

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ**

**Конспект лекцій з дисципліни
ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ
(для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання)
Частина 1**

СУМИ – 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра „Тракторів, сільськогосподарських машин
та транспортних технологій”

Конспект лекцій з дисципліни
ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ
(для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання)
Частина 1

СУМИ – 2022

ББК 40.72

УДК 631.37

Укладачі: д.т.н., доцент Зубко В.М.

ст. викладач Сасенко А. В.,

асистент Шелест М.С.

Конспект лекцій з дисципліни Енергетичні засоби для підготовки молодших бакалаврів 1 та 2 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 1.— Суми: СНАУ, 2022. – 98 с.

Конспект лекцій містить опис будови і принципу роботи тракторів і автомобілів.

Рецензенти:

Кандидат технічних наук, доцент кафедри „Експлуатація машин” – Саржанов О.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри „Тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій ” – Руденко В.А..

Відповідальний за випуск: завідувач кафедрою тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій Зубко В.М.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою інженерно-технологічного факультету СНАУ (Протокол № 4 від 31 січня 2022 р.)

© Сумський національний аграрний університет, 2022 р.

Зміст

№ з/п	Тема лекції	Години	Стор.
1.	Класифікація тракторів і автомобілів.	2	5
2.	Двигуни та їх класифікація.	2	15
3.	Кривошипно-шатунний механізм.	2	24
4.	Механізм газорозподілу.	2	36
5.	Системи живлення бензинових двигунів.	4	51
6.	Системи живлення дизельних двигунів.	2	62
7.	Система охолодження. Змащувальна система.	2	83
	Всього	16	

ТЕМА 1: КЛАСИФІКАЦІЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ.

Питання

1. Загальні відомості про трактори і автомобілі
2. Загальна будова тракторів
3. Класифікація і типаж тракторів
4. Класифікація автомобілів

1. Конспект лекції.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТРАКТОРИ І АВТОМОБІЛІ

Перші колісні трактори з паровими двигунами з'явилися в Англії та Франції у 1830 р. Цього ж року петербуржець К. Янкевич розробив проект парового автомобіля. Перший гусеничний трактор з двома паровими двигунами і механічною трансмісією виготовлений Ф. Бліновим у 1880 р. Паросилові установки тракторів та автомобілів тоді були важкими, громіздкими й неекономічними, тому розвиток конструкцій істотно прискорився після створення О. Костьовичем бензинового двигуна з іскровим запалюванням у 1884 р. Двигуни із samozapalюванням робочої суміші з'явилися у 90-х рр. минулого століття.

У 1930 р. з конвеєра Сталінградського (нині Волгоградського) тракторного заводу зійшов колісний трактор з газовим двигуном СТЗ-15/30, через рік такі трактори виготовляли на Харківському тракторному заводі, а з 1934 р. — на Кіровському заводі у Ленінграді (тепер — Санкт-Петербург). До важливих кроків тракторної індустрії належать виготовлення дизельних двигунів (50-ті роки) і підвищення робочих швидкостей тракторів до 2,5 м/с у 60-х рр., а у 70-х — до 4 м/с (К-701, Т-150, Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6 Л/М та ін.).

На першість щодо створення автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння претендували різні винахідники, але найчастіше такими називають німецьких конструкторів Даймлера і Бенца.

Даймлер сконструював свій автомобіль у 1886 р. Чотиритактний бензиновий двигун з'єднувався з ведучими колесами пасовою передачею з натяжним роликом. Запалювання робочої суміші здійснювалося запальною трубкою, яку перед запуском треба було розпекти до червоного кольору і вкрутити в циліндр.

Двигуни Бенца (спочатку дво-, потім — чотиритактні) мали електричне запалювання (від магнето). Путівку в життя автомобілі обох конструкторів отримали у Франції.

У нашій країні перший автомобіль з'явився в Одесі (1891 р., французький Панар-Левассор).

З часом автомобілі вдосконалювалися: пасові передачі зі шківками замінили шестеренні коробки передач з ланцюговими передачами, а згодом замість ланцюга почали застосовувати карданний вал (французький Рено, 1898 р.) і диференціал уведучому мосту.

Першою серійною продукцією відомих автомобільних заводів Московського і Горьківського (тепер Нижній Новгород) були вантажівки АМО-Ф-15 (1924 р.), ГАЗ-АА (1932 р)

2.ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТРАКТОРІВ

Трактор — складна самохідна машина для переміщення й приводу робочих органів мобільних машин та знарядь, перевезення вантажів на причепах, Сільськогосподарським називається трактор, призначений для виконання робіт у рослинництві й тваринництві.

Трактор складається з двигуна, трансмісії, ходової частини, механізмів керування, робочого обладнання, електричного і допоміжного обладнання.

Двигун перетворює теплову енергію палива, що згоряє у циліндрах, у роботу — обертання колінчастого вала. На тракторах застосовують переважно дизельні двигуни з рідинним або повітряним охолодженням.

Трансмісія передає крутний момент від колінчастого валадвигуна до рушіїв і приймальних валів машин, що агрегатуються із трактором, створює можливість зміни його напрямку й значення.

Ходова частина є опорою і перетворює обертовий рух коліс чи зірочок у поступальний рух машини.

Робоче обладнання забезпечує використання потужності двигуна для привода робочих органів машин чи знарядь, керування ними та виконання інших функцій. Складається з роздільно-агрегатної гідравлічної напівної системи, гідрододовантажувачів ведучих коліс, ВВП, тягово- та опорно-зчіпних пристроїв, приводного шківів.

Електричне обладнання застосовується для пуску двигуна, запалювання робочої суміші (у бензинових двигунах), сигналізації, освітлення, живлення приладів і додаткового обладнання.

Допоміжне обладнання — це кабіна з підресорним сидінням, опалюванням і вентиляцією, а також вантажі для збільшення зчіпної ваги трактора.

Трактор, з'єднаний з машинами або знаряддями, називають тракторним агрегатом, або машинно-тракторним агрегатом (МТА).

Автомобіль — складна самохідна машина, призначена для транспортування вантажів безрейковими шляхами. Складається з двигуна, кузова і шасі (об'єднує трансмісію, ходову частину та механізми керування). На більшості автомобілів застосовують поршневі двигуни внутрішнього згорання, які працюють на бензині, дизельному або газовому паливі.

Кузов призначений для розміщення вантажу, у кузові легкового автомобіля чи автобуса розташовуються пасажирів і водій. Кузов вантажного автомобіля складається з платформи під вантаж і кабіни водія.

Автомобіль з причепом або напівприцепом на буксирі утворюють **автомобільний поїзд**.

У багатьох сучасних вантажних автомобілів для збільшення розмірів вантажної платформи кабіну розміщено над двигуном. Для збільшення пасажирського приміщення кузова легкових автомобілів двигун може бути попереду поперек поздовжньої осі машини, а привод здійснюється до передніх

коліс. Отже, компоновка сучасних автомобілів досить різноманітна.

3. КЛАСИФІКАЦІЯ І ТИПАЖ ТРАКТОРІВ

Типаж тракторів — технологічно й економічно обґрунтована сукупність моделей, які застосовуються у сільськогосподарському виробництві. Головною класифікаційною ознакою є номінальне тягове зусилля, що визначає основний експлуатаційний показник трактора.

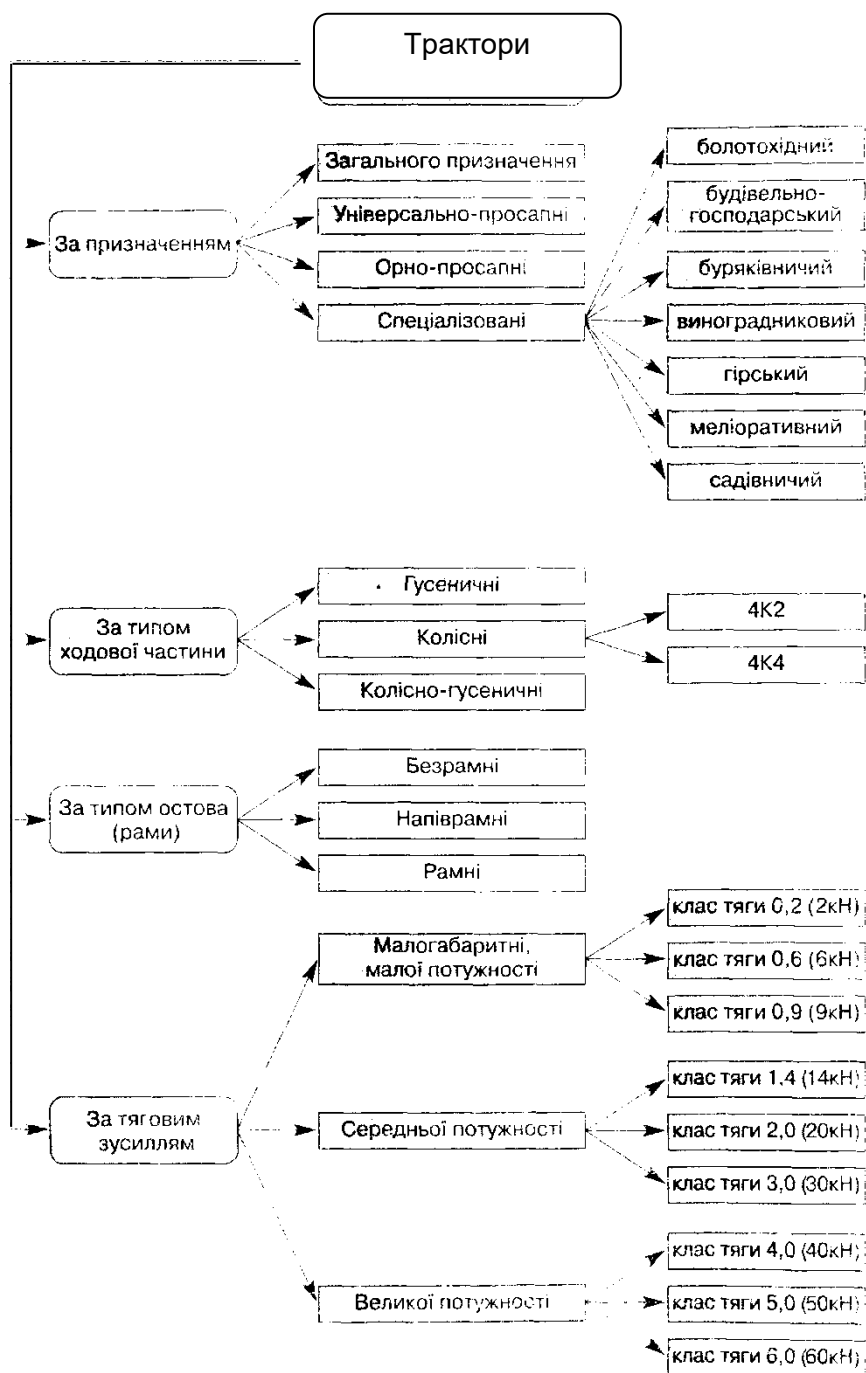


Рис. 1. Схема класифікації сільськогосподарських тракторів.

Номінальне тягове зусилля — найбільше тягове зусилля, що створює трактор на стерньовому фоні середньої щільності й нормальної вологості ґрунту та буксуванні за стандартами не більше: для колісних тракторів 4К2 і 4К4 відповідно 16 та 14%, гусеничних — 3%.

Типаж тракторів включає певну кількість базових моделей, що відрізняються за величиною номінального тягового зусилля й призначенням, а також необхідну кількість модифікацій, уніфікованих з базовими моделями, але з конструктивними відмінностями для забезпечення ефективної роботи цих машин у спеціальних умовах. Уніфікація механізмів і деталей полегшує виготовлення, освоєння та використання тракторів, Дозволяє скоротити номенклатуру запасних частин.

Для забезпечення ефективного використання тракторів на сільськогосподарських роботах у різних ґрунтово-кліматичних зонах та галузях господарства потрібно, щоб їх конструкції були різноманітними. Промисловість випускає трактори різних типів і конструкцій.

Трактори класифікують за такими основними ознаками: призначенням, типом ходової частини та остова, номінальним тяговим зусиллям.

За призначенням сільськогосподарські трактори поділяють на універсально-просапні, орно-просапні, спеціалізовані та трактори загального призначення (рис. 1.)

Трактори загального призначення застосовуються для енергоємних сільськогосподарських робіт: оранки середніх і важких ґрунтів, сівби, культивування, дискування, боронування, збирання врожаю та виконання транспортних, землерийних, будівельних, шляхових і навантажувальних робіт. Ці трактори мають тягове зусилля від 20 до 60 кН, робочу швидкість 5... 15 км/год; потужність двигуна 60...220 кВт; малий дорожній просвіт (кліренс) 250...350 мм; широкі шини або гусениці від 390 до 530 мм.

Універсально-просапні трактори застосовуються для посіву та догляду за просапними культурами; збирання технічних, зернових культур, картоплі, овочів; оранки легких і середніх ґрунтів; суцільної культивування і боронування; виконання землерийних, транспортних і навантажувальних робіт тощо.

Характерні особливості універсально-просапних тракторів:

— тягове зусилля 2, 6, 9, 14 і 20 кН; збільшено відстань до 600...800 мм між поверхнею ґрунту і найнижче розташованими деталями між колесами або гусеницями (кліренс);

—невеликий радіус повороту (3...4 м); змінна колія; мінімально можлива ширина коліс або гусениць; робоча швидкість до 15 км/год; транспортна швидкість 25...35 км/год;

—потужність двигуна від 14 до 74 кВт.

Орно-просапні трактори використовуються для виконання всього комплексу обробітку ґрунту (оранки, культивування, сівби, збирання урожаю), а також для посіву, догляду і збирання просапних культур та виконання транспортних робіт.

Спеціалізовані трактори будуються на основі конструкцій існуючих тракторів для роботи в специфічних умовах (болотиста або гірська місцевість), а також для виконання спеціальних робіт.

Конструктивні особливості спеціалізованих тракторів: у болотних — широкі гусениці для зменшення тиску на поверхню ґрунту, у гірських —

горизонтальне положення остова при роботі поперек схилу; у бавовницьких — триколісна ходова частина зі збільшеним кліренсом та змінною колією ведучих коліс.

За типом ходової частини розрізняють гусеничні, колісні і колісно-гусеничні трактори.

Гусеничні трактори мають малий питомий тиск (0,035...0,050 МПа) на ґрунт, порівняно невеликі витрати на буксування, підвищене зчеплення ходової частини з ґрунтом та поліпшену прохідність.

Колісні трактори відрізняються порівняно невеликими витратами потужності на самопересування, підвищеними швидкостями при виконанні транспортних робіт, меншою металомісткістю, але мають підвищене буксування.

Колісно-гусеничні трактори мають спрощений гусеничний рушій, кожний з яких складається з ведучого колеса, опорного котка та полегшеної гусениці.

За типом остова розрізняють рамні, напіврамні та безрамні трактори.

У рамних тракторів остовом є рама, до якої кріпляться всі частини і механізми. Рамний остов відрізняється підвищеною жорсткістю взаємного положення механізмів та вузлів, що особливо важливо для забезпечення співвісності валів силової передачі.

Остов напіврамних тракторів складається з корпусу трансмісії, до якого кріпляться дві поздовжні балки, зв'язані в передній частині поперечною балкою.

Остов безрамних тракторів складається із корпусів окремих механізмів.

Головною класифікаційною ознакою трактора є номінальне тягове зусилля. Це найбільше тягове зусилля, яке забезпечує трактор на стерні середньої щільності та нормальної вологості ґрунту при допустимому буксуванні. Для колісних тракторів 4К2 допустиме буксування не повинне перевищувати 16%, колісних тракторів 4К4 — 14%, гусеничних 3%.

Типаж тракторів — це технологічно й економічно обґрунтована сукупність їх моделей. Виділяють класи, в кожному з яких є базова модель або її модифікація. Складається типаж з певного числа базових моделей та достатньої кількості модифікацій для забезпечення ефективної роботи тракторів у специфічних умовах сільськогосподарського виробництва. Типаж тракторів наведено у табл. 1.

Таблиця 1.

Типаж сільськогосподарських тракторів(за їх класом і тяговим зусиллям)

Клас тяги трактора,	Номінальне тягове зусилля,кН	Трактори
0,2	2	Т-012, ХТЗ-1410, ХТЗ-1210, ХТЗ-1611, МТЗ-08БС, МТЗ-112ТС
0,6	6	ХТЗ-2511, ХТЗ-2512, ХТЗ-3510, ХТЗ-3521, МТЗ-310, МТЗ-

		320А, СШ-2540, Т-25ФМ, Т-16МГ
0,9	9	ХТЗ-3130, ХТЗ-5020, ХТЗ-6020, ХТЗ-6021, ЛТЗ-55, Т-40М, Т-28Х4М
1,4	14	ЮМЗ-6АКЛ, ЮМЗ-650, ЮМЗ-8070, ЮМЗ-8271, ЮМЗ-8274, ЮМЗ-8280, МТЗ-8060, МТЗ-100, МТЗ-570, МТЗ-590, МТЗ-800, МТЗ-900, ЛТЗ-60АБ
2,0	20	ХТЗ-100, Т-70СМ, Т-70В, Т-90С, МТЗ-1021, МТЗ-1221, МТЗ- 1222, ЛТЗ-95, ЛТЗ-155
3,0	30	ХТЗ-150К-03, ХТЗ-150К-09, ХТЗ-150К-12, МТЗ-1523, ХТЗ- 151К, ХТЗ-17021, ХТЗ-17022, ХТЗ-17221. ХТЗ-17321, ХТЗ- 17421, ХТЗ-121, ХТЗ-16131, ХТЗ-16331, ХТЗ-150-03, Т-150-05-09, ХТЗ-153Б, ХТЗ-150-07, ХТЗ-150-08, Т-156А, Т-156Б, ХТЗ-156М, Т-150Д, ХТЗ-150Д-03, Т-150Д- 05-09, ДТ-75Д, ДТ-75Н, ДТ-75МЛ, ДТ-175М, ДТ-175С
4,0	40	ХТЗ-180Р, ХТЗ-181, ХТЗ-201, ХТЗ-18040, ХТЗ-21042
5,0	50	ХТЗ-220, К-700А, К-701, К-701М, К-734, К-744
6,0	60	Т-130,Т-170М

Розглянемо моделі і модифікації сільськогосподарських тракторів різних класів тяги.

Малогабаритні трактори і мотоблоки класу тяги 0,2 тс(тона сили) (Т-012, ХТЗ-1410, ХТЗ-1210, ХТЗ-1611, МТЗ-08БС, МТЗ-112ТС) призначені для роботи на дрібноконтурних, садових, парникових та селекційних господарствах. їх агрегатують із спеціальними плугами, культиваторами, жатками, окучниками та знаряддям, спеціально виготовленим для них.

Трактори малої потужності і самохідні шасі класу тяги 0,6 тс (ХТЗ-2511, ХТЗ-2512, ХТЗ-3510, ХТЗ-3521, МТЗ-310, МТЗ-320А, СШ-2540, Т-25ФМ, Т-16МГ) призначені для виконання малоенергомістких робіт у тваринництві, садівництві, овочівництві, передпосівного обробітку ґрунту, посіву, догляду за посівами, транспортних робіт та приводу в дію стаціонарних машин.

Самохідні шасі — це різновидність трактора, на рамі якого змонтована платформа для перевезення вантажу або навішування робочих органів сільськогосподарських машин і знарядь.

Трактори класу тяги 0,9 тс (ХТЗ-3130, ХТЗ-5020, ХТЗ-6020, ХТЗ-6021, ЛТЗ-55, Т-40М, Т-28Х4М) використовують на сільськогосподарських роботах: передпосівний обробіток ґрунту, посів, хімізахист рослин і садів, міжрядний обробіток і збирання просяпних, технічних, овочевих культур, оранка легких

ґрунтів на малій площі; транспортних перевезеннях і для приводу стаціонарних машин.

Трактори класу тяги 1,4 тс (ЮМЗ-6АКЛ, ЮМЗ-650, ЮМЗ-8070, ЮМЗ-8271, ЮМЗ-8274, ЮМЗ-8280, МТЗ-8082, МТЗ-100, МТЗ-570, МТЗ-590, МТЗ-800, МТЗ-900, ЛТЗ-60АБ) широко і ефективно використовуються для обробітку і збирання технічних і овочевих культур. В агрегаті з сільськогосподарськими машинами і знаряддями вони служать для виконання широкого спектру робіт в рослинництві і тваринництві: оранка, культивація, передпосівний обробіток, внесення сипучих і рідких добрив, транспортні перевезення та привод у дію через ВВП начіпних і стаціонарних машин.

Усі базові моделі та їх модифікації в тягових класах 0,6; 0,9 і 1,4 відносяться до універсально-просапних тракторів.

Трактори класу тяги 2 тс (ХТЗ-100, Т-70СМ, Т-70В, Т-90С, МТЗ-1021, МТЗ-1221, МТЗ-1222, ЛТЗ-95, ЛТЗ-155) використовують для виконання всіх операцій основного обробітку ґрунту, вирощування просапних культур особливо для механізації робіт на бурякових плантаціях, у садах і виноградниках.

Трактори класу тяги 3 тс — колісні сільськогосподарські трактори загального призначення серії 150 (ХТЗ-150К-03, ХТЗ-150К-09, ХТЗ-150К-12, МТЗ-1523); серії 170 (ХТЗ-151К, ХТЗ-17021, ХТЗ-17221, ХТЗ-17321, ХТЗ-17421); орно-просапні трактори серії 160 (ХТЗ-121, ХТЗ-16131, 16331); гусеничні трактори загального призначення серії 150 (ХТЗ-150-03, Т-150-05-09); серії 180 (ХТЗ-153Б, ХТЗ-150-07, ХТЗ-150-08); універсальні трактори класичної компо-новки серії 210 (ХТЗ-18040, ХТЗ-21042); спеціалізовані колісні трактори серії 156 (фронтальні навантажувачі Т-156А, Т-156Б, ХТЗ-156М), гусеничні з бульдозерним обладнанням (Т-150Д, ХТЗ-150Д-03, Т-150Д-05-09). Крім тракторів виробництва Харківського тракторного заводу до цього класу відносяться трактори виробництва Волгоградського (Росія) і Павлодарського (Казахстан) тракторних заводів (ДТ-75 Д, ДТ-75 Н, ДТ-75 МЛ, ДТ-175 М, ДТ-175 С).

Трактори класу тяги 4 тс (ХТЗ-180Р, ХТЗ-181, ХТЗ-201, ХТЗ-18040, ХТЗ-21042 і гусеничний трактор Т-4А Алтайського тракторного заводу (м.Рубцовськ, Росія) призначені для виконання енергомістких робіт загального призначення на полях великої площі. Для цієї мети розроблено трактор Т-402 для степових зон.

Трактори класу тяги 5 тс (гусеничний трактор ХТЗ-220 і колісні трактори К-700А, К-701, К-701М, К-734, К-744) виготовляють на Кіровському заводі м. С.-Петербургу (Росія) для виконання оранки, культивації, луцення стерні, посіву на великих площах і для транспортування вантажів. Розроблено гусеничний трактор Т-250 цього тягового класу.

Трактори класу тяги 6 тс (гусеничні трактори Т-130, Т-170М) виготовляють на Челябінському тракторному заводі (Росія). Трактори цього класу використовують на полях великої площі при виконанні енергомістких сільськогосподарських і меліоративних робіт.

У таблиці 2 приведені деякі виробники тракторів далекого зарубіжжя.

Таблиця 2

№ п\п	Фірма	Країна	Приклад трактора, або серії
1	CLAAS	Німеччина	Xerion 4500
2	VALMET	Фінляндія	Valmet 565
3	JOHN DEERE	США	John Deere 7000
4	DEUTZFAHR	ФРН	Agrotron 4
5	ZETOR	Чехія	Zetor 10540
6	CATERPILLAR	США	Challenger 55
7	MASSEY FERGUSON	Великобританія	MF 6160
8	NEW HOLLAND	Італія	M100/8160
9	CASE	Великобританія	Steiger 9330

Основні відмінності сучасних тракторів:

- кабіна із захисним каркасом;
- наявність глушників шуму і звукоізоляції кабіни;
- наявність вентиляторів, пиловідокремлювачів та підігрівача повітря;
- наявність пасів безпеки;
- наявність кондиціонера.

Основні напрямки розвитку сучасних тракторів:

1. Збільшення транспортної швидкості до 40 – 50 км/год.
2. Зниження тиску рушіїв на ґрунт за рахунок застосування:
 - металевих і гумометалевих гусеничних рушіїв;
 - шин низького тиску;
 - здвоєних, стросєних шин.
3. Збільшення кількості типорозмірів тракторів.
4. Застосування модульної системи будови машино-тракторних агрегатів, коли енергетична частина відокремлена від технологічної.

Як приклад в таблиці 3 приведені основні технічні параметри тракторів Agrotron

Таблиця 3

Параметр	Модель									
	80	85	90	100	105	106	110	120	135	150
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Двигун:	Чотирициліндровий дизель рідинного охолодження з турбонаддувом				Шестициліндровий дизель рідинного охолодження з турбонаддувом					
Номінальна потужність, кВт	55	60	65	70	74	74	77	88	99	110

Номінальна частота обертання колінчастого вала, хв ⁻¹	2300 /для всіх моделей/									
Запас крутного моменту, %	32	32	32	30	30	30	30	30	30	32
Питома витрата палива, г/кВт-год	210	203	200	208	208	210	210	210	209	209
Кількість передач	36/12	36/12	36/12	36/12	40/40	40/40	40/40	40/40	40/40	40/40
Максимальна швидкість руху	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50
Частота обертання заднього ВВП, хв ⁻¹	540,1000 /для всіх моделей/									
Частота обертання переднього ВВП, хв ⁻¹	1000 /для всіх моделей/									
Максимальне зусилля підйому начіпної системи, кг	6220	6220	6220	6220	6220	6220	6220	9249	9249	9249

4. КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ

За призначенням автомобілі поділяють на **вантажні, пасажирські і спеціальні**. До перших належать автомобілі загального призначення (кузов складається з відкритої платформи з відкидними бортами) і спеціалізовані (пристосовані для перевезення конкретних вантажів). Якщо для розвантаження передбачено перекидання кузова, автомобіль називають самоскидом, а призначений для роботи з причепом (напівпричепом) — автомобілем-тягачем.

До пасажирських належать легкові автомобілі (для перевезення до 8 осіб) та автобуси (понад 8 осіб). Спеціальні автомобілі призначені для виконання нетранспортних робіт і мають відповідне обладнання (пожежні, автокрани тощо).

Залежно від пристосованості до подолання опору поверхні руху розрізняють автомобілі **нормальної** (для роботи переважно на дорогах із твердим покриттям і сухих ґрунтових шляхах), **підвищеної і високої** (для роботи в умовах, коли поверхня руху істотно деформується, зокрема, при бездоріжжі) прохідності. Автомобілі нормальної прохідності характеризуються приводом до коліс одного з двох мостів, підвищеної — до коліс усіх мостів (їх може бути більше двох), а автомобілі високої прохідності — додатково пристроями для регулювання тиску повітря у шинах з кабіни водія.

Умовні позначення автомобіля — марка і модель *Марка* — скорочена назва заводу-виготівника, наприклад ГАЗ, ВАЗ, КамАЗ.. До 1985 року на території СРСР модель позначалась двозначним або тризначним числом. Кожний завод мав свій діапазон чисел. Наприклад автомобілі ГАЗ мали номери моделей від 20 до 100, ЗІЛ — від 100 до 200 і т. д. Після 1985 *модель* базових автомобілів позначається чотиризначним індексом, модифікацій —

п'ятизначним. Базовою називається основна модель машини, що виготовляється, інші моделі, відмінні від базової за призначенням, називаються *модифікаціями*.

Перша цифра індексу характеризує клас автомобіля, який для легкових визначається робочим об'ємом циліндрів двигуна (літражем), для автобусів — габаритною довжиною, для вантажних автомобілів — повною загальною масою (табл. 4).

Друга цифра характеризує експлуатаційне призначення автомобіля: 1 — легкові; 2 — автобуси; 3 — вантажні бортові; 4 — тягачі; 5 — самоскиди; 6 — цистерни; 7 — фургони; 8 — (цифру не використовують); 9 — спеціальні.

Пара цифр — третя і четверта — характеризують номер моделі. Розглянемо кілька прикладів.

ВАЗ-2103: 1 — легковий автомобіль; клас 2 (літраж двигуна у межах 1,2—1,8); 03 — порядковий номер моделі.

К.амАЗ-5320: 3 — вантажний бортовий автомобіль; клас 5 (повна маса у межах 14—20 т); 20 — порядковий номер моделі ЛАЗ-4202: 2 — автобус; клас 4 (габаритна довжина у межах (7,5 – 10,5 м); 02 — порядковий номер моделі.

Таблиця 4.

Класифікація автомобілів.

Клас	Легкові		Автобуси		Вантажні						
	Літраж двигуна, літрів	Позначення	Габаритна довжина, метрів	Позначення	Повна маса, тон	Позначення					
						Бортові	Тягачі	Самоскиди	Цистерни	Фургони	Спеціальні
1	До 1,2	11			До 1,2	13	14	15	16	17	19
2	1,3-1,8	21	До 5,5	22	1,2-2,0	23	24	25	26	27	29
3	1,9-3,5	31	5,5-7,5	32	2,0-8,0	33	34	35	36	37	39
4	>3,5	41	7,5-10,5	42	8,0-14	43	44	45	46	47	49
5			10,5-12,5	52	14-20	53	54	55	56	57	59
6			>12,5	62	20-40	63	64	65	66	67	69
7					>40	73	74	75	76	77	79

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. Дайте визначення терміну „трактор”. 2. З яких основних частин складається трактор? 3. Яке призначення мають складові частини трактора? 4. З яких основних частин складається автомобіль? 5. Яке призначення мають складові частини автомобіля? 6. За якими ознаками класифікують трактори? 7. Що називають номінальним тяговим зусиллям трактора? 8. За якими

ознаками класифікують автомобілі? 8. Які основні відмінності характеризують сучасні трактори?

3. Рекомендована література.

Л-1, с.7-22, Л-3 с. 5-13, Л-4 с. 9-14, Л-5 с. 5-28, Л-8 с. 5-12

ТЕМА 2: ДВИГУНИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ.

Питання

1. Класифікація двигунів.
2. Основні поняття і визначення.
3. Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна.
4. Робочий цикл чотиритактного дизеля.
5. Показники робочого циклу та основні показники роботи двигуна.

1. Конспект лекції.

КЛАСИФІКАЦІЯ ДВИГУНІВ

1. По призначенню двигуни поділяють:

- стаціонарні;
- двигуни транспортних машин.

2. По виду палива розрізняють двигуни, що працюють на:

- легкому рідкому паливі:
 - бензин ;
 - керосин;
 - спирт;
- важкому рідкому паливі:
 - дизельне пальне;
 - мазут;
 - рослинні масла (олії);
- газоподібному паливі:
 - зрідженому (пропан-бутан);
 - стисненому (метан, водень);
 - генераторному,
 - біогазі,
 - водні;
- змішаному паливі (газодизелі – двигуни, що працюють одночасно на двох паливах – газоподібному та дизельному);
- багатопаливні двигуни (двигуни, які працюють на багатьох видах палива).

3. По способу перетворення теплової енергії в механічну двигуни ділять на:

- двигуни внутрішнього згорання:
 - поршневі;
 - роторно-поршневі;
- двигуни з зовнішнім підводом теплоти:
 - газотурбинні;
 - двигуни, що працюють по циклу Стірлінга;
- комбіновані (двигун внутрішнього згорання і газотурбінний на одному

валу).

4. По способу сумішоутворення двигуни ділять:

- з зовнішнім сумішоутворенням (карбюраторні):
- з внутрішнім сумішоутворенням, бензинові (впорскування легкого палива безпосередньо в циліндр
- з внутрішнім сумішоутворенням (дизелі);
 - по типу камери згорання;
 - передкамерні;
 - вихрекамерні;
 - з безпосереднім впорскуванням;
 - по способу керування форсункою;
 - з силовим керуванням;
 - з електромагнітним керуванням;
 - з електрогідравлічним керуванням;
- з впорскуванням легкого палива ;
 - у впускний трубопровід (інжектор) або карбюратор;
 - безпосередньо у циліндр .

5. По способу запалювання робочої суміші двигуни ділять на:

- з запалюванням від електричного заряду;
- з запалюванням від стискання;
- форкамерно-факельне запалювання (в форкамері суміш загоряється від електричного заряду, а вже потім, вирываючись із форкамери в циліндр, запалює суміш);
 - запалювання газоподібного палива від запальної дози дизельного.

6. По числу тактів робочого циклу двигуни ділять на:

- двотактні;
- чотиритактні;
- шеститактні

7. По способу регулювання в зв'язку зі зміною навантаження двигуни ділять на двигуни:

- з якісним регулюванням (змінюю якість паливної суміші, дизелі);
 - з одним рівнем потужності;
 - з двома рівнями потужності;
- з кількісним регулюванням (зміною кількості паливної суміші ,карбюраторні , бензинові);
 - з змішаним регулюванням;
 - відключенням циліндрів.

8. По конструкції двигуни ділять на:

- поршневі;
 - по розміщенню циліндрів:
 - рядні горизонтальні;
 - рядні вертикальні;
 - V-подібні з кутом розвалу 60° або 90°;
 - W - подібні;

- опозитні;
- по розміщенню поршнів:
 - однопоршневі (один поршень на циліндр);
 - двопоршневі (два поршні на циліндр);
 - подвійної дії (робочі об'єми по обидві сторони поршня);
- по кількості циліндрів (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12);
- по кількості шатунів на один поршень (1 або 2);
- роторно - поршневі.

9. По способу охолодження:

- з рідинною системою охолодження;
- з повітряною системою охолодження.

10. По способу подачі повітря:

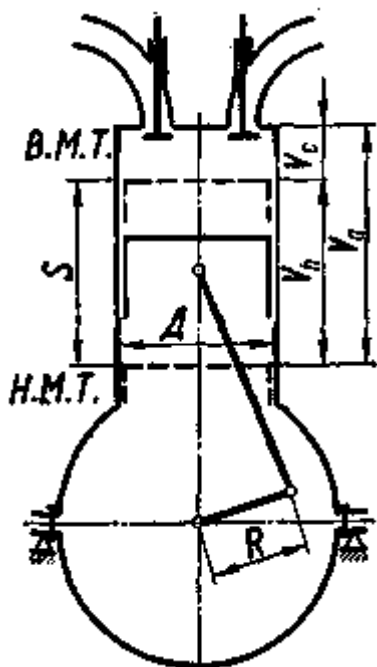
- з вільним впуском.
- з примусовим нагнітанням повітря:
 - турбонаддув нерегульований;
 - турбонаддув регульований;
 - поршневим компресором ;
 - турбіною з приводом від колінчастого валу

ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ І ВИЗНАЧЕННЯ

Горюча суміш — розпилене й змішане у певній пропорції з повітрям паливо. Подана у циліндри двигуна горюча суміш змішується з газами, що залишилися від попереднього циклу, внаслідок чого створюється робоча суміш.

Робочий цикл двигуна — сукупність послідовних процесів: впуск, стиск, згоряння, розширення, випуск. Цикли періодично повторюються у кожному циліндрі. Частина робочого циклу, яка здійснюється за час руху поршня від однієї мертвої точки до іншої, називається *тактом*. Місцезнаходження поршня, в яких він змінює напрямок руху, називають мертвими точками.

У кривошипно-шатунному механізмі двигуна поршень здійснює в циліндрі зворотно-поступальний рух. Крайні положення поршня в циліндрі називаються верхньою (ВМТ) і нижньою (НМТ) мертвими точками (Рис. 1). У мертвих точках швидкість поршня дорівнює нулю, бо тут змінюється напрям його руху,



Відстань, яку проходить поршень від однієї мертвої точки до другої, називається **ходом поршня**. Хід поршня позначається буквою S ; вона дорівнює подвійному радіусу кривошипа $S = 2R$. Кожному ходу поршня відповідає поворот колінчастого валу на 180° (π рад).

Об'єм, що його звільняє поршень у циліндрі, переміщаючись з ВМТ. до НМТ, називається **робочим об'ємом** циліндра (V_h). Суму робочих об'ємів всіх циліндрів двигуна називають робочим об'ємом двигуна або його **літражем**, якщо об'єм вимірюється в літрах. У малопотужних двигунах,

наприклад у пускових, мотоциклетних, об'єм вимірюють в кубічних сантиметрах. Об'єм над поршнем, коли він перебуває у ВМТ, називається **об'ємом, камери стиску (камери згоряння)**. Його позначають буквою V_c . Повний об'єм циліндра (V_a) дорівнює сумі робочого об'єму і об'єму камери стиску:

$$V_a = V_h + V_c$$

Відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери стиску називається **ступенем стиску**:

$$\varepsilon = \frac{V_c + V_h}{V_c} = \frac{V_a}{V_c}$$

Рис. 1. Положення поршня в циліндрі.

Ступінь стиску показує, у скільки разів повний об'єм циліндра більший від об'єму камери стиску.

