

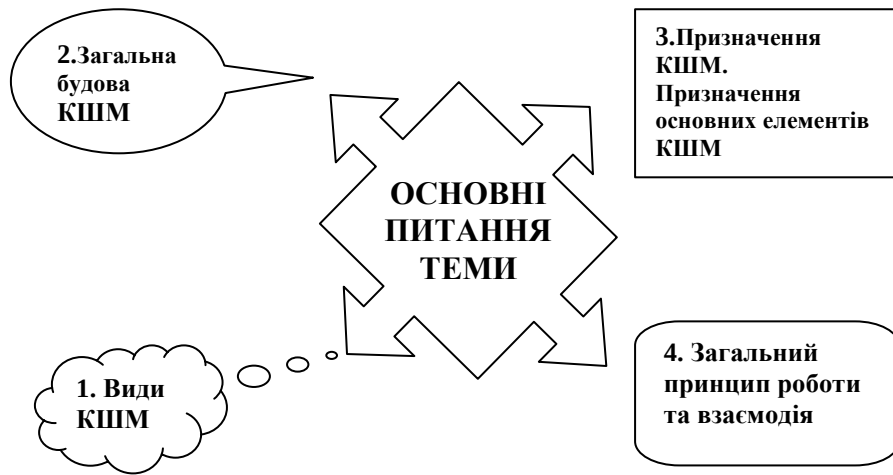


Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Управління освіти і науки Рівненської обласної адміністрації
Рівненський професійний ліцей

Дидактичний посібник
до теми:
***«Кривошипно-
шатунний механізм»***

Підготував:
викладач
Маркушин О.Г.

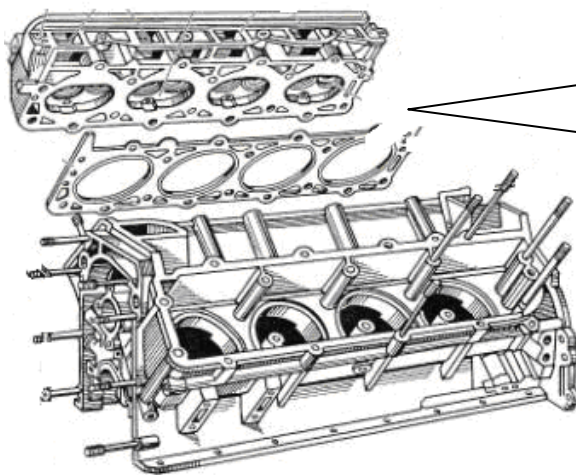
Розглянуто, схвалено та рекомендовано до використання на уроках спецдисциплін в групах підготовки за професією «Слюсар з ремонту автомобілів» . Протокол № 10 від 07.06.2011 засідання методичної комісії автослюсарної справи Рівненського професійного



КРИВОШИПНО-ШАТУНИЙ МЕХАНІЗМ (КШМ)

Загальні відомості і класифікація

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертовий рух колінчастого валу. Деталі КШМ беруть участь в здійсненні робочого процесу і сприймають механічні і теплові навантаження.



Кривошипно-шатунний механізм призначений для сприймання тиску газів, що утворюються в циліндрах під час згоряння робочої суміші, і перетворення прямолінійного зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого валу.

Кривошипно-шатунний механізм є основним робочим механізмом поршневого двигуна внутрішнього згорання. На мал. 1.1 показані схеми кривошипно-шатунних механізмів, які використовуються у двигунах внутрішнього згорання.

Тронковий кривошипно-шатунний механізм (мал. 1.1а) найчастіше застосовується в двигунах простої дії. Поступовий рух поршня перетворюється в обертовий рух колінчастого валу за допомогою шатуна. Робоча порожнина розташовується над поршнем в циліндрі, закритому кришкою.

Кривошипно-шатунний механізм складається з блока циліндрів, головки з ущільнюючою прокладкою, картера, поршнів, поршневих кілець, поршневих пальців, шатунів, колінчастого валу, маховика.

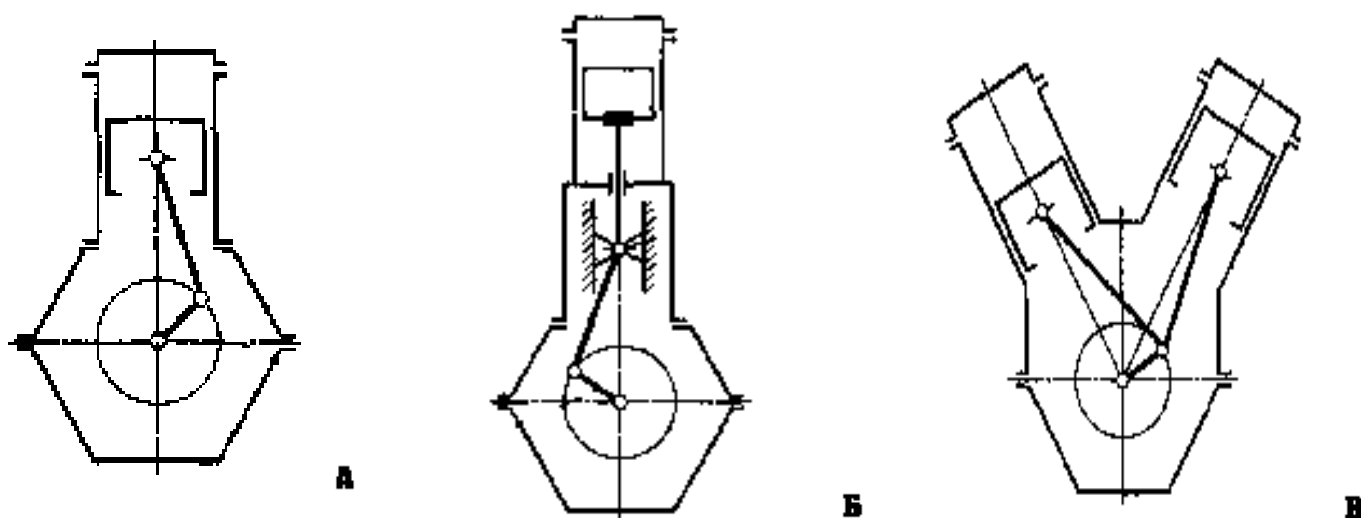
Існує два види КШМ

1. Тронковий
2. Крейцкопфний (на автомобілях не застосовують)

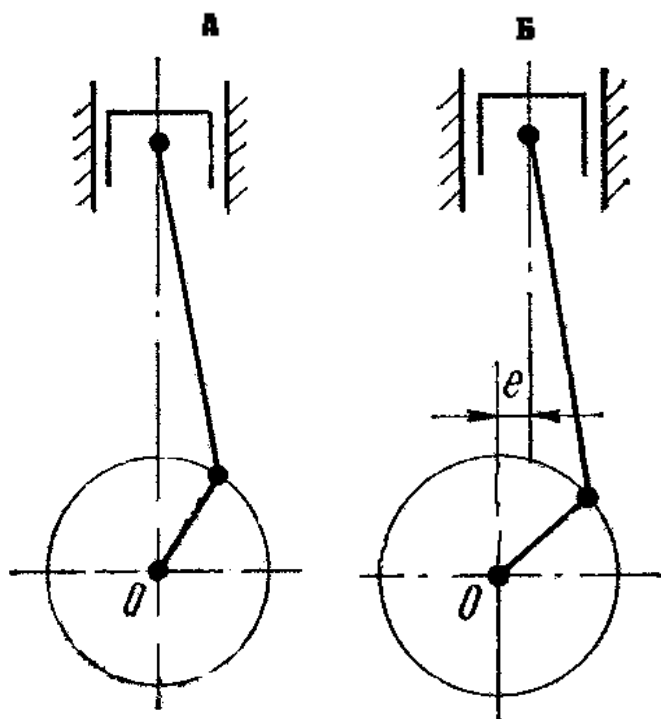
Крейцкопфний кривошипно-шатунний механізм зображений на мал. 1.1б.

Поршень у даному механізмі з'єднується з шатуном за допомогою жорстко зв'язаного з поршнем штока і крейцкопфа, що здійснюють поступальний рух. При такому зчленуванні поршень розвантажується, внаслідок цього стає можливим створення другої робочої порожнини в циліндрі під поршнем. При цьому шток повинен проходити через нижню кришку із спеціальним сальником, що забезпечує герметичність порожнини під поршнем. Крейцкопфна система кривошипно-шатунного механізму застосовується в тихохідних двигунах простої дії великої потужності, а також в двигунах подвійної дії. На автомобільних двигунах такий механізм не використовується. Тронковий кривошипно-шатунний механізм двигуна V-подібним розташуванням показаний на мал. 1.1в.

Мал. 1.1. Схеми кривошипно-шатунних механізмів двигунів внутрішнього згорання



На автомобільних і тракторних двигунах застосовують *центральної (аксіальні)* (мал. 1.2а), зміщені (дезаксіальні) (мал. 1.2б) тронкові кривошипно-шатунні механізми.



Мал. 1.2. Схеми тронкових кривошипно-шатунних механізмів двигунів внутрішнього

Деталі КШМ можна розділити на дві групи: **рухомі і нерухомі.**

Рухомі деталі КШМ

1. поршень 2. поршневі кільця
3. поршневі пальці 4. шатун з підшипниками (вкладишами) 5. колінчастий вал 6. маховик

Нерухомі деталі КШМ 1. блок циліндрів, 2. картер, 3. головка блока, 4. піддон картера, 5. прокладка блока.

У центральному КШМ вісь циліндра перетинає вісь

колінчастого валу. У дезаксиальному КШМ вісь циліндра не перетинає вісь колінчастого валу, а зміщена неї на деяку відстань. осі циліндра зменшує різницю в тиску на праву і ліву сторони циліндра. Під час робочого ходу тиск поршня на стінку циліндра зменшується, а під час такту стиснення – збільшується, що загалом дає більш рівномірний знос двигуна. До переваг дезаксиального механізму слід віднести меншу швидкість поршня біля верхньої мертвої точки (ВМТ), дякуючи чому процес згоряння.

