

**Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донбаський державний педагогічний університет»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ  
з навчальної дисципліни  
Конструкція автомобіля  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**

**спеціальності А5.38 Професійна освіта (за спеціалізаціями)**

**за освітньо-професійною програмою  
«Професійна освіта (Транспорт)»**



Слов'янськ –Дніпро 2025

Затверджено та рекомендовано до впровадження вченою радою Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет» «28» серпня 2025 р., протокол № 1

### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

**Фатальчук С.Д.** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри педагогіки вищої школи Державного вищого навчального закладу «Донбаський державний педагогічний університет»

**Стешенко В.В.** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри теорії і практики технологічної та професійної освіти ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Конструкція автомобіля» для студентів спеціальності А5.38 «Професійна освіта (Транспорт)» [Електронний ресурс] / Уклад.: Пшеничний М.В., Бондаренко В.І., Погорелов М.Г. , Дніпро: ДВНЗ «ДДПУ», 2025. 59 с.

У методичних вказівках розглянуто методику виконання лабораторних робіт. Вони призначені допомогти студентам спеціальності А5.38. «Професійна освіта (Транспорт)» у самостійній підготовці до виконання лабораторних робіт та оформленні звіту.

Відповідальний за випуск: Пшеничний М.В.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>Лабораторна робота № 1.</b> Будова та класифікація автомобілів .....	9
<b>Лабораторна робота №2.</b> Принцип будови та характеристики двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).....	20
<b>Лабораторна робота №3.</b> Принцип будови та характеристики двигунів внутрішнього згоряння.....	39
<b>Лабораторна робота №4.</b> Принцип дії зчеплення. Призначення, вимоги та класифікація зчеплень.....	51
<b>Список літератури .....</b>	<b>58-59</b>

## ВСТУП

Курс «Конструкція автомобіля» є обов'язковою складовою підготовки здобувачів спеціальності А5.38 Професійна освіта (Транспорт) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Професійна освіта (Транспорт)».

Конструкція та будова сучасних автомобільних транспортних засобів вдосконалюється протягом їх існування, сучасна будова та конструкція автомобільних транспортних засобів є важливим чинником надійності, ресурсності та довговічності. З огляду на вище зазначене головною метою навчальної дисципліни є опанування достатнього обсягу теоретичних знань і практичних навичок у здобувачів вищої освіти щодо:

сучасних робочих процесів, які відбуваються в агрегатах та вузлах автомобілів;  
-методів будови та розрахунку вузлів і деталей автомобілів;  
-навантажувальних режимів роботи агрегатів, вузлів і деталей автомобілів;  
-сучасних технологій які використовуються в світовому автомобілебудуванні  
-умінь і навиків, необхідних для викладання будови автомобіля, його технічного обслуговування та ремонту за відповідними програмами в професійно-технічних навчальних закладах,

Лабораторні заняття (загальна кількість годин – 72) є ключовим елементом навчального процесу. Вони призначені для закріплення теоретичних відомостей, отриманих на лекціях (40 годин), та формування практичних навичок у сфері автомобільного транспорту, аналізу будови.

Саме на лабораторних заняттях здобувачі вищої освіти набувають здатності пояснювати будову та функціонування об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та окремих елементів, а також опановують технологічні процеси з їх технічного обслуговування, діагностування та ремонту [3].

У процесі виконання лабораторних робіт формуються такі ключові компетентності:

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в професійній освіті, що передбачає застосування певних теорій і методів педагогічної науки та інших наук відповідно до спеціалізації і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

**ЗК 02.** Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

**ЗК 05.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.

**ЗК 06.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

**ПРН 09.** Відшуковувати, обробляти, аналізувати та оцінювати інформацію, що стосується професійної діяльності, користуватися

спеціалізованим програмним забезпеченням та сучасними засобами зберігання та обробки інформації.

**ПРН 10.** Знати основи психології, педагогіки, а також фундаментальних і прикладних наук відповідно до спеціалізації) на рівні, необхідному для досягнення інших результатів навчання, передбачених стандартом та освітньою програмою.

**ПРН 19.** Уміти обирати і застосовувати необхідне устаткування, інструменти та методи для вирішення типових складних завдань у галузі (відповідно до спеціалізації).

**ПРН 26.** Ідентифікувати об'єкти автомобільного транспорту, їх системи, елементи, характеристики та параметри.

**ПРН 27.** Уміти пояснювати будову та функціонування об'єктів автомобільного транспорту.

**ЗК 07.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**СК 01.** Здатність застосовувати освітні теорії та методології у педагогічній діяльності.

**СК 07.** Здатність аналізувати ефективність проєктних рішень, пов'язаних з підбором, експлуатацією, удосконаленням, модернізацією технологічного обладнання та устаткування галузі/сфери відповідно до спеціалізації.

**СК 11.** Здатність використовувати у професійній діяльності основні положення, методи, принципи фундаментальних та прикладних наук.

**СК 12.** Здатність виконувати розрахунки технологічних процесів в галузі.

**СК 14.** Здатність збирати, аналізувати та інтерпретувати інформацію (дані) відповідно до спеціалізації.

**ПК 2.** Здатність до аналізу результатів розрахунків, вимірювань та спостережень в предметній галузі.

**ПК 3.** Здатність розрізняти об'єкти автомобільного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їхньої конструкції, параметрів та характеристик.

**ПК 4.** Здатність пояснювати з використанням наочності та сучасних інформаційних технологій будову та функціонування об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та окремих елементів, технологічні процеси з їх технічного обслуговування, діагностування та ремонту.

**ПК 7.** Здатність самостійно виконувати трудові процеси на виробництві згідно фаху.

**ПРН 09.** Відшуковувати, обробляти, аналізувати та оцінювати інформацію, що стосується професійної діяльності, користуватися спеціалізованим програмним забезпеченням та сучасними засобами зберігання та обробки інформації.

**ПРН 10.** Знати основи психології, педагогіки, а також фундаментальних і прикладних наук відповідно до спеціалізації) на рівні, необхідному для досягнення інших результатів навчання, передбачених стандартом та освітньою програмою.

**ПРН 19.** Уміти обирати і застосовувати необхідне устаткування, інструменти та методи для вирішення типових складних завдань у галузі (відповідно до спеціалізації).

**ПРН 26.** Ідентифікувати об'єкти автомобільного транспорту, їх системи, елементи, характеристики та параметри.

**ПРН 27.** Уміти пояснювати будову та функціонування об'єктів автомобільного транспорту, технологічні процеси з їх технічного обслуговування, діагностування та ремонту відповідно до законів природничих наук [3].

Методичні рекомендації з дисципліни "Конструкція автомобіля" розроблені відповідно до освітньої програми та навчального плану підготовки здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю А15 Професійна освіта (за спеціалізаціями). Основною метою викладання дисципліни є озброєння студентів знаннями щодо методів і засобів забезпечення належного технічного стану автомобілів, їх агрегатів, систем та механізмів, а також принципів організації технічного обслуговування та поточного ремонту транспортних засобів.

Після опанування даного курсу студент повинен: - володіти знаннями про систему організації технічного обслуговування та ремонту автомобілів, розуміти конструкцію та принципи роботи технологічного обладнання, знати нормативи технічного обслуговування та поточного ремонту; - мати практичні навички у визначенні та обґрунтуванні нормативів з техобслуговування і ремонту, організації технологічних процесів обслуговування та ремонту, виконанні регульовальних і ремонтних робіт, аналізі результатів проведених робіт, а також в ухваленні обґрунтованих професійних рішень для усунення виявлених несправностей на виробничих дільницях автотранспортних підприємств.

Попередньо студенти вивчають такі теми, як конструкції автомобілів, двигунів, особливості роботи електричного й електронного обладнання, а також основи теорії експлуатації транспортних засобів.

Матеріали для самостійного опрацювання представлені у робочій навчальній програмі. Виконання самостійної роботи контролюється протягом навчального процесу під час лабораторних занять і на підсумковому іспиті.

## **ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ПО ОРГАНІЗАЦІЇ І ПРОВЕДЕННЮ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Мета лабораторних занять полягає у закріпленні та поглибленні теоретичних знань, а також у набутті практичних навичок, пов'язаних із будовою і функціонуванням механізмів, систем та агрегатів автомобілів. Вона також охоплює організацію технічного обслуговування та виконання основних операцій, необхідних при обслуговуванні найпоширеніших марок автомобілів. Кожна лабораторна робота має чітко визначену мету, включає стислі теоретичні відомості, опис основних методів контролю і технічного обслуговування,

перелік обладнання та приладів, необхідних для її виконання, а також детальний порядок дій. Також надається структура звіту і контрольні запитання, на які студенти повинні відповісти після завершення роботи.

Для успішного виконання завдань групу студентів за потреби ділять на дві підгрупи, а кожна підгрупа може бути розподілена на команди по 3-4 особи.

### **ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБОТ**

Процес виконання кожної лабораторної роботи поділяється на чотири послідовні етапи, що тісно між собою взаємопов'язані.

1. Самостійна підготовка студентів до лабораторної роботи. На цьому етапі необхідно ознайомитися зі структурою проведення роботи, повторити відповідний теоретичний розділ і вивчити літературні джерела, які стосуються тематики завдання.

2. Вхідний контроль. Перед виконанням практичної роботи проводиться опитування окремих студентів, метою якого є перевірка підготовленості групи. Також визначаються мета, зміст роботи та порядок її виконання.

3. Виконання завдання та оформлення звіту.

4. Захист результатів роботи. Звіт по виконаній роботі має бути повністю підготовлений до наступного заняття та захищений під час нього.

Недостатній рівень самостійної підготовки, низька якість виконання завдань або порушення правил техніки безпеки можуть стати підставами для перенесення лабораторної роботи на додаткові заняття.

### **ОХОРОНА ПРАЦІ І ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ**

Для запобігання нещасним випадкам під час виконання лабораторних робіт необхідно чітко дотримуватися правил з охорони праці та пожежної безпеки у майстернях.

До виконання практичних робіт допускаються лише ті студенти, які ознайомились із зазначеними правилами та підтвердили це своїм підписом у відповідному журналі.

Під час проведення лабораторних робіт студенти зобов'язані дотримуватись таких вимог:

- акуратно ставитися до всіх матеріальних цінностей, наданих для здійснення роботи;
- підтримувати порядок і чистоту в лабораторії;
- не торкатися відкритих клем електроприладів, вимикачів, магнітних пускачів тощо; - не використовувати несправний інструмент;
- перед обертанням машин або їх окремих частин вручну переконатися у безпеці таких дій;
- уникати роботи поблизу частин машин, що обертаються, у широкому або нещільно прилягаючому одязі;
- розташовувати деталі, агрегати чи механізми так, щоб запобігти їх падінню, яке може спричинити травми; - категорично заборонено паління або використання відкритого вогню;

- у разі виникнення пожежі негайно повідомити викладача та залишити лабораторію.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

### **БУДОВА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ**

**Мета роботи:** вивчення будови автомобілів та їх класифікації за основними конструктивними, функціональними та експлуатаційними ознаками.

#### **Завдання лабораторної роботи:**

1. Ознайомитися з класифікацією автомобілів за призначенням, конструктивними та експлуатаційними ознаками.
2. Вивчити загальну будову легкового та вантажного автомобіля.
3. Проаналізувати призначення та взаємодію основних систем і механізмів автомобіля.
4. Оформити результати дослідження в вигляді звіту та відповіді на контрольні запитання.

#### **Лабораторне обладнання:**

1. плакати з конструкції легкових автомобілів: сучасні моделі Toyota Corolla, Ford Focus, Volkswagen Golf, Hyundai Elantra, Renault Logan, Dacia Duster, а також приклади вітчизняних ТОВ «Богдан-2727», ТОВ «Електрон»;
2. мультимедійні матеріали (презентації, відеофрагменти) з конструкції легкових автомобілів СП АвтоЗАЗ-Деу (ЗАЗ-1102, Т-100, J-100, V-100), ВАЗ-2105, ВАЗ-2108/2109, ВАЗ-2121, УАЗ-3151/3160, ГАЗ-3102, Москвич-2141; плакати й схеми вантажних автомобілів: ГАЗ-3307, ГАЗ-66, ЗІЛ-4331/4314/131, КамАЗ-5320/5511/55102, МАЗ-5335/5551, КрАЗ-6510/260, а також сучасних вантажних моделей Mercedes-Benz Actros, MAN TGX, Volvo FH, Scania R-series;
3. розрізні агрегати та макети базових автомобілів;
4. нормативна та довідкова література.

#### **1. Ознайомитися з класифікацією автомобілів за призначенням, конструктивними та експлуатаційними ознаками.**

Рухомий склад автомобільного транспорту включає автомобілі, автопоїзди, причепа та напівпричепа, призначені для перевезення вантажів, пасажирів або виконання спеціальних робіт. Класифікація рухомого складу за призначенням та прохідністю наведена на рисунку 1.1 [2].

##### ***1. За призначенням.***

1. Рухомий склад загального призначення – для різноманітних транспортних перевезень.
2. Спеціалізований рухомий склад – для перевезення певних видів вантажів або пасажирів.
3. Спеціальний рухомий склад – для виконання нетранспортних робіт.  
Пасажирський рухомий склад.
  - Легкові автомобілі – для індивідуального перевезення пасажирів (2–8 осіб).
    - Загального призначення: закриті та відкриті кузови.
    - Спеціалізовані: таксі, автомобілі швидкої допомоги.
    - Спеціальні: лабораторні, дослідницькі, міліційні автомобілі.
  - Автобуси – для масового перевезення пасажирів.

- Загального призначення: міські, приміські, міжміські.
- Спеціалізовані: санітарні, туристичні, шкільні.
- Спеціальні: кінолабораторії, санітарно-ветеринарні, пересувні станції.

Вантажний рухомий склад.

- Вантажні автомобілі:
  - Загального призначення – для перевезення всіх видів вантажів, крім рідких без тари.
  - Спеціалізовані – для певних вантажів (самоскиди, цистерни, фургони, рефрижератори).
  - Спеціальні – для нетранспортних робіт (автомайстерні, крани, бетонозмішувачі, комунальні та пожежні автомобілі).
- Автопоїзди – підвищують продуктивність і знижують собівартість перевезень.
  - Причіпні: вантажний автомобіль + причепа.
  - Сідельні: тягач + напівпричіп.
  - Розпуски: вантажний автомобіль + причеп-розпуск для довгомірних вантажів.
- Причіпний склад – включає причепа та напівпричепа.
- Вантажні або легкові, одновісні, двох- або багатовісні.
- Можуть мати активний привод (ведучі колеса) або без приводу.

## **2. За прохідністю**

Прохідність визначає здатність рухатися по дорогах різної якості та поза ними, з індексацією колісної формули (загальна кількість коліс × ведучі колеса).

1. Обмеженої прохідності – для твердих та сухих ґрунтових доріг (4×2).
2. Підвищеної прохідності – для сільської місцевості, ґрунтових та твердих доріг (4×4, 6×4).
3. Високої прохідності – для силових структур, здатні долати рови, ями та перешкоди (6×6, 8×8).

Міжнародна класифікація рухомого складу відповідає стандартам ЄЕК ООН та Конвенції про дорожній рух (Відень, 1968 р., поправки 1971 р.).



Рисунок 1.1 - Класифікація типів рухомого складу автомобільного транспорту за призначенням і прохідністю

### Загальні відомості про кузови автомобілів [2].

Кузов автомобіля призначений для розміщення водія, пасажирів, вантажів та спеціального обладнання. Кузови класифікують за призначенням та конструкцією.

#### 1. За призначенням

- Пасажирські кузови – легкові автомобілі, автобуси, вантажопасажирські автомобілі.
- Вантажні кузови – платформи, цистерни, фургони, самоскиди.
- Кузови спеціального призначення – санітарні, пожежні, лабораторні та інші.

#### 2. За конструкцією

- Безкаркасні – кузов сприймає всі навантаження автомобіля.
- Напівкаркасні – кузов жорстко встановлений на рамі та сприймає частину навантажень.
- Розвантажувані – кузов сприймає лише вагу вантажу, всі інші сили гасяться пружними елементами (подушки, гумові прокладки).

#### Особливості легкових автомобілів:

- Більшість масових легкових автомобілів має несучий безкаркасний кузов, що знижує центр тяжкості, висоту і металоємність конструкції.
- Кузов складається з підстави (пола), боковин, передніх та задніх крил, даху і дверей.
- Основні несучі елементи – стійкі боковини, пороги підлоги, поперечини. Панелі з'єднують зваркою, заклепками або гвинтами.

- Каркасні кузова мають металевий каркас, до якого прикріплені панелі.
- Напівкаркасні – частковий каркас із стійок, дуг, підсилювачів, поєднаних панелями.
- Каркасні конструкції зазвичай застосовують на автобусах для підвищення жорсткості та зниження металоємності.