Робоча суміш під час стискування нагрівається, а різні види моторного палива мають неоднакову температуру самозаймання, через те ступінь стиску при конструюванні двигуна визначають відповідно до застосовуваного палива. Карбюраторні двигуни, що працюють на гасі, мають ступінь стиску 3,5—4,5; на бензині — 6—10; на газі — 7—9. У дизельних двигунів високий ступінь стиску — 14—22, бо в циліндрах двигуна стискується повітря без палива і передчасного займання тут не буває. З підвищенням ступеня стиску збільшується потужність двигуна і поліпшується економічність його роботи.

У двигуні внутрішнього згоряння (ДВЗ) хімічна енергія палива перетворюється у механічну роботу шляхом реалізації у циліндрах робочого циклу.

За основу робочого циклу приймається термодинамічний (ідеальний) цикл з певними припущеннями, які спрощують аналіз, підвищують його наочність і разом з тим дають змогу визначити принципові залежності циклу від умов його відтворення.

Термодинамічним вважають замкнутий цикл, в якому стиск і розширення адіабатні, тепломісткість робочого тіла постійна і, не залежить від його температури, хімічний склад і маса робочого тіла не змінюються, умовні процеси підведення і відведення теплоти замінюють процесами згоряння і газообміну, що відбуваються у реальному робочому циклі. У термодинамічному циклі немає інших втрат теплоти, крім тепловіддачі холодному джерелу (за другим законом термодинаміки).

У **дійсному** циклі теплота підводиться при спалюванні палива всередині робочого циліндра у суміші з повітрям. Робоче тіло (суміш свіжого заряду з газами, які залишилися від попереднього циклу, тобто залишкові гази) у процесі згоряння змінює свій склад за рахунок збільшення частки продуктів його згоряння. Тут замість процесу відведення теплоти, як у термодинамічному циклі, випускаються відпрацьовані гази, що виносять невикористану теплоту в навколишнє середовище. Процеси згоряння і випуску відбуваються протягом певного часу, тому завжди спостерігається їхнє відхилення від відповідних процесів термодинамічного циклу. Крім того, у дійсному циклі поршневого

двигуна це супроводжується додатковими втратами теплоти за рахунок тепловіддачі у стінки; процеси стиску й розширення у ньому політропні; мають місце хімічна неповнота згоряння палива і втрата заряду через неповну герметичність циліндра. Все це призводить до різних значень показників термодинамічного й дійсного циклів та коефіцієнтів корисної дії (ККД). Залежно від тривалості циклу розрізняють чотири- і двотактні двигуни.

РОБОЧИЙ ЦИКЛ ЧОТИРИТАКТНОГО КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГУНА

У циліндр карбюраторного двигуна повітря з паливом вводять у вигляді пальної суміші. Робочий цикл чотиритактного двигуна відбувається так.

Такт впуску. Поршень 3 рухається від ВМТ, до НМТ (Рис. 2, а), створюючи розрідження в порожнині циліндра над поршнем. Впускний клапан 2 відкритий, отже, циліндр через, впускну трубу, карбюратор та повітроочисник сполучається з навколишнім повітрям. Внаслідок зниження тиску в циліндрі; в нього спрямовується струмінь повітря. Проходячи через карбюратор, повітря розпорошує паливо, змішується з ним і в циліндр надходить у вигляді пальної суміші. Заповнення циліндра пальною сумішшю триває протягом усього ходу поршня до НМТ і закінчується в момент закриття впускного клапана.

Пальна суміш, заповнюючи циліндр, переміщується з залишками газів, що не встигли вийти з циліндра після попереднього циклу, і утворює робочу суміш.

Якщо в прямокутній системі координат по осі ординат відкласти тиск P в циліндрі, по осі абсцис — об'єм циліндра V над поршнем, процес впуску можна графічно зобразити кривою ga , що проходить нижче від лінії атмосферного тиску. Тиск газів у циліндрі під час впуску не перевищує $0,09$ МПа ($0,9$ кгс/см²).

Такт стиснення. Під дією обертального моменту колінчастого вала після НМТ поршень починає рухатись до ВМТ. У цей час впускний клапан закривається (випускний клапан теж закритий), і поршень під час руху стискує суміш у циліндрі. На Рис. 2,а процес стиснення схематично зображено кривою ac . У міру зменшення об'єму робочої суміші її тиск і температура збільшуються, а часточки палива добре перемішуються з повітрям. Чим більший ступінь стиснення, тим більші температура і тиск у кінці такту стиснення. У кінці такту стиснення між електродами свічки проскакує електрична іскра, і робоча суміш займається. Момент проскакування іскри на кривій стиснення позначено буквою s . Теплова енергія, яка виділяється під час згоряння робочої суміші, спричинює різке підвищення температури і тиску газів, що утворилися при цьому, основний період згоряння робочої суміші на діаграмі (Рис. 2,в) схематично зображено кривою cz . Під час згоряння тиск газів підвищується до $3 - 3,5$ МПа ($30 - 35$ кгс/см²), а температура — до 2500 °С.

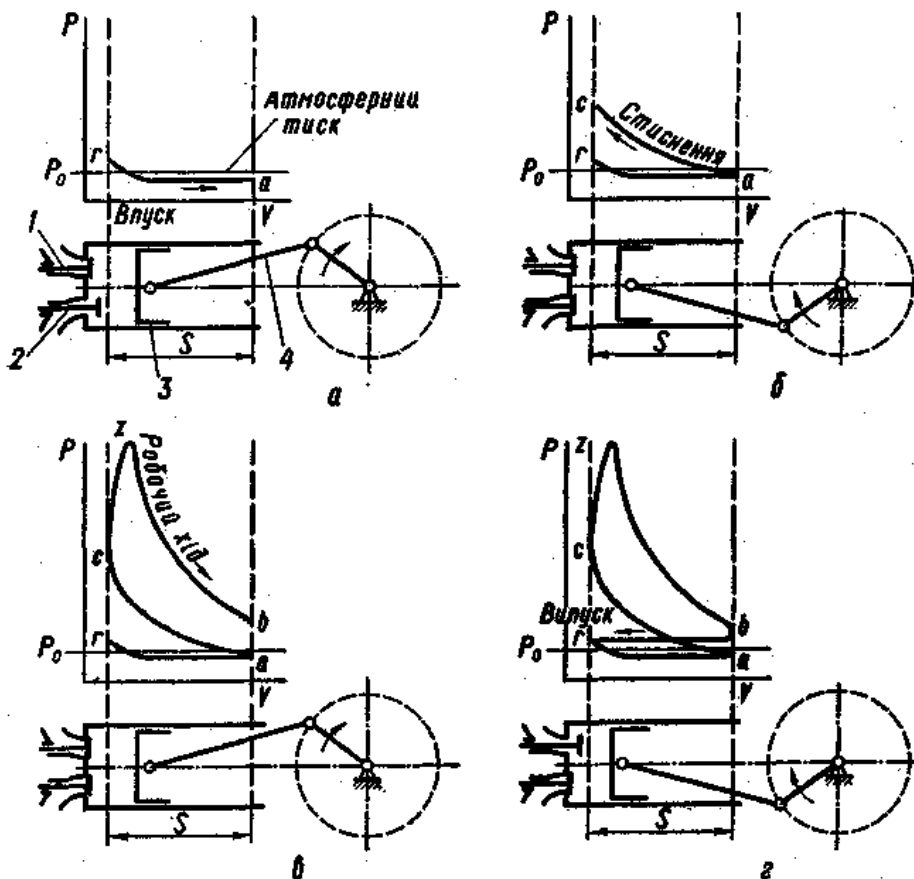


Рис. 2. Схема роботи чотиритактного карбюраторного двигуна.

Робочий хід (такт розширення). Впускний і випускний клапани закриті, і поршень від ВМТ під дією сили тиску газів рухається до НМТ і з допомогою шатуна 4 обертає колінчастий вал двигуна створюючи на ньому обертальний момент. З віддаленням поршня від ВМТ

об'єм газів у циліндрі збільшується, а їх тиск і температура зменшується.

Процес стиснення і розширення газів у циліндрі під час стиску і робочого ходу нагадує адіабатичний процес з тією тільки відмінністю що від газів у циліндрі двигуна частина теплової енергії відводиться на нагрівання деталей (поршня, свічки, стінок циліндра і камери згоряння). Робочий хід зображено на діаграмі кривою zb (Рис. 2, в).

Такт випуску. Коли поршень під час робочого ходу підходить до НМТ, відкривається випускний клапан 1, і відпрацьовані гази, які мають ще значний тиск (3—4 кгс/см²), починають виходити в атмосферу. Далі поршень рухається від НМТ до ВМТ, виштовхуючи відпрацьовані гази з циліндра. Процес випуску показано на діаграмі кривою bg (Рис. 2, г).. Слідом за тактом випуску йде такт впуску, і робочий цикл повторюється.

РОБОЧИЙ ЦИКЛ ЧОТИРИТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ

Впуск. Поршень рухається від ВМТ до НМТ і, діючи як насос, створює розрідження у циліндрі. Під впливом різниці тиску з навколишнього середовища у порожнину циліндра через відкритий впускний клапан засмоктується повітря, випускний клапан закритий. Після досягнення НМТ поршень йде до ВМТ, впускний клапан закривається (впуск закінчено). Тиск у циліндрі наприкінці такту становить 0,08—0,09 МПа, температура повітря внаслідок стикання з нагрітими деталями і змішування з продуктами згоряння підвищується до 30—50°C.

Стиск Обидва клапани закриті. Поршень рухається до ВМТ, стискаючи повітря у циліндрі. При наближенні поршня до ВМТ тиск у

циліндрі підвищується до 3,5—4 МПа, температура — до 600—700°C. Доза дизельного палива, що впорскується форсункою, змішується з повітрям, тобто створюється суміш, яка одразу ж спалахує, оскільки її температура значно вища за температуру самозаймання дизельного палива. Температура газів підвищується до 1800-2000°C, тиск - до 6-9 МПа.

Робочий хід. Обидва клапани залишаються закритими. Під дією тиску газів, що згоряють, поршень рухається до НМТ і, тиснувши через шатун на кривошип колінчастого вала, обертає його, тобто виконується робота.

Наприкінці ходу поршня, біля НМТ, тиск газів знижується до 0,4—0,5 МПа, температура — до 700—900°C. У цей час відкривається випускний клапан, через значний перепад тиску в циліндрі та зовні починається вихід газів.

Випуск. Поршень, після зупинки у НМТ, знову рухається до ВМТ. Зменшуючи надпоршневий об'єм, поршень виштовхує із циліндра через відкритий випускний клапан продукти згоряння, які залишилися. Тиск у циліндрі становить 0,11—0,12 МПа, температура 400—500°C. Після проходження поршнем ВМТ випускний клапан закривається (випуск закінчено).

Отже, робочим є тільки один такт, інші (впуск, стиск, випуск) — допоміжні.

ПОКАЗНИКИ РОБОЧОГО ЦИКЛУ ТА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ ДВИГУНА

Процеси, що відбуваються в циліндрах двигуна, характеризуються такими показниками: середнім індикаторним тиском, індикаторною потужністю, індикаторним коефіцієнтом корисної дії (ККД), індикаторною питомою витратою палива.

Середній індикаторний тиск L_i — це умовний сталий тиск у циліндрі двигуна, який за один хід поршня виконує роботу, що дорівнює роботі газів упродовж циклу. Згідно з таким визначенням, індикаторну роботу циклу можна подати формулою

$$L_i = P_i F S, \quad (1)$$

де P_i — середній індикаторний тиск; F — площа днища поршня; S — хід поршня.

Водночас середній індикаторний тиск дорівнює роботі, виконаній за цикл, що припадає на одиницю робочого об'єму циліндра:

$$P_i = \frac{L_i}{V_h} \quad (2)$$

де $V_h = F S$.

Індикаторна потужність N_i — це робота, що здійснюється газами в циліндрах двигуна за одиницю часу (потужність, відповідна індикаторній роботі циклу):

$$N_i = \frac{P_i V_h n i}{30 \tau} \quad (3)$$

де n — частота обертання колінчастого вала, хв.⁻¹; i — кількість циліндрів двигуна; τ — коефіцієнт тактності двигуна (кількість ходів поршня за цикл: для двотактного — 2, для чотиритактного — 4).

Індикаторна питома витрата палива q_i — це витрата палива, віднесена до індикаторної потужності двигуна:

$$g_i = \frac{G_{\Pi} \cdot 10^{-3}}{N_i} \quad (4)$$

де G_{Π} — годинна витрата палива, кг/год.

Ефективність тепловикористання в двигунах визначає **індикаторний ККД η_i** — відношення індикаторної роботи до енергії, що міститься у витрачуваному для її отримання паливі:

$$\eta_i = \frac{L_i}{Q_H} \quad (5)$$

У сучасних автотракторних двигунах за номінального режиму роботи індикаторний ККД становить: для карбюраторних — 0,28 - 0,38; дизельних — 0,42 - 0,52; газових — 0,26 - 0,34.

Частина індикаторної потужності двигуна витрачається на зменшення механічних втрат (тертя, втрати під час газообміну, привід допоміжних механізмів, таких як вентилятор, генератор, насоси тощо, вентиляційні втрати, зумовлені рухом деталей двигуна з великими швидкостями в середовищі повітряно-оливної емульсії і повітря).

Показники двигуна, в яких враховано вищезгадані втрати, називають **ефективними**.

Середній ефективний тиск P_e — умовний сталий тиск у циліндрі двигуна, який за один хід поршня здійснює роботу, що дорівнює ефективній роботі за цикл. Середній ефективний тиск характеризує роботу, яку отримують за один цикл з одиниці робочого об'єму циліндра:

$$P_e = \frac{L_e}{V_h} \quad (6)$$

де $L_e = L_i - L_M$; L_M — робота механічних втрат.

Показник механічних втрат у двигуні — **механічний ККД**

$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} \quad (7)$$

Ефективна потужність N_e — потужність, що відбирається від колінчастого вала двигуна. Вона менша за індикаторну на величину втрат потужності на компенсування механічних втрат:

$$N_e = N_i - N_m \quad (8)$$

Аналогічно індикаторній, формулу для обчислення ефективної потужності двигуна можна записати так:

$$N_e = \frac{P_e V_h n i}{30 \tau}, (\kappa B m). \quad (9)$$

Крутний момент M_κ — середній за цикл момент, що передається від колінчастого вала, — можна визначити за залежністю для ефективної потужності:

$$N_e = \frac{M_\kappa \omega}{10^3} \quad (10)$$

де $\omega = \pi n / 30$ — кутова швидкість колінчастого вала. Після відповідної підстановки отримаємо

$$M_\kappa = \frac{9550 N_e}{n} \text{ (Н} \cdot \text{м)} \quad (11)$$

Ефективну питому витрату палива g_e визначають як

$$g_e = \frac{G_\Pi \cdot 10^{-3}}{N_e} \quad (12)$$

Ефективний ККД η_e визначають як відношення кількості теплоти, перетвореної на роботу на колінчастому валу двигуна Q_e , до кількості теплоти, підведеної за цикл Q_Π :

$$\eta_e = \frac{Q_e}{Q_\Pi} \quad (13)$$

З використанням індикаторного та механічного ККД цей по казник виражають так:

$$\eta_e = \eta_i \eta_m.$$

За номінального режиму роботи ефективний ККД автотракторних двигунів становить: карбюраторних — 0,25-0,35; дизельних — 0,35 - 0,40; газових — 0,23 - 0,30. При цьому питома ефективна витрата палива карбюраторними двигунами -300- 370, дизельними - 220 - 270 г/кВт год).

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. Які палива використовують в сучасних двигунах? 2. Як двигуни класифікують по способу перетворення енергії? 3. Які способи сумішоутворення використовують у сучасних двигунах? 4. Які способи сумішоутворення використовують в сучасних двигунах? 5. За якими ознаками класифікують двигуни?

3. Рекомендована література.

Л-1, с.7-22, Л-3 с. 5-13, Л-4 с. 9-14, Л-5 с. 5-28, Л-8 с. 5-12

КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗРОЯННЯ

Питання

1. Поршень, поршневі кільця і пальці
 2. Шатуни
 3. Колінчастий вал і маховик
 4. Корпус двигуна. Циліндри
1. Конспект лекції.

ПОРШЕНЬ, ПОРШНЕВІ КІЛЬЦЯ І ПАЛЬЦІ

Поршень. При робочому ході поршень сприймає і передає через палець шатуну силу тиску газів і, нагріваючись, відводить від них теплоту через кільця в стінки циліндра. В умовах високих температур і великих тисків на поршень діють значні навантаження сил інерції, викликані зміною швидкості руху. До того ж третью поверхні поршня і кільця не можна сильно змащувати, щоб не допустити потрапляння масла у камеру згоряння.

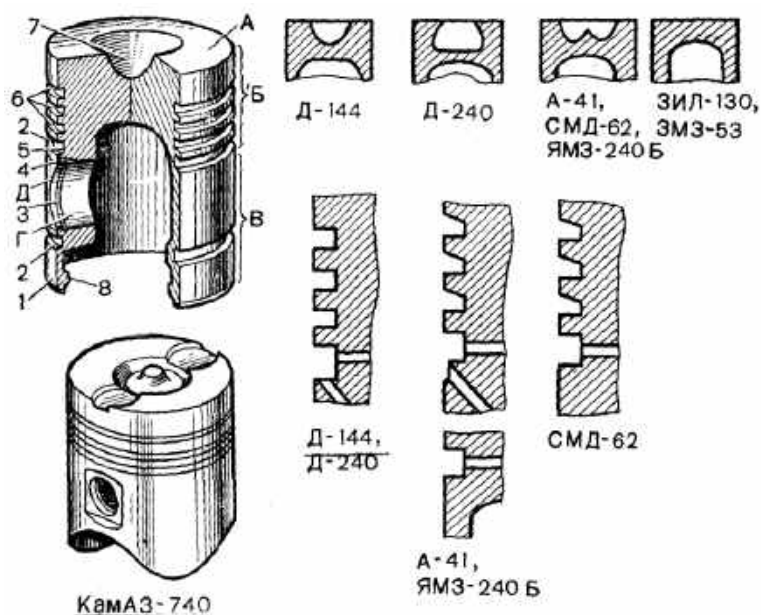


Рис.1. Поршень та його переріз.

Виготовляють поршень із легкого, але міцного алюмінієвого сплаву з високою теплопровідністю і невеликим коефіцієнтом тертя. Розрізняють чотири частини поршня: днище А (рис. 1), головку Б, юбку В і бобишки Г. Днище поршня карбюраторних двигунів плоске, тому простіше у виготовленні і менше нагрівається при роботі.

Днище поршня двотактних двигунів для кращого продування циліндрів випукле. В днищі поршня дизелів є виїмка - частина камери згоряння. Форма виїмки сприяє кращому перемішуванню повітря з паливом, що надходить в циліндр і повнішому його згорянню. Для поліпшення сумішоутворення камеру згоряння зміщують від осі поршня на 1-3 мм в бік форсунки, а для підвищення міцності і кращого відведення теплоти днище поршня роблять масивним і з внутрішніми ребрами.

Головка поршня має чотири (в дизелях) або три (в карбюраторних двигунах) канавки під кільця. Разом з кільцями вона служить ущільнюючою частиною поршня. В нижній канавці і під нею просвердлені отвори для

відведення масла, яке знімається кільцем із стінок циліндра. В головці поршня дизелів СМД-62, КамАЗ-740, СМД-18Н, Д-245; є чавунна або сталеві вставка під верхнє поршневе кільце. Вона 2—3 рази зменшує спрацювання канавки по висоті.

В приливах під головою поршня (бобишках) зроблені отвори під поршневий палець і для підведення масла до нього, а також кільцеві канавки 3 для стопорних кілець. У поршнів деяких двигунів із зовнішнього боку бобишок виконані неглибокі виїмки — холодильники. В них нагромаджується масло, яке охолоджує бобишки. Юбка поршня направляє рух поршня в циліндрі. В дизелях А-41, Д-240, ЯМЗ-240Б і Д-144 на ній проточена канавка для п'ятого поршневого кільця. Інколи нижній торець юбки виконаний у вигляді скребка, який зчищає масло з дзеркала циліндра. Нижня потовщена частина надає їй жорсткості.

Юбка поршня деяких дизелів під бобишками укорочена. Завдяки цьому зменшується маса, а щоби колінчастого вала не чіпляються за поршень. Юбку роблять конусною або бочкоподібною, овальною в перерізі, а у карбюраторних автомобільних двигунів ще й з розрізами. Це дозволяє одержати найменший зазор між нею і стінками циліндра в холодному двигуні і запобігти заклинюванню поршня при його нагріванні.

У нагрітого під час роботи поршня форма юбки наближається до циліндричної, а зазор стає мінімальним. Розріз юбки дещо ослаблює її міцність, тому при встановленні поршня в циліндр розріз необхідно розмістити з боку найменшого тиску на циліндр. Поверхню поршня часто вкривають тонким шаром олова, щоб поліпшити його припрацювання і зменшити спрацювання в початковий період роботи. Залежно від маси, діаметра

юбки і отвору під поршневий палець поршні поділяються на групи. Позначки групи проставлені на днищі поршня. На двигун ставлять поршні і циліндри однакових груп. На деяких поршнях є стрілки або інші позначення, які показують правильне розміщення поршня в циліндрі.

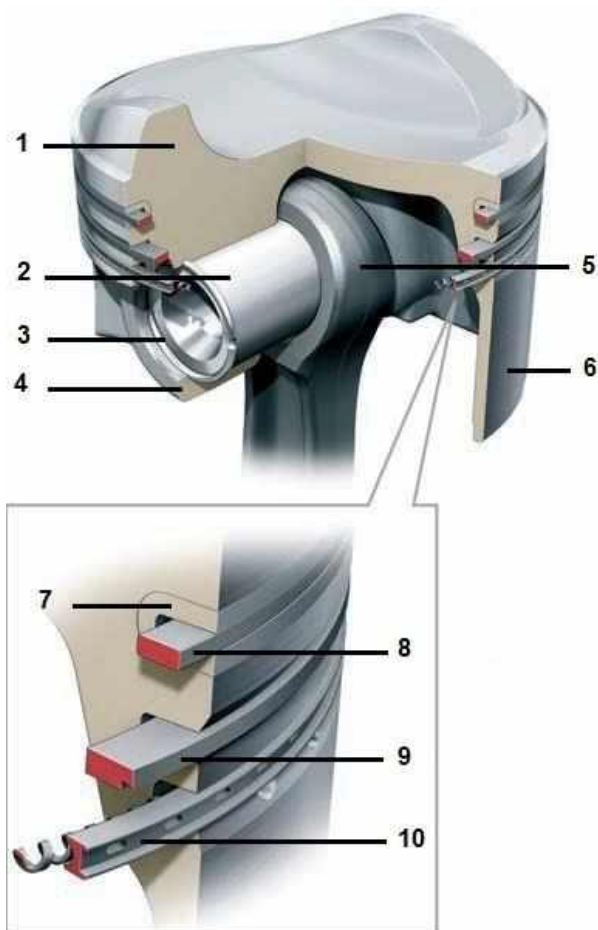


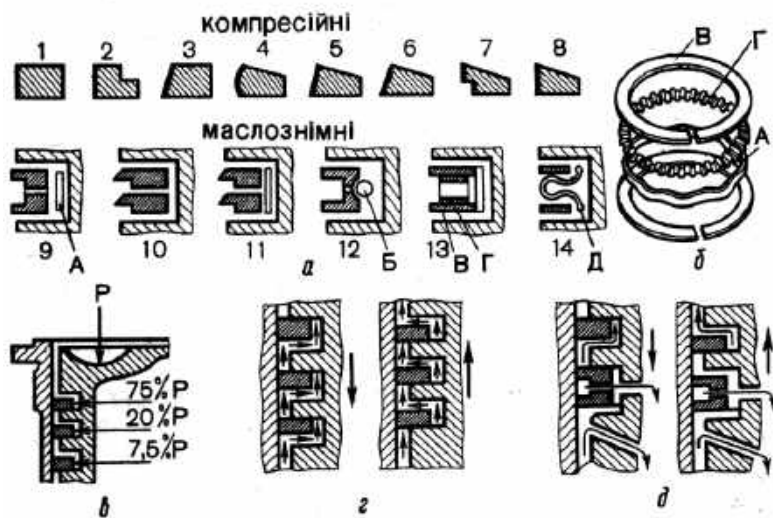
Рис. 1а. Поршень бензинового двигуна

1. головка поршня;
2. поршневий палець;
3. стопорне кільце;
4. бобишка;
5. поршнева головка шатуна;
6. юбка поршня;
7. сталева вставка;

8. перше компресійне кільце (трапецієвидне);
9. друге компресійне кільце (конічне з підрізом);
10. маслознімне кільце (з пружинним розширювачем і дренажними отворами)

Поршневі кільця.. На поршні встановлено від трьох по п'яти кілець (рис. 2).

Компресійні кільця встановлені у верхній частині поршня і необхідні для ущільнення між циліндром і поршнем. Вони вільно входять в канавки поршня, але не пропускають гази з надпоршневого простору в картер, і передають теплоту від нагрітого поршня стінкам циліндра. Кільця відливають із спеціального чавуну. Зовнішній діаметр кільця, який має виріз в стику (замок), більший внутрішнього діаметра циліндра і вільно входить в канавку поршня.



При встановленні поршня з кільцями в циліндр з рахунок вирізу їх стискають. Силою пружності, а також тиском газів, які проникають у канавку поршня, кільце щільно, без просвіту, прилягає до дзеркала циліндра по всьому обводу. У перерізі поршневі кільця мають різну форму (рис. 2, а).

Рис. 2. Схема дії

поршневих кілець: а — переріз кільця; б — деталі складеного кільця; в — розподіл тиску газів на поршневі кільця; , г — схема насосної дії кільця; д — схема дії маслознімного кільця; 1—8 — переріз компресійних кілець; 9—14 — переріз маслоанімічних кілець

Верхнє кільце 1 найбільш навантажене від тиску газів, сильно нагрівається і працює при недостатньому мащенні. Воно прямокутного перерізу і прилягає до дзеркала циліндра всією робочою поверхнею. Щоб ця поверхня кільця спрацьовувалася менше, її вкривають тонким шаром пористого хрому. Хром стійкий проти стирання, а його пори заповнюються маслом. Кільце 2 також прямокутного перерізу, але з внутрішньою виточкою чи фаскою. Опір згинанню такого кільця у верхній частині зменшується завдяки виточці. Тому при встановленні у циліндр кільце «скручується» і притискується до дзеркала циліндра нижнім ребром. При цьому краї його торця упираються у верхню і нижню площини канавки, чим усувається осьове переміщення кільця в ній, а його ущільнююча дія поліпшується. , кільце 3 — прямокутне, але з невеликим нахилом робочої поверхні.

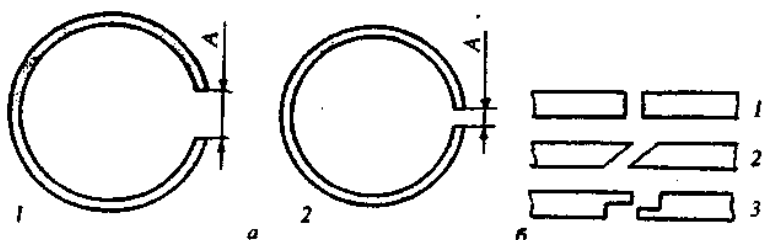


Рис. 3. Компресійні кільця.

Робоча поверхня
кільця 4 бочкоподібної

форми і хромована, тому краще ковзає по масляній, плівці дзеркала циліндра, стичні поверхні спрацьовуються менше.

Робоча поверхня кільця 5 нахилена під кутом від 30° до 90° . У кільця 6 нахил робочої поверхні до 10° . При русі поршня вгору масляна плівка, яка є на дзеркалі циліндра, подібно клину відтискує таке кільце від поверхні тертя, а при русі поршня вниз кільце зчищає масло з цієї поверхні.

У кільці 7 є проточка на нижній робочій поверхні. Так утворюється скребок для кращого знімання масла із дзеркала циліндра. Переріз кільця 8 являє собою односторонню трапецію з нахилом до центра кільця. Трапецієвидні кільця краще прилягають до дзеркала і при появі нагару в канавках не заклинюють в них.

Під час руху поршня кільця прилягають то до верхніх, то до нижніх площин канавок і створюють цим необхідне ущільнення, яке запобігає прониканню газів у картер через канавки. Проте при цьому компресійні кільця можуть перекачувати в камеру згоряння масло, яке знімається ними із стінок циліндра: коли поршень рухається вниз (рис. 2 г), масло збирається в зазорі між кільцем і нижньою площиною канавки, а коли переміщується вгору, це масло видавлюється в зазор між кільцем і верхньою площиною канавки. Розрідження в циліндрі при такті впуску також сприяє цьому.

Маслознімне кільце встановлено нижче компресійних і запобігає надмірному надходженню масла в камеру згоряння. Воно спрямовує зібране із стінок циліндра масло в картер (рис. 2, д). Масло краще зніматиметься, якщо збільшити питомий тиск кільця на дзеркало циліндра. Для цього кільце 9 має коробчастий переріз. Сила пружності цього широкого кільця передається дзеркалу циліндра через дві вузькі робочі кромки, між якими є проточка і щілиновидні прорізи для відведення масла в картер.

В деяких двигунах тиск кільця на стінку циліндра підвищують встановленням у канавку пружного радіального розширювача. А у формі багатогранника. Замість одного кільця коробчастого перерізу в канавку ставлять два кільця 10 скребкового типу, іноді з загальним радіальним розширювачем.

Як радіальний розширювач використовують також виту пружину Б з пропущеним в неї стальним дротом.

Маслознімне кільце—збірне, складається з двох тонких з хромованими робочими кромками розрізних кілець В, розпертих осьовим Г і радіальним А розширювачами. Замість двох розширювачів А і Г іноді ставлять один тангенціальний розширювач Д.

В замках поршневих кілець, встановлених у циліндр, повинен бути зазор А для їх розширення (рис. 3) (подовження) при нагріванні. Щоб запобігти прориву газів через цей зазор, його роблять як можна меншим, а замки сусідніх кілець розводять у протилежні боки по обводу, але так, щоб вони не опинились проти бобишок поршня.

Поршневі пальці шарнірно з'єднують поршні із шатунами. Палець стальний, для полегшення порожнистий. Зовнішню його поверхню

цементують на глибину 1 - 2 мм, а потім шліфують і полірують. Тому його поверхня тертя — тверда і стійка проти спрацювання, а серцевина залишається в'язкою і витримує великі ударні навантаження. У втулку головки шатуна палець вставляють з невеликим зазором, а в бобишки поршня — без зазору. Під час роботи двигуна між нагрітими бобишками і пальцем з'являється зазор, тоді палець може вільно повертатися і в шатуні, і в бобишках, тому його називають плаваючим.

ШАТУНИ

Шатун рухомо з'єднує поршень з колінчастим валом. Його виготовляють із сталі і термічно обробляють. Він складається із стержня і двох головок: верхньої і нижньої.

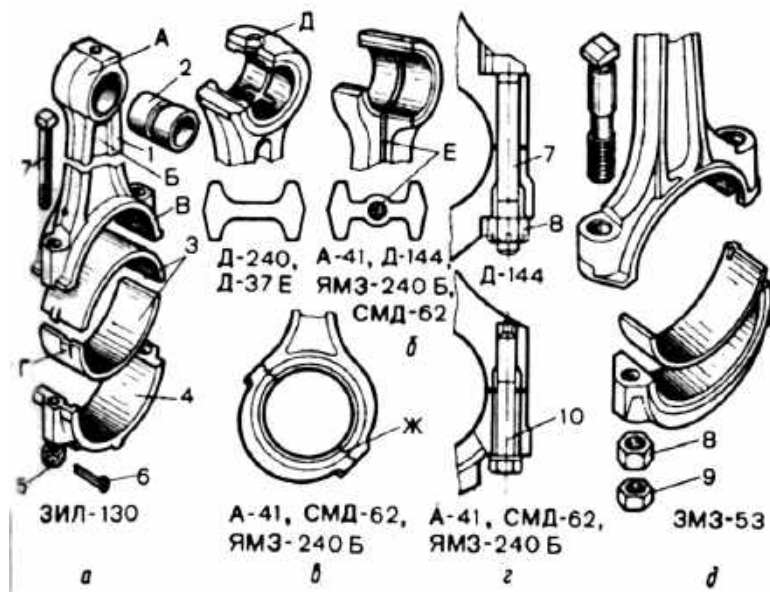


Рис. 4. Шатун і шатунні підшипники.

а — шатун та його деталі; б — переріз стержня шатуна; в — косе розняття нижньої головки шатуна; г — способи фіксації кришки шатуна; 1 — шатун; 2 — втулка; 3 — вкладиші; 4 — кришка головки; 5 — корончаста гайка; 6 — шпінт; 7 — шатунний болт; 8 — гайка; 9 — контргайка; 10 — болт

У верхню головку А (рис. 4) для зменшення тертя з поршневим пальцем запресована бронзова чи біметалева втулка 1, на якій є кільцева канавка і радіальні отвори. У верхній головці шатунів двигунів Д-240, 3МЗ-53, ЗІЛ-130 і КамАЗ-740 просвердлено отвір Д з широкою фаскою для вловлювання крапель масла. В деяких двигунах масло подається до пальця по каналу в стержні шатуна із його нижньої головки.

Стержень. Б двотаврового перерізу, надає шатуну міцності і жорсткості при найменшій масі. На нижній головці шатуна є кришка; кінцевий обробіток шатуна проводять разом з нею, тому кришки шатуна замінити не можна. Поршень складений із шатуном без кришки виймають і встановлюють через циліндр. Якщо розмір нижньої головки великий і вона не може пройти через циліндр, тоді розріз виконують з нахилом до осі шатуна (А-41, СМД-60, ЯМЗ-240Б). Поверхня розняття може бути гладенькою або з трикутними шліцами. Вони фіксують кришку відносно головки і розвантажують шатунні болти від згинаючих сил. Для фіксації кришки використовують також штифти. Потовщення і ребро надають кришці жорсткість. Шатунні болти і гайки затягують так, щоб зусилля в болтах у 2—3 рази перевищувало силу, яка розтягує їх при роботі. Тертя в нарізному з'єднанні утримує ці деталі від самовідгвинчування.

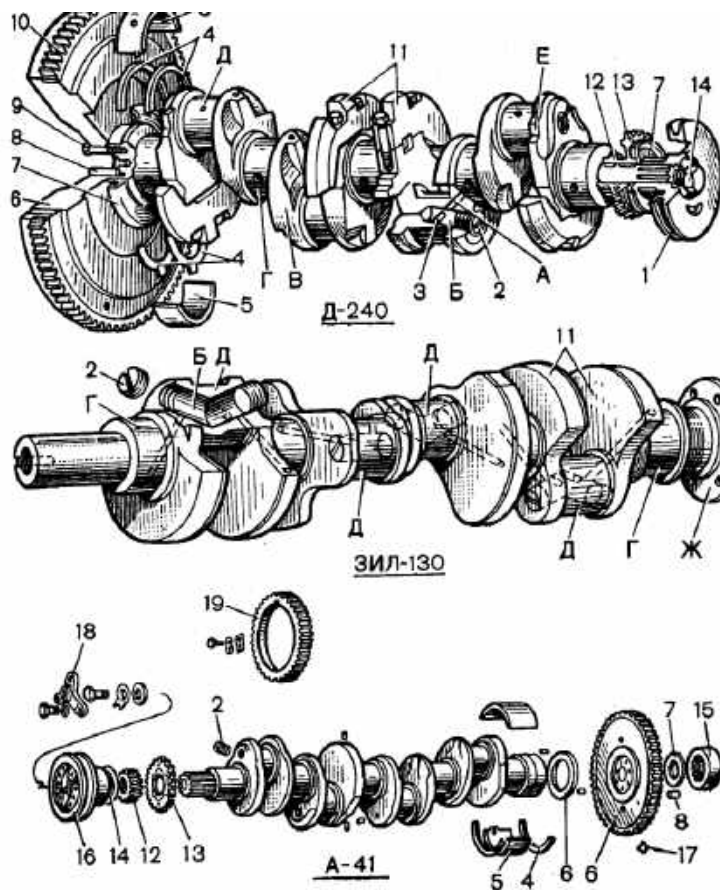
У нижній головці шатуна та його кришці розміщений підшипник ковзання. Він утворений двома вкладишами 3 товщиною 1,5—3 мм, виготовлений із сталеної стрічки, вкритої антифрикційним сплавом. Тонкий шар сплаву, повернений до шатунної шийки, при нормальному мащенні знижує тертя, витримує великі навантаження і має високу стійкість проти спрацювання. Вкладиші утримуються за рахунок щільної посадки в шатуні і зафіксовані вусиками Г, які входять у виточки нижньої головки шатуна та її; кришки. У верхньому вкладиші шатуна з каналом в стержні для масла є отвір, розміщений проти цього каналу.

Між шатунною шийкою і підшипником повинен бути зазор для масляної плівки. На нижній головці і кришці шатуна ставлять номер спареності, а на кришці, крім того,— порядковий номер циліндра і масу шатуна.

КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ І МАХОВИК

Колінчастий вал сприймає зусилля, що передаються кожним шатуном при такті робочого ходу, перетворює ці зусилля в крутний момент, який передається через маховик на трансмісію трактора або автомобіля. Колінчастий вал виготовляють із сталі або із високоміцного чавуну (ЗМЗ-53, СМД-18Н). Він складається з шатунних Д (рис. 5) і корінних (опорних) Г шийок, щік В, носка (передньої частини) і хвостовика (задньої частини). Корінні і шатунні шийки разом із щоками утворюють кривошипи.

У валів рядних двигунів шатунних шийок стільки ж, скільки шатунів, у V-подібних — вдвоє менше, оскільки з кожною шийкою з'єднані два шатуни (по одному з кожного ряду циліндрів). Відцентрові сили шатунних шийок зменшують, виконуючи їх пустотілими, а порожнини Б використовують для відцентрового очищення масла, що надходить до шатунного підшипника. У шийках зроблені радіальні отвори, в які вставлені трубки для забору масла із центра порожнини. В шатунних шийках V-подібних двигунів просвердлено по два отвори (кожен для свого шатуна).. Корінні, шатунні шийки вала піддають поверхневому загартуванню струмами високої частоти (СВЧ) на глибину 3—6мм, а потім шліфують і полірують. У шийках і щоках просвердлені канали А для підведення масла: із блока — до корінних шийок, від них до порожнин Б (грязевловлювачів) і далі через радіальні отвори — до шатунних підшипників. Грязевловлювачі очищають через нарізні отвори, вигвинтивши заглушку, яку фіксують за допомогою шплінта чи кернуванням.



Перехід від шийок до шік плавний і називається галтеллю. Галтелі зменшують напруження металу в місці переходу.

Всі частини колінчастого вала зрівноважені відносно його осі. Під час роботи двигуна відцентрові сили, що виникають при обертанні кривошипів і нижніх частин шатунів, навантажують корінні підшипники. Для зменшення дії цих сил (при великій частоті вони значні) на валах багатьох двигунів зроблені противаги, розміщені на щоках з боку, протилежного шатунним шийкам.

Рис 5 . Колінчасті вали із спряженими деталями:

1—шків; 2— пробка; 3 — трубка; 4 — упорні півкільця; 5 — вкладиші корінного підшипника; 6 — маховик; 7—масловідбивач; 8 — установочний штифт; 9 — болт кріплення маховика; 10 — зубчастий вінець; 11 — противаги; 12 — шестірня колінчастого вала; 13 — ведуча шестірня привода масляного насоса; 14 — болт для провертання вала; 15 — роликовий підшипник; 16 — маслянка каналу підведення масла до підшипника; 17 — штифт фіксації півкільця; 18 — храповик; 19 — шестірня привода врівноважувального механізму

На носку колінчастого вала закріплені одна або дві шестірні, масловідбивач, шків і храповик (в дизелях А-41, ЗМЗ-53, ЗИЛ-130) або болт (Д-240) з шестигранною головою для провертання колінчастого вала. В дизелях СМД-62, ЯМЗ-240Б і КамАЗ-740 шестірня привода розподільного механізму встановлена на хвостовику колінчастого вала.

За заднім корінним підшипником є гребінь, а також маслосгінна різьба (ЗМЗ-53) або накатка (ЗИЛ-130). На хвостовику вала або його фланця установочними штифтами 8 і болтами 9 закріплений маховик. В торці хвостовика всіх двигунів (крім Д-240 і ЯМЗ-240Б) виконано гніздо для підшипника ведучого вала трансмісії.

Осьове переміщення колінчастого вала в блоці (або картері) обмежується фіксованими півкільцями 4. Вони розміщені тільки в одній опорі: по боках заднього (А-41, Д-240, СМД-60, КамАЗ-740), переднього (ЯМЗ-240Б, ЗМЗ-

53, ЗИЛ-130) або середнього (СМД-18Н, Д-144) корінного підшипника. Таке кріплення не заважає валу подовжуватися при тепловому розширенні.

На кінцях колінчастого вала, в місцях виходу із блока, установлені маслорозбійники 7, а в передніх і задніх корпусах — ущільнювачі.

КОРПУС ДВИГУНА. ЦИЛІНДРИ

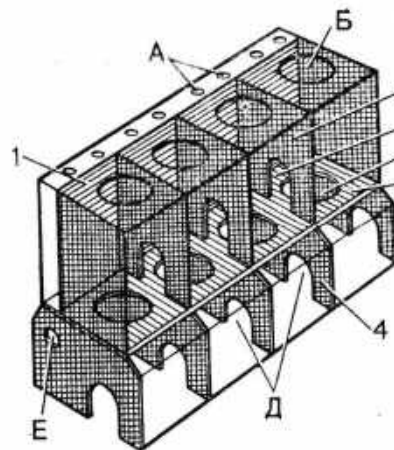
Корпус (остов) двигуна складається із нерухомих частин, до яких зсередини і зовні прикріплені деталі його механізмів і агрегати. Частина, що об'єднує всі циліндри, називається **блоком циліндрів**, а замкнена порожнина, в якій обертається колінчастий вал і знаходиться масло для мащення механізмів, — **картером**. У двигунів рідинного охолодження ці дві частини мають вигляд одного виливку, що називається **блок-картером**. Зверху він

Рис.6. Схема блок-картера дизеля рідинного охолодження:

1 — вертикальна поздовжня перегородка; 2 — вертикальна поперечна перегородка; 3 — горизонтальна перегородка; 4 — вертикальна нижня перегородка

закритий головкою циліндрів, знизу — піддоном

картера, спереду — корпусом (картером) розподільних шестерень, а ззаду — картером маховика.



Підвіска двигуна. Корпус двигунів різних моделей опирається на раму машини через еластичні гумово-металеві амортизатори. Вони знижують шкідливий вплив вібрації двигуна на водія та машину, а також запобігають перевантаженню корпусу двигуна, яка може виникнути внаслідок перекосу рами.

Корпус двигуна невеликої маси (наприклад, Д-21А самохідного шасі Т-16М) ззаду жорстко приєднаний до корпусу трансмісії, а спереду опори не має. Таке кріплення називається **консольним**.

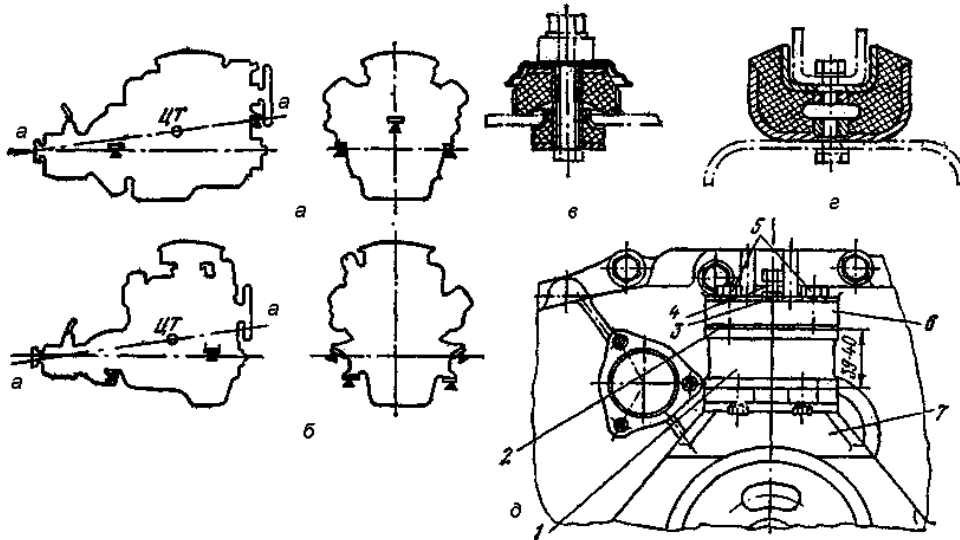


Рис. 7. Схеми підвіски і пружних елементів опор автомобільних і тракторних двигунів:

а — триточкова підвіска; б — чотириточкова підвіска; в — пружний елемент для поглинання вертикальних коливань; г — пружний елемент із підвищеною твердістю в горизонтальній площині; (а — а) — вісь коливання; ЦТ — центр ваги; д — передня підвіска дизеля Д-240; 1 — амортизатор; 2 — регулювальні прокладки; 3 — контргайка; 4 — регулювальний болт; 5 — болт кріплення; 6 — кронштейн кришки розподілу; 7 — передня опора.

Блок-картер (блок) відлитий із сірого чавуну, а у двигуна ЗМЗ-53 (автомобіль ГАЗ-53) — із алюмінієвого сплаву. В ньому виконані внутрішні перегородки. Через отвори Б (рис. 6) верхньої стінки і Г перегородки 3 в блок установлені циліндри двигуна. Перегородки 2 з виїмками В ділять верхню частину блока на порожнини, призначені для охолодної рідини (води), які названі в о д я н о ю сорочкою. Перегородка 1 відокремлює ці порожнини від камери штанг розподільного механізму. Перегородки 4 надають блоку більшої жорсткості. Виїмки Д цих перегородок, а також передньої і задньої стінок закриті знизу кришками і утворюють постелі, в яких розміщені корінні підшипники колінчастого вала.

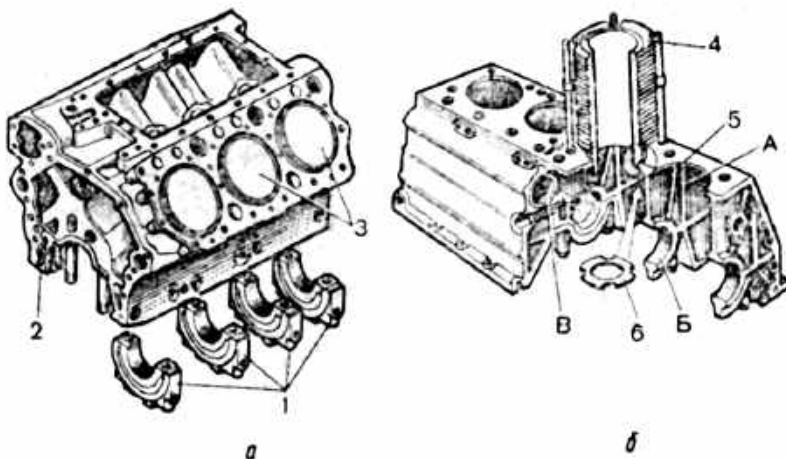


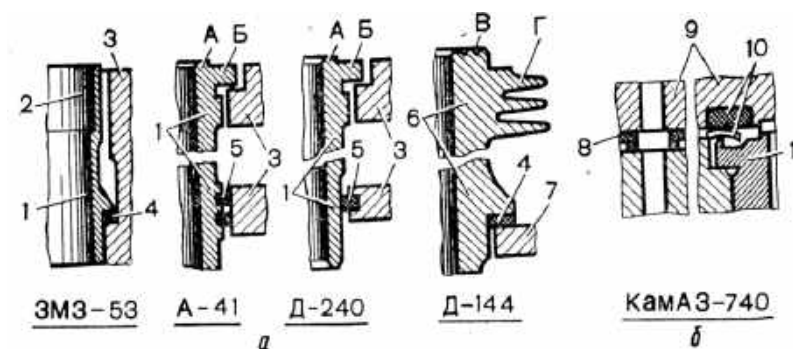
Рис. 8. Блок-картер дизеля рідинного охолодження СМД-62 (а) і картер з циліндром дизеля повітряного охолодження Д-144 (б):

1 — кришки корінних підшипників; 2 — блок-картер; 3 — гільзи циліндрів; 4 — циліндр з брами; 5 — картер дизеля; 6 — ущільнювальне кільце

Паралельно йому в отворах Е блока розміщується вал газорозподільного механізму, а в отворах А — його штовхачі. Такий блок-картер мають рядні двигуни. Форма блока дворядних двигунів — більш складна, V-подібна (рис. 8, а). В блоках двигунів відлиті канали для надходження охолодної рідини до водяної сорочки, просвердлені отвори і канали для підведення масла до тертьових поверхонь деталей.

Щоб кріпити зовнішні деталі, в блоці є оброблені приливи і площадки з нарізними отворами.

Циліндр. В ньому переміщується поршень і відбуваються процеси робочого циклу двигуна. Внутрішня його поверхня для зменшення тертя і



кутом до осі гільзи.

спрацювання відшліфована і відполірована до високого класу шорсткості і називається дзеркалом циліндра на дзеркалі циліндра дизеля КамАЗ-740 знаходяться западини і площадки, розміщені під

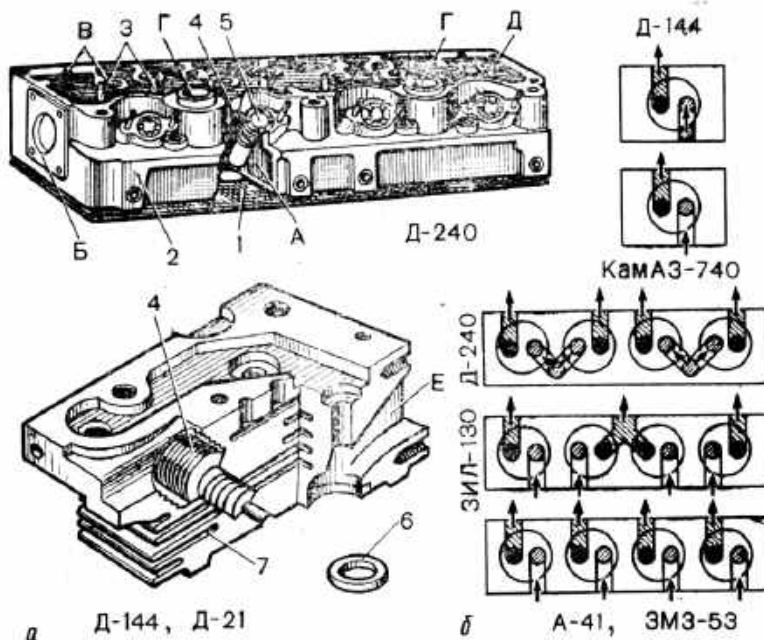


Рис. 9. Розріз бокової поверхні циліндрів (а) і схема ущільнення верхньої частини гільзи (б):

1 — гільза циліндра; 2 — вставка; 3 — блок циліндрів; 4 — ущільнювальна прокладка; 5 — гумове кільце; 6 — циліндр повітряного охолодження; 7 — картер дизеля; 8 — ущільнення водомасляного стику; 9 — головка циліндра; 10 — ущільнення газового стику.

У двигунах повітряного охолодження

(Д-144 і Д-21А) немає блока циліндрів. Кожен циліндр 4 (рис. 8, б) окремо прикріплений до чавунного картера 5, в якому розміщені колінчастий і розподільний вали.

При роботі дизеля масло утримується у западинах, поліпшуючи припрацювання поршня з кільцями по гільзі.

Рис.10. Головка циліндрів (а) і схема розміщення впускних каналів в головках циліндрів (б): 1 – прокладка головки циліндрів; 2 – головка циліндрів; 3 – втулки клапанів; 4 – стакан форсунки; 5 – гайка стакана; 6 – сідло клапана;

У всіх двигунах рідинного охолодження, що вивчаються, кожен циліндр окремо відлитий із високоміцного чавуну і називається циліндровою гільзою. Її встановлюють в блок зверху. Бурт Б (рис. 9) входить у виточку блока 3 (виступаючи над ним на соті частки мм) і через прокладку щільно притискується до нього головкою циліндрів. Кільцевий виступ А запобігає обгорянню прокладки.

Водяна сорочка блока утворюється між його стінками і зовнішньою поверхнею гільз, які в такому випадку називаються мокримми. У автомобільних двигунах ЗМЗ-53 і ЗИЛ-130 у верхню частину мокрої гільзи запресована коротка вставка 2, що не омивається рідиною (суха), яка виготовлена із високоміцного антикорозійного чавуну. Така конструкція гільзи циліндра подовжує строк служби двигуна. Нижня частина гільзи зовні оброблена на конус і вільно входить в нижній отвір блока, але ущільнена одним (Д-240) або двома гумовими кільцями круглого перерізу. Їх розміщують в канавках гільзи або блока. Таке ущільнення дає можливість гільзі при нагріванні подовжуватися без порушення герметичності водяної сорочки. Інколи (в дизелях А-41 і ЯМЗ-240Б) вище цих кілець в широку канавку гільзи вкладають антикавітаційне гумове кільце прямокутного перерізу. (Кавітація — місцеве утворення бульбашок пари, її тиск різко підвищується, що може призвести до утворення раковин на поверхні гільзи циліндра.) Гільза циліндра двигуна ЗМЗ-53 ущільнена в блоці мідною прокладкою 4.

Залежно від внутрішнього діаметра гільзи сортують на розмірні групи, полегшуючи тим самим підбір необхідного зазору між циліндром і поршнем. Позначення групи (Б, С, М) нанесено на верхньому торці.

Циліндри двигуна повітряного охолодження також відлиті із високоміцного чавуну, але для кращої тепловіддачі мають зовні ребра. Нижньою обробленою поверхнею такий циліндр ставлять на картер дизеля, прокладаючи між ними мідне кільце 4, і притягують до нього разом з головкою за допомогою гайок анкерних (силових) шпильок, вгвинчених в картер. На верхньому торці циліндра виконані дрібні кільцеві виступи В, які заглиблюються в метал головки циліндра, забезпечуючи ущільнення між цими деталями без прокладки.

Головка циліндра разом з його стінками і днищем поршня утворює камеру згоряння. У двигунах рідинного охолодження головка циліндрів 2 (рис. 10, а) являє собою виливок з чавуну або алюмінієвого сплаву (ЗМЗ-53, ЗИЛ-130, Д-144, КамАЗ-740). Вона закриває циліндр або ряд циліндрів.

Головку циліндрів ЗИЛ-130 піддають лазерному зміцненню, яке збільшує термін її служби.

У головці циліндрів розміщені клапани розподільного механізму і форсунки (або іскрові свічки запалювання). У карбюраторних двигунах в ній же виконані камери згоряння.

Всередині головки є канали і водяна сорочка. Охолоджувальна рідина підводиться до найбільш нагрітих місць головки — перемичок між сідлами клапанів і до місць розміщення форсунок, а також до інших нагрітих поверхонь цієї деталі. У нижній обробленій поверхні головки виконані отвори (для шпильок або болтів кріплення головки до блока, штанг, форсунок або іскрових свічок запалювання, протікання рідини із водяної сорочки блока) і розточені гнізда для клапанів.

На всіх наведених двигунах (крім Д-240) в гнізда випускних або всіх клапанів запресовані кільця із жаростійкого чавуну. Вони служать сідлами головок клапанів. Для кращого сумішоутворення в циліндрі повітря, що надходить в нього, надають вихрового руху. Для цього в сідлах випускних клапанів виконані козирки (СМД-60, СМД-62) або випускним каналам головки надають гвинтову форму (КамАЗ-740, СМД-18, Д-245, ЗІЛ-130).

Герметичність прилягання головки циліндрів до блока досягається встановленням між ними жаростійкої прокладки, найчастіше із азбостального полотна. Вона перешкоджає виходу газів із циліндрів назовні і витоку охолоджувальної рідини з водяних сорочок.

На дизелі КамАЗ-740 встановлено комбіноване ущільнення, його металічні кільця (див. рис. 4) запобігають виходу газу, а гумова прокладка — витіканню охолодної рідини і масла.

Головка циліндрів прикріплена до блока шпильками з гайками або болтами (ЗІЛ-130, КамАЗ-740).

Головка циліндра двигунів повітряного охолодження для кращого відведення теплоти виконана з ребрами. В неї вгвинчена стальна втулка для кріплення форсунки, а в розточках під клапани запресовані чавунні сідла.

Зверху в головку циліндрів запресовані чавунні або металокерамічні напрямні втулки клапанів.

Маховик. Обертаючись разом з колінчастим валом, він акумулює (нагромаджує) кінетичну енергію, яка витрачається для виведення кривошипно-шатунного механізму з мертвих точок, полегшує пуск двигуна, зменшує нерівномірність обертання колінчастого вала, допомагає подолати підвищення навантаження при рушанні з місця машинно-тракторного агрегату або автомобіля, полегшує подолання короткочасних перевантажень.

Маховик відлитий з чавуну, розміри його залежать від частоти обертання вала і кількості циліндрів (чим більші ці параметри, тим маховики легші). На ободі закріплений стальний зубчастий вінець для обертання вала пусковим пристроєм.

У маховиках деяких двигунів є отвори для провертання колінчастого вала, канали для підведення масла до підшипника розміщеного в торці вала; мітки, глухі отвори чи паз для визначення ВМТ поршня першого циліндра або моменту початку подачі палива (Д-240 і КамАЗ-740). Маховик встановлений на

хвостовику колінчастого вала (А-41, Д-144, КамАЗ-740), на його фланці (СМД-62, СМД-18Н, ЗИЛ-130» ЗМЗ-53) або маточині (ЯМЗ-240Б). Маховик відносно колін вала зафіксований установочними штифтами і закріплений болтами. В усіх двигунах (крім ЯМЗ-240Б) на задній площині маховика встановлено зчеплення — частина трансмісії трактора або автомобіля.

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. Із яких матеріалів виготовляють поршні? 2. Які позначки наносять на днище поршня? 3. Яку форму має шатун у перерізі? 4. Поверхню якого компресійного кільця покривають шаром пористого хрому? 5. З якою метою на колінчастому валу закріплюють противаги? 6. Які деталі обмежують осьове переміщення колінчастого вала? 7. Із яких матеріалів виготовляють блок-картери автомобільних і тракторних двигунів? 8. Дайте визначення терміна „дзеркало циліндра” 9. Яку гільзу називають мокрою? 10. За допомогою яких деталей досягається герметичність прилягання головки циліндрів до блока? 11. Яке призначення має маховик? 12. В чому полягає різниця закритої і відкритої системи вентиляції картера?

МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ.

Питання

- 1.Класифікація механізмів газорозподілу.
- 2.Оцінка конструктивних параметрів механізмів газорозподілу
- 3.Фази газорозподілу.
- 4.Деталі газорозподільного механізму
- 5.Декомпресійний механізм
6. Гідрокомпенсатори

1. Конспект лекції.

Механізм газорозподілу являє собою сукупність обладнання, яке здійснює газообмін у двигуні, тобто очищення робочої порожнини циліндра від продуктів згоряння та наповнення його свіжим зарядом. Це обладнання складається з органів газорозподілу та їх приводів, що забезпечують дію органів газорозподілу в потрібні періоди часу по ходу робочого циклу двигуна.

У чотиритактних двигунах, як у впускних, так і у випускних органах газорозподілу, застосовують клапанні механізми.

Для двотактних двигунів характерним є віконно-золотниковий газорозподіл. В автотракторному двигунобудуванні цей тип механізмів обмежений використанням їх на допоміжних двигунах у деяких системах пуску (двигуни ПД-8, ПД -10У, П-350).

Позитивні властивості клапанного газорозподілу такі: експлуатаційна стабільність і ремонтне пристосування клапанного з'єднання й деталей приводу, забезпечення високої паливної економічності.

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕХАНІЗМІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ.

По кількості клапанів на один циліндр:

одноклапанні (двотактні дизелі), дво-, три-, чотири- та п'ятиклапанні;

По розміщенню клапанів:

нижнє (бокове) розміщення клапанів (ГАЗ-52 і ін.), верхнє.

По розміщенню валамеханізма газорозподілу:

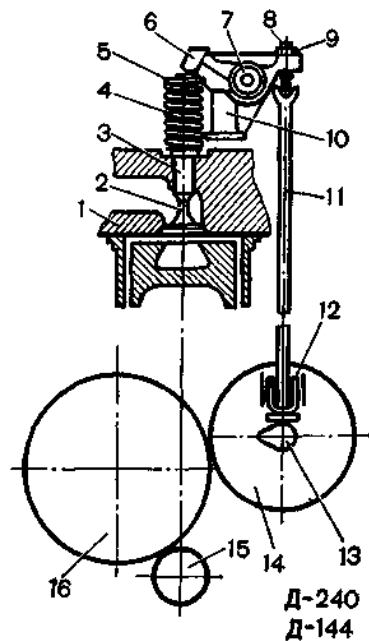
нижнє (в картері) або верхнє (в головці блока).

По способу приведення в обертальний рух валамеханізма газорозподілу:

через шестерні, зубчатим ременем, ланцюговою передачею, двома конічними передачами і валом.

В разі нижнього розміщення клапани містяться в блоці циліндрів. При відносній простоті приводу істотним недоліком нижньоклапанних механізмів є великий опір впускних і випускних каналів, що знижує якість процесів газообміну, а також нераціональна (з погляду втрат теплоти) форма камери згоряння. Значні надпоршнєві об'єми зумовлюють неможливість форсування двигуна за ступенем стиску. У зв'язку з цим галузь застосування нижньоклапанних механізмів обмежена тільки карбюраторними двигунами із ступенями стиску, що не перевищують $\varepsilon = 6\text{—}7$.

Газорозподільний механізм з **верхнім розміщенням клапанів**. Колінчастий вал через шестерні 15, 16 і 14 (рис. 1) обертає розподільний вал 13. Виступ кулачка вала піднімає штовхач 12 разом із штангою 11; коромисло 6 повертається на осі і опускає клапан 2, стискаючи його пружину. При дальшому повороті вала виступ кулачка виходить із-під штовхача, тиск на клапан припиняється, і він під дією стисненої пружини піднімається у втулці 3, щільно закриваючи отвір головки циліндра.



За один робочий цикл чотиритактного двигуна, тобто за два оберти колінчастого вала, клапани повинні відкривати і закривати отвори головки циліндрів тільки один раз. При цьому розподільний вал робить один оберт, оскільки шестірня на розподільному валу має в 2 рази більше зубів, ніж шестірня на колінчастому валу.

Рис 1. Схема розподільного механізму: 1 — головка циліндра; 2 — клапан; 3 — напрямна втулка; 4 — пружина; 5 — опорна тарілка пружини; 6 — коромисло; 7 — вісь коромисла; 8 — регулювальний гвинт; 9 — контргайка; 10 — стояк осі коромисла; 11 — штанга; 12 — штовхач; 13 — розподільний вал; 14 — шестірня розподільного вала; 15 — шестірня колінчастого вала; 16 — проміжна шестірня

У чотиритактних двигунах частота обертання розподільного вала вдвічі менша від частоти обертання колінчастого вала, оскільки за два оберти останнього, впродовж яких відбувається робочий цикл, клапани в кожному циліндрі відкриваються і закриваються один раз.

При закритому клапані між його стрижнем і коромислом повинен бути зазор, значення якого для різних двигунів перебуває в межах 0,2—0,5 мм. Цим забезпечується щільна посадка головки клапана в гніздо в разі подовження деталей від нагрівання. Потрібне значення зазору встановлюють регулювальним гвинтом 8.

Розглянута схема характерна для дизелів, а також для карбюраторних двигунів з частотою обертання колінчастого вала двигуна до 3500—4000 хв⁻¹. Підвищення швидкохідності двигуна зумовлює зростання сил інерції деталей приводу, що може порушувати їх нормальну роботу. Високообертові двигуни обладнують, як правило, розподільними валами, розміщеними в головці блока (рис. 2). При цьому виключається використання штанг, а приведення розподільного вала здійснюється ланцюгом або зубчастим пасом. Кулачки розподільного вала діють на клапани безпосередньо (див. рис. 2, а) або через натискні важелі (див. рис. 2, б). Верхнє розміщення розподільного вала внаслідок незначної інерційності механізму приводу дає змогу працювати двигуну з частотою обертання колінчастого вала до 6000—7000 хв⁻¹.

Число і взаємне розміщення клапанів визначається умовами якісного перебігу процесів газообміну. Сучасні автотракторні двигуни зазвичай мають

органи газорозподілу, що містять два клапани на один циліндр — один впускний і один випускний. Така система називається двоклапанною, а можливі схеми її компоновання у головці циліндрів наведені на рис. 3.

Штриховими лініями позначене розміщення впускних і випускних каналів. Найчастіше ці канали спрямовані в різні боки. Виведення каналів в один бік ускладнює конструкцію головки, однак забезпечує можливість підігрівання свіжого заряду у впускній системі, що для карбюраторних двигунів може поліпшувати умови сумішоутворення.

Збільшення діаметра клапанів позитивно впливає на перебіг процесів газообміну, однак призводить до зниження надійності нижньої плити головки циліндрів, де у міжклапанній перемичці (див. рис. 3, зона *A*) під

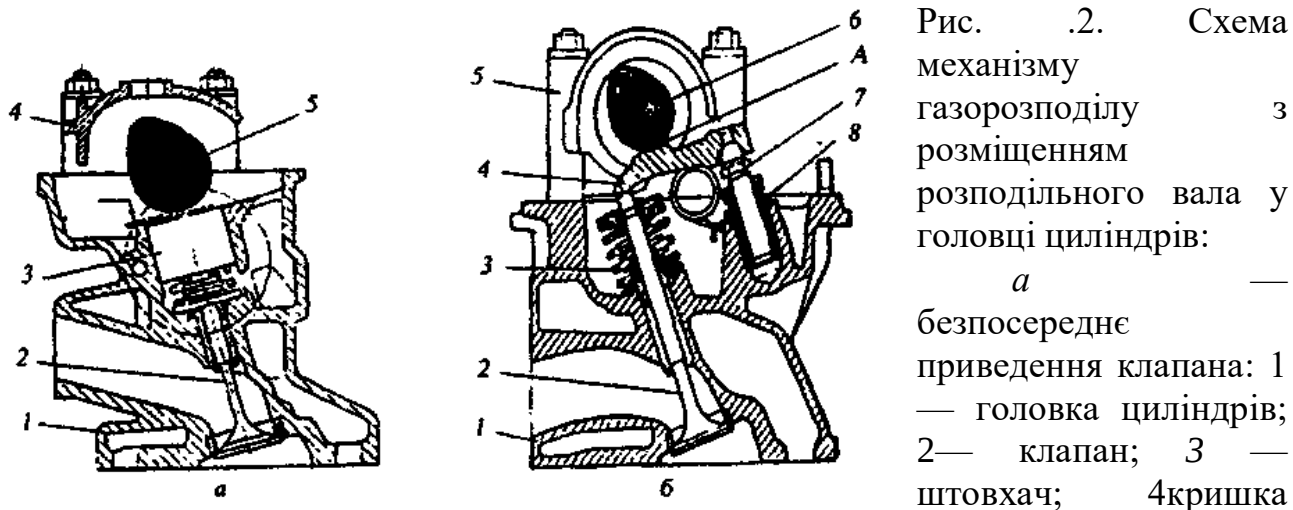


Рис. 2. Схема механізму газорозподілу з розміщенням розподільного вала у головці циліндрів:
a — безпосереднє приведення клапана: 1 — головка циліндрів; 2 — клапан; 3 — штовхач; 4 — кришка підшипників; 5 — кулачок; *A* — зазор між кулачком і штовхачем;
б — приведення клапана одноплечим важелем: 1 — головка циліндрів; 2 — клапан; 5 — маслорозбивальний ковпачок; 4 — важіль клапана; 6 — корпус підшипників розподільного вала; 7 — регулювальний болт; 8 — контргайка болта; *A* — зазор між важелем і кулачком розподільного вала.

підшипників: 5 кулачок; *A* — зазор між кулачком і штовхачем; *б* — приведення клапана одноплечим важелем: 1 — головка циліндрів; 2 — клапан; 5 — маслорозбивальний ковпачок; 4 — важіль клапана; 6 — корпус підшипників розподільного вала; 7 — регулювальний болт; 8 — контргайка болта; *A* — зазор між важелем і кулачком розподільного вала.

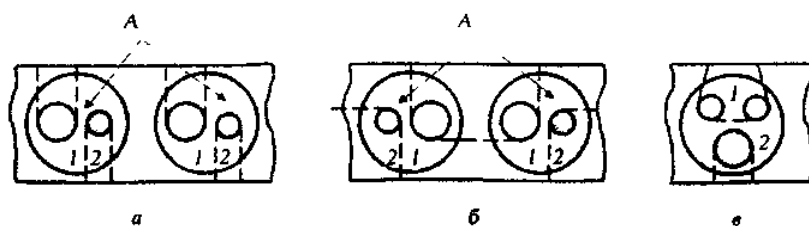


Рис. 3. Схеми розміщення клапанів у головці циліндрів:

a, б — двоклапанна; *в* — триклапанна. 1 — впускні клапани, 2 — випускні клапани, *A* — міжклапанна перемичка

впливом високих силових і температурних навантажень з часом можуть з'являтися тріщини, відколи. Для запобігання цьому дефекту діаметр випускного клапана зазвичай роблять меншим, ніж впускного. При цьому якість очищення циліндра не погіршується, оскільки швидкість витікання випускних газів, що мають високу температуру (800—1000 К), більша від швидкості відносно холодного свіжого заряду.

Деякі фірми (BMW, Джон-Дір та ін.) використовують на окремих моделях три- і чотириклапанну схеми. Конструкція з трьома клапанами

передбачає два впускних і один випускний клапани (див. рис. 3, в); чотири клапанна — два впускних і два випускних клапани. Незважаючи на поліпшені показники процесів газообміну внаслідок значного ускладнення конструкції приводу ці схеми не набули значного поширення.

ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМІВ ГАЗОРОЗПОДІЛУ

Якість процесів газообміну вирішальним чином залежить від прохідного перерізу клапанів і тривалості їх відкриття.

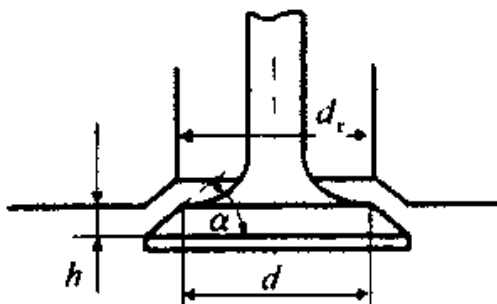


Рис.4. Конструктивні параметри клапана.

Основними конструктивними параметрами клапанного механізму є діаметр клапана d і висота його підйому h (рис. 4). Площа прохідного перерізу клапана з конічним сідлом визначається як поверхня зрізаного конуса і за умови рівності діаметра

горловини каналу її діаметру клапана A може бути подана у вигляді

$$f_{\text{кл}} = \pi d h \cos \alpha$$

де α — кут при основі конуса головки клапана.

Значення діаметра клапана залежать від компонування механізму газорозподілу і визначаються в основному діаметром циліндра. Величина змінюється в межах: для впускних клапанів

$$d = 0,35 \dots 0,45 D;$$

для випускних клапанів

$$d = 0,30 \dots 0,4 D$$

В автотракторних двигунах застосовують клапани з кутами фаски $\alpha = 30^\circ$ і $\alpha = 45^\circ$. Клапани з кутом фаски 45° мають більшу жорсткість, краще розміщуються в головці циліндрів, відзначаються меншим гідравлічним опором. До переваг клапанів з кутами фаски 30° належать: забезпечення більшого прохідного перерізу і меншого питомого навантаження на фаску клапана.

При повністю відкритому клапані потрібно, щоб швидкість газів у горловині головки і прохідному перерізі клапана була однаковою, тобто щоб їхні площі дорівнювали одна одній. Враховуючи цю умову, висоту повного відкриття клапана можна приблизно визначити за виразом

$$h = d / (4 \cos \alpha)$$

Насправді показники процесів газообміну поліпшуються при відкриванні клапана трохи більших, ніж визначені за цією формулою. Уточнення значень підйому клапана слід робити з урахуванням сил, що діють у клапанному механізмі. При цьому з'являється можливість оцінити як кінематичні, так і динамічні якості практично всіх деталей механізму газорозподілу.

Основними силами, що навантажують деталі механізму, є сили тиску газів на головку клапана, сили інерції деталей, які рухаються, і сили пружини.

Реакції в з'єднаннях деталей, їх маса й сили тертя незначні, і ними можна знехтувати.

Сили тиску на головку клапана залежать від параметрів робочого циклу двигуна і можуть бути визначені за його індикаторною діаграмою. У період усіх процесів, крім впуску, сили тиску газів спрямовані на головку клапана і забезпечують додаткові зусилля, що притискають клапан до сидла.

Характер руху клапана, його швидкість і прискорення, а отже, сили, інерції всіх рухомих деталей механізму залежать від профілю кулачка розподільного вала.

У сучасних двигунах з клапанним механізмом газорозподілу застосовують кулачки з опуклим, тангенціальним та увігнутим профілем, а також безударні кулачки. Опуклий профіль утворений дугами кіл кількох радіусів і може працювати зі штовхачами будь-яких типів. Тангенціальний профіль утворений двома прямими і дугою кола. Кулачок з цим профілем не може бути використаний з плоским штовхачем. Увігнутий профіль працює тільки з роликовим штовхачем і може забезпечувати йому стале прискорення.

У разі верхнього розміщення розподільний вал приводиться в дію ланцюгом (як правило, це дворядний втулково-роликовий ланцюг) або зубчастим пасом (рис. 5, рис. 6.) Установлення розподільного вала при такому приводі також здійснюють за позначками, що є на шестірнях колінчастого вала, розподільного вала та на відповідних деталях блока й головки циліндрів.

