при несправностях датчика автомобіль може їхати зі швидкістю до 40 км/год або не реагувати на педаль акселератора. Датчик розташований на педалі акселератора, до нього підключений



роз'єм з 6 дротами. На два дроти подається опорна напруга 5 В, два дроти підключені на масу електронного блоку управління, 2 дроти – сигнальні. Датчик не ремонтується, а при несправності замінюється на новий.

Використовуючи мультимедійний проектор та наочність пояснюють будову модуля дросельної заслінки з електричним приводом (рис. 2.33), який складається з корпусу, дросельної заслінки, електродвигуна, редуктора, поворотного пружинного механізму і датчиків положення дросельної заслінки.

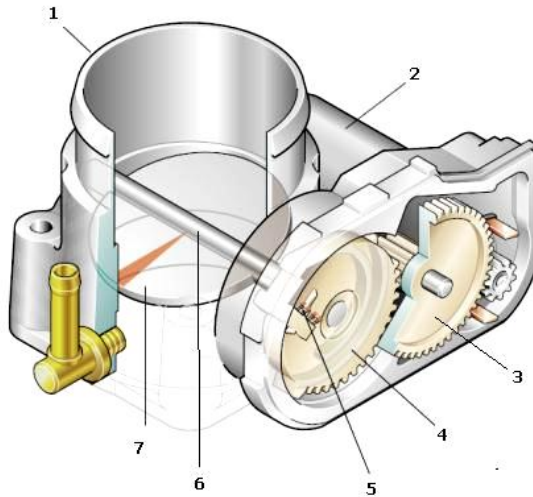


Рис. 2.33. Схема дросельної заслінки з електричним приводом

1 – корпус; 2 – електродвигун; 3 – двоступінчастий циліндричний редуктор; 4 – пружинний зворотний механізм; 5 – датчик положення дросельної заслінки; 6 – вал дросельної заслінки; 7 – дросельна заслінка.

Для підвищення надійності в модулі встановлюється два датчики положення дросельної заслінки. Блок управління

двигуном сприймає сигнали від датчиків і перетворює їх у керуючі впливи на модуль дросельної заслінки.

Слід звернути увагу учнів на те, що на двигунах з безпосереднім вприскуванням палива крім дросельної заслінки, встановлюються впускні заслінки. Необхідно з'ясувати їх призначення? Під час обговорення наголошують, що впускні заслінки забезпечують процес сумішоутворення за рахунок розділення повітря на два впускних канали.

Роботу впускної системи забезпечує система управління двигуном. Конструктивні елементи системи управління двигуном, які використовуються в роботі системи впуску, можна розділити на три групи за схемою (рис. 2.34).



Рис. 2.34. Групи конструктивних елементів системи управління двигуном

Наголошується, що до впускної системи двигуна з безпосереднім вприскуванням палива входять такі датчики: витратомір повітря, датчик температури повітря на впуску,

датчик положення дросельної заслінки, датчик тиску у впускному колекторі, датчик положення впускної заслінки, датчик положення клапана рециркуляції, датчик тиску в магістралі вакуумного підсилювача гальм. Витратомір повітря і датчик температури повітря на впуску служать для визначення навантаження на двигун. На сучасних моделях двигунів витратомір повітря не встановлюється. Величина навантаження двигуна визначається за допомогою датчика температури повітря на впуску і додаткового датчика атмосферного тиску. Датчик тиску у впускному колекторі використовується для забезпечення роботи системи рециркуляції відпрацьованих газів для розрахунку кількості газів, що перепускаються. Інші датчики забезпечують роботу відповідних систем.

Треба також з'ясувати, що роботою впускної системи керують такі виконавчі пристрої: блок управління дросельною заслінкою, електродвигун приводу впускних заслінок або клапан управління вакуумним приводом заслінок (на двигуні з безпосереднім вприскуванням палива), запірний клапан системи уловлювання парів бензину, електромагнітний клапан системи рециркуляції відпрацьованих газів. Виконавчі пристрої активує блок керування двигуном.

Під час вивчення турбонадуву, наголошують, що він використовується для поліпшення наповнення циліндрів повітрям, підвищення потужності в конструкції системи впуску сучасних бензинових і дизельних двигунів. Це найбільш ефективна система підвищення потужності двигуна без збільшення частоти обертання колінчастого валу і об'єму циліндрів. Необхідно з'ясувати переваги застосування турбонадуву. Уточнюються відповіді учнів та вказується, що турбонадув забезпечує економію палива в розрахунку на одиницю потужності і зниження токсичності відпрацьованих газів за рахунок більш повного згоряння палива. Система турбонадуву застосовується на бензинових і дизельних двигунах, найбільш ефективний турбонадув на дизельних

двигунах, внаслідок високого ступеня стиснення двигуна і відносно невисокої частоти обертання колінчастого валу. Ставиться проблемне запитання: «Чому турбонадув не встановлюється на серійних бензинових двигунах?» Обговоривши з учнями проблемне запитання, наголошують, що стримуючим фактором застосування турбонадуву на бензинових двигунах є можливість виникнення детонації, яка пов'язана з різким збільшенням частоти обертання двигуна, а також висока температура відпрацьованих газів (1000°C проти 600°C у дизельних двигунах) і сильний нагрів турбонадуву.

Вивчаючи конструкцію турбонадуву вказують, що особливістю його будови є наявність турбоагнітача, інтеркулера і нових конструктивних елементів управління, які розглядаються, використовуючи мультимедійний проектор за схемою (рис. 2.35).

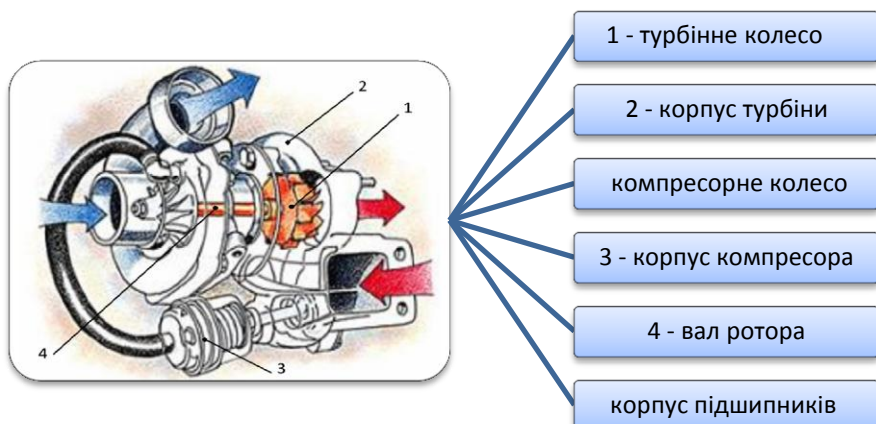


Рис. 2.35. Будова турбонадуву

Пояснюють, що турбінне колесо сприймає енергію відпрацьованих газів та обертається в корпусі спеціальної форми. Турбінне колесо і корпус турбіни виготовляються з жаростійких матеріалів (сплави, кераміка). Компресорне колесо

всмоктує повітря, стискає і нагнітає його в циліндри двигуна та обертається в спеціальному корпусі. Турбінне і компресорне колеса жорстко закріплені на валу ротора. Вал обертається в підшипниках ковзання плаваючого типу, тобто мають зазор з боку корпусу і валу. Підшипники змащуються моторним мастилом системи мащення двигуна, яке подається по каналах в корпусі підшипників. Для герметизації мастила, на валу встановлені ущільнювальні кільця. У деяких конструкціях бензинових двигунів, для покращення охолодження, додатково до мастила застосовується рідинне охолодження турбонагнітачів. Корпус підшипників турбонагнітача включений у двоконтурну систему охолодження двигуна. Перед учнями ставиться запитання: «Яке призначення інтеркулера?» В процесі міркувань учнів з'ясовується, що він призначений для охолодження стисненого повітря. За рахунок охолодження стисненого повітря збільшується його густина і збільшується тиск. Інтеркулер являє собою радіатор повітряного або рідинного типу. Основним елементом управління системи турбонадуву є перепускний клапан, який обмежує енергію відпрацьованих газів, направляючи їх частину в обхід турбінного колеса та забезпечуючи оптимальний тиск надуву. Клапан має пневматичний або електричний привід. Спрацювання перепускного клапану проводиться на основі сигналів датчика тиску надуву системою управління двигуном.

Вивчивши будову та принцип роботи турбонадуву демонструється відеофільм «Принцип роботи турбонабуву». Перегляд відеофільму сприяв постановці проблемного запитання: «Які причини виходу турбіни з ладу?»

Під час вивчення системи зміни фаз газорозподілу, вказується, що вона призначена для регулювання параметрів роботи газорозподільного механізму в залежності від режимів роботи двигуна та ставиться перед учнями проблемне запитання: «Що забезпечує застосування даної системи?» Вислухавши міркування учнів наголошується, що система забезпечує

підвищення потужності й крутного моменту двигуна, паливну економічність і зниження шкідливих викидів. Далі розглядаються регульовані параметри роботи газорозподільного механізму за схемою (рис. 2.36).



Рис. 2.36. Регульовані параметри роботи газорозподільного механізму

Зазначається, що параметри у сукупності становлять фази газорозподілу – тривалість тактів впуску і випуску, виражену кутом повороту колінчастого валу відносно «мертвих» точок. Фаза газорозподілу визначається формою кулачка розподільного валу, що впливає на клапан.

Наголошується, що залежно від регульованих параметрів роботи газорозподільного механізму є декілька способів змінювання фаз газорозподілу, які розглядаються за схемою (рис. 2.37).

Пояснюється, що найбільш поширеними є системи зміни фаз газорозподілу, що використовують поворот розподільного валу, а принцип роботи цих систем заснований на повороті розподільного валу по ходу обертання, за рахунок чого досягається раннє відкриття клапанів у порівнянні з вихідним положенням.

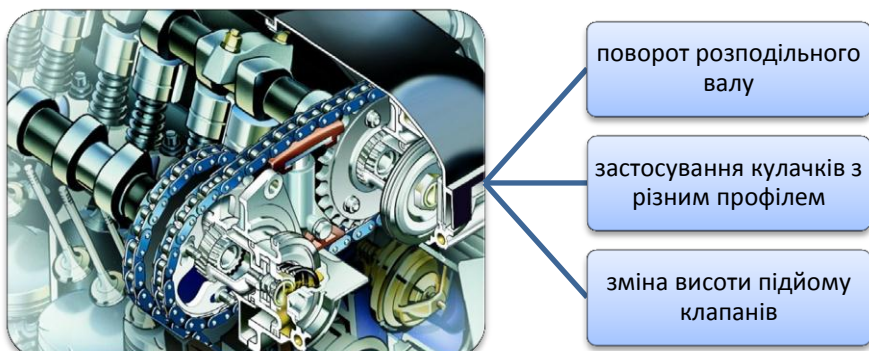


Рис. 2.37. Способи змінювання фаз газорозподілу

Вивчення будови системи зміни фаз газорозподілу даного типу проводиться за схемою (рис. 2.38).



Рис. 2.38. Пристрої системи зміни фаз газорозподілу

Використовуючи мультимедійний проектор розглядають гідромурфту, яка здійснює поворот розподільного валу. Вона складається з ротора, сполученого з розподільним валом, корпусу, яким виступає шків приводу розподільного валу. Між ротором і корпусом є порожнини, до яких по каналах підводиться моторне мастило. Заповнення тієї чи іншої порожнини мастилом, забезпечує поворот ротора відносно корпусу і відповідно поворот розподільного валу на певний кут.

Система управління забезпечує автоматичне регулювання роботи гідрокерованої муфти. Вона включає входні датчики, електронний блок управління і виконавчі пристрої. У роботі системи управління використовуються датчики Холла, які оцінюють положення розподільних валів та інші датчики системи управління двигуном: частоти обертання колінчастого валу, температури охолоджуючої рідини, витратомір повітря.

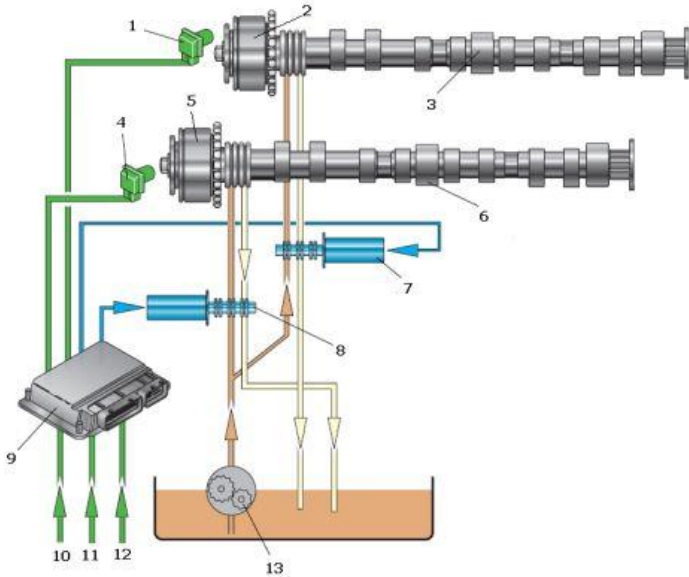


Рис. 2.39. Схема системи автоматичної зміни фаз газорозподілу

1 – датчик Холла впускного розподільного валу; 2 – гідрокерована муфта впускного валу; 3 – впускний розподільний вал; 4 – датчик Холла випускного розподільного валу; 5 – гідрокерована муфта випускного валу; 6 – випускний розподільний вал; 7 – електрогідравлічний розподільник впускного валу (електромагнітний клапан); 8 – електрогідравлічний розподільник випускного валу (електромагнітний клапан); 9 – блок керування двигуном; 10 – сигнал від датчика температури охолоджуючої рідини; 11 – сигнал витратоміра повітря; 12 – сигнал датчика частоти обертання колінчастого валу двигуна; 13 – масляний насос



В системі застосування кулачків з різним профілем, розподільний вал має два малих та один великий кулачок. Малі кулачки через відповідні коромисла (рокери) з'єднані з парою впускних клапанів. Великий кулачок переміщує вільне коромисло. Система управління забезпечує перемикання з одного режиму роботи на інший, шляхом спрацьовування блокуючого механізму, який має гідравлічний привід. При низьких обертах двигуна (малому навантаженні), робота впускних клапанів проводиться від малих кулачків, при цьому фази газорозподілу характеризуються малою тривалістю. При досягненні двигуна обертів певного значення, система управління приводить в дію блокуючий механізм. Коромисла малих і великого кулачків з'єднуються за допомогою стопорного штифта в одне ціле, а зусилля на впускні клапани передається від великого кулачка.

В системі зміни висоти підйому клапанів забезпечується складна кінематична схема, в якій традиційний зв'язок кулачок-коромисло-клапан доповнений ексцентриковим валом і проміжним важелем. Ексцентриковий вал обертається від електродвигуна через черв'ячну передачу. Обертання ексцентрикового валу змінює положення проміжного важеля, який, створює рух коромисла і переміщення клапана. Зміна висоти підйому клапана здійснюється безперервно, в залежності від режимів роботи двигуна.

Для закріплення вивченого матеріалу системи зміни фаз газорозподілу демонструється відеофільм «Принцип роботи системи зміни фаз газорозподілу».

Під час вивчення системи зміни геометрії впускного колектора, наголошується, що вона є однією із ефективних технологій підвищення потужності двигуна, економії палива, зниження токсичності відпрацьованих газів та переходять до способів зміни геометрії впускного колектора, за схемою (рис.2.40).



Рис. 2.40. Способи зміни геометрії впускного колектора

Пояснюють, що зміна геометрії впускного колектора на одному двигуні здійснюється одночасно двома способами. Впускний колектор змінної довжини застосовується в атмосферних бензинових і дизельних двигунах для забезпечення кращого наповнення камери згоряння повітрям у всьому діапазоні обертів двигуна. Формулюється проблемне запитання: «Яка має бути довжина впускного колектора при низьких та високих обертах двигуна?» В процесі міркувань учнів з'ясовується, що на низьких обертах, двигуну потрібно досягти максимального крутного моменту як можна швидше, тому використовується довгий впускний колектор. Високі оберти виводять двигун на максимальну потужність при короткому впускному колекторі.

Використовуючи мультимедійний проектор, розглядається робота впускного колектора змінної довжини, наголошується, що при закритті впускних клапанів у впускному колекторі залишається частина повітря, яка створює коливання з частотою, пропорційною довжині колектора і обертам двигуна. У відповідний момент коливання повітря входить в резонанс, досягається ефект нагнітання – так званий резонансний надув. При відкритті впускних клапанів повітряна суміш в камери згоряння нагнітається під великим тиском. Впускний колектор змінного перерізу застосовується на бензинових і дизельних

двигунах, в тому числі обладнаних наддувом. При зменшенні поперечного перерізу каналів впускного колектора досягається збільшення швидкості повітряного потоку, краще сумішоутворення і забезпечується повне згоряння паливно-повітряної суміші, зниження токсичності відпрацьованих газів. В системі впускний канал до кожного циліндра розділений на два канали (окремий канал на кожен впускний клапан), один з яких перекритий заслінкою. Привід заслінки здійснює вакуумний регулятор або електродвигун, який є виконавчим пристроєм системи управління двигуном.

Після пояснення демонструється відеофільм «Принцип роботи системи зміни геометрії впускного колектора».

Завершується вивчення впускної системи розглядом принципу її роботи, який заснований на різниці тисків у циліндрі двигуна й атмосфері, що виникає на такті впускання. Кількість повітря, що поступає при цьому, пропорційна об'єму циліндра. Кількість повітря, що надходить, регулюється положенням дросельної заслінки в залежності від режиму роботи двигуна. У двигунах, з безпосереднім вприскуванням пального крім дросельної заслінки працюють впускні заслінки. Спільна робота дросельної і впускних заслінок забезпечує декілька видів сумішоутворення, які розглядаються за схемою (рис. 2.41).

Вказується, що пошарове сумішоутворення використовується під час роботи двигуна на малих і середніх обертах і навантаженнях, при цьому дросельна заслінка тривалий час відкрита повністю. Заслінка прикривається для забезпечення розрідження, необхідного в роботі системи уловлювання парів бензину (продування адсорбера), системи рециркуляції відпрацьованих газів (перепуск відпрацьованих газів у впускний колектор) і вакуумного підсилювача гальм (створення необхідного розрідження), впускні заслінки закриті. На бідній гомогенній суміші, двигун працює в проміжних режимах. Стехіометричне (легкозаймисте) гомогенне (однорідне) сумішоутворення застосовується при високих

обертах двигуна і великих навантаженнях. Дросельна заслінка відкривається відповідно до необхідного крутного моменту, при цьому впускні заслінки відкриті.



Рис. 2.41. Види сумішоутворення

## 2.4. Випускна система

Мета: ознайомити учнів з призначенням та будовою випускної системи сучасних автомобілів.

Навчальний матеріал вивчається у такій послідовності: випускна система; каталітичний нейтралізатор; фільтр сажі; кисневий датчик; система рециркуляції відпрацьованих газів; система вентиляції картера; система уловлювання парів бензину.

Вивчення випускної системи розпочинається з загальних відомостей, зазначивши, що вона призначена для відведення

відпрацьованих газів від циліндрів двигуна, їх охолодження, зниження шуму та токсичності. В ході логічних міркувань учнів складається схема (рис. 2.42).

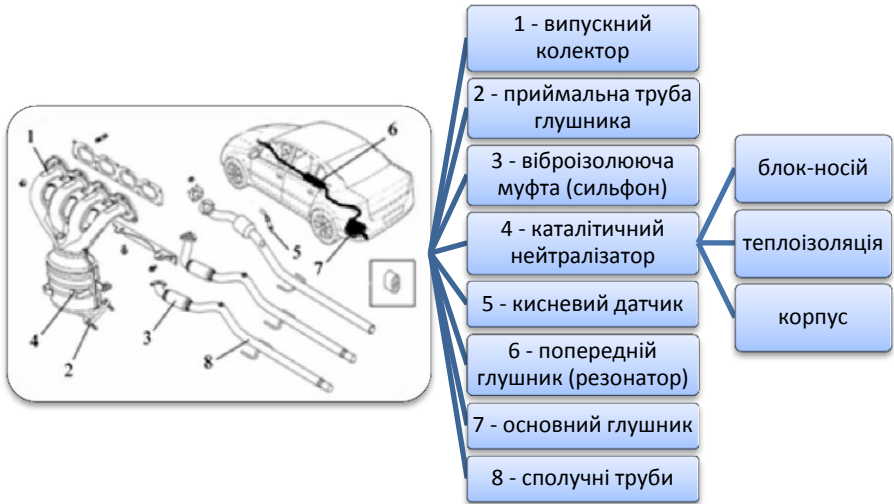


Рис. 2.42. Будова випускної системи

Зазначається, що всі елементи випускної системи розташовані під днищем автомобіля. На випускний колектор припадає найбільше температурне навантаження, тому його виготовляють із жаростійкого чавуну, а до нього кріпитися приймальна труба глушника. Ставиться проблемне запитання: «Способи ізолювання елементів випускної системи від вібрації двигуна?». Під час обговорення з'ясовується, що для того, щоб ізолювати від вібрації двигуна конструктивні елементи випускної системи, використовується віброізолююча муфта – сильфон, яка являє собою гнучкий металевий шланг, закритий сталеву оболонкою.

Перед учнями ставиться проблемне запитання: «Які способи зменшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах, враховуючи вимоги Європейського союзу?» Вислухавши міркування учнів вказується, що каталітичний нейтралізатор призначений для зменшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах, а різні моделі автомобілів мають різну конструкцію та розташування каталітичних нейтралізаторів.

Основним елементом каталітичного нейтралізатора є блок-носій, який служить основою для каталізаторів. Блок-носій виготовляється зі спеціальної вогнетривкої кераміки та складається з безлічі поздовжніх сот-осередків, які значно збільшують площу зіткнення з відпрацьованими газами, а на поверхню сот-осередків тонким шаром наносяться речовини-каталізатори.

Сформувавши поняття каталітичного нейтралізатора ставиться запитання: «При якій температурі він працює ефективніше?» Після міркувань учнів наголошується, що умовою ефективної роботи каталітичного нейтралізатора є температура  $300^{\circ}\text{C}$ , при такій температурі затримується близько 90% шкідливих речовин. З метою швидкого прогрівання нейтралізатора під час запуску двигуна здійснюються заходи, які розглядаються за схемою (рис. 2.43).

*В 1894 р. був винайдений і встановлений перший глушник. Слід зазначити, що винахід був дійсно революційним. Звичайно, перший глушник відрізнявся від сучасних випускних систем, але рівень шуму, який видавав автомобіль значно зменшився. З тих пір глушник зазнав безліч змін, як в своїй конструкції, так і в технології виробництва. І сучасний варіант глушника дозволяє нам насолоджуватися прогулянками по місту, не здригаючись від проїжджаючих автомобілів та не задихаючись в хмарах відпрацьованого від нього диму.*

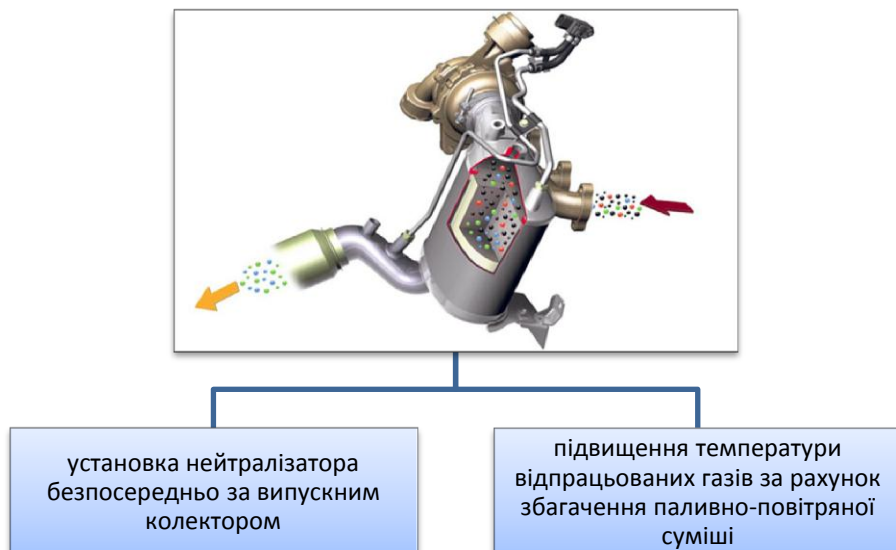


Рис. 2.43. Умови швидкого прогрівання каталітичного нейтралізатора

Пояснивши загальні відомості, демонструється відеофільм «Будова та принцип роботи каталітичного нейтралізатора». Після перегляду відеофільму ставиться проблемне запитання: «Як зміниться робота двигуна, якщо зняти каталітичний нейтралізатор?»

Вивчення будови та принципу роботи фільтру сажі виноситься учням на самостійне опрацювання, наголошуючи, що він застосовується на легкових автомобілях з дизельним двигуном з 2004 року та призначений для зниження викиду сажових частинок в атмосферу з відпрацьованими газами. Самостійне опрацювання проводиться за таким планом:

1. Будова фільтру сажі.
2. Принцип роботи фільтру сажі.

Демонструючи кисневий датчик, наголошується, що він призначений для визначення кількості кисню у відпрацьованих

газах, інша його назва – лямбда-зонд. Пояснюється, що для забезпечення ефективної (економічної і екологічної) роботи двигуна внутрішнього згоряння, співвідношення повітря та палива в паливно-повітряній суміші має бути постійним на всіх режимах роботи. Це досягається використанням кисневого датчика у випускній системі. Процес управління вмістом кисню у відпрацьованих газах називається лямбда-регулювання. Датчик встановлюється у випускній системі. На окремих моделях автомобілів застосовується два кисневих датчики: один встановлюється до каталітичного нейтралізатора, а інший – після.

Вивчення видів кисневих датчиків слід розпочати із розгляду схеми (рис. 2.44).

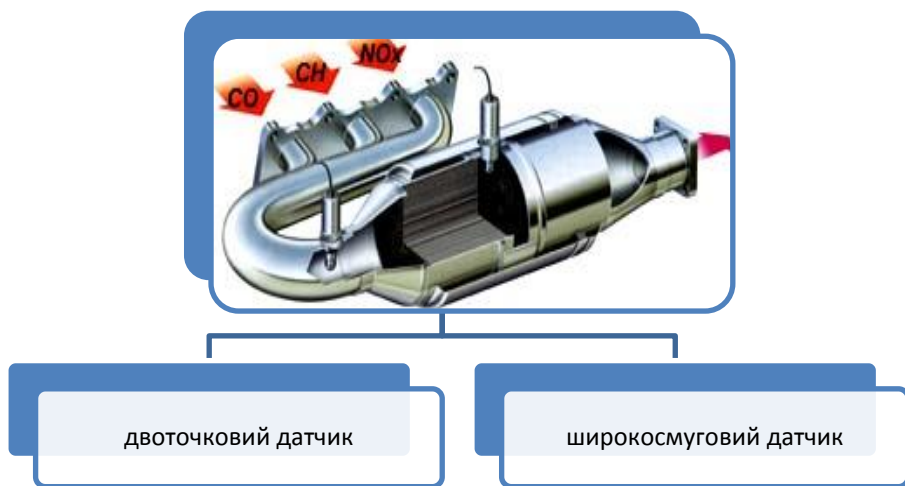


Рис. 2.44. Види кисневих датчиків

Починати вивчення цього матеріалу доцільно з розгляду двоточкового датчика, наголосивши, що він встановлюється перед нейтралізатором та за ним. Датчик фіксує коефіцієнт надлишку повітря в паливно-повітряній суміші ( $\lambda$ ) за величиною



концентрації кисню у відпрацьованих газах. Робочий елемент датчика – пористий керамічний матеріал на основі двоокису цирконію, покритий платиною, методом напилення. Відпрацьовані гази обтікають робочу поверхню, а датчик реагує на різницю між рівнем кисню у відпрацьованих газах і в атмосфері, виробляючи на виході відповідну різницю потенціалів. Пояснюють, що перші «лямбда-зонди» були резисторними, тобто змінювали свій опір. Сучасні датчики працюють як порогові елементи. Сигнал використовується системою управління для підтримання оптимального (стехіометричного, близько 14,7:1) співвідношення повітря / бензин в камерах згорання. В стехіометрії –  $\lambda = (\text{реальна кількість повітря}) / (\text{необхідна кількість повітря})$ . Якщо  $\lambda = 1$  – стехіометрична суміш (теоретично ідеальна);  $\lambda > 1$  – бідна суміш;  $\lambda < 1$  – багата суміш (надлишок бензину, повітря не вистачає для повного згорання). Оскільки, певна кількість кисню повинна бути присутньою у вихлопі для нормального допалювання CO і CH на каталізаторі, для більш точного регулювання використовують другий датчик, розташований за каталізатором.

Поставивши перед учнями запитання: «Як працює датчик на основі оксиду цирконію (двоточковий)?» з'ясовують, що в датчику на основі оксиду цирконію відбувається реакція відновлення двоокису цирконію  $ZrO_2$  в окис цирконію  $ZrO$ , за допомогою платинового каталізатора, який покриває чутливий елемент датчика і створює електрорушійну силу. На поверхні датчика, окислювальні процеси чергуються з відновлювальними та забезпечують автоматичну підтримку працездатності  $\lambda$ -зонда, і його високу чутливість до зміни концентрації компонентів, що окислюються. Для того, щоб припинити реакцію окислення недоокислених компонентів відпрацьованих газів киснем чутливого елемента датчика, тобто припинити генерацію електрорушійної сили датчика, необхідна певна кількість надлишкового кисню у відпрацьованих газах, по відношенню до

стехіометричної кількості кисню, причому кількість надлишкового кисню зростає пропорційно концентрації недоокислених компонентів відпрацьованих газів. Використовуючи цю властивість  $\lambda$ -зонду, можна оцінити концентрацію продуктів неповного згоряння палива у відпрацьованих газах і використати цю інформацію для оцінки ефективності роботи каталітичного нейтралізатора.

Після цього вказується, що широкосмуговий датчик, на основі оксиду цирконію, є різновидом датчика на основі оксиду цирконію. Основна різниця зонду з широкою панеллю LSU 4 по відношенню до звичайних  $\lambda$ -зондів – це комбінація сенсорних комірок і, так званих комірок, що накачуються киснем. Комірки розділені дифузійним зазором шириною від 0,01 до 0,05 мм. Склад його газового вмісту постійно відповідає  $\lambda = 1$ , а для сенсорної комірки відповідає напруга 450 мілівольт. Підтримується вміст газу і, разом з ним, напруга сенсора за допомогою різних напруг сенсорних елементів, що накачуються. Якщо бідна суміш і напруга сенсора менша 450 мілівольт, осередок викачує кисень з дифузійного отвору. Якщо суміш волога і напруга більша 450 мілівольт, струм змінює свій напрям, і накачуючі комірки транспортують кисень у дифузійні щілини. При цьому інтегрований нагрівальний елемент встановлює температуру від 700 до 800°C.

Пояснивши матеріал, демонструється відеофільм «Принцип роботи кисневого датчика». Підводимо учнів до запитання: «Як зміниться робота двигуна, якщо кисневий датчик вийде з ладу?».

Переходимо до вивчення глушника, який призначений для зниження шуму й охолодження відпрацьованих газів. Вказуємо, що раніше глушники склалися з трьох частин, зараз він включає два елементи: попередній глушник і основний. Зниження шуму в глушнику відбувається за рахунок багаторазової зміни напрямку і величини потоку відпрацьованих газів.

Під час вивчення системи вентиляції картера ставиться проблемне запитання: «Передумови розробки системи вентиляції картера?» Учні усвідомлюють, що дана система призначена для зменшення викиду шкідливих речовин з картера двигуна в атмосферу. При роботі двигуна з камер згоряння в картер, можуть просочуватися відпрацьовані гази. У картері також знаходяться пари мастила, бензину та води, які називаються картерними газами, скупчення яких погіршує властивості і склад моторного мастила, руйнує металеві частини двигуна. На сучасних двигунах застосовується примусова система вентиляції картера закритого типу. Розгляд будови системи вентиляції картера проводиться за схемою, використовуючи мультимедійний проектор (рис. 2.45).

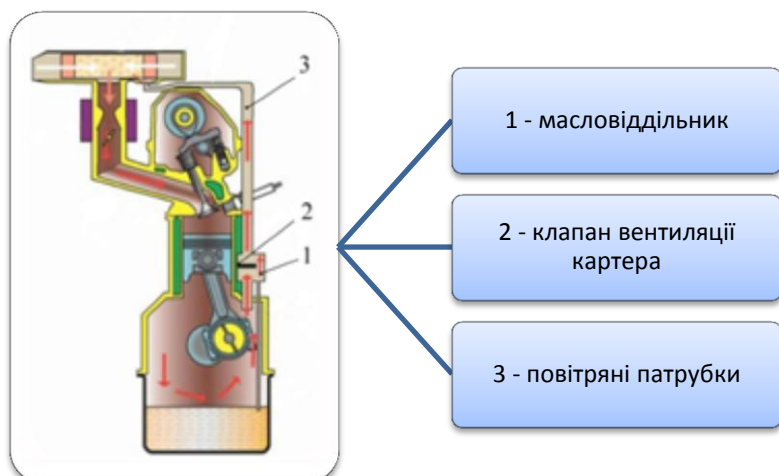


Рис. 2.45. Будова системи вентиляції картера

Розповідається, що масловіддільник запобігає потраплянню парів мастила в камеру згоряння двигуна, зменшуючи утворення сажі. Розглядаються лабіринтовий і циклічний способи відокремлення мастила від газів та клапан вентиляції картера,

який служить для регулювання тиску картерних газів, що надходять у впускний колектор. Під час незначного розрідження – клапан відкритий, а при значному розрідженні у впускному каналі клапан закривається.

Завершується розгляд системи вентиляції картера принципом роботи, яка заснована на використанні розрідження, що виникає у впускному колекторі двигуна. За допомогою розрідження газів виводяться з картера. У масловіддільнику картерні газів очищаються від мастила, потім газів по патрубках направляються у впускний колектор, де змішуються з повітрям і спалюються в камерах згоряння. У двигунах з турбонадувом здійснюється дросельне регулювання вентиляції картера, принцип роботи та будова виноситься на самостійне опрацювання.

Для більшої наочності можна продемонструвати відеофільм «Система вентиляції картера».

Під час вивчення системи рециркуляції відпрацьованих газів наголошується, що вона призначена для зниження у відпрацьованих газах оксидів азоту за рахунок повернення частини газів у впускний колектор. Така система застосовується на бензинових і дизельних двигунах, а на бензинових двигунах внутрішнього згоряння, обладнаних турбонадувом, вона не застосовується.

Складаємо схему будови системи рециркуляції відпрацьованих газів, використовуючи мультимедійний проєктор (рис. 2.46).

Розповісти, що клапан рециркуляції здійснює перепуск відпрацьованих газів з випускної системи у впускний колектор. Формуємо перед учнями проблемне запитання: «Який принцип роботи клапану?» Вислухавши міркування учнів, зазначаємо, що робота клапану заснована на розрідженні, що виникає у впускному колекторі. Керуючий клапан, який є електромагнітним клапаном, регулює величину розрідження, що подається на клапан рециркуляції. Робота клапану здійснюється

за командою електронного блоку управління, залежно від режимів роботи двигуна.

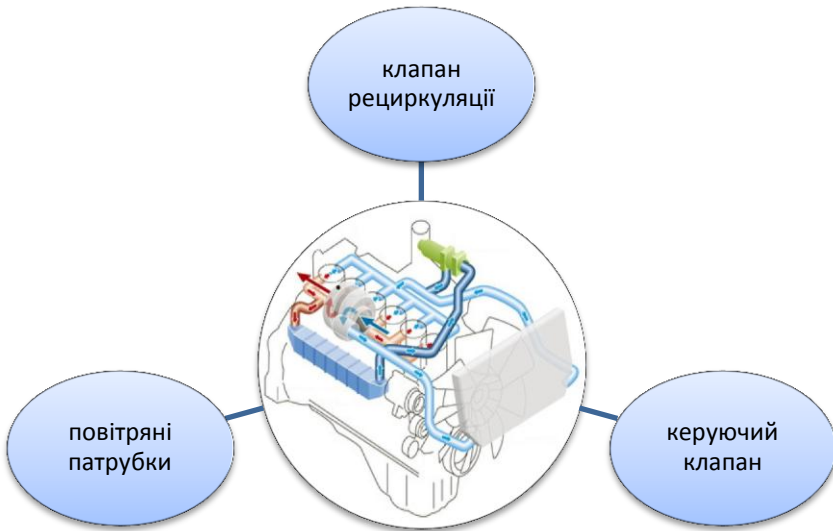


Рис. 2.46. Будова системи рециркуляції відпрацьованих газів

Поступово розглядається принцип роботи системи рециркуляції відпрацьованих газів та наголошується, що на основі електричного сигналу від електронного блоку управління, відкривається електромагнітний клапан. Розрідження з впускного колектора подається на вакуумний перетворювач. Клапан рециркуляції відкривається на певну величину, і частина відпрацьованих газів направляється у впускний колектор. Вказується, що система рециркуляції відпрацьованих газів не працює на холостому ході, при холодному двигуні та при повністю відкритій дросельній заслінці. На сучасних двигунах рециркуляція відпрацьованих газів проводиться під контролем системи управління двигуном.

Вивчивши систему рециркуляції відпрацьованих газів демонструється відеофільм «Принцип роботи системи рециркуляції». Після перегляду відеофільму ставиться запитання: «Як зміниться робота двигуна, якщо вийде з ладу електромагнітний клапан цієї системи?».

Після обговорення відеофільму розглядається система уловлювання парів бензину та ставиться проблемне запитання: «Яке призначення системи уловлювання парів бензину?» В процесі міркувань учнів з'ясовується, що дана система запобігає виходу в атмосферу парів бензину, які несприятливо впливають на екологію навколишнього середовища та застосовують її на всіх сучасних моделях бензинових двигунів. а будова розглядається за схемою (рис. 2.47).

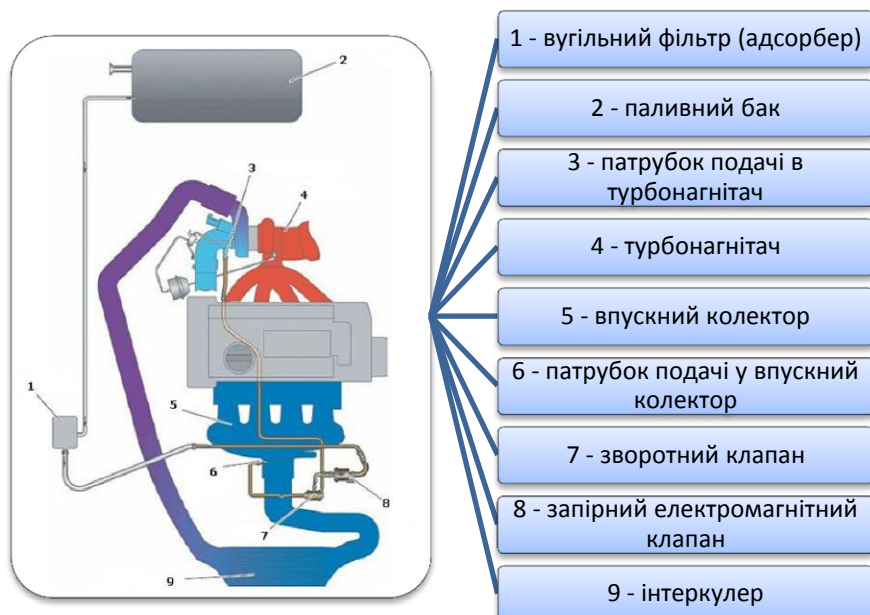


Рис. 2.47. Будова система уловлювання парів бензину

Використовуючи мультимедійний проектор проектується зображення системи уловлювання парів бензину та звертається увага, що основу конструкції системи складає адсорбер, який збирає пари бензину з паливного баку та з'єднаний з повітряним фільтром. Звільнення адсорбера від парів бензину здійснюється за допомогою електромагнітного запірнього клапану, який впливає на електронний блок управління. Коли двигун не працює, бензин в паливному баку випаровується, створюється тиск пари. Система уловлювання парів бензину накопичує ці пари в ємності з адсорберів. Під час руху клапан видалення парів частково відкривається і паливні пари частково надходять у впускний трубопровід і згорають. Під час запуску холодного двигуна або під час роботи на холостому ходу, клапан видалення пари не дозволяє парам вступати у впускний трубопровід і надмірно збагачувати паливну суміш. Застосовуються клапани видалення пари двох типів: з електричним керуванням і вакуумним керуванням.

Розглянувши будову система уловлювання парів бензину, варто розпочати вивчення принципу її роботи, зазначивши, що за командою електронного блоку управління запірний клапан відкривається. У адсорбері пари бензину продуваються за рахунок розрядження і спрямовуються у впускний колектор. Потім вони спалюються в камерах згоряння двигуна. На холостому ходу і коли двигун холодний продування парів бензину з адсорбера у впускний колектор не проводиться.

Пояснивши матеріал, демонструється відеофільм «Принцип роботи системи випуску відпрацьованих газів».

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи, до складу яких входять сильні та слабкі. Їм даються такі запитання:

1. Які вимоги до металовиробів, які кріплять приймальну трубу до впускного колектора?
2. Причини виходу з ладу кисневого датчика.

3. Як зміниться робота двигуна, якщо система уловлювання парів бензину вийде з ладу?

Після обговорення в групах, учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

## 2.5. Система запалювання

Мета: ознайомити учнів з призначенням та будовою системи запалювання двигунів внутрішнього згорання.

У вступній частині бажано використати зв'язок з фізичними поняттями, на які необхідно опиратися при поясненні матеріалу. Для цього варто розглянути такі запитання:

1. Як виникає електричний струм у газах?
2. При якій напрузі виникає іскровий розряд у повітрі?
3. Що являє собою електричне коло, намалуйте схему найпростішого електричного кола з джерелом струму, споживачем, вимикачем і конденсатором.

Крім того, треба обговорити питання потужності, економічності двигуна та динаміки автомобіля та як вони залежать від системи запалювання.

Матеріал теми розглядається у

*Система запалювання – це сукупність всіх приладів і пристроїв, що забезпечують появу іскри в момент, відповідний порядку і режиму роботи двигуна. Перші двигуни (наприклад, двигун Даймлера) в якості системи запалювання мали калильну головку. Тобто, запалювання робочої суміші здійснювалося в кінці такту стиснення від сильно нагрітої камери, сполученої з камерою згорання. Перед запуском калильну головку потрібно було розігріти, далі її температура підтримувалася згоранням палива.*



такій послідовності: контактна система запалювання, безконтактна (транзисторна) система запалювання, система запалювання на основі магнето, електронна (мікропроцесорна) система запалювання.

Наголошується, що система запалювання призначена для запалення паливо-повітряної суміші бензинового двигуна. В контактній системі запалювання створення високої напруги і розподіл її по циліндрах відбувається за допомогою контактів.

Розглядається будова контактної системи запалювання, а саме: джерело живлення, вимикач запалювання (замок), механічний переривник струму низької напруги, котушка запалювання, механічний розподільник струму високої напруги, відцентровий регулятор випередження запалювання, вакуумний регулятор випередження запалювання, високовольні дроти, свічки запалювання. Використовуючи мультимедійний проектор демонструється схема контактної системи запалювання (рис. 2.48).

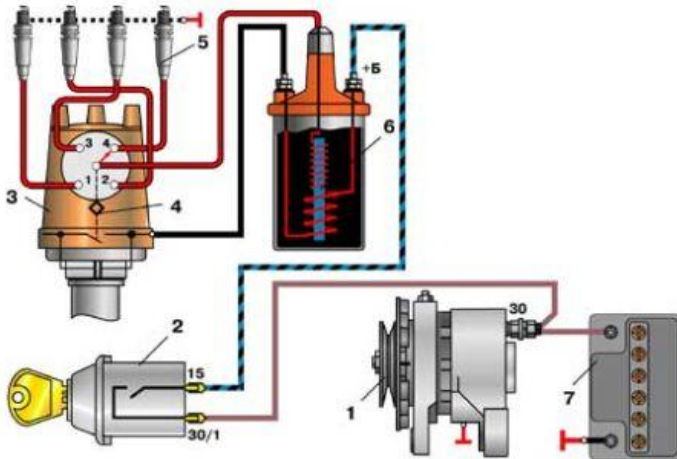


Рис. 2.48. Схема контактної системи запалювання  
1 – генератор; 2 – вимикач запалювання; 3 – розподільник; 4 – переривач; 5 – свічки запалювання; 6 – котушка запалювання; 7 – акумуляторна батарея

Вказується, що механічний переривник призначений для розмикання кола низької напруги (кола первинної обмотки котушки запалювання). При розмиканні контактів у вторинному колі котушки запалювання, виникає висока напруга. Ставиться проблемне запитання: «Як запобігти виникненню іскри під час відриву рухомого контакту від нерухомого?» В ході міркувань учнів зазначається, що паралельно контактам включений конденсатор, який необхідний для того, щоб контакти не обгорали в момент розмикання. Під час розмикання контактів, конденсатор поглинає в себе більшу частину електричного заряду й іскріння стає незначним. Ставиться проблема: «Яка роль конденсатора, крім гасіння іскри між контактами?» Вислухавши відповіді учнів зазначається, що він ще бере участь в збільшенні напруги у вторинній обмотці котушки запалювання. Під час розмикання контактів переривача, конденсатор розряджається, створюючи зворотний струм у колі низької напруги та прискорює зникнення магнітного поля. Чим швидше зникає це поле, тим більший струм виникає в колі високої напруги.

Пояснюється, що механічний розподільник розподіляє струм високої напруги на свічки запалювання. Розглядається будова механічного розподільника, до складу якого входить кришка, що має центральний і бічні контакти. На центральний контакт подається висока напруга від котушки запалювання, а через бічні контакти висока напруга передається на відповідні свічки запалювання. Необхідно дати відповідь на запитання: «Яким чином висока напруга з центрального контакту кришки передається на бічні контакти?» та з'ясувати призначення ротора («бігунка»).

Зазначається, що переривник і розподільник конструктивно об'єднані в одному корпусі і приводяться в дію від колінчастого валу двигуна. Цей пристрій називається переривник-розподільник («трамблер»).

Вказується, що відцентровий регулятор випередження запалювання, служить для зміни кута випередження запалювання, залежно від числа обертів колінчастого валу двигуна. та складається з двох тягарців, які впливають на рухомих пластину, на якій розташовані кулачки переривника. Кутом випередження запалювання називається кут повороту колінчастого валу двигуна, під час якого відбувається подача струму високої напруги на свічки запалювання. Для того, щоб паливно-повітряна суміш повністю і ефективно згорала, запалювання відбувається з випередженням, тобто до досягнення поршнем верхньої мертвої точки. Установка кута випередження запалювання здійснюється регулюванням положення переривника-розподільника в двигуні.

Формулюється проблемне запитання: «За рахунок чого відбувається автоматичне регулювання кута випередження запалювання?» та розглядається вакуумний регулятор випередження запалювання, який забезпечує зміну кута випередження запалювання залежно від навантаження двигуна, яке визначається ступенем відкриття дросельної заслінки (положенням педалі акселератора). Вакуумний регулятор з'єднаний з порожниною за дросельною заслінкою і, залежно від ступеня розрідження в порожнині, змінює кут випередження запалювання.

Ставиться запитання: «Які основні вузли котушки запалювання?» та враховуючи відповіді учнів складається схема (рис. 2.49).

Пояснюється, що котушка запалювання призначена для перетворення струму низької напруги в струм високої напруги. По первинній обмотці проходить струм низької напруги, при цьому намагнічується осердя, це створює магнітне поле між обмотками. Якщо контакти переривника розімкнуті, струм у первинній обмотці зникне, після чого зникне і магнітне поле між обмотками, яке пронизує витки вторинної обмотки, в якій в цей час індукується струм високої напруги (ця напруга досягає

20 000-24 000 В). Крім цього, перетинаються магнітні лінії первинної обмотки та осердя (у ньому збуджуються вихрові струми, що викликають його нагрівання). Виникає проблемна ситуація: «Як запобігти нагріванню котушки?» Вислухавши міркування учнів зазначається, для того щоб зменшити нагрівання котушки при малих обертах двигуна, на її корпусі встановлено додаткове з'єднання, яке послідовно з'єднане з первинною обмоткою.



Рис. 2.49. Основні складові котушки запалювання

Використовуючи мультимедійний проектор, розглядаються типи котушок запалювання за схемою (рис. 2.50).

Пояснення підкріплюється демонстрацією відеофільму «Котушка запалювання». Після перегляду учням ставиться проблема: «Від котушки подається напруга 20 000 В на свічки по високовольтних провідниках, чи можна їх торкатися коли двигун працює?».



Рис. 2.50. Типи котушок запалювання

Демонструючи високовольтні дроти, пояснюється їх призначення та будова.

Під час розгляду свічки запалювання, зазначається, що вона є важливим конструктивним елементом системи запалювання та призначена для безпосереднього запалювання паливно-повітряної суміші в бензиновому двигуні внутрішнього згоряння. Необхідно пояснити проблему: «Як відбувається запалювання паливно-повітряної суміші?» та з'ясувати, що запалювання відбувається при проходженні іскри між електродами свічки. Наголошується, що свічка запалювання використовується у всіх типах системи запалювання: контактній, безконтактній і електронній.

Використовуючи свічки запалювання, розглядається їх будова, та призначення за схемою (рис. 2.51).

Зазначається, що контактний стержень забезпечує з'єднання свічки запалювання з елементами системи запалювання – високовольтним провідником або індивідуальною котушкою запалювання, а центральний електрод виконує в свічці запалювання роль катода та з'єднується з контактним стержнем через резистор. Учням ставиться проблемне запитання: «Яке призначення резистора?». Вислухавши їх міркування вказується, що резистор застосовується для захисту електронного обладнання двигуна від перешкод, що виникають при іскроутворенні та являє собою струмопровідну скломасу, якою заливається проміжок між електродом і стержнем. Контактний

стержень і центральний електрод розташовані в ізоляторі, який виконує функції електричної ізоляції і забезпечує заданий температурний режим роботи свічки запалювання.



Рис. 2.51. Будова свічки запалювання

Під час вивчення даного матеріалу звертається увага учнів на те, що для загвинчування свічки запалювання в зовнішній частині корпусу існує шестигранник під розмір ключа. Затягування свічки запалювання проводиться з певним зусиллям, рекомендованим виробником. Обговорюється проблема: «Наслідки неправильного затягування свічок запалювання?» Вислухавши міркування учнів вказується, що перевищення зусилля може призвести до руйнування ізолятора. Затягування з недостатнім зусиллям призводить до порушення герметичності камери згоряння та можливого обриву різьби посадочного місця свічки в головці блоку циліндрів.

Наголошується, що у нижній частині корпусу приварений бічний електрод. Для підвищення терміну служби свічки, розроблений ряд цікавих конструктивних рішень бічного електроду (рис. 2.52).

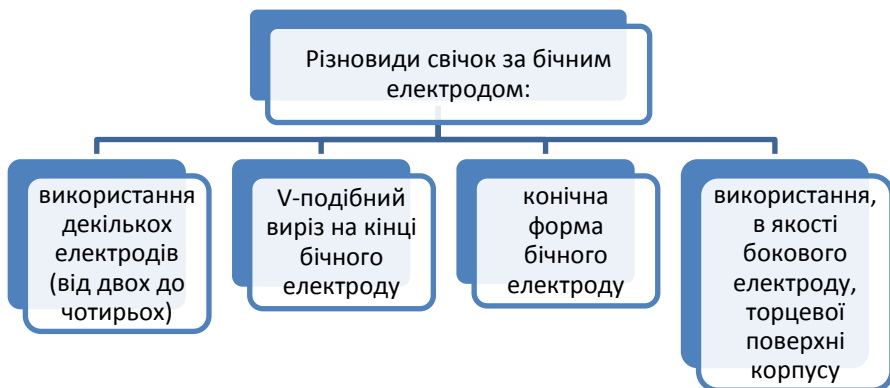


Рис. 2.52. Різновиди свічок запалювання за бічним електродом

Розглядається схема технічних характеристик свічок запалювання, які визначають застосування конкретної свічки запалювання на конкретному двигуні (рис. 2.53).



Рис. 2.53. Характеристики свічки запалювання

Пояснюється, що між центральним і бічним електродами підтримується певна відстань – зазор (іскровий проміжок), а величина зазору повинна бути оптимальна для конкретної свічки запалювання і відповідного двигуна. На розмір іскрового проміжку впливають такі фактори: розмір і форма центрального

електрода, конструкція бічного електрода, щільність паливно-повітряної суміші.