Конструкція кривошипно-шатунного механізму

Умовно елементи КШМ можна розділити на дві групи: нерухомі і рухомі. До нерухомих елементів відносяться блок циліндрів, головка блоку циліндрів, картер підшипниками колінчастого валу, прокладка блоку циліндрів, піддон. Все це утворює основу двигуна. Рухомими елементами механізму є поршень, поршневі кільця, поршневий палець, шатун з підшипниками, колінчастий вал з маховиком, деталі, що їх з'єднують.

Загальна будова та призначення основних елементів кривошипно-шатунного механізму

1. НЕРУХОМІ ЕЛЕМЕНТИ

КОРПУС ДВИГУНА. ЦИЛІНДРИ

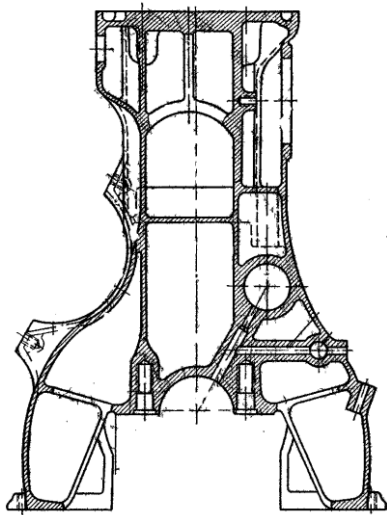
Елементи остову (корпусу) при роботі двигуна навантажені силами тиску газів і силами інерції рухомих частин.
зв'язані між собою в загальну

Внаслідок цього елементи остову повинні бути жорсткою системою щоб уникнути неприпустимих деформацій окремих ланок.

*Корпус (остов) двигуна складається із нерухомих частин, до яких зсередини і зовні прикріплені деталі, механізми, агрегати. Частина, що об'єднує всі циліндри, називається **блоком циліндрів**, а замкнена порожнина, в якій обертається колінчастий вал і знаходиться масло для мащення механізмів, — **картером**. У двигунів рідинного охолодження ці дві частини мають вигляд одного виливку (суцільна деталь), що називається **б л о к-картером**. Зверху він закритий головкою циліндрів, знизу — піддоном карттера, спереду — корпусом (картером) розподільних шестерень, а ззаду — картером маховика*

Конструктивне оформлення остову залежить від загальної компоновки двигуна і його призначення. Розміри внутрішніх порожнин визначаються в основному розмірами і траєкторією руху деталей кривошипно-шатунного механізму. Зовнішній контур і число нерухомих елементів остову залежать від числа циліндрів і їх розташування, від схеми механізму газорозподілу, положення розподільного валу, умов монтажу, обслуговування і т.п.

Конструкція остову, крім забезпечення необхідної подовжньої і поперечної жорсткості при раціональній силовій схемі і зовнішній архітектурній формі, повинна бути достатньо простою, зручною у виготовленні і мати малу масу. Остови сучасних двигунів будують за різними силовими схемами. Під *силовою схемою* розуміється схема передачі основних сил окремими елементами двигуна, а також двигуном і його опорами під час роботи.



На мал. 1.3 зображений розріз V-подібного дизеля, виконаного по схемі з несучими (силовими) шпильками. Така силова схема застосовується в двигунах різних класів, наприклад, автомобільних, тепловозів і суднових. При цьому число площин роз'єму між деталями корпусу може бути різним.

Наявність великого числа горизонтальних площин роз'єму спрощує виготовлення елементів корпусу, полегшує монтаж і обслуговування, але знижує його загальну жорсткість. Тому в двигунах роз'єм між циліндрами і картером звичайно не роблять. Циліндри і картер в цьому випадку виготовляють у вигляді загального відливання, так званого *блок-картеру*. Двигун при такій компоновці може мати роз'ємний або нероз'ємний блок-картер.

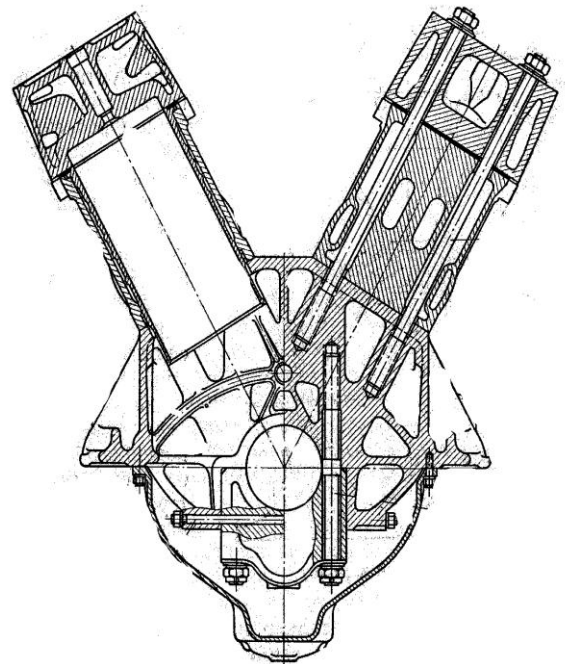
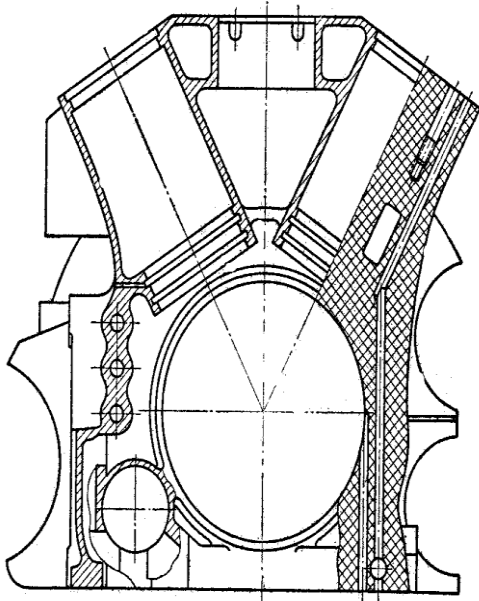
Мал. 1.3. Остов V-подібного дизеля несучими шпильками

У двигунах без горизонтальних площин роз'єму в картері колінчастий вал часто встановлюють на підшипниках кочення і вмонтовують в осьовому напрямі через отвори, що розточуються в стінках картера. Нероз'ємний картер з торцевими отворами називають *картером тунельного типу* (мал. 1.4) на автомобілях використовують вкрай рідко.

У автомобільних і тракторних двигунах, а також частково в швидкохідних суднових і стаціонарних двигунах звичайно застосовують блок-картер з підвішуванням колінчастого валу до картера. На мал. 1.5 показаний блок-картер швидкохідного транспортного двигуна, в якому циліндри і картер відлили у вигляді загального блоку з підвішуванням колінчастого валу.

Горизонтальну площину роз'єму розташовують по осі колінчастого валу або нижче за неї. У поперечних перегородках картера є для підшипників. Колінчастий вал підвішується знизу і підтримується масивними кришками підшипників. Окремої фундаментної рами в таких конструкціях немає; замість неї знизу встановлюється легкий піддон, що не сприймає навантажень від сил, що діють при роботі двигуна.

Мал. 1.4. Картер тунельного типу



Мал. 1.5. Картер з підвішуванням колінчастого валу

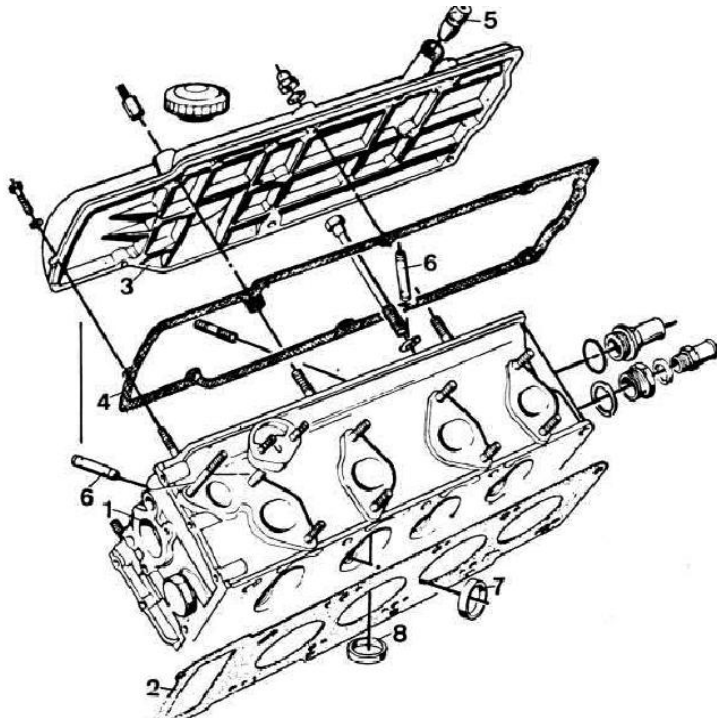
ГОЛОВКА ЦИЛІНДРІВ

Головка циліндра разом з його стінками і днищем поршня утворює камеру згоряння. У двигунах рідинного охолодження головка циліндрів 2 (мал. 6, а) являє собою виливок з чавуну або алюмінієвого сплаву (ЗМЗ-53, ЗИЛ-130, Д-144, КамАЗ-740). Вона закриває циліндр або ряд циліндрів. *Головки блока* автомобільних двигунів відливають із алюмінієвого сплаву.

Під час роботи двигуна головка навантажується силами тиску газу і попереднього затягування кріпильних шпильок або болтів. У стінках головки виникають також температурні . Конструкція і форма головки багато в чому залежать від способу охолодження, розташування клапанів, форми камери , форсунок і свічок .

До циліндра головки кріпляться шпильками, болтами або анкерними зв'язками, що проходять через остоу двигуна. Стик між головкою і циліндрами щоб уникнути прориву газу ущільнюється прокладками.