### 3. Форми кузовів легкових автомобілів (рис.1.2).

- Седан – закритий 4-дверний кузов з двома рядами сидінь (ВАЗ-2101–2107, ГАЗ-3110).
- Лімузин – подовжений 4-дверний кузов з перегородкою між водієм і пасажирами (Mercedes-Benz W220 Pullman, ЗІЛ-41047).
- Лондо-лімузин – лімузин із м'яким складним тентом.
- Купе – закритий 2-дверний кузов для 2–4 осіб із відокремленим багажником (BMW 6, Porsche 959).
- Фаетон/Торпедо – відкритий кузов із м'яким верхом, 2–3 ряди сидінь (УАЗ 469).
- Універсал – двохоб'ємний кузов з задніми дверима, що піднімаються, для вантажо-пасажирських перевезень (ВАЗ-2104, Audi 100 Avant).
- Пікап – вантажопасажирський кузов з відкритою платформою та двомісною кабіною (Ford F-150, Mitsubishi L200).
- Хетчбек – проміжний між седаном та універсалом, задні двері під кутом, скорочений задній звис (Toyota Prius, Hyundai i30).



Рис. 1.2. Типи кузовів легкових автомобілів.

#### 4. Кабіни вантажних автомобілів (рис.1.3).

- Кабіна забезпечує комфорт водія, огляд дороги та доступ до приладів.
- Виготовляють дво- або тримісними, іноді зі спальним місцем.
- Типи розташування на рамі:
  - Капотні – двигун перед кабіною (ЗІЛ-4331, ГАЗ-3307).
  - Передні (безкапотні) – кабіна над двигуном, перекидається для обслуговування (МАЗ-6422, КамАЗ-4310).
- Кабіни зварені зі зібраних панелей та каркасу, двері кріпляться на петлях, задні опори мають пружинну підвіску для зменшення навантаження на кабіну.

#### 5. Вантажні кузови

- Універсальні кузови – дерев'яні або металеві платформи для різноманітних вантажів.
  - Дерев'яна платформа: основа, настил, передній нерухомий і три відкидні борти.
  - Металева платформа (КамАЗ): каркас із профільної сталі, 6 бортів, вузли для тенту.
- Спеціальні кузови – цистерни, фургони, самоскиди тощо.



Рис.1.3. Типи кузовів вантажних автомобілів.

## 2. Вивчити загальну будову легкового та вантажного автомобіля.

При опрацюванні наданого матеріалу важливо ознайомитися з розповсюдженими моделями транспортних засобів і опрацювати надану систему позначень автомобільного рухомого складу, що широко застосовується.

Основні задані параметри транспортного засобу містять інформацію, яка формується у вигляді його технічної характеристики.

Варто засередити увагу на технічні висловлювання, специфічні для автомобілебудування, які використовуються для опису транспортних засобів, навантаження на вісь та інші.

У межах лабораторної роботи аналіз всієї будови транспортного засобу не здійснює ретельний аналізу роботи окремих агрегатів або вузлів (рис. 1.4). Натомість акцент робиться на розумінні взаємозв'язків між складовими частинами автомобіля, який функціонує як цілісна конструктивна й функціональна система. Особлива увага приділяється функціональній схемі автомобіля, де окремі вузли можуть виконувати важливі призначення. Наприклад, несуча рама транспортного засобу водночас слугує і частиною ходової системи.

Під час лабораторної роботи також варто врахувати різницю в принципах роботи двигунів з вимушеним запаленням (різних типів інжекторних а також карбюраторних та) та працюючих від тиску (дизеля). Потрібно детально розглянути методи зовнішнього та внутрішнього утворення горючих сумішей у циліндрах двигунів, а також способи збільшення потужності двигуна. Серед таких методів можна виділити наддування та застосування головок блоку з чотирма клапанами на кожен циліндр [1].

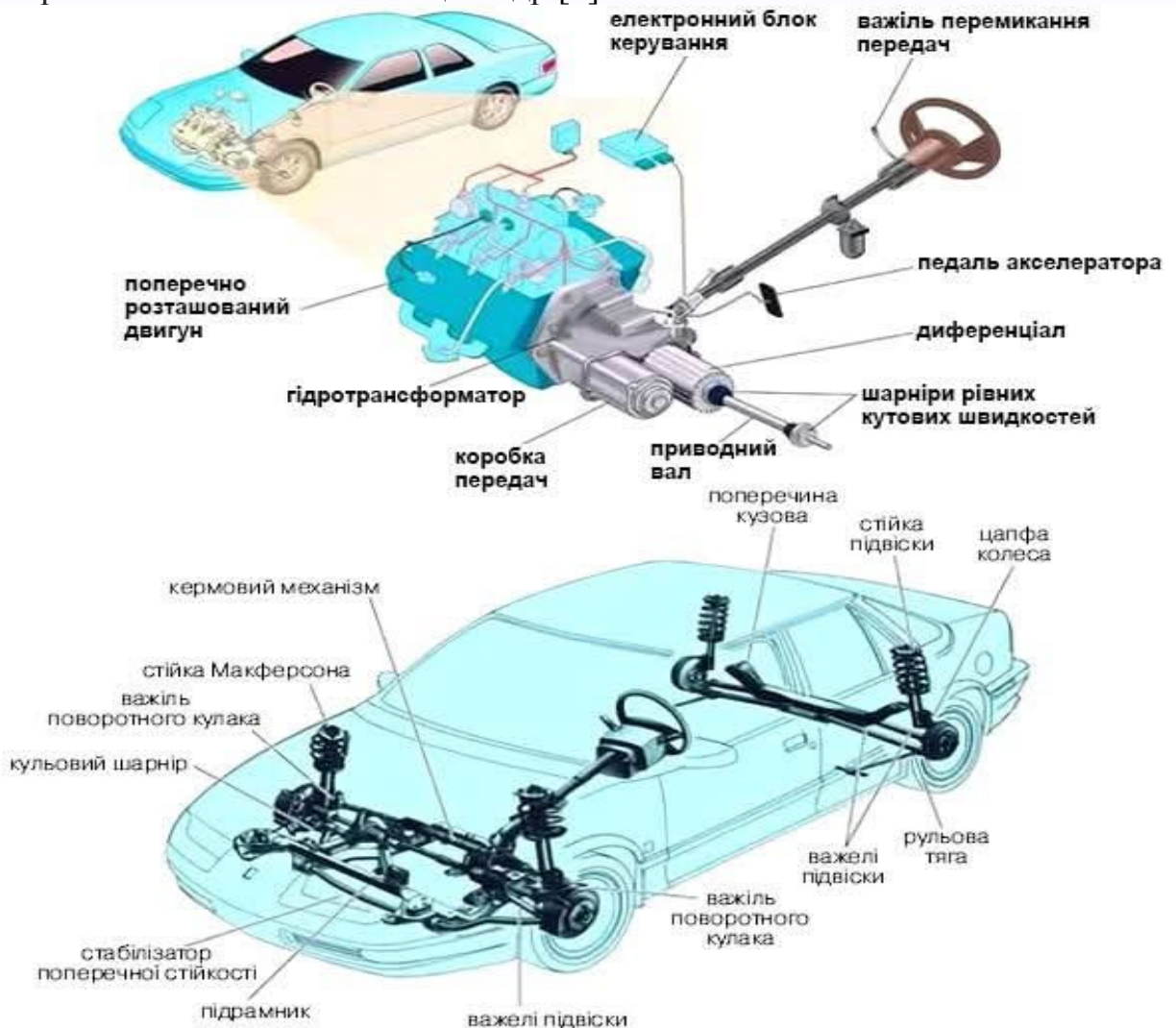


Рис. 1.4. Функціональна схема легкового автомобіля.

На схемі (рис.1.5) представлений вантажний автомобіль із піднятим капотом і його основними елементами. Зображення умовно поділене на два рівні: верхній показує повний автомобіль із кузовом, нижній – шасі з видимими агрегатами та підвіскою.



Рис. 1.5. Загальна будова вантажного автомобіля

**Основні елементи автомобіля:**

1. Кабіна – місце водія, з обладнанням для керування.
2. Двигун (Двигун, Радіатор, Вихлопна труба, Акумуляторна батарея) – силова установка, забезпечує рух.
3. Рама – основна несуча конструкція, на яку встановлені всі агрегати та кузов.
4. Паливний бак – зберігає паливо для двигуна.
5. Вантажний кузов – платформа для перевезення вантажів, з бортиками та можливістю кріплення тенту.
6. Колеса та підвіска (Пружини/ресори) – забезпечують зчеплення з дорогою та амортизацію.
7. Запасне колесо – додаткове колесо для заміни при проколі або пошкодженні.
8. Карданна передача та гальмівний пневмоциліндр – передають потужність на ведучі колеса та забезпечують гальмування.
9. Пневматичний балон – частина гальмівної системи, накопичує стиснене повітря для роботи гальм.

**Особливості зображення:**

- Верхній рівень показує повний автомобіль із піднятим капотом, що дозволяє побачити розташування двигуна та радіатора.

- Нижній рівень демонструє шасі та підвіску, карданну передачу, паливний бак, акумулятор і рессори без кузова.

### **3. Проаналізувати призначення та взаємодію основних систем і механізмів автомобіля.**

#### **1. Двигун.**

Призначення: генерація механічної енергії для руху автомобіля.

Взаємодія:

- Передає крутний момент через трансмісію на колеса.
- Співпрацює з паливною системою (забезпечення сумішшю палива і повітря) та системою охолодження (для підтримання оптимальної температури).
- Пов'язаний із вихлопною системою, що відводить продукти згоряння.

#### **2. Трансмісія.**

Призначення: передача крутного моменту від двигуна до коліс із можливістю зміни швидкості та крутного моменту.

Складові: коробка передач, карданна передача, редуктори, диференціали.

Взаємодія: отримує обертальний момент від двигуна і адаптує його для різних умов руху, передаючи на ведучі колеса.

#### **3. Рама та шасі.**

Призначення: несуча конструкція автомобіля, на яку встановлені всі агрегати і кузов.

Взаємодія:

- Підтримує кузов, двигун, трансмісію та підвіску.
- Разом з підвіскою поглинає навантаження та удари від дороги.

#### **4. Підвіска.**

Призначення: забезпечує плавність руху та контакт коліс із дорогою.

Взаємодія:

- З'єднує колеса з рамою.
- Поглинає удари від нерівностей дороги, зменшуючи навантаження на кузов і водія.
- Співпрацює з гальмівною системою для стабільності при гальмуванні.

#### **5. Гальмівна система**

Призначення: зменшення швидкості або повна зупинка автомобіля.

Взаємодія:

- Впливає на колеса через гальмівні механізми (дискові або барабанні).
- Зв'язана з підвіскою та шинами для стабільності.
- В сучасних автомобілях інтегрована з електронними системами стабілізації (ESP, ABS).

#### **6. Кермовий механізм**

Призначення: забезпечує зміну напрямку руху автомобіля.

Взаємодія:

- Передає рух від керма на передні колеса.

- Взаємодіє з підвіскою та шинами для точного керування та стійкості.

#### 7. Паливна система

Призначення: постачання двигуна паливом у необхідному обсязі та тиску.

Взаємодія:

- Співпрацює з двигуном і системою подачі повітря для утворення оптимальної суміші.
- Забезпечує безперебійну роботу силової установки.

#### 8. Охолоджувальна система

Призначення: підтримка оптимальної температури двигуна.

Взаємодія:

- Приймає тепло від двигуна.
- Відводить його через радіатор, вентилятори та рідину.
- Запобігає перегріванню та втраті потужності двигуна.

#### 9. Електрична система

Призначення: живлення приладів, освітлення, електроніки та запуску двигуна.

Взаємодія:

- Включає акумулятор, генератор, стартер, системи запалювання.
- Підтримує роботу двигуна, сигналізацій, освітлення та електроприводів.

Усі системи автомобіля працюють взаємопов'язано: двигун створює енергію → трансмісія передає її на колеса → підвіска і шасі забезпечують комфорт і стабільність → гальма і кермовий механізм керують рухом → електрика і паливо підтримують роботу агрегатів. Така інтегрована робота забезпечує безпечний, комфортний і ефективний рух транспортного засобу.

### **4.Оформити результати дослідження в вигляді звіту та відповіді на контрольні запитання.**

#### **Структура звіту**

##### **1. Титульна сторінка**

- Назва роботи
- Виконавець, група
- Дата виконання

##### **2. Мета та завдання дослідження**

##### **3. Класифікація рухомого складу автомобільного транспорту у вигляді таблиці.**

<b>Категорія рухомого складу</b>	<b>Тип</b>	<b>Призначення</b>	<b>Приклади/характеристики</b>
Рухомий склад загального призначення			
Спеціалізований рухомий склад			
Пасажирський рухомий склад			
Вантажний			

рухомий склад			
Прохідність			

#### 4. Відомості про кузови автомобілів, у вигляді таблиці.

Категорія	Тип / Підкатегорія	Призначення / Опис	Приклади / Характеристики
За призначенням			
За конструкцією			
Форми кузовів легкових автомобілів			
Кабіни вантажних автомобілів			
Вантажні кузови			

#### 5. Аналіз основних систем та механізмів, у вигляді таблиці.

СИСТЕМА	ПРИЗНАЧЕННЯ	ВЗАЄМОДІЯ
Двигун		
Трансмісія		
Рама та шасі		
Підвіска		
Гальмівна система		
Кермовий механізм		
Паливна система		
Охолоджувальна система		
Електрична система		

#### 4. Висновки

- Короткі узагальнення по результатах дослідження.
- Пояснення, чому взаємодія систем важлива для безпечної та ефективної роботи автомобіля.

#### 5. Контрольні запитання та відповіді

- Питання та розгорнуті відповіді, які перевіряють засвоєння матеріалу.

1. Яке основне призначення двигуна автомобіля?
2. Як трансмісія передає крутний момент від двигуна до коліс?
3. Для чого потрібна рама та шасі автомобіля?
4. Які функції виконує підвіска вантажного автомобіля?
5. Як взаємодіють гальмівна система та підвіска під час гальмування?
6. Яке призначення кермового механізму та як він пов'язаний з підвіскою?
7. Що входить до складу паливної системи та яку роль вона виконує?
8. Чому охолоджувальна система важлива для роботи двигуна?
9. Які елементи включає електрична система автомобіля і для чого вони потрібні?

10. Чим відрізняються універсальні та спеціальні кузови вантажних автомобілів і яке їх призначення?

#### **Список рекомендованої літератури**

1. Панченко А. І., Волошина А. А., Болтянський О. В., Мілаєва І. І., Панченко І. А., Волошин А. А. Будова автомобіля: навч. посіб. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.
2. Сасов О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Автомобілі» Частина 1. Будова автомобіля для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Кам'янське, ДДТУ, 2023 р.150 с.
3. Слюсаров О.С., Коваленко І.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автомобілі. Основи конструкції» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальності «Колісні та гусеничні транспортні засоби». Частина 2. Шасі.Запоріжжя: ЗНТУ, 2014.86 с.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2**

### **ПРИНЦИП БУДОВИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ (ДВЗ)**

**Мета роботи:** ознайомитися з принципом будови та дії бензинових і дизельних двигунів внутрішнього згоряння, вивчити їх конструктивні особливості, робочі процеси та основні техніко-експлуатаційні характеристики, а також сформуванати вміння аналізувати ефективність їх роботи.

#### **Завдання до лабораторної роботи полягає:**

1. Ознайомитися з будовою бензинового та дизельного двигунів внутрішнього згоряння.
2. Визначити призначення основних механізмів і систем двигуна (кривошипно-шатунного механізму, газорозподільного механізму, систем живлення, змащування, охолодження, запалювання — для бензинового двигуна).
3. Розглянути робочий цикл двотактного бензинового двигуна.
4. Порівняти конструктивні особливості бензинового та дизельного двигунів (спосіб утворення та запалювання паливної суміші, ступінь стиску, економічність, екологічність).
5. Визначити основні технічні характеристики двигуна: потужність, крутний момент, частоту обертання колінчастого вала, питому витрату палива.
6. Зробити висновки щодо ефективності застосування різних типів ДВЗ залежно від умов експлуатації.

#### **Лабораторне обладнання:**

1. Навчальні стенди та макети бензинового та дизельного двигунів внутрішнього згоряння.
2. Розрізні моделі двигунів (з демонстрацією кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів).
3. Плакати та схеми будови ДВЗ.
4. Комплект деталей КШМ і ГРМ (поршень, шатун, колінчастий вал, клапани тощо).
5. Вимірювальні прилади (тахометр, манометр, індикатор годинникового типу — за наявності стенда).
6. Технічна документація (паспорт двигуна, таблиці технічних характеристик).
7. Мультимедійні матеріали (презентація, відеофрагменти роботи двигуна).

