

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



**Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ**

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ

Методичні вказівки

щодо виконання лабораторних робіт

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”

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ
Методичні вказівки
щодо виконання лабораторних робіт
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.

Енергетичні засоби. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з класифікації тракторів та будови двигунів внутрішнього згорання для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 1. – Суми: СНАУ, 2022. – 107 с.

Методичні вказівки містять інформацію щодо виконання лабораторних робіт з класифікації тракторів та будови двигунів внутрішнього згорання.

.

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	Години	Стор.
1.	Класифікація тракторів і автомобілів.	2	5
2.	Двигуни та їх класифікація.	2	18
3.	Кривошипно-шатунний механізм.	2	37
4.	Механізм газорозподілу.	2	47
5.	Системи живлення бензинових двигунів.	2	54
6.	Системи живлення дизельних двигунів.	2	75
7.	Змащувальні системи. Системи охолодження	2	92
	Всього	14	

Лабораторно-практичне заняття № 1

Тема: Класифікація тракторів і автомобілів.

1. Мета: Вивчити класифікацію тракторів і автомобілів.

2. Типові завдання.

1. Класифікація тракторів.

2. Класифікація автомобілів.

3. Довідковий матеріал.

Класифікація тракторів

За розміщенням механізмів, агрегатів і систем трактори поділяють на моноблокове (класичне) і роздільно-агрегатне компонування. Якщо конструкція трактора допускає роз'єднання енергетичної частини (двигуна) від ведучих частин (коліс, гусениць), то такий трактор вважають моделлю модульних енергетичних засобів.

Для моноблокового компонування трактора характерне переднє розміщення двигуна і заднє (над задньою віссю) розміщення кабіни, а також керовані передні колеса, діаметр яких менший, ніж задніх. Трансмісію виконують в одному блоці і жорстко з'єднують із двигуном. Таку схему мають в основному трактори з номінальним тяговим зусиллям 6 - 20 кН (ХТЗ-2511, Т-25А, ХТЗ-5020, трактори ЮМЗ, МТЗ і т.д.), хоча чимало закордонних фірм використовують її і для тракторів з номінальним тяговим зусиллям понад 30 кН.

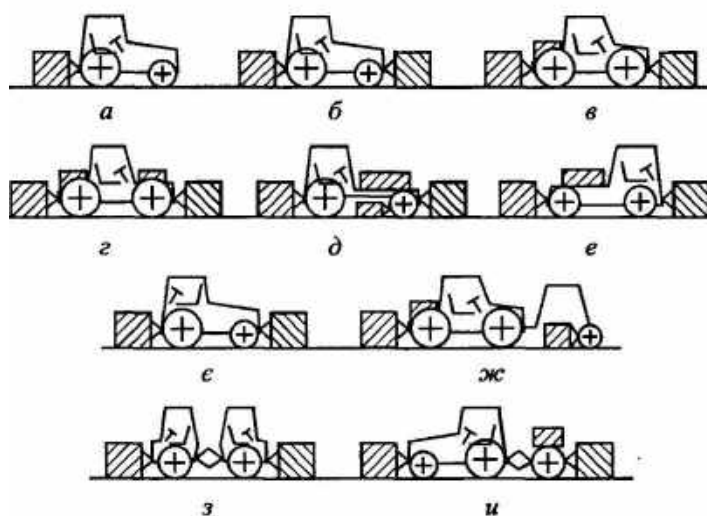
У разі роздільно-агрегатного компонування двигун і кабіна зміщені наперед, передні і задні колеса однакових розміру і вантажопідйомності. За такою схемою виготовляють в основному колісні трактори загального призначення з номінальним тяговим зусиллям 30 кН і вище (серія тракторів ХТЗ-170, К-701 і т.д.), а також гусеничні трактори цього класу.

Рис. 1. Компонувальні схеми енергетичних засобів:

а — класична; *б* — модернізована класична (класик-М); *в* — системна-3, трактор колісної формули 4К46; *г* — системна-4, модель «Ксилон»; *д* —

самохідні тракторні шасі; *є* — модель «Інтрак»; *є* — «Мекс-Мобіль»; *ж* — вивільнений енергетичний засіб; *з* — жорстко стикувальні агрегати; *и* —

модульний енерготехнологічний засіб



За класифікаційну ознаку мобільного енергетичного засобу (МЕЗ) взято *технологічний простір* навколо трактора для розміщення сільськогосподарської машини чи додаткового технологічного обладнання, наприклад ящика для насіння,

добрив чи інших технологічних матеріалів (рис. 1). В окремий клас виділяють модульні енергетичні засоби, які використовують у поєднанні з візками, оснащеними технологічним обладнанням та активними чи пасивними колесами.

Мобільні енергетичні засоби поділяють на такі групи:

- *класична* (рис. 1, *а*) — енергетичний засіб з одним технологічним простором позаду;

- *модернізована (класик-М)* (див. рис. 1, *б*) — енергетичний засіб із двома технологічними просторами, модернізованою класичною схемою з передньою начіпною системою і переднім ВВП, із запасом потужності двигуна, вантажопідйомності, нижчим тиском на ґрунт передніх і задніх коліс, посиленням рульовим керуванням;

- *системна-З* (див. рис. 1, *в*) — енергетичний засіб із трьома технологічними просторами (ХТЗ-160, ЛТЗ-155, «МБ-Трак»). Порівняно з трактором групи «класик-М» він має більший запас вантажопідйомності, реверсивну трансмісію і пост керування, передні і задні ведучі колеса одного розміру, позаду кабіни розміщена платформа для резервуару з технологічним матеріалом;

• *системна-4* (модель «Ксилон» і *самохідне шасі*, див. рис. 1, *г д*) — енергетичний засіб з чотирма технологічними просторами, двигун і трансмісія розміщені під кабіною, що поліпшує передній і задній огляд, має дві платформи (позаду і перед кабіною) для розміщення бункера із технологічним матеріалом. У моделі «Ксилон» (фірма Фенд, Німеччина) встановлено повний реверс трансмісії і поста керування, який може фіксуватись під кутом до напрямку руху;

• *модульний* енергетичний засіб складається з енергетичного модуля (ЕМ) і технологічних модулів (ТМ) (див. рис. 1, *ж - и*), які легко з'єднуються між собою. Технологічним модулем є візок, можливо з активними колесами, що приводяться від двигуна ЕМ. Залежно від виконуваної технологічної операції ЕМ застосовують із ТМ і без нього, що підвищує універсальність цього енергетичного засобу.

Класифікація автомобілів.

Найбільш поширені чотири варіанти *компонувальних схем* вантажних автомобілів, що різняться між собою розміщенням двигуна і кабіни (рис. 2).

а) *капотна* (рис. 2, а; автомобілі типу КрАЗ-6505) — двигун знаходиться над переднім мостом, кабіна — за двигуном; перевагами такого розміщення є добра доступність до двигуна, зручність входу і виходу з кабіни, найменше навантаження на передній міст; недоліком — обмежений передній огляд;

б) *короткокапотна* (рис. 2, б; автомобілі типу ЗІЛ-433100) — двигун знаходиться над переднім мостом, кабіна частково «насунута» на двигун; переваги — можливість зменшення колісної бази і довжини автомобіля, оптимальне навантаження на передній міст; недоліки — збільшена висота розміщення підлоги кабіни, утруднений доступ до задньої частини двигуна, менша ширина дверей, підвищений рівень шуму у кабіні;

в) *кабіна розміщена над двигуном*, двигун — над переднім мостом,

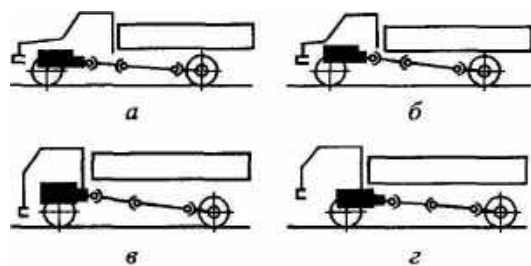


Рис. 2. Основні компоувальні
схеми вантажних автомобілів: *а* —
капотна; *б* — короткокапотна; *в* —
кабіна над двигуном; *г* — передня кабіна

(рис. 2, *в*; автомобілі типу ГАЗ-

66); переваги — можливість отримання мінімальних колісної бази і довжини автомобіля, збільшення навантаження на передні колеса для повнопривідних автомобілів, досягнення доброго огляду з кабіни; недоліки — велика висота підлоги кабіни, ускладнений вхід і вихід із неї, неможливість розміщення в кабіні більше ніж дві людини, для доступу до двигуна необхідне відкидання кабіни на шарнірах передньої опори;

г) *кабіна* максимально *зміщена вперед*, двигун знаходиться позаду переднього моста (рис. 2, *г*; автомобілі типу КамАЗ-5320); переваги — добрий огляд із кабіни, зручність входу і виходу з неї, помірна висота і рівна поверхня підлоги; недоліки — для доступу до двигуна необхідність підймання кабіни або капота, з'єднаного з крилами, вплив на водія великих вертикальних навантажень; навантаження на дорогу від переднього моста у таких автомобілях становлять 33 -35 % його повної маси, що для неповнопривідних автомобілів погіршує їх прохідність.

Автомобілі сільськогосподарського призначення мають в основному схеми компоувань короткокапотну і з переднім розміщенням кабіни, які забезпечують зручний рух на дорогах будь-якої категорії.

За класифікаційними ознаками визначають клас, модель, модифікацію трактора чи автомобіля.

Клас — це сукупність моделей тракторів і автомобілів, які мають однакові основні класифікаційні ознаки.

Модель — це конкретна конструкція трактора чи автомобіля. У кожному класі є основна (базова) модель масового виробництва, на основі якої створюють їх модифікації.

Модифікація — це модель, яка належить до того самого класу, що й базова і цілком уніфікована з нею. Модифікацію створюють з метою економічнішого і продуктивнішого виконання технологічних операцій сільськогосподарського виробництва.

Типаж тракторів — це мінімальний технічно й економічно обґрунтований ряд випуску або намічених до випуску тракторів, які під час агрегування з відповідними машинами й агрегатами можуть забезпечити комплексну механізацію сільськогосподарського виробництва з найменшими затратами праці.

Типаж автомобілів — це економічно оптимізований за номенклатурою і технологічними параметрами типорозмірний ряд, у який автомобілі об'єднані спільністю призначення. Типаж складається роздільно за видами автомобілів та їх параметрами, які у вантажних автомобілів відбивають повну масу, базову модель, основні її модифікації, вантажопідйомність, колісну формулу, потужність двигуна, число циліндрів, питому потужність, осьове навантаження

Класифікація [автотранспорту](#):

За призначенням

Вантажні

- За вантажністю
 - о Особливо малої вантажності - до 1 тони
 - о Малої вантажності- 1-2 тони
 - о Середньої вантажності- 2-5 тони
 - о Великої вантажності- понад 5 тони
 - о Особливо великої вантажності - понад норми, встановленої дорожніми габаритами та ваговими обмеженнями
- За типом вантажу
- За типом кузова
 - о [Самоскиди](#)
 - о Бортові

- o Криті
- o З [тентом](#)
- o [Автоцистерни](#)
- o [Бетономішалки](#)
- o [Авторыфрежератори](#)
- o [Автовози](#)
- o [Контейнерні](#)
- o [Тягачі](#)

Пасажирські

- [Автобуси](#) (місткість понад 8 чоловік)
 - o За габаритною довжиною
 - Особливо малий (до 5м)
 - Малий (6м – 7,5м)
 - Середній (8м – 9,5м)
 - Великий (10,5м – 12,0м)
 - Особливо великий (спарований) (16,5м і більше)
 - o За призначенням
 - Міські
 - Внутрішньоміські
 - Приміські
 - Місцевого сполучення (для обласних перевезень)
 - Міжміські
 - Туристичні
- [Мікроавтобуси](#)
- [Тролейбуси](#)
- [Позашляховики](#) (Джипи)
- [Легкові](#) (місткість до 8 чоловік)
 - o За класом автомобіля (розміром)
 - А-клас (особливо малий)
 - В-клас (малий)

- С-клас (малий середній, компактний, гольф-клас)
- D-клас (середній)
- E-клас (верхній середній, бізнес-клас)
- F-клас (верхній, представницький клас)

о За типом кузова

- [Седани](#)
- [Універсали](#)
- [Хетчбеки](#)
- [Лімузини](#)
- [Пікапи](#)
- [Мінівени](#)
- [Мікровени](#)
- [Мультивени](#)
- [Купе](#)
- [Кабріюлети](#)
- [Фаєтони](#)
- [ландо](#)

о За робочим об'ємом двигуна (стара класифікація ЄСРЄР)

- Особливо малий - до 1,2 л
- Малий - від 1,2 л до 1,8 л
- Середній - від 1,8 л до 3,5 л
- Великий - понад 3,5 л
- Верхній - не регламентується

Вантажопасажирські

- На базі легкових
- На базі вантажних

Спеціальні

- [Автокрани](#)
- [Спортивні авто](#)
- [Гоночні авто](#)

о [Боліди](#)

- [Карети швидкої допомоги](#)
- [Пожежні авто](#)
- [Катафалки](#)
- [Автолавки](#)
- [Прибиральні авто](#)

о [Снігоочисники](#)

[Багі](#)

- [Грейдери](#)
- [Екскаватори](#)
- [Бульдозери](#)
- [Бронеавтомобілі](#)
- [Амфібії](#)
- [Тролейвози](#), [Вантажні тролейбуси](#)
- Авто, що мають ліцензію ADR для перевезення легкозаймистих вантажів
- [Каток](#)

За ступенем пристосованості до роботи в різних дорожніх умовах

- Дорожні (звичної прохідності) - призначені для їзди по шляхам загальної мережі автодоріг
- Підвищеної прохідності – для їзди по дорогам з невідповідними нормами, а також по бездоріжжю
- [Всюдиходи](#)

За загальною кількістю коліс і тягових коліс

(умовно позначають формулою де перша цифра – число коліс авто, а друга – число тягових коліс (кожна пара здвоєних тягових коліс рахується за одне колесо)

- 4×2 – двоосний автомобільний транспорт з однією ведучою віссю
- 4×4 – двоосний автомобільний транспорт з обома тяговими осями (повнопривідний)

- 6×6 – триосний автомобільний транспорт з трьома тяговими осями (повнопривідний)
- 6×4 – трьохосний автомобільний транспорт з двома тяговими осями

За кількістю осей

- 2-х осні
- 3-х осні
- 4-х осні

За типом двигуна

- з дизельним
- бензиновим
- з інжекторним
- з карбюраторним
- з двигуном внутрішнього згоряння
- з роторним двигуном
- з електродвигуном (Електромобіль)
- з газовим
- Парові газотурбінні
- Гібридні авто
- Водневі авто

За складом

- о Одинарні автомобілі
- о Автопоїзди з причепом або напівпричепом.

За приналежністю

- Загальні
 - о Особисте авто
 - о Державне авто
 - о Комерційне авто
- Військові
 - о Бронетранспортери
 - о Танки

о [БМП](#)

За типом шасі

- [Колісні](#)
- [Гусеничні](#)

Класифікація легкових авто

Класифікація авто є суб'єктивною оцінкою автотранспортних засобів, що різняться в залежності від стандартів, тих хто проводить дану класифікацію. У таблиці відображено відношення інших класів авто до популярної [EuroNCAP](#).

Класифікація дорожніх авто

Американська	Британська	Українська	Сегмент	Euro NCAP	Приклад
Microcar	Microcar, Bubble car	Мікроавтомобіль	-	-	Smart Fortwo , Toyota iQ
-	City car	Міський автомобіль	Клас A		Fiat 500 , Ford Ka , Peugeot 107
Subcompact car	Supermini	Суперміні	Клас B	Суперміні	Hyundai Accent , Ford Fiesta , Volkswagen Polo
Compact car	Small family car	Малий сімейний автомобіль	Клас C	Малий сімейний автомобіль	Ford Focus , Opel Astra , Volkswagen Golf
Mid-size car	Large family car	Великий сімейний автомобіль	Клас D	Великий сімейний автомобіль	Citroën C5 , Ford Mondeo , Volkswagen

						<u>Passat</u>
Entry-level luxury car	Compact executive car	<u>Невеликий бізнес-автомобіль</u>				<u>Alfa Romeo 159,</u> <u>Mercedes-Benz C-Class,</u> <u>BMW 3 Series</u>
Full-size car	Executive car					<u>Chrysler 300,</u> <u>Holden Commodore,</u> <u>Nissan Maxima</u>
		<u>Бізнес-автомобіль</u>	<u>Клас Е</u>	Бізнес-автомобіль		<u>Audi A6,</u> <u>BMW 5 Series,</u> <u>Mercedes-Benz E-Class</u>
Mid-size luxury car						<u>Audi A8,</u> <u>BMW 7 Series,</u> <u>Mercedes-Benz S-Class</u>
Full-size luxury car	Luxury car	<u>Люкс-автомобіль</u>	<u>Клас F</u>	-		<u>Porsche 911,</u> <u>Audi R8,</u> <u>Nissan GT-R</u>
Sports car	Sports car	<u>Спорткар</u>	-	-		<u>Jaguar XK,</u> <u>Maserati GranTurismo,</u> <u>Bentley Continental GT</u>
Grand tourer	Grand tourer	<u>Гран-турізмо</u>	-	-		

					<u>Ferrari F50,</u> <u>Mercedes-Benz</u> <u>SLR McLaren,</u> <u>Porsche Carrera</u> <u>GT</u>
Supercar	Supercar	<u>Суперкар</u>	-	-	
Convertible	Convertible	<u>Кабріолет</u>	-	-	<u>Volkswagen Eos,</u> <u>Audi TT, BMW</u>
Roadster	Roadster	<u>Родстер</u>	-	Родстер	<u>Z4, Mercedes-</u> <u>Benz SLK-Class</u>
-	Mini MPV	<u>Мікровен</u>	<u>Клас</u> <u>В</u>		<u>Opel Meriva,</u> <u>Honda Jazz,</u> <u>Nissan Note</u>
				Малий MPV	<u>Mazda 5,</u>
Compact minivan	Compact MPV	<u>Компактвен</u>	<u>Клас</u> <u>С</u>		<u>Mercedes-Benz</u> <u>B-Class, Ford C-</u> <u>Max</u>
Minivan	Large MPV	<u>Мінівен</u>	<u>Клас</u> <u>Д</u>	MPV	<u>Toyota Previa,</u> <u>Mercedes-Benz</u> <u>Vito, Ford S-Max</u>
Mini SUV	Mini 4x4	Міні 4x4	<u>Клас</u> <u>В</u>		<u>Daihatsu Terios,</u> <u>Suzuki SX4,</u> <u>Suzuki Jimny</u>
				Малий	
				позашляховик	
Compact SUV	Compact 4x4	Малий 4x4	Клас C/D		<u>Honda CR-V,</u> <u>Toyota RAV4,</u> <u>Mercedes-Benz</u>

					GLK-Class
-	Coupe SUV	Купе- позашляховик	Клас C/D	-	BMW X6 , Spyker D12 Peking-to-Paris
Mid-size SUV		Позашляховик	Клас Е		Jeep Grand Cherokee , Lexus RX , BMW X5
	Large 4x4			Позашляховик	Cadillac Escalade , Toyota Land Cruiser , Mercedes-Benz GL-Class
Full-size SUV		Великий 4x4	Клас F		
Pickup truck	Pick-up	Пікап	-	Пікап	Mitsubishi L200 , Nissan Navara , Toyota Hilux

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Перелічіть компоновальні схеми енергетичних засобів. В чому полягають їх відмінності? 2. Опишіть компоновальні схеми вантажних автомобілів. 3. Дайте визначення терміну „модифікація”.

5. Рекомендована література. Л-1, с.7-9, Л-3 с. 5-13, Л-4 с. 9-12, Л-5 с. 5-22, Л-8 с. 5-10.

Лабораторно-практичне заняття № 2

Тема: Двигуни та їх класифікація.

1. Мета: Вивчити робочі процеси двигунів.

2. Типові завдання.

1. РОБОЧІ ПРОЦЕСИ ДВИГУНІВ

3. Довідковий матеріал.

Особливості робочого циклу дизелів з газотурбонаддувом.

У безкомпресорних дизельних двигунах циліндри заповнюються повітрям всього на 70—80%, тому що:

до початку заповнення частину об'єму циліндра займають продукти, що залишилися від попереднього згоряння;

повітря, яке всмоктується у циліндр, нагрівається, що призводить до зменшення його щільності;

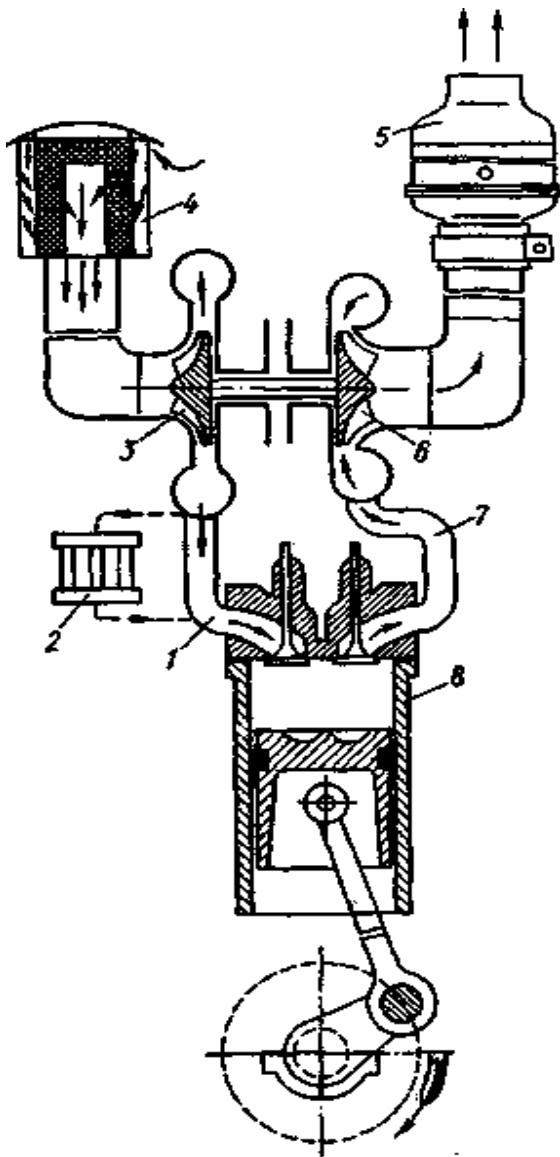
впускна система створює значний опір, що залежить від конструкції й технічного стану механізму газорозподілу, повітроочисника та впускного колектора.

Недостатнє наповнення циліндрів повітрям не дає змоги повністю використати роботу газів. У зв'язку з цим у дизелях набувають поширення газотурбокомпресори, які, використовуючи енергію випускних газів, примусово подають повітря у циліндри. Наповнення циліндрів більшою масою повітря дає змогу спалювати більше палива і одержувати більшу (до 40%) потужність двигуна.

Робочі колеса газової турбіни 6 (рис. 1) і відцентрового компресора 3 закріплені на одному валу й утворюють ротор турбокомпресора.

Гази, що виштовхуються через випускний колектор 7, направляються на лопаті робочого колеса газової турбіни. Віддавши частину енергії на обертання ротора турбокомпресора, гази виходять через випускну трубу і глушник 5 в атмосферу.

Внаслідок великої частоти обертання колесо компресора всмоктує повітря через фільтр 4, стискає його й подає через впускний колектор у циліндр двигуна



Завдяки тому, що для заповнення циліндрів повітрям використовується енергія випускних газів, турбонаддув не тільки підвищує потужність двигуна, а й поліпшує економічність його роботи. Застосування турбонаддуву збільшує теплову і механічну напруженість деталей, у першу чергу кривошипно-шатунного механізму. Певна компенсація досягається застосуванням охолодника повітря 2.

Робочий цикл двотактного карбюраторного двигуна

Рис. 1. Схема роботи газотурбінного нагнітача повітря дизеля:

1, 7 — відповідно впускний і випускний колектори; 2 — охолодник повітря (радіатор); 3 — колесо компресора; 4 — фільтр (повітроочисник); 5 — глушник; 6 — колесо газової турбіни; 8 — циліндр

Робочий цикл двотактного двигуна здійснюється за два ходи поршня, тобто за один оберт колінчастого вала. При цьому кожний хід поршня від ВМТ до НМТ є робочим.

У двотактного двигуна клапани відсутні. Впуск горючої суміші і випуск відпрацьованих газів здійснюються через отвори (вікна) у циліндрі, які відкриваються у певній послідовності поршнем.

Перший такт. Рухаючись від НМТ до ВМТ, поршень 2 (рис. 2, а) спочатку перекриває вікно продувного каналу 11, потім випускне вікно 6, після

чого починається стиснення робочої суміші над поршнем. Одночасно під поршнем створюється розрідження. Як тільки нижня кромка поршня відкриває впускне вікно 7, з карбюратора 8 засмоктується горюча суміш у кривошипну камеру 9.

Коли поршень наближається до ВМТ, стиснута й нагріта робоча суміш запалюється іскрою, що виникає між електродами свічки запалювання 4. Поршень проходить ВМТ, тиск наприкінці згоряння в межах 2,5 МПа.

Другий такт. Утворені внаслідок згоряння суміші газу рухають поршень до НМТ, тобто відбувається робочий хід (рис.4, б). Як тільки поршень перекриє впускне вікно 7, у кривошипній камері почнеться стиснення суміші. При подальшому опусканні поршень своїм верхнім краєм відкриває впускне вікно 6 і починається вихід газів назовні.

Рух поршня до НМТ (рис. 2, в) зумовлює сполучення каналу 11 і надпоршневої порожнини. Це дає змогу стиснутій у кривошипній камері до 0,12—0,15 МПа горючій суміші

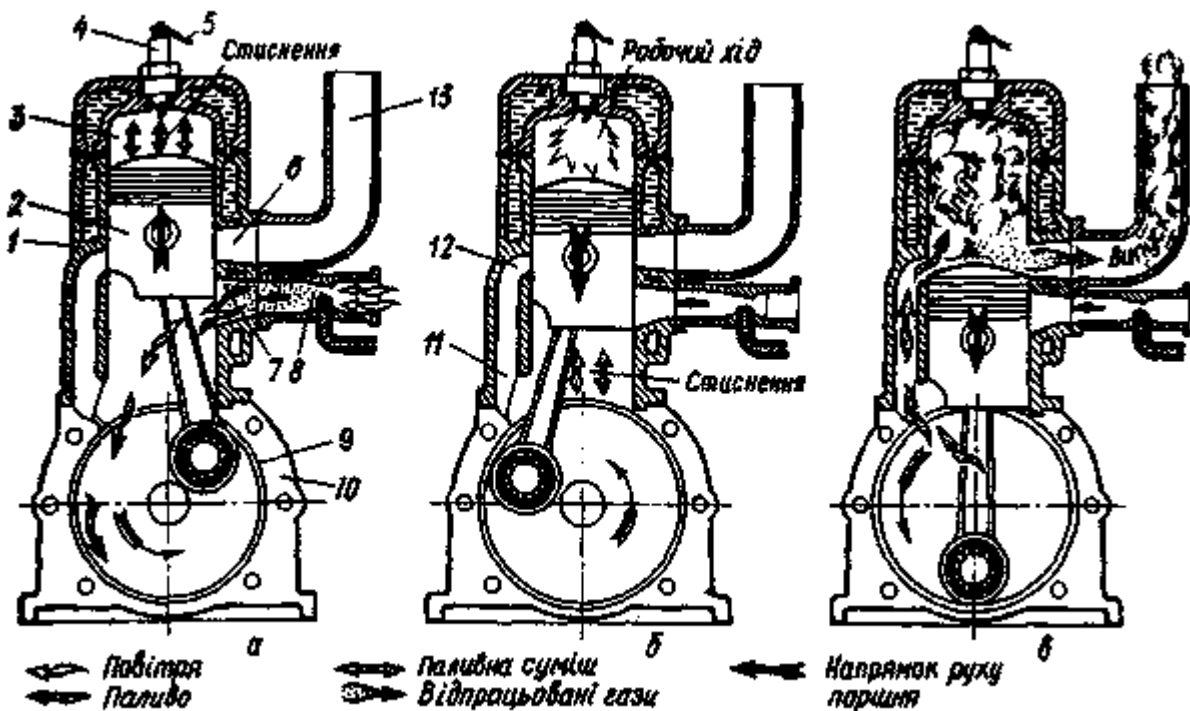


Рис. 2. Робочий цикл двотактного карбюраторного двигуна:

а – перший такт ; б – закінчення першого і початок другого такту; в - закінчення другого такту; 1 — циліндр; 2 — поршень; 3 — камера стиснення; 4 — свічка запалювання; 5— струмопровід високої напруги; 6 — випускне вікно циліндра; 7 — впускне вікно циліндра; 8 — карбюратор; 9 — кривошипна камера; 10 — картер; 11 — продувний канал; 12 — продувне вікно; 13 — випускна труба

заповнювати надпоршневу порожнину, де тиск знизився до 0,12—0,13 МПа. Відбувається продування циліндра та його наповнення, при цьому частина суміші змішується з продуктами згоряння й залишає циліндр. Після проходження поршнем НМТ цикл повторюється. Двигуни з наведеним робочим циклом характеризують Поняттям кривошипно-камерного продування.

