

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення дисципліни
«Основи конструкції двигунів автомобілів»
для здобувачів вищої освіти спеціальності
133 – Галузеве машинобудування
(освітня програма «Експлуатація, випробування
та сервіс автомобілів та тракторів»)
усіх форм навчання

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Основи конструкції двигунів автомобілів» для здобувачів вищої освіти спеціальності 133 – Галузеве машинобудування (освітня програма «Експлуатація, випробування та сервіс автомобілів та тракторів») усіх форм навчання / Укл. : В. І. Кубіч – Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 46 с.

Укладач: В.І. Кубіч, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: А.В. Щербина, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: В.І. Кубіч, канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі,
теплові двигуни та гібридні
енергетичні установки»
Протокол № 7
від « 05 » лютого 2024.

Рекомендовано до видання НМР
Транспортного факультету
Протокол № 107
від « 12 » лютого 2024.

ЗМІСТ

	Стор.
1 Загальні методичні вказівки.....	4
2 Теми, анотації та рекомендації щодо їх вивчення.....	6
2.1 Загальні відомості про автомобілі та автомобільні двигуни.....	6
2.2 Компонування ДВЗ.....	9
2.3 Механізм газорозподілу.....	12
2.4 Система змащування.....	15
2.5 Система охолодження.....	17
2.6 Паливоподача в бензинових двигунах.....	20
2.7 Системи подачі палива дизельних двигунів.....	24
2.8 Пристрій системи живлення двигунів газобалонних автомобілів.....	28
2.9 Система живлення газодизельного двигуна.....	30
2.10 Електрообладнання двигуна.....	31
3 Перелік лабораторних робіт.....	35
4 Завдання до контрольної роботи.....	36
Рекомендована література.....	39
Додаток А. Вибір варіанта завдання.....	40
Додаток Б. Приклад оформлення титульного листа до контрольної роботи.....	41
Додаток В. Приклад оформлення змісту контрольної роботи.....	42
Додаток Г. Приклад формулювання та оформлення завдання.....	43
Додаток Д. Приклад оформлення відповідей на завдання до контрольної роботи.....	44

1 ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Навчальна дисципліна «Основи конструкції двигунів автомобілів» формує у здобувачів вищої освіти знання та розуміння конструктивних принципів будови й функціонування механізмів і систем автомобільних двигунів відносно досить широкого конструктивного виконання окремих їх складових частин.

Предметом вивчення дисципліни є застосування елементарних деталей машин, теорії механізмів і машин у кривошипно-шатунівому, газорозподільному механізмі, приладах систем живлення, змащування та охолодження з метою забезпечення створення паспортної вихідної потужності з відповідними економічними характеристиками при використанні за призначенням.

Методичні вказівки мають ціль допомогти здобувачам вищої освіти отримати теоретичні знання, а також дають відповідне розуміння конструювальних особливостей механізмів та систем двигунів внутрішнього згорання, конструктивного виконання їх окремих складових і широке роз'яснення тенденцій розвитку сучасного двигунобудування. При цьому, основна увага під час засвоєння навчального матеріалу приділяється:

- вивченню вимог нормативних документів (ISO, ДСТУ, ТУ та ін.), які висуваються до узагальнених частин конструкції двигунів;
- розумінню призначення як окремих частин їх загального пристрою, так і сукупності окремих складових (механізмів, складальних одиниць, приладів, окремих деталей тощо);
- розумінню ознак класифікації окремих елементів конструкції та конструктивного їх виконання у відповідності з ними.

На підставі засвоєного навчального матеріалу здобувач вищої освіти повинен володіти навичками самостійного вивчення конструктивних особливостей автомобільних двигунів, які мають місце під час впровадження оригінальних технічних рішень у відповідності з тенденціями розвитку двигуно- та автомобілебудування, що визначаються вимогами сучасності. Більш того, систематизація отриманих знань повинна давати здобувачеві можливість здійснювати аналіз переваг і недоліків складових частин автомобільних двигунів та давати їм порівняльні оцінки.

Дисципліна «Основи конструкції двигунів автомобілів» є базовою (нормативною) дисципліною як для формування необхідного рівня професійного мислення майбутніх інженерів-конструкторів, експлуатаційників, технічних співробітників автомобільного сервісу, так і з погляду надання здобувачам певного обсягу знань, необхідних для вивчення таких спеціальних дисциплін як: робочі процеси автомобіля; експлуатаційні властивості автомобіля; експлуатація та обслуговування машин та інших.

Рекомендується наступна послідовність пророблення матеріалу.

1. Взявши для розгляду та вивчення будь-яку складову конструкції (механізм, складальна одиниця, прилад, окрема деталь) необхідно з'ясувати її призначення та місце розташування на двигуні, зв'язок і взаємодію із сусідніми елементами конструкції, основні вимоги до якості її функціонування.

2. Ознайомитися із загальними принципами, які викладанні у роботі, та чітко сформулювати їх для себе.

3. Докладніше вивчити пристрій та порядок дії, наприклад, порядок сприймання, перетворення й передачі лінійного або обертового руху тощо, на прикладі однієї, найбільш характерної складової частини механізму, системи. При цьому, треба звернути увагу на пристосування для регулювання, на змащування та матеріал основних деталей.

4. Розглянути класифікацію видів даної складової конструкції, наприклад, колінчастих валів, розподільних механізмів, паливних насосів високого тиску тощо.

5. Ознайомитись із загальним пристроєм одного або двох різновидів приладів, окремих деталей, що значно відрізняються від попередньо розглянутих.

Після вивчення будь-якого механізму та системи необхідно вміти з пам'яті накреслити (зобразити) його принципову схему, з рисунку описати його пристрій і порядок роботи, відповісти на запитання для самоперевірки.

Здобувач вищої освіти повинен розумітися на пристрої та в особливостях роботи як автомобільного двигуна у цілому, так і окремих складових частин.

У процесі вивчення дисципліни здобувач вищої освіти виконує лабораторні роботи, контрольне завдання та складає екзамен.

2 ТЕМИ, АНОТАЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇХ ВИВЧЕННЯ

2.1 Загальні відомості про автомобілі та автомобільні двигуни

Вступ: порядок вивчення дисципліни, методичне та матеріальне забезпечення. Поняття «автомобіль»; вимоги до конструкції автомобіля; типаж автомобілів. Загальний пристрій автомобіля; призначення елементів конструкції; порядок їхньої взаємодії при реалізації руху по опорній поверхні. Двигун внутрішнього згорання: призначення; історія розвитку; вимоги, що пред'являються; загальний пристрій; порядок взаємодії між елементами конструкції. Класифікація двигунів внутрішнього згорання. Параметри двигуна внутрішнього згорання: енергетичні; технологічні; експлуатаційні. Робочі процеси та цикли чотирьохтактних і двотактних ДВЗ.

Література: [1], с. 6–9, 23–24, 90–93, 231–236; [2], с. 8–27; [3], с. 12–29; [4], с. 27–32; [5], с. 10–64, 431–443.

При розгляді навчальних питань слід звернути увагу на основні історичні факти (віхи) розвитку автомобілів, тобто від їх прототипів до конструкцій, які відповідають сучасності. Особливу увагу слід приділити історії українського автомобіля: механічна майстерня інженера Стасюлевіча (м. Одеса, 1909 р.); вантажівка «Україна-4» (м. Харків, 1931 р.); вантажівка ДАЗ-150 «Українець» (м. Дніпропетровськ, 1948 р.); автопоїзд ЛАЗ-150Ф і причеп-фургон ЛАЗ-730 (м. Львів, 1954 р.); серійний автобус ЛАЗ-695 (м. Львів, 1956–1968 рр.); легковий автомобіль ЛуАЗ-827 (м. Луцьк, 1960 р.), автомобіль-самоскид КрАЗ-222 «Дніпро» (м. Кременчук, 1959 р.), легковий автомобіль ЗАЗ-965 (м. Запоріжжя, 1961 р.) й т.д. Надалі слід розглянути виробничі, експлуатаційні, споживчі вимоги до автомобілів у цілому, вимоги безпеки під час використанні за призначенням.

Потрібно з'ясувати для себе поняття «типаж» автомобіля та які параметри характеризують типаж легкових, вантажних автомобілів та автобусів. Розглядаючи питання загального пристрою автомобіля,

необхідно чітко зрозуміти назву основних його частин, наприклад, для вантажного повнопривідного автомобіля: енергетична установка (ДВЗ); трансмісія; ходова частина; електрообладнання; кузов; додаткове обладнання.

Треба зрозуміти, що джерелом рушійних сил колісної машини є крутний момент M_k , що передається від ДВЗ до ведучих коліс. При цьому, у місцях контакту з дорогою ведучі колеса з підведеним від двигуна M_k через трансмісію розвивають на плечі, що дорівнює динамічному радіусу колеса r_k , окружну силу P_{ko} , з якою вони відштовхуються від дороги.

Вивчаючи питання призначення та принципу дії ДВЗ як теплової машини необхідно чітко зрозуміти наступне. Двигун внутрішнього згорання (ДВЗ) – є машиною, що перетворює приховану термохімічну енергію палива на механічну роботу. Це перетворення ґрунтується на використанні відомого фізичного ефекту значного розширення газоподібних тіл при підвищенні їх температури. Газоподібний носій теплової енергії, який піддається нагріванню, і, розширюючись, надає силовий вплив на рухомі частини двигуна – поршні, називається робочим тілом.