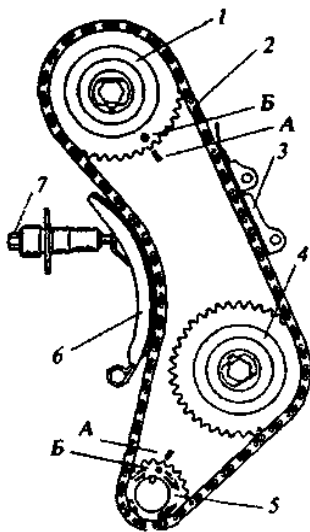


Рис. 5. Схема приводу розподільного вала за допомогою ланцюга:

1 — зірочка розподільного вала (ведена); 2 — втулководоликовий ланцюг; 3 — заспокоювач ланцюга; 4 — зірочка приводу масляного насоса; 5 — зірочка колінчастого вала (ведуча); 6 — башмак натяжного пристрою; 7 — натяжний пристрій; А, Б — установлювальні позначки

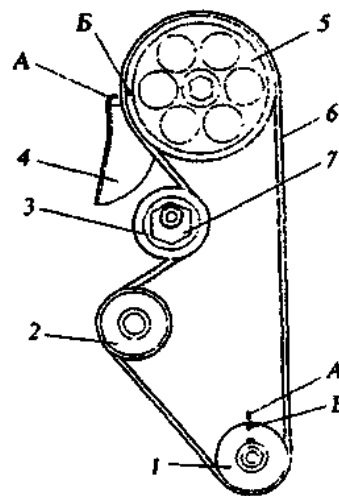
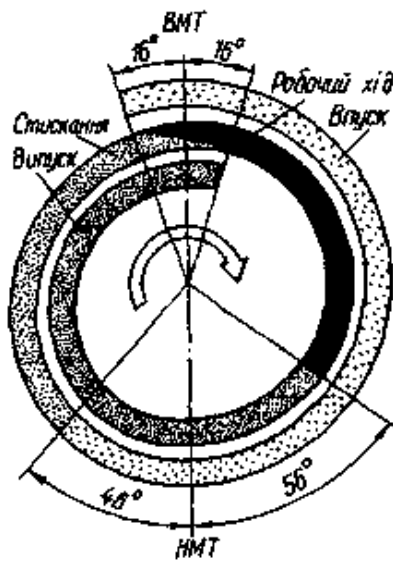


Рис. 6. Схема приводу розподільного вала за допомогою зубчастого пасу: 1 — зубчастий шків колінчастого вала (ведучий); 2 — шків приводу охолоджувального насоса; 3, 7 — натяжний пристрій; 4 — кронштейн кожуха пасу; 5 — шків розподільного вала; 6 — зубчастий пас; А, Б — установлювальні позначки

У конструкції приводу обов'язково є пристрої, що дають змогу в процесі експлуатації або під час технічного огляду забезпечувати натяг ланцюга чи паса.

ФАЗИ ГАЗОРОЗПОДІЛУ.



При розгляді принципу дії двигуна припускається, що відкриття впускного і закриття випускного клапанів відповідає положенню поршня у ВМТ і НМТ. Але межі відкритого й закритого стану клапанів дещо інші.

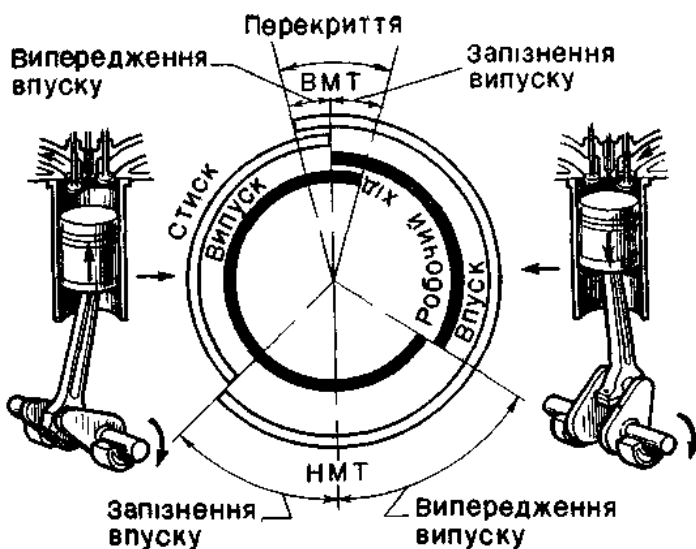
Від ступеня наповнення циліндрів свіжим зарядом і звільнення їх від відпрацьованих газів залежить потужність двигуна. Щоб поліпшити наповнення циліндрів, впускні клапани відкриваються ще до приходу поршнів у ВМТ, тобто з випередженням. Завдяки тому, що при значній частоті обертання колінчастого вала двигуна такт впуску повторюється надто часто, у впускному каналі створюється напірний ефект і повітря надходить у циліндр, незважаючи на те, що поршень рухається до ВМТ. За тих же обставин наповнення циліндра продовжується через впускний клапан ще певний час після проходження поршнем НМТ.

Випускний клапан відкривається перед приходом поршня у НМТ: рештки продуктів згоряння витісняються з циліндра завдяки тому, що тиск всередині більший, ніж зовні. Рухаючись знову до ВМТ, поршень виштовхує залишки продуктів згоряння.

Закривається випускний клапан після проходження поршнем від ВМТ певного шляху: продукти згоряння видаляються в атмосферу за інерцією і відсмоктувальною дією газів, що виходять через випускний колектор з інших циліндрів.

Моменти відкривання і закривання клапанів визначають кутами повороту колінчастого вала, що відповідають положенню поршня відносно ВМТ і НМТ.

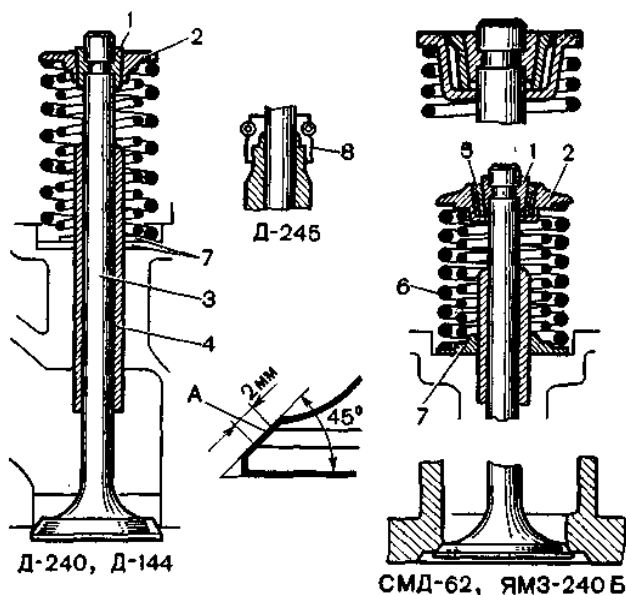
Рис. 8. Діаграмафаз газорозподілу двигуна Д-245



Тривалість відкритого стану клапанів, виражена у градусах повороту колінчастого вала відносно мертвих точок, називають фазами газорозподілу і характеризують круговою діаграмою (рис. 8).

Отже, у кінці такту випуску і на початку такту впуску обидва клапани певний час відкриті разом. Це сприяє кращому очищенню циліндра від продуктів згоряння і наповненню його свіжим зарядом.

Кут повороту колінчастого вала, протягом якого відкриті обидва клапани, називають **кутом перекриття фаз**.



ДЕТАЛІ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

Клапани працюють в умовах високих температур і тисків, тому їх виготовляють із жаростійких сталей. Клапан складається із стержня і головки з фаскою А (рис. 8), звичайно нахиленою під кутом 45° . Для поліпшення наповнення циліндра повітрям або паливною сумішшю, діаметр головки впускних клапанів більший, ніж у випускних. Тому в деяких двигунах (СМД-62) зменшують кут нахилу фаски (до

30°) до площини головки.

Рис.8. Клапанні механізми дизелів:

1 — сухарі; 2 — тарілка пружини; 3 — клапан; 4 — втулка клапана; 5 — втулка тарілки; 6 — пружина; 7 — опорна шайба; 8 — манжета ущільнення; А — фаска клапана.

Клапани повинні щільно прилягати до сидла. Для цього їх фаски взаємно притирають. Для більшої жаростійкості на фасках випускних клапанів є спеціальна наплавка.

Плавний перехід від головки до стержня надає клапану більшої міцності, сприяє кращому відведенню теплоти і зменшує опір руху газів. Стержні клапанів точно оброблені по всій довжині, а інколи ще вкриті графітом. Торець стержня загартований або до нього приварений встик наконечник (Д-240 і КамАЗ-740) із спеціальної сталі. Це зменшує спрацювання торця під дією бойка, коромисла.

На верхній частині стержня зроблена кільцева виточка під два сухаря, за допомогою яких клапан утримується в тарілці 2 пружини. В неї знизу упираються одна (в карбюраторних автомобільних двигунах) або дві (в дизелях) клапанні пружини 6, що притискають тарілку клапана до сидла.

Фаски головки і сидла спрацьовуються менше, якщо клапан повертається у втулці. Для цього сухарі затискаються не в тарілці пружин, а в загартованій втулці 5, яка опирається на тарілку 2 вузьким торцем (на всіх двигунах крім Д-240 і Д-144). При такій опорі тертя між деталями 2 і 5 мале, а під дією коромисла, а також вібрації пружини, клапан, опускаючись і піднімаючись, повертається разом із втулкою 5 відносно тарілки 2. В дизелі СМД-18Н втулка подовжена і злегка охоплюється верхнім витком внутрішньої пружини 6. При зворотно-поступальному русі клапана ця пружина повертає втулку, а з нею і клапан відносно тарілки. Механізм примусового повороту випускного клапана

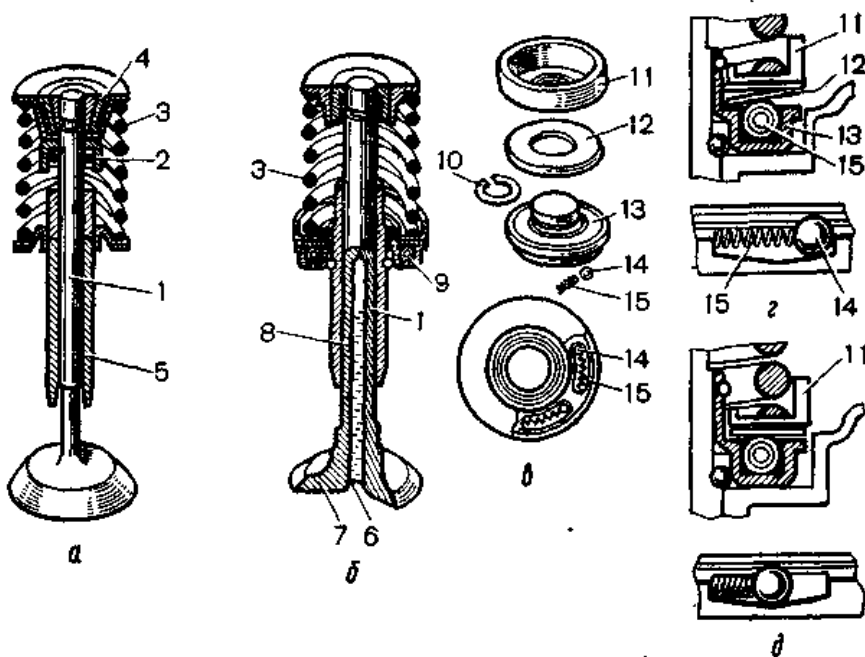
двигуна ЗИЛ-130 складається із нерухомого корпусу 13 (рис. 9, в), п'яти кульок із зворотними пружинками, тарілчастої пружини 12, упорної шайби і замкового кільця. Корпус надітий на втулку клапана і входить в поглиблення головки циліндрів. Шайба 11 і пружина 12 встановлені на маточину корпусу з зазором.

Коли клапан закритий і тиск його пружини 3 невеликий, тарілчаста пружина 12 вигнута зовнішньою кромкою вгору, а внутрішньою кромкою опирається в заплечик нерухомого корпусу. При цьому кульки відтиснуті пружинами 15 в крайнє положення (рис. 9, г). Коли клапан відкривається, тиск його пружини зростає. Під підвищеним тиском тарілчаста пружина вирівнюється (опуклість її зменшується), і опирається на кульку, як двоплечий важіль. Тому, коли її зовнішня кромка опускається, внутрішня відходить від заплечика корпусу 13 (рис. 9, д). З цього моменту тиск клапанної пружини сприймається тільки кульками, вони перекочуються по нахилених канавках і повертають (силою тертя) тарілчасту пружину, а з нею — шайбу 11, пружину 3 і клапан.

Коли клапан закривається, тиск його пружин зменшується, пружина 12 набуває початкової форми (опуклої вниз), опирається в заплечик корпусу 13 і перестає тиснути на кульки. Звільнені від тиску кульки повертаються пружинами 15 по нахилених канавках вгору, займаючи початкове положення. За один хід клапан повертається на невеликий кут, але за 1 хв роботи двигуна встигає здійснити до 30 обертів.

В стержнях випускних клапанів двигунів ЗМЗ-53 і ЗИЛ-130 свердлять глухі канали, заповнюють їх на 50—60 % легкоплавким металом (натрієм) 8, а потім приварюють заглушку 6. Під час роботи двигуна натрій плавиться і, збовтуючись, відводить частину теплоти від головки до стержня та його втулки.

Стержні клапанів з невеликим зазором пересуваються в напрямних втулках 4, запресованих в головку циліндрів.



Ці втулки бувають чавунні, біметалеві з бронзою на робочій поверхні або металокерамічні. Пориста поверхня останніх і графітне покриття стержнів (СМД-62, ЯМЗ-240Б, КамАЗ-740), сприяють кращому припрацюванню спряжених деталей. На верхній частині втулок впускних

клапанів (ЯМЗ-240Б, Д-245 і автомобільні двигуни) встановлені гумові втулки, які запобігають підсмоктуванню масла в камеру згоряння через зазор між тертьовою парою.

Рис. 9. Клапанні механізми карбюраторних двигунів:

а — впускного клапана; б — випускного клапана; в — деталі поворотного механізму; г — положення механізму при закритому клапані; д — положення механізму при відкритому клапані; 1 — впускний клапан; 2 — ковпачок-масловідбивач; 3 — пружина клапана; 4 — втулка тарілки; 5 — втулка клапана; 6 — заглушка; 7 — випускний клапан; 8 — легкоплавкий метал; 9 — механізм повороту клапана; 10 — замкове кільце; 11 — упорна шайба; 12 — тарілчаста пружина; 13 — корпус; 14 — кулька; 15 — зворотна пружина

Клапанні пружини притискують головку клапана до сидла. Щоб витки однієї пружини не западали між витками іншої, напярмок навивки у них різний. В деяких двигунах застосовують пружини з різним шагом витків і ставлять їх так, щоб витки з більшим шагом були повернуті вгору. Такі пружини менше вібрують.

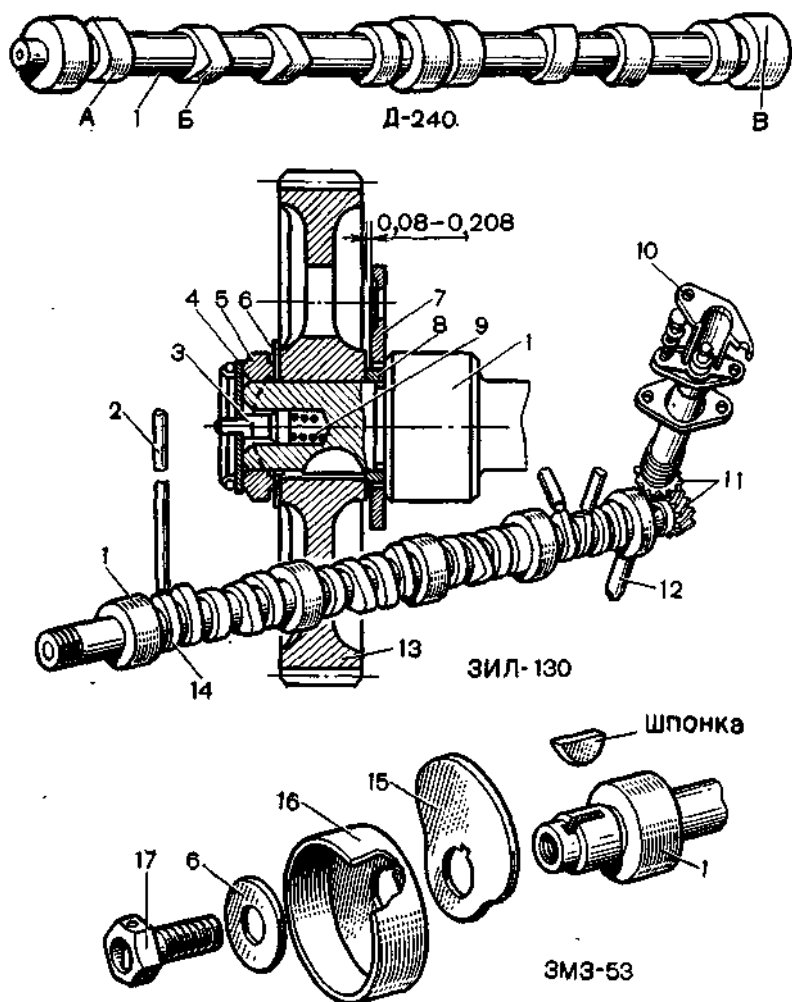


Рис. 10. Розподільні вали і спряжені деталі:

1 — розподільний вал; 2 — штанга; 3 — валик привода відцентрового датчика; 4 — шайба; 5 — гайка; 6 — замкова шайба; 7 — упорний фланець; 8 — розпірне кільце; 9 — пружина валика; 10 — корпус валика привода розподільника запалювання і масляного насоса; 12 — валик привода; 13 — шестірня розподільного вала; 14 — кулачок привода бензонасоса; 15 — противага; 16 — ексцентрик; 17 — болт кріплення шестірні

Розподільний вал (рис. 3) необхідний для

керування клапанами. На ньому є кулачки, опорні шийки і посадочні місця для кріплення шестерень. Шийки і кулачки цементовані, загартовані на

невелику глибину і відшліфовані. В рядних двигунах вал розміщений збоку циліндрів, а У-подібних — в розвалі між рядами.

Вали різних двигунів відрізняються розмірами, розміщенням, кількістю і профілем кулачків, числом опорних шийок. На кожний циліндр припадає два кулачки: для керування впускним і випускним клапанами. Форма і взаємне розташування їх залежать від порядку роботи циліндрів і фаз газорозподілу, а висота кулачка визначає тривалість відкриття клапана. При різних (за часом) фазах носок випускних кулачків роблять ширшим від носка впускних.

На розподільному валу є від двох до семи опорних шийок. Вони опираються на розточки в блоці, або на бронзові, сталеві з бабітовою заливкою чи чавунні втулки, що закріплені в ньому.

У двигунах ЗМЗ-53 і ЗИЛ-130 на розподільний вал встановлена косозуба шестірня привода масляного насоса і перервника-розподільника запалювання, а також виконаний заодно з валом або закріплений на ньому ексцентрик привода паливного насоса.

Осьове переміщення вала обмежується фланцем 7, пригвинченим до блока (СМД-18Н — упорним гвинтом). На , передньому або задньому кінці вала, як правило, кріплять і одну (інколи дві) шестірню.

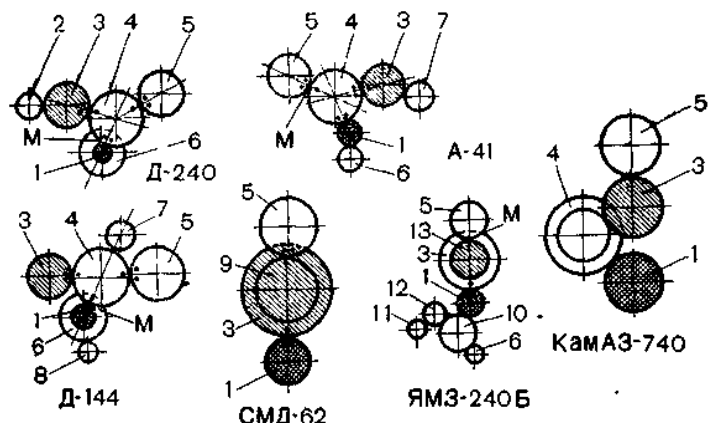


Рис. 11. Схема розміщення розподільних шестерень дизелів:

1 — шестірня колінчастого вала; 2 — привод насоса гідропідсулювача рульового керування; 3 — шестірня розподільного вала; 4 — проміжна шестірня; 5 —

привод паливного насоса; 6 — привод масляного насоса дизеля; 7 — привод насоса гідросистеми; 8 — ведена шестірня привода насоса дизеля; 9 — проміжна шестірня привода паливного насоса; 10 — проміжна шестірня привода масляного насоса; 11 — привод водяного насоса; 12 — проміжна шестірня привода водяного насоса; 13 — ведена шестірня привода паливного насоса

Розподільні шестірні бувають сталеві, чавунні або текстолітові (ЗМЗ-53). Для плавності передачі обертання і зменшення шуму застосовують косозубі шестірні, а для зменшення спрацювання шестірні інколи виготовляють із різних матеріалів.

Шестірні колінчастого і розподільного валів рядних дизелів, а також КамАЗ-740 і ЯМЗ-240Б з'єднані через проміжну шестірню 4 (рис. 11), а СМД-62 і карбюраторних двигунів — безпосередньо, тобто без проміжної шестірні.

До розподільних умовно належать і шестірні привода насосів: масляного, водяного, гідросистеми. Взаємне розміщення шестерень досягається з'єднанням їх по мітках, як показано на рисунку. Тільки при дотриманні цієї умови клапани будуть відкриватися і закриватися відповідно до діаграми без газорозподілу.

Передавальні деталі (штовхачі, штанги і коромисла) необхідні для перетворення обертання кулачків розподільного вала в зворотно-поступальний рух клапанів.

Циліндричні і грибоподібні штовхачі переміщуються в чавунних втулках. Третю поверхню штовхачів шліфують.

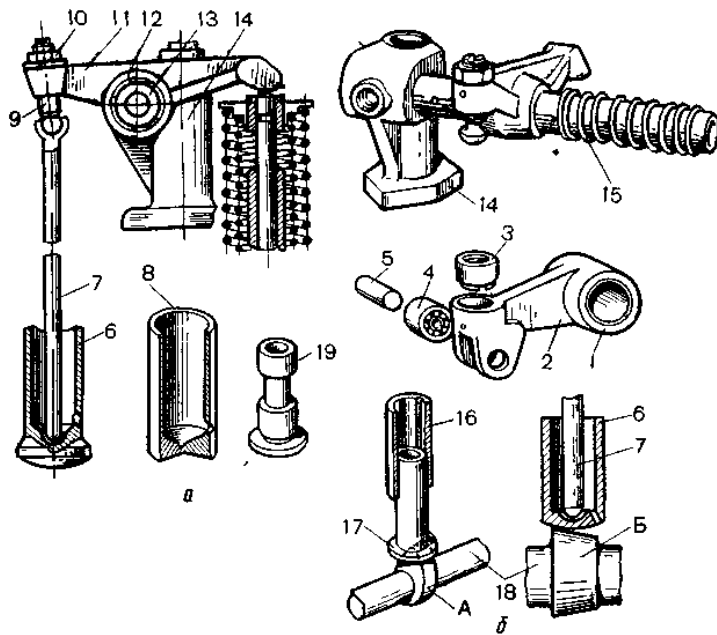


Рис. 12 .Передавальні деталі газорозподільного механізму (а) і схема повороту штовхачів (б).

1 — втулка; 2 — роликівий штовхач; 3 — п'ята; 4 — ролик; 5 — вісь ролика; 6 — штовхач з опуклим днищем; 7 — штанга; 8 — штовхач з плоским днищем; 9 — регулювальний гвинт; 10 — контргайка; 11 — коромисло; 12 — втулка коромисла; 13 — вісь коромисел; 14 — стояк осі; 15 — розпірна пружина; 16 —

втулка штовхача; 17 — грибоподібний штовхач з плоским днищем; 18 — кулачковий вал; 19 — штовхач з кільцевою виточкою

Щоб спрацювання торця і циліндричної поверхні було рівномірним, штовхач, переміщуючись вгору і вниз одночасно повертається навколо своєї осі (рис. 12). Це досягається зміщенням середини кулачка відносно центра плоского штовхача або виготовленням торцевої поверхні штовхача з невеликою опуклістю, а кулачка — з невеликим скосом.

Роликівий штовхач 2 (А-41, ЯМЗ-240Б) хитний важільний. На ньому є ролик 4, що обертається в голчастих підшипниках, загартована п'ята 3, в яку упирається штанга.

Важіль шарнірно надітий на трубчасту вісь. Штанги 7 виготовляють із трубок, в які запресовані сталі наконечники сферичної форми, або із сталюго прутка, але також із сферичними кінцями. Наконечники і кінці штанг загартовують і шліфують.

Коромисло 11 являє собою нерівноплечий важіль, за допомогою якого можна збільшити хід клапана порівняно з підняттям штанги. Коромисло відштамповане із сталі і в ньому є бронзова втулка. На короткому плечі розміщений регулювальний гвинт 9, в який упирається штанга, а довге плече

закінчується загартованим полірованим бойком, що прилягає до торця клапана. Гвинтом з контргайкою регулюють зазор між бойком і торцем клапана.

Коромисла повертаються на осях 13, закріплених в чавунних стояках 14. Осі сталеві і, як правило, трубчасті. Якщо канал осі використовується для подачі масла до коромисел, то в торцях є пробки, а в осі — радіальні отвори, розміщені проти втулок коромисел.

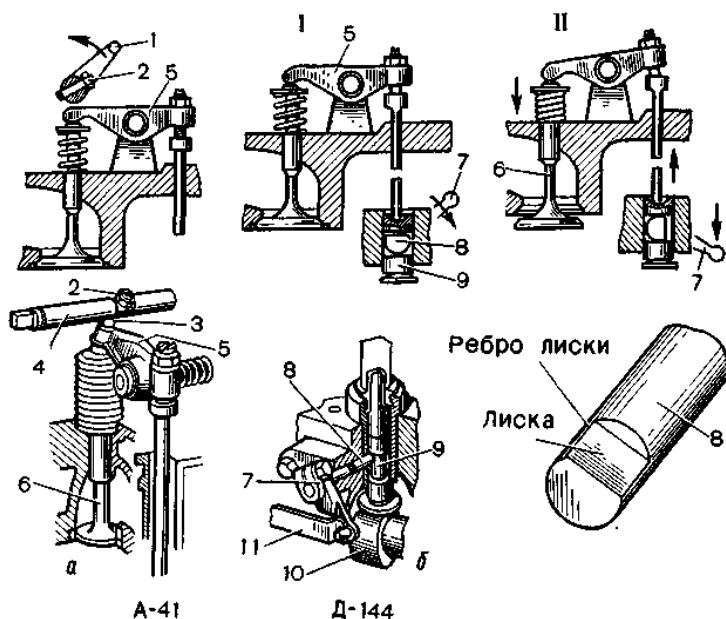
Стояки коромисел прикріплені до головки циліндрів. Розпирні пружини 15 надіті на вісь між коромислами, утримують їх від поздовжнього переміщення. Коромисла і клапани механізмів закриті кришками або ковпаками головки циліндрів і ущільнені на ній прокладками.

ДЕКОМПРЕСІЙНИЙ МЕХАНІЗМ

На дизелях А-41 і Д-144 є декомпресійний механізм (декомпресор). Він дає можливість знижувати тиск (компресію) в циліндрах для того, щоб полегшити провертання колінчастого вала при пуску холодного дизеля і під час регулювання його механізмів. Декомпресор крім цього використовують також для термінової зупинки дизеля в аварійних ситуаціях.

Принцип дії цього механізму полягає у відкриванні випускних або впускних клапанів, опускаючи їх, і утриманні у відкритому положенні незалежно від положення кулачків розподільного вала.

Декомпресійний механізм, що діє на довге плече коромисла, складається з валика 4 (рис. 13, а) з гвинтами 3. Рукояткою 1 валик повертають в отворах спеціальних стояків, пригвинчених до стояків коромисел.



Коли декомпресійний механізм виключений, гвинт 3 займає похиле положення і не торкається коромисла. При повороті рукоятки гвинт переводять у вертикальне положення, і він заокругленим кінцем натискає на плече коромисла, відкриваючи випускний клапан. Опущення клапана регулюють цим же гвинтом. Дистанційно декомпресором керують за допомогою рукоятки, що знаходиться в

кабіні трактора.

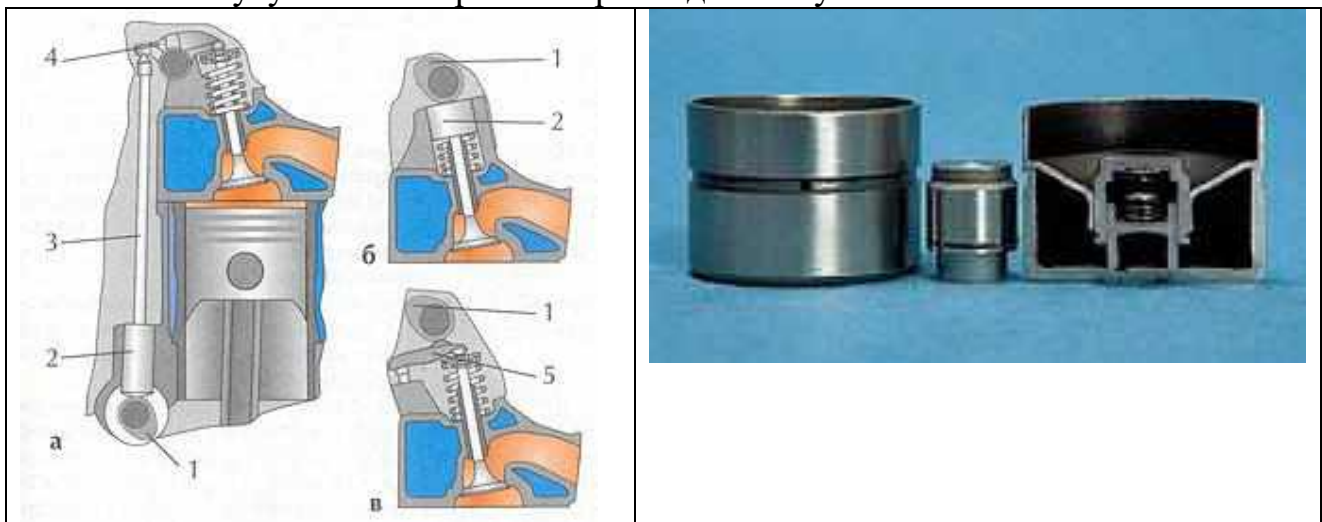
Рис 13. Декомпресійні механізми дизелів А-41 (а) і Д-144 (б):

1 — рукоятка; 2 — контргайка; 3 — регулювальний гвинт; 4 — складений валик; 5 — коромисло; 6 — клапан; 7 — важіль; 8 — валик з лискою; 9 — штовхан з кільцевою виточкою; 10 — кулачок вала; 11 — рейка; I — декомпресійний механізм виключений; II — декомпресійний механізм включений

Декомпресійний механізм, що діє на штовхані 9 (рис. 13,б) складається із коротких валиків 8 з лисками, важелів 7 і рейки 11. Кінці валиків 8 входять в кільцеві виточки штовхачів впускних клапанів. При виключеному положенні декомпресора лиски валиків розміщені горизонтально і штовхачі стикаються з кулачками розподільного вала. Якщо ж перемістити рейку 11, важелі повернуть валики 8 так, що їх лиски перейдуть у вертикальне положення, ребром піднімуть штовхачі і своєю циліндричною поверхнею не дадуть їм опускатися. Клапани будуть відкритими. Рукоятка керування механізмом знаходиться в кабіні трактора і тягою з'єднана з рейкою 11.

ГІДРОКОМПЕНСАТОРИ.

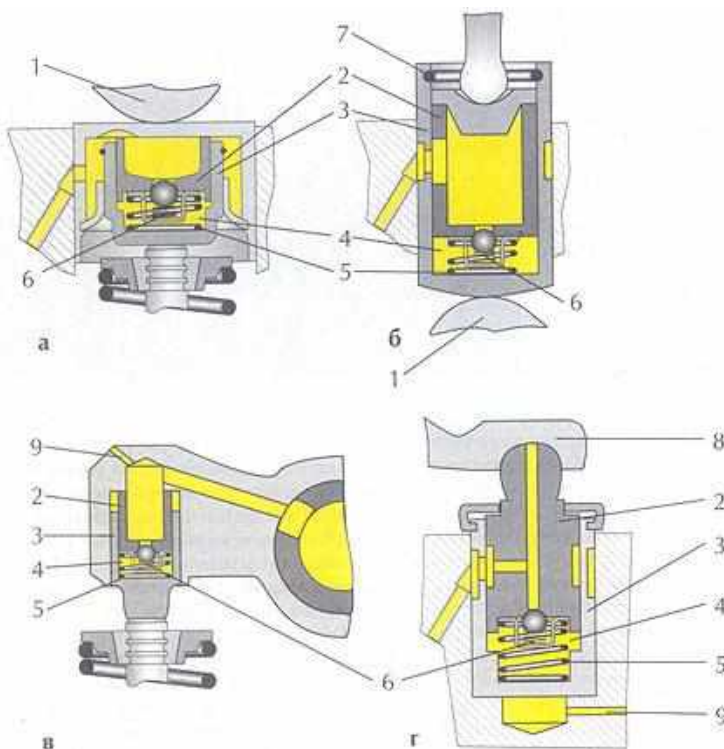
Практично всі сучасні двигуни мають гідрокомпенсатори, які автоматично усувають зазори в газорозподільному механізмі.



У процесі прогріву двигуна (від температури навколишнього повітря до робочої температури) деталі ГРМ нагріваються, що викликає збільшення їх розмірів. Це може призвести до того, що клапан перестане щільно закриватися. Щоб уникнути такого ефекту, в клапанному механізмі передбачений тепловий

зазор (для впускних клапанів - від 0,15 до 0,25 мм, для випускних - від 0,20 до 0,35 мм і більше). При експлуатації двигуна відбувається знос деталей ГРМ, що приводить до збільшення теплового зазору. Тому періодично виникає необхідність у його регулювання, операції досить трудомісткої і відповідальної.

Рис. 14.
Розташування



гідрокомпенсаторів: а - з верхнім розподільчим валом; б - з нижнім розподільчим валом; в - в коромислі; г - в опорі важеля приводу клапана ГРМ, 1 - кулачок; 2 - плунжер; 3 - втулка плунжера, 4 - порожнина під плунжером; 5 - пружина плунжера; 6 - пружина кулькового клапана; 7 - стопорне кільце; 8 - важіль приводу клапана; 9 - дренажний отвір.

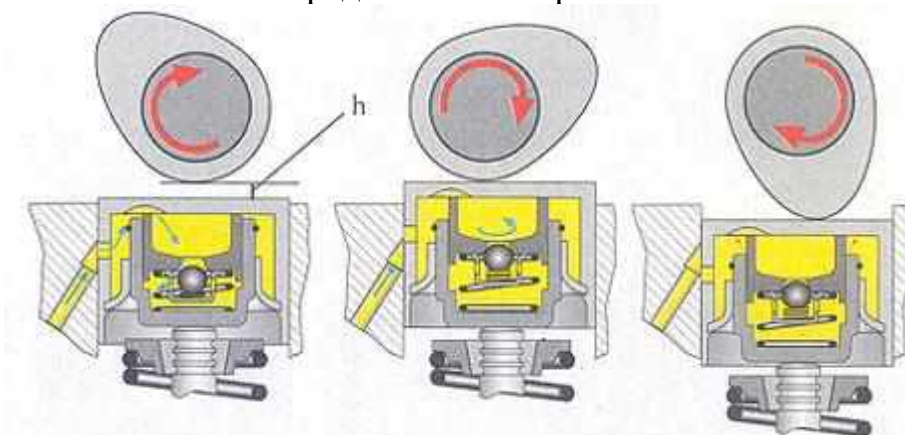
Неправильно встановлений тепловий зазор призводить до нещільного закривання клапанів або характерного металевого стуку, що викликає підвищений знос деталей ГРМ. Гідравлічні компенсатори зазорів в ГРМ забезпечують його безударну роботу і повне закриття клапанів.

Принцип дії гідрокомпенсатора полягає в автоматичній зміні довжини гідрокомпенсатора на величину рівну зазору в ГРМ. Це досягається переміщенням його деталей під дією пружини і подачею масла із системи мащення двигуна. Основними деталями гідрокомпенсатора є: корпус, плунжерна пара, пружина плунжера й зворотний клапан

Корпусом може служити (в залежності від конструкції приводу клапанів) циліндричний штовхач, коромисло або частину головки блоку циліндрів. Плунжерна пара складається з: втулки, що забезпечує рух плунжера у суворо заданому напрямку. Зазор між ними становить 5 - 8 мкм для забезпечення герметичності; плунжера - сталевого циліндра, в нижній частині якого є отвір, що з'єднує порожнини всередині плунжера і під ним. У деяких конструкціях з одноплечим важелем використовується плунжер без внутрішньої порожнини, а верхня частина його має вигляд сферичної головки і служить опорою. Пружина плунжера розташована між ним і втулкою (в порожнині під плунжером). Зворотний клапан у більшості випадків являє собою сталеву підпружинену кульку.

