

Лекція №3

Кривошипно-шатунний механізм

1. Призначення і загальна будова кривошипно-шатунного механізму.

Блок-картери і циліндри рядних і V -подібних двигунів, їх призначення, будова, умови роботи; матеріал виготовлення. Гільзи циліндрів (сухі і мокрі), їх призначення, переваги і недоліки. Встановлення гільз та ущільнення в місцях посадки. Конструктивні особливості циліндрів двигунів з повітряним охолодженням. Конструктивні особливості блоків циліндрів дизельних і карбюраторних двигунів.

2. Головки циліндрів, їх призначення, матеріал виготовлення. Фактори, які впливають на конструкцію головок блоку циліндрів. Принцип ущільнення (газового і рідинного) стиків між головкою та блоком циліндрів. Конструкція поршнів карбюраторних і дизельних двигунів.

3. Розмірні (вагові) групи поршнів, матеріал та технологія виготовлення Поршневі кільця, їх призначення, матеріал і обробка. Типи кілець, їх конструкція. Кількість і розміщення кілець на поршні.

4. Збірні кільця. Покриття кілець, зазори в замках і по висоті між кільцем та поршневою канавкою. Установка кілець.

5. Поршневі пальці, їх призначення, умови роботи, матеріал і обробка. Вимоги до поршневих пальців. Способи кріплення пальців. Плаваючі пальці характер спряжень.

6. Шатуни і шатунні підшипники. Типи шатунних підшипників. Будова нижньої та верхньої головок шатуна. Шатунні болти. Затягування болтів. Зазори в підшипниках.

7. Колінчасті вали і їх конструктивні форми. Фіксація колінчастого вала в осьовому напрямку. Робота циліндрів за різної форми вала для дво-, чотири-, шести- та дванадцятициліндрових двигунів.

8. Корінні підшипники, застосування кулькових і роликових підшипників. Зазори в корінних підшипниках.

Маховики, їх призначення, матеріал та способи кріплення. Фактори, від яких залежить маса і розмір маховика. Мітки на маховику. Гасник крутильних коливань.

Література:

1. Білокінь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. Трактори та автомобілі. - К.; Вища школа, 2003.; с.51-64.

2. Лебедев А.Т. та ін. Трактори та автомобілі: Ч. 1. Автотрак-торні двигуни. - К.: В.Ш 2000. с.56-90.

1. Загальна будова

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) призначений для перетворення поворотно-поступальної ходи поршня в обертальний рух колінчастого вала і сприйняття тиску газів, виникаючого в циліндрі.

Рухомі деталі КШМ включають: поршні з кільцями і поршневим пальцем, шатун, колінчастий вал, і маховик;

нерухомі деталі - картер, блок циліндрів, головка циліндрів (головка блоку), кришка розподільних шестерень і піддон (масляний картер).

2. Блок-картер (блок циліндрів)

Картер являє собою масивну нерухому металеву деталь, яка несе основні складові одиниці і деталі двигуна. Картер більшості двигунів виконаний в загальній відливці з блоком, наприклад - А-41, Д-240, СМД-60, ГАЗ-53, ЗІЛ-130. Тоді, такі відливки називаються блок-картерами. При цьому конструкція двигуна більш жорстка. Відливають блок-картери і картери із сірого чавуну або з алюмінієвого сплаву.

Циліндр разом із головкою та поршнем утворюють замкнутий об'єм, у якому протікає весь тепловий процес роботи двигуна. По конструктивному виконанню циліндри можуть бути виконані кожен окремо або загальною відливкою (блок циліндрів). Циліндри індивідуального виготовлення кріпляться до картера з допомогою шпильок.

Конструкція циліндрів, в основному, визначається способом охолодження. Якщо охолодження двигуна повітряне, то циліндри мають спеціальні ребра охолодження. При рідинному охолодженні між зовнішньою поверхнею циліндра і внутрішніми стінками блока існує кільцевий простір - водяна сорочка, яка заповнюється рідиною. Оскільки циліндри в двигуні зношуються в першу чергу, то вони виготовляються із змінними гільзами.

Внутрішня поверхня циліндра, всередині якої переміщується поршень, називається дзеркалом. Гільзи поділяють на мокрі і сухі (рис.4.1). Зовнішній бік мокрої гільзи охолоджується рідиною, а суху гільзу встановлюють у розточений циліндр блок-картера і охолоджувальна рідина омиває зовнішній бік циліндра. Товщина стінок мокрих гільз становить 6 - 8 мм, сухих 2 - 4 мм.

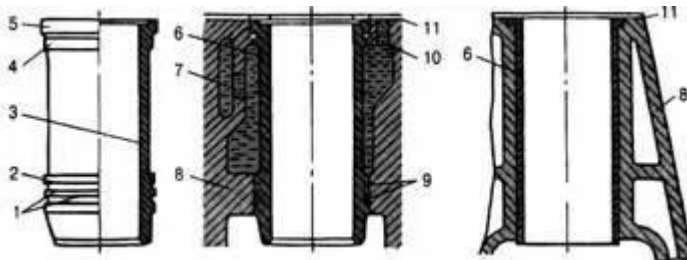


Рис. 4.1. Гільзи циліндрів: а – будова гільзи; б – встановлення в блок-картер мокрої гільзи; в – встановлення в блок-картер сухої гільзи: 1 – канавки для ущільнювальних кілець; 2, 4 – посадочні пояски; дзеркало циліндра; 5 – буртик; 6 –

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

Найбільше спрацювання проходить у верхній частині циліндра (гільзи), де висока температура і сильний корозійний вплив відпрацьованих газів. Тому, на деяких двигунах у верхній частині циліндра запресовують короткі вставки, виготовленні із антикорозійного чавуну.