Індикаторні діаграми.

Процеси циклу наочно характеризуються діаграмою у координатах "тиск— об'єм ($P — V$) або "тиск — кут повороту колінчастого вала" ($P — \varphi$), що називають індикаторною діаграмою. Діаграма у координатах $P — V$ дає змогу здійснювати термодинамічний аналіз (визначити індикаторну роботу, показники політропи стиску і розширення, температуру процесів стиску і розширення тощо). У координатах $P — \varphi$ аналізують протікання процесу згоряння (його динамічність, тривалість, характер).

Як приклад на рис. 3 наведено індикаторні діаграми чотиритактних карбюраторного (а) і дизельного (б) двигунів. Параметри робочого тіла у кінці стиску визначаються ступенем стиску та умовами теплообміну між робочим тілом і стінками циліндра. Орієнтовні значення ступеня стиску для сучасних автотракторних двигунів становлять для: карбюраторних — 6—9; дизелів без наддуву — 16—20; дизелів з наддувом - 12-15.

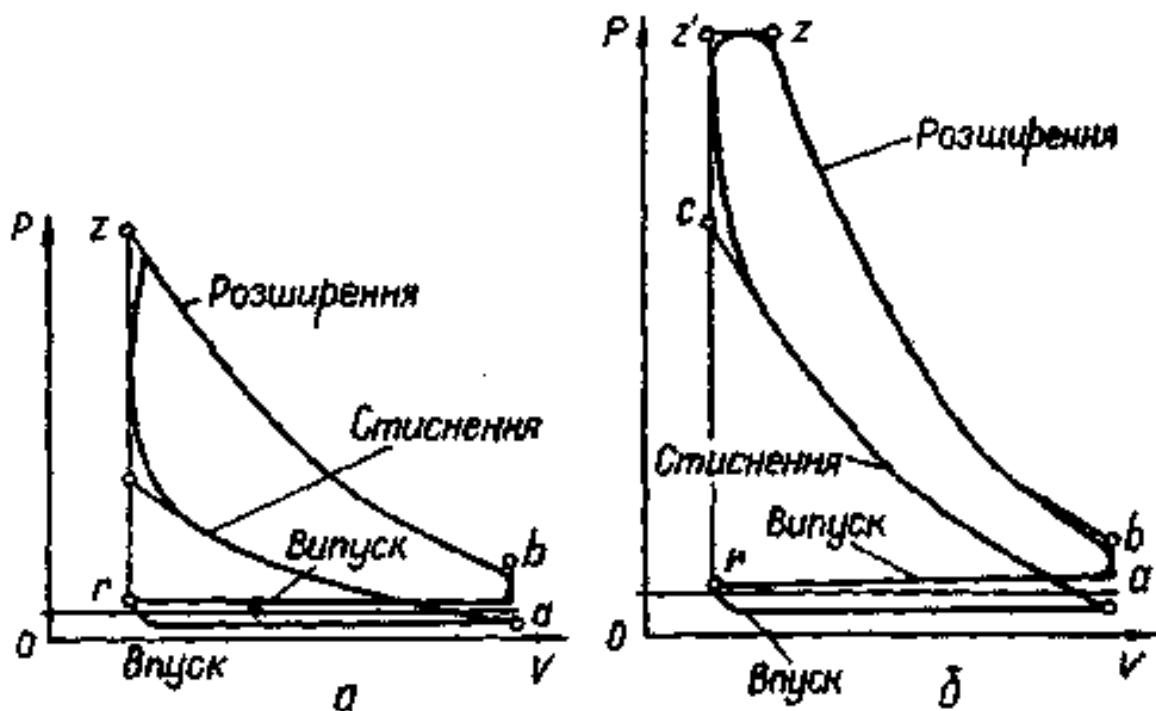


Рис. 3. Індикаторні діаграми чотиритактних карбюраторного (а) і дизельного (б) двигунів

На індикаторній діаграмі чотиритактного дизеля із турбонаддувом лінія впуску повітря у циліндр пролягає вище лінії випуску газів із циліндра (за рахунок дії турбокомпресора).

Порівняльна оцінка двигунів

Порівняння робочих циклів показує, що при однакових розмірах циліндрів і частоті обертання колінчатих валів потужність двотактного двигуна у 1,6-1,7 рази більша, ніж чотиритактного, хоч робочих ходів за цикл удвічі більше. Втрата потужності зумовлюється невикористанням частини робочого об'єму, погіршенням очищення й наповнення циліндра двотактного двигуна.

До переваг двотактного двигуна належить також рівномірність крутного моменту, оскільки робочий цикл здійснюється протягом кожного оберту колінчатого вала; конструктивно вони простіші за чотиритактні однакової потужності, мають меншу масу й габаритні розміри.

Недоліки двотактних двигунів: більша, порівняно з чотиритактними витрата палива (частина свіжого заряду втрачається під час продування

циліндра); менший міжремонтний період, оскільки більша теплова напруженість деталей, а також гірше їх мащення (у двигунів такого типу для мащення кривошипно-шатунного механізму використовують суміш з 15-22 частин бензину і однієї – моторної оливи).

Двотактні двигуни з кривошипно-камерним продуванням застосовують там, де, незважаючи на меншу економічність і ресурс, доцільно мати легкий , потужний, простий і дешевий двигун. Тому їх використовують як пускові.

У дизельного двигуна (порівняно з бензиновим) такі переваги: на одиницю виконаної роботи витрачається на 20-25% менше палива; працює на дешевшому, безпечному у пожежному відношенні паливі, простіше форсування потужності шляхом наддуву.

Дизелі також характеризуються більшим тиском газів у циліндрах, що вимагає підвищеної міцності деталей, а це зумовлює збільшення розмірів і маси; складною і дорожчою паливною апаратурою, важчим пуском, особливо при низьких температурах, значним шумом і жорсткою роботою.

Двигуни, які працюють на газоподібному паливі

У період паливно-енергетичної кризи поширилося використання стиснених і зріджених газів як палива для двигунів внутрішнього згоряння. Газ забезпечує краще сумішоутворення і більш рівномірний розподіл робочої суміші по циліндрах, меншу кількість токсичних компонентів, не розріджує масло, не дає золи при згорянні, має ширші межі займання. Однак порівняно з бензином у нього нижча швидкість горіння і менша теплота згоряння пальної суміші. Якнаслідок, потужність двигуна зменшується на 7 — 20% залежно від виду газу.

Переведення дизеля на газоподібне паливо здійснюють переустаткуванням його на газовий двигун з іскровим запалюванням, зі ступенем стиску 8 — 9, з установленням системи запалювання і газобалонного обладнання. Робота такого переобладнаного двигуна на дизельному паливі неможлива. Для забезпечення можливості використання на дизелі як дизельного, так і газоподібного палива застосовують так звану газодизельну

модифікацію, що не потребує істотного переустаткування дизеля. газ подають у впускний трубопровід, де він у суміші з повітрям всмоктується в циліндри двигуна. Дизельне паливо подають звичайним способом, воно служить для самозаймання газоповітряної суміші, його кількість становить усього 20% витрати. Внаслідок такої роботи різко знижується вміст сажі у відпрацьованих газах.

У разі переведення карбюраторного двигуна на газоподібне паливо його оснащують карбюратором-змішувачем і газобалонною установкою. При роботі на скрапленому газі потужність двигуна знижується до 11%, а на стисненому метані — до 20%.

Багатоциліндрові двигуни

Поряд з іншими способами радикальне збільшення потужності двигуна здійснюється збільшенням числа циліндрів — від 2 до 12. Залежно від компоновання на машині застосовують рядні, V-подібні та опозитні двигуни. Кривошипи колінчастих валів дво- і чотирициліндрових двигунів розміщені в одній площині під кутом 180° , шести- і дванадцятициліндрових - під кутом 120° , восьмициліндрових — під кутом 90° .

Поршні чотирициліндрового двигуна рухаються попарно: два — вгору, два — вниз

Порядок роботи двигунів

В одноциліндровому чотиритактному двигуні колінчатий вал обертається нерівномірно, тому маховик такого двигуна повинен мати великий момент інерції. В багатоциліндровому двигуні обертання колінчатого валу відбувається більш рівномірно, тому, що робочі ходи в різних циліндрах не співпадають один з одним. Чим більше циліндрів має двигун, тим рівномірніше обертається колінчатий вал. Навантаження на деталі КШМ у багатоциліндрового двигуна змінюється більш плавно, ніж у одноциліндрового.

При двохрядному V- подібному розміщенні циліндрів двигун має більшу жорсткість конструкції, менші розміри і масу ніж однорядний такої ж

потужності. До недоліків V- подібного двигуна слід віднести їх значну ширину і більш складну будову.

Чотирициліндровий двигун.

Рівномірність роботи багатоциліндрового двигуна забезпечується я у випадку , коли чергування робочих ходів в його циліндрах відбувається через рівні кути повороту колінчатого валу. Робочий процес у чотиритактному двигуні відбувається за 720° (два обороти колінчатого валу).

Для визначення кута, через який у циліндрах будуть відбуватися однойменні такти, необхідно 720° розділити на число циліндрів двигуна, тобто $720/4=180^\circ$.

Оскільки чергування однойменних тактів відбувається через 180° повороту колінчастого вала, то шатунні шийки повинні бути розміщені під кутом 180° одна до одної, тобто лежати в одній й площині. Шатунні шийки першого і четвертого циліндрів направлені в одну сторону від осі колінчатого вала, другого і четвертого – в протилежну. Така форма колінчатого вала забезпечує рівномірне чергування робочих ходів в циліндрах і задовільну зрівноваженість двигуна, оскільки всі поршні одночасно приходять в крайні положення (два поршні вгору і два вниз). Послідовність чергування (за робочий цикл) однойменних тактів в різних циліндрах двигуна називають порядком роботи двигуна. Для двоциліндрових двигунів порядок роботи 1-2-0-0 (Д-21).Порядок роботи чотиритактних чотирициліндрових двигунів може бути 1-3-4-2(СМД-18, СМД-23, Д-240 і ін..) або 1-2-4-3(ГАЗ-24). При виборі порядку роботи двигуна конструктори прагнуть найбільш рівномірно розподілити навантаження на шатунні і корінні шийки колінчатого вала. Максимальні навантаження на шийках колінчатого вала виникають тоді, коли в циліндрі відбуваються такти розширення (робочі ходи).

Шестициліндровий двигун.

Однойменні такти у однорядного чотиритактного шестициліндрового двигуна відбуваються через 120° кута повороту колінчатого вала, так як

$720^{\circ}/6=120^{\circ}$. Коліна колінчатого вала розміщені попарно в трьох площинах під кутом 120° . Допустимо, що перше і шосте коліна спрямовані вгору, тоді друге і п'яте коліна будуть спрямовані вліво вниз, а третє і четверте - вправо вниз, якщо дивитися на колінчатий вал з переднього торця .

Шестициліндровий двигун (наприклад, двигуни автомобілів ЗИЛ-157КД і ГАЗ-52-04) має порядок роботи 1-5-3-6-2-4 . Це означає, що якщо в першому циліндрі відбувається робочий хід, то після повороту колінчатого вала на кут 120° робочий хід починається в п'ятому циліндрі і т.д. При цьому в одному циліндрі робочий хід ще не закінчується, як через 120° він починається в іншому, тобто при повороті на 60° робочий хід в одному циліндрі перекривається робочим ходом в іншому циліндрі, і колінчатий вал обертається більш рівномірно. У шестициліндровому двигуні поршні тільки двох циліндрів одночасно приходять в однойменні мертві точки. Сили інерції мас, що рухаються поступально, у цьому двигуні взаємно урівноважені.

V-подібні двигуни

Шестициліндровий V-подібний двигун. До таких двигунів відноситься ЯМЗ-236 і СМД-60. Кут розвалу між їх циліндрами дорівнює 90° . Коліна колінчатого вала розташовані в трьох площинах під кутом 120° одне до іншого. Особливістю цих двигунів є колінчатий вал, що має три кривошипи, до кожного з яких приєднане по двох шатуни: до першого кривошипа — шатуни першого і четвертого циліндрів; до другого - другого і п'ятого циліндрів і до третього — третього і шостого циліндрів.

У цьому двигуні, що має порядок роботи 1—4 — 2 — 5 — 3 — 6, однойменні такти в циліндрах відбуваються нерівномірно через 90° і 150° . Якщо в першому циліндрі здійснюється робочий хід, то в четвертому він починається через 90° , у другому — через 150° , у п'ятому - через 90° , у третьому — через 150° і в шостому — через 90° . Тому двигуни ЯМЗ-236 мають підвищену нерівномірність ходу і у них необхідно встановлювати на колінчатому валу маховик з відносно великим моментом інерції (на 60 — 70% більшим, ніж для однорядного двигуна).

Восьмициліндровий V- подібний двигун. Циліндри в такому двигуні (наприклад, двигуни автомобілів (ГАЗ-53А, ГАЗ-53-12, ЯМЗ-238, ЗИЛ-130 і КамАЗ-5320) розташовані під кутом 90° один до іншого. Однойменні такти в циліндрах починаються через кут повороту колінчатого вала, рівний $720:8 = 90^\circ$. Отже, кривошипи колінчатого вала розташовані хрестоподібно під кутом 90° . До першого кривошипа приєднані шатуни першого і п'ятого циліндрів, до другого - другого і шостого циліндрів, до третього - третього і сьомого циліндрів, до четвертого — четвертого і восьмого циліндрів. У восьмициліндровому чотиритактному двигуні за два обороти колінчатого вала відбувається вісім робочих ходів. Перекриття робочих ходів у різних циліндрах відбувається протягом повороту колінчатого вала на кут 90° , що сприяє його рівномірному обертанню. Порядок роботи восьмициліндрового 1-5-4-2-6-3-7-8.

На дванадцятициліндрових V-подібних двигунах порядок роботи 1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9 (ЯМЗ-240).

Знаючи порядок роботи циліндрів двигуна можна правильно приєднати проводи до свічок запалювання, приєднати паливопроводи до форсунок і відрегулювати тепловий зазор в механізмі газорозподілу.

Основні показники роботи двигунів внутрішнього згоряння

Індикаторна потужність N_i — робота, що здійснюється газами за одиницю часу (за 1 с) всередині циліндра, дорівнює

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_h \cdot \omega \cdot i}{12.56}$$

або

$$N_i = \frac{P_i \cdot V_h \cdot n \cdot i}{30 \cdot \tau}$$

де P_i — середній індикаторний тиск (це такий умовний сталий тиск, що діє на поршень протягом робочого ходу і здійснює роботу, яка дорівнює роботі

газів за цикл; у карбюраторних двигунах він дорівнює $(7...12) \cdot 10^2$ кПа, у дизелях з наддувом — $8 \cdot 10^2$ кПа і вище); V_b — робочий об'єм одного циліндра, м³; i — число циліндрів; ω — кутова швидкість колінчастого вала, с⁻¹; n — частота обертання колінчастого валу, об/хв.; τ — тактність двигуна (2 або 4).

Ефективна потужність N_e — потужність, що знімається з колінчастого вала. Вона дорівнює різниці індикаторної потужності і потужності N_{mb} , яка витрачається на подолання механічних втрат (на тертя в механізмах двигуна і приведення допоміжних агрегатів: водяного, масляного і паливного насосів, вентилятора, генератора, і на насосні втрати під час впуску й випуску):

$$N_e = N_i - N_{mb}; N_e = N_i \cdot \eta_m$$

де η_m — механічний ККД; для карбюраторних двигунів дорівнює 0,7 — 0,85, для дизелів — 0,7—0,82, для дизелів з турбонаддувом — 0,8 — 0,87.

Літрову потужність — потужність, віднесена до одного літра робочого об'єму циліндрів, визначають за формулою

$$N_{\text{л}} = \frac{N_e}{V_h \cdot i}$$

Для карбюраторних двигунів вона дорівнює 15 — 40 кВт/л, для дизелів — 15 — 30 кВт/л.

Індикаторна питома витрата палива g_i (відношення витраченої кількості палива до отриманої індикаторної роботи газу в циліндри) становить

$$g_i = \frac{3600}{Q_h \cdot \eta_i}$$

де Q_h — нижча енергетична цінність палива (для бензину дорівнює близько 44 000 кДж/кг, для дизельного палива — 42 500 кДж/кг); η_i — індикаторний ККД (відношення індикаторної роботи газів до кількості теплоти, що витратилася). Для карбюраторних двигунів $\eta_i = 0,28 \dots 0,32$, для дизелів — $\eta_i = 0,38 \dots 0,46$.

Ефективний ККД η_e й ефективна питома витрата палива g_e характеризують економічність двигуна

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m; g_e = g_i \cdot \eta_m$$

де η_e — ефективний ККД двигуна (для карбюраторних двигунів $\eta_e=0,22... 0,30$, для дизельних — $\eta_e= 0,30... 0,38$).

Для карбюраторних двигунів ефективна питома витрата палива перебуває в межах $g_e= 290...330\text{г}/(\text{кВтх год})$, для дизелів— $g_e= 220...270\text{г}/(\text{кВт-год})$.

Ефективну потужність двигуна можна визначити також за рівнянням:

$$N_e = \frac{P_e \cdot V_h \cdot i \cdot n}{30 \cdot \tau}$$

де P_e — середньоефективний тиск ,МПа; n — частота обертання колінчастого вала, хв^{-1} ; τ — тактність двигуна (для 4-тактного двигуна $\tau = 4$, для 2-тактного $\tau = 2$); i — число циліндрів.

Сили і моменти, які діють у двигунах

Схема сил, що діють у кривошипно-шатунному механізмі, зображена на рис. 4. Сили, що діють у двигуні, можна поділити на внутрішні та зовнішні. До внутрішніх сил відносять силу тиску газу, яку можна обчислити множенням тиску газу на площу днища поршня. Ця сила діє на деталі двигуна короткочасно, але має значну величину. Так, для двигуна СМД-62 вона досягає 12 — 16 т (120— 160 кН), у карбюраторних двигунах вона приблизно в 3 — 4 рази менша. Такі великі навантаження на поршень, шатун, кривошип ставлять високі вимоги до міцності цих деталей, які слід враховувати в конструкціях кривошипно-шатунного механізму. Тиск газів всередині циліндра діє на стінки в усіх напрямках однаково, і рівнодійна сил тиску в точках кріплення двигуна до рами дорівнює нулю.

До зовнішніх сил відносять сили інерції, що спричиняють вібрацію. І хоча за величиною вони значно менші від сил тиску газів, тривалість впливу сил інерції значно більша, ніж сил газів.

Поршневі двигуни внутрішнього згорання з кривошипно-шатунним механізмом мають обмеження за частотою обертання колінчастого вала. Однією з причин цього є сили інерції зворотно-поступальних мас, які визначають за формулою

$$P_j = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha) ,$$

де m_j — маса поршня та $1/3$ маси шатуна, віднесена до поршня; r — радіус кривошипа колінчастого вала; ω — кутова швидкість обертання колінчастого вала; $\lambda = r/l$; l — довжина шатуна.

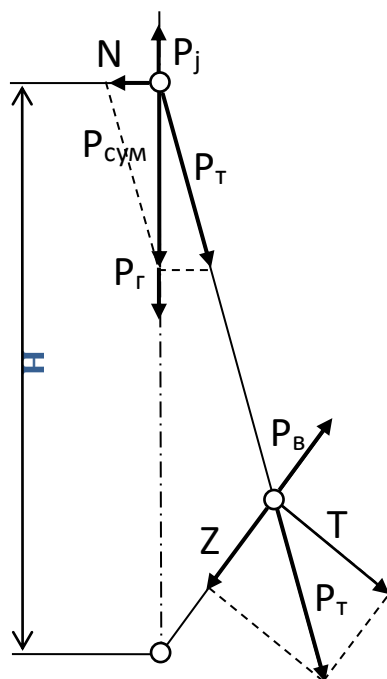
В наведену формулу входить сила інерції першого порядку

$$P_{j1} = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha$$

з періодом зміни 360° і сила інерції другого порядку

$$P_{j2} = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 \cdot \lambda \cdot \cos 2\alpha,$$

Рис, 4. Схема сил, що діють у кривошипно-шатунному механізмі:



P_r — сила тиску газів; P_j — сила інерції (викликає вібрацію); $P_{\text{сум}}$ — рівнодійна сил тиску газів та інерції; N — нормальна сила (викликає спрацювання циліндрів); T — тангенціальна сила; Z — радіальна сила; P_T —

сила, що діє на шатун; P_v — відцентрова сила інерції.

з періодом зміни 180° . Сумарну силу $\overline{P_{\text{сум}}} = \overline{P_g} + \overline{P_j}$ одержують векторним додаванням сил тиску газів і сил інерції. В разі розкладання її на складові одержують дві сили: силу P_T що діє на шатун, і силу N , що притискує поршень до стінки циліндра і спричинює зношування цих деталей. На плечі N ця сила створює перекидальний момент. Після перенесення сили P_T по лінії дії до з'єднання шатуна з кривошипом колінчастого вала її можна розкласти на дві складові: силу T , що на плечі r (радіус кривошипа) створює крутний момент двигуна, і силу Z , що діє на кривошип колінчастого вала.

Крім цього, під час обертання колінчастого вала виникають відцентрові сили інерції мас, що обертаються; вони разом з силою дії газів Z навантажують щоби:

$$P_v = m_r \cdot r \cdot \omega^2,$$

де m_r — неврівноважена частина маси кривошипа і $2/3$ маси шатуна, віднесеної до кривошипа.

Відцентрова сила, що навантажує з'єднання шатунної шийки з нижньою головкою шатуна, дорівнює

$$P_{вш} = (2/3) m_{ш} \cdot r \cdot \omega^2$$

де $m_{ш}$ — маса шатуна.

В одноциліндровому двигуні сили P_j , і P_v необхідно зрівноважувати. Зазвичай сили інерції другого порядку в силу їх малих значень не зрівноважують.

У двоциліндровому двигуні через розвертання кривошипів колінчастого вала на 180° сума проекцій сил інерції першого порядку на вертикальну вісь дорівнює нулю. Сума проекцій сил інерції другого порядку відмінна від нуля, але в силу малих значень її не зрівноважують. Сума проекцій відцентрових сил мас, що обертаються, також дорівнює нулю.

У двоциліндровому двигуні сили інерції першого порядку на плечі, що дорівнює відстані між осями циліндрів, і відцентрові сили на цьому самому плечі створюють незрівноважені моменти, які слід зрівноважувати (що відображено в конструкціях двигунів, див. двигун Д-21).

У чотирициліндровому двигуні незрівноваженими є тільки сили інерції другого порядку, які здебільшого залишають вільними (крім двигуна А-41, в якому застосований оригінальний зрівноважувальний механізм; див. конструкцію двигуна).

Повністю зрівноваженими є шестициліндрові рядні двигуни.

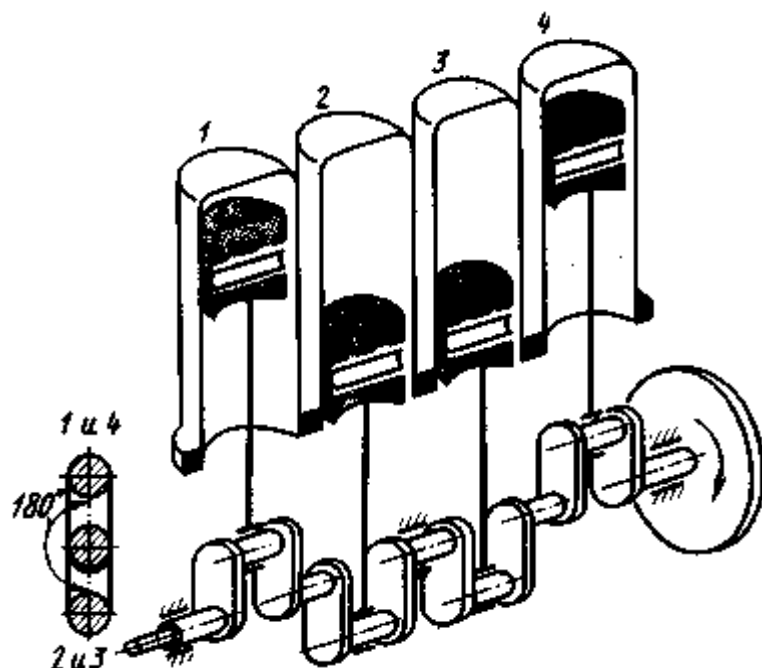


Схема КШМ чотиритактного рядного чотирициліндрового двигуна

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Ц и л и н д р ы			
		1	2	3	4
Первый	0 — 180	Рабочий ход	Выпуск	Сжатие	Впуск
	180 — 360	Выпуск	Впуск	Рабочий ход	Сжатие
Второй	360 — 540	Впуск	Сжатие	Выпуск	Рабочий ход
	540 — 720	Сжатие	Рабочий ход	Впуск	Выпуск

Чергування тактів в чотиритактному чотирициліндровому рядному двигуні з порядком роботи 1-3-4-2

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Ц и л и н д р ы			
		1	2	3	4
Первый	0 — 180	Рабочий ход	Сжатие	Выпуск	Впуск
	180 — 360	Выпуск	Рабочий ход	Впуск	Сжатие
Второй	360 — 540	Впуск	Выпуск	Сжатие	Рабочий ход
	540 — 720	Сжатие	Впуск	Рабочий ход	Выпуск

Чергування тактів в чотиритактному чотирициліндровому рядному двигуні з порядком роботи 1-2-4-3

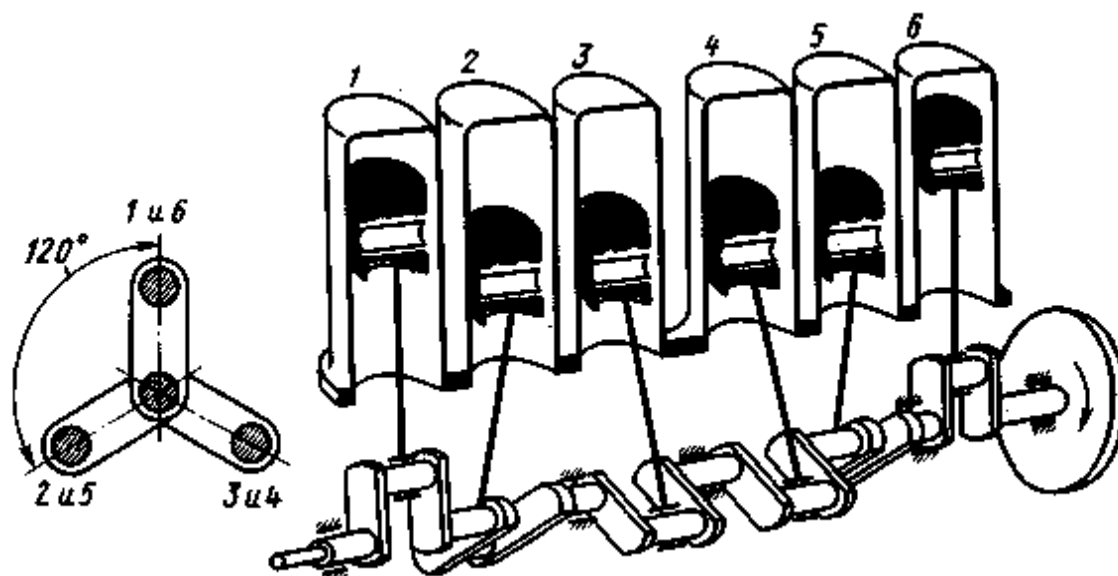


Схема КШМ чотиритактного рядного шестициліндрового двигуна

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Ц и л и н д р ы							
		1	2	3	4	5	6		
Первый	0 – 60	Рабочий ход	Конец выпуска	Конец впуска	Конец рабочего хода	Конец сжатия	Впуск		
	60 – 120								
	120 – 180		Впуск	Сжатие	Выпуск	Рабочий ход			
	180 – 240	Выпуск					Сжатие		
	240 – 300			Рабочий ход	Впуск			Выпуск	
	300 – 360								
Второй	360 – 420	Впуск	Сжатие			Выпуск	Рабочий ход		
	420 – 480								
	480 – 540		Сжатие	Рабочий ход	Выпуск	Сжатие		Впуск	
	540 – 600	Впуск				Выпуск			
	600 – 660			Рабочий ход	Впуск				
	660 – 720			Выпуск				Сжатие	

Чергування тактів в чотиритактному шестициліндровому рядному двигуні з порядком роботи 1-5-3-6-2-4-