Робота гідро компенсатора.

Схема роботи гідрокомпенсатора, корпусом якого є штовхач, представлена на рис.



15.

Рис. 15. Схема роботи гідрокомпенсатора:

h - зазор. Кулачоквала, повернений до штовхача тильною стороною, не передає на нього зусилля і плунжерна пружина висуває плунжер з втулки, вибираючи зазор. У збільшений обсяг порожнини під плунжером через кульковий клапан надходить масло із системи мащення. Після її заповнення

кульковий клапан закривається під дією своєї пружини. Повертаючись опуклою стороною до штовхача, кулачок починає переміщати його вниз. У цей момент гідрокомпенсатор передає зусилля на клапан ГРМ як «жорсткий» елемент, так як кульковий клапан закритий, а масло в замкнутій порожнині під плунжером практично не стискується. При переміщенні штовхача і, відповідно, плунжерної пари вниз невелика частина масла видавлюється через зазори з порожнини під плунжером. Довжина гідрокомпенсатора незначно зменшується і утворюється зазор (згаданий вище) між кулачком і штовхачем. Виток компенсуються додатковою порцією масла із системи змащення двигуна. Розширення деталей при нагріванні приводить до зміни обсягу порції масла при поповненні і довжини гідрокомпенсатора, тобто він автоматично «вибирає» зазор як від теплового розширення, так і від зносу деталей ГРМ.

Основні несправності Використання низькоякісного моторного масла і (або) його забрудненість (наприклад, при несвоєчасній заміні фільтра системи можуть призвести до таких наслідків: збільшення зазору в плунжерній парі, що викликає підвищені виток масла з порожнини під плунжером. Гідрокомпенсатори не встигає вибирати зазори в ГРМ, з'являються характерні стуки; зносу або засмічення кулькового клапана, що викликає нещільне його закриття та, відповідно, збільшення витоків масла з порожнини під плунжером; заклинювання плунжерної пари, яке повністю виводить гідрокомпенсатор з ладу. У ГРМ виникають ударні навантаження, що призводять до підвищеного зносу деталей і передчасного виходу їх з ладу. Засмічення клапана в деяких випадках може бути усунуто промиванням двигуна спеціальним маслом. Всі інші несправності, як правило, вимагають заміни гідрокомпенсаторів.

Технічне обслуговування газорозподільного механізму.

Для забезпечення нормальної роботи газорозподільного механізму потрібно періодично перевіряти й підтягувати кріплення головки циліндрів, стійок валиків коромисел та інших деталей механізму, перевіряти й регулювати зазори в клапанному і декомпресійному механізмах, а також осьове переміщення розподільного вала. Крім того, необхідно контролювати герметичність прилягання клапанів до гнізд і пружність пружин.

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. За якими ознаками класифікують механізми газорозподілу? 2. Які переваги має газорозподільний механізм з верхнім розміщенням клапанів? 3. Як співвідноситься частота обертання колінчастого і розподільного вала? 4. Які профілі кулачків використовують у сучасних механізмах газорозподілу? 5. Як приводиться вал газорозподілу при верхньому його розміщенні? 6. Дайте визначення терміну „фази газорозподілу”? 7. З яких елементів складається клапан? В яких умовах він працює? 8. Яке призначення мають клапанні пружини? 9. Під якими кутами виконують фаски в гніздах клапанів? 10. Які особливості клапанного механізму двигуна ЗІЛ-130? 11. З якою метою наносять мітки на розподільні шестерні? 12. Яке призначення має декомпресійний механізм двигунів?

СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ.

Питання

1. Загальна будова системи живлення двигуна з впорскуванням бензину
 2. Система безпосереднього впорскування.
 3. Система розподіленого впорскування.
 4. Загальна будова системи живлення двигунів, паливом для яких є стиснений або скраплений газ.
1. Конспект лекції.

ЗАГАЛЬНА БУДОВА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДВИГУНА З ВПОРСКУВАННЯМ БЕНЗИНУ

Карбюраторний спосіб сумішоутворення у двигунах з примусовим запалюванням робочої суміші набув переважного поширення, але йому властиві певні недоліки, зокрема: нерівномірність розподілу суміші між циліндрами, істотний опір впускного тракту та необхідність підігрівання горючої суміші, порушення складу суміші за несталих режимів, порівняно вузький діапазон зміни складу суміші, наявність внаслідок неповного згоряння збагачених сумішей шкідливих складових у відпрацьованих газах.

Одним із способів приготування горючої суміші, що забезпечує кращу реалізацію закладених у двигун можливостей, є впорскування палива. Поряд з іншими перевагами впорскування бензину забезпечує незалежність сумішоутворення від положення двигуна і можливість автоматичного вимкнення подачі палива під час руху машини накатом і гальмування двигуном. Отже, застосування впорскування палива підвищує потужність двигунів, поліпшує паливну економічність та стійку роботу на різних режимах.

Існуючі системи поділяють на дві групи: з впорскуванням палива в *циліндри двигуна* та у *впускний патрубок*.

Безпосереднє впорскування палива в циліндри двигуна здійснює паливна апаратура, аналогічна апаратурі дизелів. Прикладом такої системи може бути розробка фірми «Бош», поширена на деяких вантажних автомобілях. Паливо впорскується багато-плунжерним насосом 4 високого тиску крізь форсунки 9 (рис. 1, а). З паливного бака і до насоса високого тиску паливо надходить крізь фільтр 3 за допомогою підкачувального насоса 2. Склад суміші відповідно до режиму роботи двигуна коригує регулятор 6 пневматичного типу.

Повітряний заряд надходить у циліндр зверху, майже вертикально, і від поршня з овальним приямком у днищі закручується поперек осі циліндра. Бензин впорскується під кутом 45° електромагнітною форсункою з відцентровим розпилювачем. Значний тиск (0,5 МПа) впорскування і розпилювач забезпечують якісне сумішоутворення: найбільш збагачена парою бензину суміш опиняється саме біля свічки запалювання і, спалахуючи, підпалює решту суміші.

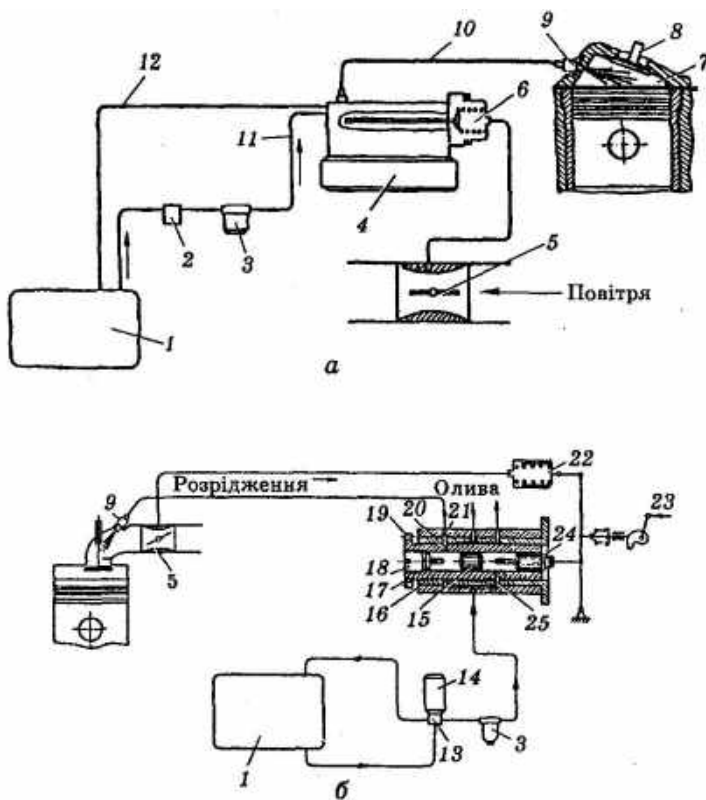


Рис. 1. Принципові схеми системи впорскування палива в циліндри двигуна

з примусовим спалахуванням робочої суміші (а, фірма «Бош») та з дозуванням

циклової подачі (б, фірма «Лукас»):

1 — паливний бак; 2 — підкачувальний насос; 3 — фільтр; 4 — насос високого тиску; 5 — дросельна заслінка; 6 — регулятор; 7 — камера згоряння; 8 — дросельна заслінка; 9 — форсунка; 10-12 — паливопроводи відповідно високого, низького тиску і зливний; 13 — шестеренний

паливний насос; 14 — електродвигун; 15 — плаваючий золотник; 16 — гільза дозатора-розподільника; 17 — ротор; 18, 24 — відповідно нерухомий і рухомий упори; 19 — муфта приводу ротора; 20 — радіальні отвори ротора; 21, 25 — відповідно підвідні та відвідні канали; 22 — пневматичний регулятор; 23 — тяга керування

Так досягають стабільності спалахування, що особливо важливо за режиму холостого ходу і неповного завантаження.

Висока турбулентність суміші водночас знижує загрозу детонації, що дає змогу підвищувати ступінь стиску до 12 (це збільшує потужність двигуна).

Простішими й дешевшими є системи впорскування палива у впускний патрубок, які можуть бути з дозованими цикловою або безперервною подачею палива. Як приклад розглянемо систему впорскування у впускний патрубок з дозуванням палива на кожний цикл (англійська фірма «Лукас»). З паливного бака 1 (див рис. 1, б) паливо подається шестеренним насосом 13 з електроприводом 14. У дозатор-розподільник паливо надходить крізь фільтр 3. Дозатор-розподільник складається з гільзи 16, ротора 17, плаваючого золотника 15, нерухомого й рухомого упорів 18 і 24. Ротор через муфту 19 приводиться в рух від розподільного вала. Радіальними отворами 20 порожнини золотника 15 послідовно сполучаються з каналами 25, які підводять паливо від насоса, або з каналами 21, які відводять його до форсунок. На рисунку з паливопідвідною магістраллю сполучена права порожнина золотника. В цьому разі паливо надходить до ротора й заповнює порожнину між золотником та упором 24. Під дією тиску палива золотник 15 зміщується вліво і витискує паливо, що знаходиться між ним і упором 18, до форсунки відповідного циліндра. Після наступного повертання ротора на 90° з підвідною магістраллю сполучається

лівий отвір 20, а правий — з відвідним каналом 21. При цьому золотник 15 зміщується в зворотний бік, і доза палива ^впорскується в наступний циліндр (відповідно до порядку роботи двигуна). Паливо впорскується біля впускних клапанів форсунками 9 (тиск впорскування 0,35 МПа).

Кількість (доза) палива регулюється ходом плаваючого золотника, який змінюється залежно від положення рухомого упору 24. Склад суміші відповідно до режиму роботи двигуна регулює пневматичний регулятор 22 поршневого типу, який діє внаслідок зміни розрідження в дросельному патрубку.

Двигуни з системами впорскування легкого палива виготовляють у багатьох країнах (в останні роки переважна більшість). Головна їх перевага полягає в підвищеній економічності та зниженій токсичності відпрацьованих продуктів. Впорскування бензину дає змогу точніше розподілити паливо між циліндрами, досягти вищого коефіцієнта наповнення циліндрів (отримання вищої літрової потужності), використати більше перекривання клапанів (для кращого продування камер згоряння чистим повітрям).

Розглянемо загальну будову та основні особливості найпоширеніших систем впорскування бензину.

СИСТЕМА БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ВПОРСКУВАННЯ.

Система безпосереднього впорскування палива є найсучаснішою системою уприскування палива бензинових двигунів. Робота системи заснована на уприскуванні палива безпосередньо в камеру згоряння двигуна.

Вперше система безпосереднього впорскування була застосована на двигуні GDI (GasolineDirectInjection - безпосереднє уприскування бензину), що встановлюється на автомобілі компанії Mitsubishi. В даний час система безпосереднього впорскування використовується в двигунах багатьох автовиробників. Передовики Audi (двигуни TFSI) і Volkswagen (двигуни FSI, TSI), які практично повністю перейшли на бензинові двигуни з безпосереднім уприскуванням.

Двигуни з безпосереднім уприскуванням мають у своєму активі: BMW (двигуни N54, N63); Infiniti (двигуни M56); Ford (двигуни EcoBoost); GeneralMotors (двигуни Ecotec); Hyundai (двигуни Theta). Mazda (двигуни Skyactiv); Mercedes-Benz (двигуни CGI); Застосування системи безпосереднього вприскування дозволяє досягти до 15% економії палива, а також скорочення викиду шкідливих речовин з відпрацьованими газами.

Конструкція системи безпосереднього вприскування палива розглянута на прикладі системи, яка встановлюється на двигуни FSI (FuelStratifiedInjection - пошарове уприскування палива).

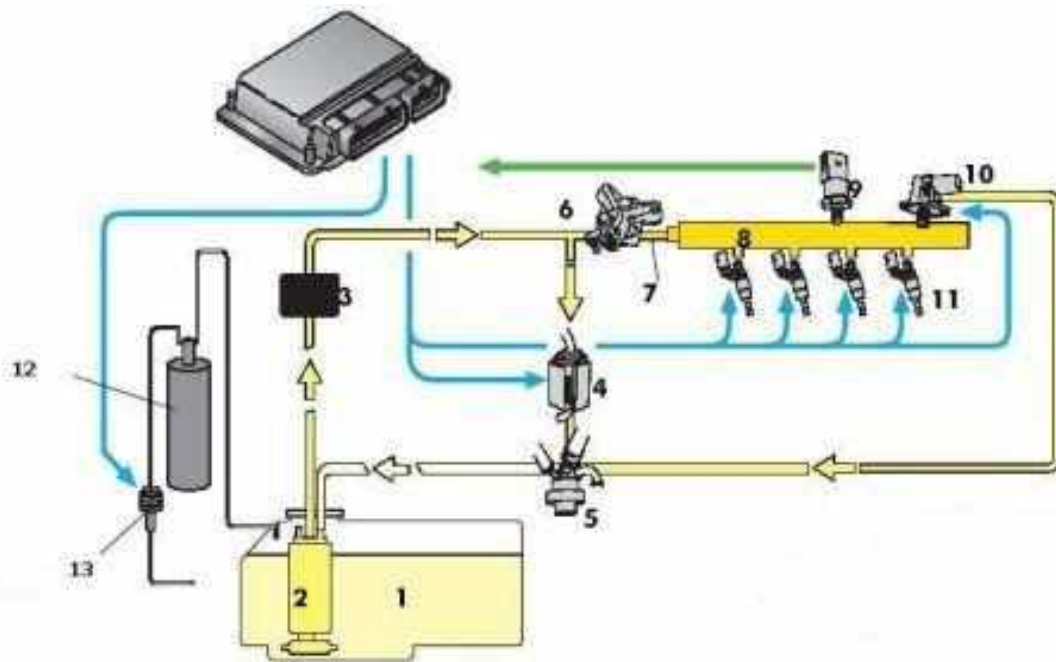


Рис.2. Схема системи безпосереднього впорскування. 1 - паливний бак; 2 - паливний насос; 3 - паливний фільтр; 4 - перепускний клапан; 5 - регулятор тиску палива. 6 - паливний насос високого тиску; 7 - трубопровід високого тиску; 8 - розподільний трубопровід; 9 - датчик високого тиску; 10 - запобіжний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

Паливний насос високого тиску служить для подачі палива до паливної рампи і далі до форсунок упорскування під високим тиском (3-11 МПа) відповідно до потреб двигуна. Основу конструкції насоса становить один або кілька плунжерів. Насос приводиться в дію від розподільного валу впускних клапанів.

Регулятор тиску палива забезпечує дозовану подачу палива насосом відповідно до уприскуванням форсунки. Регулятор розташований в паливному насосі високого тиску. Паливна рампа служить для розподілу палива по форсунках уприскування і запобігання пульсації палива в контурі. Запобіжний клапан захищає елементи системи упорскування від граничних тисків, що виникають при температурному розширенні палива. Клапан встановлюється на паливній рампі.

Датчик високого тиску призначений для вимірювання тиску в паливній рампі. Відповідно до сигналами датчика блок керування двигуном може змінювати тиск у паливній рампі. Форсунка уприскування забезпечує розпилення палива в камері згоряння для утворення паливно-повітряної суміші.

Узгоджену роботу системи забезпечує електронна система управління двигуном, яка є подальшим розвитком об'єднаної системи уприскування і запалення Motronic. Традиційно система управління двигуном об'єднує вхідні датчики, блок управління і виконавчі механізми. Крім датчика високого тиску палива в інтересах системи безпосереднього уприскування працюють датчик частоти обертання колінчастого валу, датчик положення розподільного валу, датчик положення педалі газу, витратомір повітря, датчик температури

охолоджуючої рідини, датчик температури повітря на впуску. У сукупності датчики забезпечують необхідною інформацією блок керування двигуном, на підставі якої блок впливає на виконавчі механізми: електромагнітні клапани форсунок; електромагнітний запобіжний клапан; електромагнітний перепускний клапан.

Принцип дії системи безпосереднього впорскування. Система безпосереднього впорскування в результаті роботи забезпечує кілька видів сумішоутворення: пошарове сумішоутворення; стехіометричне гомогенне сумішоутворення; гомогенне сумішоутворення.

Різноманіття в сумішоутворення визначає високу ефективність використання палива (економія, якість освіти суміші, її повне згорання, збільшення потужності, зменшення шкідливих викидів) на всіх режимах роботи двигуна. Пошарове сумішоутворення використовується при роботі двигуна на малих і середніх оборотах і навантаженнях. Стехіометричне гомогенне сумішоутворення застосовується при високих обертах двигуна і великих навантаженнях. На бідній гомогенній суміші двигун працює в проміжних режимах. При пошаровому сумішоутворенні дросельна заслінка майже повністю відкрита, впускні заслінки закриті. Повітря надходить у камери згорання з великою швидкістю, з утворенням повітряного вихору. Впорскування палива проводиться в зону свічки запалювання в кінці такту стиснення. За нетривалий час до займання в районі свічки запалювання утворюється паливно-повітряна суміш з коефіцієнтом надлишку повітря від 1,5 до 3. При запаленні суміші навколо неї залишається досить багато чистого повітря, що виступає в ролі теплоізолятора. Гомогенне стехіометричне сумішоутворення відбувається при відкритих впускних заслінках, дросельна заслінка при цьому відкривається відповідно до положення педалі газу. Впорскування палива виробляється на такті впуску, що сприяє утворенню однорідної суміші. Коефіцієнт надлишку повітря становить 1. Суміш запалюється і ефективно згоряє в усьому об'ємі камери згорання. Бідна гомогенна суміш утворюється при максимально відкритій дросельної заслінки і закритими впускними заслінками. При цьому створюється інтенсивний рух повітря в циліндрах. Впорскування палива відбувається на такті впуску. Коефіцієнт надлишку повітря підтримується системою управління двигуном на рівні 1,5. При необхідності до складу суміші додаються відпрацьовані гази з випускної системи, вміст яких може доходити до 25%.

СИСТЕМА РОЗПОДІЛЕНОГО ВПОРСКУВАННЯ.

Система розподіленого впорскування (багатоточкова система впорскування) відноситься до систем впорскування палива бензинових двигунів. Робота системи заснована на упорскуванні палива в кожен циліндр окремою форсункою.

За принципом дії системи розподіленого впорскування палива поділяються на системи безперервного і імпульсного впорскування.

В залежності від виду управління розрізняють системи розподіленого упорскування з механічним і електронним управлінням.

Відомими конструкціями системи розподіленого впорскування палива є:
система впорскування K-Jetronic;
система впорскування KE-Jetronic;
система впорскування L-Jetronic.

Основним виробником систем впорскування є фірма Bosch.

Система розподіленого впорскування K-Jetronic є механічною системою безперервного впорскування палива.

Система розподіленого впорскування KE-Jetronic являє собою механічну систему безперервного впорскування палива з електронним управлінням.

Система розподіленого впорскування L-Jetronic є системою імпульсного впорскування з електронним керуванням.

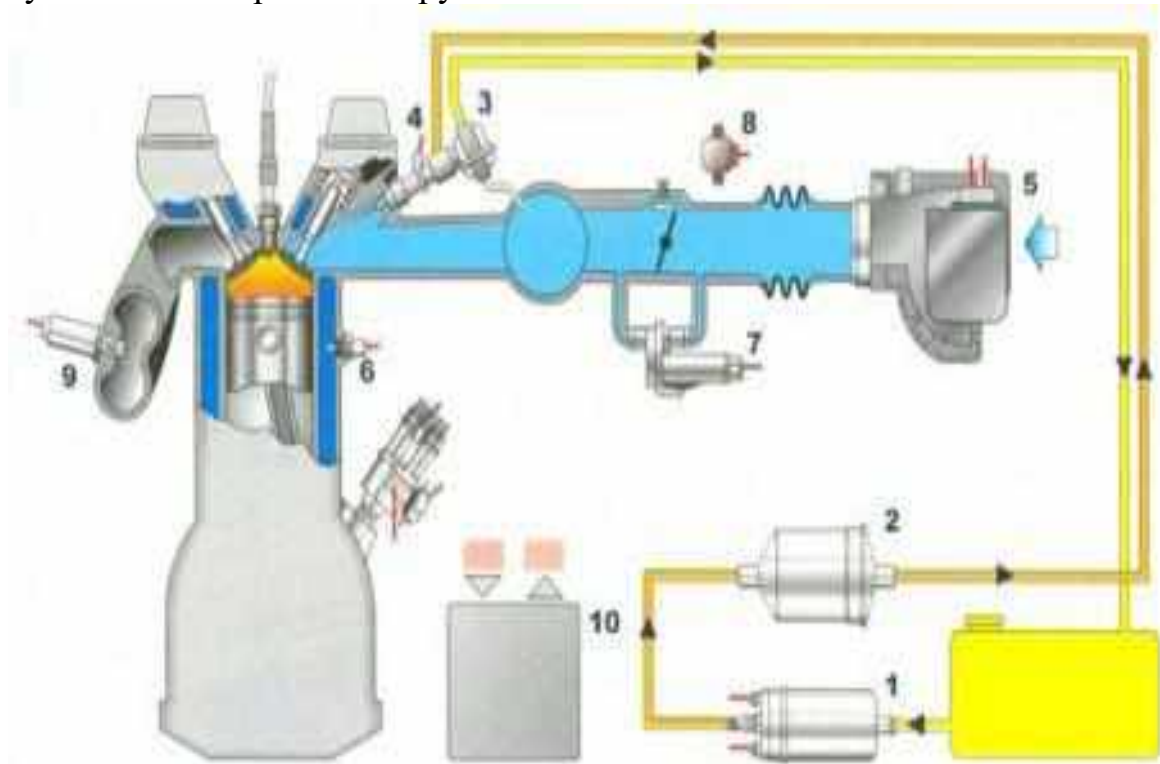


Рис. 3. Схема системи впорскування L-Jetronic;

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

Система розподіленого впорскування L-Jetronic є системою імпульсного впорскування з електронним керуванням кількісним і якісним складом паливно-повітряної суміші. Для забезпечення імпульсного впорскування палива в системі застосовані форсунки з електромагнітним керуванням.

У порівнянні з системами K-Jetronic і KE-Jetronic, імпульсний впорскування, реалізований у системі L-Jetronic, забезпечує паливну економічність, зниження токсичності відпрацьованих газів і поліпшення динамічних характеристик автомобіля.

Розподільна магістраль призначена для розподілу палива по форсунках впорскування.

Форсунка впорскування забезпечує імпульсне впорскування палива за рахунок електромагнітного управління голкою розпилювача.

Регулятор тиску палива служить для підтримки постійного тиску в розподільній магістралі системи, а також для усунення пульсацій палива, що виникають при роботі форсунок впорскування.

Електронний блок управління приймає сигнали від вхідних датчиків і перетворює їх в керуючі вплив на наступні виконавчі пристрої:

- форсунки впорскування;
- пускова форсунка;
- клапан додаткового повітря.

Основними керуючими параметрами, формованими електронним блоком управління, є необхідний обсяг палива, що впорскується і час початку впорскування.

Витратомір повітря забезпечує кількісне регулювання паливно-повітряної суміші. Обсяг повітря відстежується потенціометричним датчиком витратоміра. У відповідності з обсягом повітря проводиться впорскування певної кількості палива.

Для полегшення пуску холодного двигуна і швидкого його прогріву в системі використовуються пускова форсунка і клапан додаткового повітря. Форсунка та клапан управляються електронним блоком.

Пускова форсунка впорскує додаткову порцію палива. Робота форсунки забезпечується термореле і датчиком температури охолоджуючої рідини.

Клапан додаткового повітря забезпечує при запуску додаткову порцію повітря. Він встановлюється паралельно до дросельної заслінки.

Вхідні датчики фіксують параметри роботи двигуна і перетворюють їх в електричні сигнали. В системі L-Jetronic встановлюються такі датчики:

- датчик температури повітря;
- потенціометр витратоміра повітря;
- датчик положення дросельної заслінки;
- датчик висоти над рівнем моря;
- датчик-розподільник запалювання;
- датчик температури охолоджуючої рідини;
- датчик детонації;
- термореле.

Різновидами системи L-Jetronic являють системи LE-Jetronic, LH-Jetronic, які мають окремі конструктивні відмінності.

Принцип дії системи L-Jetronic

Паливна система забезпечує подачу бензину до розподільної магістралі, від якої воно надходить до форсунок впорскування. Вхідні датчики фіксують температуру, тиск і об'єм повітря, що поступає, температуру, частоту обертання і навантаження двигуна. Сигнали від датчиків надходять в електронний блок керування.

Електронний блок управління визначає необхідну кількість палива для роботи двигуна і подає імпульс певної тривалості на електромагнітний клапан форсунки упорскування. Форсунка виконує впорскування заданої кількості палива в певний час. При з'єднанні палива з повітрям утворюється паливно-повітряна суміш, яка при відкритті впускних клапанів надходить в камери згоряння двигуна.

При пуску двигуна, його прогріві, а також під час роботи під максимальним навантаженням система забезпечує утворення збагаченої паливно-повітряної суміші. По сигналу датчика положення дросельної заслінки система розпізнає зазначені режими і забезпечує впорскування більшого обсягу палива. Суміш при цьому збагачується.

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

Екологічні вимоги до сучасних двигунів внутрішнього згоряння припускають підтримку певного (стехіометричного) співвідношення повітря та палива в паливно-повітряної суміші на всіх режимах роботи. Тільки в цьому випадку каталітичний нейтралізатор повністю видаляє шкідливі речовини у відпрацьованих газах.

ЗАГАЛЬНА БУДОВА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДВИГУНІВ, ПАЛИВОМ ДЛЯ ЯКИХ Є СТИСНЕНИЙ АБО СКРАПЛЕНИЙ ГАЗ

Використання газу як палива для двигунів є одним із заходів економії бензину і дизельного палива та зменшення забрудненості навколишнього середовища. Можна застосовувати стиснені (природні) і скраплені (нафтові) гази: перші складаються переважно з метану, другі — з пропану й бутану.

Під час роботи двигуна на газовому паливі відбувається досконаліше сумішоутворення (змішуються речовини, що перебувають в однаковому агрегатному стані), внаслідок чого зменшуються кількість продуктів неповного згоряння, нагароутворення, усуваються можливість конденсації пари палива на стінках циліндрів, змивання оливної плівки та розрідження оливи, що подовжує ресурс двигуна.

Слід також зазначити, що внаслідок зменшення швидкості горіння та виділення меншої кількості теплоти потужність двигуна знижується (на 7 - 12 % за такого самого ступеня стиску). Проте газу властива добра антидетонаційна стійкість, тому ступінь його стиску може бути вищим, ніж бензину.

Робочий цикл двигуна, що працює на газовому наливні, такий самий, як і бензинового, але будова й дія системи живлення істотно різняться.

Система живлення скрапленим газом складається з балона 25 (рис. 4, а), випарника 4, в якому газ із скрапленого стану переходить у газоподібний, газового редуктора 10, що знижує тиск газу від 1,6 до 0,1 МПа, дозувально-економайзерного пристрою 9, манометра 13 з датчиком 11, газових фільтрів 12 і 16, магістрального вентиля 14, змішувача 17. з'єднувальних газопроводів 1, 3,

6 - 8. По трубці 2 охолодна рідина двигуна підводиться до випарника газу, а по трубні 5 — відводиться.

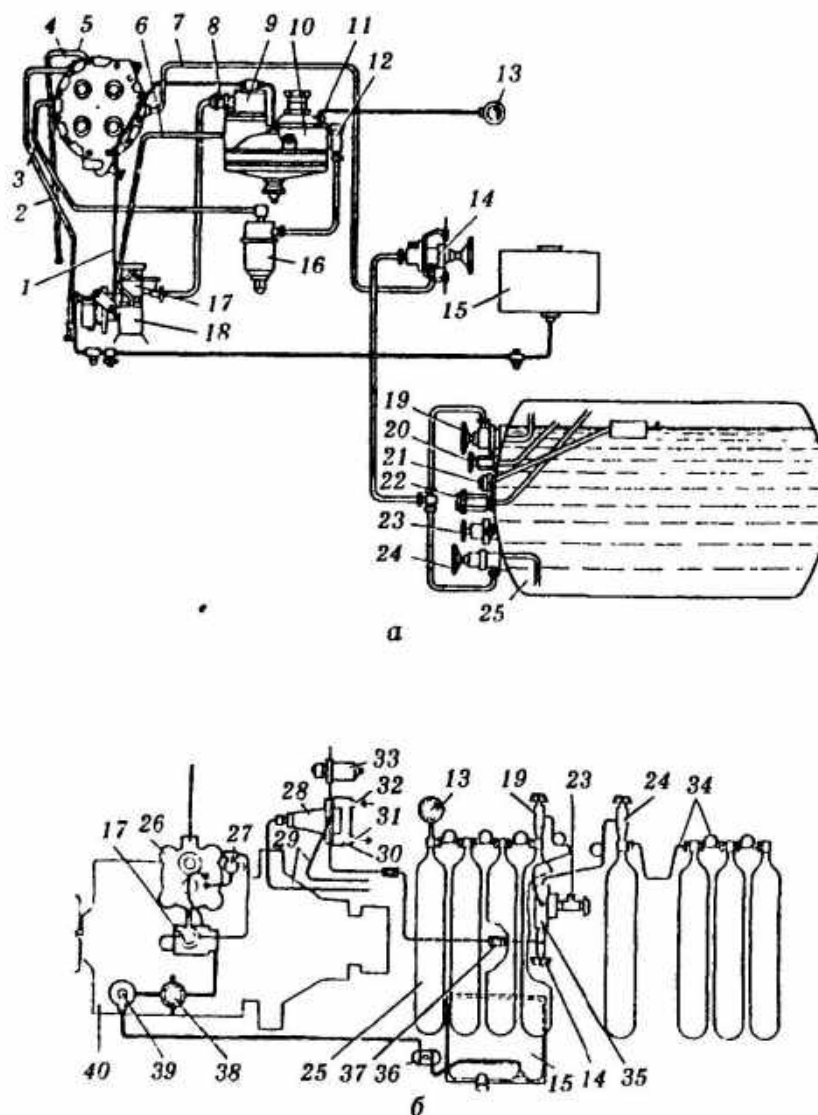


Рис. 4. Схеми систем живлення двигуна скрапленим (а) і стисненим (б) газом:

1, 3, 6 - 8 — газопроводи; 2, 5 — трубки для охолодної рідини; 4 — випарник газу; 9 — дозувально-економізаторний пристрій; 10 — газовий редуктор; 11, 13 — відповідно датчик і показчик манометра; 12, 16 — газові фільтри; 14 — магістральний вентиль; 15 — бензобак; 17 — змішувач газу; 18 — проставка; 19, 24 — витратні вентилі; 20 — контрольний вентиль; 21 — показчик рівня рідкого газу в балоні; 22 — запобіжний клапан; 23 — наповнювальний вентиль; 25 — газовий балон; 26 — редуктор низького тиску (РНТ); 27 — пусковий електромагнітний клапан; 28 — редуктор високого тиску (РВТ); 29 — трубки аварійного випускання газу з РВТ; 30 — підігрівник газу; 31, 32 — відповідно вхід і вихід для охолодної рідини з підігрівника до двигуна і назад; 33 — газовий фільтр з електромагнітним клапаном; 34 — газопроводи високого тиску; 35 — розподільна хрестовина; 36, 38 — фільтри відповідно грубого і тонкого очищення бензину; 37 — з'єднувальна муфта; 39 — бензонасос; 40 — двигун

Заправляють балон газом крізь вентиль 23 (балон заповнюють на 90 % об'єму, решта залишається для утворення парової подушки, необхідної для пуску двигуна і підтримання тиску газу в балоні у межах 1,6 МПа). Витратні вентилі 19 і 24 з'єднані між собою: першим відбирають газ у пароподібному стані, другим — у скрапленому.

Запобіжний клапан 22 відкривається і випускає газ в атмосферу за зростання тиску у балоні понад 1,6 - 1.8 МПа. Вентиль 20 контролює максимальне наповнення балона.

Влітку балони заповнюють, як правило, сумішшю 70 - 80 % бутану і 20 - 30 % пропану, взимку — співвідношення зворотне. Це необхідно для дотримання надмірного тиску в балоні незалежно від температури навколишнього повітря.

Під час пуску двигуна відкривають вентиль 19 на балоні і вентиль 14 в кабіні, що дає змогу газу надходити до випарника 4 і далі крізь фільтри до редуктора 10. У камері першого ступеня тиск газу знижується до 0,12-0,15 МПа. другого — до 0,10 МПа. З камери другого ступеня редуктора газ по трубці 8 надходить до змішувача 17, де утворюється газоповітряна суміш (співвідношення 1 : 1), яка далі рухається до циліндра двигуна.

Після пуску та прогрівання двигуна вентиль 19 закривають і відкривають вентиль 24, крізь який надходить скраплений газ, переходить у випарнику 4 в газоподібний стан і рухається далі, як і в першому випадку. За наступного пуску прогрітого двигуна відкривають вентиль 24 рідкої фази. Під час роботи двигуна з малого частотою холостого ходу газ до змішувача надходить по трубці 6.

Оскільки в холодну пору року пуск двигуна може бути утрудненим внаслідок недостатнього випаровування газу, а також з метою забезпечення можливості дістатися до заправної станції в разі нестачі газу, на автомобілі передбачено резервну бензинову систему живлення, яка складається з бака 15, паливного насоса, карбюратора, з'єднувальних трубок. Працює на бензині А-76.

Для переведення роботи двигуна з бензину на газ потрібно закрити кран бака і повністю витратити бензин з карбюратора і трубок. Після цього запустити двигун на газовому паливі. Робота двигуна одночасно на бензині та газі заборонена.

Будова системи живлення, що працює на стисненому газі (див. рис. 4, б) подібна до описаної, але газ у ній зберігається в сталевих балонах під тиском 20 МПа і відсутній випарник газу.

Технічне обслуговування. Технічний стан системи живлення визначає потужнісні та економічні показники роботи машини, забруднення навколишнього середовища.

Під час ЩТО перед виїздом автомобіля перевіряють кріплення газового балона (балонів), стан обладнання, герметичність системи, роботу двигуна на бензині. Під час постановки автомобіля на стоянку закривають витратні вентилі й виробляють весь газ, що знаходиться в системі, зливають відстій з

газового редуктора, а в холодну пору року зливають воду з порожнини випарника (якщо система охолодження заповнена водою).

Під час ТО-1 автомобілів, що працюють на скрапленому газі, перевіряють герметичність вентилів та арматури балона (з інтервалом у 3 міс перевіряють роботоздатність запобіжного клапана газового редуктора високого тиску в автомобілях, що працюють на стисненому газі), перевіряють кріплення газового обладнання і здійснюють технічне обслуговування повітроочисника, перевіряють герметичність газової системи стисненим повітрям (азотом), перевіряють і за потреби регулюють вміст СО у відпрацьованих газах під час роботи двигуна на газі і бензині.

Під час ТО-2 автомобілів, що працюють на стисненому газі, перевіряють регулювання редукторів (високого й низького тиску), роботу манометрів та електромагнітних клапанів.

Під час СТО автомобілів, що працюють на скрапленому газі, перевіряють тиск спрацювання запобіжного клапана газового балона, продувають трубопроводи стисненим повітрям, перевіряють роботу обмежувача максимальної частоти обертання колінчастого вала двигуна й манометра. Один раз у два роки потрібно виконати гідравлічні та пневматичні випробування балона з арматурою.

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. Які недоліки має карбюраторний спосіб сумішоутворення? 2. Які недоліки безпосереднього впорскування бензину в циліндри двигуна? 3. Яким чином в різних системах впорскування визначають кількість повітря? 4. Який спосіб дозування палива використовують в системах впорскування легкого палива ? 5. Чим характерна система впорскування «LN-Ietronic».? 6. Дайте визначення терміну „інжектор”. 7. Які переваги та недоліки має система живлення двигуна газоподібним паливом?

СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Питання

1. Загальні відомості про систему живлення дизеля
2. Сумішоутворення у циліндрі дизеля
3. Засоби подачі повітря
4. Засоби паливоподачі
5. Регулятори частоти обертання
6. Обмежувачі димлення
7. ФОРСУНКИ

1. Конспект лекції.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО СИСТЕМУ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЯ

Система живлення дизельного двигуна окремо подає у циліндри повітря і паливо, а також відводить від них продукти згоряння у навколишнє середовище.

Залежно від функцій елементи системи живлення умовно поділяють на три групи: для подачі повітря; для подачі палива; для відведення з циліндрів відпрацьованих газів.

Загальну будову системи живлення наведено на прикладі двигуна Д-245.

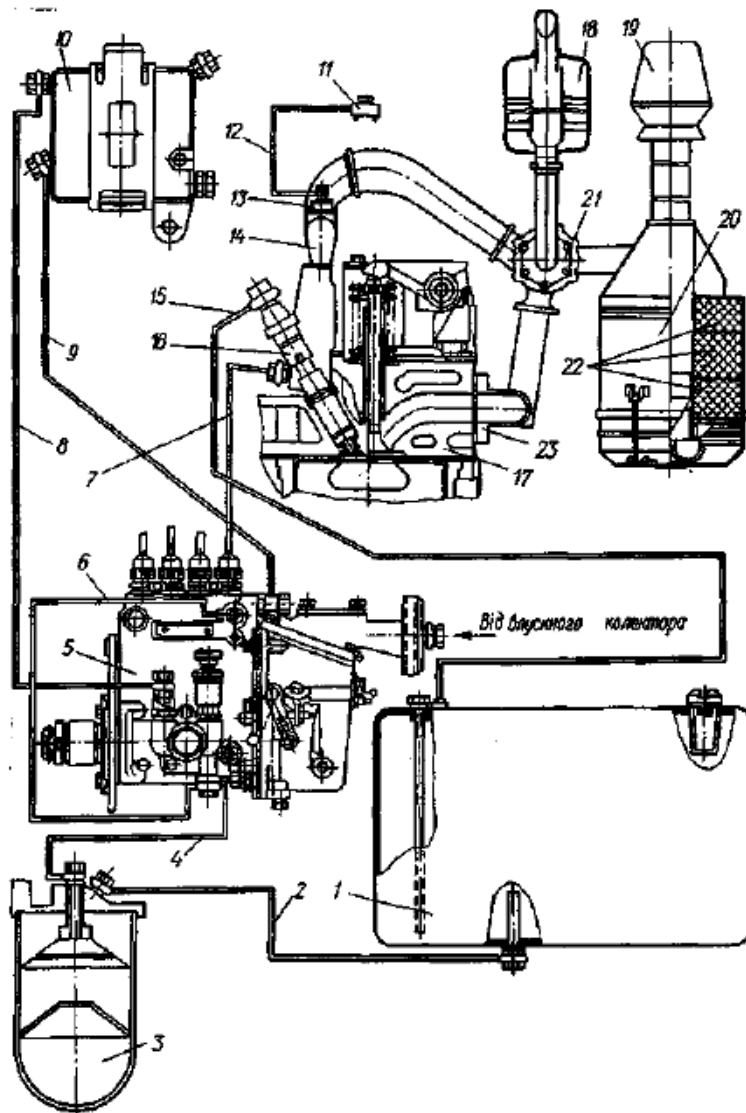
Очищення й подачу повітря у циліндрі двигуна забезпечують попередній 19 (рис. 1) та основний 20 повітроочисники, турбокомпресор, впускна труба і впускний колектор 14. У впускній трубі встановлено (не у всіх двигунах) заслінку, призначену для термінової зупинки двигуна в аварійній ситуації.

Очищають і подають паливо з бака 1 фільтри грубої 3 і тонкої 10 очистки, підкачувальний насос, насос високого тиску 5, форсунка 16, паливопроводи низького 2, 4, 6, 8 і 9 та високого 7 тиску.

Відводяться продукти згоряння через випускний колектор 23, газову турбіну 21 і глушник 18.

Паливо з витратного бака 1 надходить у фільтр грубої очистки 3. Звільнене від грубих механічних домішок, воно відсмоктується підкачувальним насосом і нагнітається під тиском 0,2 МПа у фільтр тонкої очистки 10. Далі надходить у головку паливного насоса 5, а звідти — до насосних секцій. Оскільки до насоса паливо подається з надлишком (для запобігання підсмоктуванню повітря), частина його перепускається спеціальним клапаном і повертається паливопроводом 6 до підкачувального насоса.

Є двигуни (СМД-60, СМД-62 та ін.), в яких паливо відводиться не до



підкачувального насоса, а в бак. Це запобігає перегріванню палива, зменшенню циклової подачі і зниженню потужності двигуна.

Від насоса високого тиску паливо відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна і в певних дозах подається паливо-проводом до форсунок 16, які впорскують його під тиском у межах 16,5 МПа у камери згоряння. Паливо, що просочилось крізь зазори між деталями форсунок, відводиться у бак дренажними трубками 15.

Очищене повітря подається у циліндр під час такту впуску. При наступному такті воно стискується і нагрівається. Подача у це середовище струменя дрібнорозпиленого палива призводить до створення

паливоповітряної суміші та її самозаймання

Заданий водієм швидкісний режим роботи двигуна підтримується регулятором, який автоматично змінює подачу палива у циліндрі згідно із зміною навантаження.

Рис. 1. Система живлення двигуна Д-245:

- 1 — паливний бак; 2, 4, 6, 8, 19 — паливопроводи низького тиску;
- 3 — фільтр грубої очистки; 5 — паливний насос високого тиску;
- 7 — паливопровід високого тиску; 10 — фільтр тонкої очистки;
- 11, 12 — бачок і паливопровід електрофакельного підігрівника;
- 13 — електрофакельний підігрівник; 14 — впускний колектор; 15 — зливний паливопровід; 16 — форсунка; 17 — головка циліндрів; 18 — глушник; 19, 20 — попередній та основний повітроочисники; 21 — турбокомпресор; 22 — фільтрувальні елементи; 23 — випускний колектор

Паливо розпилюється під дією процесів, що супроводжують його рух у соплових каналах розпилювача і сил аеродинамічного опору газового середовища, в яке відбувається впорскування.

Факел розпиленого палива характеризується далекобійністю, шириною й кутом конуса. Розподіл крапель у факелі нерівномірний і структура його неоднорідна.

На розвиток і структуру факела найсуттєвіше впливають: тиск впорскування, конструкція розпилювача, фізичні властивості палива й середовища, в яке відбувається впорскування. Далекобійність факела визначається кінетичною енергією палива, що струмує з розпилювача і яка залежить від його маси та швидкості витікання.

Ступінь та якість наповнення циліндрів двигуна повітрям визначають не тільки його потужність і паливну економічність, але й стійкість проти спрацювання деталей, у першу чергу — циліндро-поршневої групи. Підвищення опору повітряного такту внаслідок забрудненості повітроочисника разом із зменшенням наповнення циліндрів і погіршенням ходу робочого процесу створює умови для можливості потрапляння у циліндри повітря з підвищеним вмістом пилу, що форсує спрацювання пар тертя.

Одним із засобів підвищення літрової потужності двигунів є збільшення щільності заряду повітря або суміші, що називають наддувом.

Найефективнішим вважається газотурбінний наддув, оскільки відбувається не тільки за рахунок механічної роботи двигуна, але й завдяки частковій утилізації енергії відпрацьованих газів. У цьому випадку енергія газів перетворюється у механічну роботу, необхідну для стискання свіжого заряду в газовій турбіні. Внаслідок зростання маси повітряного заряду можна збільшити подачу палива, за рахунок чого підвищується потужність двигуна на 35—50% й одночасно на 4—6% — його економічність.

Паливо впорскується у циліндри двигуна через форсунки під тиском, що у кілька разів перевищує тиск повітря у кінці такту стиску. При цьому швидкість струменя палива становить 150—400 м/с. Внаслідок тертя з повітрям струмів розпилюється. Сумішоутворення у дизельних двигунах відбувається за дуже короткий час, що ускладнює хід процесу.

Для одержання суміші, здатної швидко і повністю згоріти, потрібно, щоб паливо було добре розпилене і навколо кожної його частки було достатньо кисню для повного згорання. Зважаючи на це, у циліндри дизеля вводять більше повітря, ніж теоретично необхідно ($\alpha = 1,20—1,65$). Зниження коефіцієнта надлишку повітря й підвищення середнього ефективного тиску І літрової потужності можна досягти шляхом вдосконалення сумішоутворення. Для цього погоджують форму камери згорання з формою, розміром, кількістю і розміщенням паливних факелів, що випускаються форсункою; створюють у камері згорання інтенсивні повітряні потоки, які сприяють змішуванню палива з повітрям; забезпечують тонкість й однорідність розпилювання палива та достатню далекобійність струменя.

СУМІШОУТВОРЕННЯ У ЦИЛІНДРІ ДИЗЕЛЯ

Процес сумішоутворення у циліндрі дизеля триває кілька мілісекунд, що збігається з процесом згорання. Від досконалості процесу утворення горючої

суміші залежить своєчасність і повнота її згоряння і, врешті, техніко-економічні показники роботи двигуна.

Відрізок часу (0,001—0,005 с) від початку подачі палива до моменту його займання називається **періодом затримки спалахування**. Тривалість цього періоду залежить від температури повітря, фізико-хімічних властивостей палива, навантаження і частоти обертання колінчастого вала двигуна, кількості залишених у циліндрі газів та інших факторів. Чим триваліший цей період, тим більше палива зосереджується у камері згоряння. Згоряння значної кількості палива матиме вибуховий характер, що зумовить надто швидке зростання тиску у циліндрі, тобто збільшить "жорсткість" роботи двигуна і як наслідок зменшить ресурс.

Період затримки займання (і "жорсткість" роботи двигуна) залежить і від способу сумішоутворення.

Об'ємне сумішоутворення — використання для одержання горючої суміші всього об'єму камери згоряння. Швидке випаровування палива й змішування з повітрям досягаються взаємним погодженням форм та розмірів факела палива й камери згоряння, що зумовлює відповідний рух заряду всередині камери.

При **плівковому** сумішоутворенні основна частина палива (до 95%) подається на поверхню камери, де й утворюється тонка паливна плівка, що нагрівається від дотику. Невелика частина палива, що розпилюється в об'ємі камери згоряння і згоряє у першу чергу, застосовується для підпалювання горючої суміші.

Залежно від розмірів і конструкції камер згоряння наведені способи можуть доповнюватися іншими.

Неподілена (однопорожнинна) камера згоряння — об'єм, обмежений поверхнями днища поршня, головки й гільзи циліндра. У більшості тракторних двигунів однопорожнинні камери виконані у поршнях.

Компактність таких камер згоряння і невеликі поверхні тепловіддачі зумовлюють мінімальні втрати теплоти, тому

двигуни з однопорожнинними камерами згоряння характеризуються надійним пуском і економічністю. До недоліків належать: жорсткість роботи та необхідність впорскування палива під значним (15—20 МПа) тиском. Застосування плівкового сумішоутворення у дизелях з неподіленими камерами згоряння пом'якшує їхню роботу.

Поділена (двопорожнинна) камера згоряння: одна порожнина розміщена переважно у головці циліндрів, інша (основна) обмежується поверхнями днища поршня і головки циліндрів; між собою з'єднуються вузьким каналом.

Кулеподібна камера у головці циліндрів називається *вихровою*. Під час такту стиску повітря з основної камери перекачується у вихрову, де завдяки її формі набирає складного руху, що сприяє кращому змішуванню повітря з паливом, швидшому прогріванню і займанню горючої суміші.

Основними перевагами дизелів з поділеними камерами згоряння є "м'якість" роботи і порівняно невисокий тиск впорскування палива (11—15 МПа), недоліками — відносно велика питома витрата палива, утруднений пуск

при низьких температурах, оскільки через значну поверхню тепловіддачі втрачається багато теплоти.

У кожного двигуна є оптимальний кут випередження подачі палива: при збільшенні його робота стає "жорстокішою", зменшенні — знижується потужність, двигун перегрівається і погіршується пуск.

Горіння відбувається у газовій фазі. Щоб окислювальні реакції могли розвиватися досить швидко, рідке паливо має перетворитися на пару й змішатися з повітрям. Найшвидше відбуваються процеси згоряння в однорідних сумішах, коли молекули палива рівномірно розміщуються між молекулами кисню.

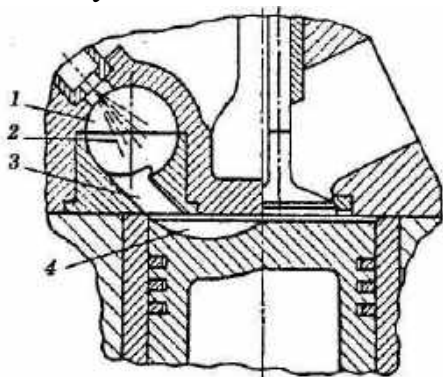


Рис. 2. Камера згоряння вихрового типу:

1 – верхня півсфера; 2, 3 – нижня півсфера з горловиною; 4 – основна частина камери.

2.3.4. Система живлення дизеля. Будова і дія

Система живлення дизеля забезпечує подачу в циліндри палива й повітря (окремо) і відведення з них продуктів згоряння в навколишнє середовище.

У процесі роботи двигуна паливо надходить з паливного бака, оснащеного сітчастими фільтрами, по паливопроводу низького тиску крізь фільтр грубого очищення до паливопідкачувального насоса, далі — крізь фільтр тонкого очищення по паливопроводу низького тиску до паливного насоса високого тиску (ПНВТ), від якого паливопроводом високого тиску — до форсунки, яка впорскує паливо в камеру згоряння. У фільтрі грубого очищення від палива відділяються великі механічні домішки й вода, повніше очищення здійснюється у фільтрі тонкого очищення. Надлишки палива від ПНВТ, форсунок і фільтра тонкого очищення зливається по дренажних трубках у бак. Ручний паливопідкачувальний насос 3 призначений для видалення повітря із системи паливоподачі (заповнення її паливом).

ПНВТ оснащений регулятором частоти обертання колінчастого вала дизеля (переважно всережимним) та муфтою випередження впорскування палива (не всі).

Повітря очищується комбінованим повітроочисником 6.

У процесі розпилювання палива під час його впорскування в циліндр двигуна струмінь дробиться на краплі. Для нормального згоряння розмір крапель має бути 10 - 40 мкм. У разі дроблення на менші часточки паливо випаровується в зоні розпилювання форсунки, і використання повітря в об'ємі камери згоряння погіршується, а в разі дроблення на більші — процес згоряння подовжується і відбувається не повністю.

Паливо розпилюється під дією процесів, що супроводжують його рух у соплових каналах розпилювача та сил аеродинамічного опору газового середовища, в яке впорскується паливо. Струмінь палива розривається на окремі часточки, які під час руху в газовому середовищі деформуються в

краплі. Сумарна поверхня розпиленого палива в 10 - 30 разів перевищує поверхню суцільного струменя.

Процес розпилювання залежить від швидкості руху палива в каналах та дроселювальних перерізах розпилювача, конструкції розпилювача, чистоти обробки соплових отворів. Зі збільшенням циклової подачі палива тиск, впорскування зростає, відповідно підвищується швидкість витікання палива із соплових отворів і досягається дрібніше розпилювання. На дроблення струменя й розміри крапель істотно впливають фізичні властивості палива: зі зростанням в'язкості дрібність та однорідність розпилювання погіршуються, що спричинює сили внутрішнього тертя.

На розвиток і структуру факела найістотніше впливають тиск впорскування, конструкція розпилювача, фізичні властивості палива й середовища, в яке відбувається впорскування. Дальнобійність факела визначається кінетичною енергією палива, що струмує з розпилювача, яка, в свою чергу, залежить від його маси і швидкості витікання. Залежно від вихрового руху повітря в камері згоряння факел може бути несиметричним, внаслідок чого частина палива потрапляє на стінки камери.

За раціонального співвідношення параметрів факела палива, камери згоряння та організації вихрового руху повітря можна досягти належного сумішоутворення.

Ступінь і якість наповнення циліндрів двигуна повітрям визначають не тільки його потужність і паливну економічність, а й зносостійкість деталей, насамперед циліндро-поршневої групи. Підвищення опору повітряного тракту внаслідок забрудненості повітроочисника поряд із зменшенням наповнення циліндрів та погіршенням ходу робочого процесу створює умови для потрапляння в циліндри повітря з підвищеним вмістом пилу, що форсує зношення тертьових пар.

Одним із засобів підвищення літрової потужності двигунів є збільшення щільності заряду повітря чи суміші. Це називають *наддувом*. Разом зі збільшенням щільності заряду зростає середній ефективний тиск.

Паливо впорскується в циліндри двигуна крізь форсунки під тиском, що в кілька разів перевищує тиск повітря наприкінці такту стискування. При цьому швидкість струменя палива досягає 150 - 400 м/с. Внаслідок тертя з повітрям струмів дробиться. Сумішоутворення в дизельних двигунах відбувається дуже швидко, що ускладнює хід процесу. Щоб одержати суміш, здатну швидко і повністю згоріти, потрібно щоб паливо було дрібно розпилене і кожна його часточка була оточена потрібною для повного згоряння кількістю кисню. Зважаючи на це, в циліндри дизеля вводять повітря більше, ніж потрібно теоретично ($\alpha = 1,20 \dots 2,65$). Зниження коефіцієнта надлишку повітря й підвищення середнього ефективного тиску та літрової потужності двигуна досягають вдосконаленням сумішоутворення. Для цього:

► узгоджують форму камери згоряння з формою, розміром, числом і розміщенням паливних факелів, які випускає форсунка;

- в камері згоряння створюють інтенсивні повітряні потоки, які сприяють змішуванню палива з повітрям;
- забезпечують точність і однорідність розпилювання палива та достатню дальнобійність струменя.

ЗАСОБИ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ

Засоби подачі повітря. Пил, що міститься у повітрі, засмоктується під час впуску в циліндри двигуна, внаслідок чого прискорюється зношення клапанів і гнізд, циліндрів, поршневих кілець та інших деталей. Важливість очищення повітря для підтримання належного технічного стану двигуна засвідчує таке: збільшення пропускання пилу повітроочисником від 1 до 2 % зумовлює зростання зношення деталей двигуна вдвічі.

Пил може потрапляти в циліндри двигуна також крізь нещільності у впускному тракті внаслідок порушення герметичності, послаблення кріплень тощо.

Повітроочисник призначений для високоякісного очищення повітря, що надходить у циліндри двигуна. За принципом дії повітроочисники поділяють на інерційні та фільтрувальні. В *інерційних* повітря очищується за рахунок того,

що його потік набуває обертового руху або різко змінює свій напрямок. У *фільтрувальних* повітря проходить крізь фільтрувальні елементи, виготовлені з капрону, пінополіуретану, спеціального паперу та ін. Якщо для очищення повітря застосовують оливу (повітряний потік ударяється об поверхню оливи і пил прилипає до неї), його називають *мокрим*. У повітроочисниках дизелів застосовують кілька способів очищення повітря, тому їх називають *комбінованими*.

Комбінований повітроочисник із сухим відцентровим та мокрим інерційним очищенням у першому ступені і фільтрувальним у другому складається з корпусу / (рис. 3), в якому розміщені центральна труба 5, фільтрувальні елементи 14 і 15, які знизу закриті піддоном 20. До верхньої частини центральної труби хомутом 13 прикріплено повітрозабірник з відцентровим очисником (моноциклоном). Моноциклон складається із завихрювача 8, сітки 12 та ковпака зі щілинами 10 для видалення пилу.

Фільтрувальні елементи сформовані в касети. Піддон слугує резервуаром для оливи, нормальний рівень якої показує кільцевий поясок. Отвори у напрямній чаші 21 забезпечують відповідний рівень оливи.

Рис. 3. Комбінований повітроочисник двигуна Д-245:

1 — корпус; 2 — опорна обойма; 3 — патрубок; 4 — головка; 5 — центральна труба; 6 — нижній патрубок; 7 — подільник; 8 — завихрювач; 9 — ковпак; 10 — отвори для видалення пилу; 11 — шпилька; 12 — сітка; 13 —

хомут; 14, 15 — фільтрувальні елементи; 16 — фіксатор обойми; 17 — замкова обойма; 18 — ущільнювальне кільце; 19 — з'єднувальні отвори; 20 — піддон; 21 — напрямна чаша; 22 — стяжний болт; 23 — ба-ранцева гайка

Повітроочисник працює так. Повітря засмоктується крізь сітку 12, де й відбувається попереднє очищення. Проходячи завихрювачем, повітряний потік набуває обертального руху. Внаслідок дії відцентрових сил великі часточки пилу відділяються, а дрібні потрапляють разом з повітряним потоком у центральну трубу і, обертаючись, рухаються вниз. На виході з труби потік має змінити напрямок руху на протилежний. При цьому часточки пилу прилипають до поверхні оливи й осідають на дно. Внаслідок значної швидкості повітряного потоку олива спінюється і змочує фільтрувальні елементи, проходячи крізь які повітря остаточно очищується і патрубком 3 подається у впускний колектор двигуна.

Заливати оливу в піддон у кількості, що перевищує рівень контрольного пояса, небезпечно, тому що вона може разом з повітрям потрапити в циліндри двигуна і спричинити аварійне зростання частоти обертання колінчастого вала (рознос).

Нині на тракторних двигунах поширені повітроочисники *сухого типу з паперовими фільтр-патронами* (із спеціального високопористого картону). Першим ступенем очищення повітря є моноциклон з видаленням пилу крізь щілини 23 (рис. 4). Другим є корпус 2, в якому знаходяться два фільтр-патрони: головний 11 та запобіжний 12. Кільця 14 і шайби 5 забезпечують ущільнення фільтр-патронів. Кільце 10 ущільнює з'єднання корпусу 2 з кришкою 9.

Внаслідок розрідження, що створюється колесом турбокомпресора, повітря проходить перший ступінь очисника і потрапляє в корпус 2. Рухаючись крізь фільтр-патрони 11 і 12, воно очищується від пилу і через вихідний патрубок 1 надходить у турбокомпресор.

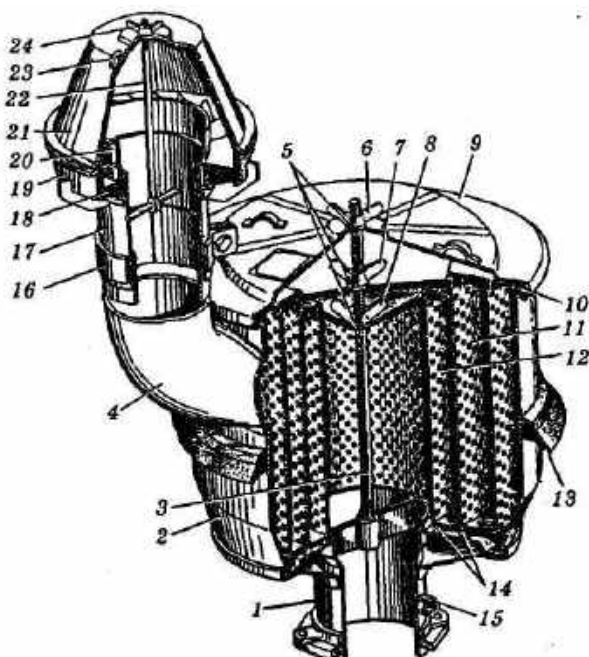


Рис. 4. Повітроочисник з паперовими фільтрувальними елементами двигунів СМД:

1 — вихідний патрубок;
2 — корпус; 3 — траверса; 4 — вхідний патрубок; 5 — шайба; 6-8, 24 — гайки-баранці; 9 — кришка; 10, 13, 14 — ущільнювальні кільця; 11, 12 — відповідно головний і запобіжний фільтр-патрони; 15 — банка для під'єднання труби індикатора забрудненості повітроочисника; 16 — стяжний хомут; 17 — патрубок моноцикла; 18 — захисна сітка; 19 —

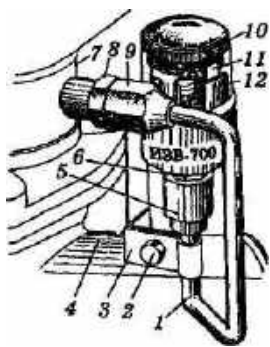
опорний фланець; 20 — завихрювач; 21 — ковпак; 22 — шпилька; 23 — викидна щілина

Повітроочисники із фільтр-патронами забезпечують найменший коефіцієнт пропускання пилу (близько 0,3 %), створюють незначний опір і надійні в експлуатації.

Для визначення забрудненості фільтрів і потреби проведення технічного обслуговування повітроочисників передбачено індикатор забрудненості.

Індикатор забрудненості повітроочисника ИЗВ-700 двигунів СМД механічної дії змонтовано на кронштейні 3 (рис. 5). Трубною І індикатор з'єднаний з порожниною вихідного патрубку 7 повітроочисника. Сигналізуючим пристроєм є барабан 11, пофарбований в яскраво-червоний колір.

У разі забруднення фільтра повітроочи-сника збільшується розрідження у вихідному патрубку його корпусу, а з вікон ковпака 12 індикатора буде видно яскраво-червоний показчик, що засвідчує потребу проведення технічного обслуговування.



Після проведення технічного обслуговування повітроочисника барабан індикатора слід повернути у вихідне положення обертанням диска 10 у напрямку, вказаному стрілкою, до упору. Індикатор слід оберегти від ударів та забруднення прозорого клапана, ремонту він не підлягає. Якщо індикатор зламався чи відмовив, його знімають, а втулку трубопроводу заглушують різьбовою пробкою.

Рис. 5. Індикатор забрудненості повітроочисника двигунів СМД-60 і СМД-62:

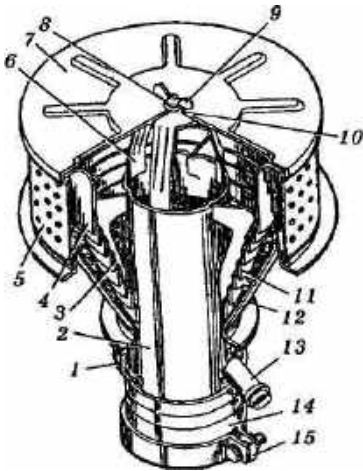
1 — підвідна трубка; 2 — болт; 3 — кронштейн кріплення; 4 — кронштейн повітроочисника; 5 втулка штуцера; 6,8 — штуцери; 7 — патрубок; 9 — накидна гайка; 10 — диск індикатора; 11 — барабан індикатора; 12 — ковпак

Двигуни СМД-66, СМД-86 можуть обладнуватися інерційною решіткою або перед очисником з прямоточними циклонами, що слугують перед очисниками.

Інерційна гратка має вигляд зрізаного конуса, встановленого вужчою частиною донизу. На центральній трубі 2 (рис. 6) за допомогою трьох планок 3 концентрично закріплені кільця 11 (10 шт.), діаметр яких послідовно змінюється від кільця до кільця на 10 мм. У вертикальному напрямку між ними є перекриття — 5 мм. Отже, між кільцями утворені кільцеві щілини завширшки 3,5 мм і заввишки 55 мм.

Зовні кільця закриті конусним кожухом 12, який закінчується пилозбірним бункером / з відсмоктувальним патрубком 13. До кронштейна 6 центральної труби 2 за допомогою баранцевої гайки 9 прикріплено кришку 7 з привареним верхнім кільцем 4. Між кришкою і кожухом 12 розміщено сітку 5.

Знизу до центральної труби 2 приварено патрубок 14 для кріплення інерційної решітки на вхідному патрубку другого ступеня повітроочисника за допомогою стяжного хомута 15.



Повітря проходить сітку 5, звільняється від великих домішок і спрямовується донизу між кожухом і кільцями. Входячи в кільцеві щілини, воно змінює напрямок руху на 180° , внаслідок чого часточки пилу під дією відцентрових сил відкидаються до кожуха 12 і

Рис. 6. Інерційна решітка (СМД-62):

1 — бункер для пилу; 2 — центральна труба; 3 — планка; 4 — верхнє кільце; 5 — сітка; 6 — кронштейн; 7 — кришка; 8 — пружинна шайба; 9 — баранцева гайка; 10 — плеската шайба; 11 — кільце; 12 — кожух; 13 — відсмоктувальний патрубок; 14 — патрубок; 15 — стяжний хомут

сповзають у бункер-пилосбірник 1. Під впливом розрідження, яке створює ежектор, розміщений у випускній трубі, пил викидається крізь патрубок 13 і з'єднувальну трубу в атмосферу.

Мультициклонний прямоточний передочисник зібраний у циліндричному кожусі 10 (рис. 7). В ньому знаходяться тринадцять циклонів, кожен з яких складається з корпусу 9, трубки 11 та завихрювача 7, виготовлених з поліетилену. Внаслідок пружності поліетилену корпус і трубка циклона щільно вставлені у верхній 6 і нижній 13 піддони.

Внизу до кожуха прикріплено розрізний патрубок 14 для фіксації на вхідному патрубку другого ступеня повітроочисника, зверху — приварено скобу 3 з гвинтом 2.

Повітря проходить крізь сітку 5 і, потрапивши в циклони, набуває обертального руху під впливом гвинтових лопатей завихрювача 7. Під дією відцентрових сил великі механічні домішки відкидаються до стінок корпусу циклона і зсипаються в нижній піддон, звідки ежектором відсмоктуються у випускну трубу. Коефіцієнт очищення повітря в такій конструкції — 85 - 86 %.

Фільтрувальні елементи (штори) другого ступеня очищення виготовлені із спеціального пористого картону й зібрані в головний і запобіжний фільтр-патрони (їх конструкції у нових тракторах аналогічні загальновідомим).

Повітроочисники сухого типу двигунів Д-260 (МТЗ) включають попередній інерційний очисник (моноциклон), пінополі-уретановий попередній фільтр, паперові основний і контрольний фільтрувальні елементи.

Фільтрувальний картон мусить мати мінімальний опір руху повітря, рівномірну пористість, гідростій-кість, достатній опір розриванню й тиску. Для задоволення таких вимог картон піддають гофруванню та поперечному тисненню.

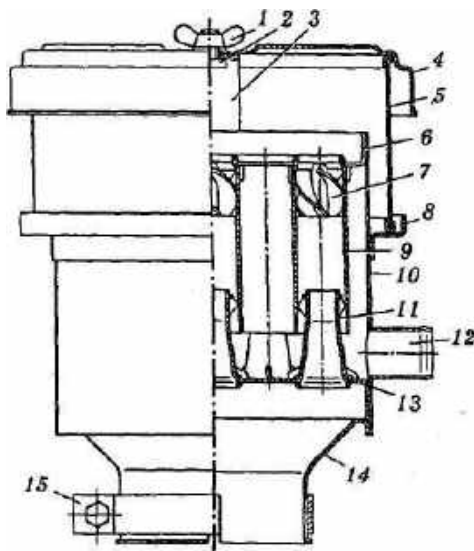


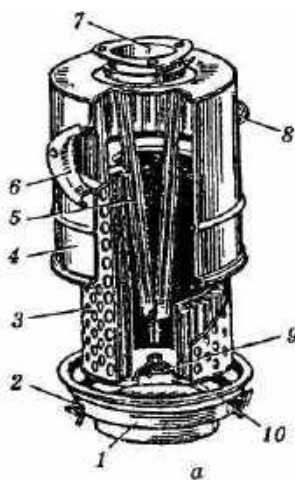
Рис. 7. Передочисник з прямоточними циклонами (СМД-66):

/ — гайка-баранець; 2 — гвинт; 3 — скоба; 4 — кришка; 5 — сітка; 6 — верхній піддон; 7 — завихрювач; 8 — обичайка; 9 — корпус циклона; 10 — кожух перед очисника; // — трубка циклона; 12 — відсмоктувальний патрубок; 13 — нижній піддон; 14 — патрубок; 15 — стяжний хомут

Крок між гофрами вибирають експериментально для забезпечення максимальної пиломісткості.

На поверхні фільтрувального елемента осідає шар пилу, який теж має фільтрувальні властивості. В цьому шарі з часом розмір пор стає меншим від розмірів пор у картоні, тому ефективність вловлювання пилу підвищується (коефіцієнт пропускання зменшується), однак внаслідок цього зростає й опір фільтра. Протилежною є дія таких атмосферних забруднень, як дим, продукти неповного згоряння, кіптява. Вони не утворюють на поверхні фільтрувального елемента пористого шару і знижують його пиломісткість. Фільтрувальні якості картону погіршуються за наявності у повітрі вологи.

Повітроочисник автомобіля КамАЗ розташований позаду кабіни. Він має



змінні двоступеневі фільтрувальні елементи з інерційною ґраткою та ежекційним відсмоктуванням пилу.

Конструкційні особливості повітроочисника відбито на рис. 8,а.

Певні особливості властиві повітрязабірникам тракторів Джон Дір. Так, на

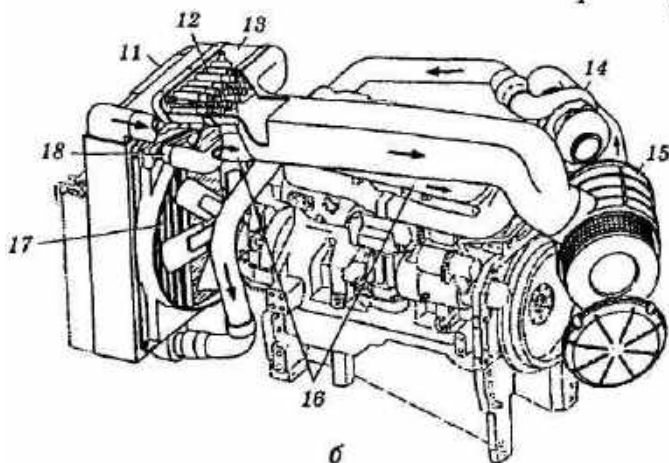


Рис. 8. Повітроочисник дизелів ЯМЗ-740, ЯМЗ-741 (а) і повітрязабірпа система дизеля трактора Джон Дір 8100 (б):

1 — утримувач фільтрувального елемента; 2 — серга кріплення; 3 — зовнішній кожух інерційної ґратки; 4 — корпус; 5 —

центральный кронштейн; 6, 7 — входный и выходный патрубки; 8 — патрубок ежектора; 9 — гайка крепления фильтрующего элемента; 10 — фильтрующий элемент; 11 — воздухозаборник; 12 — передочисник; 13, 16, 18 — воздухопроводы; 14 — вентилятор; 15 — воздухоочисник; 17 — теплообменник воздуха

вході (в передній частині трактора) розташовані ґратчасті екрани для відсіювання великих часточок пилу. Далі повітря надходить у приймач 11 (див. рис. 8, б) а звідти у передочисник 12. Внаслідок обертання повітря в трубках 13 набуває обертового руху, за рахунок чого відділяються часточки пилу, які відсмоктуються з передочисника крізь шланг вентилятором 14. Попередньо очищене повітря надходить у паперовий очисник 15, потім — до турбокомпресора. Повітряний теплообмінник 17 перед вентилятором охолоджує повітря, що надходить у двигун.

ЗАСОБИ ПАЛИВОПОДАЧІ.

Паливні баки зварюють із штампованих сталевих листів. Під час конструювання враховують вимоги простоти виробу, зручність компонування на тракторі чи автомобілі, забезпечення зберігання потрібної кількості палива, міцності і попереднього очищення палива. Як правило, баки розміщують ззаду або збоку від кабіни в нижній її частині.

У кришці заливної горловини 1 бака трактора (див. рис. 1) знаходиться сапун для виходу пари палива (в разі його нагрівання) та доступу повітря в бак (за зниження рівня палива). В горловину вставлено сітчастий фільтр, який затримує домішки діаметром понад 0,5 мм.

У нижній частині бака змонтовано забірний штуцер з прохідним краном 4 для подачі палива в систему.

Баки великої місткості мають всередині перегородки, призначені для зменшення інтенсивності збовтування палива під час руху машини, що збільшує ефективність осадження домішок.

Для контролювання рівня палива в баках передбачено мірні лінійки, розміщені в заливних горловинах, паливомірні прозорі трубки 5 або датчики, показники яких знаходяться на щитках приладів.

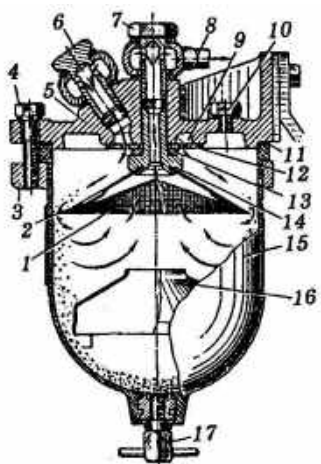
Місткість бака з надлишком забезпечує запас палива для роботи трактора упродовж зміни (10 год) до наступної заправки або для 300 — 600 км пробігу автомобіля.

Очищується паливо у фільтрах грубого (затримуються домішки розміром 0,005 - 0,07 мм) і тонкого (0,001 мм) очищення.