За внутрішнім діаметром гільзи поділяють на групи: «Б» - велика; «С» - середня; «М» - мала. Літеру, якою позначається група, вибивають на торці верхнього бурта гільзи. При встановленні підбирають гільзи однієї групи. Це потрібно для забезпечення необхідного зазору між гільзами і поршнями, які також мають певні групи.

Знизу картер закриває піддон, який служить також резервуаром для масла. У масляному піддоні вмонтовано злив масла із зливною пробкою. На деяких двигунах у пробці закріплено магніт для вловлювання металевих частинок, які потрапляють у масло. Між масляним піддоном і картером встановлено картонну паронітову прокладку.

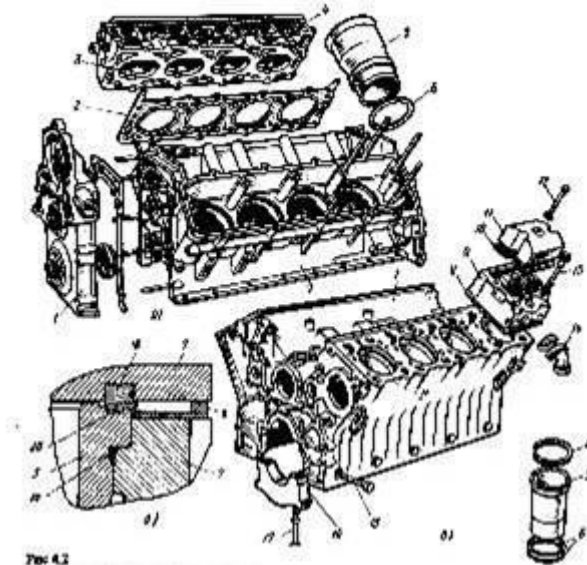


Рис 4.2 Деталі кривошипно-шатунного механізму:

а – V- образного карбюраторного двигуна; б - V- образного дизеля; в – з'єднання головки циліндра і гільзи, головки і блоку циліндрів дизеля КамАЗ-740; 1 – кришка блоку розподільних зубчатих коліс; 2 – прокладка головки блоку; 3 – камера згорання; 4 – головка блоку циліндрів; 5 – гільза циліндра; 6 і 19 – кільця ущільнювачів; 7 – блок циліндрів; 8 – гумова прокладка; 9 – головка циліндра; 10 – прокладка кришки; 11 – кришка головки циліндрів; 12 і 13 – болти кріплення кришки і головки циліндра; 14 – патрубок випускного колектора; 15 – болт – стягування; 16 – кришка корінного підшипника; 17 – болт кріплення кришки корінного підшипника; 18 – сталеве опорне кільце; 20 – сталева прокладка головки циліндра;

3. Циліндри двигуна

Циліндр служить направляючим для поршня і створює об'єм, необхідний для протікання ряду процесів робочого циклу двигуна. У двотактних двигунах циліндри забезпечують газообмін в двигуні. Циліндри можуть відлитися у вигляді одного блоку разом з верхньою частиною картера (ВАЗ-2110 і ін., рис.4.3,а), можуть відлитися окремо і кріпитися до верхньої половини картера двигуна (ЗАЗ-968М і ін.). Часто циліндри виготовляються у вигляді знімних гільз 5 (рис.4.3,в,г,д,е), встановлюваних в загальному блоці. Гільзи, безпосередньо омивані охолоджуючою рідиною, називаються "мокрими", а гільзи, зовнішня поверхня яких стикається з внутрішньою поверхнею блоку циліндра, називаються "сухими".

Використовування знімних гільз полегшує ремонт двигуна. Іноді у верхню частину циліндра (гільзи) запресовують коротку суху гільзу 1 з кислототривкого чавуну, що забезпечує рівномірний знос циліндра по висоті. Матеріалом для гільз є або сірий чавун (карбюраторні двигуни), або високоміцний легований чавун (дизелі ЯМЗ і КамАЗ і ін.).

Внутрішня поверхня циліндра для зменшення зносу ретельно обробляється і називається дзеркалом циліндра. Для установки гільз в блоці циліндрів двигунів ЗІЛ-130, ЯМЗ-236, КамАЗ-740, (рис.4.3,в,г) гільза має два направляючі поясочки - верхній і нижній і фіксується в осьовому напрямі верхнім буртом. У двигунах ГАЗ і ін. гільзи мають тільки один направляючий пояс і фіксуються в блоці нижнім буртом (мал.4.3,д). Верхній торець гільзи при установці в блок повинен виступати над його поверхнею на 0,02-0,15мм, тому при закріпленні головки блоку вона вдавлює свою прокладку в торець гільзи і притискує бурт гільзи до блоку.

Ущільнення нижньої частини гільзи здійснюється або гумовими кільцями 4 (рис.4.3,г), або мідною прокладкою 7 (рис.4.3,д).

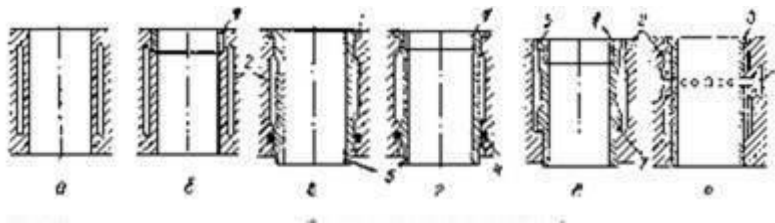


Рис 4.3 Схеми циліндрів двигунів.

