

Міністерство освіти і науки України



**Тернопільський національний технічний
університет
імені Івана Пулюя**

КАФЕДРА ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної
форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою

208 «Агроінженерія»

Тернопіль, 2024

Укладачі:

Олексюк В.П., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри
технічної механіки та сільськогосподарських машин

Брощак І.С., кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент
кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Мартинюк В.В., доктор філософії, асистент кафедри
технічної механіки та сільськогосподарських машин

Рецензент

Комар Р.В., кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інжинірингу
машинобудівних технологій

Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри
технічної механіки та сільськогосподарських машин,
протокол № 1 від 31.01.2024 р.

Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії
факультету інженерії машин, споруд та технологій,
протокол № 6 від 22.02.2024 р.

Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва. Методичні
вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та
заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208
«Агроінженерія» / Олексюк В.П., Брощак І.С., Мартинюк В.В.
Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. 71 с.

В даних методичних вказівках викладено основні вимоги і вказівки при
виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Енергетичні засоби
сільськогосподарського виробництва». Методичні вказівки розроблені відповідно
до навчальних планів освітньо-професійної програми 208 «Агроінженерія»
підготовки студентів денної та заочної форм здобуття освіти.

Завдання методичних вказівок – надати методичну допомогу студентам при
виконанні лабораторних робіт.

ЗМІСТ

Вступ	4
Загальні положення	5
Основні вимоги з техніки безпеки	6
Лабораторна робота № 1 Визначення основних показників двигунів внутрішнього згорання енергетичних засобів	7
Лабораторна робота № 2 Визначення основних параметрів кривошипно-шатунного механізму ДВЗ	12
Лабораторна робота № 3 Визначення основних параметрів клапанного механізму газорозподілу ДВЗ	23
Лабораторна робота № 4 Визначення параметрів рідинної системи охолодження ДВЗ	32
Лабораторна робота № 5 Визначення основних параметрів системи мащення ДВЗ	41
Лабораторна робота № 6 Визначення основних параметрів систем живлення дизельних ДВЗ	50
Лабораторна робота № 7 Визначення основних параметрів ступінчастих коробок передач автомобіля	62
Перелік рекомендованої літератури	71

ВСТУП

Умови використання енергетичних засобів в сільськогосподарському виробництві є надзвичайно різноманітними, тому вимоги до експлуатаційних якостей даних машин постійно зростають. Вплив окремих експлуатаційних показників на ефективність роботи тракторів і автомобілів дозволяють оцінити їх показники, щоб проводити удосконалення цих машин.

Технічний прогрес ґрунтується як на знаннях конструкцій існуючих машин, узагальненні досвіду їх експлуатації, так і теорії з метою їх удосконалення.

Теоретичні основи дозволяють провести науково обґрунтовану оцінку експлуатаційних якостей машин, що виготовляються, і формувати технічні вимоги до нових конструкцій.

Трактор і автомобіль – складні машини, які складаються із певних груп механізмів, що взаємодіють між собою. Конструкція і розміщення цих механізмів може бути різною, але принципи їх будови і робота є аналогічними. У тракторах і вантажних автомобілях, призначених для сільськогосподарського виробництва, використовують поршневі двигуни внутрішнього згорання. Крім двигуна, конструкція трактора чи автомобіля включає в себе трансмісію (силову передачу), ходову частину, механізми керування, робоче і допоміжне обладнання.

Пропоновані методичні вказівки слугуватимуть студентам при виконанні лабораторних робіт з дисципліни «Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва».

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою виконання лабораторних робіт є практичне закріплення теоретичних знань. Методичні вказівки складені у відповідності з робочою програмою дисципліни «Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва». Основним акцентом лабораторних занять є засвоєння особливостей будови і принципу роботи складових систем і механізмів енергетичних засобів, що використовуються в сільськогосподарському виробництві та вивчення їх основних параметрів.

Для усіх лабораторних робіт наведено короткі теоретичні відомості щодо теми для кращого засвоєння матеріалу, перелік обладнання, приладів та інструментів, необхідних для їх виконання, порядок виконання роботи.

Після виконання кожної лабораторної роботи студенти складають звіт за встановленою формою (за бажанням студента звіти можна оформляти у спеціальному зошиті-журналі, звіт з кожної роботи слід починати з нової сторінки). При необхідності у звіті наводять схеми (структурні, кінематичні, принципів та ін.).

Копії рисунків (ксерокопії та ін.) не допускаються!

За підсумками роботи студенти відповідають на контрольні питання.

Лабораторна робота вважається захищеною, якщо студентом у відповідях на контрольні питання виявлені знання, достатні (згідно з наведеними критеріями) для отримання позитивної оцінки.

Критерії оцінки:

- оцінка “відмінно” виставляється за вичерпні, логічні та послідовні відповіді на питання, які свідчать про глибокі та міцні знання матеріалу навчальної дисципліни, показують знання студента почерпнути у додатковій спеціальній літературі, його здатність обґрунтовувати прийняті рішення, застосовувати правила, методи, принципи, закони у конкретних ситуаціях;

- оцінка “добре” виставляється за правильні відповіді та досить повні, без суттєвих неточностей відповіді на питання, які свідчать про ґрунтовні знання матеріалу навчальної дисципліни, показують здатність студента встановити різницю

між фактами і наслідками, володіння ним різносторонніми навичками та прийомами виконання робіт;

- оцінка “задовільно” виставляється за неповні, із неточностями та помилками відповіді на питання, які свідчать про знання основного матеріалу навчальної дисципліни без засвоєння його деталей, показують, що студент відчуває труднощі при відповіді;

- оцінка “незадовільно” виставляється за відповіді із суттєвими помилками, які свідчать, що студент не засвоїв значної частини матеріалу навчальної дисципліни, показують що студент відповідає невпевнено, із великими труднощами.

Оцінки, отримані студентом за виконання робіт, враховуються при проведенні підсумкового семестрового контролю.

ОСНОВНІ ВИМОГИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

При виконанні лабораторних робіт студент повинен дотримуватись нижче означених правил техніки безпеки:

- ознайомитись із правилами поведінки та вимогами з охорони праці та техніки безпеки при проведенні занять в даному навчальному приміщенні;

- перед початком роботи необхідно одержати у керівника інструктаж з техніки безпеки;

- не вмикати електричне, гідравлічне, та пневматичне обладнання без дозволу керівника занять;

- при роботі з електричним обладнанням остерігатись ураження електричним струмом;

- уважно ознайомитись з завданням, обладнанням, інструментом, перевірити справність запобіжних пристроїв та обгороджень;

- негайно повідомити керівника про помічені недоліки і порушення правил техніки безпеки;

- закінчити роботу, привести в порядок робоче місце, здати інструмент і повідомити керівника про закінчення роботи.

Лабораторна робота № 1

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

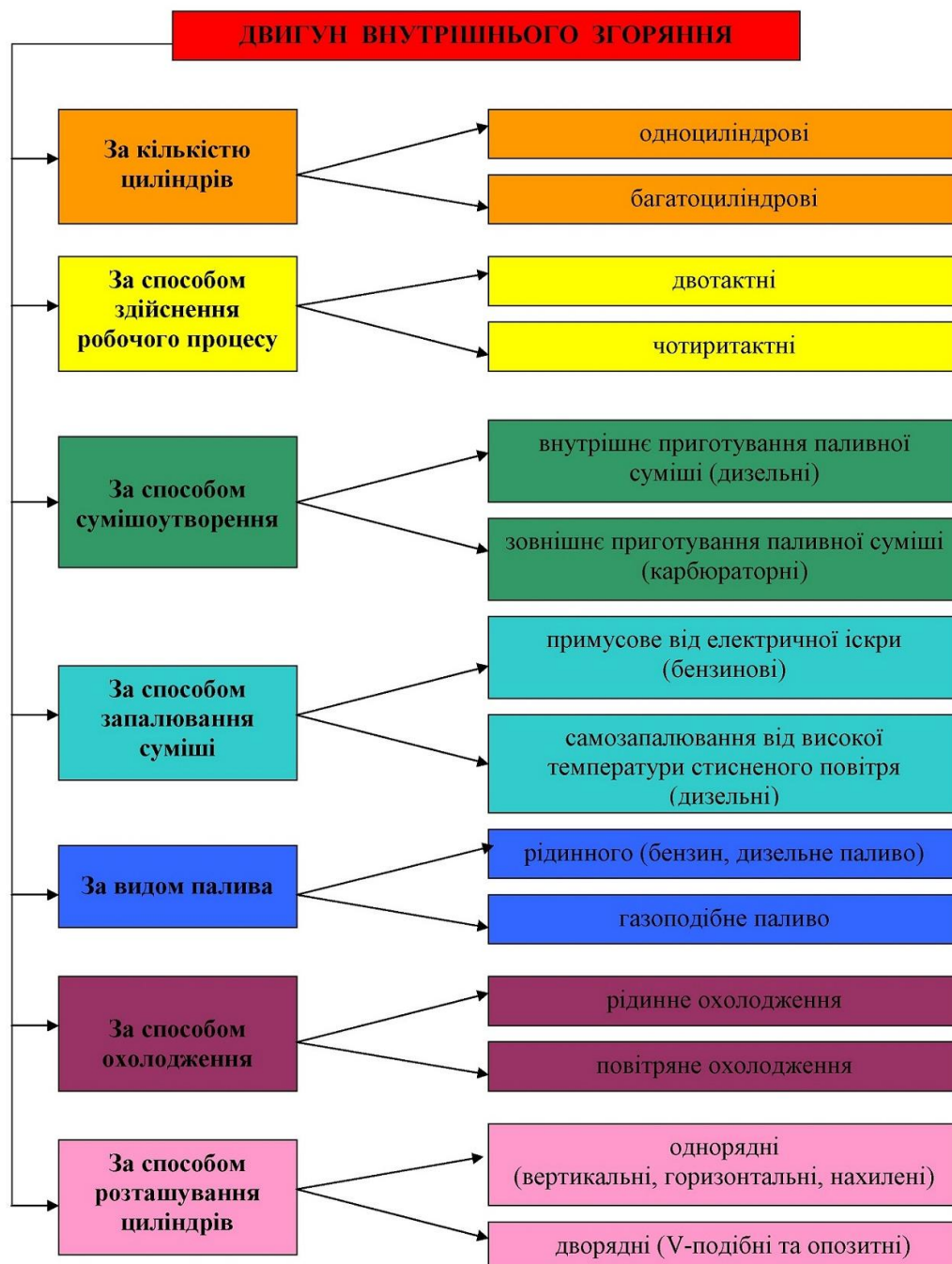
Мета роботи. Детальніше ознайомитись з будовою та принципом дії багатоциліндрових двигунів внутрішнього згоряння. Отримати навички з розбирання та складання двигунів.

Завдання роботи. Вивчення будови багатоциліндрових двигунів та визначення їх основних показників.

Прилади та обладнання. Двигун в зборі. Плакат «Загальна будова дизельного двигуна». Набір інструментів.

Короткі теоретичні відомості

Класифікація двигунів внутрішнього згоряння



Двигун внутрішнього згоряння повинен відповідати своєму призначенню і мати високі техніко-економічні і екологічні показники. Основні вимоги до ДВЗ:

- простота конструкції і надійність роботи на різних експлуатаційних режимах;
- мінімальні габаритні розміри та маса при необхідній потужності, надійності і довговічності;
- висока економічність щодо витрат палива і мастил при роботі на різних експлуатаційних режимах і кліматичних умовах;
- високий моторесурс, протягом якого двигун повинен працювати надійно й економічно до капітального ремонту;
- безвідмовний пуск за різних температурних умов і добра прийомистість;
- найповніше зрівноваження сил та моментів рухомих мас та забезпечення заданого ступеня нерівномірності обертання колінчастого вала;
- низький рівень викидів токсичних компонентів та шуму і повна безпечність незалежно від умов експлуатації.

Двигун внутрішнього згоряння класифікують за такими основними ознаками:

- кількістю циліндрів – одноциліндрові та багатociліндрові;
- способом розташування циліндрів – однорядні (лінійні) та дворядні (V-подібні з кутом розташування рядів 90° й опозитні з кутом розташування рядів 180°);
- способом здійснення робочого процесу – двотактні та чотиритактні;
- способом сумішоутворення – із зовнішнім та внутрішнім;
- способом запалювання робочої (пальної) суміші – із примусовим та самозапалюванням;
- видом палива – рідинного (бензин, дизельне паливо) та газоподібного;
- способом охолодження циліндрів – рідинного та повітряного;
- способом повітрязабезпечення – без наддуву та з ним (механічним, газотурбінним, комбінованим).

Поршневий ДВЗ складається з таких механізмів та систем:

- Кривошипно-шатунний механізм (КШМ)
- Газорозподільний механізм (ГРМ)
- Система живлення
- Система мащення
- Система охолодження
- Система пуску
- Система запалювання (є лише у карбюраторних двигунів)

Кривошипно-шатунний механізм призначений для перетворення прямолінійного зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала.

Газорозподільний механізм забезпечує своєчасний впуск в циліндри свіжої пальної суміші або повітря і випуск відпрацьованих газів.

Система живлення призначена для зберігання палива, очищення палива і повітря та подачі їх у циліндри двигуна.

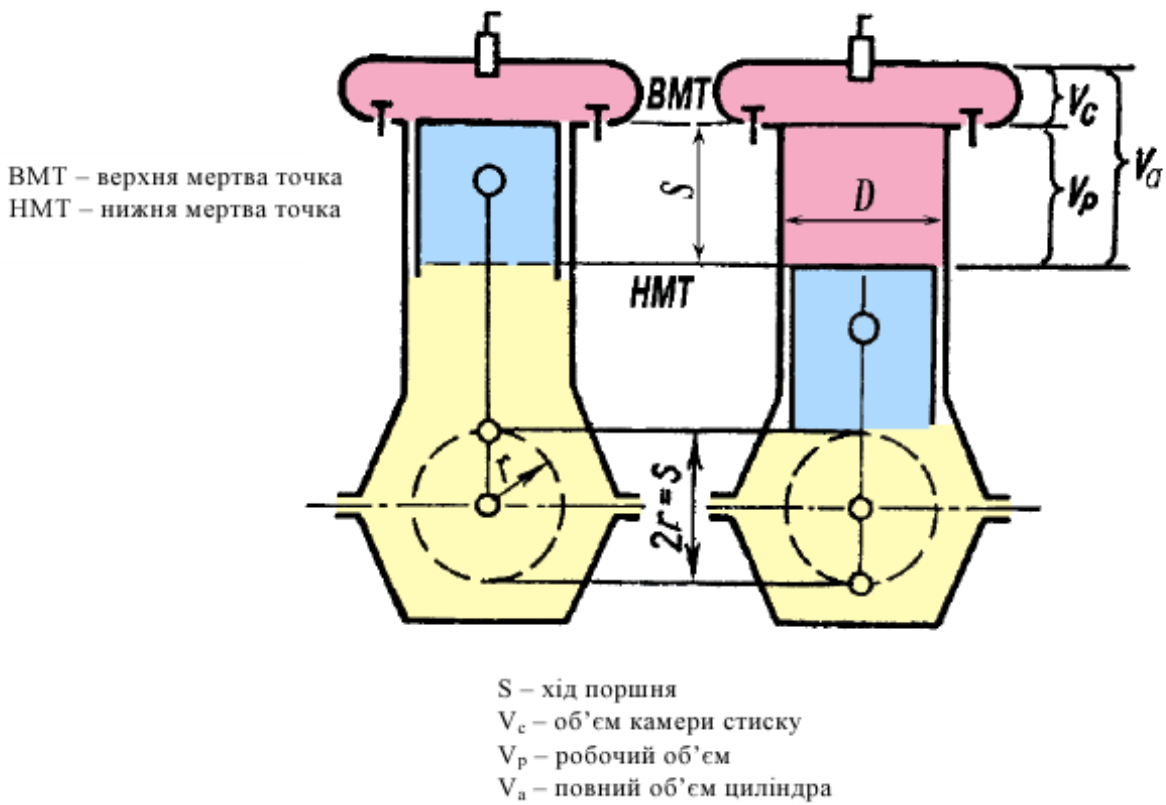


Рисунок 1.1 – Схема поршневого двигуна внутрішнього згорання

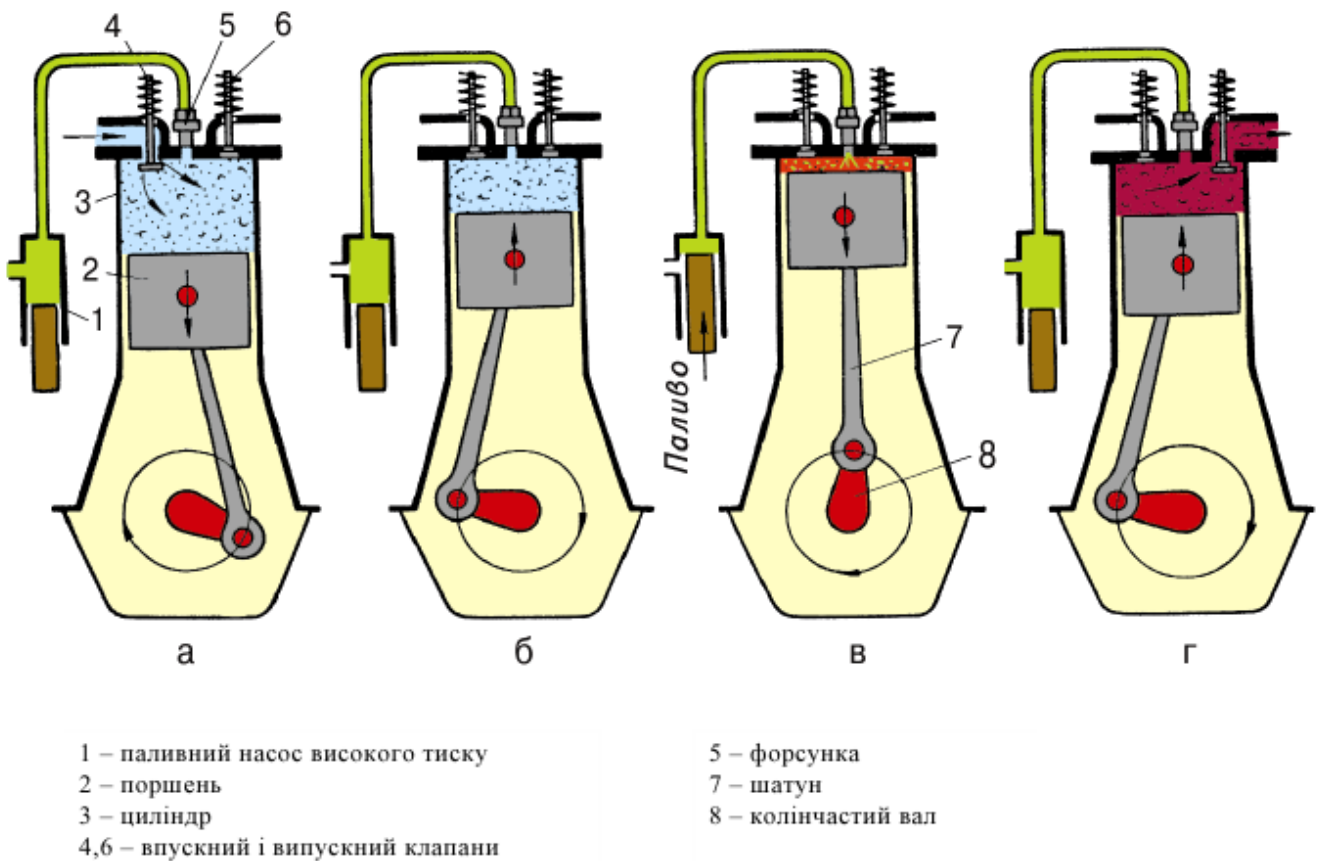
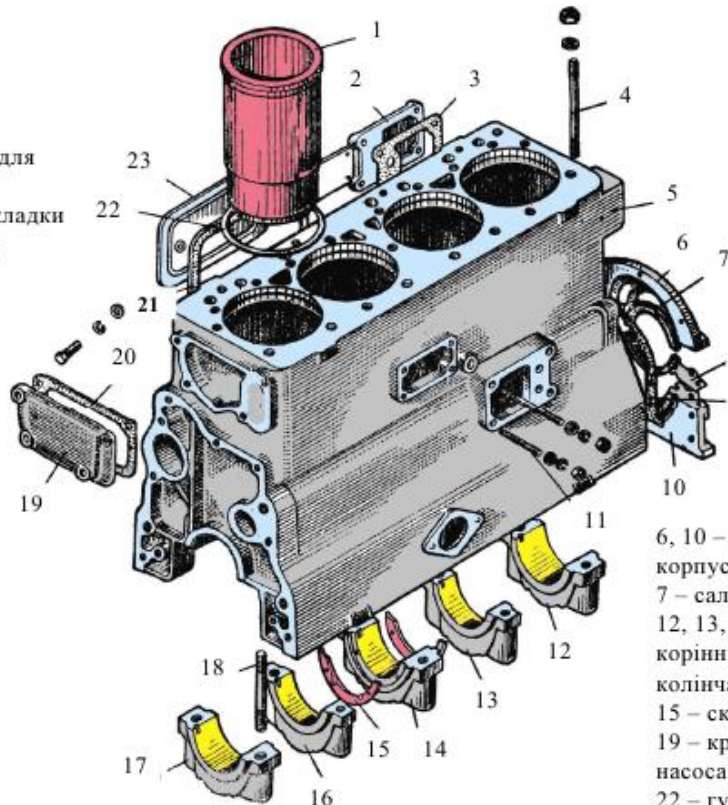


Рисунок 1.2 – Робочий цикл чотиритактного дизеля

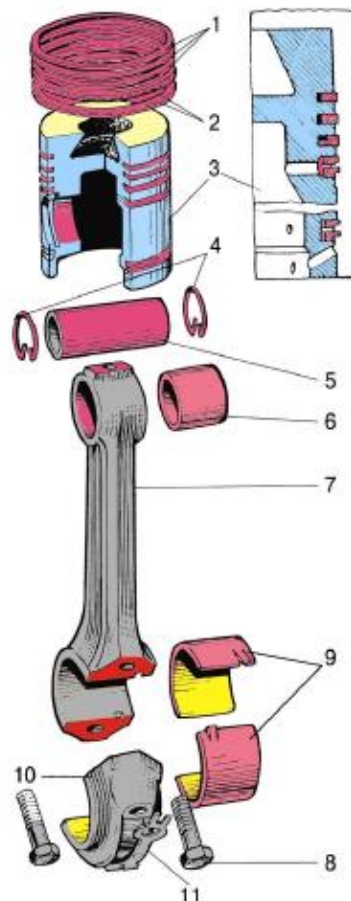
1 – гільза циліндра
 2 – кришка фланця для
 масляного фільтра
 3, 8, 9, 20, 21 – прокладки
 4, 11, 18 – шпильки
 5 – блок-картер



6, 10 – верхня і нижня частини
 корпусу ущільнення
 7 – сальник
 12, 13, 14, 16, 17 – кришки
 корінних підшипників
 колінчастого вала
 15 – скоба
 19 – кришка фланця для водяного
 насоса
 22 – гумове ущільнювальне кільце
 23 – бокова кришка

Рисунок 1.3 – Остов двигуна з рідинним охолодженням

1 – компресійні кільця
 2 – маслзнімні кільця
 3 – поршень
 4 – стопорне кільце
 5 – поршневі палець



6 – втулка
 7 – шатун
 8 – шатунний болт
 9 – вкладиші
 10 – кришка шатуна
 11 – стопорна пластина

Рисунок 1.5 – Деталі поршневої групи і шатуна дизельного двигуна

Система мащення забезпечує безперервну подачу масла до деталей, між якими в процесі роботи двигуна виникає інтенсивне тертя.

Система охолодження підтримує оптимальний тепловий режим двигуна, який працює.

Система пуску призначена для надійного пуску двигуна у різних експлуатаційних умовах.

Система запалювання в карбюраторних двигунах забезпечує своєчасне і безперебійне запалювання робочої суміші.

Хід роботи

1. За зовнішнім виглядом ознайомтесь із загальною будовою дизельного двигуна.

Знайдіть на двигуні блок-картер, піддон картера, головку циліндрів, паливні, масляний, повітряний фільтри, впускний і випускний колектори, форсунки, паливний насос високого тиску, паливопідкачувальний (насос, масляний (насос, насос системи охолодження, пусковий двигун та ін.

2. Зніміть кришку головки блока циліндрів і, обертаючи колінчастий вал, визначте за відкриванням і закриванням впускних та випускних клапанів порядок роботи циліндрів дизеля. Результати спостережень занесіть у таблицю:

Класифікація і загальна будова двигунів

Циліндри	Півоберти колінчастого вала			
	Перший	Другий	Третій	Четвертий
1				
4				
3				
6				
2				
5				

3. Зніміть головку блока циліндрів. Виміряйте діаметр циліндра, хід поршня. Обчисліть робочий об'єм циліндра, літраж двигуна, повний об'єм циліндра. Результати вимірювань і обчислень занесіть у таблицю:

Марка двигуна	Діаметр циліндра	Хід поршня	Робочий об'єм циліндра	Літраж двигуна	Повний об'єм циліндра

Контрольні запитання

1. Які принципові відмінності мають дизельний і карбюраторний двигуни?
2. Що називають верхньою, нижньою мертвими точками, ходом поршня, об'ємом камери згоряння, робочим об'ємом, повним об'ємом, літражем двигуна, ступенем стиску?
3. Як відбувається робочий процес у чотиритактному дизельному двигуні?
4. Порядок роботи циліндрів багатциліндрового двигуна.

Лабораторна робота № 2

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ ДВЗ

Мета роботи. Розширити, поглибити та закріпити теоретичні знання, які студенти одержали при вивченні кривошипно-шатунних механізмів автомобільних двигунів.

Завдання роботи. Вивчення будови і визначення основних параметрів кривошипно-шатунного механізму автомобільних двигунів.

Прилади та обладнання. Установка для визначення параметрів рухомих деталей кривошипно-шатунного механізму.