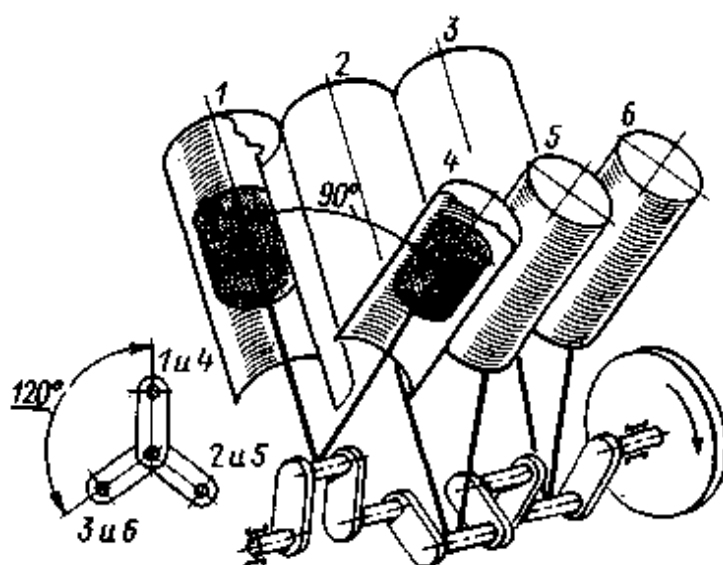


Схема КШМ чотиритактного V-подібного шестициліндрового двигуна

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Ц и л и н д р ы							
		1	2	3	4	5	6		
Первый	0 — 30	Рабочий ход	Конец впуска	Конец выпуска	Конец сжатия	Конец впуска	Конец рабочего хода		
	30 — 60		Сжатие		Рабочий ход		Выпуск		
	60 — 90		Впуск		Сжатие				
	90 — 120								
	120 — 150								
	150 — 180	Выпуск		Сжатие	Выпуск	Рабочий ход			
	180 — 210								
	210 — 240								
	240 — 270	Рабочий ход				Впуск			
	270 — 300								
	300 — 330								
	330 — 360								
Второй	360 — 390	Впуск	Выпуск	Сжатие	Впуск	Рабочий ход	Сжатие		
	390 — 420								
	420 — 450								
	450 — 480								
	480 — 510		Впуск		Впуск	Выпуск			
	510 — 540	Сжатие		Рабочий ход			Рабочий ход		
	540 — 570								
	570 — 600								
	600 — 630								
	630 — 660	Впуск		Сжатие					
	660 — 690	Выпуск							
	690 — 720								

Чергування тактів в чотиритактному шестициліндровому V-подібному двигуні з порядком роботи 1-4-2-5-3-6

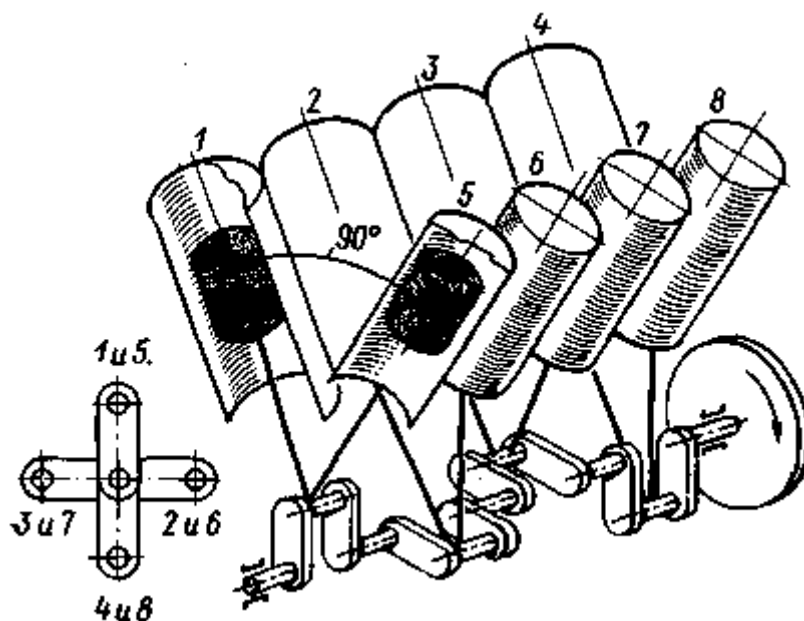


Схема КШМ чотиритактного V-подібного восьмициліндрового двигуна

Обороты коленчатого вала	Угол поворота коленчатого вала, °	Ц и л и н д р ы							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Первый	0 – 90°	Рабочий ход	Конец впуска	Конец выпуска	Сжатие	Конец сжатия	Впуск	Выпуск	Конец рабочего хода
	90 – 180°		Сжатие	Впуск		Рабочий ход			Выпуск
	180 – 270°	Выпуск			Рабочий ход		Сжатие	Впуск	
	270 – 360°		Рабочий ход	Сжатие		Выпуск			Впуск
Второй	360 – 450°				Выпуск		Рабочий ход	Сжатие	
	450 – 540°	Впуск	Выпуск	Рабочий ход		Впуск			Сжатие
	540 – 630°	Сжатие	Впуск	Выпуск	Впуск	Сжатие	Выпуск	Рабочий ход	Рабочий ход
	630 – 720°								

Чергування тактів в чотиритактному восьмициліндровому V-подібному двигуні з порядком роботи 1-5-4-2-6-3-7-8

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Які особливості роботи двигуна з турбонаддувом? 2. Поясніть принцип роботи двотактного двигуна. 3. Дайте порівняльну оцінку двигунів. 4. Які сили і моменти діють в КШМ?. 5. Приведіть порядок роботи основних типів двигунів.

5. Рекомендована література. Л-1, с.7-9, Л-3 с. 5-13, Л-4 с. 9-12, Л-5 с. 5-22, Л-8 с. 5-10.

Лабораторно-практичне заняття № 3

Тема: Кривошипно-шатунний механізм.

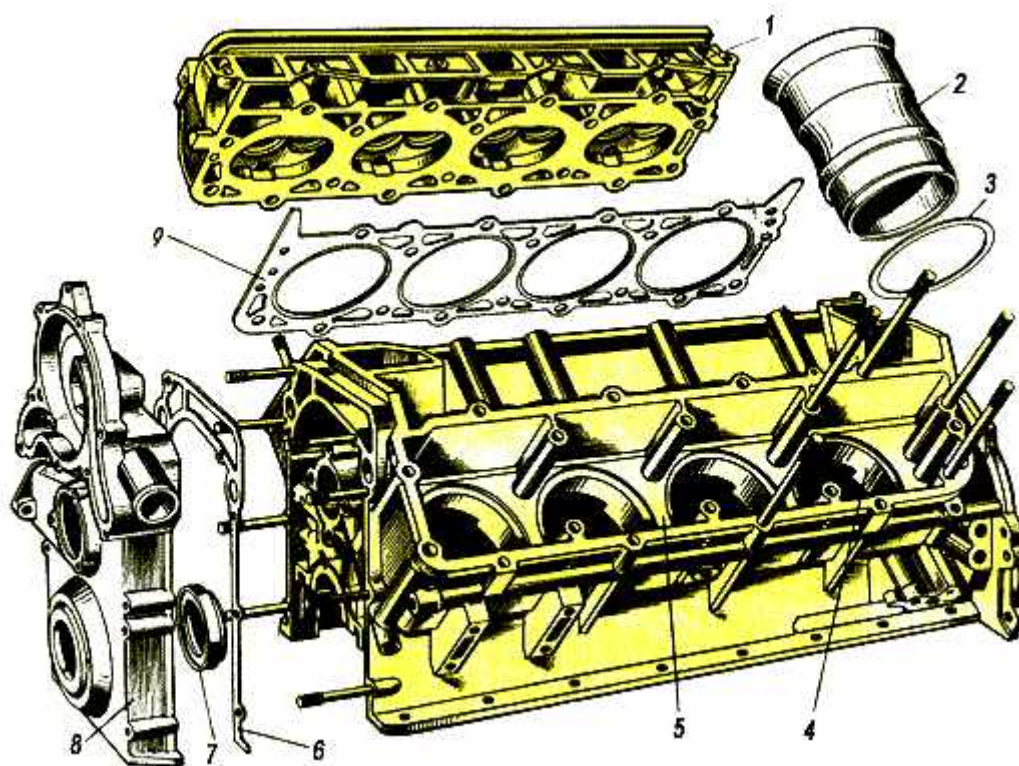
1. Мета: Вивчити будову та принцип роботи кривошипно-шатунного механізму.

2. Типові завдання.

1. Кривошипно-шатунний механізм.

3. Довідковий матеріал.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) призначений для перетворення зворотно поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала



Головка і блок циліндрів V-подібного восьмициліндрового двигуна ЗМЗ-53:

1 - головка правого ряду циліндрів, 2 - гільза циліндра, 3 - прокладка гільзи,

4 - направляючий поясок для гільзи, 5 - блок циліндрів, 6 - прокладка кришки

розподільних шестерень, 7 - сальник переднього кінця колінчастого вала,

8 - кришка розподільних шестерень, 9 - прокладка головки циліндрів.

Кривошипно-шатунний механізм двигуна складається із циліндрів, поршнів з компресійними і маслосніжними кільцями, поршневих пальців зі стопорними кільцями, шатунів із вкладишами у нижній головці й бронзової втулки в верхній головці, колінчатого вала, маховика із зубчастим вінцем, картера з піддоном, головки блоку з ущільнювальною металоасбестовою прокладкою і кришкою блока циліндра .

Блок циліндрів — основна (базова) деталь, до якої кріпляться деталі механізмів двигуна, відливають як одне ціле з картером, Розміщення циліндрів буває однорядним (ГАЗ-24 «Волга») або V-подібним дворядним з кутом нахилу 90° (двигуни ЗМЗ-53, ЗИЛ-130 і КамАЗ-740).

Блок циліндрів з верхньою частиною картера двигунів ЗМЗ-53 і ГАЗ-24 відливають з алюмінієвого сплаву, а двигунів ЗИЛ-130 і КамАЗ-740 з чавуну. Порожнина між циліндрами і зовнішніми стінками блока називається сорочкою охолодження

У блоках двигунів ЗМЗ-53, ЗИЛ-130, КамАЗ-740 і ГАЗ-24 «Волга» циліндри виготовлено у вигляді вставних чавунних гільз, які охолоджуються рідиною; такі гільзи називають мокрими.

Ретельно відшліфована внутрішня поверхня гільзи циліндра, яка спрямовує рух поршня, називається дзеркалом. Щоб збільшити строк служби гільзи, у верхню її частину запресовують короткі тонкостінні вставки з кислотривкого чавуну.

Гільзи вільно вставляють у гнізда блока і ущільнюють знизу мідними або гумовими прокладками (кільцями), а зверху — прокладкою головки циліндрів.

Під час встановлення гільз у блоки циліндрів двигунів ЗМЗ-53 і ГАЗ-24. добирають комплект мідних ущільнювальних кілець так, щоб гільза виступала над площиною рознімання блока на 0,02—0,1 мм;. цим досягається надійне ущільнення гільз при встановленні головок циліндрів.

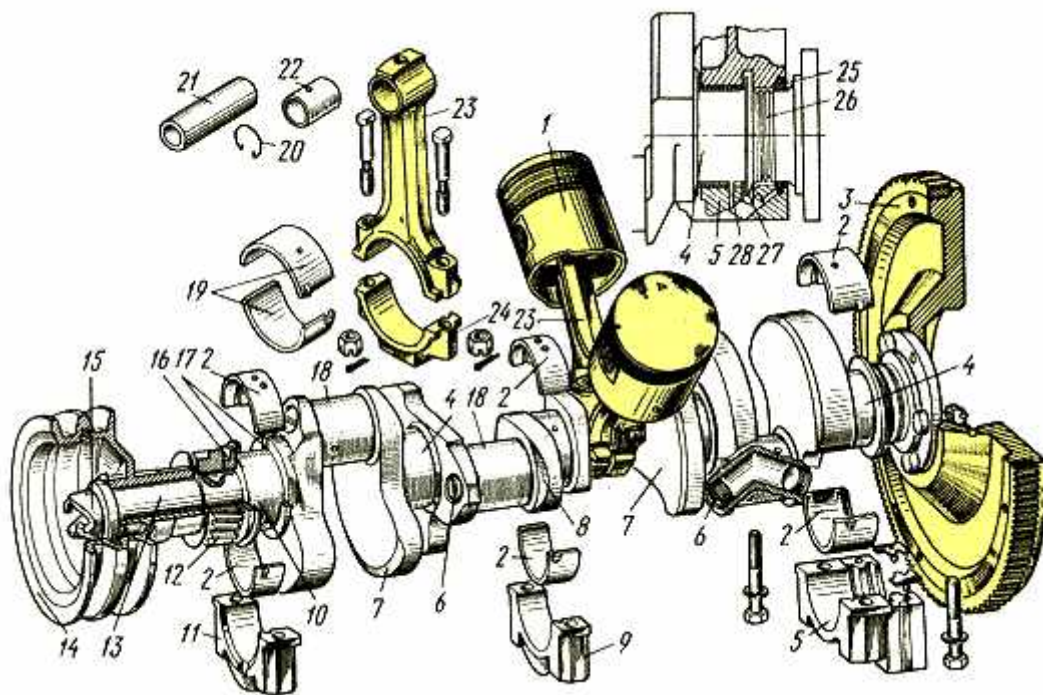
Блок циліндрів двигуна ГАЗ-24 має одну головку, в блоках циліндрів V-

подібних двигунів ЗМЗ-53 А і ЗИЛ-130 — по дві головки; в двигуні КамАЗ-740 кожний циліндр має окрему головку. Головки блока карбюраторних двигунів відливають з алюмінієвого сплаву. Цей сплав теплопровідніший від чавуну, отже, від головок швидше відводиться тепло, В результаті поліпшуються умови проходження робочого процесу в циліндрах двигуна» Головка має камери згоряння з різьбовими отворами для свічок запалювання (тільки в карбюраторних двигунах). У двигуні КамАЗ-740 камера згоряння вмонтована у днище поршня. Стінки камер згоряння обведені сорочкою охолодження. Зверху на головці циліндрів закріплені деталі газорозподільного механізму.

У впускні і випускні канали відливки головки запресовано вставні сідла і напрямні втулки клапанів.

Головка циліндрів зверху закрита штампованою або відливою кришкою, для ущільнення між ними встановлюють прокладку з маслостійкої гуми. Кріпиться головка до блока болтами або шпильками з гайками. Герметичність прилягання головки до блока циліндрів досягається встановленням прокладки. У двигунах ЗМЗ-53 і ГАЗ-24 вона сталевозбестова, в двигунах КамАЗ-740 стальна.

Картер - відлитий як одне ціле з блоком, має кілька перегородок, посилених ребрами, в яких розміщені корінні підшипники колінчастого вала та отвори для опорних шийок розподільного вала. Знизу до картера кріпиться піддон. Місце з'єднання картера і піддона ущільнене пробкою.



Деталі кривошипно-шатунного механізму двигуна ЗІЛ-130:

1 - поршень, 2 - вкладиші корінних підшипників колінчастого вала, 3 - маховик,

4 - корінна шийка колінчастого вала, 5 - кришка заднього корінного підшипника,

6 - пробка, 7 - противага, 8 - щока, 9 - кришка середнього корінного підшипника,

10 - передня шийка колінчастого вала, 11 - кришка переднього корінного підшипника,

12 - шестерня, 13 - носок колінчастого вала, 14 - шків, 15 - храповик, 16 - упорна шайба,

17 - біметалічні шайби, 18-шатунні шийки колінчастого вала, 19 - вкладиші шатунного

підшипника, 20 - стопорное кільце, 21 - поршневий палець, 22 - втулка верхньої головки шатуна,

23 - шатун, 24 - кришка шатуна, 25 - сальник, 26 - масловідгона канавка,

27 - масловідбивний гребінь, 28 - дренажна канавка.

Поршень - приймає силу тиску газів під час робочого - такту і передає її через шатун колінчастому валу, а також здійснює допоміжні такти.

Верхня частина поршня, що називається головкою, знизу посилена ребрами. На циліндричній поверхні головки виточені канавки для розміщення поршневих кілець, Нижня, напрямна частина поршня (юбка) має приливки (бобишки) з отворами для встановлення поршневих пальців.

Поршні відливають з алюмінієвого сплаву, якому притаманні мала густина і добра теплопровідність. У поршнях двигуна ЗИЛ-130 і КамАЗ-740 роблять чавунні вставки, в яких виточують канавки для верхнього кільця, що підвищує довговічність поршня.

У верхній частині головки поршня деяких двигунів виточують вузьку канавку, яка зменшує передачу тепла до верхнього кільця.

Щоб поршень міг розширюватися в циліндрі не заклинюючи, його встановлюють із зазором. Зазор між поршнем і дзеркалом циліндра ущільнюють поршневі кільця. Юбку поршня виготовляють у вигляді еліпса, більша вісь якого розміщена перпендикулярно до осі поршневого пальця. Така форма юбки запобігає стуку в холодному двигуні і заклинюванню в нагрітому. В отворі для поршневого пальця є канавки для стопорних кілець.

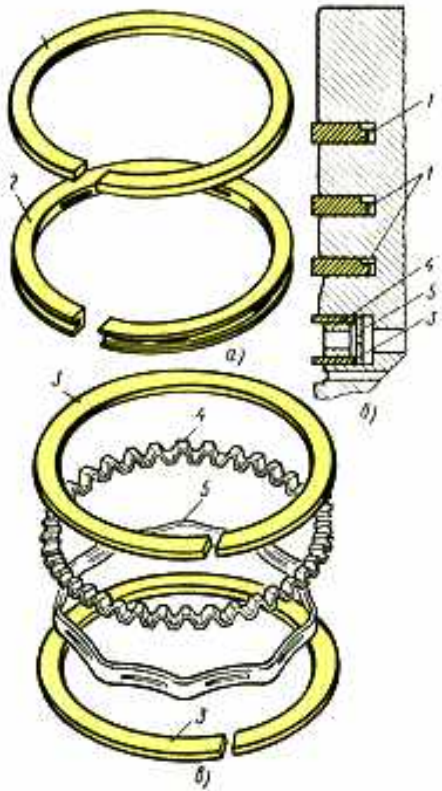
У виймки юбок поршнів згаданих двигунів заходять противаги колінчастого вала

Щоб запобігти заклинюванню поршнів у циліндрах, на їхніх юбках роблять Т- або П-подібні розрізи. Завдяки цьому під час розширення металу діаметри поршнів не збільшуються.

Поверхню поршнів двигунів ЗМЗ-53, ЗИЛ-130 і ГАЗ-24 покривають шаром олова, а двигунів КамАЗ-740 — колоїдно-графітною сумішшю, що поліпшує припрацьовування і зменшує спрацювання.

Для правильного складання поршня з шатуном на днищах поршнів двигуна ЗИЛ-130 є лиска, на бокових поверхнях поршнів двигуна ЗМЗ-53 біля отвору бобишки — напис «Вперед», на боковій стінці поршнів двигуна ГАЗ-24 — напис «Назад».

Поршневі кільця поділяються на компресійні і маслоснімні, виготовляють їх з чавуну або сталі. Кільця мають розріз («замок»). У вільному стані діаметр кільця більший від діаметра циліндра. Під час установа поршнів у циліндрі кільця стискаються, і внаслідок пружності вони щільно прилягають до стінок циліндра.



Поршневі кільця: а - зовнішній вигляд, б - розташування кілець на поршні (двигуна ЗИЛ-130), в - складене маслоснімне кільце; 1 - компресійне кільце, 2 - маслоснімне кільце, 3 - плоскі сталеві диски, 4 - осьовий розширювач, 5 - радіальний розширювач.

Компресійні кільця зменшують просочування газів з циліндра в картер. Щоб підвищити стійкість верхнього компресійного кільця проти спрацювання, його покривають шаром хрому (у двигуні ЗИЛ-130 два кільця), а поверхню решти кільця для кращого припрацювання — олова.

Маслоснімне кільце знімає залишки масла із стінок циліндра. На поршнях усіх карбюраторних двигунів встановлюють одне маслоснімне кільце. У канавці цього кільця є наскрізні отвори. Маслоснімне кільце двигуна ЗМЗ-53 — чавунне, з наскрізними прорізами для відведення масла. У двигунах ЗИЛ-130 і ГАЗ-24 маслоснімне кільце складається з чотирьох сталених деталей: двох плоских кілець, осьового і радіального розширювачів, у двигуна КамАЗ-740 воно має коробчастий переріз. Робоча поверхня кілець покрита хромом, у КамАЗ-740 — молібденом.

Кільця на поршень встановлюють розрізами в різні боки. Завдяки фаскам кільця щільно прилягають до стінок циліндра і швидше притираються.

Поршковий палець сталевий, трубчастий. Він з'єднує поршень з шатуном. Поверхня пальця загартована струмами високої частоти (СВЧ). Під час роботи

палець вільно прокручується в бобишках поршня і у втулці верхньої головки шатуна. Осьовому переміщенню пальця запобігають стопорні кільця, встановлені в канавках бобишок поршня; такі пальці називаються плаваючими,

Шатун під час робочого такту передає зусилля від поршня кривошипу колінчастого вала, а при допоміжних тактах — від кривошипа поршню., Шатун сталевий. Він складається із стержня двотаврового перерізу, верхньої не рознімної головки з бронзовою втулкою для поршневого пальця і нижньої рознімної головки, яка кріпиться на шатунній шийці колінчастого вала. У нижній головці шатуна просвердлено отвір для напрямленого розбризкування масла на стінки циліндра.

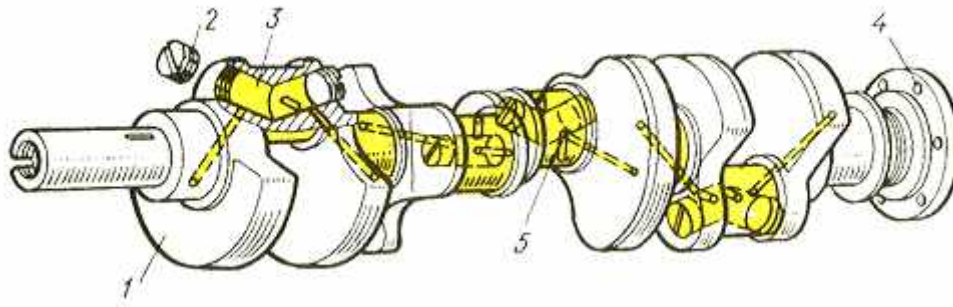
Щоб зменшити тертя між шийкою вала і нижньою головкою шатуна, в ній вставляють шатунний підшипник, виготовлений з двох тонкостінних вкладишів.

У двигунах ЗМЗ-53 і ГАЗ-24 вкладиші біметалеві, виготовлені із сталеві стрічки, покриті антифрикційним сплавом алюмінію з міддю с оловом (бабітом).

У двигуні ЗИЛ-130 вкладиш триметалевий, виготовлений із сталеві стрічки, на яку нанесено міднонікелевий підшарок, покритий антифрикційним сплавом, у двигуні КамАЗ-740 вкладиші тришарові з робочим шаром із свинцевої бронзи. Щоб вкладиші не прокручувалися в головці шатуна, на них штампуванням роблять виступи.

Обидві частини нижньої головки шатуна з'єднуються двома болтами з гайками, які стопоряться шпінтами або контргайками, виштампованими з листової сталі (ГАЗ-24). Номери, вибиті на головці і кришці шатуна, напрямлені в один бік.

Колінчастий вал сприймає зусилля від шатунів і перетворює їх у крутний момент, який потім через маховик передається до механізмів трансмісії.



Колінчастий вал V - подібного 8-циліндрового двигуна ЗИЛ-130:

1 - противага, 2 - заглушка, 3 - порожнина, 4 - отвір для кріплення маховика,

5 - свердління для подачі масла до шийки.

Колінчастий вал двигунів ЗМЗ-53 і ГАЗ-24 відлитий з легованого чавуну, а двигунів ЗИЛ-130 і КамАЗ-740 — кований, стальний.

Вал складається з корінних і шатунних шийок, з'єднаних щоками, продовженням яких є противаги, що розвантажують корінні підшипники від інерційних навантажень. З цією самою метою шатунні шийки зроблено порожнистими.

У двигунах, що вивчаються, колінчастий вал п'яти опорний, тобто мав п'ять корінних підшипників, у які встановлюють вкладиші, виготовлені з того самого матеріалу, що й шатунні. Чавунні кришки підшипників кріплять до блока двома або чотирма болтами і шплінтують.

Шатунні шийки, кількість яких у рядних двигунах дорівнює кількості циліндрів, у чотирициліндрових двигунах розміщені попарно під кутом 180° .

На кожній шатунній шийці колінчастого вала V-подібних двигунів закріплюють два шатуни, які з'єднують її відповідно з поршнями правого і лівого рядів циліндрів. Тому шатунних шийок у таких двигунах вдвоє менше від кількості циліндрів. У восьмициліндрових V-подібних двигунах шатунні шийки розміщені під кутом 90° одна до одної.

Масло від корінних підшипників до шатунних надходить через канали в

щоках вала і грязеуловлювачі, що закриті пробками.

На передньому кінці колінчастого вала кріплять розподільну шестірню і шків привода вентилятора, а в торець угвинчують храповик, який використовують для прокручування колінчастого вала пусковою рукояткою. Осьові переміщення вала обмежені сталєбабітовими кільцями, які встановлюють у передньому корінному підшипнику, або сталєалюмінієвими півкільцями, які встановлюють у виточці задньої корінної опори (КамАЗ-740). До фланця заднього кінця колінчастого вала кріплять маховик.

У багатьох двигунах витіканню масла з картера в місцях виходу колінчастого вала запобігає маслоснімний буртик, маслосгінна різьба на його задньому кінці і масловідбивач на передньому кінці. Крім того, місця виходу вала ущільнюють сальниками.

Маховик — чавунний диск з важким ободом. Він збільшує інерцію колінчастого вала і цим самим підвищує плавність роботи, полегшує запуск двигуна і рушання автомобіля з місця. На ободі маховика насаджено зубчастий вінець, за допомогою якого запускають двигун стартером. Маховик кріплять несиметрично розміщеними болтами, момент затягування яких повинен бути 140...150 Н • м (14...15 кгс • м), і зашплінтовують.

Кріплення двигуна до рами або підрамника має бути надійним і водночас пружним, щоб вібрація двигуна не передавалася кузову, а перекоси рами під час руху не пошкоджували деталей кріплення. Для цього між опорними лапами двигуна і рамою кладуть гумові подушки. Двигун ГАЗ-24 кріплять за допомогою трьох гумових опор: дві — в передній частині двигуна з боків, одна під задньою кришкою коробки передач.

Двигун ЗМЗ-53 кріплять на чотирьох опорах: спереду штампованими кронштейнами, пригвинченими до блока циліндрів, а в задній частині двома приливами картера зчеплення. Двигун КамАЗ-740 також кріплять на чотирьох опорах.

Принцип дії кривошипно-шатунного механізму.

При обертанні кривошипа колінчастого вала поршень разом із шатуном

переміщується в циліндрі прямолінійно вниз і вгору.

В двигуні із зовнішнім сумішоутворенням (карбюраторні двигуни) при переміщенні поршня вниз в циліндр через відкритий впускний клапан за рахунок розрідження всмоктується пальна суміш.

При переміщенні поршня вгору обидва клапани (впускний і випускний) закриті, пальна суміш стискується, нагрівається. У кінці такту стискання між електродами свічки запалювання, що знаходиться в камері згорання, виникає іскра, від якої загорається робоча суміш. У результаті згорання робочої суміші температура газів досягає 2500°C , гази при цьому розширюються, створюючи тиск 35-40 кгс/см², переміщують поршень вниз і через шатун обертають колінчастий вал, при цьому тепла енергія згорання робочої суміші перетворюється в механічну роботу.

При зворотньому русі поршня вгору і відкритому випускному клапані відпрацьовані гази видаляються із циліндра.

Розглянутий процес безперервно повторюється і цим забезпечує роботу двигуна.

4. Питання для закріплення матеріалу.

Яке призначення і яку загальну будову має кривошипно-шатунний механізм? Розкажіть про призначення і будову поршня, поршневих кілець і поршневого пальця? Поясніть призначення, будову і з'єднання блока та головки циліндрів? Розкажіть про призначення і будову шатуна. Яке призначення і яку будову має колінчастий вал? Поясніть призначення будову і кріплення маховика. Як кріплять двигун на рами автомобіля? Який принцип дії КШМ?

5. *Рекомендована література.* Л-1, с.7-9, Л-3 с. 5-13, Л-4 с. 9-12, Л-5 с. 5-22, Л-8 с. 5-10.

Лабораторно-практичне заняття № 4

Тема: Механізм газорозподілу.

1. Мета: Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила обслуговування.

2. Типові завдання.

Призначення, будова і принцип дії ГРМ.

3. Довідковий матеріал.

Призначення, будова і принцип дії ГРМ.

Газорозподільний механізм служить для своєчасного впуску в циліндри карбюраторного двигуна пальної суміші або повітря (у дизельному двигуні) і випуску відпрацьованих газів із циліндрів відповідно до протікання робочого циклу двигуна.

