

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



АВТОМОБІЛІ

Конспект лекцій
для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший бакалавр
ОПП «Автомобільний транспорт»
спеціальності: 274 «Автомобільний транспорт»
денної форми навчання

Любешів 2023

Лекція №1

Тема: Тенденції розвитку конструкцій автомобілів. Рухомий склад автомобільного транспорту. Загальний устрій автомобіля

План

1. Мета та задачі дисципліни "Автомобілі".
2. Історія створення і розвитку автомобіля.
3. Класифікація рухомого складу автомобільного транспорту.
4. Технічна характеристика автомобіля.
5. Основні складові частини автомобіля. Їх призначення.

1. Викладання дисципліни має на меті вивчення: конструкцій автомобілів, їх класифікації, улаштування та конструктивні особливості. Після викладання курсу "Автомобілі" студент повинен знати призначення механізмів та агрегатів автомобіля, його складові частини, принцип дії, матеріали з яких виготовлені основні деталі, місця розташування регулюючих пристроїв, переваги та недоліки механізмів конструкцій. Студент повинен вміти всебічно оцінювати конструкції сучасних автомобілів, визначати принцип дії їх механізмів і систем, оцінювати вплив конструкції на ефективність використання автомобіля, визначати типи рухомого складу та раціональної сфери його застосування. Студент повинен мати навички визначення конструкцій автомобілів, а також принципи роботи його складових частин, механізмів, агрегатів, деталей.

2. Про перший автомобіль в історії згадувалось ще в середині 18-го століття. У той час використовувалися в побуті паросилові машини, які могли перевозити людей. Існує думка, що автором креслень першого автомобіля був відомий винахідник Леонардо да Вінчі, але немає точного підтвердження, що це було дійсно так.

У ході розвитку галузі було багато різних варіацій транспортних засобів, які розрізнялися зовнішньо і за принципом роботи. Фантазія конструкторів не мала особливих меж. Ось наприклад, в 1806 році з'явилися машини, що працюють на пальному газу і мали двигун внутрішнього згорання. Потім в подальшому, в 1885 році, були відомі випадки використання газолінового або бензинового двигуна внутрішнього згорання.

У якийсь період часу автомобіль розцінювався більше як предмет розкоші, і не всі могли собі дозволити придбати таку річ. Одночасно з цим, в 1884 році, був створений автомобіль на паровій тязі, він називався La Marquise (офіційна назва – De Dion-Bouton et Trepardoux).

Перше конвеєрне виробництво автомобілів було розпочато в 1889 р. в Німеччині Карлом Бенцем. І вже до початку 20-го століття масове виробництво авто почали виробляти у Франції і США.

Також на початку 20-го століття, з'явилися агрегати, що працювали на електриці. Відомо, що в 1900 році, Фердинанд Порше, відтворив електромобіль, у якого було цілих 4 колеса, а в них розташовувалися електродвигуни, вони-то і приводили їх у рух. А в 1902 році, фірма «Spreker», що знаходилася в Голландії, випустила свій перший гоночний автомобіль вже з повним приводом. Ця машина була оснащена міжосьовим диференціалом. Вже в 1910-х роках, в Нью-Йорку, в таксі працювало до 70 тисяч

електромобілів. Однак надовго вони не затрималися, бо була особлива зацікавленість до створення більш екологічно чистого та малотоксичного авто.

Цікаво, що в 1906 році автомобіль фірми «Stanley», яка належала двом братам – Едгару і Фрілану Стенлі, встановив рекорд швидкості – 203 км/год. Вражає, чи неправда? Тільки от більше дивує те, що автомобіль працював на паровій тязі і розвивав просто божевільну швидкість. А модель авто, випущена в 1907 році проїжджала, всього лише на одноразовій заправці водою, повні 50 миль. Подумати тільки, за якихось 10-15 хвилин після запуску авто, необхідний тиск пару було легко досягнуто. Ось тому-то ці машини і користувалися особливим попитом у поліцейській та пожежній службах Нової Англії. На той період, фірма «Stanley» щорічно виробляла близько 1000 одиниць автотранспорту. А ось вже в 1909 році, ці ж брати відкрили в штаті Колорадо перший готель класу люкс. Гостей, що зупинялися в цьому готелі, від залізничної станції привозив паровий автобус. За фактом, так і з'явився автомобільний туризм. Компанія «Stanley» випускала автомобілі, що працюють на паровій тязі, аж до 1927 року. Незважаючи на свої плюси, все ж парові автомобілі зійшли з ринку, ще до середини 20-го століття, через свою дорожнечу і деякі складнощі при експлуатації.

У перебігу всієї своєї історії, автомобіль пережив кілька етапів «еволюції». Так, наприклад, парові і електромобілі, відносять до раннього етапу розвитку засобів пересування. За раннім етапом слідує ера Ветеранів. За цей період часу були створені такі машини, як Mercedes, Panhard et Levassor (1889 р.), за ним через два роки з'явилося Peugeot.

Відомо, що до початку 20-го століття, автотранспортна промисловість Європи помітно розквітла, особливо це відчувалося у Франції. Але і США не відставало. Однак у період Ветеранів автомобіль був більше предметом розкоші, ніж для використання за призначенням. Виробництво автомобілів ще не було настільки розвинене, тому траплялися часті поломки, адже доріг, придатних для машин по суті і не було. Незважаючи на великий попит користування транспортом, паливо було важко дістати. А машина, яка була в експлуатації більше півроку – не мала ніякої цінності, адже конвеєрне виробництво було відмінно налагоджено. І все ж відбулася та ситуація, яка виправдала корисність використання авто. Все завдяки дружині творця Mercedes, Карла Бенца, коли на авто було подолано відстань в 106 км практично без проблем.

В подальшому, конструкція автомобіля пройшла через безліч етапів. Зовнішній вигляд і принцип роботи агрегату постійно видозмінювався. За всю історію існування автомобіля, яка і донині не припиняє розвиватися, було сконструйована і випущена незліченна кількість екземплярів.

3. Автомобіль — це транспортна безрейкова машина на колісному або напівгусеничному ході, що приводиться в рух власним двигуном і призначається для перевезень вантажів, людей та виконання спеціальних завдань. Автомобілі, а також причіпні засоби становлять рухомий склад автомобільного транспорту.

Автомобільний рухомий склад за призначенням поділяють на:

- вантажний;
- пасажирський;
- спеціальний.

До вантажного автомобільного рухомого складу належать:

- вантажні автомобілі;
- причепа;
- напівпричепа.

Вантажні автомобілі за характером використання бувають:

- ◆ загального призначення, кузови яких мають форму бортової платформи;
- ◆ спеціалізовані, кузови яких пристосовані для перевезення тільки певних вантажів (самоскиди — для перевезення сипких і в'язких вантажів, цистерни — для транспортування рідких вантажів, рефрижератори — для перевезення швидкопсувних вантажів).

За конструктивною схемою розрізняють:

- ◆ одиночні вантажні автомобілі;
- ◆ автопоїзди (тягач із причепом, напівпричепом). За вантажопідйомністю вантажні автомобілі поділяються на такі класи:
 - ◆ особливо малої вантажопідйомності (до 0,5 т);
 - ◆ малої (0,5...2 т);
 - ◆ середньої (2...5 т);
 - ◆ великої (5...15 т);
 - ◆ особливо великої (понад 15 т — позадорожній автомобіль).

За повною масою вантажні автомобілі поділяють на сім класів:

- 1) до 1,2 т;
- 2) 1,3...3;
- 3) 3...5;
- 4) 5...8;
- 5) 8...16;
- 6) 16...40;
- 7) понад 40 т.

До пасажирського автомобільного рухомого складу належать:

- ◆ легкові автомобілі, що призначаються для перевезення пасажирів (від 2 до 8, урахуваючи водія) та багажу;
- ◆ автобуси, які призначаються для перевезення 9 і більше чоловік (урахуваючи водія). Залежно від робочого об'єму циліндра двигуна (л) розрізняють п'ять класів легкових автомобілів:
 - ◆ особливо малий (1,2 л);
 - ◆ малий (1,3...1,8 л);
 - ◆ середній (1,9...3,5 л);
 - ◆ великий (понад 3,5 л);
 - ◆ найвищий (не регламентується).

Автобуси за призначенням поділяють на:

- ◆ міжміські;
- ◆ міські;
- ◆ місцевого сполучення.

Окрему групу становлять туристичні автобуси. За довжиною автобуси поділяють на такі класи:

- ◆ особливо малі (до 5 м);
- ◆ малі (6...7,5 м);
- ◆ середні (8...9,5 м);
- ◆ великі (10,5...12 м);
- ◆ особливо великі (16,5 м та більше).

До спеціального автомобільного рухомого складу належать автомобілі, причепа і напівпричепа для нетранспортних робіт, відповідно обладнані (санітарні, пожежні, сміттєзбиральні, автокрани, автомобілі-автовишки тощо).

Автомобілі всіх типів за пристосованістю до роботи в різних дорожніх умовах поділяють на дві групи:

◆ автомобілі нормальної (звичайної) прохідності, що призначаються для руху вдосконаленими дорогами (мають один ведучий міст);

◆ автомобілі підвищеної прохідності, які призначаються для роботи у важких дорожніх умовах або навіть в умовах бездоріжжя(в них усі мости й колеса ведучі).

4. Кожний автомобільний завод випускає основну (базову) модель автомобіля та її модифікації, що відрізняється від базової деякими показниками й конструкцією. В інструкції. Яка додається до автомобіля заводом-виготовлювачем, наводяться дані його технічної характеристики, куди входять такі основні показники: колісна формула; номінальна вантажопідйомність або кількість місць; повна маса.

5. Будь-який автомобіль складається з трьох основних частин: двигуна, шасі, кузова.

Двигун перетворює теплоту, що виділяється під час згоряння палива, на механічну роботу руху.

Шасі становить основу для розміщення двигуна, кузова, мостів з колесами, підвісок і систем керування. До складу шасі входять: трансмісія, ходова частина, механізми керування.

Кузов автомобіля призначається для розміщення вантажів, водія та пасажирів. Кузов вантажних автомобілів складається з кабіни водія й вантажної платформи, а кузов легкових автомобілів – суцільнометалевий.

Лекція №2

Тема: Двигун і його призначення. Типи. Робочий процес та основні параметри двигуна

План

1. Призначення двигуна.
2. Типи автомобільних двигунів.
3. Основні геометричні параметри поршневих двигунів.
4. Чотиритактний цикл двигуна.
5. Вихідні характеристики двигуна.
6. Схема та принцип дії газотурбінного двигуна.
7. Схема та принцип дії роторно- поршневого двигуна.

1. Двигун автомобіля являє собою сукупність механізмів і систем, що перетворюють теплову енергію яка згорає в його циліндрах палива в механічну. На сучасних автомобілях найбільшого поширення набули поршневі двигуни внутрішнього

згорання, в яких розширюються при згорянні палива гази впливають на рухомі в їх циліндрах поршні. Бензинові двигуни працюють на легкому рідкому паливі - бензині, який отримують з нафти. Дизельні двигуни працюють на важкому рідкому паливі - дизельному, одержуваному також з нафти. Із зазначених двигунів найбільш потужними є бензинові, найбільш економічними і екологічними - дизелі, що мають більш високий коефіцієнт корисної дії. Так, при рівних умовах витрата палива у дизелів на 25 ... 30% менше, ніж у бензинових двигунів.

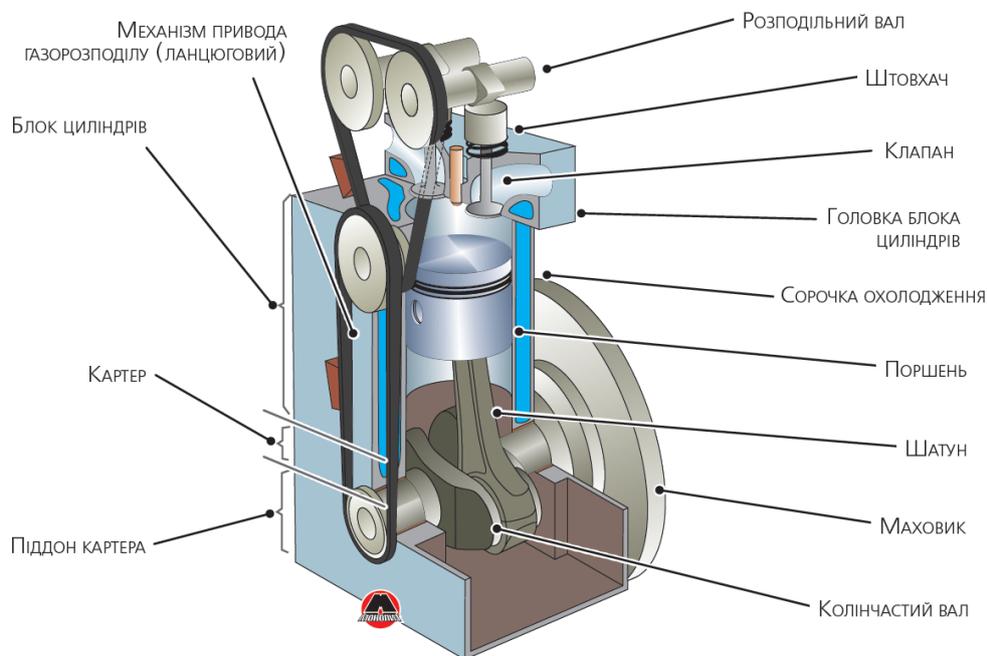


Рис. 1. Схема найпростішого одноциліндрового двигуна внутрішнього згорання

У двигунів із зовнішнім сумішоутворенням горюча суміш готується поза циліндрів, у спеціальному приладі - карбюраторі (карбюраторні двигуни) або у впускному трубопроводі (двигуни з упорскуванням бензину) і поступає в циліндри в готовому вигляді. У двигунів з внутрішнім сумішоутворенням (дизелі, двигуни з безпосереднім уприскуванням бензину) приготування горючої суміші виробляється безпосередньо в циліндрах шляхом уприскування в них палива. У двигунах без наддуву наповнення циліндрів здійснюється за рахунок вакууму, що створюється в циліндрах при рухів поршнів з верхнього крайнього положення в нижнє. У двигунах з наддувом горюча суміш надходить у циліндри під тиском, який створюється компресором. Примусове займання горючої суміші від електричної іскри, що виникає в свічках запалювання, проводиться в бензинових двигунах, а запалення від стиснення (самозаймання) - в дизелях.



Рис. 1.1. Двигун зовнішнього згорання

2. Вживані на автомобілях двигуни поділяються на типи за різними ознаками (рис. 1.3).

СХЕМА КЛАСИФІКАЦІЇ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

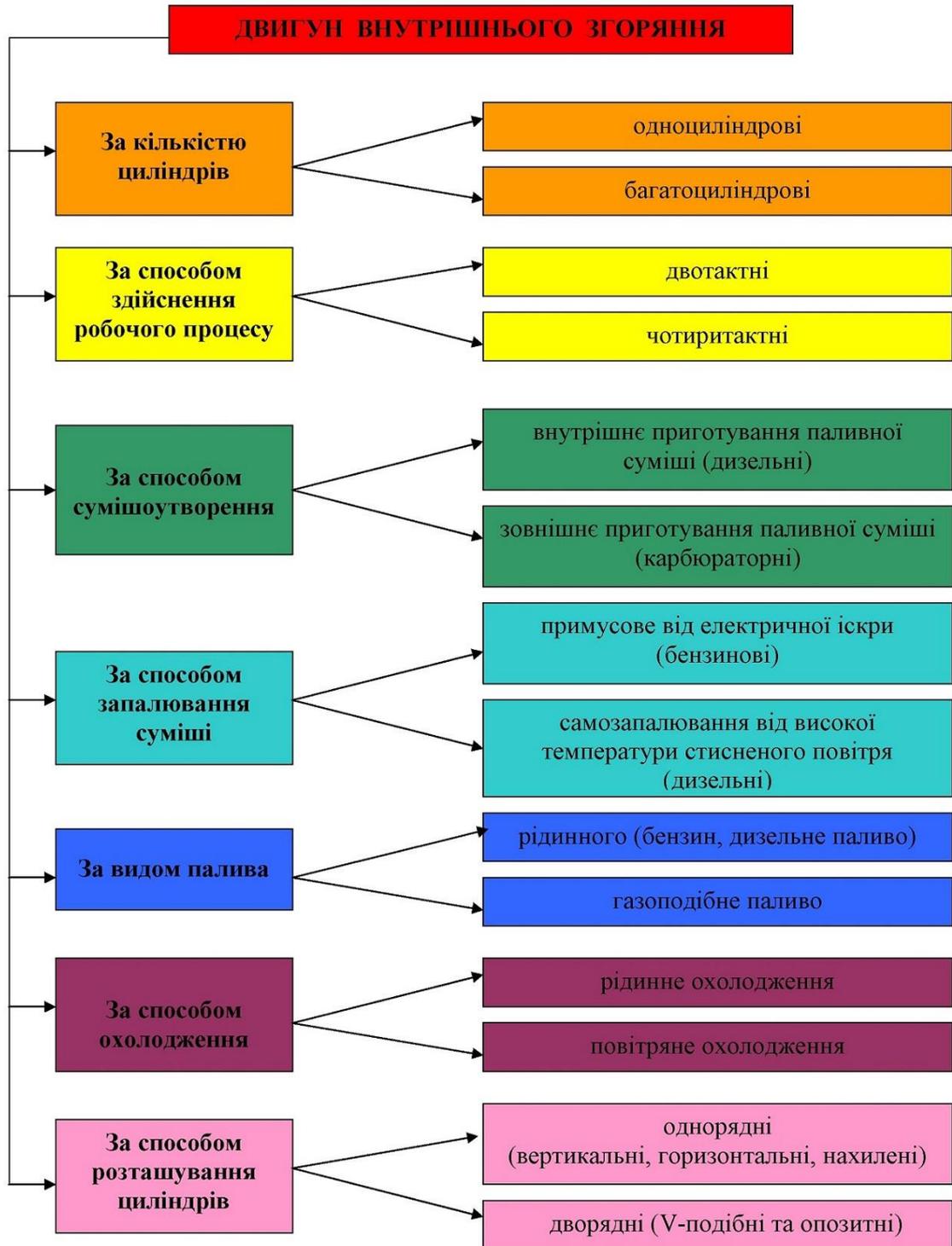


Рис. 1.3. Основні типи автомобільних двигунів, класифікованих за різними ознаками

У чотиритактних двигунів повний робочий процес (цикл) відбувається за чотири такту (впускання, стиснення, робочий хід, випуск), які послідовно повторюються при

роботі двигунів. Рядні двигуни мають циліндри, розташовані в один ряд вертикально або під кутом 20 ... 40 ° до вертикалі. V-подібні двигуни мають два ряди циліндрів, розташованих під кутами 60, 75 ° і частіше 90°. V-подібний двигун з кутом 180 ° між рядами циліндрів називається опозитним. Дво-, три-, чотири- і п'ятициліндрові двигуни виконуються зазвичай рядними, а шести-, восьми- і багатociліндрові - V-образними. У двигунах з рідинним охолодженням в якості охолоджуючої речовини використовують антифризи (низкозамерзаючі рідини), температура замерзання яких -40 ° С і нижче. У двигунах з повітряним охолодженням охолоджуючою речовиною є повітря. Більшість двигунів має рідинне охолодження, так як воно найбільш ефективне.