Лабораторна установка комплектується лабораторним столом і слюсарними лещатами; двобічними гайковими ключами (12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 22, 24, 27, 29, 32 мм); знімачем гільз; знімачем поршневих кілець; оправкою для встановлення поршнів із кільцями в циліндр; плоскогубцями; молотком 0,5 кг; виколотками; заводною рукояткою; нутромірами 75...100, 100...120мм штангенциркулем 0...200мм; металевою лінійкою 0...500 мм; комплектом плакатів.

Короткі теоретичні відомості

Кривошипно-шатунний механізм є основою конструкції поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Він призначений для сприймання тиску газів, що виникають у циліндра при згорянні палива і перетворення зворотно-поступального руху поршнів в обертальний рух колінчастого вала.

У сучасних поршневих автомобільних двигунах застосовуються в основному кривошипно-шатунні механізми з однорядним вертикальним і дворядним V-подібним розміщенням циліндрів.

Кривошипно-шатунний механізм складається з рухомих і нерухомих деталей.

До рухомих деталей належать поршень з поршневими кільцями, поршковий палець, шатун, колінчастий вал і маховик.

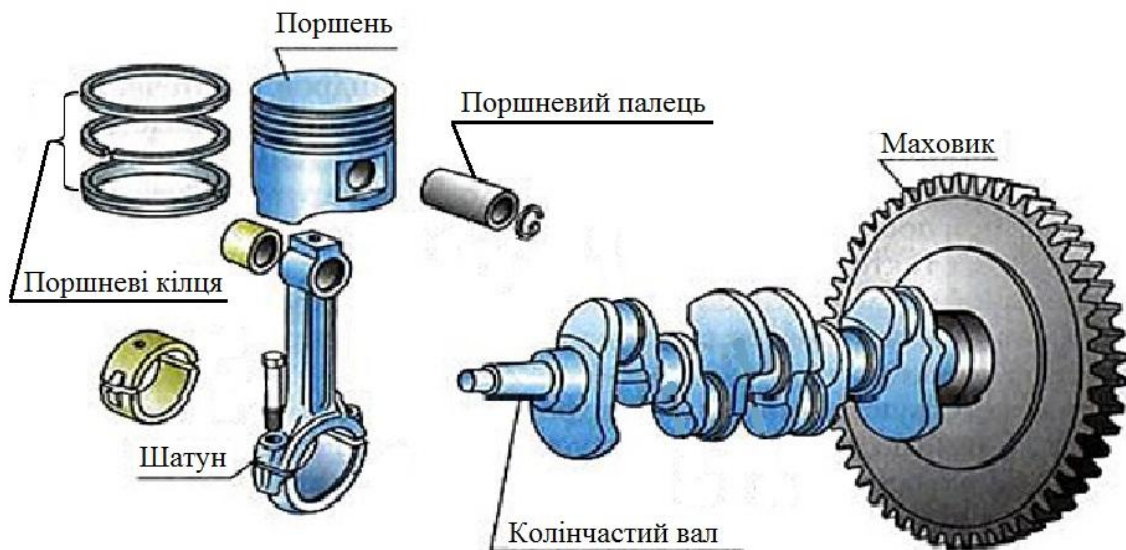


Рисунок 2.1 – Рухомі деталі кривошипно-шатунного механізму

Поршень — відповідальна деталь двигуна, оскільки за його допомогою здійснюються всі процеси: всмоктування й стиск свіжого повітря або пальної суміші, сприймання тиску газів під час спалаху і згоряння пальної суміші та передача сили через поршневий палець і шатун на колінчастий вал.

Поршні сучасних тракторних дизелів виготовляють з високостійких алюмінієвих сплавів, які добре проводять тепло, легкі. Недоліком таких поршнів є те, що вони дуже розширюються при нагріванні і спрацьовуються.



Рисунок 2.2 – Поршні двигунів внутрішнього згоряння

Поршень складається з чотирьох основних частин: днище, головка, юбка, бобики.

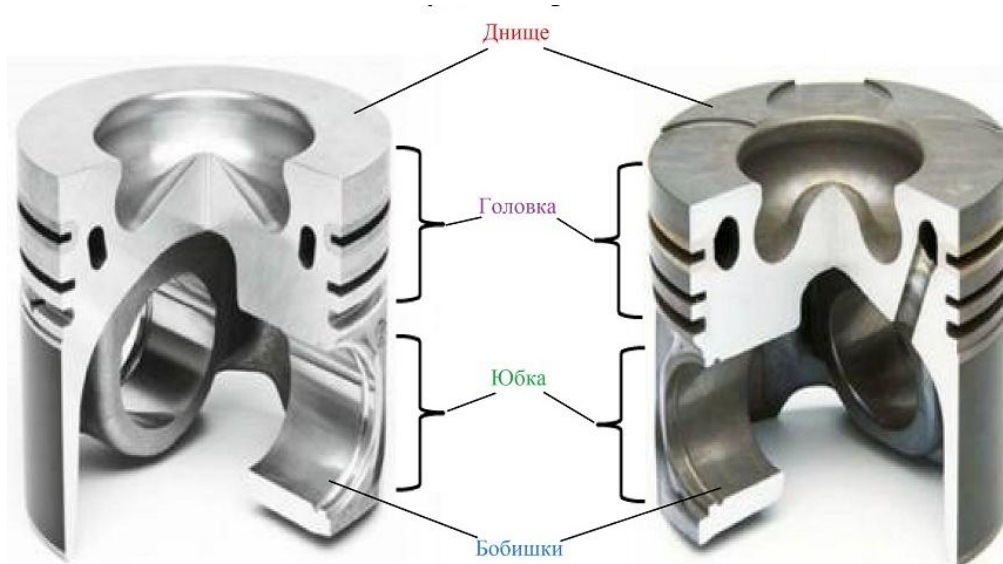


Рисунок 2.3 – Будова поршнів

У днищі поршня розміщена частина камери згоряння (двигун з роздільною камерою згоряння), або вся камера (двигун з нероздільною камерою).

Головка поршня є його ущільнювальною частиною, в якій виконані канавки під поршневі кільця.

Юбка є направляючою частиною поршня, в якій може бути виконана канавка під маслоснізне кільце.

В бобишках поршня виконані отвори під поршневий палець.

Поршні комплектують за масою, зовнішнім діаметром юбки і діаметром отвору під поршневий палець. Позначення розмірної і масової групи наносять на днище поршня.

Поршневі кільця призначені для забезпечення щільного рухомого з'єднання між поршнем і гільзою циліндра та відведення частими теплоти від днища поршня до дзеркала гільзи циліндра.

За призначенням кільця поділяють на компресійні (ущільнювальні), які встановлюють по 3-4, і маслосніжні — по 1 або 2.

Компресійні кільця запобігають надходженню газів із камери згоряння в картер, їх виготовляють із спеціальних легованих чавунів з хорошою пружністю та високою стійкістю проти спрацювання, шляхом індивідуальної відливки і з наступною механічною обробкою. Після відливки кільця розрізають, а торцеву поверхню шліфують. Розріз в кільці називають замком. Замки мають різну форму: пряму, косу або ступінчасту.

Маслосніжні кільця встановлюють у канавках напрямної частини поршня. Вони знімають з дзеркала циліндра зайве масло і відводять його в картер, а масло, яке залишається, рівномірно розподіляють по дзеркалу.

Поршневий палець призначений для шарнірного з'єднання поршня з шатуном. Оскільки на палець діє значне ударне навантаження, його виготовляють з міцного, твердого і в'язкого матеріалу — мало-вуглецевої сталі, а його робочу поверхню для забезпечення достатньої твердості цементують, загартовують, а потім шліфують і полірують.

Для зменшення маси пальців їх виготовляють порожнистими — у вигляді трубки з товстими стінками. Під час роботи на прогрітому двигуні (температура охолоджувальної рідини понад 85°C) палець може вільно прокручуватись відносно поршня і шатуна, тому його називають плаваючим. Щоб палець під час роботи двигуна не переміщувався в осьовому напрямку і не пошкоджував при цьому дзеркало гільзи циліндра, його закріплюють.

Шатун з'єднує поршень через поршневий палець з шатунною шийкою колінчастого вала. Внаслідок того, що на шатун діють значні зусилля, які розтягують або стискають його стержень, шатуни повинні бути міцними, жорсткими і легкими, їх виготовляють з високоякісної сталі, потім піддають термічній обробці.

Шатун складається з таких основних частин: верхня головка, стержень, нижня головка.

Між нижньою головкою шатуна і колінчастим валом встановлюється підшипник. Нижні підшипники виготовлені у вигляді тонкостінних сталевих вкладишів, на які нанесено тонкий шар антифрикційного сплаву. Товщина вкладиша становить 2...3 мм. Їх штампують із сталеві стрічки, на внутрішню поверхню наносять спеціальні сплави. Масло до вкладишів надходить по каналах, виконаних в колінчастому валу, коли ті під час його обертання співпадають з отворами вкладишів. За допомогою каналу на внутрішній поверхні масло рівномірно розподіляється по поверхні вкладиша.

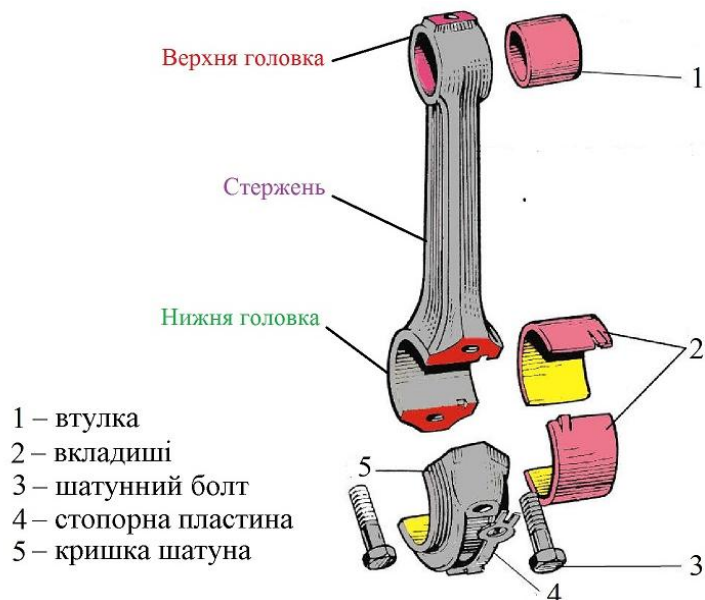


Рисунок 2.4 – Будова шатунів

Колінчастий вал сприймає ударні навантаження, які передаються від поршнів через поршневий палець і шатун. Крім того, шатунні і корінні шийки вала спрацьовуються від тертя, тому матеріал колінчастого вала повинен бути досить твердим, водночас в'язким і мати високу міцність.

Колінчасті вали виготовляють з якісної вуглецевої сталі способом гарячого штампування або відливають з високоміцного чавуну. Робочі поверхні загартовують струмом високої частоти на глибину від 1,5 до 5,0 мм, шліфують і полірують з великою точністю (овальність і конусність шийок не повинна перевищувати 0,01 мм).

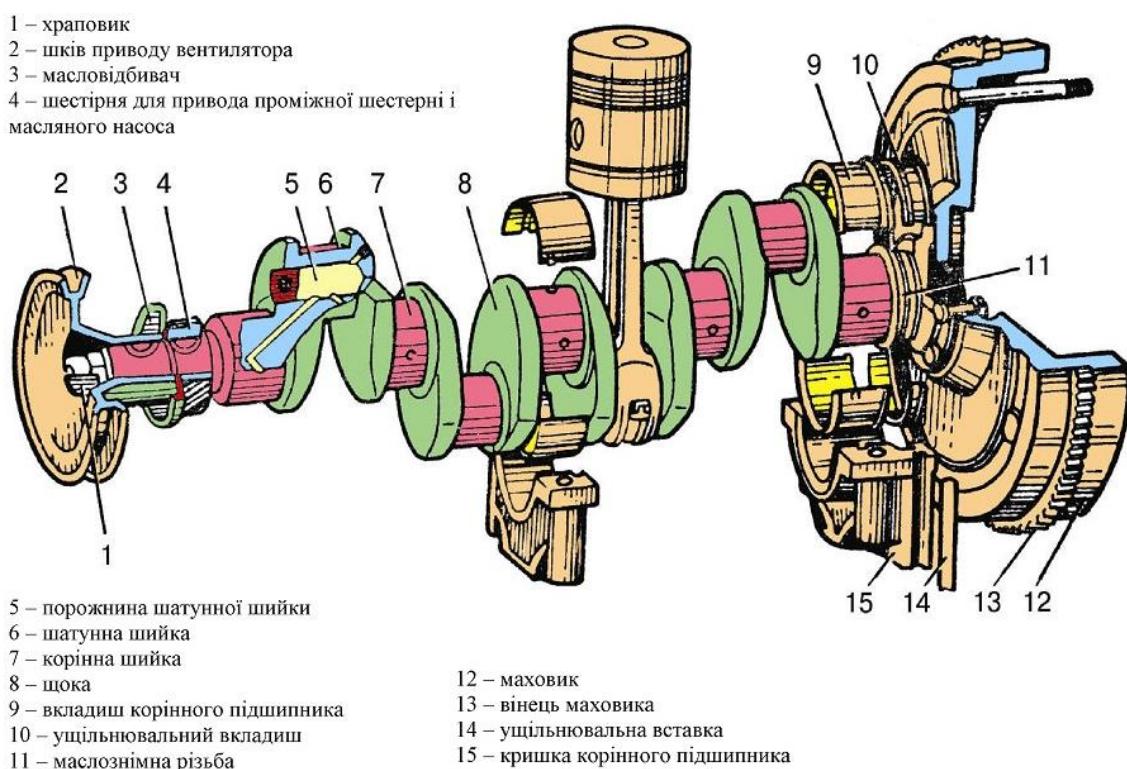


Рисунок 2.5 – Колінчастий вал дизеля

Маховик забезпечує рівномірне обертання колінчастого вала, додання короткочасних перевантажень, коли трактор рушає з місця та під час роботи, а також призначений для приєднання до нього муфти зчеплення.

Маховик — це важкий чавунний диск. Розміри залежать від частоти обертання колінчастого вала, кількості циліндрів і тактності двигуна.

Маховик кріпиться на хвостовику колінчастого вала безпосередньо або за допомогою спеціального фланця болтами. Необхідне взаємне положення маховика і колінчастого вала забезпечується несиметричним розташуванням болтів або установочних штифтів. Для кріплення муфти зчеплення на поверхні маховика зроблено отвори для болтів, якими муфта кріпиться до маховика. Задня площина маховика ретельно оброблена.

До нерухомих деталей належать блок-картер (картер у двигунів з повітряним охолодженням) з опорами колінчастого вала, циліндром (гільзою циліндра), піддон картера, головка циліндра, корінні підшипники, ущільнення.

Блок-картер сучасних тракторних дизелів з рідинним охолодженням виготовлений у вигляді коробчастої відливки з чавуну, яка має один (лінійні двигуни), або два (V-подібні двигуни) блоки циліндрів. Горизонтальною перетинкою блок-картер поділено на дві частини: верхня — це блок циліндрів, або просто блок, нижня — картер.

Для встановлення циліндрів на верхній площині блока і в горизонтальній перетинці є спеціальні отвори. Простір між стінками гільз циліндрів і блока, заповнений охолоджувальною рідиною, називають сорочкою охолодження. На стінках отворів горизонтальної перетинки є виточки для гумових ущільнювальних кілець, які запобігають витіканню охолоджувальної рідини із сорочки охолодження блока.

- 1 – отвір для встановлення газорозподільного вала
- 2, 8 – лівий і правий півблоки
- 3 – повітряна порожнина

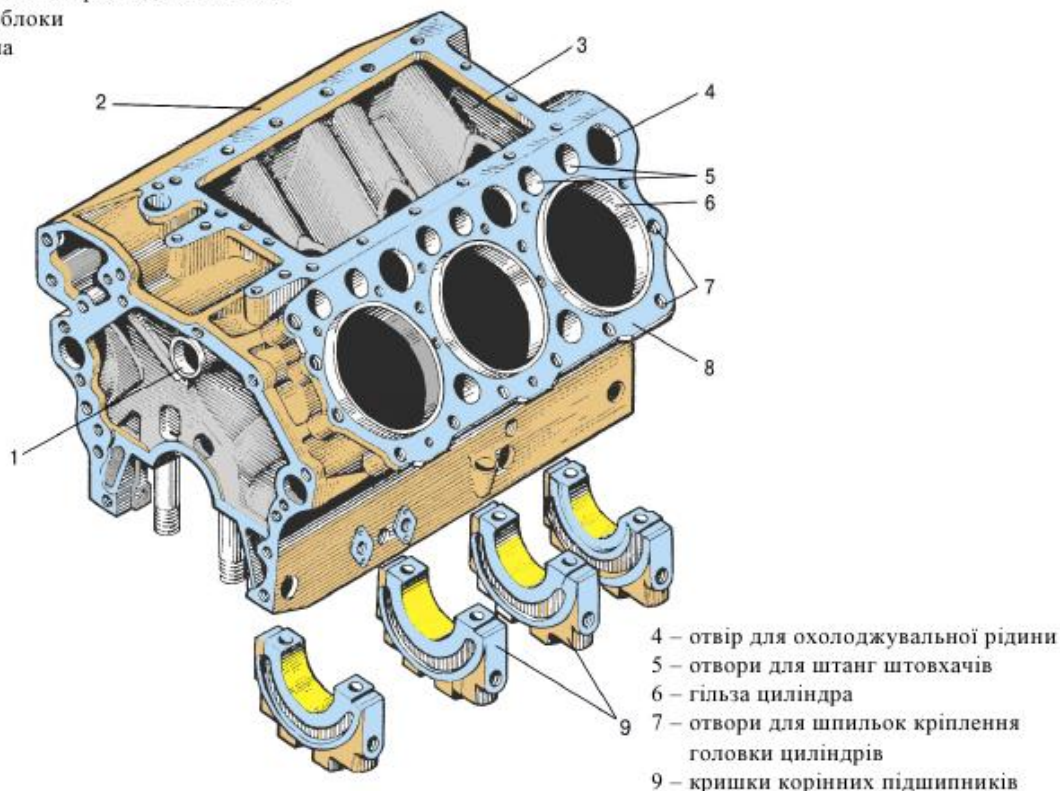


Рисунок 2.6 – Блок-картер дизеля СМД-60

До нижньої площини картера болтами кріпиться масляний піддон, в якому влаштовано злив масла зі спускною пробкою. У деяких двигунів у пробці закріплено магніт для вловлювання металевих часточок, які потрапляють у масло. Між масляним піддоном і картером встановлено картонну або паронітову прокладку.

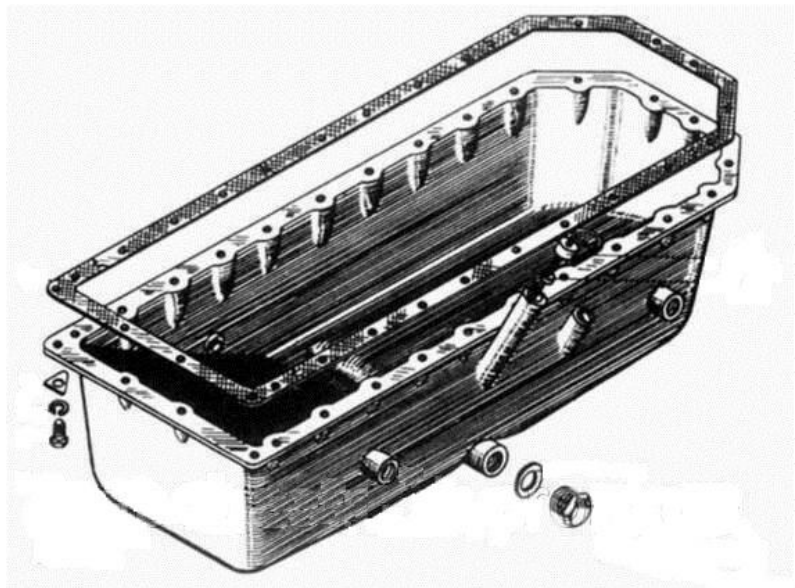
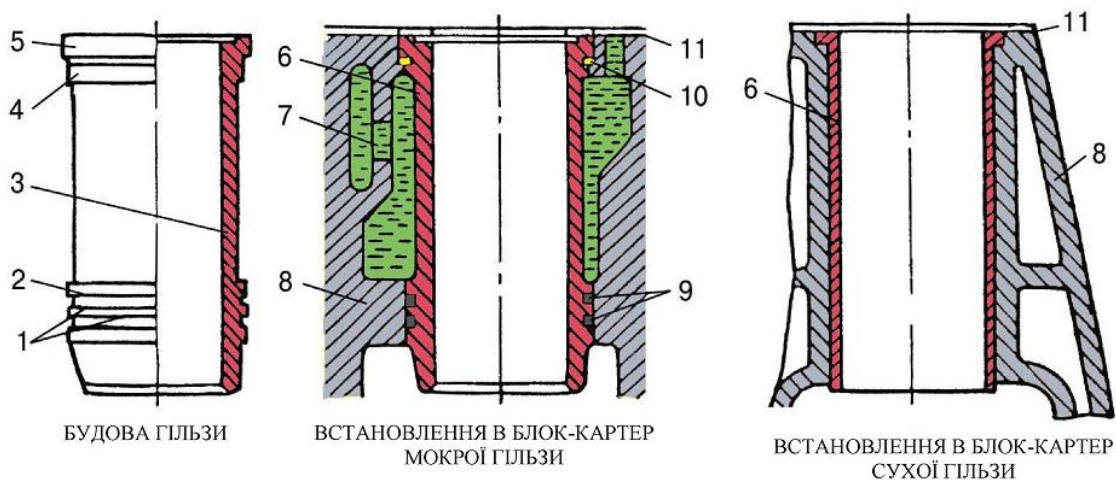


Рисунок 2.7 – Масляний піддон картера двигуна

До передньої площини блок-картера кріпиться картер розподільних шестерень, до задньої - картер маховика

Циліндр разом з головкою та поршнем утворюють об'єм, де відбуваються теплові процеси робочих циклів двигуна.

Блоки циліндрів двигунів з рідинним охолодженням мають вставлені змінні **гільзи**. При пошкодженні певної гільзи замінюють лише її, а не весь блок циліндрів. Крім того, змінні гільзи виготовляють з високоякісного хромонікелевого чавуну, а весь блок економічніше відливати з сірого чавуну.



- 1 – канавки для ущільнювальних кілець
- 2, 4 – посадочні пояски
- 3 – дзеркало циліндра
- 5 – буртик
- 6 – гільза циліндра

- 7 – рідинна сорочка охолодження
- 8 – блок-картер
- 9 – гумові ущільнювальні кільця
- 10 – мідне ущільнювальне кільце
- 11 – металоазбестова прокладка головки циліндрів

Рисунок 2.8 – Гільзи циліндрів

Для зменшення спрацювання дзеркала гільзи її внутрішню поверхню після розточки шліфують, полірують і загартовують з нагріванням струмом високої частоти на глибину 1,5...3,0 мм.

Головка циліндрів тракторного дизеля з рідинним охолодженням є виливкою складної форми, її прикріплюють до блока шпильками. Отвори під шпильки розташовані рівномірно по всій поверхні головки. Поверхня головки, яка взаємодіє з блоком, якісно обробляється для щільного прилягання до блока.



Рисунок 2.9 – Головки циліндрів дизельного двигуна Д-240

У головці розточено гнізда під впускні і випускні клапани, які з'єднуються з каналами для виведення відпрацьованих газів.

Нерухомі деталі є остовом двигуна, основою, де розташовуються рухомі деталі кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів та виконуються робочі цикли.

Лабораторна установка складається із двигуна, повністю укомплектованого рухомими і нерухомими деталями кривошипно-шатунного механізму, встановленого на поворотному стенді (рис. 2.10).

У верхній частині стенда на консольному валу закріплений двигун, а на протилежному кінці - черв'ячний редуктор із ручним приводом, який дозволяє повертати двигун навколо його поздовжньої осі в довільному напрямку і на довільний кут з будь-яким фіксованим положенням.

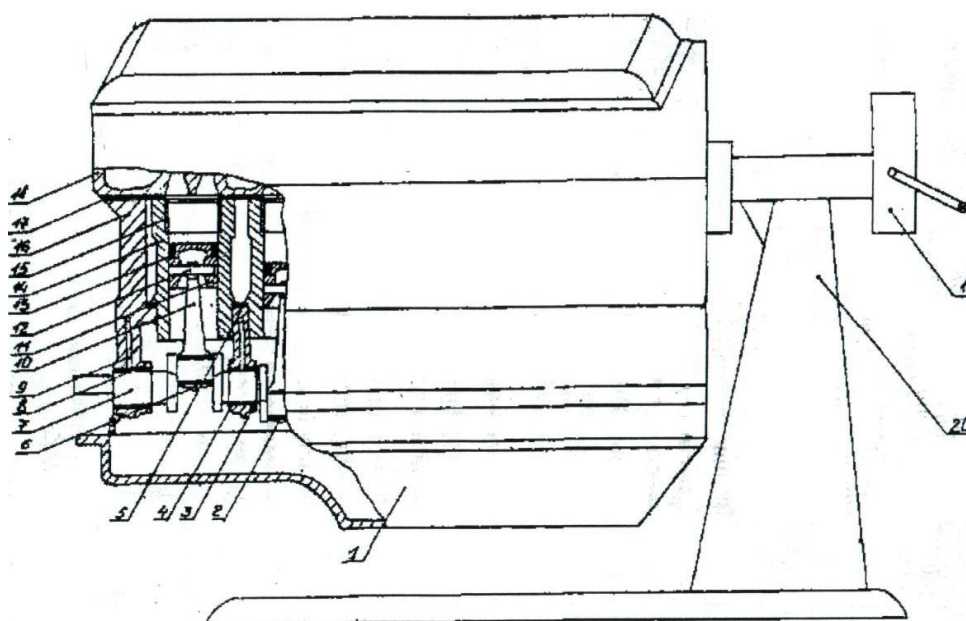


Рисунок 2.10 – Установка для визначення параметрів рухомих деталей кривошипно-шатунного механізму:

- 1 – картер; 2 – шатунні підшипники; 3 – кришка корінної опори колінчастого вала;
4 – корінні підшипники; 5 – ущільнюючі мідні кільця; 6 – кришка шатунів;
7 – корінні шийки колінчастого вала; 8 – гнізда-постелі колінчастого вала;
9 – масляний канал; 10 – шатун; 11 – поршень; 12 – поршневі пальці; 13 – поршневі
кільця; 14 – леговані (мокрі) гільзи; 15 – протиспрацьовувальні короткі вставки;
16 – стінка охолоджувальної сорочки; 17 – мідноазбестова прокладка головки
циліндрів; 18 – головка блока циліндрів; 19 – редуктор стенда; 20 – поворотний
стенд

Хід роботи

1. Розподілити обов'язки серед студентів, які виконують лабораторну роботу, перевірити комплектність деталей кривошипно-шатунного механізму і надійність кріплення двигуна на поворотному стенді, а також наявність необхідних пристроїв, інструменту та плакатів.