Типи й будова газорозподільних механізмів

На автомобільних двигунах вітчизняного виробництва застосовується клапанний газорозподільний механізм із нижнім або верхнім розташуванням клапанів і установкою розподільного вала в блоці або в голівці блоку циліндрів. На більшості двигунів у циліндрі встановлюють по два клапани: впускний, відкриваючий доступ горючої суміші або повітря в циліндр, і випускний, відкриваючий вихід відпрацьованих газів із циліндра.

На деяких двигунах автомобілів встановлюють два впускних і один випускний клапани, а іноді два впускних і два випускних клапани на кожний циліндр. Керування клапанами здійснюється кулачками розподільного вала, що приводиться в обертання від колінчатого вала за допомогою шестірень зірочок ланцюговим або ремінним приводом.

Газорозподільний механізм автомобіля ГАЗ-53 має нижнє розташування розподільного вала і верхнє розташування клапанів.

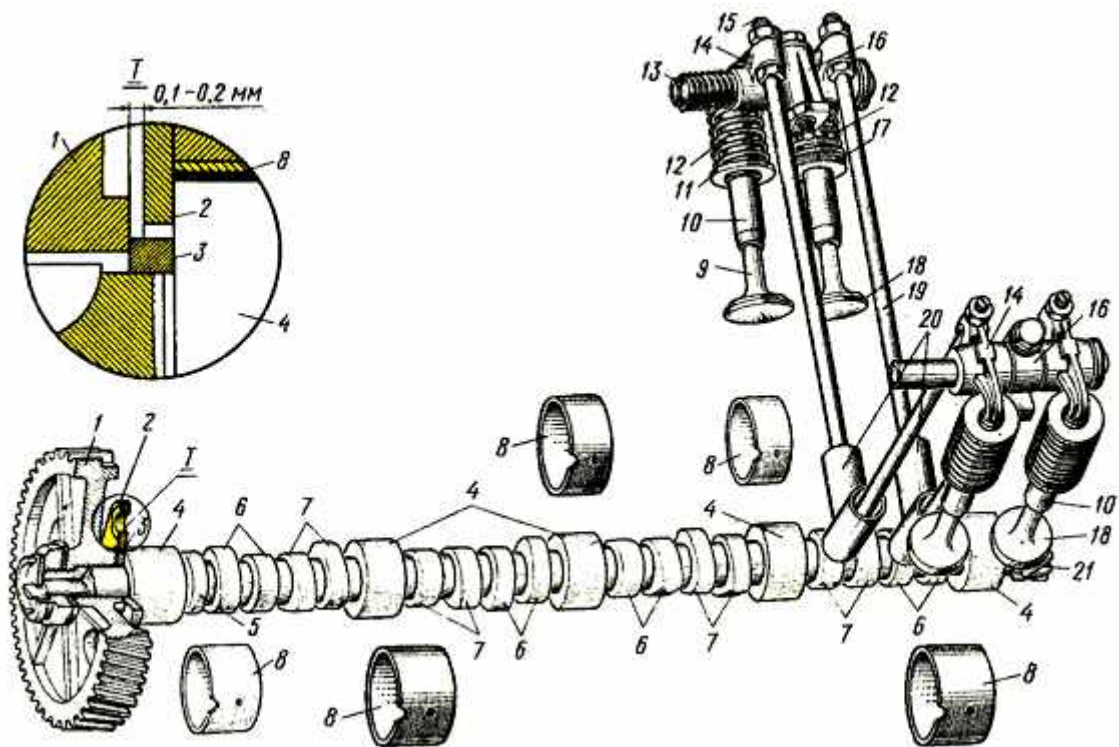


Рис. 1. Механізм газорозподілу:

1 - шестерня розподільного валу, 2 - упорний фланець, 3 – розпірне кільце, 4 - опорні шийки, 5 - ексцентрик приводу паливного насосу, 6 - кулачки випускних клапанів, 7 - кулачки впускних клапанів, 8 - втулки, 9 - впускний клапан, 10 - напрямна втулка, 11 - упорна шайба, 12 - пружина, 13 - вісь коромисел, 14 - коромисло, 15 - регулювальний гвинт, 16 - стійка осі коромисел, 17 - механізм повороту випускного клапана, 18 - випускний клапан, 19 - штанга, 20 - штовхачі, 21 - шестерня приводу масляного насоса і переривника-розподільника.

Складається: Розподільчого вала, шестерні привода розподільчого вала, штовхачів, штанг, коромисел, вісі коромисел впускних і випускних клапанів (по 1 на кожній циліндр), пружини клапана, тарілок пружин клапана, сухариків, направляючої клапана і сидла клапана.

Розподільний вал відливають з чавуну або виготовляють із сталі. Він має опорні шийки, кулачки, шестірню привода масляного насоса і розподільника системи запалювання, ексцентрик привода паливного насоса. У двигуні ЗМЗ-53 цей ексцентрик і противага встановлені на шпонці на передньому кінці розподільного вала.

Шийки вала, кулачки й ексцентрики піддають поверхневому загартуванню, а потім шліфують. Для зручності встановлювання шийки вала мають різний діаметр, який зменшується від переднього до заднього кінця вала. Для кожного циліндра на валу є впускний і випускний кулачки. Однойменні кулачки різних циліндрів у рядних чотирициліндрових двигунах розміщені під кутом 90° , у V-подібних восьмициліндрових — під кутом 45° .

Розподільний вал обертається у втулках, внутрішня поверхня яких залита бабітом. У У-подібних двигунах вал розміщений між правим і лівим рядами циліндрів. У двигуні ГАЗ-24 праворуч.

За час робочого циклу чотиритактного двигуна, тобто за два оберти колінчастого вала, розподільний вал має відкрити один раз усі клапани двигуна, зробивши для цього один оберт. Щоб це забезпечити, кількість зубів шестірні або зірочки розподільного вала має бути вдвічі більшою від кількості зубів шестірні колінчастого вала.

У двигунах ЗМЗ-53, ЗИЛ-130 і ГАЗ-24 вал приводиться в обертальний рух двома шестернями з косими зубами, одну з яких кріплять на колінчастому, а другу на розподільному валу. Шестерні колінчастого вала сталі, а шестерні розподільних валів двигунів ЗМЗ-53 і ГАЗ-24 — текстолітові з чавунною маточиною. У двигуна ЗИЛ-130 шестірня розподільного вала виготовлена з чавуну. Шестерні треба встановлювати так, щоб позначки, які є на їх зубах, збігалися. Щоб запобігти осьовому переміщенню розподільного вала, до передньої стінки блока циліндрів двома болтами прикручено сталі опірний фланець.

У двигуні КамАЗ-740 обертання розподільного вала здійснюється від шестірні колінчастого вала через проміжні шестерні, установлені за позначками. Осьовому переміщенню запобігає підшипник задньої опори, який кріплять до блока трьома болтами.

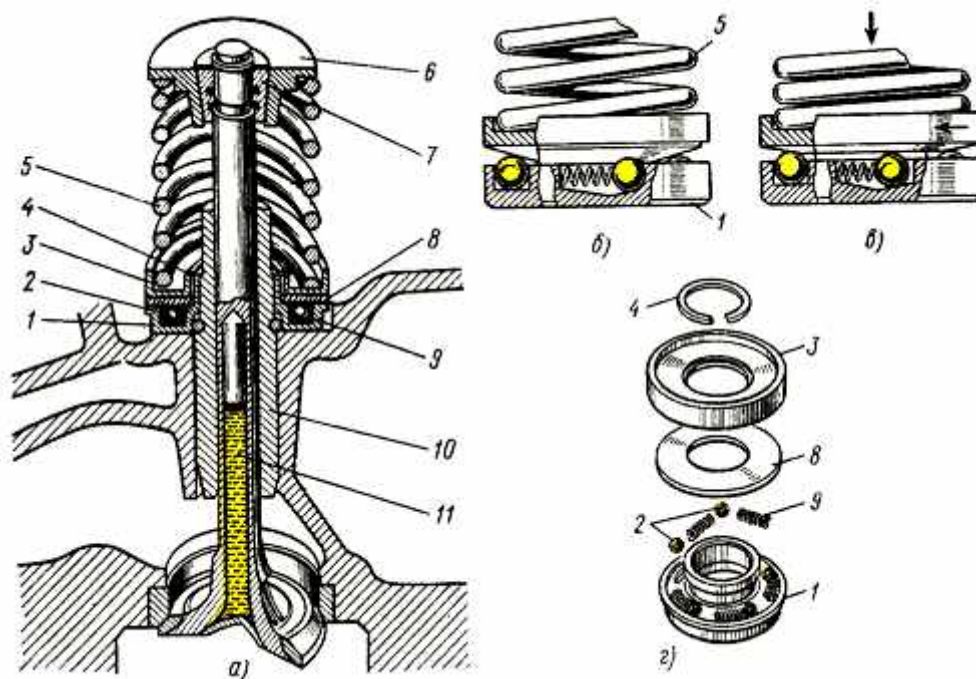
Штовхачі сталі або чавунні, поверхні їх термічно обробляють і шліфують. У двигунах ЗМЗ-53, ЗИЛ-130, КамАЗ-740; ГАЗ-24 штовхачі виготовлені у вигляді циліндричного стаканчика, в який зверху вставляють

штату.

Штанги виготовляють із сталей або дюралюмінієвих трубок, в які запресовують з обох боків сталі наконечники сферичної форми, які внизу впираються у штовхач, а вгорі — у виїмку плеча коромисла. Із збільшенням частоти обертання колінчастого вала понад 5000 об/хв штанги починають вібрувати, що погіршує роботу двигуна. У зв'язку з цим на двигунах АЗЛК-412, частота обертання колінчастих валів яких понад 5000 об/хв, розподільний вал розміщений вгорі, а кулачки його діють безпосередньо на коромисла.

В отвори коромисел запресовані бронзові втулки. Коромисла встановлюють на порожнистій осі, яка закріплена в стояках на головці блока циліндрів,

Циліндричні пружини, встановлені на осі між коромислами, обмежують їх поздовжнє зміщення. В одне плече коромисла вкручують гвинт з контргайкою.



Випускний клапан:

а - випускний клапан, б - клапан закритий, в - клапан відкритий, г - деталі механізму; 1 - корпус механізму повороту, 2 - кульки, 3 - опорна шайба, 4 - замкове кільце, 5 - пружина клапана, 6 - упорна шайба пружини, 7 - сухарики, 8

- дискова пружина, 9 - поворотна пружина, 10 - напрямна втулка, 11 - металевий натрій.

Клапан, який складається з головки і стержня, закриває впускний або випускний канал головки циліндрів. Щоб циліндри краще наповнювалися пальною сумішшю, головки впускних клапанів виготовляють більшого діаметра, ніж головки випускних. У зв'язку з цим у двигуні ГАЗ-24 впускні клапани мають тюльпаноподібну головку. Фаска головки клапана, скошена під кутом 45 або 30°, щільно прилягає до фаски сидла.

Сідла клапанів виготовляють у вигляді кілець із жароміцної сталі і запресовують у головку блока циліндрів.

Впускний клапан виготовляють з хромистої, а випускний з жароміцної (сильхромової) сталі. Щоб збільшити строки служби впускних клапанів деяких двигунів, у тому числі ЗИЛ-130, роблять жароміцну наплавку посадочної фаски. Для кращого відведення тепла стержні випускних клапанів двигунів ЗМЗ-53 і ЗИЛ-130 виготовляють порожнистими і наповнюють натрієм. Клапани менше спрацьовуються, якщо вони під час роботи повертаються навколо своєї осі. У двигунах ЗМЗ-53 і ГАЗ-24 клапани обертаються завдяки встановленню між упорною шайбою і сухарями загартованої конічної втулки, зовнішній конус якої не повністю збігається з внутрішнім конусом упорної шайби, а випускні клапани двигуна ЗИЛ-130 мають навіть механізм примусового обертання, який міститься між нижньою упорною шайбою пружини клапана і поверхнею головки циліндрів.

Напрямні втулки стержнів клапанів виготовляють з чавуну або металокераміки і запресовують у головку циліндрів. Стопорне кільце або буртик на верхньому кінці втулок запобігають їх зміщенню в осьовому напрямі..

Пружина призначена для щільної посадки клапана в сидло. Пружина упирається одним кінцем у шайбу на головці циліндра, а другим в упорну шайбу, яку утримують два конічні сухарі, що входять у кільцеву виточку стержня клапана. На стержнях впускних клапанів установлюють гумові

ковпачки, які зменшують попадання масла в циліндри.

Для забезпечення щільної посадки клапана в сидло під час роботи, коли стержень подовжується, між клапаном і штовхачем або коромислом повинен бути тепловий зазор який контролюють на холодному двигуні.

Фази газорозподілу.

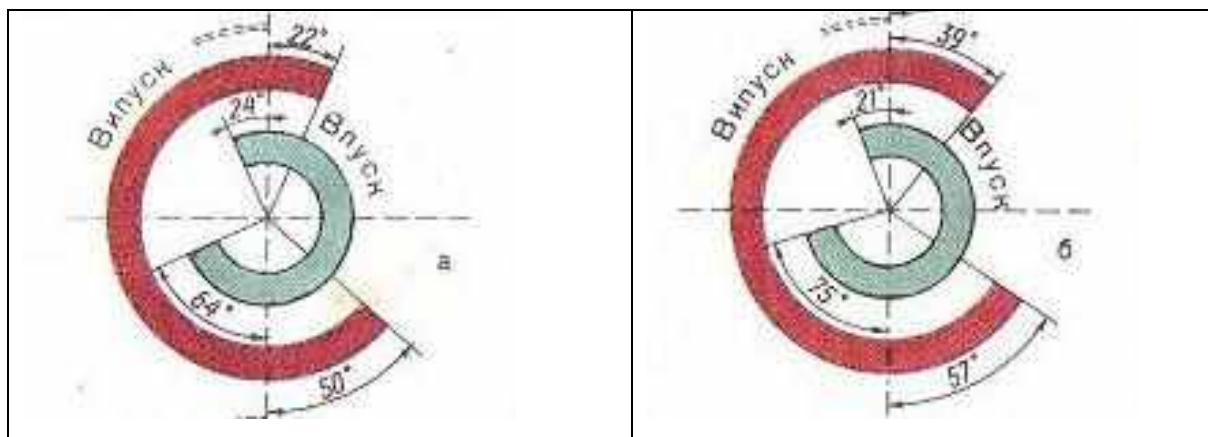


Рис. 3. Діаграми фаз газорозподілу: а) 3МЗ-53; б) ЗИЛ-130.

Найбільшу потужність двигун має тоді, коли циліндри наповнені свіжою пальною сумішшю і добре очищені від відпрацьованих газів. Цього можна досягти, відкриваючи і закриваючи клапани з деяким випередженням або запізненням відносно мертвих точок. Моменти початку відкривання і кінця закривання клапанів, виражені в градусах кута повороту колінчастого вала, називають фазами газорозподілу .

У карбюраторних двигунах впускний клапан відкривається тоді, коли кривошип не дійшов 10...25° до ВМТ (у кінці такту випуску), а закривається після того, як кривошип вала пройде НМТ на 50...75° (на початку такту стиску). Тривалість відкривання впускного клапана становить 240...280° кута повороту колінчастого вала..

Випускний клапан відкривається в кінці робочого ходу з випередженням на 50...70° до НМТ, а закривається на початку такту випуску із запізненням на 20...50° після ВМТ. Тривалість відкривання випускного клапана дорівнює 250...280°.

Моменти, коли обидва клапани відкриті одночасно, називають перекриванням клапанів. У цей час здійснюється продування циліндрів від

відпрацьованих газів свіжою пальною сумішшю..

Працює ГРМ так: При повертанні колінчастого вала через шестерню привода розподільчого вала повертається і розподільчий вал при набігані кулачка розподільчого вала на штовхач, штовхач піднімається змушуючи підніматися і штангу яка діє на коромисло. Коромисло повертається на вісі коромисел і другим кінцем натискає на клапан. Клапан стискаючи пружину відкривається при дальшому обертанні розподільчого вала кулачок сходе з штовхача і під дією пружини клапан закривається.

Робота багатоциліндрових двигунів.

Для забезпечення рівномірної роботи багатоциліндрового двигуна треба, щоб робочі ходи здійснювалися в різних циліндрах через однакові кути повороту колінчастого вала. Порядок роботи двигуна — це послідовність здійснення однойменних тактів у його циліндрах. Порядок роботи залежить від розміщення шатунних шийок колінчастого вала і кулачків розподільного вала. Циліндри рядних двигунів нумерують від переднього кінця колінчастого вала. Так само нумерують циліндри V-подібних двигунів, але спочатку ряд, розміщений з правого боку за ходом автомобіля.

У чотирициліндрових двигунах шатунні шийки розміщені попарно: 1-а з 4-ю і 2-а з 3-ю під кутом 180° і тому можливі дві такі послідовності роботи: 1—3—4—2 (АЗЛК-412) або 1—2—4—3 (ГАЗ-24). У восьмициліндрових V-подібних двигунах шатунні шийки розміщені під кутом 90° одна відносно іншої. Послідовність роботи така: 1—5—4—2—6—3—7—8.

4. Питання для закріплення матеріалу.

Яке призначення і яку загальну будову має газорозподільний механізм? Визначте, для чого потрібні і яка будова розподільного вала та його привода. Яке призначення і яку будову мають штовхачі, штанги і коромисла? Поясніть призначення й будову клапанів, пружин і деталей їх кріплення; яке призначення й величина теплового зазора? Що називається фазами газорозподілу і як впливають їхні зміни на потужність двигуна?

5. *Рекомендована література.* Л-1, с.22-24, Л-4 с. 14, Л-5 с. 28-38, Л-8 с. 13-15.

Лабораторно-практичне заняття № 5.

Тема: Система живлення бензинових двигунів.

1. Мета: Вивчити призначення, будову, принцип роботи.

2. Типові завдання.

3. Довідковий матеріал.

Загальні відомості.

Залежно від способу утворення паливно-повітряної суміші розрізняють наступні системи впорскування бензинових двигунів:

система центрального впорскування;

система розподіленого впорскування;

система безпосереднього впорскування.

Системи центрального і розподіленого впорскування є системами попереднього впорскування, тобто впорскування в них проводиться не доходячи до камери згоряння - у впускному колекторі.

Центральне впорскування (моно впорскування) здійснюється однією форсункою, встановленою у впускному колекторі. По суті це карбюратор з форсункою. В даний час системи центрального впорскування не виробляються, але все ще зустрічаються на легкових автомобілях. Перевагами даної системи є простота і надійність, а недоліками - підвищена витрата палива, низькі екологічні показники.

Система розподіленого впорскування (багатоточкове система впорскування) передбачає подачу палива на кожен циліндр окремою форсункою. Утворення паливно-повітряної суміші відбувається у впускному колекторі. Це найпоширеніша система впорскування бензинових двигунів. Її відрізняє помірне споживання палива, низький рівень шкідливих викидів, невисокі вимоги до якості палива.

Перспективною є система безпосереднього впорскування. Впорскування палива здійснюється безпосередньо в камеру згоряння кожного циліндра. Система дозволяє створювати оптимальний склад паливно-повітряної суміші на

всіх режимах роботи двигуна, підвищити ступінь стиснення, тим самим забезпечує повне згоряння суміші, економію палива, підвищення потужності двигуна, зниження шкідливих викидів. З іншого боку її відрізняє складність конструкції, високі експлуатаційні вимоги (дуже чутлива до якості палива, особливо до вмісту в ньому сірки).

Системи впорскування бензинових двигунів можуть мати механічне або електронне управління. Найбільш досконалим є електронне управління впорскування, що забезпечує значну економію палива і скорочення шкідливих викидів.

Впорскування палива в системі може здійснюватися безперервно або імпульсно (дискретно). Перспективним з точки зору економічності є імпульсне впорскування палива, яке використовують усі сучасні системи.

У двигуні система впорскування зазвичай об'єднана з системою запалення і утворює об'єднану систему впорскування і запалення (наприклад, системи Motronic, Fenix). Узгоджену роботу систем забезпечує система управління двигуном.

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.

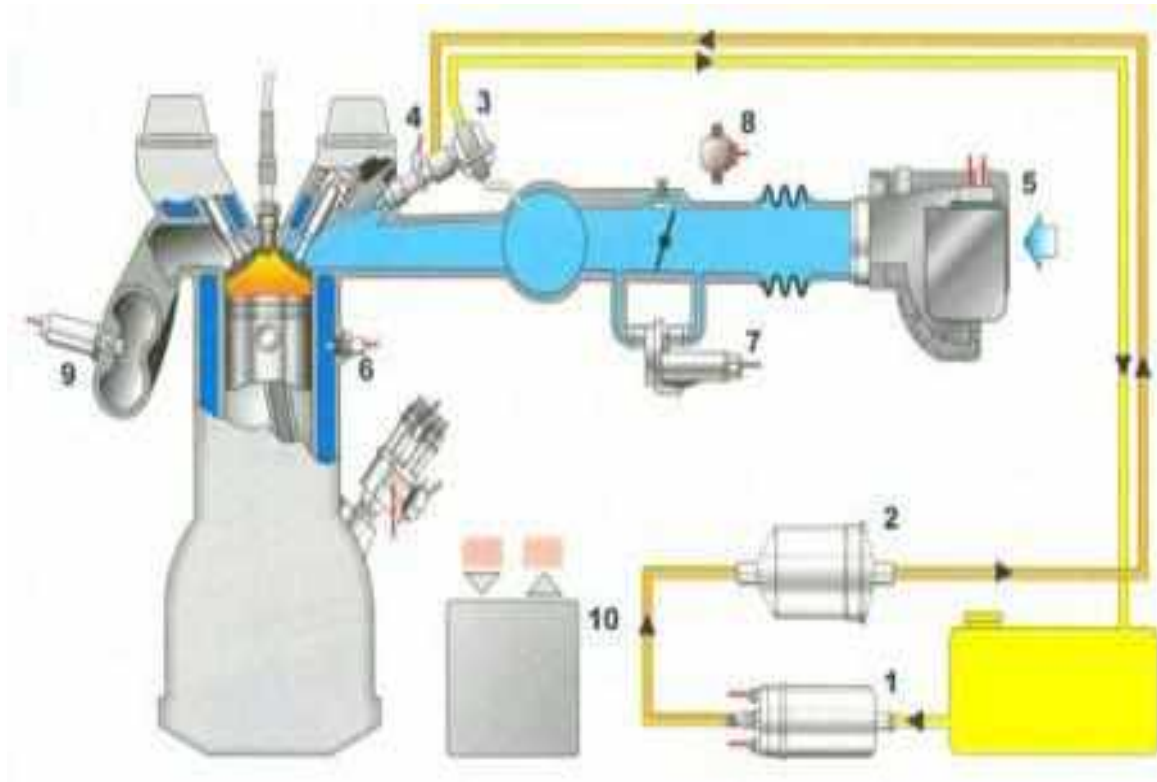


Рис. 1. Схема системи впорскування L-Jetronic;

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 упорскування. 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.

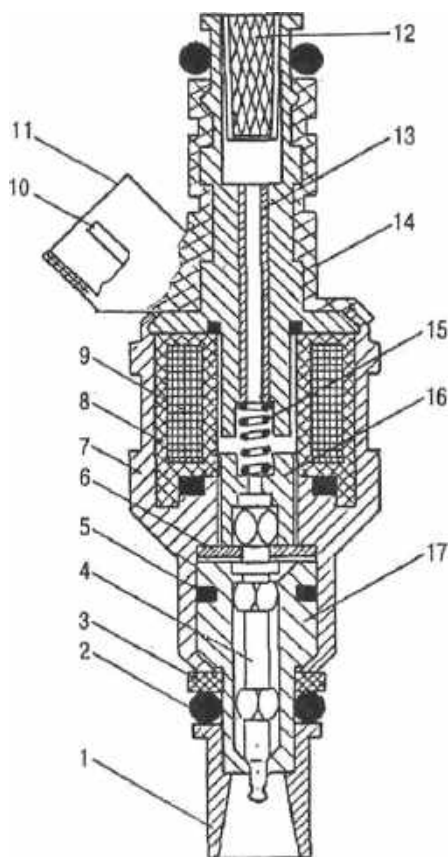
При пуску двигуна, його прогріві, а також під час роботи під максимальним навантаженням система забезпечує утворення збагаченої паливно-повітряної суміші. По сигналу датчика положення дросельної заслінки система розпізнає зазначені режими і забезпечує впорскування більшого обсягу палива. Суміш при цьому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

Електромагнітна форсунка.

Форсунки служать для впорскування дозованої кількості палива в циліндри двигуна.



Дозування кількості палива залежить від тривалості електричного імпульсу, що подається в обмотку електромагніту форсунки блоком управління. Тривалість електричного імпульсу управління форсункою залежить від режиму роботи двигуна, а також від інших чинників (наприклад, температури двигуна, оборотів двигуна, навантаження і т.д.).

Подача палива форсунками строго синхронізована з положенням поршнів в циліндрах двигуна.

Форсунки встановлені в трубі впускання двигуна. Підведення палива до форсунок здійснюється через паливопровід, в якому підтримується тиск палива в межах 2,8-3,25 кг/см² при роботі двигуна.

Будова форсунки показана на рис. 2. Форсунка є високоточним електромеханічним пристроєм (клапан).

Складається форсунка з корпусу 7, котушки 9 електромагніту, сердечника електромагніту 16, голки 4 запірні клапани, корпуси розпилювача 17, насадки розпилювача 1, і фільтру 12.

Рис. 2. Електромагнітна форсунка;

1 - насадка розпилювача, 2 - кільце ущільнювача, 3 • шайба, 4 - голка клапана, 5 - ущільнювач, 6 - обмежувальна шайба, 7 - корпус, 8 • ізолятор, Е - обмотка електромагніту, 10 - штекер, 11 - колодка, 12 - фільтр, 13 - трубка, 14 - кришка, 15 - пружина, 16 - сердечник електромагніту, 17 - корпус клапана-розпилювача

Паливо під тиском поступає фільтр 12 і далі через систему каналів проходить до запірного клапана. Пружина 15 підтискає голку клапана до конусного отвору корпусу розпилювача 17, і утримує клапан в закритому стані. При подачі на обмотку котушки електромагніту електричного імпульсу створюється магнітне поле, яке притягає сердечник 16, а разом з ним голку запірного клапана. Отвір в корпусі розпилювача відкривається і паливо під тиском в розпиленому стані поступає в циліндр двигуна. Після припинення електричного імпульсу пружина 15 повертає сердечник 16 в початкове положення, а разом з ним і запірну голку каналу. При цьому подача палива припиняється. Клапан форсунки повинен бути герметичним. При необхідності герметичність форсунки можна перевірити, подавши в неї тиск повітря в 3 кг/см^2 , а насадку розпилювача форсунки опустити в гас.

Пропускна спроможність форсунки перевіряється на спеціальному стенді. При короткочасній подачі напруги 12 В на виводи форсунки повинно бути чутне виразне "клацання".

Витратоміри повітря.

Для підтримки стехіометричного співвідношення компонентів паливно-повітряної суміші потрібна точна інформація про кількість всмоктуваного повітря, яку надає витратомір повітря. Мірою витрати може виступати як обсяг, так і маса всмоктуваного повітря. Залежно від цього розрізняють два способи визначення витрати повітря:

механічний;

тепловий.

Механічний спосіб заснований на вимірюванні об'єму повітря пропорційного переміщенню заслінки. Тепловий спосіб передбачає

вимірювання маси повітря відповідно до зміни температури чутливого елемента.

Витратомір повітря встановлюється у впускній системі між повітряним фільтром і дросельною заслінкою двигуна. Провідним виробником витратомірів повітря є фірма Bosch.

Механічний витратомір повітря

Механічний витратомір повітря використовувався в системах безпосереднього впорскування Jetronic, а також об'єднаних системах впорскування і запалення. В системі K-Jetronic витратомір повітря забезпечує кількісне регулювання паливно-повітряної суміші і являє собою напірний диск, механічно з'єднаний з плунжером дозатора-розподільника.

В системі KE-Jetronic в механічну схему витратоміра повітря включений елемент електронного управління - потенціометр. Більш досконалий механічний витратомір встановлювався в системі L-Jetronic.

Конструктивно механічний витратомір включає:

- корпус з демпфуючих камерою;
- вимірювальну заслінку;
- поворотну пружину;
- демпфуючу заслінку;
- потенціометр;
- обвідний канал з гвинтом якості.

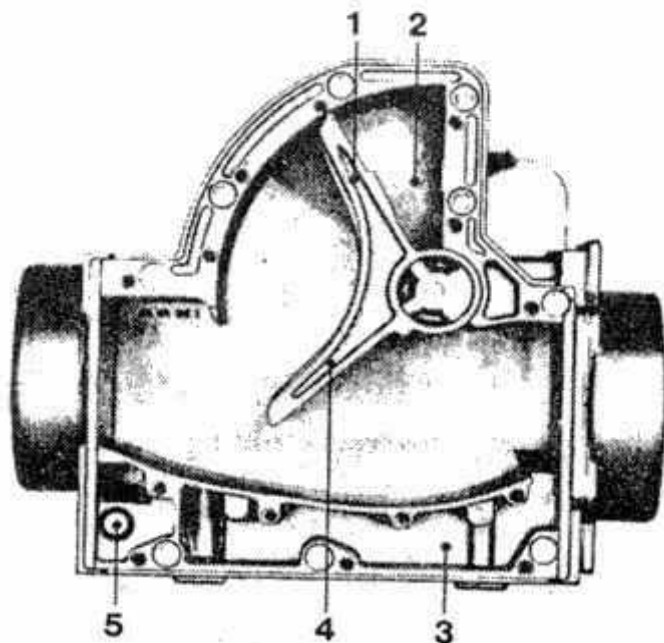


Рис. 3. Схема механічного витратоміра повітря;

1 - демпфіруючі заслінка; 2 - демпфуюча камера; 3 - обвідний канал; 4- вимірювальна заслінка; 5 - гвинт якості.