Звертається увага, на те, що в камері згоряння різних двигунів температура підвищується по-різному, тому необхідні свічки запалювання з різним тепловим еквівалентом, який визначається у вигляді, так званого, калильного числа. Змінюючи величину теплового конусу ізолятора, виробники свічок запалювання, домагаються підтримки певного температурного режиму для різних бензинових двигунів. Сильно виступаючий тепловий конус і незначна поверхня зіткнення із корпусом характерні для так званих «гарячих» свічок запалювання. Такі свічки швидко нагріваються (великий конус) і повільно відводять тепло (мала поверхня зіткнення із корпусом). «Холодні» свічки запалювання мають короткий тепловий конус і значну поверхню зіткнення ізолятора з корпусом. Вони повільно нагріваються (малий конус) і швидко відводять тепло (велика поверхня зіткнення з корпусом).

Ставиться проблемне запитання: «Які свічки і в яких двигунах застосовуються?» В процесі міркувань виясняють, що «гарячі» свічки використовуються у двигунах з низьким ступенем стиснення, які працюють на низькооктановому паливі, «холодні» свічки застосовуються на двигунах з високим ступенем стиснення і працюють на високооктановому паливі.

Для закріплення вивченого матеріал демонструються відеофільми «Виготовлення свічок запалювання» та «Інноваційні технології Denso». Перегляд відеофільмів сприяє постановці проблемного запитання: «Які переваги свічок запалювання з декількома електродами?»

Розгляд контактної системи запалювання завершується принципом її роботи та вказують, що при замкнутому контакті переривника струм низької напруги протікає по первинній обмотці котушки запалювання. При розмиканні контактів у вторинній обмотці котушки запалювання індукується струм високої напруги. По високовольних дротах струм високої



напруги подається на кришку розподільника, розподіляється до відповідних свічок запалювання з певним кутом випередження запалювання. При збільшенні обертів колінчастого валу двигуна, збільшуються оберти валу переривника розподільника. Важки відцентрового регулятора випередження запалювання під дією відцентрової сили розходяться, переміщаючи рухливу пластину з кулачками переривника. Контакти переривника розмикаються раніше, при цьому збільшується кут випередження запалювання. При зменшенні обертів колінчастого валу двигуна кут випередження запалювання зменшується.

Вивчаючи безконтактну систему запалювання, зазначається, що вона є конструктивним продовженням контактної-транзисторної системи запалювання. У даній системі запалювання контактний переривник замінений безконтактним датчиком. Безконтактна система запалювання встановлюється на моделях вітчизняних автомобілів та може встановлюватися самостійно замість контактної системи запалювання.

Формулюється проблема: «Причини заміни контактної системи запалювання безконтактною?» Під час міркувань учнів з'ясовується, що основною причиною заміни було часте підгоряння контактів переривника-розподільника, низька напруга розряду, в порівнянні з безконтактною системою запалювання, застосування якої дозволяє підвищити потужність двигуна, знизити витрату пального і викиди шкідливих речовин за рахунок більш високої напруги розряду (30 000 В) та якісного згоряння паливно-повітряної суміші.

Далі розглядають будову безконтактної системи запалювання, яка включає в себе: джерело живлення, вимикач запалювання (замок), датчик імпульсів, транзисторний комутатор, котушка запалювання, розподільник, відцентровий регулятор випередження запалювання, вакуумний регулятор випередження запалювання, дроти високої напруги, свічки запалювання. Використовуючи мультимедійний проєктор демонструється схема безконтактної системи запалювання.

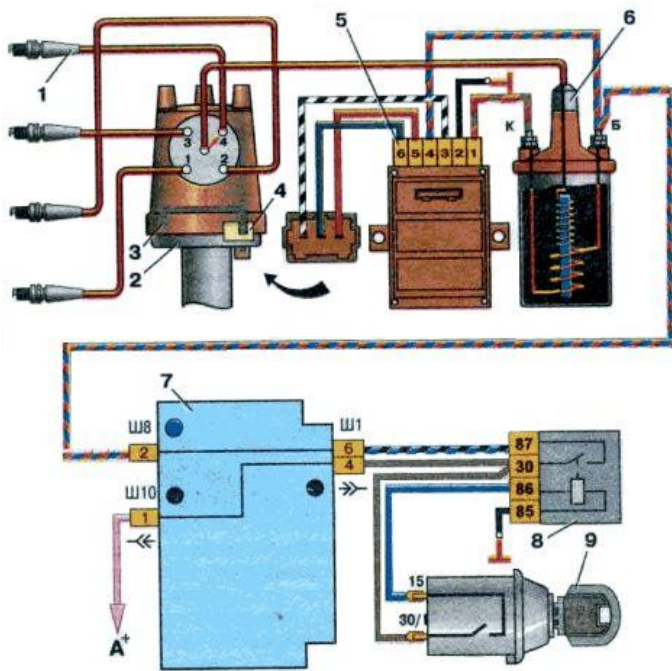


Рис. 2.54. Схема безконтактної системи запалювання  
 1 – свічки запалювання; 2 – датчик-розподільник; 3 – розподільник; 4 – датчик імпульсів; 5 – комутатор; 6 – котушка запалювання; 7 – монтажний блок; 8 – реле запалювання; 9 – вимикач запалювання; А – до клеми генератора

Вказується, що безконтактна система запалювання подібна до контактної системи запалювання, та має такі пристрої: датчик імпульсів і транзисторний комутатор. Датчик імпульсів призначений для створення електричних імпульсів низької напруги, а види розглядаються за схемою (рис. 2.55).

Наголошується, що датчик імпульсів з'єднаний з розподільником і утворюють один пристрій – датчик-розподільник, який зовні схожий з переривачем-розподільником і має відповідний привід від колінчастого валу двигуна.



Рис. 2.55. Види датчиків імпульсів

Необхідно в'яснити принцип роботи датчика Холла, який заснований на ефекті Холла, тобто зміні провідності спеціального напівпровідникового матеріалу під впливом постійного магнітного поля. Автомобільним датчиком Холла є запресований в пластмасу вузол, який складається з постійного магніту, власне напівпровідникового датчика Холла і електронної схеми. Імпульс виникає при появі між магнітом і датчиком феромагнітного екрану, шунтуючого магнітного поля, що діє на датчик Холла. Таким екраном є шторка переривника-розподільника.

Ставиться запитання: «Що викликало застосування транзисторного комутатора?» В процесі міркувань учнів вказується, що він використовується для переривання струму в колі первинної обмотки котушки запалювання, відповідно до сигналів датчика імпульсів. Переривання струму здійснюється за рахунок вимикання і замикання вихідного транзистора.

Потім розглядається принцип роботи безконтактної системи запалювання, зазначаючи, що під час обертання колінчастого валу двигуна датчик-розподільник формує імпульси напруги і передає їх на транзисторний комутатор, а комутатор створює імпульси струму в колі первинної обмотки котушки

запалювання. У момент переривання струму індукується струм високої напруги у вторинній обмотці котушки запалювання. Струм високої напруги подається на центральний контакт розподільника. Відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна, струм високої напруги подається по проводах високої напруги на свічки запалювання. Свічки запалювання здійснюють займання паливно-повітряної суміші. Звертається увага, що під час збільшення обертів колінчастого валу, регулювання кута випередження запалювання здійснюється відцентровим регулятором випередження запалювання. При зміні навантаження на двигун, регулювання кута випередження запалювання регулює вакуумний регулятор випередження запалювання.

Вивчення системи запалювання на основі магнето виноситься на самостійне опрацювання за таким планом:

1. Будова системи запалювання на основі магнето.
2. Принцип її роботи.
3. Застосування системи запалювання на основі магнето.

Під час вивчення електронної системи запалювання, зазначається, що в цій системі створення і розподіл струму високої напруги по циліндрах двигуна здійснюється за допомогою електронних пристроїв. Система має таку назву – мікропроцесорна система запалювання. На сучасних автомобілях, електронна система запалювання, є складовою частиною системи управління двигуном. Види електронних систем запалювання розглядаються за схемою (рис. 2.56).

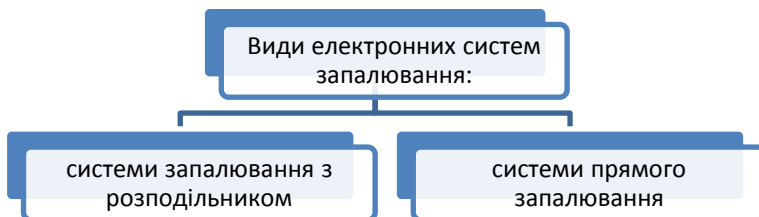


Рис. 2.56. Види електронних систем запалювання

Спочатку вивчається система запалювання з розподільником, яка в своїй роботі використовує механічний розподільник, за допомогою якого здійснюється подача струму високої напруги на конкретну свічку, а у системах прямого запалювання подача струму високої напруги на свічку проводиться безпосередньо з котушки запалювання. Далі розглядається будова електронної системи запалювання, а саме: джерело живлення, вимикач запалювання (замок), входні датчики, електронний блок управління, запальник, котушка запалювання, дроти високої напруги (на деяких видах системи), свічки запалювання. За допомогою мультимедійного проектора проектується схема електронної системи запалювання.

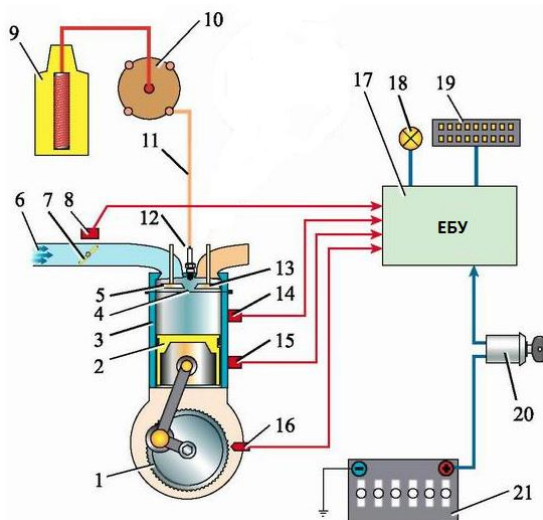


Рис. 2.57. Схема електронної системи запалювання

1 – маховик із зубчатим вінцем; 2 – поршень; 3 – циліндр двигуна, 4 – камера згоряння, 5 – впускний клапан; 6 – потік повітря; 7 – дросельна заслінка; 8 – датчик положення дросельної заслінки; 9 – котушка запалювання; 10 – розподільник струму високої напруги; 11 – високовольтні дроти; 12 – свічка запалювання; 13 – випускний клапан; 14 – датчик температури охолоджуючої рідини; 15 – датчик детонації;

16 – датчик кута повороту колінчастого валу, 17 – електронний блок управління (ЕБУ); 18 – діагностична лампа-сигналізатор; 19 – діагностична колодка; 20 – замок запалювання; 21 – акумуляторна батарея

Вказується, що електронний блок управління двигуном є основним конструктивним елементом системи управління двигуном. Він приймає інформацію від вхідних датчиків, обробляє її, відповідно до певного алгоритму, і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої різних систем двигуна. Акцентується увага учнів на тому, що електронний блок керування двигуном об'єднує апаратне і програмне забезпечення. Ставиться проблемне запитання: «Що відноситься до апаратного та програмного забезпечення?» Пояснюється, що апаратне забезпечення включає ряд електронних компонентів, основним з яких є мікропроцесор. Аналогові сигнали (зміна напруги) ряду датчиків перетворюються в цифрові сигнали, зрозумілі мікропроцесору, з допомогою аналого-цифрового перетворювача. У ряді випадків електронний блок управління повинен забезпечити аналогові управляючі дії, які реалізуються за допомогою цифро-аналогового перетворювача. Програмне забезпечення ECU об'єднує два обчислювальних модулі – функціональний і контрольний. Функціональний модуль отримує сигнали від датчиків, проводить їх обробку і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої. Контролюючий модуль перевіряє вихідні сигнали і при необхідності робить їх коригування, аж до зупинки двигуна.

Звертається увага, що електронний блок керування двигуном обробляє сигнали вхідних датчиків і формує керуючі впливи на запальник, який являє собою електронну плату, що забезпечує включення і виключення запалювання. Основу запальника складає транзистор. Якщо відкритий транзистор – струм протікає по первинній обмотці котушки запалювання, у закритому положенні – відбувається його виділення і струм високої напруги направляється у вторинну обмотку.

Повідомляється, що електронна система запалювання має одну загальну котушку запалювання, індивідуальні котушки запалювання або здвоєні котушки запалювання. Учням задається завдання для самостійного опрацювання – користуючись Інтернетом з’ясувати на яких автомобілях які котушки запалювання використовуються.

Розглядаючи вхідні датчики, вказується, що вони фіксують поточні параметри роботи двигуна і перетворюють їх в електричні сигнали. Використовуючи мультимедійний проектор складається схема датчиків системи електронного запалювання (рис. 2.58).

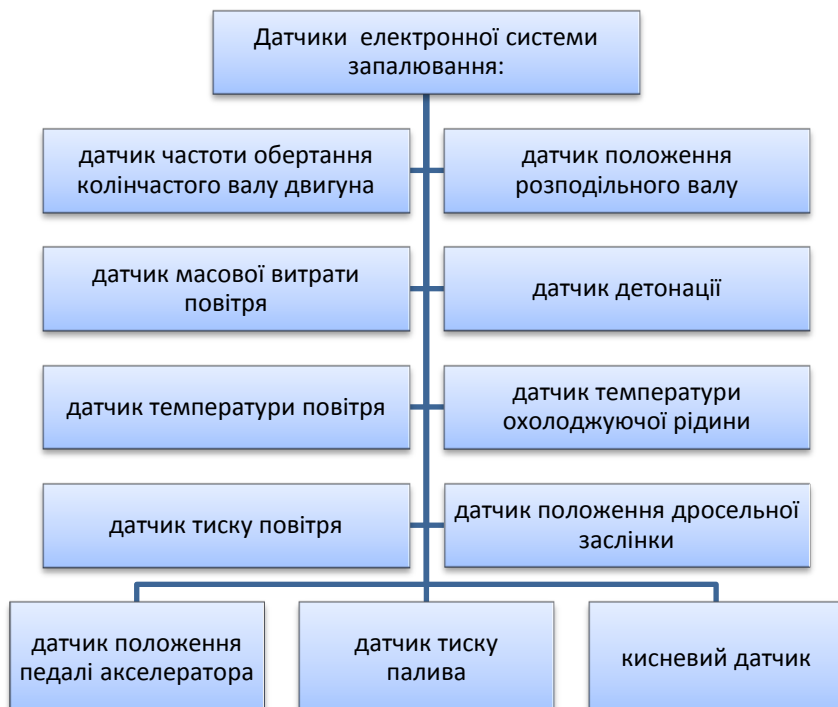


Рис. 2.58. Датчики електронної системи запалювання

Перед учнями ставиться запитання: «Які функції виконує датчик частоти обертання колінчастого валу?» В ході міркувань учнів з'ясовується, що він призначений для синхронізації управління системою впорскування і системою запалювання. Звертається увага, що сигнали від датчика використовуються системою управління двигуна для встановлення моменту впорскування палива; кількості впорскуваного пального; моменту запалення (бензинові двигуни); кута повороту розподільного валу при роботі системи зміни фаз газорозподілу; часу включення клапану адсорбера під час роботи системи уловлювання парів бензину.

Найбільшого поширення набув датчик частоти обертання колінчастого валу індуктивного типу. У деяких системах управління двигуном встановлюється датчик синхронізації, побудований на ефекті Холла. Користуючись мультимедійним проектором вказується, що конструктивно датчик складається з таких елементів: циліндричний пластмасовий або алюмінієвий корпус з чутливим елементом; основа датчика з фланцем і отвором кріплення; кабель зв'язку в екранованій оболонці довжиною 610 мм; триконтактна вилка з'єднувача, опресована на кабелі.

Підводячи підсумок, зазначаються параметри датчика частоти обертання колінчастого валу: частоту обертання колінчастого валу та точне положення колінчастого валу. Ставиться проблема: «Як зміниться робота двигуна, якщо датчик частоти обертання колінчастого валу вийде з ладу?».

Наголошується, що датчик положення розподільного валу призначений для визначення кутового положення газорозподільного механізму відповідно до положення колінчастого валу двигуна. Інформація, що надходить від датчика положення розподільного валу, використовується системою управління двигуном для управління впорскування і запалювання. Датчик пов'язаний з датчиком частоти обертання



колінчастого валу двигуна. Вивчення будови датчика виносить на самостійне опрацювання.

Розглядається датчик масової витрати повітря, який призначений для підтримання певного (стехіометричного) співвідношення повітря та пального в паливно-повітряній суміші на всіх режимах роботи. Тільки в цьому випадку каталітичний нейтралізатор повністю видаляє шкідливі речовини у відпрацьованих газах. Для підтримки стехіометричного співвідношення компонентів паливно-повітряної суміші, потрібна точна інформація про кількість всмоктуваного повітря, яку надає витратомір повітря. Користуючись мультимедійним проектором вказується, що датчик масової витрати повітря складається з чутливого елемента, гібридної схеми, електричного роз'єму.

Звертається увага, що датчик детонації призначений для контролю ступеня детонації під час роботи бензинового двигуна внутрішнього згоряння. Датчик детонації встановлюється на блоці циліндрів двигуна та є важливим компонентом системи управління двигуном, дозволяє реалізувати максимальну потужність двигуна і забезпечити економічність пального. Наголошується, що під ступенем детонації розуміється частина паливно-повітряної суміші, що згоряє з детонацією. Ставиться проблемне запитання: «Причини виникнення детонаційного згоряння?» та з'ясовується, що детонація або детонаційне згоряння виникає, якщо віддалена від свічки запалювання частина паливно-повітряної суміші внаслідок стискання полум'ям нагрівається і самозаймається з утворенням вибуху. Детонація супроводжується акустичними ознаками – металевим стукотом в кривошипно-шатунному механізмі.

Причини детонації розглядаються за схемою поданою на рис. 2.59.

Вказується, що датчики детонації бувають двох типів: резонансні і ширококутові. Ширококутові фіксують і передають у вигляді сигналу весь спектр шумів. Далі сигнал

обробляється і в ньому виділяється шум, що відповідає детонації. Резонансні, налаштовані на частоту детонації і відповідно спрацьовують тільки в разі виникнення детонації. Конструктивно датчик детонації складається з штекера, ізолятора, корпусу, гайки, пружної шайби, інерційної шайби, п'єзоелементу.

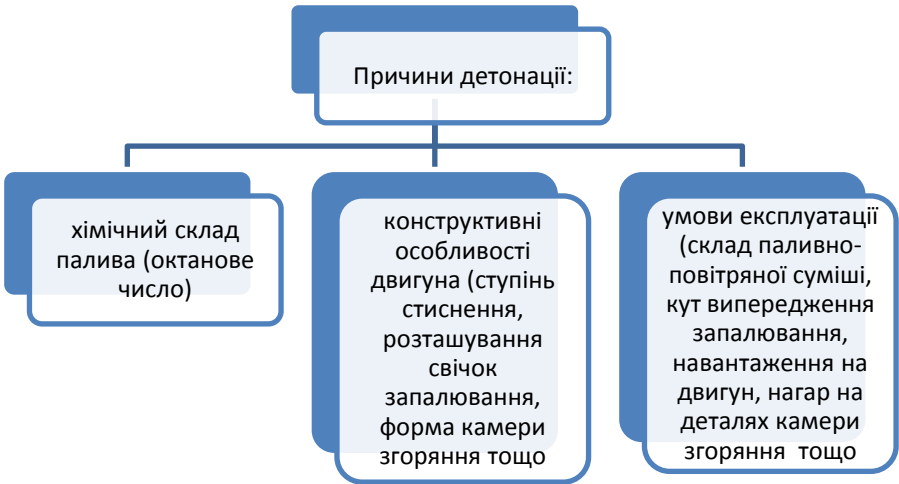


Рис. 2.59. Причини детонації

Принцип роботи датчика детонації заснований на п'єзоєфекті. У конструкцію датчика входить п'єзоелектрична пластинка, в якій при виникненні детонації на кінцях виникає напруга. Чим більша амплітуда і частота коливань, тим вища напруга. Коли напруга на виході датчика перевищує заданий рівень, електронний блок управління коректує роботу системи запалювання в сторону зменшення кута випередження запалювання. Таким чином, досягається оптимальна характеристика роботи системи для конкретних умов експлуатації.

Вивчення будови та принципу роботи датчика температури повітря виносить на самостійне опрацювання.

Під час розгляду датчика температури охолоджуючої рідини, наголошується, що він призначений для вимірювання температури охолоджуючої рідини в системі охолодження двигуна та включений в систему управління двигуном. Інформація від датчика використовується системою керування для коригування основних параметрів роботи двигуна залежно від теплового стану: частоти обертання колінчастого валу; якісного складу паливно-повітряної суміші; кута випередження запалювання. Конструктивно датчик складається з: металевого корпусу з циліндричним наголовником, в якому розміщений чутливий елемент, середньої частини з різьбою і гайкою під ключ S19; пластмасової хвостової частини з двоконтактною вилкою.

Вивчення будови та принципу роботи датчика тиску повітря виносить на самостійне опрацювання.

Вказується, що датчик положення дросельної заслінки застосовується для визначення ступеня і швидкості відкриття дросельної заслінки. Конструктивно він є потенціометром, забезпечує зміни вихідної напруги в залежності від положення дросельної заслінки. Використовуючи мультимедійний проектор розглядається місце його встановлення та будова, зазначивши, що вісь обертання струмознімача, з'єднана з дросельною заслінкою. При натисканні на педаль акселератора відбувається відкриття дросельної заслінки і переміщення струмознімача по поверхні резисторного елемента, при цьому змінюється електричний опір потенціометра. Ставиться проблема: «Як зміниться робота двигуна, якщо датчик положення дросельної заслінки вийде з ладу?». В процесі міркувань учнів з'ясовується, що до типових несправностей датчика положення дросельної заслінки відносяться: нерівномірні оберти двигуна під час холостого ходу, зупинка двигуна при різкому скиданні педалі акселератора, обмеження максимальної потужності двигуна, ривки при русі з постійним кутом відкриття дросельної заслінки.

Вивчення принципу роботи та будови датчика положення педалі акселератора вноситься на самостійне опрацювання.

Наголошується, що датчик тиску пального, призначений для вимірювання поточного тиску пального, підтримки постійного тиску пального на вході в форсунки при різних режимах роботи двигуна і при різному розрідженні у впускному колекторі. Застосовується для управління в системі безпосереднього впорскування бензинових двигунів і системі впорскування Common Rail дизельних двигунів. Датчик встановлюється в паливній рампі. Датчик підтримує заданий тиск в системі впорскування і має велике значення для реалізації номінальної потужності, зниження шкідливих викидів і рівня шуму при роботі двигуна. У деяких конструкціях системи безпосереднього впорскування встановлюється два датчики тиску пального, один – в контурі високого тиску, інший – в контурі низького тиску. Відповідно датчики називаються – датчик високого тиску і датчик низького тиску пального. Використовуючи мультимедійний проектор наголошується, що датчик являє собою мембранний клапан, з одного боку на мембрану діє тиск пального, а з іншого – зусилля пружини і тиск повітря з впускного колектора, з яким регулятор з'єднаний шлангом. Чим більший абсолютний тиск (тобто чим менше розрідження) повітря у впускному колекторі (тобто чим більше навантаження на двигун), тим більший тиск пального. Під час зменшення навантаження на двигун, коли тиск пального перевищує сумарне зусилля від пружини і від тиску повітря, клапан регулятора відкривається і надлишок пального по зливній магістралі повертається в паливний бак.

Завершується вивчення вхідних датчиків розглядом кисневого датчика (лямбда-зонд, датчик концентрації кисню), який призначений для визначення кількості кисню у відпрацьованих газах. Для забезпечення ефективної (економічної і екологічної) роботи двигуна внутрішнього згоряння співвідношення повітря та пального в паливно-

повітряній суміші має бути постійним для всіх режимів роботи. Для цього використовується кисневий датчик у випускній системі. Процес управління вмістом кисню у відпрацьованих газах називається лямбда-регулюванням. Якщо не вистачає повітря в паливно-повітряній суміші, то вуглеводні і чадний газ повністю не окислюються. При надлишку повітря, оксиди азоту повністю не розкладаються на азот і кисень. Використовуючи мультимедійний проектор вказується, що конструктивно датчик складається з: твердого електроліту  $ZrO_2$ , зовнішнього і внутрішнього електродів, контакту заземлення, «сигнального» контакту, випускної труби.

Пояснюється, що лямбда-зонд працює за принципом гальванічного елементу з твердим електролітом у вигляді кераміки з діоксиду цирконію ( $ZrO_2$ ). Кераміка легована оксидом ітрію, а поверх неї напилені струмопровідні пористі електроди з платини. Один з електродів «дихає» відпрацьованими газами, а другий – повітрям з атмосфери. Ефективне вимірювання залишкового кисню у відпрацьованих газах лямбда-зонд забезпечує після розігріву до температури 300-400°C. Тільки в таких умовах цирконієвий електроліт набуває провідності, а різниця в кількості атмосферного кисню і кисню у вихлопній трубі веде до появи на електродах лямбда-зонда вихідної напруги.

Ставиться проблема: «Як працює датчик під час прогріву двигуна?» В ході міркувань учнів вказується, що під час пуску й прогрівання холодного двигуна, управління вприскуванням пального здійснюється без участі цього датчика, а корекція складу паливно-повітряної суміші здійснюється за сигналами інших датчиків (положення дросельної заслінки, температури охолоджуючої рідини, числа обертів колінчастого валу). Особливістю цирконієвого лямбда-зонда є те, що при малих відхиленнях складу суміші від ідеального (0,97-1,03) напруга на його виході змінюється стрибком в інтервалі 0,1-0,9 В. Крім цирконієвих, існують кисневі датчики на основі двоокису титану

(TiO<sub>2</sub>). При зміні вмісту кисню (O<sub>2</sub>) у відпрацьованих газах вони змінюють свій об'ємний опір. Генерувати ЕРС титанові датчики не можуть, вони складні за конструкцією і дорожче цирконієвих, тому, незважаючи на застосування в деяких автомобілях (Nissan, BMW, Jaguar), широкого розповсюдження не отримали. Учням задається завдання для самостійного опрацювання – користуючись Інтернетом з'ясувати, на яких марках автомобілів встановлюються кисневі датчики на основі двоокису титану.

Звертається увага, що для підвищення чутливості лямбда-зондів при знижених температурах і після запуску холодного двигуна використовують примусовий підігрів. Нагрівальний елемент розташований всередині керамічного тіла датчика і підключається до електромережі автомобіля. Користуючись мультимедійним проектором розглядається будова таких датчиків: керамічна підставка, контакти нагрівального елемента, нагрівальний елемент, твердий електроліт ZrO<sub>2</sub> з напиленими платиновими електродами, захисний кожух з прорізами, металевий корпус з різьбою кріплення, ущільнювальне кільце, виходи датчика.

Вивчивши призначення лямбда-зонду розглядається його місце встановлення та наголошується, що на окремих моделях автомобілів застосовується два кисневих датчики: один встановлюється до каталітичного нейтралізатора, інший – після. Формулюється запитання: «Які причини встановлення двох кисневих датчиків?» Вислухавши міркування учнів вказується, що застосування двох датчиків посилює контроль за складом відпрацьованих газів і забезпечує ефективну роботу каталітичного нейтралізатора.

Розглянувши всі вхідні датчики вивчається принцип роботи електронної системи запалювання та зазначається, що, відповідно до сигналів датчиків, електронний блок управління обчислює оптимальні параметри роботи системи. Здійснюється керуючий вплив на запальник, який забезпечує подачу напруги на котушку запалювання. У колі первинної обмотки котушки

запалювання починає протікати струм. При перериванні напруги, у вторинній обмотці котушки індукується струм високої напруги. По високовольтних дротах, або безпосередньо з котушки запалювання, струм високої напруги подається до відповідної свічки запалювання, що спричиняє утворення іскри в свічці запалювання, яка запалює паливно-повітряну суміш.

При зміні швидкості обертання колінчастого валу двигуна, датчик частоти обертання колінчастого валу двигуна і датчик положення розподільчого валу, подають сигнали в електронний блок управління, який в свою чергу здійснює необхідну зміну кута випередження запалювання.

Для підведення підсумків роботи, пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи. Їм даються такі запитання:

1. Як зміниться робота двигуна при виході конденсатора з ладу в контактній системі запалювання?
2. Які основні несправності безконтактної системи запалювання?
3. Правила заміни свічок запалення.
4. Які можливі причини виходу з ладу кисневого датчика?

Після обговорення в групах учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

По завершенню вивчення теоретичного матеріалу рекомендуємо виконати лабораторні роботи: «Діагностування системи запалювання сучасних автомобілів», за допомогою якої перевіряється система запалювання методом осцилографування та фіксуються процеси, які протікають у первинному та вторинному колах системи за час між послідовними іскровими розрядами в циліндрах; «Перевірка датчиків мікропроцесорної системи запалювання», що має на меті набути практичні навички по перевірці датчиків мікропроцесорної системи запалювання за допомогою приладу VAS 5051 або за допомогою вимірювального блоку V.A.G 1598/31; «Перевірка роботи датчика положення колінчастого валу автомобіля», яка полягає в

набутті практичних навичок по виявленню несправностей в роботі датчика положення колінчастого валу та більш детальному його вивченні; «Перевірка роботи датчика положення розподільного валу автомобіля», яка призначена для одержання практичних навичок з установки та виявлення несправностей у роботі датчика положення розподільного валу; «Перевірка достовірності показів датчика температури», яка полягає в отриманні практичних навичок по виявленню несправностей в роботі датчиків температури; «Перевірка датчиків детонації», яка призначена для закріплення знань про датчики детонації та отримання практичних навичок по виявленню несправностей в роботі датчиків детонації; «Перевірка справності датчика масової витрати повітря», що дозволяє отримати практичні навички по виявленню несправностей в роботі датчика масової витрати повітря та більш ґрунтовному вивченні датчика.

## **2.6. Система охолодження**

Мета: ознайомити учнів з призначенням та будовою систем охолодження двигунів сучасних автомобілів.

Вивчення теми треба починати з призначення системи охолодження двигунів сучасних автомобілів та вказати, що дана система призначена для охолодження деталей двигуна, що нагріваються в результаті його роботи. На сучасних автомобілях система охолодження виконує ряд функцій, які розглядаються за схемою (рис. 2.60).

Використовуючи мультимедійний проектор, проектуються схеми видів систем охолодження та складається схема (рис. 2.61).

Необхідно охарактеризувати види систем охолодження, вказавши, що в системі рідинного охолодження тепло від нагрітих частин двигуна відводиться потоком рідини, повітряна



система для охолодження використовує потік повітря, а комбінована система об'єднує рідинну і повітряну системи.

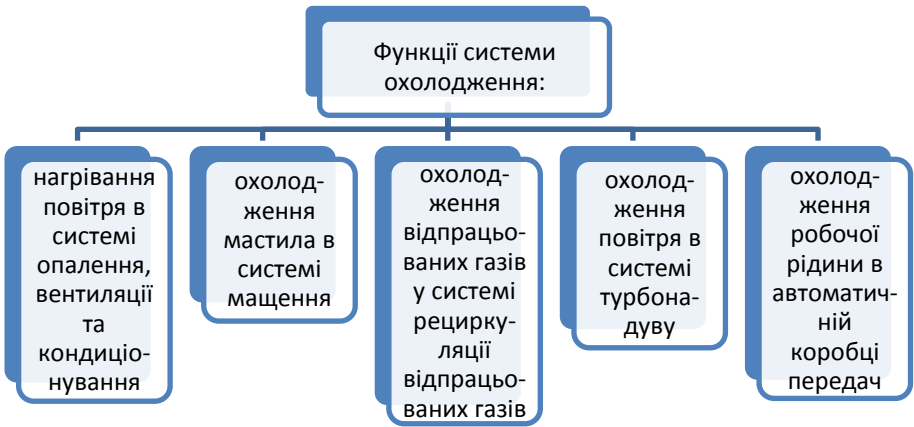


Рис. 2.60. Функції системи охолодження



Рис. 2.61. Види систем охолодження

Ставиться запитання: «Який вид системи охолодження найпоширеніший?» Важливо, щоб учні зрозуміли, що найбільшого поширення набула система рідинного охолодження, яка забезпечує рівномірне й ефективне охолодження, та має менший рівень шуму. Дану систему необхідно детально вивчати та наголосити що конструкція системи охолодження бензинового і дизельного двигунів подібні.

За допомогою мультимедійного проектора проектується схема будови системи охолодження (рис. 2.62).

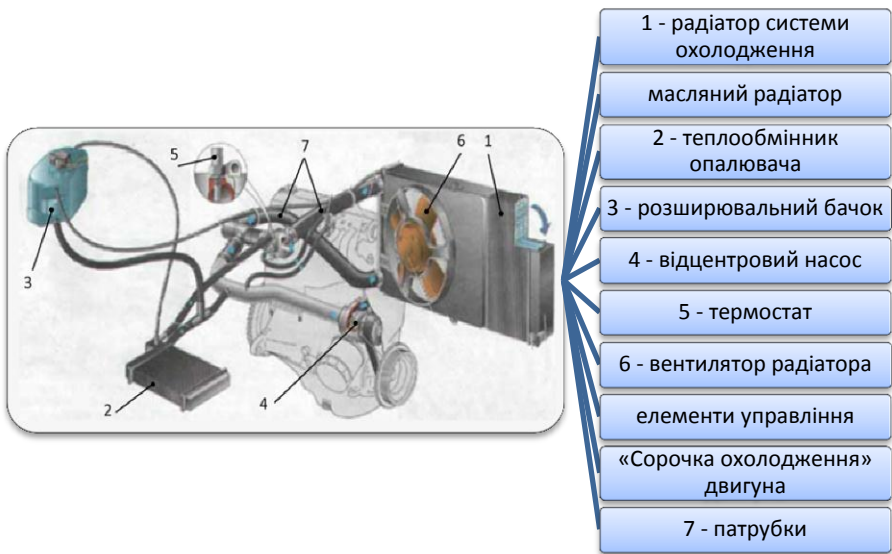


Рис. 2.62. Будова системи охолодження

Вказується, що радіатор призначений для охолодження нагрітої рідини потоком повітря. Для збільшення тепловіддачі радіатор має спеціальний трубчастий пристрій. Поряд з основним радіатором, в системі охолодження, можуть встановлюватися масляний радіатор, який призначений для

охолодження мастила в системі мащення і радіатор системи рециркуляції відпрацьованих газів, який охолоджує відпрацьовані гази, в результаті чого досягається зниження температури згоряння паливно-повітряної суміші і утворення оксидів азоту. Роботу радіатора відпрацьованих газів забезпечує додатковий насос циркуляції охолоджуючої рідини, який входить у систему охолодження. На основі пояснень роблять висновок, що радіатор повинен мати велику тепловіддачу. Перед учнями ставлять проблемне запитання: «З яких матеріалів виготовляється радіатор?»

Пояснюють, що теплообмінник опалювача виконує функцію протилежну радіатору системи охолодження, тому що нагріває повітря, яке проходить через нього. Для ефективної роботи він встановлюється біля виходу нагрітої охолоджуючої рідини з двигуна. В учнів запитують: «Чи завжди однаковий об'єм охолоджувальної рідини в системі охолодження?» Після обговорення вказується, що розширювальний бачок призначений для компенсації зміни об'єму охолоджувальної рідини, внаслідок підвищення температури в системі охолодження.

Вивчаючи відцентровий насос, зазначається, що він забезпечує примусову циркуляцію охолоджувальної рідини в системі охолодження. У побуті відцентровий насос називають помпою. Він встановлюється у передній частині двигуна і має два види приводу: механічний і електричний. Механічний привід здійснюється від колінчастого або розподільного валу двигуна за допомогою пасової передачі. Електричний привід передбачає установку електродвигуна з системою управління, розглядається будова відцентрового насосу залежно від марки двигуна.

Учням ставлять запитання: «Як забезпечується герметизація насосу?» та з'ясовують, що для цього призначений сальник. Вал насоса встановлений у відлитій з алюмінієвого сплаву кришці в

дворядному нерозбірному підшипнику, який розміщений і зафіксований в кришці.



Рис. 2.63. Будова насоса охолоджуючої рідини

Учніам ставлять запитання: «Як забезпечується герметизація насосу?» та з'ясовують, що для цього призначений сальник. Вал насоса встановлений у відлитій з алюмінієвого сплаву кришці в дворядному нерозбірному підшипнику, який розміщений і зафіксований в кришці.

Далі розглядають принцип роботи насоса охолоджуючої рідини, який здійснюється так: при обертанні робочого колеса, на вході насоса створюється розрідження, за рахунок якого охолоджуюча рідина з радіатора надходить у насос. Рідина подається в центральну частину насоса, переміщається по лопатям, викидається відцентровою силою на вихід з насоса і далі в сорочку охолодження блоку циліндрів. У системі охолодження може встановлюватися два насоси охолоджуючої

рідини – основний і додатковий. Учніам дається завдання, самостійно опрацювати запитання: «В яких випадках встановлюється два насоси?»

На закріплення вивченого матеріалу демонструється відеофільм «Заміна насосу охолоджуючої рідини» та ставиться проблемне запитання: «Причини швидкого виходу з ладу насосу та до чого це може призвести?».

Після обговорення відеофільму, ставиться проблемне запитання: «Шляхи уникнення перегріву двигуна та швидкого його прогрівання?» Використовуючи мультимедійний проектор, демонструється схема термостату та пояснюється, що він призначений для регулювання кількості охолоджувальної рідини, яка проходить через радіатор, та забезпечує оптимальний температурний режим в системі. Термостат встановлюється в патрубку між радіатором і «сорочкою охолодження» двигуна та має три робочих положення: закриті, частково відкриті і повністю відкриті. Рідина залежно від температури, циркулює по малому або великому колу. При запуску двигуна, сам двигун і охолоджуюча рідина в ньому холодні. Для прискорення прогріву двигуна, охолоджувальна рідина рухається по малому колу, минаючи радіатор. Термостат при цьому закритий. При нагріванні охолоджувальної рідини, термостат відкривається, і охолоджувальна рідина рухається по великому колу – через радіатор. Нагріта рідина проходить через радіатор, охолоджується зустрічним потоком повітря, а при необхідності рідина охолоджується потоком повітря від вентилятора. Після охолодження рідина знову поступає у «сорочку охолодження» двигуна. Після цього слід продемонструвати відеофільм «Робота та виготовлення термостату» та запитати учнів «Як зміниться робота двигуна, якщо термостат «заклинить» в закритому положенні та у відкритому?».

Далі переходять до розгляду вентилятора радіатора, який призначений для покращення охолодження рідини, за рахунок

збільшення швидкості і кількості потоку повітря, що проходить через радіатор. Вентилятор встановлюється між радіатором і двигуном в спеціальному кожусі, має лопаті, розташовані на шківі. Для збільшення подачі повітря, лопаті встановлюються під кутом до площини обертання. Ознайомлюють учнів з видами вентиляторів радіатора за схемою поданою на рис. 2.64.

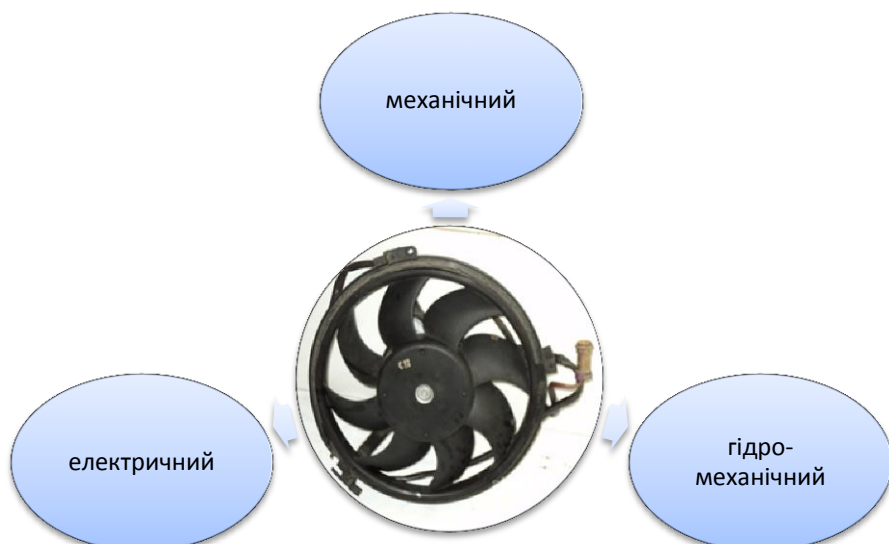


Рис. 2.64. Види вентиляторів радіатора

Звертається увага, що механічний привід вентилятора являє собою постійний привід від колінчастого валу, за допомогою пасової передачі. Ставиться запитання: «Які недоліки даного виду?» В процесі обговорення з'ясується, що недоліком даного приводу є істотні втрати потужності двигуна на обертання вентилятора. Тому в даний час механічний привід вентилятора майже не застосовується.

Гідромеханічний привід вентилятора може бути представлений в'язкістною або гідравлічною муфтами. В'язкісна муфта має постійний привід від колінчастого валу, її

блокування від часткового до повного включення проводиться зі збільшенням температури силіконової рідини, яка заповнює її. Збільшення температури є наслідком підвищення частоти обертання колінчастого валу й навантаження на двигун. Блокування муфти приводить до обертання вентилятора. Гідравлічна муфта, на відміну від в'язкісної, блокується за рахунок зміни кількості мастила в муфті. Більш детальне вивчення будови та принципу роботи муфт виноситься на самостійне опрацювання.

Розглянувши механічний та гідромеханічний типи, звертають увагу, що найпоширенішим є електричний привід вентилятора радіатора. Привід включає електродвигун і систему управління. Електродвигун живиться від бортової мережі автомобіля. Система управління забезпечує роботу вентилятора залежно від температури двигуна. На деяких автомобілях реалізована функція керованого вибігу вентилятора – автоматичне включення вентилятора після зупинки двигуна. Вибіг вентилятора здійснюється з метою кращого охолодження двигуна залежно від режиму його роботи перед зупинкою.

Розглядається типова схема управління вентилятором з електричним приводом (рис. 2.65).

Повідомляється, що на автомобілях, обладнаних клімат-контролем або тягово-зчіпним пристроєм, встановлюється два вентилятори, які обслуговує окреме реле включення. Залежно від температури, вентилятори можуть працювати як окремо, так і разом. Останнім часом, замість реле включення вентилятора, використовується блок управління вентилятором, що забезпечує ефективну й економічну роботу вентилятора.

Наголошується, що датчик температури охолоджуючої рідини, призначений для вимірювання температури охолоджуючої рідини в системі охолодження двигуна і включений в систему управління двигуном. Інформація від датчика використовується системою керування для коригування основних параметрів роботи двигуна залежно від теплового

стану: частоти обертання колінчастого валу; якісного складу паливно-повітряної суміші; кута випередження запалювання.

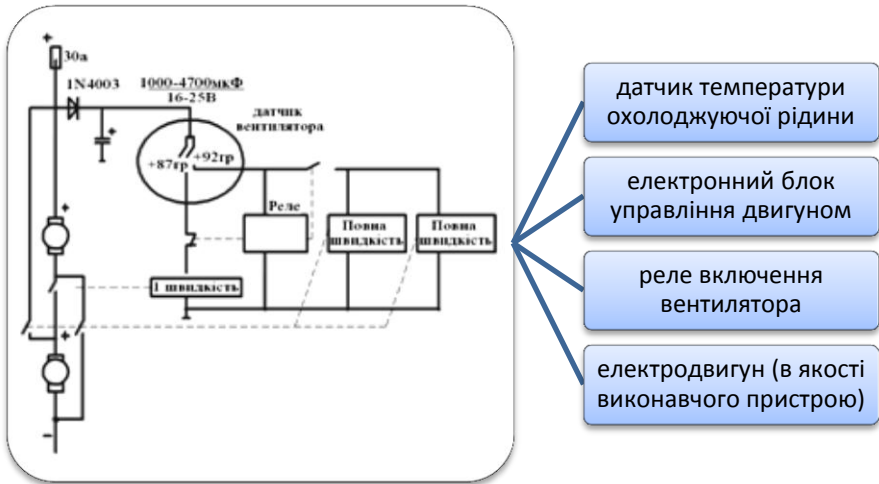


Рис. 2.65. Типова схема управління вентилятором з електричним приводом

Датчик складається з металевого корпусу з циліндричним наголовником, в якому розміщений чутливий елемент, середня частина з різьбою і гайкою, та пластмасова хвостова частина з двоконтактним роз'ємом-вилкою. В датчиках температури охолоджуючої рідини застосовуються терморезистори з негативним температурним коефіцієнтом – зі збільшенням температури датчика його опір зменшується. При низькій температурі охолоджуючої рідини, опір датчика високий (240 Ом при +20°C); при високій температурі – опір датчика низький (3,52 Ом при +90°C). Від блоку управління двигуном, через розміщений всередині блоку резистор з постійним електричним опором, на датчик температури надходить опорна напруга 5 В. Другий вивід датчика з'єднаний з «масою».



Роблять висновок, що робота датчика температури охолоджуючої рідини забезпечує швидкий прогрів двигуна при запуску і підтримання оптимальної його температури на всіх режимах.

Звертається увага, що раніше датчик температури охолоджуючої рідини на двигуні внутрішнього згорання був представлений термореле, наприклад, у системі впорскування K-Jetronic. Застосування даного пристрою забезпечувало тільки два режими роботи: прогрів двигуна при запуску за рахунок збагачення паливно-повітряної суміші (при відкритому контакті термореле); підтримання номінальної температури (при закритому контакті термореле). В даний час, датчик температури охолоджуючої рідини є елементом електронного управління системи охолодження, з допомогою якого здійснюється безперервний контроль і регулювання температурного режиму двигуна. Як датчик застосовується термістор, пристрій, що змінює опір залежно від температури та має негативний температурний коефіцієнт, тобто його опір зменшується із зростанням температури.

Учням ставлять запитання: «Пояснити переваги застосування двох датчиків температури охолоджуючої рідини». Аналізуючи з учнями цю проблему, приходимо до висновку, якщо на двигуні встановлені два датчики температури, один датчик встановлений в патрубку термостата і призначений для визначення температури охолоджуючої рідини двигуна, а другий датчик встановлений у впускній системі і призначений для визначення температури повітря, що входить в циліндри двигуна. Обидва датчики включені в електронну схему блоку керування, який за величиною падіння напруги в колі датчиків (залежно від температури) корегує подачу пального і кут випередження запалювання.

Завершується вивчення системи охолодження розглядом принципу її роботи, який забезпечує система управління двигуном. У сучасних двигунах алгоритм роботи реалізується на

основі математичної моделі, яка враховує різні параметри (температуру охолоджуючої рідини, температуру мастила, зовнішню температуру), задає оптимальні умови включення і час роботи конструктивних елементів. Бажано нагадати, що охолоджуюча рідина в системі має примусову циркуляцію, яку забезпечує відцентровий насос. Рух рідини здійснюється через «сорочку охолодження» двигуна. При цьому відбувається охолодження двигуна і нагрівання охолоджуючої рідини. Напрямок руху рідини в «сорочці охолодження» може бути поздовжнім (від першого циліндра до останнього) або поперечним (від випускного колектора до впускного). Під час роботи двигуна, цикл руху охолоджуючої рідини багаторазово повторюється. Після цього демонструється відеофільм «Принцип роботи системи охолодження». Перед учнями ставиться проблемне запитання: «Причини перегріву двигуна та його наслідки?».

Після повного розгляду системи охолодження вказується, що для кращого охолодження на автомобілях з безпосереднім уприскуванням палива і турбонадувом застосовується двоконтурна система охолодження, вивчення якої виноситься на самостійне опрацювання за планом:

1. Контур головки блоку циліндрів.
2. Контур блоку циліндрів.
3. Принцип роботи двоконтурної системи охолодження.

Вказується, що охолоджуюча рідина складається з води, антифризу, спеціальних присадок (інгібіторів корозії), що оберігають систему охолодження двигуна внутрішнього згорання від корозійних процесів, а саму рідину від термохімічного руйнування. Антифризом називається з'єднання, при додаванні якого в воду, знижується її температура замерзання. Антифризами є, практично, всі водні розчини неорганічних солей (хлористий натрій, калій, кальцій), анілін, спирт, гліцерин, гліколі, целозольви, карбітоли. Детальне

вивчення складу та основ охолоджуючих рідин виноситься на самостійне опрацювання.

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи. Їм даються такі запитання:

1. Дії водія, якщо двигун «закипів»?
2. Які ознаки виходу з ладу термостату?

Після обговорення в групах учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

## **2.7. Система мащення**

Мета: розглянути призначення та вивчити будову системи мащення.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: мастила; загальні відомості про процес мащення; будова системи мащення; масляний насос; система мащення з сухим картером.

Спочатку потрібно актуалізувати знання про тертя, охарактеризувавши тертя ковзання, тертя кочення та причини його виникнення. Це можна здійснити шляхом бесіди за такими запитаннями:

1. Які види тертя ви знаєте?
2. За яких умов виникає сухе та рідке тертя?
3. Які причини виникнення сухого тертя? Яку природу воно має?
4. Охарактеризувати силу тертя ковзання та як вона напрямлена.

По завершенню бесіди робиться висновок про те, що для зменшення тертя між спряженими деталями, використовують мастила. Основні відомості про мастила, їх властивості та маркування виносяться на самостійне опрацювання.

Аналіз різних підходів до вивчення викладеної теми показав, що спочатку необхідно з'ясувати особливості прояву тертя у

вузлах і механізмах автомобіля та наголосити на призначенні системи мащення для зменшення тертя між спряженими деталями двигуна.

Вивчення даного матеріалу бажано розпочати з призначення системи мащення, наголосивши, що основне її призначення – зниження тертя між спряженими деталями двигуна. Крім основної функції, система мащення виконує інші важливі функції. Для більш глибокого засвоєння призначення системи мащення можна в ході бесіди скласти та обговорити схему (рис. 2.66).



Рис. 2.66. Призначення системи мащення

Після розгляду призначення системи мащення необхідно перейти до з'ясування її будови, яка проектується за допомогою мультимедійного проектора та в ході логічних міркувань учнів, складаємо схему (рис. 2.67), залишивши одну комірку незаповненою.

Розпочинаємо з найпростішого, наголосивши, що піддон картера двигуна призначений для зберігання мастила. Рівень мастила в піддоні контролюється за допомогою щупа та датчика рівня і температури мастила.

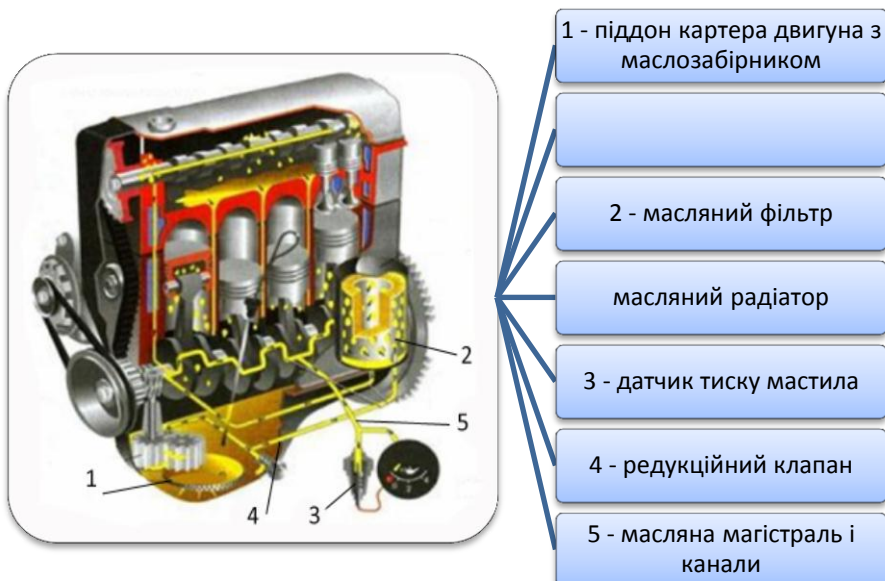


Рис. 2.67. Будова системи мащення

Учням задається питання: «Як ви думаєте, якої складової не вистачає у цій схемі?» Вислухавши їх міркування повідомляється, що це масляний насос, який призначений для створення тиску в системі мащення, та забезпечує мащення рухомих частин двигуна внутрішнього згорання. В системі мащення з сухим картером, масляний насос додатково виконує функцію перекачування мастила з картера двигуна в масляний бак. Масляний насос приводиться в дію від колінчастого валу або розподільчого валу за допомогою приводного валу.

При розгляді видів масляних насосів за характером управління, наголошується, що вони поділяються на нерегульовані, які підтримують постійний тиск в системі мащення за допомогою редуційного клапану та регульовані, в яких постійний тиск підтримується шляхом зміни продуктивності насосу.