2. Ознайомитись із загальною будовою стенда і кривошипно-шатунного механізму.

3. Відкрити гайки і болти, зняти кришку клапанів і головку циліндрів.

4. За допомогою редуктора повернути двигун на 180° , відкрити гайки і зняти піддон картера, шатуни з поршнями, колінчастий вал і гільзи циліндрів.

5. Вивчити будову, визначити тип і геометричні параметри: циліндра, головки циліндрів і картера.

6. Вивчити спосіб встановлення і маркування кришок корінних підшипників.

7. Вивчити будову і визначити тип колінчастого вала, виміряти діаметри корінної, шатунної шийок і радіус кривошипа, скласти схему і визначити перекриття шатунних і корінних шийок колінчастого вала.

8. Вивчити будову, визначити тип поршня, овальність і конусність напрямної частини поршня, вимірюючи її мікрометром у двох взаємо перпендикулярних площинах (у площинах поршневого пальця і перпендикулярній до поршневого пальця), визначити ступінчастість поршня, вимірюючи мікрометром діаметри напрямної і ущільнюючої частин.

9. Вивчити будову і визначити тип шатуна (звернути увагу на підведення масла до поршневого пальця і кулачків розподільного вала, переріз тіла шатуна і несиметричність нижньої головки та ін.).

10. Вивчити будову і визначити тип і кріплення поршневого пальця (звернути увагу на його фіксацію від осьового переміщення).

11. Вивчити будову компресійних і маслоснімних поршневих кілець (звернути увагу на бокові поверхні і поперечний переріз кілець).

12. Скласти кінематичну схему кривошипно-шатунного механізму,

13. Накреслити ескізи однієї-двох деталей або вузлів кривошипно-шатунного механізму (за вказівкою викладача).

14. Оцінити двигун за відношенням S/D.

15. Результати досліджень, спостережень, вимірювань і розрахунків записати до табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні параметри деталей кривошипно-шатунного механізму
двигуна _____

№ п/п	Показники	Результати роботи
1	2	3
<p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p> <p>4.</p> <p>5.</p> <p>6.</p> <p>7.</p> <p>8.</p> <p>9.</p> <p>10.</p> <p>11.</p> <p>12.</p>	<p>Тип двигуна</p> <p>Тип двигуна за відношенням S/D</p> <p>Картер /блок-картер/: тип матеріал</p> <p>кількість опор колінчастого вала</p> <p>Циліндр: матеріал висота, мм внутрішній діаметр D, мм величина ходу поршня S, мм</p> <p>Гільза: матеріал висота зносостійкості вставки $h_{зс}$, мм спосіб фіксації спосіб ущільнення діаметр посадочного буртика $D_{нб}$, мм висота посадочного буртика $h_{нб}$, мм</p> <p>Головка циліндрів /циліндра/: матеріал форма камери згоряння кількість впускних отворів кількість випускних отворів</p> <p>Прокладка головки циліндрів: матеріал</p> <p>Перелік деталей і приладів, розміщених у головці циліндрів</p> <p>Кількість напрямних втулок впускних клапанів</p> <p>Кількість напрямних втулок випускних клапанів</p> <p>Спосіб кріплення коромисел</p> <p>Колінчастий вал: тип за числом корінних шийок матеріал діаметр корінної шийки d_k, мм діаметр шатунної шийки $d_{ш}$, мм радіус кривошипа R_k, мм спосіб фіксації від осьового переміщення</p>	

1	2	3
13.	Поршень: тип матеріал діаметр ущільнюючої частини D_y , мм діаметр прямої частини в площині поршневого пальця D'_n , мм діаметр прямої частини в площині, перпендикулярній до поршневого пальця D''_n , мм частини $\Delta O = D'_n - D''_n$, мм конусність $K_n = D_y - D_n$ мм форма днища овальність прямої	
14.	Шатун: матеріал форма перерізу тіла спосіб подання мастила до поршневого пальця, штовханів та стінок циліндрів	
15.	Компресійні кільця: тип матеріал	
16.	Маслознімні кільця: тип матеріал	
17.	Можливий порядок роботи двигуна	

Контрольні запитання

1. Яке призначення кривошипно-шатунного механізму та його основних деталей?
2. З яких рухомих і нерухомих деталей складається кривошипний механізм двигунів внутрішнього згорання?
3. Охарактеризуйте умови роботи нерухомих деталей кривошипно-шатунного механізму.
4. Які вимоги ставляться до матеріалів нерухомих деталей кривошипно-шатунного механізму: циліндрів, головок циліндрів, картерів, блок-картерів, прокладок тощо?
5. Якими конструктивними засобами досягаються необхідна жорсткість і міцність картерів (блок-картерів)?
6. У чому полягають конструктивні особливості циліндрів двигунів з рідинним і повітряним охолодженням?
7. Що називається дзеркалом циліндра?

8. Які типи камер згоряння застосовують у карбюраторних і дизельних двигунах?
9. Які основні переваги і недоліки кривошипно-шатунних механізмів з V-подібним розміщенням циліндрів?
10. Охарактеризувати умови роботи рухомих деталей кривошипно-шатунного механізму.
11. Які вимоги ставляться до матеріалів рухомих деталей кривошипно-шатунного механізму: поршнів, поршневих пальців і кілець, шатунів, колінчастих валів?
12. У чому полягають конструктивні особливості поршнів дизельних двигунів і з яких матеріалів вони виготовляються?
13. Які типи камер згоряння застосовують у карбюраторних і дизельних двигунах?
14. Якими засобами запобігають заклинюванню поршнів у циліндрах при їх нагріванні?
15. Які основні переваги і недоліки кривошипно-шатунних механізмів з V-подібним розміщенням циліндрів?
16. В якій послідовності розбирають і складають кривошипно-шатунний механізм?

Лабораторна робота № 3

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ КЛАПАННОГО МЕХАНІЗМУ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ДВЗ

Мета роботи. Розширити, поглибити та закріпити теоретичні знання, які студенти одержали при вивченні механізмів газорозподілу автомобільних двигунів.

Завдання роботи. Вивчення принципу дії й будови, а також визначення основних параметрів клапанного механізму газорозподілу автомобільних двигунів внутрішнього згоряння.

Прилади та обладнання. Лабораторна установка для визначення параметрів механізму газорозподілу. Лабораторна установка комплектується: лабораторним столом і слюсарними лещатами; двобічними гайковими ключами (12, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 24 мм); знімачем клапанів; плоскогубцями; молотком 0,5 кг; викруткою; виколоткою; заводною рукояткою; штангенциркулем 0...200 мм; металевою лінійкою 0...500 мм; щупом, набором пластин товщиною 0,1 мікрметрами 0...25 мм, 25...50 мм; комплектом плакатів.

Короткі теоретичні відомості

Газорозподільний механізм призначений для своєчасного впуску в циліндри свіжого повітря (дизелі) або пальної суміші (карбюраторні двигуни), випуску відпрацьованих газів, а також для надійної ізоляції внутрішньої порожнини циліндрів від зовнішнього середовища під час тактів стиску й робочого ходу. У чотиритактних двигунах застосовують два типи газорозподільних механізмів з нижнім розміщенням клапанів, коли вони розміщені у блоці збоку від циліндрів, або з верхнім – з клапанами в головці блока. На сучасних тракторних і автомобільних двигунах застосовуються газорозподільні механізми з верхнім(підвісним) розміщенням клапанів. Таке розміщення клапанів, у порівнянні з нижнім, забезпечує компактність камери згоряння, зменшення витрат тепла через її стінки, а також питома витрату палива.

Механізм газорозподілу, кінематично зв'язаний із колінчастим валом та ланками передаючих пристроїв, рухається синхронно з ним. Він повинен задовільняти такі основні вимоги:

- своєчасно відкривати і закривати впускні і випускні отвори циліндрів двигуна відповідно до процесів, то відбуваються в них;
- забезпечувати якнайкраще наповнення циліндрів пальною сумішшю і краще очищення їх від продуктів згоряння;
- надійно ізолювати внутрішній простір циліндрів під час тактів стиску і розширення від оточуючого середовища; мати високий ККД;
- бути простим за будовою і доступним для догляду.

Будова клапанних механізмів газорозподілу залежить від розміщення клапанів у блоці циліндрів (нижньоклапанні) або в головці (верхньоклапанні механізми) та їх кількості; розміщення розподільного вала (у блоці циліндрів або на головці); типу штовхачів (тарілчасті, циліндричні, роликові, важільні); конструкції коромисел (одно- або двоплечні важелі); типу привода механізму газорозподілу (зубчаста передача прямого зчеплення або з проміжними шестернями, ланцюгова, ремінна або

комбінована передача).

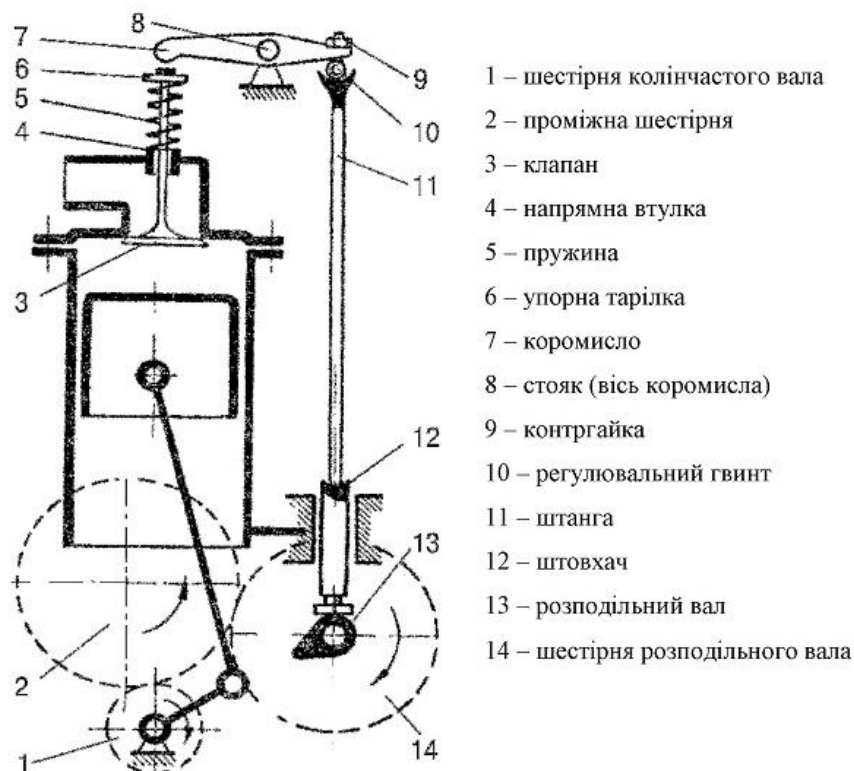


Рисунок 3.1 – Принципова схема механізму газорозподілу

Діє газорозподільний механізм так. Від шестерні 1 колінчастого вала через шестерні 2 і 14 обертання передається розподільному валу 13. При обертанні розподільного вала його кулачки своїми виступами діють на штовхачі 12. Зусилля від штовхачів, через штангу 11 і регулювальний гвинт 10, передається на праве плече коромисла 7, яке повертає його навколо вісі коромисел, встановленої на стояку 8. Ліве плече коромисла діє на стержень клапана 3.

Зусилля від стержня клапана передається на пружину 5, яка стискається. Клапан при цьому переміщується вниз, як і його тарілка відносно гнізда клапана, відкриваючи отвори впускного або випускного клапанів в головці циліндрів. В циліндр надходить чисте повітря (пальна суміш) або виходять відпрацьовані гази.

Найбільше клапан відкритий тоді, коли штовхач розташований на вершині кулачка. Пружина 5 при цьому повністю стиснута. При подальшому обертанні розподільного вала кулачок не діє на штовхач. Пружини переміщують клапан уверх, а тарілка клапана щільно притискається до його гнізда.

При роботі двигуна його деталі нагріваються і збільшуються в розмірі. Щоб забезпечити щільність закривання клапанів, між стержнями клапанів і коромислами передбачено деякі зазори, так званий тепловий зазор. Через певний час роботи двигуна зазори змінюються, тому для регулювання їх на коромислі встановлюють регулювальний гвинт 10 з контргайкою 9.

Недостатній тепловий зазор зумовлює нещільну посадку тарілки клапана у гніздо, що призводить до проривання гарячих газів, і клапан перегрівається. Можливе обгоряння робочої фаски і жолоблення тарілки.

Збільшення зазору зменшує час і величину відкриття клапана, що призводить

до зменшення наповнення циліндра свіжим зарядом і очищення циліндра від продуктів згоряння.

Робота двигуна зі збільшеними тепловими зазорами супроводжується дзвінками стуками.

За робочий цикл чотиритактного двигуна виконується одне відкриття впускного і випускного клапанів. Для цього розподільний вал повинен за робочий цикл робити один оберт, а колінчастий вал за цей час – два оберти.

Газорозподільні механізми складаються з наступних деталей.

Приводна шестерня газорозподільного механізму (разом з розподільними шестернями) розташована у спеціальному картері і передає обертальний рух колінчастого вала на розподільний вал та насосам: паливному, гідравлічної навісної системи та системи мащення двигуна. Приводна шестерня в сучасних тракторних дизелях розташована біля носка колінчастого вала, а в дизелях типу СМД-60 біля хвостовика. У дизелях СМД-60 колінчастий і газорозподільний вали обертаються в різні боки, тому обертання від шестерні колінчастого вала передається на приводну шестерню безпосередньо, а на інших дизелях – через проміжну шестерню, що забезпечує обертання валів в один бік.

Розподільний вал керує роботою клапанів. При однорядному розміщенні циліндрів розподільний вал розміщується в блок-картері збоку від циліндрів, у V-подібних двигунах – в розвалі циліндрів.

Розподільний вал складається з кулачків, опорних шийок і пристроїв для кріплення приводної шестерні. Для виготовлення розподільних валів використовують вуглецеві і леговані сталі або легований чавун. Розподільний вал штамнують. Робочі сталі або легований чавун. Розподільний вал штамнують. Робочі поверхні опорних шийок і кулачків загартовують струмом високої частоти на невелику глибину, після чого шліфують й полірують.

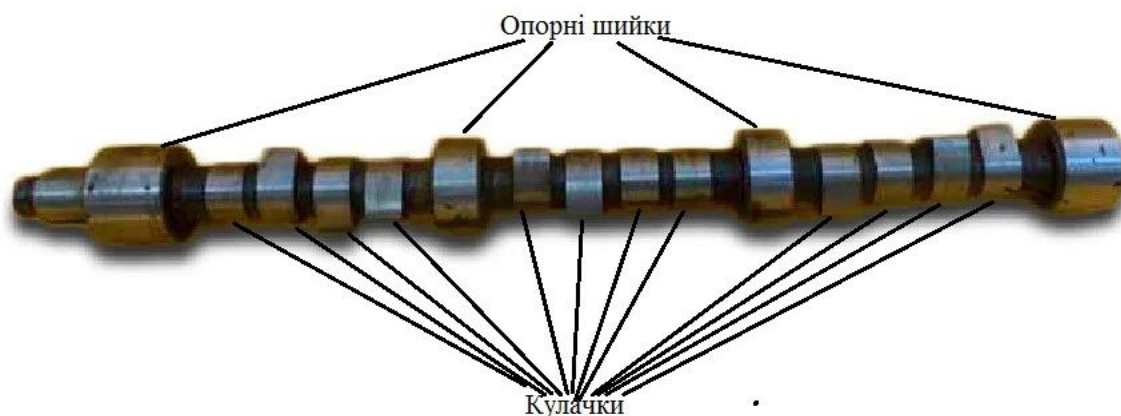


Рисунок 3.2 – Розподільний вал двигуна СМД трактора Т-150

Кулачки впускного і випускного клапанів розташовані на розподільному валу в певній послідовності і під різними кутами відповідно з порядком роботи циліндрів двигуна, фазами газорозподілу і способом розміщення циліндрів. Профіль кулачка може бути опуклим, тангенціальним і угнутим. В автотракторних двигунах застосовують опуклий профіль.

У більшості двигунів опорні шийки розташовані біля розподільної шестерні,

мають більший діаметр, ніж шийки на протилежному боці вала. Це необхідно, щоб полегшити встановлення вала у блок-картер. Вали встановлюються в підшипники, розточені безпосередньо в блок-картері або запресовані в отвори блок-картера втулки. Втулки виготовляють з антифрикційного чавуну або бронзи за розміром опорних шийок вала. В першій і останній опорній шийці є отвір для підведення масла по отвору блок-картера до втулок валика коромисел.

Штовхачі передають зусилля від кулачків розподільного вала до штанг. Для виготовлення штовхачів застосовують леговані або вуглецеві сталі й чавуни.

Штовхачі являють собою пустотілі стакани: грибоподібні з плоскою опорною поверхнею; циліндричні з плоскою або сферичною опорною поверхнею; важілі з роликками. У сучасних тракторних дизелів використовують циліндричні штовхачі.

Робочі поверхні штовхачів — нижня торцева (опорна) і бокова циліндрична (напрямна). Опорна поверхня сприймає тиск кулачка, а прямна — бокове зусилля і силу опору обертальному руху. Опорна поверхня може бути плоскою або сферичною. Для підвищення стійкості проти спрацювання її наплавляють легованим чавуном і піддають термічній обробці, потім шліфують і полірують, а пряму частину тільки термічно обробляють, шліфують й полірують.



Рисунок 3.3 – Конструкції штовхачів різних двигунів

Штовхачі встановлюють в циліндричні розточені отвори блок-картера. Для рівномірного спрацювання, штовхач під час роботи повинен обертатись. Це досягається зміщенням осі штовхача на 1...2 мм відносно середини кулачка або кулачок повинен мати конічну, а торець штовхача – сферичну форму.

Штанги передають зусилля від штовхачів до коромисел. Їх виготовляють зі сталюгого стержня або сталюгої чи дюралюмініюгої трубки з наконечниками.

Нижній кінець, яким штанга входить у сферичну заглибину штовхача, кулястої форми. На верхньому її кінці є головка зі сферичною заглибиною, куди входить кулястий кінець регулювального гвинта.

Наконечники штанг сталеві, запресовані в штангу. Для зменшення спрацювання наконечники штанг гартують.

Коромисла передають зусилля між штангами і клапанами. Їх штамнують з вуглецевої сталі, ковкого чавуну або відливають методом точного лиття.

Коромисло – двоплечий важіль з відношенням плечей 1,3...2,0. Таке відношення плечей коромисла дозволяє при порівняно невеликому русі штовхача забезпечити необхідний хід клапана при його відкриванні.

На короткому плечі коромисла є отвір з різьбою, куди загвинчується гвинт і

регулюється таким чином тепловий зазор. Відносно корпуса коромисла гвинт фіксується контргайкою. Довге плече коромисла закінчується бойком, яким коромисло натискає на стержень клапана. Поверхня бойка ширша від іншої частини коромисла. Робочу поверхню бойка для зменшення спрацювання загартовують, шліфують і полірують. В середній частині коромисла є отвір для встановлення його на валик коромисел, в цей отвір запресовується бронзова втулка.

Головка регулювального гвинта загартована і має сферичну заглибину або кулясту форму для відповідного наконечника штанги. З боку різьбового торця у гвинті є прорізь для викрутки, а в середині болта – канал і проточка для підведення масла до наконечника штанги.



Рисунок 3.4 – Коромисло (а) та механізм коромисел в зборі (в) двигуна Д-240

Коромисла встановлюють на вісі коромисел, яку виконують у вигляді пустотілого валика. Валик на стояках кріпиться до головки циліндра. Від поздовжнього переміщення на валику коромисла фіксуються розтискними пружинами, поздовжнє переміщення валика відносно стояків обмежується стопорними кільцями.

Клапани відкривають й закривають впускні і випускні канали головки циліндрів, забезпечуючи герметичність порожнини камери згоряння.

Обидва клапани, особливо випускний, працюють в дуже складних умовах. На них діє висока температура: випускний клапан нагрівається до температури 500...800°C, а впускний, відповідно, до 350...500°C. Тому матеріал клапанів повинен бути міцним і жаростійким.

Впускні і випускні клапани мають однакову конструкцію і відрізняються лише розмірами нижньої частини (тарілки). Для кращого наповнення циліндра свіжим зарядом впускний канал і клапан виготовляють з більшим діаметром отвору і тарілки, ніж випускні.

Клапан складається із тарілки, або головки 9 і стержня 8. На нижній поверхні тарілки клапана є прорізь 1 для встановлення наконечника пристрою для притирання фаски 2 до гнізда клапана в головці циліндрів. Для щільного закривання клапанів їх робочі фаски притирають до гнізд індивідуально, а в процесі роботи вони припрацьовуються, тому клапани при складанні двигуна ставлять в свої гнізда. Опорну поверхню тарілки клапана виготовляють під кутом 30° або 45°, причому при куті 45° у клапана менший поперечний переріз, але він надійніше ущільнений. Тому фаски під кутом 30° виконують на впускних клапанах, а 45° - на випускних.

Стержень циліндричної форми забезпечує клапану переміщення, закріплення і відведення теплоти від тарілки. Після виготовлення стержні загартовують, шліфують і полірують, інколи вкривають хромом. Торці стержнів, які взаємодіють з

коромислом, на 3...5 мм гартують до високої міцності, інколи наплавляють міцні сплави або встановлюють легкознімні сталеві загартовані наконечники. Для забезпечення високої жаростійкості і спрацювання випускні клапани виготовляють з двох матеріалів методом стикового зварювання: тарілка із жаростійкого матеріалу, а стержень – із стійкого до спрацювання.

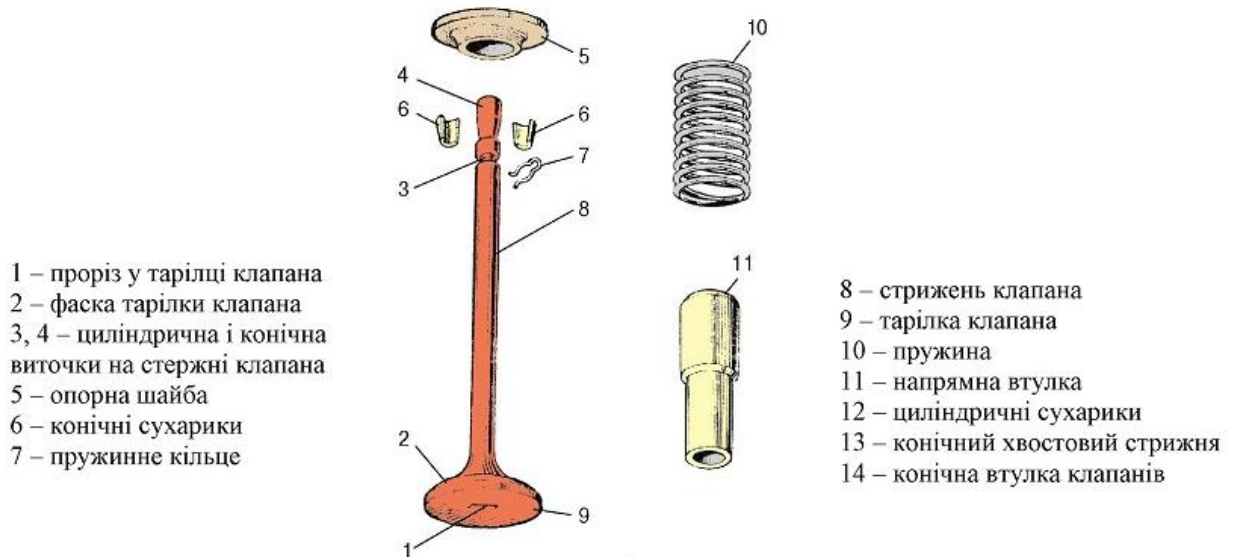


Рисунок 3.5 – Загальний вигляд клапана

Клапанні пружини забезпечують щільну посадку тарілки клапана в гніздо, а при роботі двигуна – постійний безззорний контакт клапана, коромисла, штанги, штовхана, кулачка розподільного вала.

У більшості двигунів пружини впускних і випускних клапанів взаємозамінні. Виготовляють їх з круглого сталевго дроту діаметром 3...8 мм і числом робочих витків 5... 14. Пружини виготовляють з марганцевистої, кремне-марганцевистої, хромо-ванадієвої та інших сталей. Два крайніх витки пружин опорні: з одного краю спирається на опорну шайбу, а з другого — на опорне гніздо в головці циліндрів.

Щоб попередити виникнення шкідливого для міцності пружин резонансу, на клапани встановлюють пружини зі змінним кроком витків або по дві пружини.

Пружини зі змінним кроком витків менше вібрують і довше служать, їх встановлюють стороною з більшим кроком до головки блоку циліндрів.

При застосуванні двох пружин зовнішню пружину виготовляють з дроту діаметром 3,5...5,0 мм, а внутрішню 2,0-3,5 мм. Пружини розміщують таким чином, щоб напрями витків були протилежними. Це виключає попадання витків однієї пружини між витками іншої, особливо при поломці однієї з них, що може призвести до обриву другої пружини. Встановлення двох пружин зменшує висоту клапанного механізму і збільшує надійність його роботи.