Фільтри грубого очищення палива у сучасних дизельних двигунах комбіновані: очищення відбувається інерційним способом та фільтруванням крізь латунну сітку 1 (рис. 9). Корпус фільтра 5 і стакан 15 з'єднані болтами 4 за допомогою кільця 3. Ущільнюють їх паронітовою прокладкою 11. У корпус загвинчено штуцерні болти 6 і 7, а також пробку 10, що закриває отвір, призначений для видалення повітря з порожнини фільтра в разі заповнення його паливом. Внизу стакану знаходиться пробка 17 для зливання відстою.

Очищення палива відбувається так. З підвідної трубки через штуцерний болт 6 паливо проходить у кільцеву порожнину 9, звідки крізь шайбу з багатьма отворами 12 — на поверхню прямого конуса 2. Стікаючи з конуса, паливо потрапляє в порожнину стакана крізь кільцеву щілину між конусом і стаканом.

Під впливом відсмоктувальної дії підкачувального насоса паливо відводиться крізь штуцерний болт 7, що закінчується втулкою з шестигранною головкою 14 з пружинною шайбою 13, та паливопровід 8. Після проходження кільцевої щілини паливо різко змінює напрямок руху, спрямовується вгору і просочується крізь сітку-фільтр 1. Механічні домішки та вода, що мають більшу інерцію, потрапляють під заспокійник 16, який обмежує збовтування осаду під час руху машини.



Фільтри такого типу очищують паливо від механічних домішок на 35 - 40 %, від води — на 70 - 80 %.

Як фільтри тонкого очищення палива дизелів застосовують паперові елементи. Кількість фільтрувальних елементів визначається в основному витратою палива: чим вона більша, тим більшу перепускную здатність мусить мати фільтр, а цього досягають підключенням на паралельну одночасну роботу кількох елементів.

У двигунах СМД-60 та СМД-62 фільтр тонкого очищення двоступеневий з фільтрувальними елементами

ЕТФ-3.

Рис. 9. Фільтр грубого очищення палива двигуна Д-240

Перший ступінь — двосекційний фільтр 2ТФ-3, другий — односекційний контрольний фільтрувальний елемент, розміщений в окремому корпусі — кронштейні 5 (рис. 10). Фільтрувальний елемент — це порожниста паперова штора, розміщена в картонному корпусі. Зверху і знизу елементи ущільнюються гумовими прокладками. До кришок елементи притискають пружини 17.

У кришці фільтра розміщені: триходовий кран 1, який дає змогу почергово вимикати секції для промивання їхніх фільтрувальних елементів зворотною течією палива під час роботи двигуна; вентиль 3 для прокачування паливних магістралей у разі потрапляння в них повітря; перепускний клапан 2 для повернення решток палива від насоса в бак. Перепускний клапан відрегульовано на тиск 0,11 - 0,13 МПа, він не сполучається з фільтром.

У нижній частині пластмасового корпусу є штуцер 14 і трубка/6 для зливання відстою.

Очищення палива відбувається так. Від підкачувального насоса воно надходить до триходового крана, а далі — в порожнини корпусів фільтрувальних елементів. Під впливом нагнітальної дії насоса паливо просочується крізь паперові штори у внутрішні

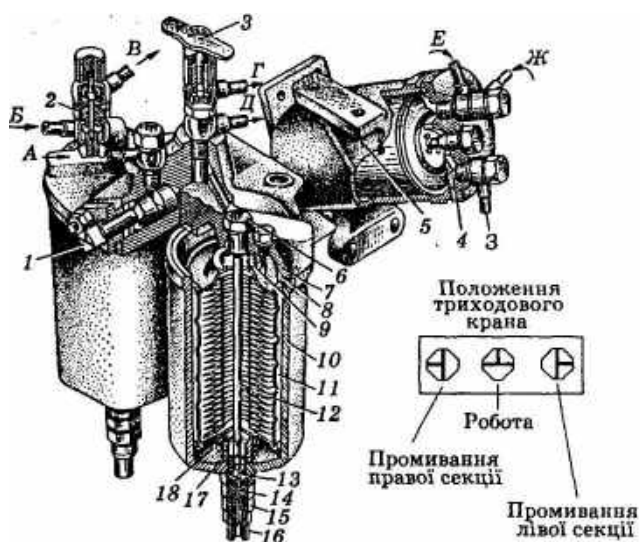


Рис. 10. Фільтр тонкого очищення палива двигунів тракторів Т-150 і Т-150К: 1 — триходовий кран; 2 — перепускний клапан; 3 — вентиль для випускання повітря; 4, 7 — кришки; 5 — корпус-кронштейн контрольного фільтра; 6 — стяжна гайка; 8, 9, 18 — прокладки; 10 — корпус; 11 — фільтрувальний елемент; 12 — шпилька; 13 — кульковий клапан; 14 — штуцер; 15 — гайка; 16 — зливна трубка; 17 — пружина; А — подавання палива від підкачувального насоса; Б — підведення надлишкового палива від паливного насоса; В — відведення надлишку палива в бак; Г — трубка для випускання повітря; Д — трубка для подавання палива в контрольний фільтр; Е — підведення палива від основного фільтра (трубки Д); Ж — зливання палива від форсунок; 3 — подавання палива до паливного насоса

підкачувального насоса; Б — підведення надлишкового палива від паливного насоса; В — відведення надлишку палива в бак; Г — трубка для випускання повітря; Д — трубка для подавання палива в контрольний фільтр; Е — підведення палива від основного фільтра (трубки Д); Ж — зливання палива від форсунок; 3 — подавання палива до паливного насоса

порожнини елементів, залишаючи зовні штор домішки. Потім каналами у кришці і паливопроводом воно відводиться до контрольного фільтра, а від нього — до насоса високого тиску.

Паливопідкачувальний насос створює на вході ПНВТ тиск 0,1 - 0,2 МПа, що необхідно для стабільного подавання палива до форсунок незалежно від коливань навантаження двигуна. В автомобільних і тракторних дизелях застосовують переважно поршневі насоси.

Такий насос складається з чавунного корпусу 3 (рис. 11) поршня 11, пружини 6, штовхача 13 з пружиною, штока 12, впускного 8 і нагнітального 4 клапанів. До корпусу паливопідкачувального насоса прикріплений насос ручного підкачування 7.

Паливопідкачувальний насос подає паливо під дією ексцентрика кулачкового вала насоса високого тиску так. Під час обертання кулачкового вала ексцентрик І натискає на штовхач 13. Штовхач, рухаючись, через шток тисне на поршень 11, долаючи опір пружин 2 і 6. У порожнині А насоса паливо стискується, а в порожнині Б створюється розрідження. Внаслідок цього відкривається нагнітальний клапан 4 і закривається впускний клапан 8, що призводить до переходу дози палива з порожнини А (надпоршневої) в порожнину Б (підпоршневу). Після припинення руху поршня нагнітальний клапан закривається за допомогою пружини.

Коли вершина ексцентрика віддаляється від штовхача, пружина, випростуючись, відтискає поршень та штовхач назад. При цьому порожнина А збільшується, а порожнина Б — зменшується. Паливо з порожнини Б крізь трубку 5 подається до фільтра тонкого очищення, а порожнина А заповнюється крізь впускний клапан 8. Паливо відводиться по трубках 10 і 9.

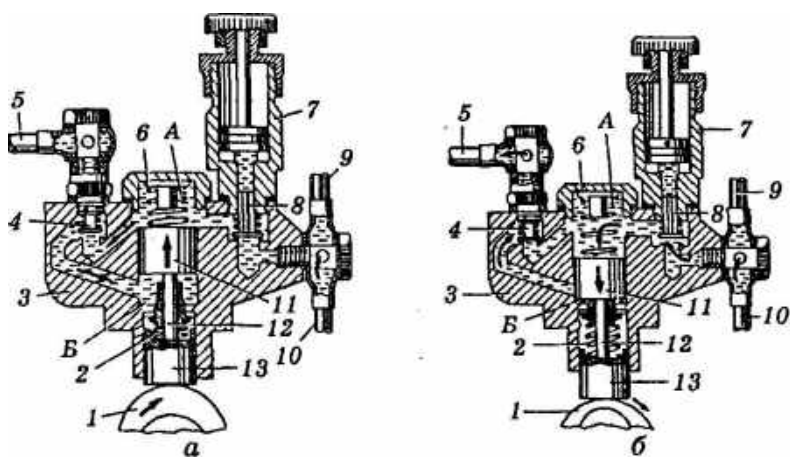
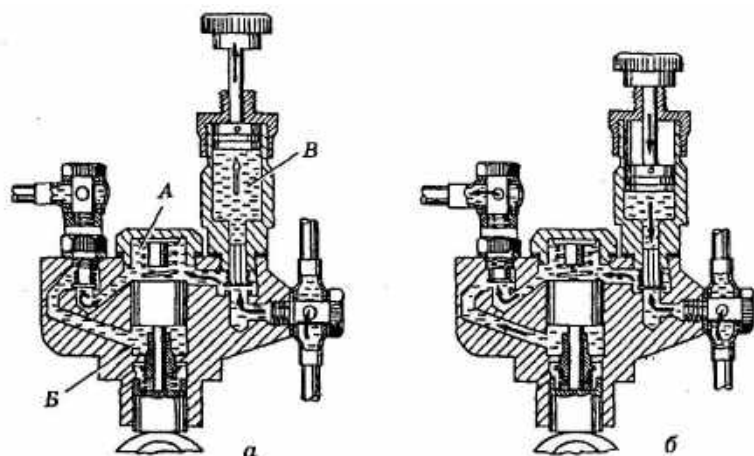


Рис. 11. Загальна будова паливопідкачувального насоса:

а — підготовчий хід; б — робочий хід



а — підготовчий хід; б — робочий хід

Оскільки нагнітання здійснюється під дією пружини на поршень, його шлях і, як наслідок, об'ємна подача насоса залежать від частоти обертання колінчастого вала двигуна та протитиску проходження палива, зумовленого опором фільтрів тонкого очищення й перепускного клапана.

Рис. 12. Робота підкачувального насоса в разі ручного приводу:

Якщо витрата палива двигуном велика (повне навантаження), поршень здійснює повні ходи (опір незначний) і об'ємна подача максимальна. В разі зменшення витрати палива зусилля пружини не досить для відтискання поршня в бік порожнини 5. Робочий хід поршня від цього скорочується й об'ємна подача, зазвичай, також.

За значного забруднення фільтрів протитиск палива в порожнині Б може зрівнятися з тиском пружини на поршень, що здатне призвести до припинення подачі.

Насос ручного підкачування призначений для заповнення системи паливом і видалення з неї повітря, коли двигун не працює.

Якщо рукоятку насоса відтягнути вгору, під його поршнем створиться розрідження, яке пошириться також у надпоршневу порожнину А. Під дією розрідження відкриється впускний клапан 8 (див. рис. 4) і паливо заповнить підпоршневу порожнину В циліндра насоса ручного підкачування (див. рис. 12, а).

Переміщення рукоятки насоса вниз (див. рис. 12, б) зумовить відкривання впускного клапана. В порожнині А створиться тиск, внаслідок чого відкриється нагнітальний клапан і, коли паливом заповниться порожнина Б, воно надходитиме до фільтра тонкого очищення.

Якщо насос ручного підкачування не використовують, його рукоятка має бути нагвинчена на кришку циліндра. При цьому поршень притискатиметься до

гумової прокладки, запобігаючи підсмоктуванню повітря в систему.

РЕГУЛЯТОРИ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ

Тракторні та автомобільні дизелі працюють в умовах змінних навантажень і частот обертання колінчастих валів. Частота обертання вала мусить бути не вищою за припустиму, бо це може призвести до перевантаження рухомих деталей механізмів двигуна і, крім того, колінчастий вал не повинен зупинятися, коли двигун працює на холостому ході. Для автоматичного підтримання встановленого швидкісного режиму роботи двигуна застосовують регулятори.

Тракторні та автомобільні дизелі обладнують переважно всережимними регуляторами, які забезпечують стабільну роботу на всіх швидкісних режимах, зокрема на холостому ході, і обмежують максимальну частоту обертання колінчастого вала.

Відцентровий всережимний регулятор з коректором подачі палива та автоматичним збагачувачем є одним механізмом з насосом типу УТН.

Ступінчастий хвостовик кулачкового вала насоса розміщений у корпусі регулятора (див. рис. 13, б, лекція 12). На перший його виступ з лисками напресовано упорну шайбу 7, на другий — вільно посаджено маточину 5 з чотирма тягарцями (від осевого зміщення маточина утримується стопорним кільцем), на третьому знаходиться відтискна муфта з упорним підшипником 2.

Упорна шайба з'єднана з маточиною спеціальними амортизувальними ланками, що гасять поштовхи, які виникають внаслідок раптових змін частоти обертання колінчастого вала двигуна.

На осі 28 встановлено основний 27 та проміжний 25 важелі регулятора. Вони з'єднані болтом 24 так, що можуть зміщуватись під різними кутами.

На проміжному важелі встановлено бочкоподібний ролик 26, який спирається на муфту регулятора 8, коректор подачі палива 20 та шпильку кріплення пружини 13 автоматичного збагачувача. Зверху до важеля прикріплено тягу, яка з'єднує його з рейкою 14 паливного насоса.

Основний важіль регулятора через пружину 18, сергу та важіль 12 сполучений з розміщеним на корпусі важелем керування регулятором.

Кут повертання основного важеля на осі 28 і, внаслідок цього, проміжного важеля та хід рейки паливного насоса обмежуються болтом 22 (номінальна подача палива) та упором 21 (подачу вимкнено).

Порожнини корпусів сполучені з атмосферою через сапун з фільтром. З 1982 р. двигуни Д-240 і Д-240Л комплектують насосами УТН-5 з циркуляційним мащенням (від системи мащення двигуна).

Під час пуску двигуна важіль керування регулятором 8 повертають до упору в гвинт-обмежувач 9 номінального швидкісного режиму (рис. 13, а). Під впливом пружин регулятора 5 і збагачувача 6 важелі 3 і 4 відхиляються в крайнє праве положення, обмежене головками гвинтів номінальної і максимальної подачі палива в момент пуску дизеля. Рейку паливного насоса встановлюють на максимальну (пускову) подачу.

У разі роботи двигуна без зовнішнього навантаження важіль 8 (див. рис.

13, б) залишається в попередньому положенні. Відцентрова сила тягарців 11, долаючи зусилля пружин 5 і 6, відхиляє важелі 3 і 4 вліво й пересуває рейку 7 паливного насоса в бік зменшення подачі палива, внаслідок чого зменшується частота обертання колінчастого вала двигуна.

За номінального навантаження двигуна (див. рис. 13 в) відцентрова сила тягарців 11 зрівноважується зусиллям пружин 5 і 6. Основний важіль дотикається до головки болта номінальної подачі, рейка насоса знаходиться в положенні встановленої подачі.

За перевантаження двигуна (див. рис. 13, г) основний важіль не змінює положення, тому що впирається в болт номінальної подачі, а пружина коректора відштовхує проміжний важіль і за його допомогою зсуває рейку насоса в бік збільшення подачі палива. За рахунок додаткової подачі палива зростає крутний момент двигуна, що дає змогу подолати короточасне перевантаження. Величина додаткового зміщення рейки і початок роботи коректора залежать від величини висування штока та попереднього стиснення пружини коректора.

Для зупинки двигуна важіль 8 повертають у бік зменшення натягу пружини, внаслідок чого важіль 3 зміщується вліво і тягне за собою важіль 4, який пересуває рейку паливного насоса в положення вимкненої подачі палива. Керують швидкісним режимом двигуна важелем і педаллю з кабіни: важелем встановлюють потрібний сталий швидкісний режим роботи, а педаллю збільшують його у міру потреби.

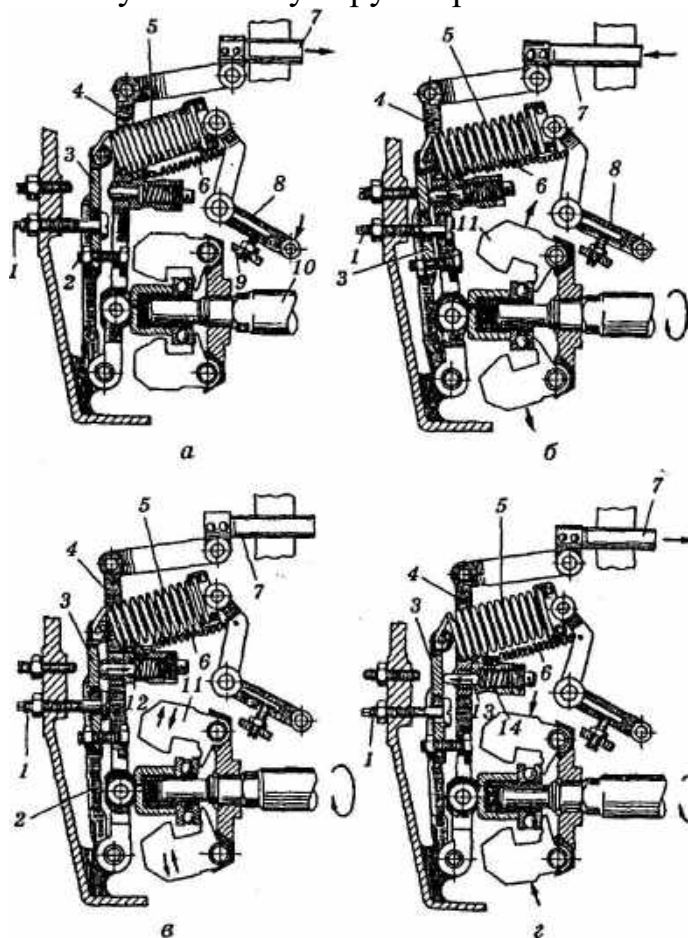


Рис. 13. Схема роботи регулятора насоса типу УТН:

а — пуск двигуна; б — холостий хід; в — номінальне навантаження; г — тимчасове перевантаження; 1,2 — болти обмеження подавання відповідно номінальної і максимальної кількості палива; 3, 4 — відповідно головний і проміжний важелі; 5, 6 — пружини регулятора і збагачувача; 7 — рейка паливного насоса; 8 — важіль керування регулятором; 9 — гвинт-обмежувач; 10 — кулачковий вал; 11 — тягарці; 12 — корпус коректора; 13, 14 — шток і пружина коректора

Регулятор частоти обертання колінчастого вала двигунів КамАЗ — відцентровий, прямої дії. Основним елементом його є тягарці, закріплені на утримувачі, що

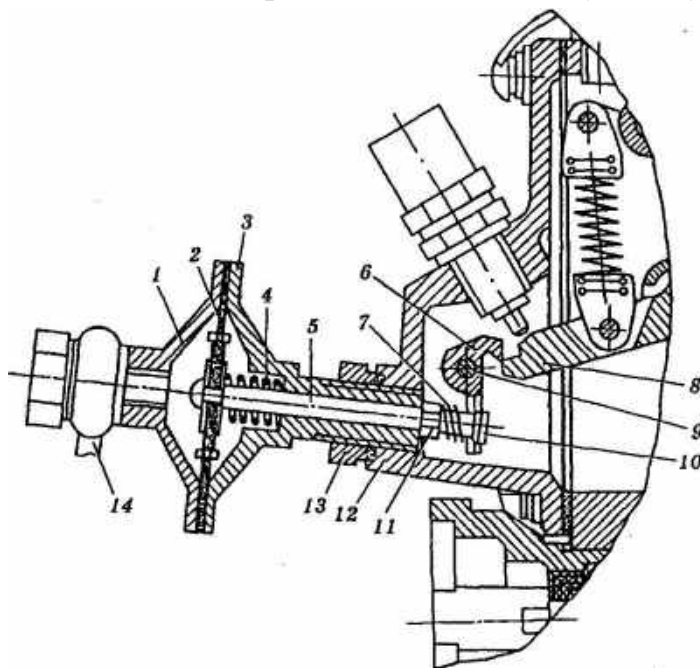
приводиться шестеренною передачею від кулачкового вала насоса. Під час обертання утримувача тягарці під дією відцентрових сил розсуваються і тиснуть на муфту, яка через систему важелів діє на зубчасті рейки повертання плунжерів нагнітальних секцій.

ОБМЕЖУВАЧІ ДИМЛЕННЯ

Недоліком відцентрових регуляторів частоти обертання колінчастого вала прямої дії є те, що вони відновлюють порушений швидкісний режим двигуна не відразу, а з певною затримкою. Такі коливання частоти обертання, зумовлені зміною навантаження, підсилюють крутні коливання колінчастого вала, внаслідок чого зменшується моторесурс двигуна.

Форсування дизеля за допомогою турбонаддуву змушує обмежувати подачу палива на низьких і перехідних швидкісних режимах внаслідок невідповідності витратних характеристик паливного насоса високого тиску й турбокомпресора (паливо згоряє не повністю, димність надмірна). Особливо це виявляється в процесі розгону.

Різні фірми розробили конструкції обмежувачів димлення. Загальний принцип її виконання — впровадження в систему діафрагмової коробки, сполученої з впускним патрубком за турбокомпресором і заміна жорсткого упору рейки паливного насоса на змінний, положення якого залежить від положення мембрани, тобто від тиску наддуву.



Пневмокоректор двигунів СМД змонтовано у задній кришці паливного насоса високого тиску. Між верхньою кришкою 1 (рис. 14) і корпусом 3 розміщена діафрагма 2, з'єднана зі штоком 5. Для попереднього регулювання пружини 4 використовують гайку ІІ та контргайку 10.

За підвищення тиску наддуву до 0,016-0,018 МПа діафрагма прогинається і шток зміщується. Пружина 7 повертає важіль обмежувача на осі 9. Важіль коректора зміщується в бік збільшення подачі палива і

звільняється від упора.

Рис. 14. Обмежувач димлення (СМД-66):

1, 12 — верхня і задня кришки; 2 — діафрагма; 3 — корпус; 4 — пружина пневморегулятора; 5 — шток; 6 — важіль обмежувача (упор); 7 — пружина упора; 8 — важіль коректора; 9 — вісь; 10, 11 — контргайка і гайка; 13 — гайка корпусу; 14 — трубка підведення повітря з ресивера

У дизелях СМД-86 встановлено двоплунжерні ПНВТ НД-22/8 розподільного типу. Кожна з двох секцій подає паливо до форсунок чотирьох

циліндрів. Кулачковий вал має два чотиригранні кулачки.

7ФОРСУНКИ

Форсунки призначені для подачі палива в камери згоряння, розпилення його там і розподілу.

Ступінь розпилення палива залежить від способу сумішоутворення. У двигунах з поділеними камерами згоряння застосовують форсунки, які забезпечують подачу палива компактным струменем з порівняно малим кутом конуса розпилювання. Це пояснюють тим, що змішування палива з повітрям відбувається переважно за рахунок енергії потоку повітря, що рухається з над поршневого простору в додаткову камеру, і потоку газів, що переміщуються з додаткової камери в основну після займання. Це однодірчасті штифтові форсунки з тиском впорскування $12,2 \pm 0,5$ МПа.

У двигунах з неподіленими камерами згоряння енергія паливного струменя становить більшу частину енергії сумішоутворення, тому паливо подається під тиском $17,5 \pm 0,5$ МПа через кілька соплових отворів.

Форсунка складається з корпусу 4 (рис. 15) і прикріпленого до нього гайкою 3 розпилювача 1. Розпилювач багатодірчастої форсунки зафіксований відносно корпусу штифтами 17, чим забезпечується його орієнтування відносно камери згоряння.

Запірна голка 2 штифтів і форсунки через штангу 5 пружиною 6 притискується до сидла, щільно закриваючи сопловий отвір розпилювача. Гвинт 9 слугує для регулювання тиску пружини на штангу, тобто тиску впорскування.

Отвір під голку в корпусі розпилювача зроблений з великою точністю, що дає змогу отримати зазор 0,002 - 0,003 мм. Голка розпилювача з одного боку має хвостовик, в який упирається штанга, з іншого — конус.

Під дією високого тиску паливо просочується між голкою і корпусом розпилювача в порожнину пружини. Для його відведення призначені канали 12 і 13. Сітчастий фільтр 15 забезпечує додаткове очищення палива.

Розпилювач працює так. Під час нагнітального ходу плунжера паливного насоса тиск у камері 17 розпилювача зростає. Якщо тиск на конус перевищує опір пружини 6, голка підіймається, відкриваючи шлях паливу через кільцеву щілину між сопловим отвором і штифтом голки в камеру згоряння двигуна. Внаслідок значного тиску впорскування і малих розмірів щілини паливо швидко рухається і дрібно розпилюється.

Коли подача палива насосом припиняється, тиск у камері 17 зменшується, голка під дією пружини 6 знову щільно закриває сопловий отвір розпилювача.

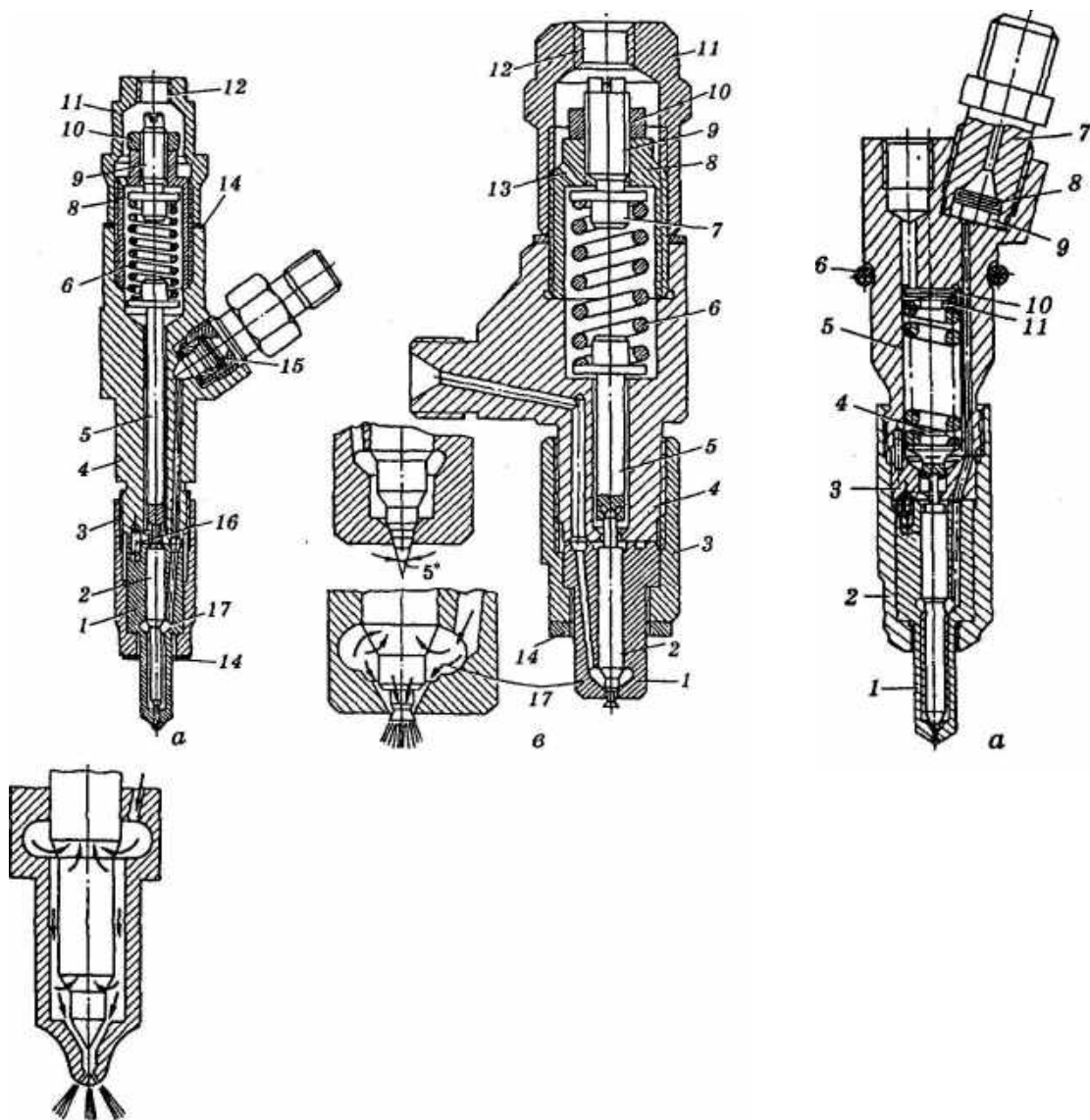


Рис. 15. Форсунки і схеми дії їхніх розпилювачів:

а, в — штифтові односторонні; б — безштифтова багатодірна; 1-3 — відповідно корпус, запірні голки і гайка розпилювача; 4 — корпус форсунки; 5 — штанга; 6 — пружина; 7, 8 — тарілка і стакан пружини; 9 — регулювальний гвинт; 10 — контргайка; 11 — ковпак; 12, 13 — отвори для відведення палива; 14 — прокладка; 15 — сітчастий фільтр; 16 — штифт; 17 — паливна камера

Рис. 16. Форсунка дизелів ЯМЗ-740, ЯМЗ-741 (а)

1 — розпилювач; 2 — гайка розпилювача; 3 — прокладка; 4 — штанга; 5 — форсунки; 6 — ущільнювальне кільце; 7 — штуцер; 8 — фільтр; 9 — втулка фільтра; 10 — регулювальні шайби; 11 — пружина

У двигунах Д-240, СМД-60, СМД-62 та СМД-66 застосовують форсунки типу ФД-22 (чотиридірчастий розпилювач із соплами діаметром 0,32 мм у першого, 0,24 мм — у решти), на двигунах Д-245 — ФД-22М — з п'ятидірчастим розпилювачем.

Дизель ЗІЛ-645 комплектують форсунками, розпилювачі яких мають по

два соплових отвори діаметром 0,45 мм. Під час встановлення форсунки в головці блока ці отвори фіксують відносно камери згоряння.

Форсунки дизелів родини КамАЗ-740 (рис. 16) за принципом дії не різняться від описаних вище, але мають деякі конструкційні відмінності. Зокрема, істотним є те, що регулюються форсунки на тиск впорскування не регулювальним гвинтом, а шайбами 10, що розташовані під пружинами 11 (зі збільшенням загальної товщини регулювальних шайб тиск впорскування зростає). Зміна товщини шайб на 0,05 мм викликає зміну тиску на 0,3 - 0,4 МПа.

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. З якою метою паливо в циліндри подають під великим тиском? 2. Яке призначення має газотурбінний наддув? 3. Які способи сумішоутворення використовують у дизелів? 3 якою метою проводиться очистка повітря в системі живлення дизеля? 4 . Які способи очистки повітря використовують на двигунах? 5. Дайте порівняльну оцінку способів очистки повітря. 6. Які елементи входять до складу системи живлення дизельного двигуна? 7. Які фактори мають найбільший вплив на процес сумішоутворення у дизельних двигунів? 8. З якою метою використовують турбонаддув? 9. Які способи очистки палива використовують в системах живлення дизельних двигунів ? 10. Опишіть принцип роботи підкачувального насоса. 6.Який тиск палива створює паливопідкачуючий насос? 11. Які регулятори частоти обертання колінчастого валу встановлюють на дизельних двигунах? 12. Чому регулятори частоти обертання дизельних двигунів називають відцентровими? 13. Як реагує регулятор на перевантаження двигуна? 14. Опишіть роботу регулятора на режимі пуску двигуна? 15.Який принцип роботи обмежника димлення.? 16.Як форсунку дизеля ЯМЗ-740 регулюються на тиск впорскування?

СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ.ЗМАЩУВАЛЬНА СИСТЕМА.

Питання

1. Будова і дія змащувальних систем
 2. Насос
 3. Фільтри
 4. Радіатори та водооливні теплообмінники
 5. Клапани
 6. Система повітряного охолодження
 7. Система рідинного охолодження
1. Конспект лекції.

БУДОВА І ДІЯ ЗМАЩУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

Взаємне переміщення рухомо сполучених деталей під час роботи двигуна супроводжується тертям, витратою енергії та виділенням теплоти.

Спрацювання поверхонь призводить до збільшення зазорів у рухомих сполученнях деталей та полумок. Залежно від стану поверхонь, що стикаються, тертя може бути сухим, рідинним, граничним.

Сухе тертя характеризується тим, що робочі поверхні деталей абсолютно сухі і безпосередньо стикаються одна з одною. Робота механізмів за сухого тертя супроводжується руйнуванням мікроступів спряжених поверхонь, значними витратами енергії, спрацюванням і виділенням теплоти. Сполучені рухомі поверхні змащують.

Тертя між робочими поверхнями, відокремленими достатньо товстим шаром оливи (4-6 мкм), називають рідинним. У цьому разі виключається безпосередній контакт поверхонь, зменшується потрібна для взаємного переміщення деталей сила та значно знижується їх спрацювання. У двигунах рідинне тертя має місце переважно в підшипниках колінчастого вала на робочих режимах.

Тертя, за якого робочі поверхні відокремлені тонкою плівкою оливи (< 1 мкм), яка утримується силами молекулярного притягання, називають граничним.

Надійність забезпечення рідинного тертя залежить від в'язкості оливи, швидкості руху поверхонь і навантаження на них. Рідинне тертя зменшує витрати енергії на подолання сил опору руху в 10 - 15 разів.

Безперебійну подачу оливи до тертьових поверхонь деталей двигуна забезпечує система мащення. Олива, що циркулює в зазорах між рухомими поверхнями, також охолоджує їх, запобігає корозії, відводить продукти спрацювання, ущільнює спряження.

У сучасних двигунах застосовують **комбіновані системи мащення**, в яких олива до тертьових поверхонь одних деталей надходить під тиском від

насоса, а до інших — розбризкуванням і самопливом. Олива міститься в резервуарі (піддон картера) із заливною горловиною 17 (рис. 1) і стержнем 16 для визначення її рівня». Під час роботи двигуна олива засмоктується з піддона насосом 7 через оливозабірник 6 і нагнітається до фільтра 10, а від нього — до головної магістралі 12 (поздовжнього каналу в картері двигуна). Максимальний тиск оливи, який створюється насосом, обмежує редукційний клапан 8. За надмірного забруднення фільтра 10 олива рухається, обминаючи його, через клапан 9. Частина оливи надходить для очищення в інший фільтр 1.

З головної магістралі олива під тиском крізь отвори в картері та блоці надходить до корінних підшипників 13 колінчастого вала, підшипників 14 розподільного вала та в порожнисту вісь 15 коромисел. Від корінних підшипників крізь отвори в шийках і щоках вона рухається до шатунних підшипників колінчастого вала. Олива, яка вичавлюється із зазорів у підшипниках колінчастого та розподільного валів, розбризкується рухомими деталями кривошипно-шатунного механізму і вкриває стінки циліндрів, кулачки розподільного вала, штовхачі, поршневі пальці тощо (як туман).

Тиск оливи в системі контролюють за допомогою електричного манометра 11, у деяких двигунів підконтрольним параметром є також її температура, яку вимірюють термометром 2.

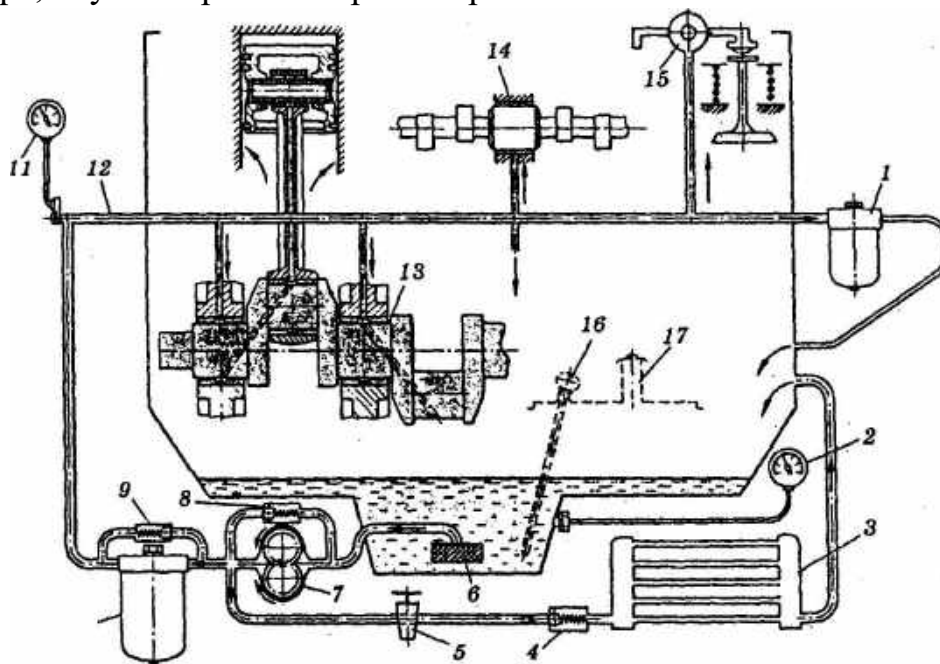


Рис. 1. Узагальнена схема системи мащення двигуна

Для охолодження оливи система обладнана радіатором 3, який вимикається краном 5. Тиск надходження рідини до радіатора контролює запобіжний клапан 4.