Мал 1.6 Головка блоку легкового автомобіля з клапанною кришкою

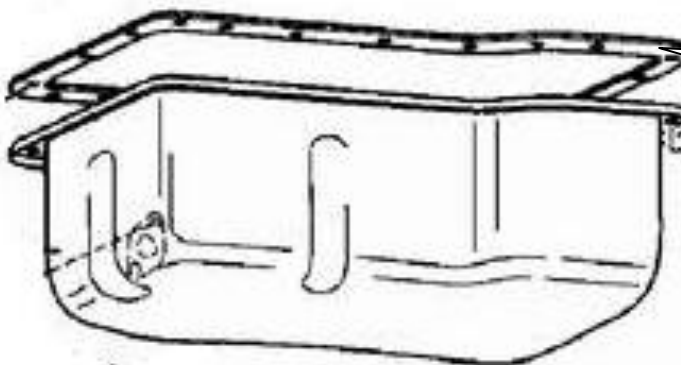


Головка блоку циліндрів – це герметична кришка для циліндрів двигуна.

ПІДДОН

Піддон – це кожух картера, який захищає колінчастий вал від зовнішнього середовища, одночасно являється масляною ванною. Виготовляється з тонкостінної сталі штампуванням.

Мал 1.7 Піддон



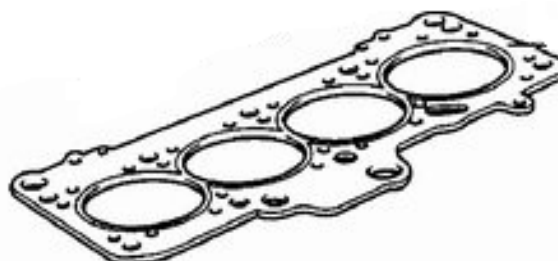
Піддон слугує для захисту КШМ від впливу навколишнього середовища та потрапляння бруду у картер

ПРОКЛАДКА БЛОКУ— слугує для більшої герметизації, дає змогу металу розширюватись, запобігає дифузійному злипанню металу.

На дизелі КамАЗ-740 встановлено комбіноване ущільнення. Його металева прокладка запобігає виходу газу, а гумова прокладка — витіканню охолодної рідини і масла.

Прокладка блоку циліндрів важливий елемент і має декілька призначень:

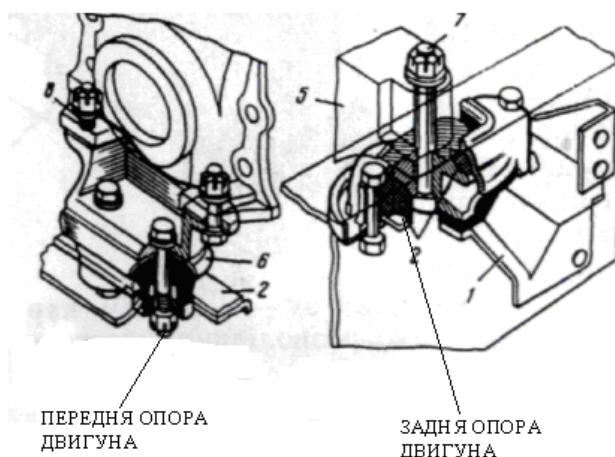
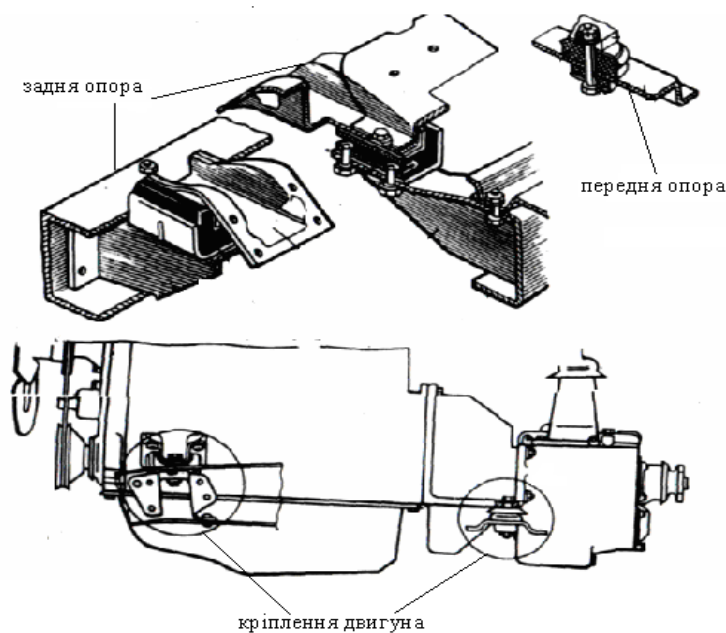
- збільшує герметичність закриття блоку циліндрів.
- запобігає злипанню головки з блоком
- дає можливість металу змінювати розміри без руйнувань і пошкоджень



Мал 1.5 Блочна прокладка

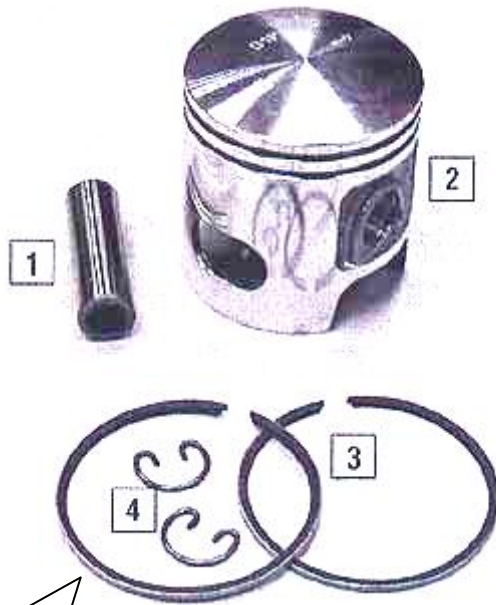
ПІДВІСКА ДВИГУНА

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



2. РУХОМІ ЕЛЕМЕНТИ

ПОРШНЕВА ГРУПА



Поршень – призначений для сприймання тиску газів і передачі руху на шатун.

Поршнева група складається з поршня, поршневих кілець, поршневого пальця, деталей для утримання пальця від осьового переміщення, кріпильних деталей.

Поршень, що належить до найбільш відповідальних і напружених деталей двигуна, виконує наступні функції:

1. забезпечує необхідну форму камери і герметичність внутрішнього циліндрового простору;
2. передає силу тиску газів на шатун і стінку циліндра;
3. управляє відкриттям і закриттям вікон (виконує функції розподільного пристрою) в двотактних двигунах щільною схемою газообміну.

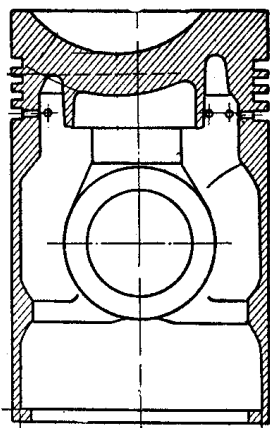
На поршень діють механічні навантаження від тиску газів і сил інерції, а також високі теплові навантаження в період безпосереднього зіткнення його гарячими газами при згоранні палива і розширенні продуктів згорання. Додатково поршень нагрівається від тертя об стінку циліндра. При перегріві поршня знижуються механічні властивості його матеріалу і зростають

термічні напруги в ньому. Крім того, в цьому випадку погіршується наповнення циліндра свіжим зарядом, що веде до зменшення потужності двигуна, можливо заклинювання поршня в циліндрі, погіршується робота кільцевого ущільнення, а також з'являються передчасні спалахи або детонаційне згорання. Поршні двигунів внутрішнього згорання разом з достатньою міцністю і жорсткістю повинні мати меншу масу для зменшення сил інерції, володіти високою теплопровідністю і зносостійкістю. На мал. 2.1.а показана конструкція поршня дизельного двигуна. Поршень має форму, форма днища якої визначає форму камери згорання. Днище сприймає тиск газів і тому повинно бути міцним. Форма днища повинна відповідати формі і розташуванню струменів, що в камеру згорання. У двигунах із зовнішнім сумішоутворенням і відносно невисоким ступенем стиснення найбільш поширений поршень з плоским днищем (мал. 2.1.б).

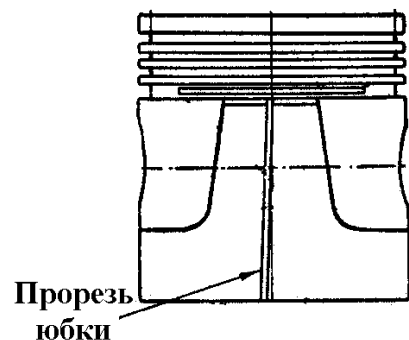
У двотактних двигунах з щільною схемою газообміну днищу надають форму, яка сприяє створенню потрібного напрямку руху продувального повітря.

На зовнішній поверхні в головці поршня є канавки для поршневих кілець, що служать для ущільнення циліндра від прориву газів і попадання мастила з картера в камеру згорання. Для виготовлення поршнів використовують чавун, алюмінієві і магнієві сплави, а також сталь. Переважно поршні роблять чавуну і алюмінієвих сплавів.

Чавунні поршні відрізняються високими міцністю і зносостійкістю і малим коефіцієнтом лінійного розширення, але мають велику масу.



а б
Мал. 2.1. Поршні
двигунів



Поршні із алюмінієвих сплавів володіють меншою міцністю і зносостійкістю, але значно легші за чавунні і застосовуються в двигунах високою частотою обертання. Поршень, виготовлений алюмінієвого сплаву, велику товщину стінок, на 25–30% легший за чавунний. Теплопровідність алюмінієвих сплавів в 3–4 рази вище, ніж у чавуну, тому температура днища поршнів алюмінієвих сплавів нижче, ніж температура днища чавунних поршнів. У підсумку цього відповідно нижче температура заряду, краще наповнення циліндра і є можливість здійснити велику ступінь стиснення в двигунах із зовнішнім сумішоутворенням. Слід зазначити також, що унаслідок меншого коефіцієнта тертя алюмінієвих сплавів знижується потужність, що витрачається на подолання тертя поршнів в циліндрі.

Істотним недоліком алюмінієвих сплавів є відносно високий коефіцієнт лінійного розширення (у 2–2,5 разу більше, ніж у чавуну), тому поршні цих сплавів треба встановлювати в циліндрі великим зазором. Значні зазори утрудняють пуск двигуна і викликають при роботі непрогрітого двигуна, а також при роботі його на малих навантаженнях.

Охолодження поршнів здійснюється в більшості випадків маслом. У двигунах тронковим кривошипно-шатунним механізмом поршні охолоджуються струменем масла системи, направленою на внутрішню сторону днища через канал в шатуні і сопло, яке встановлене у верхній головці шатуна.