Лабораторна установка складається із двигуна, повністю укомплектованого складовими частинами механізму газорозподілу, встановленого на поворотному стенді (рис. 3.6).

У верхній частині стенда на консольному валу закріплено двигун, а на протилежному кінці – черв'ячний редуктор з ручним приводом, який дозволяє

повертати двигун навколо його поздовжньої осі у довільному напрямку. На передньому кінці колінчастого вала закріплено лімб, а на кришці газорозподільних шестерень - стрілка, за допомогою яких фіксується кут повороту колінчастого вала.

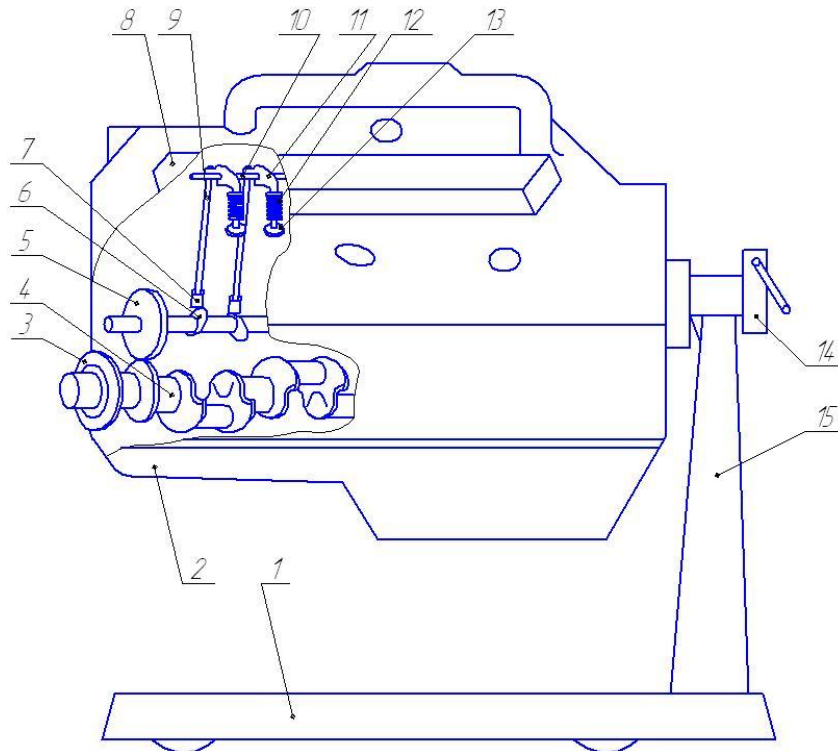


Рисунок 3.6 – Установка для визначення параметрів механізму газорозподілу:

- 1 – оборотний стенд; 2 – піддон картера; 3 – лімб; 4 – колінчастий вал; 5 – привод шестірні механізму газорозподілу; 7 – штовхачі; 8 – головка блоку циліндрів; 9 – штанги; 10 – вісь коромисел; 11 – коромисла; 12 – пружини клапанів; 13 – клапани; 14 – редуктор поворотного стенду; 15 – стояк

Хід роботи

1. Розподілити обов'язки серед студентів, які виконують лабораторну роботу, перевірити комплектність деталей механізму газорозподілу та надійність кріплення двигуна на поворотному стенді, наявність слюсарного та вимірювального інструменту, плакатів тощо.

2. Відкрутити гайки (болти), зняти кришку клапанів, вісь коромисел, штанги і головку циліндрів

3. Відкрутити гайки (болти) кришки розподільних шестерень і зняти кришку.

4. Відкрутити торцевим ключем болти кріплення розподільного вала, зняти штовхачі розподільний вал.

5. Зняти коромисла з осей, провести відмірювання плечей коромисел впускного і випускного клапанів.

6. Звільнити клапанні пружини (демонтувати впускний і випускний клапани),

вивчити тип і спосіб фіксації пружин на стержні клапана і механізм обертання клапанів. Визначити діаметри тарілок і кути робочих фасок впускного і випускного клапанів, тип клапана і заходи, що зменшують аеродинамічний опір.

7. Визначити тип і будову штовхачів, спосіб їх обертання.

8. Вивчати будову розподільного вала (кулачки, опорні шийки, елементи привода допоміжних механізмів); виміряти діаметри опорних шийок.

9. Вивчати будову привода механізму газорозподілу (тип привода), заходи щодо підвищення без шумності роботи. Звернути увагу на установчі мітки шестерень.

10. Проаналізувати будову деталей механізму газорозподілу, скласти кінематичну схему і накреслити ескізи деталей, заданих викладачем.

11. Результати спостережень, вимірювань і розрахунків записати в табл. 3.1.

12. Зібрати і відрегулювати механізм газорозподілу, встановити необхідні між стержнем клапана і штовхачем зазори. Установочні мітки на шестернях або зірочках повинні збігатися, а зазор між стержнем клапана і штовхачем (коромислом) відповідати рекомендаціям заводу-виготовлювача.

Таблиця 3.1 – Основні параметри механізму газорозподілу автомобіля

№ п/п	Показники	Результати роботи
1	2	3
1.	Тип механізму газорозподілу	
2.	Тип клапана: впускного випускного	
3.	Геометричні параметри впускного клапана: діаметр тарілки $d_{т.к.1}$, мм кут фаски тарілки $\alpha_{\phi 1}$, град.	
4.	Геометричні параметри випускного клапана: діаметр тарілки, $d_{т.к.2}$, мм кут фаски тарілки $\alpha_{\phi 2}$, град.	
5.	Зазор між штовхачем і стержнем клапана, мм : впускного $\Delta h_{к1}$ випускного $\Delta h_{к2}$	
6.	Спосіб регулювання зазорів між стержнем клапана і штовхачем	
7.	Спосіб кріплення пружин на стержні клапана	
8.	Спосіб обертання штовхача	
9.	Розподільний вал: кількість опорних шийок діаметр опорних шийок $d_{о,ш}$ мм спосіб фіксації від осьового зміщення	
10.	Максимальна висота підйому клапана, мм : впускного $h_{к1}$ випускного $h_{к2}$	

1	2	3
11.	Початок відкриття, град: впускного клапана до ВМТ α впускного клапана до НМТ γ	
12.	Кінець закриття, град: впускного клапана після ВМТ β	
13.	впускного клапана після НМТ δ	
14.	Тривалість відкритого стану, град: впускного клапана $\Theta_{\text{вп}}$ впускного клапана $\Theta_{\text{вип}}$	
15.	Перекриття клапанів Θ Привод механізму газорозподілу: тип передаточне число заходи, що підвищують безшумність роботи	

Контрольні запитання

1. Призначення механізму газорозподілу.
2. Назвіть основні типи і схеми механізмів газорозподілу.
3. Назвіть основні типи і схеми клапанних механізмів газорозподілу.
4. Назвіть основні типи приводів кулачкових валів.
5. Які вимоги до матеріалів і конструкції деталей клапанного механізму газорозподілу?
6. Які переваги і недоліки клапанних механізмів з верхнім і нижнім розташуванням клапанів?
7. Які марки матеріалів використовують для виготовлення клапанів?
8. Як впливають фази газорозподілу на потужність і економічність двигуна?
9. Назвіть способи повороту штовханів і клапанів.
10. Яке призначення зазорів між штовхачами (коромислами) і клапанами?
11. У якій послідовності розбирають і складають механізм газорозподілу?
12. У якому положенні повинні бути встановлені мітки, які є на шестірнях (зірочках) приводу газорозподільного механізму?

Лабораторна робота № 4

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РІДИННОЇ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВЗ

Мета роботи. Розширити, поглибити та закріпити теоретичні знання, які студенти одержали при вивченні системи охолодження автомобільних поршневих двигунів внутрішнього згорання.

Завдання роботи. Вивчення будови і роботи, а також визначення основних параметрів рідинної системи охолодження поршневого автомобільного двигуна та його складових частин.

Прилади та обладнання. Лабораторна установка для визначення параметрів рідинної системи охолодження двигунів.

Короткі теоретичні відомості

Для тривалої і безперебійної роботи двигуна необхідно забезпечити певний температурний режим. При перегріванні двигуна його потужність зменшується через зростання механічних витрат на подолання сил тертя і зменшення наповнення циліндрів свіжим зарядом робочої суміші. Крім того, при цьому нагрівається масло, в'язкість його зменшується, мащення деталей погіршується. Деталі інтенсивно спрацьовуються і змінюють свої механічні властивості (міцність, твердість). При переохолодженні двигуна також знижується потужність і підвищується витрата палива через погіршення умов утворення і згорання робочої суміші, а також збільшуються затрати потужності на подолання сил тертя через погіршення мащення деталей при збільшенні в'язкості масла.

Для підтримання постійного теплового режиму працюючого двигуна призначена система охолодження. Деталі двигуна охолоджуються різними способами, але основну кількість теплоти від деталей в атмосферу відводить система охолодження.

На сучасних автотранспортних двигунах в основному застосовується замкнута система охолодження з примусовою циркуляцією рідини.

В загальному випадку у замкнуту рідинну систему охолодження з примусовою циркуляцією рідини входять такі основні елементи: рідинний насос із розподільною трубою; охолоджувальні сорочки головки і блока циліндрів; нижній і верхній з'єднувальні патрубки з шлангами; радіатор з пароповітряними клапанами і розширювальним бачком; жалюзі радіатора; вентилятор; автоматична муфта виключення лопатей вентилятора; термостат; зливні краники; прилади для контролю температури води.

Навколо циліндрів двигуна та їхніх головок є простір (охолоджувальні сорочки), який заповнюється охолоджувальною рідиною. Охолоджувальна сорочка з'єднана патрубками з радіатором пристроєм для охолодження нагрітої рідини. Радіатор і сорочка заповнюється рідиною через заливну горловину, яка закривається пробкою. Пробка має клапани, через які внутрішня порожнина системи охолодження зв'язана з атмосферою.

У замкнутих системах охолодження підтримується надлишковий тиск до 0,02 МПа/ в результаті чого температура кипіння охолоджувальної рідини підвищується до 120 °С. Пара або рідина при надлишковому тиску відводиться по трубці в

розширювальний бачок.

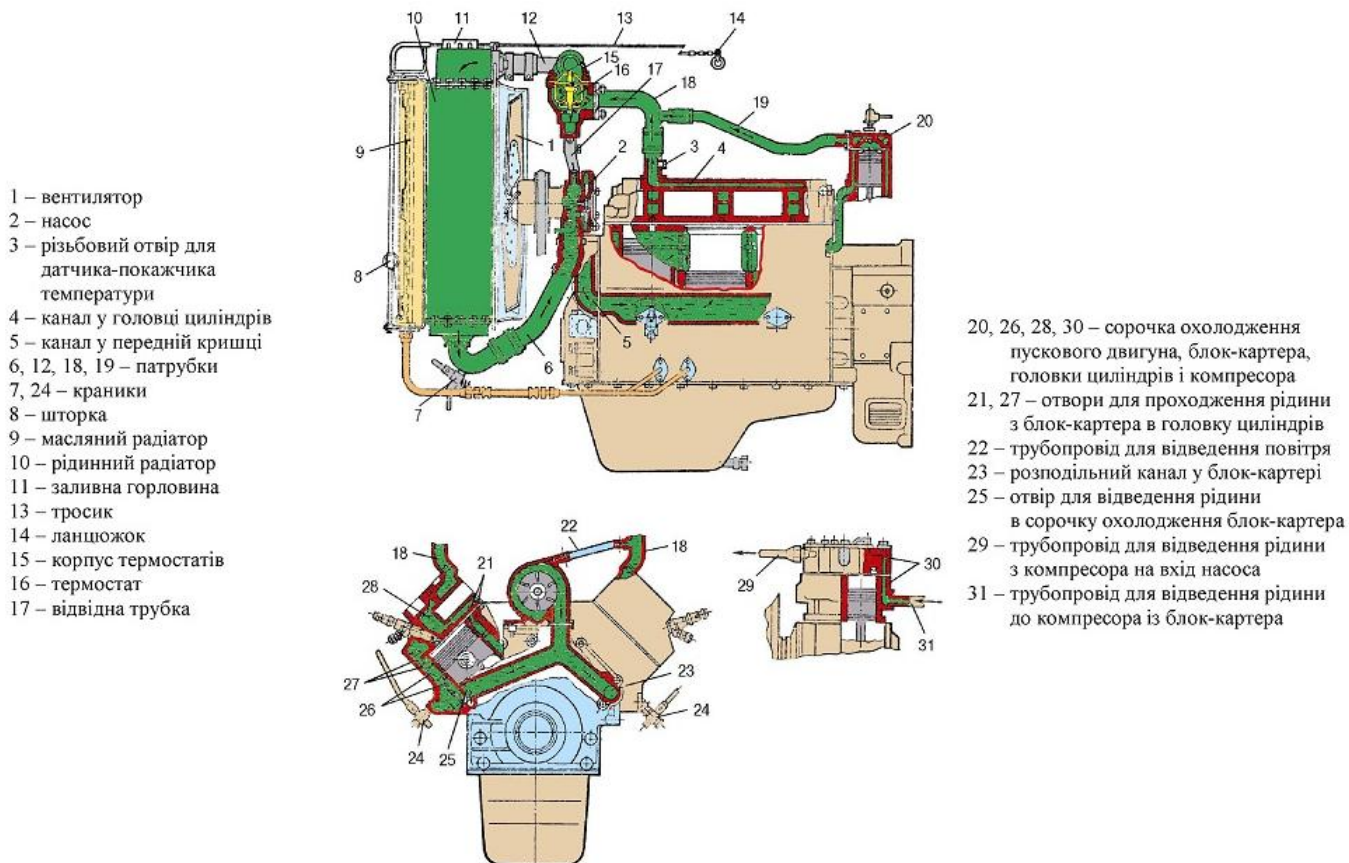


Рисунок 4.1 – Система рідинного охолодження дизеля СМД-60

Радіатор призначений для охолодження рідини. Він складається з верхнього 8 і нижнього 21 бачків, сполучених між собою серцевиною 6.

Тепла вода двома трубопроводами подається із сорочок охолодження головок циліндрів у верхній бачок 8, в якому є заливна горловина з паровідводною трубкою 4.

Корпус верхнього бачка радіатора за допомогою прокладки 10, верхньої опорної пластини 11 і болтів кріпиться до серцевини 6 радіатора.

Крайня верхня 11 і нижня 16 пластини серцевини радіатора опорні, їх виготовлено із товстішої стрічки, ніж пластини 14. Кінці трубок 13 трохи виступають над опорними пластинами 11 і 16.

До серцевини 6 радіатора за допомогою прокладки 17, нижньої опорної пластини 16 і болтів 20 прикріплюється нижній бачок 21 радіатора. Нижній бачок патрубком 19 і трубопроводом 15 з'єднується з корпусом рідинного насоса. Бокові частини серцевини закриті сталевими листами – боковинами, до яких болтами кріпиться кожух 12 (дифузор). В кожусі є круглий отвір, трохи більший за діаметром від діаметра лопатей вентилятора. Кожух підвищує ефективність роботи вентилятора. Передня частина осердя радіатора закривається полотняною шторкою 1 або металевими жалюзі для регулювання інтенсивності повітряного потоку через осердя.

Серцевина радіатора може бути трубчасто-пластинчастою, трубчасто-стрічковою або щільниковою.

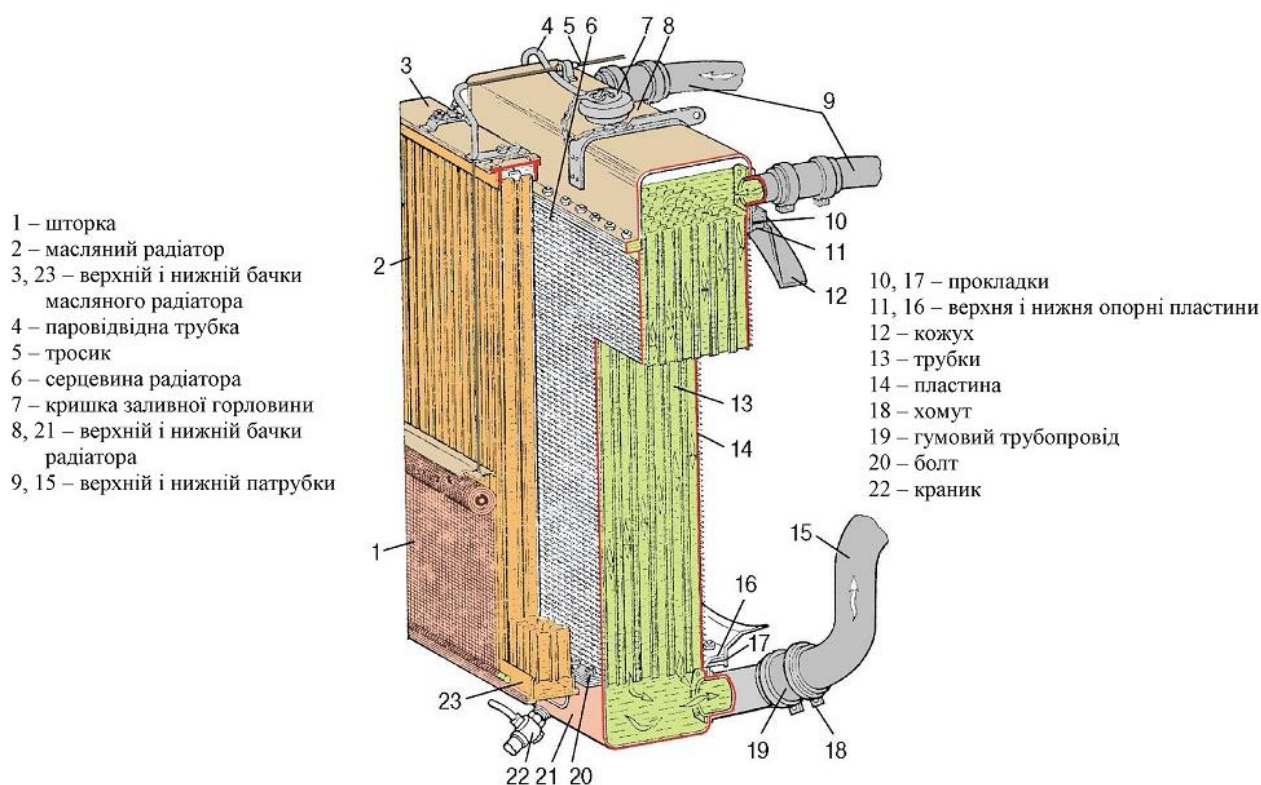


Рисунок 4.2 – Радіатор дизеля СМД-60

На більшості двигунів застосовуються трубчасті серцевини, тобто кілька рядів вертикально встановлених плоскоовальних або круглих латунних трубок із товщиною стінок 0,1...0,2 мм. Для збільшення поверхні охолодження і підвищення жорсткості осердя на трубки надіто і припаяно тонкі горизонтальні пластини з латунної стрічки.

При нормальній роботі двигуна з номінальним навантаженням температура охолоджувальної рідини, яка потрапляє у верхній бачок радіатора, становить 85...90°C, а температура охолодної рідини на вході в сорочку охолодження відповідно 70...75°C. В радіаторі температура охолоджувальної рідини зменшується на 10...15°C.

Заливна горловина закривається кришкою 7 з паровим і повітряним клапанами.

Пароповітряний клапан ізолює систему охолодження від атмосфери при нормальному тепловому режимі; підтримує в системі надлишковий тиск 0,14 МПа, чим підвищує температуру кипіння, зменшує пароутворення і витрату охолоджувальної рідини; відводить пари рідини з системи в атмосферу при її закипанні, коли тиск в системі збільшується до 0,15...0,17 МПа, чим запобігає витіканню рідини через з'єднання трубопроводів і руйнуванню трубок серцевини радіатора; сполучає атмосферу із системою при остиганні рідини, коли її об'єм і тиск зменшуються до 0,099...0,088 МПа, запобігаючи сплюсненню і деформації трубок серцевини.

Рідинний насос забезпечує примусову циркуляцію рідини в системі.

Насос і вентилятор двигунів з рідинним охолодженням встановлюють на одному валу.

В чавунному корпусі 23 рідинного насоса двигуна СМД-60 на двох підшипниках 5 і 24 встановлений вал 21. Герметичність порожнини між корпусом 23 і валом 21 забезпечується самопідтискними гумовими манжетами 20 і 25. В цю порожнину через трубку 6 подається масло для мащення підшипників 5 і 24. Через отвір 22 масло по каналу 23 зливається в піддон картера дизеля. Від осьового переміщення вал 21 фіксується стопорним кільцем 3. Корпус 23 кріпиться на верхній площині передньої кришки блок-картера. На валу 21 за допомогою шпонки і гайки 27 нерухомо встановлена маточина 2. Самовідкручування гайки 27 не допускається і обмежується шплінтом. До маточини 2 болтами 28 прикріплюється шків 26 вала 21 і вентилятора 1.

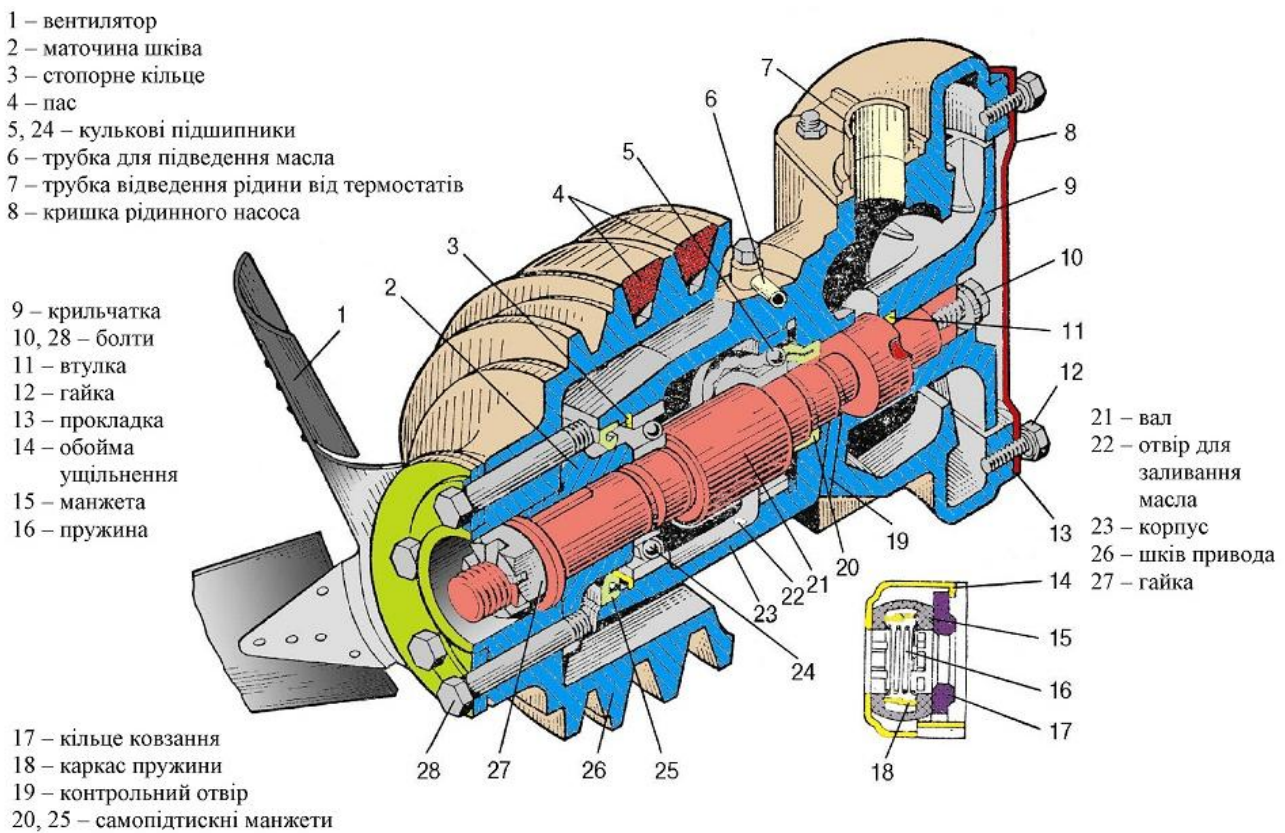


Рисунок 4.3 – Рідинний насос і вентилятор дизеля СМД-60

Чавунний шків 26 з'єднаний зі шківом колінчастого вала через два клинових паси 4 довжиною 1450 мм і поперечним перерізом 16x11 мм. Передаточне число приводу – 1,21. Третій (менший) пас призначений для приводу генератора.

У задній частині вала 21 встановлена крильчатка 9 рідинного насоса, закріплена болтом 10. Крильчатка – це литий чавунний диск з шістьма лопатками і маточиною з плавним переходом від маточини до диска. Для зменшення гідравлічного опору нижні кінці лопаток вигнуті у напрямі обертання.

Крильчатка 9 встановлена в розточці равликopodobної частини корпусу 23. На цій частині є вхідний патрубок, вилитий разом з корпусом, для подачі рідини на крильчатку і вихідний патрубок 2. До верхнього обробленого фланця прикріплено

трубку 7 для відведення рідини від термостатів в приймальну камеру насоса. За крильчаткою 9 корпус насоса 23 закритий штампованою кришкою 8, закріпленою за допомогою шести шпильок і гайок 12 та ущільненою паронітовою прокладкою 13. У нижній частині корпусу є дві лапи для його кріплення на передній кришці блок-картера.

Рідинну і масляну порожнини корпусу розділяє торцеве ущільнення, запресоване між валом 21 і корпусом 23. Воно складається із обойми 14, гумової манжети 15 і кільця 17. Всередині манжети встановлено пружину 16, яка ущільнює торці манжети за допомогою розсувного каркасу 18. Кільце ковзання 17 утримується від обертання в обоймі 14 трьома півкруглими поглибленнями і може переміщатися в осьовому напрямку під дією пружини 16 до упору у виступи, відігнуті на обоймі.