Звертаючи увагу на історію розвитку двигунів, як темпових машин, слід згадати, що перший поршневий двигун внутрішнього згорання з'явився у 1860 році та був винайдений французьким інженером Ленуаром. У 1870 році Н. Отто створив чотиритактний газовий двигун, що став прообразом сучасних карбюраторних двигунів. Вперше бензиновий двигун транспортного типу був запропонований у 1879 році та виконаний у 1881 році у металі російським інженером І.С. Костовичем. У 1894 році німецький інженер Р. Дизель розробив робочий цикл двигуна із самозайманням від стиснення. У 1899 році російський інженер Г.В. Тринклер запропонував конструкцію двигуна із самозайманням від стиснення, що працює без особливого компресора для розпилювання палива. Цей двигун, який отримав назву безкомпресорного дизеля, у 1901 році був побудований на Путилівському заводі та працював за змішаним циклом. У 1906 році професор Московського вищого технічного училища В.І. Гринецький розробив метод теплового розрахунку двигунів.

У наступному слід ознайомитись із загальною будовою класичного поршневого двигуна внутрішнього згорання (рис. 2.1).

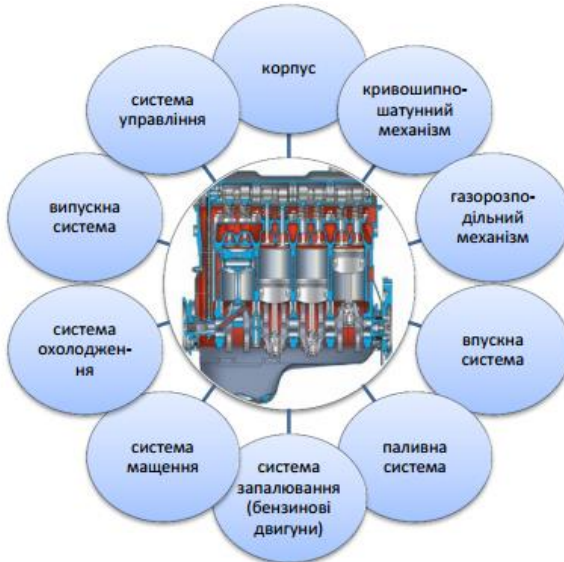


Рисунок 2.1 – Будова поршневого двигуна внутрішнього згорання

Далі слід ознайомитись із основними вимогами, які висувуються до конструкції автомобільних двигунів. При вивченні ознак класифікації двигунів слід звернути увагу на наступні: за способом передачі руху від поршня; за способом дії; за способом здійснення робочого циклу; за видом палива, що використовується; за способом сумішоутворення; за способом займання суміші; за кількістю та розташуванням циліндрів; за робочим об'ємом циліндрів; за способом охолодження циліндрів; за ступенем швидкохідності. При розгляді параметрів двигуна слід особливу увагу звернути на енергетичні: ступінь стискання ε ; середній ефективний тиск p_e ; тактність z ; кількість обертів колінчастого валу n ; середню швидкість поршня c_m ; літрову та поршкову потужність; питому витрату палива g_e ; ефективну потужність N_e ; крутний момент M_k . Надалі необхідно розглянути дійсну індикаторну діаграму чотиритактного бензинового двигуна та графічне зображення середнього індикаторного тиску. Доцільно мати уявлення про те, якими параметрами у аналітичних виразах визначаються: середній ефективний тиск; індикаторний тиск газів у циліндрі; дійсна індикаторна робота циклу; індикаторна потужність; ефективна потужність.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що розуміється під «типажом» автомобіля?
2. Що є джерелом рухомих сил, які змушують автомобіль переміщуватись по опорній поверхні?
3. Які елементи конструкції входять до складу ходової частини автомобіля?
4. На чому засновано перетворення прихованої хімічної енергії палива у робочому тілі двигуна у механічну роботу?
5. Які вимоги висуваються до автомобільних двигунів?
6. Які розрізняють двигуни за способом передачі руху від поршня?
7. Які розрізняють двигуни за способом дії?
8. Які параметри оцінки відносяться до енергетичних?
9. Назвіть параметри, якими оцінюються експлуатаційні якості двигунів.
10. Чим відрізняється індикаторна потужність двигуна від ефективної потужності?

2.2 Компонування ДВЗ

Компонувальні схеми двигунів. Загальні відомості та схеми кривошипно-шатунного механізму автомобільних двигунів. Нерухомі частини кривошипно-шатунного механізму: блок картер; гільза циліндра; головка блоку циліндрів. Картери. Частини картера. Блоки. Способи підвищення жорсткості корпусних деталей форсованих двигунів. Однорядне та дворядне розташування циліндрів в блоці. Гільзи циліндрів – сухі та мокрі. Особливості конструкції картерів і циліндрів двигунів із повітряним охолодженням. Головки циліндрів загальні та індивідуальні. Прокладки газового стику. Рухомі частини кривошипно-шатунного механізму: поршнева група; шатунна група; група колінчастого валу. Поршні, поршневі кільця, поршневі пальці. Способи фіксації пальців у верхній головці шатуна та бобишках поршня. Шатуни. Кривошипна головка шатуна, розташування площини її роз'ємів, способи кріплення кришки. Шатунні болти. Підшипники кривошипної головки шатуна. Конструкції шатунів дворядних двигунів. Колінчасті вали. Конструктивні форми корінних і шатунних щок. Ущільнення носка та хвостовика колінчастого валу.

Противаги, способи їх кріплення до щок. Фіксація валу в осьовому напрямку.

Література: [1], с. 179–180; [2], с. 53–54; [3], с. 54–191; [4], с. 33–40.

При розгляді компоновальних схем двигунів потрібно насамперед звернути увагу на те, що одним з основних факторів, що визначають конфігурацію двигуна, є розташування та кількість робочих циліндрів, а форми конструкцій двигунів залежать від взаємного розташування деталей, механізмів і допоміжних агрегатів. При цьому, необхідно розглянути компоновання однорядних, V-образних, W-образних двигунів, двигунів з горизонтальними протилежними циліндрами, схеми двовальних та багатовальних двигунів.

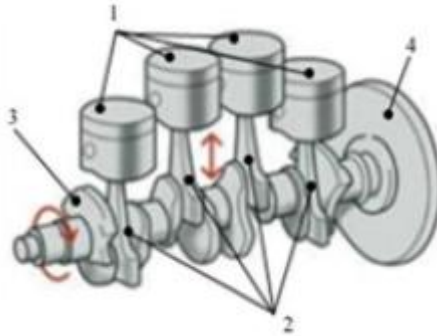
Далі треба розглянути склад та взаємне розміщення елементів конструкції тронкових і крейцкопфних кривошипно-шатунних механізмів. При цьому, слід визначитись із можливістю нерівномірності обертання колінчастого валу, способом вирівнювання його кутової швидкості, а також із нерівномірним рухом поршня й деталей, які з ним пов'язані, що викликає вібрації.

Далі розглядаємо сили та моменти, які діють у кривошипно-шатунному механізмі: рівнодіючу газових сил; силу, яка діє по шатуні; інерційні сили; бокову силу; тангенціальну силу, що діє перпендикулярно осі кривошипу; крутний момент; момент, що діє у поперечній площині.

У наступному рекомендовано розглянути схеми корпусу двигуна: картер, до якого кріпляться окремі циліндри; картер, до якого кріпляться циліндри, що об'єднані в один блок циліндрів; блок-картер, у якому всі елементи відлиті як одне ціле. Далі треба розглянути вимоги, матеріали, конструкцію й способи встановлення у блок-картер гільз циліндрів.

Після цього потрібно визначитись із комплексним призначенням головки циліндрів, вимогами, які до них висуваються, та матеріалами, з яких вони виготовляються.

У подальшому необхідно ознайомитись із класичним загальним компонованням рухомих частин кривошипно-шатунного механізму, наприклад, рядного чотирициліндрового двигуна (рис. 2.2).



1 – поршні; 2 – шатуни; 3 – колінчастий вал; 4 – маховик

Рисунок 2.2 – Загальний пристрій кривошипно-шатунного механізму

При розгляді конструкцій поршнів потрібно, насамперед, звернути увагу на умови, в яких вони працюють. Визначитись із вимогами, які висуваються до поршнів, з матеріалом для виготовлення, конструктивними особливостями: поршень із Т-образною прорізю; поршень із стальними вставками; полегшений поршень швидкохідного двигуна; литий поршень дизеля; штампований поршень; поршень із камерою тощо.

Далі переходимо до розгляду призначення поршневих кілець, матеріалу для їх виготовлення, конструкції: цільні; складові; форми поперечного перерізу; насосної дії компресійних кілець. Далі переходимо до розгляду поршневого пальця та звернути увагу на спосіб його кріплення.

При розгляді шатунів слід також визначитись із умовами їх роботи, вимогами, які до них висуваються, матеріалом, із якого виготовляються. Потрібно зрозуміти форму та конструкцію шатуна, до якого входять верхня, нижня голівка та стрижень. Слід звернути увагу на особливості конструктивного виконання шатунів, які діляться на прості, зчленовані (вилчасті, головний і причіпний шатуни), та їх верхніх голівок.