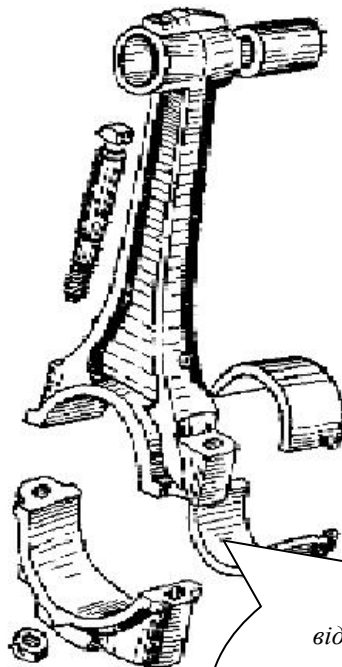
Поршневі кільця по своєму призначенню діляться на компресійні (ущільнювачі) і маслоземні.

Поршковий палець служить для шарнірного з'єднання поршня. Перетин пальців може бути суцільним або кільцевої форми, що зменшує масу пальця.

При роботі на поршковий палець діють великі сили, змінні по величині і напрямку, тому для його виготовлення використовують високоякісну вуглецеву або леговану сталь. Робочу поверхню пальця звичайно цементують з подальшою термічною обробкою для її більшої твердості.

ШАТУННА ГРУПА

мал. 2.2 Шатунна група



Шатунна група включає шатун, втулки, вкладиші, болти (або шпильки) з гайками, елементи кріплення вкладишів і елементи шплінтовки гайок.

Шатун пов'язує колінвалу з поршнем в тронкових двигунах або з повзунами в кривокопфних двигунах.

До шатунної групи відносяться:

1. Шатун.
2. Бронзова втулка.
3. Кришка шатуна.
4. Вкладиші.
5. Шатунні болти.

При роботі шатун здійснює складний гойдаючий рух і піддається змінній по величині і напрямку навантаженню від тиску газів і сил інерції. Діючі на шатун сили викликають в ньому складні деформації: стиснення, розтягування, подовжній і поперечний вигини. Тому шатун повинен бути міцним і жорстким при можливо малій масі. Матеріалом для шатунів звичайно служить вуглецева або легована сталь, рідше – алюмінієвий сплав. Шатуни виготовляють переважно куванням в штампах з механічною і термічною обробкою.

Шатун – призначений для передачі зворотно-поступових рухів від поршня на колінчастий вал, від колінчастого валу на поршень спричиняючи коливальний рух.

КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ



Мал.2.3 Колінвал

Колінчастий вал – призначений для сприймання руху поршня через шатун, створюючи при цьому крутний момент.

Колінчастий вал належить до найбільш відповідальних, напружених і дорогих деталей двигуна.

При роботі двигуна вал навантажується силами тиску газів, а також силами інерції рухомих зворотно-поступальних і деталей, що обертаються, що викликають значні кручення і вигинисті. Крім того, виникають від крутильних коливань. Шийки валу витримують змінний тиск, що значну роботу тертя і знос шийок. Внаслідок цього колінчастий вал двигуна повинен володіти високою міцністю, жорсткістю і зносостійкістю поверхонь (шийок), що труться, при відносно невеликій масі (маса валу складає 7–15% маси двигуна).

Колінчасті вали виготовляють звичайно якісних вуглецевих або легованих сталей куванням або штампуванням. Застосовують також литі вали високоміцного чавуну і сталі.

Двигуни сучасних автомобілів і тракторів є в більшості випадків швидкохідними, чого рухомі деталі їх кривошипно-шатунного механізму переміщаються із значними швидкостями і прискореннями. У карбюраторних двигунах легкових автомобілів, наприклад, прискорення поршня досягає 22000 м/с^2 , а величина середньої швидкості поршня – 16 м/с .

Тому для надійного розрахунку швидкохідного двигуна вивчення всіх сил, що діють в ньому, є украй необхідним. Основні сили, що діють в автомобільних і тракторних двигунах, наступні: сили тиску газів, сили інерції, сили тертя і сили опору.

Сили інерції мас двигуна, які рухаються із змінними по величині і напрямку швидкостями, мають місце як при холостому ході, так і при роботі його під навантаженням і для деяких деталей двигуна є основними розрахунковими силами.

Залежно від характеру руху сили інерції мас кривошипно-шатунного механізму можна розподілити на три групи:

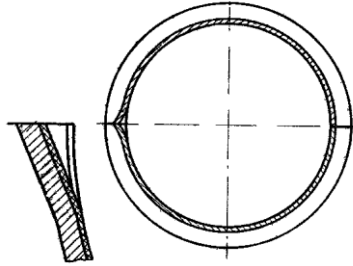
- сили інерції зворотно-поступальних рухомих мас;
- сили інерції мас, що обертаються;

- сили інерції мас, що здійснюють складний рух.

ВКЛАДИШІ

По конструкції корінні підшипники діляться на підшипники ковзання і кочення. У поршневих двигунах внутрішнього згорання, за винятком мотоциклетних, деяких автомобільних, а також ряду двигунів спеціального призначення, застосовуються підшипники ковзання.

Конструкції підшипників ковзання двигунів є циліндровим вкладишем, що складається з двох половин. Вкладиші виготовляють з чавуну, сталі або бронзи, робочу поверхню, дотичну шийками валу, покривають шаром антифрикційного сплаву.



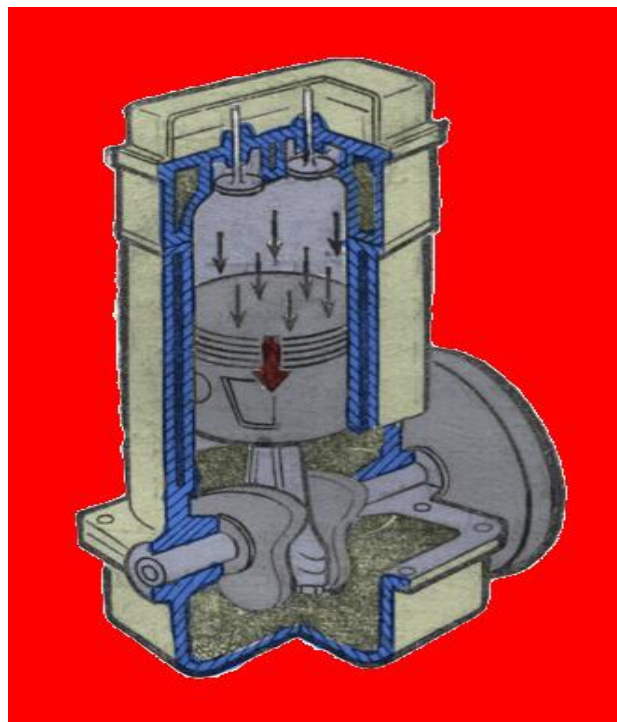
Мал. 2.4. Сталеалюмініві вкладиші

Маховик служить для виведення поршнів з мертвих і зменшення нерівномірності обертання колінчастого валу.

Накопичена кінетична енергія полегшує роботу двигуна при рушанні з місця і подоланні короточасних перевантажень. Маховик є масивним литим диском, який відлився з чавуну. Він кріпиться болтами і фіксується штифтами на фланці колінчастого валу або безпосередньо на його хвостовику. На ободі маховика встановлений зубчатий вінець, який передає колінчастому валу момент від пускового пристрою.

Розміри і маса маховика залежать від частоти обертання і числа циліндрів. Із збільшенням частоти обертання кількість кінетичної енергії підвищується, тому у швидкохідних двигунів маса і розміри маховика менше. Нерівномірність обертання колінчастого валу зменшується із збільшенням числа циліндрів, отже, чим більше циліндрів, тим легше маховик двигуна.

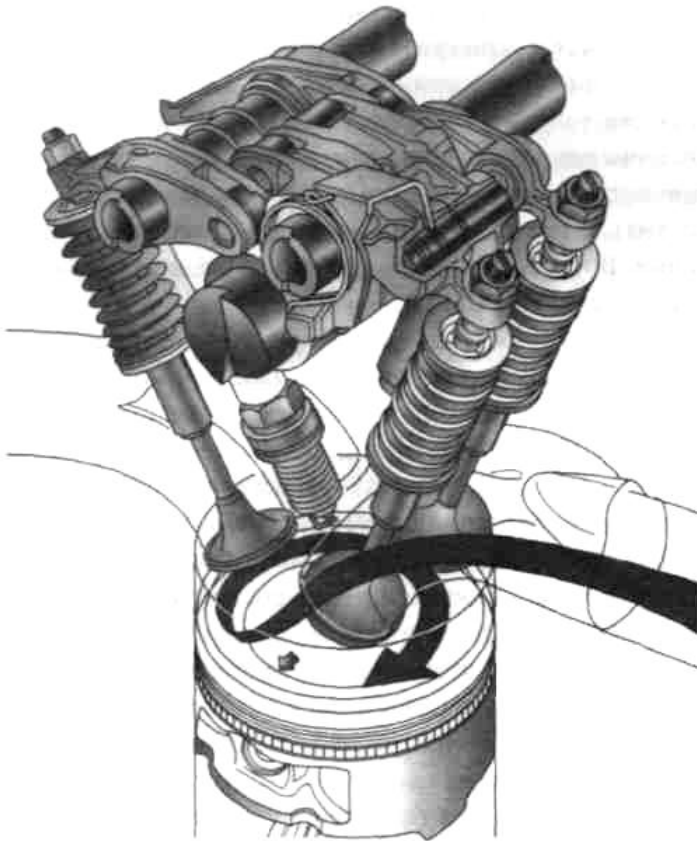
Щоб зберегти балансування валу з маховиком на фланці валу є несиметрично розташовані шпильки.