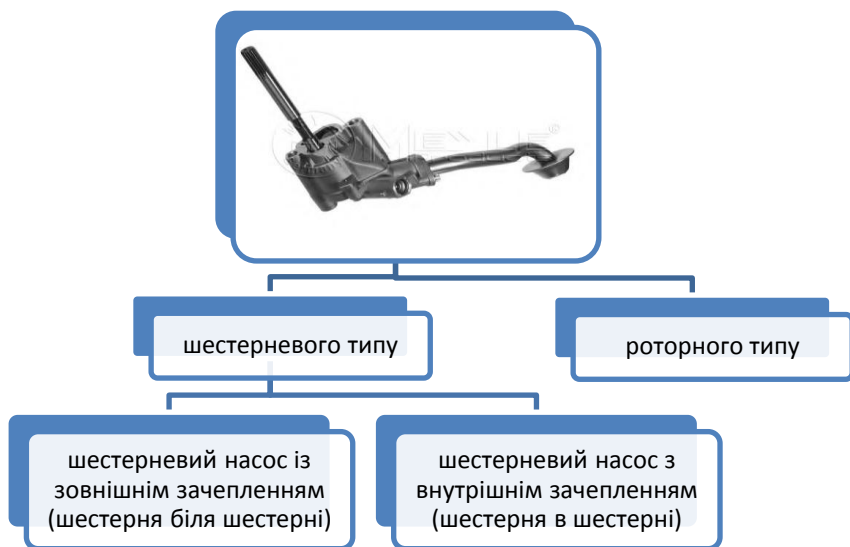


Рис. 2.68. Види масляних насосів, залежно від конструкції

Використовуючи мультимедійний проєктор, демонструється розріз масляного насосу шестерневого типу та розглядається його будова, зазначивши, що він складається з двох шестерень – ведучої та веденої, які розміщені в корпусі. Мастило в насос надходить через всмоктувальний канал, захоплюється шестернями і нагнітається в систему через нагнітальний канал. Продуктивність шестерневого насосу пропорційна частоті обертання колінчастого валу. При збільшенні тиску мастила до певного значення спрацьовує редуційний клапан і перепускає частину мастила у всмоктувальну порожнину або безпосередньо в картер двигуна.

При розгляді видів шестерневих насосів потрібно актуалізувати знання з фізики, звернувшись до учнів із запитанням: «Як відбувається перекачування мастила шестерневим насосом?» Вислухавши міркування студентів наголошується, що мастило транспортується в проміжки простору між зубцями шестерень. При тривалому обертанні

насосу з одного боку, в якому зубці рухаються у напрямку один від одного, утворюється зона зниженого тиску. Це всмоктувальна сторона насосу, а в місці, де зубці знову зчіплюються один з одним, створюється підвищений тиск, який виштовхує мастило під тиском.

Після детального вивчення будови та призначення шестерневих насосів варто наголосити, що при однаковій продуктивності, шестерневий насос з внутрішнім зчепленням має менші габаритні розміри. Масляні насоси шестерневого типу є нерегульованими. Доцільно переглянути відеофільм «Принцип роботи шестерневого масляного насосу», та запросити учнів до обговорення, поставивши проблемне запитання: «Які наслідки, в разі перевищення допустимого тиску шестерневим насосом, та як цього позбутися?».

Продовжується вивчення масляного насосу роторного типу, використовуючи його зображення, яке проектується за допомогою мультимедійного проектору та сам насос, звернувши увагу, що він об'єднує два ротори – внутрішній (ведучий) і зовнішній (ведений), які розміщені в корпусі. Мастило всмоктується в насос, захоплюється лопатями роторів і нагнітається в систему.

Демонструючи регульований масляний насос роторного типу, наголошують, що він є більш досконалою конструкцією, що забезпечує постійний тиск у всьому діапазоні частоти обертання колінчастого валу. Для реалізації функції регулювання тиску в конструкції роторного насосу передбачений рухливий статор з регульовальною пружиною. Регулювання проводиться шляхом зміни обсягу порожнини між ведучим і веденим роторами за рахунок повороту статора.

Обговорюється питання: «Які переваги має регульований масляний насос роторного типу?»

Необхідно перейти до розгляду його принципу роботи, звернувши увагу на те, що при збільшенні частоти обертання колінчастого валу двигуна, збільшується потреба в мастилi і

відбувається падіння тиску в системі, а з падінням тиску регульовальна пружина переміщує статор, який змінює положення веденого ротора, відповідно збільшується обсяг засмоктуючої порожнини і підвищується продуктивність насосу. При зменшенні частоти обертання колінчастого валу двигуна, зменшується витрата мастила і підвищується тиск у системі, за рахунок чого стискається регульовальна пружина, яка переміщує статор і змінює положення веденого ротора, а це призводить до зменшення обсягу засмоктуючого мастила і зниження продуктивності насосу.

Вивчивши принцип роботи регульованого роторного масляного насосу варто показати відеофільм «Принцип роботи роторного масляного насосу». Після перегляду необхідно поставити проблемне запитання: «За рахунок чого роторний масляний насос створює більший тиск в системі мащення ніж шестерневий?».

Відомо, що мастило зменшує тертя, тому відбувається незначне спрацювання спряжених деталей двигуна, що приводить до виникнення продуктів зносу, які потрапивши в спряжені деталі, приведуть до швидкого їх спрацювання. Тому обговорюється проблема: «Видалення продуктів зносу з мастила?»

Вислухавши міркування студентів, вказується, що масляний фільтр служить для очищення мастила від продуктів зносу і нагару. Очищення мастила відбувається за допомогою фільтруючого елемента, який замінюється разом із заміною мастила.

Звертається увага учнів на те, що для охолодження моторного мастила використовується масляний радіатор, що здійснює охолодження мастила потоком рідини з системи охолодження.

Розглянувши систему охолодження мастила, ставиться проблемне запитання: «Чи завжди однаковий тиск мастила в двигуні?» Вислухавши міркування учнів, зазначається, що тиск



мастила в двигуні змінюється, залежно від кількості його обертів та контролюється спеціальним датчиком, встановленим в масляній магістралі. Використовуючи мультимедійний проектор наголошується, що принцип роботи датчика тиску мастила, заснований на властивості деформації пружної мембрани під дією тиску мастила. Величина зсуву мембрани механічно передається на змінний резистор (реостат), зміна його опору реєструється обладнанням автомобіля. Електричний сигнал від датчика надходить до контрольної лампочки на панелі приладів. Датчик тиску мастила може бути включений у систему керування двигуном, яка при небезпечному зниженні тиску мастила відключає двигун.

Звертається увага, що у сучасних двигунах внутрішнього згоряння встановлюється датчик контролю рівня мастила і відповідна йому сигнальна лампа на панелі приладів. Поряд може встановлюватися датчик температури мастила.

Не потрібно забувати про те, що для підтримки постійного робочого тиску в системі, встановлюється один або кілька редуційних (перепускних) клапанів, які розміщені безпосередньо в елементах системи: масляному насосі, масляному фільтрі.

Після закінчення вивчення основних складових системи мащення, розглядається принцип дії системи мащення, наголошуючи, що у сучасних двигунах застосовується комбінована система мащення, в якій частина деталей змащується під тиском, а частина – розбризкуванням або самопливом, мащення двигуна здійснюється циклічно. Коли двигун працює, масляний насос закачує мастило в систему. Під тиском мастило подається в масляний фільтр, де очищається від механічних домішок, по каналах надходить до корінних і шатунних шийок (підшипників) колінчастого валу, опор розподільного валу, верхньої опори шатуна для мащення поршневого пальця.

На завершення вивченого матеріалу показується відеофільм «Принцип роботи системи мащення двигуна», та задаються проблемні запитання:

1. Як відбувається мащення колінчастого валу, циліндрів та розподільчого валу?
2. Як приводиться в дію масляний насос?

Вивчення системи мащення з сухим картером пропонується на самостійне опрацювання, наголосивши, що вона призначена для забезпечення стабільної роботи системи мащення у всіх положеннях транспортного засобу, при різких маневрах на великій швидкості та великих нахилах автомобіля. Завдяки таким якостям, ця система застосовується на спортивних автомобілях, тракторах і деяких автомобілях підвищеної прохідності. Студентам пропонується план опрацювання матеріалу:

1. Переваги системи мащення з сухим картером.
2. Будова системи мащення з сухим картером.
3. Які функції виконує масляний насос системи мащення з сухим картером?

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи. Учням даються такі запитання:

1. Які особливості роботи системи мащення при запуску двигуна?
2. До яких наслідків може призвести несправність редукційного клапану в масляному фільтрі та як її виявити?
3. Які можливі причини низького тиску мастила, та які дії водія в такій ситуації?
4. Які можливі причини занадто високого тиску мастила?

Під час обговорення питань потрібно звертати увагу на змістовність відповідей.

## РОЗДІЛ III МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТРАНСМІСІЇ ТА ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛІВ

### 3.1. Несуча система автомобіля

Мета: ознайомити учнів з видами та особливостями несучих систем автомобілів.

Навчальний матеріал викласти у такій послідовності: рама автомобіля; кузов автомобіля.

Вивчення матеріалу цієї теми доцільно розпочати з розгляду видів несучих систем, вказавши на їх призначення. Пояснити, що несуча система автомобіля призначена для розміщення всіх вузлів, агрегатів і систем та з'єднання їх в єдину конструкцію. Під час вивчення цієї теми, не лише поглиблюються знання учнів про несучі системи автомобіля, а й розширюються відомості про будову корпусу автомобіля. В ході логічних міркувань учнів, складається схема видів несучих систем автомобіля (рис. 3.1).

Пояснюють, що під автомобільною рамою розуміють вид несучої системи балочної конструкції та запитують: «На яких типах автомобілів встановлюється рама?» Після обговорень вказують,

*Дату 29 січня 1886 року офіційно вважають днем народження автомобіля, його творцем став Карл Бенц. 9 січня 1886 р. на машину було видано імперський патент за номером 37435, і вже в липні відбулася перша поїздка вулицями Мангейма перед очима враженої публіки.*



*Триколісний екіпаж приводився в рух одноциліндровим двигуном робочим об'ємом  $990 \text{ см}^3$  і потужністю 0,9 кінських сил, яку досягали при 400 обертах за хвилину.*

*Він мав водяне охолодження і розміщувався горизонтально, відкриваючи очам цікавих оголений колінчастий вал і величезний горизонтальний маховик. Привід здійснювався на задні колеса за допомогою паса й ланцюгів через простий диференціал.*

що рама встановлюється на легкових автомобілях підвищеної прохідності, деяких моделях спортивних та вантажних автомобілів. Важливо пояснити, що рамна конструкція несучої системи має ряд переваг: проста, низька вартість, може сприймати великі навантаження та уніфікація базових моделей автомобілів.



Рис. 3.1. Види несучих систем

Після розгляду переваг рамної конструкції необхідно сформулювати проблемне запитання: «Чому рамну конструкцію не застосовують на всіх типах автомобілів?» Вислухавши міркування учнів вказують, що використання рами призводить до збільшення маси автомобіля, а це в свою чергу призводить до зниження його динаміки. До рами кріпляться практично всі вузли та агрегати систем автомобіля: кузов, двигун, трансмісія, передня і задня підвіски, системи управління, які в сукупності утворюють шасі автомобіля.

Використовуючи мультимедійний проектор, проектується зображення та складається схема основних видів рам залежно від конструкції (рис. 3.2).

Після того, як складена схема, можна зазначити, що найпоширенішими є лонжеронні рами, які об'єднують дві поздовжні балки (лонжерони), що знаходяться між ними і поперечки. Потрібно розповісти, що лонжерон являє собою

металеву балку відкритого або закритого поперечного перерізу (закритий короб, швелер, двотавр), що має велику жорсткість на згин.

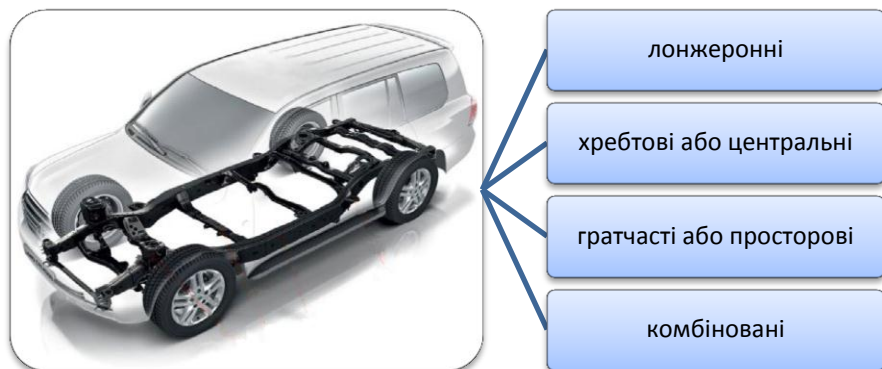


Рис. 3.2. Види рам

Ставиться запитання: «Як встановлюються лонжерони залежно від типу автомобіля?» Вислухавши відповіді вказують, що лонжерони можуть встановлюватися: паралельно в горизонтальній площині; під кутом в горизонтальній площині; вигнутими у вертикальній площині; вигнутими в горизонтальній площині.

Далі пояснюють, що хребтова рама складається з поздовжньої несучої балки і прикріплених до неї поперечок. Центральна балка має трубчастий перетин. Всередині балки розташовуються окремі елементи трансмісії. Гратчаста рама забезпечує високу жорсткість на кручення при навантаженні з невеликою масою.

Слід розглянути проблему: «Яка рама найбільш стійка і де застосовується?» Після обговорення, наголошується, що це гратчаста рама, тому її застосовують в конструкції спортивних автомобілів.

Під час вивчення кузова автомобіля зазначається, що це найбільш важлива частина транспортного засобу. Залежно від виконуваних функцій, кузов може виступати в якості несучої системи або бути її окремим елементом. Більшість легкових автомобілів мають несучий кузов, який сприймає всі навантаження, що діють на автомобіль. Легкові автомобілі підвищеної прохідності – позашляховики обладнуються розвантаженим кузовом, який має пружне з'єднання з рамою. Формулюється запитання: «Чому на автомобілях підвищеною прохідності встановлюється саме такий кузов?» Після обговорення вказується, що розвантажений кузовом сприймає тільки вагові навантаження пасажирів та вантажу. Проміжне положення між несучою системою і розвантаженим кузовом займає напівнесучий кузов, який жорстко з'єднаний з рамою автомобіля і підсилює її конструкцію. Основою кузова є корпус, який являє собою жорстку зварену конструкцію, що складається з окремих елементів, які розглядаються за схемою, поданій на рис. 3.3.

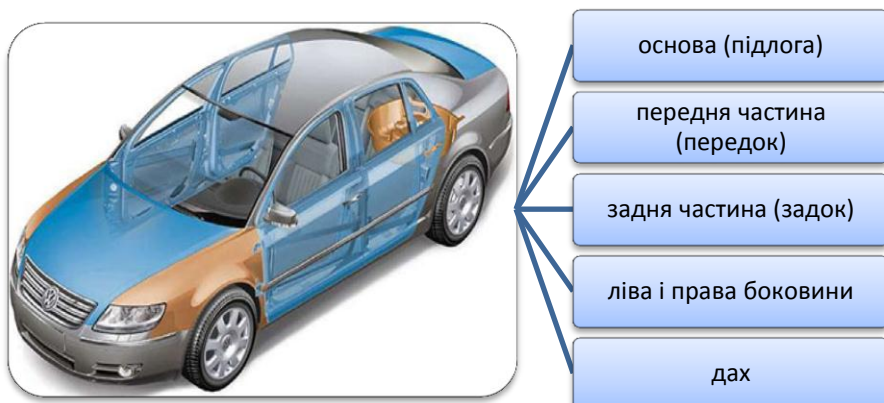


Рис. 3.3. Будова корпусу кузова

Звертається увага, що основа кузова виконана у вигляді суцільноштампованої панелі коритоподібної форми, у центрі якої виготовлений тунель. Ставиться запитання: «Для чого виготовляється тунель в центрі основи автомобіля, адже він зменшує об'єм салону?» В процесі бесіди з'ясовується, що тунель призначений для розміщення елементів випускної системи, гальмівних і паливних трубопроводів, а в задньоприводних автомобілях – для розміщення вузлів трансмісії. Після цього варто наголосити, що передня частина об'єднує передні лонжерони, передній щит, передню панель, бризковики і крила. В задній частині розміщені панель багажника і бризговики. Боковина кузова складається з внутрішньої і зовнішньої панелі. Зовнішня панель представлена передньою, середньою і задньою стійками, порогом, і заднім крилом. Внутрішня панель складається з окремих силових елементів – підсилювачів стійок. Дах кузова має суцільноштамповану конструкцію, підсилену поперечинами. Вказується, що капот складається з двох з'єднаних між собою панелей (зовнішньої і внутрішньої). Виникає проблемне запитання: «Як утримати капот у відкритому стані та забезпечити плавне його закривання?» В процесі бесіди з'ясовується, що капот до корпусу кузова кріпиться за допомогою петель. Кришка багажника, подібна до капоту, складається з двох панелей, на внутрішній панелі встановлений замок. Двері кузова включають дві панелі, обладнуються замком і кріпляться за допомогою петель. Щоб з'ясувати, чи зрозуміли учні навчальний матеріал, запитують: «За рахунок чого в салоні сучасних автомобілів не чути сторонніх звуків ззовні?» та пояснюють, що цьому сприяє шумоізоляція, яка виготовляється з різних матеріалів: на підлозі, боковинах – з бітумних мастик, на дверях – з мастики, картону, на даху – з пінопласту, картону, склопластику, також шумоізоляція застосовується в моторному відсіку.

Для підведення підсумку пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи. Їм даються такі запитання:

1. Яке призначення та які основні складові рами автомобіля?
  2. З яких частин складається кузов автомобіля?
- Варто спрямувати бесіду на змістовність відповідей.

### 3.2. Гальмівна система

Мета: ознайомити учнів з принципом роботи та будовою гальмівних механізмів автомобіля.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: барабанний гальмівний механізм з гідравлічним приводом; барабанний гальмівний механізм із пневматичним приводом; колісний дисковий гальмівний механізм; вакуумний підсилювач гальм; гальмівна система автомобіля з автоматичним антиблокуванням коліс (ABS); система допомоги при екстреному гальмуванні; система розподілу гальмівних зусиль.

Використовуючи зв'язок з фізикою, варто розв'язати таку задачу: визначити гальмівний шлях автомобіля до повної зупинки, якщо він рухається по прямолінійній горизонтальній асфальтованій дорозі зі швидкістю 80 км/год і гальмує до «юза» (колесо переходить у заблокований стан). Виходячи із знань учнів з фізики, можливий такий розв'язок: кінетична енергія автомобіля  $W = \frac{m v^2}{2}$ . Робота тертя між шиною і дорогою  $A = \mu FS$ ;  $S$  – гальмівний шлях. Для зупинки автомобіля  $W = A$ ;  $F = mg$ ;  $\frac{m v^2}{2} = \mu FS = \mu mgS$ ;  $S = \frac{v^2}{2\mu g}$ ;  $\mu$  - коефіцієнт тертя ковзання коліс по асфальту, який береться для відповідної марки автомобіля.

Розв'язавши задачу, звертається увага, що навіть на сухій рівній дорозі, гальмівний шлях автомобіля довгий і це може



спричинити аварію, тому наголошується, що в процесі розвитку автотранспортних засобів застосовувались різні гальмівні механізми, які поступово вдосконалювалися. Першим автомобільним гальмівним механізмом був барабанний гальмівний механізм, який не в змозі швидко зупинити потужні автомобілі, тому його замінили дисковим гальмівним механізмом, який був більш ефективним і створював такі умови, за яких одне чи декілька коліс автомобіля блокувалися, тобто починався рух «юзом», автомобіль заносило і втрачалась його керованість. Щоб цього уникнути автомобілі почали оснащувати антиблокувальною системою коліс.

Розглянувши фізичні основи гальмування автомобіля на прикладі розв'язаної задачі, необхідно перейти до пояснення гальмівної системи автомобілів, яка потрібна для зниження його швидкості, зупинки й утримування на місці. Гальмівна сила виникає між колесом та дорогою й направлена проти обертання колеса, тобто перешкоджає його обертанню. Максимальне значення гальмівної сили на колесі залежить від можливостей механізму, який

*Перші гальмівні системи застосовувалися ще на гужовому транспорті. Кінь розганяв візок до відносно великих швидкостей і сам не справлявся з його зупинкою. Перші механізми гальмували саме колесо за допомогою ручного важеля або системи важелів. Дерев'яна колодка, іноді – з оббитою шкірою поверхню, притискалася безпосередньо до ободу колеса та гальмувала його. У сиру погоду це було неефективно, до того ж, з поширенням гумових шин гальмувати колесо таким чином стало просто неможливо, так як гума від контакту з колодкою дуже швидко б стерлася.*

*З тих пір гальмівний механізм пройшов серйозну еволюцію. Найбільший розвиток у розробці гальмівних систем відбувся з появою автомобіля.*

створює цю силу, від навантаження, що діє на колесо та від коефіцієнта зчеплення з дорогою. Потрібно наголосити, якщо всі фактори однакові і визначають силу гальмування, ефективність гальмівної системи залежить від особливостей конструкції механізмів, які гальмують автомобіль.

Перед учнями формулюється проблема: «Які гальмівні системи найбільш ефективні для безпеки руху транспортних засобів на автодорогах нашої країни?»

Пояснення будови та принципу роботи гальмівних систем варто розпочати з найпростішої – з барабанної та поступово перейти до найскладнішої – з автоматичним антиблокуванням коліс (ABS), обґрунтувавши її переваги.

Разом із учнями складається схема (рис. 3.4), яка відображає різновиди гальмівних систем за призначенням, які встановлюють на сучасних автомобілях для підвищення безпеки руху.



Рис. 3.4. Різновиди гальмівних систем за призначенням

Користуючись схемою гальмівної системи, наголошується, що вона складається з гальмівних механізмів та їхнього приводу.

Для більш детального розгляду барабанного гальмівного механізму з гідравлічним приводом, варто скористатися мультимедійним проектором та показати його схему, зазначивши, що цей вид гальмівного механізму був одним з найперших та навести приклади застосування.

Пропонується відповісти на запитання: «Які недоліки барабанного гальмівного механізму з гідравлічним приводом?» Після міркувань учнів зазначається, що передня й задня гальмівні колодки за ходом руху автомобіля спрацьовуються нерівномірно, оскільки під час руху вперед у момент гальмування передня колодка працює проти обертання колеса й притискується до барабану з більшою силою, ніж задня. Формулюється запитання: «Шляхи запобігання нерівномірного спрацювання гальмівних колодок». Вислухавши відповіді учнів вказується, що для запобігання нерівномірного спрацювання передньої й задньої колодок, передню накладку роблять довшою, ніж задню, або рекомендують міняти місцями колодки через певний час. Щоб уникнути нерівномірного спрацювання гальмівних колодок та досягти більшого гальмівного моменту, прівід кожної колодки працює від окремого гідроциліндра.

Оглядово розглядається барабанний гальмівний механізм із пневматичним приводом, пояснюється його будова, принцип роботи, користуючись відповідними схемами, які демонструються за допомогою мультимедійного проектора та повідомляється, що його використовують у вантажних автомобілях. Більш детальний розгляд цієї системи доцільно винести на самостійне опрацювання, у такій послідовності: неавтоматичні прямодіючі; автоматичні непрямодіючі; автоматичні прямодіючі гальмівні системи з пневматичним приводом.

Навівши приклади з історії розвитку гальмівної системи автомобіля, у учнів запитують: «Що стало приводом заміни гальмівної системи барабанного типу більш сучасними системами?»

Вислухавши пояснення учнів розповідається, що гальмівні системи не встигали за стрімким зростанням потужностей двигунів, наприкінці п'ятдесятих, початку шістдесятих на швидкохідних серійних автомобілях стали з'являтися дискові гальмівні механізми, які раніше застосовувалися на гоночних автомобілях та в авіації.

Особливу увагу приділяємо колісному дисковому гальмівному механізму із гідроприводом, використовуючи мультимедійний проектор і наочність, наголошуємо, що гальмівну систему з гідравлічним приводом застосовують на всіх легкових і деяких вантажних автомобілях. Вона водночас виконує функції робочої, запасної та стоянкової систем. Для підвищення надійності гальмівної системи, на легкових автомобілях застосовують двоконтурний гідравлічний привід, який складається з двох незалежних приводів, що діють від одного головного гальмівного циліндру на гальмівні механізми на передні і задні колеса окремо.

Після розгляду причин переходу до дискових гальм розглядається будова дискових гальм та ставиться проблемне запитання: «Які переваги дискового гальмівного механізму над барабанним?» В ході міркувань студентів зазначається, що у дисковому механізмі колодки притискалися не до внутрішньої поверхні барабана, а до зовнішніх площин чавунного диску. Такий механізм конструктивно простіший від барабанного з автоматичним регулюванням зазору, компактніший, легший, дешевший і ефективніший, має меншу площу колодок, тому що поверхня диску плоска і колодки притискаються до нього рівномірно (напівкругла поверхня колодки барабанного гальма нерівномірно притискається до внутрішньої поверхні барабана). Він простіший в обслуговуванні, простіша заміна колодок, не обмежує гальмівне зусилля на колодках (в барабанному механізмі воно обмежене міцністю барабана). Дискові гальма краще охолоджуються, за рахунок циркуляції повітря між диском і поверхнею колодки, самоочищаються від води, бруду і

продуктів зносу. Розглядається конструкція дискових гальм, використовуючи наочність та розв'язується проблема: «Чому встановлюються вентилявані передні дискові гальма на сучасних автомобілях, а більшість задніх гальм – не вентилявані?»

Після обговорення та демонстрації наочності, показується відеофільм про дискові та барабанні гальмівні системи, який сприяє кращому розумінню учнями навчального матеріалу. На завершення перегляду провести з учнями бесіду, використовуючи такі запитання:

1. В чому головна відмінність дискової гальмівної системи від барабанної?
2. Яке призначення канавок та шліців вентиляваного гальмівного диску?
3. Як відбувається охолодження барабанних гальмівних механізмів?
4. Проаналізувати недоліки дискових гальмівних механізмів.

Наголошується, що вакуумний підсилювач гальм є найпоширенішим видом підсилювача, який застосовується в гальмівній системі сучасного автомобіля. Він створює додаткове зусилля на педалі гальма за рахунок розрідження та полегшує роботу гальмівної системи автомобіля, зменшує втому водія.

Будова вакуумного підсилювача гальм вивчається за схемою, поданій на рис. 3.5.

В учнів запитують: «Якої складової не вистачає у цій схемі?», в ході бесіди з'ясується, що це діафрагма.

Використовуючи мультимедійний проектор, демонструється схема вакуумного підсилювача гальм та зазначається, що корпус підсилювача розділений діафрагмою на дві камери. Камера, звернена до головного гальмівного циліндра, називається вакуумною, протилежна до неї камера (з боку педалі гальма) – атмосферною, яка через зворотний клапан з'єднана із джерелом розрідження.



Рис. 3.5. Будова вакуумного підсилювача гальм

Звертається увага, що атмосферна камера за допомогою слідкуючого клапана має підключення: у вихідному положенні – з вакуумною камерою; при натиснутій педалі гальма – з атмосферою. Запитують: «Як забезпечується вакуумом вакуумний підсилювач гальм?» Вислухавши міркування учнів наголошується, що вакуумний підсилювач гальм з'єднується, за допомогою шлангу з всмоктуючим колектором, тому діафрагма виготовляється з бензостійкої гуми.

Вивчення будови вакуумного підсилювача гальм завершується розглядом принципу його роботи, який заснований на створенні різниці тисків у вакуумній і атмосферній камерах. У вихідному положенні тиск в обох камерах однаковий і дорівнює тиску, створюваному джерелом розрідження.

Учням ставиться запитання: «Чому виникла потреба в застосуванні системи антиблокування коліс (ABS)?»

Обговоривши, звертається увага на те, що система антиблокування коліс (ABS) стала актуальною у зв'язку з масовим поширенням вакуумних підсилювачів в гальмівних системах і ефективних, швидкодіючих дискових гальмівних механізмах, які дозволяють при натисканні на педаль заблокувати колісні гальмові механізми. Колеса при цьому припиняють обертатися і, як показали дослідження, ефективність гальмування автомобіля при цьому (рух «юзом», ковзання нерухомих коліс по асфальту) істотно зменшується в порівнянні з випадком, коли колеса повільно, але все ж котяться. Якщо колеса не котяться, а ковзають, то машина стає некерованою, оскільки напрямок руху практично не залежить від повороту передніх коліс.

Пояснивши на простому прикладі, розпочинається змістовний виклад матеріалу, звертається увага, що під час руху автомобіля з постійною швидкістю різниці в швидкостях обертання коліс не виникає, тобто не виникає різниці між приведеною швидкістю руху автомобіля  $v_a$  та середньою швидкістю обертання коліс  $v_k$ , тобто  $v_a = v_k$ . Потрібно зазначити, що при цьому під середньою швидкістю обертання коліс приймається величина  $v_k = \frac{v_{k1} + v_{k2} + v_{k3} + v_{k4}}{4}$ , де  $v_{k1} \dots v_{k4}$  – швидкості обертання кожного колеса окремо. Коли починається процес гальмування, приведена швидкість кузова автомобіля  $v_a$  починає перевищувати середню швидкість  $v_k$  обертання коліс, так як кузов «обганяє» колеса під дією сили інерції маси автомобіля, тобто  $v_a > v_k$ . При цьому між колесами і дорогою виникає явище рівномірного ковзання. Це ковзання є робочим параметром гальмівної системи і визначається  $S = [(v_a - v_k)v_a]100\%$ . Величина  $S$  називається коефіцієнтом ковзання, якщо  $S = 0\%$ , то колеса обертаються вільно без впливу на них дорожнього покриття;  $S = 100\%$  – відповідає «юзом» колеса, коли воно переходить в заблокований стан.

Наголошується, що при появі ефекту робочого ковзання виникає рівномірно зростаючий опір тертя  $R_d$ , який є функцією від робочого ковзання  $S$  та створює силу гальмування автомобіля  $F_r$ ;  $F_r = KR_d(S)$ , де  $K$  – конструктивний коефіцієнт пропорційності, який залежить від стану протектора шини, гальмівних колодок, гальмівних дисків і гальмівних супортів, значення величини  $F_r$  перебуває в межах 10-30%.

Ставиться запитання: «Яке основне завдання системи антиблокування коліс та які її переваги?» Вислухавши міркування студентів, зазначається, що основним завданням ABS є автоматичне (без участі водія) підтримання коефіцієнта ковзання від 10% до 30%, коли гальмівна сила автомобіля максимальна.

Разом із учнями з'ясовується, що загальним для всіх ABS є те, що вони доповнюють робочі функції гідравлічної гальмівної системи автомобіля принципово новою якістю – здатністю інтенсивного гальмування без блокування коліс та визначаються переваги системи антиблокування коліс, а саме: ABS робить неможливим блокування коліс за рахунок керованого електронним блоком зниження тиску в контурах коліс, що в даний момент блокуються, підтримуючи їх «на межі» блокування – гальмування в цей момент вважається найбільш ефективним. Автомобіль з ABS не втрачає керованості під час гальмування, його не заносить в сторону при блокуванні одного з передніх коліс, у системі гальм з ABS відсутні ненадійні механічні регулятори тиску, що використовуються в традиційній системі в контурі задніх коліс. Вивчення механічних регуляторів тиску контурів задніх коліс виносить на самостійне опрацювання, враховуючи такі питання: будова; принцип роботи механічного регулятора тиску.

Ставиться проблема: «При яких умовах ABS може сприяти збільшенню гальмівного шляху?» Вислухавши міркування учнів звертається увага, що такими умовами можуть бути бруд, пісок, гравій або глибокий шар снігу і ABS може сприяти деякому



збільшенню гальмівного шляху в порівнянні зі спеціально підготовленим водієм, що використовує на автомобілі без ABS спеціальні прийоми гальмування.

Складові компоненти системи ABS вивчаються за схемою, поданою на рис. 3.6.

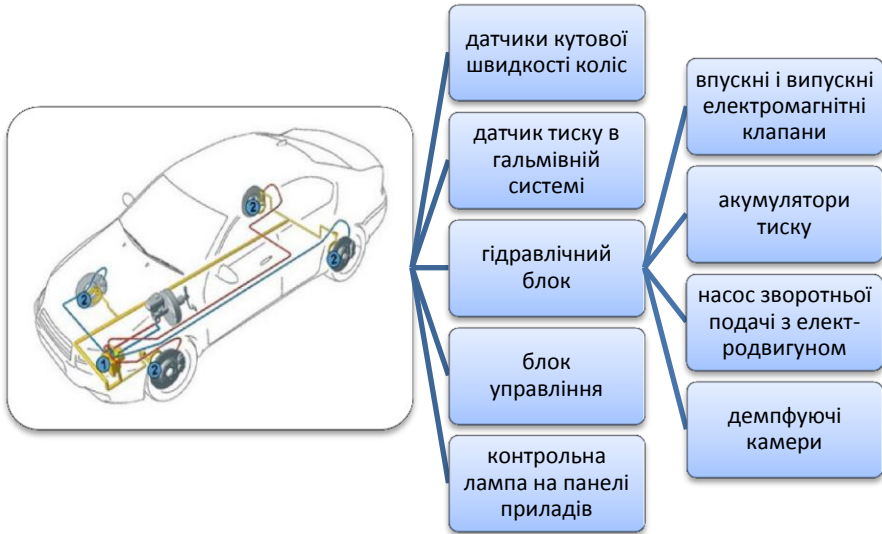


Рис. 3.6. Складові компоненти системи ABS

Розглядається схема антиблокувальної системи гальм ABS (рис. 3.7).

Пояснюється, що датчик кутової швидкості встановлюється на кожне колесо. В основі роботи більшості датчиків швидкості обертання коліс використовується принцип електромагнітної індукції. Такий датчик складається з намагніченого сердечника, розташованого всередині котушки. На ступиці колеса закріплений зубчастий вінець (рис. 3.8). Датчик нерухомо кріпиться над торцем цього вінця. При обертанні колеса, поблизу магнітного сердечника датчика проходять зубці й

западни зубчастого вінця і змінюють величину магнітного потоку усередині сердечника датчика. За рахунок цього в обмотці датчика індукується електричний струм. Частота цього змінного електричного струму прямо пропорційна кутовій швидкості обертання колеса і кількості зубців на роторі.

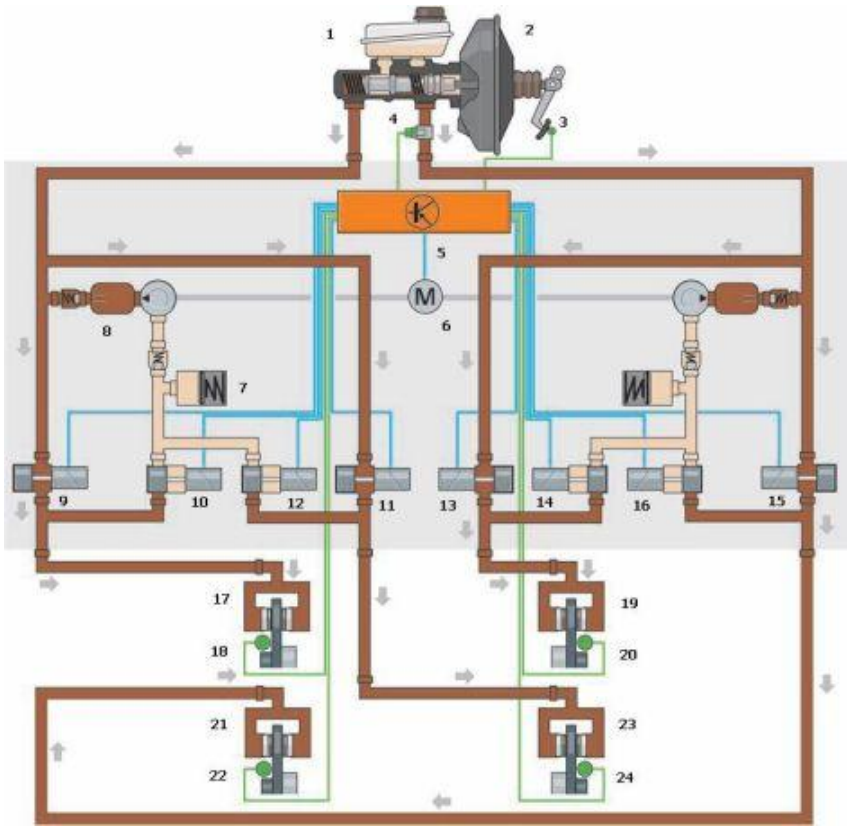


Рис. 3.7. Схема антиблокувальної системи гальм ABS  
 1 – компенсаційний бачок; 2 – вакуумний підсилювач гальм; 3 – датчик положення педалі гальма; 4 – датчик тиску в гальмівній системі; 5 – блок управління; 6 – насос зворотної подачі; 7 – акумулятор тиску; 8 – демпфуюча камера; 9 – впускний клапан переднього лівого гальмівного механізму; 10 – випускний клапан

приводу переднього лівого гальмівного механізму; 11 – впускний клапан приводу заднього правого гальмівного механізму; 12 – випускний клапан приводу заднього правого гальмівного механізму; 13 – впускний клапан приводу переднього правого гальмівного механізму; 14 – випускний клапан приводу переднього правого гальмівного механізму; 15 – впускний клапан приводу заднього лівого гальмівного механізму; 16 – випускний клапан приводу заднього лівого гальмівного механізму; 17 – передній лівий гальмівний циліндр; 18 – датчик частоти обертання переднього лівого колеса; 19 – передній правий гальмівний циліндр; 20 – датчик частоти обертання переднього правого колеса; 21 – задній лівий гальмівний циліндр; 22 – датчик частоти обертання заднього лівого колеса; 23 – задній правий гальмівний циліндр; 24 – датчик частоти обертання заднього правого колеса.

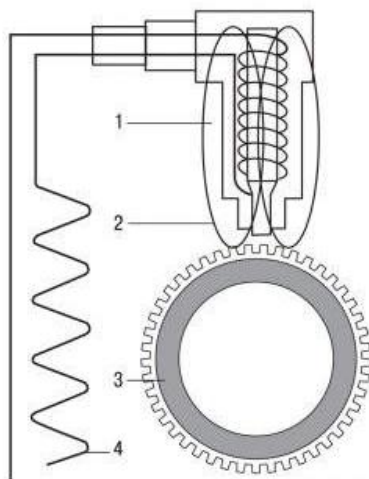


Рис. 3.8. Принцип роботи датчика швидкості колеса

1 – датчик швидкості колеса; 2 – магнітне поле, 3 – зубчастий вінець, 4 – електричний сигнал

Отриманий таким чином сигнал датчика про швидкість обертання колеса передається за допомогою електропроводки до

електронного блоку управління. На підставі сигналів датчиків блок керування виявляє ситуацію блокування колеса. У гідравлічному блоці кожному гальмівному циліндру колеса відповідає один впускний і один випускний клапани, які управляють гальмуванням в межах свого контуру, встановлюється два акумулятори тиску і дві демпфуючі камери за кількістю контурів гідроприводу гальм. Акумулятор тиску призначений для прийому гальмівної рідини при зменшенні тиску в гальмівному контурі. Насос зворотної подачі підключається, якщо недостатньо ємності акумуляторів тиску. Він збільшує швидкість скидання тиску. Демпфуючі камери приймають гальмівну рідину від насоса зворотної подачі і гасять її коливання.

Перед учнями формулюється проблема: «Який принцип роботи антиблокувальної системи?» В процесі міркувань вказується, що принцип роботи має циклічний характер, цикл роботи системи включає три фази, та складається схема (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Фази циклу роботи антиблокувальної системи

Користуючись мультимедійним проектором наголошується, що на підставі електричних сигналів, що надходять від датчиків кутової швидкості, блок управління ABS порівнює кутові швидкості коліс. При виникненні небезпеки блокування одного з

коліс, блок управління закриває відповідний впускний клапан. Випускний клапан при цьому також закритий. Відбувається утримання тиску в контурі гальмівного циліндра колеса. При подальшому натисканні на педаль гальма тиск в гальмовому циліндрі колеса не збільшується. При тривалому блокуванні колеса, блок управління відкриває відповідний впускний клапан. Впускний клапан при цьому залишається закритим. Гальмівна рідина перепускається в акумулятор тиску. Відбувається скидання тиску в контурі, при цьому швидкість обертання колеса збільшується. Якщо ємності акумулятора тиску недостатньо, блок управління ABS підключає до роботи насос зворотної подачі. Насос зворотної подачі перекачує гальмівну рідину в демпфуючу камеру, зменшуючи тиск в контурі. Водій при цьому відчуває пульсацію педалі гальма. Як тільки кутова швидкість колеса перевищить певне значення, блок управління закриває впускний клапан і відкриває впускний. Відбувається збільшення тиску в контурі гальмівного циліндра колеса.

Пояснивши матеріал демонструються відеофільми «Принцип роботи ABS в 3D моделюванні» та «Принцип роботи ABS на діючому автомобілі». Після перегляду обговорюється побачене, використовуючи запитання:

1. Що забезпечує система антиблокування коліс?
2. Чому автомобіль, не обладнаний системою антиблокування коліс, під час гальмування, при вивороті коліс продовжує рухатись прямо?

Вивчивши систему антиблокування коліс, розглядається система екстреного гальмування, яка призначена для ефективного використання гальм в екстремій ситуації. Види таких систем розглядаються за схемою, поданій на рис. 3.10.

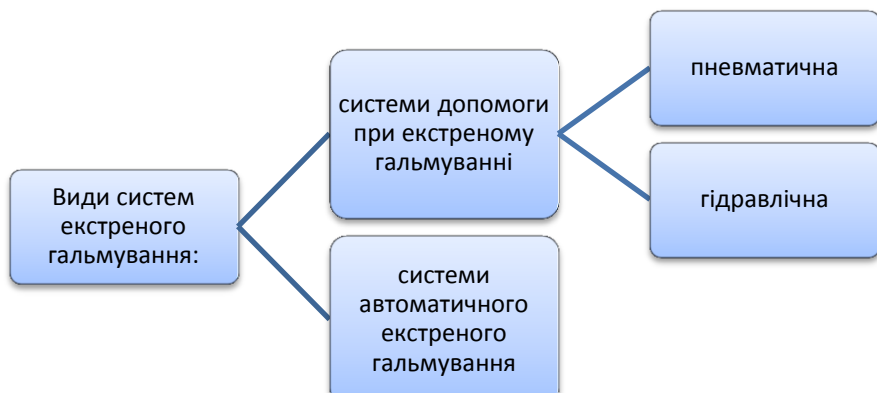


Рис. 3.10. Види систем екстреного гальмування

Зазначається, що система допомоги при екстреному гальмуванні дозволяє реалізувати максимальний гальмівний тиск при натисканні водієм на педаль гальм, а система автоматичного екстреного гальмування створює частковий або максимальний гальмівний тиск без участі водія, тобто автоматично.

Звертається увага, що системи допомоги при екстреному гальмуванні пневматичного типу забезпечують ефективну роботу вакуумного підсилювача гальм та встановлюється на автомобілях, обладнаних системою ABS. Принцип роботи даної системи заснований на розпізнаванні ситуації екстреного гальмування за швидкістю натискання педалі гальма. Швидкість натискання на педаль гальма фіксує датчик швидкості переміщення штока вакуумного підсилювача і передає сигнал в електронний блок управління. Якщо величина сигналу перевищує встановлене значення, електронний блок управління активує електромагніт приводу штока. Вакуумний підсилювач гальм дотискає педаль гальма. Екстрене гальмування відбувається до спрацювання системи ABS.

Наголошується, що системи допомоги при екстреному гальмуванні гідравлічного типу забезпечують максимальний

тиск рідини в гальмівній системі за рахунок використання елементів системи курсової стійкості.

Систему автоматичного екстреного гальмування за допомогою радара виявляє автомобіль, який їде попереду. У разі ймовірної аварії система створює часткове або максимальне гальмівне зусилля, сповільнює або зупиняє автомобіль, навіть під час зіткнення, наслідки для обох автомобілів будуть значно меншими.

Вивчивши види та принцип роботи систем допомоги при екстреному гальмуванні показується відеофільм, де порівнюється гальмування автомобілів з системою екстреного гальмування та без неї, який стимулює постановку проблемного запитання: «Чому автомобіль, обладнаний системою екстреного гальмування, встиг зупинитися вчасно, а автомобіль без такої системи потрапив в аварію?»

При вивченні системи розподілу гальмівних зусиль ставиться проблема: «Які можливі наслідки, якщо під час гальмування заблокуються задні колеса автомобіля?» Вислухавши відповіді учнів, зазначається, що для запобігання блокування задніх коліс за рахунок управління гальмівним зусиллям задньої осі на автомобілі встановлюється система розподілу гальмівних зусиль. Звертається увага, що сучасний автомобіль влаштований так, що на задню вісь припадає менше навантаження, ніж на передню. Тому для збереження курсової стійкості автомобіля блокування передніх коліс настає раніше задніх коліс. При різкому гальмуванні автомобіля відбувається додаткове зменшення навантаження на задню вісь, так як центр тяжіння зміщується вперед, а задні колеса, при цьому, можуть бути заблокованими.

Зазначається, що система розподілу гальмівних зусиль являє собою програмне розширення антиблокувальної системи гальм, носить циклічний характер, а цикл роботи включає три фази, які розглядаються за схемою (рис. 3.11).

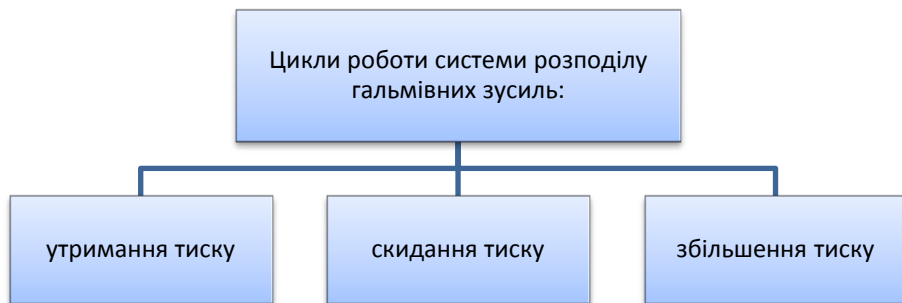


Рис. 3.11. Цикли роботи системи розподілу гальмівних зусиль

Наголошується, що за даними датчиків кутової швидкості коліс блок управління ABS порівнює гальмівні зусилля передніх і задніх коліс. Коли різниця між ними перевищує задану величину, включається алгоритм системи розподілу гальмівних зусиль. На підставі різниці сигналів датчиків, блок керування визначає початок блокування задніх коліс. Він закриває впускні клапани в контурах гальмівних циліндрів задніх коліс. Тиск у контурі задніх коліс утримується на поточному рівні. Впускні клапани передніх коліс залишаються відкритими. Тиск в контурах гальмівних циліндрів передніх коліс продовжує збільшуватися до початку блокування передніх коліс. Якщо колеса задньої осі продовжують блокуватися, відкриваються відповідні випускні клапани і тиск в контурах гальмівних циліндрів задніх коліс зменшується. При перевищенні кутової швидкості задніх коліс заданого значення, тиск в контурах збільшується. Відбувається гальмування задніх коліс.

Демонструється відеофільм «Система розподілу гальмівних зусиль» та обговорюється запитання: «Чому гальмівний шлях порожніх автомобілів однаковий, а у навантажених з системою розподілу гальмівних зусиль, він коротший, ніж у автомобілів без такої системи?»



Для підведення підсумків роботи використовується групова форма роботи, де учні діляться на групи до складу яких входять сильні і слабкі та відповідають на запитання:

1. Яких типів застосовуються колісні гальмівні механізми в гальмівних системах автомобілів, принцип їх роботи?
2. В чому полягають переваги роздільного гідравлічного приводу гальм?
3. Які особливості роботи вакуумного підсилювача гальм?
4. Пояснити принцип роботи системи антиблокування коліс (ABS)?
5. Який принцип роботи системи допомоги при екстремому гальмуванні?

Після обговорення в групах учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

### **3.3. Трансмісія**

Мета: ознайомити учнів з призначенням трансмісії, будовою та принципом роботи зчеплення, механічної й автоматичної коробки передач, роздавальної коробки, карданної передачі, редуктора, системи електронного блокування диференціалу ведучого моста та механізмів ведучих мостів.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: види трансмісій; зчеплення й приводи керування зчепленням; коробка передач; роздавальна коробка; карданна передача; головна передача; диференціал; система блокування диференціалу ведучого мосту.

Спочатку пояснюється, що трансмісія автомобіля необхідна для передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс, вказується, що крутний момент на ведучих колесах автомобіля залежить від передаточного числа трансмісії, яке дорівнює відношенню кутової швидкості колінчастого валу двигуна до кутової швидкості ведучих коліс. Розгляд видів трансмісій за

способом передавання крутного моменту проводиться за схемою, поданий на рис. 3.12.

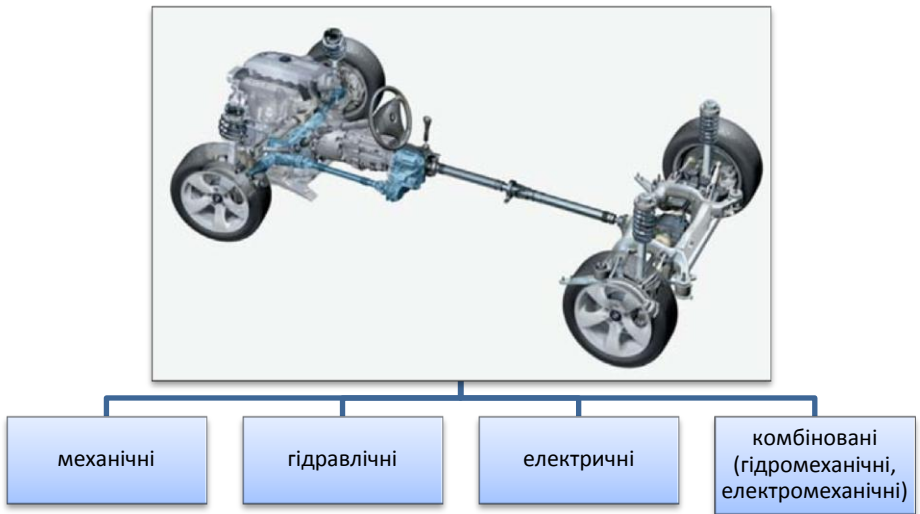


Рис. 3.12. Види трансмісії за способом передавання крутного моменту

У конструкції трансмісії, в якості ведучих коліс можуть використовуватися передні, задні та передні і задні колеса. Якщо, в якості ведучих коліс використовуються задні колеса, автомобіль має задній привід, а якщо передні – передній привід. Привід на передні і задні колеса мають повнопривідні автомобілі.

Будова трансмісії задньоприводного автомобіля розглядається у такій послідовності: зчеплення; коробка передач; карданна передача; головна передача; диференціал; півосі. Будова трансмісії передньоприводного автомобіля вивчається у такій послідовності: зчеплення; коробка передач; головна передача; диференціал; шарніри рівних кутових швидкостей; приводні вали (півосі).

Розглянувши види трансмісій, учням ставиться запитання: «За допомогою якого механізму відбувається передача крутного моменту від двигуна до ведучих коліс?» В процесі міркувань учнів виясняється, що зчеплення автомобіля призначене для короткочасного роз'єднання колінчастого валу двигуна з коробкою передач та плавного з'єднання їх, що необхідно для перемикання передач і рушення автомобіля з місця. Пояснивши загальні відомості про зчеплення та навівши приклади з історії розвитку автомобілів, показується відеофільм «Зчеплення автомобіля». Для обговорення відеофільму варто поставити проблемне запитання: «За рахунок чого здійснюється плавне рушення автомобіля з місця?»

Наголошується, що залежно від конструкції, розрізняють такі типи зчеплення: фрикційне, гідравлічне, електромагнітне. Найпоширенішим типом зчеплення є фрикційне зчеплення, яке по виду буває: однодискове; дводискове; багатодискове.

Користуючись мультимедійним проектором та деталями однодискового зчеплення пояснюється його будова та принцип роботи за схемою (рис. 3.13).

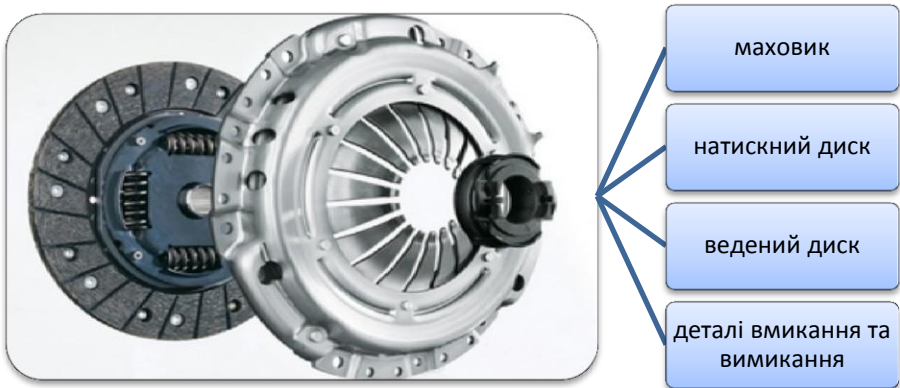


Рис. 3.13. Будова однодискового механізму зчеплення

Вказується, що маховик встановлюється на колінчастому валу двигуна та виконує роль ведучого диска. На сучасних автомобілях застосовується подвійний маховик, який складається з двох частин, з'єднаних пружинами. Одна частина з'єднана з колінчастим валом, інша – з веденим диском. Формулюється запитання: «Що забезпечує конструкція подвійного маховика?» та під час обговорення наголошується, що подвійний маховик забезпечує згладжування ривків і вібрацій колінчастого валу. Картер зчеплення кріпитися болтами до двигуна, а в ньому розміщуються елементи зчеплення.