а – без гільзи; б – з короткою сухою гільзою; в – з мокрою гільзою (ЯМЗ- 236, ЯМЗ- 238); г - з мокрою гільзою з двома посадочними поясоцками з короткою і сухою гільзою (ЗІЛ – 130); д – з мокрою гільзою і одним посадочним поясоцком і з короткою сухою гільзою (ГАЗ - 53); е – з довгою сухою гільзою і повітряною сорочкою; 1 – вставка; 2 – сорочка охолодження; 3 – напорегливий бурт; 4 – ущільнюоче кільце; 5 – мокра гільза; 6 – повітряна сорочка; 7 – мідне кільце.

4. Головка циліндрів

Головка циліндрів може бути встановлена на кожен циліндр окрема 9 (КамАЗ-740 мал.4.2,б) або цільна 4 (Рис.4.2,а) - на групу циліндрів.

Головка блоку циліндрів служить кришкою для циліндрів. Для герметичності між головкою і циліндрами встановлюється прокладка 2. Головка виготовляється з алюмінієвого сплаву, а затягуються гайки сталевих шпильок кріплення головки - на "холодну" в певній послідовності і зі встановленим зусиллям.

Головка також може бути виготовлена з сірого чавуну (двигуни ЯМЗ-236, ЗІЛ-645, Д – 65, Д – 240, А - 41 і ін.). В цьому випадку гайки сталевих шпильок кріплення головок затягуються "на гарячу", тобто з попереднім підігрівом.

Головка має канали для охолоджуючої рідини, для проходу повітря, горючої суміші і відпрацьованих газів, в ній встановлюються клапани, свічки запалення або форсунки (у дизелів) і інші деталі. У двигунах в головці циліндрів часто розташовуються камери згорання (стиснення), в яких виробляється попереднє стиснення горючої суміші.

Найбільше поширення набули напівклинові камери згорання III з одностороннім розташуванням клапанів (двигуни ЗІЛа, ЗМЗ, Ваза і ін., рис.4.4,а), півсферичні II з двостороннім розташуванням клапанів (двигуни Москвичів). Зміщені або Г-образні IV використовуються на двигунах старих моделей з нижнім розташуванням клапанів, але вони менш компактні, погано протистоять детонації, гірше забезпечують заповнення циліндрів свіжою горючою сумішшю.

У дизелів камери згорання розташовуються в поршні V і VI, а передкамери в головці циліндрів VII і VIII (Рис.4.4,б).

Між головкою і блоком циліндрів ущільненням служить азбестова прокладка, облямована металом або металева (сталь, мідь, дюралюміній) або азбестова, армована металевою сіткою.

Ущільнення каналів систем мастила і охолодження виконують іноді гумовими прокладками.

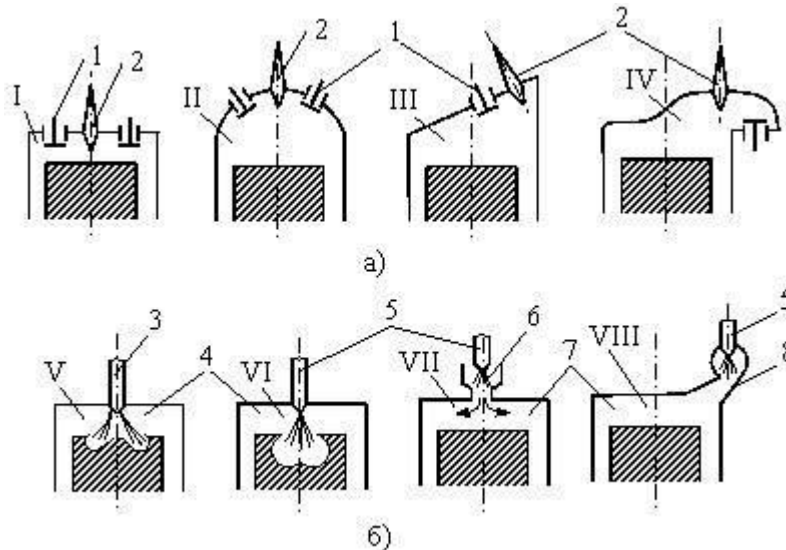


Рис.4.4. Форми камер згорання: а – карбюраторних двигунів; б – дизелів: I – циліндрична; II – напівсферична; III – клинова; IV – зміщена (Г- подібна); V і VI - нероздільна; VII і VIII – роздільні; 1 – клапан; 2 – свічка запалювання; 3 – насос-форсунка; 4 – камера згорання; 5 – форсунка; 6 – передкамера; 7 – основна камера; 8 – вихрова камера

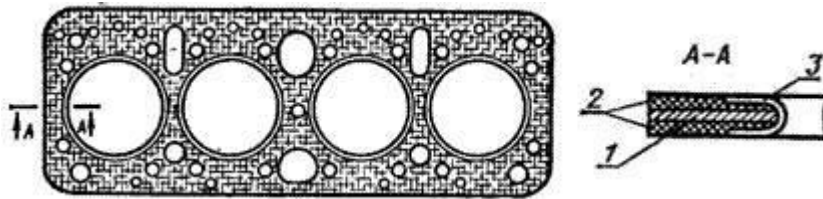


Рис4.5. Прокладка головки циліндрів чотирьохциліндрового дизеля: 1 – сталевий каркас; 2 – азбестові листи; 3 – обкантировка