механізм

Газорозподільний
двигуна (ГРМ)

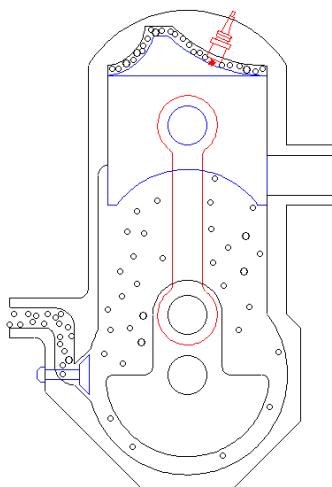
- Призначення ГРМ
- Види ГРМ
- Загальна будова
- Матеріал виготовлення основних деталей
- Принцип роботи ГРМ
- Приводи ГРМ
- Основні несправності
- Регламентовані роботи



Механізм газорозподілу (ГРМ) слугує для своєчасного відкриття і закривання впускних та випускних клапанів двигуна, забезпечуючи наповнення циліндрів свіжим зарядом та його очистку від відпрацьованих газів. Газорозподільний механізм складається з впускних і випускних органів і деталей, передавальних ним рух від колінчастого валу.

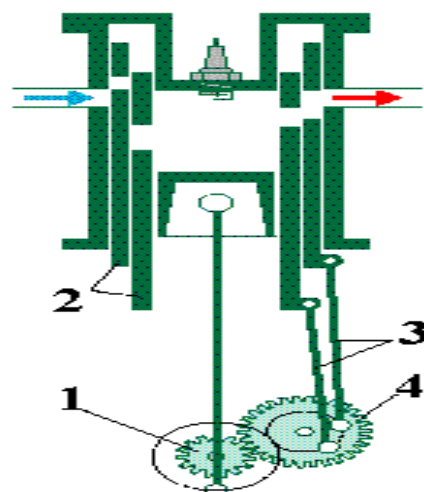
Механізми за структурою бувають клапанні та безклапанні. Безклапанні ГРМ можуть бути: золотниковими і гільзовими.

ГРМ – призначений для своєчасного впуску і випуску газів в циліндр згідно з режимом роботи КШМ.



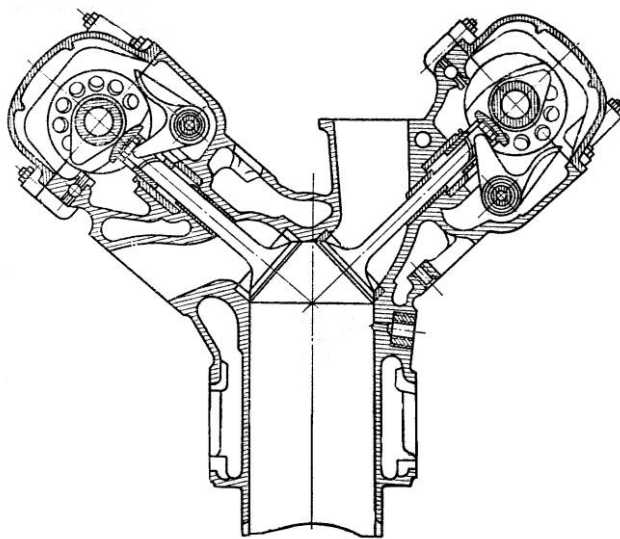
Золотниковий ГРМ

Copyright 2000, Seveaney.com



Гільзовий ГРМ

У чотиритактних автотракторних двигунах широкого поширення набули клапанні механізми газорозподілу.

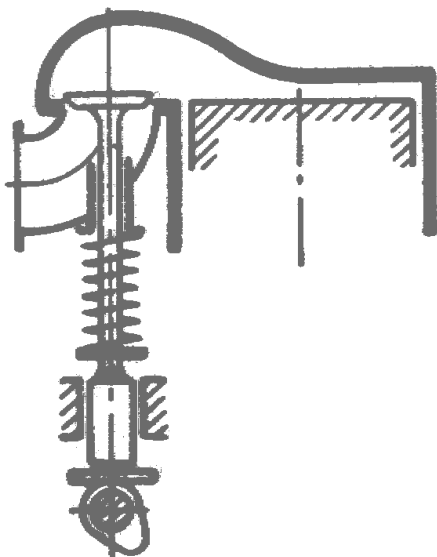


У деяких двигунах з метою забезпечення надійної роботи на високих застосовуються безпружинні механізми газорозподілу з примусовим відкриттям і закриттям клапанів, або так звані *десмодромні механізми* (мал. 4). Примусове відкриття і закриття клапанів здійснюється від самостійних кулачків або електромагнітами з дуже великими прискореннями, що дозволяє значно збільшити коефіцієнт наповнення двигуна.

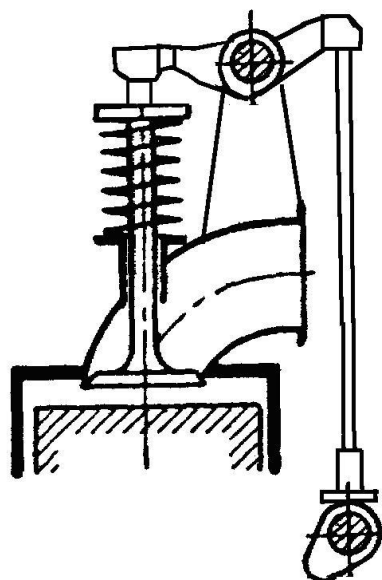
Мал. 4 Десмодромний газорозподільний механізм

На автомобілях найчастіше використовують клапанні механізми. Залежно від місця розташування клапанів відносно циліндрів механізми бувають з нижнім та верхнім розміщенням. Залежно від місця розміщення розподільчого валу механізми поділяють на внутрішнього та зовнішнього розташування.

ГРМ з ВНУТРІШНІМ РОЗМІЩЕННЯМ РОЗПРЕДВАЛУ:



Мал. 5. Нижнє розташування клапана

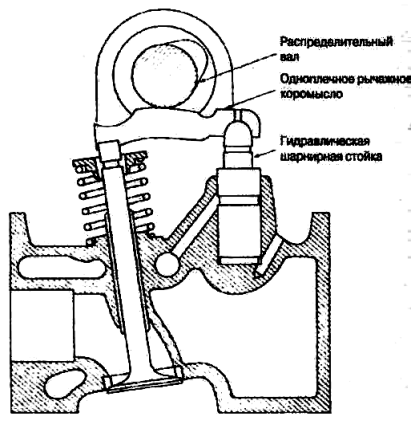


Мал.6 Верхнє розташування клапана

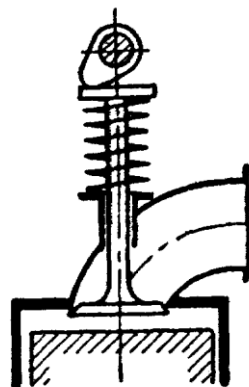
Такий механізм має суттєві недоліки: нераціональна форма камери згорання, складність регулювання теплових зазорів, великий опір впускних та випускних каналів.

ГРМ з ЗОВНІШНІМ РОЗМІЩЕННЯМ РОЗПРЕДВАЛУ:

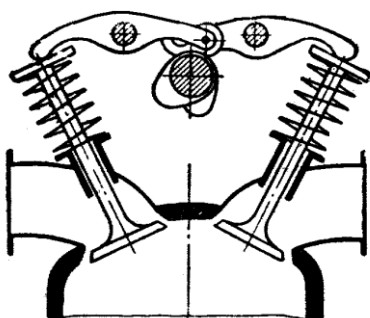
При верхньому розміщенні клапанів камери згорання мають більш компактну форму. Крім того в таких камерах значно скорочується шлях полум'я від свічки і тим самим збільшується потужність двигуна.



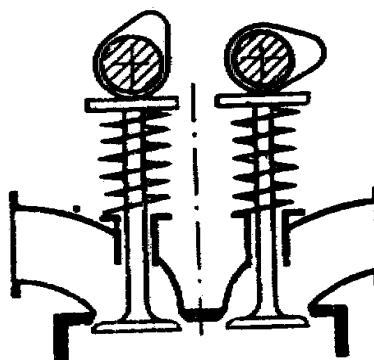
Мал. 7 Важільного типу



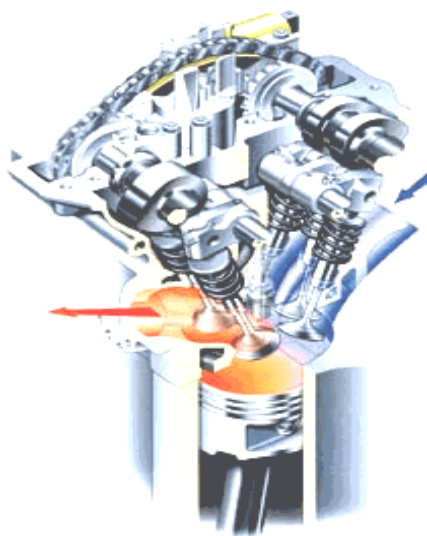
Мал. 8 Прямой дії



Мал. 9 З двома осями коромисел



Мал. 10 Двохвальне



*Мал. 11 П'ятиклапанне
(з ферокамерою)*

До внутрішнього відносять:

- ГРМ з нижнім розташуванням клапанів і вала.
- ГРМ з нижнім розташуванням вала і з верхнім розташуванням клапанів.

До зовнішнього відносять

- ГРМ з верхнім розташуванням вала і клапанів, з двома осями коромисла.
- ГРМ з верхнім розташуванням клапанів важільного типу.
- ГРМ з верхнім розташуванням вала прямої дії.
- Двохвальне ГРМ (перший вал на впускні клапана, другий – на випускні).
- ГРМ з ферокамерою.

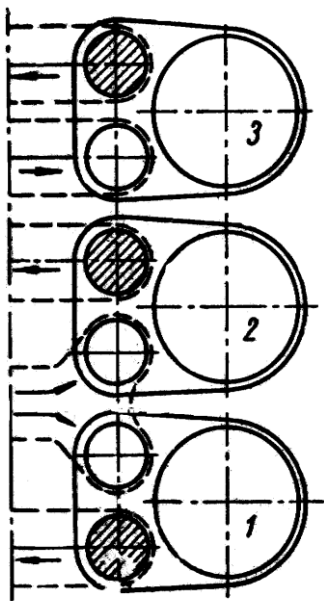
Історія розвитку ГРМ

Нижноклапанні двигуни домінували декілька десятиліть. Звичайно, в світі випускалися двигуни з іншими компоновальними схемами газорозподільного механізму, але нижноклапанні двигуни були переважними.