Звертається увага, що натискний диск притискає ведений диск до маховика і при необхідності звільняє його від тиску. Він оснащений діафрагменною пружиною, яка являє собою металеві пружні пелюстки, закріплені по колу натискного диску. Ведений диск розташовується між маховиком і натискним диском, а ступиця веденого диску з'єднується шліцами з первинним валом коробки передач і може переміщатися по ньому. Перед учнями ставиться запитання: «За рахунок чого відбувається вимкнення зчеплення?» Обговоривши з учнями, зазначається, що підшипник виключення зчеплення, який розташований на муфті вимикання, тисне на пелюстки діафрагмальної пружини, що сприяє розмиканню зчеплення, а переміщення муфти з підшипником забезпечує вилка зчеплення.

Пояснення підкріплюється переглядом відеофільму «3D моделювання зчеплення», учні запрошуються до обговорення відео: «Які особливості будови підшипника вимкнення зчеплення?»

Зосереджується увага на привід зчеплення, який призначений для забезпечення роботи зчеплення. Види приводів зчеплення, що застосовуються на сучасних автомобілях розглядаються за схемою (рис. 3.14).

Зазначається, що механічний привід використовується в якості приводу зчеплення невеликих легкових автомобілів, він є простим в конструкції, має невисоку вартість та таку будову:

педаль зчеплення; трос приводу зчеплення; механізм регулювання вільного ходу педалі зчеплення; важільна передача. Варто поставити проблемне запитання: «Для чого регулюють вільний хід педалі зчеплення?» Вислухавши міркування учнів, повідомляється, що необхідність регулювання вільного ходу педалі зчеплення обумовлена поступовою зміною її положення, внаслідок зносу фрикційних накладок на веденому диску.

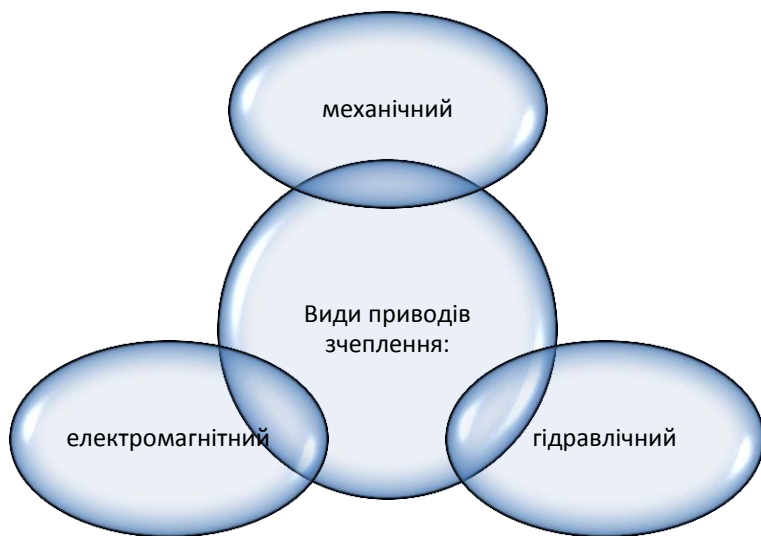


Рис. 3.14. Види приводів зчеплення

Зазначається, що механічний привід використовується в якості приводу зчеплення невеликих легкових автомобілів, він є простим в конструкції, має невисоку вартість та таку будову: педаль зчеплення; трос приводу зчеплення; механізм регулювання вільного ходу педалі зчеплення; важільна передача. Варто поставити проблемне запитання: «Для чого регулюють вільний хід педалі зчеплення?» Вислухавши міркування учнів, повідомляється, що необхідність регулювання вільного ходу

педалі зчеплення обумовлена поступовою зміною її положення, внаслідок зносу фрикційних накладок на веденому диску.

Розглядається будова гідравлічного приводу зчеплення: педаль зчеплення, головний циліндр приводу зчеплення, бачок робочої рідини, робочий циліндр приводу зчеплення, з'єднувальні трубопроводи. Ставиться проблемне запитання: «Яким вимогам повинна відповідати рідина у гідравлічному приводі зчеплення?» Вислухавши відповіді учнів наголошується, що у гідравлічному приводі зчеплення використовується властивість незтисненості рідини, а робочою рідиною є гальмівна рідина. Учні самостійно опрацьовують «Вимоги, яким повинна відповідати гальмівна рідина?»

Вивчення електромагнітного приводу зчеплення вивчається на самостійне опрацювання за планом:

1. Будова електромагнітного приводу зчеплення.
2. Принцип роботи електромагнітного приводу зчеплення.

Зазначається, що дводискове зчеплення застосовується на вантажних і потужних легкових автомобілях та здійснює передачу більшого крутного моменту при незмінній величині та забезпечує більший ресурс конструкції, що досягається за рахунок застосування двох ведених дисків, між якими встановлена проставка, в результаті одержується чотири поверхні, які труться. Більш детальне вивчення дводискового зчеплення вивчається на самостійне опрацювання за планом:

1. Будова дводискового зчеплення.
2. Принцип роботи дводискового зчеплення.

Розглядаючи коробку передач, зазначають, що вона призначена для зміни, в широкому діапазоні, крутного моменту, який передається від двигуна на ведучі колеса автомобіля під час рушання з місця та розгоні автомобіля, забезпечує рух автомобіля заднім ходом і дає змогу на тривалий час роз'єднувати двигун і ведучі колеса, що потрібно, для роботи двигуна на холостому ході під час руху або на стоянці.

Типи коробок передач, залежно від принципу дії, розглядаються за схемою, наведеній на рис. 3.15.

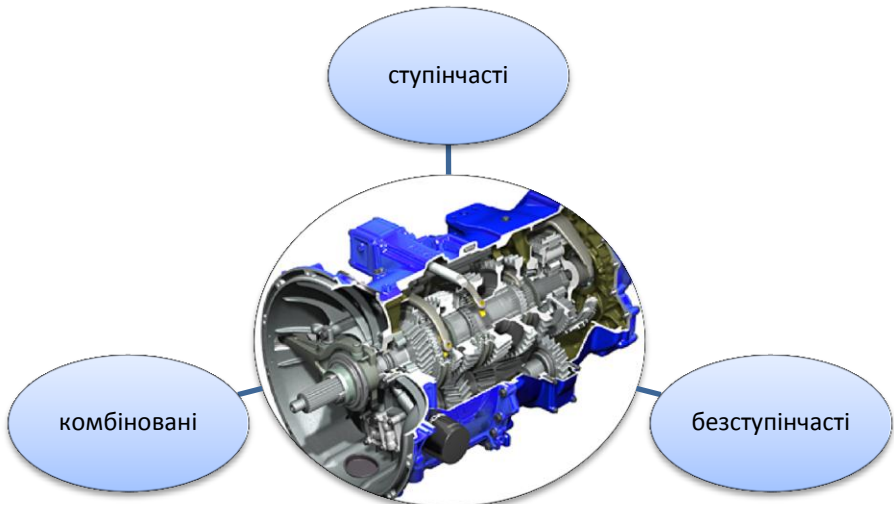


Рис. 3.15. Типи коробок передач залежно від принципу дії

Пояснюється, що механічна коробка передач відноситься до ступінчастих коробок передач, тобто швидкість у ній змінюється ступенями. Ступенем або передачею називається пара взаємодіючих шестерень. Кожна із ступенів, забезпечує обертання з певною кутовою швидкістю і має своє передавальне число – відношення числа зубів веденої шестерні до числа зубів ведучої шестерні. Різні ступені коробки передач мають різні передавальні числа. Найбільшого поширення на сучасних автомобілях набула п'ятиступінчаста коробка передач. Механічні коробки передач бувають двох видів: трьохвальні та двовальні.

Перед учнями ставиться проблемне запитання: «Чим зумовлене застосування трьохвальної коробки передач?» Під час обговорення зазначається, що трьохвальна коробка передач

встановлюється, на задньоприводних автомобілях, а двовальна – на передньоприводних легкових автомобілях.

Користуючись мультимедійним проектором та в ході логічних міркувань учнів складається схема будови трьохвальної коробки передач (рис. 3.16).

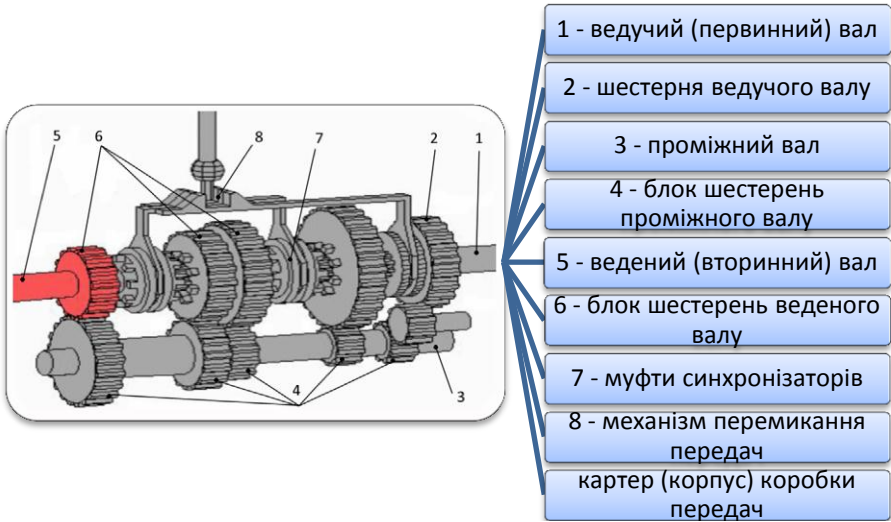


Рис. 3.16. Будова трьохвальної коробки передач

Звертається увага, що ведучий вал забезпечує з'єднання зі зчепленням, на ньому є шліци для веденого диску зчеплення. Крутний момент від ведучого валу передається через відповідну шестерню, що знаходиться з ним у жорсткому зачепленні. Проміжний вал розташований паралельно первинному валу, на ньому розташовується блок шестерень, який перебуває з ним у жорсткому зачепленні. Ведений вал розташований на одній осі з ведучим. Варто поставити проблемне запитання: «Як розташовується ведений вал на одній осі з ведучим?» Вислухавши міркування учнів, зазначається, що розташування здійснюється за рахунок роликового підшипника на первинному



валу, в який входить ведений вал. Блок шестерень веденого валу не має закріплення за валом і тому вільно обертається на ньому. Блок шестерень проміжного і веденого валів, а також шестерня ведучого валу знаходяться в постійному зчепленні.

Запитується: «Для зачеплення необхідно, щоб кутові швидкості співпадали, як цього досягти?» В процесі обговорення наголошується, що між шестернями веденого валу розташовуються муфти синхронізаторів (синхронізатори), робота яких заснована на вирівнюванні (синхронізації) кутових швидкостей шестерень веденого валу з кутовою швидкістю самого валу за рахунок сил тертя. За допомогою мультимедійного проєктора демонструється зображення (рис. 3.17).

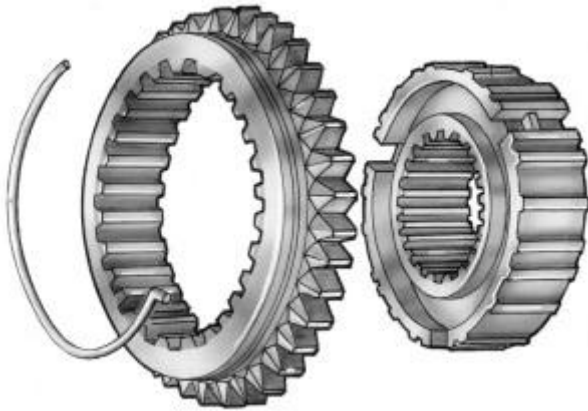


Рис. 3.17. Муфта коробки передач

Муфти мають жорстке зачеплення з веденим валом і можуть рухатися по ньому в поздовжньому напрямку за рахунок шліцьового з'єднання. На торцях муфти є зубчасті вінці, які можуть входити до з'єднання з відповідними зубчастими вінцями шестерень веденого валу. На сучасних коробках передач встановлюються синхронізатори на всіх передачах.

Механізм перемикання трьохвальної коробки передач розміщений на корпусі коробки та складається з важеля управління і повзунів з вилками. Розглянувши механізм перемикання трьохвальної коробки передач ставиться проблема: «Як уникнути одночасного ввімкнення двох передач?» Після обговорення зазначається, що для запобігання одночасного включення двох передач, механізм перемикання трьохвальної коробки оснащений блокуючим пристроєм.

Картер коробки передач служить для розміщення конструктивних частин і механізмів, та для зберігання мастила. Можна поставити проблемне запитання: «Як відбувається охолодження коробки перемикання передач?» та вказати, що охолодження коробки передач здійснюється мастилом, яке стікаючи по картеру, охолоджується, тому що він виготовлений з алюмінієвого або магнієвого сплаву і має ззовні ребристу поверхню. Учням дається самостійно опрацювати запитання: «За рахунок чого забезпечується герметичність коробки передач?»

Користуючись мультимедійним проектором, проектується схема будови двохвальної коробки передач (рис. 3.18).

Наголошується, що паралельно ведучому валу, розташований ведений вал із блоком шестерень. Шестерні веденого валу знаходяться в постійному зачепленні з шестернями первинного валу і вільно обертаються на валу. На веденому валу жорстко закріплена ведуча шестерня головної передачі. Між шестернями веденого валу встановлені муфти синхронізаторів.

Далі звертається увага, що головна передача і диференціал передають крутний момент від вторинного валу коробки до привідних коліс автомобіля. Диференціал, якщо необхідно, забезпечує обертання коліс з різною кутовий швидкістю.

Розглянувши будову та принцип роботи механічної коробки передач, демонструється відеофільм «Принцип роботи механічної коробки передач» та ставиться проблемне запитання: «Як закріплені вали у механічній коробці передач?»

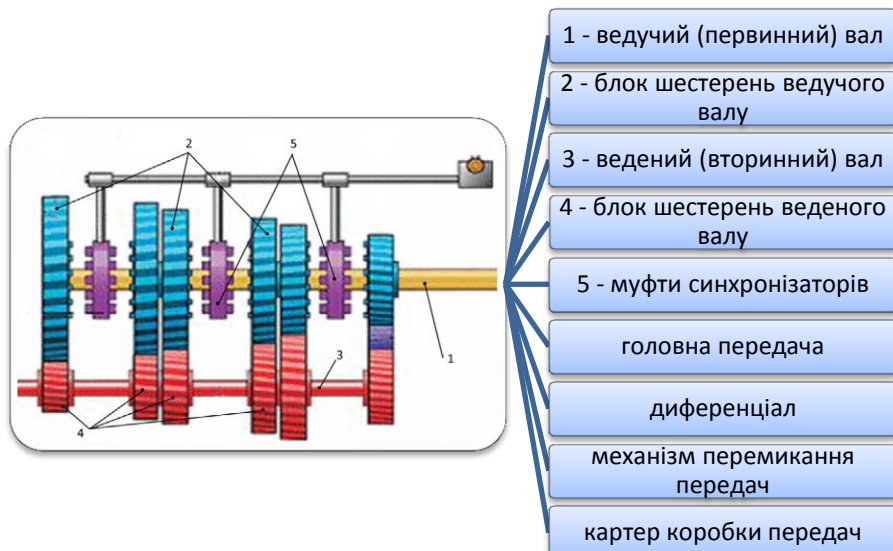


Рис. 3.18. Будова двохвальної коробки передач

Необхідно обговорити недоліки механічних ступінчастих коробок передач. Головний із них полягає в тому, що водієві для перемикання передач постійно доводиться натискувати на педаль зчеплення й керувати важелем перемикання передач. Це вимагає відповідних фізичних зусиль, особливо в умовах міського руху та під час частих зупинок. Крім того, водій не завжди правильно обирає потрібну передачу, що може навіть спричинити аварійну ситуацію.

Пояснюється, що варіатор (варіаторна коробка передач) є безступеневою, тобто забезпечує в заданому діапазоні плавну зміну передаточного числа. Основні переваги варіатора, в порівнянні з іншими коробками, полягають в ефективному використанні потужності двигуна за рахунок оптимального узгодження навантаження на автомобіль з обертами колінчастого валу та досягненні високої паливної економічності. Детальне вивчення варіаторної коробки передач вноситься на самостійне опрацювання, за планом:

1. Розшифрувати аббревіатуру варіаторної коробки передач.
2. Механізми від'єднання варіатора від двигуна.
3. Зарисувати клинопасовий варіатор
4. Розглянути схему торієдного варіатору.

Розповідається, що умови роботи водія постійно ускладнюються за рахунок збільшення кількості автомобілів на дорогах. Необхідність полегшення роботи водія та підвищення безпеки руху постійно зростають. Ефективним засобом вирішення цих складних завдань є автоматизація управління автомобілем, шляхом застосування автоматичних трансмісій. Розглядаються переваги автоматичної коробки передач, за схемою, поданою на рис. 3.19.



Рис. 3.19. Переваги автоматичної коробки передач

В ході бесіди, використовуючи мультимедійний проектор, складається схема будови автоматичної коробки передач (рис. 3.20).

Вказується, що у коробках-автоматах, які встановлюються на передньоприводних легкових автомобілях, в конструкцію включені головна передача і диференціал.

Звертається увага, що гідротрансформатор призначений для передачі і зміни крутного моменту від двигуна до механічної коробки передач. Насосне колесо сполучене з колінчастим валом

двигуна. Турбінне колесо пов'язане з механічною коробкою передач. Між насосним і турбінним колесами розташовується нерухоме реакторне колесо. Всі колеса гідротрансформатора оснащені лопатями певної форми, між якими передбачено канали для проходу робочої рідини. Блокувальна муфта служить для блокування гідротрансформатора в певних режимах роботи автомобіля. Муфта вільного ходу (обгінна муфта) забезпечує обертання, жорстко закріпленого реакторного колеса, в протилежну сторону.

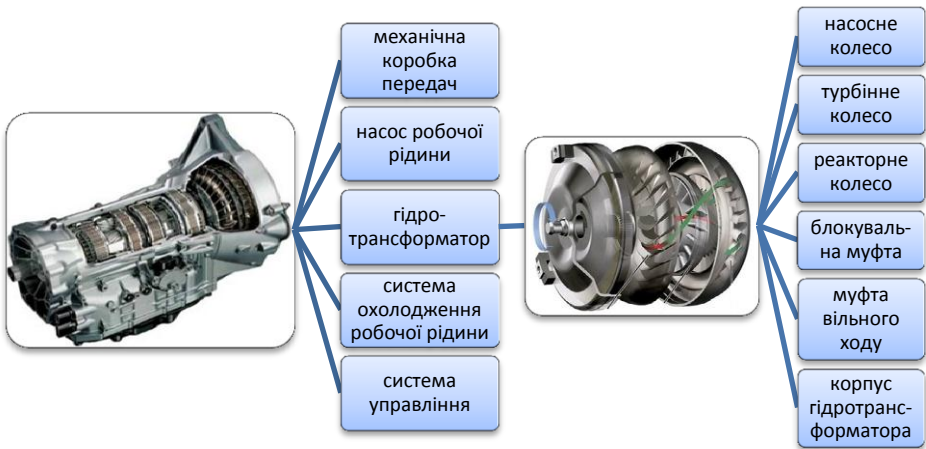


Рис. 3.20. Будова автоматичної коробки передач

Запитується: «За рахунок чого відбувається зміна швидкості?» та вислухавши міркування учнів пояснюється, що робота гідротрансформатора здійснюється по замкнутому циклу. Від насосного колеса потік рідини передається на турбінне колесо, потім – на реакторне колесо. За рахунок конструкції лопатей реактора, швидкість потоку підсилюється. Потік спрямовується на насосне колесо і змушує його обертатися швидше, при цьому збільшується величина крутного моменту.

Максимальну величину крутного моменту гідротрансформатор розвиває на мінімальній швидкості. Зі збільшенням частоти обертання колінчастого валу двигуна, кутові швидкості насосного та турбінного коліс вирівнюються, а потік рідини змінює свій напрямок. При цьому спрацьовує муфта вільного ходу і реакторне колесо починає обертатися. Гідротрансформатор працює в режимі гідромуфти (передає тільки крутний момент).

Вказується, що механічна коробка передач, у складі автоматичної, служить для східчастої зміни крутного моменту та забезпечує рух автомобіля заднім ходом.

Ставиться проблемне запитання: «До чого призведе тривала робота автомобіля з автоматичною коробкою передач в режимі паркування?»

Під час обговорення з'ясовується, що це може призвести до перегріву автоматичної коробки швидкостей, тому потрібна система охолодження, яка забезпечує охолодження робочої рідини в автоматичній коробці. Робоча рідина може охолоджуватися в охолоджувачі (теплообміннику), включеному в систему охолодження двигуна або в окремому радіаторі робочої рідини.

Використовуючи мультимедійний проектора демонструється зображення важеля селектора (рис. 3.21) та пояснюється, що на сучасних автоматичних коробках передач застосовується електронна система управління, а безпосереднє управління коробкою передач здійснюється важелем.

Вибір потрібного режиму роботи коробки проводиться переміщенням важеля селектора в певне положення: P – режим паркування; R – режим заднього ходу; N – нейтральний режим; D – рух вперед, в режимі автоматичного перемикавання передач; S – спортивний режим.



Рис. 3.21. Важіль селектора

Наголошується, що функція Тіптронік (Tiptronic) є запатентованою торговою назвою режиму ручного перемикування передач, реалізованої в автоматичній коробці передач. Крім споживчих якостей, дана функція дозволяє контролювати динаміку автомобіля при певних режимах роботи двигуна (гальмування двигуном), чого не може забезпечити автоматична коробка передач. Режим Тіптронік здійснюється за допомогою важеля селектора автоматичної коробки передач. Для цього в кулісі селектора передбачений спеціальний виріз зі знаками «+» і «-». У ряді комплектацій автомобілів на кермі встановлюються перемикачі передач (підкермові «пелюстки»). Функція реалізується за допомогою спеціальної програми, закладеної в електронний блок управління коробкою передач. Роботу системи Тіптронік забезпечують пристрої: датчики в селекторі коробки передач; перемикачі на кермі. У селекторі коробки передач може встановлюватися від одного до трьох (залежно від конструкції) датчиків: один – для включення режиму, інший – для перемикування на вищу передачу і третій – для перемикування на нижчу передачу. Сигнали від датчиків і перемикачів передаються в електронний блок управління, де запускається

відповідна програма. Блок управління дає команди на перемикання передач. При натисканні на підкермові «пелюстки» система управління переводить коробку в ручний режим, минаючи перемикання важеля селектора. Після використання перемикачів через деякий час система управління самостійно переводить коробку в автоматичний режим.

Демонструється відеофільм «Принцип роботи автоматичної коробки передач», який сприяв постановці проблемного запитання: «Чи можна буксирувати автомобіль з автоматичною коробкою передач, перемістивши важіль селектора в положення N – нейтральний режим?»

Далі зазначається, що роздавальна коробка застосовується на автомобілях підвищеної прохідності й призначена для передавання крутного моменту на ведучі мости автомобіля. Залежно від призначення автомобіля, роздавальна коробка може бути з додатковою знижувальною передачею або без неї. Більш детальне вивчення роздавальної коробки виноситься на самостійне опрацювання за планом:

1. Будова роздавальної коробки.
2. Блокування міжосьового диференціалу.
3. Режими роботи роздавальної коробки.

Розглядаючи карданну передачу, ставиться проблема: «Під яким максимальним кутом можлива передача крутного моменту між валами?» Вислухавши міркування учнів, зазначається, що ведучі мости автомобіля встановлюються на рамі або кузові автомобіля за допомогою пружних елементів підвіски й під час руху змінюють своє положення відносно місць кріплення. Для передавання крутного моменту від коробки передач або роздавальної коробки до ведучого мосту застосовують карданні передачі. Карданну передачу також використовують у приводі до передніх керованих і ведучих коліс.

Типи карданних передач, залежно від конструкції шарніра розглядаються за схемою, поданою на рис. 3.22.



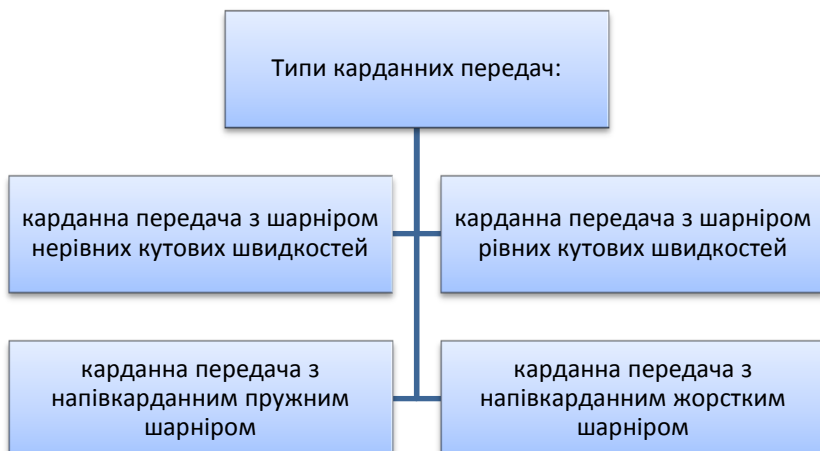


Рис. 3.22. Типи карданних передач

Наголошується, що карданна передача з шарніром нерівних кутових швидкостей має усталену назву – карданна передача. Її будову розглядають за схемою (рис. 3.23).

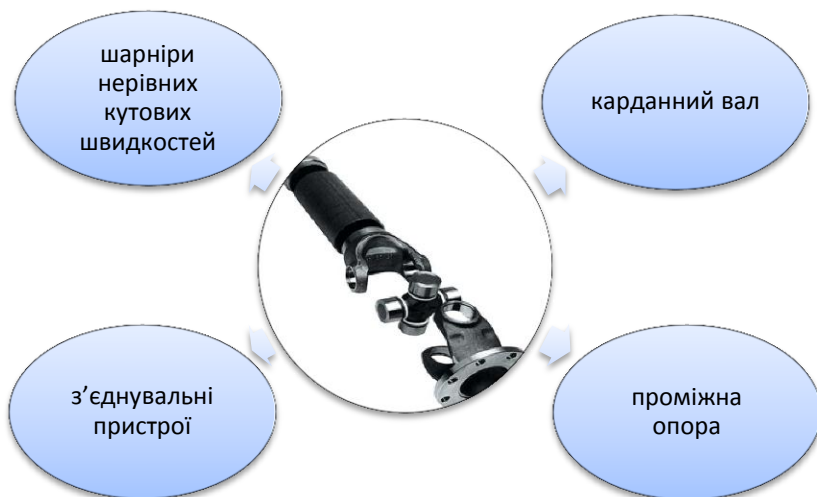


Рис. 3.23. Складові компоненти карданної передачі

Звертається увага, що карданна передача має істотний недолік – несинхронність обертання валів (якщо один вал обертається рівномірно, то інший – ні), яка збільшується при збільшенні кута між валами обертання веденого валу в карданній передачі. Щоб позбутися цього, застосовують два шарніри неоднакових кутових швидкостей, розташованих на кінцях карданного валу. Тоді нерівномірність обертання, що виникає в першому ведучому шарнірі, компенсується нерівномірністю обертання другого шарніру, й ведений вал передачі обертається рівномірно, з кутовою швидкістю ведучого валу. Вказується, що така карданна передача називається подвійною, а одинарні передачі, з одним жорстким карданним шарніром, практично не застосовуються. А там, де потрібна синхронність використовується не карданна передача, а шарнір рівних кутових швидкостей – більш досконала і більш складна конструкція того ж призначення.

На закріплення демонструється відеофільм «3D модель карданного валу». та ставиться проблемне запитання: «Як впливатиме на швидкість автомобіля, неправильно зібраний, карданний вал?» Відеофільм сприяє кращому засвоєнню навчального матеріалу учнями.

Звертається увага, що карданна передача може віддавати на кузов автомобіля вібрацію і щоб її уникнути, на деяких сучасних автомобілях встановлюється карданна передача на шарнірах рівних кутових швидкостей.

Наголошується, що карданна передача з шарніром рівних кутових швидкостей знайшла широке застосування в передньоприводних автомобілях для з'єднання диференціалу і ступиць ведучих коліс. Карданна передача даного типу включає два шарніри рівних кутових швидкостей, з'єднаних приводним валом. Найближчий до коробки передач (диференціалу) шарнір називається внутрішнім, протилежний йому – зовнішнім. Шарніри рівних кутових швидкостей забезпечують передачу

крутного моменту при кутах повороту до 70 градусів відносно осі. Розгляд типів шарнірів проводиться за схемою (рис. 3.24).



Рис. 3.24. Типи шарнірів рівних кутових швидкостей

Під час розгляду схем трансмісії, зазначається, що мости бувають ведучими, веденими, керованими, підтримувальними. На автомобілях, найчастіше, встановлюють два або три мости. Якщо автомобіль має два мости, то за ведучий править задній міст, рідше передній. У двовісних автомобілях підвищеної прохідності ведучі обидва мости. Якщо на автомобілі три мости, ведучими є два задніх мости або всі три.

Використовуючи мультимедійний проектор та в ході логічних міркувань учнів складається схема (рис. 3.25), за якою вивчається ведучий міст.

Розглядаються основні механізми і вузли ведучого мосту та показуються на кінематичних схемах за допомогою мультимедійного проектора. Ставиться проблемне запитання: «Чому в одній моделі автомобіля застосовуються різні головні передачі?» Вислухавши міркування учнів, наголошується, що сучасні моделі автомобілів комплектуються кількома двигунами, на вибір – бензиновими і дизельними. Двигуни розрізняються за потужністю, величиною крутного моменту, частоти обертання колінчастого валу. З різними двигунами застосовуються і різні коробки передач: механічна, варіатор і автоматична. Адаптація

коробки передач до конкретного двигуна і автомобіля здійснюється за допомогою головної передачі, що має певне передаточне число. У цьому основне призначення головної передачі автомобіля.

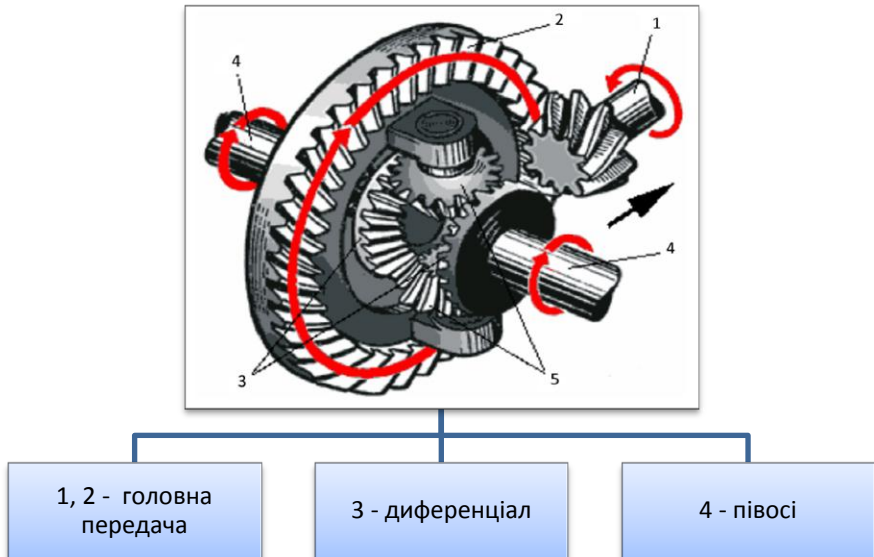


Рис. 3.25. Складові частини ведучого мосту

Говорячи про головну передачу зазначається, що вона служить для збільшення крутного моменту в постійне число разів, являє собою одинарний або подвійний шестеренчастий редуктор і забезпечує обертання під кутом  $90^\circ$ . При класичній компоновці автомобіля, з привідним заднім мостом, головна передача з диференціалом розташована в картері заднього мосту, при передньому приводі вона виконується в єдиному корпусі з коробкою передач. Розташування головної передачі в автомобілях з повним приводом залежить від типу приводу, тому може бути як в коробці передач, так і в провідному мосту. В залежності від числа ступенів редуктора, головна передача

може бути одинарною або подвійною. Одинарна головна передача складається з ведучої і веденої шестерні. Подвійна головна передача складається з двох пар шестерень і застосовується, в основному, на вантажних автомобілях, де потрібне збільшення передавального числа.

Вид зубчастого з'єднання визначає такі типи головної передачі, які розглядаються використовуючи мультимедійний проектор за схемою (рис. 3.26).



Рис. 3.26. Типи головної передачі

Для пояснення необхідності обертання ведучих коліс з різними кутовими швидкостями, наводиться приклад повороту автомобіля. Для цього демонструється відеофільм «Призначення диференціалу», за допомогою якого учні дізнаються про диференціал, який призначений для передавання крутного моменту від головної передачі до півосей, що дає змогу півосям обертатися з різною швидкістю під час повороту автомобіля і на нерівній дорозі та ставиться проблемне запитання: «Як буде рухатися автомобіль на поворотах без диференціалу?»

За допомогою наступного відеофільму, демонструється в дії шестеренчастий конічний диференціал, який складається з півосьових шестерень, сателітів та корпусу та запитується: «Що станеться, якщо різко натиснути на педаль акселератора в автомобілі необладнаним електронним блокуванням диференціалу?»

Вивчення видів диференціалів, залежно від виду зубчастої передачі, яка використовується в редукторі, проводиться за схемою, зображеній на рис. 3.27.

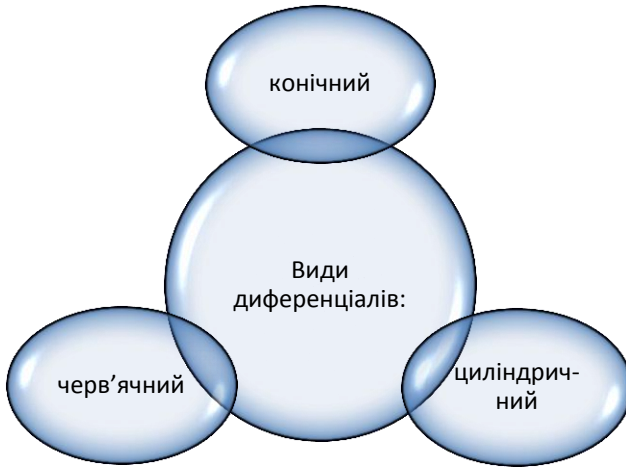


Рис. 3.27. Види диференціалів

Зазначається, що кінчний диференціал застосовується, в основному, як міжколісний. Циліндричний – встановлюється частіше між осями повнопривідних автомобілів. Черв'ячний диференціал, зважаючи на свою універсальність, може встановлюватися як між колесами, так і між осями.

Використовуючи мультимедійний проектор розглядається кінчний диференціал, звертається увага на такі його деталі: корпус; сателіти; напівосьові шестерні.

У роботі симетричного міжколісного диференціалу розглядаються три режими: прямолінійний рух; рух під час повороту; рух по слизькій дорозі.

Завершується тема вивченням системи блокування диференціалу ведучого мосту. Варто зупинитися на недоліках диференціалу, а саме: значний спад тягової сили та втрата

стабільності руху при рушанні автомобіля з місця або під час руху по слизькій дорозі. При цьому ведуче колесо, що має менше зчеплення з дорогою, починає буксувати, тобто обертатись швидше ніж інші колеса.

Блокування диференціалу призначене для збільшення крутного моменту на колесі (осі) з кращим зчепленням з дорогою. Ставиться проблема: «Що необхідно зробити, щоб заблокувати диференціал?» Вислухавши міркування учнів, вказується, що для цього необхідно виконати такі дії: з'єднати корпус диференціалу з однією із півосей або обмежити обертання сателітів. Залежно від ступеня блокування, воно буває: повним (передбачає жорстке з'єднання частин диференціалу, при якому крутний момент може повністю передаватися на колесо з кращим зчепленням) та частковим (характеризується обмеженою величиною переданого зусилля між частинами диференціалу і відповідного їй збільшення крутного моменту на колесі з кращим зчепленням).

Наголошується, що блокування диференціалу може здійснюватися примусово і автоматично. Примусове блокування проводиться за команду водія, автоматичне блокування виконується за допомогою спеціальних технічних пристроїв – самоблокувального диференціалу.

Звертається увага, що примусове блокування диференціалу здійснюється за допомогою кулачкової муфти, яка забезпечує жорстке з'єднання корпусу диференціалу з однією із півосей. Замикання (розмикання) кулачкової муфти здійснюється за допомогою механічного, електричного, гідравлічного чи пневматичного приводу.

Вказуються два види самоблокувальних диференціалів: диференціали, що блокуються від різниці кутових швидкостей коліс (дисковий диференціал, електронне блокування диференціалу, диференціал з в'язкісною муфтою); диференціали, що блокуються від різниці крутних моментів (черв'ячний самоблокувальний диференціал). Дисковий

самоблокувальний диференціал є симетричним, в який додані один або два пакети фрикційних дисків. Частина фрикційних дисків жорстко зв'язана з корпусом диференціалу, інша частина – з піввіссю.

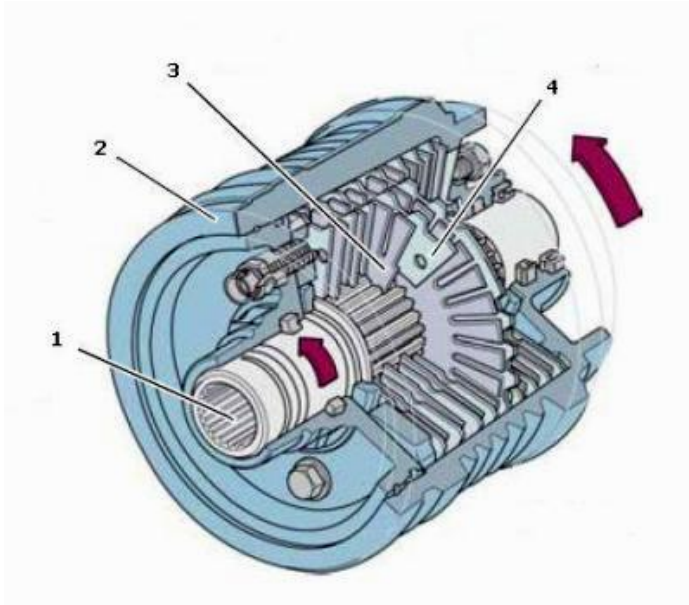


Рис. 3.28. В'язкісна муфта

1 – ведена ступиця; 2 – корпус муфти, пов'язаний з приводним валом;  
3 – ведений диск; 4 – ведучий диск

В'язкісна муфта (рис. 3.28) являє собою набір близько розташованих один до одного перфорованих дисків, частина з яких жорстко з'єднується з корпусом диференціалу, інша частина – з приводним валом. Диски поміщені в герметичний корпус, який заповнений силіконовою рідиною високої в'язкості. Детальне вивчення дискового диференціалу та диференціалу з в'язкісною муфтою виноситься на самостійне опрацювання за планом:

1. Замалювати схему дискового диференціалу та диференціалу з в'язкісною муфтою.



## 2. Принцип роботи дискового диференціалу та диференціалу з в'язкісною муфтою.

Повідомляється, що електронне блокування диференціалу (EDS, Elektronische Differenzialsperre) призначене для запобігання пробуксовки ведучих коліс під час рушання автомобіля з місця, розгоні на слизькій дорозі, руху по прямій і на поворотах, за рахунок пригальмовування привідних коліс.

Система EDS зменшує передачу крутного моменту двигуна при несприятливих умовах руху, особливо, на підйомах і під час прискорення автомобіля методом усунення пробуксовування одного з привідних коліс, а також під час рушання з місця і розгоні. Завдяки електронному механізму блокування диференціалу досягається поліпшення передачі крутного моменту, тому що при цьому сторона з великим значенням коефіцієнта тертя може передавати більший крутний момент. Електронне блокування диференціалу починає діяти під час рушання з місця і автоматично відключається. Перевагою такого способу покращення тягового зусилля є те, що під час рушання з місця він не впливає на режим руху автомобіля і комфортність управління. Електронний блок управління отримує постійну інформацію від датчиків ABS про швидкість обертання привідних коліс і, при наявності, різниці числа обертів EDS включається автоматично і зменшує передачу крутного моменту на колесі, яке пробуксовує до тих пір, поки його швидкість не буде приблизно рівною швидкості колеса, яке не пробуксовує. Завдяки такому управлінню колесу з кращим зчеплення з дорогою передається збільшений крутний момент. Система надійно захищена від збоїв управління гальмами, в ній використовуються цілий ряд елементів системи ABS.

Звертається увага, що система працює в діапазоні швидкостей від 0 до 80 км/год та побудована на основі антиблокувальної системи гальм. На відміну від системи ABS, в конструкції електронного блокування диференціалу, передбачена можливість самостійного створення тиску в

гальмівній системі. Для реалізації даної функції використовується насос зворотної подачі і два електромагнітних клапани (на кожне з провідних коліс), включені в гідравлічний блок ABS: перемикаючий клапан та високого тиску. Управління системою здійснюється за допомогою відповідного програмного забезпечення в блоці управління ABS. Електронне блокування диференціалу є складовою частиною антибуксувальної системи.

Перед учнями ставиться запитання: «Як здійснюється робота системи електронного блокування диференціалу ведучого мосту (EDS)?» Вислухавши міркування, вказується, що електронне блокування диференціалу носить циклічний характер, а цикл роботи системи включає три фази, які розглядаються за схемою (рис. 3.29).

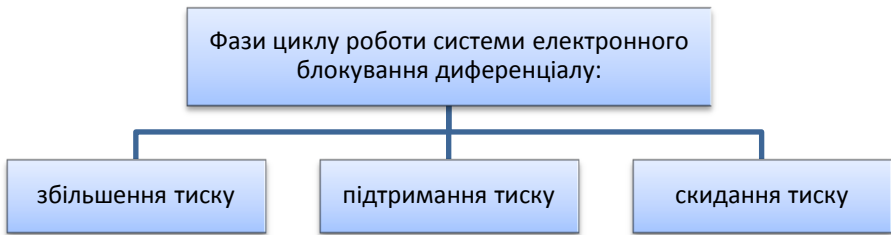


Рис. 3.29. Фази циклу роботи системи електронного блокування диференціалу

Звертається увага, що пробуксовка ведучого колеса визначається порівнянням сигналів, що надходять від датчиків кутових швидкостей коліс. При цьому блок керування закриває перемикаючий клапан і відкриває клапан високого тиску. Для створення тиску в контурі гальмівного циліндра ведучого колеса включається насос зворотної подачі. Відбувається збільшення тиску гальмівної рідини в контурі і гальмування ведучого колеса. Під час досягнення гальмівного зусилля, необхідного для запобігання пробуксовки коліс, утримується тиск. Це досягається відключенням насосу зворотної подачі. Після

закінчення пробуксовки проводиться скидання тиску. При цьому впускний і перемикаючий клапани в контурі гальмівного циліндра ведучого колеса відкриті. При необхідності цикл роботи системи EDS повторюється.

Використовуючи мультимедійний проектор демонструється черв'ячний самоблокувальний диференціал (рис. 3.30).

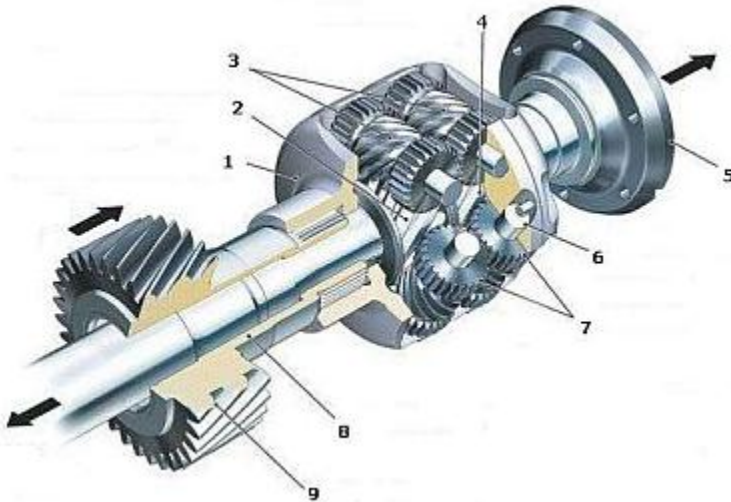


Рис. 3.30. Черв'ячний самоблокувальний диференціал

- 1 – корпус диференціалу; 2 – сонячна шестерня приводу передньої осі;
- 3 – черв'ячні шестерні; 4 – сонячна шестерня приводу задньої осі; 5 – фланець валу приводу задньої осі; 6 – вісь черв'ячної шестерні; 7 – сателіти; 8 – порожнистий вал; 9 – приводна шестерня

Наголошується, що цей диференціал забезпечує автоматичне блокування, в залежності від різниці крутних моментів на корпусі і півосі (приводному валу). Під час пробуксовування колеса, яке супроводжується падінням крутного моменту, черв'ячний диференціал блокується і перерозподіляє крутний момент на вільне колесо. Блокування при цьому часткове, а її

ступінь залежить від величини падіння крутного моменту. Показується відеофільм «Диференціал Torsen». З'ясувалося, що в експериментальній групі, де студенти бачили відеофільм, в порівнянні з контрольною групою, де відеофільм не показувався, якість засвоєння навчального матеріалу виявилась кращою.

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи, до складу яких входять сильні та слабкі. Їм даються такі запитання:

1. Які переваги заднього приводу автомобіля?
2. Які недоліки заднього приводу автомобіля?
3. Яке блокування диференціалу є найдосконалішим? Чому?

Після обговорення в групах, учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

### **3.4. Підвіска**

Мета: вивчити будову, розглянути призначення різних видів автомобільних підвісок.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: загальні відомості про автомобільну підвіску; залежна підвіска; підвіска Макферсон; багатоважільна підвіска; торсіонна підвіска; пневматична підвіска; гідропневматична підвіска; адаптивна підвіска.

Аналіз різних підходів до вивчення викладеної теми показав, що спочатку треба розглянути призначення підвіски автомобіля, яка забезпечує пружний зв'язок між колесами і кузовом автомобіля, за рахунок приймання діючих сил і гасіння коливань. Підвіска входить до складу ходової частини автомобіля. Використовуючи мультимедійний проектор та в ході логічних міркувань учнів складається схема будови підвіски автомобіля (рис. 3.31).

Зазначається, що направляючі елементи створюють з'єднання і передачу сил на кузов автомобіля, визначають

характер переміщення коліс відносно кузова; для направляючих елементів використовуються поздовжні, поперечні, подвоєні важелі.

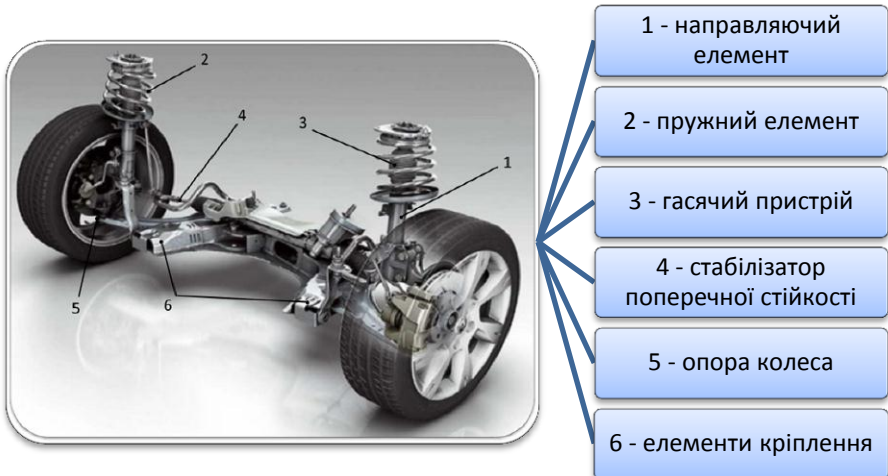


Рис. 3.31. Будова підвіски автомобіля

Види пружних елементів розглядаються за схемою, яка проектується мультимедійним проектором, наголошують, що пружний елемент сприймає навантаження від нерівності доріг, накопичує одержану енергію і передає її кузову автомобіля та розглядається схема, подана на рис. 3.32.

Далі розглядається гасячий пристрій (амортизатор), який призначений для зменшення амплітуди коливань кузова автомобіля, викликаних роботою пружного елемента. Використовуючи мультимедійний проектор пояснюється будова та принцип роботи амортизатора, який заснований на гідравлічному опорі, що виникає при протіканні рідини з однієї порожнини циліндра в іншу через калібрувальні отвори (клапани). Ставиться запитання: «Як зміниться рух автомобіля, якщо гасячий пристрій вийде з ладу?»

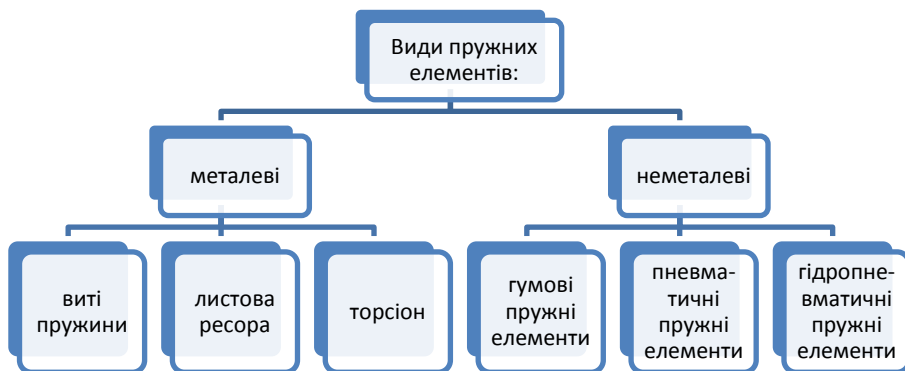


Рис. 3.32. Види пружних елементів

Розглядаючи стабілізатор наголошується, що стабілізатор поперечної стійкості протидіє збільшенню крену при повороті за рахунок перерозподілу ваги на колеса автомобіля; являє собою пружну штангу, з'єднану через стійки з елементами підвіски; встановлюється на передню і задню вісь. Опора колеса (для передньої осі – поворотний кулак) сприймає зусилля від колеса і розподіляє його на інші елементи підвіски (важелі, амортизатор). Елементи підвіски з'єднуються між собою та кузовом автомобіля за допомогою елементів кріплення. У підвісці використовуються три види кріплень, які вивчаються за схемою (рис. 3.33).

Пояснюють, що еластичні елементи використовуються для з'єднання елементів підвіски з кузовом, а в деяких випадках з опорою колеса. Кулькова опора – вид шарнірного з'єднання, який за рахунок ступеня свободи забезпечує правильну геометрію повороту провідних коліс.

Наголошується, що залежно від конструкції напрямних елементів розрізняють два типи підвіски – незалежна і залежна та задається запитання: «Які основні відмінності залежної та незалежної підвісок?»



Рис. 3.33. Види кріплень

Після обговорення, потрібно, щоб учні зрозуміли, що залежна підвіска являє собою жорстку балку, яка з'єднує між собою праве і ліве колеса, а в сукупності утворює нерозривний міст. Особливістю залежної підвіски є передача переміщення одного з коліс в поперечній площині іншому колесу (залежність коліс) і розглядаються види залежної підвіски за схемою (рис. 3.34).

Користуючись схемою, яка демонструється за допомогою мультимедійного проектора, пояснюється будова залежної підвіски на поздовжніх ресорах, яка включає балку моста, підвішену на двох поздовжніх ресорах. Ресора складається з одного або кількох металевих листів овальної форми, скріплених між собою. З'єднання ресори з балкою моста здійснюється за допомогою спеціальних хомутів – драбин. Кінці ресори кріпляться до рами (несучого кузову) автомобіля за допомогою кронштейнів, один з яких (хитна сережка) може поздовжньо

переміщатися, інший (еластична опора) знижує вібрації. Формулюється проблемне запитання: «Які основні недоліки залежної підвіски на поздовжніх ресорах». Обговоривши зі студентами, вказується, що такими недоліками є слабка протидія бічним і поздовжнім силам на великих швидкостях, що призводить до зміщення (відведенню) мосту і втраті керованості. Такого недоліку не має залежна підвіска з направляючими важелями. Найпоширеніша схема даного виду залежної підвіски об'єднує п'ять важелів – чотири поздовжніх і один поперечний. Важелі однією стороною закріплені на балці мосту, іншою – на рамі (несучому кузові) автомобіля. Важелі сприймають вертикальні, поздовжні і бічні зусилля. Як пружний елемент використовується вита пружина, а гасячий пристрій – амортизатор. Поперечний важіль перешкоджає зсуву осі автомобіля від дії бічних сил, називається тягою Панара, яка по-різному працює під час проходження автомобілем правих і лівих поворотів та створює певні проблеми з керованістю. Більш досконалі пристрої, які забезпечують рівномірні протидії бічним силам в залежній підвісці це: механізм Уатта; механізм Скотта-Рассела, які розглядаються за допомогою мультимедійного проєктора.