3. Розглянемо основні параметри двигуна, пов'язані з його роботою (рис. 2).

Верхня мертва точка (ВМТ) - крайнє верхнє положення поршня. У цій точці поршень найбільш віддалений від осі колінчастого вала.

Нижня мертва точка (НМТ) - крайнє нижнє положення поршня. Поршень найбільш наближений до осі колінчастого вала. У мертвих точках поршень змінює напрямок руху, і його швидкість дорівнює нулю.

Хід поршня (S) - відстань між мертвими точками, прохідне поршнем протягом одного такту робочого циклу двигуна. Кожному ходу поршня відповідає поворот колінчастого вала на кут 180 ° (пів-обороту).

Такт - частина робочого циклу двигуна, що відбувається при русі поршня з одного крайнього положення в інше.

Робочий об'єм циліндра (V_k) - обсяг, звільняється поршнем при його переміщенні від ВМТ до НМТ.

Об'єм камери згоряння (V_c) - обсяг простору над поршнем, що знаходиться в ВМТ.

Повний обсяг циліндра (V_a) - обсяг простору над поршнем, що знаходяться в НМТ:

$$V_a = V_k + V_c.$$

Робочий об'єм (літраж) двигуна - сума робочих обсягів всіх циліндрів двигуна, виражена в літрах (см^3).

Ступінь стиснення (S) - відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння, тобто, $S = V_a / V_c$

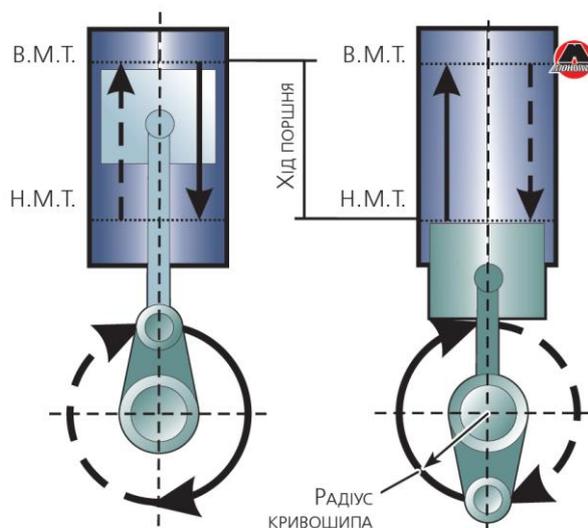


Рис. 2. Основні параметри двигуна

Ступінь стиснення показує, у скільки разів стискається суміш у циліндрі двигуна при ході поршня з НМТ у ВМТ. При підвищенні ступеня стиску збільшується потужність двигуна і поліпшується його економічність. Однак, підвищення ступеня стиснення обмежена якістю вживаного палива і збільшує навантаження на деталі двигуна. Ступінь стиснення для бензинових двигунів сучасних легкових автомобілів складає 8 - 10, а для дизелів 15 - 22. За таких ступенях стиснення в бензинових двигунах не відбувається самозаймання суміші, а в дизелях, навпаки, самозаймання суміші забезпечується. Хід S поршня і діаметр D циліндра визначають розміри двигуна. Якщо відношення $S / D < 1$, то двигун є короткоходним. Більшість двигунів легкових автомобілів короткоходний.

4. Робочий процес (цикл) чотиритактних двигунів складається з тактів впускання, стиснення, робочого ходу і випуску. Робочий процес відбувається за чотири ходи поршня або за два оберти колінчастого валу.

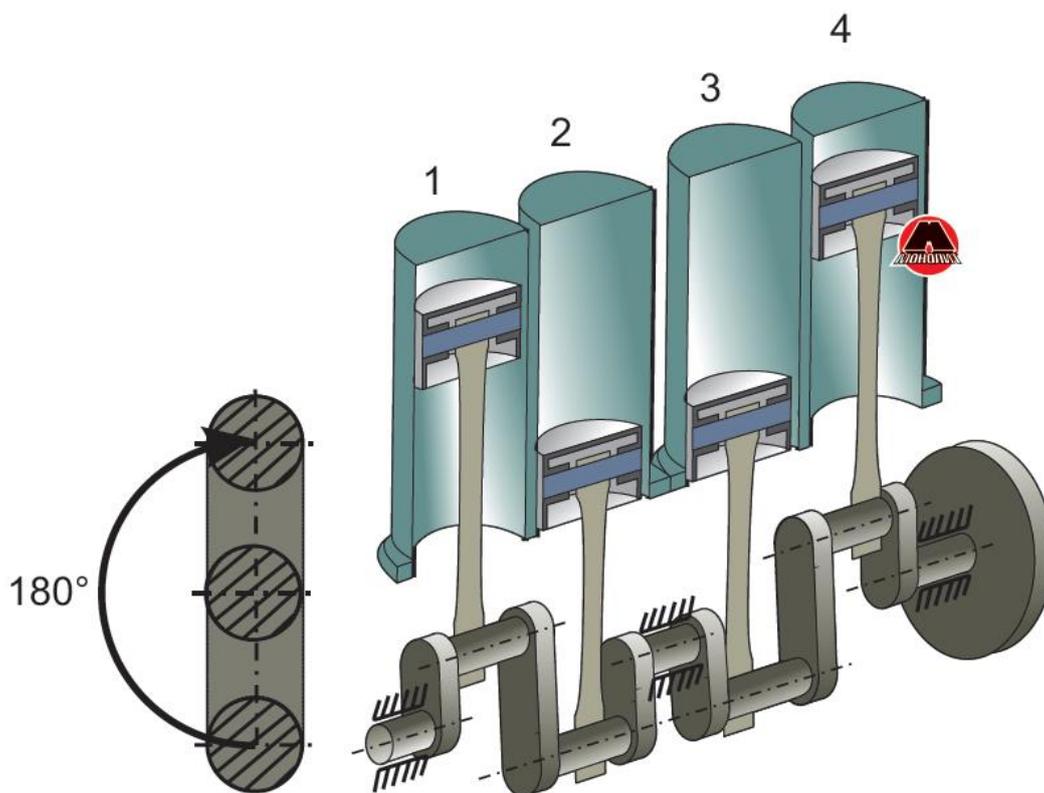


Рис. 3. Робочий процес чотиритактних двигунів

Розглянемо протікання робочого циклу бензинового двигуна. При такті впуску (рис. 3) поршень рухається від ВМТ до НМТ. Випускний клапан 5 закритий. Під дією вакууму, що створюється при русі поршня, в циліндр 3 надходить горюча суміш (бензину і повітря) через впускний клапан 7, відкритий розподільчим валом 6.

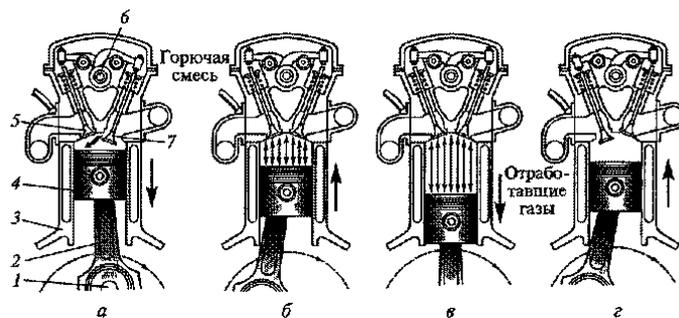


Рис. 4. Схема робочого процесу чотиритактного бензинового двигуна:

а - впускання; б - стиск; в - робочий хід; г - випуск; 1 - колінчастий вал; 2 - шатун, 3 - циліндр, 4 - поршень, 5 - випускний клапан; 6 - розподільний вал; 7 - впускний клапан

Горюча суміш переміщується з залишковими відпрацьованими газами, утворюючи при цьому робочу суміш. В кінці такту впуску тиск в циліндрі становить 0,08 ... 0,09 МПа, а температура робочої суміші - 80 ... 120 ° С. Такт стиску (рис.3, б) відбувається при переміщенні поршня від НМТ до ВМТ. Впускний і випускний клапани закриті. Обсяг робочої суміші зменшується, а тиск у циліндрі підвищується і в кінці такту стискування складає 0,9 ... 1,5 МПа. Підвищення тиску супроводжується збільшенням температури робочої суміші до 450 ... 500 ° С. При такті робочого ходу (рис.3, в) впускний і випускний клапани закриті. Займання в кінці такту стиску від свічки запалювання робоча суміш швидко згорає (протягом 0,001 ... 0,002 с). Температура і тиск утворилися газів в циліндрі зростають відповідно до 2200 ... 2500 ° С і 4 ... 5,5 МПа. Гази тиснуть на поршень, він рухається від ВМТ до НМТ і виконує корисну роботу, обертаючи через шатун 2 колінчастий вал 1. У міру переміщення поршня до НМТ і збільшення обсягу простору над ним тиск в циліндрі зменшується і в кінці такту становить 0,35 ... 0,45 МПа. Знижується і температура газів до 900 .. 1200 ° С. Такт випуску (рис. 3, г) відбувається при русі поршня від НМТ до ВМТ. Впускний клапан закритий. Відпрацьовані газы витісняються поршнем з циліндра через випускний клапан, відкритий розподільчим валом. Тиск і температура в циліндрі зменшуються і в кінці такту складають 0,1 ... 0,12 МПа і 700 ... 800 ° С. З розглянутого робочого процесу (циклу) випливає, що корисна робота здійснюється тільки протягом одного такту - робочого ходу. Інші три такту (впускання, стиснення, випуск) є допоміжними, і на їх здійснення витрачається частина енергії, накопиченої маховиком двигуна, який встановлений на задньому кінці колінчастого валу, при робочому ході.

Робочий процес чотиритактного дизеля істотно відрізняється від робочого циклу бензинового двигуна з сумішоутворення і займання робочої суміші. Основна відмінність робочих циклів полягає в тому, що в циліндри дизеля при такті впуску надходить не горюча суміш, а повітря, і при такті стиску в циліндри впорскується мелкораспиленное паливо, яке самозаймається під дією високої температури стислого повітря. Розглянемо більш детально робочий цикл дизеля. Такт впуску (рис. 4) здійснюється при русі поршня 2 від ВМТ до НМТ. Випускний клапан 6 закритий. Внаслідок утворився вакууму в циліндр 7 через повітряний фільтр 4 і відкритий впускний клапан 5 надходить повітря з навколишнього середовища. В кінці такту впуску тиск в циліндрі становить 0,08 ... 0,09 МПа, а температура - 40 ... 60 ° С.

РОБОЧИЙ ЦИКЛ ЧОТИРИТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ

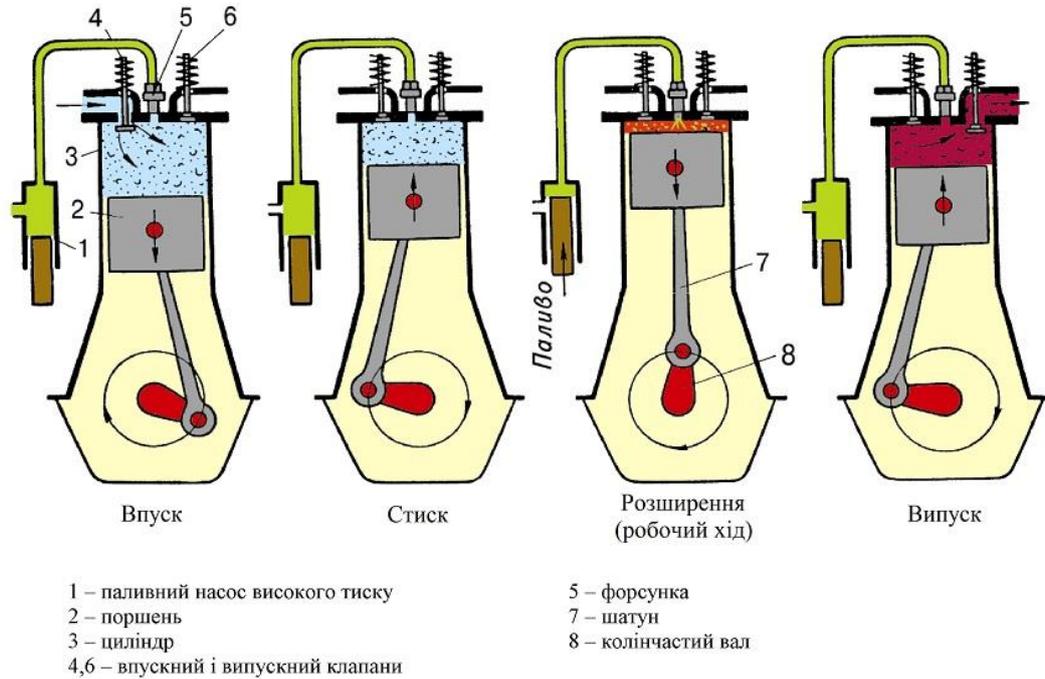


Рис. 5. Схема робочого процесу чотиритактного дизеля

При такті стиску (рис. 5, б) поршень рухається від НМТ до ВМТ. Впускний і випускний клапани закриті. Поршень стискає що знаходиться в циліндрі повітря, і його температура в кінці такту стиснення досягає $550 \dots 700 \text{ }^\circ\text{C}$ при тиску $4 \dots 5 \text{ МПа}$. При такті робочого ходу (рис.5, в) поршень підходить до ВМТ, і в циліндр двигуна з форсунки 3 під великим тиском впорскується розпорошену дизельне паливо, що подається паливним насосом 1 високого тиску. Впорснуте паливо перемішується з нагрітим повітрям, і утворилася суміш самозаймається. При цьому різко зростають у утворилися газів температура до $1800 \dots 2000 \text{ }^\circ\text{C}$ і тиск до $6 \dots 9 \text{ МПа}$. Під дією тиску газів поршень переміщується від ВМТ до НМТ і виконує корисну роботу, обертаючи через шатун 8 колінчастий вал 9. До кінця робочого ходу тиск газів стає $0,3\text{-}0,5 \text{ МПа}$, а температура - $700 \dots 900 \text{ }^\circ\text{C}$. Такт випуску (рис. 4, г) відбувається при русі поршня від НМТ до ВМТ. Впускний клапан закритий. Через відкритий випускний клапан 6 поршень виштовхує з циліндра відпрацьовані гази. До кінця такту випуску тиск газів в циліндрі зменшується до $0,11 \text{ — } 0,12 \text{ МПа}$, а температура — до $500 \dots 700 \text{ }^\circ\text{C}$. Після закінчення такту випуску при обертанні колінчастого валу робочий цикл двигуна повторюється в тій же послідовності.

5. Зовнішньо швидкісною характеристикою двигуна називається залежність ефективної потужності N_e і крутного моменту M_e від частоти обертання колінчастого валу при повній подачі палива. Ефективною називається потужність, що розвивається на колінчастому валу двигуна. Зовнішня швидкісна характеристика визначає можливості двигуна і характеризує його роботу. За зовнішньої швидкісної характеристики визначають технічний стан двигуна. Вона дозволяє порівнювати різні типи двигунів і судити про досконалість нових двигунів. На зовнішній швидкісній характеристиці (рис. 6) виділяють наступні точки, що визначають характерні режими роботи двигуна:

N_{max} — максимальна (номінальна) потужність;

n_N — Частота обертання колінчастого вала при максимальній потужності;

M_{\max} — максимальний обертовий момент;

n_M — частота обертання колінчастого вала при максимальному обертовому моменті;

n_{\min} — мінімальна частота обертання колінчастого вала, при якій двигун працює стійко при повній подачі палива;

n_{\max} — максимальна частота обертання.

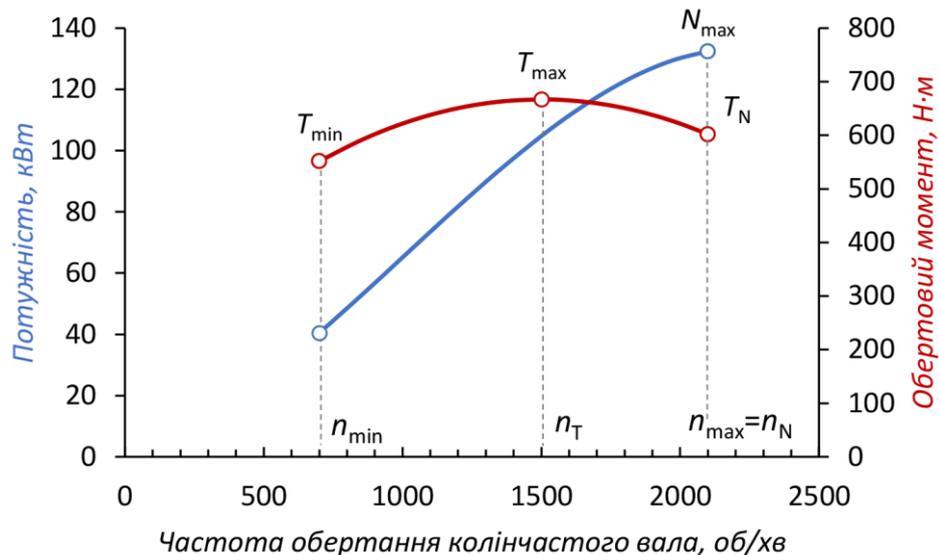


Рис. 6. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

З характеристики видно, що двигун розвиває максимальний момент при меншій частоті обертання, ніж максимальна потужність. Це необхідно для автоматичного пристосовування двигуна до зростаючого опору руху. Наприклад, автомобіль рухається по горизонтальній дорозі за максимальної потужності двигуна і починає долати підйом. Опір дороги зростає, швидкість автомобіля і частота обертання колінчастого вала зменшуються, а крутний момент збільшується, забезпечуючи зростання тягової сили на ведучих колесах автомобіля. Чим більше збільшення крутного моменту при зменшенні частоти обертання, тим вище пристосованість двигуна і тим менше ймовірність його зупинки. Для бензинових двигунів збільшення (запас) крутного моменту досягає 30%, а у дизелів - 15%. В експлуатації велику частину часу двигуни працюють в діапазоні частот обертання $n_M - n_N$, за яких розвиваються відповідно максимальні крутний момент і ефективна потужність. Зовнішню швидкісну характеристику двигуна будують за даними результатів його випробувань на спеціальному стенді. При випробуваннях з двигуна знімають частину елементів систем охолодження, харчування та ін (вентилятор, радіатор, глушник та ін), без яких забезпечується його робота на стенді. Отримані при випробуваннях потужність і крутний момент призводять до нормальних умов, що відповідає тиску навколишнього повітря 1 атм і температурі 15 ° С. Ці потужність і момент називаються стендовими, і вони вказуються в технічних характеристиках, інструкціях, каталогах, проспектах і т.п. У дійсності потужність і момент двигуна, встановленого на автомобілі, на 5 ... 10% менше, ніж стендові. Це пов'язано з установкою на двигун елементів, які були зняті при

випробуваннях (насос гідропідсилювача, компресор та ін.) Крім того, тиск і температура при роботі двигуна на автомобілі відрізняються від нормальних.