Принцип роботи витратоміра повітря побудований на переміщенні вимірювальної заслінки пропорційно величині потоку повітря. Вимірювальна заслінка, демпфуюча заслінка і потенціометр розміщені на одній осі, що забезпечує прямий зв'язок між переміщенням заслінки і зміною опору потенціометра.

Конструктивно потенціометр виконаний у вигляді керамічної підкладки, на яку нанесені резисторні доріжки. До доріжок притиснутий повзунок потенціометра. На потенціометр подається напруга, що змінюється відповідно до опору. Зміна напруги враховується електронним блоком управління як об'ємна характеристика всмоктуваного повітря. Для коригування показань витратоміра в систему управління включений датчик температури вхідного повітря.

В даний час механічні витратоміри на двигуни внутрішнього згоряння не встановлюються.

Термоанемометричний витратомір повітря

Більш досконалими є витратоміри повітря, побудовані на тепловому

способі визначення масової витрати повітря, т. зв. термоанемометричні витратоміри повітря (від «анемія» - вітер). Вони не мають рухомих механічних частин, характеризуються високою швидкістю, точністю і в силу особливості конструкції не залежать від температури повітря.

Термоанемометричний витратомір повітря (інше найменування - датчик масової витрати повітря) використовується в сучасних системах упорскування бензинових і дизельних двигунів, в т.ч. в системі безпосереднього впорскування палива. Конструктивно витратомір повітря включений в систему керування двигуном. У ряді систем управління двигуном витратомір повітря не використовується, а його функції виконує датчик тиску повітря у впускному трубопроводі.

В залежності від конструкції чутливого елемента розрізняють наступні види витратомірів:

дротяний витратомір повітря (Hot Wire MAF Sensor);

плівковий витратомір повітря (Hot Film Air Flow Sensor, HFM).

Основою дротяного витратоміра повітря є чутливий елемент - платинова нитка, яка нагрівається. Робота витратоміра побудована на підтримці постійної температури платинової нитки за рахунок нагріву електричним струмом.

При русі потоку повітря через датчик чутливий елемент охолоджується. Терморезистор збільшує струм нагріву нитки. Перетворювач напруги перетворює зміну струму нагріву чутливого елемента в вихідну напругу. Між вихідною напругою і масовим витратою повітря існує нелінійна залежність, яка враховується блоком управління двигуном.

Для запобігання забрудненню чутливого елемента в роботі дротяного витратоміра передбачений режим самоочищення, при якому на непрацюючому двигуні платинова нитка короткочасно нагрівається до температури 1000 ° С.

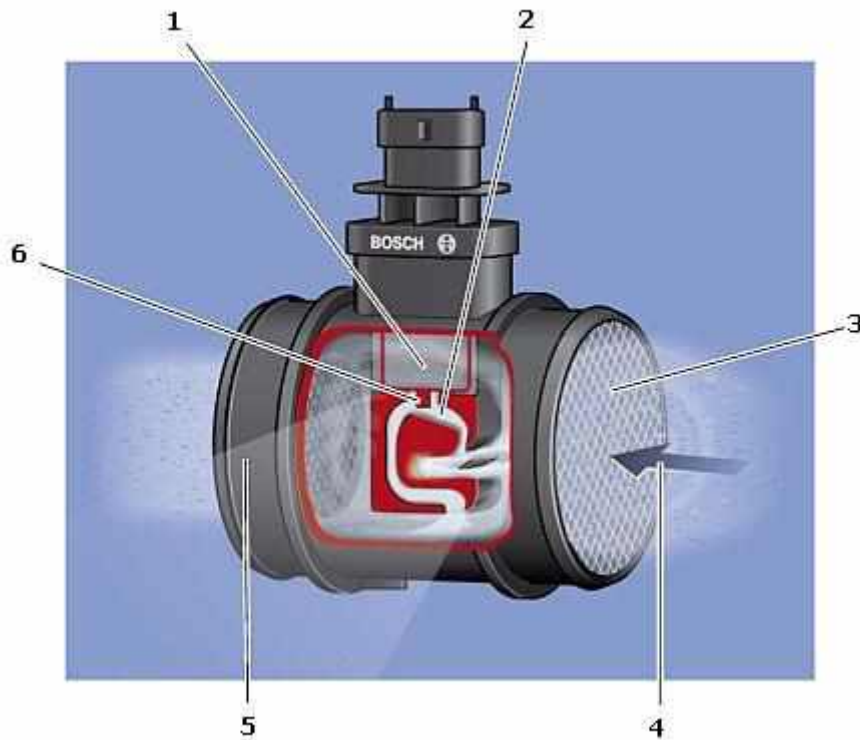


Рис. 4. Схема плівкового витратоміра повітря;

1 - перетворювач напруги; 2 - повітряний канал; 3-захисна решітка; 4 - всмоктуване повітря; 5 - корпус витратоміра; 6-чутливий (сенсорний) елемент.

Необхідно відзначити, що в ході експлуатації витратоміра товщина платинової нитки зменшується, що призводить до зниження точності вимірювань.

Даного недоліку позбавлений плівковий витратомір повітря, який прийшов на зміну дротяного датчика. Принцип дії плівкового витратоміра аналогічний дровому. Основна відмінність полягає в конструкції чутливого елемента.

Чутливий елемент плівкового витратоміра повітря являє собою кристал кремнію, на який нанесено декілька тонких платинових шарів - резисторів: нагрівального резистора, двох терморезисторів, резистора датчика температури повітря.

Чутливий елемент розташований в спеціальному повітряному каналі, повітря у який надходить за рахунок розрядження. Висока швидкість потоку запобігає потраплянню в канал великих часток бруду і забруднення чутливого

елемента. Конструкція повітряного каналу дозволяє визначати масу як прямого, так і зворотного (відбитого від закритих клапанів) потоку повітря, що збільшує точність вимірювання.

Нагрівальний резистор підтримує певну температуру чутливого елемента. За різницею температур на терморезисторі визначається маса всмоктуваного повітря та напрям повітряного потоку. Вихідним аналоговим сигналом витратоміра є напруга постійного струму.

Замість аналогового сигналу окремі конструкції датчиків масової витрати повітря генерують цифровий сигнал, який є в системах управління більш кращим (не залежить від терміну експлуатації пристрою та характеристик електричного кола).

Сигнали плівкового витратоміра використовується блоком управління двигуном для визначення наступних параметрів:

- час впорскування, кількість палива, що впорскується, момент запалювання, порядок роботи системи уловлювання пари бензину;

Випускна система (інше найменування - система випуску відпрацьованих газів, вихлопна система) призначена для відведення відпрацьованих газів з циліндрів двигуна, їх охолодження, а також зниження шуму і токсичності.

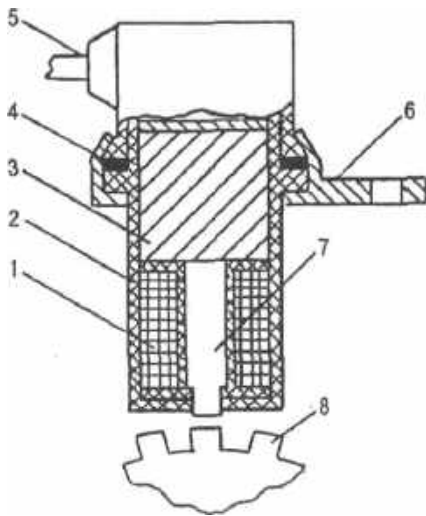
Датчик положення колінчастого валу двигуна.

Індуктивний датчик призначений для визначення кутового положення колінчастого валу двигуна, синхронізації роботи блоку управління з робочим процесом двигуна і визначення частоти його обертання.

Датчик встановлений в передній частині двигуна з правої сторони. Будова датчика показана на рис. 5.

Датчик є індуктивною котушкою 1 з магнітом 3 і сердечником 7. Датчик працює спільно із зубчатим диском синхронізації 8, встановленому на шківі колінчастого валу. Проходження мимо торця сердечника 7 датчика зубів диска синхронізації 8, викликає зміну магнітного потоку в датчику. Зміна магнітного потоку викликає виникнення змінного електричного струму в котушці датчика.

Виникаюча змінна напруга передається в блок управління, який обробляє їх з іншими сигналами датчиків і формує параметри електричних імпульсів для роботи форсунок і котушок запалення.



При виході з ладу датчика положення колінчастого валу або його ланцюгів припиняється робота системи запалення і відповідно двигуна.

Справність датчика можна перевірити омметром. Опір катушки датчика повинен знаходитися в межах 850-900 Ом. Зазор між сердечником датчика і зубами диска синхронізації повинен бути в межах $1^{+0.5}$ мм

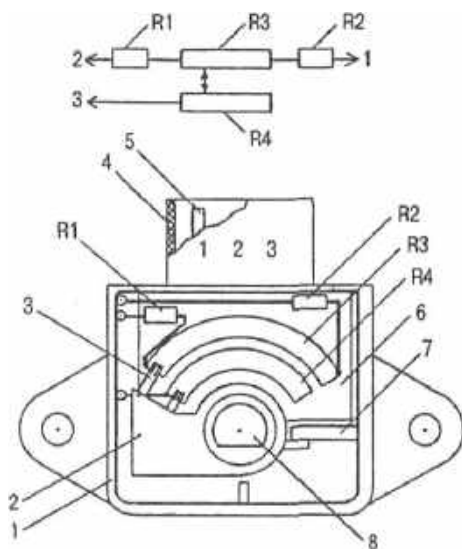
Рис. 5. Датчик положення колінчастого валу: 1 - обмотка датчика, 2 - корпус, 3 - магніт, 4 - ущільнювач, 5 - дрiт, 6 - кронштейн кріплення, 7 - магнітопровiд, 8 - диск синхронізації

Датчик положення розподільного валу.

Датчик положення розподільного валу призначений для визначення верхньої мертвої точки поршня першого циліндра при такті стиснення.

Датчик встановлений з лівого боку на головці циліндрів (на четвертому циліндрі). Датчик є електронним пристроєм, що працює на ефекті Холу. При проходженні мимо торця датчика металеві пластини, встановленої на розподільному валу відбувається зміна магнітного потоку датчика. Це викликає появу в датчику електричного сигналу, який посилюється і передається в блок управління. Сигнали датчика положення розподільного валу і положення колінчастого валу, оброблені в блоці управління, дозволяють синхронізувати подачу палива форсунками в кожний циліндр двигуна (тільки при такті стиснення).

При виході з ладу датчика положення розподільного валу або його ланцюгів блок управління включає контрольну лампу і переходить на резервний режим з подачею палива одночасно у всі циліндри двигуна.



Датчик положення дросельної заслінки.

Датчик призначений для визначення положення дросельної заслінки. Положення заслінки визначає величина падіння напруги на змінному опорі датчика, яка поступає в блок управління для обробки.

Рис. 6. Датчик положення дросельної заслінки:

1 - корпус, 2 поворотна втулка, 3 - пересувний контакт, -4 - штекерная колодка, 5 - штекер, 6 - плата, 7 - упор, 8 - вісь дросельної заслінки, R1, R2, R3 і R4 - опори

Дані про положення дросельної заслінки (повністю закрита, частково відкрита, або повністю відкрита) необхідні блоку управління для розрахунку тривалості електричних імпульсів управління форсунками і визначення оптимального кута випередження запалення.

Датчик встановлений на корпусі вузла дросельної заслінки механічно сполучений з віссю дросельної заслінки.

Пристрій і електрична схема датчика показані на рис. 6. Датчик є здвоєним змінним опором, виконаним на керамічній підкладці. Датчик складається з корпусу 1, плати 6 з опорами R1, R2, R3 і R4 і рухомих контактів 3, встановлених на поворотній втулці 2. Втулка встановлена на осі дросельної заслінки 8.

При виході з ладу датчика включається контрольна лампа, а блок управління переходить на резервний режим роботи, використовуючи дані датчика масової витрати повітря і дані закладені в пам'ять блоку.

Справність датчика можна перевірити омметром. Опір між виводами 1 і 2 повинен бути 2 кОм, а між виводами 2 і 3 в одному крайньому положенні 700-1380 Ом, а в іншому 2600 Ом.

Датчик детонації.

Датчик служить для визначення детонації при роботі двигуна. При роботі

двигуна в такому режимі виникають сильні вібраційні і термічні навантаження на деталі двигуна.

Робота двигуна з детонацією може привести до руйнування деталей двигуна (наприклад: поршня, прокладки головки блоку і ін.).

Датчик детонації встановлений на правій стороні блоку циліндрів

Будова п'єзоелектричного датчика детонації показанна на рис. 7.

Основними елементами датчика є: кварцовий п'єзoeлемент 7 і інерційна маса 6 (шайба). При роботі двигуна виникає вібрація його деталей. Інерційна маса 6 датчика впливає на п'єзoeлемент 7 і в ньому виникають електричні сигнали певної величини і форми. Виникнення детонації в роботі двигуна приводить до різкого збільшення вібрації, що викликає збільшення амплітуди напруги електричних сигналів датчика. Електричні сигнали датчика передаються в блок управління. По сигналах датчика детонації блок управління коректує кут випередження запалення до припинення детонації. При виході з ладу датчика або його електричних ланцюгів блок управління сигналізує водію включенням контрольної лампи.

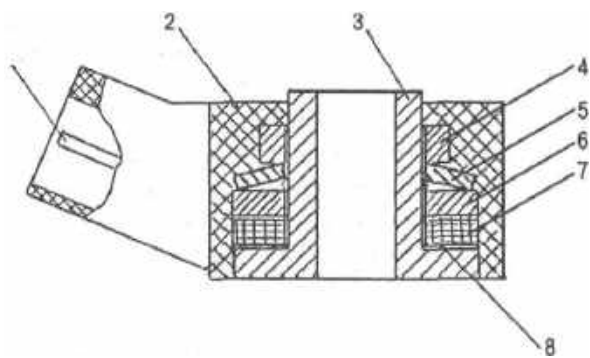


Рис. 7. Датчик детонації:

1 штекер, 2 - ізолятор, 3 - корпус, 4 - гайка, 5 - пружна шайба, 6 - інерційна шайба, 7 - п'єзoeлемент, 8 - контактна пластина

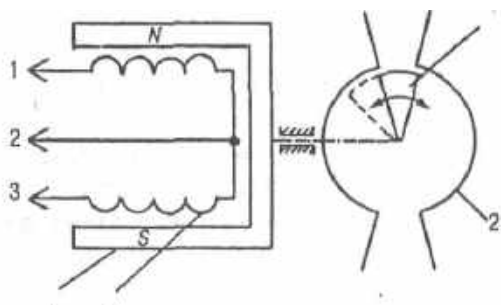
Регулятор додаткового повітря.

Регулятор призначений для підтримки заданої частоти обертання колінчастого валу двигуна на холостому ходу, при пуску, прогріванні, при русі "накатом" і при навантаженні, що змінюється, від допоміжного устаткування.

Регулятор встановлений на впускній трубі і сполучений трубками з впускною трубою до дросельної заслінки і після неї. Пристрій регулятора додаткового повітря показаний на рис. 9, а електрична схема на рис. 8.

Регулятор є клапаном, який регулює подачу повітря в систему впускання минувши дросельну заслінку.

Поворот заслінки I здійснюється двохомотувальним електродвигуном з



нерухомими обмотками 3 (якорі) і магнітом 4., що обертається

Рис. 8. Електрична схема регулятора

додаткового повітря: 1 -заслінка, 2 - корпус, 3 - обмотка нерухомого якоря, 4 –

магніт.

Блок управління обробляє сигнали датчиків, визначає необхідне положення заслінки 1 і видає на обмотки регулятора електричні імпульси певної шпаруватості. Електричний струм, проходячи по обмоткам, створює своє магнітне поле, яке взаємодіючи з магнітом 4 примушує обернутися його на певний кут (крок). Разом з ним повертається і заслінка 1, змінюючи прохідний перетин регулятора. Справність регулятора можна перевірити подаючи на його обмотки напругу 12 В. При подачі напруги на виводи 1 і 2 заслінка повинна відкрити отвір регулятора, а при подачі напруги на виводи 2 і 3 заслінка повинна закрити отвір. Опір кожної обмотки повинен бути в межах 10-14 Ом.

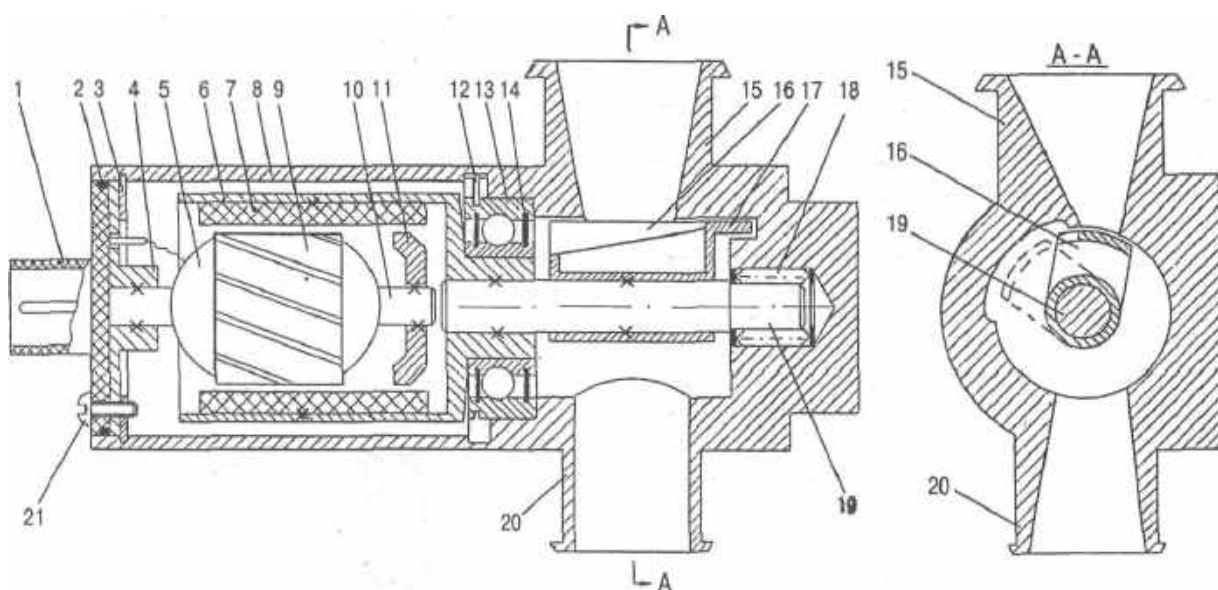


Рис. 9. Регулятор додаткового повітря:

1 • штекерна колодка, 2 - кільце ущільнювача, 3 - шайба кріплення, 4 - фланець кріплення осі якоря, 5 - обмотка якоря, 6 - поворотний статі, 7 • магніт, 8 - корпус, 9 - якір нерухомий, 10 - вісь торуючи, 11 • магнітопровід, 12 - стопорне кільце підшипники, 13 - кульковий підшипник, 14 - ущільнення підшипника, 15 - патрубок вхідний, 16 - поворотна заслінка, 17 -упор, 18 - роликовий підшипник, 19 -вал заслінки, 20 - патрубок вихідний, X - з'єднання нероз'ємне

Датчик температури.

Датчик температури є напівпровідниковим елементом який міняє свою електричну провідність залежно від навколишньої температури.

На двигуні встановлено два датчики. Один датчик встановлений в патрубку термостата і призначений для визначення температури охолоджуючої рідини двигуна. Другий датчик встановлений в системі впускання і призначений для визначення температури повітря, що входить в циліндри двигуна. Обидва датчики включено в електронну схему блоку управління, який по величині падіння напруги в ланцюзі датчиків (залежно від температури) коригує подачу палива і кут випередження запалення.

Система випуску відпрацьованих газів.

Система випуску відпрацьованих газів має таку будову:

випускний колектор; приймальна труба глушника; каталітичний нейтралізатор; фільтр сажі; кисневий датчик; попередній глушник; основний глушник; з'єднувальні труби.



Рис. 10.Схема випускної системи.

1 - турбонагнітач; 2-кисневий датчик перед нейтралізатором; 3-каталітичний нейтралізатор; 4-кисневий датчик за нейтралізатором; 5-випускна труба з віброізолюючою муфтою; 6-випускна труба; 7-попередній глушник; 8-основний глушник; 9-підвіска випускної системи.

Всі конструктивні елементи випускної системи розташовані під днищем автомобіля.

Випускний колектор забезпечує безпосереднє відведення відпрацьованих газів, а також продувку циліндрів двигуна. Форма і розміри випускного колектора визначають характер коливального процесу відпрацьованих газів у випускній системі, і в підсумку впливають на потужність і крутний момент двигуна. Коливальний процес відпрацьованих газів у випускній системі повинен бути узгоджений з коливальним процесом паливно-повітряної суміші в випускній системі.

На випускний колектор припадає найбільше температурне навантаження, тому він виготовляється, як правило, з жароміцного чавуну. До випускного колектора кріпитися приймальна труба глушника.

Для ізоляції конструктивних елементів випускної системи від вібрації двигуна використовується сільфон. Сільфон являє собою гнучкий металевий шланг, закритий сталеві оболонкою.

Каталітичний нейтралізатор призначений для зменшення концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах. У побуті каталітичний нейтралізатор називають каталізатором. Різні моделі автомобілів розрізняються конструкцією та розташуванням каталітичних нейтралізаторів. На сучасних автомобілях застосовуються трикомпонентні каталітичні нейтралізатори, що захищають від трьох шкідливих речовин - незгорілих вуглеводнів, оксиду вуглецю та оксиду азоту.

На дизельних двигунах застосовується фільтр сажі, який забезпечує зниження викиду сажі в атмосферу з відпрацьованими газами. У випускній системі фільтр сажі може бути об'єднаний з каталітичним нейтралізатором.

У сучасному автомобілі крім випускної системи застосовуються і інші екологічні системи, серед яких:

- система вентиляції картера;
- система рециркуляції відпрацьованих газів;
- система уловлювання парів бензину.

Кисневий датчик служить для управління складом паливно-повітряної суміші двигуна за рахунок вимірювання кисню у відпрацьованих газах. Кисневий датчик хоч і встановлюється у випускній системі, є конструктивним елементом системи управління двигуном.

У сучасних системах управління встановлюється два кисневих датчика - один перед каталітичним нейтралізатором, інший - за ним. Крім кисневого датчика у випускному тракті можуть встановлюватися інші вхідні пристрої: датчик температури відпрацьованих газів, датчик оксидів азоту.

Глушник, як випливає з назви, призначений для зниження рівня шуму і перетворення енергії відпрацьованих газів. Глушник складається з декількох частин. В більшості своїй глушник включає два елементи - попередній глушник (резонатор) і основний глушник. Зниження шуму в глушнику відбувається за рахунок накладення звукових хвиль, багаторазового зміни напрямку та величини потоку відпрацьованих газів, а також їх поглинання.

На спортивних автомобілях встановлюються так звані прямоточні

глушники, що забезпечують приріст потужності двигуна.

Каталітичний нейтралізатор застосовується як на бензинових, так і на дизельних двигунах. Нейтралізатор зазвичай встановлюється безпосередньо за випускним колектором або перед глушником.



Основним елементом каталітичного нейтралізатора є блок-носій, який служить підставою для каталізаторів. Блок-носій виготовляється із спеціальної вогнетривкої кераміки. Конструктивно блок-носій складається з безлічі поздовжніх сот-осередків, які значно збільшують площу зіткнення з відпрацьованими газами.

На поверхню сот-осередків тонким шаром наносяться речовини-каталізатори. В якості таких речовин використовуються платина, паладій і родій. Каталізатори прискорюють протікання хімічних реакцій в нейтралізаторі.

Платина і паладій відносяться до окислювальних каталізаторів. Вони сприяють окисленню незгорілих вуглеводнів (СН) до водяної пари, оксиду вуглецю (чадний газ, СО) в вуглекислий газ.

Родій є відновним каталізатором. Він відновлює оксиди азоту (NO_x) в нешкідливий азот.

Таким чином, три каталізатори знижують вміст у відпрацьованих газах трьох шкідливих речовин. Такий нейтралізатор називається трикомпонентним каталітичним нейтралізатором.

Блок-носій поміщається в металевий корпус. Між ними зазвичай розташовується шар теплоізоляції. У корпусі нейтралізатора встановлюється кисневий датчик.

Умовою ефективної роботи каталітичного нейтралізатора є температура

300 ° С. При такій температурі затримується близько 90% шкідливих речовин. З метою швидкого прогрівання нейтралізатора при запуску двигуна здійснюються наступні заходи:

установка нейтралізатора безпосередньо за випускним колектором;

підвищення температури вихлопних газів за рахунок збагачення паливно-повітряної суміші.

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Які елементи входять до складу систем впорскування палива? 2. Переваги і недоліки систем впорскування палива. 3. Способи вимірювання кількості повітря? 4. Які датчики використовуються в системах впорскування палива? 5. Будова і принцип роботи форсунки. 6. Будова і принцип роботи датчика витрати повітря. 7. Будова і принцип роботи датчика частоти обертання колінчастого валу. 8. Будова і принцип роботи датчика детонації. 9. Будова і принцип роботи датчика положення дросельної заслінки. 10. Будова і принцип роботи датчика положення розподільного валу.

5. *Рекомендована література.* Л-1, с.64-79, Л-4 с. 27-33, Л-5 с. 55-64, Л-8 с. 23-37.

Лабораторно-практичне заняття № 6

Тема: Системи живлення дизельних двигунів.

1. Мета: Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила обслуговування.

2. Типові завдання.

Акумуляторні паливні системи з електронним управлінням «Коммон рейл»
Загальні відомості.

Головною особливістю цих систем є поділ вузла що створює тиск (ТНВД - акумулятор) і вузла впорскування (форсунки). Першим промисловим зразком акумуляторної паливної системи з електронним управлінням без мультиплікаторів тиску, названий Common Rail (загальний шлях, тобто загальна для форсунок магістраль, акумулятор), стала спільна розробка фірм Robert Bosch GmbH, Fiat, Elasis. На серійних автомобілях із застосуванням електронного управління вони з'явилися в 1997 році. У порівнянні зі звичайним дизелем система «Коммон рейл» дозволяє знизити витрату палива на 40% при зменшенні токсичності відпрацьованих газів на 10%.

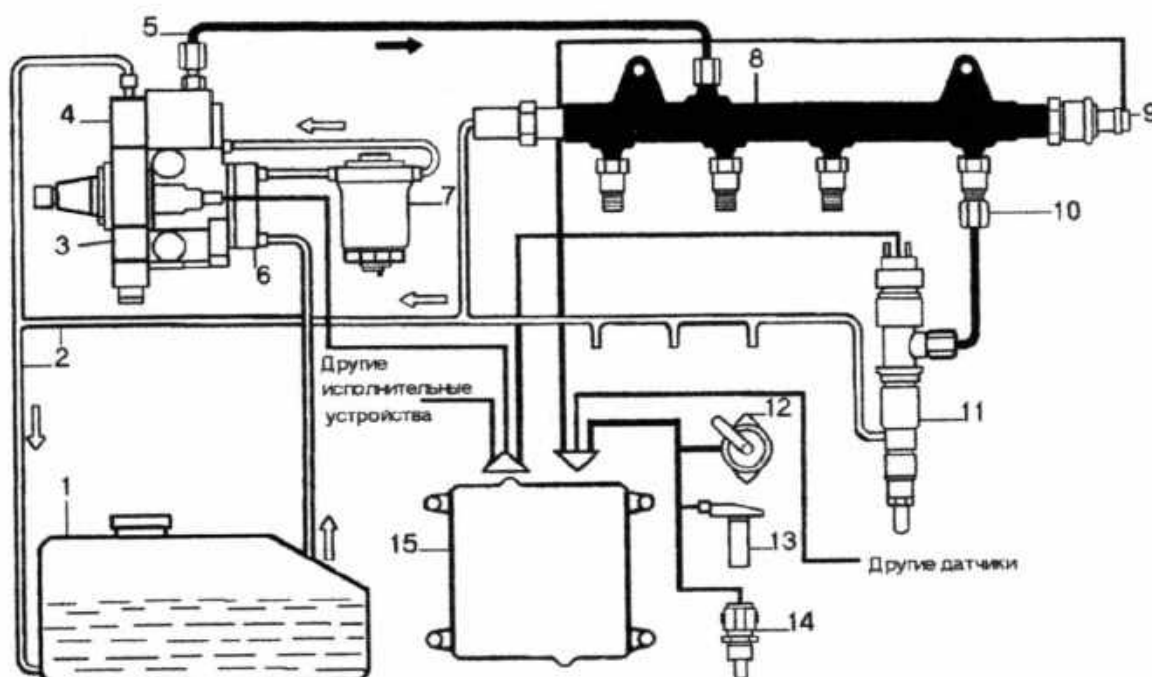


Рис.1. Схема системи живлення дизельних двигунів «Коммон рейл»: 1 - паливний бак; 2 - паливопроводи зливу; 3 - ТНВД; 4 - регулятор тиску; 5 - паливопровід високого тиску; 6 – паливний підкачуючий насос; 7 - фільтр, 8 - гідроаккумулятор; 9 - датчик тиску; 10 - запобіжний клапан; 11 - електрогідравлічна форсунка; 12 - датчик педалі акселератора, 13 - датчик частоти обертання і положення колінчатого вала; 14 - температурний датчик, 15 - блок управління

На рис. 2 показане розташування елементів системи живлення «Коммон рейл» на двигуні.