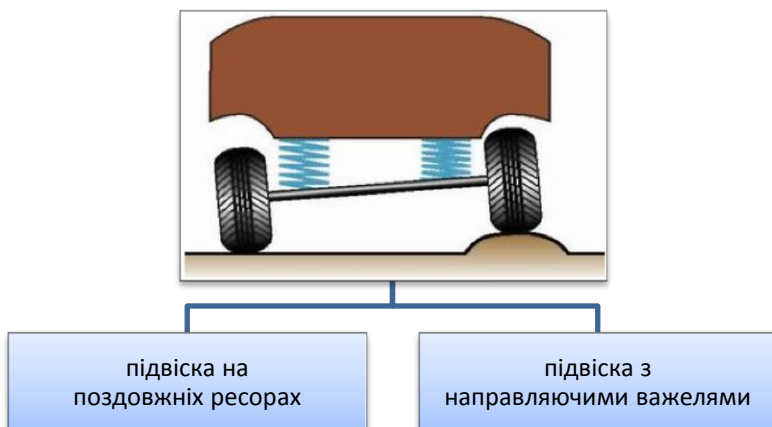


Рис. 3.34. Основні види залежної підвіски



Теоретичний матеріал закріплюється демонстрацією відеофільму «Принцип роботи залежної підвіски». Після перегляду відеофільму обговорюється проблема: «Чи відбувається бічне зміщення заднього мосту автомобіля під час його навантаження?»

Незалежна підвіска вивчається за схемою, зображеній на рис. 3.35.

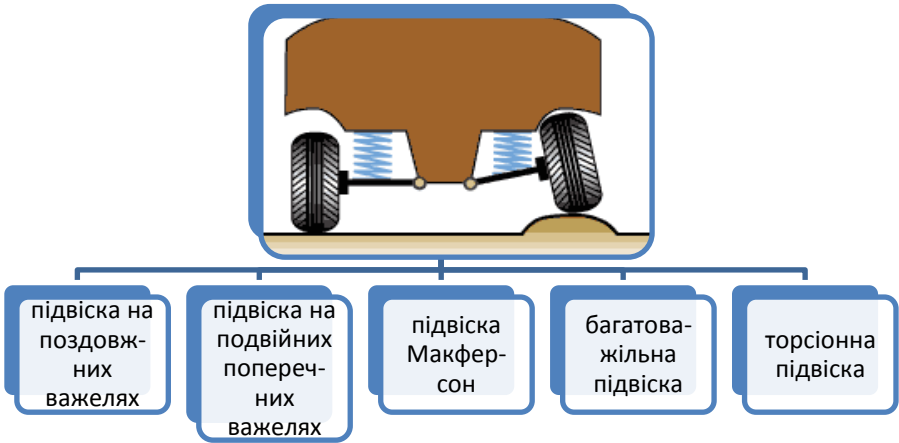


Рис. 3.35. Види незалежних підвісок

Підвіска на поздовжніх важелях використовується для задньої підвіски. Найбільш поширені на легкових автомобілях такі підвіски: на передній осі – підвіска Макферсон; на задній осі – багатоважільна підвіска. Підвіска Макферсон – найпоширеніший вид незалежної підвіски, яка за своєю конструкцією є різновидом підвіски на подвійних поперечних важелях, де верхній поперечний важіль замінений на амортизаторний стояк. Завдяки компактності конструкції, підвіска Макферсон широко використовується у передньоприводних легкових автомобілях, у яких двигун і коробка передач розміщені поперечно в підкапотному просторі.

Розглядають будову підвіски Макферсон за схемою (рис. 3.36), використовуючи мультимедійний проектор.

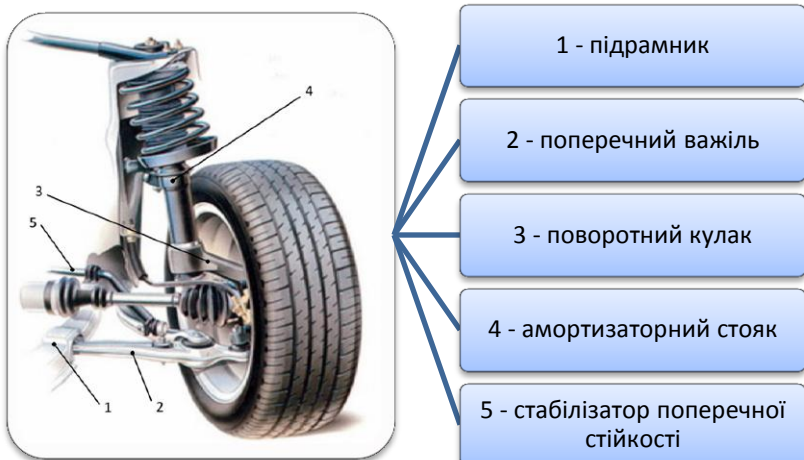


Рис. 3.36. Будова підвіски Макферсон

Звертається увага, що підрамник є несучим елементом підвіски та кріпиться до кузова автомобіля за допомогою гумових опор – сайлентблоків. Застосування гумових елементів в конструкції підвіски дозволяє зменшити вібрації та знизити шум. На підрамник з двох сторін кріпляться поперечні важелі (важіль правого і лівого коліс). Кожен поперечний важіль з'єднується з підрамником у двох місцях за допомогою гумових втулок. Поворотний кулак забезпечує поворот колеса за рахунок шарнірного з'єднання з рульовою тягою. У верхній частині поворотний кулак закріплений на амортизаторному стояку за допомогою клемового з'єднання. У нижній частині кулак з'єднаний з поперечним важелем. Наголошується, що амортизаторний стояк об'єднує пружний елемент (пружину) і амортизатор. Стабілізатор поперечної стійкості забезпечує зниження бічного крену автомобіля, встановлюється в підрамнику за допомогою двох опор. Кінці стабілізатору

з'єднані з амортизаторним стояком за допомогою з'єднувальних штанг з шарнірними наконечниками.

Закінчивши вивчення теоретичного матеріалу, показується відеофільм «Принцип роботи підвіски Макферсон», який сприяє постановці проблемного запитання: «Які особливості роботи підвіски Макферсон при вивороті коліс?»

Вивчається багатоважільна підвіска (Multilink) та наголошується, що це найпоширеніший вид підвіски, який застосовується на задній осі легкового автомобіля, встановлюється на передньоприводних та задньоприводних автомобілях та з'ясовуються переваги багатоважільної підвіски, а саме: плавність ходу, низький рівень шуму та гарна керованість. Багатоважільна підвіска є подальшим розвитком підвіски на подвійних поперечних важелях. Користуючись мультимедійним проектором та обговорюючи складається схема її будови (рис. 3.37).

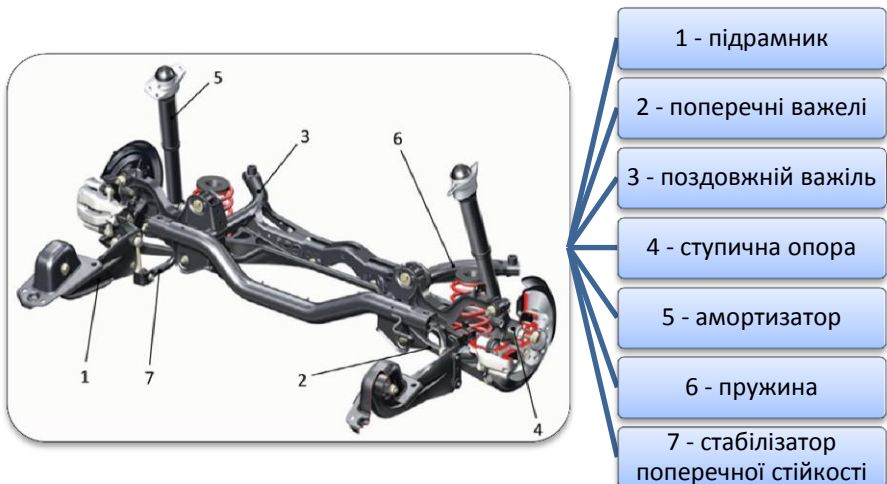


Рис. 3.37. Будова багатоважільної підвіски

Наголошується, що підрамник є несучим елементом підвіски, до якого через гумометалеві втулки кріпляться

поперечні важелі, які з'єднані зі ступичною опорою і забезпечують її положення в поперечній площині. Види поперечних важелів розглядають за схемою (рис.3.38).

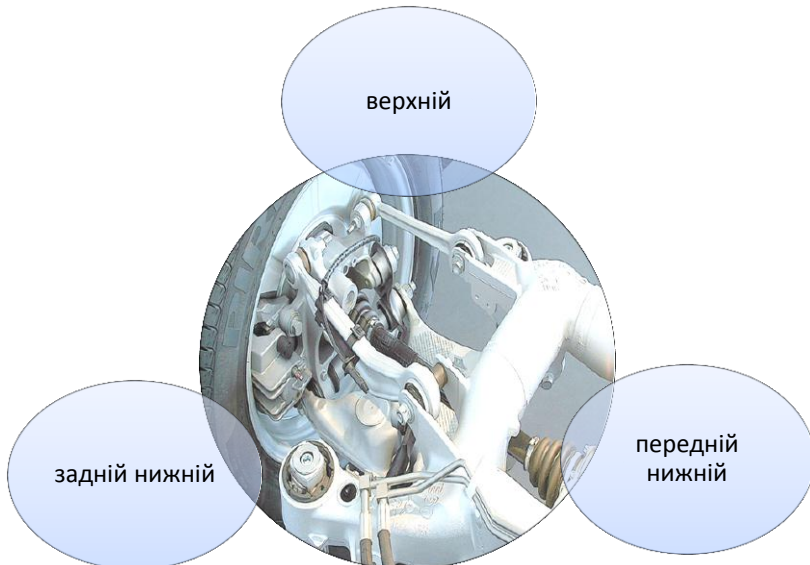


Рис. 3.38. Види поперечних важелів багатоважельної підвіски

Повідомляється, що верхній важіль служить для передачі поперечних зусиль і зв'язує корпус опори колеса з підрамником. Передній нижній важіль визначає сходження колеса. Задній нижній важіль сприймає вагу кузова, яка передається на важіль через пружину, а поздовжній важіль виконує функцію руху колеса в поздовжньому напрямку.

Для сприйняття навантажень, в підвісці встановлена гвинтова пружина. Амортизатор розташований окремо від пружини, він з'єднаний зі ступичною опорою. Стабілізатор поперечної стійкості знижує крен кузова автомобіля при проходженні поворотів і забезпечує необхідне зчеплення задніх коліс з дорогою.

Вивчення торсіонної підвіски можна винести на самостійне опрацювання, зазначаючи, що це такий вид підвіски, в якій пружним елементом використовується торсіон. Показується відеофільм «Принцип роботи торсіонної підвіски», який допомагає учням якісно виконати самостійну роботу за планом:

1. Переваги та недоліки торсіонної підвіски.
2. Види та характеристика незалежних підвісок, в яких застосовується торсіон.

Аналіз різних підходів до вивчення пневматичної підвіски показав, що спочатку розглядаються переваги: комфортабельність, висока прохідність, безпека автомобіля, а потім будова за схемою, поданою на рис. 3.39.

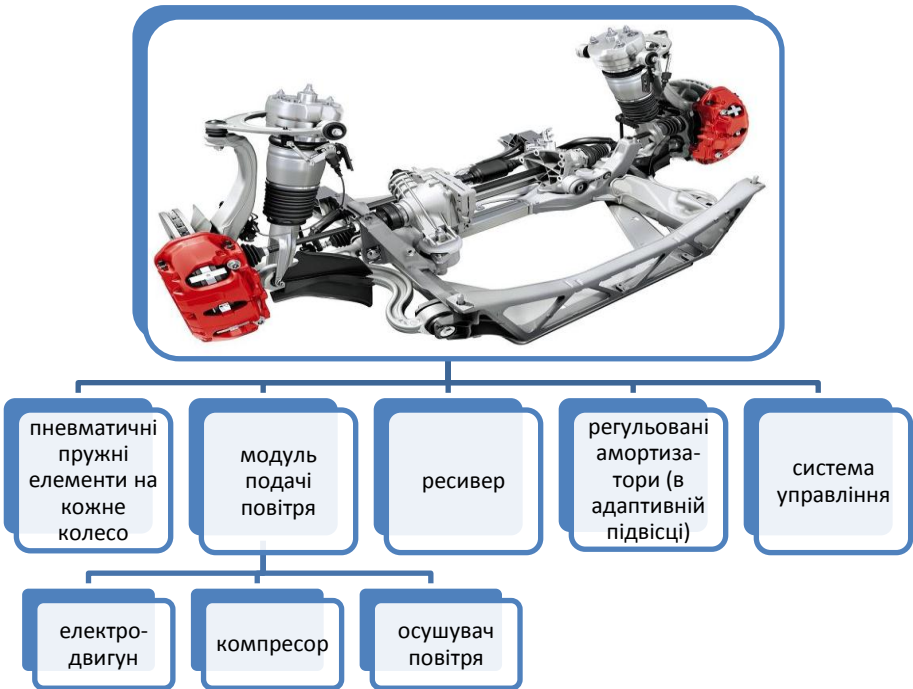


Рис. 3.39. Будова пневматичної підвіски

Звертається увага, що пневматичний пружний елемент виконує основну функцію підвіски – підтримку певного рівня кузова автомобіля. Це досягається за рахунок зміни тиску і об'єму повітря в пружних елементах. Модуль подачі повітря служить для забезпечення пружних елементів повітрям.

Наголошується, що ресивер – це резервуар для повітря, який забезпечує регулювання дорожнього просвіту, під час руху на невеликій швидкості, без включення компресора та коригування положення кузова на стоянці. Регулювання рівня кузова відносно дороги, здійснюється за допомогою електронної системи управління, до складу якої входять: вхідні датчики, блок управління і виконавчі пристрої. Датчики забезпечують автоматичне регулювання пневмопідвіски.

У системі управління пневматичної підвіски використовуються виконавчі пристрої, які вивчаються за схемою (рис. 3.40).

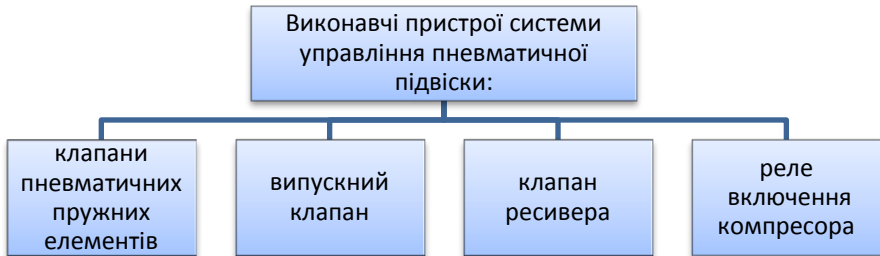


Рис. 3.40. Виконавчі пристрої системи управління пневматичної підвіски

Під час розгляду принципу роботи пневматичної підвіски, зазначають, що в ній реалізовано три алгоритми управління: автоматична підтримка рівня кузова; примусова зміна рівня кузова; автоматична зміна рівня кузова, в залежності від швидкості руху. Наголошується, що автоматичне підтримання певного рівня кузова в пневматичній підвісці здійснюється

незалежно від рівня завантаженості автомобіля. Датчики рівня кузова постійно вимірюють відстань від коліс до кузова. Результати вимірювань порівнюються із заданою величиною. У роботі пневматичної підвіски передбачено три рівні положення кузова відносно дороги: номінальний, підвищений, знижений, а автоматична зміна рівня положення кузова, в залежності від швидкості, забезпечує стійкість автомобіля під час руху.

При вивченні гідропневматичної підвіски, зауважується, що в ній використовуються гідропневматичні пружні елементи. У конструкції сучасної гідропневматичної підвіски передбачена автоматична зміна характеристик. Ставиться запитання: «Які переваги гідропневматичної підвіски?» Вислухавши міркування учнів вказується, що її основними перевагами є висока плавність ходу, можливість регулювання положення кузова щодо дорожнього покриття, ефективно гасіння коливань, адаптація до стилю водіння конкретної людини.

Будова гідропневматичної підвіски вивчається за схемою, поданій на рис. 3.41.

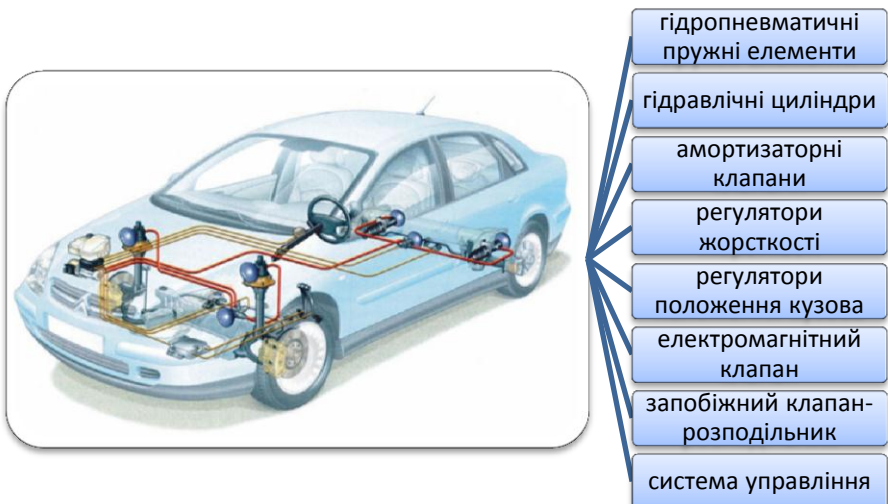


Рис. 3.41. Будова гідропневматичної підвіски

Проектуючи схему будови гідропневматичної підвіски, за допомогою мультимедійного проектора зазначають, що гідропневматичний пружний елемент являє собою металеву сферу, яка всередині розділена еластичною мембраною. Над мембраною знаходиться стиснутий газ – азот, під мембраною – спеціальна рідина. Рідина передає тиск в системі, а газ виступає пружним елементом. Гідравлічні циліндри призначені для нагнітання рідини в пружні елементи і регулювання висоти положення кузова, відносно дорожнього покриття. Для гасіння коливань, у конструкції підвіски передбачені основні та додаткові амортизаторні клапани. Величина відкриття амортизаторних клапанів регулюється електронною системою управління. Регулятори жорсткості забезпечують узгоджену роботу пружних елементів. Регулятори положення кузова призначені для управління висотою підйому кузова над поверхнею дороги. Електромагнітний клапан служить для перемикання режимів роботи підвіски.

Звертається увага, що система управління гідропневматичної підвіски включає такі компоненти: вхідні датчики; електронний блок управління; виконавчі пристрої. Вхідні датчики перетворюють відповідні характеристики в електричні сигнали. Використовуються такі датчики: положення керма; тиску в гальмівній системі; коливання кузова; швидкості автомобіля; положення кузова. На основі сигналів цих датчиків електронний блок управління впливає на виконавчі пристрої: амортизаторні клапани, регулятори жорсткості, регулятори положення кузова, електромагнітний клапан.

Сучасна гідропневматична підвіска забезпечує режими, які розглядаються за схемою, зображеній на рис. 3.42.

Пояснюють, що автоматичне регулювання дорожнього просвіту здійснюється залежно від швидкості руху автомобіля, якості дорожнього покриття та стилю водіння конкретною людиною. Ставиться проблемне запитання: «Яким чином відбувається автоматичне регулювання жорсткості підвіски?»



Вислухавши відповіді учнів, приходять до висновку, що воно здійснюється шляхом регулювання величини відкриття амортизаторних клапанів та використання додаткових пружних елементів і амортизаторних клапанів на кожній осі. В конструкції гідропневматичної підвіски передбачена примусова (ручна) зміна дорожнього просвіту, яка в конкретних умовах забезпечує подолання перешкод та зручність навантаження (розвантаження).



Рис. 3.42. Режими гідропневматичної підвіски

Демонструється відеофільм «Принцип роботи гідропневматичної підвіски». Після перегляду відеофільму учні відповідають на запитання:

1. Як зміниться робота гідропневматичної підвіски під час спрацювання ущільнюючих манжетів гідравлічних циліндрів?
2. Які можливі наслідки, якщо колесо на швидкості потрапить у вибоїну?

Вивчення адаптативної підвіски, в якій ступінь демпфірування амортизаторів змінюється, в залежності від стану дорожнього покриття, параметрів руху і запитів водія учні самостійно опрацьовують за таким планом:

1. Будова адаптативної підвіски.
2. Принцип та режими роботи адаптативної підвіски.

### 3.5. Кермове управління

Мета: ознайомити учнів з будовою та принципом роботи кермового управління, вивчити будову різних типів кермових механізмів.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: будова кермового управління; типи кермових механізмів; гідропідсилювач керма; електропідсилювач керма; пневматичний підсилювач керма; система активного кермового управління.

Аналізуючи різні підходи до вивчення даного матеріалу, було виявлено, що розпочати потрібно з розгляду призначення кермового управління, зазначивши, що воно забезпечує рух автомобіля в заданому водієм напрямку. В ході логічних міркувань учнів складається схема будови кермового управління (рис. 3.43).

Використовуючи мультимедійний проектор, проектується схема кермового управління та звертається увага, що кермове колесо сприймає від водія зусилля, необхідне для зміни напрямку руху, і передає його через кермову колонку кермовому механізму. Кермова колонка забезпечує з'єднання кермового колеса з кермовим механізмом, який

*Першими автомобілями управляли за допомогою рукоятки, але в 1894 році Альфред Вашерон взяв участь в гонці Париж – Руан з моделлю Panhard потужністю 4 к.с., яка була оснащена кермовим колесом. Це перше використання такого принципу управління.*

*З 1898 року автомобілі компанії Panhard et Levassor оснащувалися кермовим колесом вже як стандарт. Чарльз Стюарт Роллс представив перший в Британії автомобіль, оснащений кермовим колесом, коли в 1898 році він імпортував з Франції Panhard потужністю 6 к.с. Артур Костянтин Кребс змінив рукоятку нахиленим кермовим колесом для машини Panhard, яку він спроектував для гонки Париж – Амстердам, що проходила з 7 по 13 липня 1898 року. У 1899 році компанія Packard використовувала кермо на другій побудованій нею машині. Протягом десятиліття кермове колесо повністю витіснило рукоятку.*

є основою кермового управління. Ставиться проблемне запитання: «Які функції виконує кермовий механізм?» В процесі обговорення складається схема, подана на рис. 3.44.



Рис. 3.43. Будова кермового управління

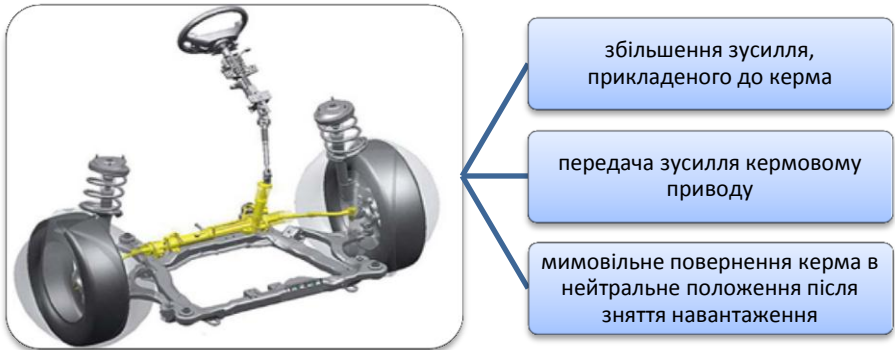


Рис. 3.44. Функції кермового механізму

Зазначається, що залежно від типу механічної передачі розрізняють такі типи кермових механізмів, які розглядаються за схемою, зображеній на рис. 3.45.

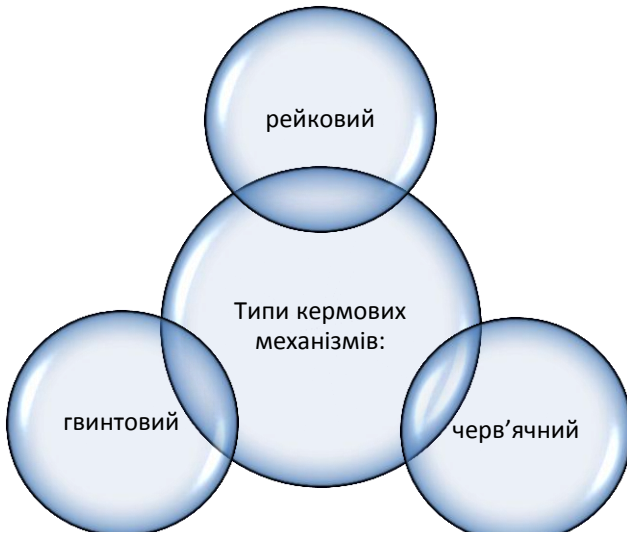


Рис. 3.45. Типи кермових механізмів

Користуючись мультимедійним проектором, проектується схема рейкового кермового механізму та розглядається його будова, вказується, що він є найпоширенішим типом механізму, що встановлюється на легкові автомобілі. Під час обертання кермового колеса, рейка переміщується вправо або вліво. Під час руху рейки, переміщуються приєднані до неї тяги кермового приводу і повертають керовані колеса. Ставиться проблемне запитання: «Для чого потрібний відповідний зазор між рейкою і привідною шестернею?» Обговоривши, вказується, що зазор створює люфт у кермовому управлінні, який забезпечує мимовільне повернення керма в нейтральне положення після зняття навантаження. Черв'ячний кермовий механізм складається з глобоїдного черв'яка, сполученого з кермовим валом, і ролика. Для актуалізації знань з предмету «Трудове навчання» ставиться проблемне запитання: «Що являє собою глобоїдний черв'як та які особливості його роботи?» Вислухавши міркування учнів наголошується, що черв'як

встановлюється зі змінним діаметром. На валу ролика, поза корпусом кермового механізму, встановлений важіль (сошка), зв'язаний з тягами кермового приводу. Вказується на особливість гвинтового кермового механізму, яким є поєднання гвинта і гайки за допомогою кульок та досягається зменшення тертя і зносу пари. Детальне вивчення будови та принципу роботи цього механізму виноситься на самостійне опрацювання.

Після розгляду типів кермових механізмів, показується відеофільм «Будова кермового механізму рейкового типу» та формулюється запитання: «Як проявляють себе несправності кермового управління та до чого це може призвести?»

Потім переходять до розгляду кермового приводу, який призначений для передачі зусилля, необхідного для повороту від кермового механізму до коліс та вказуються функції кермового приводу, який забезпечує оптимальне співвідношення кутів повороту керованих коліс та перешкоджає їх повороту при роботі підвіски. Найбільшого поширення набув механічний кермовий привід, що складається з кермових тяг і кермових кульових шарнірів. Ставиться проблемне запитання: «Яка будова та які матеріали використовуються в кулькових шарнірах?» Обговоривши дане запитання, вказується, що шарнір складається з корпусу, вкладишів, кульового пальця і захисного чохла. Для зручності експлуатації кульовий шарнір виготовлений у вигляді з'ємного наконечника кермової тяги. Для зменшення зусиль, необхідних для повороту кермового колеса, в кермовому приводі застосовується підсилювач кермового управління, види якого подані на рис. 3.46.

Пояснюється, що гідропідсилювачем кермового управління є відповідний елемент, в якому додаткове зусилля при повороті керма створюється за допомогою гідравлічного приводу. Гідропідсилювач керма – найпоширеніший вид підсилювача кермового управління. Електрогідравлічний підсилювач керма – найбільш досконалий, з точки зору споживчих властивостей та конструкції.



Рис. 3.46. Види підсилювачів кермового управління

Учні обговорюють запитання: «Які переваги має електрогідравлічний підсилювач керма?» Вислухавши їх міркування, вказується, що перевагами є компактність, можливість функціонування на непрацюючому двигуні, економічність, за рахунок включення в потрібний момент.

В ході логічних міркувань учнів складається схема будови електрогідравлічного підсилювача кермового управління (рис. 3.47).

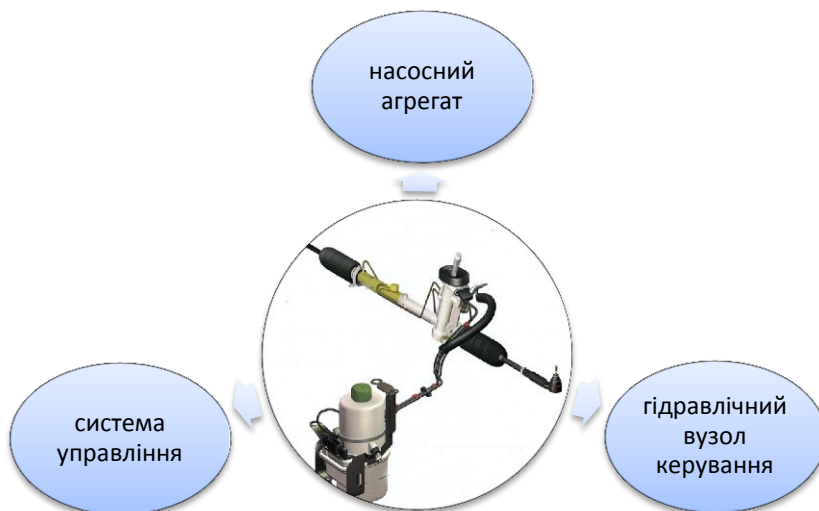


Рис. 3.47. Будова електрогідравлічного підсилювача

Пояснюється, що насосний агрегат складається з гідравлічного насосу, електродвигуна насосу і бачка для робочої рідини. На насосний агрегат встановлюється електронний блок управління. Гідравлічний насос може бути лопатевого або шестерневого типу. Гідравлічний вузол управління є виконавчим механізмом підсилювача керма та включає торсіон, з поворотним золотником і розподільною гільзою; силовий циліндр з поршнем. Система управління забезпечує роботу електрогідравлічного підсилювача. Учнів запитують: «Як зміниться рух автомобіля, якщо різко повернути кермо на великій швидкості?» та приходять до висновку, що це може призвести до перекидання автомобіля. На сучасних автомобілях використовується електронна система управління, яка забезпечує регулювання коефіцієнта підсилення, в залежності від швидкості повороту керма і швидкості руху автомобіля. Підсилювач з такими характеристиками називається адаптивним підсилювачем кермового управління.

На завершення, вивчається принцип роботи електрогідравлічного підсилювача, зазначаючи, що при прямолінійному русі автомобіля гідравлічний вузол керування забезпечує циркуляцію рідини по колу (каналами від насосу до бачка). При повороті керма відбувається закрутка торсіону, яка супроводжується поворотом золотника відносно розподільчої гільзи. По відкритим каналам рідина надходить в порожнину силового циліндру (залежно від напрямку повороту). При здійсненні повороту на невеликій швидкості (паркування, маневри в обмеженому просторі), гідропідсилювач керма працює найбільш продуктивно. Зі збільшенням швидкості руху частота обертання електродвигуна насосу знижується.

Вивчення теоретичного матеріалу завершується показом відеофільму «Гідропідсилювач керма» та обговоренням запитання: «Як зміниться керованість автомобіля при раптовій відмові гідропідсилювача керма та як цього уникнути?»

Вивчаючи електропідсилювач кермового управління, зазначається, що це конструктивний елемент кермового управління автомобіля, в якому додаткове зусилля, при повороті керма, створюється за допомогою електричного приводу. У сучасних автомобілях електропідсилювач кермового управління поступово замінює гідропідсилювач керма.

Разом з учнями складається схема переваг електропідсилювача керма (рис. 3.48) в порівнянні з гідропідсилювачем кермового управління.

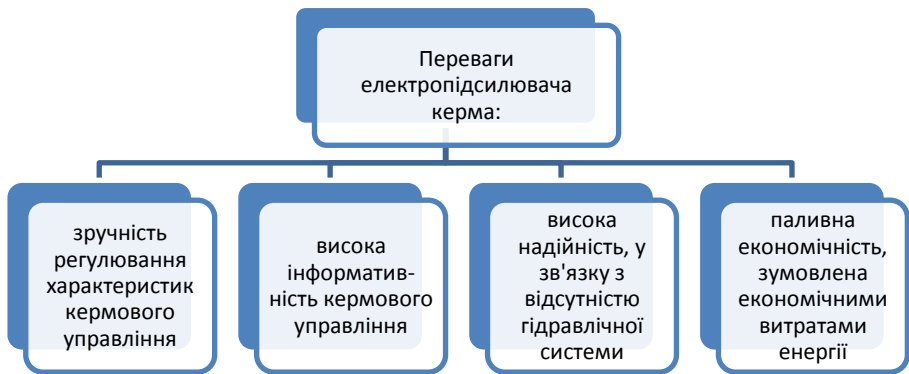


Рис. 3.48. Переваги електропідсилювача керма

Зазначається, що найбільш досконалим є електромеханічний підсилювач керма, з такими конструкціями: електромеханічний підсилювач керма з двома шестернями; електромеханічний підсилювач керма з паралельним приводом.

Будова електромеханічного підсилювача кермового управління вивчається за схемою, наведеною на рис. 3.49.

Звертається увага, що електропідсилювач керма об'єднаний з кермовим механізмом в одному блоці. У конструкції підсилювача встановлюється асинхронний електродвигун. Запитується: «Як відбувається передача крутного моменту від електродвигуна до рейки кермового механізму?»



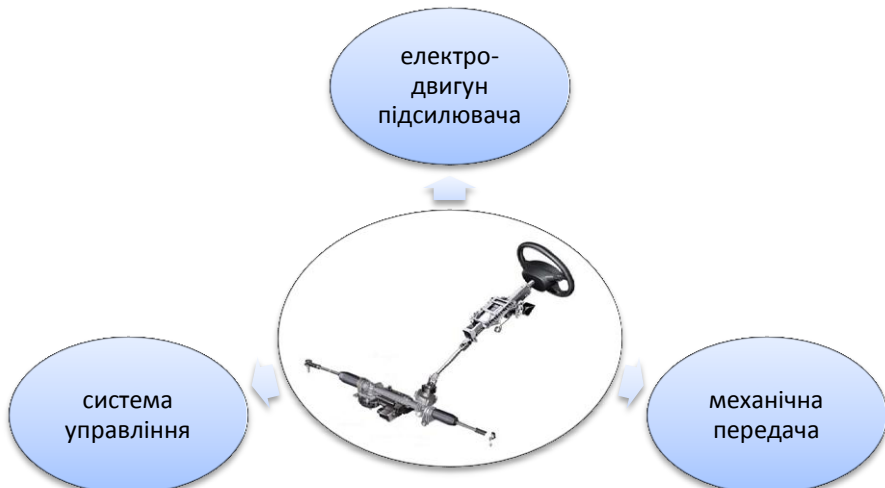


Рис. 3.49. Будова електромеханічного підсилювача

Після обговорення зазначається, що механічна передача забезпечує передачу крутного моменту від електродвигуна до рейки кермового механізму. У електropідсилювачі з двома шестернями, одна шестерня передає крутний момент на рейку кермового механізму від керма, інша – від електродвигуна підсилювача. Для цього на рейці передбачені дві ділянки зубців, один з яких служить приводом підсилювача. Наголошується, що у електropідсилювачі з паралельним приводом, зусилля від електродвигуна передається на рейку кермового механізму за допомогою пасової передачі та спеціального кулько-гвинтового механізму.

Елементи системи управління електropідсилювачем керма розглядаються за схемою (рис. 3.50).

Наголошується, що до вхідних датчиків належать датчик кута повороту керма і датчик крутного моменту на кермі. Електронний блок управління обробляє сигнали датчиків. Відповідно до закладеної програми, виробляється відповідний

керуючий вплив на виконавчий пристрій – електродвигун підсилювача.



Рис. 3.50. Елементи системи управління електропідсилювачем

Принцип роботи електропідсилювача керма вивчається розглядаючи режими (рис. 3.51).

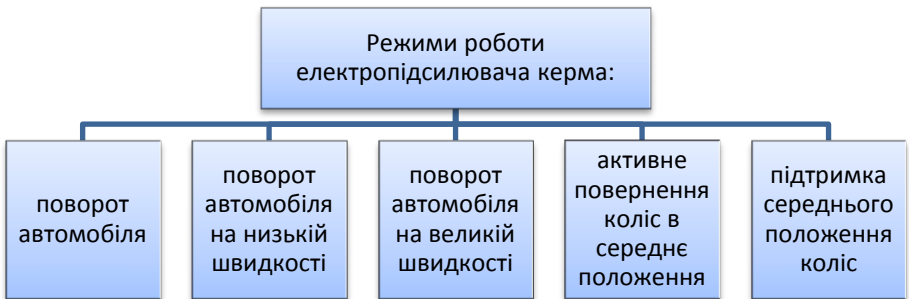


Рис. 3.51. Режими роботи електропідсилювача керма

Пояснюється, що поворот автомобіля здійснюється поворотом керма. Крутний момент від керма передається через торсіон на кермовий механізм, поворот коліс автомобіля здійснюється за рахунок об'єднання зусиль, переданих від керма і електродвигуна підсилювача. Поворот автомобіля на невеликій швидкості, зазвичай, проводиться під час паркування. Під час повороту на великій швидкості, електронна система управління забезпечує найменший обертовий момент.

Вивчення будови та принципу роботи пневматичного підсилювача кермового управління виноситься на самостійне опрацювання.

При вивченні системи активного кермового управління наголошується, що вона призначена для зміни передавального відношення кермового механізму залежно від швидкості руху та коригування кута повороту передніх коліс при проходженні поворотів і гальмуванні на слизькій дорозі.

Система активного кермового управління у своїй роботі взаємодіє з іншими системами – гідропідсилювачем керма, системою динамічної стабілізації.

Вивчення будови системи активного кермового управління проводиться за схемою, наведеній на рис. 3.52.

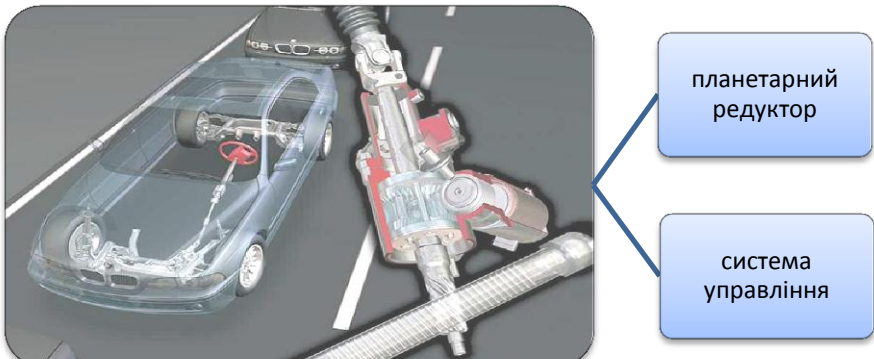


Рис. 3.52. Будова системи активного кермового управління

Звертається увага, на те що планетарний редуктор служить для зміни швидкості обертання кермового валу та встановлюється на ньому. Планетарний редуктор складається з сонячної шестерні, блоку сателітів і епіциклічної шестерні. На вході кермовий вал з'єднаний з сонячною шестернею, на виході – з блоком сателітів.

Для реалізації функцій системи активного кермового управління створена система управління. Елементи електронної системи управління розглядаються за схемою (рис. 3.53).



Рис. 3.53. Будова електронної системи управління

Зазначається, що входні датчики призначені для вимірювання параметрів роботи системи і перетворення їх в електричні сигнали. Електронний блок управління приймає сигнали від датчиків, обробляє їх і, відповідно до закладеного алгоритму, формує керуючі впливи на виконавчі пристрої. Виконавчими механізмами системи активного кермового управління є: електродвигун, який забезпечує обертання епіциклічної шестерні планетарного редуктора та сигнальна лампа на панелі приладів.

На завершення розглядається принцип роботи система активного кермового управління, наголосивши, що вона активується під час запуску двигуна. Робота системи полягає у зміні передаточного відношення кермового механізму, залежно від швидкості та умов руху. Під час здійснення маневрів на

низькій швидкості, відповідно до сигналу датчика кута повороту кермового колеса, включається електродвигун, який через черв'ячну пару, передає обертання на епіциклічну шестерню планетарного редуктора. Обертання шестерні, в певному напрямку з максимальною швидкістю, забезпечує найменше передавальне відношення кермового механізму, яке досягає значення 1:10. При цьому кермо стає чіткішим, зменшується число його обертів від упору до упору, і досягається високий комфорт в управлінні.

Після розгляду матеріалу демонструється відеофільм «Система активного кермового управління автомобіля БМВ» та ставиться проблемне запитання: «Як зміниться керованість автомобіля, якщо система активного кермового управління вийде з ладу?»

Для підведення підсумків роботи, пропонуємо скористатись груповою формою роботи та відповісти на запитання:

1. Чому не можна тримати кермо в крайньому положенні більше 5 секунд в автомобілі, обладнаному гідروпідсилювачем керма?
2. Як зміниться керованість автомобіля під час раптового виходу з ладу гідропідсилювача керма?
3. Як регулюється сходження передніх коліс та яке його призначення?

Після обговорення в групах учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

## РОЗДІЛ IV

# ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОННОГО ОБЛАДНАННЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ

### **4.1. Пропедевтична підготовка учнів до вивчення електронного забезпечення сучасних автомобілів**

Явища, які вивчає фізика, часто лежать в основі того чи іншого технічного пристрою. Отже, щоб зрозуміти як цей пристрій працює, треба не тільки мати формальні знання про них з фізики, а й «бачити» можливості їх використання в техніці, вміння їх узагальнювати та використовувати. Дослідження та досвід вивчення технічних дисциплін, зокрема автосправи, свідчить, що учні не достатньо володіють такими вміннями. Навіть, при наявності знань з фізики, часто вони не можуть їх використати, щоб пояснити принцип роботи технічного пристрою, діагностувати неполадки чи прогнозувати його роботу. Виходячи із зазначеного вище, в даній статті ми хочемо привернути увагу до окремих проблем підготовки учнів з фізики.

Перш за все, на наш погляд, треба у світогляд учнів закласти переконання, що фізика є основою техніки. Шляхи переконання є різні. Це розв'язання задач технічного змісту; пояснення роботи технічних пристроїв, в яких чітко виражені фізичні явища; вирішення проблемних завдань, для розв'язання яких треба використати фізичні закони; пошук прикладів застосування законів фізики в техніці, виконання творчих проектів тощо. Таку роботу треба проводити не тільки на заняттях, а й поза ними. Наприклад, при підготовці рефератів, під час гурткової роботи тощо. Важливо, щоб це відбувалось неформально, а шляхом переконань.

Важливим для розуміння техніки є комплексний, різнобічний підхід до розуміння фізичних явищ і законів.

Наприклад, розуміння такого явища як тертя. В техніці воно відіграє як негативну, так і позитивну роль. Тертя ковзання, кочення, спокою, в рідинах, між рідиною і стінками труб, каналів, тертя між поверхнями з однакових і різних матеріалів, тертя між твердим тілом, що рухається з різною швидкістю і повітрям тощо. Такий підхід до вивчення тертя дає можливість глибоко засвоїти, наприклад, гальмівну систему транспортних засобів, відчувати гальмівний шлях, оцінювати його при різних погодних та шляхових умовах. Наші дослідження показали, що учні часто починають оцінювати, наприклад, довжину гальмівного шляху після розв'язання конкретної задачі. Наприклад такої: визначити гальмівний шлях автомобіля до повної зупинки, якщо він рухається по прямолінійній горизонтальній асфальтованій дорозі зі швидкістю 80 км/год і гальмує до «юза» (колесо переходить у заблокований стан). Виходячи із знань з фізики, можливий такий розв'язок: кінетична енергія автомобіля  $W = \frac{m v^2}{2}$ . Робота тертя між шиною і дорогою  $A = \mu FS$ ;  $S$  – гальмівний шлях. Для зупинки автомобіля  $W = A$ ;  $F = mg$ ;  $\frac{m v^2}{2} = \mu FS = \mu mg S$ ;  $S = \frac{v^2}{2\mu g}$ ;  $\mu$  - коефіцієнт тертя ковзання коліс по асфальту, який береться для відповідної марки автомобіля.

Після розв'язання такої задачі, стає зрозуміло, що навіть на сухій рівній дорозі, гальмівний шлях автомобіля досить великий і це може спричинити аварію, а на слизьких дорогах (наприклад, на мокрих або вкритих льодом) під час різкого гальмування колеса легко блокуються. Якщо блокуються лише задні колеса, то бічні сили спричиняють бічне ковзання (занос), а якщо блокуються передні колеса, то керування автомобілем практично неможливе і часто призводить до аварії.

Різке збільшення швидкості обертання коліс (різко натиснути на педаль акселератора) на слизькій дорозі також призводить до заносу ведучих коліс. Зберегти керуваність автомобіля в цих випадках водієві дуже важко, а тому на

сучасних автомобілях встановлюються системи керування гальмами, які адаптуються під умови руху і виконують свої функції автоматично. Такими системами є система антиблокування гальм (ABS), система блокування диференціалу ведучого мосту (EDS). Гальмівні антиблокувальні системи (ABS) мають позитивний вплив на безпеку руху автомобілів.

Головним компонентом системи ABS є електронний блок керування гальмами, виготовлений на напівпровідниках та мікросхемах.

Після запуску двигуна та розгону автомобіля до швидкості більше 6 км/год в ABS спрацьовує функція первинного контролю. При цьому вимикач стоп-сигналу на гальмівній педалі має бути розімкнутий. Якщо в системі все справне, то засвічується лампа контролю стоп-сигналу, а на лампу ABS подається код готовності системи до роботи. При досягненні автомобілем швидкості більше 6 км/год лампочки гаснуть. Якщо в ABS є несправність, то в системі спрацьовує функція самодіагностики, а лампа ABS починає мигати.

При проведенні наших досліджень з'ясувалось, що учні недостатньо володіють знаннями фізичних законів і явищ, необхідних для розуміння електронного обладнання сучасного автомобіля, а воно складне. Крім того, застосування електроніки на сучасних автомобілях забезпечує автоматизацію робочих процесів, економію пального, безпеку руху, чистоту навколишнього середовища та поліпшує умови праці водія.

Електроніка на автомобілях стає все більш поширеною. З'явилися регулятори напруги на інтегральних схемах, мікропроцесорні системи запалювання, електронні пристрої керування гальмами і впорскування пального. Електронні системи використовуються також для діагностування технічного стану вузлів та агрегатів автомобілів і можуть не тільки вказувати на несправність, а й повідомляти водієві про виниклі несправності в системах гальм, змащування та охолодження, про відчинені двері.



Учні, вивчаючи фізику, хімію та інші дисципліни забезпечують всебічне, глибоке й міцне засвоєння навчального матеріалу, встановлюють взаємозв'язок між різними фізичними явищами, на основі раніше здобутих знань, оволодівають новими поняттями. Але багато з них не орієнтовані на те, що одержані знання потрібні будуть під час вивчення техніки, в тому числі і автосправи.

Останнім часом на сучасних автомобілях широко застосовуються різні датчики: частоти обертання колінчастого валу двигуна, положення розподільного валу, масової витрати повітря, детонації, температури повітря, температури охолоджуючої рідини, тиску повітря, положення дросельної заслінки, положення педалі акселератора, тиску пального, кисневий датчик та інші.

Датчик, принцип роботи якого ґрунтується на ефекті Холла, є важливим елементом електронної системи запалювання, щоб зрозуміти як він працює треба знати суть ефекту Холла, що він виникає в пластинці, коли під прямим кутом на неї діє магнітне поле. Цей ефект проявляється максимально у пластинах із напівпровідникового матеріалу (германію, кремнію, індію).

Датчики електронних систем перетворюють неелектричні величини в електричний сигнал та складаються, в основному, з двох частин – чутливого елемента та перетворювача неелектричного сигналу в електричну величину.

При проведенні наших досліджень, з'ясувалося, що більшість учнів слабо орієнтуються в застосуванні фізичних явищ, покладених в принцип роботи датчиків сучасних автомобілів. Учні повинні розуміти принцип роботи датчиків, що сприятиме надійній роботі автомобіля.

Практика викладання автосправи доводить, що наскільки в учня сформовані знання з фізики в школі, настільки він розуміє зміст лекційного матеріалу з автосправи.

Зв'язок автосправи з фізикою цікавий різноманітними підходами, практичною спрямованістю. Поєднання навчальних

дисциплін – шлях до розгляду явищ у цілісності та єдності. У процесі вивчення автосправи передбачається ознайомити учнів з інформаційною діяльністю, зі світом сучасних професій.

Особливу увагу треба звернути на те, що сучасні автомобілі насичені електронними пристроями, які входять до всіх систем автомобіля, а саме: двигун, система впорскування, паливна система, впускна система, система запалювання, система мащення, система охолодження, впускна система, трансмісія, зчеплення, коробка передач, підвіска, кермове управління, гальмівна система, система активної безпеки, система пасивної безпеки.

В школі вивчають принцип роботи теплових двигунів, цикл роботи С. Карно та ККД теплових машин. Для розуміння роботи двигунів внутрішнього згоряння, учням необхідно поглиблювати знання з фізики, а на заняттях автосправи знаходити їм застосування. Шляхи удосконалення карбюраторних двигунів практично вичерпані. Це пояснюється тим, що карбюратор працює на принципі пульверизації, при якому розпилення бензину відбувається в струмені повітря, що всмоктується в циліндри двигуна. При цьому створюються достатньо великі краплі пального, що не забезпечує якісного перемішування бензину та повітря, а це сприяє осіданню бензину на стінках впускного колектора і циліндрів під час впуску паливно-повітряної суміші.

Під час примусового розпилення бензину під тиском через калібровані отвори форсунки частинки пального мають значно менші розміри порівняно з розпиленням бензину при пульверизації. Особливо ефективно бензин розпилюється вузьким пучком при високому тиску. Електронні системи впорскування бензину дозволяють оптимізувати сумішоутворення. Електромагнітна форсунка працює так: відповідно до закладеного алгоритму електронний блок управління забезпечує в потрібний момент подачу напруги на обмотку збудження клапана. При цьому створюється

електромагнітне поле, яке долаючи зусилля пружини, втягує якір з голкою та звільняє сопло. Проводиться впорскування палива. Зі зникненням напруги, пружина повертає голку форсунки на сідло.

Вивчення автосправи створює сприятливі умови для професійного самовизначення учнів, сприяє розвитку технічної творчості, конструкторських здібностей та культури праці, спрямоване на розвиток пізнавальної діяльності учнів, поглиблення теоретичної та практичної складових вивчення автосправи та фізики.

#### **4.2. Активізація пізнавальної діяльності учнів при вивченні електронного обладнання сучасних автомобілів**

В документах про освіту говориться: «Освіта XXI століття – це освіта для людини. Її стрижень – розвивальна, культурологічна домінанта, виховання відповідальної особистості, яка здатна до самоосвіти і саморозвитку, вміє використовувати набуті знання і вміння для творчого розв’язання проблем, критично мислити, опрацьовувати різноманітну інформацію, прагне змінити на краще своє життя і життя своєї країни».

Аналіз сучасних підходів до навчання свідчить, що зміни неможливі без застосування в навчальному процесі інтерактивних технологій, які ґрунтуються на діалозі, моделюванні ситуацій вибору, вільного обміну думками, забезпеченні зростання творчої та інноваційної діяльності вчителів та учнів.

Суть інтерактивного навчання полягає в тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії всіх учасників. Це співнавчання, взаємонавчання (колективне, групове, навчання у співпраці), де учень, і вчитель є рівноправними, рівнозначними суб’єктами навчання, які

розуміють, що вони роблять, рефлексують із приводу того, що знають, уміють і здійснюють. Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне вирішення проблеми на основі аналізу обставин та відповідної ситуації. Воно дуже сприяє формуванню навичок і вмій, виробленню цінностей, створенню атмосфери співробітництва, взаємодії. Особливо це стосується вивчення електронного обладнання сучасних автомобілів, тому що чітко прослідковується зв'язок з фізикою та інформатикою. Інноваційні технології викладання електронного обладнання сучасних автомобілів надають учням глибоких знань, учать їх самостійно здобувати знання протягом усього життя та творчо використовувати надбані знання.

Під час інтерактивного навчання учень стає не об'єктом, а суб'єктом навчання, він відчуває себе активним учасником подій і власної освіти та розвитку. Це забезпечує внутрішню мотивацію навчання, що сприяє його ефективності.

Завдяки ефекту новизни та оригінальності інтерактивних методів, за правильної їх організації, зростає цікавість до процесу навчання.

Особлива цінність інтерактивного навчання в тому, що учні навчаються ефективній роботі в колективі.

Інтерактивні методи навчання є частиною особистісно-орієнтованого навчання, оскільки сприяють соціалізації особистості, усвідомленню себе як частини колективу, своєї ролі й потенціалу.