- 1. Ознайомитися з будовою бензинового та дизельного двигунів внутрішнього згоряння (рис.2.1).**

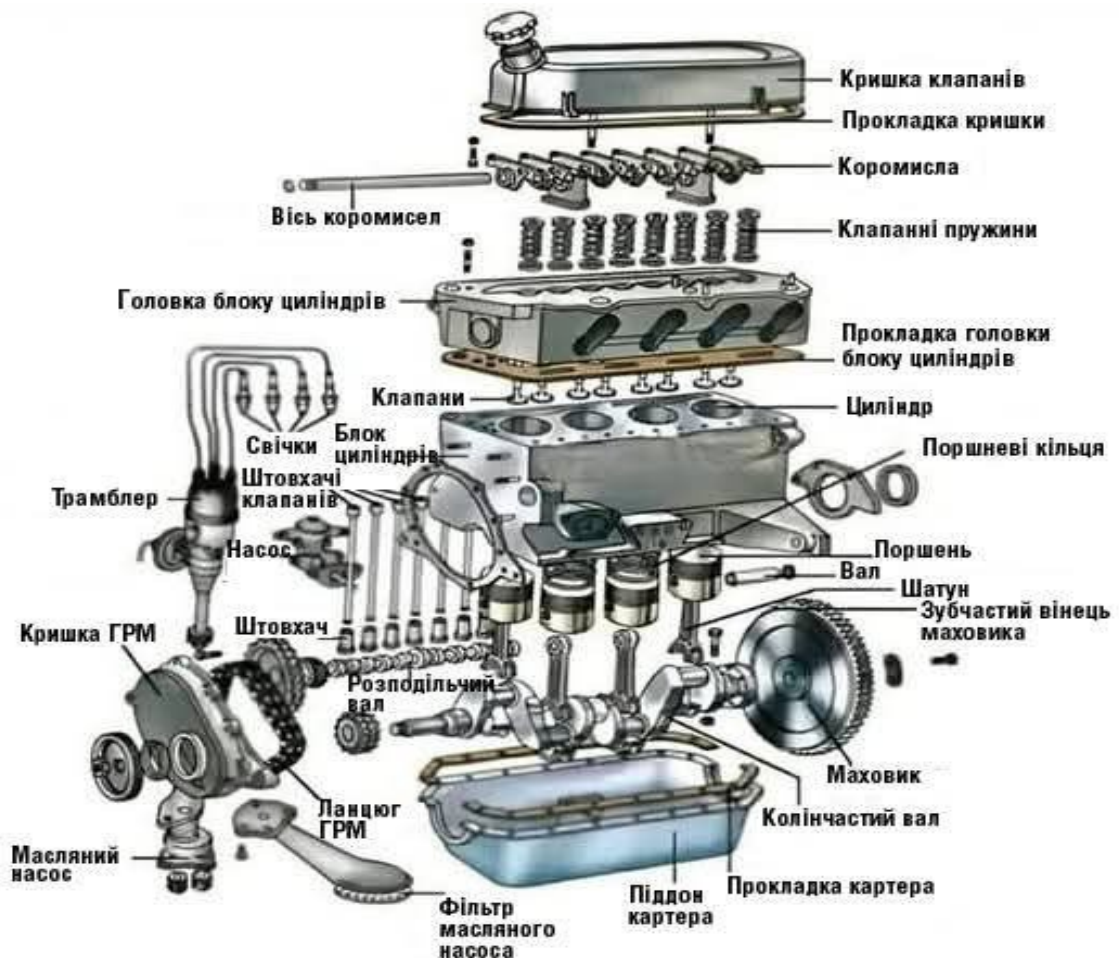


Рис.2.1. Будова двигуна внутрішнього згорання.

Принцип дії бензинового двигуна базується на чотиритактному циклі: впуск, стиснення, робочий хід і випуск. У цьому процесі паливно-повітряна суміш спочатку засмоктується в циліндр, проходить етап стиснення, запалюється свічкою, внаслідок чого відбувається вибух. Енергія вибуху штовхає поршень вниз, а відпрацьовані гази видаляються з циліндра. У результаті тепла енергія згорання перетворюється на механічну роботу, яка змушує обертатися колінчастий вал.

#### Основні етапи роботи бензинового чотиритактного двигуна:

1. **Впуск:** Поршень опускається, впускний клапан відкривається, і в циліндр засмоктується паливно-повітряна суміш.
2. **Стиснення:** Клапани зачиняються, поршень рухається вгору, стискаючи суміш, що підвищує її температуру та тиск. Поршень піднімається вгору, стискаючи повітря. У результаті тиск і температура підвищуються до 700-800 °C
3. **Робочий хід:** Свічка запалювання створює іскру, яка ініціює займання суміші. Вибух під тиском штовхає поршень вниз, виробляючи механічну роботу
4. **Випуск:** Поршень підіймається вгору, відкривається випускний клапан, і відпрацьовані гази виходять із циліндра. Цикл повторюється

безперервно, забезпечуючи постійне обертання колінчастого вала, а через трансмісію передається крутний момент до коліс автомобіля. **Принцип роботи дизельного двигуна відрізняється головним чином тим, що паливо займається самостійно внаслідок високої температури повітря, стиснутого в циліндрі.**

У дизельному двигуні чотиритактний процес подібний до бензинового, але має свої особливості. Чотири такти роботи дизельного двигуна

**Впуск:** Поршень рухається вниз, впускний клапан відкривається, і до циліндра надходить тільки свіже повітря (без палива)

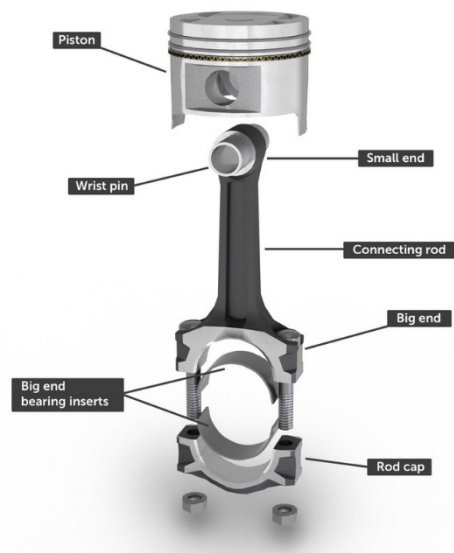
1. **Стиснення:** Поршень піднімається вгору, стискаючи повітря. У результаті тиск і температура підвищуються до 700-800 °С.

2. **Робочий хід (Розширення):** Поблизу верхньої мертвої точки форсунка впорскує під високим тиском дизельне паливо. В умовах гарячого середовища паливо миттєво запалюється, утворюючи газу, що розширюючись, змушують поршень опускатися й виконувати роботу.

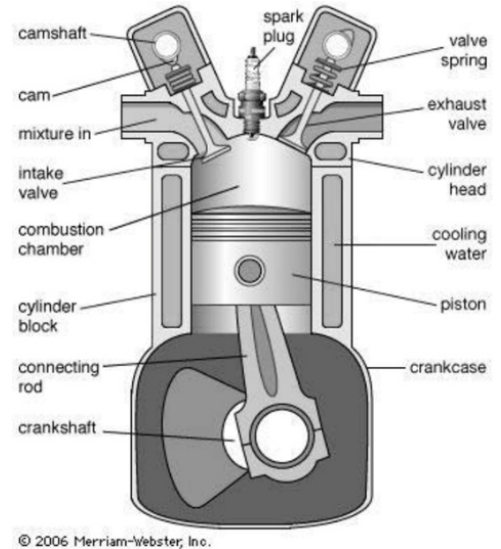
3. **Випуск:** Поршень знову підіймається, відкривається випускний клапан, і відпрацьовані газу видаляються з циліндра. Функціонування дизельного двигуна забезпечується точним налаштуванням паливної системи високого тиску, форсунками та системою впуску повітря. У сучасних двигунах часто використовується турбокомпресор для збільшення потужності та ефективності.

2. Визначити призначення основних механізмів і систем двигуна (кривошипно-шатунного механізму, газорозподільного механізму, систем живлення, змащування, охолодження, запалювання — для бензинового двигуна).

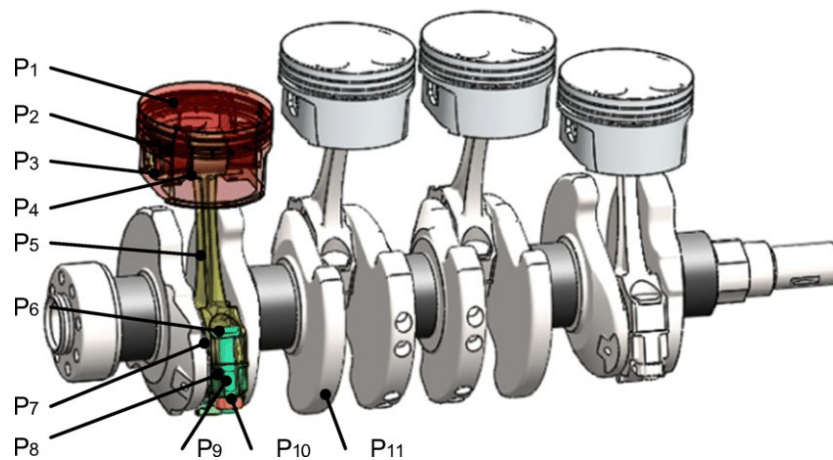
### Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) (рис. 2.2)



а)



б)



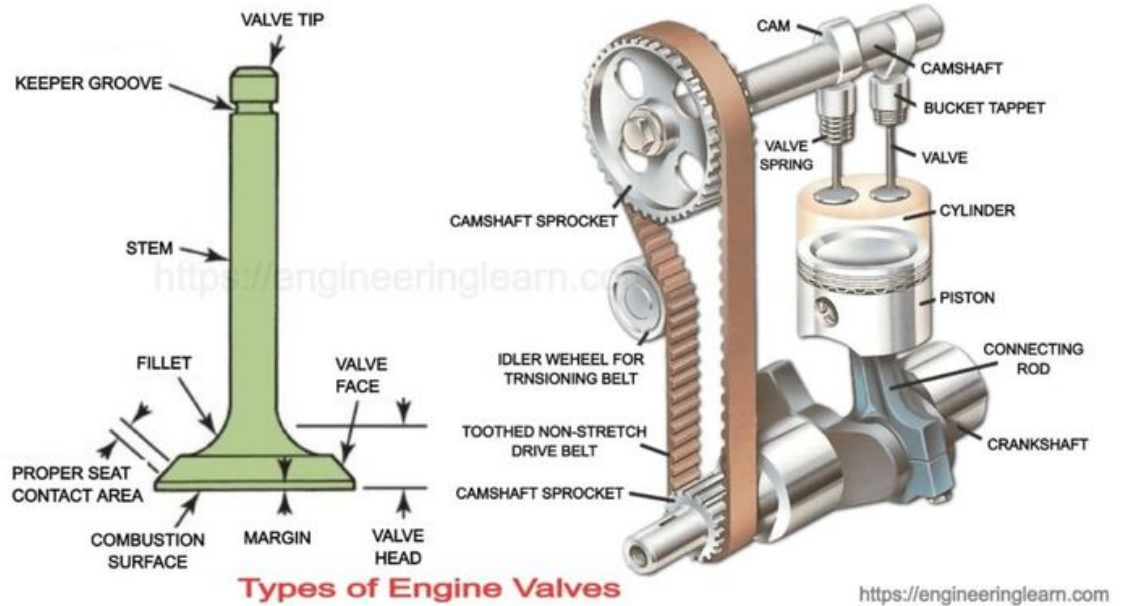
в)

Рис. 2.2. Кривошипно-шатунний механізм (КШМ):

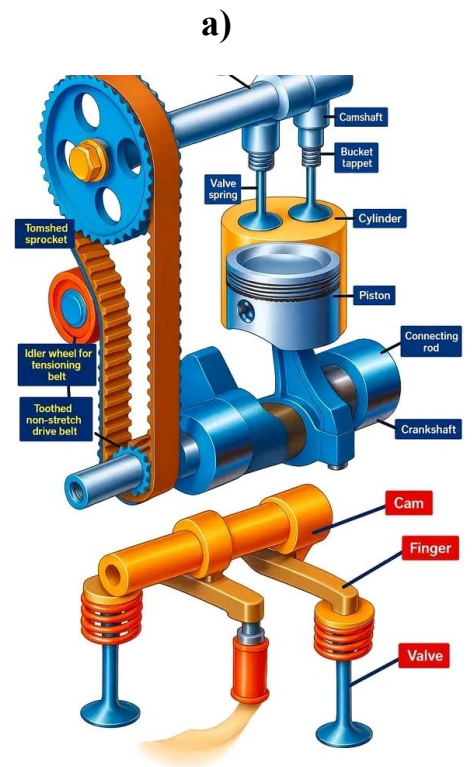
а) поршнева група; б) зворотно-поступальний рух поршня; в) будова колінчастого валу.

Призначення: перетворює зворотно-поступальний рух поршня на обертальний рух колінчастого валу та передає рушійний момент на трансмісію. Основні елементи: поршень, поршневі кільця, шатун, колінчастий вал, маховик, циліндр.

## Газорозподільний механізм (ГРМ) (рис.2.3)



б)



в)

Рис. 2.3. Газорозподільний механізм (ГРМ):

а) будова та принцип дії клапанів; б) заміна ременя ГРМ; в) робота коромисла в системі ГРМ.

Призначення: забезпечує своєчасне відкриття і закриття впускних та випускних клапанів відповідно до тактів роботи двигуна.

Основні елементи: розподільний вал, клапани, пружини клапанів, коромисла (або штовхачі), ремінь або ланцюг приводу ГРМ.

### Система живлення (рис.2.4)

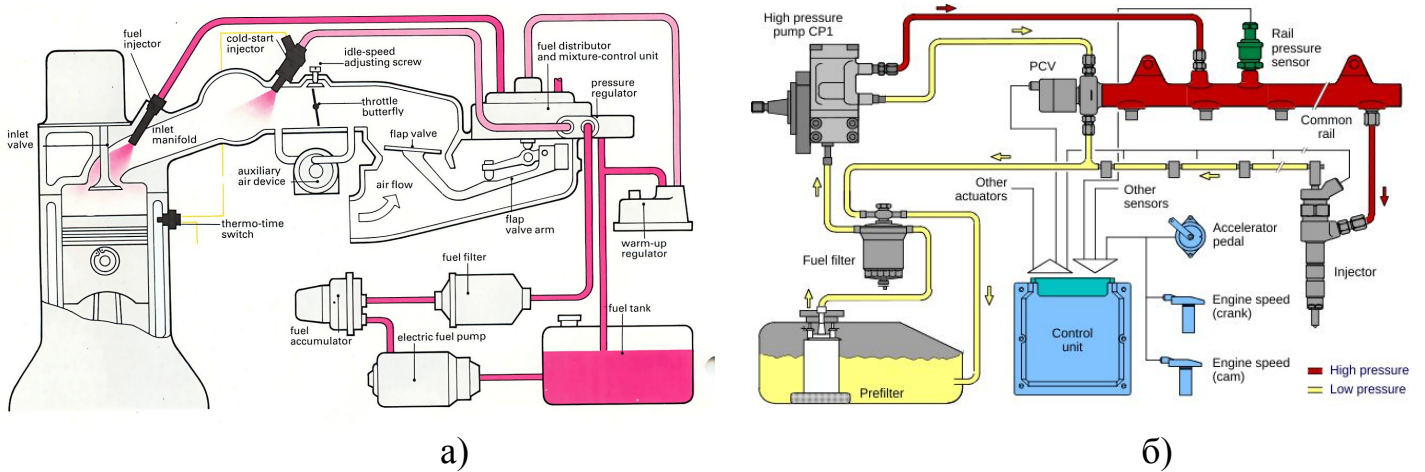


Рис. 2.4. Схема системи живлення двигуна:  
 а) схема системи живлення бензинового двигуна;  
 б) схема системи живлення дизельного двигуна.

Призначення: забезпечує подачу палива та приготування паливоповітряної суміші (у бензинових двигунах) або подачу та впорскування палива під високим тиском (у дизельних двигунах).

Особливості: у бензиновому двигуні — карбюратор або інжектор, у дизельному двигуні — паливний насос високого тиску (ТНВД) та форсунки.

### Система змащування (рис.2.5)

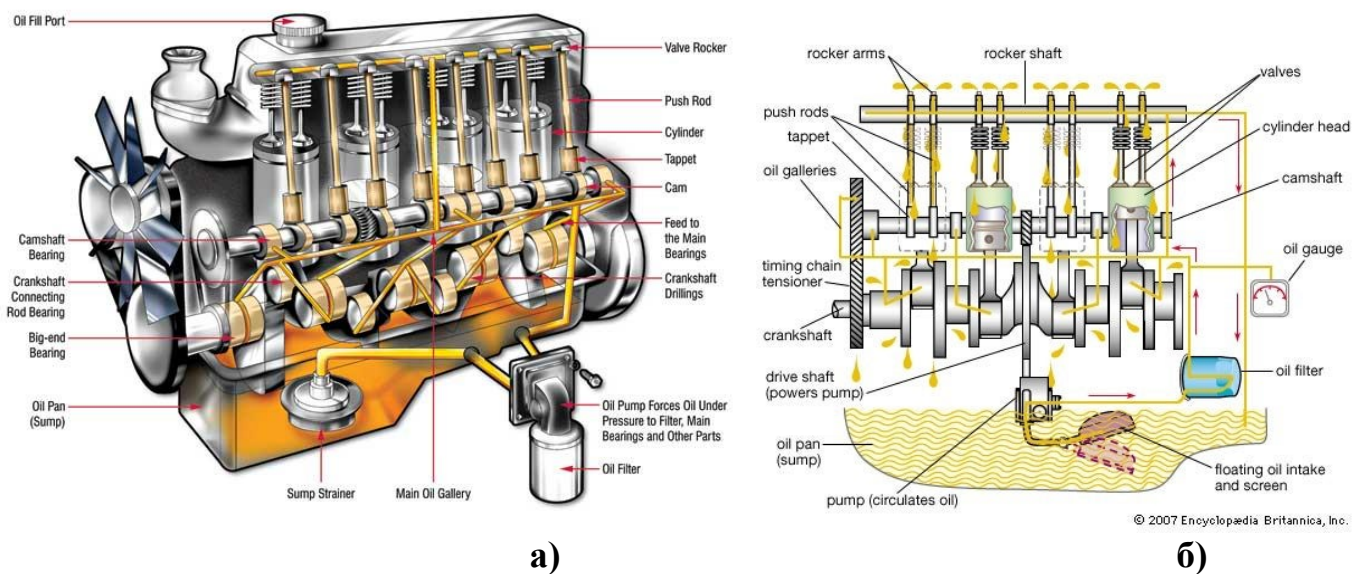


Рис. 2.5. Система змащування двигуна:  
 а) будова системи змащування двигуна;

б) схема потоків мастила змащування двигуна.