При розгляді групи колінчастого валу слід усвідомити що до неї відносяться:

- колінчастий вал;
- противаги;
- маховик;
- розподільна шестерня;

- шків приводу допоміжних механізмів;
- вузол осьової фіксації;
- деталі оливоущільнювального пристрою.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Що покладено в основу компонування двигунів?
2. Який механізм прийнято вважати тронковим?
3. Назвіть найбільш розповсюджені схеми компонування кривошипно-шатунного механізму в автомобільних двигунах.
4. За якими складовими визначається крутний момент одноциліндрового двигуна?
5. За якими схемами може виконуватися корпус двигуна?
6. Які вимоги висуваються до гільз циліндрів?
7. Яким способом можуть бути встановлені мокрі гільзи у блок-картер?
8. Назвіть умови, в яких працюють поршні.
9. З яких частин складається поршень?
10. Які вимоги висуваються до поршневих компресійних кілець?
11. У чому полягає насосна дія компресійних кілець?
12. Яким способом можуть встановлюватись поршневі пальці?
13. Яке призначення шатунної групи?
14. З яких частин складається шатун?
15. З яких частин складається група колінчастого валу?
16. З яких частин складається колінчастий вал?

2.3 Механізм газорозподілу

Конструктивні схеми газорозподільних механізмів: клапанні механізми; золотникові механізми; комбіновані механізми; фази газорозподілу. Елементи конструкції: штовхачі; направляючі втулки і сидла клапанів; клапанні пружини; коромисла, осі коромисел і штанги, гідравлічні компенсатори теплового зазору; розподільний вал та його приводи.

Література: [1], с. 214–219; [3], с. 200–229; [4], с. 41–56.

Визначивши призначення механізму газорозподілу та ознайомившись з їхньою класифікацією, варто перейти до вивчення клапанного механізму газорозподілу (рис. 2.3).



1 – клапани; 2 – привід клапанів; 3 – розподільний вал; 4 – привід розподільного валу
Рисунок 2.3 – Загальний пристрій газорозподільного механізму

Потрібно звернути увагу на конструктивні схеми механізмів із верхнім, нижнім і змішаними розташуванням клапанів та варіанти розміщення однойменних клапанів (впускних, випускних) при цьому. Рекомендується порівнювати між собою механізми з верхнім і нижнім розташуванням клапанів за характером руху паливоповітряної суміші та зручністю регулювань.

У наступному доцільно розглянути схеми механізмів приводу розподільного валу: шестерний з двох шестерень; шестерний з проміжною шестернею; з проміжними валами та конічними шестернями; шестерний з набором циліндричних шестерень; ланцюговий; із зубчастим ременем (рис. 2.4).

Далі варто ознайомитися з конструкцією окремих деталей механізму газорозподілу. Треба звернути увагу на форму клапана, способи кріплення клапанних пружин. При вивченні штовхальників необхідно розглянути основні його форми: тарілчастий; циліндричний; роликовий; циліндричний з гідравлічним пристроєм; циліндричний із вставкою для підведення оливи до клапанного механізму, а також способи розташування штовхачів щодо кулачка, що забезпечують їх прокручування в процесі роботи. Доцільно звернути увагу на спосіб забезпечення повертання штовхальника і

клапана. Вивчаючи привід кулачкового валу потрібно установити вимоги, що висуваються до нього, розібрати існуючі конструкції та ознайомитися зі способами фіксації його в подовжньому напрямку.

Вивчаючи фази газорозподілу, варто зрозуміти їх призначення і усвідомити собі, яким чином вони сприяють кращому наповненню та очищенню циліндрів. Нарешті, корисно розібратися в регулюванні зазорів у клапанах і перевірці установки фаз газорозподілу, а також з механізмом регулювання фаз газорозподілу.

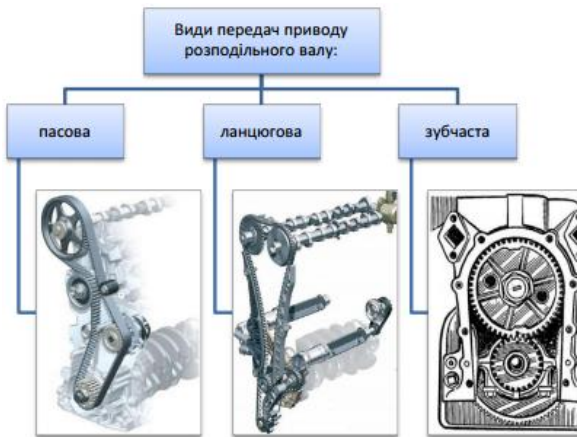


Рисунок 2.4 – Види передач приводу розподільного валу

Контрольні запитання для самоперевірки

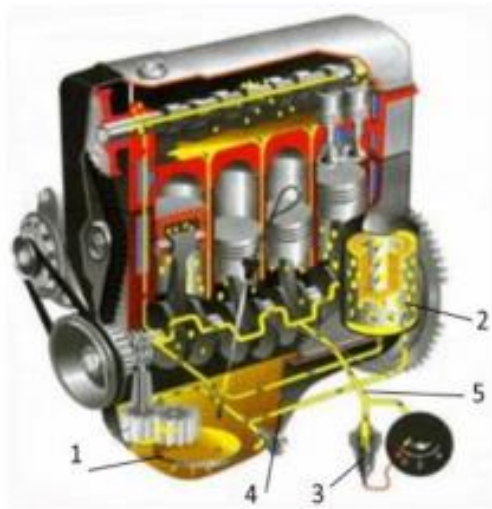
1. Які існують типи механізмів газорозподілу?
2. Що таке фази газорозподілу?
3. Як регулюється в клапанах температурний зазор?
4. З яких елементів складається гідравлічний штовхальник?
5. За рахунок чого повертається штовхальник і клапан при роботі двигуна?
6. З яких матеріалів виконані основні деталі газорозподільного механізму?
7. Назвіть елементи конструкції розподільного валу.
8. З якою метою у клапанному механізмі встановлюють дві пружини?

2.4 Система змащування

Класифікація і схема системи змащування. Масляні насоси, оливоприймачі. Фільтри грубого та тонкого очищення моторної оливи. Клапани системи змащування. Охолоджувачі моторної оливи, місця їх розташування. Вентиляція картера: контури; прилади.

Література: [1], с. 222–225; [3], с. 355–360, 376; [4], с. 65–77.

Вивчаючи систему змащування, здобувач повинен знати спосіб підведення моторної оливи до окремих пар тертя – змащування під тиском, розбризкуванням, самопливом (рис. 2.5).



1 – піддон картера двигуна з маслозбірником; 2 – масляний фільтр;
3 – датчик тиску мастила; 4 – редукційний клапан; 5 – масляна магістраль і канали
Рисунок 2.5 – Загальний пристрій системи змащування

Необхідно звернути увагу на можливу кількість фільтрів у системі, порядок їх включення у магістралі циркуляції моторної оливи, їх призначення. Доцільно з'ясувати робочі процеси, які мають місце при циркуляції моторної оливи по основним та додатковим магістралям та контурам, і на місце та призначення перепускного,

редукційного, запобіжного клапанів.

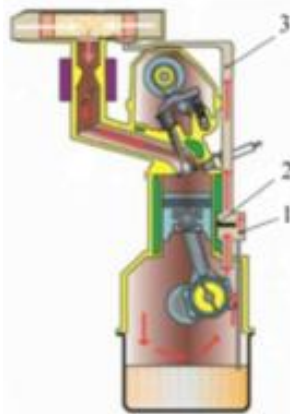
Вивчення окремих приладів системи мащення варто почати з масляних насосів – з'ясувати застосовувані типи, засвоїти їх пристрій та роботу.

При вивчення фільтрів варто звернути увагу на різні конструкції фільтруючих елементів для грубого і тонкого очищення, прийняту періодичність їх очищення та зміни. Необхідно з'ясувати вид конструкції та визначитися з пристроєм фільтра: пластинчасте-щілинного грубого очищення; стрічково-щілинного грубого очищення; об'ємного тонкого очищення. Особливо уважно треба розглянути пристрій фільтра відцентрового очищення та послідовності його включення у контур руху моторної оливи.

Рекомендується звернути увагу на способи включення масляного радіатора. З'ясувати, з якою метою застосовується вентиляція картера і як вона здійснюється. Потрібно звернути увагу на існуючі конструкції радіаторів:

- водомасляні, в яких тепловіддача здійснюється до рідини системи охолодження двигуна;
- повітряно-масляні з обдувом потоком повітря, що утворюється під час руху машини, а також потоку, що створюється вентилятором.

Далі слід розглянути схеми відкритої та закритої систем вентиляції картера (рис. 2.6).



1 –масловіддільник; 2 – клапан вентиляції картера; 3 – повітряні патрубки
Рисунок 2.6 – Будова системи вентиляції картера

Контрольні запитання для самоперевірки

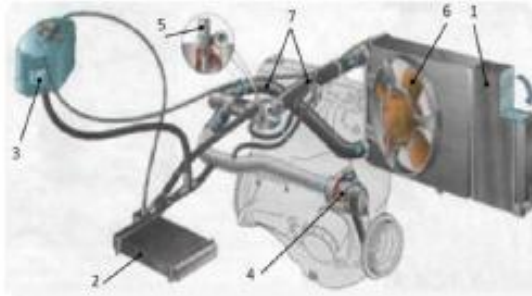
1. Які деталі сучасних двигунів змащуються розбризкуванням моторної оливи, а які під тиском?
2. Пари тертя якого механізму у двигуні змащуються пульсацією моторної оливи? Назвіть ці елементи конструкції.
2. Які типи насосів застосовуються в існуючих системах змащування?
3. Як включаються в систему мащення фільтри грубого та тонкого очищення моторної оливи?
4. З яких елементів складається фільтр відцентрового очищення моторної оливи та як від працює?
5. Які застосовуються методи контролю за роботою системи змащування?
6. У чому полягає дія відкритої системи вентиляції картера?
7. У чому полягає дія закритої системи вентиляції картера?