В робочому положенні ущільнення підтискується крильчаткою і кільце ковзання 17 щільно притискується до полірованої поверхні втулки 11. Цим забезпечується герметизація між нерухомим ущільненням і крильчаткою, яка обертається. Кільце 17 виготовлене із металографітового матеріалу, що зменшує його спрацювання. Для запобігання корозії втулка 11 виготовлена із нержавіючої сталі, обойма 14 і каркас 18 пружини — з латуні, а пружина 16 - з бронзового дроту. Для контролю за роботою ущільнення в корпусі виконаний отвір 19. Поява рідини із отвору 19 свідчить про недостатнє ущільнення.

Термостат автоматично підтримує необхідну температуру охолодженої рідини при різних навантаженнях двигуна і температурах навколишнього повітря, а також забезпечує швидке прогрівання двигуна після його пуску. Залежно від температури охолоджувальної рідини термостат спрямовує її потік із сорочки охолодження у верхній бачок радіатора або до насоса через відповідну трубку.

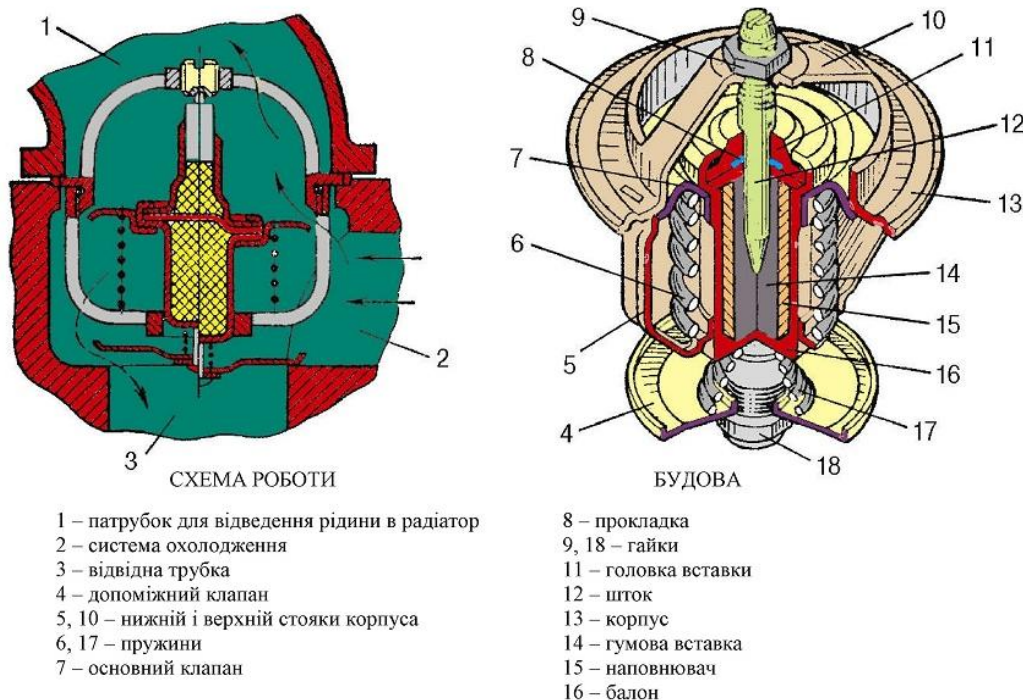


Рисунок 4.4 – Термостат із твердим наповнювачем

Термостати бувають рідинні (сильфонні) і з твердим наповнювачем.

Застосовують обидва типи термостатів.

Термостат складається із слідкуючого і виконуючого пристроїв, встановлених в корпусі. Виконуючий пристрій має основний і допоміжний клапани.

Слідкуючим пристроєм термостата із твердим наповнювачем є балон 16, всередині якого вмонтовані гумова вставка 14, шток 12, прокладка 8 і головка вставки 11. Простір між гумовою вставкою 14 і внутрішньою стінкою балона 16 заповнений спеціальним наповнювачем 15. Наповнювач являє собою суміш церезину (нафтовий кристалічний віск) з алюмінієвим або мідним порошком. Така суміш при підвищенні температури понад 69°C плавиться і значно збільшується за обсягом.

Балон 16 встановлений між верхнім 10 і нижнім 5 стояками корпусу 13. До верхнього стояка 10 балон кріпиться за допомогою штока 12 і гайки 9. В центральному отворі нижнього стояка 5 балон може вільно переміщатися. До верхньої частини його прикріплені основний клапан 7, між ним і нижнім стояком 5 корпусу 13 встановлено пружину 6. В нижній частині балона є шток, на якому за допомогою гайки 18 закріплені допоміжний клапан 4, що може вільно переміщатися відносно штока балона. Між балоном 16 і клапаном 4 встановлена пружина 17.

При роботі двигуна з температурою охолоджувальної рідини нижче 70°C об'єм наповнювача 15 мінімальний. Пружина 6 притискує основний клапан 7 до корпусу 13. При цьому шток балона 16 займає таке положення, що утворюється зазор між допоміжним клапаном 4 і корпусом відповідної трубки 3. Охолоджувальна рідина із системи охолодження 2 поступає у відповідну трубку 3.

При прогріванні охолоджувальної рідини до температури 70...80°C наповнювач починає плавитись і його об'єм збільшується. Він тисне на вставку 14, це зусилля передається на шток 12. Оскільки шток закріплені на верхньому стояку 10 корпусу, то він не може переміщатися. Під дією зусилля наповнювача балон 16 переміщається вниз відносно штока 12, стискаючи пружину 6. Основний клапан 7 відходить від корпусу 13, допоміжний клапан 4 переміщується до відповідної трубки 3. Рідина із системи охолодження 2 одночасно надходить в патрубок 1 і відповідну трубку 3.

Коли температура охолоджувальної рідини становитиме 90...95°C, зазор між основним клапаном 7 і корпусом 13 буде максимальним, а між допоміжним клапаном 4 і відповідною трубкою 3 – відсутній. Вся рідина із системи охолодження направляється в радіатор.

Пружина 17 забезпечує переміщення балона 16 вниз при упорі допоміжного клапана 4 у відповідну трубку 3 і подальшому розширенні наповнювача.

Пружина 6 повертає термостат в початкове положення при зниженні температури охолоджувальної рідини нижче 70°C.

Охолоджувальні рідини. До недавнього часу як охолоджувальні рідини часто застосовували воду, яка має високу теплоємність. Однак використання води в системі охолодження зв'язане з накипанням і корозією стінок охолоджувальної сорочки і небезпекою замерзання в зимових умовах роботи.

Для цілорічної експлуатації тракторів і автомобілів призначені спеціальні рідини – антифризи.

Антифриз – це суміш етиленгліколю і дистильованої води. Промисловість виготовляє дві марки антифризів – 40 і 65 з температурою замерзання відповідно -

40°C і -65°C. При замерзанні антифризів утворюється сипка маса, об'єм якої збільшується лише на 0,2..,0,3%, тому система не розморожується.

Сучасна формула антифризу являє собою очищену воду з додаванням етилен- або пропіленгліколю і присадок, завдяки яким суміш набуває протипінні, антикорозійні і інші властивості.

Для проведення лабораторного заняття використовується лабораторна установка, яка складається із двигуна, повністю укомплектованого частинами рідинної системи охолодження, встановленого на поворотному стенді

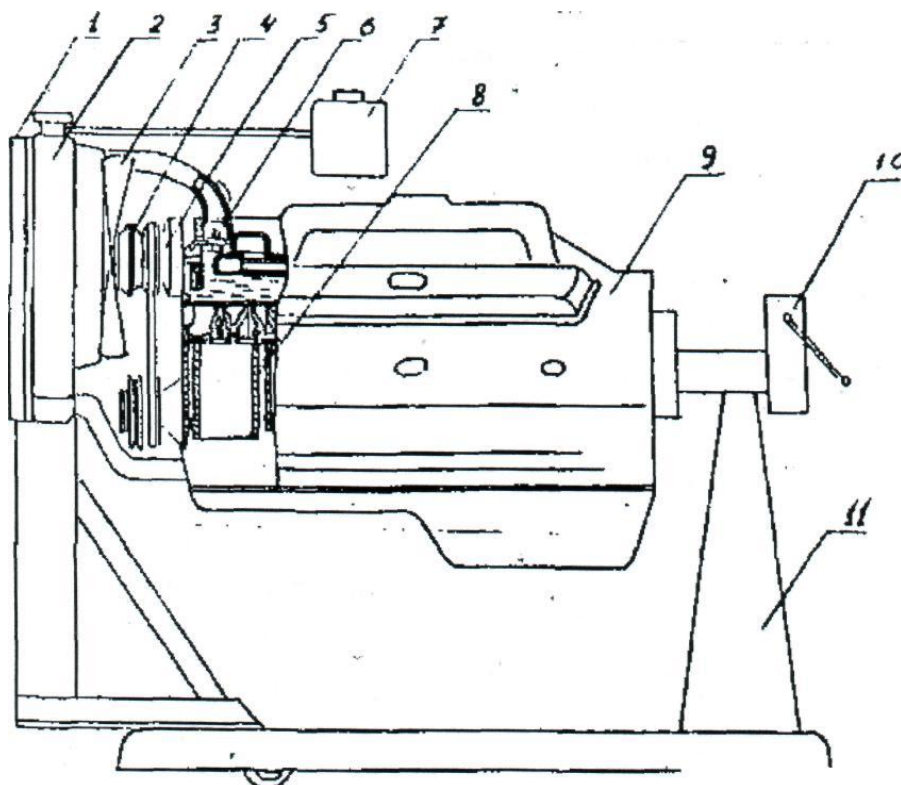


Рисунок 4.5 – Установка для визначення параметрів рідинної системи охолодження:

- 1 – жалюзі радіатора; 2 – радіатор; 3 – вентилятор; 4 – гідромуфта привода вентилятора; 5 – рідинний насос; 6 – термостат; 7 – розширювальний бачок;
8 – охолоджувальна сорочка циліндрів; 9 – двигун; 10 – редуктор поворотного стенду; 11 – поворотний стенд

Хід роботи

1. Розподілити обов'язки серед студентів, які виконують лабораторну роботу, перевірити комплектність складових частин системи охолодження і надійність кріплення двигуна на поворотному стенді, наявність необхідних пристроїв і інструменту, плакатів.

2. Ознайомитись із загальною будовою стенда і схемою рідинної системи охолодження та її складовими частинами.

3. За допомогою викрутки від'єднати резинові шланги, зняти радіатор,

визначити його тип і вивчити його будову.

4. Відкрутити гайки і зняти з двигуна рідинний насос, вентилятор, муфту приводу вентилятора, термостат.

5. Розібрати рідинний насос і муфту автоматичного виключення вентилятора; вивчити їхню будову і принцип роботи і визначити геометричні параметри.

6. Вивчити будову і принцип дії термостата і пароповітряного клапана радіатора.

7. За вказівкою викладача скласти принципові схеми системи охолодження та її складових частин (рідинного насоса, автоматичної муфти, приводу вентилятора, термостатів, пароповітряного клапана).

8. Результати вимірювань і спостережень записати в табл. 4.1.

9. Після перевірки викладачем одержаних результатів зібрати лабораторну установку.

Таблиця 4.1 – Основні параметри системи охолодження двигуна _____

№ п/п	Показники	Результати роботи
1	2	3
1.	Тип системи охолодження	
2.	Місткість системи охолодження $Q_{c.o.}$, дм ³	
3.	Складові частини системи охолодження	
4.	Тип радіатора	
5.	Пароповітряний клапан: тиск відкриття парового клапана $P_{п.к.}$, Мпа температура, при якій відкривається паровий клапан $T_{п.к.}$, °С тиск відкриття повітряного клапана $P_{п.}$, МПа температура, при якій відкривається повітряний клапан $T_{п.}$, °С	
6.	Тип термостата	
7.	Температура рідини T_p , °С початку відкриття клапана термостата повного відкриття клапана термостата повного закриття клапана термостата	
8.	Склад наповнювача термостата	
9.	Спосіб регулювання температури рідини: автоматичний ручний	
10.	Спосіб підводу охолодної рідини до найбільш нагрітих деталей двигуна	

1	2	3
11.	Нормальний температурний режим двигуна, °С	
12.	Марка антифризу (тосолу)	
13.	Склад антифризу	
14.	Температура застигання антифризу T_a , °С	
15.	Тип і місце розташування рідинного насоса	
16.	Складові частини рідинного насоса	
17.	Спосіб відключення лопатей вентилятора	
18.	Спосіб керування жалюзьями	

Контрольні запитання

1. Призначення системи охолодження та її складових частин;
2. Які типи систем охолодження застосовуються на сучасних автомобільних двигунах?
3. З яких складових частин складається рідинна система охолодження?
4. Які способи автоматичного регулювання температури двигуна застосовуються на сучасних автомобільних двигунах?
5. Для яких цілей і яким чином підвищується температура кипіння рідини в системі охолодження?
6. Які типи радіаторів застосовуються у рідинних системах охолодження?
7. Якими клапанами обладнана пробка радіатора і яке їхнє призначення?
9. Призначення і принцип дії термостата.
10. Які марки рідин застосовуються у системі охолодження?
11. Які типи автоматичних муфт застосовуються для відключення вентилятора і принцип їхньої дії?
12. Які типи насосів застосовуються у рідинних системах охолодження? Принцип їхньої дії.
13. Яке призначення розширювального бачка?
14. Які основні переваги і недоліки примусової, закритої, рідинної системи охолодження?

Лабораторна робота № 5

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ДВЗ

Мета роботи. Розширити, поглибити і закріпити теоретичні знання, які студенти одержали при вивченні систем мащення автомобільних двигунів.

Завдання роботи. Вивчення принципу дії і будови, а також визначення основних параметрів і складання принципових схем системи мащення та їх складових частин.

Прилади та обладнання. Лабораторна установка для визначення параметрів системи мащення. Лабораторний стіл із слюсарними лещатами, слюсарним інструментом, вимірювальним інструментом і пристроями, ключі гайкові двобічні 10, 12, 13, 14, 15, 17, 19 мм; плоскогубці, молоток, викрутка, виколотка; штангенциркуль 0...200 мм; металева міліметрова лінійка 0...500 мм; комплект плакатів.

Короткі теоретичні відомості

Система мащення призначена для очищення і безперебійного подавання чистого масла у потрібній кількості, під певним тиском і при певній температурі до поверхонь тертя деталей двигуна. Масло, яке поступає до поверхонь тертя, зменшує втрати потужності на його подолання, сповільнює знос і охолоджує поверхні деталей, а також захищає їх від корозії.

Крім того, шар масла, що є на стінках циліндрів, поліпшує компресію, перешкоджає прориву газів з камери згоряння у картер.

На сучасних тракторних і автомобільних двигунах застосовується комбінована система мащення, яка забезпечує під тиском мащення корінних і шатунних підшипників колінчастого вала, підшипників розподільного вала, валиків і коромисел клапанів. Циліндри, поршні, розподільні шестерні та інші деталі змащуються розбризуванням. Штанги, поверхні штовхачів і кулачків розподільного вала змащуються самопливом. Комбінована система мащення працює так. Через маслозаливну горловину 16 масло заливається в піддон картера, який є резервуаром для масла. Рівень масла в піддоні картера заміряють масломірною лінійкою, на якій є дві мітки, позначені буквами «П» і «Н» або без них. Рівень масла повинен бути в межах цих міток. З піддона картера масло зливається через отвір, який закривається різьбовою пробкою 17.

При роботі дизеля обертання від колінчастого вала через проміжну шестерню передається на шестерні масляного насоса 2. Шестерні насоса обертаються, утворюючи в патрубку від масляного насоса до маслоприймача 18 розрідження. Під дією розрідження масло надходить з піддона картера через маслоприймач до шестерень насоса. У маслоприймачі здійснюється попереднє очищення масла.

Шестернями насоса масло нагнітається і подається під тиском по каналу до масляного фільтра 6. Якщо фільтр не працює або забитий канал, то тиск масла в каналі підвищується; кулька редуційного клапана 3 стискує пружину, і масло через редуційний клапан надходить знову в піддон картера. Якщо фільтр діє, то він очищає масло від металевих і мінеральних часточок (тонка очистка масла).

Після фільтра масляний потік розділяється на дві частини: більша частина

масла по трубопроводу потрапляє до масляного радіатора 8, а менша для приведення в дію фільтра – стікає в піддон картера.

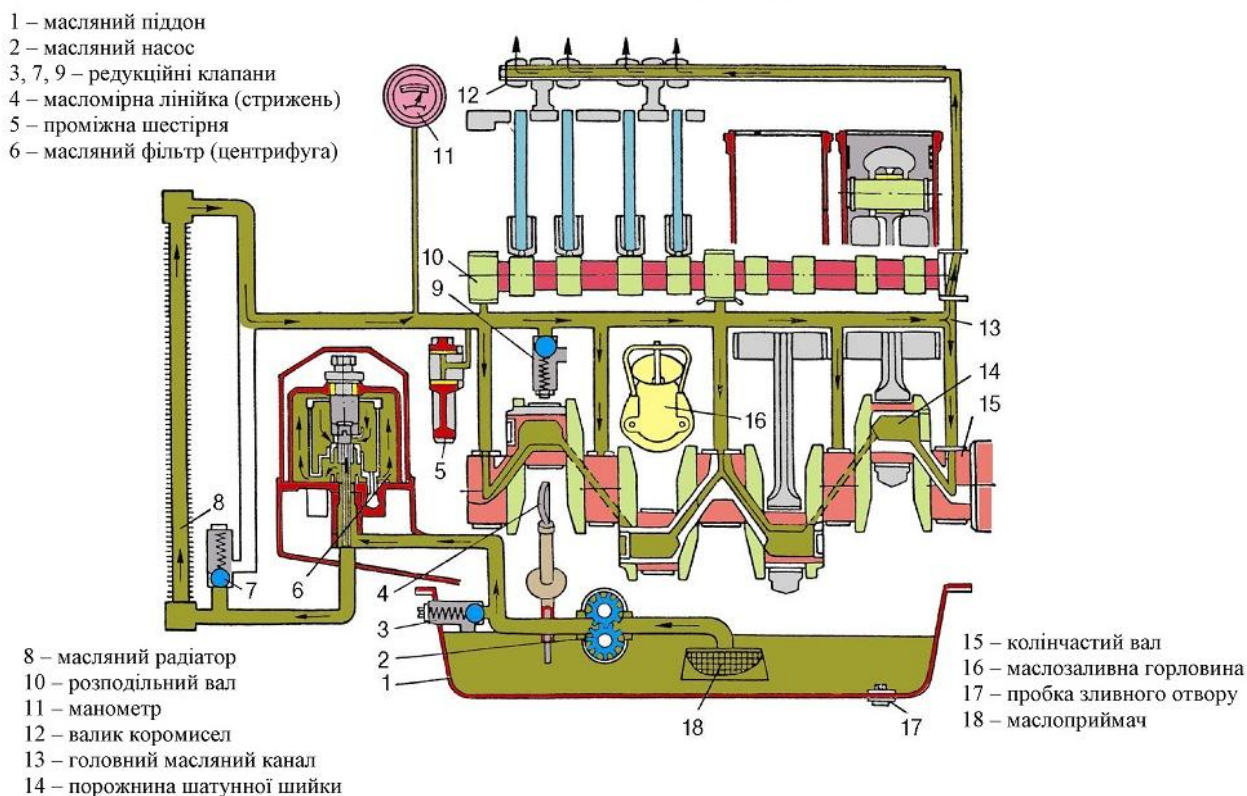


Рисунок 5.1 – Схема системи мащення дизеля

При нормальному температурному режимі двигуна масло в радіаторі охолоджується і надходить в головний масляний канал. Якщо трубки радіатора забиті або зростає опір проходженню масла в холодний період року через його надмірну в'язкість, то редукційний клапан 7 спрацьовує і перепускає масляний потік повз радіатор в головний масляний канал.

Від головного масляного каналу по внутрішніх каналах і отворах в блок-картері масло надходить під тиском для мащення підшипників проміжної шестерні 5, корінних шийок колінчастого вала 15, опорних шийок розподільного вала 10, валика коромисел 12. По внутрішніх каналах у щоках і корінних шийках колінчастого вала масло потрапляє до порожнин шатунних шийок і підшипників. У деяких двигунів масло по отворах у стержні шатуна надходить для мащення поршневого пальця і підшипника верхньої головки шатуна. Тиск масла в головному каналі вимірюється манометром 11, встановленому на щитку приладів в кабіні трактора. При підвищенні тиску в головному каналі спрацьовує редукційний клапан 9.

В порожнинах шатунних підшипників під дією відцентрових сил масло очищається від сторонніх домішок, які осідають на стінці порожнини у вигляді спресованої маси. Маса з порожнин видаляється при капітальному ремонті двигуна. Для мащення валика коромисел масло пульсуючим потоком йде по каналах в блоці і головці блока, проходить радіальний отвір в опорній шийці розподільного вала і через отвір каналу головки блока потрапляє до пустотілого стояка валика коромисел, потім по отворах – у порожнину валика, а звідти через отвори надходить

до втулок коромисел і від них – до регулювальних гвинтів і штанг.

Масло, яке витискується із підшипників валика коромисел, розбризкується коромислами, і в об'ємі між головкою блока і кришкою головки блока утворюється масляний туман. Масляним туманом змащуються зовнішні поверхні деталей, які розташовані в цьому об'ємі, штанги і поверхні головки блока та її кришки. Масло, яке витісняється із підшипників розподільного і колінчастого валів у вигляді краплин, повертається в піддон картера. Краплини масла зустрічаються з колінчастим валом, який обертається, і розбиваються ним до туманоподібного стану. Масляним туманом, утвореним в картері, змащуються зовнішні поверхні колінчастого і розподільного валів, штовхачі, штанги, шатуни, гільзи циліндрів, поршні і поверхні блок-картера

До складу комбінованих систем мащення входять такі основні елементи:

Масляний насос забезпечує в системі безперервну циркуляцію масла і подачу його під тиском до деталей.

На сучасних автотракторних двигунах застосовують шестеренчасті масляні насоси, які мають просту будову й забезпечують надійну роботу.

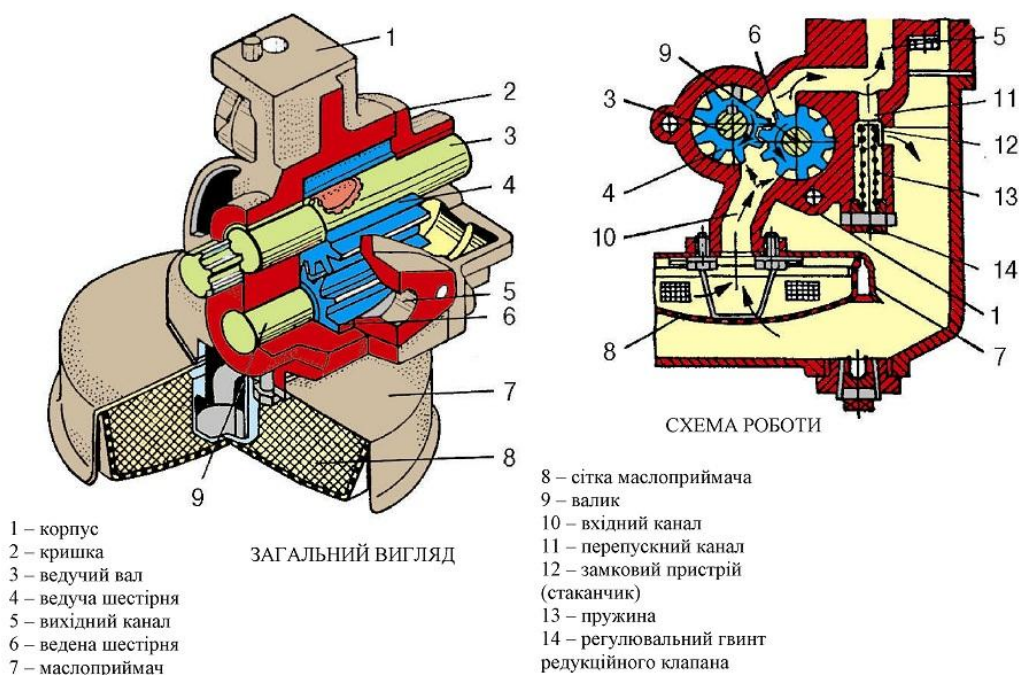


Рисунок 5.2 – Будова та схема роботи односекційного масляного насоса

Односекційний масляний насос складається з корпусу 1 і кришки 2. Корпус насоса кріпиться всередині картера до перетинок нижньої площини циліндрів двома болтами і фіксується на перетинці двома штифтами, запресованими в корпус. До нижньої частини корпусу болтами фіксується маслоприймач 7. В отворах корпусу 1 і кришки 2 встановлений на підшипниках ведучий вал 3. На одному кінці вала є шліци, призначені для встановлення шестерні приводу насоса. На валу за допомогою шпонки або шліців жорстко закріплюється ведуча шестерня 4. Її зубці входять в зачеплення із зубцями веденої шестерні 6, яка виготовляється окремо або разом з валиком 9. Якщо шестерня 6 виготовляється окремо, вона вільно обертається на запресованому у корпус валику 9.

Між зубцями шестерень 4 і 6 та стінками корпусу 1 є невеликий зазор — 0,05...0,1мм.

Насос працює так:

При обертанні колінчастого вала шестерні масляного насоса обертаються в різні сторони. Під дією створеного при обертанні шестерень розрідження, масло із піддона картера через сітку 8 маслоприймача 7 і вхідний канал 10 надходить до шестерень 4 і 6. Потрапляючи між зубцями шестерень 4, 6 і корпусом 1 насоса, воно переноситься зубцями у вихідний канал 5. Оскільки шестерні обертаються з великою швидкістю, то в канал 5 масло подається під тиском. Величина тиску, створеного насосом, як і його подача, залежать від розмірів насоса, частоти обертання шестерень, опору в трубопроводах і каналах та від спрацювання деталей насоса.