Призначення: зменшує тертя між деталями, що рухаються, відводить тепло та захищає деталі від зношування і корозії.

Основні елементи: масляний насос, масляний фільтр, піддон картера, масляні канали.

### Система охолодження (рис.2.6)

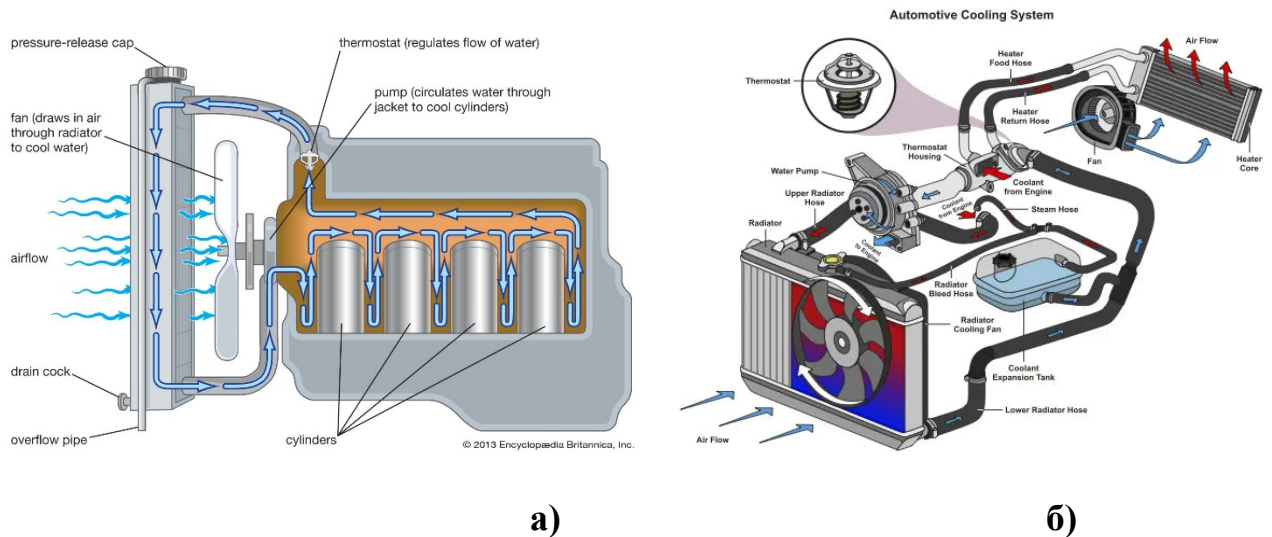


Рис.2.6. Система охолодження двигуна:

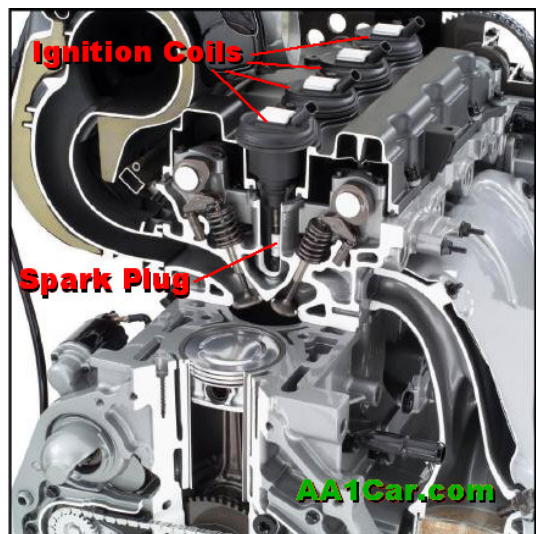
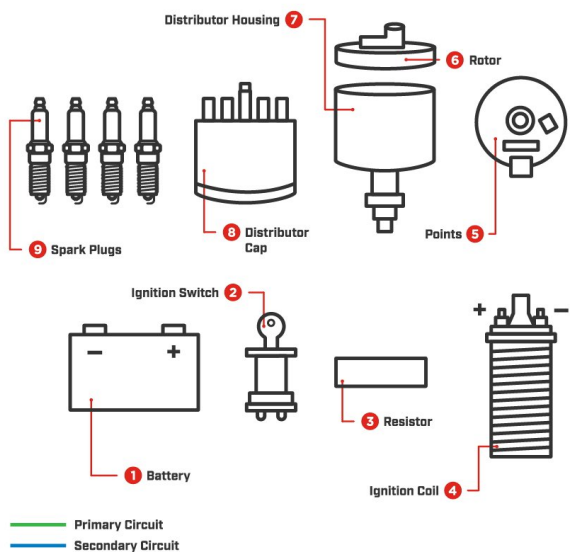
а) рух охолоджувальних повітря та рідини;

б) схема будови та основних елементів системи охолодження.

Призначення: підтримує оптимальний температурний режим роботи двигуна та запобігає його перегріванню.

Основні елементи: радіатор, водяний насос (помпа), термостат, вентилятор, охолоджувальна рідина.

### Система запалювання бензинового двигуна (рис.2.7)



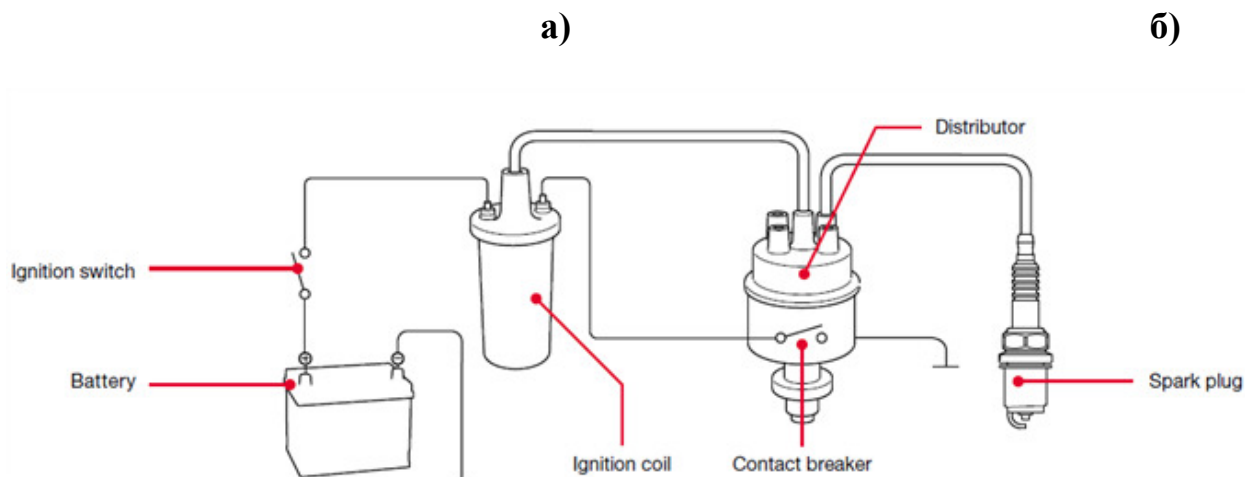


Рис.2.7. Система запалювання бензинового двигуна:

- а) основні елементи системи запалювання;
- б) розташування свічок запалювання та розподільника в двигуні;
- в) схема з'єднання елементів системи запалювання двигуна.

Призначення: створює електричну іскру для запалювання паливоповітряної суміші в циліндрі бензинового двигуна.

Основні елементи: акумуляторна батарея, котушка запалювання, свічки запалювання, розподільник (у класичних системах).

### 3. Розглянути робочий цикл двотактного бензинового двигуна.

**Двотактний, двигун** - внутрішнього згоряння працює за принципом завершення робочого процесу за один оберт колінчастого вала (два такти поршня).

Основні етапи стиснення і робочого ходу подібні до процесів у чотиритактних двигунах. Проте фази очищення та наповнення циліндра поєднані та відбуваються синхронно за короткий період, коли поршень перебуває біля нижньої мертвої точки. Цей процес називається продувкою, коли свіжа горюча суміш заповнює циліндр [6].

Робочий цикл двотактного двигуна завершується за один оберт колінчастого вала, що забезпечує зняття потужності в 1,5-1,7 разів більше за той самий робочий об'єм і тих же обертів порівняно з чотиритактним двигуном (рис 2.8).

Це особливо вигідно при створенні низькооборотних двигунів для середніх і важких суден, оскільки дозволяє безпосередньо поєднувати двигун із гребним валом, який обертає гвинт зі змінним кроком.

Однак така конструкція має і свої недоліки: через інтенсивний тепловий режим деталі двигуна зазнають значного навантаження. У високотужних двигунах це може вимагати додаткового охолодження поршнів. Утім, завдяки меншій кількості рухів поршня під час кожного циклу, втрати енергії на тертя зменшуються [7].

Одна з головних складнощів двотактних двигунів полягає в необхідності досягнення балансу між якісним продуванням та мінімізацією втрат свіжої паливної суміші. На відміну від чотиритактних двигунів, у яких між циклами впуску та випуску поршень перебуває у верхній мертвій точці, практично повністю витісняючи відпрацьовані гази, у двотактних двигунах продувка здійснюється через весь об'єм циліндра за дуже короткий проміжок часу.

Через це уникнути змішування свіжого заряду з вихлопними газами неможливо. Особливо ця проблема є актуальною для карбюраторних двигунів, оскільки в процесі продувки в циліндр надходить уже готова паливоповітряна суміш. У цілому двотактні двигуни споживають приблизно в 1,5-2 рази більше повітря, що може потребувати встановлення складніших фільтрів.

Крім того, на відміну від чотиритактних двигунів, використання турбонаддува в двотактних конструкціях має свої особливості: енергія повітря, яка надходить із турбокомпресора, не передається на колінчастий вал, але водночас вихлопні гази під час випуску не створюють додаткового протитиску на поршень. Загалом двотактний двигун може бути як досить простим (за умови використання кривошипно-камерного продування), так і складнішим за чотиритактний, залежно від конструктивних та технологічних особливостей [8].

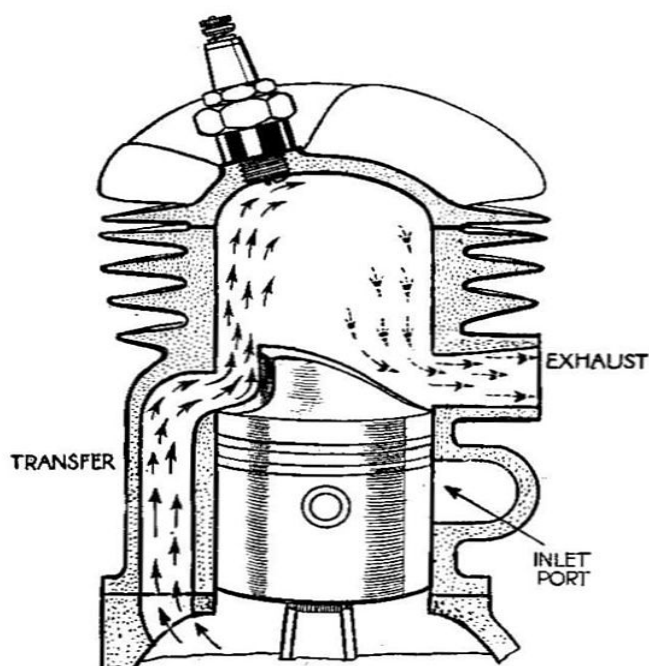


Рис 2.8. Робочий цикл двотактного двигуна.

У двигуні із зустрічним рухом поршнів продування здійснюється вздовж осі циліндра, але випуск відбувається не через клапан, а через вікна, які перекриваються другим поршнем (рис.2.9).

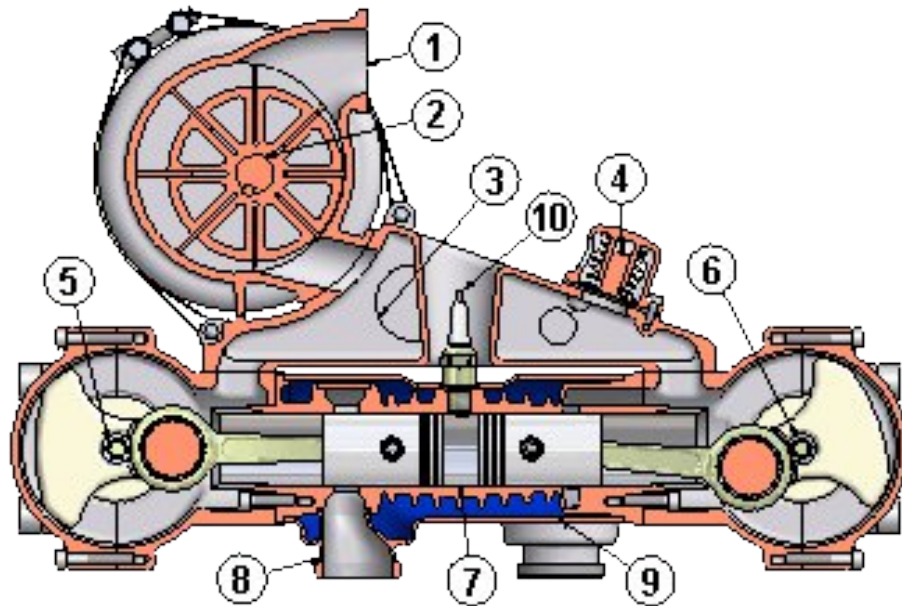


Рис 2.9. Будова двигуна із зустрічним рухом поршнів:

1 - впускний патрубок; 2 - нагнітач; 3 - повітропровід; 4 - запобіжний клапан; 5 - випускний КШМ; 6 - впускний КШМ (запізнюється на  $\sim 20^\circ$  від випускного); 7 - циліндр зі впускними і випускними вікнами; 8 - випуск; 9 - сорочка водяного охолодження; 10-форсунка

Більш раннє відкриття та закриття випускних вікон у такій конструкції досягається завдяки повороту кривошипа цього поршня на  $15-22^\circ$  щодо кривошипа протилежного поршня.

Привод поршнів може організовуватися або через один колінвал, при цьому один або обидва поршні з'єднуються з ним за допомогою штанг, або через два синхронно обертові вали. У другому випадку відбір потужності можливий як з одного вала, так і з обох одночасно.

#### **4. Порівняти конструктивні особливості бензинового та дизельного двигунів (спосіб утворення та запалювання паливної суміші, ступінь стиску, економічність, екологічність).**

##### **Робочі такти двигуна.**

Робочий цикл являє собою сукупність процесів, які періодично повторюються в циліндрах двигуна, забезпечуючи його безперервне функціонування. Процес, що здійснюється в циліндрі двигуна за один хід поршня, називається тактом.

Якщо повний робочий цикл у кожному циліндрі двигуна проходить за чотири ходи поршня (тобто за два повні оберти колінчастого вала), то такий двигун класифікують як чотиритактний. У той час як двигун, де повний робочий цикл завершується за два ходи поршня (один оберт колінчастого вала), називають двотактним.

Сучасні автомобілі найчастіше оснащуються чотиритактними двигунами. Тому далі буде розглядатися робочий процес і основні конструктивні особливості переважно таких автомобільних двигунів внутрішнього згорання

(ДВЗ). Одним із ключових параметрів, що характеризує фізичні процеси, які відбуваються в циліндрах двигуна, є тиск газів ( $P$ ).

Протягом робочого циклу, який складається з чотирьох тактів, цей тиск змінюється безперервно. Графічне зображення залежності абсолютного тиску газів ( $P$ ) над поршнем від об'єму циліндра ( $V$ ) називають індикаторною діаграмою двигуна. Окремі фізичні процеси робочого циклу, що мають місце в одному з циліндрів чотиритактного двигуна, представлені на рисунку 2.10.

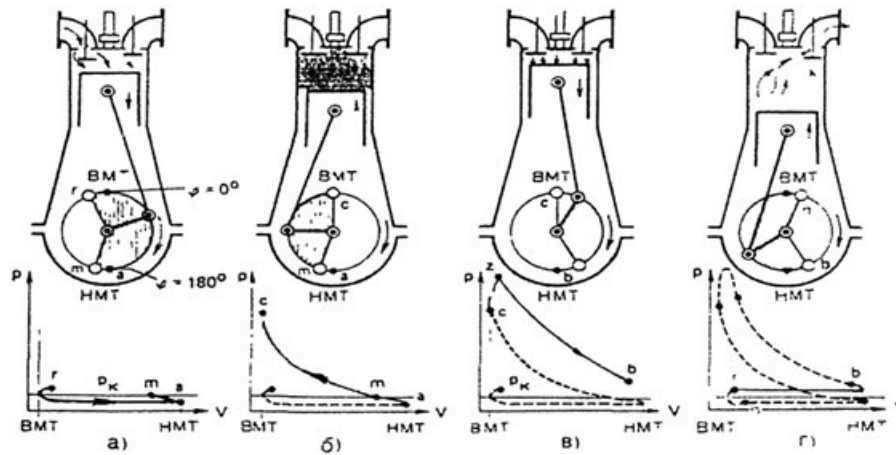


Рис. 2.10. Схеми робочого процесу чотиритактного двигуна та індикаторні діаграми окремих його тактів.