2.5 Система охолодження

Температурний режим роботи двигуна. Рідинні системи охолодження відкритого та закритого типів. Насоси та вентилятори систем рідинного охолодження. Термостати із твердим і рідким наповнювачами, радіатори та їх клапани. Розширювальні бачки, муфти автоматичної зміни частоти обертання вентилятора. Шторки та жалюзі радіаторів. Система повітряного охолодження. Способи регулювання теплового стану двигунів внутрішнього охолодження.

Література: [1], с. 226–229; [3], с. 337–385; [4], с. 57–64.

Вивчивши необхідність системи охолодження, варто ознайомитись із застосовуваними способами охолодження – рідинним і повітряним. При вивченні рідинної системи охолодження треба розібратися в її класифікації за способом циркуляції рідини. Необхідно звернути увагу на те, що більш довершеною є закрыта система охолодження, яка застосовується на сучасних двигунах (рис. 2.7, 2.8).



1 – радіатор системи охолодження; 2 – теплообмінник опалювача;
3 – розширювальний бачок; 4 – відцентровий насос; 5 – термостат;
6 – вентилятор радіатора; 7 – патрубки

Рисунок 2.7 – Загальний пристрій системи охолодження



Рисунок 2.8 – Функції системи охолодження

Потрібно визначитись з розумінням того, що рідинна система охолодження складається з двох контурів – рідинного, заповненого проміжним теплоносієм, і повітряного. А також з тим, що залежно від факторів, що викликають рух проміжного теплоносія, розрізняють системи охолодження з термосифонною та примусовою циркуляціями. При цьому необхідно знати, що існують наступні типи рідинних систем охолодження: з підведенням рідини через нижній пояс циліндрів; із підведенням рідини через верхній пояс циліндрів; з підведенням рідини в головку циліндрів через водорозподільну трубу.

Варто розібратися в пристосуваннях, що забезпечують сталість температури охолодної рідини, зі зміною її циркуляції в системі охолодження і зміною інтенсивності повітряного потоку через радіатор.

Після ознайомлення із загальною будовою системи охолодження варто перейти до розгляду призначення та складу її елементів. Слід розпочати з пристрою, місця встановлення та порядку роботи термостата, що регулює циркуляцію рідинного теплоносія по малому та великому колам.

Вивчаючи будову радіатора треба з'ясувати, які типи радіаторів застосовуються найчастіше, розібратися в роботі пароповітряних клапанів кришки заливного отвору для закритої системи охолодження.

При вивченні водяного насоса варто звернути увагу на привід насоса та пристрій сальника, що не вимагає регулювання.

Вивчаючи вентилятор треба звернути увагу на його привід і способи регулювання натягу ремня. Доцільно звернути увагу на способи автоматизації вмикання та вимикання вентилятора.

При розгляді повітряної системи охолодження рекомендовано звернути увагу на схеми організації циркуляції повітря в однорядному та дворядному двигунах, а також на конструкції охолоджувальних ребер циліндрів і їх головок, які за перерізом можуть бути прямокутні, трапецієподібні, трикутні. При цьому необхідно визначитися з можливими геометричними розмірами ребер охолодження.

Розглядаючи питання регулювання температурного режиму двигуна, потрібно звернути увагу на наступне. Регулювання може бути виконане за рахунок: зміни витрати рідини в теплорозсіювальному вузлу; зміни витрати повітря через теплорозсіювальний вузол або оребрену частину двигуна повітряного охолодження; спільної зміни витрати рідини та повітря. Залежно від принципу регулювання, який застосовується, розрізняють системи пропорційного керування та системи зі зміною періодичності вмикання вентилятора.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Який оптимальний температурний режим двигуна?
2. Чому на більшості сучасних автомобільних двигунах застосовується закрыта система охолодження?

3. Поясніть роботу пароповітряних клапанів кришки радіатора.
4. Яке призначення термостату та як він працює?
5. З якою метою перед радіатором установлюють жалюзі?
6. Що таке мале та велике коло циркуляції охолодної рідини?
7. Як здійснюється контроль за роботою системи охолодження?
8. З яких основних частин складається водяний насос?
9. З яких елементів конструкції складається повітряний тракт рідинної системи охолодження?
10. Що собою представляє ежекційна система охолодження?
11. Яким чином може бути виконано регулювання температурного режиму роботи двигуна?
12. Що собою представляє фрикційна муфта приводу вентилятора системи охолодження з електромагнітним керуванням?

2.6 Паливоподача в бензинових двигунах

Сумішоутворення в бензинових і дизельних двигунах. Поняття про склад горючої суміші та коефіцієнт надлишку повітря. Система подачі палива карбюраторних двигунів. Загальні відомості про системи упорскування палива бензинового двигуна. Бензиновий насос. Карбюратори: робота найпростішого карбюратора, його недоліки; характеристика елементарного карбюратора, найдодільніша характеристика карбюратора; призначення, пристрій, принцип дії допоміжних, дозуючих, збагачувальних пристроїв карбюратора; обмежувач максимальної частоти обертання двигуна. Характеристика, загальна будова, робота карбюраторів К-126, К-88. Паливні насоси. Фільтри.

Література: [1], с. 30–31, 98–101, 103–115, 117–135; [2], с. 102–133; [4], с. 87–102, 127–160; [5], с. 328–341; [6], с. 248–270; [9], с. 8–71.

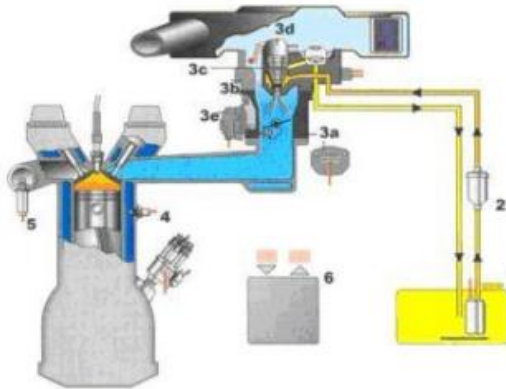
Насамперед, потрібно звернути увагу на призначення системи живлення і вимоги, що висуваються до неї, та складові підсистеми – живлення повітрям, живлення паливом, системи випуску газів. Система живлення двигуна з іскровим запалюванням, її елементи та їхнє призначення. Автомобільні бензини та вимоги до них. Склад паливо-повітряної суміші та її вплив на роботу двигуна. Необхідно чітко розуміти зміст коефіцієнта надлишку повітря, явища детонації

та методів боротьби з нею, а також відмінності детонації від передчасного спалаху. Після цього потрібно розібратися у призначенні в роботі окремих елементів карбюратора – головної дозуючої системи і систем компенсації, пристрою для пуску, холостого ходу, прискорювача, економайзера, еконостата, обмежника частоти обертання колінчастого валу двигуна, пристрою примусового холостого ходу.

Слід зрозуміти, що карбюратор є пристроєм, що забезпечує у напівавтоматичному режимі приготування робочої суміші, за складом відповідним режимові роботи двигуна. Варто з'ясувати, наскільки застосовувані карбюратори приготують якісний та необхідний склад паливоповітряної суміші.

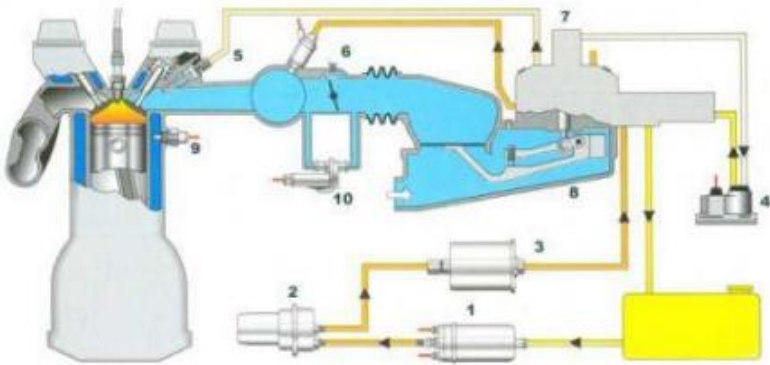
Для закріплення знань по карбюрації, отриманих з тексту лекції та рекомендованої літератури, необхідно навчитися самостійно зображати (олівцем на папері, олівцем у програмі Paint) спрощені схеми окремих складових карбюраторів (сумішоутворюючий пристрій, системи економайзера, пусковий пристрій, прискорювальний насос тощо) та їх основні елементи.

Далі потрібно розглянути схеми системи живлення з впорскуванням палива: моновпорскування; розподілене впорскування; безпосереднє впорскування палива (рис. 2.9 – 2.13).