У холодну пору року масляний насос, особливо нового двигуна, подає велику кількість масла, тиск якого в системі (від насоса до головного масляного каналу) зростає через опір трубопроводів проходженню масла надмірної в'язкості. Щоб запобігти пошкодженню фільтра й інших деталей системи, в корпусі насоса є редуційний запобіжний клапан, який автоматично обмежує величину максимального тиску в системі. При значному підвищенні тиску стаканчик 12 (або кулька) стискає пружину 13 і частина масла по перепускному каналу 11 надходить в піддон картера. Змінюючи попереднє стискання пружини 13 регулювальним гвинтом 14, який фіксується відносно корпусу насоса контргайкою, регулюють максимальний тиск масла в системі (0,65...0,70 МПа).

Без редуційного клапана після пуску охолодженого двигуна з холодним та густим маслом тиск у магістралі перевищував би 100 МПа.

На дизелях модифікації СМД-60 встановлюється двосекційний масляний насос. Він має основну секцію, яка подає масло в головний масляний канал, і додаткову, яка подає масло до масляного радіатора.

Для забезпечення мащення тертьових поверхонь перед пуском дизеля, що полегшує пуск і зменшує спрацювання деталей, на дизелях модифікації СМД-60 і ЯМЗ-240 встановлений насос передпускового прокачування масла.

Фільтри забезпечують очищення масла від сторонніх предметів, які потрапили при перевезенні і зберіганні, а також від металевих і мінеральних частинок, що утворилися в процесі спрацювання деталей, згоряння палива й окислення масла.

На сучасних дизелях застосовується багатоступеневе очищення масла із використанням фільтрів грубої і тонкої очистки.

Фільтрами грубої очистки масла на всіх дизелях є металева сітка маслозаливної горловини і металева сітка, встановлена в корпусі маслоприймача.

Фільтри тонкої очистки очищують масло від механічних частинок невеликого розміру (до 2...3 мкм) і смолистих речовин. Фільтруючі елементи таких фільтрів змінні (картонні, паперові, з тканини та деревного борошна).

На сучасних тракторних двигунах такими фільтрами є центрифуги з частотою обертання ротора 5000...9000 об/хв. У дизеля ЯМЗ-240Б основну частину масла, яка надходить у головну масляну магістраль, очищає фільтр зі змінними фільтрувальними елементами з деревного борошна, а меншу частину, яка знову повертається в піддон картера – центрифуга.

Залежно від характеру сил, які обертають ротор, центрифуги бувають

реактивними або активно-реактивними. Центрифуга, яка встановлена в системі так, що через неї проходить весь потік масла після масляного насоса, називається повнопоточною. Центрифуга, через яку проходить частина масла, називається неповнопоточною.

Масляний радіатор. Для нормальної роботи двигуна температура масла в системі мащення повинна бути 70...85°C. При нагріванні масла вище 90°C його в'язкість значно знижується. Воно випаровується, гірше охолоджує і змащує деталі. Зростають його витрати. Масляний радіатор забезпечує зниження температури масла на 10...20°C.

Радіатори двигунів з рідинним охолодженням подібні за конструкцією, але відрізняються за розмірами, кількістю охолоджувальних трубок та способом їх розміщення.

Масляний радіатор дизеля ЯМЗ-240Б складається з верхнього 4 і нижнього 1 бачків, між якими в один ряд встановлені овальні сталеві трубки 2. На трубки спіраллю навиті сталеві стрічки (ребра) 3, які збільшують поверхню охолодження. Бачки розділені перетинками 6 на відсіки, що забезпечує ефективніше охолодження масла через збільшення шляху і часу проходження його через радіатор. Для нижньої стінки бачка 4 приварені сталеві трубки 5 і 7 з гумовими трубопроводами вхідних і вихідних каналів систем мащення дизеля і коробки передач (2/3 об'єму масляного радіатора призначені для охолодження масла дизеля — моторної секції, а 1/3 об'єму — коробки передач).

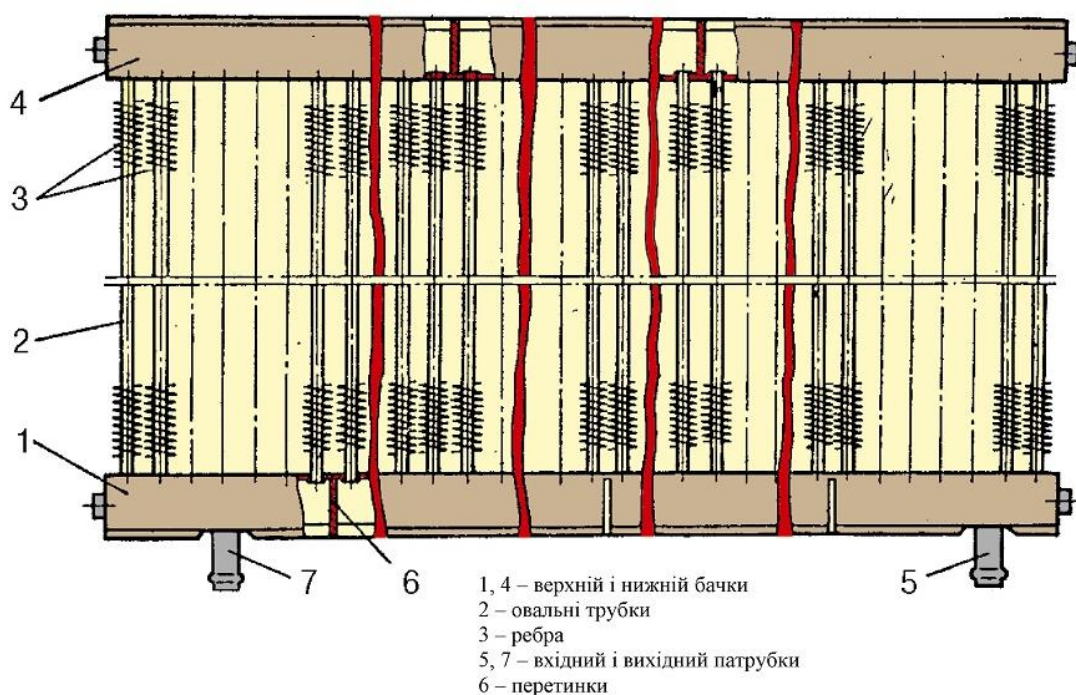


Рисунок 5.3 – Будова масляного радіатора

Масляний радіатор розташований перед рідинним радіатором системи охолодження і прикріплений до нього. Він включається в роботу залежно від пори року за допомогою спеціального крана.

Роботу системи мащення контролюють такими приладами і пристроями: рівень масла у піддоні картера – масломірною лінійкою; тиск масла в головній

магістралі – електричними або механічними (мембранними) манометрами та сигнальними (індикаторами) лампочками; температуру масла – дистанційними термометрами.

На всіх дизелях встановлені масломірні лінійки, на більшості дизелів з рідинним охолодженням контролюється лише тиск масла.

Вентиляція картера. При роботі двигуна через нещільності між поршневими кільцями, поршнем і гільзою циліндра в картер надходять горюча суміш і відпрацьовані гази, які містять пари палива, води і сірчистого газу. Пари палива, які конденсуються на стінках циліндра і потрапляють в піддон картера, розріджують масло. Пари води, конденсуючись в піддоні картера, утворюють піну і емульсії. Сірчистий газ, сполучаючись з водою, яка є в маслі, утворює сірчану кислоту. Кислота, потрапляючи з маслом на робочі поверхні деталей, роз'їдає і прискорює їх спрацювання.

Для виведення газів із картера застосовується система вентиляції картера двигуна. У сучасних автомобільних карбюраторних двигунів застосовують примусову систему вентиляції картера, на дизелях тракторів вентиляція відбувається за допомогою сапуна. Він встановлюється в заливній горловині системи мащення або окремо на кришці головки циліндрів і сполучає картер з атмосферою. За рахунок різниці тисків в картері й атмосфері, гази, виходять із картера. Це зменшує дію парів палива, води і відпрацьованих газів на масло і запобігає можливості витікання масла через зазори в площинах рознімання деталей. В корпусі сапуна встановлений фільтр, переважно із дроту, який утримує краплі масла.

Лабораторна установка складається з повністю укомплектованого складовими частинами системи мащення автомобільного двигуна, встановленого на поворотному стенді (рис. 5.4).

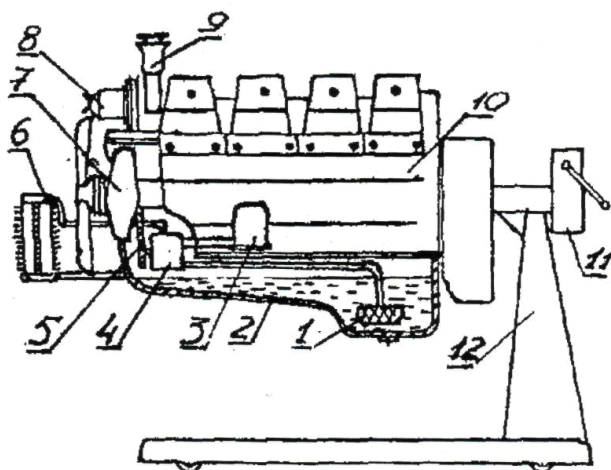


Рисунок 5.4 – Установка для визначення параметрів системи мащення:
1 – маслоприймач; 2 – піддон картера; 3 – масляний фільтр грубого очищення;
4 – масляний насос; 5 – привод масляного насоса; 6 – масляний радіатор;
7 – гідромурфта привода вентилятора; 8 – масляний фільтр тонкого очищення;
9 – маслозаливна горловина; 10 – двигун; 11 – редуктор стенда; 11 – стенд поворотний

Установка укомплектована лабораторним столом із слюсарними лещатами, слюсарним інструментом, вимірювальним інструментом і пристроями, ключами гайковими двобічними 10, 12, 13, 14, 15, 17, 19 мм; плоскогубцями, молотком, викруткою, виколоткою; штангенциркулем 0...200 мм; металевою міліметровою лінійкою 0...500 мм; комплектом плакатів.

Хід роботи

1. Розподілити обов'язки серед студентів, які виконують лабораторну роботу, перевірити комплектність і надійність кріплення двигуна на поворотному стенді, наявність необхідних інструментів, плакатів та ін.

2. Ознайомитись із загальною будовою стенда і схемою системи мащення та їх складовими частинами.

3. Встановити двигун у вертикальне положення (догори головою циліндрів), відкрити гайки і зняти масляні фільтри.

4. Повернути двигун на 180° (догори піддоном картера), відкрити гайки зняти піддон картера, маслоприймач і масляний насос.

5. Розібрати масляні фільтри, вивчити їх будову (тип фільтрувального елемента, його матеріал і т.д.) і визначити основні параметри.

6. Розібрати масляний насос, вивчити його будову. Виміряти геометричні параметри шестерень.

7. Розібрати та вивчити будову клапанів системи мащення (редукційного, запобіжних та ін.).

8. Вивчити спосіб охолодження масла двигуна, будову масляного радіатора та системи вентиляції картера.

9. За вказівкою викладача скласти принципові схеми системи мащення та її складових частин.

10. Накреслити ескізи елементів системи мащення: масляний насос, фільтр грубого очищення масла, фільтр тонкого очищення масла, масляний радіатор, редукційний клапан та ін. Результати вимірювань та спостережень записати в таблиці 5.1.

12. Після перевірки викладачем результатів роботи зібрати і встановити на двигун елементи системи мащення.

Таблиця 5.1 – Параметри системи мащення та її складових частин двигуна

№ п/п	Показники	Результати роботи
1	2	3
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16.	Марка двигуна Тип системи мащення Складові частини Місткість системи мащення Масляний насос: тип кількість секцій діаметр шестерень /основної і радіаторної секції/ Тип клапанів масляного насоса: редукційного запобіжного /радіаторної секції/ Тип і місце установки маслоприймача Масляні фільтри: кількість тип Тип і матеріал фільтруючих елементів: грубого очищення масла тонкого очищення масла Тип, найменування та місце установки клапанів: фільтра грубого очищення масла фільтра тонкого очищення масла Тиск, при якому спрацьовують клапани, МПа: редукційний , диференціальний запобіжний /радіаторної секції/ перепускний /фільтр грубого очищення/ запобіжний /фільтр тонкого очищення/ Тиск масла: при максимальних обертах при мінімальних обертах Спосіб охолодження масла Тип масляного радіатора Тип системи вентиляції картера Перелік деталей, тертьові поверхні яких змащуються: під тиском під розбризуванням	

Контрольні запитання

1. Яке призначення системи мащення?
2. Назвіть типи мащення і охарактеризуйте комбіновану систему мащення двигуна ЗІЛ–130, ЗМЗ–53, КамАЗ–740; СМД-60; ЯМЗ-240.
3. За якими ознаками класифікуються системи мащення?
4. Назвіть і охарактеризуйте пристрої для очищення масла сучасних двигунів.
5. Яке призначення і принцип дії шестерінчастих масляних насосів?
6. В чому суть відцентрового очищення масла?
7. Охарактеризуйте температурний режим роботи двигуна і поясніть призначення та будову масляних радіаторів.
8. Назвіть контрольні пристрої системи мащення і поясніть принцип роботи клапанів (редукційного, зливного, запобіжного).
9. Поясніть призначення і будову систем вентиляції і картера двигунів.
10. Назвіть способи мащення тертьових поверхонь рухомих деталей двигуна.

Лабораторна робота № 6

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВЗ

Мета роботи. Розширити, закріпити та поглибити теоретичні знання, які студенти одержали при вивченні системи живлення дизельних двигунів.

Завдання роботи. Вивчення будови і роботи, а також визначення основних параметрів і складання схем системи живлення та її складових частин.

Прилади та обладнання. Лабораторна установка для визначення параметрів системи живлення дизельного двигуна. Лабораторний стіл із слюсарними лещатами; пристроєм для випробування форсунок; двобічні гайкові ключі (10, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 24, 27 мм); калібри для визначення діаметрів отворів у форсунках і плунжерних парах (0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мм); штангенциркуль 0...200 мм; металева лінійка 0...500 мм; мікрометр 0...25 мм; лімб для визначення кута повороту кулачкового вала паливного насоса; плоскогубці; викрутки; молоток; комплект плакатів.

Короткі теоретичні відомості

Система живлення дизельних двигунів призначена для зберігання палива, очищення повітря і палива, подачі окремо повітря і дизельного палива під тиском у циліндри, приготування робочої суміші в циліндрах і відведення із циліндрів в атмосферу відпрацьованих газів.

Система живлення (див. рис.6.1) містить паливний бак 1, фільтри грубої і тонкої очистки палива 4 і 8, паливопідкачувальний насос (помпу) 5, паливний насос високого тиску 6, форсунки 10 і паливопроводи низького і високого тиску 7 і 12. Повітря очищається у повітроочиснику 9.

Паливо з бака всмоктується підкачувальним насосом і через фільтр тонкої очистки подається до паливного насоса високого тиску. Між підкачувальним насосом і паливним баком розміщено фільтр грубої очистки.

Фільтри грубої і тонкої очистки звільняють паливо від домішок перед надходженням до секцій паливного насоса, звідки під тиском воно подається до форсунок. Форсунки впорскують паливо у дрібнорозпиленому вигляді у циліндри двигуна. Паливо, що пройшло крізь нещільності деталей форсунки, відводиться зливною трубкою 11 до фільтра тонкої очистки. Через трубку 13 надлишки палива з головки ПНВТ відводяться до паливопідкачувальної помпи.

Повітря всмоктується у повітроочисник, очищається там і через впускний трубопровід і відкритий клапан надходить у циліндр двигуна.

Відпрацьовані гази виводяться випускними трубопроводами і викидаються в атмосферу через вихлопну трубу.

Для забезпечення мащення тертьових поверхонь перед пуском дизеля, що полегшує пуск і зменшує спрацювання деталей, на дизелях модифікації СМД-60 і ЯМЗ-240 встановлений насос передпускового прокачування масла.

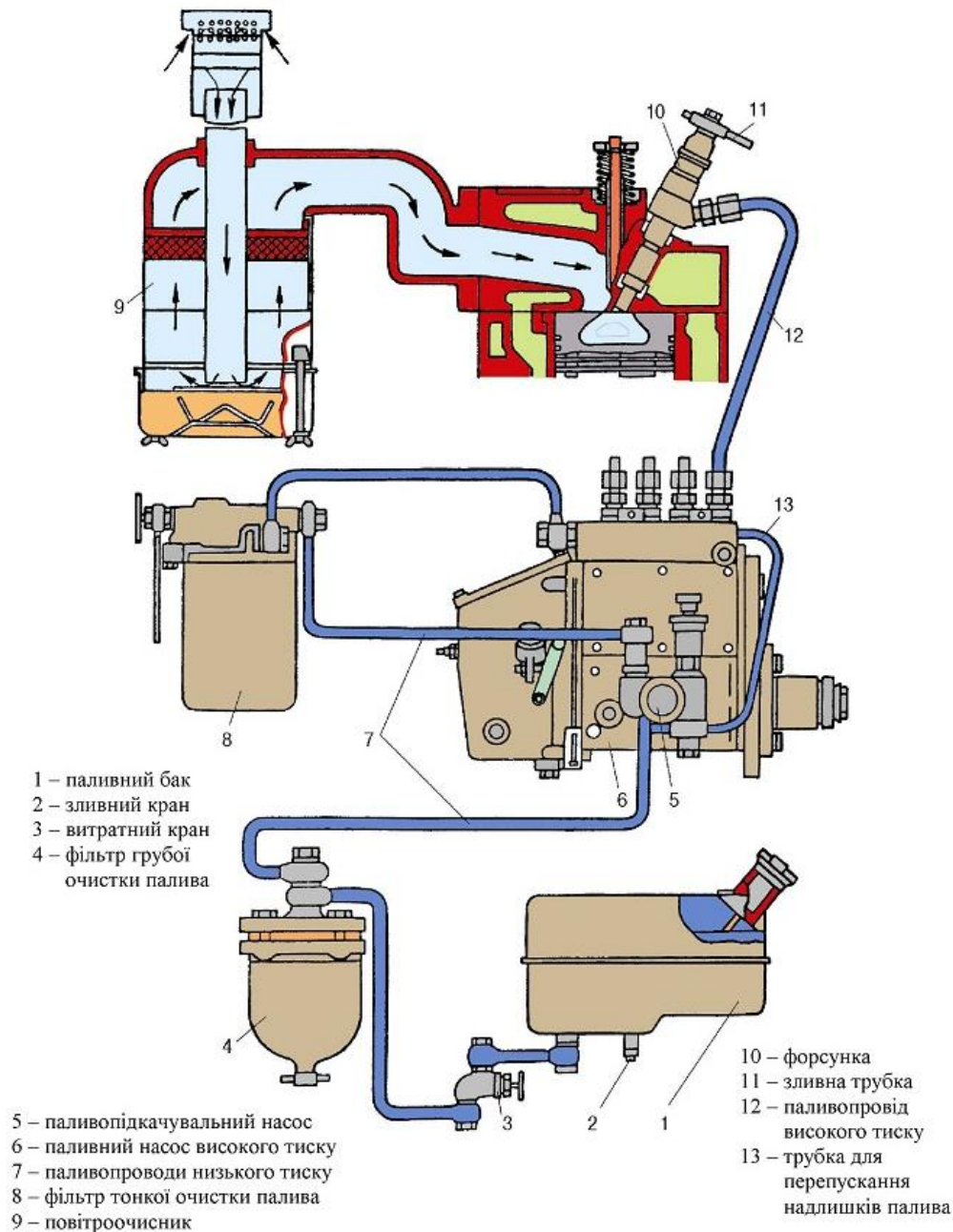


Рисунок 6.1 – Загальна схема системи живлення дизельного двигуна

Паливні баки. Паливо для живлення двигуна трактора заправляють у паливний бак, місткість якого розрахована на роботу трактора без дозаправки не менше 10 годин. Паливні баки виготовляють з листової сталі, форма їх залежить від місця встановлення і має відповідати сучасним вимогам конструювання механізмів і вузлів трактора.

Кількість палива в баці перевіряють за допомогою пластмасової прозорої трубки, мірної лінійки (її встановлюють у заливну горловину) або електричного показника рівня палива. Щоб запобігти коливанням тиску в паливному баці, його внутрішня порожнина сполучається із зовнішнім повітрям.

У паливних баках встановлюють вертикальні перетинки, які підвищують жорсткість конструкції і зменшують збовтування палива під час роботи трактора. У

верхній частині бака є горловина з кришкою і сітчастим фільтром. В кришці є отвір для надходження повітря в бак, від пилу вона захищена дротяною плутанкою.

Відбір палива відбувається через витратний кран і забірну трубку, яка виступає над днищем. Таке розташування забірної трубки запобігає всмоктуванню домішок палива, що осідають на дні. Для періодичного видалення відстою призначений зливний кран, змонтований в нижній частині бака.

Фільтри грубої і тонкої очистки палива. Для захисту від механічних домішок і води на тракторних і комбайнових дизелях застосовують фільтри грубої і тонкої очистки.

Фільтри грубої очистки призначені для видалення з палива домішок розміром понад 0,05...0,07 мм і води. Це забезпечує тривалу і безперебійну роботу паливного насоса і форсунок. На сучасних тракторних дизелях установлюють фільтри типу ФГ, які відрізняються лише розмірами і пропускною здатністю. За конструкцією усі фільтри ФГ однакові.

Паливо, яке засмоктується з бака трактора насосом через паливопровід 4 і порожнистий болт, заповнює кільцеву порожнину у корпусі 6 (порожнина розташована під розподільником 7) і через вісім отворів діаметром 2 мм у розподільнику надходить у стакан 1. Паливо проходить через кільцевий зазор між фільтруючим елементом 2 і стінкою стакана. Невелика його частина, різко змінюючи напрям, проходить через сітку фільтруючого елемента з отворами до 0,25 мм і центральний отвір й через трубопровід 5 спрямовується у підкачувальний насос. Основна частина палива, механічні домішки, краплі води за інерцією рухаються вниз, уздовж стінок стакана 1, у зону відстою по кільцевому зазору між стаканом і заспокоювачем 8.

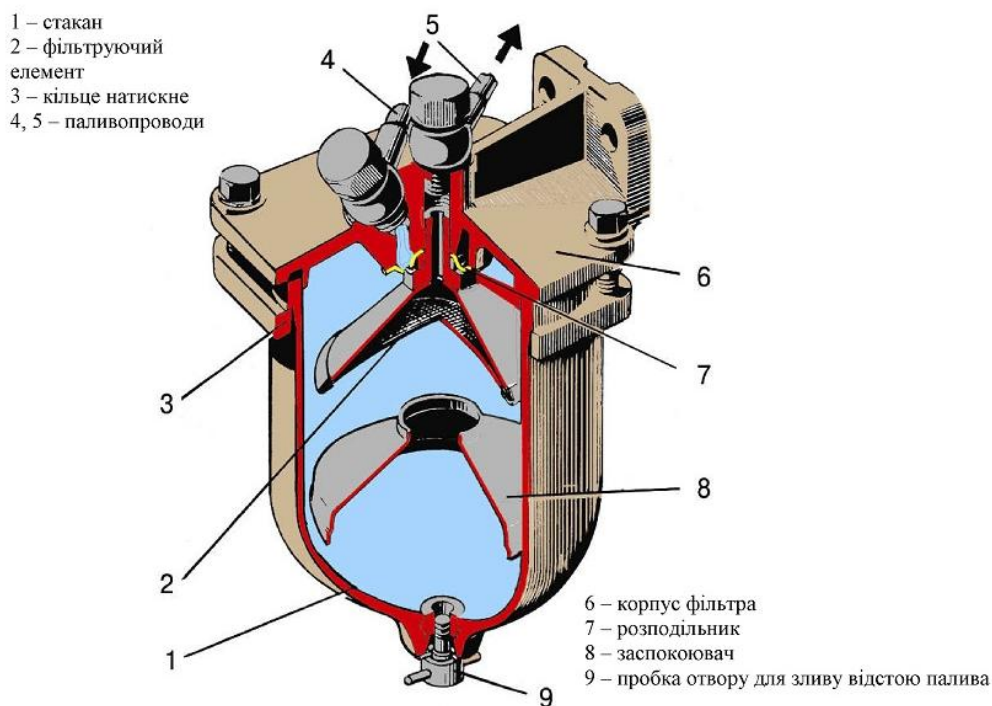


Рисунок 6.2 – Будова фільтра грубого очищення палива

Заспокоювач відділяє порожнину з циркулюючим паливом від зони відстою і забезпечує ефективну роботу фільтра при коливаннях і вібрації. У зоні відстою (при повороті пального на 180°) частинки механічних домішок і води осідають на дно стакана 1. Очищене паливо через центральний отвір заспокоювача надходить до сітки фільтруючого елемента. Відстій на дні стакана періодично зливається через отвір, закритий пробкою 9 у нижній частині фільтра.

Фільтри тонкої очистки призначені для очищення палива від дрібних механічних частинок. Найпоширеніші фільтри з паперовими фільтруючими елементами, які забезпечують високий ступінь очистки. Конструкцію фільтра тонкої очистки палива двигунів Д-240, Д-245 тракторів МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-100 наведено на рис.6.2. У корпусі 3 встановлено три паперових фільтруючих елементи 1, які зверху і знизу ущільнені гумовими кільцями 4, а на корпусі фільтра – кришку 5 з продувним вентиляем. Відстій з фільтра зливається через отвір у корпусі 3, закритий пробкою 12.