При всіх їх перевагах вони мали і неусувні недоліки. Головний з недоліків, це дуже велика камера згорання, розміри якої зменшити до прийнятних не виходило. Велика камера мала велику, по відношенню до об'єму камери згорання, площу внутрішніх поверхонь, що приводило до великих втрат тепла і погіршення процесу згорання. До погіршення процесу згорання також приводила невдала форма камери згорання. І, що головне, велика камера згорання не дозволяла підняти ступінь стиснення двигуна, що забезпечує ефективну роботу двигуна. Другим недоліком був дуже складний шлях руху повітря від повітряного фільтру до камери згорання. На своєму шляху повітряний потік змінював напрям кілька разів, що призводило до зниження швидкості руху потоку і, отже, до зниження коефіцієнта наповнюваності.

Для усунення цих недоліків було необхідно перенести клапани в головку блоку циліндрів. До цього конструктори йшли різними шляхами. Існували також такі екзотичні схеми, в яких впускний клапан мав верхнє розташування, а випускний клапан мав нижнє розташування. При цьому розподільний вал залишався в блоці циліндрів. Подібну конструкцію використовувала на своїх автомобілях англійська фірма Ровер в 50-х роках.

Чергування впускних і випускних клапанів може бути різним. Попарне розташування однойменних клапанів дає можливість зменшити число каналів в блоці і спростити трубопроводи, але при такому розташуванні збільшується нерівномірність зносу циліндра по колу через термічні деформації. Тому в даний час застосовують змішане чергування клапанів, при якому поряд можуть розташовуватися як однойменні, так і різнойменні клапани сусідніх циліндрів (мал. 12).

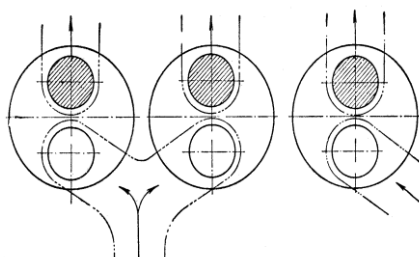


двох верхніх клапанів в один ряд

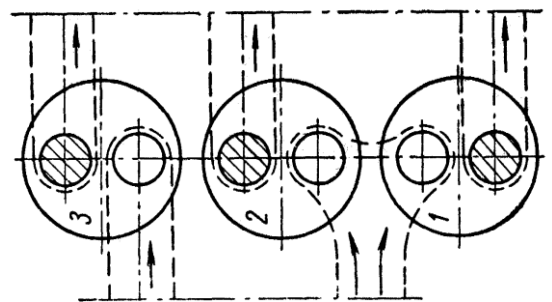
чергування

Два клапани в циліндрі можуть бути розташовані в один ряд осі блоку або в два ряди.

Мал. 13 Розташування



Мал. 14 Розташування двох верхніх клапанів в два ряди



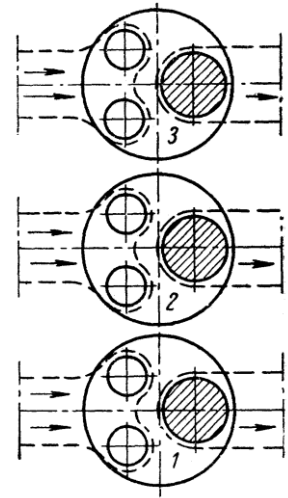
Мал. 12 Змішане клапанів

При розташуванні в два ряди впускні і випускні клапани розміщуються в різних рядах

Чотири клапани в циліндрі встановлюють для збільшення площі їх прохідних перетинів і зменшення розмірів клапанів. Остання обставина сприяє збільшенню їх жорсткості і забезпечує краще охолодження.

При установці трьох клапанів в циліндрі – одного великого і двох меншого розміру (мал. 15) – може бути збільшена відносна площа клапанів навіть в порівнянні з чотирма клапанами. Випускним може бути великий клапан або два менших.

Мал. 15. Розташування трьох клапанів в циліндрі



Газорозподільний механізм з нижнім розташуванням розподільного валу складається з розподільного валу, двох шестерень, штовхачів, штанг, коромисел, осей коромисел, клапанів, пружин з деталями кріплення і направляючих втулок клапанів.

Шляхи та причини модернізації ГРМ

1. Нижньоклапанний ГРМ (SV - Side Valves)

Розпредвал розташовувався в блоці і приводився шестерінками (хороших ланцюгів тоді не було). Цілком логічно було організувати прямий привід клапанів, що відкриваються вгору. Таке рішення було прийнятне для тих рівнів форсування (Підйом клапана обмежений висотою камери згорання) і якості бензину (знову-таки, при невисокому ступені стиснення камера згорання виходила великою).

2. Верхньоклапанний ГРМ (OHV - Over Head Valves)

При збільшенні ступеня стиснення не залишалося місця для клапанів збоку і клапани перенесли вгору. Цілком логічно їх приводити від нижнього розпредвалу штангами, а як пристрій, що змінює напрям руху (Штанга-вверх - клапан-вниз) і підйом клапана використовувати двоплечний важіль, званий коромислом.

По суті, змінилася тільки головка блоку, блок циліндрів залишився практично таким самим.

3. Верхньовальний ГРМ (OHC - Over Head Cam)

При форсуванні по оборотах зростали втрати у вищеописаному ГРМ (всі деталі треба туди-сюди рухати, на це йде енергія) і розмазувалися фази газорозподілу (пружина не може вмиг закрити клапан), тому розподільчий перенесли в головку. Розпредвал може приводитися шестерінками, ременем або ланцюгом. Клапани приводяться коромислами, рокерами (одноплечий, прямий важіль - привід можливий тільки при рядному розташуванні клапанів).

4. Два розподільні вали (DOHC - Double Over Head Cam)

Коромисла або рокери - теж зайва вага, вибудовування клапанів в ряд - погано використовується поверхня камери згорання (діаметр клапана не збільшити) - означає треба розташувати клапани V-подібно і приводити їх прямим приводом. Свій ряд - від свого валу. У такій схемі кількість клапанів на циліндр може бути від двох до п'яти-шість, для збільшення пропускної спроможності впускного і випускного тракту.

Газорозподільний механізм з верхнім розташуванням розподільного валу складається з розподільного валу, двох зірочок або зубчатих шківів, ланцюга або зубчатого ременя, коромисел, осей коромисел, клапанів, пружин з деталями кріплення і направляючих втулок клапанів.

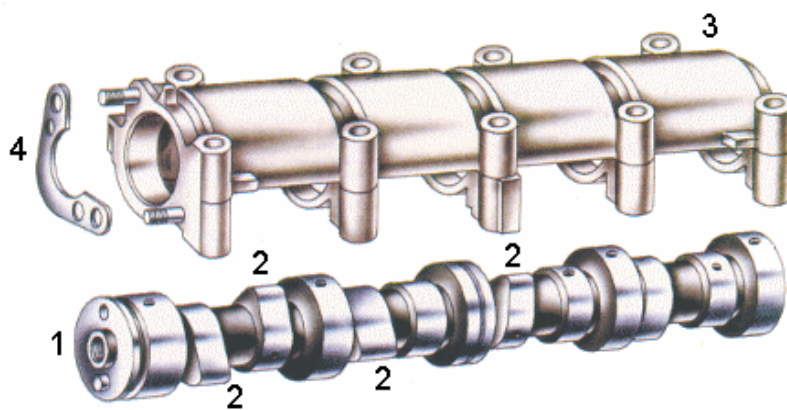
Розподільчий вал – призначений для натискання на клапан через допоміжні деталі газорозподільчий вал завжди приводиться в дію від вала КШМ.

Виготовляється розподільний вал із сталі або відливався із спеціального чавуну струмами високої частоти.

У V-подібних двигунах розподільний вал розміщується в розвалі між циліндрами (внутрішнє ГРМ).

На сучасних рядних двигунах вал знаходиться на головці блоку (зовнішнє ГРМ).

Враховуючи, що кожен клапан повинен відкриватися 1 раз за два оберти колінчастого валу, передавальне число приводу розподільного валу роблять рівним двом, тобто за один цикл чотирьохтактного двигуна, він обернеться два рази, коли колінчастий вал один раз.



Мал.16 Розподільчий вал

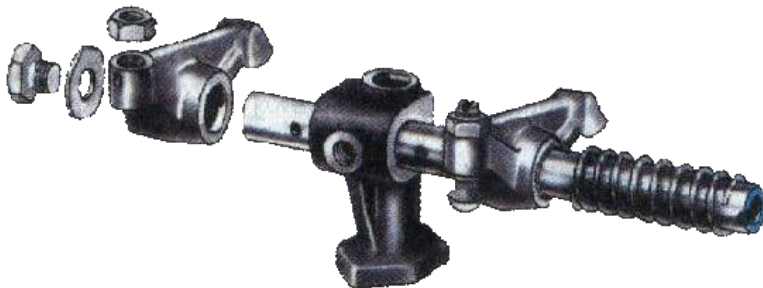
Основні деталі, які зустрічаються в різних видах ГРМ:

1. Розподільчий вал.
2. Штовхачі.
3. Штанги.
4. Коромисла і рокери.
5. Клапанна група.
6. Приводи.

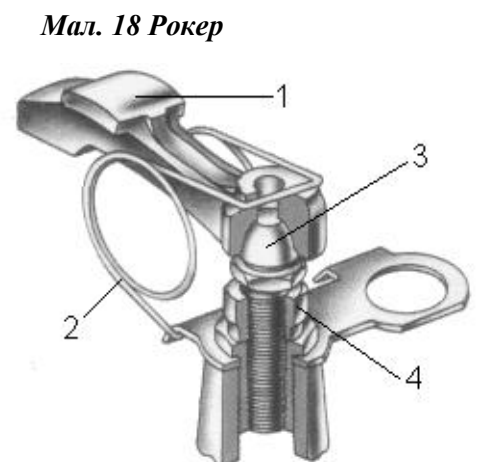
Коромисла виготовлені у вигляді двуплечних важелів, посаджених на вісь. Вісь поміщена в стійці, укріпленій на головці циліндрів.

Одне плече коромисла через регулювальний гвинт упирається в штангу, а інше в стрижень клапана. Для утримання коромисла на валу в певному положенні встановлені дистанційні втулки і пружини розпорів.