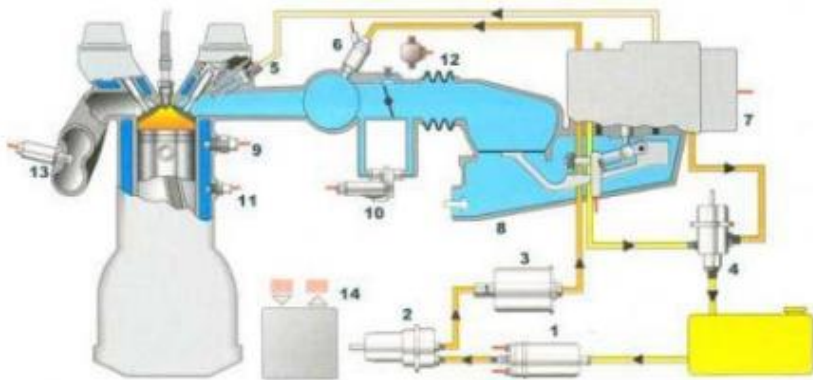
- 1 – паливний насос; 2 – фільтр паливний; 3 – центральна форсунка впорскування (a – потенціометр дросельної заслінки; b – регулятор тиску; c – форсунка; d – датчик температури повітря; e – електродвигун приводу дросельної заслінки); 4 – датчик температури охолоджуючої рідини; 5 – кисневий датчик (лямбда-зонд);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

Рисунок 2.9 – Схема системи Mono-Jetronic



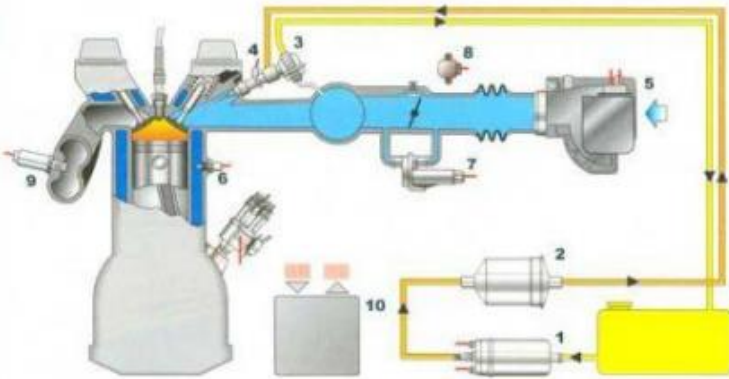
1 – паливний насос; 2 – акумулятор палива; 3 – паливний фільтр; 4 – регулятор керуючого тиску; 5 – форсунки впорскування; 6 – пускова форсунка; 7 – дозатор-розподільник палива; 8 – витратомір повітря; 9 – термореле; 10 – клапан додаткового повітря

Рисунок 2.10 – Схема системи впорскування K-Jetronic



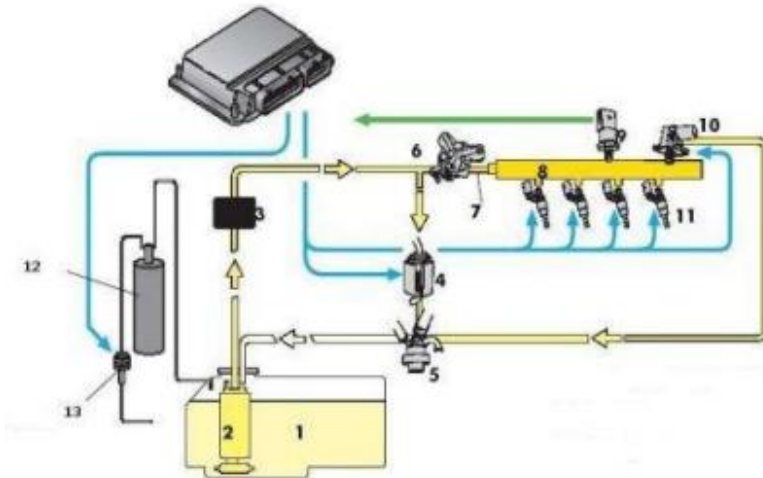
1 – паливний насос; 2 – акумулятор палива; 3 – паливний фільтр; 4 – регулятор тиску; 5 – форсунка впорскування; 6 – пускова форсунка; 7 – дозатор палива; 8 – витратомір повітря; 9 – термореле; 10 – клапан додаткового повітря; 11 – датчик температури охолоджуючої рідини; 12 – потенціометр дросельної заслінки;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

Рисунок 2.11 – Схема системи впорскування KE-Jetronic



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

Рисунок 2.12 – Схема системи впорскування L-Jetronic



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

Рисунок 2.13 – Схема системи безпосереднього впорскування

Доцільно визначитись із перевагами й недоліками впорскування бензину. Необхідно ознайомитись із особливостями систем впорскування та приладами, які входять до їх складу. При цьому, розглядаються конструкції системи впорскування з електромагнітними форсунками та електронним керуванням приготування паливоповітряної суміші.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. З яких частин складається найпростіший карбюратор?
2. Що таке робоча суміш і що таке паливо-повітряна суміш?
3. Якого складу суміші повинні відповідати основним режимам роботи двигуна?
4. Який пристрій існує в карбюраторах для пуску двигуна?
5. Навіщо в карбюратор вводиться економайзер?
6. Для чого потрібний прискорювальний насос?
7. Як працює головний дозуючий пристрій при різних способах компенсації суміші?
8. Який пристрій мають повітроочисники?
9. Яким чином здійснюється підігрів впускного трубопроводу?
9. Що собою представляє пристрій обмежника максимальної частоти обертання колінчастого валу двигуна і за яким принципом він працює?
10. Укажіть переваги й недоліки систем впорскування бензину.
11. З яких основних елементів складається система впорскування бензину з електронним впорскуванням?

2.7 Системи подачі палива дизельних двигунів

Сумішоутворення в дизелях. Паливо-підкачувальні насоси. Паливні насоси високого тиску. Плунжерні пари. Нагнітальні клапани. Робота нагнітальної секції. Всережимний регулятор частоти обертання колінчастого валу. Муфти автоматичної зміни кута випередження впорскування палива. Паливопроводи високого тиску. Форсунки та насос-форсунки. Фільтри грубого та тонкого очищення палива. Очищувачі повітря. Особливості конструкції паливної апаратури багатопаливних дизелів.

Література: [1], с. 31–33; [2], с. 61–86; [3], с. 242–284, 285–228; [4], с. 103–116; [5], с. 370–393.

По-перше, потрібно зрозуміти, що для гарного сумішоутворення у дизельних двигунах повинні бути створені сприятливі умови, тому при вивченні цих питань варто розібрати процес сумішоутворення при застосуванні нерозділених і розділених камер згорання.

По-друге, потрібно визначити, які прилади входять до системи паливоподачі дизельного двигуна – контур низького тиску, контур високого тиску палива.

По-третє, необхідно визначитися із кінематичними схемами золотникових паливних насосів високого тиску, які поділяються на рядні, V-подібні, розподільчі. При цьому потрібно з'ясувати, з яких частин складається насос високого тиску, наприклад, це: корпус із порожнинами підведення та відведення палива; нагнітальні секції; кулачковий вал; шестеренна підвищуюча передача; рейка (рейки) керування нагнітальними секціями; муфта випередження палива; всережимний регулятор частоти обертання колінчастого валу.

Далі рекомендується ознайомитися з принципами регулювання подачі палива поворотом плунжера, перемінним ходом плунжера, перепускним клапаном. Необхідно звернути увагу на різні способи регулювання циклічної подачі палива: осовим переміщенням кулачка зі змінним профілем; перепуском палива на частини ходу плунжера через відсічні клапани; перепуском палива золотником; перепуском палива на всьому ході плунжера через перепускний канал; дроселюванням палива на впуску.

У наступному доцільно розглянути пристрій нагнітальних секцій. При цьому звернути увагу на форму плунжерів (золотників) плунжерних пар: для подвійного упорскування палива; з регулюванням кінця подачі палива; з регулюванням початку та кінця подачі палива.

Далі потрібно розібрати будову відкритих і закритих форсунок (рис. 2.14). Всі автомобільні дизелі обладнані регуляторами частоти обертання колінчастого валу двигуна, причому необхідно регулювати не тільки максимальну, але й мінімальну частоти його обертання (що не робиться в карбюраторних двигунах). Тому варто уважно вивчити будову й роботу дворежимного та всережимного регулятора частоти

обертання колінчастого валу, а також ознайомитися з роботою коректорів подачі палива.

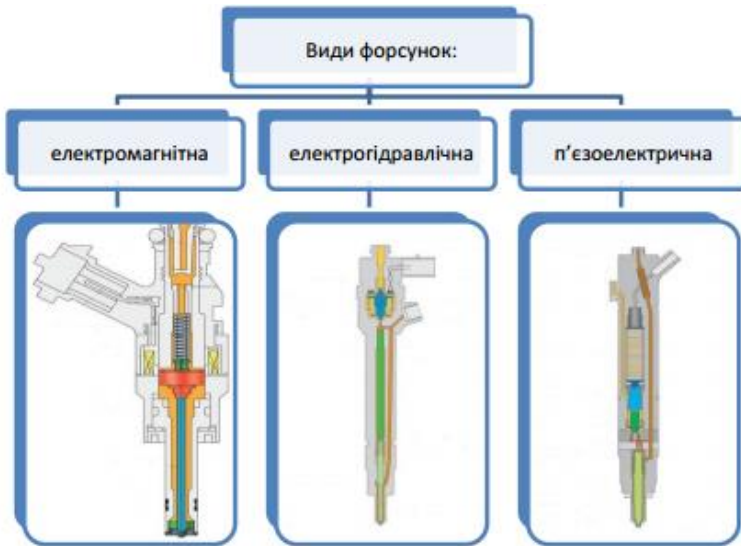


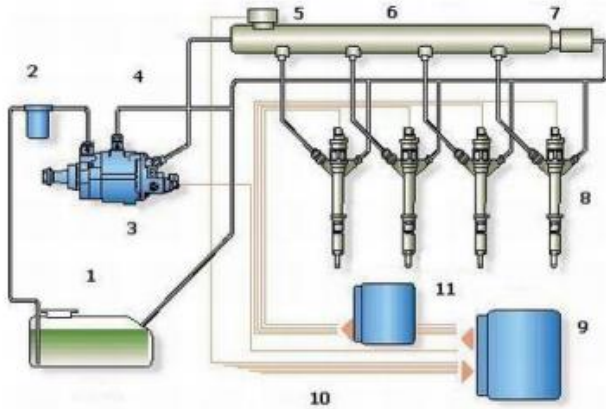
Рисунок 2.14 – Види форсунок залежно від способу здійснення впорскування

Особливу увагу слід приділити розгляду конструкції муфти випередження палива та регулятора частоти обертання колінчастого валу. Для цього потрібно з'ясувати за яким принципом вони працюють, а надалі визначитися зі складом окремих частин та порядком взаємодії між ними.