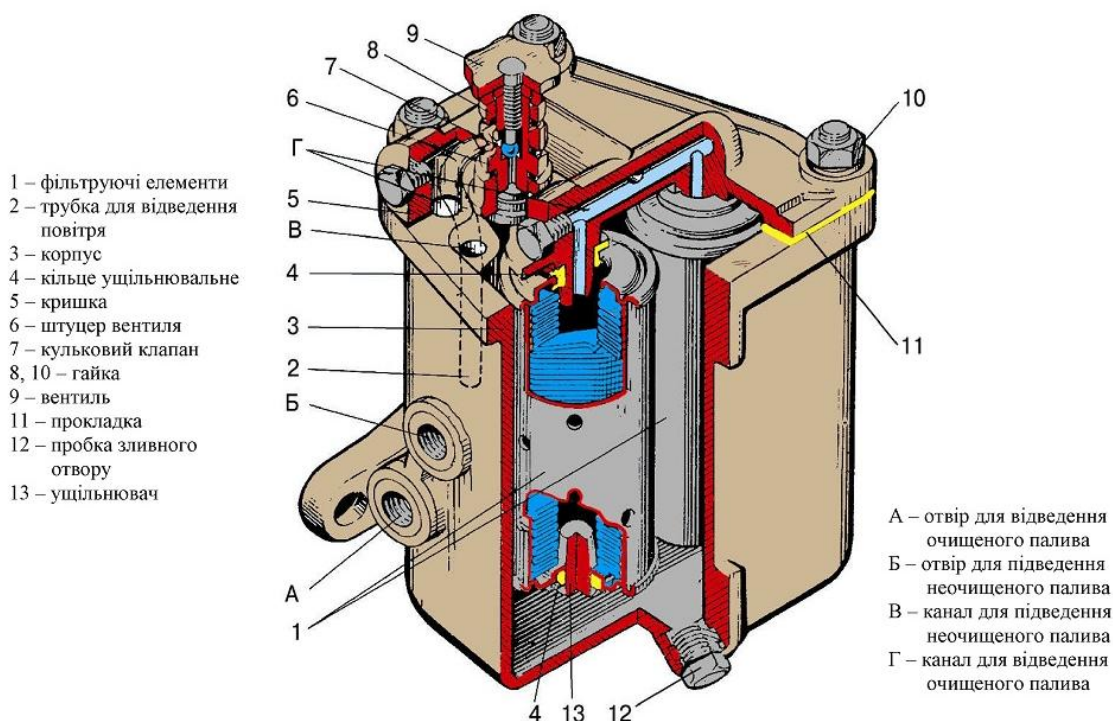


Рисунок 6.3 – Фільтр тонкого очищення палива двигуна Д-240

Від підкачувального насоса паливо трубою низького тиску через отвір Б подається в корпус 3 фільтра тонкої очистки. По каналу фільтра неочищене паливо надходить у верхню частину фільтра. Під тиском, створюваним підкачувальною помпою, паливо проходить через фільтруючі елементи 1. Очищене від дрібних механічних домішок і води, воно по каналах Г потрапляє до отвору А і далі – до головки паливного насоса. Продувний вентиль складається з деталей 6, 7, 8 і 9 і призначений для випуску повітря з паливної системи двигуна. При відкручуванні вентиля 9 голка звільняє кульку 7, що відходить від свого гнізда, і через відкритий отвір порожнина корпусу фільтра сполучається із зовнішнім повітрям. Змішане з повітрям паливо зливається назовні через повітропровідну трубку 2.

Підкачувальні насоси. Для забезпечення рівномірної подачі палива з бака до паливного насоса високого тиску (ПНВТ) і подолання гідравлічного опору фільтрів і паливопроводів застосовують підкачувальний насос (помпу). Для видалення повітря із системи живлення перед пуском і для заповнення системи паливом після складання помпа обладнана ручним підкачувальним насосом. На тракторних дизелях застосовують поршневі насоси, привод яких здійснюється від ексцентрика кулачкового вала ПНВТ.

Підкачувальний насос 21.1106010-02 кріпиться до бокової розточки корпусу насоса високого тиску двома шпильками і складається з чавунного корпусу 3, у горизонтальній розточці якого розміщений поршень 21. Поршень притискується до штока 20 пружиною 22, яка другим кінцем впирається у пробку 6. У розточці з боку фланця по одній осі з поршнем установлено роликівий штовхач. Ролик 17 штовхача притискується до ексцентрика вала регулятора штоком 20. У нижній частині корпусу у спеціальних розточках розміщені клапани – впускний 8 і випускний 4, притиснуті до сідел пружинами 7 і пробками 5 і 9.

- 1 – болт поворотного кутника
- 2 – трубка відводу палива
- 3 – корпус насоса
- 5, 9 – пробки клапанів
- 4 – клапан випускний
- 6 – пробка пружини
- 7 – пружина клапана
- 8 – клапан впускний
- 10, 21 – поршні
- 11 – циліндр ручного насоса
- 12, 20 – шток поршня
- 13 – кришка циліндра
- 14 – рукоятка насоса
- 15 – втулка штока
- 16 – кільце
- 17 – ролик штовхача
- 18 – вісь штовхача
- 19 – штовхач поршня
- 22 – пружина поршня

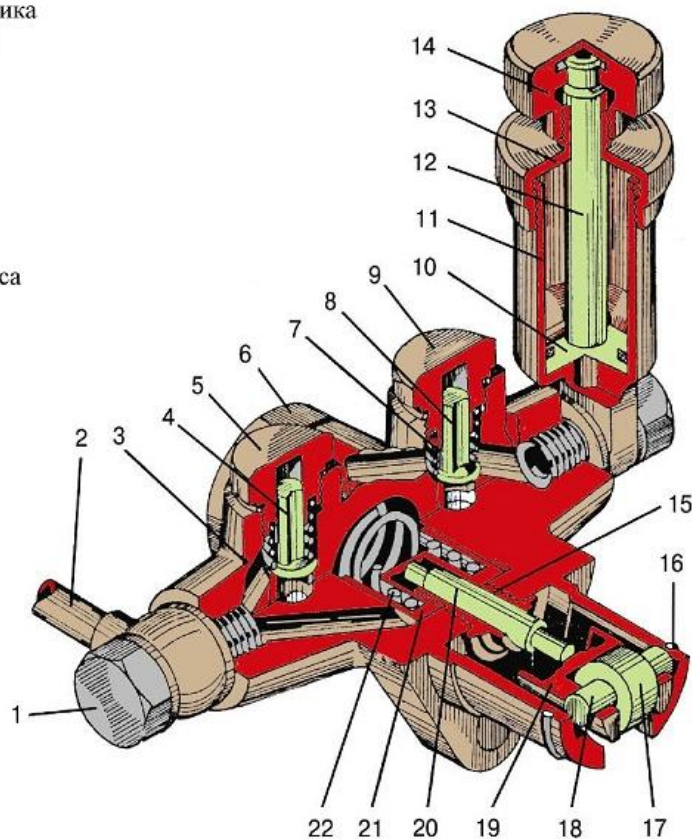


Рисунок 6.4 – Підкачувальний насос 21.1106010-02

Для заповнення системи живлення дизеля паливом і видалення з неї повітря на корпусі підкачувального насоса змонтований ручний насос, внутрішніми каналами сполучений з підклапанною порожниною впускного клапана.

Паливо прокачують зворотно-поступальним рухом поршня ручного насоса. При русі поршня вгору у підклапанній порожнині впускного клапана створюється розрідження, клапан відкривається і паливо надходить у циліндр ручного насоса,

нагнітальний клапан, у цей час закритий. При русі поршня вниз під тиском палива впускний канал закривається, а випускний – відкривається, і паливо через підпоршневу порожнину підкачувального насоса надходить у нагнітальну порожнину і далі – до фільтрів тонкої очистки. При цьому разом з паливом прокачується і повітря, яке потрапило у систему при заповненні її свіжим паливом.

Якщо повітря у системі живлення немає, паливо витікає із заливної трубки фільтра при відкритому продувному вентилі без бульбашок. Після повного видалення повітря і заповнення системи живлення паливом ручний насос відключається від неї. Рукоятку 14 переміщують униз і щільно нагвинчують на кришку циліндра 11, поршень 10 опускається на гумову прокладку і перешкоджає надходженню палива у ручний насос.

Паливний насос високого тиску (ПНВТ) призначений для подачі палива до форсунок під високим тиском в точно визначений час строго дозованими порціями.

ПНВТ має розвивати тиск 130...160 МПа, інколи – до 180 МПа. Створити високий тиск може насос плунжерного типу. На тракторних дизелях застосовують розподільні насоси типу (НД) і багатоплунжерні рядні паливні насоси типу (ТН) з постійним повним ходом плунжера, і приводом від кулачка. У паливних насосах розподільного типу один насосний елемент, подає паливо до кількох циліндрів, почергово підключаючись до відповідних форсунок. У багатоплунжерному насосі кожна секція з'єднана з однією форсункою, а їх число відповідає числу циліндрів.

- 1 – півмуфта ведуча
- 2 – втулка ведучої півмуфти
- 3 – палець упорний
- 4 – пружина муфти
- 5 – вісь тягара
- 6 – тягар автоматичної муфти
- 7 – встановлювальний фланець
- 8 – проміжна шестерня приводу обертання плунжера
- 9 – корпус паливного насоса
- 10 – кронштейн проміжної шестерні
- 11 – секція високого тиску
- 12 – сапун
- 13 – вал регулятора
- 14 – важіль пружини регулятора
- 15 – обмежувач штока коректора
- 16 – гайка
- 17 – гвинт коректора
- 18 – пружина коректора
- 19 – корпус коректора
- 20 – шток коректора
- 21 – рукоятка насоса ручного прокачування палива
- 22 – пружина регулятора
- 23 – кришка регулятора
- 24 – важіль коректора
- 25 – вильчатий важіль регулятора
- 26 – паливопідкачувальний насос
- 27, 35 – вісь
- 28 – корпус приводу тахоспідометра
- 29 – штовхач паливопідкачувального насоса
- 30 – ексцентриковий вал
- 31 – маточина регулятора
- 32, 33 – шестерні приводу
- 34 – пружина демпфера
- 36 – отвір для зливу масла із корпуса паливного насоса
- 37 – кулачковий вал
- 38 – півмуфта ведена

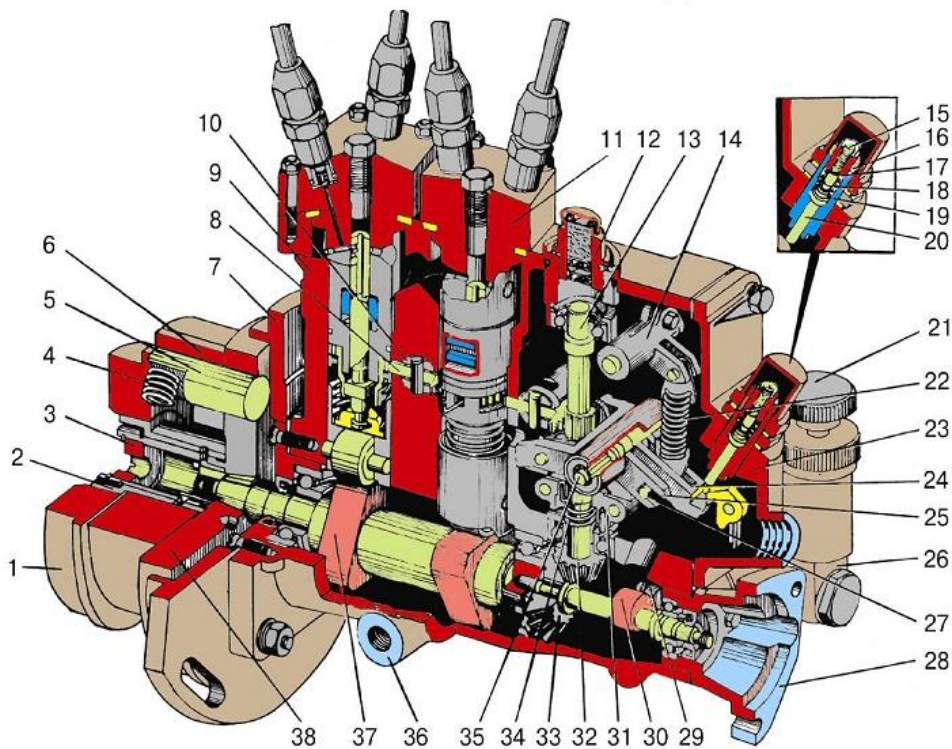


Рисунок 6.5 – Паливний насос високого тиску типу НД

Уніфіковані розподільні паливні насоси типу НД виготовляють для дизелів з числом циліндрів від 2 до 8. Усі вони мають підкачувальні насоси поршневого типу. Хід плунжера – 8 мм, діаметр – 10 мм. Розподільні паливні насоси шестициліндрових рядних і V-подібних дизелів СМД двосекційні, з дозуванням палива шляхом зміни кінця подачі і з механічним всережимним регулятором.

Корпус насоса алюмінієвий, нерозбірний, з трьома порожнинами (насосна, регуляторна і кулачкового механізму), в яких розміщені відповідно, дві плунжерні пари з приводом, регулятор, кулачковий 37 і ексцентриковий 30 вали. Кулачковий вал насоса діє від зубчастого колеса розподільного вала дизеля за допомогою спеціального привода.

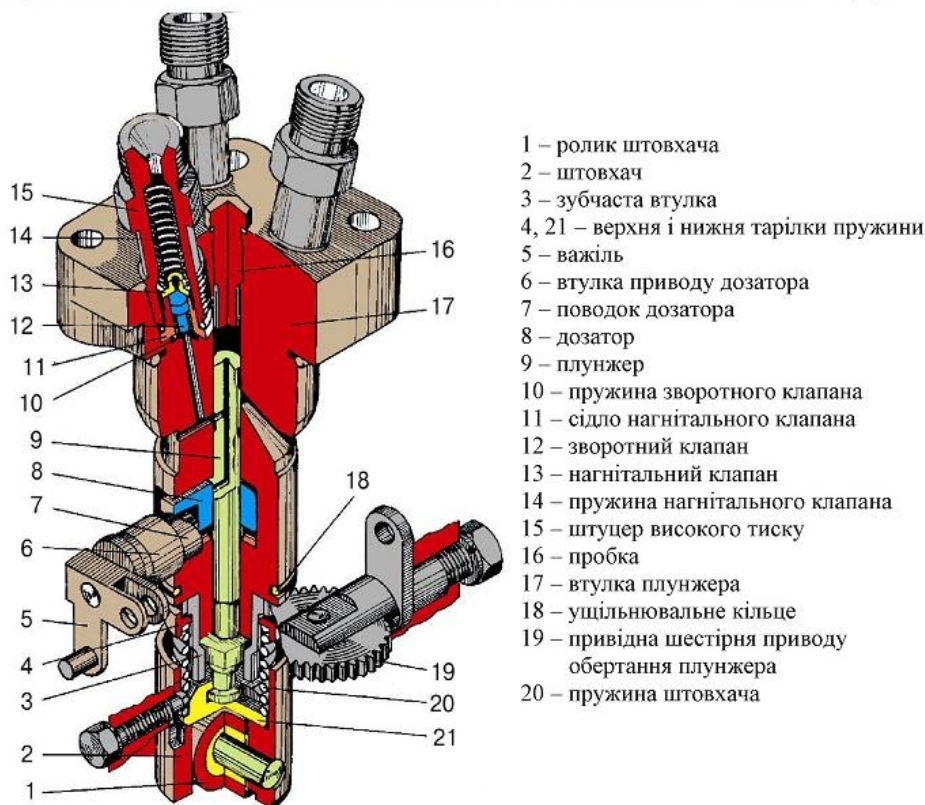


Рисунок 6.6 – Секція паливного насоса високого тиску типу НД

При обертанні кулачкового вала плунжер 9 здійснює зворотно-поступальний рух. Нагнітальний хід відбувається при набіганні кулачка на ролик штовхача, а хід усмоктування – під дією зворотної пружини 20. Крім того, плунжери від вала регулятора 13 через проміжну шестерню і зубчасті втулки 3 одержують обертальний рух, виконуючи при цьому роль розподільників палива по циліндрах.

Кількість подачі палива змінюється осьовим переміщенням дозатора 8 по плунжеру, що виконується регулятором через систему важелів і поводка приводу дозатора. Виключення подачі палива здійснюється примусово важелем керування або регулятором при досягненні граничної частоти обертання. В обох випадках переміщення важельної системи зумовлене зміщенням дозаторів у крайнє нижнє положення. Дві секції високого тиску подають потрібну кількість палива під тиском у циліндри дизеля у певний час і у заданій послідовності. Одна секція спрямовує паливо у правий ряд циліндрів, інша – у лівий. Секція високого тиску складається з

втулки 17, плунжера 9, дозатора 8, пружини 20, зубчастої втулки 3, верхньої 4 і нижньої 21 тарілок. Секції встановлюються у вертикальних гніздах корпуса насоса.

Форсунки. Форсунка призначена для розпилювання і розподілу палива у камері згоряння. Вона обмежує початок і кінець впорскування. На тракторних дизелях встановлені безштифтові форсунки ФД-22 закритого типу. Форсунка складається з корпуса 4, у нижній частині якого гайкою 3 закріплений розпилювач. У корпусі розпилювача 1 є чотири несиметрично розташовані розпилюючі отвори. Розміщено їх з розрахунком рівномірного розподілу палива у камері згоряння. Тому корпус розпилювача фіксується відносно корпуса форсунки у певному положенні двома штифтами 17. Голка 2 розпилювача притискується до замикаючого конуса корпуса пружиною 6 і штангою 5. Зусилля пружини регулюється гвинтом 9 у стакані 8. Регулювальний гвинт утримується від прокручування контргайкою 10. Ущільнення між корпусом форсунки 4 і ковпаком 11 забезпечується прокладкою 7. Корпус форсунки має фланець з двома отворами під шпильки кріплення.

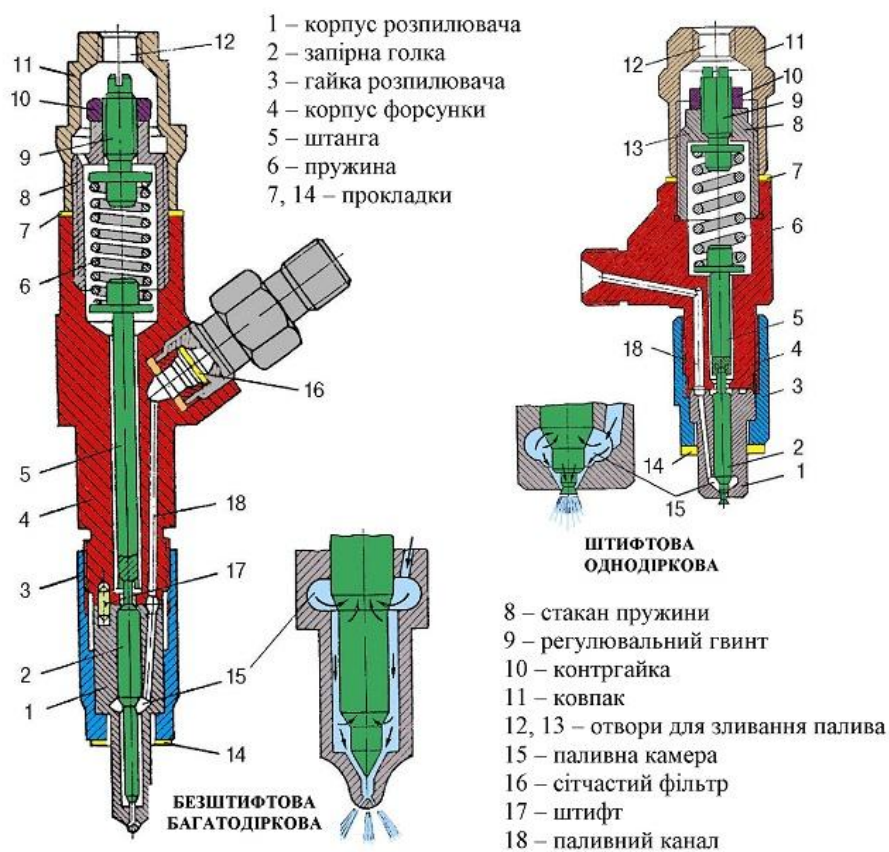


Рисунок 6.7 – Форсунки і схема роботи їх розпилювачів

Паливо, що надходить під тиском від паливного насоса, через штуцер і сітчастий фільтр 16 потрапляє каналом 18 у паливну камеру 15 корпуса розпилювача. Коли тиск у камері перевищує 17,5...18,0 МПа, голка, долаючи опір пружини 6, піднімається, і паливо через розпилюючі отвори впорскується у камеру згоряння. У кінці впорскування голка розпилювача під дією пружини опускається, припиняючи подачу палива до розпилюючих отворів. Паливо, що просочилося у зазор між голкою і корпусом розпилювача, відводиться через отвір 13 у стакані 8 і далі, через отвір 12 ковпака 11 та поворотний кутник у паливопровід зливу.

Паливопроводи. Від паливного насоса до форсунок дизелів паливо подається під високим тиском і для цього застосовують паливопроводи високого тиску. Для їх виготовлення використовують труби зі сталі 20А, зовнішній діаметр їх 7 мм, внутрішній – 2мм. У місцях з'єднання поверхню паливопроводів ущільнюють з кутом конуса 60°. Для цього кінці висаджують, щоб одержати головки спеціальної форми. Кріплять паливопроводи високого тиску накладними гайками.

Довжину паливопроводів вибирають за максимальною відстанню від паливного насоса до четвертого і восьмого циліндра у рядних дизелів і до першого та четвертого циліндра у У-подібних. Трубки решти циліндрів, розташованих ближче до паливного насоса, мають компенсатори при такій же довжині.

Паливопроводи низького тиску виготовляють із сталевих трубок (зовнішній діаметр 10 мм, внутрішній – 8 мм) та спеціального маслобензостійкого шланга. Поворотні кутники виготовляють окремо і встановлюють у трубку за допомогою спеціальних обтискуючих кілець.

Лабораторна установка складається із двигуна, встановленого на поворотному стенді, який укомплектований приладами системи живлення (див. рис. 6.8).

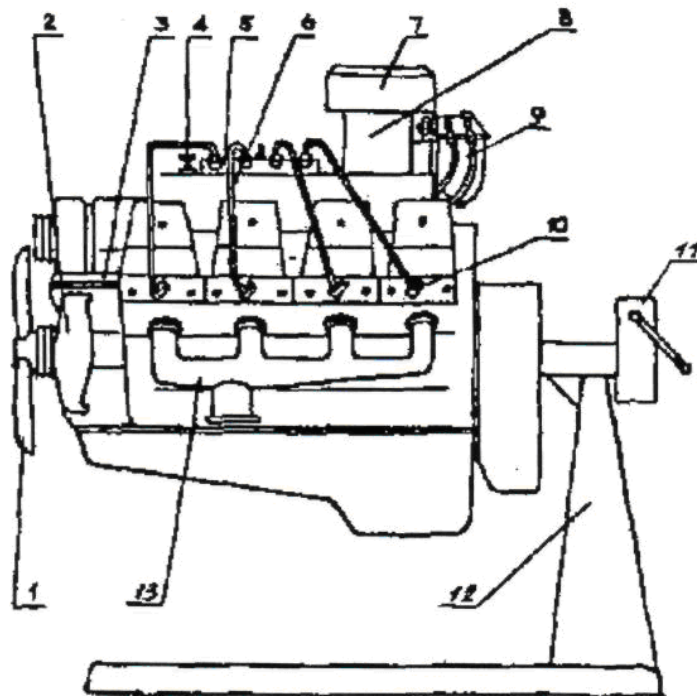


Рисунок 6.8 – Установка для визначення параметрів системи живлення дизельного двигуна:

1 – вентилятор; 2 – гідромуфта приводу вентилятора; 3 – двигун; 4 – насос ручного підкачування; 5 – паливний насос високого тиску; 6 – паливопровід високого тиску; 7 – повітряний фільтр; 8 – повітряний патрубок; 9 – фільтр тонкого очищення палива; 10 – форсунки; 11 – редуктор поворотного стенда; 12 – поворотний стенд; 13 – випускний колектор

Установка комплектується лабораторним столом із слюсарними лещатами;

пристроєм для випробування форсунок; двобічними гайковими ключами (10, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 24, 27 мм); калібрами для визначення діаметрів отворів у форсунках і плунжерних парах (0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 мм); штангенциркулем 0...200 мм; металевою лінійкою 0...500 мм; мікрометром 0...25 мм; лімбом для визначення кута повороту кулачкового вала паливного насоса; плоскогубцями; викруткою; молотком; комплектом плакатів

Хід роботи

1. Розподілити обов'язки серед студентів, які виконують лабораторну роботу та перевірити комплектність лабораторної установки і надійність кріплення двигуна на стенді та складових частин на двигуні, одержати інструмент, пристосування і плакати.

2. Розібрати фільтри грубого і тонкого очищення палива, вивчити їх будову, принцип роботи і знову зібрати. Звернути увагу на матеріали фільтруючих елементів і пристрій для прокачки і циркуляції палива в системі живлення.

3. Розібрати паливопідкачувальний насос, вивчити його будову і роботу. Виміряти діаметр циліндра і хід поршня, визначити його продуктивність. Результати записати в таблицю 6.1.

4. Розібрати одну секцію паливного насоса високого тиску і форсунку, вивчити їх будову, визначити геометричні параметри їх основних елементів і знову зібрати. Результати вимірів і спостережень записати в таблицю 6.1.

5. Зібрати паливний насос високого тиску, після цього зняти діаграму піднімання одного із плунжерів. Для цього нульову мітку лімба сумістити із стрілкою, а потім, повертаючи кулачковий вал (разом із лімбом), через кожні 5...10 градусів повороту вимірювати підйом плунжера. Результат роботи вимірів записати у таблицю 6.1.

6. Зібрати, відрегулювати форсунки і визначити тиск початку впорскування палива (тиск початку підйому голки). Для цього встановити форсунку на пристрій і провести подачу в неї палива при включеній порожнині манометра. Як тільки починається впорскування палива, продовжуючи помалу подавати його у форсунку, визначити за манометром тиск початку підйому голки розпилювача. Тиск піднімання голки повинен бути для двигунів КамАЗ–740, ЯМЗ–236 і ЯМЗ–238 $15 \pm 0,5$ МПа.

Якщо тиск не відповідає наведеному значенню, потрібно відрегулювати форсунку. Результати спостережень записати у таблицю 6.1.

7. Визначити (візуально) якість розпилення палива. Для цього треба відключити порожнину манометра 6, перекрити вентиль 5 і, подаючи паливоважелем із швидкістю 70...80 коливань за хвилину, спостерігати за впорскуванням струменю палива. Розпилення повинно бути туманоподібним, без помітних для ока краплинок та струменів.