6. Газотурбінні двигуни

Ідея створення газової турбіни виникла значно раніше ідеї створення поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Роботи по створенню газотурбінних двигунів (ГТД) інтенсивно почали проводитись у 50-х роках нинішнього століття, коли за порівняно малий проміжок часу ГТД замінили поршневі ДВЗ практично в усіх областях авіації.

Створення досконалих авіаційних ГТД сприяло розгортанню робіт по створенню ГТД для автомобільного, залізничного та морського видів транспорту.

Підвищений інтерес до ГТД пояснюється рядом переваг порівняно з поршневими ДВЗ. До таких переваг належать: менші питома маса, габаритні розміри, краща залежність крутного моменту від частоти обертання, більш легкий запуск у холодну пору, менші вимоги до використовуваних палив, можливість отримання в одному агрегаті великих потужностей у результаті роботи на високих частотах обертання.

Недоліками ГТД, що перешкоджають широкому їх використанню на автомобілях, є недостатня паливна економічність, особливо на часткових навантажувальних режимах, висока вартість виготовлення. Основна причина погіршення економічності ГТД порівняно з поршневими двигунами - нижча температура згоряння. Підвищити температуру неможливо через недостатню термостійкість деталей камери згоряння, направляючого апарату та турбінного колеса ГТД. Для підвищення паливної економічності ГТД при використанні на наземних машинах застосовується регенерація теплоти, тобто використання теплоти відпрацьованих газів, що виходять із колеса турбіни для підігріву стисненого в компресорі повітря, що поступає в камеру згоряння. У цьому випадку паливна економічність ГТД гірша, ніж у дизелях, і близька до економічності бензинових двигунів.

Одним із основних напрямків поліпшення економічності сучасних ГТД є використання кераміки для покриття або виготовлення деталей камери згоряння, направляючого апарату та колеса турбіни.

Аналіз, проведений щодо різних моделей автомобільних ГТД, показує, що по масових викидах шкідливих речовин, приведених до СО і віднесених до одиниці транспортної роботи, ГТД без регенерації теплоти в 3,0...3,8 разів менш токсичний, ніж дизель, і в 5,0...5,7 разів, ніж бензиновий двигун. Для ГТД із регенерацією ці значення відповідно менші в 4,1—5,4 разів і в 7...8 разів. У відпрацьованих газах ГТД практично немає альдегідів.

7. Роторно-поршневі двигуни

Ідея створення роторно-поршневого двигуна, в якому ротор, що виконує функції поршня, здійснює обертальний або обертально-поступальний рух відносно корпусу, відома давно.

Детально робота роторно-поршневого двигуна описана в багатьох книгах, тому докладно розглянемо лише перспективи використання цих двигунів на транспорті. Роторно-поршневі двигуни порівняно з поршневими двигунами традиційних схем мають ряд переваг: менша металомісткість; менша на 35...40% кількість деталей; краща зрівноваженість, що дає можливість розвивати більш високу частоту обертання; більш низький рівень шуму. Однак, цим двигунам властиві і недоліки, що роблять сумнівною перспективу широкого використання їх на автомобільному транспорті. Основним із них є більша експлуатаційна витрата палива. Поряд з цим, у зв'язку з більшим відношенням поверхні камери згоряння до об'єму в роторно-поршневих двигунах має місце підвищений викид вуглеводів, у тому числі і канцерогенних. Тому спеціалісти вважають роторно-поршневі двигуни перспективними для мотоциклів, катерів, мотонарт.

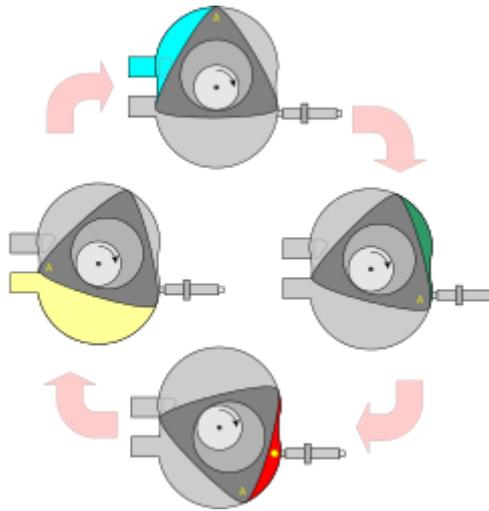


Рис. 6.1. Схема роботи роторно-поршневого двигуна

Лекція №3

Тема: Кривошипно-шатунний механізм і механізм газорозподілу

План

1. Кривошипно-шатунний механізм. Призначення.
 2. Схеми компоновок кривошипно-шатунного механізму.
 3. Основні конструкції деталей кривошипно-шатунного механізму (циліндри, головки блоків, поршні, поршневі кільця, колінчастий вал, маховик, підшипники).
 4. Кріплення двигуна до рами автомобіля.
 5. Механізм газорозподілу. Призначення, принцип дії та схеми клапанних механізмів газорозподілу.
 6. Основні конструкції деталей механізму газорозподілу (клапанна група, розподільчий вал, група деталей штовхача).
 7. Фази газорозподілу.
1. *Кривошипно-шатунний механізм (КШМ)* призначений для перетворення зворотно поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала.
 2. Кривошипно-шатунний механізм двигуна складається із циліндрів, поршнів з компресійними і маслоємними кільцями, поршневих пальців зі стопорними кільцями, шатунів із вкладишами у нижній голівці й бронзової втулки в верхній голівці, колінчастого вала, маховика із зубчастим вінцем, картера з піддоном, голівки блоку з ущільнювальною металлоасбестовою прокладкою і кришкою, блока циліндра.

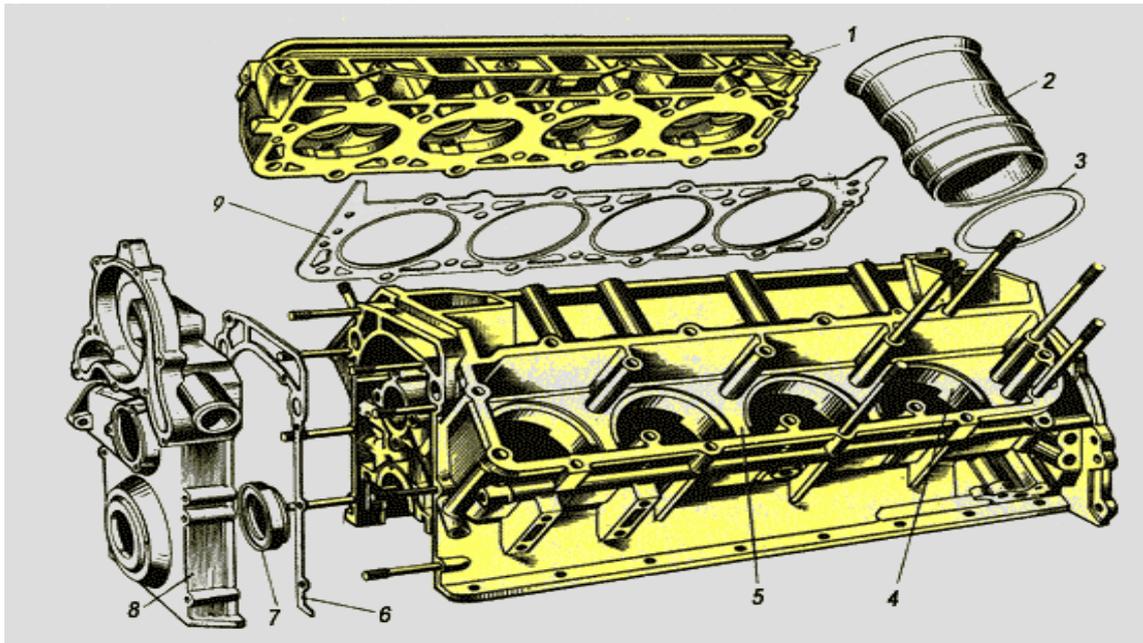


Рис. 7. Головка і блок циліндрів V-подібного восьмициліндрового двигуна :
 1 - головка правого ряду циліндрів, 2 - гільза циліндра, 3 - прокладка гільзи,
 4 - направляючий поясок для гільзи, 5 - блок циліндрів, 6 - прокладка кришки
 розподільних шестерень, 7 - сальник переднього кінця колінчастого вала,
 8 - кришка розподільних шестерень, 9 - прокладка головки циліндрів

3. Блок циліндрів — основна (базова) деталь, до якої кріпляться деталі механізмів двигуна, відливають як одне ціле з картером. Розміщення циліндрів буває однорядним або V-подібним дворядним з кутом нахилу 90° .

Блок циліндрів з верхньою частиною картера двигунів відливають з алюмінієвого сплаву, а також з чавуну. Порожнина між циліндрами і зовнішніми стінками блока називається сорочкою охолодження.

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 добирають комплект мідних ущільнювальних кілець так, щоб гільза виступала над площиною рознімання блока на $0,02\text{—}0,1$ мм. Цим досягається надійне ущільнення гільз при встановленні головок циліндрів.

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.

Картер - відлитий як одне ціле з блоком, має кілька перегородок, посилені 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.

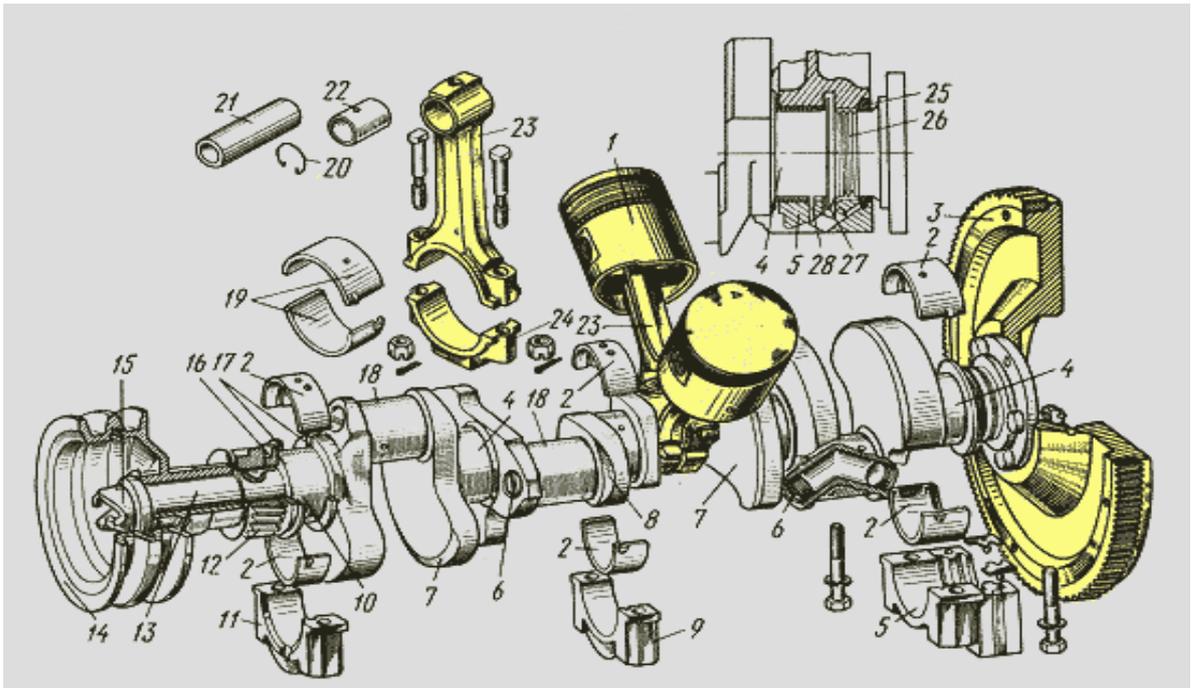


Рис. 8. Деталі кривошипно-шатуного механізму двигуна:

- 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 шатуного підшипника, 20 - стопорное кільце, 21 - поршневий палець, 22 - втулка верхньої головки шатуна, 23 - шатун, 24 - кришка шатуна, 25 - сальник, 26 - масловідгона канавка, 27 - маслосбрасиваючий 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 прилиски (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.

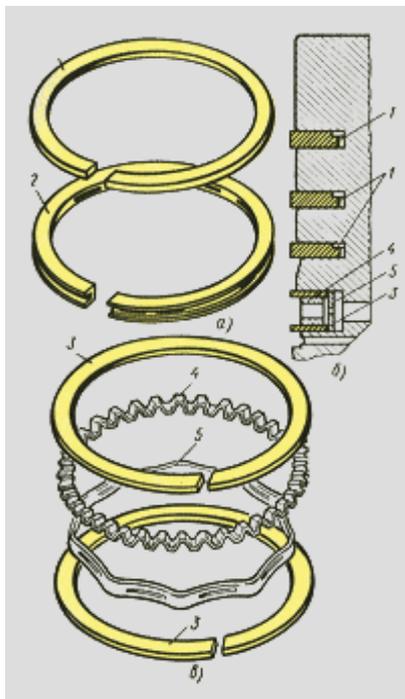
Щоб поршень міг розширюватися в циліндрі не заклинюючи, його встановлюють із зазором. Зазор між поршнем і дзеркалом циліндра ущільнюють поршневі кільця. Юбку поршня виготовляють у вигляді еліпса, більша вісь якого розміщена перпендикулярно до осі поршневого пальця. Така форма юбки запобігає стуку в холодному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

У виїмки 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 припрацювання 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 установлення поршнів у циліндрі кільця стискаються, і внаслідок пружності вони щільно прилягають до стінок циліндра.

Рис. 9. Поршневі кільця: а - зовнішній вигляд, б - розташування кільць 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, 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 — чавунне, з наскрізними прорізами для відведення масла.

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

Поршневий 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.

Обидві частини нижньої головки шатуна з'єднуються двома болтами з гайками, які стопоряться шплінтами або контргайками, виштампованими з листової сталі. 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.

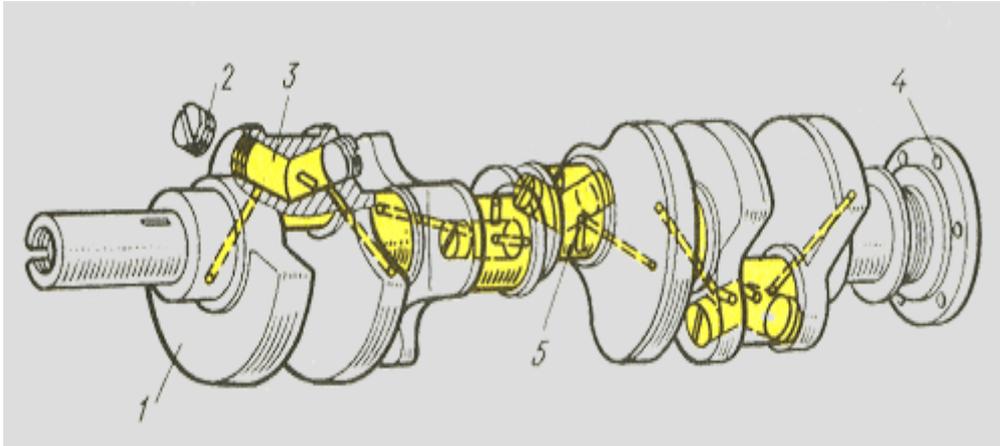


Рис. 10. Колінчастий вал V - подібного 8-циліндрового двигуна:
1 - противага, 2 - заглушка, 3 - порожнина, 4 - отвір для кріплення маховика,
5 - свердління для подачі масла до шийки.

Колінчастий вал двигунів відлитий з легованого чавуну або 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 утвинчують 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. 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.

4. Кріплення двигуна до рами або підрамника має бути надійним і водночас пружним, щоб вібрація двигуна не передавалася кузову, а перекося рами під час руху не пошкоджували деталей кріплення. Для цього між опорними лапами двигуна і рамою кладуть гумові подушки. Двигун 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.

5. *Механізм газорозподілу* служить для забезпечення своєчасного відкриття і закриття впускних та випускних клапанів і складається з органів газорозподілу, приводів, які забезпечують їх дію в потрібні періоди часу за певним законом, і впускних та випускних трубопроводів. В якості органів газорозподілу в чотиритактних двигунах переважно застосовуються клапанні механізми з верхнім розміщенням клапанів. Клапанний газорозподільний механізм містить клапани, пружини, які забезпечують їх закриття та розподільний вал. Залежно від місця розташування розподільного вала розрізняють газорозподільні механізми з верхнім розміщенням розподільного вала (ОНС) і нижнім (ОНВ). При двоклапанній конструкції механізму клапани можуть бути розміщені в один ряд вздовж осі головки або в два ряди.

Типи ГРМ та їх порівнювальна оцінка.