Потрібно звернути увагу на те, що істотну роль у роботі паливної апаратури грає фільтрація палива, у зв'язку з цим варто вивчити конструкції паливних фільтрів і підкачувальних насосів.

Ознайомтесь з елементами акумуляторних систем живлення (рис. 2.15).

При вивченні системи живлення також варто звернути увагу на систему повітропостачання, від працездатності якої, в значній мірі, залежать довговічність і техніко-економічні показники двигуна. Потрібно зрозуміти призначення цієї системи і вимоги, які висуваються до неї, способи очищення повітря та подачі його в циліндри двигуна, а також будову фільтрів очищення повітря.



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

Рисунок 2.15 – Схема системи впорскування Common Rail

Далі варто одержати представлення про наддув двигунів і з'ясувати, з якою метою та на яких автотракторних двигунах він застосовується. В останнє, треба вивчити будову й принцип роботи турбокомпресора та зрозуміти його розташування на двигуні, а також систему наддуву з хвильовим обмінником тиску і динамічним наддувом.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. З яких приладів складається система живлення дизельного двигуна?
2. Які типи насосів високого тиску застосовуються у системі живлення паливом дизельного двигуна?
3. З яких частин складається нагнітальна секція насоса високого тиску?
4. У чому полягає принцип регулювання подачі палива у плунжерній парі?
5. Яку функцію виконує паливний насос низького тиску у системі паливоподачі дизельного двигуна?

6. Яке призначення муфти випередження палива та на якому принципі вона працює?
7. Яке призначення нагнітального клапана нагнітальної секції?
8. З яких елементів складається звичайна форсунка?
9. Які типи розпилювачів можуть бути використані у звичайної форсунці?
10. За яким принципом працює всережимний регулятор частоти обертання колінчастого валу?
11. З яких елементів складається всережимний регулятор частоти обертання колінчастого валу?
12. Які типи повітроочисників використовуються у системі живлення повітрям дизельного двигуна?
13. Які фільтри використовуються для очистки палива у системі живлення дизельних двигунів?
14. У чому полягає корекція подачі палива у багатопаливних дизельних двигунах?

2.8 Пристрій системи живлення двигунів газобалонних автомобілів

Загальні положення: особливості роботи двигуна на газоподібному паливі; способи переведення карбюраторного двигуна на газоподібне паливо; способи переведення дизеля на газоподібне паливо. Загальний пристрій газобалонної установки. Балони для газового палива: автомобільні балони для зрідженого газу; автомобільні балони для стисненого газу. Арматура газобалонних установок: арматура балона для зрідженого газу; арматура балона для стисненого газу. Випаровувач, підігрівач, фільтри газу. Газовий редуктор. Газовий змішувач. Карбюратори-змішувачі. Резервна система живлення двигуна бензином.

Література: [1], с. 162–171; [4], с. 117–128.

По-перше, слід зрозуміти, що робота карбюраторного двигуна на газоподібному паливі не має принципових відмінностей від роботи двигуна на бензині, проте вид застосовуваного палива впливає на ряд техніко-економічних та санітарно-гігієнічних показників двигуна.

Далі слід розглянути способи перевodu бензинового та дизельного двигунів на газове паливо. Розглянути загальний пристрій газобалонної установки, наприклад, яка живить двигун зрідженим газом, що переходить при потраплянні до циліндру у газоподібному стані. Доцільно звернути увагу на перші чотири покоління газобалонного обладнання. Потім слід розглянути схему системи живлення автомобіля, що працює на зрідженому газі. При цьому, потрібно визначитися з принциповими відмінностями приладів, які входять до складу розглянутих систем.

У наступному рекомендовано визначитися із призначенням, характеристикою та пристроєм окремих приладів газобалонного обладнання: балони для зрідженого та стисненого газів; вентиля; запобіжний клапан; датчик рівня зрідженого газу; випарник газу; підігрівач газу. Окрему увагу слід приділити розгляду пристрою та порядку роботи одноступеневого та двоступеневого газових редукторів.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. У чому полягає особливість сумішоутворення при роботі двигуна на газі?
2. Назвіть способи переведення дизельного двигуна на газоподібне паливо?
3. З яких елементів складається газобалонна установка?
4. У чому полягає різниця між балонами для зрідженого газу та балонами для стисненого газу?
5. Назвіть елементи, які входять до комплекту арматури, що встановлюється на балоні для стисненого газу.
6. Назвіть елементи, які входять до комплекту арматури, що встановлюється на балоні для зрідженого газу.
7. З яких елементів складається випарник газу?
8. У чому полягає принцип роботи двоступеневого газового редуктора?
9. У чому полягає принцип роботи одноступеневого газового редуктора?
10. У чому полягає від'ємність між газовими змішувачами та карбюраторами-змішувачами?

2.9 Система живлення газодизельного двигуна

Загальні відомості про робочий процес, відомості про паливо для газодизеля. Газобалонна установка: балони для стисненого газу; вентилі; підігрівач; редуктор високого тиску; електромагнітний клапан з фільтром; редуктор низького тиску; дозатор; змішувач; очисник повітря компресора; паливний насос високого тиску.

Література: [1], с. 64–73; [7].

Перше, на що слід звернути увагу, це те, що як основне паливо в газодизелі застосовують стиснений природний газ. Характеристика стиснених природних газів, що використовуються як моторне паливо, має відповідати вимогам ТУ 51-166-83, які встановлюють дві марки газу: А та Б. Ці гази при звичайній температурі навколишнього середовища та високому (до 20 МПа) тиску зберігають газоподібний стан. Основним компонентом природного газу є метан, що є повноцінним паливом з хорошими антидетонаційними характеристиками та достатньо високою питомою теплотою згорання.

Далі слід розглянути прилади, які входять до газобалонної установки, та послідовність руху газу через них. Стиснений газ під великим тиском проходить підігрівач, в якому теплоносієм є рідина системи охолодження двигуна, і надходить у одноступінчастий газовий редуктор високого тиску, де тиск газу знижується до 0,9...1,1 МПа. На шляху до редуктора газ підігрівається, щоб уникнути крижаних пробок у трубопроводі, які можуть утворитися через сильне охолодження газу при різкому зниженні тиску в редукторі. Потім газ подається до фільтра з повстяним елементом та електромагнітним клапаном, а від нього у двоступеневий газовий редуктор, де відбувається зниження його тиску практично до атмосферного. Керування роботою редуктора здійснюється розрідженням та передається до нього по трубці з дифузора змішувача. З редуктора газ через дозатор надходить у змішувач, де утворюється газоповітряна суміш, і далі разом з повітрям засмоктується у циліндри двигуна.

Далі ще раз розглядаються прилади, які входять до складу газобалонного обладнання, яке забезпечує зберігання та подачу у циліндри стислого газу-метану.

Потім слід розглянути особливості конструкції насоса високого тиску, які полягають у тому, що на кришці регулятора частоти обертання розміщено механізм, який служить для зменшення циклової подачі палива у циліндри двигуна під час переходу в газодизельний режим роботи. Крім того, у цьому насосі встановлений трирежимний регулятор частоти обертання колінчастого валу замість всережимного. Слід зрозуміти, що при переведенні роботи двигуна в газодизельний режим переміщення зовнішнього важеля керування регулятором обмежується механічним упором до положення, в якому забезпечується подача палива насосом, що не перевищує запальну дозу.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Який газ використовується у системі живлення газодизельного двигуна?
2. Які прилади входять до складу системи живлення газодизельного двигуна?
3. Яку конструктивну особливість має паливний насос високого тиску в системі живлення газодизельного двигуна?

2.10 Електрообладнання двигуна

Джерела електричного струму: акумуляторні батареї; генератори та реле-регулятори; випрямлячі. Система електростартерного пуску: безредукторні та редукторні стартери; реле. Система запалювання: призначення; типи; порядок роботи; переваги й недоліки. Транзисторні системи запалювання, їх переваги в порівнянні з батарейним запалюванням. Безконтактні системи запалювання.

Література: [5], с. 176–202; [8], с. 16–48, 60–69, 88–105, 131–153.

Електрообладнання двигуна є однією зі складних частин курсу дисципліни, тому матеріал розділу повинен бути пророблений особливо уважно.

Докладне вивчення окремих елементів електрообладнання, наприклад, генераторної установки з реле-регулятором, необхідно

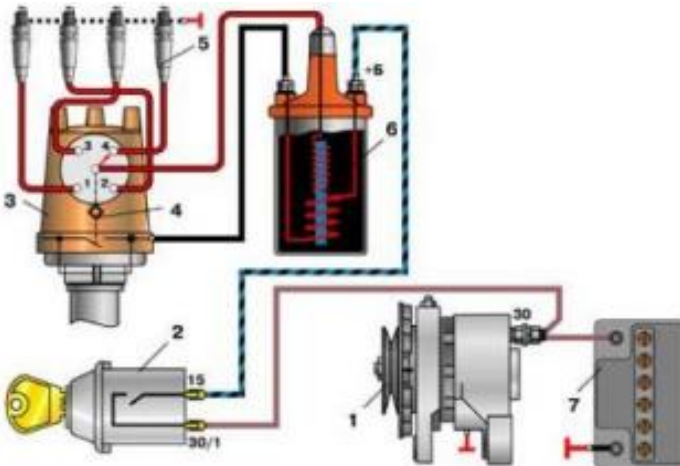
погоджувати з його загальною схемою (шляхом послідовного включення окремих її частин) і вивчити її особливо уважно. Для закріплення матеріалу рекомендується самостійно зобразити спрощені електричні схеми, наприклад, систем контактного, контактно-транзисторного та безконтактного запалювання.