Рокер – це важіль прямої дії, який фіксується не віссю, а окремою пружиною.



Мал. 17 Коромисло



Мал. 18 Рокер

Штовхачі – сталеві ковпаки, призначенні для захисту штанги, або клапана від удару кулачка.

Мал. 19 Штовхач



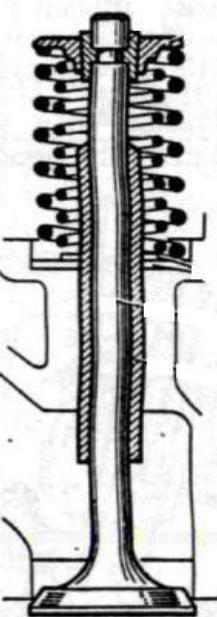
Сталеві або чавунні, термічно оброблені штовхачі можуть мати різну форму.
У двигуна ГАЗ-51 штовхач виконаний у вигляді стрижня з плоскою тарілкою у нижнього кінця; у верхню частину цього стрижня вкручують регулювальний болт з контргайкою. Штовхачі двигунів ЗІЛ-130 і ЗМЗ-53 мають форму циліндрового стаканчика, в який зверху вставляють штангу.



Штанга – призначена для передавання вертикальних зусиль від кулачка вала, до коромисла. Штанги являють собою металеві стержні, які рухаються в направляючих.

Штанги виготовляють із сталевих або дюралюмінієвих трубок, в які запресовують з двох боків сталеві наконечники. Своїми сферичними поверхнями наконечники упираються в штовхач, а вгорі у виїмку плеча коромисла. При збільшенні частоти обертання колінчастого валу понад 5000 об/хв штанги починають вібрувати, що впливає на роботу двигуна.

Мал.20 Штанга



Клапан – призначений для відкриття і перекриття каналів циліндра. Навколо клапана завжди знаходиться група деталей певного призначення. Весь вузол у зборі називають клапанна група.

В одному циліндрі встановлюють два, або чотири клапана. (як виняток може бути 5 клапанів)

1-2 – з яких впускні

1-2 – з яких випускні.

Випускний клапан роблять з жароміцної сталі. Впускний клапан виготовляється з кислототривкої хромової сталі.

Щоб клапан зношувався рівномірно, він повертається навколо своєї осі.

Впускні і випускні клапани відкриваються і закриваються не в моменти, коли поршень знаходиться в мертвих точках, а з деяким випередженням або запізнюванням. Цим досягається краще звільнення циліндрів від відпрацьованих газів і наповнення їх свіжою горючою сумішшю, що сприяє збільшенню потужності двигуна.

Мал. 21 Клапанна група

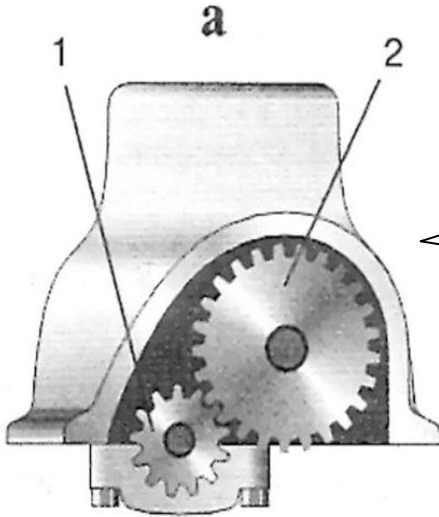
Привід – приводить в дію розподільчий вал від вала КШМ.

Існує три види приводів:

1. Шестеренчастий.
2. Ланцюговий.
3. Пасовий.

Шестеренчастий привід – найпростіший і самий надійний, має змогу передавати велику потужність, але конструктивно встановлюється тільки на ГРМ з нижнім розташуванням вала.

Мал.22 Шестеренчастий привід: 1-ведуча шестерня (на колінчастому валу, 2 – ведена шестерня (на розподільчому валу)

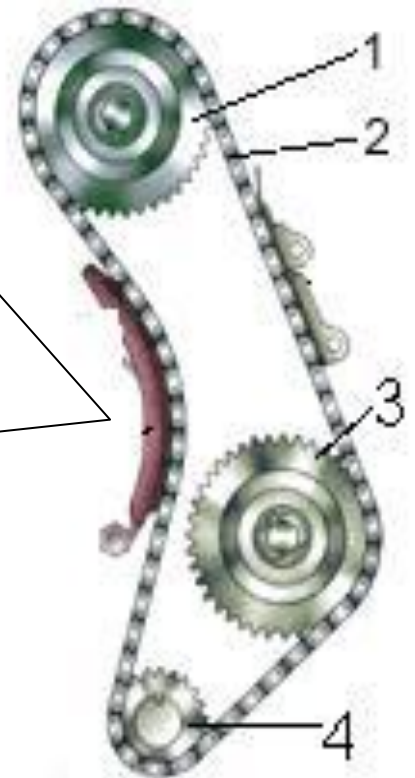


Привід шестернями зустрічається у старих двигунів (у тому числі у дизелів) з нижнім розташуванням розподільного вала. Основний недолік цього варіанту - великі габарити шестерень, шум, перевага - максимальна простота і надійність. На сучасних двигунах за допомогою шестерень від колінчастого вала іноді здійснюється привід допоміжних агрегатів, наприклад, паливного насоса високого тиску в дизелях (TOYOTA, FORD).

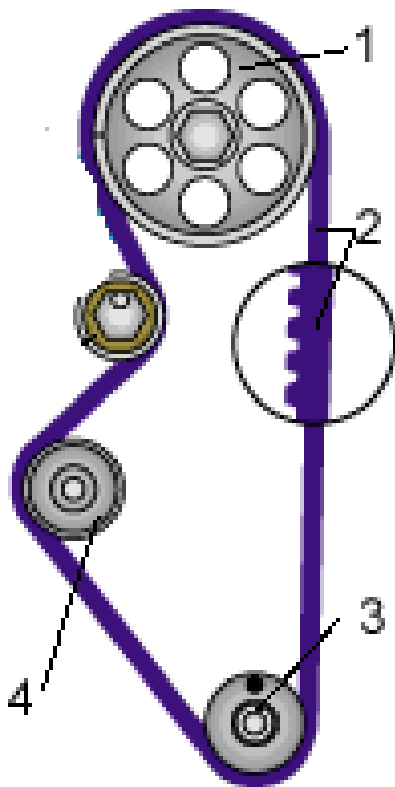
Ланцюговий – надійний, може передавати великі потужності але при не великих швидкостях.

Мал.23 Ланцюговий привід: 1- Ведена зірочка (на розпредвалу), 2 – двохрядний ланцюг, 3 – Зірочка приводу бензонасосу та масляного насоса, 4 – ведуча зірочка (на колінчастому валу)

Привід розподільного механізму роликовим ланцюгом набув найбільшого поширення на двигунах минулих років випуску. Перевага ланцюгового приводу - висока надійність. Так, випадки обриву ланцюга в експлуатації у край рідкісні і пов'язані з несправностями або зносом скоріше за не сам ланцюг і зірочки, а інші елементи, наприклад натяжника, а також попаданням під ланцюг сторонніх предметів в наслідок некваліфікованого обслуговування. Недолік даної схеми - підвищений шум, ускладнення конструкції блоку і головки блоку циліндрів, необхідність застосування спеціальних натягачів, збільшення габаритів і маси двигуна. Набули поширення різні схеми ланцюгового приводу розподільного вала, з них найчастіше використовуються прості конструкції з мінімальною кількістю елементів. Застосовуються як однорядні, так і дворядні роликові ланцюги, причому частіше останні, як менш схильні до зносу і розтягування. Слід зазначити, що застосування ланцюгового приводу в якійсь мірі є традицією тієї або іншої фірми. Якщо багато фірм випускають (або випускали) двигуни і з ланцюговими і з пасовим приводом розподільного вала то, наприклад, фірма MERCEDES-BENZ - тільки з ланцюговим приводом.



Пасовий привід – тихохідний та економічний, дає можливість передавати великі швидкості .

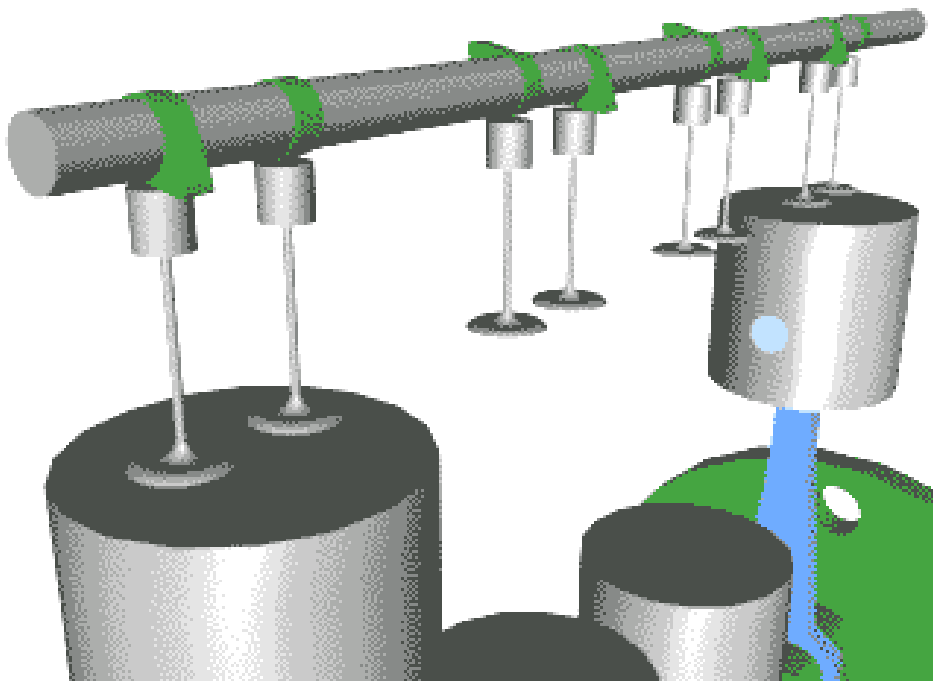


Мал. 24. Пасовий привід: 1- Ведений шків (на розпредвалу), 2 – Зубчастий пас, 3 – Ведучий шків (на колінчастому валу), 4 – Шків приводу бензонасосу та масляного насосу.