Найбільш поширеними є такі схеми привода клапанів (рис. 11)

1) верхнє розміщення клапанів і нижнє розміщення розподільного вала: безпосередньо від кулачка розподільного вала циліндричний штовхач переміщається зворотно-поступально з одночасною передачею зусилля через штангу і коромисло на стержень клапана;

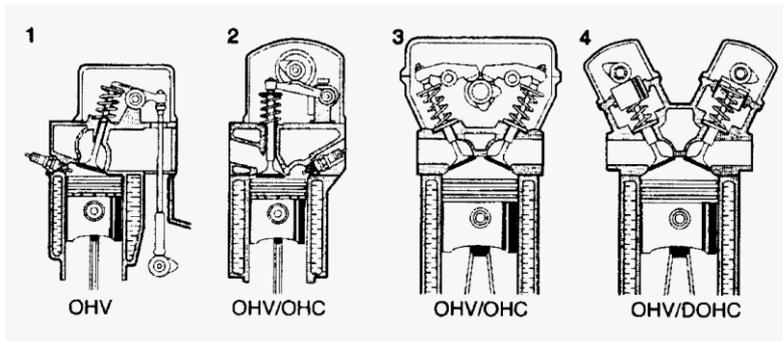


Рис. 11. Конструктивні варіанти привода клапанів

ОНВ - верхнє розміщення клапанів; ОНС - верхнє розміщення розподільного вала; DOHC - схема з двома розподільними валами верхнього розміщення;

2) верхнє розміщення розподільного вала з приводом клапанів за допомогою важільного штовхача: зусилля при підйомі кулачка сприймаються і передаються на клапан встановленим в головці штовхачем;

3) привод двох коромисел від кулачків одного верхньорозміщеного розподільного вала: вісь кожного з коромисел розміщується між розподільним валом і клапаном;

4) газорозподільний механізм з двома розподільними валами і чотирма клапанами на циліндр з безпосереднім приводом клапанів (DOHC). Така схема дає змогу збільшити площу прохідних перерізів клапанів при одночасному зменшенні їх розмірів.

Привод розподільних валів здійснюється від колінчастого вала. Механізмом приводу розподільного вала може бути зубчаста передача, ланцюгова (рис. 12) або пасова передача зубчастим пасом. Обидві останні вимагають застосування натягуючого пристрою, щоб компенсувати зношування елементів передачі.

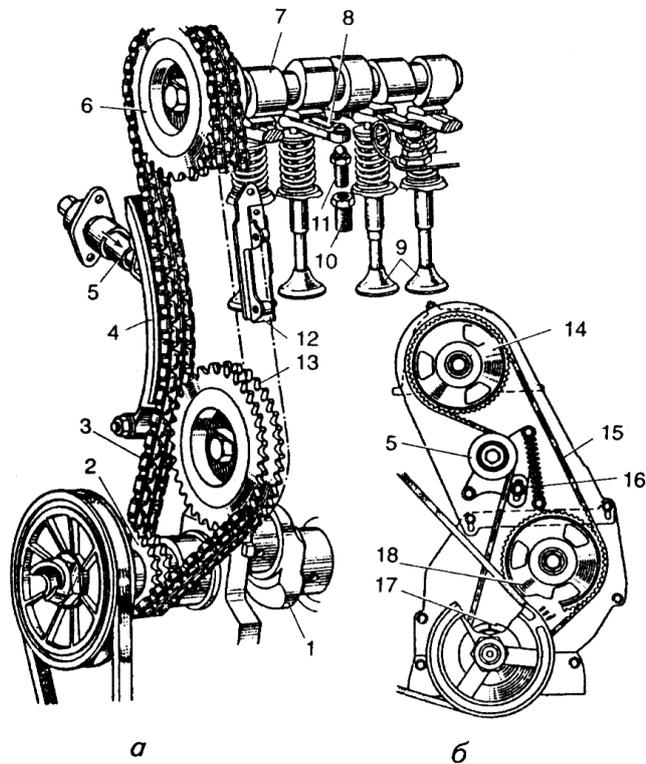


Рис. 12. Приводи розподільного вала:

а - ланцюгом; б - зубчастим пасом; 1 - колінчастий вал; 2 - ведуча зірочка; 3 - ланцюг; 4 - башмак натяжного пристрою; 5 - натяжний пристрій; б - ведена зірочка; 7 - розподільний вал; 8 - важіль привода клапана; 9 - клапани; 10 - втулка регулювального болта; 11 - регулювальний болт; 12 - заспокоювач ланцюга; 13 - зірочка привода масляного насоса і переривника-розподільника; 14, 17, 18 - зубчасті шків; 15 - зубчастий пас; 16 - болт

6. Клапани призначені для відкриття і закриття впускних і випускних каналів. Вони працюють в умовах високих динамічних навантажень і високих температур. В особливо важких умовах працюють випускні клапани.

Середня температура їх головок становить 800...850 ° С, тому матеріали, з яких їх виготовляють повинні мати високу термостійкість (сталь Х10СМ, сталь 40СХ10МА).

Верхньорозміщені розподільні вали - один (рис. 3) або два (рис. 14) розміщуються в головці циліндрів. Привод клапанів здійснюється одним із наступних способів:

а) при розміщенні клапанів в один ряд - або безпосередньо від кулачків розподільного вала через направляючий стакан (рис. 13, б), або через коромисла (рис. 3, а);

б) при двох і трьох клапанах на один циліндр, розміщених у двох рядах: у випадку одного розподільного вала - через коромисла (рис. 13, в, г, д); при двох розподільних валах - безпосередньо від кулачків через направляючі стакани (рис. 14, б), або з допомогою важелів;

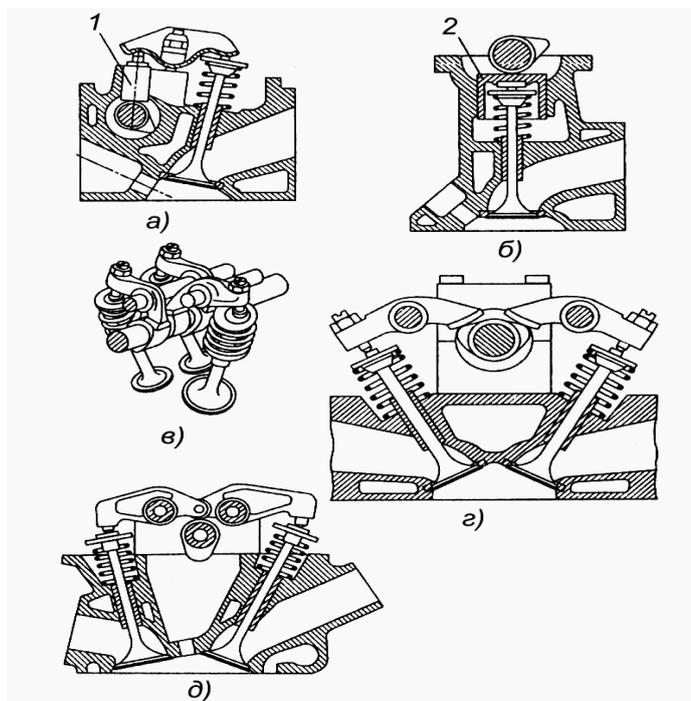


Рис. 13 Привод клапанів одним розподільним валом: а, б - при однорядному розміщенні клапанів; в - д - при дворядному розміщенні клапанів; 1 - гідрокомпенсатор; 2 - направляючий стакан

в) в чотириклапанних механізмах, де завжди використовуються два розподільних вали, - безпосередньо від кулачків через направляючі стакани (рис. 14, в) або через коромисла;

г) при п'яти клапанах на один циліндр і двох розподільних валах - безпосередньо від кулачків через направляючі стакани (рис. 14, г).

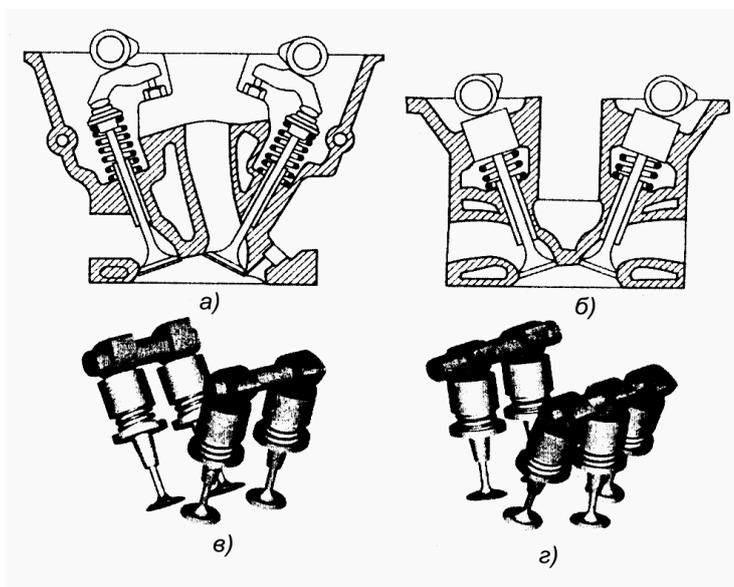


Рис. 14. Привод клапанів двома розподільними валами:

а - з приводом клапанів через важіль; б - г - з безпосереднім приводом клапанів

Розподільний вал призначений для керування рухом клапанів. Він становить суцільну деталь, на поверхні якої розміщуються кулачки. Кулачки забезпечують підйом клапанів на задану висоту з найбільшою швидкістю, $d_{ш.ш.}$, а їх закриття здійснюють клапанні пружини.

Розподільні вали можуть виготовлятися штамповкою із сталей 20Г, 40Г, 45 або відливкою із чавуну. За кількістю опор вони підрозділяються на однопрольотні та двопрольотні. Підшипниками ковзання валів при нижньому розташуванні служать сталіні залиті бабітом або алюмінієвим сплавом втулки. Шийки вала у цьому випадку виконуються збільшеного діаметра з таким розрахунком, щоб через отвори втулок пройшли кулачки вала. При верхньому розміщенні розподільні вали обертаються в отворах рознімних підшипників ковзання або спеціального корпусу. Зазори в підшипниках розподільних валів знаходяться у межах $0,03... 0,1$ мм.

Осьове переміщення розподільних валів обмежується за допомогою буртів у підшипнику, пересувними упорами та фланцями з розпірними кільцями. Розміщення кулачків на валу визначається числом та порядком роботи циліндрів двигуна і залежить від фаз газорозподілення.

Штовхачі передають рух від кулачків до клапанів або до деталей привода клапанів. Вони бувають циліндричні або важільні та виготовляються з вуглецевих або легованих сталей.

Для забезпечення щільної посадки клапана навіть за деякого перегріву двигуна в клапанному механізмі має бути тепловий зазор $0,1...0,5$ мм. В даний час все більшого поширення набувають гідравлічні штовхачі, які працюють без зазорів у газорозподільному механізмі. Зусилля в такому штовхачі передається через шар масла, що забезпечує м'яку, безшумну роботу механізму.

Штовхані виготовляються сталевими з напавкою відбіленим чавуном, цементованими, загартованими СВЧ або чавунними. Вони підрозділяються на механічні та гідравлічні. У свою чергу, механічні штовхачі підрозділяються на плоскі, грибокві, роликові та важільно-роликові, які дозволяють працювати з кулачками угнутого профілю. Гідравлічні штовхачі застосовуються для забезпечення безударного набігання штовхача на кулачки та безударного збігу з нього, більш надійної посадки клапана на сідло та зменшення шуму. З метою компенсації перекосів між головкою штовхача та кулачком опорну поверхню головки роблять у вигляді кулі значного радіуса ($700...1000$ мм).

При верхньому розміщенні клапанів у штовхачів роблять сферичне гніздо, на яке спирається сферична головка кінця штанги. Штовхачі та штанги, які при роботі мають значні прискорення, повинні мати як можна меншу масу. З цією метою вони робляться пустотними, трубчатого перерізу.

Повздовжню вісь штовхача звичайно зміщують по відношенню до осі симетрії кулачка на величину $L_{шт}$.

У цьому випадку сили, які діють по осі штовхача з боку клапанного механізму, не збігаються з силами реакції на кулачку. Внаслідок цього на поверхні контакту створюється момент тертя, під дією якого штовхач обертається навколо своєї осі. Це забезпечує рівномірний знос контактуючих поверхонь.

Змащення штовхачів забезпечується маслом, яке розбризкується або стікає по штанзі при верхньому розташуванні клапанів.

Коромисло являє собою двоплечий важіль, один кінець якого спирається на штангу, а другий - на стержень клапана (рис. 8.43). Плече коромисла з боку клапана довше, ніж із боку штанги штовхача, що дає змогу зменшити висоту підйому штовхача і штанги і, відповідно, зменшити їх прискорення та сили інерції. Відношення довжини плеча $l_{кл}$ з боку клапана до довжини плеча $l_{шт}$ з боку штовхача лежить у межах $l_{шт} = 1,2...1,8$ (рис. 8.43).

Вісь коромисла звичайно виконується нерухомою. У кінець коромисла, який спрямований до штанги, вкручується регулювальний гвинт (для встановлення необхідного зазору в механізмі), який фіксується контргайкою. З боку клапана плече коромисла найчастіше має циліндричну поверхню, якщо воно спирається на стержень клапана. Це зменшує спрацьовування контактуючих деталей, бо забезпечує, крім ковзання поверхні коромисла, що контактує, ще й кочення її по торцю стержня клапана. Обидва кінці коромисла та втулка змащуються маслом, яке надходить до внутрішньої порожнини осі по відповідним каналам.

Клапани відкривають і закривають впускні канали. Вони складаються з головки і стержня. Діаметр головки впускного клапана більший, ніж випускного.

З метою надійного закриття клапана, незалежно від температурного розширення деталей механізму газорозподілу, між клапаном та коромислом або між клапаном та кулачком при верхньому розміщенні розподільчого вала повинен бути гарантований зазор. У чотириклапанних двигунів два однойменних клапана відкриваються разом за допомогою траверси. Основні вимоги до клапанів такі: міцність та жорсткість; стійкість проти високотемпературної корозії; ефективність відведення теплоти; стійкість проти спрацьовування; стійкість проти короблення внаслідок перепаду температур.

Ці вимоги до клапанів задовольняються конструкцією, вибором матеріалу, технологією їх виготовлення та наступною термообробкою.

Головки клапанів є частиною поверхні камери згоряння, вони зазнають великих динамічних та температурних навантажень. Температура головки випускного (найбільш нагрітого) клапана у карбюраторного двигуна досягає 900...1000°C, а у дизелів 800...900°C. Найбільша концентрація напружень виникає на поверхні посадочного конусу та у зоні переходу від головки до стержня клапана. Здебільшого руйнування головок клапанів носить втомний характер від дії циклічних механічних та термічних навантажень. Крім того, головки випускних клапанів зазнають дію високотемпературної газової корозії.

Головки клапанів бувають плоскі, тюльпаноподібні та випуклі. Перехід від стержня до головки виконується за значним радіусом.

Для того, щоб знизити температуру випускних клапанів, збільшують діаметр стержня, виконують його з внутрішньою порожниною, яка на 50...60% заповнюється металевим натрієм. Температура плавлення натрія 97°C, тому при робочій температурі клапана він знаходиться у рідкій фазі і за рахунок інтенсивного теплообміну ефективно відводить теплоту від головки до стержня клапана, що сприяє подальшому відведенню її в систему охолодження. Фаска на головці випускних клапанів найчастіше виконується під кутом γ , який дорівнює 45°, а у впускних клапанів 45 або 30°.

Стержень клапана має зовнішній діаметр. Зовнішній діаметр стержня клапана залежить від розташування клапана, навантаження від бокових зусиль та від особливостей компоновки. Торець стержня, на який діє штовхан або коромисло, загартовується. Інколи він зміцнюється завдяки надяганню на нього ковпачка, що розміщується на кінці стержня, із більш твердого матеріалу.

Матеріал клапанів залежить від умов їх роботи. Впускні клапани, у зв'язку з більш високими температуростійкими вимогами до них, виготовляються з жаростійких спеціальних сталей ЕП-69, Х10СМ, 40СХ10МА та інших. З метою економії жаростійких

сталей на деяких ДВЗ застосовують складені конструкції, у яких із жаростійкого матеріалу виконується тільки головка, а стержень клапана робиться із сталі типу 40Х, 40ХНМА. Вони зварюються в стик (двигуни ВА3). Для більшої корозійної стійкості на фаски впускних клапанів та їх головки з боку циліндра іноді наплавляють шар твердого сплаву типу ВКЗ завтовшки 1,5...2,5 мм.

Впускні клапани, робоча температура яких значно нижча і не перевищує 600...700 °С, виготовляються із хромистої або хромонікелевої сталі типу 40Х.

Тарілка пружини розміщується на кінці стержня клапана. При приводі клапана через штовхач або коромисло тарілка з'єднується з клапаном за допомогою сухариків, які вставляють у виточку на стержні клапана і затискаються у конічному отворі тарілки або спеціальною конічною втулкою.

Сідло клапана, до якого притискується робоча поверхня головки клапана, у головках циліндра з чавуну розточується безпосередньо у головці, а при алюмінієвій конструкції головки частіше являє собою окрему деталь у вигляді кільця, запресованого у головку. Матеріалом для сідла клапана є вуглецеві сталі або леговані чавуни.

Напрявні втулки клапана виготовляються із чавуну, металокераміки або алюмінієвої бронзи. Втулки запресовують у головку циліндрів. Від переміщень у осьовому напрямку втулки фіксують опорними поясками або пружними кільцями. Зазор між стержнем клапана та напрямною поверхнею втулки складає для впускних клапанів 0,02...0,05 мм, а для впускних - 0,05...0,07 мм. Змащення пари стержень - втулка клапана здійснюється за рахунок розбризкування масла. Щоб запобігти надмірному потраплянню масла у циліндр по зазору між ними, на втулці або на стержні клапана встановлюють гумове ущільнення у вигляді ковпачка або сальника. Для виготовлення втулок використовують перлітний чавун, бронзу і порошкові матеріали.

Клапанні пружини забезпечують сталий кінематичний зв'язок між кулачком і штовхачем, закриття клапана і щільну посадку клапана на сідло. Вони працюють в умовах значних динамічних та інерційних навантажень. Найбільш поширеними є циліндричні гвинтові пружини. Їх кінцеві витки зближують і зашлифовують для утворення опорної поверхні. Пружини навивають з постійним або змінним кроком, який змінюється до одного кінця пружини або до двох. Змінний крок перешкоджає виникненню резонансних коливань пружини. Цю саму роль виконує конічна пружина. Часто встановлюють по дві пружини на кожний клапан. При цьому пружини мають протилежні напрямки навивки, що запобігає виникненню резонансу і попаданню витків однієї пружини між витків другої.