а) впуск; б) стискування; в) робочій хід; г) випуск.

### Перший такт ВПУСК

Під час руху поршня від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої мертвої точки (НМТ), при обертанні кривошипа на  $180^\circ$ , відбувається певний процес.

На початку цього етапу, коли поршень вже майже досягає ВМТ, у камері згоряння залишаються продукти згоряння від попереднього циклу (такту випуску). У цей момент обидва клапани працюють: впускний починає відкриватися, тоді як випускний ще не закрився повністю.

На індикаторній діаграмі цьому положенню відповідає точка  $r$ . Після подальшого руху кривошипа поршень досягає ВМТ, і механізм газорозподілу завершує відкриття впускного клапана та повністю закриває випускний. Як тільки поршень проходить ВМТ, у просторі над ним створюється тиск, нижчий за атмосферний[4].

У результаті такого розрідження в циліндр надходить горюча паливоповітряна суміш (у двигунах із зовнішнім сумішоутворенням) або повітря (у дизельних двигунах). Змішуючись із залишками відпрацьованих газів, ця суміш утворює робочу суміш у циліндрі.

У двигунах із зовнішнім сумішоутворенням середній тиск впуску становить  $0,070\text{--}0,095$  МПа, а в дизелях він дещо вищий. Під час контакту з нагрітими деталями двигуна робоча суміш нагрівається, і температура в циліндрі

наприкінці такту впуску досягає 700–1100 °С. На індикаторній діаграмі для такта впуску відповідає лінія г-а.

### **Другий такт СТИСКАННЯ**

Процес відбувається під час руху поршня від нижньої мертвої точки (НМТ) до верхньої мертвої точки (ВМТ) (рис. 2.2 б) при обертанні кривошипа від 180° до 360°. На початку такту стиснення, після того як поршень уже перетнув НМТ, впускний клапан залишається відкритим деякий час (його запізнення у закритті може складати від 30° до 70° обертання колінчатого вала після НМТ). Це забезпечує покращене наповнення циліндра свіжим зарядом завдяки використанню інерції повітряного потоку у впускному трубопроводі.

Після повного закриття впускного клапана, за рахунок зменшення об'єму над поршнем, відбувається стиснення робочої суміші. Тиск у ній підвищується і, досягаючи атмосферного значення (точка m на індикаторній діаграмі), продовжує зростати, досягаючи наприкінці такту значень у межах 1,2–1,7 МПа для двигунів із зовнішнім сумішоутворенням та 3,5–4,5 МПа для дизелів. Температура наприкінці такту стиснення у зазначених типах двигунів підвищується відповідно до 270–480 °С (зовнішнє сумішоутворення) та 500–650 °С (дизелі).

Під кінець такту стиснення, коли поршень ще не дійшов до ВМТ, відбувається запалювання робочої суміші електричною іскрою (у двигунах із зовнішнім сумішоутворенням) або починається впорскування й самозаймання дизельного палива (у двигунах із внутрішнім сумішоутворенням).

Попереднє запалювання робочої суміші чи ранній початок упорскування палива необхідні, адже горіння потребує певного часу, а для найефективнішого використання теплоти важливо, щоб процес згоряння завершився саме на момент проходження поршнем ВМТ. Це забезпечує максимальний тиск на поршень на початок наступного такту (точка z на індикаторній діаграмі).

### **Третій такт РОБОЧИЙ ХІД**

Під час руху поршня від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої мертвої точки (НМТ) (див. рис. 2.2 в) при повороті кривошипа на кут від 360° до 540° відбувається активний етап робочого циклу двигуна. На початку цього такту робоча суміш активно згоряє, що спричиняє значне підвищення температури і тиску, навіть при збільшенні об'єму (відображається на лінії с-z індикаторної діаграми).

Максимальний тиск у цей момент досягає 4,0...5,5 МПа у двигунах із зовнішнім сумішоутворенням і 6,5...8,0 МПа у дизелів, а температура сягає 2200...2500 °С і 1600...1900 °С відповідно. Ефективне використання роботи розширення газів досягається тоді, коли тиск у циліндрі наближається до свого максимального значення при положенні поршня, що відповідає куту повороту кривошипа 10...150° після ВМТ. Далі поршень продовжує рух до НМТ під впливом тиску газів, який поступово зменшується. У цей період теплова енергія газів перетворюється в корисну механічну роботу.

Таким чином, двигун виконує корисну роботу лише під час одного з чотирьох тактів – на робочому ході. Усі інші такти є допоміжними.

## Четвертий такт ВИПУСК

Під час руху дослідженого поршня з (НМТ) до (ВМТ) відбувається відповідний процес (рис. 2.2), що припадає на поворот кривошипа в межах кута 540-720 градусів. Випускний клапан починає відкриватися наприкінці попереднього такту (точка Б на індикаторній діаграмі), коли поршень ще не досягнув НМТ, а кривошип знаходиться на відстані 40–60 градусів до свого крайнього нижнього положення. У цей момент тиск у циліндрі залишається достатньо високим, і відпрацьовані гази вже починають виходити через випускний клапан ще до того, як поршень почне їх витіснити.

Після проходження НМТ поршень рухається у напрямку ВМТ, виштовхуючи відпрацьовані гази крізь повністю відкритий випускний клапан у випускний колектор. Випускний клапан закривається після того, як поршень пройшов ВМТ.

Під час такого пізнього закриття клапана відпрацьовані гази продовжують виходити з циліндра за інерцією. Таким чином, наприкінці четвертого такту та на початку першого такту наступного циклу обидва клапани протягом короткого часу залишаються відкритими одночасно. Це явище називається перекриттям клапанів. Раннє відкриття та запізніле закриття випускного клапана, а також перекриття створюють умови для ефективного очищення циліндра від продуктів горіння. Четвертий такт завершує робочий цикл двигуна, після чого всі процеси циклу повторюються у тій самій послідовності.

**Порівняння конструктивних особливостей бензинового та дизельного двигунів, представлено у таблицях 2.1-2.4).**

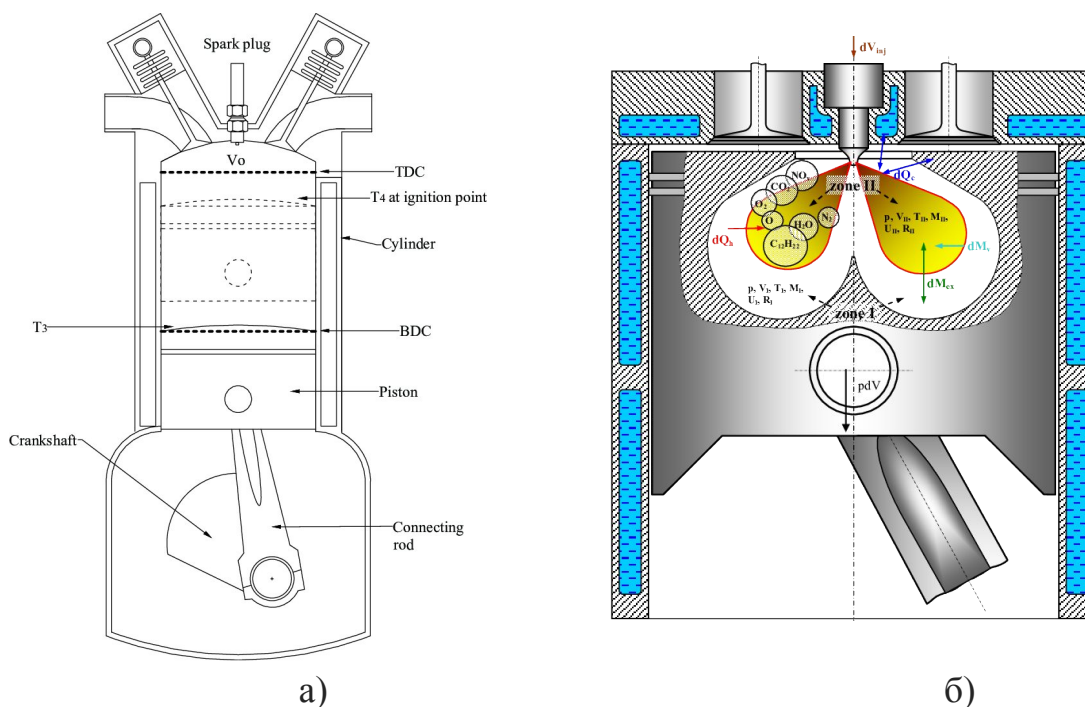


Рис.11. Схема утворення та запалювання паливної суміші:

а) бензинового двигуна;

б) дизельного двигуна.

Таблиця 2.1

Порівняльна характеристика особливостей утворення та запалювання паливної суміші бензинового та дизельного двигунів

Ознака	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Утворення суміші	Паливо змішується з повітрям до надходження в циліндр (карбюратор або інжектор).	У циліндр спочатку надходить повітря, паливо впорскується безпосередньо в камеру згоряння
Спосіб запалювання	Примусове запалювання від свічки.	Самозаймання від високої температури стисненого повітря.
Наявність системи запалювання	Є (котушка, свічки запалювання).	Відсутня (немає свічок запалювання, лише свічки розжарювання для пуску).

Таблиця 2.2

Порівняльна характеристика особливостей ступеня стиску паливної суміші бензинового та дизельного двигунів

Показник	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Ступінь стиску	8–12 разів	14–25 разів
Особливість	Менше, щоб уникнути детонації.	Вище, необхідний для самозаймання палива

Таблиця 2.3

Порівняльна характеристика економічності бензинового та дизельного двигунів

Показник	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Витрата палива	Вища	Нижча (на 15–25%)
ККД	Менший	Вищий
Вартість палива	Зазвичай дешевший у виробництві двигун	Двигун дорожчий, але економічніший в експлуатації

Таблиця 2.4

Порівняльна характеристика екологічності бензинового та дизельного двигунів

Показник	Бензиновий двигун	Дизельний двигун
Викиди CO	Вищі	Нижчі
Сажові частинки	Практично відсутні	Присутні (потрібен сажовий фільтр DPF)
Рівень шуму	Менший	Вищий

Бензинові двигуни простіші за конструкцією, тихіші та краще підходять для легкових автомобілів з невеликим навантаженням. Дизельні двигуни мають вищий ступінь стиску, кращу паливну економічність і більший крутний момент, що робить їх доцільними для вантажного транспорту та інтенсивної експлуатації.

**5. Визначити основні технічні характеристики двигуна: потужність, крутний (обертальний) момент, частоту обертання колінчастого вала, питому витрату палива.**

Потужність двигуна (N)

Потужність — це кількість роботи, яку двигун виконує за одиницю часу.

Одиниці вимірювання:

- кіловат (кВт)
- кінська сила (к.с.)

Визначається за формулою:

$$N = \frac{M \times n}{9550} \quad (1)$$

де:

- (N) — потужність, кВт
- (M) — крутний момент, Н·м
- (n) — частота обертання, об/хв
- 9550 — коефіцієнт перерахунку

Потужність показує швидкість виконання роботи двигуном (наскільки швидко автомобіль може розвивати швидкість).

Крутний момент (M)

Крутний момент — це сила, з якою двигун обертає колінчастий вал.

Одиниця вимірювання:

- Н\*м (ньютон-метр)

Значення крутного моменту та його вплив на різні типи двигунів внутрішнього згоряння є ключовим аспектом при аналізі їх експлуатаційних характеристик. Існують два основних види ДВЗ: з іскровим запалюванням (СІ) та з запалюванням від стиснення (ДІ), які відрізняються кривими моменту обертання та продуктивністю.

Двигуни з іскровим запалюванням (СІ) широко використовуються в легкових автомобілях. Вони забезпечують швидке наростання крутного моменту на низьких обертах, що робить їх оптимальними для умов, де важливе швидке прискорення та маневреність.

Натомість двигуни з запалюванням від стиснення (ДІ) застосовуються у вантажних автомобілях та сільськогосподарській техніці. Крива моменту обертання у них має більш плоский характер, що дозволяє підтримувати високі показники крутного моменту навіть на високих обертах. Це робить їх більш ефективними при буксируванні важких вантажів або роботі з постійним навантаженням.

Вивчення кривих крутного моменту різних двигунів дозволяє оцінити їх потужність, продуктивність тавитрату палива. Такий аналіз є необхідним для вибору найбільш відповідного типу двигуна залежно від конкретних завдань і умов експлуатації.

Крутний момент безпосередньо впливає на розгінні характеристики легкових автомобілів і тягове зусилля комерційної та спеціальної техніки. Він

визначає силу обертання колінчастого вала та разом із потужністю двигуна дозволяє оптимізувати роботу приводу під конкретні потреби. Розуміння цього параметра є важливим при виборі або модернізації автомобіля, вантажного обладнання чи спецтехніки для підвищення ефективності та економічності роботи [].

Частота обертання колінчастого вала ( $n$ )

Частота обертання — це кількість обертів колінчастого вала за хвилину.

Одиниця вимірювання:

- об/хв (оберти за хвилину)

Режими роботи:

- холостий хід — 700–900 об/хв
- номінальний режим — 2000–4000 об/хв (залежить від типу двигуна)

Бензинові двигуни працюють на вищих обертах, дизельні — на нижчих.

Питома витрата палива ( $g_e$ )

Питома витрата палива — це кількість палива, яку двигун витрачає для вироблення 1 кВт потужності за 1 годину (г/кВт·год)

Визначається за формулою:

$$g_e = \frac{G}{N_e} \quad (2)$$

де:

- ( $g_e$ ) — питома витрата палива (г/кВт\*год);
- ( $G$ ) — витрата палива за годину, г/год;
- ( $N_e$ ) — потужність, кВт.

**6. Оформити результати дослідження в вигляді звіту та відповіді на контрольні запитання.**

**Структура звіту**

**1. Титульна сторінка**

- Назва навчального закладу
- Назва кафедри/факультету
- Тема лабораторної роботи
- ПІБ студента, група
- ПІБ викладача
- Дата виконання

**2. Мета роботи**

**3. Завдання роботи**

- Перелік конкретних завдань, які потрібно виконати (ознайомлення з будовою, визначення характеристик, порівняння тощо).

**4. Теоретична частина**

- Принцип роботи двигунів внутрішнього згоряння
- Короткий опис будови бензинового та дизельного двигунів
- Основні механізми і системи: КШМ, ГРМ, системи живлення, змащування, охолодження, запалювання
- Робочий цикл двигунів (двотактний і чотиритактний)

- Основні технічні характеристики: потужність, крутний момент, частота обертання, питома витрата палива
- Особливості кривих крутного моменту та вплив на продуктивність

#### 5. Лабораторне обладнання

- Навчальні стенди, макети, різні моделі двигунів
- Вимірювальні прилади (тахометр, манометр, індикатор)
- Плакати, схеми, технічна документація

#### 6. Хід виконання роботи

- Послідовність дій студента під час лабораторної роботи
- Визначення технічних характеристик, порівняння бензинових та дизельних двигунів
- Вимірювання або запис даних (можна оформити у таблиці)

**Таблиця**

**Основні технічні характеристики двигунів**

Параметр	Бензиновий двигун	Дизельний двигун	Одиниці вимірювання	Примітка
Потужність (N)			кВт / к.с.	Вказати номінальну або виміряну
Крутний момент (M)			Н·м	Вказати при якій частоті обертання
Частота обертання колінчастого вала (n)			об/хв	Холостий хід / номінальні обороти
Питома витрата палива ( $g_c$ )			г/кВт·год	Вимірюється або розраховується
Ступінь стиску ( $\epsilon$ )			безрозмірна	За паспортними даними

**Таблиця**

**Порівняння крутного моменту та продуктивності**

Обороти (об/хв)	Крутний момент бензинового двигуна, Н·м	Крутний момент дизельного двигуна, Н·м	Потужність бензинового двигуна, кВт	Потужність дизельного двигуна, кВт
1000				
2000				
3000				
4000				

#### 7. Результати роботи

- Таблиці з характеристиками двигунів
- Графіки кривих крутного моменту, потужності
- Порівняльний аналіз бензинових і дизельних двигунів

## 8. Висновки

- Короткий підсумок виконаної роботи
- Основні відмінності бензинових і дизельних двигунів
- Практичне значення отриманих знань (економічність, продуктивність, застосування)

### Контрольні запитання

1. Що таке двигун внутрішнього згоряння і який його принцип роботи?
2. Назвіть основні вузли кривошипно-шатунного механізму та їх призначення.
3. Які функції виконує газорозподільний механізм?
4. У чому відмінність систем живлення бензинового і дизельного двигунів?
5. Поясніть роль системи змащування та охолодження двигуна.
6. Що таке ступінь стиску і чим він відрізняється у бензинових та дизельних двигунів?
7. Як відбувається запалювання паливної суміші в бензинових і дизельних двигунах?
8. Що таке крутний момент і яку роль він відіграє в роботі двигуна?
9. Як пов'язані потужність двигуна та крутний момент?
10. Назвіть основні переваги та недоліки бензинових і дизельних двигунів і сфери їх застосування.