Створення проблемних ситуацій, їх аналіз, активна участь учнів в пошуку шляхів вирішення поставленої навчальної проблеми збуджує розумову активність учнів і підтримує глибокий пізнавальний інтерес.

Вивчення нового матеріалу починається, як правило, з постановки навчальної проблеми – питання, що виникло або було поставлене перед учнями, відповідь на яке заздалегідь невідома і підлягає творчому пошуку. Наприклад, вивчаючи

паливну систему сучасних автомобілів та розглядаючи види сумішоутворення системи безпосереднього впорскування формулюється проблемне запитання «Які шляхи уникнення детонації?»

Активізувати мислення учнів під час постановки навчальної проблеми шляхом попередньої розповіді про значення даного явища можна спираючись на знання з фізики, її глибокому зв'язку з технічним прогресом.

Проведення нетрадиційних уроків та позакласних заходів дає можливість доповнити та поглибити знання учнів, розвинути інтерес до навчального предмету, формувати в учнів компетенції, яких потребує сучасне життя, зокрема: соціальні (брати на себе відповідальність, бути активним у прийнятті рішень, у суспільному житті); полікультурні (розуміння несхожості людей, взаємоповага до їхньої мови, релігії, культури); комунікативні (опанування усного й письмового спілкування); інформаційні (уміння здобувати, критично осмислювати й використовувати різноманітну інформацію); саморозвитку та самоосвіти; продуктивної та творчої діяльності.

Для того, щоб спиратись на знання з фізики вчителю автосправи потрібно завчасно потурбуватися, щоб на уроках фізики, вивчаючи резистори, конденсатори, котушки індуктивності та трансформатори звертали увагу, що ці прилади використовуються в електронному обладнанні сучасних автомобілів. Учні бачать взаємозалежність явищ і процесів, усвідомлюють фізичні процеси, які відбуваються. Під час вивчення теми «Електричний струм у напівпровідниках» вчитель знайомить учнів із застосуванням напівпровідникових приладів у електронному обладнанні сучасних автомобілів.

Основна риса інтерактивного навчання – використання власного досвіду учнями під час розв'язання проблемних питань. На основі одержаних знань з фізики ставиться запитання «Чому виникла потреба в застосуванні системи антиблокування коліс (ABS)?»

Інтерактивні методи найпродуктивніше застосовувати із аудіовізуальними засобами навчання.

Для забезпечення належного рівня контролю знань учнів доцільно використовувати нестандартні форми та методи роботи, одним з яких є групова навчальна діяльність учнів.

Навчання в групі реалізує діяльний підхід до розв'язування проблемних задач і цим самим підвищує інтерес до занять автосправою, сприяє розвитку здібностей та пізнавальної активності учнів. Діяльність у навчальних групах виховує працелюбність, почуття взаємодопомоги та вміння працювати в колективі.

У груповій роботі запроваджується навчальне спілкування, адже в групах учні не лише обмінюються інформацією, а й прагнуть того, щоб ця інформація була зрозумілою та певним чином усвідомленою. Для підведення підсумків вивчення електрообладнання сучасних автомобілів учні діляться на групи та їм даються, наприклад, такі запитання: 1. Які типи стартерів використовуються на сучасних автомобілях? 2. Як підтримується різний температурний режим в різних зонах системи клімат-контролю?

Групова навчальна діяльність учнів на лабораторних роботах сприяє тому, що в учнів з'являється бажання допомогти товаришеві, формується вміння спілкуватися, знання предмета, зацікавленість предметом.

Для активного контролю знань оцінювання можна здійснювати за допомогою різних автоматизованих або технічних пристроїв. Наприклад, застосовують перфокарти, згідно з якими, учні записують відповіді на аркуші паперу в клітинку, вказуючи по вертикалі номер завдання, по горизонталі – код відповіді. Оцінку учневі виводять за кількістю правильних відповідей.

Залучення до педагогічних технологій елементів дослідницької діяльності учнів дозволяє вчителю не тільки і не стільки навчати, скільки допомагати учням навчатися,

скеровувати їх пізнавальну діяльність. Одним із найбільш поширених видів дослідницької діяльності учнів у процесі навчання на сьогодні є метод проектів.

Характерною рисою методу проектів є повне й органічне поєднання навчання зі шкільним життям, а також із різнобічними інтересами учня, включаючи не тільки його інтелектуальні, а й практичні інтереси. Крім того, метод проектів характеризується гармонійним поєднанням теорії з практикою, і в основі його лежить творчий пошук учня. Він направлений на розвиток в учнів творчих здібностей та технічного мислення.

Навчальне проектування орієнтовано, перш за все, на самостійну діяльність учнів – індивідуальну, парну чи групову, яку учні виконують протягом певного проміжку часу. Технологія проектування передбачає вирішення учнем чи групою учнів якої-небудь проблеми, яка орієнтована на використання різних методів, способів навчання, а також інтегрує знання, уміння з різних галузей науки, техніки, творчості.

Проектний метод має багато переваг перед традиційними, оскільки, працюючи над проектами, учні діють не шаблонно, а знаходять власний шлях розв'язання завдань, вчать користуватись різними джерелами інформації, аналізувати отриману інформацію, відбирати найкорисніше, що допоможе розв'язати проблему. Підготовка до захисту готового проекту вимагає відпрацювання уміння представити отримані результати в такій формі, щоб вони були зрозумілі й цікаві слухачам. Таким чином, робота з проектною системою розв'язує багато педагогічних завдань: створення позитивної мотивації в процесі навчання (забезпечується інтересом до обраної теми проекту, можливістю спробувати свої сили в самостійній творчій роботі, продемонструвати отримані результати перед компетентною аудиторією); формування навичок розумової праці, узагальнених інтелектуальних умінь у процесі пошуку джерел інформації з обраної теми, формулювання результатів і висновків;

вироблення прийомів колективної праці (над проектом звичайно працює група учнів, у процесі цієї праці краще виявляються їхні індивідуальні схильності, особливості мислення і та роль, яку вони можуть найуспішніше виконувати в ході дослідження: «генератор ідей», «критики», «виконавець»); оволодіння писемним й усним мовленням, оскільки результати роботи над проектом представляються у вигляді тексту, а проект захищається в усній формі перед аудиторією.

Під час оформлення проекту учні можуть найповніше виявити свої здібності, які при звичайному контролі знань залишаються непримітними вчителю й однокласникам. Робота над проектами в багатьох випадках змушує користуватися результатами із суміжних галузей знань, що органічно сприяє інтеграції навчальних дисциплін.

Демонстраційний експеримент відображає принцип роботи пристроїв і приладів (наприклад, датчик Холла, температурний датчик, реле-регулятор) заснованих на використанні фізичних явищ, які вивчаються у школі.

Процес вивчення учнями електронного обладнання необхідно постійно супроводжувати демонстрацією відеофільмів та схем, використовуючи мультимедійний проектор, набори деталей, які можна роздавати учням на уроках, наприклад, під час вивчення теми «Паливна система» – форсунки впорскування, датчик високого тиску палива; вивчаючи тему «Система запалювання» – датчики положення дросельної заслінки, детонації, кута повороту колінчастого та розподільчого валів.

У навчальному процесі використовують натуральні наочні посібники – реальні деталі, механізми, прилади, вузли, агрегати автомобіля, стенди та установки для демонстрації роботи механізмів і приладів, наприклад, під час вивчення теми «Гальмівна система» використовується схема антиблокувальної системи гальм ABS, вивчаючи тему «Електрообладнання автомобіля» демонструється система «Стоп-старт».



### **4.3. Роль технічних засобів навчання в засвоєнні знань і вмінь з електронного обладнання сучасних автомобілів**

Глибоке засвоєння автосправи неможливе без використання новітніх та інформаційних технологій, адже учні розвиваються в умовах широкого використання комп'ютерної техніки – персональні комп'ютери, новітні мобільні телефони, ноутбуки та різна побутова техніка. Тому викладати автосправу в школі старими методами неможливо.

Отже завдання вчителя полягає не в тому, щоб дати учням програмний матеріал, а розширити їх можливості та навички шляхом використання потужних обчислювальних можливостей сучасних персональних комп'ютерів.

Сьогодні, коли комп'ютер займає важливе місце у школі, він стає важливим помічником у підготовці й проведенні уроків автосправи.

Комп'ютерні технології перетворюються на досить ефективний засіб для організації й проведення уроку. Комп'ютер дає можливість продемонструвати ті явища і процеси, які не можна побачити, наприклад, робота системи ABS, обертання колінчастого та розподільчого валів, робота свічок запалювання тощо.

Комп'ютерні технології доцільно використовувати на таких етапах уроку: вивчення нового матеріалу (комп'ютерне моделювання процесів та явищ), закріплення отриманих на уроці знань (розв'язання проблемних завдань, тестування), контроль та оцінка знань учнів (виконання лабораторних, практичних, самостійних та контрольних робіт).

Одним із найперспективніших напрямків використання інформаційних технологій під час вивчення автосправи є комп'ютерне моделювання процесів та явищ, спрямоване на підвищення ефективності навчання.

Добре відомо, що курс автосправи містить у собі теми, вивчення й розуміння яких вимагає розвиненого образного

мислення, уміння аналізувати, порівнювати. У першу чергу, йдеться про такі теми, як: «Принцип роботи двигуна сучасного автомобіля», «Паливна система», «Система запалювання», «Гальмівна система», «Система активної безпеки», навчальний матеріал яких складний для словесного пояснення й розуміння. У таких випадках на допомогу приходять сучасні технічні засоби навчання.

Вивчення автосправи важко уявити без виконання лабораторних та практичних робіт. Коли учні виконують лабораторну роботу, то навчальний матеріал засвоюється набагато краще. Нажаль, оснащення більшості кабінетів автосправи не завжди дозволяє провести лабораторні роботи, що вимагають складного обладнання. Тому можна виконати лабораторні роботи віртуально на комп'ютері. Також комп'ютерну техніку можна використовувати для самостійної підготовки як програму-тренажер перед виконанням лабораторної роботи на уроці.

Комп'ютер використовується як ефективний засіб створення проблемних ситуацій на уроках автосправи. При цьому вчитель може, наприклад, вимкнути звук і попросити учнів прокоментувати побачене на екрані. Потім можна або подивитись ще раз зі звуком, або не повертатися до перегляду, якщо учні успішно впоралися із завданням.

Можна зупинити кадр і запропонувати учням провести уявний експеримент, спробувати описати подальше протікання процесу, а далі можна продемонструвати яке-небудь явище чи процес і попросити пояснити, чому це відбувається саме так. Таким чином можна вийти або на проблемну ситуацію, пов'язавши її з темою уроку, або на ілюстрацію, анімацію, закріпити вивчене.

Під час вивчення теми «Гальмівна система сучасних автомобілів», можна продемонструвати відеофільми «Принцип роботи ABS в 3D моделюванні» та «Принцип роботи ABS на

діючому автомобілі». Після перегляду варто обговорити побачене, використовуючи такі запитання:

1. Що забезпечує система антиблокування коліс?
2. Чому автомобіль, не обладнаний системою антиблокування коліс, під час гальмування при вивороті коліс продовжує рухатись прямо?

Методичні прийоми під час вивчення нового матеріалу можна розділити на дві такі групи:

1. Вивчаючи текстовий матеріал, перед учнями ставляться завдання, які полягають: у знаходженні відповідей на поставлені вчителем запитання; у стислому конспектуванні; у заповненні задалегідь підготовлених таблиць; у створенні єдиної логічної структури, схеми матеріалу, що вивчається.

Після роботи з комп'ютером необхідно підвести підсумки, відповісти на запитання, що виникли в результаті діяльності. Під час усного контролю можна перевірити обсяг і якість засвоєного. Тут ефективними є коментування кадрів з місця або відповідь біля дошки, точніше екрану (мультимедійний виступ). Письмова перевірка може містити завдання: відтворити таблицю, скласти стислий опорний конспект.

2. Під час вивчення процесів, явищ, виконання лабораторних робіт перед учнями можуть бути поставлені такі завдання: замалювати схему, зробити малюнок експериментальної установки. Потім під час подальшого вивчення матеріалу внести зміни в параметри установки (задати велику швидкість, зменшити діаметр, збільшити відстань тощо) і записати результати; змінити умови протікання фізичного явища (збільшити тиск, зменшити температуру) і внести дані до таблиці; скласти, замалювати графік протікання процесу тощо.

Розглянуті прийоми добре зарекомендували себе під час вивчення нового матеріалу. З успіхом також їх можна використовувати під час закріплення вивченого матеріалу. Створення проблемних ситуацій надзвичайно активізує в усіх учнів без винятку пам'ять, мову та мислення. Широко можна

практикувати виступи школярів з використанням мультимедійного проєктора, а також заслуховування підсумків індивідуальної творчої роботи учнів, виконаної за допомогою комп'ютерних технологій. Такі роботи, наприклад, реферати, виконані не на паперовій, а на електронній основі, стали ілюстративнішими, візуально місткішими.

Можна виділити такі принципи комп'ютерної підтримки уроків автосправи:

- комп'ютер не може повністю замінити вчителя. Тільки педагог має можливість зацікавити учнів, розбудити в них допитливість, завоювати їхню довіру, направити увагу на ті або інші аспекти предмета, що вивчається, винагородити їх за зусилля й змусити вчитися;

- необхідне забезпечення навчального процесу сучасними комп'ютерними програмами з наявністю моделювання, анімації, тестування та відеоматеріалами;

- проведення уроку автосправи з використанням комп'ютера залежить від рівня професійної майстерності вчителя.

Уроки з використанням мультимедійних засобів викликають великий інтерес в учнів, вони активізують пізнавальну діяльність. Також з великим інтересом учні, під час вивчення теми «Система активної безпеки сучасного автомобіля» дивляться відеофільм «Принцип роботи системи курсової стійкості», після його перегляду змістовно відповідають на запитання: «Які способи використовувалися для стабілізації руху автомобіля?»

Отже, можна зробити такі висновки:

1. Застосування комп'ютерних технологій у сучасному навчальному процесі активізує пізнавальну діяльність учнів, сприяє розвитку особистості, викликає підвищення інтересу до навчання.

2. Використовувати комп'ютери доцільно на всіх етапах уроку для актуалізації необхідних знань, вивченні нового матеріалу, його закріпленні, оцінюванні знань та умінь.

#### 4.4. Електрообладнання сучасних автомобілів

Мета: ознайомити учнів з електрообладнанням сучасного автомобіля, визначити особливості роботи стартерної системи запуску двигуна, системи «Стоп-старт» та клімат-контролю.

Навчальний матеріал викладається у такій послідовності: генератор; стартерна система запуску двигуна; система «Стоп-старт»; система клімат-контролю; система контролю тиску в шинах.

Вивчення даного матеріалу розпочинається з розгляду електрообладнання, яке призначене для вироблення електричної енергії і живлення різних систем і пристроїв автомобіля. За допомогою мультимедійного проектора складається схема будови автомобільного електрообладнання (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Будова автомобільного електрообладнання

Вказується, що джерелами струму в автомобілі є акумуляторна батарея та генератор. Акумуляторна батарея призначена для живлення споживачів електричним струмом,

якщо двигун не працює, під час запуску двигуна та роботі двигуна на малих обертах. Основним джерелом електричного струму є генератор, який забезпечує живлення електричним струмом усіх споживачів та зарядку акумуляторної батареї.

Вивчення будови генератора проводиться за схемою (рис. 4.2), яка складається в процесі логічних міркувань учнів та використовуючи набуті знання з фізики. Принцип роботи генератора ґрунтується на явищі електромагнітної індукції.



Рис. 4.2. Будова автомобільного генератора

Вказується, що ротор призначений для створення обертового магнітного поля. Для цього на валу ротора знаходиться обмотка збудження, вміщена у дві полюсні половини, кожна з яких має шість виступів. На валу ротора розташовані два контактних кільця, через які здійснюється живлення обмотки збудження. Кільця бувають мідні, сталеві або

латунні. Виводи обмотки збудження припаяні до кілець. Статор створює змінний електричний струм. Він об'єднує металеве осердя і обмотки, осердя набирається із сталевих пластин. Для навивки обмоток в сердечнику виконано 36 пазів. У пазах укладається три обмотки, що утворюють трифазне підключення. З'єднання обмоток між собою може здійснюватися за двома схемами: «зіркою» та «трикутником». Більш детальний розгляд цих схем виноситься на самостійне опрацювання.

Наголошується, що щітковий вузол забезпечує передачу струму збудження на контактні кільця.

В учнів запитують: «Який струм виробляє генератор?» та з'ясовують, що генератор виробляє змінний струм, а випрямний блок служить для перетворення синусоїдальної напруги, що виробляється генератором, в напругу постійного струму бортової мережі автомобіля. Випрямний блок являє собою пластини, що виконують роль тепловідводів, на яких змонтовані діоди. Блок містить шість силових напівпровідникових діодів, по два на кожну фазу, один на «позитивний», інший – на «негативний» вивід генератора.

Зазначається, що регулятор напруги призначений для підтримки напруги генератора в певних межах, а сучасні генератори оснащуються напівпровідниковими електронними (інтегральними) регуляторами напруги. Зупиняються на конструкції електронних регуляторів, а саме: гібридне виконання – електронні прилади та радіоелементи використовуються в електронній схемі разом з товстоплівковими мікроелектронними елементами; інтегральне виконання – всі компоненти регулятора напруги, крім вихідного каскаду, виконані за допомогою тонкоплівкової мікроелектронної технології.

Учням пропонується запитання: «Як приводиться генератор в роботу?» В процесі міркувань з'ясовують, що генератор приводиться в роботу від колінчастого валу, а привід генератора здійснюється за допомогою пасової передачі і забезпечує

обертання ротора зі швидкістю, яка в 2-3 рази перевищує частоту обертання колінчастого валу. Використовуючи наочність, зазначається, що в залежності від конструкції генератора, в передачі використовується клиновий або поліклиновий пас. Застосування клинового пасу обмежене розмірами веденого шківів (при певному діаметрі шківів клиновий пас швидко зношується). Поліклиновий пас більш універсальний, тому що застосовується при невеликих діаметрах веденого шківів, таким чином може бути реалізовано більше передавальне число. На сучасних моделях генераторів привід здійснюється поліклиновим пасом.

Звертається увага, що на автомобілях може встановлюватися індукторний (безщітковий) генератор. Такий генератор має ротор, що представляє собою набір спресованих тонких пластин з трансформаторного заліза (ротор з магнітом'якої пасивної феромаси). Обмотка збудження розташована на статорі. Електрорушійна сила в індукторному генераторі виробляється шляхом зміни магнітної провідності повітряного зазору між ротором і статором.

Учнів запитують: «Як запускається поршневий двигун внутрішнього згоряння?» та з'ясовують, що для цього призначена система запуску двигуна, яка забезпечує обертання колінчастого валу двигуна зі швидкістю, при якій відбувається його запуск. На сучасних автомобілях, найбільшого поширення набула стартерна система запуску. Система запуску двигуна входить до складу електрообладнання автомобіля, а її живлення здійснюється постійним струмом від акумуляторної батареї.

В ході логічних міркувань складається схема стартерної системи запуску, подана на рис. 4.3.

Використовуючи мультимедійний проектор звертається увага, що стартер забезпечує обертання колінчастого валу з частотою, необхідною для запуску двигуна. У сталевому корпусі стартера закріплені чотири полюси з обмотками збудження, три з'єднані з обмоткою якоря послідовно, а одна паралельно. Вал



якоря стартера обертається в двох втулках. На передній кришці стартера закріплено тягове реле, з'єднане через пластмасовий важіль і кільце із приводом стартера. Реле забезпечує введення шестерні в зачеплення з вінцем маховика і підключення електричного кола обмоток стартера до акумуляторної батареї під час запуску двигуна. На задній кришці встановлені щіткотримачі з чотирма мідно-графітовими щітками, які притискаються пружинами до торця колектора якоря. Необхідно наголосити, що кріпиться стартер шпильками з гайками до картера зчеплення через фланець передньої кришки.

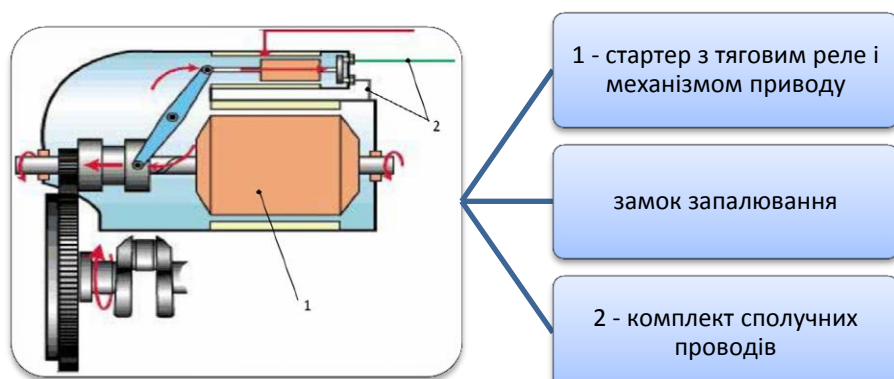


Рис. 4.3. Будова стартерної системи запуску

Необхідно звернути увагу, що якір електродвигуна стартера є складовою частиною роторного вузла і складається з магнітопроводу, робочої якірної обмотки, ламельного колектора і валу обертання.

Варто наголосити, що тягове реле забезпечує живлення обмоток стартера і роботу механізму приводу, який призначений для механічної передачі крутного моменту від стартера на колінчастий вал двигуна. Конструктивними елементами механізму є: важіль приводу (вилка) з повідковою муфтою і демпферною пружиною, муфта вільного ходу (обгінна муфта),

ведуча шестерня. Передача крутного моменту здійснюється шляхом зачеплення провідної шестерні з зубчастим вінцем маховика колінчастого валу. Замок запалювання під час включення забезпечує подачу постійного струму від акумуляторної батареї до тягового реле стартера.

Далі ставиться запитання: «Можливі наслідки несвоєчасного переведення ключа в замок запалювання в II положення?»

Закінчується вивчення будови стартерної системи запуску, розглядом принципу її роботи, зазначивши, що при повороті ключа в замок запалювання електричний струм від акумуляторної батареї надходить на контакти тягового реле. Під час протікання електричного струму по обмотках тягового реле відбувається втягування якоря. Якір тягового реле переміщує важіль механізму приводу і забезпечує зачеплення провідної шестерні з зубчастим вінцем маховика. Під час руху, якір замикає контакти реле, при цьому відбувається живлення струмом обмоток статора і якоря. Стартер починає обертатися і розкручує колінчастий вал двигуна.

Вивчивши стартерну систему запуску, демонструвався відеофільм «Принцип роботи стартера», перегляд якого сприяв постановці проблемного запитання: «Які можливі наслідки під час запуску двигуна автомобіля з буксиру, якщо стартер вийшов з ладу».

Щоб підвести учнів до вивчення системи «Стоп-старт» варто поставити запитання: «Які шляхи економії пального та зниження шкідливих викидів від двигунів внутрішнього згоряння?» Вислухавши міркування учнів вказується, що для економії пального, зниження шкідливих викидів та шуму призначена система «Стоп-старт», яка це все реалізує за рахунок скорочення часу роботи двигуна на холостому ходу.

Наголошується, що принцип роботи цієї системи полягає у виключенні двигуна при зупинці автомобіля і його швидкому запуску при натисканні на педаль зчеплення (механічна коробка

передач) або відпуску педалі гальма (автоматична коробка передач).

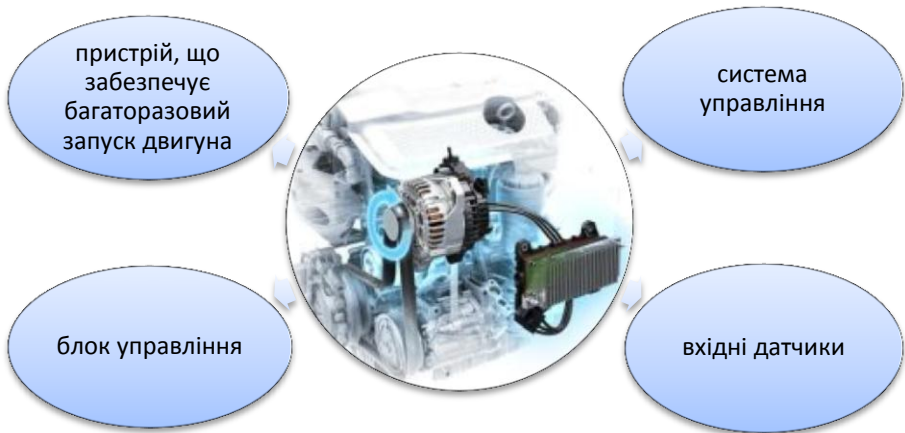


Рис. 4.4. Будова системи «Стоп-старт»

Ставиться проблема: «Способи реалізації функції багаторазового запуску двигуна» та з'ясується, що є кілька підходів до реалізації цієї функції: посилений стартер, реверсивний генератор (стартер-генератор), впорскування палива в циліндри і займання суміші.

Основу системи посиленого стартеру становить спеціальний стартер, розрахований на велику кількість пусків двигуна і збільшений термін служби. Стартер обладнаний посиленим малощумним механізмом приводу, що гарантує швидкий, надійний і безшумний запуск двигуна. В учнів запитують: «Який алгоритм роботи системи управління системи «Стоп-старт»?» Вислухавши міркування з'ясується, що система управління здійснює виконання таких функцій: зупинка двигуна; запуск двигуна; контроль заряду акумуляторної батареї.

Реверсивний генератор являє собою електричну машину змінного струму, яка в залежності від умов може виконувати

функції генератора і стартера. Роботу реверсивного генератора забезпечує спеціальний приводний пас і оборотний натягувач, що дозволяє передавати зусилля в двох напрямках. Реверсивний генератор безшумно працює і має менший час запуску (0,4 с в порівнянні з 0,8 с для звичайного стартера).

Управління системою впорскування палива в циліндри і займання суміші проводиться за допомогою окремого електронного блоку управління, який взаємодіє з блоком управління двигуна. У даній системі для багаторазового запуску двигуна використовується впорскування палива в циліндри і займання паливно-повітряної суміші. Система встановлюється на бензинові двигуни, обладнані безпосереднім впорскуванням палива. Ставиться проблема: «Як забезпечується робота цієї системи?» та з'ясовується, що для забезпечення роботи системи впорскування палива в циліндри і займання суміші, поршні в циліндрах зупиняються у певних положеннях, оптимальних для подальшого запуску двигуна. З початком руху (при відпуску педалі гальма) в циліндри впорскується паливо і запалюється паливно-повітряна суміш, відбувається запуск двигуна. Під час запуску двигуна, на додаток до енергії згоряння палива, використовується енергія стартера, який включається на короткий час.

Учні, користуючись Інтернетом самостійно з'ясовують, на яких автомобілях використовується кожний тип системи «Стоп-старт».

Під час вивчення системи клімат-контролю, наголошується, що вона призначена для створення і автоматичної підтримки мікроклімату в салоні автомобіля та забезпечує спільну роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування, за рахунок електронного управління. Застосування електроніки дозволило створити зональне регулювання клімату в салоні автомобіля. Залежно від числа температурних зон розрізняють різні системи клімат-контролю, які розглядаються за схемою (рис. 4.5).

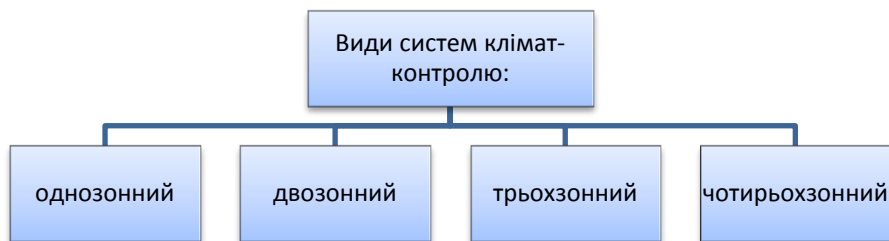


Рис. 4.5. Види систем клімат-контролю

Разом із учнями складається схема будови системи клімат-контролю, подана на рис. 4.6.



Рис. 4.6. Будова системи клімат-контролю

Зазначається, що управління кліматичною установкою здійснює відповідна система. Основні елементи системи управління кліматом розглядаються за схемою (рис. 4.7).

Звертається увага, що вхідні датчики вимірюють відповідні фізичні параметри і перетворюють їх в електричні сигнали. Кількість датчиків вихідної температури визначається конструкцією системи клімат-контролю. До датчика 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 тризонній – потроюється (ліворуч, праворуч і ззаду). Потенціометри заслінок фіксують поточний стан повітряних заслінок. Датчики температури випарника і тиску забезпечують роботу системи кондиціонування.

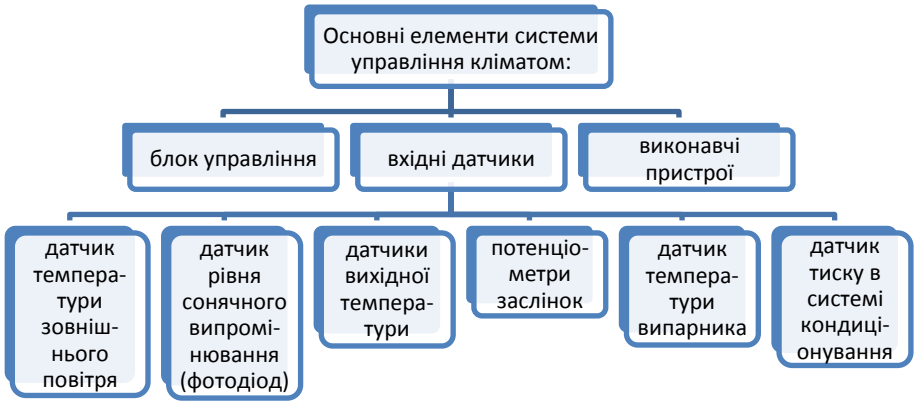


Рис. 4.7. Основні елементи системи управління кліматом

Наголошується, що електронний блок управління приймає сигнали від датчиків і, відповідно до закладеної програми, формує керуючі впливу на виконавчі пристрої. До виконавчих пристроїв належать приводи заслінок і електродвигун вентилятора припливного повітря, за допомогою яких створюється і підтримується заданий температурний режим. Заслінки можуть мати механічний або електричний привід. 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 вікон.

Під час вивчення принципу роботи системи клімат-контролю, наголошується, що ця система забезпечує

автоматичне регулювання температури в салоні автомобіля в межах 16-30°C. Бажана температура встановлюється за допомогою регуляторів на панелі приладів автомобіля. Сигнал від регулятора надходить в електронний блок управління, де активується відповідна програма. Відповідно до встановленого алгоритму блок управління обробляє сигнали вхідних датчиків і приводить в дію необхідні виконавчі пристрої. Встановлене значення температури підтримується автоматично.

Вивчення систем контролю тиску в шинах краще розпочати з постановки проблемної ситуації: «Як зміниться рух автомобіля, якщо одне або декілька коліс буде приспущене та як це впливатиме на спрацювання шини?» Наголошується, що для попередження про небезпечні зміни тиску в шинах призначена система контролю тиску в шинах.

Види систем контролю тиску в шинах варто розглянути за такою схемою, яка зображена на рис. 4.8.



Рис. 4.8. Види систем контролю тиску в шинах

Вказується, що найбільш простою є система непрямого вимірювання тиску, яка представляє собою програмне розширення блоку управління системи ABS. Принцип роботи даної системи заснований на тому, що спущене колесо має менший радіус і відповідно проходить за один оборот меншу відстань, ніж накачане колесо. Датчики кутових швидкостей коліс системи ABS визначають відрізок шляху, який проходить кожна шина за один оберт. Сигнали датчиків порівнюються в блоці ABS з контрольними параметрами. При розбіжності значень, загоряється індикатор (контрольна лампа) на панелі приладів і подається звуковий сигнал. В системі передбачено адаптацію до зміни параметрів тиску повітря в шинах, у разі їх заміни або проведення сервісних робіт в ходовій частині – калібрування системи.

Зазначається, що система прямого вимірювання тиску передбачає вимірювання тиску в кожному колесі за допомогою відповідного датчика.

Користуючись мультимедійним проектором наголошується, що датчик тиску є складним пристроєм, що об'єднує датчик тиску, датчик температури, електронні компоненти вимірювання та управління, акумулятор і передавальну антену. Приймальна антена здійснює прийом сигналів від датчиків тиску і передачу їх в блок управління. Блок управління приймає інформацію від датчиків і порівнює отримані дані з контрольними параметрами тиску. У разі падіння тиску загоряється індикатор (контрольна лампа), на панелі приладів подається звуковий сигнал, і виводиться текстова та графічна інформація на дисплей.

Пояснення підкріплюється переглядом відеофільму «Принцип роботи системи контролю тиску в шинах».

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи та дати відповіді на запитання:

1. Стартери яких типів використовуються на сучасних автомобілях?



2. Як відбувається підтримання різного температурного режиму в різних зонах системи клімат-контролю?

Після обговорення в групах учні дають змістовні відповіді на поставлені запитання.

## РОЗДІЛ V

# ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ СУЧАСНОГО АВТОМОБІЛЯ

### 5.1. Система активної безпеки

Мета: ознайомити учнів з системами активної безпеки, вивчити особливості роботи різних її систем.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: антипробуксовочна система; система курсової стійкості; система допомоги під час спуску; система допомоги під час підйому; парктронік; адаптивний круїз-контроль; превентивна система безпеки.

Вивчення системи активної безпеки доцільно розпочати з розгляду її призначення та застосування, вказавши, що вона призначена для запобігання аварійної ситуації і дозволяє в різних критичних ситуаціях зберігати контроль над автомобілем або зберігати курсову стійкість і керуваність автомобіля.

Досвід показує, що розгляд системи активної безпеки варто розпочати з антипробуксовочної системи, яка призначена для запобігання пробуксовки ведучих коліс.

*У 1936 році Bosch запатентувала технологію запобігання блокуванню коліс при різкому гальмуванні. Але на практиці реалізувати цю ідею не вдалося через відсутність у ті роки цифрової електроніки, яка дозволила б за доли секунди реагувати на блокування коліс. Ситуація змінилася в 1960-і роки з появою напівпровідникових технологій, які поступово дійшли і до автомобільної промисловості. Але перші зразки ABS, що з'явилися в 1971 році на одній з моделей концерну General Motors виявилися навіть небезпечними, оскільки не вирішували проблеми блокування передніх ведучих коліс.*

*Крім Bosch, з 1964 року роботу над створенням ABS розпочала компанія Teldix GmbH. Її інженер Гейнц Лібер розробив фундаментальні основи майбутньої ABS.*

*У середині 1970-х років ABS почали встановлювати як опцію на автомобілі представницького класу, а з 1978 року штатно на двох німецьких автомобілях – Mercedes Benz W116 (S-клас) і BMW 7-ї серії. З липня 2004 року кожен новий автомобіль, який продається у країнах Євросоюзу, обладнаний ABS у стандартній комплектції.*

Учням повідомляють, що залежно від виробника антипробуксовочна система називається так: ASR, ASC, A-TRAC, DSA, DTC, ETC, ETS, STC, TCS, TRC. Щоб зекономити час, учням пропонується розшифрувати аббревіатуру цих систем та користуючись Інтернетом з'ясувати на яких марках автомобілів встановлюється кожна система.

Найбільш розповсюдженою є система ASR, тому вивчають її будову та принцип роботи. Повідомляють, що антипробуксовочна система побудована на основі антиблокувальної системи гальм. Розглянувши матеріал, ставиться проблемне запитання: «Яким чином можна реалізувати антипробуксовування ведучого колеса?» В процесі міркувань складається схема, подана на рис. 5.1.

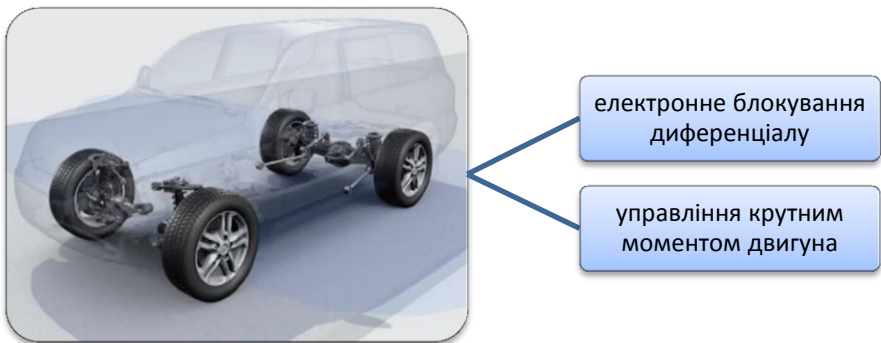


Рис. 5.1. Функції антипробуксовочної системи

Зазначається, що для реалізації протибуксувальних функцій в системі використовується насос зворотної подачі і додаткові електромагнітні клапани на кожне з привідних коліс в гідравлічному блоці ABS. Управління системою ASR здійснюється за рахунок відповідного програмного забезпечення, включеного до блоку управління ABS. У своїй роботі блок управління ABS/ASR взаємодіє з блоком управління системою управління двигуном.

Розглядаючи принцип роботи антипробуксовочної системи, зазначається, що вона попереджає пробуксовку коліс у всьому діапазоні швидкостей автомобіля. Під час обговорення ставиться проблема: «Як спрацювають функції антипробуксовочної системи при різних швидкостях?» та з'ясовується, що під час руху на малих швидкостях (від 0 до 80 км/год) система забезпечує передачу крутного моменту за рахунок пригальмовування привідних коліс, а якщо швидкість більше 80 км/год зусилля регулюються за рахунок зменшення крутного моменту, що передається від двигуна.

Наголошується, що на підставі сигналів датчиків кутових швидкостей коліс блок управління ABS/ASR визначає такі характеристики, які розглядаються за схемою (рис. 5.2).

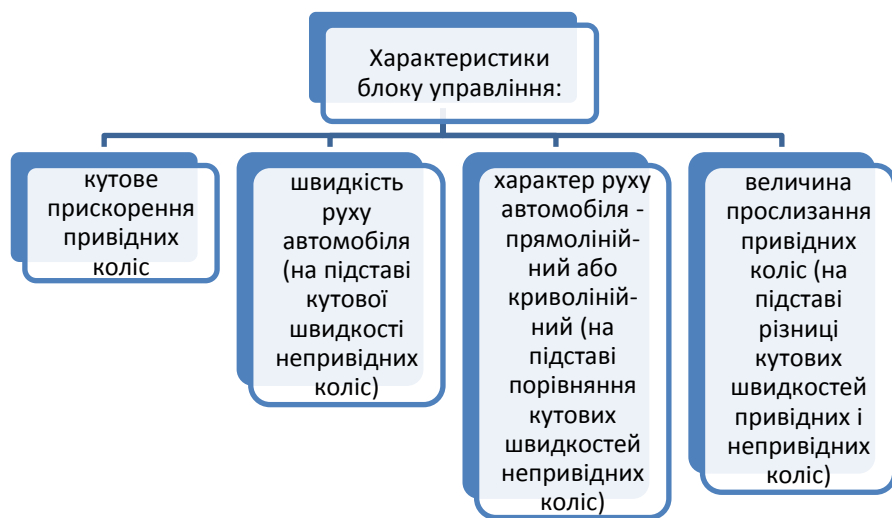


Рис. 5.2. Характеристики блоку управління

Звертається увага, що залежно від відповідних значень експлуатаційних характеристик здійснюється управління гальмівним тиском або управління крутним моментом двигуна.

Завершується вивчення даної системи переглядом відеофільму «Принцип роботи антипробуксовочної системи». За результатами перегляду відеофільму ставиться проблемне запитання: «Як зміниться рух автомобіля, якщо одне з привідних коліс під час руху потрапить на ділянку дороги, покриту ожеледицею?».

Після розгляду антипробуксовочної системи переходять до системи курсової стійкості, яка призначена для збереження стійкості і керованості автомобіля за рахунок завчасного визначення та усунення критичної ситуації. Вона дозволяє утримувати автомобіль в межах заданої водієм траєкторії при різних режимах руху (розгоні, гальмуванні, русі по прямій, на поворотах і при вільному коченні).

Наголошується, що залежно від виробника, розрізняють системи курсової стійкості: ESP, ESC, DSC, DTSC, VSA, VSC, VDC, VDIM. Інтерактивним методом з'ясовують на яких марках автомобілів встановлюється кожна система та розшифровують аббревіатуру цих систем. Найпоширенішою системою курсової стійкості є система ESP, тому розглядають її будову та принцип роботи.

Система курсової стійкості є системою активної безпеки більш високого рівня і включає такі системи, які повторюються за схемою, поданій на рис. 5.3.

Після повторення систем, в ході бесіди, складається схема будови системи курсової стійкості (рис. 5.4).



Рис. 5.3. Складові системи курсової стійкості

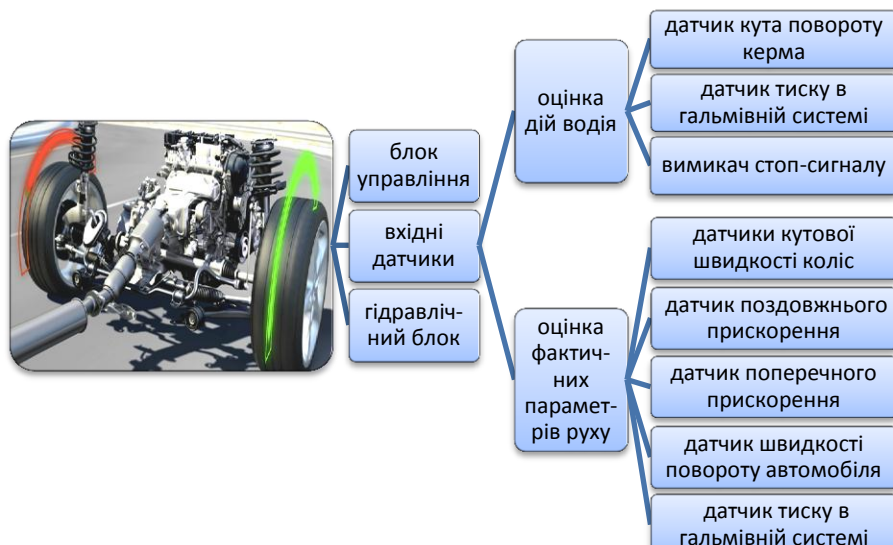


Рис. 5.4. Будова системи курсової стійкості

Пояснюється, що вхідні датчики фіксують конкретні параметри автомобіля і перетворюють їх в електричні сигнали. За допомогою датчиків система динамічної стабілізації оцінює дії водія і параметри руху автомобіля. Блок управління системи ESP приймає сигнали від датчиків і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої підконтрольних систем активної безпеки. У своїй роботі блок управління ESP взаємодіє з блоком управління системи управління двигуном і блоком управління автоматичної коробки передач.

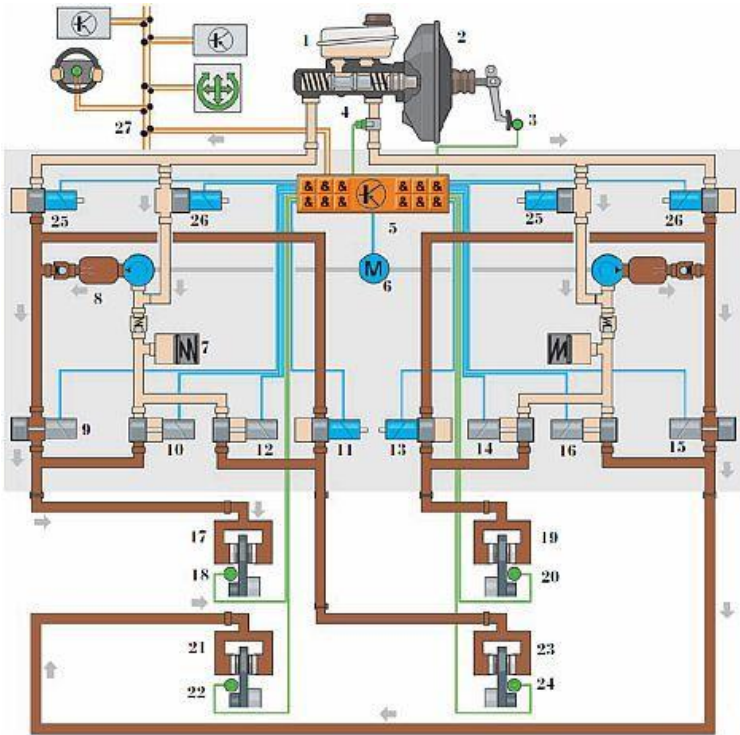


Рис. 5.5. Схема системи курсової стійкості ESP  
 1 – компенсційний бачок; 2 – вакуумний підсилювач гальм; 3 – датчик положення педалі гальма; 4 – датчик тиску в гальмівній системі; 5 – блок управління; 6 – насос зворотної подачі; 7 –

аккумулятор тиску; 8 – демпфуюча камера; 9 – впускний клапан переднього лівого гальмівного механізму; 10 – впускний клапан приводу переднього лівого гальмівного механізму; 11 – впускний клапан приводу заднього правого гальмового механізму; 12 – впускний клапан приводу заднього правого гальмівного механізму; 13 – впускний клапан приводу переднього правого гальмівного механізму; 14 – впускний клапан приводу переднього правого гальмового механізму; 15 – впускний клапан приводу заднього лівого гальмівного механізму; 16 – впускний клапан приводу заднього лівого гальмівного механізму; 17 – передній лівий гальмівний циліндр; 18 – датчик частоти обертання переднього лівого колеса; 19 – передній правий гальмівний циліндр; 20 – датчик частоти обертання переднього правого колеса; 21 – задній лівий гальмівний циліндр; 22 – датчик частоти обертання заднього лівого колеса; 23 – задній правий гальмівний циліндр; 24 – датчик частоти обертання заднього правого колеса; 25 – перемикаючий клапан; 26 – клапан високого тиску; 27 – шина обміну даними

Шляхом бесіди, з'ясовується проблема: «Як автомобіль визначає настання аварійної ситуації?» Після міркувань учнів вказується, що настання аварійної ситуації визначається шляхом порівняння дій водія та параметрів руху автомобіля. У випадку, коли дії водія (бажані параметри руху) відрізняються від фактичних параметрів руху автомобіля, система ESP розпізнає ситуацію як неконтрольовану і включається в роботу.

В ході логічних міркувань учнів складається схема способів стабілізації руху автомобіля за допомогою системи курсової стійкості (рис. 5.6).

Учням демонструється відеофільм «Принцип роботи системи курсової стійкості» та ставиться запитання: «Які способи використовувалися для стабілізації руху автомобіля?»

Далі переходять до розгляду системи допомоги під час спуску та наголошується, що вона призначена для запобігання прискорення автомобіля під час руху по гірських дорогах. Наявність такої системи на автомобілі підвищує зручність керування і безпеку. Система допомоги при спуску



встановлюється на легкові автомобілі підвищеної прохідності. Залежно від автовиробника система має такі назви: HDC, DAC, DDS. Учня дається завдання для самостійного опрацювання: користуючись Інтернетом, розшифрувати аббревіатуру цих систем та з'ясувати на яких марках автомобілів вони встановлюються.



Рис. 5.6. Способи стабілізації руху автомобіля

Система допомоги під час спуску є програмним розширенням системи курсової стійкості і використовує конструктивні елементи даної системи, тому є функцією, а не системою. Використовуючи мультимедійний проектор, розглядається принцип її роботи, який заснований на підтримці постійної швидкості при спуску за рахунок пригальмовування коліс. Система активується включенням відповідної клавіші на приладовій панелі. При цьому алгоритм управління системи спрацьовує за певних умов. З'ясовують ці умови, а саме: автомобіль має бути заведеним, педалі акселератора і гальма

відпущені, швидкість руху менша 20 км/год, схил, що долається, не повинен перевищувати 20%.

Формулюється проблемна ситуація: «Як розпочати рух навантаженого автомобіля, який зупинився на підйомі, якщо не працює ручне гальмо?» В процесі обговорення з'ясовується, що для цього призначена система допомоги при підйомі, яка запобігає відкочуванню автомобіля під час рушання на підйомі. Система встановлюється як опція на деякі легкові автомобілі.

Звертається увага, що залежно від автовиробника система називається: HHC, HAC, USS. Користуючись інтерактивним методом навчання, учні з'ясовують на яких марках автомобілів встановлюється кожна система та розшифровують аббревіатури цих систем.

Наголошується, що система допомоги при підйомі побудована на базі системи динамічної стабілізації і є її програмним розширенням.

Під час вивчення принципу роботи цієї системи зазначається, що він заснований на уповільненні зниження тиску в гальмівній системі при відпусканні педалі гальма. Алгоритм роботи системи допомоги при підйомі активізується за певних умов. Ставиться запитання: «Що це за умови?» В ході обговорення з'ясовується, що автомобіль має бути заведеним, педаль гальма натиснутою, а величина підйому перевищувати 5%.

Система працює циклічно, цикл роботи включає чотири фази, які розглядаються за схемою (рис. 5.7).

Звертається увага, що при гальмуванні на підйомі гальмівна система працює в режимі, при якому впускні і перемикаючі клапани відкриті, а випускні і клапани високого тиску закриті, в системі створюється гальмівний тиск, який утримує автомобіль на місці.

Після вивчення принципу роботи цієї системи демонструється відеофільм «Принцип роботи системи допомоги при підйомі» та з'ясовують: «Як відбувається рушання на

підйомі автомобіля, обладнаного автоматичною коробкою передач?»»

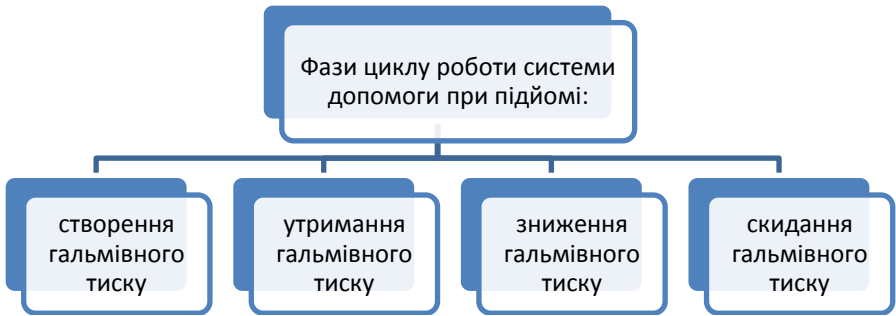


Рис. 5.7. Фази циклу роботи системи допомоги при підйомі

Обговоривши відеофільм «Принцип роботи системи допомоги при підйомі», перед учнями ставиться проблема: «Як уникнути наїзду на бордюри або інші перешкоди, які не можна побачити з автомобіля під час паркування?» В процесі логічних міркувань учнів виясняють, що для цього призначена паркувальна система (парктронік), яка є допоміжною системою безпеки автомобіля та полегшує процес паркування автомобіля за рахунок контролю відстані до перешкоди. Найефективніше застосування паркувальної системи під час руху автомобіля заднім ходом, в темний час доби, при сильному тонуванні стекол та у скрутних умовах.

Зазначається, що відомими паркувальними системами є системи PTS, PDC, APS, OPS. Учням дається завдання для самостійного опрацювання: користуючись Інтернетом, розшифрувати аббревіатуру цих систем та з'ясувати, на яких марках автомобілів встановлюється кожна з них.

Використовуючи мультимедійний проектор, розглядається будова парктроніка за схемою, яка подана на рис. 5.8.



Рис. 5.8. Будова парктроніка

Наголошується, що у паркувальних системах використовуються 4 або 8 ультразвукових датчики паркування, з яких 4 задніх і, при необхідності, 2-4 передніх. Електричні сигнали від датчиків надходять в електронний блок управління. Залежно від величини сигналів, електронний блок управляє роботою пристрою індикації, який служить для попередження про наближення перешкоди. Види індикації, які застосовуються у пристроях розглядаються за схемою (рис. 5.9).

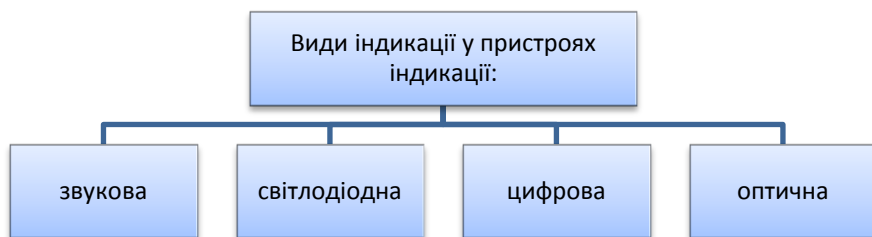


Рис. 5.9. Види індикації у пристроях індикації

Далі звертається увага, що найпростішою є звукова індикація. Робота даного пристрою характеризується частотою подачі звукових сигналів (від переривчастого до безперервного сигналу). Звукова сигналізація використовується в системі APS. У пристроях, обладнаних світлодіодною індикацією, використовується світлова шкала. Залежно від відстані до перешкоди відбувається зміна кольору від зеленого до червоного. Пристрій цифрової індикації показує відстань до перешкоди та поєднаний із світлодіодною. Оптична індикація має рідкокристалічний дисплей, на який виноситься цифрова і кольорова інформація, а також схематичне зображення автомобіля. Прикладом оптичної паркувальної системи є система OPS.