7. Фази газорозподілу

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...250 до ВМТ (у кінці такту випуску), а закривається після того, як кривошип вала пройде НМТ на 50...750 (на початку такту стиску). Тривалість відкривання впускного клапана становить 240...2800 кута повороту колінчастого вала. Впускний клапан відкривається в кінці робочого ходу з випередженням на 50...700 до НМТ, а закривається на початку такту випуску із запізненням на 20...500 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 набіганні 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 сходить з штовхача і під дією пружини клапан закривається.

Лекція №4

Тема: Система змащування

План

1. Призначення. Схема і принцип дії.
2. Комбінована система змащування і її основні частини.
3. Способи подачі мастила до поверхні тертя.
4. Мастильні насоси, обладнання і принцип дії.
5. Типи мастильних фільтрів і способи їх вмикання.
6. Призначення, та принцип дії вентиляції картера.

1. До мастильної системі висувають такі вимоги:

- надійна безперебійна подача мастила до тертьових деталей в кількості, достатній для відведення теплоти, що виділяється в результаті тертя;
- постійне очищення масла від продуктів зносу, механічних домішок і продуктів розкладання масла;
- підтримка в заданих межах температури масла, що надходить у двигун;
- можливість швидкого прогрівання масла після пуску холодного двигуна;
- простота і зручність експлуатації при мінімальних витратах на обслуговування.

Крім того, масло сприяє ущільненню камери згоряння і захисту деталей від корозії. В автомобільних двигунах застосовуються примусові комбіновані системи мащення. В них масло під тиском подається до підшипників колінчастого і розподільного валів, до інших деталей масло подається розбризкуванням і самоплином. На автомобільних двигунах одержала поширення система мащення з мокрим картером. В такій системі, масло після контактування з усіма підшипниками і парами тертя стікає і збирається в масляному піддоні. Тут відбувається його охолодження, гаситься піна, осаджуються забруднюючі домішки.

2. У більшості двигунів застосовується комбінована система змащування. Під тиском змащуються корінні і шатунні підшипники, підшипники розподільного вала, осі коромисел, наконечники штанг, втулки шестерень розподільного вала, кулачки. Решта деталей змащуються розбризкуванням. Тиск оливи в карбюраторному двигуні 0,3-0,5 МПа, в дизелях – 0,5-0,7 МПа. Основними частинами такої системи мащення є: масляний піддон, який служить резервуаром для оливи; масляний насос, який нагнітає оливу до тертьових частин; оливозбірник з сітчастим фільтром; редуційний клапан, що обмежує граничний тиск

оливи в системі; масляні фільтри грубої 3 і тонкої 1 очистки оливи; мастилопроводи 12 і канали, по яких олива надходить до третювих частин; манометра 4, що контролює тиск у системі мащення; показчик рівня оливи 10 і масло-наливна горловина 2. При роботі двигуна, олива за допомогою насоса 13 з піддона 9 нагнітається через фільтр грубої очистки 3 у головну магістраль 5, розташовану в блоці. З магістралі олива по каналах, в перегородках блоку, надходить до корінних підшипників 8 колінчатого вала, змазує їх і надходить далі по каналах у щоках вала до шатунних підшипників, забезпечуючи їхнє змащення. Надлишок оливи видавлюється через зазори із шатунних підшипників і при обертанні їх разом з валом розприскується по всьому двигуні, змазуючи всі інші деталі: стінки циліндрів, поршневі пальці, розподільний вал, штовхальники і т.д. Найбільш навантажена частина стінок циліндрів і кулачки розподільного вала іноді змазуються додатково струменями оливи, що розприскується через спеціальний отвір у нижній головці шатуна, в момент співпадання його з каналом шатунної шийки. З головної магістралі олія також підводиться під тиском до розподільних шестерень 16 і до підшипників 6 розподільного вала. В деяких двигунах із шатунних підшипників, по каналах стержня шатунів, олива надходить до верхньої головки шатуна для змащення поршневого пальця. У двигунів з верхнім розташуванням клапанів, олива підводиться також до осей коромисел клапанів.

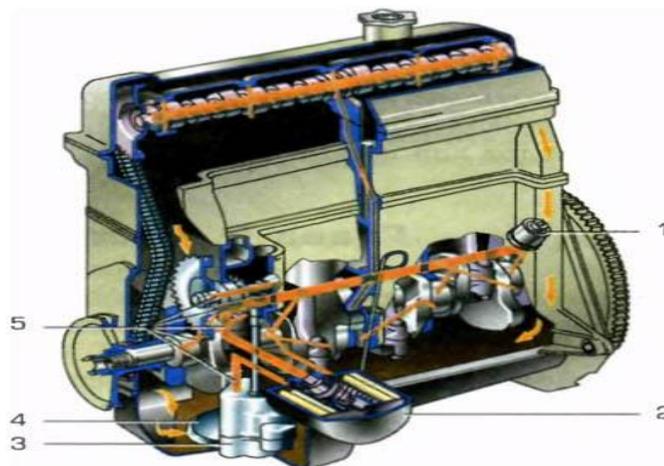


Рис. 15. Схема комбінованої системи мащення двигуна

1 - датчик тиску масла; 2 - масляний фільтр; 3 - масляний насос; 4 - маслоприймач; 5 - масляні канали

3. Залежно від способу підведення масла до третювих поверхонь деталей системи мащення поділяються на три типи: система мащення розбризкуванням, система мащення під тиском і комбінована.

У системі мащення розбризкуванням масло заливають у картер двигуна до нормального рівня.

Під час роботи двигуна нижні головки шатунів занурюються в масло, захоплюють його черпачками і розбризкують. Найдрібніші частинки масла потрапляють безпосередньо на третюві поверхні або спеціальними каналами надходять до спряжень і змащують їх. Система мащення розбризкуванням проста за будовою і не потребує ніяких додаткових механізмів для приведення її в дію. Основними недоліками цієї системи є те, що інтенсивність мащення залежить від швидкості обертання колінчастого вала, від рівня масла в картері і від положення двигуна відносно горизонтальної площини, а також те, що ця система не дає можливості застосувати фільтр для очистки масла. Всі ці недоліки дуже обмежують застосування системи мащення розбризкуванням (застосовується тільки в одно- і двоциліндрових двигунах малої потужності, робота яких характеризується

короткочасністю — пускові двигуни). У системі мащення під тиском масло до всіх тертьових деталей підводиться під тиском. Через те, що така система мащення має дуже складну будову, вона теж не застосовується.

На сучасних двигунах внутрішнього згоряння застосовується тільки комбінована система мащення, у якій деякі деталі змащуються під тиском, а деякі — розбризуванням або самопливом.

4. *Оливний насос* створює тиск оливи й забезпечує циркуляцію її в системі мащення.

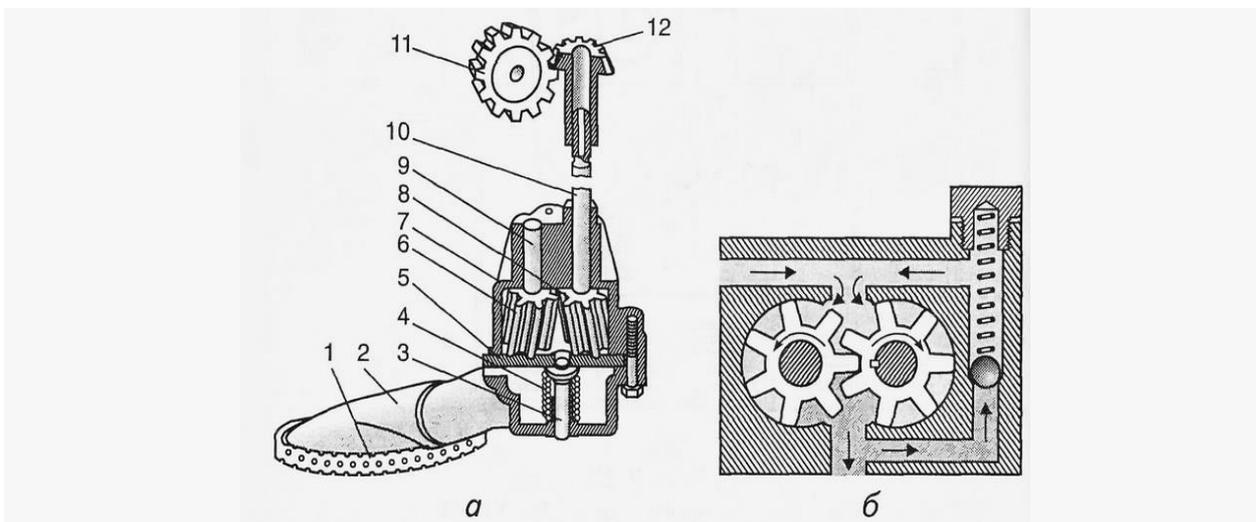


Рис.16. Шестеренчастий оливний насос

Шестеренчастий оливний насос двигуна автомобіля складається з корпусу 7 (рис. 16, а), в якому встановлено дві шестерні: ведучу 8 і ведену 6. Остання вільно обертається на осі 9, а першу жорстко закріплено на валу 10. На іншому кінці цього валу розміщено шестірню 12 вала привода, яка входить у зачеплення з гвинтовою шестірню 11 додаткового вала, що дістає обертання від колінчастого вала двигуна. В автомобілях привод оливного насоса здійснюється безпосередньо від колінчастого вала двигуна.

Щоб запобігти підвищенню тиску оливи понад допустиме значення, в корпусі оливного насоса встановлюють редукційний клапан 3. Під час роботи двигуна насос засмоктує оливу крізь сітчастий фільтр 1 оливоприймача 2 й подає її під тиском у вихідний отвір і далі каналом — в оливний фільтр (рис. 16, б). У разі підвищення тиску в системі понад допустиме значення відкривається редукційний клапан, і частина оливи пропускається назад в оливоприймач.

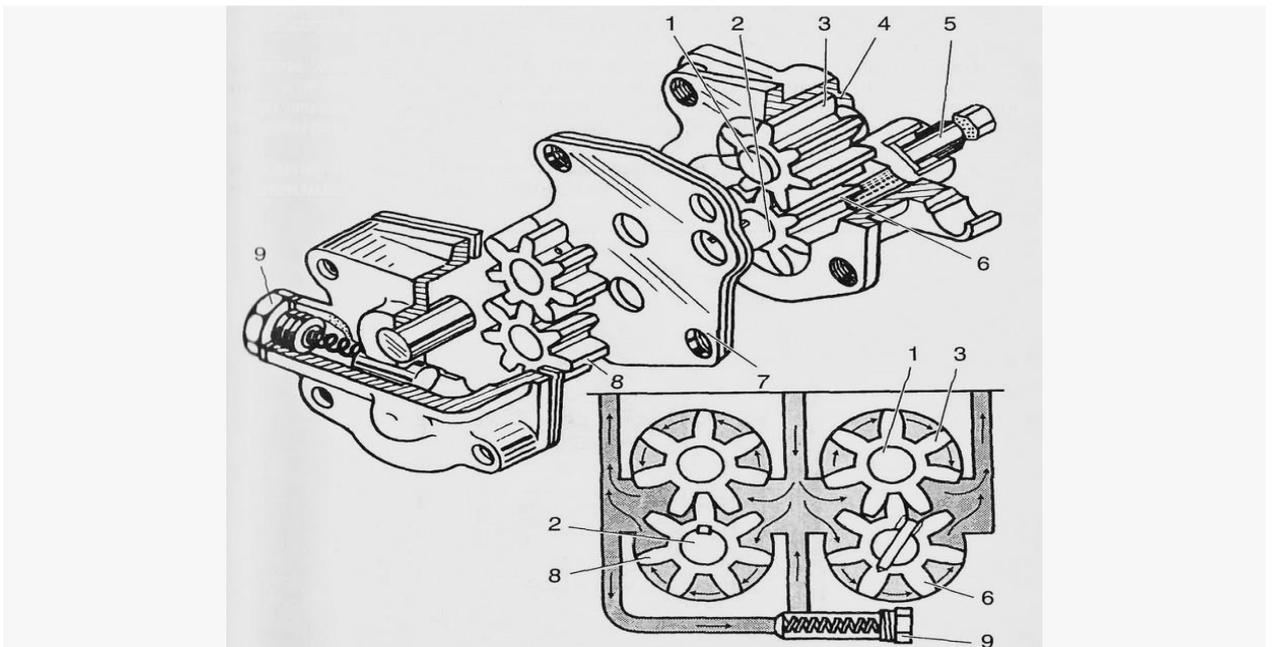


Рис.17. Оливний насос двохсекційний

5. Оливу очищають від великих часток сітчастим фільтром, який встановлений в оливо збірник помпи. Охороняє насос від підвищеного зносу. Для більш ретельного очищення оливи, крім того, застосовують спеціальні фільтри, що встановлюють ззовні, на двигуні.

У двигунах багатьох моделей встановлюються два зовнішніх масляних фільтри, з яких один призначений для попередньої (грубої) очистки оливи від більш великих часток і механічних домішок, а інший для остаточної (тонкої) очистки оливи. В залежності від призначення фільтр приєднують до масляної магістралі послідовно чи паралельно. Для грубого очищення оливи широко розповсюджений металевий пластинчастий щільний фільтр із рукояткою для ручного очищення фільтруючого елемента. Такий фільтр складається з чавунного корпусу із прикріпленим до нього знизу ковпаком відстійника.

6. При роботі двигуна в його картер через нещільності деталей поршневої групи попадають продукти згоряння і паливна пара. Взаємодіючи з розпилим нагрітим маслом ці речовини сприяють утворенню піни та різних відкладень. Крім того, проникаючи в картер, вони створюють у ньому підвищений тиск, і масло може витікати з двигуна через ущільнення.

Для видалення картерних газів у двигунах застосовується примусова *система вентиляції картера* закритого типу. Вона забезпечує відсмоктування картерних газів у порожнину повітряного фільтра або у впускний колектор.

Лекція №5

Тема: Система охолодження

План

1. Призначення.
2. Типи систем охолодження.
3. Схема, складові та принцип дії рідинної системи охолодження.
4. Основні конструкції та принцип дії основних елементів системи охолодження (радіатор, вентилятор, рідинний насос).
5. Підтримання оптимального теплового режиму двигуна (жалюзі, термостати, відключення вентилятора).

1. Система охолодження являє собою сукупність агрегатів, пристроїв і механізмів, які забезпечують підтримку температури деталей двигуна, що стикаються з гарячими газами, в допустимих межах. Кількість теплоти, яке повинна відводити система охолодження від деталей двигуна, залежить від потужності, швидкісного і навантажувального режимів.

Для підтримки температури деталей у допустимих межах необхідно безперервно відводити від них теплоту. Однак відведення теплоти не повинно призводити до переохолодження двигуна, тому що при цьому погіршується сумішоутворення, збільшуються втрати теплоти в стінки, зростають втрати на тертя і підвищується інтенсивність зносу.

Таким чином, тепловий стан ДВЗ повинно бути таким, за якого забезпечуються задані потужність, економічність, надійність і довговічність двигуна.

У зв'язку з тим, що система охолодження визначає енергетичні та економічні показники, а також надійність і довговічність роботи двигуна, до неї пред'являються такі вимоги:

- підтримання нормального теплового стану двигуна в широкому діапазоні температур зовнішнього середовища (від $+50^{\circ}\text{C}$ до -50°C) при експлуатації автомобіля над рівнем моря до 4500 м;
- забезпечення мінімальних витрат потужності двигуна на роботу системи;
- мінімально можливі маси і габаритні розміри системи;
- простота експлуатації і обслуговування;
- мінімальна витрата дефіцитних матеріалів для виготовлення агрегатів системи;
- наявність автоматичних пристроїв, що сигналізують про порушення нормальної роботи системи;
- можливість швидкого і надійного розігріву двигуна перед його пуском за низької температури навколишнього середовища.

2. У ДВЗ знаходять застосування системи повітряного і рідинного охолодження. У системі повітряного охолодження теплота від стінок циліндра і головок передається повітрю, що обдуває двигун, і розсіюється в атмосфері. У системі рідинного охолодження теплота, відведена від двигуна, передається рідині, яка перекачується через двигун, потім від рідини повітрю, після цього теплота розсіюється в навколишньому середовищі.

Обидві системи охолодження здатні забезпечити нормальний тепловий стан двигуна. Так як системи мають різні властивості, при виборі того чи іншого типу системи необхідно враховувати призначення двигуна, умови експлуатації і т. п.

Основною перевагою повітряної системи охолодження є відсутність рідинної системи, водяної сорочки, водяного насоса і радіатора. Таким чином, об'ємно-масові показники системи повітряного охолодження менше, а експлуатаційна надійність вище.

Двигуни повітряного охолодження швидше прогріваються після пуску, що призводить до зниження зносу циліндрів і поршневих кілець.

Однак, повітряна система охолодження поступається рідинній.

Перевагами рідинної системи є більш рівномірне охолодження циліндрів, легкий пуск двигуна внаслідок менших проміжків між поршнем і циліндром, а також можливість виконання блокової конструкції циліндрів, це сприяє підвищенню жорсткості двигуна. До інших переваг рідинної системи можна віднести зниження рівня шуму в результаті ізолюючої дії водяної сорочки і меншу небезпеку виникнення детонації в карбюраторних двигунах.

До недоліків рідинної системи охолодження слід віднести необхідність використання дефіцитних кольорових матеріалів, велика кількість різних патрубків, шлангів та ущільнень, за якими необхідно встановлювати постійне спостереження при обслуговуванні. Використання рідкого теплоносія також викликає певні експлуатаційні труднощі, що знижують надійність автомобілів при експлуатації в умовах низьких температур або в умовах пустелі.

3. Рідинна система охолодження складається з двох контурів: рідинного, заповненого проміжним теплоносієм, і повітряного.

Рідинна система забезпечує примусову циркуляцію рідини і нормальне функціонування теплоносія. Повітряна система створює і регулює натиск охолоджуючого повітря.

Загальним агрегатом для рідинного і повітряного трактів є радіатор, в якому відбувається розсіювання основної кількості теплоти, що відводиться від двигуна.

Конструктивна схема і площа прохідних перетинів рідинної системи повинні забезпечити можливість інтенсивної циркуляції охолоджуючої рідини, достатньою для ефективного і рівномірного охолодження найбільш нагрітих деталей двигуна.