5. Поршні

Поршень служить для сприйняття тиску газів, що розширюються, під час такту розширення і здійснює допоміжні такти (впускання, стиснення, випуск). Поршень 9 (рис.4.5) складається з трьох частин: головки, спідниці 8 і бобишек. Головка має днище 6 і канавки для поршневих кілець 3 і 4. Спідниця 8 є направляючою для поршня. Бобишки служать для кріплення поршневого пальця 2. З внутрішньої сторони на головці і днищі виконані ребра жорсткості для підвищення міцності. У бобишках проточені канавки для стопорних кілець 1, фіксуючі палець 2 від переміщень уздовж осі, щоб не пошкодити дзеркало циліндра. Оскільки поршень виготовляється з алюмінієвого сплаву, а гільзи циліндра з чавуну, то через великий коефіцієнт розширення алюмінієвого сплаву і великого нагріву, поршень має складну овально-конусну форму. Діаметр головки на 0,5- 0,7 мм менше діаметру спідниці, спідниця має еліпсну форму, овальність складає 0,2-0,4мм і велика вісь еліпса знаходиться в площині гойдання шатуна, тобто перпендикулярно осі поршневого пальця, де діє бічна сила. При нагріві поршень набуває циліндрову форму. Така конструкція запобігає заклинюванню поршня в циліндрі, зменшує стукіт при роботі холодного двигуна, зменшується знос дзеркала і циліндра. На поршнях деяких двигунів на спідниці поршня є наскрізний Т-образний розріз, це запобігає заклинюванню поршня в циліндрі. Поверхню спідниці, що третяся, покривають тонким шаром олова (0,004-0,006мм) для поліпшення прироблення. Для кращого урівноваження двигуна поршні підбирають однакової ваги з різницею не більш 2-8г. У поршнях двигунів ЗІЛ-508 і КамАЗ під верхнє компресійне кільце влита чавунна вставка, що зменшує знос канавки. Діаметр отвору в бобишках трохи менше діаметру поршневого пальця, а тому при збірці поршень заздалегідь нагрівають до 80-900 і після охолодження палець в бобишках не повертається.

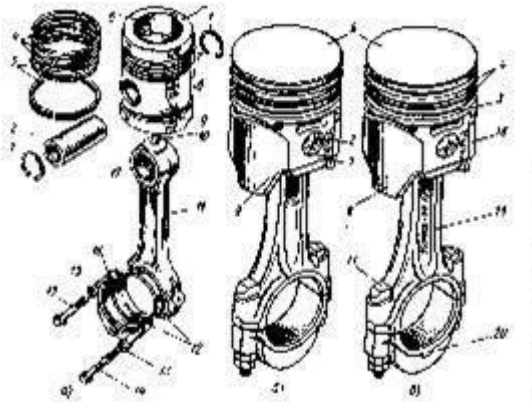


Рис 4.5 Шатунно-поршнева група:

а – дизелів сімейства ЯМЗ; б і в – двигунів автомобілів ГАЗ – 53-12 (дані поршні в зборі з шатуном, встановлювані в перший, другий, третій і четвертий циліндри правого блоку і в п'ятий шостий сьомий і восьмий циліндри лівого блоку); 1 – стопорне кільце; 2 – поршневий палець; 3 – маслосбірна кільця; 4 – компресійні кільця; 5 – камера згорання в днищі поршня; 6 – днище поршня; 7 – головка поршня; 8 – спідниця; 9 – поршень; 10 – розпилювач масла (форсунка); 11 – шатун; 12 – вкладиші; 13 – замкова шайба; 14 – довгий болт; 15 – короткий болт; 16 – кришка шатуна; 17 – втулки головки шатуна; 18 – напис на поршні; 19 – номер на шатуні; 20 – влучна на кришці шатуна; 21 – шатунний болт.

При роботі двигуна, поршень нагрівається, діаметр бобишек збільшується і палець повертається, як в бобишках, так і у верхній головці шатуна. Така конструкція називається "плаваючий палець" і дозволяє уникнути стукотів пальця в поршні і збільшує термін служби. Під час переходу поршня через ВМТ він переміщається від однієї стінки циліндра до іншої, що супроводжується стуками. Щоб усунути ці стуки, вісь отвору під поршневий палець зміщують на (1,5-2,0мм) убік максимального бічного тиску (якщо дивитися на двигун спереду, то зсув робиться вліво). Оскільки поршень має складну геометричну форму, то для правильної його установки в циліндр на ньому робляться спеціальні мітки, які повинні поєднуватися з мітками на шатуні. На днищах поршнів двигунів ЯМЗ-236 зроблене поглиблення у формі тора, яке є неподіленою камерою згорання, що забезпечує добре завихрення і розпилювання палива і повніше його згорання. Крім того на поршні двигуна КамАЗ зроблені проточки під тарілки клапанів впускання, випускного, оскільки зазор між днищем поршня і головкою циліндра у цього двигуна дуже малий (біля 0,5мм). Поршень двигунів ЗМЗ має на спідниці напівкруглі вирізи для проходження протитави колінчастого валу, що одночасно зменшує вагу поршня і зменшує дію сил інерції. На спідниці поршня ЯМЗ-236 є додаткова канавка для

маслоз'ємного кільця, що зменшує можливість попадання масла з картера в камеру згорання. Поршні до циліндрів підбирають по розмірних групах, що звичайно маркуються буквами А, В, З, D, Е.

6. Поршневі кільця

Поршневі кільця по призначенню поділяють на компресійні (ущільнювальні), які встановлюють по 3-4, і маслоз'ємні - по 1 або 2.

Поршневі компресійні кільця служать для ущільнення зазору між поршнем і стінкою циліндра. В результаті їх встановлення попереджується прорив повітря чи газів з простору над поршнем в картер двигуна, а також проникнення масла в камеру згорання. Одночасно компресійні кільця відводять тепло від головки поршня до стінок циліндрів. Компресійні кільця притискаються до стінки циліндра силами своєї пружності і тиску газів. Виготовляють їх із легованого чавуну або сталі.