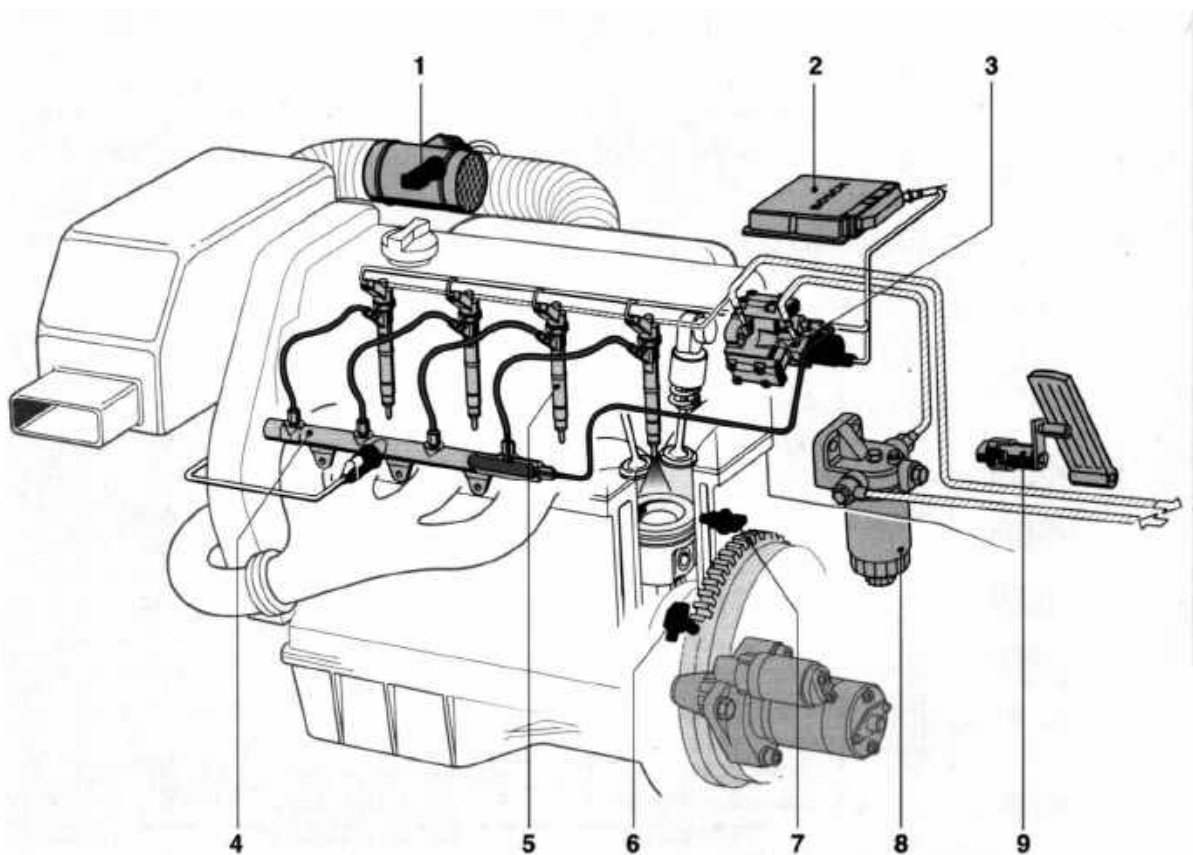


Рис.2. Розташування елементів системи живлення «Коммон рейл» на двигуні:

1 - термоанемометричний плівковий витратомір маси повітря; 2 - блок управління, 3 - насос високого тиску; 4 - паливна розподільна магістраль; 5- форсунка; 6 - датчик частоти; 7 - датчик температури охолоджуючої рідини; 8 - паливний фільтр, 9 - датчик педалі управління подачею палива

За допомогою паливopідкачуючого насоса 6 (рис.1) паливо прокачується через фільтр 7 з осушувачів і подається в радіально-плунжерний насос високого тиску 3, який за допомогою ексцентрикового валу приводить у рух три плунжери. У ньому розміщують також регулятор продуктивності і насос, що підкачує. Від ТНВД паливо під тиском 1350-1600 кгс/см² надходить в гідроаккумулятор 8, звідки під високим тиском надходить на електрогідравлічні форсунки 11. Надлишки палива від форсунок і ТНВД зливаються в паливний бак 1 через трубопроводи зливу 2. Блок управління 15, отримуючи інформацію з вхідних параметрів (з датчиків), задає значення вихідних параметрів використовуючи закладену програму (впливає на виконавчі механізми), що в цілому необхідно для отримання необхідних характеристик двигуна.

Кількість палива подаваного в циліндри двигуна через форсунки залежить від сигналу електронного блоку управління 15, в залежності від режиму роботи двигуна. До блоку управління надходить інформація від різних датчиків: температури двигуна, температури повітря, датчика частоти обертання і положення колінчатого валу двигуна, датчика положення педалі акселератора, датчика витратоміра повітря, датчика тиску повітря і ін. Тиск у системі регулюється по сигналу блоку управління за допомогою регулятора 4. На холостому ходу він мінімальний, що знижує шум роботи форсунок і ТНВД, а при розгоні максимальне для забезпечення кращої прийомистості.

Через особливості процесу згоряння, властиві дизельним двигунам з турбонаддувом, для зменшення шуму і зниження викиду оксидів азоту, в циліндри двигуна, перед упорскуванням основної дози палива, подається невелика крапля палива 1-2 мм³ «пілотне уприскування», яка плавно перетікає в розпилення решти палива. Попереднє уприскування розігріває камеру згоряння, що дозволяє паливу займатися швидше. Тиск і температура при цьому зростають повільніше ніж при звичайному впорскуванні, що зменшує «жорсткість» роботи двигуна і його шум з одночасним зниженням викидів оксидів азоту. Характер процесу подвійного уприскування зображений на рис.

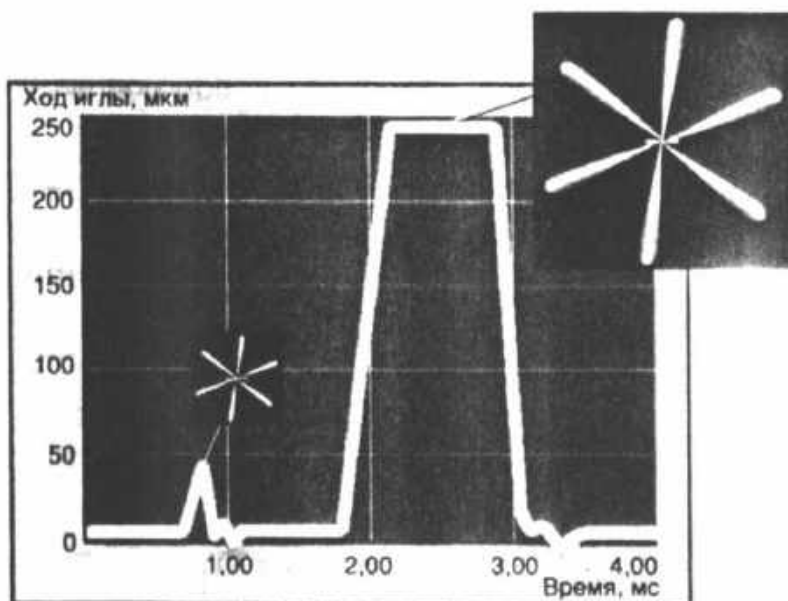


Рис.3. Графік процесу подвійного уприскування і характер розпилення палива

Крім двофазного уприскування в системах «Коммон рейл» застосовуються чотирьох і п'яти фазні уприскування. При чотирьохфазним впорскуванні за один робочий цикл проводиться чотири уприскування: два попередніх - для оптимізації температури у камері згоряння, один основний та один підвприск - для підвищення температури відпрацьованих газів.

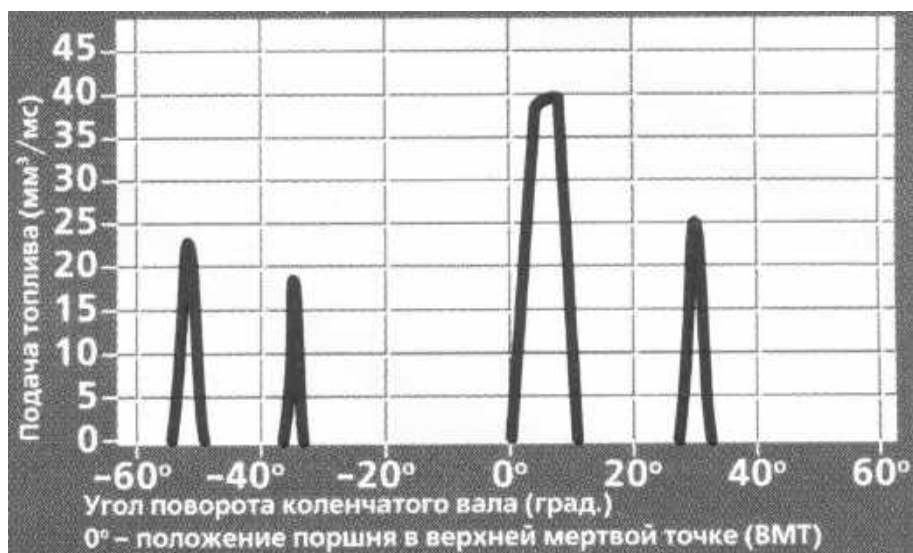


Рис. 4. Чотирьохфазне уприскування

Насос.

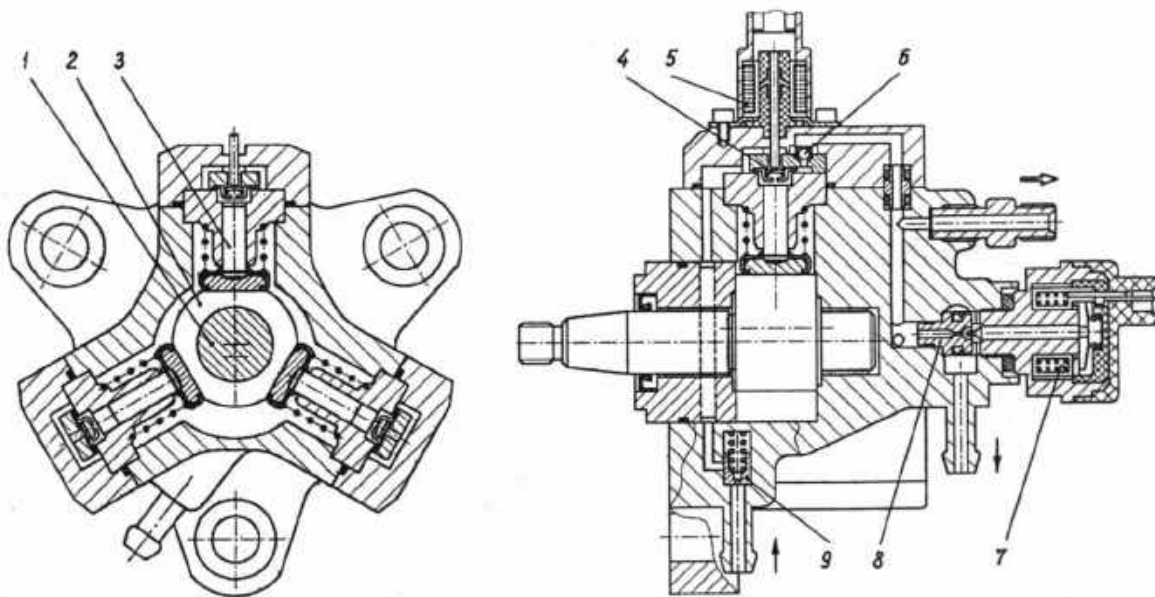


Рис. 5. Радіально-плунжерний ТНВД фірми «Бош»

1 - ексцентриковий вал, 2 - прецизійна втулка, 3 - плунжер, 4 - впускний клапан, 5 - електромагніт впускного клапана; 6 - випускний клапан, 7 - електромагніт регулятора тиску; 8 - сідло клапана регулятора; 9 - запобіжний клапан з протидренажний отвором

Насос має компонування у вигляді зіркоподібної схеми (радіально-плунжерний) і складається з ексцентрикового приводного валу 1, трьох плунжерів 3, розташованих під кутом 120° , впускного трубопроводу з запобіжним клапаном 9 і протидренажним отвором, впускного клапана 4 з електромагнітом 5, випускного кулькового клапана 6 і регулятора тиску керованого електромагнітом 7. Застосування насоса з трьома плунжерами, дозволяє зробити три робочих ходи за один оборот при невеликих витратах потужності на привід і забезпечує рівномірну подачу палива. Для порівняння крутний момент на привід насоса зіркоподібної схеми складає 16 Нм, що відповідає $1/9$ від моменту приводу для насоса розподільного типу. У зв'язку з цим до приводу таких насосів пред'являються значно менш жорсткі вимоги, ніж до насосів звичайного типу.

При обертанні приводного валу 1, ексцентрик валу, набігаючи або збігаючи пересуває штовхач разом з плунжером 3. При русі плунжера вниз в надплунжерному просторі створюється розрідження і паливо через впускний

паливопровід і відкритий при цьому впускний клапан 4 надходить у надплунжерний простір. При русі плунжера вгору над ним створюється високий тиск за рахунок відносно короткого ходу плунжера і підбору його діаметра, впускний клапан при цьому закривається, а кульковий випускний клапан 6 відкривається та паливо надходить в гідроаккумулятор. Тиск, створений насосом не залежить від кількості палива що подається в циліндри. Насос кріпиться на двигуні і приводиться в дію за допомогою зубчастої передачі, ланцюгом або ремінною передачею з максимальною частотою обертання 3000 об / хв. Мащення внутрішніх рухомих деталей насоса відбувається паливом.

Підвищення тиску на впуску вище меж спрацьовування запобіжного клапана (0,5 ... 1,5 кгс/см²)

При перевищенні тиску в системі, в електромагніт 7 регулятора тиску надходить відповідний сигнал від блоку управління і якор електромагніту, в залежності від величини сигналу, переміщається на певну величину, відкриваючи необхідний переріз каналу зливу палива.

Для забезпечення необхідної продуктивності насоса на різних режимах роботи двигуна одна із секцій насоса може виключатися з допомогою електромагнітного клапана 5. Шток клапана за сигналом блоку управління висувається і блокує впускний клапан 4, тому при русі плунжера вгору тиск над плунжером не зростає та паливо в гідроаккумулятор не подається. Електромагнітний клапан може також дроселювати (змінювати прохідний перетин) проходження палива на вході. Дроселювання і вимикання секцій насоса необхідно для зниження витрат потужності, так як застосування стравлювання палива з використанням регулятора тиску призводить до непродуктивних витрат потужності. Фірма «Сіменс» використовує аналогічні насоси, але в них використовуються електромагнітний клапан дозволяє дроселювати проходження палива на вході в кожену секцію.

Паливопідкачуючі насоси. Як паливопідкачуючі насоси в системах «Коммон рейл» застосовуються шестеренні з механічним приводом

(зовнішнього зачеплення) і роторні (роликові) насоси з автономним електроприводом. Паливopідкачуючі насоси можуть бути об'єднані з ТНВД або встановлюватися окремо, в тому числі занурені у паливний бак. Тиск палива що подається подаваного паливopідкачуючими насосами становить 5 ... 8 кгс/см².

Насос складається з герметично закритого корпусу, усередині якого встановлений безпосередньо сам насос 3 та електродвигуна 4, що приводить в обертання насос. Редукційний клапан 2 захищає систему від надмірного підвищення тиску, а зворотний клапан 5 перешкоджає стіканню палива в бак після зупинки насоса.

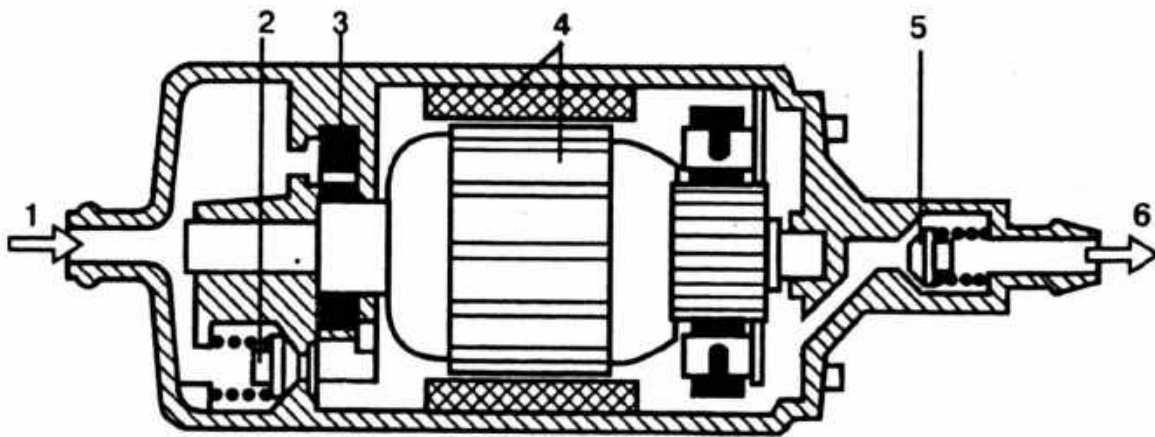


Рис.6. Електричний бензонасос:

1 - вхід бензину; 2 - запобіжний клапан; 3 - насос, 4 - якорь; 5 - зворотний клапан

Принцип роботи насоса пояснюють схеми на рис. 7. Ротор насоса 2 розташований ексцентрично відносно корпусу 4 і обертається разом з якорем електромотора. Ролики переміщуються в канавках ротора, постійно притискаючись до опорної поверхні статора.

При обертанні ротора збільшується обсяг серповидної порожнини, обмеженої поверхнею статора 4, ротором 2 і двома роликами, розташованими вище і нижче отвору для подачі 1. При цьому вказана порожнина заповнюється

паливом. Коли ротор, а разом з ним і ролики займуть положення, показане на рис. б, обсяг серповидної порожнини між роликами буде зменшуватися, що забезпечує подачу палива в нагнітальну магістраль.

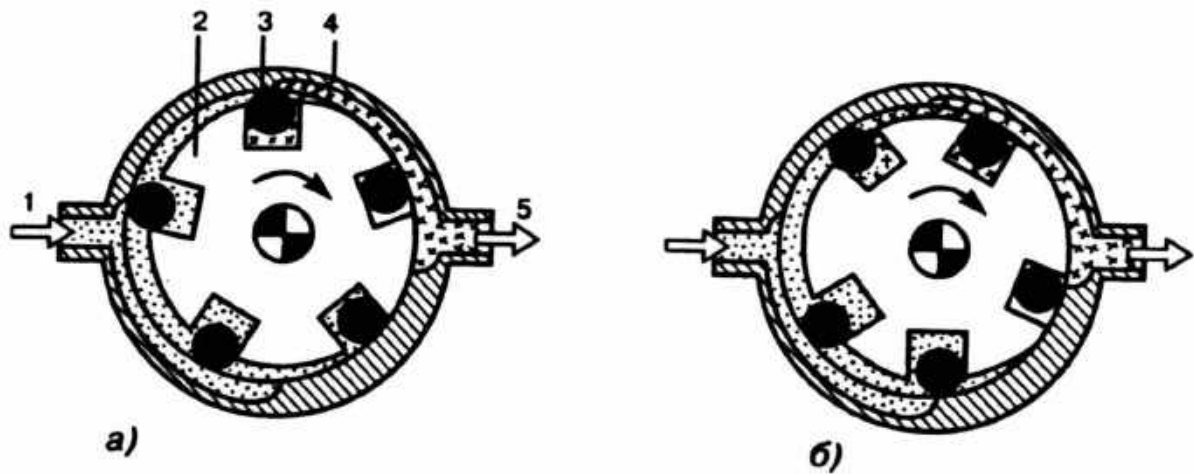


Рис.7. Схема роботи насоса:

а - всмоктування палива; б - нагнітання палива; 1 - вхід палива; 2 - ротор насоса, 3 - ролики; 4 - опорна поверхня роликів; 5 - вихід палива.

Форсунки.

Форсунка системи «Коммон рейл» фірми «Бош» складається з електромагніта 11 і його якоря 10, маленького кулькового керуючого клапана 8, запірної голки 2, розпилювача 3, поршня керуючого клапана 5, підпружиненого штока 9. Кулька клапана притискається до сидла з зусиллям пружини і електромагніту. Сила пружини розрахована на тиск до 100 кг/см², що значно нижче тиску в лінії високого тиску (250 ... 1600 кг/см²), тому тільки при додатку зусилля електромагніта кульковий клапан не відійде від сидла, відокремлюючи акумулятор від лінії зливу. Голка розпилювача форсунки в неробочому стані притискається до сидла пружиною розпилювача - це запобігає потраплянню повітря у форсунку при пуску двигуна.

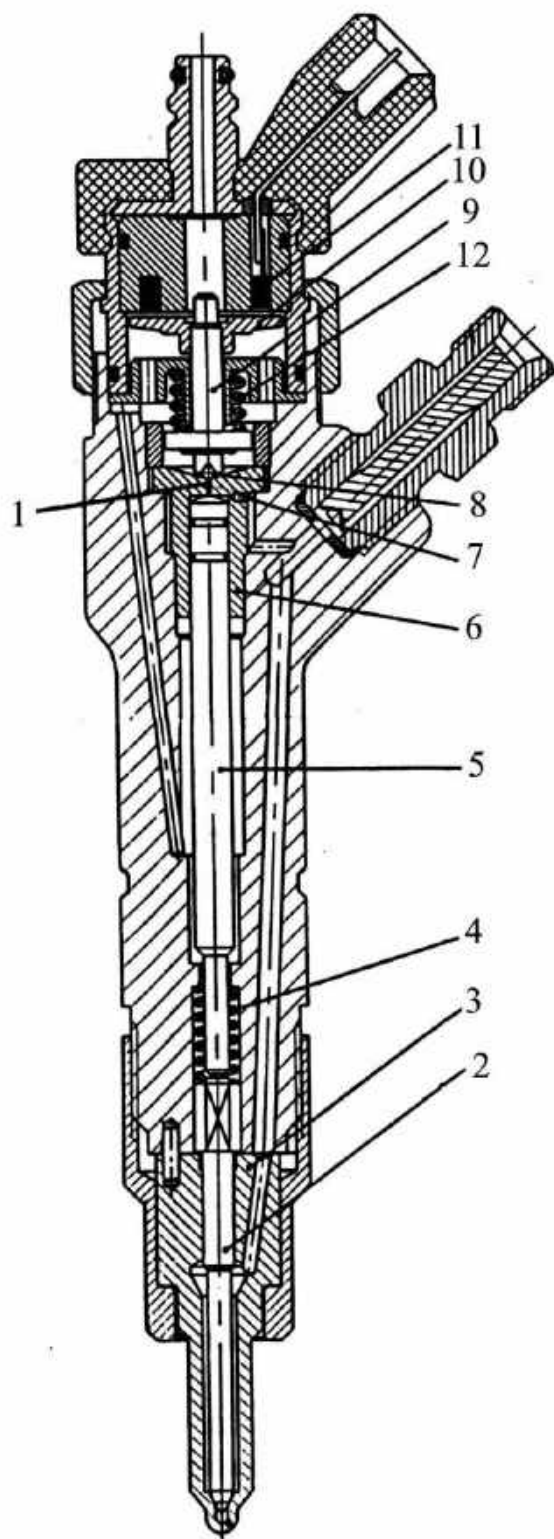


Рис.8. Розріз електрогідравлічної форсунки фірми Бош

1 - відвідний дросель; 2 - голка; 3 - розпилювач; 4 - пружина замикання голки; 5 - поршень клапана; 6 - втулка поршня; 7 - підвідний дросель; 8 - кульковий клапан; 9 - шток; 10 - якір; 11 - електромагніт; 12 - пружина клапана

На відміну від бензинових електромеханічних форсунок, в форсунках «Коммон рейл» електромагніт при тиску 1350 - 1600 кгс/см² не в змозі підняти запірну голку, тому використовується принцип гідропідсилювача. Позиції на рис. 9 відповідають позиціям розрізу форсунки.

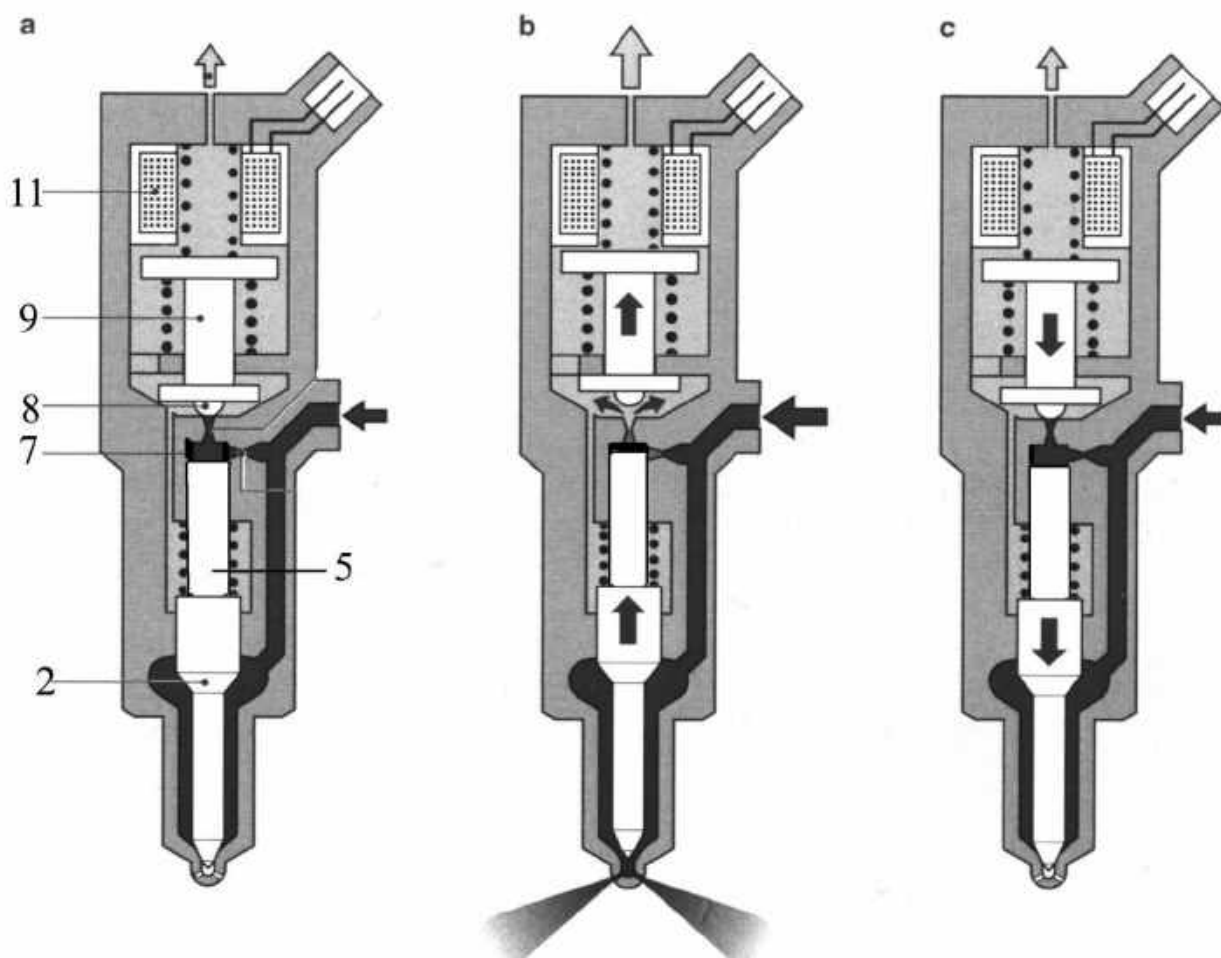


Рис.9. Принцип дії електрогідравлічної форсунки:

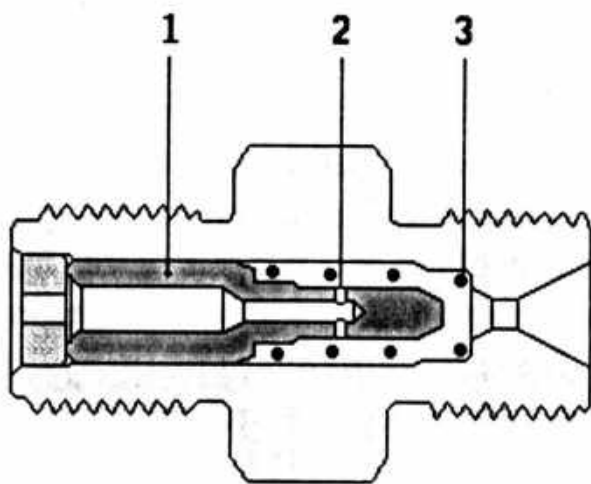
а - форсунка в закритому стані; б - форсунка у відкритому стані; с - фаза закриття форсунки

При створенні тиску в акумуляторі, він діє як на конусну поверхню голки, так і на поршень клапана (рис 9. а). Оскільки площа робочої поверхні поршня на 50% більше площі конусної поверхні голки, голка розпилювача продовжує притискатися до сидла.