У транспортних двигунах застосовуються системи охолодження тільки з примусовою циркуляцією, створеної насосами, що приводяться від колінчастого вала двигуна. Основний контур циркуляції охолоджуючої рідини в двигунах включає водяні сорочки, розташовані навколо циліндрів і в голівці навколо камер згоряння, канали для проходу рідини в радіаторі, з'єднувальні трубопроводи і водяний насос. Рідкий теплоносій забезпечує безперервне відведення заданої кількості теплоти від деталей двигуна.

Ефективність роботи рідинного контуру визначається інтенсивністю циркуляції проміжного теплоносія. Зі збільшенням швидкості руху рідкості підвищується турбулентність потоку, значно зростає коефіцієнт тепловіддачі і поліпшуються умови охолодження деталей. Максимальне використання можливостей примусової циркуляції досягається при раціональній конструкції рідинної системи.

Для запобігання системи від надмірного підвищення або зниження тиску, які спостерігаються при коливанні температури теплоносія, рідинної контур зазвичай з'єднується з атмосферою, тобто виконується неізольованим.

Неізольовані рідинні системи можуть бути відкритими або закритими.

Закрита система з атмосферою повідомляється за з'єднується парового і повітряного клапанів, розташованих в пробці, герметично закриває рідинної контур (Рис. 18).

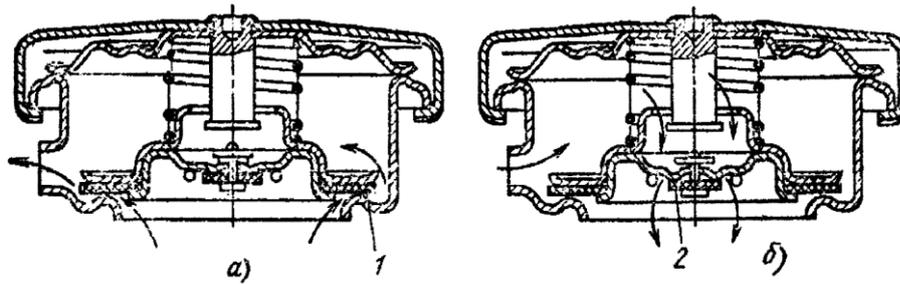


Рис. 18. Пробка радіатора:

а - при підвищеному тиску в системі; б - при пониженому тиску в системі;
1 - паровий клапан; 2 - повітряний клапан

У двигунах відкриті системи не застосовуються з причини значних втрат охолоджуючої рідини внаслідок природного випаровування і кипіння при перегріві двигуна. Крім того, при роботі в гірських умовах закипання рідини у відкритій системі охолодження є однією з причин, що знижують надійність роботи двигуна.

У закритих системах гранична температура охолоджуючої рідини, обумовлена можливістю її закипання, може бути підвищена при відповідному підвищенні тиску в системі.

Важливою перевагою закритої системи є менша небезпека виникнення кавітації, яка сприяє перегріву двигуна, прискореному зносу і руйнуванню деталей, розташованих в зоні кавітації.

Для нормальної роботи системи охолодження необхідно, щоб тиск у будь-якій точці рідинної системи перевищував тиск насиченої пари не менше ніж на 10-15%. Таке перевищення називається кавітаційним запасом.

Надмірне підвищення або зниження тиску в закритій системі обмежується паровим і повітряним клапанами. Коли тиск у системі перевищує розрахункове, відкривається паровий клапан, і пар з системи виходить в атмосферу, в результаті тиск у системі знижується. При охолодженні рідини в системі створюється розрідження, яке може бути причиною зминання тонкостінних трубок під дією атмосферного тиску. Небезпеку такого руйнування запобігає повітряний клапан, який при зниженні тиску в системі на 6-13 кПа нижче атмосферного відкривається, з'єднуючи систему з атмосферою, і зниження тиску в системі припиняється.

Підвищення ефективності і надійності системи охолодження може бути досягнуто установкою у верхню частину дренажно-компенсаційного контуру розширювального бачка, за допомогою якого компенсується зміна об'єму рідини в основному контурі. У основний контур відводиться і конденсується пара з верхніх точок сорочки охолодження і радіатора.

У даний час в автомобільних двигунах набули поширення повністю герметичні (запаяні) системи охолодження, заповнені спеціальною рідиною, що охолоджує. Такі системи відрізняються високою експлуатаційною надійністю.

Надійність роботи двигунів багато в чому залежить від стану системи охолодження і якості охолоджуючої рідини, яка повинна відповідати певним вимогам.

Охолоджуюча рідина має високу температуру кипіння, низьку температуру замерзання, володіє певною в'язкістю, не повинна допускати корозії з дотичними з нею металами, руйнувати гумові вироби, має високу питому теплоємність і малу здатність до утворення накипу.

Вода має найвищу з усіх рідин питому теплоємність, низьку в'язкість, а також досить високу температуру кипіння при тиску 0,11 - 0,12 МПа в закритих системах охолодження. Вода негорюча, практично доступна в будь-яких кількостях, має низьку вартість, нейтральну реакцію і нешкідлива для здоров'я людини.

Однак, воді властиві і деякі недоліки. Вода може містити домішки у вигляді дрібних зважених часток розчинених газів і солей, які відкладаються на омиваних гарячих поверхнях систем охолодження у вигляді шару накипу. При цьому знижується теплопровідність і настає різке порушення теплового режиму двигуна.

Антифриз - відповідна концентрація суміші води з етиленгліколем. Температура замерзання антифризу марки 40 не перевищує 233 К, а температура замерзання антифризу марки 65 не вище 338 К.

При википанні (випаровуванні) охолоджуючої рідини в систему охолодження необхідно додавати воду, оскільки температура кипіння етиленгліколю і води відповідно дорівнює 470,5 і 373 К. Температурний коефіцієнт об'ємного розширення етиленгліколевих антифризів більше, ніж у води, тому систему охолодження необхідно заповнювати не підігрітим антифризом об'ємом меншим, ніж обсяг води (при використанні антифризу марки 40 на 5-6%, при використанні марки 65 на 6-8%). Етиленгліколь та його водні розчини дуже отруйні.

ТОСОЛ представляє собою водний розчин етиленгліколю і різних присадок. У системах охолодження автомобілів ВАЗ, КамАЗ і інших застосовуються ТОСОЛ-А 40 і ТОСОЛ-А 65 з температурою замерзання відповідно не вище 193 та 208 К.

При температурі нижче температури замерзання ТОСОЛ перетворюється не в лід, а в густу масу, що не викликає пошкодження радіатора і блоку циліндрів, крім того, ТОСОЛ володіє антикорозійними властивостями.

4. Для забезпечення примусової циркуляції охолоджуючої рідини в системі охолодження на вході в сорочку охолодження двигуна встановлений насос. Напір, що створюється водяним насосом, повинен забезпечити подолання гідравлічного опору рідинної системи охолодження.

Забезпечити рівномірне охолодження двигуна без значних перепадів температури в циркуляційному контурі при обмеженому обсязі охолоджуючої рідини можна шляхом створення інтенсивної циркуляції, за якої рідина повинна прокачуватися через систему охолодження. Для забезпечення такої циркуляції в системі охолодження застосовують водяні одноступінчаті насоси відцентрового типу.

Відцентрові насоси мають просту конструкцію, компактні; вони здатні вільно пропускати охолоджуючу рідину при непрацюючому двигуні, що створює термосифону циркуляцію рідини після зупинки прогрітого двигуна і виключає небезпеку місцевих перегрівів.

При роботі насоса рідина, що підводиться в центральну зону робочого колеса, заповнює між лопаткові канали і переміщається під дією виникаючих відцентрових сил. Рідина, переміщаючись до периферійної частини колеса, надходить до равлика, де швидкість її зменшується, а натиск зростає, тобто, відбувається перетворення кінетичної енергії, повідомленої рідини робочим колесом, в потенційну. Робочі колеса, що відшиваються з алюмінієвих сплавів або чавуну, мають від чотирьох до восьми лопаток; лопатки виконані за одне ціле з диском колеса. В даний час для виготовлення робочих коліс широко застосовуються синтетичні матеріали.

Привід водяного насоса автомобільних двигунів забезпечують за допомогою шківів і клинових ременів.

Типова конструкція одноступінчатого відцентрового водяного насоса показана на мал. 2. Робоче колесо водяного насоса і вентилятор встановлені на загальному валику. Для ущільнення насоса використовують самопідтискний гумовий манжет.

Для зниження небезпеки виникнення кавітації водяний насос розташовують у тій частині рідинної системи охолодження, де температура рідини має мінімальне значення. Зазвичай в водяний насос надходить рідина, попередньо охолоджена в радіаторі.

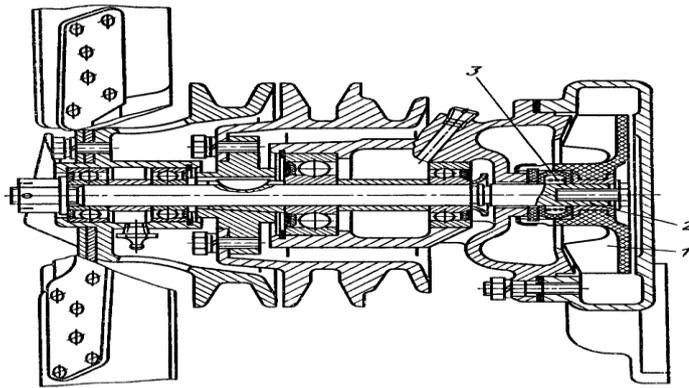


Рис. 19. Водяний насос:

1- робоче колесо; 2 - вал робочого колеса; 3 - ущільнювач

Радіатор призначений для розсіювання (відводу) теплоти, що відводиться від двигуна охолоджувальною рідиною, і являє собою теплообмінний апарат з перехресним струмом теплоносіїв. Головними елементами радіатора є колектори для охолоджуючої рідини і розташована між ними охолоджуюча решітка.

Радіатори системи охолодження повинні мати високу теплопровідність і за мінімально можливих розмірів і маси забезпечувати нормальний тепловий стан двигунів. Крім того, радіатори повинні мати достатню механічну міцність і надійно працювати протягом всього терміну служби.

У системах охолодження двигунів переважно поширення одержали радіатори з трубчасто- пластинчастими і трубчасто-стрічковими охолоджуючими серцевинами, схеми яких показані на мал. 3.

Для виготовлення серцевини трубки служить стрічка товщиною 0,15 мм з латуні Л62 або Л69 (ГОСТ 17711-80). Зовні трубки окислюються і припоєм припаюються до опорних пластин бачків.

Пластину серцевини виготовляють з латуні Л62 або міді М3 (ГОСТ 859-78) товщиною 0,1 мм, а стрічки для трубчасто-стрічкових радіаторів штампують з мідної (М3) стрічки товщиною 0,08 мм.

Трубки радіатора можуть бути розташовані в кілька рядів по глибині. Ефективність теплопередачі в останніх по ходу повітря рядах трубок знижується через те, що вони обдуваються підігрітим в радіаторі повітрям. При збільшенні числа рядів зростає опір радіатора і, як наслідок, потрібна потужність вентилятора. Тому в радіаторах автотракторних двигунів число рядів зазвичай не перевищує 3-4.

У даний час перспективні конструкції радіаторів з алюмінієвих сплавів, що мають високу тепловіддачу, малу масу, та не вимагають застосування дефіцитних кольорових металів. Алюмінієві деталі виконуються зварюванням або паянням твердими припоями.

Повітряні тракти рідинної системи охолодження двигунів забезпечують необхідну тепловіддачу від радіатора і розсіювання отриманої теплоти в навколишньому середовищі. До основних елементів повітряної системи відносяться повітроводи, що підводять повітря до радіатора і відводять нагріте повітря в атмосферу, а також повітряні канали в радіаторі, різні пристрої для регулювання кількості повітря, що проходить системою, і вентилятор, що створює безперервний повітряний потік.

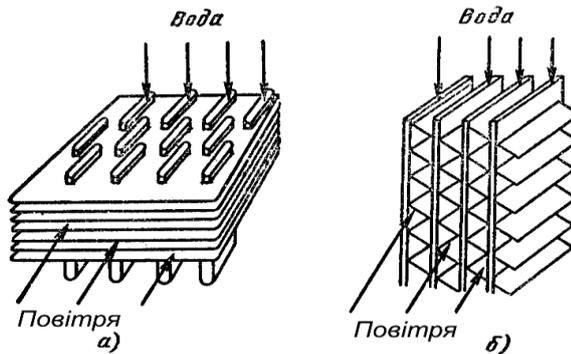


Рис.20. Охолоджуючі серцевини радіаторів:
а - трубчасто-пластинчастого; б - трубчасто-стрічкового

У силових агрегатах деякі автомобілів з елементів повітряної системи охолодження, наприклад спеціальні підводять і відводять повітроводи, можуть бути відсутні. У гоночних автомобільних двигунах у зв'язку з великим динамічним напором повітря може бути відсутнім вентилятор.

Основна вимога до повітряної системи охолодження полягає в забезпеченні мінімально можливого аеродинамічного опору окремих елементів і всієї системи в цілому. Для виконання цієї вимоги слід зменшити довжину і не допускати звужень, захарашення і різких поворотів повітряних каналів і проходів.

У рідинних системах охолодження двигунів застосовуються виключно осьові вентилятори з 4...6 лопатями. Вентилятори такого типу мають невеликі розміри в осьовому напрямку і легко розміщуються між радіатором і двигуном. Лопаті крильчатки переважно штампують з листової сталі, профілюють і зміцнюють заклепками на хрестовині під деяким кутом до площини обертання. Із збільшенням цього кута зростає напір повітря і потужність, що витрачається на привід вентилятора.

Більш високий ККД досягається в вентиляторах з литими лопатами з алюмінієвих сплавів або синтетичних матеріалів.

При класичному компонуванні вентилятори звичайно встановлюють на осі рідинного насоса; вентилятори наводяться у обертання клиноремінною передачею.

Ефективність роботи вентилятора залежить від способу підведення повітря до вентилятора і відведення підігрітого повітря в атмосферу. При установці на вході у вентилятор направляє кожуха (мал. 4) відбувається вирівнювання поля швидкостей перед фронтом радіатора і виключається можливість перетікання нагрітого повітря на вхід вентилятора, в результаті витрата повітря через радіатор зростає.

Втрати на привід вентилятора оцінюються відношенням потужності $R_{вен.}$, що витрачається на привід вентилятора, до номінальної потужності двигуна P_e .

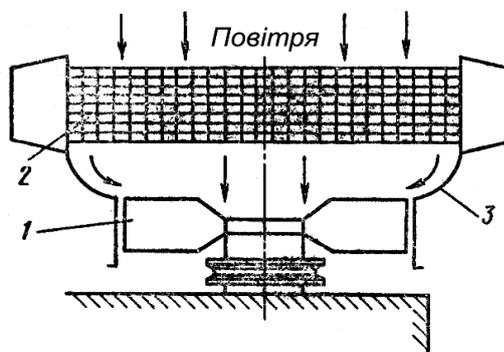


Рис.21. Схема повітряного тракту з направляючим кожухом:
1- вентилятор; 2 - радіатор; 3 - кожух.

5. Система охолодження, як правило, розраховується на максимальну тепловіддачу при повному навантаженні і найбільшою температурі навколишнього середовища.

При експлуатації машин переважними режимами роботи двигунів автомобілів є часткові навантаження при середніх або навіть знижених температурах атмосферного повітря. Для того щоб у цих умовах не відбувалося переохолодження двигуна, необхідно застосовувати автоматичне або ручне регулювання температурного режиму системи охолодження.

У рідинних системах охолодження сучасних ДВЗ таке регулювання здійснюють шляхом зміни циркуляційної витрати рідини та витрати повітря, що проходить через радіатор. У системах повітряного охолодження, регулюють витрату охолоджуючого повітря.

Циркуляційний витрата рідини через радіатор змінюється за допомогою термостатів, що представляють собою клапани, автоматично регулюють прохідний перетин трубопроводів залежно від температури охолоджуючої рідини. Термостати можуть бути одно-і двоклапанними. Термостати, як правило, встановлюються на виході з сорочки охолодження двигуна.

Термочутливим елементом термостата слугує встановлений в корпусі 4 тонкостінний латунний гофрований циліндр - сільфон 5, заповнений етиловим ефіром або, сумішшю етилового спирту і води в співвідношенні 2:1. Вільний кінець сільфона з'єднаний зі штоком, на якому встановлені клапани. При низькій температурі відбувається по малому контуру.

Коли температура рідини досягає 340-350 К, рідина, що заповнює сільфон, закипає, і тиск всередині сільфона зростає. Під дією цього тиску сільфон подовжується, переміщаючи вгору шток з клапанами. При цьому клапан 3 закривається, циркуляція в малому контурі припиняється, клапан 2 відкривається, забезпечуючи надходження рідини з великого контуру в радіатор через патрубок 1

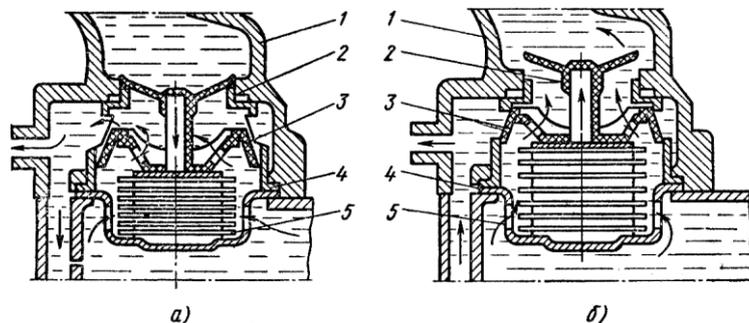


Рис.22. Двоклапанний термостат:

1 - патрубок; 2 та 3 - клапани; 4 - корпус; 5 - сільфон

У даний час застосовують термостати з твердим наповнювачем, в якості якого використовується церезин - тверда кристалічна суміш високомолекулярних насичених вуглеводнів з температурою плавлення 330-350 К. При нагріванні церезин плавиться і, збільшуючись в обсязі, виштовхує з корпусу шток, який відкриває клапан.

Значною перевагою термостатів з твердим наповнювачем є малі розміри і меншу гідравлічний опір. Для виготовлення таких термостатів потрібно менше кольорових металів.

Регулювання витрати охолоджуючого повітря через радіатор можна здійснити кількома способами, в тому числі і установкою в повітряному тракті регульованих заслінок, відключенням вентилятора, зміною кута установки лопатей вентилятора і т. п.