При вивченні акумуляторів варто звернути увагу на сутність процесу роботи акумуляторної батареї, тобто на процеси її зарядження і розрядження.

Пророблюючи питання про генератори треба засвоїти принцип дії генератора змінного струму і його загальний пристрій.

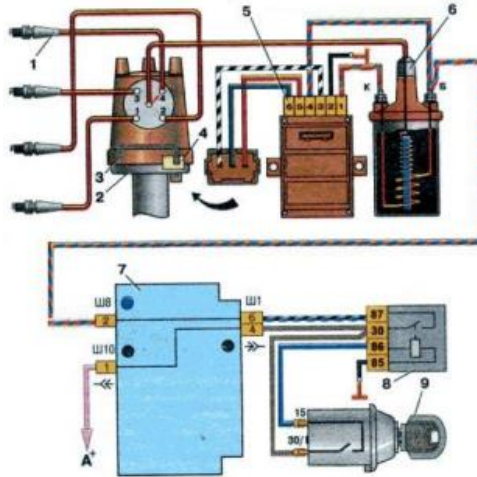
Розглядаючи питання роботи системи запалювання необхідно звернути увагу на принцип її дії, а також на вплив моменту запалювання на роботу двигуна. Слід визначитися із розумінням принципу дії відцентрового та вакуумного регуляторів випередження запалювання (рис. 2.16 – 2.18).

Далі слід приділити увагу системі електричного пуску двигуна. Потрібно розглянути принцип дії, загальний пристрій стартера, порядок взаємодії його елементів в електричній та механічній частинах.



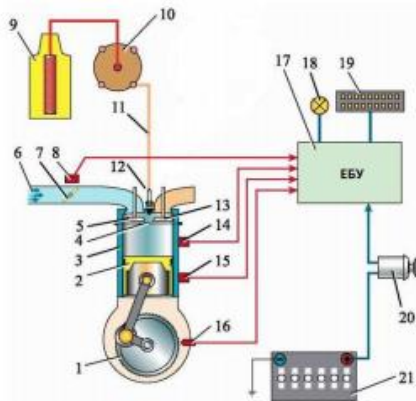
- 1 – генератор; 2 – вимикач запалювання; 3 – розподільник;
4 – переривач; 5 – свічки запалювання; 6 – котушка запалювання;
7 – акумуляторна батарея

Рисунок 2.16 – Схема контактної системи запалювання



1 – свічки запалювання; 2 – датчик-розподільник; 3 – розподільник; 4 – датчик імпульсів; 5 – комутатор; 6 – котушка запалювання; 7 – монтажний блок; 8 – реле запалювання; 9 – вимикач запалювання

Рисунок 2.17 – Схема безконтактної системи запалювання



1 – маховик із зубчатим вінцем; 2 – поршень; 3 – циліндр двигуна; 4 – камера згоряння; 5 – впускний клапан; 6 – потік повітря; 7 – дросельна заслінка; 8 – датчик положення дросельної заслінки; 9 – котушка запалювання; 10 – розподільник струму високої напруги; 11 – високовольтні дроти; 12 – свічка запалювання; 13 – впускний клапан; 14 – датчик температури охолоджуючої рідини; 15 – датчик детонації; 16 – датчик кута повороту колінчастого валу; 17 – електронний блок керування; 18 – діагностична лампа-сигналізатор; 19 – діагностична колодка; 20 – замок запалювання; 21 – акумуляторна батарея

Рисунок 2.18 – Схема електронної системи запалювання

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Назвіть джерела струму на автомобілі.
2. Дайте пояснення про склад і принцип роботи кислотного акумулятора.
3. З яких частин складається генератор?
4. Яким чином у генераторі змінного струму на виході формується постійний струм?
5. З яких електротехнічних елементів складається та як працює регулятор напруги?
6. На якому принципі працює система запалення паливо-повітряної суміші у циліндрах двигуна?
7. З яких елементів складається та як працюють регулятори випередження запалювання (відцентровий та вакуумний)?
8. З яких частин складається стартер?
9. Наведіть порядок спрацювання складових стартера при подачі на клему тягового реле постійного струму.

3 ПЕРЕЛІК ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Під час вивчення питань та засвоєння навчального матеріалу здобувачі вищої освіти обов'язково виконують лабораторні роботи за наступними тематиками.

1. Загальний пристрій, класифікація, принцип роботи та робочі процеси двигунів внутрішнього згорання.
2. Кривошипно-шатунний механізм.
3. Механізм газорозподілу.
4. Система охолодження.
5. Система змащування.
6. Система живлення бензинового двигуна.
7. Система живлення дизельного двигуна.

Лабораторні роботи проводяться на базі матеріально-технічного забезпечення аудиторного фонду кафедри «Автомобілі, теплові двигуни та гібридні енергетичні установки» у відповідності з методикою, яка наведена у методичних вказівках [6]. При цьому, якщо у деяких випадках є неможливим бути присутнім безпосередньо у відповідних аудиторіях кафедри, то рекомендується теоретично розглянути навчальний матеріал у відповідності з наведеною інформацією, та обов'язково під час самостійних занять необхідно письмово виконати домашнє завдання.

Контроль засвоєння навчального матеріалу може здійснюватися як безпосередньо здобувачем, так і викладачем, під час здійснення контрольних заходів. Для цього за тестом передбачені контрольні питання.

4 ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Дисципліною «Основи конструкції двигунів автомобілів» передбачена одна контрольна робота, до якої входить десять окремих завдань. Для контрольної роботи марка автомобіля і, відповідно до неї, двигуна, обирається здобувачем відповідно до варіанта за номером у списку в журналі згідно таблиці А.1 додатку А.

Контрольна робота виконується в процесі вивчення дисципліни. Оцінювання знань з контрольної роботи здобувач отримує за результатами перевірки письмових відповідей на контрольні питання або при особистій співбесіді з викладачем. Оформляти роботу рекомендується в зошиті, або на гладких аркушах паперу формату А4 (297х210), зброшурованих і закріплених у швидкозшивачі, або в електронному варіанті. Електронний варіант роботи надсилається на перевірку через систему дистанційного навчання Moodle. На обкладинці зошита варто вказати назву дисципліни, групу, прізвище, ім'я, по батькові здобувача вищої освіти. Наприкінці роботи приводиться «Перелік джерел посилань», на які посилаються у відповідях, з обов'язковою вказівкою по кожному джерелу бібліографічних даних. Контрольна робота повинна бути підписана здобувачем.

При виконанні контрольної роботи рекомендується дотримуватися наступної послідовності.

1. Ознайомитися зі змістом завдань, уважно прочитати відповідно до теми необхідну літературу, вивчити наведені схеми та рисунки (креслення).

2. На підставі розглянутого та визначеного для надання відповідей допоміжного матеріалу навести рисунки, скласти необхідну схему (структурну, принципову, кінематичну, гідравлічну та ін.) заданого механізму. При складанні схем варто керуватися правилами ЄСКД (ГОСТ 2.701-2008, 2.702-2011, 2.703-2011, 2.704-2011) та вимогами ДСТУ 3008-2015.

3. Скласти короткий опис схеми з урахуванням вимог, зазначених у змісті завдання.

Не будуть зараховані роботи, що містять неповну відповідь або громіздкий опис, що повторює матеріал підручника, посібника тощо.

Перелік завдань до контрольної роботи «Двигун (марка) автомобіля (марка)»

Завдання 1. Напишіть про призначення двигуна, коротко сформулюйте та опишіть робочі такти циклу. Приведіть схему поперечного розрізу двигуна з указівкою верхньої та нижньої мертвих точок поршня, робочого об'єму циліндра, діаметра та ходу поршня. Складіть таблицю чергування тактів і поясніть, що береться за основу при визначенні порядку роботи двигуна. Перелічіть основні техніко-економічні показники двигуна.

Завдання 2. Напишіть про призначення кривошипно-шатунного механізму та складіть його схему з позначенням всіх елементів. Поясніть будову поршня, шатуна, колінчастого валу та маховика, вказавши матеріал цих деталей. Наведіть спосіб фіксації колінчастого валу в осьовому напрямку.

Завдання 3. Напишіть про призначення механізму газорозподілу та складіть його схему з позначенням усіх елементів. Накресліть діаграму газорозподілу двигуна та поясніть її. Дайте послідовність та кратний опис регулювання температурного зазору в клапанах. Наведіть переваги компоновки механізму газорозподілу.

Завдання 4. Напишіть про призначення системи мащення двигуна і складіть її принципову схему з позначенням всіх елементів. Сформулюйте призначення та принцип роботи основних елементів системи мащення, дайте їх коротку характеристику. Дайте пояснення призначення клапанів системи змащування.

Завдання 5. Складіть схеми, напишіть про призначення та будову, коротко сформулюйте принцип роботи масляних фільтрів, редуційного та пропускнуго клапанів. Вкажіть їх розташування в системі мащення двигуна.