Вказується, що з метою поліпшення заднього огляду додатково до паркувальної системи може встановлюватися камера заднього виду, яка знімає все, що відбувається за автомобілем і передає на дисплей. Включення камери відбувається при включенні передачі заднього ходу.

До відома учнів доводять, що наступним поколінням розвитку паркувальних систем є паркувальний автопілот, який крім контролю дистанції, здійснює активну допомогу при паркуванні заднім ходом. Робота паркувального автопілота поділяється на етапи, які розглядаються за схемою, зображеній на рис. 5.10.

Зазначається, що включення паркувального автопілота проводиться примусово – спеціальною клавішею в кабіні автомобіля. Для пошуку місця на стоянці, в конструкції системи передбачені чотири ультразвукові датчики. Два датчики розташовані з лівого боку автомобіля, інші два – з правого боку. Під час руху автомобіля датчики фіксують відстань між автомобілями, що стоять. При визначенні достатнього для паркування місця, на дисплей автомобіля виводиться відповідна інформація. Автоматичне паркування здійснюється за рахунок відповідного програмного забезпечення в електронному блоці

управління. В учнів запитують: «З якими системами взаємодіє електронний блок у своїй роботі?» В ході міркувань з'ясовується, що він взаємодіє з: електропідсилювачем кермового управління, гальмівною системою, системою ABS і ESP, системою управління двигуном та автоматичною коробкою перемикачів передач.



Рис. 5.10. Режими роботи паркувального пілота

Наголошується, що включення в роботу зазначених систем проводиться відповідно до певного алгоритму, що забезпечує автоматичну парковку автомобіля. У будь-який момент роботу паркувального автопілота можна вимкнути і перейти з автоматичного режиму в ручний.

Демонструються відеофільми «Паркувальна система автомобіля Skoda Superb» та «Паркувальний пілот автомобіля VW Passat».

Вивчення адаптивного круїз-контролю розпочинається з його призначення, зазначивши, що він застосовується для автоматичного керування швидкістю руху автомобіля, він є

подальшим розвитком системи круїз-контролю, яка підтримує задану постійну швидкість руху.

Використовуючи мультимедійний проектор, складається схема будови системи адаптивного круїз-контролю (рис. 5.11).

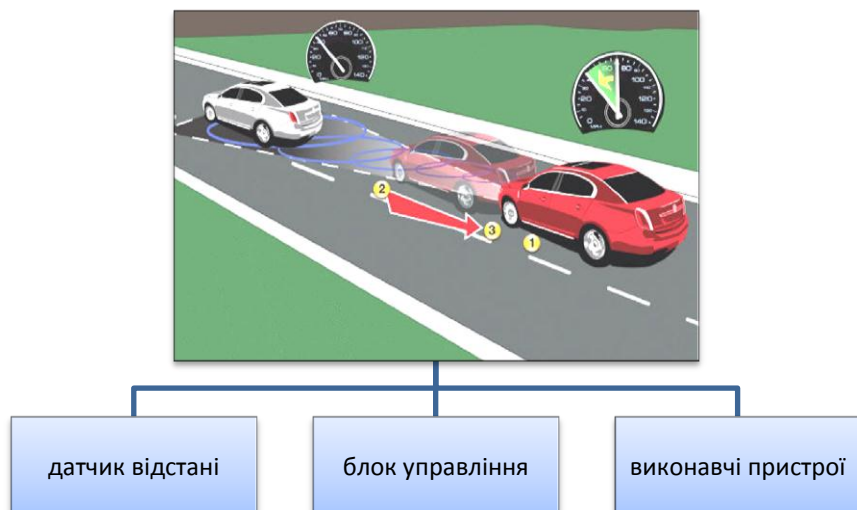


Рис. 5.11. Будова системи адаптивного круїз-контролю

Зазначається, що датчик відстані служить для вимірювання швидкості і відстані до автомобіля, що рухається попереду. Як датчики відстані використовуються радари або лідари.

Електронний блок управління приймає сигнали від датчиків відстані та вхідну інформацію від інших систем, за допомогою яких визначаються дані, які розглядаються за схемою, поданій на рис. 5.12.

Програмне забезпечення, встановлене в блоці, порівнює фактичні параметри руху з заданими та формуються управляючі дії відносно зміни швидкості руху. Наголошується, що своїх виконавчих пристроїв ця система не має. Ставиться запитання: «Які виконавчі пристрої входять до складу адаптивного круїз-

контролю?» Вислухавши міркування учнів вказується, що, система адаптивного круїз-контролю використовує інші електронні системи автомобіля, з якими зв'язується через блоки управління: система курсової стійкості; дросельна заслінка з електричним приводом; автоматична коробка передач.

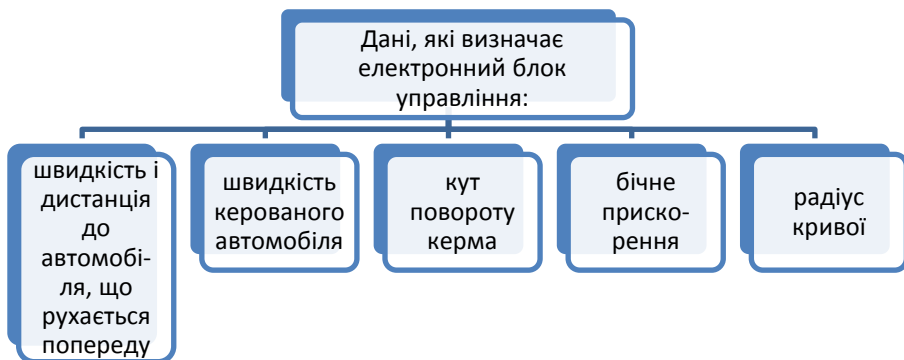


Рис. 5.12. Дані, які визначає електронний блок управління адаптивного круїз-контролю

Під час вивчення принципу роботи адаптивного круїз-контролю зазначається, що робота цієї системи здійснюється в діапазоні швидкостей від 30 до 180 км/год. Сучасні системи підтримують швидкісний режим від 0 до 200 км/год, а також режим гальмування і старту в умовах щільного руху (функція Стоп-старт). Наголошується, що адаптивний круїз-контроль забезпечує рух автомобіля в наступних режимах: постійної швидкості, прискорення, сповільнення. При відсутності на дорозі інших автомобілів, система підтримує задану водієм швидкість, а при прискоренні або перестроюванні автомобіля, що їде попереду відбувається прискорення автомобіля до заданої водієм швидкості. Під час сповільнення або перестроювання з сусіднього ряду попереду їдучого автомобіля, відбувається сповільнення автомобіля до заданої водієм дистанції. На низькій



швидкості уповільнення досягається за рахунок роботи гальмівної системи (збільшення тиску гальмівної рідини в системі), на високій швидкості – за рахунок зниження потужності двигуна (зменшення подачі повітря через дросельну заслінку) і, при необхідності, роботи гальмівної системи.

Після вивчення теоретичного матеріалу демонструється відеофільм «Принцип роботи адаптивного круїз-контролю» та запитується: «В яких ситуаціях використання адаптивного круїз-контролю є небезпечним?»

Вивчення превентивної системи безпеки виноситься на самостійне опрацювання, зазначивши, що ця система призначена для уникнення зіткнення, а якщо воно сталося – зменшення наслідків аварії. Вивчення проводити за таким планом:

1. Функції превентивної системи безпеки.
2. Різновиди превентивних систем безпеки та їх робота під час різних небезпек.

Для підведення підсумків роботи пропонуємо скористатись груповою формою роботи, де учні діляться на групи до складу яких входять сильні та слабкі. Їм даються такі запитання:

1. Особливості роботи системи курсової стійкості?
2. Способи підвищення безпеки адаптивного круїз-контролю.

Досвід показав, що після обговорення в групах учні дають змістовні відповіді на запитання.

## **5.2. Система пасивної безпеки**

Мета: ознайомити учнів із призначенням та будовою системи пасивної безпеки сучасних автомобілів.

Викласти навчальний матеріал у такій послідовності: натягувач ременя безпеки; подушки безпеки; активний підголівник; аварійний розмикач акумуляторної батареї.

Підкреслюють, що сучасний автомобіль є джерелом підвищеної небезпеки. В результаті неухильного зростання

потужності і швидкості автомобілів, значно збільшується ймовірність аварійної ситуації. Для захисту пасажирів під час аварії, активно розробляються і впроваджуються технічні пристрої безпеки. Слід пояснити, що сукупність конструктивних елементів застосовується для захисту пасажирів від травм під час аварії і становить систему пасивної безпеки автомобіля.

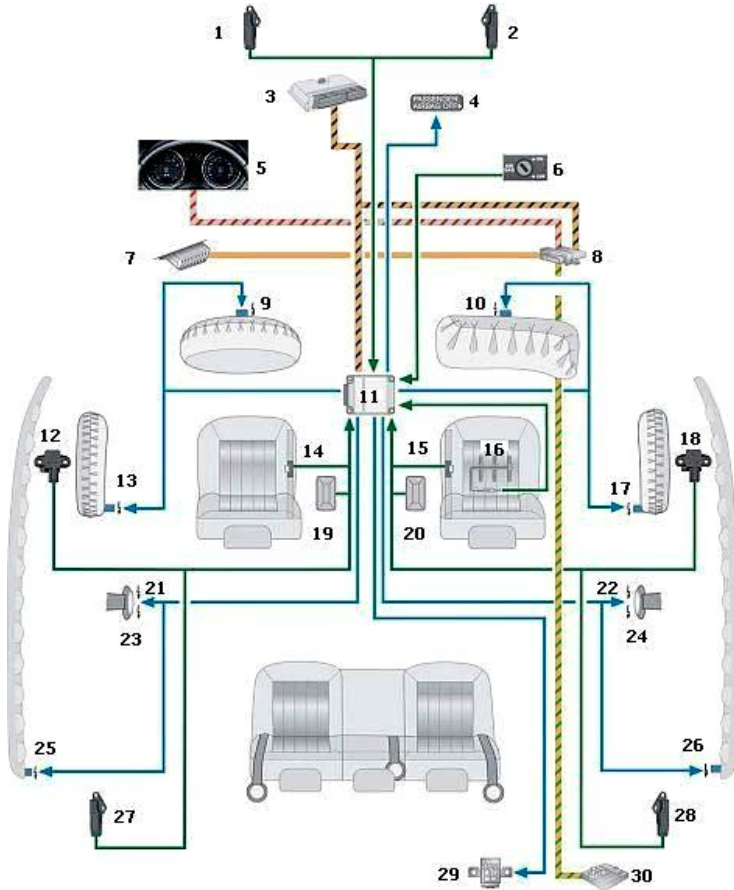


Рис. 5.13. Схема системи пасивної безпеки

1 – датчик удару фронтальної подушки безпеки водія; 2 – датчик удару фронтальної подушки безпеки переднього пасажира; 3 – блок

керування двигуном; 4 – контрольна лампа подушки безпеки переднього пасажира; 5 – контрольна лампа попередження про непристібнуті ремені безпеки; 6 – вимикач подушки безпеки переднього пасажира; 7 – діагностичний вивід; 8 – міжмережевий інтерфейс; 9 – піропатрон подушки безпеки водія; 10 – піропатрон подушки безпеки переднього пасажира; 11 – блок управління системою пасивної безпеки; 12 – датчик удару бокової подушки безпеки водія; 13 – піропатрон бічної подушки безпеки водія; 14 – датчик положення сидіння водія; 15 – датчик положення сидіння переднього пасажира; 16 – датчик зайнятості сидіння переднього пасажира; 17 – піропатрон бічної подушки безпеки переднього пасажира; 18 – датчик удару бокової подушки безпеки переднього пасажира; 19 – вимикач замка ременя безпеки водія; 20 – вимикач замка ременя безпеки переднього пасажира; 21 – піропатрон натягувача ременя безпеки водія; 22 – піропатрон натягувача ременя безпеки переднього пасажира; 23 – обмежувач зусилля натягувача ременя безпеки водія; 24 – обмежувач зусилля натягувача ременя безпеки переднього пасажира; 25 – піропатрон головної подушки безпеки лівий; 26 – піропатрон головної подушки безпеки правий; 27 – датчик удару задній бічної подушки безпеки водія; 28 – датчик удару задній бічної подушки безпеки переднього пасажира; 29 – піропатрон аварійного розмикача акумуляторної батареї; 30 – центральний блок управління системи комфорту

Спочатку розглядають ремені безпеки з натягувачами, якими оснащені сучасні автомобілі. Вони призначені для завчасного запобігання переміщення людини вперед (щодо руху автомобіля) під час аварії; відбувається це за рахунок змотування і зменшення свободи прилягання ременя безпеки.

В учнів запитують: «Яке місце встановлення натягувача ременя безпеки вважається раціональним?» Учні часто на це запитання не можуть дати чіткої відповіді, тому підсумовуючи відповіді з'ясовують, що він встановлюється на замку ременя безпеки або на втягуючому пристрої ременя безпеки.

Використовуючи проекції, за допомогою мультимедійного проєктора, розглядаються види натягувачів ременів безпеки за принципом роботи (рис. 5.14).

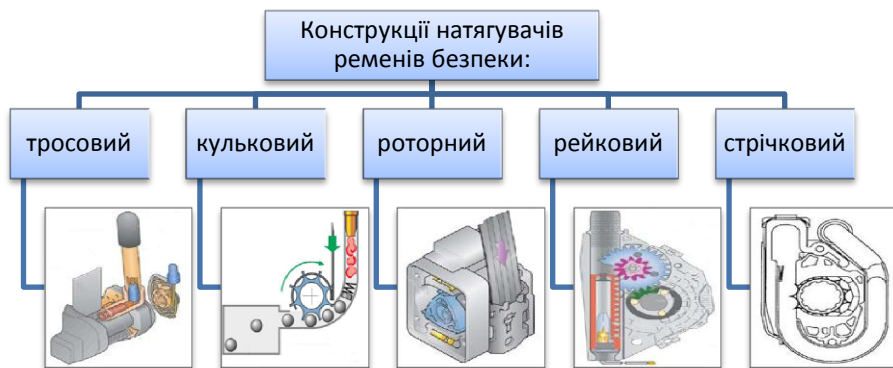


Рис. 5.14. Конструкції натягувачів ременів безпеки

Деякі конструкції натягувачів оснащуються механічним та електричним приводом. Механічний привід ґрунтується на спрацюванні піропатрону механічним способом, електричний привід передбачає спрацювання піропатрону електричним сигналом від електронного блоку управління або від окремого датчика.

Пояснюють, що робота натягувачів ременів безпеки залежно від конструкції, може здійснюватись як у складі системи пасивної безпеки, так і автономно. Під час аварії, задні датчики удару передають відповідний сигнал в блок управління, який активує піропатрон і приводить в дію натягувачі ременів безпеки. Блок SRS, що керує роботою додаткової системи безпеки, встановлений над тунелем трансмісії, поряд з важелем стоянкового гальма. Основні функції, які виконує блок SRS такі: визначення і запис в пам'ять факту зіткнення автомобіля; спрацювання піропатронів подушок безпеки і натягувачів ременів безпеки; виконання самодіагностики і моніторингу

роботи системи, з відображенням справності системи за допомогою візуального сигналізатора і збереження, в постійній пам'яті кодів, виявлених несправностей.

З'ясовують, що датчики прискорень в діагностичному блоці дозволяють зареєструвати фронтальний і задній удари. Датчик системи безпеки підтверджує виникнення фронтального удару. Існують різні стратегії роботи блоку SRS, які забезпечують сценарій спрацювання подушок і натягувачів ременів безпеки, що відповідають силі і напрямку удару. Стратегія спрацювання піропатронів подушок і натягувачів залежить від сигналів, які надходять від кінцевих вимикачів замків ременів безпеки, від датчика присутності пасажира на передньому сидінні і від відмінностей, що існують у автомобілях. Підсумовують пояснене і ставлять запитання: «Які наслідки обриву живлення системи пасивної безпеки?» Під час міркувань учнів з'ясовують, що запасне джерело живлення в блоці подає сигнал про спрацювання піропатронів протягом 150 мс з зафіксованого системою SRS моменту аварії.

*Спочатку автомобільний ремінь безпеки був таким же, як у літаках, тобто двоточковим та кріпився з боків і охоплював тулуб на рівні поясу. Однак у такої конструкції був недолік: часто при зіткненні на великих швидкостях вже сам ремінь ставав причиною травм черевної порожнини.*

*У 1951 році в США були винайдені і широко застосовувалися ремені у формі літери Y із замком на животі. Але вони також ставали причиною травм.*

*1957 шведський авіаційний інженер Нільс Болін удосконалив двоточковий ремінь для автомобіля, додавши ще одну точку кріплення, в результаті чого навантаження на тулуб при ударі стало розподілятися рівномірно. З 1959 року компанія «Вольво» приступила до серійного випуску машин, обладнаних ременями такої конструкції.*

*При зіткненні пристебнутий водій або пасажир часто «підпірнали» під ремінь, із-за статичного його кріплення, тобто натяг ременя доводилося заздалегідь регулювати вручну, підганяючи під конкретну людину. Цю проблему допомогли вирішити інерційні ремені, що з'явилися в 1970-х роках.*

Наголошується, що під час кожного ввімкнення запалювання, блок SRS проводить самодіагностику і виконує циклічний моніторинг пристроїв, що входять в систему SRS. При виявленні несправностей, в пам'ять блоку SRS записується відповідний код несправності, і включається світловий сигналізатор.

Звертається увага, що датчики бокового удару встановлені у всіх середніх стійках кузова автомобіля і з'єднані з діагностичним блоком. Завдяки тому, що ці датчики працюють незалежно один від одного, досягається більш швидка активізація подушок безпеки, оскільки швидше фіксується бічне прискорення. Крім того, підвищується точність визначення бокового удару. Кожний датчик бокового прискорення містить акселерометр і мікроконтролер, які живляться від блоку SRS. Коло живлення також забезпечує інформаційний інтерфейс між датчиком бокового удару і блоком за допомогою серії інформаційних повідомлень. Величина бічного прискорення під час удару обчислюється мікроконтролером і передається блоку SRS. Блок SRS приймає рішення про необхідність активізації бічних і віконних подушок безпеки. Під час включення запалення, блок SRS подає напругу живлення до датчиків бічного удару, які виконують процедуру самодіагностики. Після того, як тести самодіагностики пройшли успішно, датчики бокового удару постійно посилають блоку SRS повідомлення «датчик активний». Якщо виявлена несправність якогось датчика, він посилає блоку SRS повідомлення про несправності (замість сигналу про активізацію датчика).

Розглянувши теоретичний матеріал, демонструється відеофільм «Принцип роботи натягувача ремня безпеки».

Потім розглядаються подушки безпеки автомобіля, які призначені для пом'якшення удару пасажирів під час автомобільної аварії.

Використовуючи мультимедійний проектор, проектуються зображення та складається схема (рис. 5.15) видів подушок

безпеки залежно від напрямку сил, що діють на автомобіль під час аварії.

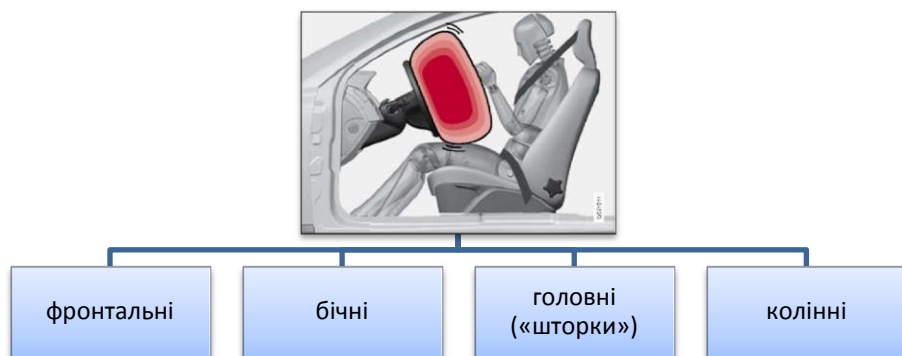
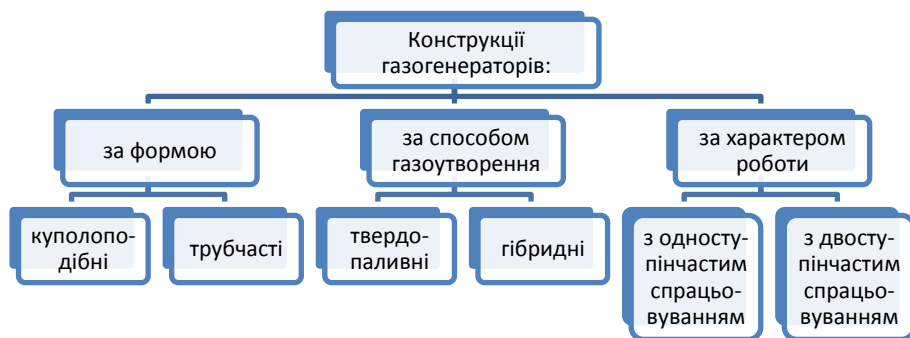


Рис. 5.15. Види подушок безпеки

Ставиться проблемне запитання: «Які особливості будови подушки безпеки?» Вислухавши міркування учнів зазначається, що це еластична оболонка, яка наповнюється газом, а газогенератор наповнює оболонку подушки газом. Оболонка і газогенератор разом утворюють модуль подушки безпеки.

Конструкції газогенераторів розглядаються за схемою, поданій на рис. 5.16.



### Рис. 5.16. Конструкції газогенераторів

Пояснюють, що систему управління подушками безпеки об'єднують компоненти, які розглядаються, користуючись мультимедійним проектором, за схемою, зображеній на рис. 5.17.



Рис. 5.17. Компоненти системи управління подушками безпеки

Наголошують, що вхідні датчики фіксують параметри, під час яких виникає аварійна ситуація і перетворюють їх в електричні сигнали. До них відносяться: датчик удару; вимикач замка ременя безпеки; датчик зайнятості сидіння переднього пасажира; датчик положення сидіння водія і переднього пасажира. На кожній стороні автомобіля встановлюється по два датчики удару, які забезпечують роботу відповідних подушок безпеки. У задній частині датчики удару застосовуються, якщо



автомобіль обладнаний активними підголівниками з електричним приводом. Вимикач замка ременя безпеки фіксує використання ременя безпеки. Датчик зайнятості сидіння переднього пасажира дозволяє, в разі аварійної ситуації і відсутності на передньому сидінні пасажира, зберегти відповідну подушку безпеки. В залежності від положення сидіння водія і переднього пасажира, яке фіксується відповідними датчиками, змінюється порядок та інтенсивність застосування компонентів системи. Порівнюючи сигнали датчиків з контрольними параметрами, блок управління розпізнає настання аварійної ситуації і активізує необхідні виконавчі пристрої елементів системи.

Під час вивчення принципу роботи подушок безпеки, наголошується, що їх активація відбувається під час удару. Залежно від напрямку удару активуються тільки певні подушки безпеки. Якщо сила удару перевищує заданий рівень, датчики удару передають сигнал в блок управління. Після обробки даних всіх датчиків, блок управління визначає необхідність і час спрацювання подушок безпеки та інших компонентів системи пасивної безпеки. Звертається увага, що подушки безпеки є одноразовими пристроями та ставиться проблемне запитання: «Які умови спрацювання фронтальних подушок безпеки?» Під час обговорення складається схема (рис. 5.18).

Зазначається, що бічні і головні подушки безпеки спрацьовують у разі перевищення сили бокового удару заданої величини.

Пояснивши теоретичний матеріал демонструвався відеофільм «Принцип роботи подушок безпеки» та ставиться проблемне запитання: «Які причини впливають на не спрацювання подушок безпеки?»

Практика показує, що під час вивчення цієї теми потрібно ознайомити учнів з підголівниками, які призначені для зменшення ймовірності травмування шийного відділу хребта під час аварії. Розрізняють активні й пасивні підголівники. У

пасивних системах, безпека шийного відділу хребта досягається за рахунок конструкції сидіння і підголівника. Активний підголівник під час аварії наближається до голови, тим самим зменшується ймовірність травмування шийного відділу хребта.



Рис. 5.18. Умови спрацювання фронтальних подушок безпеки

Види приводу активного підголівника розглядаються за схемою, поданій на рис. 5.19.

Використовуючи мультимедійний проектор, зазначається, що механічний привід простіший. Під час аварії інерційний рух людини в сидінні автомобіля передається через механізм важелів до підголівника, який переміщується до голови. У електричному приводі активного підголівника наявна електронна система управління. До складу системи управління входять датчики удару, блок управління і механізм приводу. Основу механізму складає піропатрон з електричним спрацюванням.

Вивчивши теоретичний матеріал демонструється відеофільм «Принцип роботи активного підголівника».



Рис. 5.19. Види приводу активного підголівника

Далі оглядово розглядається аварійний розмикач акумуляторної батареї, який призначений для запобігання короткого замикання в електричній системі і можливого загоряння автомобіля. Ним оснащуються автомобілі, у яких акумуляторна батарея встановлена в салоні або багажному відділенні. Більш детальне вивчення аварійного розмикача виноситься на самостійне опрацювання за планом:

1. Конструкції аварійних розмикачів акумуляторної батареї.
2. Принцип роботи аварійних розмикачів акумуляторної батареї.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни / Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. – К. : Арістей, 2004. – 476 с.
2. Білан А.М. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з електронного обладнання сучасних автомобілів : Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів із спеціальності «Педагогіка і методика середньої освіти. Трудове навчання» Білан А.М. – Чернігів : Чернігівський національний педагогічний університет імені Т.Г. Шевченка, 2011. – 99 с.
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі / Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. – К. : Урожай, 2002. – 322 с.
4. Данов Б.А. Электрооборудование систем управления иностранных автомобилей / Данов Б.А. – М. : Горячая линия; Телеком, 2004. – 224 с.
5. Мазепа С.С. Электрообладнання автомобілів / Мазепа С.С., Куцик А.С. – Львів : Львівська політехніка, 2004. – 168 с.
6. Сажко В.А. Электрообладнання автомобілів і тракторів : Підручник / Сажко В.А. – К. : Каравела, 2008. – 400 с.
7. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів / Сажко В.А. – К. : Каравела, 2004. – 304 с.
8. Сажко В.А. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобілів «Skoda» за допомогою приладу VAG-5051 / Сажко В.А., Січко О.Є., Клименко Ю.М., Савін Ю.Х., Волков О.Ф. – К. : НТУ, 2005. – 36 с.
9. Соснин Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей / Соснин Д.А. – М. : Солон-Р, 2005. – 272 с.

# ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

## *Лабораторна робота № 1*

### **Вивчення несправностей електронного обладнання автомобіля за допомогою діагностичного сканеру**

**Мета роботи:** набути практичні навички по підготовці діагностичного сканеру до роботи з ним та методика роботи на ньому з пошуку несправностей.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - про конструкцію приладу;  
- межі застосування приладу «Автосканер».

**Уміння:** - готувати прилад до роботи;  
- підключати «Автосканер» до автомобіля, що тестується;  
- працювати з «Автосканером».

**Обладнання:** контролер «Автосканер» – OS.04-101; персональний комп'ютер (ПК); диск з програмним забезпеченням; джерело живлення від мережі 220 В; провід підключення до маси – OS.04-007; кабель-перехідник для зв'язку контролера «Автосканер» з персональним комп'ютером – OS.04-008; діагностичний роз'єм-перехідник – OS.04-102(25 ріп); діагностичний роз'єм-перехідник – OS.04-103(35 ріп); діагностичний роз'єм-перехідник – OS.04-104(55 ріп); роз'єм для самостійного розширення.

### **Теоретичні відомості**

«Автосканер» – прилад для комп'ютерної діагностики основних систем сучасного автомобіля, застосовується на станціях технічного обслуговування (СТО) легкових автомобілів. Особливістю комплексу є виявлення несправностей та функції самодіагностики автомобіля.

Комплекс «Автосканер» підключається за допомогою діагностичного роз'єму перехідника до електронного блоку управління (ЕБУ), в інше гніздо перехідника підключається основний джгут електропроводки автомобіля. Комплекс є пасивним пристроєм і не може впливати на роботу автомобіля. Діагностика проводиться при працюючому двигуні в різних режимах роботи автомобіля. В результаті можна спостерігати реальну форму сигналів присутніх на роз'ємі електронного блоку управління. За формою сигналів шукають несправність того чи іншого датчика, форсунки або ЕБУ.

*Комплекс «Автосканер» дозволяє:*

- контролювати величину сигналів блоку керування двигуном;
- контролювати форму і фазу високовольтного сигналу на свічках запалювання за допомогою спеціального перехідника;
- контролювати напругу бортової мережі автомобіля;
- спостерігати зміни сигналів датчиків і сигналів керування при непрацюючому та працюючому двигуні автомобіля в різних режимах;
- вимірювати напругу сигналів з датчиків температури, тиску, витратоміра повітря;
- зберігати в пам'яті персонального комп'ютера файли конфігурації систем і індивідуальні параметри кожного автомобіля окремо, відскановані часові діаграми роботи системи впорскування та візуально порівнювати їх з еталонними або раніше знятими значеннями параметрів.

Програмне забезпечення комплексу «Автосканер» на основі аналізу сигналів видає вказівки про можливі несправності в системах впорскування.

Незважаючи на те, що «Автосканер» здатний в деяких випадках оцінювати стан вузлів не оснащених, безпосередньо, датчиками, за непрямыми параметрами, «Автосканер» не

здатний, наприклад, знайти інформацію, що з'явилася тріщина у важелі підвіски або брак заводського лиття головки циліндрів.

Робота з «Автосканером» вимагає підключення до персонального комп'ютера (ПК).

*Мінімальні вимоги до ПК:*

- операційна система Windows95/98/ME/2000/XP/ Vista/7;
- процесор Intel Pentium 90МГц або аналогічний;
- об'єм оперативної пам'яті 16Мб;
- вільне місце на жорсткому диску 6Мб;
- вільний COM-порт або USB-порт;
- додатково CD-ROM чи DVD-ROM.

### **Конструкція пристрою**

Комплекс «Автосканер» – це приставка, яка підключається до автомобіля, що тестується за допомогою роз'єму-перехідника. Корпус «Автосканера» представляє собою коробку, в якій розміщується плата. На задній панелі корпусу встановлений роз'єм каналу передачі даних на ПК, гніздо для підключення зовнішнього живлення, вимикач живлення і роз'єм додаткового входу. До ПК «Автосканер» під'єднується спеціальним кабелем. На передній панелі корпусу встановлений затискач для під'єднання клеми «маса» акумулятора і роз'єм діагностики для підключення до роз'єму перехідника.



Рис 1.1. «Автосканер» з перехідниками

### **Послідовність виконання роботи**

Ознайомитись з призначенням, технічними даними, конструкцією.

### *Основні технічні дані і характеристики:*

- тип персонального комп'ютера – IBM сумісний;
- інтерфейс зв'язку з персональним комп'ютером Centronics (LPT порт);
- вхідний опір лінії опитування в діапазоні вимірюваної напруги  $> 1,1 \text{ МОм}$ ;
- кількість вхідних ліній опитування (сканування) – до 65;
- гранично допустима постійна напруга на вході 25 В;
- вхідний опір при подачі на вхід негативної напруги становить 27 кОм;
- вимірювана постійна напруга 0 – 15 В;
- гранично допустима імпульсна напруга на вході при тривалості 20 мс – 500 В;
- частота вибору одного сигналу до 65 кГц;
- кількість одночасно відображуваних діаграм – до 65;
- потужність споживання до 2 Вт.
- напруга живлення – 12 В;

Управління «Автосканером» здійснюється за допомогою ПК при застосуванні спеціальної програми. Вибір режиму роботи і управління програмою здійснюється за допомогою клавіатури комп'ютера і маніпулятора («миша»). Всі результати роботи програми і відображення відсканованих сигналів відображаються на моніторі ПК.

### ***Підготовка приладу до роботи***

При підготовці пристрою до роботи потрібно:

1. Провести зовнішній огляд пристрою при відключеному живленні і з'єднувальних кабелів.
2. Провести перевірку блоку живлення, підключити його до мережі і переконатися в наявності вихідної напруги.
3. Підключити роз'єм «РС» кабеля-перехідника OS.04-008 до паралельного порту (LPT1-LPT4) ПК. Роз'єм «Scanner» підключити до каналу передачі даних приладу «Автосканер».



4. Перед першим включенням комплексу «Автосканер» необхідно провести установку програмного забезпечення;
5. Увімкнути ПК та встановити програму.
6. Після завантаження програми на екрані формується запрошення до роботи з діагностичним комплексом.
7. Провести тестування на працездатність контролера і каналу зв'язку.

***Порядок підключення приладу «Автосканер» до автомобіля, що тестується***

1. Відповідно до опису, на автомобілі знайти блок керування впорскуванням пального. Від'єднати його від роз'єму основного джгута електропроводки автомобіля.
2. Під'єднати роз'єм (типу розетка) відповідного роз'єму-перехідника (OS.04-102 (25 pin), OS.04-103 (35 pin), OS.04-104 (55 pin)) до роз'єму типу вилка блоку керування впорскуванням.
3. Під'єднати роз'єм перехідника (вилка) до роз'єму основного джгута електропроводки автомобіля.
4. До клеми «маса» на передній панелі приладу «Автосканер» під'єднати провід заземлення OS 04-007. Затискач підключити до корпусу автомобіля або клеми «мінус» акумулятора.
5. Кабель, що відходить від роз'єму перехідника, під'єднати у спеціальне гніздо на передній панелі корпусу «Автосканера». Зафіксувати роз'єм.
6. Підключити роз'єм «РС» кабеля-перехідника OS.04-008 до паралельного порту (LPT1-LPT4) ПК. Роз'єм «Scanner» підключити до каналу передачі даних контролера «Автосканер».
7. Увімкнути ПК та встановити програму.
8. Провести тестування на працездатність контролера і каналу зв'язку.

### ***Робота з пристроєм***

*Порядок роботи при відомій конфігурації системи впорскування.*

Під конфігурацією розуміють перелік датчиків і виконавчих механізмів в системі впорскування пального, записаних відповідно до нумерації клем в роз'ємі автомобільного блоку керування впорскуванням. Опис роботи на ПК наводиться в описі програмного забезпечення.

Якщо система впорскування, встановлена на автомобілі відома і її конфігурація зберігається в базі даних ПК, то командою вибору робочої теки треба вибрати теку з відповідною маркою автомобіля і системою впорскування. Командою відкриття конфігурації вибрати тип двигуна або модель автомобіля.

*Порядок роботи при невідомій конфігурації системи впорскування, встановленої на автомобілі.*

Для формування конфігурації користувач повинен мати або технічний опис автомобіля, або функціональну (електричну) схему блоку управління впорскуванням або довідник по системах впорскування.

За допомогою програми CARDLAGN.EXE користувач командою створення нової конфігурації завантажує порожню таблицю. Відповідно до нумерації контактів роз'єму системи впорскування встановлює відповідні датчики або виконавчі механізми системи впорскування для даного автомобіля (установка конфігурації надається в описі ПО). У розділі «Параметри» встановити назву автомобіля, тип двигуна та системи впорскування, номер електронного блоку керування впорскування (якщо він відомий), параметри швидкості наростання (для аналогових сигналів), час сканування для даної конфігурації.

Порядок роботи при невідомій конфігурації системи, що діагностується наступний:

1. При відключеному від автомобіля блоці керування впорскування в роз'ємі основного джгута електропроводки автомобіля знайти встановлені контакти роз'єму, занести їх в таблицю конфігурації як аналогові сигнали.
2. Встановити відповідність контактів роз'єму-розетки основного джгута системи впорскування виводам датчиків і виконавчих механізмів (використати тестер). За результатами зробити зміни в таблиці конфігурації.
3. При подальшому скануванні сигналів системи впорскування і визначенні сигналів за характером і формою виключити сигнали типу: маса, загальний провід для датчиків і механізмів. Сигнали характерні для цифрових датчиків або виконавчих механізмів відзначити з відповідним рівнем нуля.
4. Записати складену конфігурацію невідомої системи впорскування на диск.
5. Командою «Циклічне сканування» (F7) включити режим сканування.
6. Запустити автомобіль.
7. При спостереженні форми сигналів на екрані ПК можна говорити про стан датчиків та керуючих пристроїв. Перевірка проводиться при різних режимах роботи двигуна.
8. Зберегти дані у файлі командою «Зберегти дані як», яка виконується автоматично при закритті вікна перегляду даних.

### ***Тестування зв'язку комплексу «Автосканер»***

Проводиться тестування каналу передачі даних від контролера до ПК. Функція тестування зв'язку контролера встановлюється командою *Система / Тест зв'язку*.

### **Контрольні запитання:**

1. Що являє собою прилад «Автосканер» та яке його призначення?
2. Які основні функції «Автосканера»?
3. Які особливості приладу «Автосканер»?

### ***Лабораторна робота № 2***

#### **Перевірка справності електромагнітної форсунки**

**Мета роботи:** вивчити будову електромагнітної форсунки та отримати практичні навички по виявленню та усуненню несправностей у форсунці.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - призначення та види форсунок;  
- будова електромагнітної форсунки;  
- принцип дії електромагнітної форсунки.

**Уміння:** - встановлення та демонтаж форсунок;  
- вимірювання опору форсунок;  
- перевірка форсунки на забрудненість.

**Обладнання:** електромагнітна форсунка, джерело живлення (12 В), омметр, стенд для перевірки пропускнуої здатності форсунки.

#### **Теоретичні відомості**

Робочий цикл чотиритактного двигуна складається з наступних фаз: 1) впуск горючої суміші; 2) стиск робочої суміші; 3) робочий хід; 4) випуск відпрацьованих газів. Фаза впуску горючої суміші, під час якої поршень опускається вниз, і через відкритий впускний клапан паливно-повітряна суміш поступає в циліндр.

Під час наступної фази (стиск робочої суміші) відбувається стиснення робочої суміші. Після запалення відбувається робочий хід поршня, під час якого енергія згоряння палива передається на коробку передач. Під час випуску через відкритий випускний клапан відбувається викид продуктів згоряння паливної суміші.

Для правильної роботи бензинового двигуна потрібне певне співвідношення між кількостями надходжень повітря і палива. Співвідношення 14,7:1 теоретично є найбільш оптимальним за критерієм повного згоряння і називається коефіцієнтом надлишку повітря. Витримати таке співвідношення в процесі роботи двигуна без спеціальних пристроїв дуже важко. Тому була розроблена електронна система впрыскування палива, призначенням якої є підтримка цього співвідношення в пропорції, найбільш відповідній температурним умовам, навантаженню на двигун, достатньої динаміці розгону, вимогам економічності та екології. Електронна система дозволяє точно узгоджувати кількість поданого палива з режимом і навантаженням двигуна, гнучко реагувати на зміну умов експлуатації автомобіля.

Найбільш поширеною є багатоточкова система впрыскування палива. У цій системі паливо в кожен циліндр поступає через свою форсунку, яка розпилує бензин безпосередньо перед впускним клапаном відповідного циліндра.

Форсунка (інша назва – інжектор), яка є конструктивним елементом системи впрыскування, призначена для дозованої подачі палива, його розпилування в камері згоряння (впускному колекторі) та утворення паливно-повітряної суміші. Встановлені форсунки у впускному колекторі. Дозування кількості пального залежить від тривалості електричного імпульсу, що подається в електромагніту обмотку форсунки від блоку керування. Тривалість електричного імпульсу залежить від величини відкриття дросельної заслінки, обертів двигуна, температури повітря та температури двигуна.

**Електромагнітна форсунка** є досить простим пристроєм, що складається з електромагнітного клапана з голкою і соплом.

Електромагнітна форсунка працює таким чином. Пальне під тиском надходить у фільтр 1, далі через систему каналів проходить до запірного клапана. Пружина 3 підтискує голку запірного клапана 7 до конусного отвору корпусу клапана-розпилювача і утримує клапан в закритому стані. Далі, відповідно до закладеного алгоритму, електронний блок управління забезпечує в потрібний момент подачу напруги на обмотку збудження клапана 4. При цьому створюється електромагнітне поле, яке долаючи зусилля пружини 3, втягує якір 5 з голкою запірного клапана 7 та звільняє сопло 9, проводиться впорскування палива. Зі зникненням напруги, пружина повертає голку форсунки на сідло.

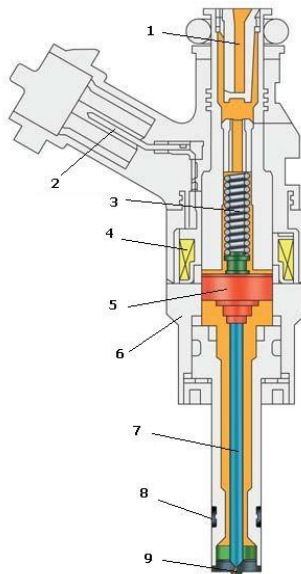


Рис. 2.1. Електромагнітна форсунка

1 – сітчастий фільтр; 2 – електричний роз'єм; 3 – пружина; 4 – обмотка збудження; 5 – якір електромагніту; 6 – корпус форсунки; 7 – голка запірного клапана; 8 – ущільнення; 9 – сопло форсунки.

Працює форсунка надійно, однак з часом можуть виникнути несправності. *Ознаки несправності форсунки:*

- затруднений пуск двигуна;
- нестійка робота двигуна;
- зупинка двигуна на холостому ході;
- підвищена частота обертання колінчастого вала на холостому ході;
- двигун не розвиває повної потужності, недостатня прийомистість двигуна;
- ривки і провали в роботі двигуна при русі автомобіля;
- підвищена витрата палива;
- підвищений вміст СО у відпрацьованих газах;

### **Послідовність виконання роботи**

1. Перевірити герметичність форсунки. Вона перевіряється шляхом подачі в форсунку повітря під тиском в  $3 \text{ кг/см}^2$ , при цьому насадку розпилювача форсунки занурити в гас.

2. Перевірити пропускну здатність форсунки на спеціальному стенді. При короткочасній подачі напруги 12 В на виводи форсунки повинно чути виразне «кляцання». При відсутності кляцання перевірити опір обмоток.

3. Перевірити опір обмотки форсунки. Він повинен становити 14-16 Ом. Форсунки, опір обмотки яких не відповідає встановленому значенню та не спрацьовують на подачу напруги, є несправними і підлягають заміні.



Рис. 2.2. Вимірювання опору електромагнітної форсунки

4. Перевірити форсунки на забрудненість. Якщо форсунка забруднена, то двигун не розвиває повну потужність при русі автомобіля, хоча може працювати досить стійко на холостому ході. Провести промивку форсунки.

### **Контрольні запитання:**

1. Яке призначення форсунок?
2. Де встановлені форсунки?
3. Куди підключається омметр для визначення опору обмотки?
4. Які ознаки несправності форсунок?

### ***Лабораторна робота № 3***

#### **Діагностування системи запалювання сучасних автомобілів**

**Мета роботи:** набути практичних навичок з діагностування системи запалювання на автомобілі.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - про конструкцію приладу для діагностування системи запалювання;  
- межі застосування приладу для діагностування системи запалювання.

**Уміння:** - підготувати прилад до роботи;  
- користуватися приладом та проводити діагностику системи запалювання автомобілів.

**Обладнання:** тестер VAS 5051, електромережа із заземлюючим контуром.



## Теоретичні відомості

Метод перевірки системи запалювання – осцилографування, за допомогою якого можна зафіксувати процеси, які протікають у первинному та вторинному колах системи за час між послідовними іскровими розрядами в циліндрах. Електронний промінь, падаючи на екран трубки, спричиняє характерне світіння протягом 0,01-0,05 с. Під дією вимірюваної високої чи низької напруги промінь прямує вгору й одночасно зліва направо до початку наступного періоду, потім він швидко повертається у початкове положення і процес повторюється.

Промінь багаторазово прямує однією й тією ж самою ділянкою екрана електронно-променевої трубки, спричиняючи постійне світіння, що дає можливість візуально спостерігати «завмирання» процесу зміни напруги.

Для реалізації цього методу діагностування фірмами Німеччини, Японії, Угорщини, Росії та інших країн створено і впроваджено в практику ряд тестерів, мотор-тестерів, осцилоскопів, які дають можливість спостерігати на екрані осцилограми первинної та вторинної напруги системи запалювання. Порівнюючи ці осцилограми з еталонними, можна зробити висновок про технічний стан окремих елементів системи запалювання. Такі установки є універсальні і широко використовуються в АТП та на СТО для діагностування класичних, контактнотранзисторних та безконтактних систем запалювання автомобілів різних заводів виробників.

Коли на автомобілях стали встановлюватись цифрові та мікропроцесорні системи запалювання, що мають контролери та мікро ЕОМ, які зберігають в пам'яті всі відхилення від нормальної роботи того чи іншого елемента системи запалювання, з'явилась можливість знімати (зчитувати) з пам'яті інформацію про ці несправності. Нові діагностичні установки дають можливість проводити самодіагностування автомобіля шляхом зчитування з пам'яті інформацію про несправність

елементів системи запалювання (датчиків) комутатора, катушок, свічок запалювання та електронного обладнання автомобіля.

Для такого діагностування прилад з'єднується з діагностичною колодкою автомобіля і при працюючому чи непрацюючому двигуні знімається інформація про стан того чи іншого елемента системи електронного обладнання.

Для поглибленого діагностування автомобілів, деякі фірми випускають додаткове обладнання у вигляді перехідників (діагностична шафа з гніздами). Вона приєднується між роз'ємом що передає вхідну та вихідну інформацію в бортовому комп'ютері та самим комп'ютером. При запуску двигуна, що працює у всіх режимах з'являється можливість знімати всі сигнали, що надходять та виходять з комп'ютера, аналізувати їх, порівнювати з еталонним та робити висновки про технічний стан того чи іншого елемента електронного обладнання автомобіля.

Фірма, що виробляє автомобілі, розробляє і впроваджує діагностичні інформаційні системи для своїх автомобілів.

Для прикладу розглянемо інформаційну систему VAS 5051, що застосовується при сервісному обслуговуванні та ремонті автомобілів «Volkswagen», та автомобілів «Skoda». Ця діагностично-інформаційна система дозволяє виконувати функції:

- автоматичну системну перевірку електронних систем автомобіля (самодіагностування автомобіля);
- у відповідності з тест-планом проводити пошук несправностей;
- проводити виміри електричних сигналів за допомогою вимірювального інструменту;
- виводити результати діагностування на друк або інші носії інформації.

Інформаційна система VAS 5051 дозволяє проводити діагностування та тестування таких агрегатів, вузлів і систем автомобіля:

- двигуна (систем запалювання, живлення та охолодження);
- трансмісії (коробки передач, зчеплення);
- ходової частини (підвіски, шин);
- системи електропостачання (генераторної установки, акумулятора);
- гальм;
- рульового керування;
- систем освітлення, світлової та звукової сигналізації;
- кузова (встановлення дверей, регулювання сидіння, люка даху, подушок безпеки, центрального замка, іммобілайзера – протикрадіжна система, систему охолодження та підігріву повітря, блока керування кліматом салону, склоочисників, освітлення салону, радіо- і телеустаткування);
- панелі приладів, систем індикації та контролю.

За допомогою вимірювального приладу в режимі мультиметра на екрані осциллографа можливе тестування роботи котушки запалювання, високовольтних проводів, свічок запалювання, перевірка діодів, вимірювання величин струму, напруги, опору.

### ***Будова приладу***

Інформаційна система VAS 5051 складається з тестера, рухливої рамки, кабелів для підключення діагностичного і вимірювального устаткування, принтера.

Тестер працює від напруги змінного струму 120-230 В та від електричної бортової мережі автомобіля. Прилад може працювати від вмонтованого акумулятора приблизно 30 хв, а при зміні робочого місця його не потрібно виключати.

Тестер реагує на команди, які вводяться натисканням пальця (або іншим тупим предметом), за наявності інфрачервоного порту існує можливість бездротового підключення принтера.

На лицьовій стороні тестера розміщені світлодіоди і сенсорний екран, на лівій стороні приладу знаходяться клеми для підключення його до електромережі, на правій стороні розміщені дисковод для дискет 3,5 дюйми, пристрій для читання CD-ROM, вихід аудіо сигналу, інфрачервоний порт для принтера та вимикач – «Вкл/Викл», на верхній стороні розташовані роз'єми кабелів для вимірювального устаткування та ручка для перенесення приладу.

Кабелі для підключення діагностичного і вимірювального устаткування утворюють вимірювальний інтерфейс між системою VAS 5051 і автомобілем. Одержуються вихідні сигнали з об'єкту, що діагностується, та передають їх до приладу VAS 5051 для подальшої обробки.

У комплект кабелю для підключення вимірювального устаткування входить: вимірювальна лінія U/R/D (плюсовий полюс); вимірювальна лінія COM (мінусовий полюс); два однакові вимірювальні кабелі для ЦЗО; електровимірювальні кліщі на 50 А.

Кліщі для підвищеної напруги призначені для одержання амплітуди напруги запалювання і спостереження процесу проходження напруги в системі запалювання. Їх можна розкрити та стиснути навколо кабелю високої напруги в двигуні автомобіля. У цьому випадку вони діють як ємнісний розподільник напруги. Для вимірів підходять проводи діаметром 5-9 мм.

### ***Підготовка приладу до роботи***

1. Підключити тестер VAS 5051 до електромережі за допомогою трижильного кабелю живлення із заземленим контуром. Повинні засвітитися зеленим світлом двоколірні світлодіоди СД1, розташовані вгорі на лицьовій стороні тестера та почати працювати вбудований вентилятор охолодження тестера.

2. Включити тестер, перемкнувши чорний вимикач

«Вкл/Викл» на правій стороні тестера в положення «1».

3. Пуск/завантаження. Перевівши вимикач у положення «Вкл», починається запуск програмного забезпечення тестера. Завантаження програми з жорсткого диску в оперативну пам'ять відбувається в автоматичному режимі. Під час запуску тимчасово засвічення напис «VAS 5051».

Після появи стартової сторінки (рис. 3.1) тестер готовий до роботи.

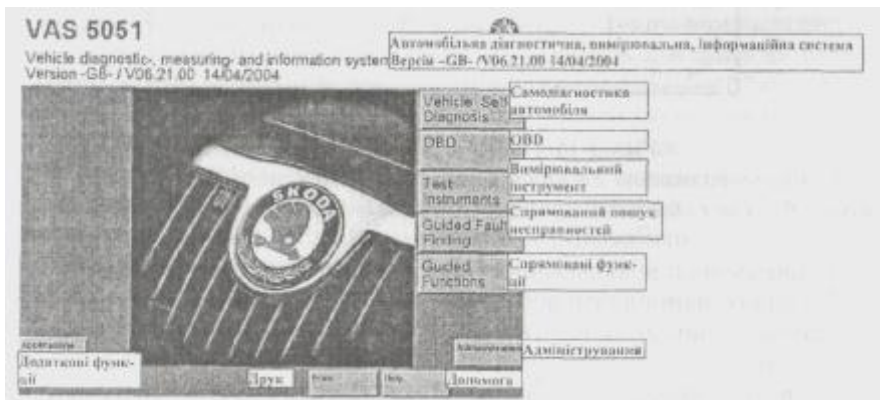


Рис. 3.1. Стартова сторінка тестера VAS 5051

Подальше керування тестером здійснюється через сенсорний екран. На ньому з'являються діалогові вікна з інформацією, перелік операцій, малюнки і підписані кнопки (клавіші) для вибору функцій та операцій.

4. Підключення вимірювальних кабелів.

а) Підключити вимірювальну лінію COM до гнізда тестера з позначенням «COM» (чорного кольору).

Для вимірювання напруги підключіть 4-мм банановий контактний штекер з 3-полюсною штепсельною вилкою вимірювальної лінії U/R/D у червоне гніздо з позначенням «U/R/D»

б) Підключити кабель в одне із синіх гнізд на тестері, відзначених як «DS01» або «DS02» Гніздо «DS01» можна використати як другий канал для мультиметра.

в) Підключити штекер відповідного кабелю до гнізда з позначенням «DIAG» (чорного кольору).

5. Порядок роботи із заставками. Заставка (відображення даних на екрані) як приклад наведена на рис. 3.2.