При подачі напруги від блоку управління на електромагніт 11, шток 9 якоря штока піднімається і відкривається кульковий клапан 8 (рис. 9. в). Тиск у камері управління 7 падає в результаті відкриття дросельного отвору і паливо пропускається із зони над поршнем керуючого клапана в зону зливу. Тиск на поршень керуючого клапана падає, так як підвідний дросельний отвір керуючого клапана має менший переріз ніж відвідний. Запірна голка 2 при цьому під дією високого тиску в кармані розпилювача 3 відкривається.

Кількість палива, що подається залежить від часу подачі напруги в електромагніт 11, а значить від часу відкриття кулькового керуючого клапана 8. При припиненні подачі напруги на електромагніт 11, якір під дією пружини опускається вниз, при цьому кульковий клапан закривається, тиск у камері управління 4 відновлюється через спеціальний жиклер (рис. 9. с). Під дією тиску палива на поршень керуючого клапана 5, що має діаметр більше діаметру голки, остання закривається.

На вході палива в форсунку встановлений аварійний обмежувач подачі палива. Він запобігає спорожненню акумулятора через форсунку з завислою голкою або клапаном управління, а також пошкодження відповідного циліндра дизеля. У ньому використовується принцип виникнення різниці тисків по



обидві сторони від клапана 1 (рис. 10.) При проходженні палива через його жиклери 2. Перетин жиклерів, затягування пружини 3 і діаметр клапана підібрані по максимальній тривалості і витраті, тобто подачі палива.

Рис. 10. Аварійний

обмежувач подачі палива через форсунку

Одним із шляхів удосконалення системи «Коммон рейл» є збільшення швидкодії відкриття форсунки. Мінімальний час відкриття форсунки для електромагніта з рухомим сердечником складає 0,5 мс, що не дозволяє оперативно змінювати подачу палива. Для більш швидкого спрацьовування форсунки концерн «Сіменс», розробив п'єзокерамічний інжектор, який працює вчетверо швидше.

Відомо, що при подачі електричної напруги на п'єзокерамічних платівку, вона на декілька мікрон змінює свою товщину. П'єзоелемент, що є виконавчим

елементом форсунки, являє собою паралелепіпед довжиною 30 ... 40 мм, що складається з спечених між собою 300 керамічних платівок (кристалів).

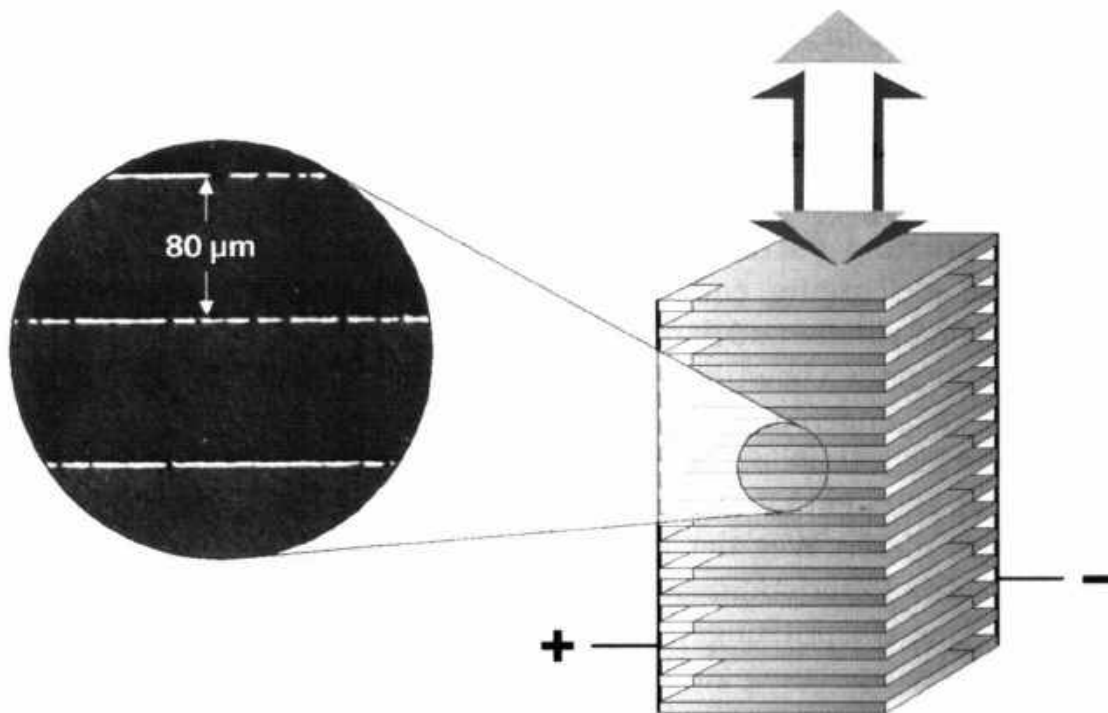


Рис.11. П'єзоелемент

Для посилення п'єзоефекту в кераміку додають паладій і цирконій. Після подачі напруги він подовжується в цілому на 0,04 мм. П'єзоелемент споживає енергію тільки при подачі напруги і регенерує її при вимиканні напруги, таким чином будучи регенератором енергії.

Винахідникам німецької фірми вдалося створити 280-шаровий пакет з п'єзокераміки, розширюється на 80 мкм всього за 0,1 мс - достатньо, щоб впливати на голку форсунки із зусиллям 6300 Н. При цьому для керування використовують напругу бортової мережі автомобіля. Електрогідравлічна форсунка концерну з п'єзоелементом «Сіменс» показана на (рис. 12).

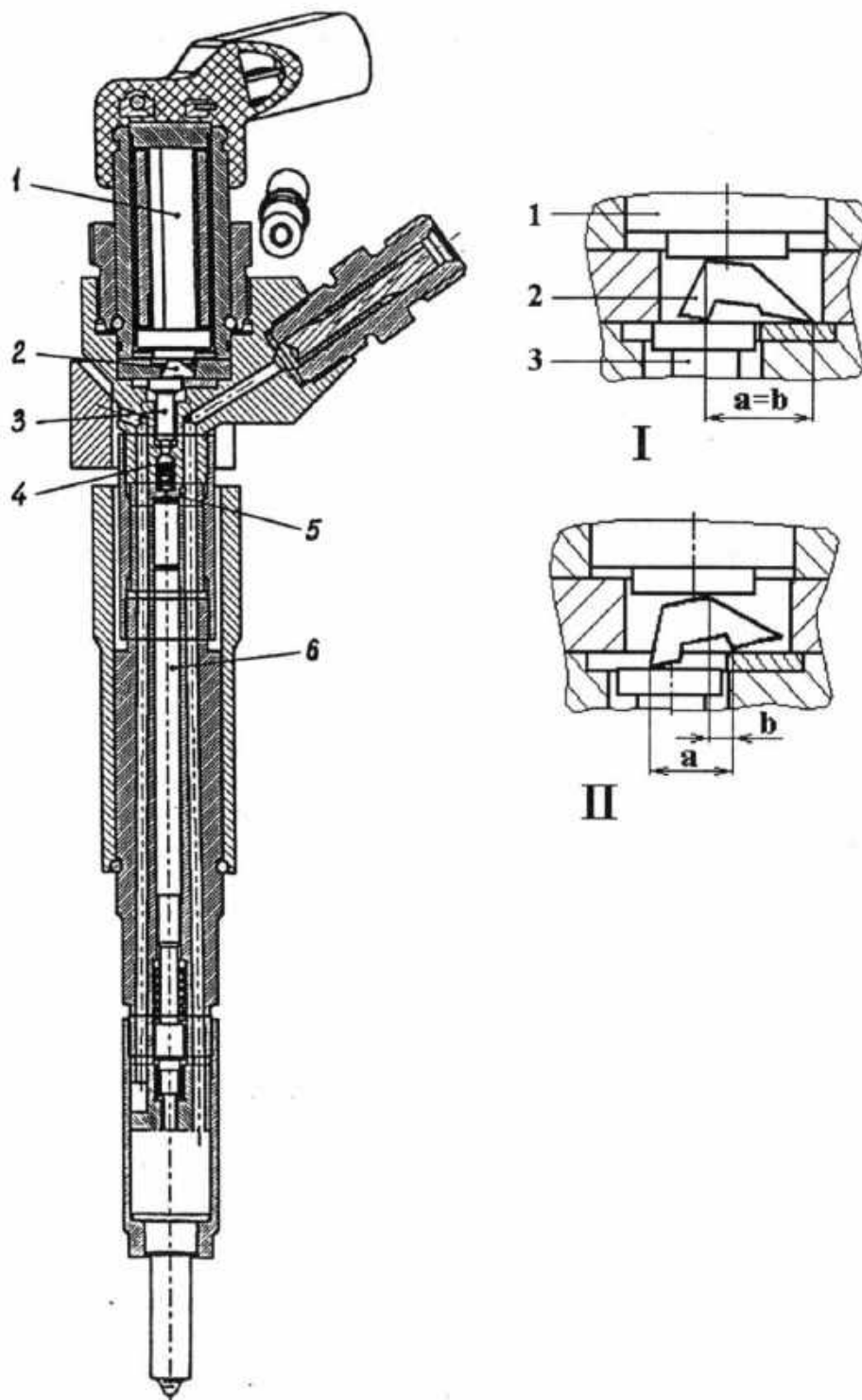
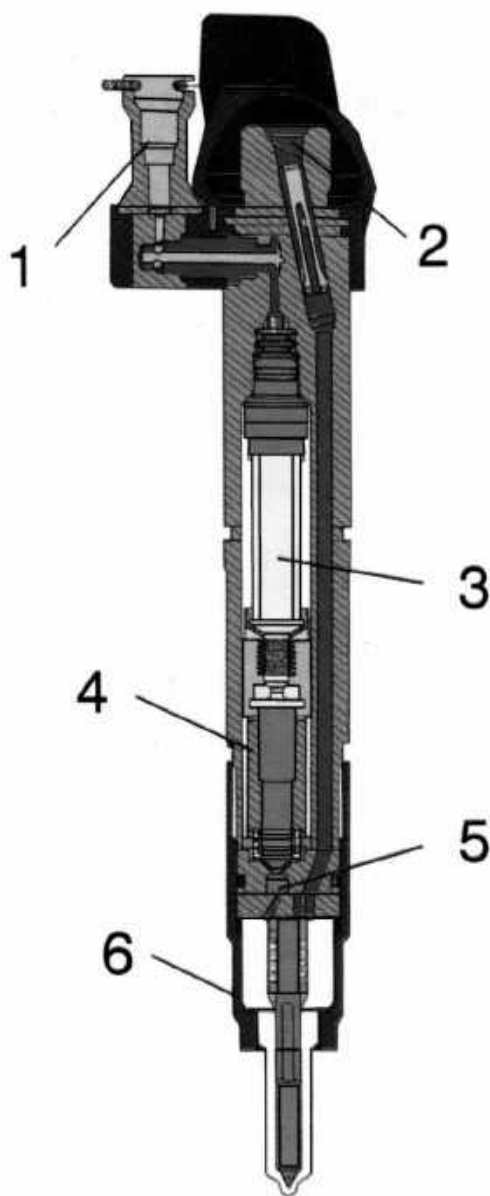


Рис. 12. Розріз електрогідравлічної форсунки фірми Siemens:

1 - п'єзoeлемент; 2 - важільної мультиплікатор переміщення; 3 - шток, 4 - клапан управління; 5 - жиклер камери керування; 6 - мультиплікатор гідрозапирання; I - важільний мультиплікатор переміщення у вихідному положенні; II-те ж під час упорскування.

Принцип роботи форсунки «Сіменс» аналогічний роботі форсунки «Бош», за винятком регулювання тиску в камері управління. Замість електромагніту тут застосовується п'єзоелемент 1. Для збільшення ходу клапана використовується механічний важільний мультиплікатор переміщення 2. При спрацюванні п'єзоелемента 1, в результаті його розширення, відбувається переміщення і поворот важільного мультиплікатора переміщення 2, який у свою чергу переміщує шток 3, при цьому останній відкриває клапан управління 4. Тиск у камері управління падає і запірні голки під дією високого тиску в кишені розпилювача відкриваються. В початку свого ходу (поз I) через важільний мультиплікатор передається максимальне зусилля, що протидіє високому тиску переміщення при цьому мінімальне $a / b \approx 1$. В кінці ходу зусилля

Принцип роботи форсунки «Сіменс» аналогічний роботі форсунки «Бош», за винятком регулювання тиску в камері управління. Замість електромагніту тут застосовується п'єзоелемент 1. Для збільшення ходу клапана використовується механічний важільний мультиплікатор переміщення 2. При спрацюванні п'єзоелемента 1, в результаті його розширення, відбувається переміщення і поворот важільного мультиплікатора переміщення 2, який у свою чергу переміщує шток 3, при цьому останній відкриває клапан управління 4. Тиск у камері управління падає і запірні голки під дією високого тиску в кишені розпилювача відкриваються. В початку свого ходу (поз I) через важільний мультиплікатор передається максимальне зусилля, що протидіє високому тиску переміщення при цьому мінімальне $a / b \approx 1$. В кінці ходу зусилля зменшується, а хід збільшується в $a / b > 1$ раз (позиція II).



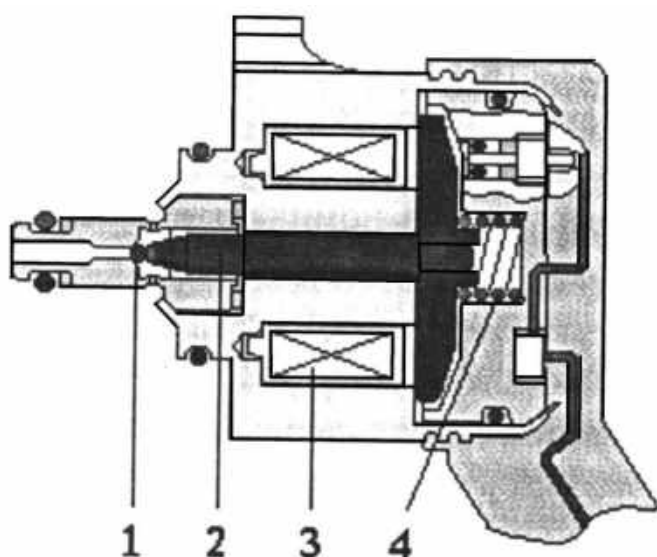
Розвитком форсунок з п'єзоелементом стало перенесення керуючого клапана в нижню частину форсунки (рис.13)

Рис. 13. Схема форсунки з п'єзоелементом другого покоління:

1 - відведення палива; 2 - підведення палива; 3 - п'єзоелектричний елемент; 4 - керуючий поршень, 5 - керуючий клапан; 6 - гайка розпилювача

Завдяки тому, що п'єзофорсунки мають набагато менший час спрацьовування, ніж традиційні електромагнітні, стало можливим поділ горючої суміші на кілька окремих мікродоз: після багаторазових попередніх впорскувань дуже невеликих кількостей горючої суміші слідує або основне

впорскування, або при необхідності багато хто так звані «післявпорскування». Час між попередніми впорскуванням і основним впорскуванням становить 100мс. Обсяг палива, що потрапляє в циліндр у момент кожного попереднього впорскування, становить 1,5 мм³. Це робиться для рівномірного розподілу тиску в камері згоряння і, відповідно, зменшення шуму, створюваного в процесі згоряння. Після впорскування, у свою чергу, служать для зниження токсичності відпрацьованих газів. Якщо наприкінці циклу згоряння зробити ще одне впорскування в циліндр, то частинки що залишилися згорають краще. Крім того, у разі, коли у впускній системі встановлений фільтр для уловлювання незгорілих часток, така технологія за рахунок високої температури сприяє його очищенню. Це особливо актуально для двигунів з великим робочим об'ємом.

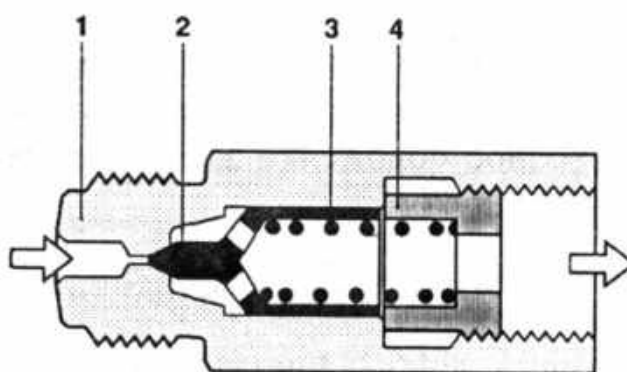


Якщо в першому поколінні систем впорскування високого тиску Common Rail з електрогідравлічними форсунками тиск упорскування становив порядку 1350 бар, то для другого покоління з п'єзо гідравлічними форсунками тиск зріс до 1650 бар.

Більше того, зараз стало можливим використовувати до

семи тактів уприскування замість трьох за один робочий процес. Завдяки цьому з'являються нові можливості для збільшення номінальної потужності двигуна і ще і ще більш точного контролю за складом відпрацьованих газів.

Призначення акумулятора - накопичувати необхідну кількість палива для забезпечення його споживання форсунками на всіх режимах роботи двигуна. Щоб нагнітальні трубопроводи, які йдуть до форсунок не були довгими, акумулятор закріплюють на головці блоку. Акумулятор виготовляється у вигляді товстостінного трубопроводу з внутрішнім діаметром 10 мм, зовнішнім 18 мм, довжиною 280 ... 600 мм, об'ємом 22 ... 47 мл.



Регулятор тиску. У системах «Коммон рейл» фірм «Бош» і «Сіменс» застосовується електрокерований клапанний регулятор тиску, який повинен забезпечувати точну підтримку заданого для даного режиму тиску в акумуляторі. Клапан може

встановлюватися як в ТНВД позиція 4 (див. рис ТНВД), так і на акумуляторі. Тиск в акумуляторі підтримується зусиллям пружини 4 (рис. 14), яка через

шток 2 впливає на кульковий клапан 1. Електромагнітом 3 створюється додаткове замикаюче зусилля.

Рис.14. Електрокерований редуційний клапан

Зміною тривалості періодичного знеструмлення клапана регулюється середня по часу витрата палива на злив і, отже тиск в акумуляторі. Регулятор тиску в системах «Коммон рейл» фірм «Бош» і «Сіменс» є другим каналом регулювання тиску акумулятора після блокування впускного клапана ТНВД.

Запобіжний (редукційний) клапан 10 (рис.15.) Призначений для підбурювання палива з акумулятора при перевищенні тиску більше допустимого. Він спрацьовує при несправному регуляторі тиску. При перевищенні тиску в акумуляторі понад допустимого клапан 2, долаючи зусилля пружини 3 відкриває зливну магістраль і тиск в акумуляторі зменшується. Тиск спрацьовування клапана регулюється поворотом гвинта 4.

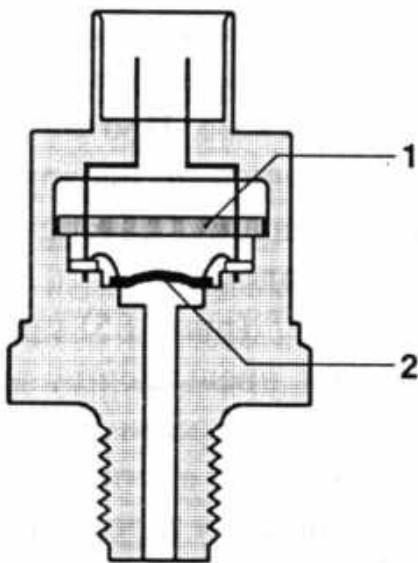


Рис. 15. Запобіжний клапан

Датчик тиску палива в акумуляторі 9 служить для передачі сигналу тиску палива в блок управління. Він складається з мембрани 2 і електронної плати 1.

Рис. 16. Датчик тиску в акумуляторі

Мембрана 2 приварена до корпусу і забезпечена напівпровідниковим первинним перетворювачем. Вона може прогинатися до 1 мм при тиску 1500 кгс/см². Переміщення мембрани, залежне від тиску палива, викликає зміна сигналу який реєструється в електронній платі і передається в блок управління.

4. Питання для закріплення матеріалу.

Як дозується паливо в системі? Який пристрій створює високий тиск? В чому різниця між електрогидравлічною форсункою і форсункою з п'єзоелементом. Які датчики використовуються в системі?

5. Рекомендована література. Л-1, с.91-98, Л-4 с. 35-38, Л-5 с. 64-69, Л-8 с. 40-47.

Лабораторно-практичне заняття № 7.

*Тема:*Змащувальні системи. Системи охолодження

1.Мета: Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила обслуговування системи охолодження та змащувальної системи.

2.Типові завдання.

Будову системи охолодження двигуна.

Складові елементи систем мащення.

Технічне обслуговування

3. Довідковий матеріал.

Система охолодження двигуна ГАЗ-3110 (ЗМЗ-4062)

Система охолодження - рідинна, закритого типу, з примусовою циркуляцією. Герметичність системи забезпечується клапаном в пробці розширювального бачка, який підтримує надлишковий тиск у системі на гарячому двигуні (за рахунок цього температура кипіння рідини підвищується до 115 ° С і зменшуються втрати на випаровування). Клапан відкривається при зниженні тиску в системі (на заохолодженні двигуна).

Тепловий режим задається параметрами термостата і датчика включення електроventильатора радіатора. Для контролю температури охолоджуючої рідини на двигуні в корпусі термостата встановлені датчики показника температури і сигналізатора перегріву рідини. Насос охолоджуючої рідини - відцентрового типу, встановлений в передній частині блоку циліндрів і приводиться від шківів колінчастого вала поліклиновим ременем. Перерозподілом потоків рідини управляє термостат, з двома клапанами: основним і байпасним. На холодному двигуні основний клапан закритий, і рідина циркулює по малому колу, міняючи радіатор.

При температурі 80-84 ° С основний клапан починає відкриватися, пропускаючи частину рідини по великому колу, а байпасний - закривається.

При температурі 94 ° С основний клапан відкривається повністю, а байпасний повністю закривається і вся рідина циркулює через радіатор.

Потік рідини через радіатор отоплювача не залежить від термостата і регулюється краником обігрівача.

Радіатор системи охолодження двигуна складається з двох пластмасових бачків і мідних плоскоовальних трубок, впаяних в бічні опорні пластини і гофрованих мідних пластин. У нижній частині правого бачка знаходиться зливний краник. До радіатора на чотирьох приварних болтах кріпиться кожух електровентилятора.

На двигуні з лівого боку укручений краник для зливу охолоджувальної рідини з блоку циліндрів.

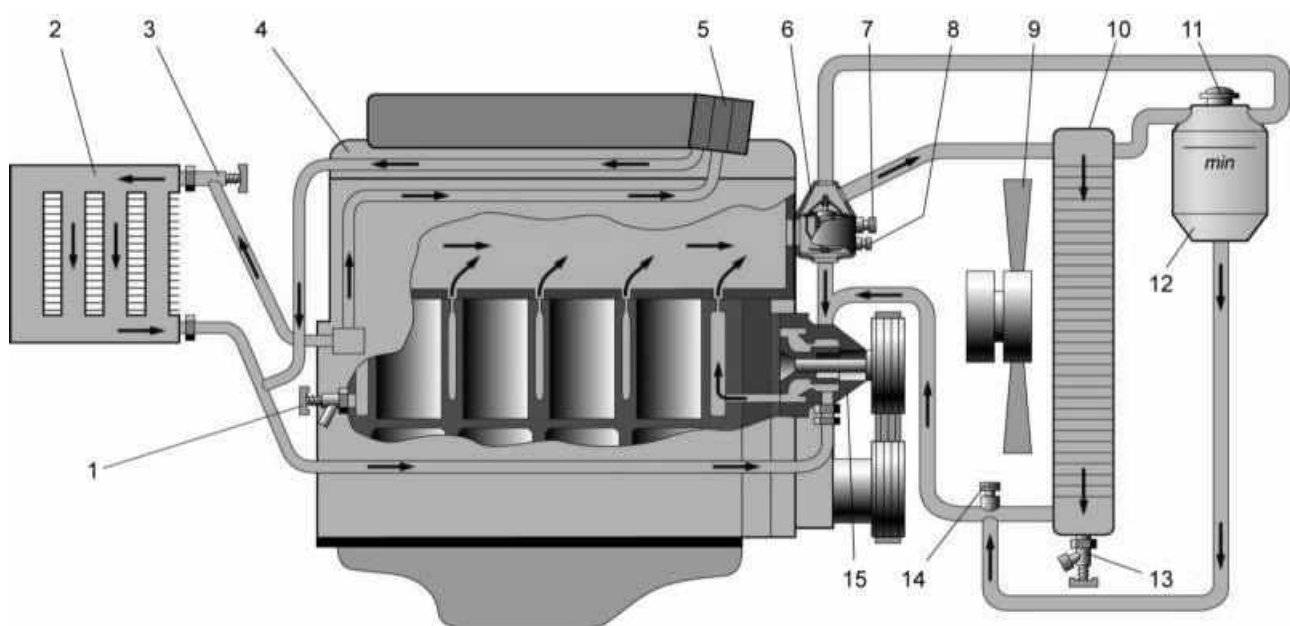


Рис.1. Схема системи охолодження двигуна ГАЗ-3110 (ЗМЗ-4062):

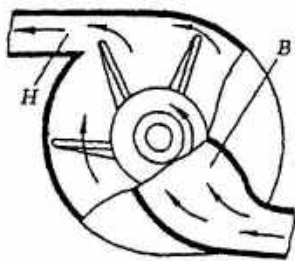
1 - зливний краник блоку циліндрів; 2 - радіатор отоплювача; 3 - краник пічки; 4 - двигун; 5 - дросельний патрубок; 6 - термостат; 7 - датчик показчика температури охолоджуючої рідини; 8 - датчик сигналізатора перегріву охолоджуючої рідини; 9 - електровентилятор; 10 - радіатор; 11 - пробка розширювального бачка; 12 - розширювальний бачок; 13 - зливний краник радіатора; 14 - датчик включення електровентилятора; 15 - насос охолоджуючої рідини.

Система охолодження. Складові частини.

Насос складається з корпусу, підвідного і відвідного каналів, валика на кульковальниці (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 *H* (рис. 2). 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.

Насоси і вентилятори більшості двигунів конструктивно подібні, їхні підшипники змащують через прес-маслянки пластичними

Рис. 2. Система дії насоса системи охолодження:

В - порожнина всмоктування; Н – порожнина нагнітання

Підшипники вентилятора й насоса системи охолодження двигунів СМД-60 і СМД-02 змащуються від системи мащення двигуна.

У двигунах ЗМЗ («Газель») насос і вентилятор відокремлені і мають самостійні приводи клиноподібними пасами від колінчастого вала. З метою оптимізації теплового режиму і зменшення втрат потужності на привід вентилятора деяких двигунів вони приводяться гідравлічною або електромагнітною муфтами.

Гідравлічна муфта (гідромуфта, ЯМЗ-740) вмикає (вимикає) вентилятор залежно від температури в системі охолодження.