### Список рекомендованої літератури

1. Венгер А.С., Волобуєва Т.В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с. (не перевидавалось)
2. Загальний курс транспорту : навчальний посібник / О.О. Соловйова, І.І. Висоцька, І.М. Герасименко. Київ : НАУ, 2019. 244 с.
3. Корнієнко М.В., Берназ П.В., Афонін Д.С. Оформлення дорожньотранспортних пригод : навчально-методичний посібник. Одеса, Одеський державний університет внутрішніх справ, 2021. 129 с.
4. Коваленко І.В., Климчук О.П. Автомобільні двигуни : будова, робота, технічне обслуговування : навчальний посібник. Дніпро : НГУ, 2020. 278 с.
5. Основи конструкції автомобілів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт» / Укл.: Кальченко В.В., Кужельний Я.В., Скляр В.М., Следнікова О.С. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 28 с.

6. Омелічев О.В. Будова автомобіля : навчальний посібник. 3-тє вид., випр. та доп. Київ : Каравела, 2020. 320 с.
7. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.
8. Піхотко О.В. Професійна етика водія та безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Острог, 2021. 142 с.
9. Практичний посібник для аудиторів та інспекторів безпеки дорожнього руху. Спеціальне видання посібника, адаптоване до умов безпеки автомобільних доріг України, фінансоване глобальним фондом безпеки дорожнього руху Світового банку у рамках ініціативи глобальної безпеки автомобільних доріг благодійного фонду Блумберга. Белград : Авто-мото асоціація Сербії, Центр автотранспорту, 2022. 74 с.
10. Руденко В.О., Гончарук І.М. Основи технічної експлуатації автомобілів : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 412 с.
11. Степанов О.В., Семченко Н.О., Холодова О.О., Волобуєва Т.В., Сирота В.М. Безпека дорожнього руху з урахуванням впливу фактора людини : монографія / за заг. ред. О.В. Степанова. Харків : Вид-во «Естет Принт», 2020. 288 с.

# **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

## **БУДОВА ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ БЕНЗИНОВИХ ТА ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ**

**Мета роботи:** ознайомитися з будовою, принципом дії та конструктивними особливостями систем живлення бензинових і дизельних двигунів, вивчити їх основні елементи (паливний бак, паливні насоси, фільтри, форсунки, карбюратор або інжектор, паливний насос високого тиску), а також сформувати практичні навички технічного обслуговування, діагностики та виявлення несправностей систем живлення в процесі експлуатації автомобіля.

**Завдання лабораторної роботи полягає в тому, щоб:**

1. Ознайомитися з будовою систем живлення бензинових і дизельних двигунів.
2. Вивчити призначення та принцип роботи основних елементів системи живлення (паливного бака, паливних насосів, фільтрів, форсунок, карбюратора або інжектора, паливного насоса високого тиску).
3. Порівняти особливості утворення паливоповітряної суміші у бензинових та дизельних двигунах.
4. Ознайомитися з видами технічного обслуговування систем живлення та періодичністю їх виконання.
5. Оформити результати дослідження в вигляді звіту та відповіді на контрольні запитання.

**Лабораторне обладнання:**

1. Навчальні стенди або макети систем живлення бензинових і дизельних двигунів.
2. Розрізні моделі карбюратора та інжекторної системи упорскування.
3. Паливний насос низького тиску та паливний насос високого тиску (ТНВД).
4. Форсунки бензинові та дизельні (зразки або демонстраційні моделі).
5. Паливні фільтри (тонкого та грубого очищення).
6. Схеми та плакати будови систем живлення.
7. Технічна документація (інструкції з експлуатації, карти технічного обслуговування).
8. Засоби індивідуального захисту (рукавички, захисні окуляри).

**1. Ознайомитися з будовою систем живлення бензинових і дизельних двигунів.**

### **Карбюраторні системи живлення**

1. Паливний бак складається з різноманітних матеріалів, які здатні забезпечити його міцність, довговічність і стійкість до впливу пального.
2. конструкція варіюється в залежності від типу транспортного засобу, а пробка бака виконує функцію герметизації, запобігаючи втратам пального.

Вентиляція є важливим елементом паливної системи, оскільки забезпечує стабільний тиск всередині бака та запобігає утворенню вакууму під час витрати пального.

3. Повітряні та паливні фільтри мають різні типи: паперові, тканинні, сітчасті та інші. Основними вимогами до них є ефективність фільтрації, здатність затримувати домішки і мінімальний опір потоку. Кожен тип має свої переваги та недоліки — наприклад, паперові фільтри вигідні за ціною, але мають обмежений термін експлуатації; тканинні довговічніші, проте дорожчі.

4. Бензонасоси поділяються на механічні та електричні. Їхній принцип дії ґрунтується на створенні тиску для переміщення пального з бака до карбюратора чи інжектора. Привід може бути як від розподільного вала двигуна в механічних системах, так і від електричного моторчика в сучасних системах.

5. Система випуску призначена для виведення відпрацьованих газів та зниження рівня шуму, що супроводжує цей процес. До неї входять каталізатор та глушник, які зменшують коливання та шум вихлопу. Принципова схема системи включає трубопроводи для направлення газів, пристрої для їх охолодження та зменшення акустичних перешкод. Карбюратор це пристрій (рис 3.1), який забезпечує підготовку паливоповітряної суміші для двигуна. "Найпростіший" карбюратор має спрощену конструкцію без додаткових систем регулювання. У складніших варіантах може бути багатокамерна будова, різне розташування змішувальних камер і дифузорів зі змінним чи постійним розрідженням [9].

Основні системи карбюратора повинні забезпечувати оптимальний склад паливоповітряної суміші в залежності від режиму роботи двигуна: запуск, прискорення, холостий хід тощо.



Рис.3.1. «Найпростіший» карбюратор

### Система живлення з впорскуванням палива

1. Існують конструктивні зміни в конструкції паливного бака в порівнянні з принципом карбюраторної системи живлення.
2. Повітряний і паливний фільтри будуть відрізнятись.
3. Паливний насос буде іншого типу.
4. Каталізатор відпрацьованих газів.
5. Система впорскування бензинового палива: типи (центральна, розподілена, безпосередня).



Рис. 3.2. Схема системи живлення в впорскуванні бензинового палива.

### Система живлення дизельного двигуна

1. Принципова схема системи живлення дизельного двигуна з використанням насосного впорскування забезпечує подачу палива до форсунок під високим тиском. Основні вузли системи містять паливний бак, паливопідкачувальний насос, фільтри грубого й тонкого очищення, паливний насос високого тиску (ТНВТ) рис 3.2, форсунки та зворотні контури для відводу надлишків палива.

Зворотний злив палива до бака необхідний для відведення його залишків: від фільтра тонкої очистки, від відсічного каналу насосу високого тиску і від форсунок. Показники паливного тиску: після підкачувального насосу в межах 0,3-0,5 МПа; у надплунжерних просторах секцій ТНВТ 60-200 МПа; у трубопроводах високого тиску 50-150 МПа; у форсунках 80-120 МПа.

Насос-форсунки поєднують функції генерації високого тиску й розпилення палива. Акумуляторні системи живлення забезпечують тиск незалежно від обертів двигуна, мають простішу конструкцію, кращу точність дозування, однак є більш складними у виготовленні й обслуговуванні порівняно з класичною схемою.

Паливопідкачувальний насос забезпечує подачу палива із бака до ТНВТ під помірним тиском. Типово використовуються поршневі, мембранні або шестеренні насоси. Основний принцип дії — створення вакууму і втягування палива, зміна об'єму робочої камери забезпечує рух палива до наступних

елементів системи. Конструкція насосу може включати ручний привід для заповнення системи паливом в умовах запуску двигуна.

Фільтри грубого й тонкого очищення забезпечують видалення механічних частинок та домішок із палива. Грубий фільтр затримує великі за розміром частинки (матеріали: металева сітка чи тканина), а фільтр тонкої очищення вилучає дрібнодисперсні домішки (матеріал: папір зі спеціальним просоченням). Технічне обслуговування передбачає регулярну заміну елементів фільтра і видалення скупчених забруднень.

ТНВТ служить для створення високого тиску та точного дозування палива. Розрізняють блокові та розподільні типи насосів. Блокові мають високу ремонтпридатність, але громіздкі; розподільні відрізняються компактністю і точністю. Плунжерна пара включає циліндр і плунжер з гвинтовими канавками, які визначають характеристики подачі палива шляхом зміни об'єму надплунжерного простору. Робота секції насосу включає три фази: заповнення надплунжерного простору паливом, підвищення тиску і відсічення подачі. Механізм регулювання визначає кількість палива, що подається в циліндр, і момент початку подачі. Нагнітальний клапан запобігає зворотному потоку палива.

Форсунка здійснює розпилення палива в камері згоряння. За типом бувають багатоструменеві та інші. Принцип дії базується на створенні високого тиску, що дозволяє розпилюватись паливу через малий отвір у формі факела. Розпилювач складається із корпусу і розпилювальної голки, а його герметичність забезпечується приляганням поверхонь. Тиск впорскування регулюється притискнутою силою пружини всередині форсунки.

**2. Вивчити призначення та принцип роботи основних елементів системи живлення (паливного бака, паливних насосів, фільтрів, форсунок, карбюратора або інжектора, паливного насоса високого тиску).**

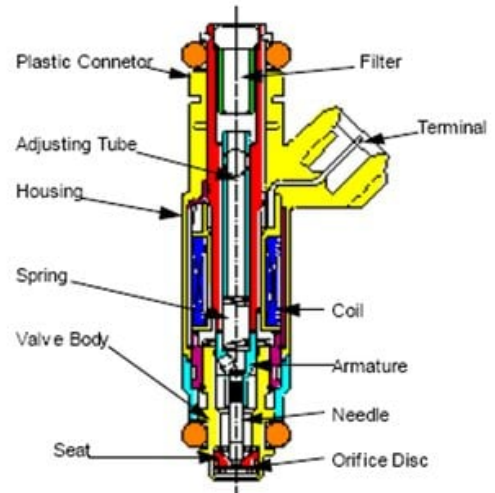
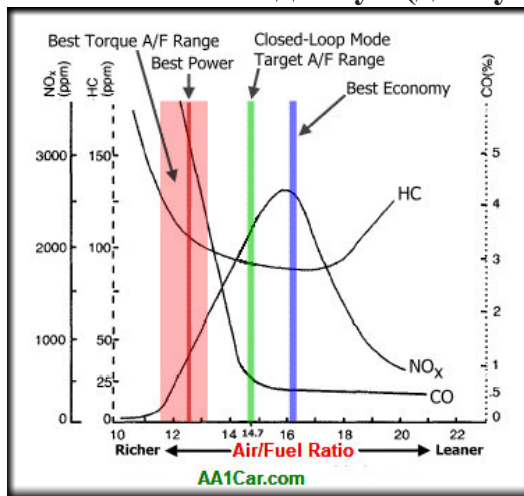
Технічний стан складових системи живлення двигуна безпосередньо впливає на його основні параметри, такі як потужність і економічність. Від цього залежать динамічні характеристики автомобіля, а також склад відпрацьованих газів.

Основними показниками, що визначають стан паливної апаратури, є: продуктивність підкачувального насоса; пропускна здатність елементів системи очищення палива; ефективність насосних компонентів; рівень нерівномірності подачі палива насосними елементами; кут початку нагнітання палива в циліндри двигуна; ступінь зношеності прецизійних пар; частота обертання кулачкового валу паливного насоса (або колінчастого валу двигуна), яка відповідає моменту спрацювання регулятора; рівень нерівномірності та нечутливості регулятора; тиск, при якому починається уприскування, та якість розпилення палива форсунками.

У процесі експлуатації ці показники зазнають змін. Основними причинами таких змін є зношення деталей, їхня деформація, накопичення продуктів зносу, забруднень та інші фактори, що впливають на функціонування системи.

### 3. Порівняти особливості утворення паливоповітряної суміші бензинових та дизельних двигунах.

#### ◆ Бензиновий двигун (двигун з іскровим запалюванням)



EXPLANATORY DIAGRAM OF A TYPICAL H TYPE CARBURETTER

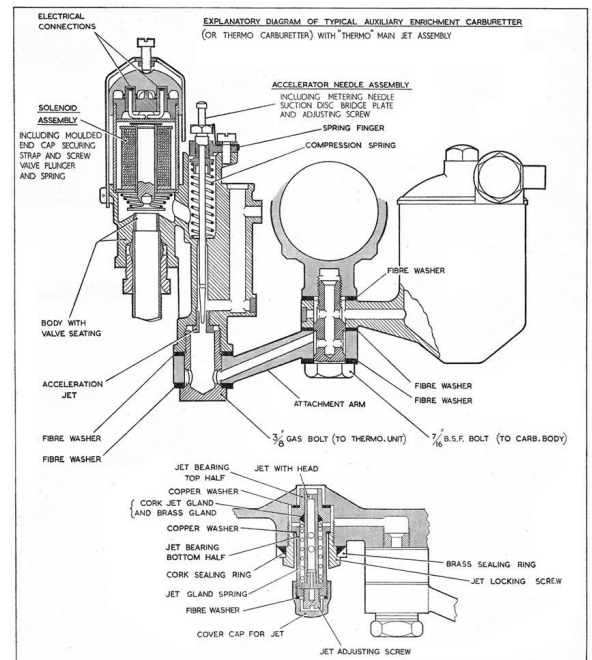
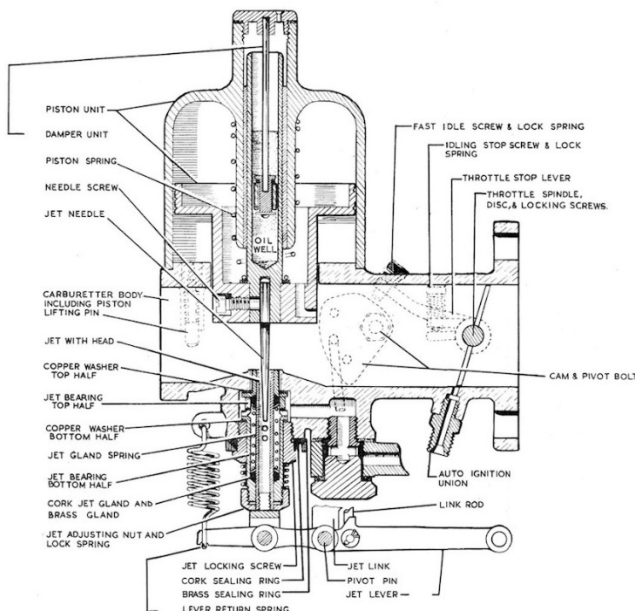


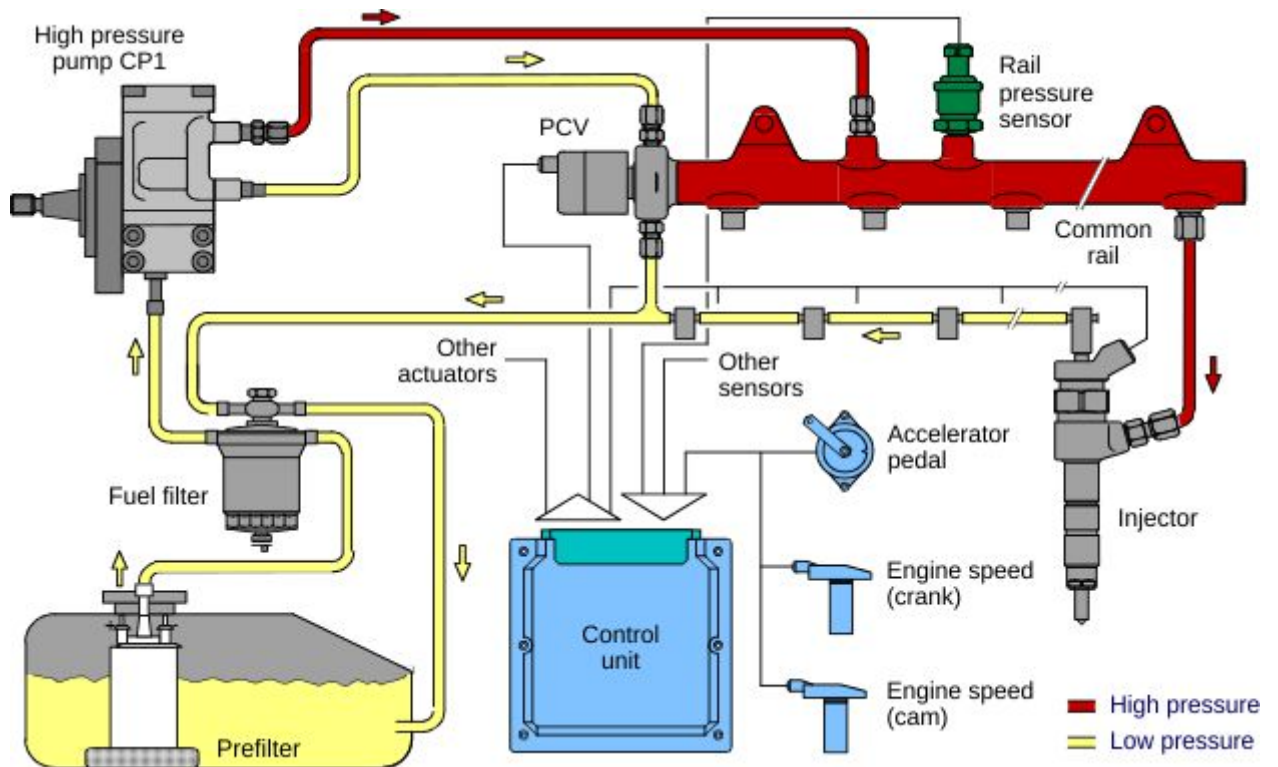
Рис.3.3. Схема утворення паливоповітряної суміші бензинових двигунах.