Завдання 6. Напишіть про призначення системи охолодження двигуна і складіть її принципову схему з позначенням всіх елементів. Сформулюйте призначення та принцип роботи основних елементів системи охолодження, дайте їх коротку характеристику. Поясніть, яким способом підтримується оптимальний температурний режим двигуна.

Завдання 7. Складіть схеми, напишіть про призначення та будову, коротко сформулюйте принцип роботи пробки радіатора і термостата. Вкажіть розташування термостата і напрямку циркуляції

охолодної рідини в системі охолодження при прогрітому та холодному двигуні. Напишіть про призначення розширювального бачка в системі охолодження.

Завдання 8. Напишіть про призначення системи живлення двигуна, складіть її принципову схему з позначенням всіх елементів. Сформулюйте призначення та принцип роботи основних елементів системи живлення, дайте їх коротку характеристику.

Завдання 9. *Для бензинового двигуна.* Складіть схеми дозуючих пристроїв карбюратора з позначенням вузлів і деталей пускового пристрою, системи холостого ходу і головного дозуючого пристрою. Наведіть послідовність і короткий опис регулювання карбюратора на мінімально стійку частоту обертання колінчастого валу двигуна.

Завдання 9. *Для дизельного двигуна.* Складіть схеми форсунки та однієї секції паливного насоса високого тиску (ПНВТ) при двох положеннях плунжера – на початку та наприкінці подачі палива. Наведіть послідовність і короткий опис регулювань форсунок і ПНВТ. Опишіть спосіб корегування паливоподачі ПНВТ.

Завдання 10. *Для бензинового двигуна.* Приведіть схему та перелічіть недоліки найпростішого карбюратора. Побудуйте його характеристику, вкажіть склад пальної суміші, необхідний для роботи двигуна на різних режимах – при пуску, на холостому ходу, на середніх навантаженнях, на режимі максимальної потужності та при різкому відкритті дросельної заслінки. Складіть схеми дозуючих пристроїв карбюратора, призначених для приготування паливно-повітряної суміші на режимі максимальної потужності та при різкому відкритті дросельної заслінки.

Завдання 10. *Для дизельного двигуна.* Складіть схеми, поясніть пристрій та коротко сформулюйте принцип роботи паливо-підкачувального насосу і регулятора частоти обертання колінчастого валу двигуна.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Захарчук В. І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – Луцьк : ЛНТУ, 2011. – 233 с.
2. Мигаль В. Д. Автомобильные двигатели внутреннего сгорания. Параметры и системы управления : учеб. пособ. / В. Д. Мигаль. – Харьков : Майдан. 2016. – 320 с.
3. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцев А. Ф. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / За ред. проф. А. П. Марченка та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків : Прапор, 2004. – 384 с.
4. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. – 6-те вид. – К. : Либідь, 2006. – 400 с.
5. Двигуни внутрішнього згорання. Теорія [Текст]: Підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П. Марченка. – Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – 488 с.
6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Автомобілі. Основи конструкції» і «Конструкція двигунів внутрішнього згорання» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» за освітніми програмами «Колісні та гусеничні транспортні засоби» і «Двигуни внутрішнього згорання» всіх форм навчання. Ч. 1. Двигун. / Укл. : О. С. Слюсаров, В. І. Кубіч. Запоріжжя : ЗНТУ, 2020. – 70 с.
7. Холод І. М. Удосконалення системи живлення газодизельного двигуна / І. М. Холод, А. П. Холод, П. П. Степанов // Праці Таврійської державної агротехнічної академії; Таврійська державна агротехнічна академія; Таврійська державна агротехнічна академія. – Мелітополь : 2006. – Вип. 37. – С. 146 – 156.
8. Сажко В. А. Электрообладнання автомобілів і тракторів : підручник. – К. : Каравелла, 2009. – 400 с.
9. Уприскувальні системи живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів: навчальний посібник / Я. Ю. Білоконь, М. А. Вайнтрауб. – К. : ІПТО НАПН України, 2015. – 248 с.

Додаток А

Вибір варіанта завдання

Таблиця А.1 – Вибір варіанта завдання

Номер завдання	Вихідні данні двигуна
1	рядний, бензиновий; $V_h=1000-1300 \text{ см}^3$
2	рядний, бензиновий; $V_h=1300-1500 \text{ см}^3$
3	рядний, бензиновий; $V_h=1600-1800 \text{ см}^3$
4	рядний, дизельний; $V_h=1300-1500 \text{ см}^3$
5	рядний, дизельний; $V_h=1600-2100 \text{ см}^3$
6	рядний, дизельний; $V_h=2200-3000 \text{ см}^3$
7	V-образний, бензиновий; $V_h=4000-5000 \text{ см}^3$
8	V-образний, бензиновий; $V_h=5500-6500 \text{ см}^3$
9	V-образний, дизельний; $V_h=14000-15000 \text{ см}^3$
10	V-образний, дизельний; $V_h=10000-12000 \text{ см}^3$

Здобувач освіти може скористатися електронними посиланнями у системі Moodle* та обрати з наведеного переліку той чи інший двигун за власним бажанням.

*(<https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=6882>)

20 ____ p.

Додаток В**Приклад оформлення змісту контрольної роботи****Зміст****Стор.**

Формулювання завдання.....	1
1 Завдання 1. Загальні відомості про двигун.....	2
2 Завдання 2. Кривошипно-шатунний механізм.....	5
3 Завдання 3. Механізм газорозподілу.....	8
4 Завдання 4. Система змащування.....	12
5	14
6	17
Висновки.....	19
Перелік джерел посилань.....	20

Додаток Г

Приклад формулювання та оформлення завдання

На підставі рекомендованої та іншої літератури (допускається використання електронних ресурсів) сформулювати завдання та надати відповіді на запитання стосовно конструкції автомобіля КрАЗ-6511С4. Загальний вид шасі автомобіля наведено на рисунку Г.1. Загальний вид двигуна автомобіля КрАЗ-6511С4 наведено на рисунку Г.2.



Рисунок Г.1 – Загальний вид автомобіля КрАЗ-6511С4



Рисунок Г.2 – Загальний вид двигуна ЯМЗ-238ДЕ2

Додаток Д

Приклад оформлення відповідей на завдання до контрольної роботи

Тема 1. Двигун

Завдання 1. Напишіть про призначення двигуна та коротко сформулюйте його робочі процеси. Приведіть схему поперечного розрізу двигуна з указівкою верхньої та нижньої мертвих точок поршня, робочого об'єму циліндра, діаметра та ходу поршня. Складіть таблицю чергування тактів і поясніть, що береться за основу при призначенні порядку роботи двигуна. Перелічіть основні техніко-економічні показники двигуна.

В конструкції автомобіля застосовано дизельний двигун марки ЯМЗ-238Д-3 підприємства ТОВ «Автомодель» [1].

.....

.....

Поперечний розріз двигуна наведено на рисунку Д.1.

*Схема (нарисована), ксерокопія
(без позначень)*

*1 – колінчастий вал; 2 – блок циліндрів; 3 – піддон; 4 – ...
Рисунок Д.1 – Поперечний розріз двигуна ЯМЗ-238Д-3*

.....

.....

.....

Завдання 2. Напишіть про призначення кривошипно-шатунного механізму і складіть його схему з позначенням усіх елементів. Напишіть про пристрій поршня, шатуна, колінчастого валу та маховика, вказати матеріал цих деталей. Покажіть спосіб фіксації колінчастого валу в осьовому напрямку.

.....

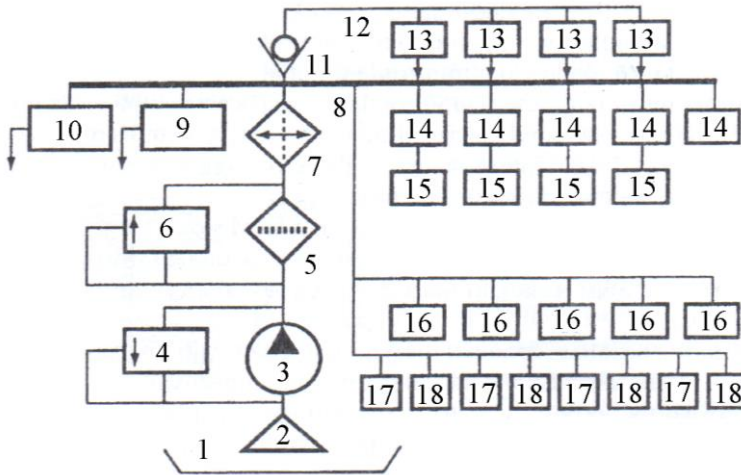
Завдання 3. ...

.....

Завдання 4. Напишіть про призначення системи мащення двигуна і складіть її принципову схему з позначенням всіх елементів. Сформулюйте призначення і принцип роботи основних елементів системи мащення, дайте їх коротку характеристику. Напишіть про призначення клапанів системи змащування.

Система змащування двигуна складається з наступних елементів (рис. Д.2).

.....



1 – мастильний картер; 2 – оливоприймач; 3 – мастильний насос; 4 – редуційний клапан; 5 – мастильний фільтр; 6 – перепускний клапан фільтра; 7 – рідинно-мастильний теплообмінник; 8 – головна мастильна магістраль; 9 – ТКР; 10 – вакуумний насос; 11 – клапан магістралі охолодження поршнів; 13 – форсунки для охолодження поршнів; 14 – корінні підшипники; 15 – шатунні підшипники; 16 – підшипники розподільного валу; 17 – коромисла; 18 – втулки

Рисунок Д.2 – Функціональна схема системи змащення двигуна

.....

Завдання 5.

.....

Завдання і.

.....