8. За вказівкою викладача накреслити принципові схеми системи живлення та її складових частин.

Таблиця 6.1 – Основні параметри системи живлення двигуна _____
та її складових частин

№ п/п	Показники	Результати роботи
1	2	3
<ol style="list-style-type: none"> 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 	<p>Складові частини системи живлення</p> <p>Тип насоса високого тиску:</p> <p>число секцій i_c</p> <p>діаметр плунжера $d_{пл}$, мм</p> <p>хід плунжера S_n, мм</p> <p>напрямок обертів кулачкового валу зі сторони привода</p> <p>порядок роботи секції</p> <p>порядок чергування початку подачі палива секціями за кутом повороту кулачкового вала, град</p> <p>активний хід плунжера при максимальній подачі палива, $S_{на}$, мм</p> <p>об'єм палива, витіснений плунжером за один активний хід, V_n, мм</p> <p>дійсна кількість палива, яке впорскується секціями в циліндри за хвилину, Q_d, мм³</p> <p>максимальний тиск, який розвиває паливний насос високого тиску $P_{н. в. max.}$, МПа</p> <p>спосіб розвантаження паливопроводу високого тиску</p> <p>Тип регулятора обертів</p> <p>Тип форсунки</p> <p>Кількість отворів у розпилювачі</p> <p>Діаметр отвору у розпилювачі $d_{ор.}$, мм</p> <p>Тиск, під час якого починається впорскування палива в циліндри, МПа</p> <p>Паливопідкачувальний насос:</p> <p>тип</p> <p>діаметр циліндра $D_{п.н.}$, мм</p> <p>хід поршня $S_{п.н.}$, мм</p> <p>продуктивність $Q_{п.н.}$, мм³/хв</p> <p>Тип повітроочисника</p> <p>Спосіб випередження впорскування палива при зміні обертів</p> <p>Тип фільтра грубого очищення палива</p> <p>Тип фільтра тонкого очищення палива</p>	

Контрольні запитання

1. Які вимоги ставляться до системи живлення дизельних двигунів?
2. Які марки палив застосовують у дизельних двигунах?
3. Які вимоги ставляться до палив дизельних двигунів?
4. З яких приладів складається система живлення дизеля?
5. Поясніть призначення і принцип дії підкачувальних насосів.
6. Поясніть призначення і роботу паливного насоса високого тиску.
7. Для чого призначена і як діє форсунка?
8. Для чого призначена і як працює муфта випередження впорскування палива?
9. У чому полягає принцип роботи регулятора частоти обертання?
10. Для чого застосовують наддув дизеля? Поясніть схему газотурбінного наддуву.
11. Призначення і принцип дії паливopідкачувального насоса.
12. Які вимоги ставляться до токсичності відпрацьованих газів?
13. Які способи сумішоутворювання застосовують у сучасних дизельних двигунах?
14. Який принцип дозування палива в дизельних двигунах?
15. Особливості роботи дизельних двигунів.

Лабораторна робота № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТУПІНЧАСТИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи. Розширити, поглибити і закріпити теоретичні знання, які студенти одержали при вивченні ступінчастих коробок передач.

Завдання роботи. Вивчення призначення, типів, будови та принципу дії, а також визначення основних параметрів і складання кінематичної схеми ступінчастих коробок передач.

Прилади та обладнання. Лабораторна установка для визначення параметрів ступінчастої коробки передач. Лабораторний стіл із слюсарними лещатами; двобічні гайкові ключі (12, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 32, 36, 40 мм); знімач підшипників; плоскогубці; молоток 0,5 кг; виколотки; штангенциркуль 0...200 мм; металева лінійка 0...500 мм; комплект плакатів.

Короткі теоретичні відомості

Коробка передач – основний багатоступінчастий редуктор трансмісії автомобіля, який забезпечує зміни швидкості і напрямку руху, тягового зусилля при постійній частоті обертання колінчастого вала двигуна, а також тривале відключення двигуна від трансмісії.

Коробка передач призначена для зміни в заданому діапазоні крутних моментів, що передається від двигуна на ведучі колеса автомобіля. Це дозволяє при постійній потужності двигуна збільшувати силу тяги на ведучих колесах автомобіля, яка потрібна для подолання сили інерції при рушанні з місця та розганянні автомобіля.

Крім цього, коробка передач забезпечує автомобілю рух заднім ходом і дає змогу на тривалий час роз'єднувати двигун і ведучі колеса, що необхідно при роботі двигуна на холостому ходу при русі накатом або на стоянці автомобіля.

Із усіх типів ступінчастих коробок передач на сучасних автомобілях переваги одержали шестерінчасті коробки з нерухомими осями валів, з косозубими шестернями постійного зчеплення. Такі коробки передач мають високий ККД (0,96...0,98), відрізняються простотою конструкції і меншою вартістю порівняно з безступінчастими передачами.

Двовальні коробки передач з числом передач 4-5 застосовують для передньоприводних автомобілів малого класу і задньоприводних із заднім розташуванням двигуна.

Тривальні коробки передач використовують для автомобілів, виготовлених за класичною схемою, вантажних автомобілів малої і середньої вантажопідйомності і мікроавтобусів.

На сучасних легкових автомобілях застосовують коробки передач з числом передач (ступеней) не менше чотирьох, на автобусах і вантажних автомобілях чотири-, шестиступінчасті.

Найбільше число передач (1-12) і великий діапазон передаточних чисел мають коробки передач автомобілів-тягачів, автомобілів великої вантажопідйомності,

високої прохідності.



Рисунок 7.1 – Тривальна коробка передач

Велика кількість передач забезпечує краще використання потужності двигуна і більш високу паливну економічність, але призводить до значного ускладнення коробки передач і вибору передач, оптимальної для даних умов руху. У зв'язку з цим кількість передач для кожного типу автомобіля повинна бути оптимальною.

Кожна передача характеризується передаточним числом – відношенням частоти обертання первинного вала до частоти обертання вторинного вала або відношеннями кількості зубів веденої шестерні до кількості зубів ведучої шестерні. Якщо в передачі бере участь кілька пар зубчастих шестерень, то для визначення передаточного числа треба перемножити значення передаточних відношень усіх пар.

У загальному випадку передаточне число тривальної коробки передач

$$u_k = \frac{n_1 \cdot n_n}{n_n \cdot n_2} = \frac{n_1}{n_2}, \quad (7.1)$$

або

$$u_k = \frac{Z_n \cdot Z_{2i}}{Z_1 \cdot Z_{ni}} = \frac{Z_1}{Z_2}, \quad (7.2)$$

де n_1 і n_2 - частота обертання відповідно первинного і вторинного валів; n_n - частота обертання проміжного вала; Z_1 - число зубів шестерні постійного зачеплення первинного вала; Z_n - число зубів шестерні постійного зачеплення проміжного вала; Z_{2i} - число зубів шестерні i -ї передачі вторинного вала; Z_{ni} - число зубів шестерні i -ї передачі проміжного вала.

У скільки разів зменшиться частота обертання веденого вала при збільшенні передаточного числа, у скільки ж разів, якщо нехтувати втратами, збільшиться

крутний момент, а відповідно й сила тяги.

Основні частини коробок передач:

Шестерні (зубчасті колеса) - найбільш навантажені деталі коробок передач. Робочі поверхні зубів схильні до стирання і втомного руйнування. Тому шестерні виготовляють з високоякісних цементованих сталей. Зуби виконують з великою точністю і піддають термічній обробці.

Вали в коробках передач повинні бути особливо жорсткими, так як навіть незначний прогин вала призводить до перекосу шестерень і підвищеного зношування їх зубів. Для виготовлення валів використовують, як правило, якісні вуглецеві сталі. Якщо їх роблять заодно з шестернями, застосовують і маловуглецеві цементовані сталі. Для з'єднання з шестернями на поверхні валів зазвичай є шліци. Тільки в рідкісних випадках шестерні закріплюють шпонками.

Підшипники коробок передач в основному кулькові і роликові (підшипники кочення). Лише в малонавантажених вузлах застосовують бронзові або чавунні втулки (підшипники ковзання).

Корпуси коробок передач відливають з сірого чавуну. Для деяких тракторів їх виконують в загальній відливці з корпусами задніх мостів. Порожнину корпусу коробки використовують, як масляну ванну.

Механізм перемикання служить для переміщення кареток і для надійної фіксації їх як в нейтральному, так і у включеному положенні.

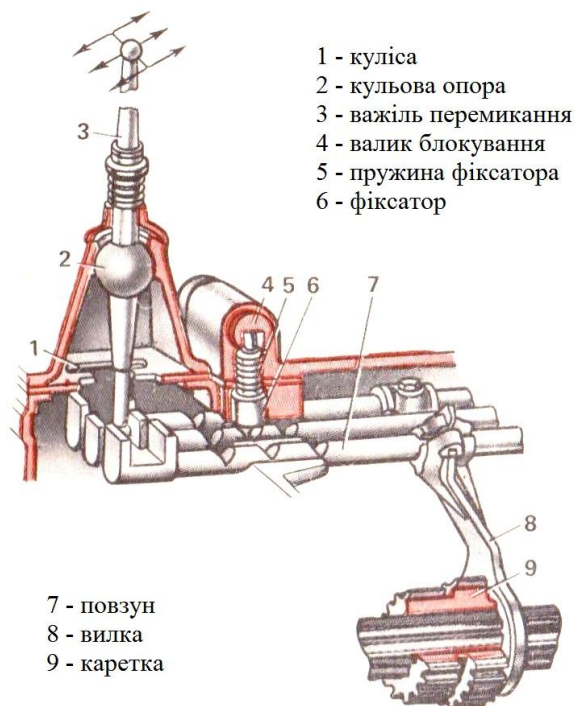


Рисунок 7.2 – Будова механізму перемикання передач

У механізмі перемикання є важіль 3 і повзуни 7 круглого або прямокутного перерізу з вилками 8, які охоплюють кільцеві проточки кареток 9. Важіль може гойдатися на кульовій опорі 2 в поздовжньому і поперечному напрямках.

Коли каретки займають нейтральне положення, прорізи повзунів розташовуються на одній прямій. Щоб включити потрібну передачу, нижній кінець

важеля 3 заводять в проріз відповідного повзуна і переміщують в поздовжньому напрямку разом з вилкою і кареткою.

Конічні або кулькові фіксатори 6, вдавнені в поглиблення повзунів пружинами 5, утримують каретки від довільного переміщення.

Щоб уникнути заклинювання коробки передач, її механізм перемикання повинен працювати так, щоб одночасно можна було включити тільки одну передачу. Для цього є куліса 1, виконана у вигляді пластини з прорізами, в яких переміщується важіль 3.

При захопленні відразу двох повзунів важіль виявляється проти перемички між прорізами, і переміщення його стає неможливим. Замість куліси можуть бути розділові планки, нерухомо закріплені між повзунами.

У деяких коробках для передачі руху від повзунів до кареток, крім вилок, доводиться використовувати ще ряд проміжних деталей.

Іноді розташування коробки передач щодо робочого місця водія не дозволяє змонтувати важіль перемикання в її кришці. У цих випадках застосовують механізм дистанційного перемикання передач.

Принцип дії коробки передач можна розглянути на схемі дев'ятиступеневої коробки передач, яка встановлюється на трактор МТЗ-80.

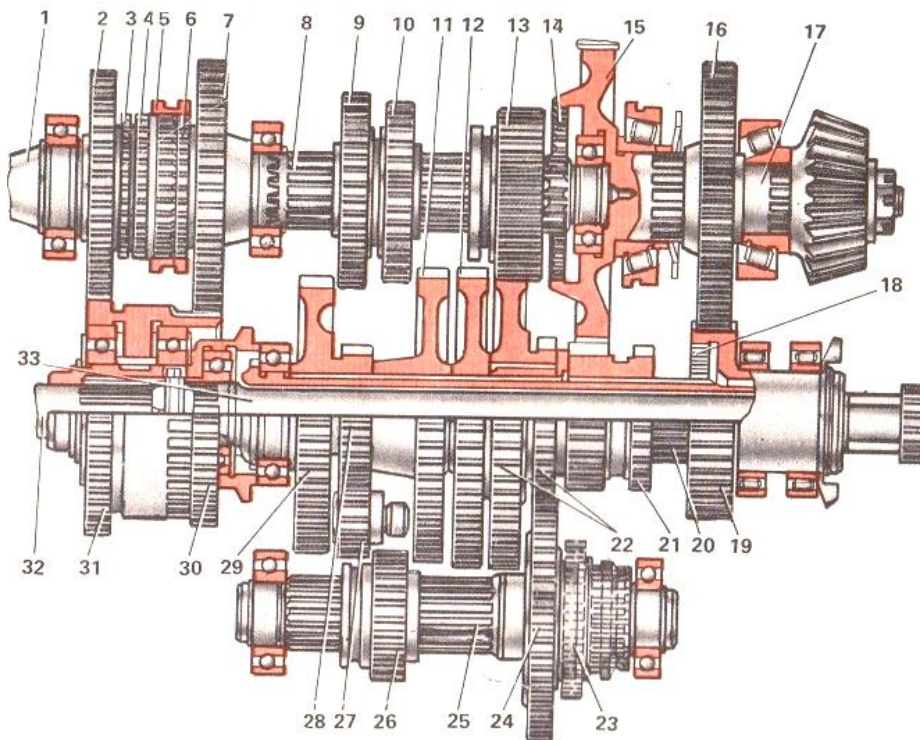


Рисунок 7.3 – Коробка передач трактора МТЗ-80

Дев'ятиступенева коробка передач спільно із знижувальним редуктором забезпечує 18 передач переднього і чотири передачі заднього ходу. Її корпус, з'єднаний з корпусом зчеплення і заднього моста - це складова частина остова трактора.

Понижуючий редуктор розташований в задньому відсіку корпусу зчеплення. Його ведуча шестерня 2 через голчастий підшипник спирається на вал 1, а ведена 7

закріплена на передньому кінці первинного вала 8 коробки. З цими шестернями постійно зачеплені вінці проміжних шестерень 30 і 31, виконаних в загальному блоці. Цей блок обертається на двох кулькових підшипниках. Кронштейн, де вони знаходяться, одночасно служить гніздом кулькового підшипника внутрішнього валу 33, з'єданого шліцьовій втулкою з валом приводу ВВП.

Редуктор перемикають, переміщаючи муфту 5 по зубчастому пояску вала 1. При зміщенні назад муфта захоплює малий вінець 6 шестерні 7, в результаті вали 1 і 8 з'єднуються напряму - редуктор вимкнений. Якщо муфту перемістити вперед, вона захоплює малий вінець 3 шестерні 2 і жорстко з'єднує її з валом 1. Оскільки тепер первинний вал буде отримувати привід через дві пари шестерень, частота його обертання зменшиться в 1,34 рази.

Первинний 8 і вторинний 17 вали коробки розміщені на одній прямій. Вал 8 разом з розташованими на його шліцах каретками 9, 10 і 13 обертається в двох кулькових підшипниках. Передній підшипник закріплений в стакані корпусу, а задній знаходиться в розточці вторинного вала.

Проміжний вал 20 переднім кінцем спирається на кульковий підшипник, а заднім (через бронзову втулку) – на маточину ведучої шестерні 18 другого ступеня редуктора. Маточина обертається в двох роликових підшипниках, які встановлені в стакані, закріпленому в розточці корпусу. На задньому торці маточини виконані виступи для з'єднання з кулачковою муфтою включення синхронного ВВП.

Проміжний вал – трубчастий, в ньому пропущено внутрішній вал 33 приводу незалежного ВОМ. На шліцах проміжного вала, де встановлені шестерні, зафіксовані упорною шайбою з пружинним кільцем, може переміщатися каретка 21. Шестерня 12 має подовжену шліфовану маточину. На неї бронзовою втулкою спирається блок 22 проміжних шестерень, який передає обертання від первинного валу шестерні 24, встановленої на шліфованій пояску вала I і II передач.

Вал 25 обертається в двох кулькових підшипниках. Спереду на його шліцах встановлена каретка 26 для включення I і II передач і заднього ходу, а ззаду – шестерня 23. На тракторах без ходозменшувача ця шестерня зрушена вперед і зафіксована пружинним кільцем. Внутрішні шліци маточини цієї шестерні захоплюють зубчастий пояс на маточині шестерні 24 і блокують останню з валом.

Вища (IX передача) – пряма. Її включають, безпосередньо поєднуючи первинний 8 і вторинний 17 вали. Для цього каретку 13 переміщують назад і вводять в зачеплення з внутрішнім зубчастим вінцем 14 шестерні 15.

При включенні інших передач обертання з первинного вала на вторинний передається через проміжний вал 20, а для отримання I і II передач і заднього ходу – ще й через вал 25.

Оскільки проміжний вал лише спирається на маточину шестерні 19, то вони обертаються незалежно. Тому, якщо каретку 21 перемістити по шліцах проміжного вала вліво і ввести в зачеплення з шестірнею 15 вторинного вала, то включиться перший ступінь редуктора. Переміщаючи каретки 13, 10 і 9 по шліцах первинного вала і вводячи їх в зачеплення з шестернями 12, 11 і 29, отримують відповідно III, IV і V передачі. Якщо ж каретку 21 редуктора перемістити вправо і ввести в зачеплення з внутрішнім зубчастим вінцем 18 шестерні – 19, то шестерня і проміжний вал будуть обертатися як одне ціле. Частота обертання вторинного валу при цьому збільшиться, тобто включиться другий ступінь редуктора. Якщо тепер

вводити в зачеплення ті ж каретки і шестірни, то будуть отримані ще три передачі: VI, VII і VIII.

Передачі множаться редуктором і при включенні I, II передач, а також заднього ходу. Шестерня 22 обертається на проміжному валу вільно, як на осі. Будучи постійно зачепленою великим вінцем з кареткою 13, а малим – з шестернею 24, вона передає обертання на вал 25. Останній обертається в тому ж напрямі, що і первинний, але значно повільніше його, так як обидві ведучі шестерні, які беруть участь у передачі, менше ведених. Тому, коли каретку 26 вводять в зачеплення з шестірнею 11, проміжний вал обертається з найменшою частотою. Якщо за допомогою каретки 21 переключити редуктор, то будуть отримані I і II передачі.

Якщо каретку 26 перемістити вліво і ввести в зачеплення з шестірнею 27, то проміжний вал обертатиметься повільно в зворотному напрямку. Тому, перемикаючи редуктор, отримують дві передачі заднього ходу.

При перемиканні передач спочатку включають редуктор. Для цього нижній кінець важеля заводять в подовжений паз правого повзуна 15 і включають потрібну ступінь редуктора. Потім, повернувши важіль в нейтральне положення, заводять його нижній кінець в паз одного з трьох інших повзунів і включають потрібну передачу.

Лабораторна установка складається із повністю укомплектованої чотири-п'ятиступінчастої коробки передач, встановленої на стенді (рис. 7.4).

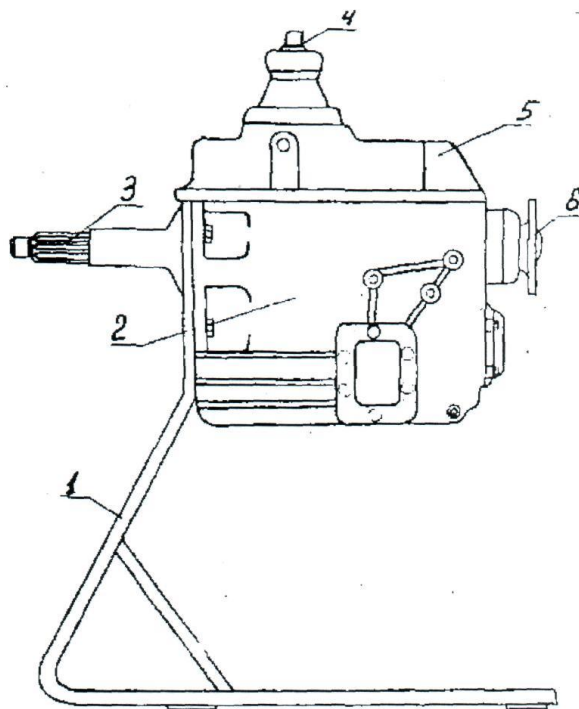


Рисунок 7.4 – Установка для визначення параметрів ступінчастої коробки передач:

- 1 – стенд; 2 – картер коробки; 3 – первинний (ведучий) вал; 4 – важіль перемикавання передач; 5 – кришка коробки передач; 6 – фланець вторинного (веденого) вала

Лабораторна установка комплектується лабораторним столом із слюсарними лещатами; двобічними гайковими ключами (12, 13, 14, 15, 17, 19, 22, 32, 36, 40 мм);

знімачем підшипників; плоскогубцями; молотком 0,5 кг; виколотками; штангенциркулем 0...200 мм; металевою лінійкою 0...500 мм; комплектом плакатів.

Хід роботи

1. Розподілити обов'язки серед студентів, які виконують лабораторну роботу, перевірити комплектність коробки передач і надійність її кріплення на стенді, а також наявність інструменту і плакатів.

2. Ознайомитись із загальною схемою коробки передач і порядком її розбирання.

3. Розбирання коробки на складові частини проводити у такій послідовності: відкрутити болти кришок коробки і кришок підшипників первинного, вторинного і проміжного валів і гайку фланця вторинного вала; зняти фланець вторинного вала, кришку коробки і кришки підшипників; зняти разом з підшипниками первинний, вторинний і проміжний вали; за допомогою знімачів зняти підшипники і синхронізатори. При розбиранні звернути увагу на будову, типи і розташування на валах підшипників, синхронізаторів, а також кріплення їх у картері.

4. Визначити типи і геометричні параметри: замків, фіксаторів, синхронізаторів, шестерень, валів, підшипників.

5. Накреслити кінематичну схему коробки передач і показати передачу крутного моменту від первинного вала до карданної передачі при виключеній передачі, вказаній викладачем.

6. Накреслити ескізи одної-двох деталей коробки передач, заданих викладачем.

7. Результати досліджень, спостережень, вимірювань і розрахунків записати в таблицю 7.1.

8. Після перевірки викладачем одержаних результатів зібрати коробку передач у послідовності, зворотній розбиранню.

Таблиця 7.1 – Основні параметри ступінчастої коробки передач автомобіля _____

№ п/п	Показники	Результати роботи
1	2	3
1.	Тип коробки передач	
2.	Основні складові частини	
3.	Тип: синхронізаторів замків фіксаторів	
4.	Тип підшипників і місце їх установки: а) первинного вала переднього підшипника заднього підшипника	

1	2	3
5.	б) вторинного вала переднього підшипника заднього підшипника в) проміжного вала переднього підшипника заднього підшипника	
6.	Число ступеней	
7.	Число пар шестерень постійного зчеплення	
8.	Число зубів шестерні постійного зчеплення первинного вала Z_1	
9.	Число зубів шестерні постійного зчеплення проміжного вала $Z_{\text{п}}$	
10.	Число зубів шестерень проміжного вала: заднього ходу $Z_{\text{з.х}}$ першої передачі $Z_{1\text{п}}$ другої передачі $Z_{2\text{п}}$ і - ої передачі $Z_{i\text{п}}$	
11.	Кількість зубів шестерень вторинного вала: заднього ходу Z_{23} першої передачі Z_{21} другої передачі Z_{22} і - ої передачі Z_{2i}	
12.	Кількість зубів проміжної шестерні заднього ходу $Z_{\text{з.п}}$	
13.	Передаточні числа: задньої передачі $u_{\text{з.п}}$ першої передачі $u_{1\text{п}}$ і-ої передачі $u_{i\text{п}}$	
14.	Діаметри шестерень, мм: а) постійного зачеплення первинного вала $D_{\text{п1}}$ б) шестерень проміжного вала заднього ходу $D_{\text{п.з}}$ першої передачі $D_{\text{п1}}$ і -ої передачі $D_{\text{пi}}$ в) вторинного вала заднього ходу D_{23} першої передачі D_{21} другої передачі D_{22} і -ої передачі D_{2i} г) проміжної шестерні заднього ходу $d_{\text{п.з}}$	
14.	Ширина вінця і-ої шестерні b_i	

Контрольні запитання

1. Призначення коробки передач та її складових частин?
2. За якими ознаками класифікують ступінчасті коробки передач?
3. Які недоліки і переваги мають коробки з шестернями постійного зчеплення?
4. Від чого залежить число ступеней в коробці передач?
5. У якій послідовності передається крутний момент по деталях коробки при включеній і-й передачі?
6. Які типи механізмів керування коробками передач використовують на автомобілях?
7. Які типи підшипників застосовуються у коробках передач?
8. Призначення і принцип дії інерційних синхронізаторів?
9. Призначення і принцип дії замків і фіксаторів?
10. Матеріали, які використовують для виготовлення шестерень коробок передач?
11. Аналогічні залежності для визначення габаритних розмірів шестерень?

Перелік рекомендованої літератури

1. Білоконь Я.Ю., Окоча А. Трактори і автомобілі: Підручник. К.: Урожай, 2002. 318 с.
2. Боровських, Ю. І. Будова автомобілів. / Ю. І. Боровських, Ю. В., Морозов. К.: Вища школа, 1991. 304 с.
3. Кисликов, В. Ф. Будова й експлуатація автомобілів. В. Ф. Кисликов, В. В. Лущик; Підручник. К.: Либідь, 1999. 400 с.
4. Конструкції автомобілів і тракторів: Лабораторний практикум / А.М . Кірман. К.: ІСДО. 488 с.
5. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт (частина II) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» /О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 232 с.
6. Практикум по будові, технічному обслуговуванню і ремонту автотранспорту / В. М. Токаренко, В. І. Сирота, К. М. Колмаков та ін.; Пер. з рос. Т. А. Сиратенко. К.: Урожай, 1992. 320 с.
7. Сирота, В. І. Автомобілі. Основи конструкції, теорія. (Навчальний посібник. 2–ге видання, виправлене та доповнене). В. І. Сирота, В.П. Сахно. К.: Арістей, 2008. 288 с.