Установка поворотних пластин (заслінок) з ручним керуванням представляє собою найбільш просте конструктивне рішення. Однак, прикриття заслінок приводить до

збільшення аеродинамічного опору повітряного тракту і зростання витрат потужності на привід вентилятора.

Періодичне відключення вентилятора, здійснюване автоматично, дозволяє включати його тільки у разі необхідності. Відключення вентилятора значно зменшує час прогріву двигуна.

Витрата повітря через радіатор регулюють шляхом зміни кута установки лопатей вентилятора. У цьому випадку лопаті встановлюють на поворотних осях, пов'язаних з термочутливим елементом, яким може бути термостат з твердим наповнювачем.

Лекція №6

Тема: Система живлення карбюраторного двигуна

План

1. Найпростіший карбюратор, принцип його дії.
2. Вимоги до пальної суміші при різних режимах роботи двигуна (запуск, холостий хід, повне навантаження, швидкий перехід від середніх навантажень до повних).
3. Схема та принцип дії дозуючих пристроїв карбюратора.
4. Основи конструкції та принцип дії функціональних елементів системи живлення.

1. *Найпростіший карбюратор* складається з поплавкової і змішувальної камер. Поплавкова камера забезпечує постійний рівень палива в карбюраторі і складається з резервуара, поплавка, запорного голчастого клапана і сідла з отвором, через який до карбюратора надходить паливо. Коли поплавок камера заповнюється бензином, поплавок спливає і при досягненні потрібного рівня голчастий клапан закриває отвір. Наявність поплавка і голчастого клапана забезпечує постійний рівень палива у поплавковій камері.

Змішувальна камера складається з патрубку, дифузора і дроселя, яким регулюють кількість горючої суміші, що подається до циліндрів. Змішувальна камера за допомогою впускного патрубка з'єднана з циліндром. Паливо з поплавкової камери надходить до змішувальної камери за допомогою розпилювача, в нижній частині якого є калібрований отвір — жиклер.

Рівень палива в поплавковій камері повинен бути трохи нижчий верхнього краю розпилювача, що міститься в дифузори змішувальної камери.

При такті всмоктування через змішувальну камеру проходить повітря, яке досягає найбільшої швидкості в дифузори, внаслідок чого біля верхнього краю розпилювача створюється розрідження. За рахунок різниці тиску з розпилювача почне витікати паливо, яке струменем повітря розпилюється, випаровується і утворює горючу суміш.

2. Визначено, що для повного згорання 1 кг бензину треба 15 кг повітря. Суміш такого складу називається нормальною. Збіднена пальна суміш містить на 1 кг бензину 15...17 кг повітря.

Бідна пальна суміш має в своєму складі понад 17 кг повітря на 1 кг бензину. Збагачена пальна суміш містить 13... 15 кг повітря. Багата пальна суміш на 1 кг бензину має менше ніж 13 кг повітря.

Під час пуску холодного двигуна сумішоутворення дуже погане, пальна суміш, яка готується в карбюраторі, має бути багатою, щоб компенсувати ту частину палива, котре конденсується на стінках циліндрів.

На холостому ходу для стійкої роботи двигуна потрібна збагачена пальна суміш. На середніх навантаженнях, коли від двигуна не вимагається повної потужності, для забезпечення його економічної роботи пальна суміш має бути збідненою. На повних навантаженнях, коли потрібна найбільша швидкість згоряння суміші, щоб від двигуна дістати максимальну потужність, суміш має бути збагаченою.

3. Головний дозувальний пристрій забезпечує поступове збіднення (компенсацію) суміші в разі переходу від малих навантажень двигуна до середніх. У карбюраторних автомобілях застосовують спосіб компенсації суміші, який називають пневматичним гальмуванням палива.

У карбюраторі з пневматичним гальмуванням палива в міру відкривання дросельної заслінки 9 (рис. 23, а) збільшується розрідження в дифузорі 8. Кількість палива, що надходить крізь головний жиклер 2 і його розпилювач 6, також збільшуватиметься. Однак збагаченню суміші перешкоджає надходження повітря крізь повітряний жиклер 5 і розпилювач 6.

Надходження повітря в канали головного дозувального пристрою зменшує розрідження, що діє на головний жиклер 2, внаслідок чого паливо витікає з нього під дією того розрідження, яке виникає в колодязі 3, а не у вузькому перерізі дифузора 8.

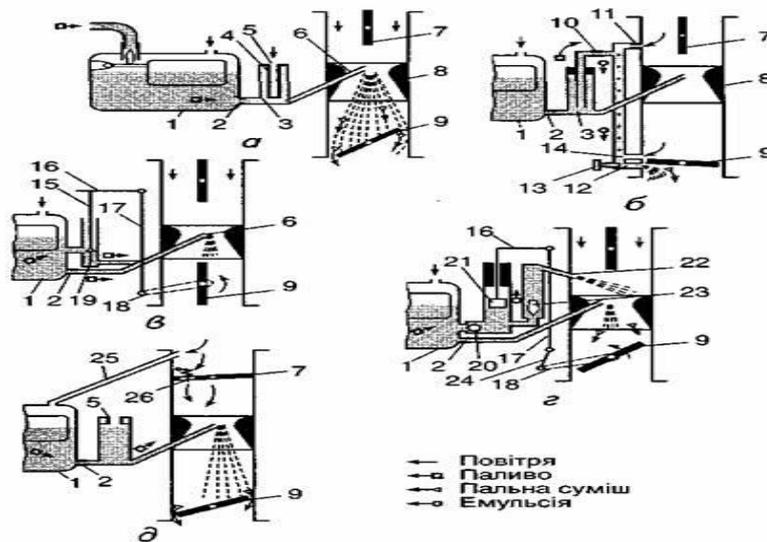


Рис. 23. Схеми систем і пристроїв карбюратора:

а — головної дозувальної системи; б — системи холостого ходу; в — економайзера; г — прискорювального насоса; д — пускового пристрою; 1 — поплавцева камера; 2 — головний жиклер; 3 — емульсійний колодязь; 4 — емульсійна трубка; 5 — повітряний жиклер головної дозувальної системи; 6 — розпилювач; 7 — повітряна заслінка; 8 — дифузор; 9 — дросельна заслінка; 10 — паливний жиклер системи холостого ходу; 11 — повітряний жиклер системи холостого ходу; 12, 14 — отвори; 13 — гвинт регулювання якості суміші; 15 — шток економайзера; 16 — планка; 17 — тяга; 18 — важіль; 19 — клапан економайзера; 20 — зворотний клапан; 21 — поршень прискорювального насоса; 22 — розпилювач прискорювального насоса; 23 — нагнітальний клапан прискорювального насоса; 24 — серга; 25 — балансувальний канал; 26 — запобіжний клапан повітряної заслінки

У результаті з розпилювача 6 у повітряний потік витікає не бензин, а його суміш з невеликою кількістю повітря. Цю суміш називають емульсією.

Добиранням каліброваних отворів головного 2 й повітряного 5 жиклерів забезпечується економічний (збіднений) склад пальної суміші.

Система холостого ходу призначається для приготування пальної суміші на малій частоті обертання колінчастого вала двигуна. В цьому режимі дросельна заслінка щільно прикрита, й розрідження в дифузорі таке мале, що з головного дозувального пристрою паливо не надходить. У режимах холостого ходу після такту випускання в циліндрах залишається багато (порівняно з кількістю пальної суміші) залишкових газів. Суміш повітря, бензину й залишкових газів називається робочою сумішшю. На холостому ходу робоча суміш горить повільно, тому для стійкої роботи двигуна її треба збагачувати паливом.

Система холостого ходу (рис. 23, б) має паливний 10 і повітряний 11 жиклери. Під дросельною заслінкою 9 створюється велике розрідження. Під дією цього розрідження паливо проходить крізь жиклер 10, змішується з повітрям, що надходить крізь жиклер 77, і у вигляді емульсії витікає крізь отвір 12. Емульсія розпилюється повітрям, яке проходить крізь щілину між дросельною заслінкою та стінкою змішувальної камери.

Система холостого ходу карбюратора здебільшого має два вхідних отвори, один з яких розташований трохи вище від кромки закритої дросельної заслінки, а другий — нижче від неї. На малій частоті обертання крізь нижній отвір 12 подається емульсія, а крізь верхній 14 — підсмоктується повітря. Коли дросельна заслінка відкривається, емульсія надходить крізь обидва отвори. Цим забезпечується плавний перехід від режиму холостого ходу до малих навантажень.

Прохідний переріз нижнього отвору можна змінювати повертанням регулювального гвинта 13. Упорним гвинтом (на схемі не показано) змінюється положення дросельної заслінки 9, коли відпущено педаль керування.

Економайзер призначається для збагачення пальної суміші на повних навантаженнях (дросельна заслінка повністю відкрита). Коли дросельна заслінка відкрита більше ніж на 75 .85 %, важіль 18 (рис. 23, в), з'єднаний з тягою 77, відпускає шток 75 і відкриває клапан 19. Паливо до розпилювача 6 надходитиме тепер не тільки крізь головний жиклер 2, а й крізь клапан економайзера, отже, забезпечується збагачення пальної суміші.

Прискорювальний насос призначається для збагачення суміші в разі різкого відкриття дросельної заслінки. При цьому важіль 18 (рис. 2.38, г), з'єднаний сергою 24 з тягою 77, діє на планку 16 і переміщує поршень 21 униз. Тиск палива в колодязі насоса збільшується, й закривається зворотний клапан 20, перешкоджаючи перетіканню палива в поплавцеву камеру. Крізь нагнітальний клапан 23, що відкрився, й жиклер-розпилювач 22 у змішувальну камеру додатково впорскується бензин, і пальна суміш короткочасно збагачується.

Пусковий пристрій, виконаний у вигляді повітряної заслінки 7(рис. 23, д), призначається для збагачення суміші під час пуску й прогрівання холодного двигуна. Щоб дістати багату пальну суміш, повітряну заслінку закривають, чим збільшують розрідження в змішувальній камері.

Для запобігання надмірному збагаченню суміші на повітряній заслінці передбачено клапан 26, який відкривається під тиском повітря коли істотно збільшується розрідження в змішувальній камері після запуску двигуна.

Водій відкриває або закриває повітряну заслінку за допомогою троса й важеля, закріпленого на осі заслінки. Водночас із закриттям повітряної заслінки трохи відкривається дросельна заслінка 9.

Вісь повітряної заслінки, як правило, встановлюється у вхідному патрубку ексцентричне, щоб під дією різниці тисків потоку повітря на обидві частини заслінки вона намагалася відкритися.

4. До системи живлення карбюраторних двигунів входять:

- карбюратор;
- паливний бак;
- фільтри для очищення палива й повітря;
- паливopідкачувальний насос;
- впускний і випускний трубопроводи;
- глушник.

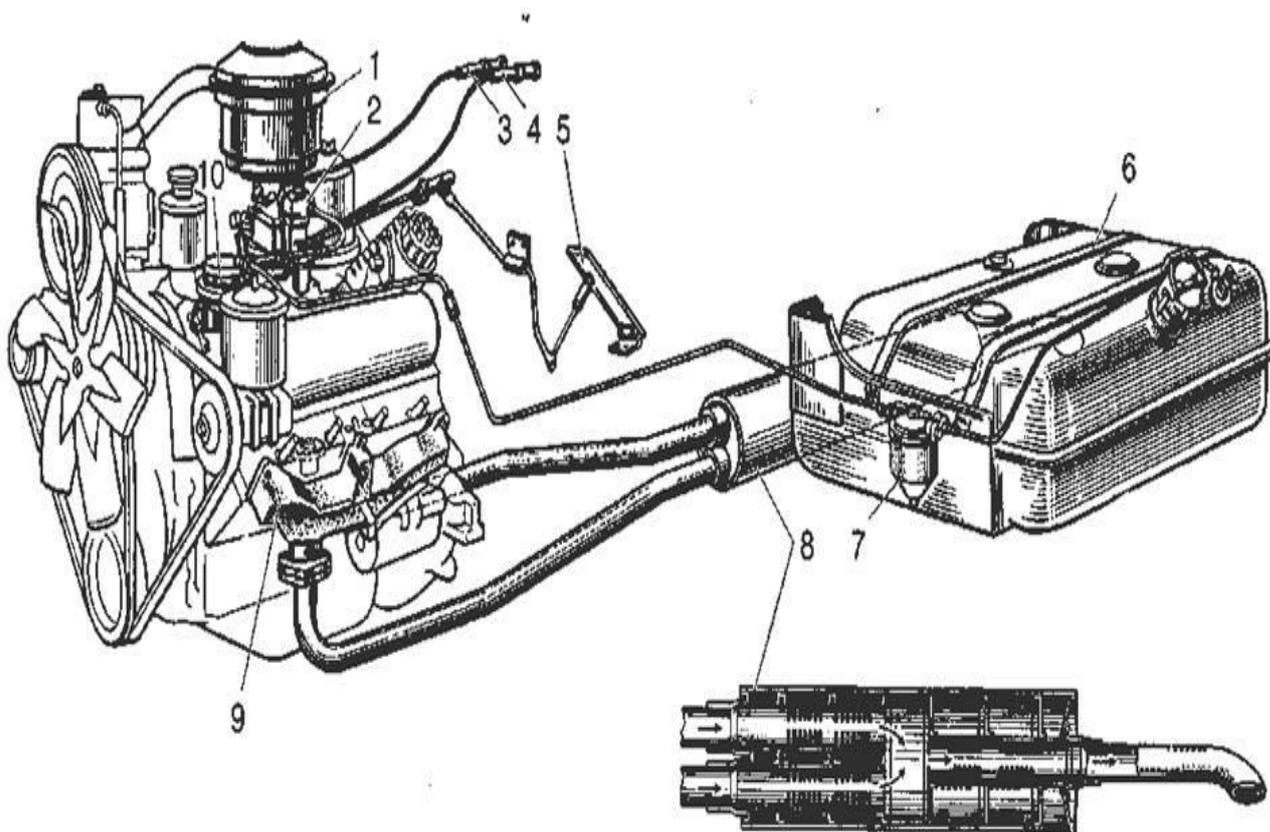


Рис. 24. Система живлення карбюраторного двигуна:

1 — повітряний фільтр; 2 — карбюратор; 3, 4 — рукоятки ручного керування відповідно повітряною та дросельною заслінками; 5 — педаль керування дросельною заслінкою; 6 — бак; 7 — фільтр-відстійник; 8 — глушник; 9 — випускний трубопровід; 10 — паливopідкачувальний насос

Лекція №7

Тема: Система сприску бензинових двигунів

План

1. Система сприску К-Джетронік.
2. Підсистеми подачі палива, заміру кількості повітря, приготування паливоповітряної суміші.
3. Схема та принцип дії пристроїв системи сприску К-Джетронік.
4. Основи конструкції та принцип дії функціональних елементів системи.

1. Система впорскування К-Джетронік фірми Бош являє собою механічну систему постійного впорскування палива. Звідси і назва системи К- Джетронік - від німецького слова «*Kontinuierlich*» (постійно, безперервно) .

Система К- Джетронік виконує наступні функції:

- Подача палива
- Вимірювання кількості всмоктуваного повітря
- Дозування палива.

2. Паливо під тиском надходить до форсунок, встановленим перед впускними клапанами у впускному колекторі. Форсунка безперервно розпорошує паливо, що надходить під тиском. Тиск палива (витрата) залежить від навантаження двигуна (від розрідження у впускному трубопроводі) і від температури охолоджуючої рідини.

Кількість подводимого повітря постійно вимірюється витратоміром , а кількість палива, що впорскується строго пропорційно (1:14,7) кількості повітря, що поступає (за винятком ряду режимів роботи двигуна , таких як пуск холодного двигуна , робота під повним навантаженням і т.д.) і регулюється дозатором - розподільником палива. Дозатор -розподільник складається з регулятора кількості палива й витратоміра повітря . Регулювання кількості палива забезпечується розподільником , керованим витратоміром повітря та регулятором керуючого тиску. У свою чергу вплив регулятора керуючого тиску визначається величиною підводиться до нього розрідження у впускному трубопроводі і температурою рідини системи охолодження двигуна.

3. При повороті ключа в замку запалювання 18 (рис. 24) включається паливний насос з електричним приводом 13, який подає паливо з бака 8, через накопичувач палива 10 і паливний фільтр 9 до дозатора палива 6. За допомогою вбудованого в дозатор регулятора тиску 7 в дозаторі підтримується постійний тиск палива. Від дозатора паливо надходить до клапанним форсункам 1. Форсунки безперервно впорскують паливо у впускні канали двигуна і, при відкритті впускних клапанів , паливна суміш надходить в камери згоряння циліндрів.