#### Особливості утворення суміші:

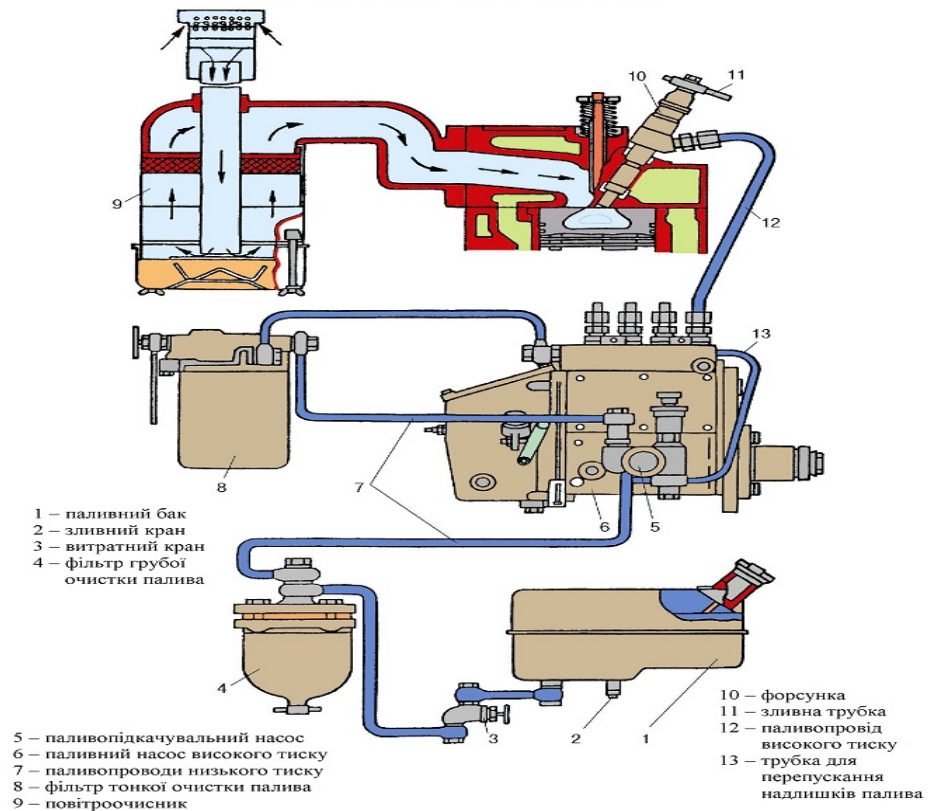
- Паливо змішується з повітрям до потрапляння в циліндр (у впускному колекторі або безпосередньо в циліндр — при прямому впорскуванні).
- Суміш готується у карбюраторі або за допомогою інжекторної системи впорскування.
- До циліндра надходить готова паливоповітряна суміш.
- Запалювання відбувається від електричної іскри свічки запалювання.
- Співвідношення повітря і палива близьке до стехіометричного ( $\approx 14,7:1$ ).

☞ Суміш утворюється заздалегідь і запалюється примусово.

◆ Дизельний двигун (двигун із запалюванням від стиснення)



**ЗАГАЛЬНА СХЕМА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ  
ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА**



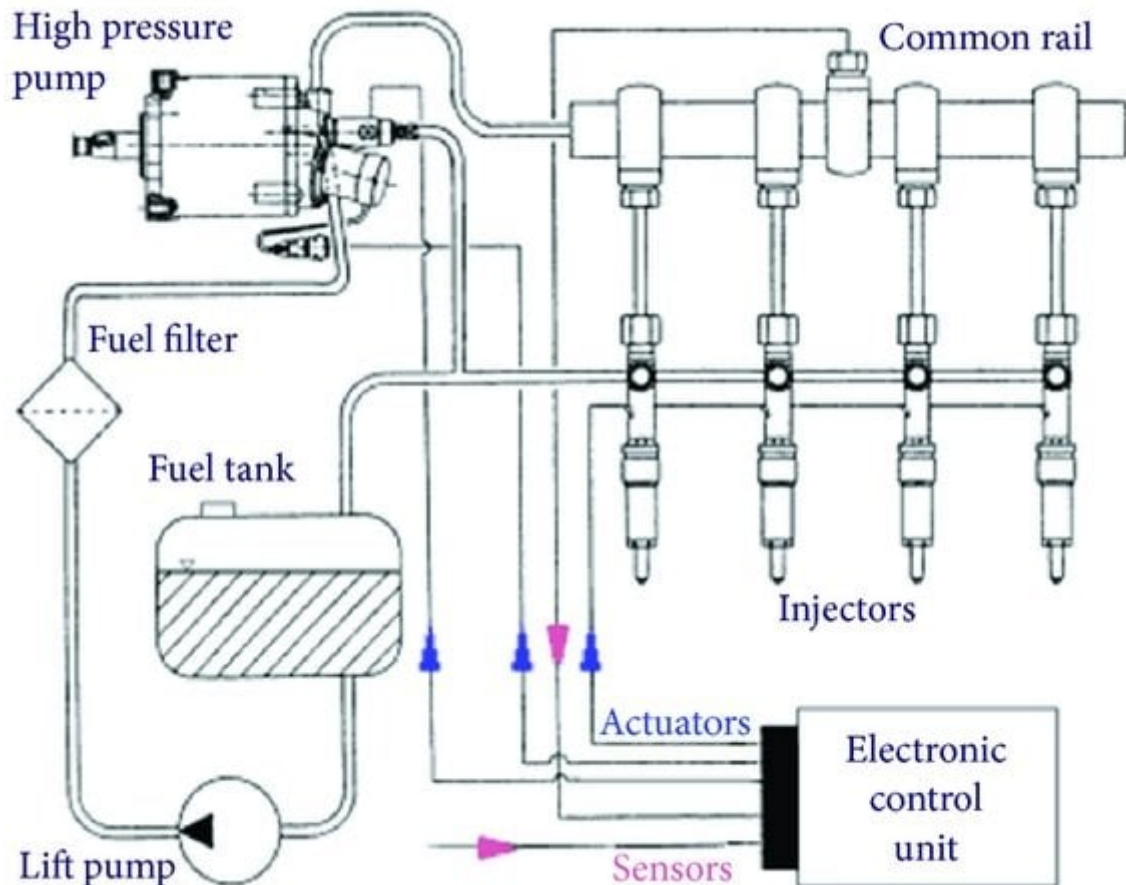


Рис.3.4. Схема утворення паливоповітряної суміші дизельних двигунів.

#### Особливості утворення суміші:

- У циліндр спочатку надходить **лише повітря**.
- Повітря сильно стискається (високий ступінь стиску).
- Паливо впорскується **безпосередньо в камеру згорання** під високим тиском.
- Суміш утворюється **безпосередньо в циліндрі** під час упорскування.
- Запалювання відбувається самостійно через високу температуру стисненого повітря.
- Співвідношення повітря і палива змінне (працює на збідненій суміші).

☞ Суміш формується всередині циліндра і самозаймається.

У бензиновому двигуні паливоповітряна суміш готується заздалегідь і запалюється свічкою, що забезпечує плавну роботу та швидкий розгін. У дизельному двигуні суміш утворюється безпосередньо в циліндрі під час впорскування палива, що забезпечує вищу економічність і більший крутний момент.

**4. Ознайомитися з видами технічного обслуговування систем живлення та періодичністю їх виконання.**

#### **Система живлення бензинових двигунів.**

Для запобігання несправностям у системі живлення карбюраторних

двигунів у межах технічного обслуговування необхідно виконувати такі роботи:

а) Перевірка герметичності з'єднань бензопроводів (завжди при технічному обслуговуванні автомобіля) та надійності кріплення приладів подачі пального (при ТО-1, ТО-2).

б) Очищення фільтрів і відстійників від забруднень і сторонніх домішок (при ТО-1, ТО-2).

в) Огляд стану (під час кожного техобслуговування), очищення та заправка повітряних фільтрів (при ТО-1, ТО-2). г) Перевірка справності та змащення рухомих частин механізмів управління карбюратором (при ТО-1, ТО-2). д) Контроль роботи діафрагмового насоса (при ТО-2).

е) Підтягування всіх кріплень системи живлення (при ТО-1, ТО-2).

ж) Проведення сезонного регулювання карбюратора та системи підігріву паливної суміші. Перевірку бензопроводів і приладів подачі пального слід виконувати ретельно та в умовах гарного освітлення (природного або штучного). Якщо виявлено підтікання пального, необхідно негайно усунути несправність. Фільтри та відстійники слід очищати від бруду, осаду та конденсату.

Очищені фільтри промивають чистим бензином, а корпуси відстійників додатково витирають чистою полотняною тканиною (не використовувати бавовняні матеріали, бо їхні волокна можуть потрапити у жиклери й спричинити засмічення). Елемент пластинчастого фільтра не розбирається, його достатньо акуратно промити із зовнішньої сторони після зняття відстійника.

Для полегшення запуску двигуна відстійники перед встановленням рекомендується заповнити бензином. Для очищення повітряного фільтра його знімають, виймають миючий елемент, миють його у гасі, висушують і промивають або витирають резервуар для масла.

Потім резервуар заповнюють ретельно профільтрованим використаним моторним маслом, що встигло відстоятися. Елемент фільтра змащують маслом і дають йому стекти. Далі потрібно зібрати фільтр і встановити його на місце.

Перед початком нового сезону експлуатації транспортного засобу слід провести такі роботи: демонтаж, розбирання і ретельне очищення карбюратора, діафрагмового насоса та бензобака.

Крім того, обов'язково перевіряється щільність прокладок і надійність кріплення впускного й випускного колекторів разом із глушником.

### **Система живлення дизельних двигунів.**

До несправностей паливної системи дизельного двигуна, що призводять до погіршення його роботи, належать складнощі з запуском, перебої у функціонуванні, нерівна робота, зниження потужності, посилене задимлення вихлопних газів, нестійка робота двигуна та явище, відоме як «рознесення», коли двигун важко зупинити. Труднощі із запуском зазвичай виникають через надмірне зниження тиску при уприскуванні палива і зменшену подачу пального.

Ці проблеми можуть бути спричинені зносом плунжерної пари, отворів розпилувача форсунок, зниженням пружності пружин форсунок, поганим кріпленням штуцерів або засміченням паливопроводів.

Перебої в роботі двигуна трапляються через недостатнє затягування

штуцерів паливопроводів як високого, так і низького тиску, негерметичність кришок паливних фільтрів (що призводить до підсосу повітря), несправності паливопідкачувального насосу чи порушення регулювання подачі палива секціями насосу високого тиску.

Зниження потужності двигуна зазвичай спричинене недостатнім постачанням пального або некоректним регулюванням насоса. Посилене задимлення вихлопних газів може бути наслідком надмірної подачі палива, неякісного його розпорощення, помилкової установки насоса високого тиску чи зносу поршневих кілець.

Надмірна подача палива часто виникає внаслідок неправильного налаштування паливного насоса високого тиску, а погане розпилювання є результатом втрати пружності пружин форсунок, недостатньо щільного прилягання голки або зношеності отворів розпилювача.

Робота двигуна з "рознесенням" відбувається у випадку заїдання рейки, поломки пружини важеля дроту рейки або потрапляння надлишкового масла в камеру згорання через зношення поршневої групи. Під час виконання складально-розбірних робіт слід дотримуватися максимальної чистоти, тому що навіть невелике потрапляння пилу чи бруду в систему живлення може спричинити засмічення або пошкодження деталей[1].

Після від'єднання паливопроводів усі отвори пристроїв і трубопроводів повинні бути закриті пробками, ковпачками або обгорнуті чистою ізоляційною стрічкою. Перед зборкою всі деталі потрібно ретельно промити. Паливопроводи та фільтри слід очищати та продувати стисненим повітрям. Паливні фільтри замінюють у разі суттєвого забруднення або згідно з інструкцією заводу-виробника. У разі несправності паливних насосів низького або високого тиску зношені чи пошкоджені деталі замінюються.

Після обслуговування насос високого тиску випробовують і регулюють на спеціальному стенді. Регулювання проводиться для налаштування моменту початку, об'єму і рівномірності подачі палива. У форсунках перевіряється чистота отворів. Якщо вони забруднені відкладеннями, їх очищають сталевим дротом діаметром 0,3 мм. Після збирання форсунку тестують на тиск уприскування і якість розпилювання. Голка форсунки повинна щільно прилягати до свого гнізда; у разі порушення посадки виконується притирка голки.

Фільтрувальний елемент повітряного очищувача змінюється за необхідності. Витік у системі живлення не лише збільшує витрати палива, але й порушує нормальну роботу двигуна. Для перевірки герметичності паливопроводів низького тиску використовується спеціальний прилад, що створює тиск 0,3 МПа, який підключається до паливопроводу зі сторони бака. Усі місця з нещільностями визначаються завдяки появі підтікань пального.

Витоки в трубопроводах високого тиску також виявляють за слідами палива, що просочується. Регулювання початку подачі палива секціями насоса високого тиску проводиться на стенді після демонтажу муфти випередження уприскування.

Встановлення величини та рівномірності подачі палива кожною секцією

насоса здійснюється також на стенді за допомогою визначення кількості палива у мірних колбах. Частоту обертання колінчастого валу на холостому ході регулюють за допомогою обертання корпусу буферної пружини всережимного регулятора на прогрітому двигуні.

Максимальна частота обертання налаштовується обмежувальним гвинтом і перевіряється за допомогою тахометра. Форсунки тестуються та налаштовуються на тиск уприскування і якість розпилення палива зі спеціальних стендів. Регулювання тиску уприскування здійснюється при знятому ковпачку шляхом обертання регулювального гвинта за допомогою викрутки, попередньо відкрутивши фіксуючий елемент.

Справна форсунка забезпечує одночасне розпилення палива через всі отвори у вигляді дрібнодисперсного туману. Після завершення уприскування підтікання не допускається[5].

## **5. Оформити результати дослідження в вигляді звіту та відповіді на контрольні запитання.**

### **Структура звіту**

#### **1. Титульна сторінка**

- Назва навчального закладу
- Назва кафедри (дисципліни)
- Тема лабораторної роботи
- ПІБ студента, група
- ПІБ викладача
- Місто та рік виконання

#### **2. Мета роботи**

#### **3. Завдання роботи**

#### **4. Лабораторне обладнання**

#### **5. Теоретичні відомості.** Короткий опис будови та принципу роботи систем живлення бензинових і дизельних двигунів, а також особливостей систем упорскування палива.

#### **6. Хід виконання роботи.** Опис послідовності виконання лабораторної роботи:

- дослідження будови системи живлення;
- вивчення принципу роботи основних елементів;
- порівняння систем упорскування бензинових і дизельних двигунів;
- фіксація отриманих результатів.

#### **7. Результати дослідження.** Оформлення отриманих результатів у вигляді таблиць, схем або короткого аналізу.

#### **8. Висновки.** Узагальнення результатів роботи та основні висновки щодо особливостей будови і технічного обслуговування систем живлення двигунів.

#### **9. Відповіді на контрольні запитання.** Короткі письмові відповіді на контрольні запитання до лабораторної роботи.

### **Контрольні питання**

1. Яке призначення системи живлення автомобільного двигуна?

2. Назвіть основні елементи системи живлення бензинового двигуна.
3. Які основні елементи входять до системи живлення дизельного двигуна?
4. У чому полягає принцип роботи системи упорскування палива?
5. Яка роль паливного насоса в системі живлення двигуна?
6. Для чого призначені паливні фільтри та які їх види існують?
7. У чому полягає різниця між карбюраторною та інжекторною системами живлення?
8. Що таке форсунка і яке її призначення в системі живлення?
9. Які основні несправності можуть виникати в системі живлення двигуна?
10. Які основні види технічного обслуговування систем живлення бензинових і дизельних двигунів?