За температурними умовами роботи оливи в двигуні виділено характерні ділянки: високотемпературну (камера згоряння, головка циліндра, верхня частина поршня); середньотемпературну (поршень, поршневі кільця, стінка циліндра, поршковий палець та ін.); низькотемпературну (розподільний механізм, колінчастий вал, картер двигуна, магістралі, радіатор, фільтра та ін.).

Потрапляння оливи у високотемпературну зону (температура газів у камері згоряння може досягати 2200 °С) призводить до її випаровування, термічного розкладання, згоряння та утворення нагару.

У середньотемпературній зоні (до 350 °С) олива окислюється з утворенням лакових нашарувань. Це спричинює пригоряння й заклинювання поршневих кілець.

У низькотемпературній зоні, де температура може досягати 200 °С, відбувається окиснення оливи (під дією підвищеної температури та кисню повітря). У картері утворюється осад, він зазнає корозії.

В'язкість оливи — здатність створювати опір переміщенню однієї її частини відносно іншої. Оливистість — здатність оливи створювати на поверхні плівку.

Чим більша в'язкість і краща оливистість, тим надійніше утримується оливна плівка і створюються ліпші умови для рідинного тертя. Однак надмірна в'язкість для з'єднань з малими зазорами неприпустима, тому що така олива важко переміщується в зазорах.

НАСОС

Насос слугує для створення необхідного тиску оливи. У системах мащення двигунів застосовують одно-, дво- та трисекційні шестеренні насоси.

Односекційний насос складається з корпусу 1 (рис. 2.), в якому розміщені дві шестерні — 2 і 4. Одна з них ведуча — приводиться в дію за допомогою шестеренної передачі від колінчастого вала, друга — ведена. У процесі обертання шестерень їхні зубці, виходячи із зачеплення

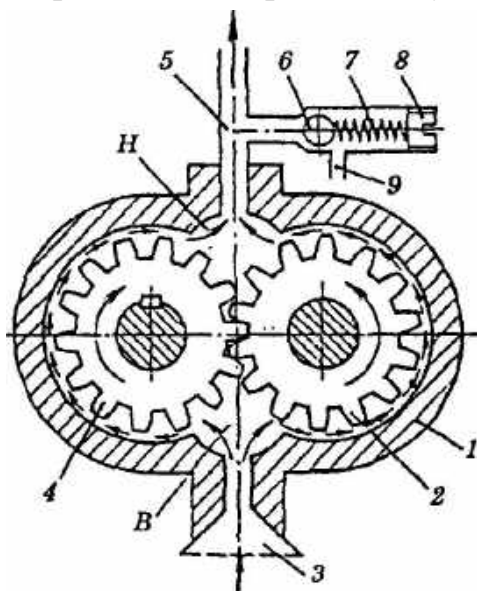


Рис. 2. Схема односекційного насоса системи мащення:

1 — корпус; 2, 4 — відповідно ведуча і ведена шестерні; 3 — оливозабірник; 5 — канал нагнітання; 6-8 — відповідно запірна кулька, пружина і регулювальний гвинт запобіжного клапана; 9 — отвір для перепускання оливи; В, Н — відповідно всмоктувальна і нагнітальна порожнини

у всмоктувальній порожнині В насоса, створюють розрідження. Внаслідок цього олива засмоктується з піддона картера крізь сітчастий фільтр 3, заповнює впадини між зубцями й переміщується в нагнітальну порожнину Н.

Для запобігання надмірному зростанню тиску в системі (подача насосом розрахована із запасом) передбачено запобіжний клапан.

З боку нагнітальної порожнини на його кульку 6 діє тиск оливи, а з протилежного — пружина 7. Якщо тиск оливи перевищує опір пружини (наприклад, під час пуску двигуна, коли олива холодна і має підвищену в'язкість), клапан перепускає її надлишок у піддон (в інших конструкціях — у всмоктувальну порожнину насоса).

На V-подібних двигунах родини СМД запроваджено насос для передпускового прокачування оливи. Він забезпечує її подачу в систему з моменту пуску пускового двигуна, чим запобігають напівсухому або сухому тертю, досягають збільшення тривалості експлуатації підшипників. Приводиться насос від шестерні редуктора пускового двигуна.

ФІЛЬТРИ

Під час роботи двигуна олива забруднюється металевими часточками, нагаром, смолами й пилом. Для її очищення застосовують різні пристрої.

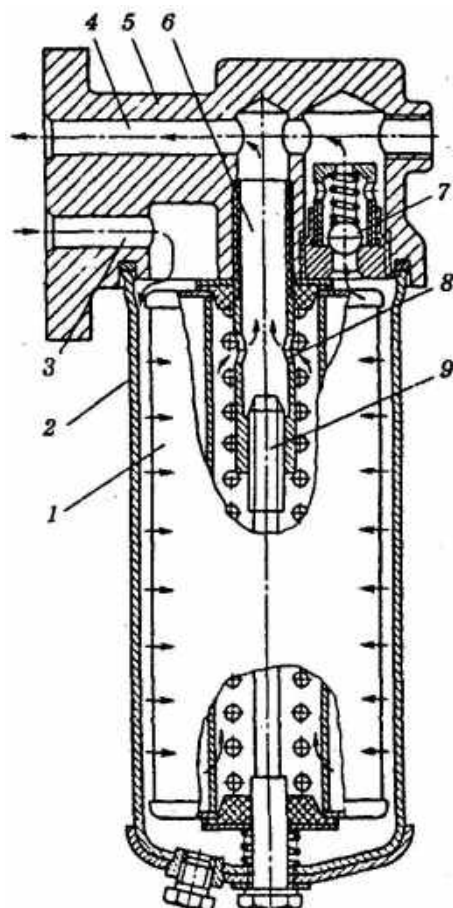
Фільтрування відбувається під час просочування оливи крізь дрібні пори фільтра, внаслідок чого механічні часточки затримуються на його поверхні.

Залежно від розмірів затримуваних часточок розрізняють фільтри грубого (не пропускають часточок перерізом понад 40 мкм) і тонкого (не пропускають часточок перерізом понад 1-2 мкм) очищення. Внаслідок значного опору фільтри тонкого очищення під'єднують до системи паралельно, з тим щоб крізь них проходив не весь потік.

У щілинному фільтрі як фільтрувальний елемент використовують дрібну металеву сітку. Пластинчасто-щілинні фільтри складаються з комплектів відокремлених металевих пластин. Олива проникає в щілини між пластинами, залишаючи на фільтрувальному елементі часточки більші, ніж щілини.

Корпус 2 (рис. 5) щілинного фільтра з паперовими фільтрувальними елементами скріплений з кришкою 5 гвинтом 9. У корпусі розміщено фільтрувальний елемент 1 з пористого картону, в кришці — перепускний клапан 7. Олива надходить від насоса по підвідному каналу 3, просочується крізь пори, залишаючи на їх поверхні бруд, і через отвори 8 у трубці 6 потрапляє у відвідний канал 4 кришки. За забрудненого фільтрувального елемента чи надмірної в'язкості оливи перепускний клапан відкривається і

неочищена олива надходить у систему. Забруднений фільтр слід замінити.



Під час відстоювання олива перебуває в нерухомому стані або рухається з порівняно малою швидкістю. Часточки, щільність яких перевищує густину оливи, під дією сил гравітації осідають.

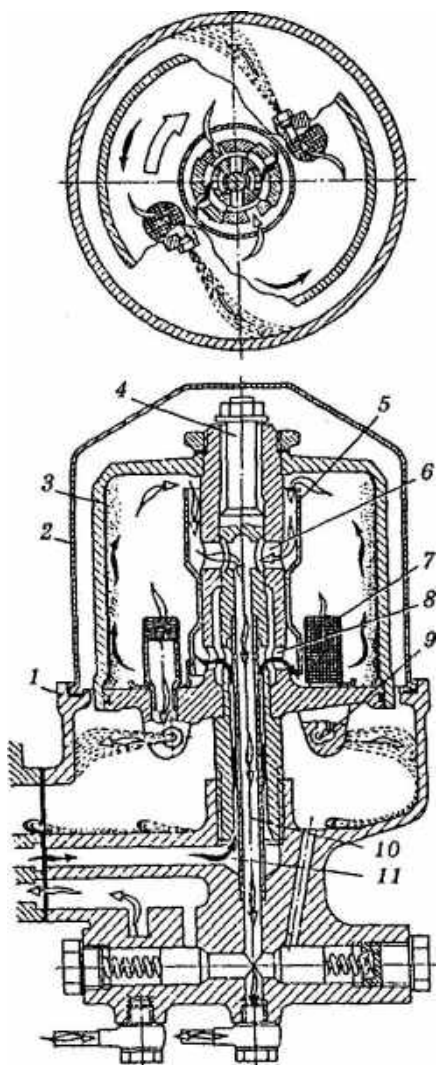
Рис. 5. Схема і дія щілинного паперового фільтра

Очищення оливи під дією відцентрових сил принципово не відрізняється від відстоювання. Відмінність полягає в тому, що домішки осідають під впливом не сил гравітації, а відцентрових сил, що виникають під час обертального руху посудини з оливою. Так очищують оливу в шатунних шийках колінчастого вала двигуна: олива, що підводиться до порожнин шатунних шийок,

обертається разом з ними, механічні домішки під дією відцентрових сил спрямовуються від центра обертання і нашаровуються на стінках посудин. Очищена олива надходить до шатунного підшипника. Якість такого очищення залежить від частоти обертання колінчастого вала, відстані між осями обертання колінчастого вала та очищувальної порожнини, швидкості руху оливи через порожнину та її в'язкості.

Основними очисниками оливи у багатьох сучасних двигунах є центрифуги. Залежно від характеру сил, що обертають ротор, їх поділяють на реактивні й активно-реактивні.

Реактивна центрифуга складається з корпусу 1 (рис. 6), ковпака 2 й ротора, вільно встановленого на осі 4. Стакан корпусу ротора 3 притиснений до основи гайкою й ущільнений гумовими прокладками. Подільник 5 розмежовує очищену й неочищену оливу. В корпусі ротора запресовано дві втулки, захищені зверху запобіжними сітками 7, якими порожнини ротора сполучено з жиклерами 9.



Олива нагнітається в корпус ротора насосом через підвідний канал 11 і отвори підведення неочищеної оливи 8. З порожнини ротора вона виходить двома шляхами: крізь жиклери 9 зливається в піддон картера; через канали 6 і трубу для відведення очищеної оливи 10 — у магістраль. Оскільки пропускна здатність жиклерів і вихідних каналів у магістралі менша, ніж подача насоса, то під час роботи двигуна олива в роторі перебуває під тиском. Із жиклерів вона виходить зі значною швидкістю, внаслідок чого виникають реактивні сили, спрямовані до кола їх обертання в боки, протилежні до напрямків струменів. Цим забезпечується обертання ротора. Під дією відцентрових сил бруд осідає на стінках ротора.

Частота обертання ротора і, як наслідок, якість очищення оливи, залежать від тиску й температури оливи, а також від сили тертя в підшипниках ротора. Сили тертя зменшуються внаслідок того, що площа, яка сприймає тиск оливи біля верхнього днища ротора, дещо більша, ніж біля нижнього. Таке співвідношення геометричних розмірів поверхонь зумовлює виникнення підіймальної сили, яка зміщує ротор вгору так, що він майже не спирається на нижню опору. Частота обертання ротора центрифуг сучасних дизельних двигунів досягає 6000 хв⁻¹.

Центрифугу, яка вмонтована в систему мащення так, що крізь неї проходить вся олива, називають повнопотоковою.

Рис. 6. Будова і дія реактивної центрифуги для очищення оливи

Істотною відмінністю від розглянутої центрифуги є відсутність жиклерів в активно-реактивній (безсопловій) центрифугі, а також те, що вся олива з ротора (після очищення) спрямовується на мащення тертьових поверхонь (двигуни Д-240 і Д-245). Відсутність зливання оливи дає змогу зменшити її загальний потік, внаслідок чого зменшується енергія, потрібна для приводу насоса. Крім того, олива, що не струмує з жиклерів, менше насичується повітрям (не так окислюється).

4. РАДІАТОРИ ТА ВОДООЛИВНІ ТЕПЛООБМІННИКИ

З метою отримання надмірного зменшення в'язкості оливи і сповільнення процесу окиснення її охолоджують.

Радіатори, які застосовують на сучасних тракторах, здатні знизити температуру рідини на 10 - 15 °С.

У двигунах з повітряним охолодженням радіатор є трубкою з ребрами (змійовик), виготовленою з алюмінієвого сплаву, що розміщена під розподільним кожухом вентилятора.

У двигунах з рідинним охолодженням радіатор оливи закріплено перед радіатором системи охолодження. Він складається з двох бачків і осердя, створюваного трубками, кінці яких змикаються з бачками. Осердя охолоджується повітряним потоком від вентилятора системи охолодження. Бачки поділено перегородками на відсіки, внаслідок чого зростають шлях і час руху оливи крізь радіатор, що сприяє ефективному охолодженню.

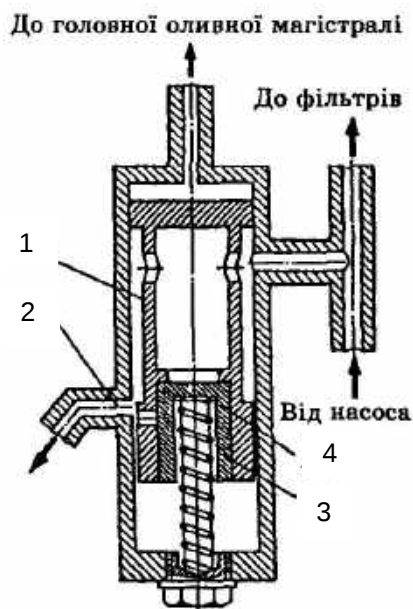
Радіатор системи мащення вмикають (вимикають) спеціальним краном залежно від пори року, або це виконує відповідний клапан.

Замість радіатора в деяких конструкціях застосовують водооливний теплообмінник (олива в ньому охолоджується рідиною із системи охолодження двигуна). Теплообмінник двигуна СМД-86 — це гладенькотрубний радіатор, змонтований у циліндричному корпусі. Охолодна рідина тече всередині трубок, олива — зовні.

Встановлення водооливного теплообмінника поліпшує стан мастильного матеріалу. В початковий період роботи олива прогрівається в теплообміннику рідиною системи охолодження, а згодом — нею і охолоджується.

КЛАПАНИ

Щодо клапанів, задіяних у системах мащення двигунів, для забезпечення стабільної їх роботи незалежно від частоти обертання колінчастого вала, температури, спрацювання тертьових пар, опору фільтрів тощо: клапан, розташований в корпусі насоса, обмежує тиск подачі (розрахункова продуктивність більша за потрібну); у деяких двигунах олива проходить спочатку крізь фільтр, для нормальної роботи якого потрібен досить високий тиск, а потім потрапляє в магістраль, де тиск має бути нижчим; у цьому разі клапан насоса регулюють на значний



тиск, а в магістралі розміщують зливний клапан; з одного боку на нього діє тиск оливи, з протилежного — сила пружини, яка регулюється на заданий тиск; коли тиск у магістралі перевищить встановлений, олива через клапан зливатиметься в піддон картера; замість зливного у деяких двигунах застосовують диференціальний клапан, який автоматично регулює подачу оливи в систему.

Рис. 8. Схема диференціального клапана двигуна ЗІЛ-645:

1 — плунжер; 2 — зливна трубка; 3 — запобіжний клапан; 4 — регулювальні шайби.

Диференціальний клапан встановлено зовні на картері двигуна ЗІЛ-645 (ЗІЛ-4331). Він підтримує потрібний тиск оливи у головній магістралі. Складається з корпусу, в якому проходить канал 17 (див. рис. 8, б) для зливання оливи. Всередині корпусу розміщено плунжер 16 диференціального клапана і запобіжний клапан 18, а також регулювальні шайби 19.

У разі, коли тиск оливи у магістралі знижується, плунжер 16 переміщується вгору, що зменшує переріз зливного отвору і відновлює тиск оливи. У середині диференціального клапана встановлено запобіжний клапан 18 для обмеження тиску оливи, яка подається в систему (наприклад, при пуску холодного двигуна); перепускний клапан розташований паралельно оливоочиснику. З одного боку на нього діє тиск неочищеної оливи, а з протилежного — тиск очищеної та сила пружини, відрегульованої на різницю тисків до і після фільтра. Коли опір фільтра перевищує перепад тисків, клапан відкривається і частина неочищеної оливи потрапляє в магістраль. Отже, клапан запобігає аварійному пошкодженню двигуна (за рахунок посиленого спрацювання деталей); клапан-термостат у деяких двигунах змонтовано паралельно радіатору.

СИСТЕМА ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Однією з необхідних умов нормальної роботи двигуна є його певний тепловий стан (режим). Середня температура газів упродовж робочого циклу становить близько 800 °С. Частину теплоти сприймають деталі камер згоряння й розміщені поряд з ними, внаслідок чого температура може досягати рівня, коли погіршується якість оливи, передчасно займається робоча суміш і можлива детонація під час її згоряння (карбюраторний двигун), зменшуються зазори в рухомих сполученнях, погіршується наповнення циліндрів, знижується потужність двигуна. За нижчої ніж потрібно температури двигуна втрачається корисна теплота, паливо недостатньо випаровується, погано займається, повільно горить, внаслідок чого потужність двигуна знижується. Крім того, внаслідок конденсації палива зі стінок циліндрів змивається олива.

Отже, для забезпечення нормальної роботи двигуна слід підтримувати оптимальні температури його деталей, якими вважають близькі до найвищих допустимих. Стан двигуна, за якого температури основних деталей сприяють ефективному перебігу робочого процесу і водночас забезпечують їх високу роботоздатність і довговічність, називають *нормальним тепловим станом*, або *режимом*. Як критерії оцінки теплового стану використовують температури

охолодного агента і змащувальної оливи. Внаслідок істотної тепловіддачі в деталі, що контактують з гарячими газами, для підтримання нормального теплового стану двигуна доводиться застосовувати примусове їх охолодження, хоча це пов'язано зі збільшенням теплових втрат циклу і зниженням індикаторного ККД.

Теплоту від двигуна відводять в атмосферу. Це вимушені втрати теплової енергії, які залежать від типу двигуна, його конструкції та способу охолодження.

Одні системи охолодження характеризуються тепловіддачею безпосередньо в навколишнє середовище, інші — наявністю проміжного теплоносія. У перших для охолодження використовують атмосферне повітря (повітряне охолодження), у других проміжним носієм є рідина (рідинне охолодження).

Система повітряного охолодження двигуна складається з вентилятора 9 (рис. 9) та напрямних: кожуха 2, щитків (дефлекторів) 4, 7, 8, лопатей 10.

Ротор вентилятора і напрямні лопаті вилито з алюмінієвого сплаву. Ротор закріплено на одному валу зі шківом, який приводиться клинопасовою передачею від шківів колінчастого вала. Направні лопаті разом з каркасом прикріплено до остова двигуна. Він слугує для зміни напрямку повітряного потоку на протилежний до напрямку обертання ротора, що унеможливило завихрення.

Для запобігання потраплянню сторонніх предметів і зменшення забрудненості охолоджуваних поверхонь напрямні лопаті обладнано захисною сіткою 11.

Повітря, що нагнітає вентилятор, кожух і дефлектори спрямовують у міжреберний простір циліндрів 5 і головок. Регулюють тепловий стан двигуна дросельним диском, встановленим

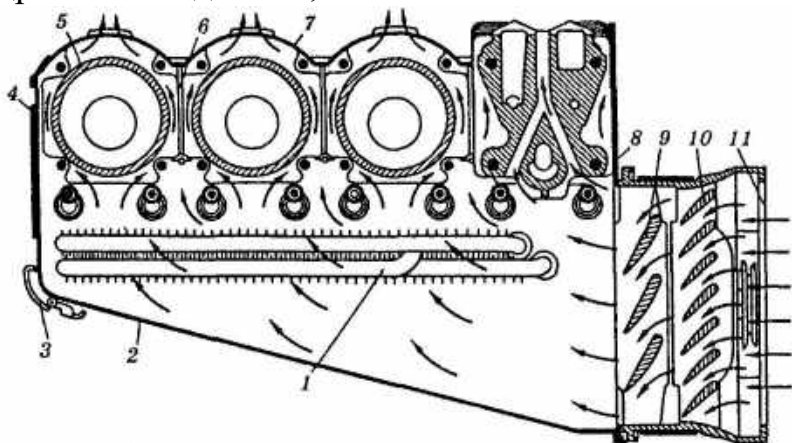


Рис.9. Схема повітряного охолодження двигуна Д-144:

1 — радіатор; 2 — кожух; 3 — замок; 4, 7, 8 — відповідно задній, середній і передній дефлектори; 5 — циліндр; 6 — шпилька кріплення дефлектора; 9 — вентилятор; 10 — напрямні лопаті; 11 — захисна сітка

під захисну сітку вентилятора, для цього можна також вмикати або вимикати оливний радіатор (диск кріплять за температури 5 °С і нижче, при цьому радіатор вимикають).

Система повітряного охолодження простіша, ніж рідинного і зручніша в експлуатації, однак потребує значної потужності приводу вентилятора, не забезпечує рівномірного охолодження деталей, створює більший шум.

СИСТЕМА РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Рідинний теплоносій, маючи в 20 - 25 разів більшу теплопровідність, ніж повітря, забезпечує належну інтенсивність відведення теплоти і, головне, достатньо рівномірне температурне поле охолоджуваних деталей. Тому такі системи припускають вище форсування робочого процесу й забезпечують стабільний тепловий стан у широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів роботи двигуна. До недоліків системи рідинного охолодження належать висока вартість розсіювача теплоти (радіатора), велика кількість патрубків, каналів, ущільнень, які потребують уваги в процесі технічного обслуговування.

Розрізняють два способи циркуляції рідини в системах охолодження: термосифонний і примусовий.

Термосифонний спосіб полягає в тому, що рух зумовлюється різницею густин гарячої і холодної рідини (внаслідок нагрівання в сорочці охолодження густина рідини зменшується і вона рухається до верхнього бачка радіатора; в міру її охолодження в серцевині радіатора рідина важчає і рухається знову до сорочки охолодження). У зв'язку із занадто повільним циркулюванням рідини охолодження таким способом малоефективне, тому й має обмежене застосування (пускові двигуни до моменту початку обертання колінчастих валів основних двигунів).

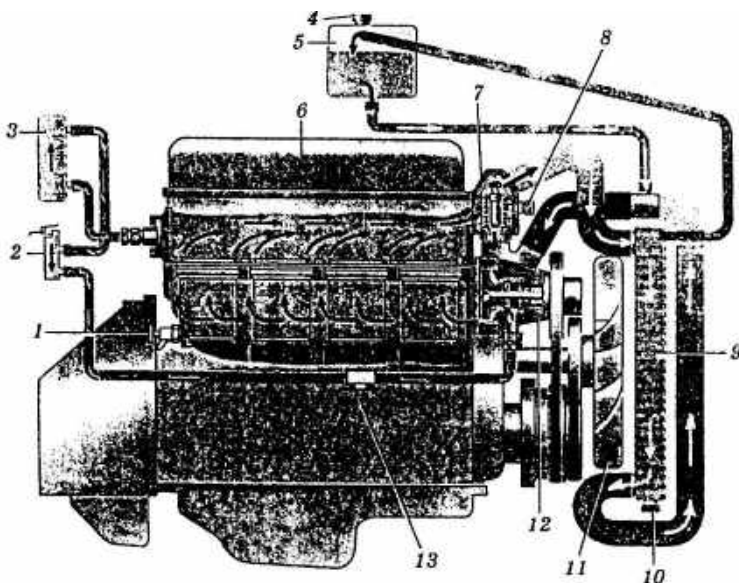
За *примусового способу* охолодження циркуляцію рідини забезпечує насос. Різниця температур нагрітої та охолодженої рідини досягає 10 °С. Інтенсивність циркуляції рідини і руху повітря через радіатор залежить в основному від частоти обертання колінчастого вала. Тому для регулювання теплового режиму двигуна застосовують певні пристрої (термостат, шторку або жалюзі). Якщо система примусового охолодження відокремлена від атмосфери спеціальним пристроєм з паровим і повітряним клапанами, то її називають *закритою*. Такі системи діють за тиску дещо вищого від атмосферного, тому температура кипіння також буде вищою, що зменшує випаровування рідини, її витрату та утворення накипу.

Закрита система рідинного охолодження автомобільного двигуна складається з: радіатора 9 (рис. 10), вентилятора 11, насоса 12, радіатора

опалювача 3, розширювального бачка 5, термостата 7. Для контролю температури охолодної рідини в двигуні передбачено показчик, датчик 8 якого вмонтовано в

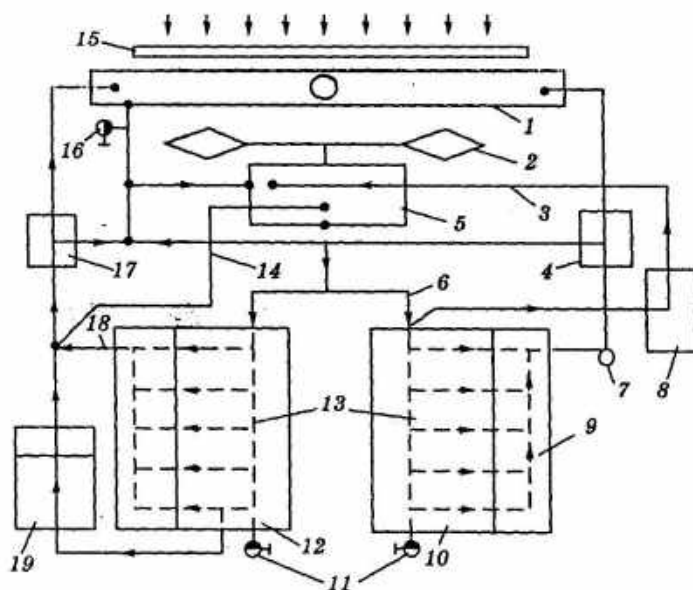
Рис. 10. Загальна будова і дія системи охолодження двигунів моделей 4025 і 4026 (Газель)

1 – зливний кран блока циліндрів; 2 – кран вимикача опалювача; 3 – радіатор



опалювача; 4 – кришка; 5 – розширювальний бачок; 6 – двигун; 7 – термостат; 8 – датчик показчика температури охолодної рідини; 9 – радіатор; 10 – зливний кран радіатора; 11 – вентилятор; 12 – насос; 13 – зливна пробка опалювача. патрубок термостата. Крім того, на приладному щитку є сигналізатор, лампочка якого за підвищення температури рідини до 104 - 109 °С спалахує червоним світлом (датчик його вмонтовано у задню кришку головки циліндрів).

Залежно від положення клапанів термостата і кранів опалювача під час роботи двигуна рідина може циркулювати трьома шляхами: великим колом (сорочка охолодження, розширювальний бачок, радіатор), малим колом (сорочка охолодження), з підключенням радіатора опалювача.



Сорочка охолодження утворена порожнинами й потоками в головці і блоку циліндрів. Опалювач кабіни сполучений паралельно з радіатором, і термостат не відмикає його від двигуна, тому під час прогрівання не слід вмикати електродвигун опалювача.

Рис. 11 . Схема системи охолодження двигунів СМД-60 і СМД-62:

1 - радіатор; 2 - вентилятор; 3 - трубка відведення рідини від

компресора; 4,17 – термостати; 5 – насос; 6 – канали в передній кришці блок-картера; 7 – термометр; 8 – пневмокомпресор; 9 – головка правого ряду циліндрів; 10, 12 – блоки циліндрів; 11,16 – зливні крани відповідно радіатора і блока; 13 – розподільні клапани в блок-картері; 14 – труба відведення повітря з насоса; 15 – шторка; 18 – відвідний патрубок головки; 19 – пусковий двигун.

Схему системи охолодження V-подібних двигунів СМД наведено на рис. 11. Насос 5 забирає охолодну рідину з нижнього бака радіатора 1 і нагнітає каналами 6 в передній кришці блок-картера у розподільні канали 13 правого і лівого блоків циліндрів. З них рідина надходить у сорочки охолодження блоків, а потім до головок циліндрів. Від останніх рідина відводиться у верхній бак радіатора 1 або до насоса, що визначається відкритим чи закритим положенням термостатів 4 і 17.

До пускового двигуна 19 охолодна рідина надходить із сорочки охолодження шостого циліндра і відводиться від головки пускового двигуна в патрубок лівого ряду циліндрів.

До компресора 8 пневмосистеми рідина підводиться від розподільного каналу правого ряду циліндрів, а відводиться трубкою 3 в порожнину насоса.

Тепловий стан двигуна автоматично регулюють термостати 4 і 18, а також водій за допомогою шторки 15. Температуру охолодної рідини визначають за

термометром 7, нормальні його покази — 80 - 97 °С. У пробці заливної горловини радіатора змонтовано паровий і повітряний клапани, внаслідок чого можливе тимчасове підвищення температури охолодної рідини до 105 °С.

Крани 11 і 16 на патрубку нижнього бака радіатора і в блок-картері слугують для зливання рідини із системи.

Схеми і робота систем рідинного охолодження інших двигунів майже не відрізняються від розглянутої.

Щоб змусити рідину рухатись у системах охолодження, застосовують відцентрові насоси. Вони конструктивно прості, надійні в роботі і не порушують термосифонну циркуляцію рідини, коли працюють.

Насос складається з корпусу, підвідного і відвідного каналів, валика на підшипниках на ньому закріплено шків приводу і крильчатку.

Шків отримує обертання від колінчастого вала клиновим пасом. Під час обертання крильчатки рідина, що міститься між її лопатями, викидається відцентровою силою в порожнину нагнітання. Насоси більшості двигунів об'єднані в один вузол з вентилятором.

Вентилятор слугує для створення повітряного потоку, що обдуває трубки радіатора. Подача повітря вентилятором залежить від частоти обертання крильчатки, кількості лопатей, їхніх розмірів та профілю. Зазвичай крильчатки вентиляторів чотири- або шестилопатеві, які обертаються в спеціальному кожусі (дифузорі), прикріпленому до радіатора. Кожух забезпечує потрібний напрямок повітряного потоку і захищає крильчатку від пошкодження.

Радіатор — охолодник нагрітої рідини — складається з верхнього і нижнього бачків, серцевини, деталей кріплення (можливе бічне розташування бачків, як у ЗМЗ-4025 Газель»). Серцевина радіатора може бути трубчасто-пластинчастою, трубчасто-стрічковою, стільниковою (переважно застосовуються трубчасті).

Для регулювання інтенсивності обдування трубок радіатора повітрям застосовують шторки або жалюзі.

Розширювальний бачок є резервуаром для охолодної рідини. Під час її розширення внаслідок підвищення температури він дає змогу контролювати рівень заповнення системи і сприяє видаленню з неї повітря. Виготовляється з латуні або пластмаси.

У кришці розширювального бачка (в конструкціях, де він відсутній — у кришці радіатора) знаходиться блок клапанів, який підтримує в системі тиск дещо вищий від атмосферного. Таким чином, підвищується температура кипіння охолодної рідини, знижується пароутворення (і витрата рідини).

Якщо тиск у системі на 0,05 - 0,07 МПа вищий за атмосферний (внаслідок пароутворення), паровий клапан, долаючи опір пружини, зміщується вгору. Пара з верхнього бака виводиться в атмосферу.

У випадках створення розрідження в системі охолодження (при охолодженні гарячого двигуна, витікання рідини тощо) до 0,001 - 0,01 МПа через повітряний клапан підсмоктується повітря, що запобігає деформації латунних трубок осердя радіатора.

Термостат підтримує сталу температуру охолодної рідини в системі шляхом підключення або відключення радіатора. Застосовують термостати з рідинним і твердим наповнювачами.

Демонтаж термостата істотно знижує ефективність системи охолодження. За його відсутності охолодна рідина циркулюватиме як малим колом (у сорочці охолодження), так і великим (з підключенням радіатора). Оскільки опір малого кола менший, ніж великого, більша частина охолодної рідини рухатиметься малим колом, обминаючи радіатор. Тому в теплий період року відсутність термостата призводитиме до перегрівання двигуна, а в холодний двигун довго прогріватиметься і працюватиме з низькою температурою охолодної рідини. Наслідок — прискорене зношення двигуна, збільшення витрати палива та ін.

2. Питання для закріплення матеріалу.

1. Яке тертя називають рідинним? 2. Чому системи мащення сучасних двигунів називають комбінованими? 3. Які насоси використовують у системі мащення? Опишіть принцип їх роботи. 4. Які способи фільтрування оливи використовують у системах мащення двигунів? 5. Які функції виконує диференціальний клапан двигуна ЗІЛ-645.? 6. З якою метою використовують водооливний теплообмінник? 7. Яке призначення має система охолодження двигуна? 8. Які елементи входять до складу системи повітряного охолодження? 9. Які насоси використовують у системі охолодження? 10. Які переваги і недоліки має система рідинного охолодження? 11. Яку роль в системі рідинного охолодження відіграє термостат? 12. За допомогою яких пристроїв підтримується необхідний тиск в системі рідинного охолодження?

Рекомендована література

Базова

1. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі. - К.: Урожай, 2002, - 324 с.
2. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Войцехівський А.І. Трактори і автомобілі. - К.:Урожай,2003, -556 с.
3. Бойко М.Ф. Трактори та автомобілі, ч. 2. електрообладнання: навч. посіб. - К.:Вищаосвіта, 2001. - 243 с.
4. Антощенко В.М. Трактори і автомобілі. Основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів: навч. посіб. — Харків, 2020. — 220 с.
5. Надикто В.Т., Крижачківський М.Л.,Кюрчев В.М., Абдула С.Л. Нові мобільні енергетичні засоби України: навч. посібник. — Мелітополь. 2006. — 337с., іл.
6. Венцель Є.С., Гончаров В.М. Автомобілі і трактори: навч. посіб. для студ. вищ. навч.закл. Укр. держ. акад. залізничного трансп. . - Х. : 2009. - 103 с.
7. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. - К.:Знання -пресс, 2003, - 511 с.
- 8.Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. - К.: Знання, 2004. — 478с.
9. Лауш П.В., Василенко І.Ф., Лесюк Т.П., Дьомін О.А., Чабанний В.Я. Технічнеобслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки: підруч. Ч.1 - Кіровоград:Полімед-сервіс, 2007. - 415 с.
10. Сандомирський М.Г., Бойко М.Ф., Лебедев А.Т.та ін.; за ред. проф. Лебедева А.Т.Трактори та автомобілі. ч.1. навч. посіб. /. - К.: Вища школа, 2000. - 357 с.
11. Лебедев А.Т., Антощенко В.М., Бойко М.Ф. та ін.; за ред. проф. Лебедева А.Т.Трактори та автомобілі. ч.3. шасі: навч. посібник / - К.: Вища освіта, 2004.-336с.

Допоміжна

12. Охмат П. К., Улексін В. О., Мельниченко В. І. Трактори та автомобілі. Практикум.:навч. посіб. - Дніпропетровськ : ТОВ «ЕНЕМ», 2011.
13. Гідропривід сільськогосподарської техніки: Навчальне видання/ О.М.Погрілець, М.С.Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; За ред. О.М. Погорільця. –К.: Вища освіта, 2004. –368 с.
14. Сажко В.А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: підручник. - 2-ге вид. - К.: «Каравела»;, 2009. - 400 с.
15. Кузьмінський Р. Д., Шарибура А. О. Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів: навчальний посібник. - Львів: СПОЛОМ, 2017. - 376 с.
16. Головчук А.Ф., Гапченко О.І., Денисюк В.М., Семикоз І.І., Процьков В.З., Трактори. Навчально-наочний посібник для професійно-технічного навчання трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва категорії А. – К.: 2008. – 168 с., іл.
17. Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння: підручник. за ред. А.П. Марченка. –Харків : НТУ “ХПІ”, 2008. – 488 с.
18. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві: навчальний посібник / В. Т. Надикто [и др.]. - Мелітополь : ТОВ «Видавничий будинок» ;, 2005. - 337 с.
19. Перспективи малої гідроенергетики України з асинхронними генераторами О.В. Нікіторович. Енергетика та електрифікація : науково-виробничий журнал. - 2009. - № 4. - С.51-53
20. Машинознавство. Основи гідравліки та теплотехніки. Гідравлічні машини та теплові двигуни: навчальний посібник для студентів вищих педагогічних закладів освіти / М.С. Корець. - К. : Знання України, 2003. - 448 с.

Інформаційні ресурси

1. www.tractors.com.by
2. www.xtz.com.ua
3. <https://uk.wikipedia.org>
4. <https://whatisvehicle.wordpress.com>

Зубко Владислав Миколайович

Саєнко Анатолій Васильович

Шелест Микола Сергійович

Конспект лекцій

з дисципліни «Енергетичні засоби» для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 1. – Суми: СНАУ, 2022. – 98 с.

Суми, РВВ, Сумський НАУ, вул. Герасима .Кондратьєва, 160

Підписано до друку: „__”_____ 2022 р. Тираж 150 прим.

Гарнітура. Times New Roman.

Формат А5. Умовн. друк. арк. 5.5 Замовл._____.