Виріз в поршневому кільці називається замком. Замки мають різну форму: пряму, косу (30-40 °) ступінчасту або фасонну. Найбільше поширення отримали кільця із прямими замками. Щоб зменшити проривання газів через замки (величина яких на встановлених в гільзу кільцях 0,2...0,8 мм), кільця встановлюють так, щоб замки не перебували в одній площині, а залежно від числа кілець - під кутом 90... 120°. Компресійне кільце працює надійно, якщо воно щільно прилягає до дзеркала циліндра. Для забезпечення щільного прилягання кільця виготовляють з різною формою поперечного перерізу (рис.15). Якщо прийняти тиск в камері згорання за 100% то зверху перше кільце сприймає (гасить) 76% тиску, друге -20%, третє - 7,6%.

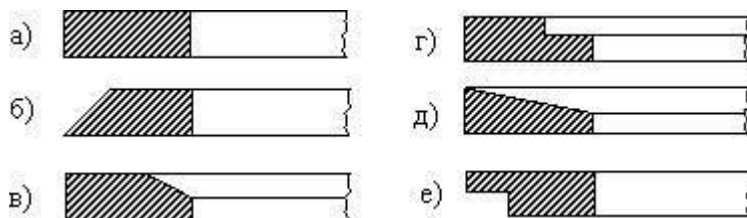


Рис. 4.6. Форми поперечних січень поршневих компресійних кілець: а - прямокутне; б - конусне; в - з фаскою із внутрішньої сторони; г - з виточкою на внутрішній стороні; д - одностороння трапеція; е - кільце з виточкою по зовнішній стороні

Маслоз'ємні кільця знімають зайве масло із дзеркала циліндра й відводять його в картер через отвори в кільцях та масловідвідні канали в канавках поршня (рис.4.6.1). Масло яке залишається маслоз'ємні кільця рівномірно розподіляють по дзеркалу. Як правило на поршень встановлюють одне або два кільця. За конструктивним виконанням вони бувають циліндричні з проточками та отворами для відведення масла, з пружним розширювачем, скребкового типу, яких в канавку поршня вкладається два. Збірні маслоз'ємні кільця з пружними розширювачами (рис.4.6.1 в) краще знімають масло зі стінок циліндра.

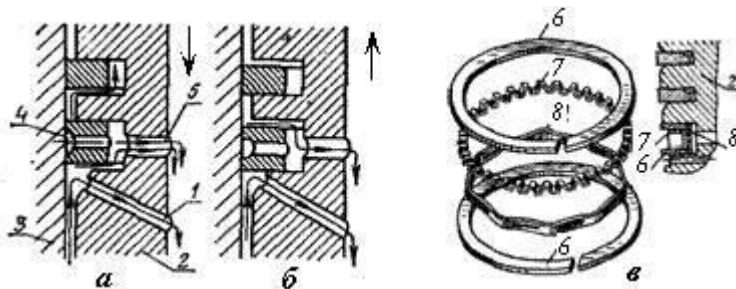


Рис.4.6.1. Маслоз'ємні поршневі кільця: а - схема роботи маслоз'ємних кілець при русі поршня вниз; б - схема роботи маслоз'ємних кілець при русі поршня вверх; в - збірне маслоз'ємне кільце: 1 - масло відвідний канал; 2 - поршень; 3 - циліндр; 4 - проріз в кільці; 5 - канал в поршні; 6 - плоскі сталі кільця; 7 - осьовий розширювач; 8 - радіальний розширювач

Вони складаються з двох сталених дискових кілець 6 між якими встановлюють розширювачі - осьовий 7 і радіальний 8. Радіальний розширювач виготовлений із сталеної пластини, яка завдяки своїй пружності збільшує тиск кілець на дзеркало. Маслоз'ємні кільця виготовляють як із чавуну, так і сталі.

7. Поршневі пальці

Поршневий палець служить для шарнірного з'єднання поршня із шатуном. При роботі поршневий палець піддається механічним навантаженням, змінними по значенню і напрямку, тому повинен бути міцним і жорстким. Крім цього, поршневий палець повинен бути легким і зносостійким. Виготовляють пальці із труб маловуглецевої сталі. Поверхню цементують на глибину до 1,5 мм, загартовують, а потім шліфують і полірують. Внутрішня поверхня поршневого пальця циліндрична або конічно-циліндрична для збільшення його жорсткості. Деколи з обох сторін в бобишках палець закривається алюмінієвими заглушками.

У сучасних автомобілях під час роботи палець вільно обертається у бобишках і у верхній головці шатуна, тому його називають плаваючим. Для того щоб палець під час роботи двигуна не переміщався в осьовому напрямку і не пошкоджував при цьому дзеркало гільзи циліндра, його закріплюють.

За величиною зовнішнього діаметра пальці поділяють на розмірні групи, які позначаються на внутрішній поверхні пальців. При складанні розмірні групи пальців і поршнів повинні співпадати. Відсутність маркування свідчить про єдину розмірну групу.

"Плаваючі" пальці, що повертаються в поршні і в шатуні, від осьового зсуву утримуються стопорними кільцями в поршні. "Неплаваючі" пальці запресовуються у верхню головку шатуна, в ній не повертаються і стопорних кілець не вимагають. Пальці підбирають до поршнів по розмірних групах, що позначаються на пальцях і поршнях фарбою певного кольору.

8. Шатуни

Шатун служить для передачі зусилля від поршневого кільця до колінчастого валу і їх з'єднання.

Шатун з'єднує поршень через поршковий палець з шатунною шийкою колінчастого валу. Внаслідок того, що на шатун діють значні зусилля, які розтягують або стискають його стержень, шатуни повинні бути міцними, жорсткими і легкими. Шатуни виготовляють з високоякісної сталі, потім піддають термічній обробці (загартуванню та відпуску). Шатун (див. рис.4.8) складається з верхньої та нижньої головок і стержня.