### Список рекомендованої літератури

1. Венгер А.С., Волобуєва Т.В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с. (не перевидавалось)
2. Загальний курс транспорту : навч. посіб. / О.О. Соловійова, І.І. Висоцька, І.М. Герасименко. Київ : НАУ, 2019. 244 с.
3. Корнієнко М.В., Берназ П.В., Афонін Д.С. Оформлення дорожньотранспортних пригод : навчально-методичний посібник. Одеса, Одеський державний університет внутрішніх справ, 2021. 129 с.
4. Коваленко І.В., Климчук О.П. Автомобільні двигуни : будова, робота, технічне обслуговування : навчальний посібник. Дніпро : НГУ, 2020. 278 с.
5. Основи конструкції автомобілів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт» / Укл.: Кальченко В.В., Кужельний Я.В., Скляр В.М., Следнікова О.С. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 28 с.
6. Омелічев О.В. Будова автомобіля : навчальний посібник. 3-тє вид., випр. та доп. Київ : Каравела, 2020. 320 с.
7. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.
8. Піхотко О.В. Професійна етика водія та безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Острог, 2021. 142 с.
9. Практичний посібник для аудиторів та інспекторів безпеки дорожнього руху. Спеціальне видання посібника, адаптоване до умов безпеки автомобільних доріг України, фінансоване глобальним фондом безпеки дорожнього руху Світового банку у рамках ініціативи глобальної безпеки автомобільних доріг благодійного фонду Блумберга. Белград : Авто-мото асоціація Сербії, Центр автотранспорту, 2022. 74 с.

10. Руденко В.О., Гончарук І.М. Основи технічної експлуатації автомобілів : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 412 с.

11. Степанов О.В., Семченко Н.О., Холодова О.О., Волобуєва Т.В., Сирота В.М. Безпека дорожнього руху з урахуванням впливу фактора людини : монографія / за заг. ред. О.В. Степанова. Харків : Вид-во «Естет Принт», 2020. 288 с.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### ПРИНЦИП ДІЇ ЗЧЕПЛЕННЯ. ПРИЗНАЧЕННЯ, ВИМОГИ І КЛАСИФІКАЦІЯ ЗЧЕПЛЕНЬ.

**Мета роботи:** є вивчення функціонального призначення, конструктивних особливостей та принципу дії зчеплень у базових моделях вітчизняних і зарубіжних автомобілів, а також вимог, які до них висуваються.

**Лабораторне обладнання:** Автомобілі марок Audi, Volkswagen, Daewoo, Skoda; - Механізми та складові частини зчеплення; - Навчальні демонстраційні матеріали (плакати, таблиці, методичні вказівки); Технічна документація та описання муфт зчеплення базових моделей.

#### **Зміст роботи**

Під час виконання завдання необхідно опрацювати наступні теми та відобразити їх у звіті:

1. Особливості будови та принцип роботи різних типів зчеплень: сухого однодискового і дводискового фрикційного, гідравлічного, а також електромагнітного;
2. Призначення та основні елементи механічних зчеплень;
3. Основні вимоги до зчеплень та їх функціонування;
4. Конструктивне виконання ведучих і ведених елементів зчеплення, а також будова і принцип дії гасителя крутильних коливань;
5. Механізми вимикання зчеплення: їх будова, роль зазору для забезпечення надійної роботи системи;
6. Робота приводів зчеплення, методи регулювання ходу педалі зчеплення;
7. Особливості конструкції різних типів приводів (механічного, гідравлічного, пневмогідравлічного);
8. Будова електромагнітних зчеплень, детальний огляд їх переваг та недоліків, конструктивне виконання порошкових електромагнітних зчеплень;
9. Гідротрансформатори: призначення, конструктивні особливості та оцінка їх переваг і недоліків.

#### **Короткі теоретичні відомості, склад і порядок виконання роботи.**

Зчеплення має на меті забезпечення короткочасного роз'єднання колінчастого вала двигуна з іншими елементами трансмісії в процесі запуску руху або перемикання передач.

Ключовими вимогами до зчеплення є плавність ввімкнення, повне виключення та надійність функціонування. Досліджуючи конструкцію системи зчеплення, слід звертати увагу на способи досягнення зазначених вимог.

Також важливо розглядати будову зчеплення і його привод із врахуванням застосування в конкретній моделі автомобіля. Це допомагає краще зрозуміти доцільність використання складних дводискових конструкцій або встановлення підсилювачів у приводі[6].

Конструктивні особливості системи стають зрозумілішими при аналізі передачі силового потоку через її елементи від маховика двигуна до первинного валу коробки передач: маховик натискний диск середній диск ведений диск.

Особливу увагу слід приділити обслуговуванню системи зчеплення. Це зумовлено тим, що на елементи зчеплення, карданну передачу, коробку передач, роздаткову коробку та редуктори припадає від 10% до 15% відмов технічного характеру (і до 40% витрат ресурсів у вантажних автомобілях). Окрім того, проблеми гідромеханічної передачі в автобусах складають близько 20% усіх матеріальних і робочих витрат [8].

#### **Типові несправності системи зчеплення:**

- Пробуксовування під навантаженням спричинене відсутністю вільного ходу, зношеністю чи замасленістю накладок або ослабленням пружин;

- Неповне вимкнення через збільшення вільного ходу.

заїдання підшипника виключення, поломки демпферних пружин, зносу шліцьового з'єднання);

нагріваючи, стукоти і шуми.

При вивченні автомобільної трансмісії слід з'ясувати її призначення, класифікацію та вимоги, які висуваються до неї. Також необхідно ознайомитися з основними елементами силової передачі.

Залежно від типу перетворюваної енергії розрізняють такі види трансмісій:

- механічна (передає й перетворює механічну енергію);

- електрична (перетворює механічну енергію в електричну, яка транспортується до ведучих коліс і знову перетворюється на механічну);

- гідрооб'ємна (перетворює механічну енергію на енергію потоку рідини, яка після передачі до ведучих коліс знову перетворюється у механічну);

- комбінована (електромеханічна або гідромеханічна). Сьогодні найбільше поширення на автомобілях отримала механічна трансмісія.

Зокрема, механічна або гідромеханічна трансмісія, де зміна крутного моменту здійснюється автоматично, називається автоматичною трансмісією.

Крім того, трансмісії класифікують за способом розподілу крутного моменту між ведучими колесами: - мостові (розподіл здійснюється через ведучі мости);

- бортові (розподіл моменту між колесами лівого та правого борту окремо).

Також існують комбіновані трансмісії.

Необхідно розглянути різні типи конструкцій зчеплень за наступною класифікацією:

- залежно від способу передачі крутного моменту: фрикційні (з використанням тертя), гідравлічні, електричні, комбіновані;

- за способом керування: керовані водієм (з примусовим управлінням) та автоматичні.

Зчеплення, якими керує водій, можуть мати механічний, гідравлічний, вакуумний, електричний або комбінований привід. Автоматичні зчеплення працюють у залежності від положення педалі акселератора, частоти обертів двигуна, його навантаження або положення важеля коробки передач.

Гідравлічні зчеплення поділяють на гідростатичні та гідродинамічні види (наприклад, гідромуфти). На автомобілях і тракторах найширше застосовуються

фрикційні зчеплення. Вони бувають різних типів залежно від форми поверхонь тертя: дискові, конусні, стрічкові чи колодкові.

Зазвичай для роз'єднання двигуна від силової передачі в сучасних автомобілях використовують дискове зчеплення.

Інші типи фрикційних зчеплень здебільшого служать складовими деяких механізмів силових передач, наприклад, у органах керування планетарними коробками передач.

Дискові фрикційні зчеплення класифікуються:

- за кількістю дисків: однодискові, дводискові;
- за станом поверхонь, які труться: сухі і мокрі;
- за способом створення тиску між дисками: пружинні, відцентрові, комбіновані, важельні, електромагнітні;
- за способом компенсації зносу зчеплення: зчеплення що потребують регулювання і саморегульовані.

Крім того, в трансмісіях, де застосовуються преселективні автоматизовані коробки передач використовуються подвійні зчеплення – тобто фактично два окремих зчеплення, об'єднані в одному корпусі. Необхідно розібратися з особливістю конструкції і принципами роботи даного типу зчеплення, адже воно має відмінності від звичайного.

Необхідно знати переваги і недоліки кожної конструкції та області її використання. Виявити причини виникнення крутильних коливань в силових передачах автомобілів та яким чином вони гасяться. Гасіння коливань в конструкціях фрикційного типу відбувається за рахунок тертя кілець по фланцю маточини веденого диска, а не за рахунок стиснення тангенціально розташованих пружин, які знаходяться між веденим диском та його маточиною.

Слід звернути увагу на те, як уникають перегріву пружини постійно замкнених зчеплень при буксуванні і якими способами забезпечується відведення тепла під поверхонь, що труться.

При розгляданні роботи зчеплення в процесі вимкнення рекомендується показати стрілками на схемі направлення сил, які діють на деталі механізму та приводу та пояснити, чи передається зусилля від педалі на колінчастий вал двигуна.

Зрозумівши будову та роботу зчеплення, потрібно знайти регулюючі застосування в механізмі та приводі, пояснити їх значення та послідовність регулюючих операцій.

Потрібно знати, в якій послідовності проводиться збирання та розбирання зчеплення.

Під час вивчення автомобільної трансмісії важливо зрозуміти її основне призначення, класифікацію та ключові вимоги, які до неї висуваються. Також слід розглянути основні елементи силової передачі.

Залежно від виду перетворюваної енергії трансмісії поділяють на:

- механічні, які передають і змінюють механічну енергію;
- електричні, що конвертують механічну енергію у електричну, з подальшим її транспортуванням до ведучих коліс і поверненням у механічну;

- гідрооб'ємні, які перетворюють механічну енергію на потік рідини, що після передачі до ведучих коліс знову змінюється на механічну;
- комбіновані, наприклад, електромеханічні або гідромеханічні.

Найбільш поширеними типами трансмісій в сучасних автомобілях є механічні.

Механічна або гідромеханічна трансмісія, яка забезпечує автоматичну зміну крутного моменту, має назву автоматична трансмісія.

Додатково трансмісії класифікують за принципом розподілу крутного моменту між ведучими колесами:

- мостові, де момент розподіляється через ведучі мости;
- бортові, що забезпечують розділення моменту між колесами лівого та правого борту окремо;
- комбіновані конструкції.

Також слід проаналізувати типи зчеплень за наступними параметрами класифікації:

1. За способом передачі крутного моменту:

- фрикційні з використанням тертя;
- гідравлічні;
- електричні;
- комбіновані.

2. За принципом управління:

- керовані водієм із примусовим впливом;



Рис.5.1 Типи зчеплень.



## Гідравлічне зчеплення

Рис. 5.2.

Управління механізмами зчеплення може здійснюватися за допомогою механічного, гідравлічного, вакуумного, електричного чи комбінованого приводу.

Автоматичні системи зчеплення працюють у відповідності до положення акселератора, частоти обертів двигуна, навантаження або конфігурації важеля коробки передач. Гідравлічні системи зчеплення мають два типи: гідростатичні та гідродинамічні (наприклад, гідромуфти). Найбільше застосування на автомобілях і тракторах отримали фрикційні зчеплення.

Їх класифікують за формою поверхонь тертя: дискові, конусні, стрічкові або колодкові[8].

Дискове зчеплення найчастіше використовується для роз'єднання двигуна від силової передачі у сучасних транспортних засобах. Решта типів фрикційних систем здебільшого служать складовими частинами механізмів силових передач, наприклад, в елементах управління планетарними коробками передач.

### Зміст звіту

У звіті необхідно не лише надати відповіді на поставлені питання, а й включити схематичні зображення таких елементів:

- Схема однодискового сухого фрикційного зчеплення з периферійними

пружинами або центральною пружиною (на вибір);

- Схема гідравлічного приводу зчеплення одного із базових автомобілів;
- Схема веденого диска з описом функціонального призначення його елементів.

### **Контрольні питання**

1. Визначте призначення, класифікацію та основні вимоги до зчеплень.
2. Опишіть принцип роботи фрикційних зчеплень.
3. Які конструктивні рішення сприяють забезпеченню надійної передачі крутного моменту у фрикційних зчепленнях?
4. Як забезпечити плавність і повноту включення фрикційних зчеплень за допомогою конструктивних заходів?
5. Які методи використовуються для ефективного відведення тепла від поверхонь тертя у фрикційних зчепленнях?
6. Опишіть конструктивні заходи захисту трансмісії від пікових і періодичних навантажень.
7. За якими критеріями оцінюються фізичні витрати на керування зчепленням? Проведіть оцінку різних способів, що полегшують управління зчепленням.
8. Перелічіть основні види спеціальних зчеплень, проаналізувавши їх переваги та недоліки.
9. Які вимоги висуваються до фрикційних накладок, і яку роль відіграють їх компоненти при використанні?
10. Яке функціональне значення мають пружини гасителя крутильних коливань?
11. Від яких умов залежить визначення передавального числа приводу зчеплення?
12. Опишіть процес передачі крутного моменту від маховика до середнього диска зчеплення.

### **Список рекомендованої літератури**

1. Венгер А.С., Волобуєва Т.В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с. (не перевидавалось)
2. Корнієнко М.В., Берназ П.В., Афонін Д.С. Оформлення дорожньотранспортних пригод : навчально-методичний посібник. Одеса, Одеський державний університет внутрішніх справ, 2021. 129 с.
3. Коваленко І.В., Климчук О.П. Автомобільні двигуни : будова, робота, технічне обслуговування : навчальний посібник. Дніпро : НГУ, 2020. 278 с.
4. Омелічев О.В. Будова автомобіля : навчальний посібник. 3-тє вид., випр. та доп. Київ : Каравела, 2020. 320 с.
5. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.

6. Піхотко О.В. Професійна етика водія та безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Острог, 2021. 142 с.

7. Практичний посібник для аудиторів та інспекторів безпеки дорожнього руху. Спеціальне видання посібника, адаптоване до умов безпеки автомобільних доріг України, фінансоване глобальним фондом безпеки дорожнього руху Світового банку у рамках ініціативи глобальної безпеки автомобільних доріг благодійного фонду Блумберга. Белград : Авто-мото асоціація Сербії, Центр автотранспорту, 2022. 74 с.

8. Руденко В.О., Гончарук І.М. Основи технічної експлуатації автомобілів : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 412 с.

## Список літератури

1. Венгер А.С., Волобуєва Т.В. Організація дорожнього руху : навчальний посібник. Одеса : ОАДК ОНПУ, 2020. 187 с. (не перевидавалось)
2. Кальченко В.В., Кужельний Я.В., Скляр В.М., Следнікова О.С. Основи конструкції автомобілів. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт». Чернігів: ЧНТУ, 2020. 28 с.
3. Коваленко І.В., Климчук О.П. Автомобільні двигуни : будова, робота, технічне обслуговування : навч. посіб. Дніпро : НГУ, 2020. 278 с.
4. Корнієнко М.В., Берназ П.В., Афонін Д.С. Оформлення дорожньотранспортних пригод : навч.-метод. посіб.. Одеса, Одеський державний університет внутрішніх справ, 2021. 129 с.
5. Омелічев О.В. Будова автомобіля : навчальний посібник. 3-тє вид., випр. та доп. Київ : Каравела, 2020. 320 с.
6. Панченко А. І., Волошина А. А., Болтянський О. В., Мілаєва І. І., Панченко І. А., Волошин А. А. Будова автомобіля: навч. посіб. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.
7. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху : навчальний посібник. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.
8. Піхотко О.В. Професійна етика водія та безпека дорожнього руху : навч. посіб. Острог, 2021. 142 с.
9. Практичний посібник для аудиторів та інспекторів безпеки дорожнього руху. Спеціальне видання посібника, адаптоване до умов безпеки автомобільних доріг України, фінансоване глобальним фондом безпеки дорожнього руху Світового банку у рамках ініціативи глобальної безпеки автомобільних доріг благодійного фонду Блумберга. Белград : Авто-мото асоціація Сербії, Центр автотранспорту, 2022. 74 с.
10. Руденко В.О., Гончарук І.М. Основи технічної експлуатації автомобілів : підручник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2021. 412 с.
11. Сасов О.О. Конспект лекцій з дисципліни «Автомобілі» Частина 1. Будова автомобіля для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Кам'янське, ДДТУ, 2023. 150с.
12. Слюсаров О.С., Коваленко І.І. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автомобілі. Основи конструкції» для студентів всіх форм навчання напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальності «Колісні та гусеничні транспортні засоби». Частина 2. Шасі. Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. 86 с.
13. Соловійова О.О., Висоцька І.І., Герасименко І.М. Загальний курс транспорту : навч. посіб. Київ : НАУ, 2019. 244 с.

14. Степанов О.В., Семченко Н.О., Холодова О.О., Волобуєва Т.В., Сирота В.М. Безпека дорожнього руху з урахуванням впливу фактора людини : монографія. Харків : Вид-во «Естет Принт», 2020. 288 с.

#### **Допоміжна**

1. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту). Частина 1. Харків.: РІО ХГАДТУ, 1998. 225 с. (не перевидавалось).
2. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту). Частина 2. Харків.: РІО ХГАДТУ, 1998. 219 с. (не перевидавалось).
3. Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет» <http://ddpu.edu.ua>
4. Клімов С.В. Організація технічного сервісу автомобілів. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2012. 120 с. (не перевидавалось).
5. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Тернопіль.: ТНТУ, 2021. 136 с.
6. Лутченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Організація, планування і управління: підручник К. Логос, 2014. 464 с. (не перевидавалось)
7. Омелічев О.В. Підручник з будови автомобіля: посібник для автомобілістів-початківців. 4-е вид. Харків: Моноліт, 2023. 288 с.  
Мигаль Г.В., Протасенко О.Ф. Безпека та організація дорожнього руху : навчальний посібник. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. 85 с.

#### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Департаменту патрульної поліції : вебсайт. URL: <http://patrol.police.gov.ua>.
2. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556- VII. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.
3. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
4. Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>.