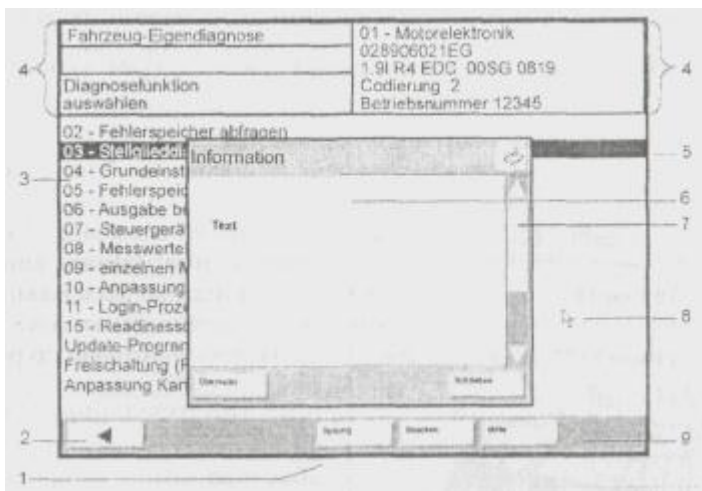


Рис. 3.2. Приклад роботи з екраном:

1 – сторінка екрану; 2 – кнопка керування в рядку керування; 3 – робоче вікно; 4 – ліве і праве інформаційне вікно; 5 – виділений рядок; 6 – діалогове вікно; 7 – лінійка прокручування; 8 – курсор; 9 – рядок керування

У лівому вікні відображається така інформація:

- 1-й рядок: найменування режиму (наприклад, «Самодіагностика автомобіля»; «Вимірювальна техніка»; «Пошук несправностей»; «Адміністрація»);
- 2-й рядок: найменування функції, активованої у відповідному режимі (наприклад, «Ідентифікація автомобіля»);
- 3-й і 4-й рядки: посібник з експлуатації (наприклад, вибір функції діагностики) або відображення поточного стану

(наприклад, функція не доступна); більш докладна інформація з відображуваної функції. У правому інформаційному вікні відображаються результати або раніше обрані операції. У режимі «Вимірювальна техніка» відображаються повідомлення про помилки. У режимі «Самодіагностика автомобіля» можна вибрати відповідний прилад керування, що ставляться до блоку двигуна.

- Діалогове вікно – це невелика заставка, яка висвічується поверх основної заставки. У ньому відображається додаткова інформація, варіанти керування і повідомлення про помилки.

- Рядок керування знаходиться в нижній частині заставки. За допомогою кнопок цього рядка можливо викликати допоміжні та службові функції. Натискання однієї із кнопок приводить до зміни робочого вікна. У рядку керування перебувають сім кнопок керування (максимум). Кількість кнопок залежить від заставки та від її поточного стану.

### **Контрольні запитання:**

1. Як здійснюється діагностування системи запалювання?
2. Яка будова та принцип дії приладу VAS 5051?
3. Як підготувати прилад до роботи?

### ***Лабораторна робота № 4***

#### **Перевірка датчиків мікропроцесорної системи запалювання**

**Мета роботи:** набути практичні навички по перевірці датчиків мікропроцесорної системи запалювання за допомогою приладу VAS 5051 або за допомогою вимірювального блоку V.A.G 1598/31.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - про правила користування вимірювальним блоком V.A.G 1598/31;

- конструкцію та принцип роботи приладу для перевірки датчиків мікропроцесорної системи запалювання VAS 5051.

**Уміння:** - готувати прилад VAS 5051 до роботи та користуватися ним;

- користуватися вимірювальним блоком V.A.G 1598/31.

**Обладнання:** тестер VAS 5051, електромережа із заземлюючим контуром, вимірювальний блок V.A.G 1598/31

### Теоретичні відомості

Мікропроцесорна система запалювання (МПСЗ) призначена для запалення робочої суміші в циліндрах двигуна з установкою оптимального кута випередження запалювання для даного режиму роботи двигуна. Ця система керує роботою електромагнітного клапана економайзера примусового холостого ходу (ЕПХХ).

За допомогою мікропроцесорної системи запалювання досягається більш економічна робота двигуна; при підвищенні його потужнісних показників виключається робота двигуна з детонацією і виконуються норми по токсичності вихлопних газів. Ця система довговічніша і надійніша в порівнянні з класичною системою запалення.

У ній відсутні деталі, що піддаються зносу (крім електродів свічок запалювання).

Мікропроцесорна система запалювання складається з блоку управління, двох котушок запалювання, свічок запалювання, датчиків, електромагнітного клапана ЕПХХ та контрольної лампи діагностики.

Перевірка датчиків може проводитись за допомогою приладу VAS 5051 в режимі «Вимірювальна техніка» (Test



instruments) або за допомогою вимірювального блоку V.A.G 1598/31 (вимірювальної шафи).

У режимі «Вимірювальна техніка» надається можливість налагодити потрібні властивості вимірювальної техніки й провести необхідні вимірювання. Результати вимірювань відображаються на екрані в цифровому або графічному вигляді.

У режимі «Вимірювальна техніка» доступні такі функції:

1. Мультиметр.
2. DSO (ЦЗО цифровий запам'ятовувальний осцилограф).

### Порядок виконання роботи

#### *Мультиметр.*

Вимірювальні функції на екрані приладу розділені на два функціональні блоки (рис. 4.1):

1. Функціональний блок 1 екрану (виміри по вимірювальній лінії U/R/D) дає змогу здійснити:

- вимірювання напруги;
- магістральне вимірювання сили струму;
- вимірювання опору;
- перевірку діодів;
- перевірку цілісності кола проводів.

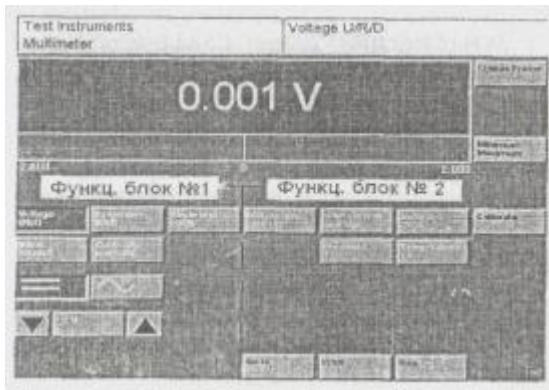


Рис. 4.1. Мультиметр

2. Функціональний блок 2 екрану (вимірювання за допомогою електровимірювальних кліщів, вимірювального кабелю-DSO1) дає змогу виміряти:

- силу струму 50 А за допомогою електровимірювальних кліщів;
- силу струму 500 А за допомогою електровимірювальних кліщів;
- напругу за допомогою вимірювального кабелю DSO1.

Кнопки, якими здійснюється вибір функціонального блоку, відрізняються на екрані написами, зробленими різним кольором.

*Потрібно дотримуватися обов'язкових умов при проведенні перевірки:*

- напруга акумуляторної батареї повинна бути не менше 11,5 В (перевірку провести навантажувальною вилкою без навантаження);
- присутнє заземлення на «масу» між двигуном (на картері коробки передач) і кузовом (під акумуляторною батареєю);
- всі запобіжники у відповідності з актуальною схемою з'єднань в порядку.

### ***Перевірка електропроводів і деталей системи запалювання за допомогою випробувального блоку V.A.G. 1598/31***

Конструкція вимірювального блоку V.A.G 1598/31 (рис. 4.2) дозволяє одночасне з'єднання із джгутом проводів блоку керування двигуном так і з самим блоком керування.

Перевага в тому, що електронне керування двигуна залишається працездатне навіть з приєднаною вимірювальною шафою (наприклад для зняття сигналу при працюючому двигуні).

Поглиблену перевірку датчиків і електропроводів, які входять в систему запалювання, необхідно проводити при

наявності помилки в пам'яті несправностей, спричиненої тим чи іншим елементом системи.

При наявності помилки, у випадку коли двигун запускається, значення параметрів, які вимірюються, можна вивести на екран тестера VAS 5051 в аналітичному вигляді через функцію 08 – «Зчитування блоку отриманих величин». Невідповідність даних, по відношенню до нормативних, дає привід для більш детальної перевірки елементів з'єднань, які спричиняють помилку.

Для цього додатково до діагностичного приладу VAS 5051 і його вимірювальних ліній необхідно користуватись випробувальним блоком V.A.G. 1598/31.

### ***З'єднання вимірювального блоку V.A.G 1598/31 з автомобілем.***

1. Вимкнути запалювання (*обов'язково!*).
2. Звільнити доступ до блоку керування шляхом демонтажу елементів конструкції кузова автомобіля.

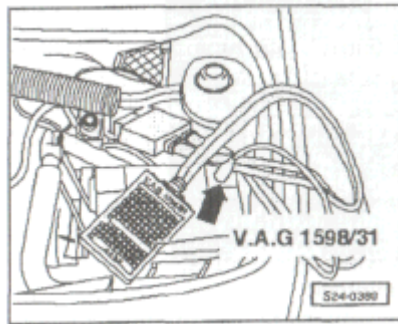


Рис. 4.2. Підключення вимірювальної шафи VAG 1598/31

Блок керування двигуном автомобіля SUPERB знаходиться зліва від акумуляторної батареї в вологозахисному футлярі.

3. Викрутити гвинти кріплення кришки футляра.
4. Відкрити кришку.

5. Зняти скобу, яка утримує блок керування.
  6. Вивести блок керування із футляра.
  7. Відпустивши фіксатори штекерних з'єднань, від'єднати штекерні з'єднання від блоку керування двигуном.
  8. Приєднати випробувальний блок V.A.G 1598/31 до обох штекерних з'єднань в джгуті проводів і до блоку керування. Приєднати затискач для з'єднання з «масою» – стрілка (рис. 4.2.) випробувального блоку до «мінуса» акумуляторної батареї.
- Після такого підключення автомобіль повністю залишається працездатним.

### **Контрольні запитання:**

1. Що дає змогу здійснити функціональний блок 1 екрану (виміри по вимірювальній лінії U/R/D)?
2. Що дає змогу виміряти функціональний блок 2 екрану (вимірювання за допомогою електрови-мірювальних кліщів, вимірювального кабелю-DSO1)?
3. Як виконується з'єднання вимірювального блоку V.A.G 1598/31 з автомобілем?

### ***Лабораторна робота № 5***

#### **Перевірка роботи датчика положення колінчастого валу автомобіля**

**Мета роботи:** набути практичні навички по виявленню несправностей в роботі датчика положення колінчастого валу. В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

- Знання:** - про будову та принцип роботи датчика положення колінчастого валу;  
- місце встановлення датчика положення колінчастого валу.

**Уміння:** - знімати та встановлювати датчик положення колінчатого валу;  
- визначати справність датчика положення колінчастого валу.

**Обладнання:** діагностичний прилад VAS 5051; кабель діагностичної установки VAS 5051/5 A; випробувальний блок V.A.G 1598/31; допоміжний вимірювальний комплект V.A.G 1594 A; U/R/D-лінія VAS 5051/7; DSO кабель VAS 5051/8; омметр; датчик положення колінчатого валу.

### Теоретичні відомості

Датчик положення колінчастого валу (ДПКВ) призначений для визначення положення і частоти обертання колінчастого валу.

Датчик положення колінчастого валу (рис. 5.1) – це електромагнітний пристрій, за допомогою якого у системі впорскування палива синхронізується робота паливних форсунок і системи запалювання. Несправності ДПКВ зустрічаються рідко, та можуть призвести до збоїв у роботі двигуна.



Рис.5.1. Датчик положення колінчастого валу

Датчик положення колінчастого валу встановлюється на кронштейні біля шківу приводу генератора (рис. 5.2) з зазором між датчиком і зубчастим шківом до 1 мм (рис. 5.3) і виставляється підбором відповідних шайб.

Зубчастий шків приводу генератора зроблений у вигляді спеціального диска, що має 58 зубів через кожні 6 градусів. Для генерації імпульсу синхронізації обертів колінчастого валу на шківі відсутні два зубці (рис. 5.2 та 5.3).



Рис. 5.2. Місце установки датчика положення колінчастого валу

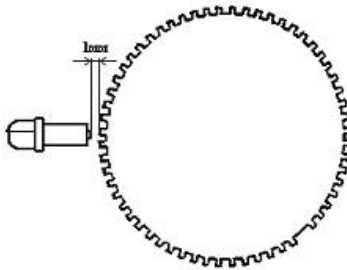


Рис. 5.3. Розміщення датчика положення колінчастого валу

Датчик – це котушка індуктивності з магнітом і магнітопроводом у вигляді осердя, що синхронно працює з зубчастим диском, встановленим на шківі колінчастого валу.

Датчик забезпечує видачу кутових імпульсів синхронізації від 58 (60-2) зубців диску, тобто розмічає оберт колінчастого валу на кутові відмітки. Кутова тривалість одного зубця, включаючи інтервал до наступного, становить 6 градусів положення колінчастого валу.

Синхродиск має виріз розміром у два повних зубці. Початок 20-го після вирізу зубця синхронізації співпадає з верхньою мертвою точкою 1-го або 4-го циліндрів.

Під час експлуатації автомобіля суцільнометалеві шківів майже не зношуються, а за шківом з демпфером, необхідно слідкувати, тому що пошкодження демпфера може привести до проблем в роботі двигуна. Під час виконання ремонтних робіт потрібно бути обережним щоб не деформувати шківів, бо це призведе до збоїв в роботі двигуна. Візуальний контроль стану шківів привода генератора можна робити через арку правого переднього колеса, як показано на рис.5.4. У даному випадку на автомобілі встановлений суцільнометалевий шківів.



Рис. 5.4. Встановлений суцільнометалевий шківів

При несправності датчика положення колінчастого валу, шківіву привода генератора і привода газорозподільного механізму контролер може зафіксувати помилку і включити лампу «Check engine». У буфер помилок буде занесений код «35» або «19».

До несправностей відносяться: нестійкі обороти двигуна під час холостого ходу, мимовільне підвищення або зниження

обертів двигуна, зупинка роботи двигуна, неможливість запуску двигуна, зниження потужності двигуна, виникнення детонації при динамічних навантаженнях, пропуски іскроутворення.

На рис 5.5 показаний шків привода генератора з пошкодженим демпфером. коли неможлива синхронізація фаз вприскування і запалення, тому внутрішня частина шківів змістилася відносно зубчастого колеса і фази вприскування і запалення виявилися зміщеними. Після заміни шківів, на справний, збої в роботі двигуна припиняються.



Рис. 5.5. Шків привода генератора з пошкодженим демпфером

### **Порядок виконання роботи**

1. Підключити датчик до джгута проводів за допомогою триконтактної розетки (рис. 5.6). Сигнальні проводи датчика («Плюс» та «Мінус»), для захисту сигналу попарно звиті і знаходяться в екранованій оболонці.

2. Відключити датчик.

3. Перевірити справність датчика омметром. Вимірювання проводити між виводами 2-1 триконтактного роз'єму з'єднувача, опір котушки датчика знаходиться в межах 850-900 Ом.

4. Зробити висновок щодо справності датчика і необхідності його заміни.

5. Справний, встановити на місце, дотримуючись полярності підключення. Датчик має полярність по схемі включення, а зворотнє включення рівнозначно його несправності.



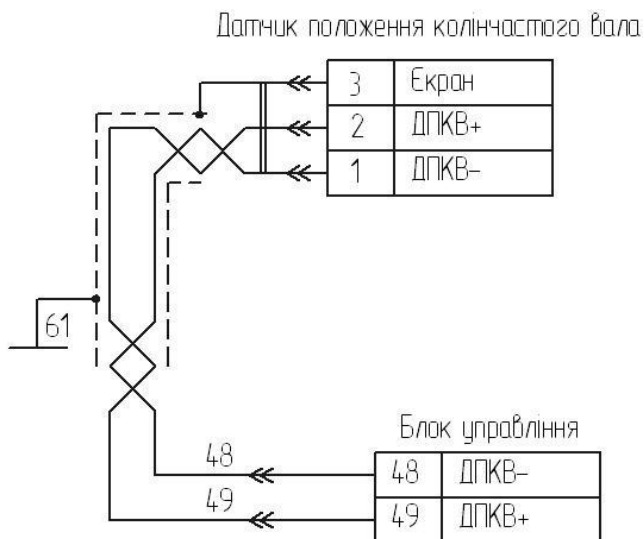


Рис. 5.6. Схема підключення датчика до блоку керування

6. Перевірити величину монтажного зазору між торцем датчика і верхньою кромкою зубця синхродиску. Зазор повинен бути в межах 0,5-1,5 мм. Більш якісну перевірку справності датчика необхідно проводити під час прокручування двигуна стартером. Відхилення від норми викликає нестійкість обертів холостого ходу прогрітого двигуна, неможливість запуску двигуна чи запуск з наступним заглуханням.

### **Порядок виконання роботи за допомогою діагностичного приладу VAS 5051**

1. Поставити нейтральну передачу в КПП автомобіля.
2. Запустити двигун і залишити його працювати на обертах холостого ходу.
3. Вибрати режим роботи тестера – Самодіагностика автомобіля.
4. Вибрати систему 01 – Електроніка двигуна.

5. Вибрати функцію 08 – Зчитування блоку отриманих величин.

6. Ввести номер каналу 012.

7. Виведені параметри екрану розшифровані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Положення розподільного валу відносно колінчатого

Зчитування блоку вимірювальних величин канал 012				< Зображення на екрані		
об/ хв	xxx, x%	xx	xx			
1	2	3	4	< Зображуване поле	Необхідне значення	Отримане значення
			Номер зуба колінчатого валу при зміні кромки розподільного валу верх – низ	26-30		
		Номер зуба колінчатого валу при зміні кромки розподільного валу верх – низ (осцилограма)	86-90			
	Навантаження двигуна				12,0-37,0	
Оберти двигуна (холостий хід)				580-830		

8. Натиснути на педаль акселератора, збільшивши оберти двигуна та слідкувати за полем 1 екрану, значення обертів повинно збільшуватись.

9. Для зняття осцилограми перейти в режим роботи тестера «Вимірювальна техніка».

10. Користуючись схемою (рис. 5.7) і таблицею 5.2, виконати з'єднання для отримання осцилограми.

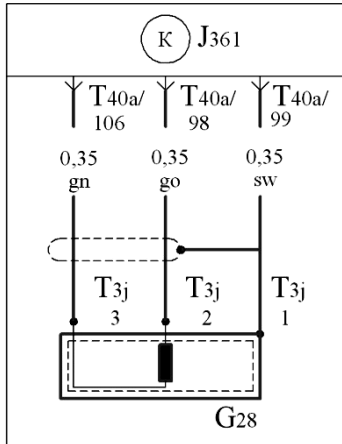


Рис. 5.7. Схема підключення приладу для зняття осцилограми сигналу датчика частоти обертання G 28

Таблиця 5.2. З'єднання для зняття сигналу датчика G28

DSO кабель VAS 5051/8, приєднування щупа	Випробувальний блок -V.A.G. 1598/31-, гніздо номер
«+»	98
«-»	106

У правильно працюючого датчика вид осцилограми повинен бути таким, як зображено на рис. 5.8.

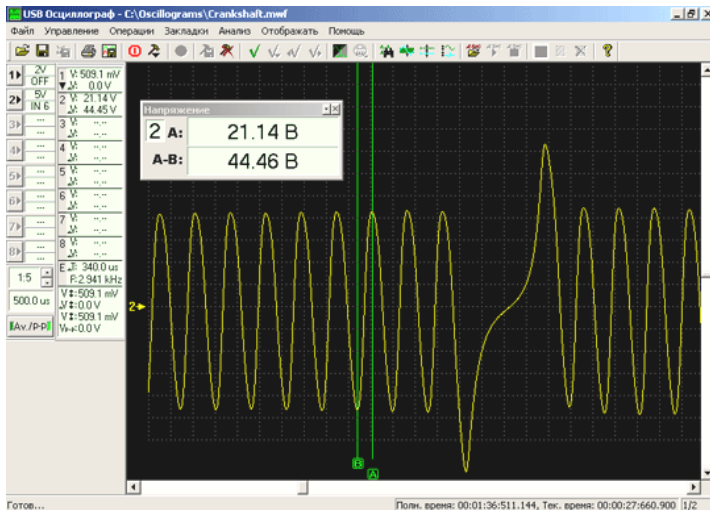


Рис. 5.8. Осцилограма еталоного сигналу датчика G 28

У випадку, якщо необхідне значення не досягнуто, то слід виконати такі операції:

1. Відключити кабель DSO від випробувального блоку.
2. Вимкнути запалювання.
3. Перейти в режим мультиметра.
4. Вибрати режим – перевірка опору.
5. Перевірити опір датчика і з'єднувальні електропроводи на можливу несправність через гнізда 98 і 106 випробувальної шафи -V.A.G. 1598/31.

Дані вимірювань записати до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3. Дані перевірки датчика частоти обертання G28

Параметр, що перевіряється	Нормативне значення	Дані вимірювань	Висновок
Опір датчика частоти обертання G28	480 – 1000 Ом		

Якщо дані не відповідають нормативним, необхідно перевірити електропроводи з'єднань відповідно до схеми на рис. 5.7 і табл. 5.4.

Таблиця 5.4. З'єднання для перевірки електро-проводів датчика G28

3-х контактний штекерний з'єднувач, номер контакту	Випробувальна шафа -V.A.G. 1598/31-, гніздо номер:
1	99
2	98
3	106

6. Зробити висновок про стан датчика положення колінчастого валу та проводів з'єднань.

### **Контрольні запитання:**

1. Яка будова датчика положення колінчастого валу?
2. Назвати наслідки під час виходу з ладу датчика положення колінчастого валу?
3. Який принцип формування вихідного сигналу датчика?
4. Для чого використовуються сигнали датчика?

## ***Лабораторна робота № 6***

### **Перевірка роботи датчика положення розподільчого валу автомобіля**

**Мета роботи:** отримання практичних навичок з установки та виявлення несправностей у роботі датчика положення розподільчого валу.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - про принцип роботи датчика положення розподільчого валу;

- місце встановлення датчика положення розподільчого валу.

**Уміння:** - знімати та встановлювати датчик положення розподільчого валу;

- визначати справність датчика положення розподільчого валу.

**Обладнання:** автосканер, омметр, датчик положення розподільчого валу, світлодіод

### Теоретичні відомості

Датчик положення розподільчого валу призначений для визначення верхньої мертвої точки поршня першого циліндра під час такту стискання. Він визначає початок роботи двигуна і забезпечує формування імпульсного сигналу від сталевого штифта-відмітки першого циліндра.

Центр відмітки розподільчого валу співпадає з початком першого, після вирізу, зубця диску синхронізації. Ширина відмітки становить  $(24 \pm 1)^\circ$  положення розподільчого валу.

Датчик складається з чутливого елемента і вторинного перетворювача сигналу. Чутливий елемент використовує в роботі ефект Холла, який полягає у створенні ЕРС при зміні магнітного поля. Під час роботи датчик створює сигнал низького рівня, наближений до маси.



Рис.6.1. Датчик положення розподільчого валу

При проходженні металевої пластини, встановленої на розподільчому валу, повз торець, у датчику відбувається зміна магнітного потоку. Під дією електричного сигналу, який підсилюється і передається в блок керування. Сигнали датчика положення розподільчого валу і датчика положення колінчатого валу, синхронізують подачу пального форсунками в кожний циліндр двигуна (під час такту стискання).

Монтажний зазор між торцем датчика і верхньою кромкою штіфта-відмітки повинен бути в межах 0,5-1,2 мм, він не регулюється, а виставляється при установці датчика на заводі.

При виході з ладу датчика положення розподільчого валу блок керування вмикає контрольну лампу «Check Engine» і переходить у резервний режим з подачею пального у всі циліндри двигуна одночасно. Засвічується код несправності 054.

Датчик має пластмасовий або алюмінієвий корпус циліндричної форми з чутливим елементом і магнітом, має фланець з отвором для кріплення, наголовник із схемою вторинного перетворювача з під'єднаним кабелем зв'язку в екранованій оболонці.

Напруга живлення постійного струму для датчика 4,5-18 В, вихідна напруга низького рівня не більше 1,0 В, струм живлення не більше 30 мА, мінімальний опір навантаження 360 Ом.

### **Порядок виконання роботи**

1. Зібрати схему перевірки справності датчика положення розподільчого валу (рис.6.2).

2. Переміщати металеву пластину 6 повз торець датчика, це повинно викликати засвічування світло діода 5.

3. Провести стандартні перевірки, які необхідно здійснювати при появі коду несправності 054: перевірити контакт екрануючої оболонки з масою двигуна; перевірити монтажний зазор між торцем датчика і відміткою. Виміряти відстань між площиною установки датчика до штіфта-відмітки. Визначити фактичний

зазор, який повинен бути в межах 0,5-1,2 мм, віднявши 24 мм від вимірної величини.

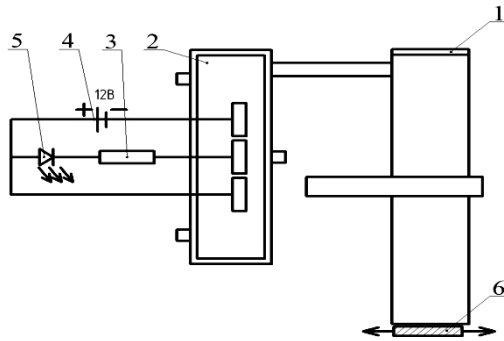


Рис. 6.2. Схема перевірки датчика положення розподільчого валу

1 – датчик; 2 – штекерна колодка датчика; 3 – опір 0,5-0,6 кОм; 4 – акумуляторна батарея; 5 – світлодіод АЛ307; 6 – металева пластина.

4. Зробити висновок щодо справності датчика.

### Контрольні запитання:

1. Яке призначення датчика положення розподільчого валу?
2. Які можливі наслідки при виході з ладу датчика положення розподільчого валу?
3. Яка будова датчика положення розподільчого валу?

## Лабораторна робота № 7

### Перевірка достовірності показів датчика температури

**Мета роботи:** отримати практичні навички по виявленню несправностей в роботі датчиків температури.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:



**Знання:** - про будову та принцип роботи датчиків температури;

- місце встановлення датчиків температури.

**Уміння:** - знімати та встановлювати датчики температури;

- визначати справність датчиків температури.

**Обладнання:** датчики температури; діагностичний прилад VAS 5051; кабель діагностичної установки VAS 5051/5 A; випробувальний блок V.A.G 1598/31; допоміжний вимірювальний комплект V.A.G 1594 A; U/R/D-лінія VAS 5051/7; DSO кабель VAS 5051/8; датчик положення колінчатого валу; вольтметр; джерело живлення (12 В); омметр; міліамперметр.

### Теоретичні відомості

Датчик температури представляє собою напівпровідниковий елемент, електрична провідність якого змінюється при зміні температури. Датчик живиться постійним робочим струмом від стабілізованого джерела блоку керування. Вихідна напруга датчика змінюється в залежності від температури навколишнього середовища, зі збільшенням температури вихідна напруга датчика збільшується.

Існують різні типи систем управління двигуном та в будь-якій з систем управління двигуном обов'язково застосовується датчик температури охолоджуючої рідини. У більшості систем застосовується датчик температури повітря.

На двигуні встановлені два датчики температури. Один датчик встановлений в патрубку термостата і призначений для визначення температури охолоджуючої рідини двигуна. Другий датчик встановлений у впускній системі і призначений для визначення температури повітря, що входить в циліндри двигуна. Обидва датчики включені в електронну схему блоку керування, який за величиною падіння напруги в колі датчиків (залежно від температури) корегує подачу пального і кут випередження запалювання.



Рис. 7.1. Зовнішній вигляд датчика температури охолоджуючої рідини (а) та датчика температури повітря у впускному тракті (б)

Залежно від температури охолоджуючої рідини, блок керування двигуном корегує склад паливоповітряної суміші, частоту обертання колінчастого валу двигуна на холостому ходу, кут випередження запалювання. Вплив показань датчика температури охолоджуючої рідини на роботу системи управління двигуном дуже великий. Наприклад, якщо внаслідок несправності розраховане блоком управління значення температури охолоджуючої рідини двигуна не співпадає на значну величину з фактичною температурою охолоджуючої рідини двигуна, двигун може заглухнути чи не запускатися.

Більшість датчиків температури повітря у впускному тракті аналогічні за будовою і принципом дії датчикам температури охолоджуючої рідини. Залежно від температури повітря у впускному тракті, блок керування двигуном коректує склад паливоповітряної суміші. Вплив показань датчика температури повітря у впускному тракті на роботу системи управління двигуном помітний в таких системах, де не застосовується датчик витрати повітря.

Датчик температури охолоджуючої рідини (повітря) призначений для перетворення температури охолоджуючої рідини (повітря) двигуна в напругу постійного струму.

Інформація цього датчика дозволяє відкорегувати основні параметри керування двигуном (подачу пального, кут випередження запалювання) в залежності від теплового стану двигуна.

Інформація датчика температури повітря дозволяє відкорегувати основні параметри керування двигуном в залежності від температури повітря у задросельному просторі двигуна.

Датчик складається з металевого корпусу з циліндричним наголовником, в якому розміщений чутливий елемент, з середньої частини з різьбою і гайкою, та з пластмасової хвостової частини з двоконтактним роз'ємом-вилкою.

При появі несправностей в датчиках або в колах датчиків блок керування сигналізує водію включенням контрольної лампи «Check Engine». Найчастіше фіксується несправність, що трактується як робота на занадто збідненій робочій суміші та видається напруга, що відповідає напрузі при прогрітому двигуні до 80°C.

В датчиках температури охолоджуючої рідини і датчиках температури повітря у впускному тракті двигуна застосовуються терморезистори з негативним температурним коефіцієнтом – зі збільшенням температури датчика його опір зменшується.

Датчик температури охолоджуючої рідини встановлюється в потоці охолоджуючої рідини двигуна. При низькій температурі охолоджуючої рідини опір датчика високий (3,52 Ом при +20°C); при високій температурі – опір датчика низький (240 Ом при +90°C). Від блоку керування двигуном, через розміщений всередині блоку управління двигуном резистор з постійним електричним опором, на датчик температури надходить опорна напруга величиною 5 В. Другий вивід датчика з'єднаний з «масою».

Датчики є полярними за схемою включення, тобто зворотнє підключення датчика рівнозначне стану обриву.

## Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему, згідно рис. 7.2.

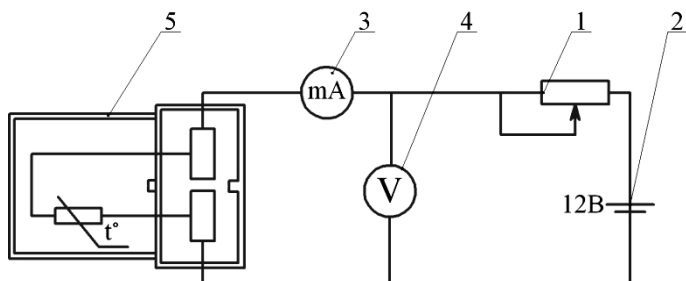


Рис. 7.2. Схема перевірки датчика температури

2. Перевірити датчик на справність. Від'єднати датчик від джгута проводів, і виміряти опір кола між контактами 1-2 на роз'ємі-вилці датчика. Якщо опір наближений до нуля (декілька Ом), то датчик несправний. В справному датчику опір становить 24-27 кОм.

3. Перевірити справність датчика по величині падіння напруги в колі датчика при різних температурах (градуйовану характеристику).

4. Для перевірки резистором по міліамперметру встановити струм в колі 1-1,5 мА. При температурі + 25°C вольтметр 4 повинен показувати напругу 2,957-3,022 В.

5. Змінюючи навколишню температуру датчика, повторити вимірювання падіння напруги вольтметром. Напруга повинна знаходитись в межах згідно таблиці 7.1.

Таблиця 7.1. Значення напруги від температури

Температура, °C	Напруга, В
- 40	2,287-2,392
0	2,73
20	2,93 – холодний двигун
40	3,13
70	3,43 – гарячий двигун

6. Зробити висновок щодо справності датчика. Несправний датчик температури потрібно замінити. Після заміни увімкнути запалювання, запустити двигун і проконтролювати відсутність коду несправності «021» блоку керування або джгута проводів і коду «022» несправності датчика.

**Порядок виконання роботи за допомогою діагностичного приладу VAS 5051:**

1. Поставити нейтральну передачу в КПП автомобіля.
2. Запустити двигун і залишити його працювати на обертах холостого ходу.
3. Вибрати режим роботи тестера – Самодіагностика автомобіля.
4. Вибрати систему 01 – Електроніка двигуна.
5. Вибрати функцію 08 – Зчитування блоку отриманих величин.
6. Ввести номер каналу 004. Пояснення до зображення на екрані наведені в таблиці 7.2. Зчитати значення температури охолоджуючої рідини в полі «3» екрану та записати їх до таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. Основні функції температур

Зчитування блоку вимірювальних величин канал 004				< Зображення на екрані		
хох об/х в	хх, х В	ххх, х °С	ххх, х °С			
1	2	3	4	< Зображуване поле	Необхідне значення	Отримане значення
			Температура впускного повітря		- 39,8-105,0	
			Температура охолоджувальної рідини		80,0-115,0	

Напруга живлення блоку керування двигуном	11,9-14,7	
Оберти двигуна (оберти холостого ходу)	580-830	

7. Запустити двигун. При працюючому двигуні температура повинна рівномірно зростати.

Якщо зображення в полі «3» екрану має значення  $-40,5^{\circ}\text{C}$  або  $139,5^{\circ}\text{C}$  – це говорить про наявну несправність, в цьому випадку необхідно:

- 1) роз'єднати 4-х контактний штекерний з'єднувач датчика;
- 2) по вищевикладеній методиці перевірити опір на контактах 3 і 4 датчика. Необхідні значення в залежності від температури представлені на графіках (рис. 7.3).

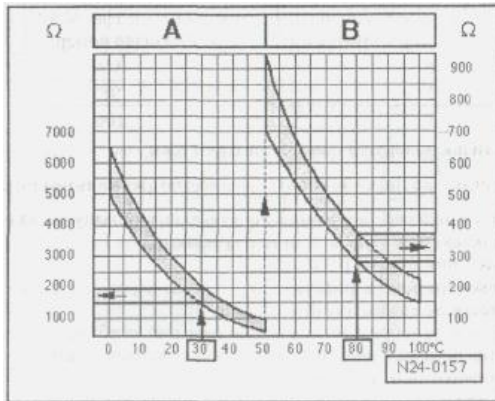


Рис. 7.3. Залежність опору датчика G 62 від температури

Якщо необхідне значення не досягнуто, то датчик температури охолоджуючої рідини несправний і його слід замінити.

Якщо необхідне значення досягнуто, то за вищевикладеною методикою перевірки електропроводів і користуючись таблицею 7.3 перевірити електропроводи на обрив, коротке замикання на масу і замикання всередині джгута проводів.

Таблиця 7.3. З'єднання для перевірки електропроводів датчика G62

4-х контактний штекерний з'єднувач, номер контакту	Випробувальна шафа -V.A.G. 1598/31-, гніздо номер
3	83
4	104

Дані випробувань занести до таблиці 7.4.

Таблиця 7.4. Дані перевірки датчика G62

Параметр, що перевіряється	Нормативне значення		Дані вимірювань		Висновок
Опір датчика – G62-по графіку рис. 7.1	При 30°C 1500-2000 Ом				
Електропровід контакту 1	КЗ	На «масу»	КЗ	На «масу»	
	0 Ом	+∞			
2	0 Ом	+∞			

В протоколі випробувань зробити висновок про технічний стан датчика G62 і електропроводів з'єднань.

### Контрольні запитання:

1. Який принцип роботи датчика температури?
2. Які бувають датчики температури?
3. Де встановлюються датчики температури?
4. Яка будова датчика температури?
5. На що впливають сигнали з датчика?

## *Лабораторна робота № 8*

### **Перевірка датчиків детонації**

**Мета роботи:** отримати практичні навички по виявленню несправностей в роботі датчиків детонації.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - про будову та принцип роботи датчика детонації;  
- місце встановлення датчика детонації.

**Уміння:** - знімати та встановлювати датчик детонації;  
- визначати справність датчика детонації.

**Обладнання:** датчики температури; діагностичний прилад VAS 5051; кабель діагностичної установки VAS 5051/5 A; випробувальний блок V.A.G 1598/31; допоміжний вимірювальний комплект V.A.G 1594 A; U/R/D-лінія VAS 5051/7; DSO кабель VAS 5051/8; датчики детонації.

### **Теоретичні відомості**

Датчик детонації – пристрій, призначений для визначення моменту виникнення детонації в двигунах внутрішнього згорання.

Датчики детонації служать для зменшення кута випередження запалювання при виникненні детонаційного згорання в циліндрах. Місце встановлення датчиків на двигуні – зліва на кривошипній камері під впускним колектором. Принцип дії датчика заснований на п'єзоєфекті. Датчик кріпиться на блок циліндрів двигуна, при виникненні детонації відбувається вібрація двигуна, що призводить до стиснення п'єзоелектричної пластини датчика, в результаті чого на її кінцях виникає різниця потенціалів.

Поширений спосіб контролю детонації по вібрації двигуна за допомогою п'єзоелектричного вібродатчика.



Основа датчика виконана з титанового сплаву, п'єзоелементи (п'єзокристалічні пластинки) включені паралельно для підсилення електричного сигналу (змінної напруги). Пластини, виготовлені з фольги, служать для зняття електричного сигналу. Чим більша амплітуда і частота, тим вища напруга, що виробляється п'єзоелементами. Ця напруга надходить в електронний блок керування двигуном для аналізу наявності та параметрів детонації.

### Порядок виконання роботи:

1. Перейти в режим роботи тестера – Вимірювальна техніка.
2. Перейти на заставку DSO.
3. Включити запалювання.
4. У відповідності до схеми рис. 8.1 і даним таблиці 8.1 провести з'єднання для перевірки датчиків детонації G61 і G66.

Таблиця 8.1. З'єднання для зняття сигналу датчиків G61 і G66

DSO кабель VAS 5051/8, приєднування щупа	Випробувальний блок -V.A.G. 1598/31-, гніздо номер
«+»,G61	101
«-»,G61	109
«+»,G66	102
«-»,G66	110

5. Легко постукати по гвинту кріплення датчика.

Якщо датчик справний то отримаємо осцилограму, як на рис. 8.2.

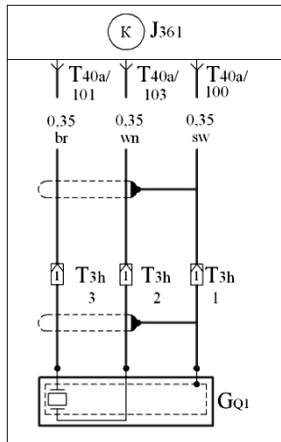


Рис. 8.1. Схема підключення приладу для зняття осцилограм сигналу датчиків детонації G 61 та G 66

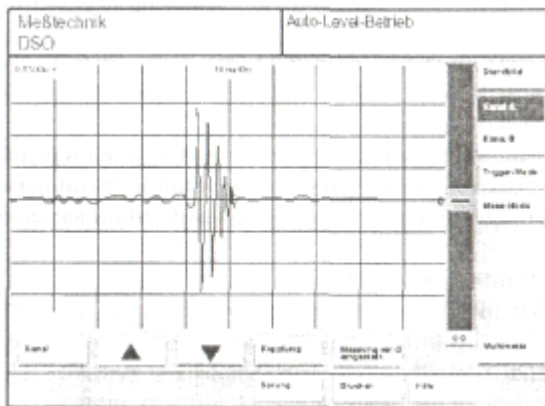


Рис. 8.2. Осцилограма справної роботи датчика детонації при постукуванні по ньому

Якщо осцилограма не відповідає нормі, то слід виконати такі операції:

1. Відпустити гвинт кріплення датчика і закрутити його з зусиллям 8Н-м.

2. Повторити перевірку.

3. Виконати перевірку електропроводів за вищевказаною методикою відповідно до схеми рис. 8.1 і табл. 8.2.

Таблиця 8.2. З'єднання для перевірки електро-проводів датчиків G61 і G66

3-х контактний штекерний з'єднувач для датчика G61 і G66 відповідно, номер контакту	Випробувальна шафа V.A.G. 1598/31-, гніздо номер:
1	109
2	101
3	100
1	110
2	102
3	103

Якщо електропроводи справні, то датчик несправний і його слід замінити.

Зробити висновок про технічний стан датчиків детонації G61 і G66.

### **Контрольні запитання:**

1. Яке призначення датчиків детонації?
2. Який принцип роботи датчиків детонації?
3. З яких основних частин складається датчик детонації?

### ***Лабораторна робота № 9***

#### **Перевірка справності датчика масової витрати повітря**

**Мета роботи:** отримати практичні навички по виявленню несправностей в роботі датчика масової витрати повітря.

В процесі виконання лабораторної роботи необхідно отримати такі знання та уміння:

**Знання:** - про будову та принцип роботи датчика масової витрати повітря;

- місце встановлення датчика масової витрати повітря.

**Уміння:** - знімати та встановлювати датчик масової витрати повітря;

- визначати справність датчика масової витрати повітря.

**Обладнання:** датчики температури; діагностичний прилад VAS 5051; кабель діагностичної установки VAS 5051/5 A; випробувальний блок V.A.G 1598/31; допоміжний вимірювальний комплект V.A.G 1594 A; U/R/D-лінія VAS 5051/7; DSO кабель VAS 5051/8; датчики детонації; джерело живлення (12 В); омметр; вольтметр; датчик масової витрати повітря.

### Теоретичні відомості

Датчик масової витрати повітря (ДМВП) (рис. 9.1) видає на діагностичний прилад частотно-імпульсний сигнал, частотою 2-10 кГц, що змінюється в прямій залежності від пройденної кількості повітря. Чим більша кількість повітря проходить через датчик, тим вища частота сигналу ДМРВ. Кількість пройденного через датчик повітря залежить від кутового положення дросельної заслінки і регулятора холостого ходу. За частотою імпульсів ДМВП, діагностичний прилад повідомляє про кількість повітря, що надходить у двигун і регламентує час відкриття паливних форсунок, забезпечуючи відповідне співвідношення в паливній суміші повітря і палива.



Рис. 9.1. Датчик масової витрати повітря

Датчик призначений для перетворення витраченої кількості повітря, що надходить у двигун, у напругу постійного струму. Чутливий елемент датчика побудований на принципі терморезисторного анемометра і виготовлений з платинової нитки. Нитка нагрівається електричним струмом. За допомогою термодатчика і схеми керування датчиком його температура вимірюється і підтримується постійною. Вторинний перетворювач датчика перетворює струм нагрівання нитки у вихідну напругу постійного струму.

Датчик встановлений під капотом у впускній системі. З одного боку датчик прикріплюється до дросельного пристрою, а з другого – до повітряного фільтра за допомогою гумових патрубків і хомутів.

Датчик складається з трьох термоелементів. Один (центральный) призначений для визначення температури навколишнього середовища, а два інших підігрівають повітря до заданої температури, що перевищує температуру навколишнього середовища.

Масова витрата повітря визначається шляхом виміру електричної потужності, необхідної для підтримки заданої температури і перетворення значення потужності в частотно-імпульсний сигнал.

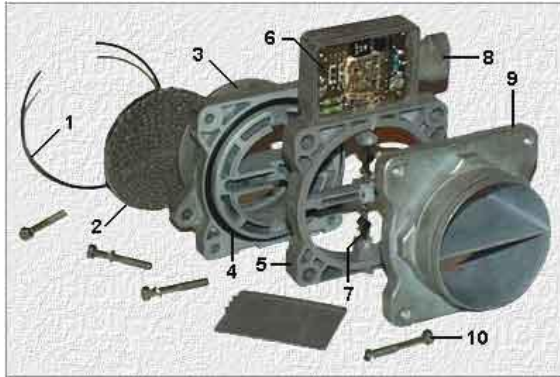


Рис. 9.2. Будова датчика масової витрати повітря  
1 – кільце-фіксатор фільтра; 2 – фільтр; 3 – фланець впускний; 4 – ущільнювальне гумове кільце; 5 – корпус датчика; 6. – електронний модуль; 7 – термоелементи; 8 – контактний роз’єм; 9 – фланець випускний; 10 – гвинти кріплення елементів.

Фільтр захищає від потрапляння в корпус датчика великих частинок, які можуть вивести з ладу термоелементи. Крім того, він виконує роль розсікача повітря для забезпечення рівномірного повітряного потоку. Фільтр встановлюється у впускному фланці і фіксується кільцем-фіксатором.

Ущільнюючі гумові кільця встановлені з обох боків корпусу датчика і служать для запобігання підсосу повітря, а ущільнююче кільце розташоване між корпусом датчика і випускним фланцем. Якщо в цьому місці буде підсмоктування повітря, він може бути не врахований системою, що приведе до збіднення паливної суміші. У цьому випадку забезпечити оптимальний режим роботи двигуна практично неможливо.

Температура платинової нитки залежить від температури втягнутого повітря, тому термокомпенсаційний резистор, опір якого залежить від температури повітря, що проходить, вносить певну корекцію в режим роботи електронного модуля.

Сигнали датчика надходять в блок керування, обробляються та використовуються для визначення оптимальної тривалості електричних імпульсів для відкриття форсунок. Під час

увімкнення запалювання на виході датчика повинна бути напруга  $1,4 \pm 0,04$  В.

Для виключення забруднення платинової нитки в електронному модулі передбачена короточасна подача імпульсу струму протягом 1 с для розігрівання її до  $900-1000^{\circ}\text{C}$ . При підвищенні температури нитки, на ній згоряють забруднення (режим пропалювання).

ДМВП встановлюється (рис. 9.3) між повітряним фільтром і шлангом подачі повітря до корпусу дросельної заслінки.

Електронний модуль має змінний резистор, за допомогою якого можна провести регулювання концентрації окису вуглецю у відпрацьованих газах в режимі холостого ходу під час роботи двигуна.

При несправності датчика блок керування переходить у резервний режим роботи за даними, занесеними в пам'ять блоку. Про появу несправностей датчика масової витрати повітря свідчить вмикання контрольної лампи «Check Engine» з кодом 013.



Рис. 9.3. Розташування датчика масової витрати повітря

Для демонтажу ДМВП потрібно при вимкненому запаленні відключити роз'єм, від'єднати повітряний шланг і відвернути

два болти кріплення датчика до повітряного фільтру. Монтаж проводиться в зворотній послідовності демонтажу.

Ресурс ДМВП залежить від стану повітряного фільтру. Попадання в корпус датчика сторонніх часток може вивести його з ладу.

Під час несправності ДМВП зупиняється двигун при перемиканні передач на ходу автомобіля, виникають перебої в роботі двигуна під час навантаження та холостого ходу. Лампа «Check Engine» часто не загоряється і визначити дану несправність підручними засобами буває досить складно. При діагностиці системи необхідно уважно вивчити роботу двигуна в різних режимах і проаналізувати реакцію датчиків на той або інший симптом.

Датчик масової витрати повітря є точним вимірвальним приладом і, як показує практика, «боїться» ударів по корпусу.

При встановленні датчика стрілка на коїтусі датчика повинна співпадати з напрямком повітряного потоку до двигуна. Підключення датчика до двигуна здійснюється шестиконтактним з'єднувачем з клемою.

### **Порядок виконання роботи:**

1. Зібрати схему перевірки справності датчика масової витрати повітря за рис. 9.4.

2. Підключити джерело живлення, при цьому вольтметр 5 повинен показувати 1,3-1,4 В, а при короткочасному включенні вимикача 3 вольтметр 5 повинен показувати приблизно 8 В. Платинова нитка 2 при цьому повинна розжаритись.

3. Перевірити омметром:

- опір між виводами 3-2 (вихід): 2,9-3,5 Ом;
- опір між виводами 4-1 (пропалювання): 20-25 кОм;
- опір між виводами 6-1 (регулятор СО): 0-10 кОм.

Опір потенціометра встановлюється у середнє положення 0,45-0,55 кОм, один повний оберт гвинта становить – 0,035 кОм,



збільшення опору отримують шляхом обертання гвинта за стрілкою годинника.

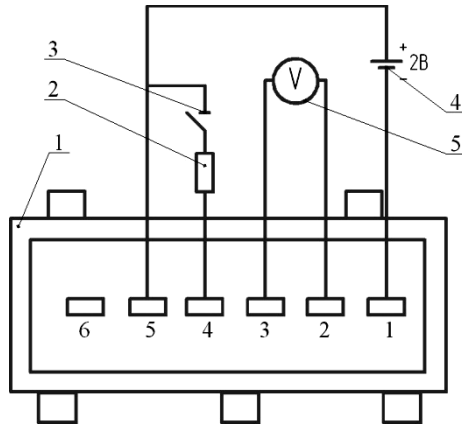


Рис. 9.4. Схема перевірки датчика масової витрати повітря  
1 – штекерний роз'єм датчика; 2 – резистор МЛТ-0,25-2,4 Ом; 3 – вимикач; 4 – акумуляторна батарея; 5 – вольтметр

4. Зробити висновок щодо справності датчика. Несправний датчик масової витрати повітря підлягає заміні. Після заміни датчика потрібно виконати регулювання двигуна по СО під час холостого ходу.

### Контрольні запитання:

1. Який принцип роботи датчика масової витрати повітря?
2. Яке призначення датчика масової витрати повітря?
3. Яка будова датчика масової витрати повітря ?
4. Що відбудеться, якщо датчик масової витрати повітря вийде з ладу?

## ДОДАТКИ

Таблиця 1. Класифікація автомобілів по типу кузова

№	Тип кузова	Короткий опис
1	Седан	Стандартний трьохоб'ємний кузов. Найпоширеніший тип кузова з чотирма бічними дверима (буває з шістьма), з двома або трьома рядами сидінь. Багажне відділення структурно відокремлена від салону. Седан вважається найкомфортнішим і престижним після лімузина.
2	Універсал	Під спільним дахом об'єднані пасажирський і вантажний (багажний) відсіки. Двері в задній стінці кузова майже вертикальні. Універсал відноситься до вантажопасажирських автомобілів. У класичних універсалах, як правило, всі сидіння, крім водійського, можуть складатися. Інші назви кузова універсал – «комбі», «wagon».
3	Хетчбек	Автомобіль з трьома або п'ятьма дверима, одна з яких є «задньою». Гібрид седана і універсала з непарним числом дверей (з урахуванням кришки багажного відсіку). Хетчбеки – другі за поширеністю після седанів. Задні двері дозволяють перевозити досить великі предмети, так як і в універсалі, в хетчбеку задній ряд сидінь складається.

4	Лімузин	Трьохоб'ємний пасажирський кузов з чотирма або шістьма бічними дверима, з перегородкою (підйомним склом) між першим і рештою сидіннями. При трирядній компонованні салону другий ряд сидінь виконується або складним, або поверненим спинками у напрямку руху.
5	Пікап	Пікап – тип кузова вантажопасажирських автомобілів з відкритою платформою для вантажів з відкидним заднім бортом. Кабіна може бути як одномісна, так і багатомісна. Автомобілі з таким типом кузова часто бувають повнопривідні.
6	Мінівен	Мінівен (в перекладі «маленький вантажний фургон»), він же вагон-універсал підвищеної місткості з коротким капотом. Однооб'ємний кузов, гібрид легкового автомобіля і мікроавтобуса. Кузов вище універсалу, при цьому компоновання мінівенів може бути самою різною. Характерні ознаки – моторний відсік і багажне відділення не виступають за межі кузова.
7	Купе	У купе закритий кузов спортивного типу з 2-ма боковими дверима. Слово близький, але не цілком еквівалентно «дводверний седан». На відміну від трьохдверного хетчбека у купе салон розділений з багажником.
8	Кабріолет	Кабріолет – автомобіль зі складним верхом і бічними стеклами вікон, що опускаються.

9	Кросовер	Поняття пов'язують з багатофункціональністю автомобіля. Прагнення поєднання якості позашляховиків / універсалів з комфортом новітніх седанів.
10	Родстер	Пасажи́рський двомісний кузов зі складним верхом кабіни.
11	Джип	Витягнутий вгору хетчбек.
12	Позашляховик	Автомобіль підвищеної прохідності, з великим дорожнім просвітом і оснащений повним приводом (4WD). Зазвичай кузов має задні двері. Такі автомобілі іноді називають «джип» на ім'я автомобільної марки (Jeep).

### Таблиця 2. Класифікація автомобілів за розміром

В основу даної таблиці покладено розподіл на розміри так, щоб між класами була відчутна для споживача різниця у властивостях. По суті, важлива займана машиною площу. Звичайно, і колісна база, і висота впливають, але в меншому ступені.

Назва класу	Клас	Довжина, м	Ширина, м
Мікромобілі, в тому числі з двигуном 0,05 л	A1	менше 3,45	менше 1,45
Понад малий	A2	менше 3,6	менше 1,62
Особливо малий	A3	3,6-3,7	1,62-1,67
Малий	B	3,7-4,2	1,65-1,7
Малий середній	C	4,1-4,5	1,67-1,77
Середній	D	4,4-4,8	1,72-1,85
Вищий середній	E	4,6-4,95	більше 1,8
Вищий	F	4,9-6,5	більше 1,8
Гіганти	G	більше 4,9	більше 1,95

### Таблиця 3. Індеси швидкості

Категорія швидкості – умовне позначення швидкості показує максимальну розрахункову швидкість шини. У наведеній нижче таблиці вказується еквівалентна максимальна швидкість в км/год.

Індекс	K	L	M	N	P	Q	R	S
Макс. швидкість, км/год	110	120	130	140	150	160	170	180
Індекс	T	U	H	V	VR	W	Y	ZR
Макс. швидкість, км/год	190	200	210	240	>210	270	300	>240