Верхня головка не рознімна. Для зменшення тертя шатуна з поршневим пальцем у верхню головку запресовують підшипник, виготовлений у вигляді бронзової або сталеної втулки з шаром бронзи. Змащення поршневого пальця здійснюється завдяки отворам у верхній головці, які вловлюють краплини масла.

Стержень шатуна для більшої міцності двотавровий і переходить у нижню та верхню головки. Така конструкція забезпечує необхідну міцність і жорсткість при мінімальній масі.

Площина роз'єднання нижньої головки перпендикулярна до осі симетрії шатуна (дизелі Д-21А, Д-120, Д-37Е, Д-Н4, Д-240) або розміщена під кутом 45° до вертикальної осі шатуна (дизелі Д-65, А-41, СМД-60). Кришку 10 нижньої головки шатуна кріплять до нього двома болтами 8, виготовленими з високоякісної сталі. Гайки болтів шатуна затягують динамометричним ключем і ретельно шплінтують або стопорять спеціальними стопорними шайбами.

Нижню головку шатуна і кришку розточують разом для отримання отвору правильної циліндричної форми. Тому, кришку не можна перевертати або переставляти на інші шатуни. На шатунах і кришках з одного боку ставлять необхідні для цього мітки.

У нижній головці шатунів встановлюють підшипники ковзання, що складаються з двох вкладишів. Взаємозамінні тонкостінні вкладиші виготовлені із сталеної стрічки (товщиною 1,3 - 1,8 мм для карбюраторних двигунів і 2 - 3,6 мм для дизелів), залитої антифрикційним сплавом АСМ, АСМТ, АО-20 (товщина шару відповідно 0,25 - 0,40 мм і 0,3 - 0,7 мм). Застосування сталєалюмінієвих вкладишів з тонким антифрикційним шаром забезпечує надійну роботу підшипника при малому зазорі між шийкою валу і вкладишами. На дизелі автомобіля КамАЗ-5320 застосовують тришарові взаємозамінні шатунні вкладиші, залиті тонким шаром свинцевої бронзи.

Від осьового зсуву і прокручування шатунні підшипники утримуються в своїх гніздах вусиками, що входять в пази, які розташовані на одній стороні шатуна. Масло до вкладишів надходить по каналах, виконаних в колінчастому валу, коли ті під час його обертання співпадають з отворами вкладишів. За допомогою каналу на внутрішній поверхні масло рівномірно розподіляється по поверхні вкладиша.

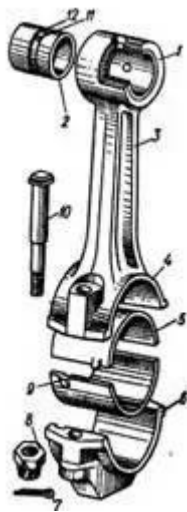


Рис.4.8. Шатун і шатунні підшипники: 1 – верхня головка; 2 - втулка верхньої головки; 3 - стержень; 4 - нижня головка; 5 - вкладиш шатунного підшипника; 6 - кришка нижньої головки; 7 – шплінт; 8 – гайка; 9 - вус-фіксатор; 10 - шатунний

9. Колінчастий вал.

До деталей групи колінчастого валу належать: колінчастий вал, маховик, корінні підшипники, пристрої для фіксації колінчастого валу від осьових переміщень, маслороздавачі і сальники.

Колінчастий вал сприймає ударні навантаження, які передаються від поршнів через поршневий палець і шатун. Крутний момент, який розвивається на колінчастому валу, передається на трансмісію, а також використовується для приводу в рух різних механізмів і деталей двигуна.

Колінчастий вал (рис.4.9.1.) складається із наступних основних елементів: корінних шийок 1, якими вал спирається на корінні підшипники, що розміщені у картері; шатунних шийок 11; шік 2 і 12, які зв'язують корінні і шатунні шийки для зменшення концентрації напружень; носка (передній кінець); хвостовика (задній кінець).

Місця переходу шийок в щоки виконані у вигляді заокруглень і називаються галтелями 13. З метою розвантаження корінних підшипників від дії відцентрових сил, на щоках колінчастих валів деяких двигунів, встановлюються противаги 14.

Шатунні і корінні шийки вала спрацьовуються від тертя, тому матеріал колінчастого вала повинен бути досить твердим, водночас в'язким і мати високу міцність. Колінчасті вали виготовляють з якісної вуглецевої сталі (СМД-60, Д-240, ЯМЗ), способом гарячого штампування або відливають з високоміцного чавуну (ГАЗ-53). Робочі поверхні загартовують струмом високої частоти на глибину від 1,5 до 0,9 мм, шліфують і полірують з великою точністю (овальність і конусність шийок не повинна перевищувати 0,01 мм).