Вона складається з корпусу 7 (рис. 3, а), ведучого (насосного колеса 8. веденого (турбінного

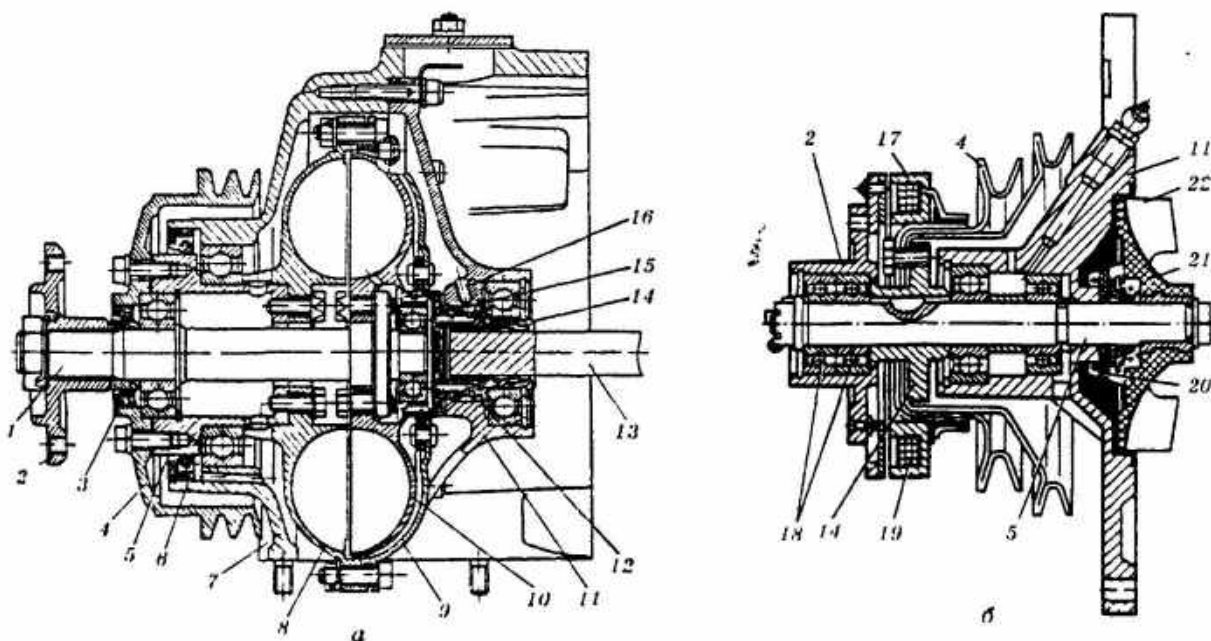


Рис 3. Будова гідравлічного (а, КАМАЗ) та електромагнітного (б, Газ-53-12) приводів вентилятора:

1, 13 - відповідно ведений і ведучий вали; 2, 14 – маточини; 3, 6 - манжети; 4 – шків; 5 – вал; 7 – корпус кронштейна гідромуфти; 8, 10 – ведуче і ведене колеса гідромуфти; 9 – кожух; 11 – корпус; 12, 15 – ущільнювальні кільця; 16 – трубка підведення оливи; 17 – муфта; 18 – підшипник; 19 – електромагніт; 20 – ущільнювач; 21, 22 – відповідно крильчатка і лопаті вентилятора

колеса 10, підшипників і ущільнень. Вентилятор діє в одному з трьох режимів: автоматичний — температура охолодної рідини в двигуні підтримується в межах 90 - 95 X(кран вимикача в положенні «В»); вентилятор вимкнений — кран вимикача встановлено в положення «О»; вентилятор увімкнено постійно (заблокований) — допускається короткочасно, у разі несправностей. Робочою рідиною для гідромуфти є олива, яка нагнітається із системи мащення двигуна. Термосиловий датчик вимикача знаходиться в потоці охолодної рідини, що відводиться від головки правого ряду циліндрів. Коли двигун не прогрітий, олива не має доступу в гідромуфту (вона вимкнена), і вентилятор не приводиться. Коли температура охолодної рідини досягне 90

Х, шток термосилового датчнкп змістить золотник так, що відкриється шлях оливі до гідромуфти, і вона, після наповнення, увімкне вентилятор у роботу.

Вентилятори двигунів тракторів Беларусь 1221 працюють у двох режимах: автоматичному і примусовому. Автоматичний режим забезпечує муфта в'язкого тертя: коли температура охолодної рідини нижча за 80 °С, вентилятор вимкнений, коли вона досягає 100 °С — увімкнений. Привід з електромагнітною муфтою також вмикає (вимикає) вентилятор залежно від температури охолодної рідини в двигуні. Привід складається з корпусу 11 (див. рис. 3, б), вала 5, крильчатки 21 з лопатями 22, ущільнювача 20 та електромагнітної муфти. Муфта 17 складається з електромагніта 19, встановленого разом зі шківом 4 на маточині 14 насоса, і маточини 2 вентилятора, з'єднаної пластинчастою пружиною з якорем, який вільно обертається разом з маточиною на підшипниках 18. Котушка електромагніта сполучена з тепловим реле, датчик якого розміщений у верхньому бачку радіатора. Коли температура охолодної рідини у верхньому бачку радіатора досягне 85 - 90 °С, контакти реле замкнуться і в котушку електромагніта надійде струм від акумуляторної батареї. Якір притягнеться до електромагніта і маточина разом з вентилятором почне обертатися. Коли температура охолодної рідини знизиться до 80 - 85 °С, контакти реле розімкнуться і вентилятор вимкнеться.

Радіатор — охолодник нагрітої рідини — складається з верхнього 8 (рис. 4) і нижнього 21 бачків, серцевини 6, 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.

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

Рідинний двоклапанний термостат складається з гофрованого циліндра 4 (рис. 5), корпусу 2, головного 1 та допоміжного 3 клапанів, штока 5. Циліндр виготовлений з латуні й заповнений водним розчином спирту.

Якщо температура охолодної рідини нижча за 65 - 75 °С. то гофрований циліндр стулений, головний клапан перекриває доступ рідині в радіатор, а через вікна допоміжного клапана і корпусу вона перепускається до насоса. Оскільки рідина, яка нагрівається в сорочці охолодження, до радіатора не спрямована (циркулює малим колом), вона інтенсивно нагрівається. У разі нагрівання охолодної рідини до температури понад 70 °С наповнювач гофрованого циліндра починає інтенсивно випаровуватись. Під впливом внутрішнього тиску циліндр розтягується, відкриваючи головний клапан. Одночасно закривається допоміжний клапан. Таке положення клапанів забезпечує (спочатку тільки частково) циркулювання рідини через радіатор. За температури рідини в системі охолодження понад 80 °С головний клапан повністю відкритий, а допоміжний закритий. Вся рідина циркулює великим колом і охолоджується в радіаторі. В такому стані система охолодження максимально забезпечує відведення теплоти від двигуна.

У міру зниження температури охолодної рідини пара наповнювача в циліндрі конденсується, тиск знижується і головний клапан перекриває доступ рідині в радіатор, а допоміжний, відкриваючись, збільшує потік рідини в малому колі циркуляції.

Термостат із твердим наповнювачем складається з латунного корпусу 5 (рис. 6), стояка 2, тримача 6*, скріплених між собою вусиками стояка. В корпусі розміщені основний 4 та перепускний / клапани, балон 12, всередині якого знаходиться поршень 8 та гумова вставка 10 з ковпачком 9. Простір між вставкою і балоном заповнений термочутливим елементом 11 (суміш церезину з алюмінієвим порошком). Поршень кріпиться гайкою 7 до тримача, а з балоном він з'єднаний гумовою вставкою. Основний клапан 4 пружиною 3 притиснений до корпусу й балона, перепускний клапан / — пружиною 13 до гайки 14.

Якщо температура охолодної рідини не перевищує 80 °С. основний клапан закритий, а перепускний — відкритий (рідина циркулює малим колом). З підвищенням температури рідини термочутливий елемент розширюється і тисне на гумову вставку 10, яка, стискуючись, виштовхує поршень 8. Водночас вставка

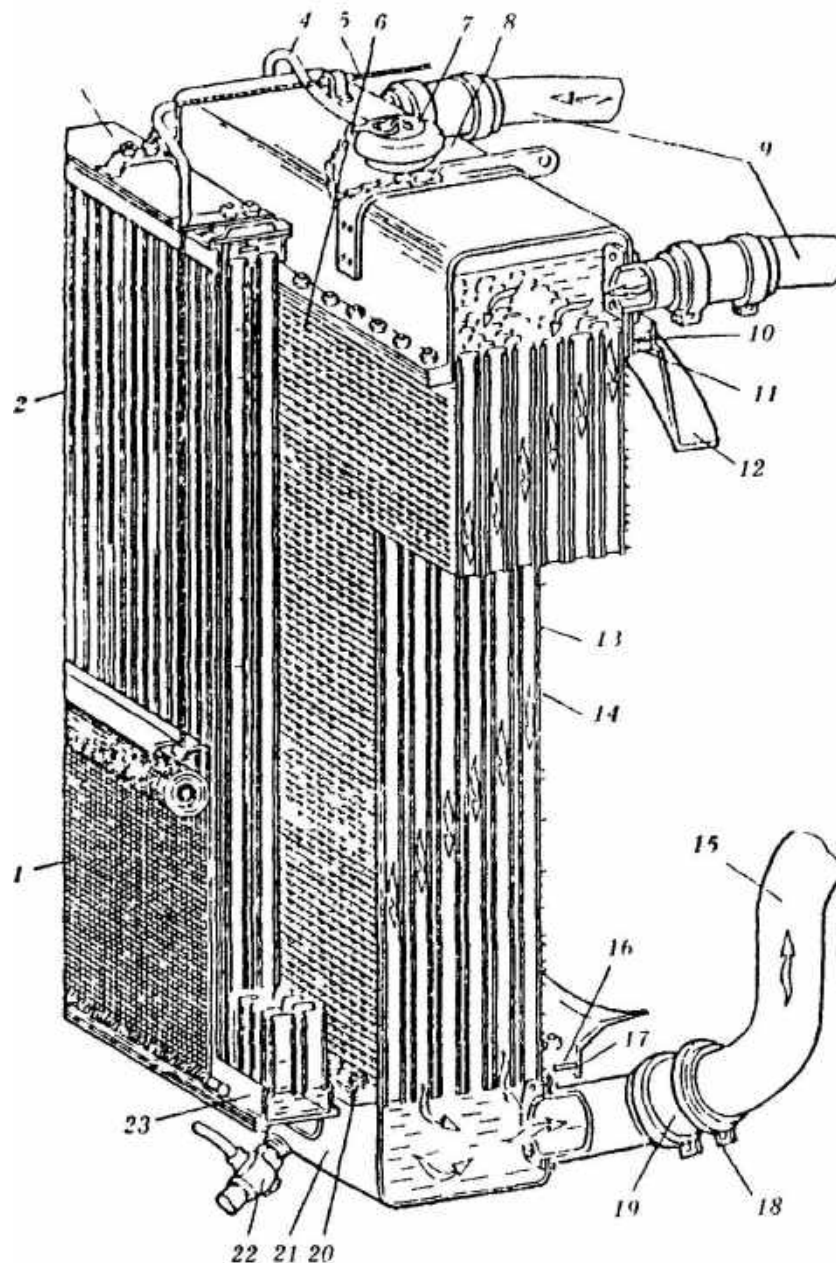


Рис 4. Радіатор дизеля СМД 60

1— шторка; 2 — оливний радіатор; 3, 23 — верхній і нижній бачки оливного радіатора; 4 — паровідвідна трубка, 5 — тросик, 6 — серцевина радіатора 7 — кришка заливної горловини; 8 21 — верхній і нижній бачки

радіатора 9, 15 — відповідно підвідні і відвідна труби; 10, 17 — прокладки; 11, 16 — верхня і нижня пластини; 12 — кожух; 13 — трубки; 14 — пластини; 18 — хомут; 19 — гумовий трубопровід 20 — болт ; 22 - краник

тисне і на днище балона. Коли тиск на поршень і на днище балона перевищить опір пружини 3, балон з основним і перепускним клапанами зміститься відносно поршня вниз і забезпечить тим самим циркуляцію рідини великим колом. Якщо температура охолодної рідини становить 85 - 95 °С, основний клапан повністю відкритий, а перепускний — повністю закритий.

Термостати з твердим наповнювачем простіші, дешевші, надійніші в роботі і менш чутливі до зміни тиску в системі охолодження.

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.

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 5 (рис. 9), долаючи опір пружини 6,

зміщується по штоку 7 вгору. Пара з верхнього бака проходить крізь щілину, що утворилась, і трубкою 4 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.

Пароповітряний клапан може бути змонтований також в окремому корпусі

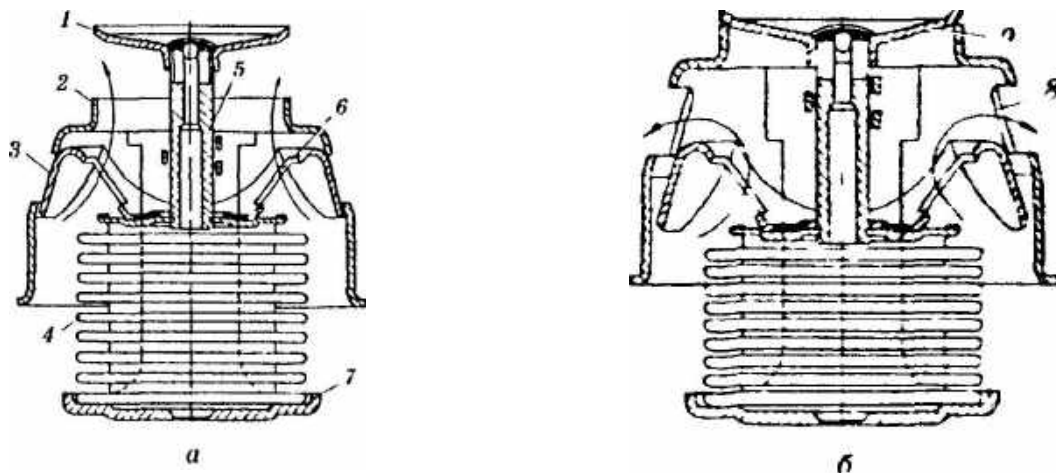


Рис. 5. Будова і дія термостата з рідким наповнювачем: а – головний клапан відкритий; б – головний клапан закритий; 1, 3 – відповідно головний і допоміжний клапани; 2 – корпус; 4 – гофрований циліндр; 5 – шток; 6, 8 – вікно відповідно у клапані і корпусі; 7 – скоба; 9 – отвір для виходу повітря

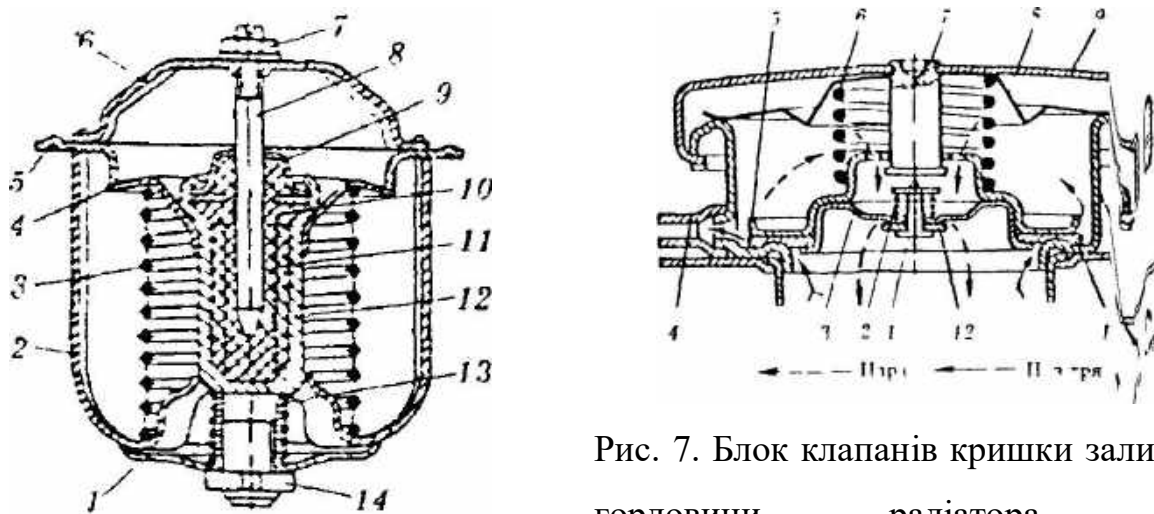


Рис. 6. Будова термостата з

Рис. 7. Блок клапанів кришки заливної горловини радіатора або розширювального бачка:

твердим паповнювачем

1 – 3 – відповідно шток, пружина і гніздо повітряного клапана; 4 – паровідвідна трубка; 5 – 7 – відповідно корпус, пружина . шток парового клапана; 8 – замкова пружина; 9 – корпус кришки; 10 – горловина радіатора; 11, 12 – гумові прокладки

Змащувальна система.

Двосекційний насос двигунів СМД-60 і СМД-62 має основну секцію, що подає оливу в головний контур (до фільтра), та додаткову, що подає її до радіатора. ^ корпусу нагнітальної секції насоса 17 (рис. 1) прикріплено корпус радіаторної секції 12. На валу, що приводиться

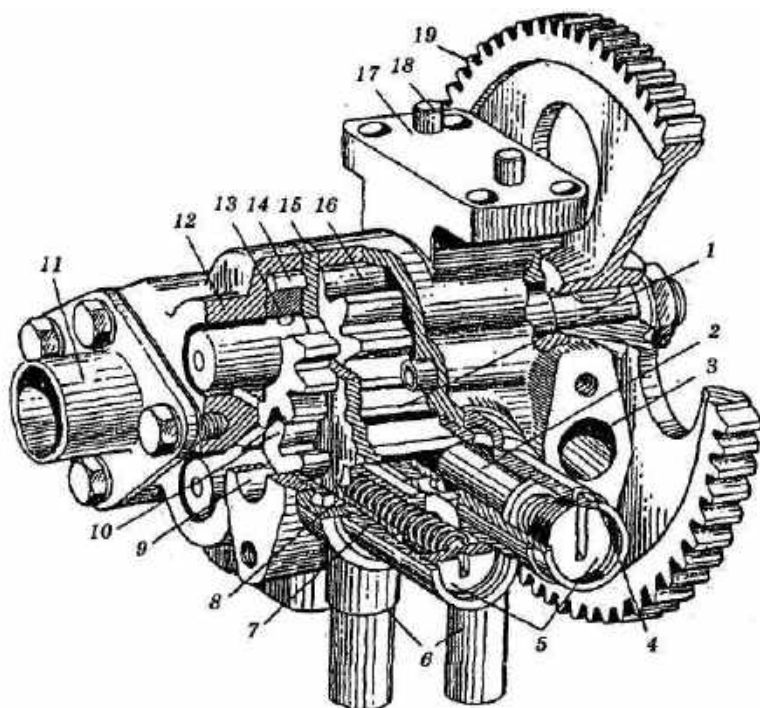


Рис. 1. Двосекційний насос системи мащення двигунів СМД-60 і СМД-62:

1, 16, 2, 17 — відповідно ведена та ведуча шестерні, редукційний клапан та корпус нагнітальної секції; 3 — вихідний отвір нагнітальної секції; 4 — стопорне кільце; 5 — регулювальні пробки; 6 — зливні трубки; 7 — корпус

клапанів; 8 - 10, 14 — відповідно запобіжний клапан, вихідний отвір, ведена та ведуча шестерні радіаторної секції; 11 — всмоктувальна труба; 12 — корпус радіаторної секції; 13 — шпонка (кулька); 15 — проставка між секціями; 18 — встановлювальний штифт; 19 — приводна шестерня

шестернею 19, розміщено ведучі шестерні нагнітальної 16 (виготовлена як одне ціле з валом) та радіаторної 14 (зафіксована кулькою) секцій. Клапани 8

і 2 обмежують тиск подачі оливи (нагнітальної секції до 1,0, радіаторної — до 0,25 МПа). Надлишок оливи зливається через трубки 6 у піддон картера.

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. Клапан 8 (рис. 2) перекриває канал між нагнітальною і всмоктувальною порожнинами. У разі зростання створюваного насосом тиску до 1-1,4 МПа він відкривається. Зворотний клапан 3 роз'єднує головну магістраль і насос передпускового прокачування після пуску двигуна.

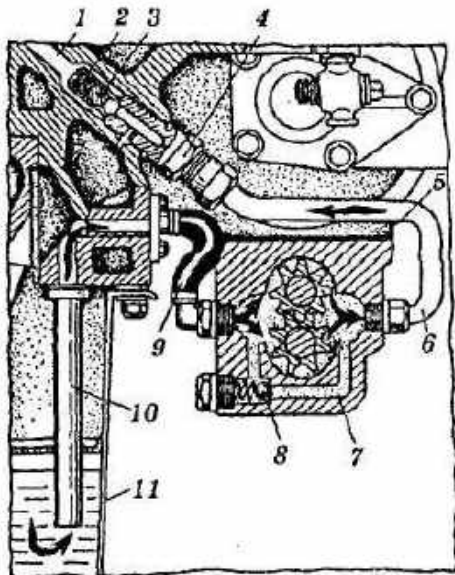


Рис 2. Схема дії насоса передпускового прокачування оливи(СМД-60, СМД-62):

1 – канал подачі оливи до третього корінного підшипника колінчастого вала та до магістралі системи мащення; 2 – 4 – відповідно пружина, плунжер, корпус зворотного клапана; 5 – прокладка; 6 – трубка нагнітання; 7 – канал до перепускного клапана; 8 – перепускний клапан; 9 – з'єднувальний шланг; 10 – забірна труба; 11 – піддон картера двигуна.

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

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 окиснюється).

Ротор активно-реактивної центрифуги вільно посаджено на вісь 1 (рис. 3), до якої нерухомо прикріплено насадку 7 з каналами *H*, розміщеними дотично до кола їх обертання. Аналогічно виконано й канали *B* у верхній частині колонки ротора.

Олива, що нагнітається насосом, каналом 5, кільцевим каналом та отворами в осі підводиться до насадки 7, звідки виходить через канали *H* в порожнину *НП* колонки ротора. Струмені, що мають значну швидкість і спрямовуються каналами *H* дотично до внутрішньої стінки колонки,

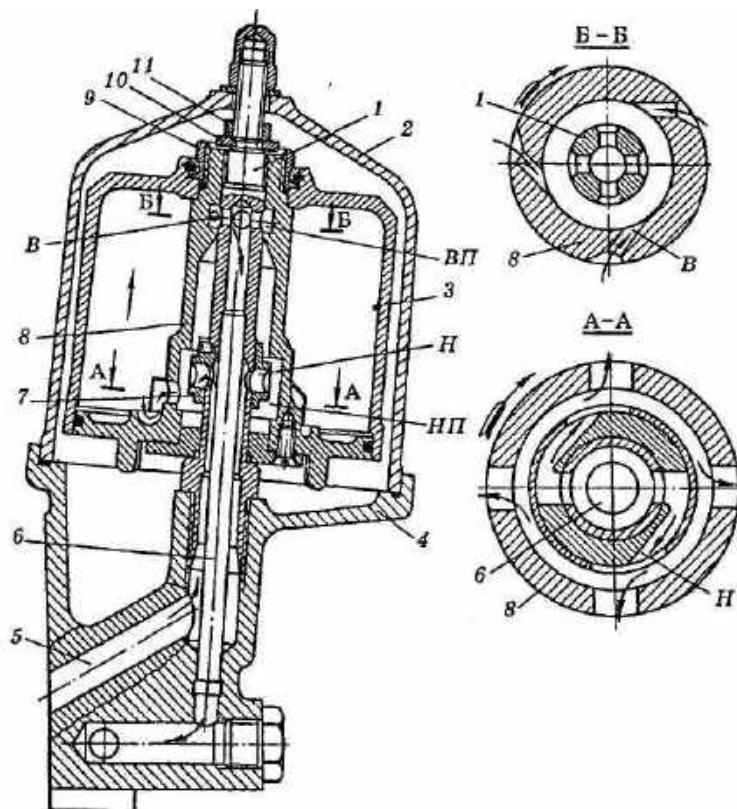


Рис. 3. Будова і дія активно-реактивної центрифуги для очищення оливи:

1 — вісь; 2 — ковпак; 3 — ротор; 4 — корпус; 5 — підвідний канал; 6 — відвідний канал; 7 — насадок; 8 — колонка ротора; 9, 11 — гайка і спеціальна гайка; 10 — шайба; *ВП*, *НП* — відповідно верхня і нижня порожнини; *B*, *H* — канали

створюють активний момент, який змушує ротор обертатися. З порожнини *НП* колонки через її радіальні отвори олива подається в порожнину ротора 3, де очищується від домішок.

Очищена олива по каналах *B* у верхній частині колонки рухається в порожнину *ВП*. При цьому виникають реактивні сили, крутний момент яких збігається з активним моментом. Сумарний крутний момент забезпечує обертання ротора з частотою близько 6000 хв⁻¹. Очищена олива з порожнини *ВП* по каналу і трубці в осі надходить у магістраль.

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

Вентиляція картера призначена для видалення картерних газів, що утворюються внаслідок просочування продуктів згоряння крізь нещільності та їх взаємодії з паром оливи. Відсмоктування картерних газів стримує старіння оливи і внаслідок створення розрідження в піддоні запобігає втраті оливи крізь ущільнення. Поширені системи вентиляції двох типів: *відкрита* — з відведенням картерних газів у атмосферу; *закрита* — з відсмоктуванням газів у впускну систему двигуна.

Картери тракторних дизелів вентилюють крізь сапун, змонтований у заливній горловині системи мащення або окремо в кришці головки циліндрів. Для запобігання потраплянню пилу в картер, коли двигун не працює, в сапуні передбачено фільтрувальну набивку (переважно дротяну).

У двигунах ЯМЗ-740 і ЯМЗ-741 (КамАЗ) картер вентилюють крізь сапун лабіринтного типу, чим запобігають винесенню оливи з піддона в атмосферу за рахунок розрідження, що створюється біля кінця витяжної трубки під час руху автомобіля.

Закрита примусова вентиляція картера діє за рахунок розрідження у впускній трубі і повітроочиснику. Під час роботи двигуна картерні гази відсмоктуються: на холостому ході й за малих навантажень — у повітроочисник; за проміжних режимів — крізь повітроочисник і калібрований отвір карбюратора.

Технічне обслуговування

Під час щозмінного технічного обслуговування перед пуском двигуна або через 5 хв після його зупинки мірною лінійкою, контролюють рівень оливи в піддоні картера. Він має бути в межах верхньої і нижньої позначок на лінійці (щупі). Якщо рівень оливи в піддоні картера нижчий за нижню позначку, робота двигуна забороняється. Надлишок оливи призводить до її перевитрати й може стати причиною виходу двигуна з ладу.

Для заправки двигуна слід застосовувати оливу, рекомендовану заводом-виготівником.

Регулярного очищення потребує набивка сапуна. Тиск оливи в магістралі є одним з основних показників технічного стану двигуна, тому під час його роботи потрібно стежити за показами манометра.

Номінальні значення тиску для двигунів тракторів МТЗ-80 (МТЗ-82), МТЗ-100 (МТЗ-102), Т-150 (Т-150К) та ДТ-І75С становлять відповідно 0,20 - 0,30, 0,25 - 0,50 та 0,30 - 0,40 МПа, автомобілів ЗІЛ-130, ГАЗ-53 (ГАЗ-66), КамАЗ — відповідно 0,25 - 0,30, 0,25 - 0,40, 0,45 - 0,50 МПа.

У двигунах з повітряним охолодженням контролюють також температуру оливи в системі мащення, яка має бути 55 - 100 °С.

Технічний стан центрифуги перевіряють прослуховуванням: після зупинки двигуна її ротор має обертатися не менше 30 с з характерним рівномірним шумом. Його відсутність засвідчує забрудненість центрифуги, її несправність або недостатній тиск оливи, що надходить до ротора. У цьому разі центрифугу потрібно розібрати. За наявності нашарувань на внутрішній поверхні кришки ротора їх знімають, а кришку ротора й остов промивають дизельним паливом. Жиклери очищають дротом діаметром 1,5 мм. Під час складання перевіряють легкість обертання ротора (він має обертатися легко і рівномірно), правильність розміщення й відсутність пошкоджень прокладки під ковпаком центрифуги.

Оливу в системі замінюють під час ТО-2. Її зливають відразу після зупинки двигуна через отвір у піддоні картера. Одночасно перевіряють стан сітки заливної горловини й сапуна, замінюють фільтрувальний елемент фільтра тонкого очищення.

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Назвіть прилади та вузли системи охолодження? 2. Яке призначення термостата? 3. Призначення пароповітряного клапана?

1. З якою метою в системах мащення використовують двосекційні насоси? 2. У яких двигунів використовують насос передпускового

прокачування оливи? 3. Поясніть принцип роботи активно-реактивної центрифуги. 4. Як перевірити технічний стан центрифуги? 5. Яка періодичність заміни масла в системі мащення двигунів?

5. Рекомендована література.

Л-1, с.203-304, Л-4 с. 79-107, Л-5 с. 120-184, Л-6 с. 93-197, Л-8 с. 75-132.

Зубко Владислав Миколайович

Саєнко Анатолій Васильович

Шелест Микола Сергійович

Енергетичні засоби

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з класифікації тракторів та будови двигунів внутрішнього згорання для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 1. – Суми: СНАУ, 2022. – 107 с.

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

Підписано до друку: „__”_____2022р. Тираж 150 прим.

Гарнітура. TimesNewRoman.

Формат А5. Умовн. друк. арк. 3,3 Замовл._____.