Привід розподільного валу зубчастим пасом набув в даний час більшого поширення, ніж ланцюгом. Ремінь дозволяє понизити масу, шум, дещо спростити конструкцію двигуна. Проте ремінь має недостатню надійність, що вимагає конструктивних заходів по запобіганню "зустрічі" клапанів і поршня при його обриві. Окрім цього, на відміну від ланцюгового приводу необхідно один або декілька сальників розподільних валів. Потрапляючи на ремінь, масло сильно знижує його ресурс. Слід нагадати, що обрив ремня у дизеля унаслідок близького розташування клапанів і поршня у ВМТ приводить до серйозних наслідків, нерідко навіть до необхідності заміни головки блоку.

РОБОТА ГРМ

Горюча суміш за допомогою розрядки, що створюється поршнем, через впускний клапан, потрапляє в камеру згорання двигуна. Після займання горючої суміші через випускний клапан потрапляє у випускний колектор і далі у вихлопну трубу. Клапани приводу клапанів приводяться в дію кулачками розподільного валу через приводні деталі.



Основні неполадки кривошипно-шатунного механізму

I. Втрата компресії.

Компресія – це тиск газів над поршнем в кінці такту «стиск».

Причини:

1. Знос компресійних кілець.
2. Знос, або прогар поршня.
3. Залягання компресійних кілець.
4. Знос циліндра.

II. Втрата потужності.

Причини:

1. Мала компресія.
2. Нещільне з'єднання головки з блоком циліндрів.
3. Прогар прокладки.

III. Підвищене спрацювання масла в двигуні.

Причини:

1. Спрацювання маслорозливних кілець.
2. Западання компресійних кілець в наслідок великого нагару.
3. Велике спрацювання масла.

IV. Підвищене споживання масла.

Причини:

1. Спрацювання маслорозливних кілець.
2. Відкладення великого нагару на поршні.
3. Детонаційна робота двигуна.
4. Розріджене мастило.

V. Поява диму в вихлопних газах, або з вентиляції картера.

Причини:

1. Прорив газів під поршень:
 - а) Прогар поршня;
 - б) Великі риски, канавки на дзеркалі циліндра;
 - в) Сильне спрацювання компресійних кілець.
2. Потрапляння великої кількості масла в над поршневий простір.

При помітному зниженні потужності, збільшенні витрати палива або масла, падіння його тиску, виникненні стуку, диміння або нерівномірності роботи проводять діагностування двигуна, при якому визначається причина несправності і виявляється потреба в регулювальних роботах або ремонті.

При діагностуванні двигуна проводять його огляд і випробування пуском, вимірювання потужності і перевірку технічного стану кривошипний-шатунного механізму, а також механізму газорозподілу. Огляд і випробування двигуна пуском забезпечують візуальне виявлення підтікань масла, палива або охолоджуючої рідини, оцінку легкості пуску і рівномірності роботи, диміння на випуску. Прослуховуючи роботу двигуна, слід встановити, чи немає різких шумів і стукотів. При такій перевірці можна виявити очевидні дефекти двигуна до проведення поглибленого діагностування.

Стукоти і різкі шуми можуть бути унаслідок зносу поршневих пальців, отворів в поршнях і у втулках верхніх головок шатунів, зносу вкладишів шатунових і корінних підшипників. Вони з'являються і при задираках поверхонь циліндрів і поршнів, а також при збільшенні теплових зазорів в приводі клапанів або поломці клапанних пружин

Основні неполадки ГРМ

I. Втрата компресії.

Причини:

1. Нещільне прилягання клапана до сидла.
2. Великий нагар на робочій поверхні клапана.
3. Розрегулювання теплового просвіту (зазору).

Тепловий просвіт – це просвіт між елементами, які натискають на клапан, який необхідний, для правильної роботи ГРМ, так, як при нагріві клапан змінює свою довжину.

В різних видах ГРМ просвіт знаходиться в різних місцях:

а) З нижнім розташуванням розподільчого вала, з верхнім розташуванням клапанів (просвіт знаходиться між стержнем клапана і стержнем коромисла).

б) з верхнім розташуванням вала і клапанів важільного типу (просвіт знаходиться між кулачками вала і рокером).

в) ГРМ з верхнім розташуванням вала і клапанів прямої дії (просвіт знаходиться між кулачком вала і штовхачем).

г) В ГРМ з верхнім розташуванням вала і двома осями коромисла (просвіт знаходиться між регулюючими частинами коромисла і кулачком вала).

II. Втрата потужності ДВЗ.

Причини:

1. Збій, або неправильне встановлення ГРМ.
2. Неправильно встановлено тепловий просвіт.
3. Не притертий, або спрацьований клапан.

III. Підвищене споживання і спрацювання масла.

Причини:

1. Спрацювання, або тріснув клапанний сальник.
2. Відкрився, або лопнув масловідбивний ковпачок.
3. Великий просвіт між стержнем клапана і направляючим клапана.

IV. На деяких режимах двигун троїть, або погано заводиться.

Причини:

1. Неправильно встановлений ГРМ.
2. Не виставлений тепловий просвіт.
3. Підвищений знос (розтяг пасу, або ланцюга).

Призначенням ТО-1 і ТО-2 є виявлення і попередження відмов і несправностей механізмів і систем двигуна шляхом своєчасного виконання контрольно-діагностичних, змащувальних, кріпильних, регулювальних і інших робіт.

Значний об'єм робіт при ТО-1 припадає на контроль і відновлення затягування різьбових з'єднань, що кріплять устаткування, трубопроводи і приймальні труби глушника, а також сам двигун на опорах.

При ТО-2 перевіряють і при необхідності підтягають кріплення головок циліндрів, регулюють теплові зазори в механізмі газорозподілу. Перевіряють і регулюють натягнення ременів приводу генератора і т.п.

Змащувальні роботи при ТО виконуються відповідно до таблиці мащення. Поглиблене діагностування виконують на стенді з біговими барабанами, який вмонтовується на оглядовій ямі. Цей пост включає пульт управління, вентилятор, а також пристрій навантаження і прилади, необхідні для діагностування. На посту можна визначити потужність двигуна і витрату палива, кількість газів, що прориваються в картер (газовим лічильником).

Для прослуховування стукотів двигунів використовують стетоскопи.

Зони прослуховування стукотів двигуна мають чітко визначені місця. Необхідно мати на увазі, що розпізнавання по характеру стукотів несправностей двигуна вимагає великих навиків.

ТО обслуговування КШМ і ГРМ

ЩТО:

1. Прослухати роботу двигуна на різних режимах роботи.

ТО-1:

1. Очистити двигун від пилу і бруду.
2. Перевірити кріплення двигуна до кузова.
3. Перевірити герметичність з'єднання кришки клапанів до головки блока.
4. Перевірити герметичність з'єднання піддона до картера.
5. Перевірити компресію у всіх циліндрах.
6. з'ясувати стан пасового, або ланцюгового приводу.

ТО-2:

1. Підтягнути болти кріплення головки блока.
2. Візуально перевірити стан всіх деталей клапанної групи.
3. Відрегулювати тепловий просвіт ГРМ.
4. З'ясувати стан КШМ і ГРМ прослуховуванням.

Техніка безпеки

Кожен водій, що бере участь в роботах по технічному обслуговуванню і ремонту автомобілів, винен чітко дотримуватись правил техніки безпеки.

Технічне обслуговування і ремонт машин дозволяється проводити тільки в спеціально призначених для цього місцях, оснащених всім необхідним устаткуванням для підняття кузова, підйомним механізмом з подальшою установкою під кузов козелків; при виконанні робіт знизу автомобіля зовні оглядової канами, естакади або підйомника застосовувати лежаки; дотримувати правила користування слюсарними інструментами, не застосовувати несправний, зношений або невідповідного розміру інструмент; для додаткового освітлення користуватися в оглядових канавах переносними лампами від мережі напругою не вище 12 В, а на підйомниках, естакадах - не вище 36 В; Переносний електроінструмент можна застосовувати за умови його справності при напрузі не більше 36 В. Якщо переносний інструмент перевищує 36 В, то він повинен видаватися разом із захисним пристосуванням (діелектричні рукавички, взуття, килимки і ін.).

Ділянка розбирання повинна мати міцні стіни, що не згорають. Підлоги на ділянці повинні мати рівну (без порогів), гладку, але не слизьку ударостійку, не всмоктуючу нафтопродукти поверхню. Їх необхідно систематично очищати від мастила і гріз.

Устаткування повинне бути розставлене з дотриманням необхідних проміжків. Не можна допускати скупчення на ділянці великої кількості агрегатів і деталей. Забороняється захаращувати проходи і підходи до дощок з пожежним інструментам і вогнегасникам.

У приміщенні майстерні завжди підтримувати порядок, не залишати замаслених ганчірок, здатних викликати самозагорання, містити електропроводку в справному стані, застосовувати переносні лампи напругою не більше 12 В. У приміщеннях, де обслуговуються автомобілі, не зберігати бензин, балони з газом, фарбу і інші легкозаймисті речовини і предмети, не використовувати газові пальники і паяльні лампи, що мають відкритий факел вогню, а також не застосовувати саморобні електропідігрівачі пристрої і не палити.

Оглядові канами повинні мати направляючі запобіжні борти і утримуватись в чистоті. Оглядові канами які не використовуються повинні бути обгороджені або закриті. Автомобілі повинні в'їжджати на канаву, коли в ній немає людей.

При постановці автомобіля на пост технічного обслуговування або ремонту необхідно на рульове колесо повісити табличку з написом: "Двигун не пускати - працюють люди !". Автомобіль при цьому повинен бути загальмований ручним гальмом і включенням першої передачі в коробці передач.

При обслуговуванні автомобіля, встановленого на підйомнику, необхідно на механізмі управління підйомником укріпити табличку з написом: "Не чіпати - під автомобілем працюють люди !". Для уникнення мимовільного опускання гідропідйомника потрібно після підйому автомобіля відкинути запобіжні стійки (козлики) або вставити штирі в отвори запобіжних труб, що висуваються разом з плунжерами.