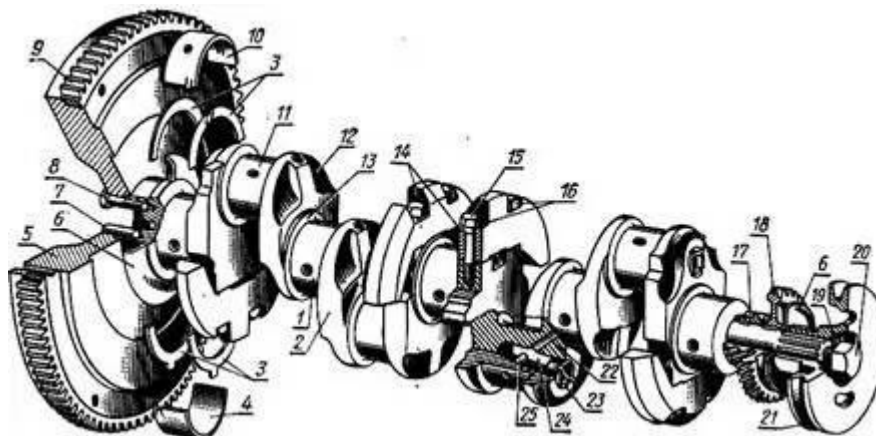


Рис.4.9.1. Колінчастий вал дизеля: 1- корінна шийка; 2, 12 – щоки; 3- упорні півкільця; 4 – нижній вкладиш корінного підшипника; 5 – маховик 6 - масловідбивна шайба; 7 – установочний штифт; 8 – болт; 9 – зубчатий вінець; 10 - верхній вкладиш п'ятого корінного підшипника; 11 – шатунна шийка; 13 – галтель; 14 – противага; 15 – болт кріплення противаги; 16 – замкова шайба; 17 – шестерня колінчастого вала; 18 – шестерня приводу масляного насоса; 19 – упорна шайба; 20 – болт; 21 – шків; 22 – канал підведення масла в порожнину шатунної шийки; 23 пробка; 24 – порожнина в шатунній шийці; 25 – трубка для чистого масла

Форма колінчастого вала залежить від кількості і розташування циліндрів, порядку роботи і тактності двигуна. Кількість шатунних шийок в рядних двигунах відповідає кількості циліндрів двигуна, а у V- подібних - кількості циліндрів в одному ряду, оскільки в них до одної шийки приєднано два шатуни. Корінних шийок на одну більше, ніж шатунних. Шатунні шийки відносно одна одної у дво- і чотирициліндрових двигунів зміщені на 180°, у шестициліндрових - на 120°, у восьмициліндрових – на 90°. Це забезпечує рівномірне чергування робочих тактів і зрівноваження сил інерції.

У передній частині вала встановлено одну або дві (двигун

Д-240) шестерні 17 і 18 приводу газорозподільного механізму та масляного насоса, шків 21 приводу вентилятора. Хвостовик колінчастого вала закінчується фланцем для кріплення маховика. Для обмеження переміщення колінвала в поздовжньому напрямку, використовуються стопорні упорні шайби 19 та напівкільця 3.

У більшості двигунів у колінчастому валові робляться отвори для підведення мастила до корінних і шатунних підшипників, а також передбаченні порожнини 24 для відцентрової очистки масла (в щоках і корінних шийках є отвори і порожнини для накопичення металевих домішок).

Шатунні та корінні підшипники колінчастого вала більшості двигунів є підшипниками ковзання. Підшипники кочення застосовують тільки в одно-, двоциліндрових двигунах та в двигунах з різним колінчастим валом.

Вкладиші корінних підшипників за будовою подібні до шатунних. Вкладиші виготовляють із сталеної стрічки товщиною 1...3 мм; шар антифрикційного сплаву становить 0.1...0,9 мм. Цей сплав наноситься безпосередньо на сталену стрічку або на металокерамічну основу (60% міді та 40% нікелю).

Як антифрикційні сплави використовують високо-олов'яністі бабіти на свинцевій основі, свинцевисті бронзи, сплави на алюмінієвій основі та інші. У бабітів незначний коефіцієнт тертя і вони добре змащуються, однак з підвищенням температури їх механічні властивості погіршуються. Застосовують бабіти для виготовлення вкладишів карбюраторних двигунів.

Свинцевисті бронзи й алюмінієві сплави використовують для виготовлення вкладишів дизелів, оскільки вони можуть працювати при навантаженнях більше 10 МПа і температурі понад 800С.

Мідно-нікелева основа тришарового вкладиша зміцнює з'єднання бабіту зі сталеною стрічкою. Шар бабіту на основі товщиною до 0,1 мм.

Перед встановленням вкладиші вкривають тонким шаром олова (0,002...0,003 мм) для швидкого припрацювання третьових поверхонь, щільного їх прилягання і кращого відведення теплоти від підшипника.

Для компенсації подовження вала при нагріванні передбачено певний осьовий зазор. Обмежується осьове переміщення колінчастого вала більшості двигунів (в межах 0,1...0,5мм) різними способами: упорними півкільцями, ущільнювальними вкладишами і вставками, буртиками, виконаними на колінчастому валі тощо.

Підшипники корінні 14 і 15 і шатунні 2 (рис.4.9.2) складаються з двох сталевих вкладишів кожен, на які наноситься антифрикційний шар (АТ-20 або свинцева бронза). Для запобігання осьовому зсуву валу передбачається напоягливий підшипник ковзання (рис.4.9.3), що складається з двох кілець або чотирьох напівкілець 25 і 27 з антифрикційного матеріалу (бронза) цілком або із сталі, але з антифрикційними шаром.

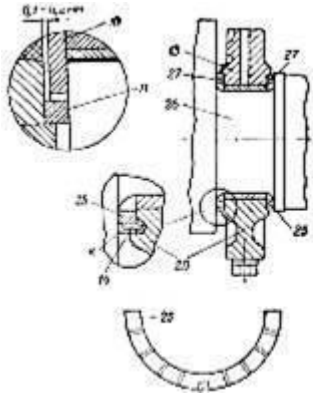


Рис 4.9.3
Осьова фіксація колінчастого валу
1 – блок-картер; 2 і 5 – півкільця;
3 – кришка корінного підшипника;
4 – штифт стопорний; 6 – корінна шийка;

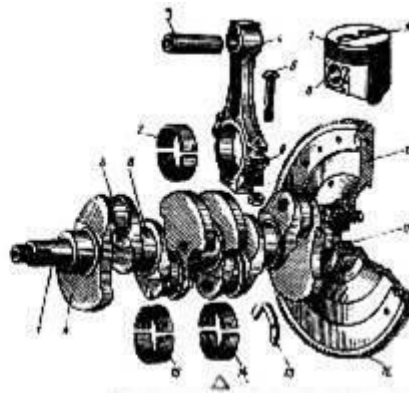


Рис 4.9.2 Деталі кривошипно-шатунного механізму двигуна ГАЗ – 2105:

1 – колінчастий вал; 2 – вкладиші підшипника нижньої головки шатуна; 3 – поршневий палець; 4 – шатун; 5 – болт кришки шатуна; 6 – кришка нижньої головки шатуна;

7 – головка поршня; 8 – бобишка; 9 – лунки; 10 – маховик; 11 – підшипник первинного валу коробки передач;

12 – зубчатий вінець маховика; 13 – напоягливе півкільце; 14 – вкладиші першого, другого, четвертого і п'ятого корінних підшипників; 15 – вкладиші третього (центрального) корінного підшипника; а – противага;

б – шатунна шийка; в – корінна шийка;

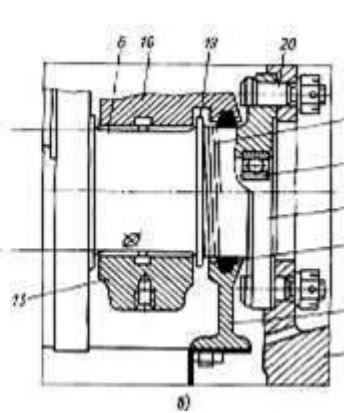
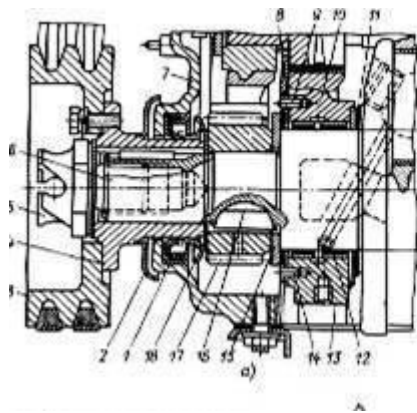


Рис. 4.9.4 Ущільнення колінчастого валу:

а – ущільнення переднього кінця валу; б – ущільнення заднього кінця валу; 1 – самопідтискний сальник; 2 – пилевидбивач; 3 – шків приводу водяного насоса, вентилятора і генератора; 4 – маточина; 5 – храповик; 6 – колінчастий вал; 7 – кришка блоку розподільних зубчатих коліс; 8 – передня нерухома шайба; 9 і 14 – штифти; 10 – блок циліндрів; 11 – задня нерухома шайба; 12 – вкладиш; 13 – кришка корінного підшипника; 15 – напояглива шайба, що обертається; 16 – шпонка; 17 – розподільне зубчате колесо; 18 – оливодбивач; 19 – оливодбивний гребінь; 20 – болт кріплення маховика; 21 – оливосгінне різьблення; 22 – шарикопідшипник валу коробки передач; 23 – фланець; 24 – сальник; 25 – утримувач сальника; 26 маховик.

Ущільнення переднього і заднього кінців валу (рис.4.9.4) здійснюється гумовими самопідтискними сальниками 1 або азбестовим шнуром 24 (двигуни ГАЗ і ЗІЛ, Д - 65, Д - 240) (рис.4.9.5).

Для підвищення зносостійкості шийок їх гартують ТВЧ і шліфують, а перехід від шийки до щоки роблять плавним.

Сталеві вали виготовляють штампуванням, вали з високоміцного чавуну литвом.

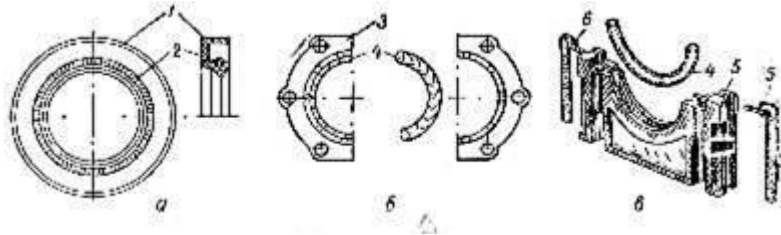


Рис 4.9.5 Сальники колінчастого валу:

а – самопідтисної; б і в – задні двигунів ГАЗ; 1 – гумове кільце; 2 – стягнута пружина; 3 – утримувач ущільнювача; 4 – шнур ущільнювача; 5 – утримувач сальника; 6 – г- образний гумовий ущільнювач.

10. Маховик

Маховик служить для зменшення нерівномірності обертання колінчастого валу, накопичення енергії під час робочого ходу і використання її для обертання валу під час підготовчих тактів, висновку деталей КШМ з мертвих точок, полегшення пуску двигуна і зрушення автомобіля з місця, а також для передачі моменту, що крутить, агрегати трансмісії.

Виготовляється маховик 10 (рис.4.9.2) з чавуну і піддається динамічному балансуванню в зборі з колінчастим валом і зчепленням. На колінчастому валу маховик встановлюється в строго певному положенні за допомогою несиметрично розташованих спеціальних штифтів або болтів кріплення до фланця або до торця колінчастого валу.

На обід маховика напресовується зубчатий вінець 12, призначений для обертання колінчастого валу стартером при пуску двигуна. На торець або обід маховика часто наносять мітки, по яких визначають положення поршня першого циліндра при установці запалення і моменту початку подачі палива.