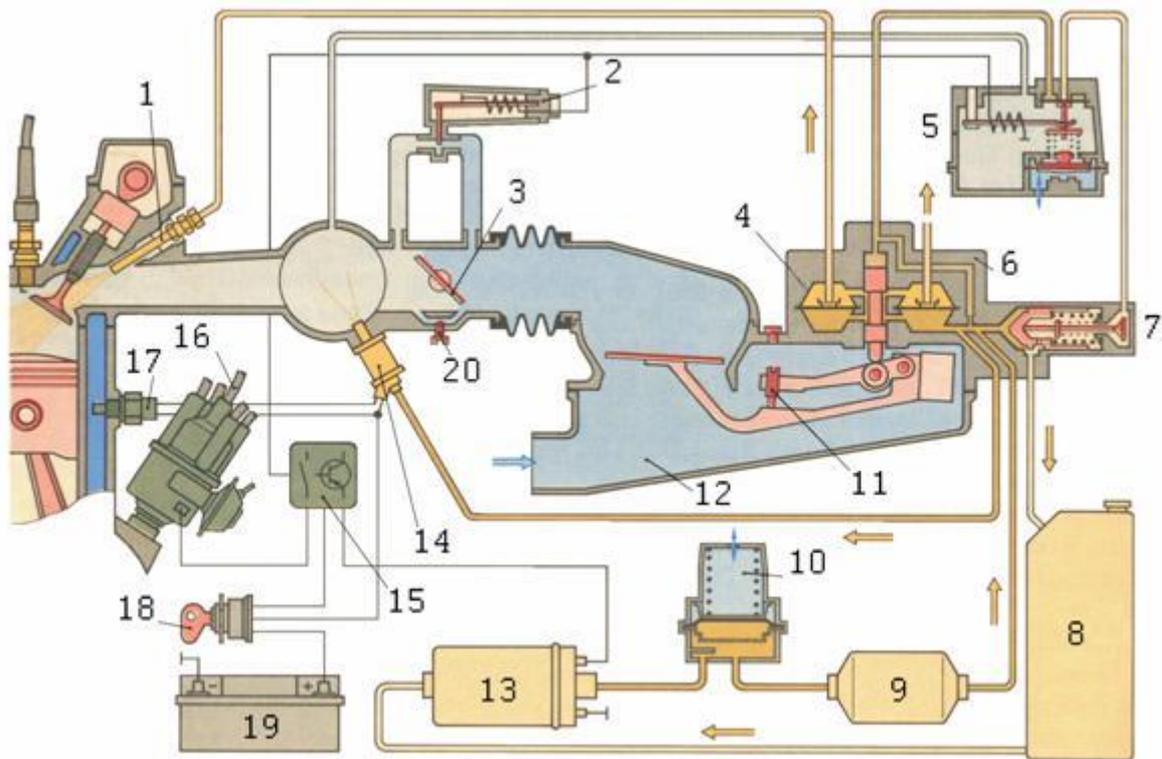


Рис. 24. Конструктивна схема системи упрскування палива К-Джетронік:

1 — клапанна форсунка; 2 — клапан подачі додаткового повітря; 3 — дросель; 4 — диференційний клапан; 5 — регулятор керуючого тиску; 6 — дозатор палива; 7 — регулятор тиску палива в системі; 8 — паливний бак; 9 — паливний фільтр; 10 — накопичувач палива; 11 — регульовальний гвинт якості суміші; 12 — витратомір повітря; 13 — паливний насос з електричним приводом; 14 — пускова форсунка; 15 — реле включення паливного насоса; 16 — переривник-розподільник; 17 — термореле; 18 — замок запалювання; 19 — акумуляторна батарея; 20 — регульовальний гвинт кількості суміші.

Кількість палива, яке подається до форсунок, визначається положенням дросельної заслінки 3. Чим більше відкрита дросельна заслінка, тим більше повітря проходить через впускний трубопровід і тим більше палива необхідно подавати до форсунок для нормальної роботи двигуна. Для визначення кількості повітря, що проходить через впускний трубопровід, служить витратомір повітря 12. Витратомір повітря спільно з дозатором палива конструктивно складає єдиний вузол - коректор складу горючої суміші. Розташований між повітряним фільтром і дросельною заслінкою напірний диск витратоміра повітря відхиляється під динамічним напором всмоктуваного у впускний трубопровід повітря. Відхилення напірного диска передається через систему важелів на розподільчий золотник дозатора палива. Розподільчий золотник, переміщуючись вгору, визначає подачу палива через диференціальні клапани 4 до механічних клапанних форсунок 1 та далі в циліндри двигуна, забезпечуючи оптимальний склад паливно-повітряної суміші.

Подача палива під час прогріву двигуна здійснюється за допомогою регулятора керуючого тиску 5. Для збільшення частоти обертання колінчастого вала на холостому ходу під час прогріву двигуна служить клапан подачі додаткового повітря 2, встановлений в повітряному каналі, виконаному паралельно дросельній заслінки.

Пускова форсунка 14 використовується для полегшення пуску холодного двигуна, тривалість відкриття якої змінюється залежно від температури двигуна за допомогою термореле.

При пуску двигуна паливо одночасно подається до пускової форсунки, регулятора тиску палива 6, розподільника, нижнім камерам диференціальних клапанів і каналу керуючого тиску (рис. 25). Залежно від величини керуючого тиску на верхній торець розподільника діє сила, яка гальмує або полегшує рух розподільника вгору. Таким чином, з'являється можливість корекції подачі палива до форсунок. Ця можливість реалізується для деяких режимів роботи двигуна з допомогою вже згаданого регулятора керуючого тиску.

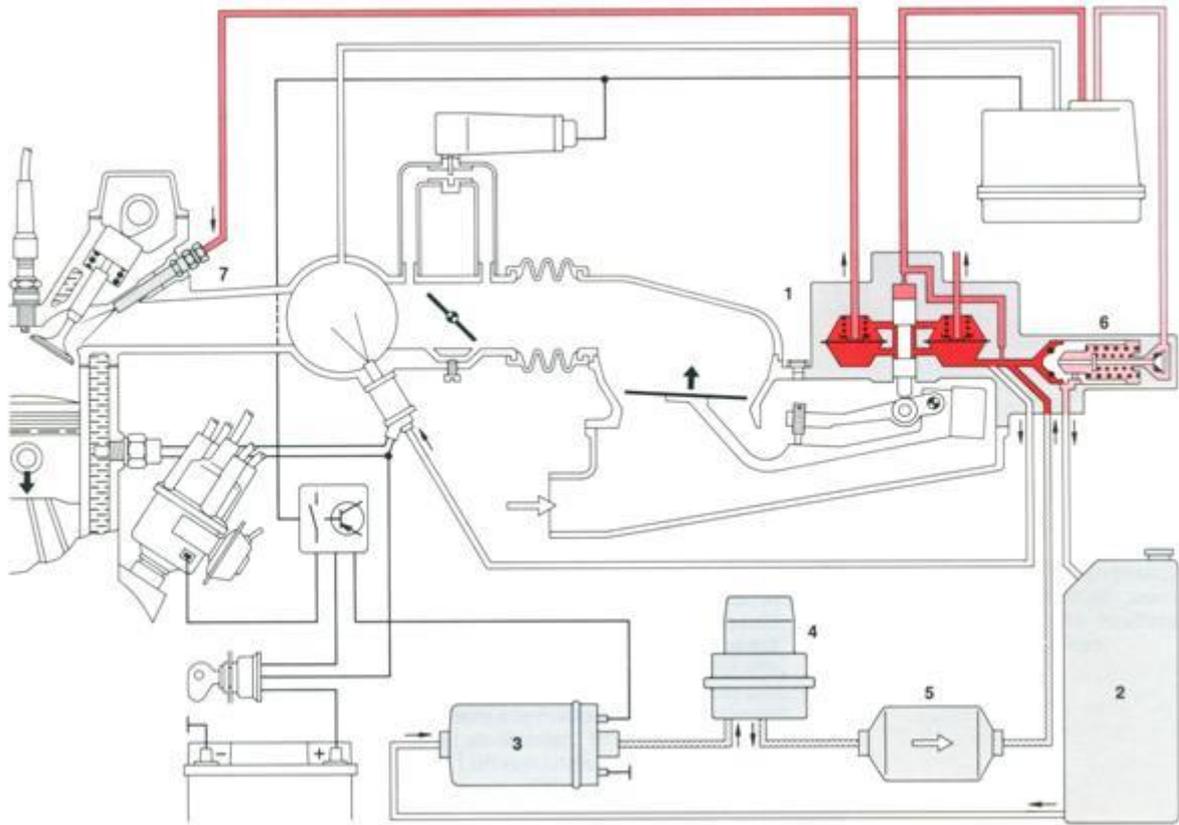


Рисунок 25. Схема роботи системи К-Джетронік при пуску двигуна:

1 — дозатор палива; 2 — паливний бак; 3 — паливний насос з електричним приводом; 4 — накопичувач палива; 5 — паливний фільтр; 6 — регулятор тиску палива в системі

4. Приготування горючої суміші - це дозування палива відповідно до кількості надійшов повітря. Дозування палива здійснюється в пристрої регулювання складу суміші, що включає витратомір повітря і дозатор палива. На деяких режимах роботи двигуна потреба в паливі сильно відрізняється від нормальної — у таких випадках при підготовці суміші необхідні коректування.

Витратомір повітря

Надійшовше в двигун кількість повітря є мірою його потужності. Воно служить основним змінним параметром, що визначає базова кількість палива, що впорскується, а також являє собою точний параметр для визначення витрати палива. Оскільки усмоктуване повітря, перед впусканням його в циліндри, повинен спочатку пройти через витратомір, процес вимірювання кількості повітря передуватиме фактичного наповнення циліндра. Це робить можливим проводити коректування суміші в будь-який момент часу.

Витратомір повітря, що вимірює кількість усього надходить у двигун повітря, встановлений перед дросельною заслінкою і працює за принципом поплавка. Він складається з дифузора 1 (рис. 14), в якому знаходиться вивішений поплавок — напірний диск 2, закріплений на важелі 7. Повітря, що протікає через дифузор, зрушує напірний диск на певну відстань по відношенню до її первісного положення.

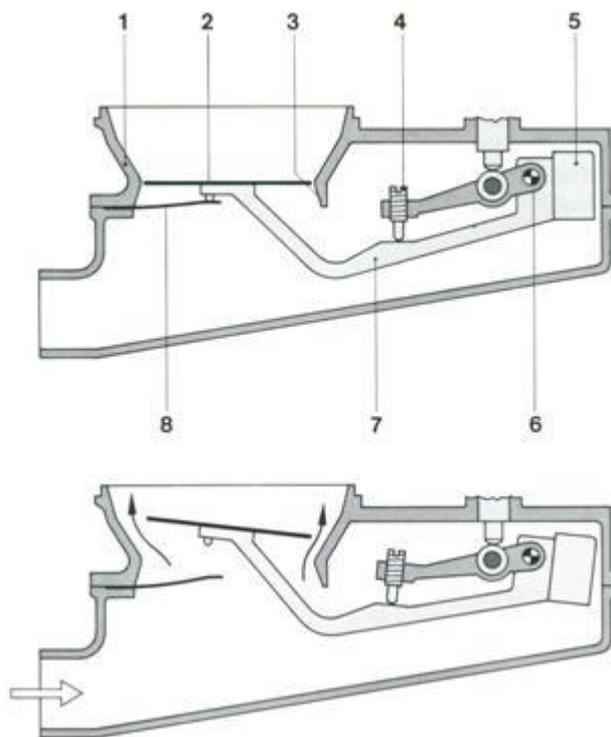


Рис. 26. Витратомір повітря:

1 — дифузор; 2 — напірний диск; 3 — розвантажувальний дифузор, 4 — регулювальний гвинт якості горючої суміші; 5 — противага; 6 — вісь обертання; 7 — важіль; 8 — плоска пружина

На осі 6 обертання важеля напірного диска закріплений другий важіль з роликком. Ролик упирається безпосередньо в нижній кінець розподільника. Наявність другого важеля з регулювальним гвинтом 4 дозволяє міняти відносне положення важелів, а значить напірного диска та наполегливої ролика (розподільника) і цим змінювати склад горючої суміші. На деяких автомобілях при необхідності цим гвинтом можна відрегулювати вміст СО у відпрацьованих газах (при його загортанні суміш збіднюється).

При можливих зворотних спалахах (перебої в запалюванні) у впускному тракті можуть створюватися значні піки тиску. Тому витратомір сконструйований так, щоб при зворотній спалаху напірний диск, долаючи опір пружини 8, може відхилитися у зворотний бік, відкриваючи розвантажувальний дифузор 3. Глибину опускання напірного диска обмежує гумовий демпфуючий упор. Вага напірного диска і системи важелів врівноважує противагу 5. Пластинчаста пружина 8 забезпечує установку напірного диска в його первісний неробочий стан.

Дозатор палива дозує базова кількість палива по окремих циліндрах відповідно до положення напірного диска в витратомірі повітря. Положення цього диска визначає кількість надходження в двигун повітря. Важіль, залежно від положення напірного диска, переміщує розподільник 5 (рис. 26). Розподільник 5 відкриває або перекриває більшою чи меншою мірою дозуючі щілини, наявні в гільзі 6 розподільника. При цьому паливо може

надходити до диференціальних клапанам і, тим самим, до форсунок залежно від ступеня відкриття дозуючих щілин.

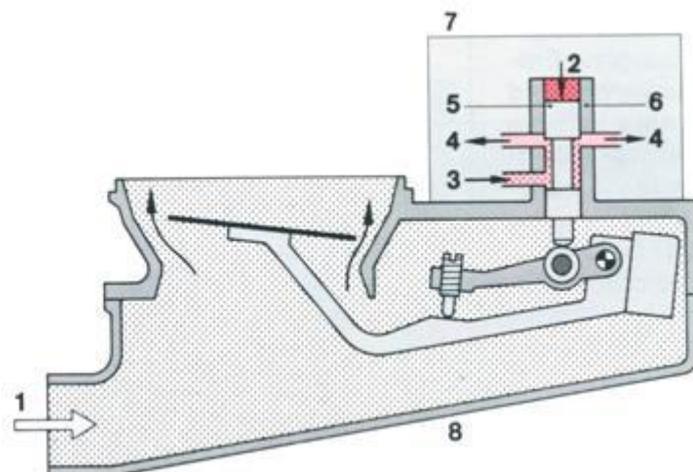


Рис . 27. Схема роботи дозатора палива:

1 — подача повітря; 2 — керуючий тиск; 3 — подача палива; 4 — дозується кількість палива; 5 — розподільник; 6 — гільза розподільника з дозуючими щілинами; 7 — дозатор палива; 8 — витратомір повітря

При невеликому ході напірного диска розподільник піднімається на невелику відстань, а тому відкриває дозуючі щілини не повністю. При великому ході напірного диска розподільник звільнить більший перетин дозуючих щілин. Таким чином, існує лінійна залежність між переміщенням напірного диска та звільненням прохідного перетину дозуючих щілин, через які проходить паливо (рис. 29).

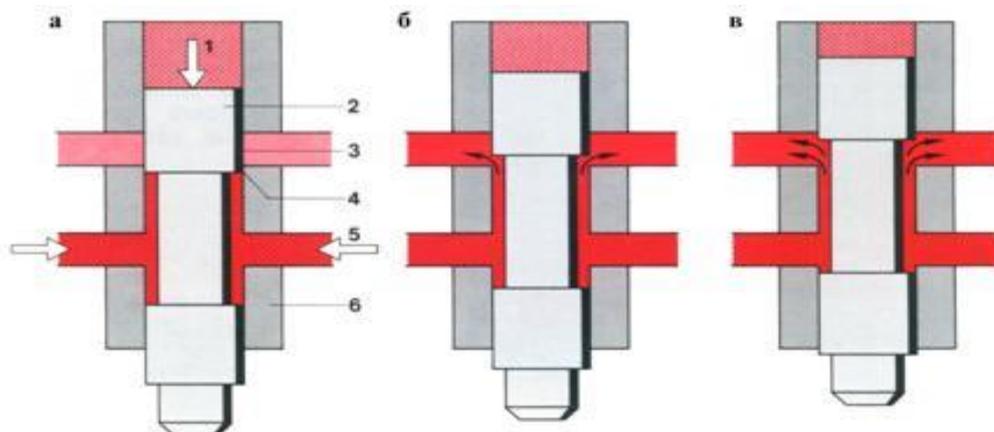


Рис. 28. Розподільник і гільза з дозуючими щілинами:

а — вихідне положення; б — часткове навантаження; в — повне навантаження

1 — керуючий тиск; 2 — розподільник; 3 — дозирующая щілину; 4 — керуюча кромка розподільника; 5 — подача палива; 6 — гільза



Рис. 30. Гільза розподільника з дозуючими щілинами.

Дозуюча щілину зображена в збільшеному масштабі. Ширина дозуючої щілини близько 0,2 мм.

Керуючий тиск відділяється від тиску палива в системі через отвір дросельного каналу 2 (рис. 18). При цьому призначення дроселя полягає в поділі контурів керуючого тиску і тиску в системі. Сполучна магістраль 3 пов'язує між собою дозатор і регулятор керуючого тиску. Керуючий тиск при пуску холодного двигуна складає приблизно 0,05 МПа. Після прогріву двигуна регулятор керуючого тиску піднімає керуючий тиск до 0,37 МПа. Через демпфуючий дроселюючий канал керуючий тиск тисне на розподільник, створюючи таким чином засунений потоку повітря, що проходить через витратомір. При цьому демпфуючий дроселюючий канал запобігає можливі коливання напірного диска, викликані пульсацією повітря на впуску.

Величина керуючого тиску впливає на процес дозування палива. Низький тиск всмоктуваного повітря може призводити до подальшого підйому напірного диска. Як наслідок, розподільник ще більше відкриває дозуючий щілини 11, подаючи до двигуна більше палива. При більш високій величині керуючого тиску усмоктуване повітря вже не в змозі високо підняти напірний диск, і, отже, до двигуна надходить менше палива. Зміною величини керуючого тиску можливо змінювати коефіцієнт надлишку повітря для підвищення потужності двигуна на максимальних обертах, а також збагачувати горючу суміш при пуску холодного двигуна.

Якщо двигун працює в діапазоні часткового навантаження з дуже бідної сумішшю, то в режимі повного навантаження додатково до корекції суміші за допомогою форми дифузора, необхідно додатково збагатити суміш за допомогою зменшення керуючого тиску. Вирішення цього завдання бере на себе регулятор керуючого тиску.

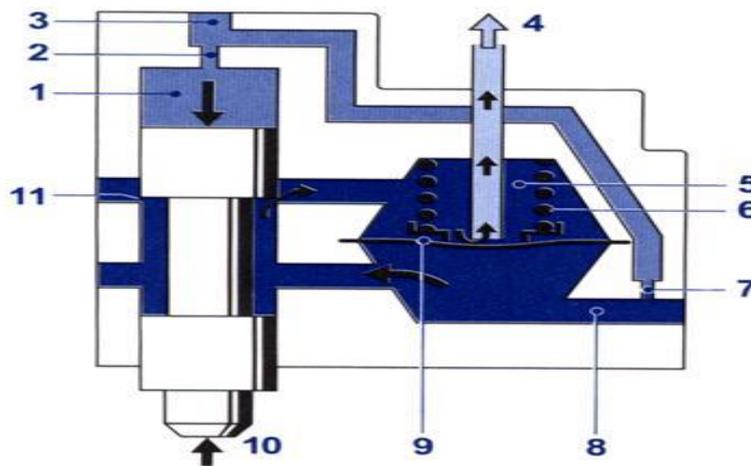


Рис. 31. Конструкція диференціального клапана, пов'язаного з контурами керуючого тиску і тиску в системі:

1 — вплив керуючого тиску; 2 — демпфуючий дроселюючий канал; 3 — канал до регулятора керуючого тиску; 4 — канал до клапанної форсунці; 5 - верхня порожнина диференціального клапана; 6 — пружина; 7 — роз'єднувальний дросельний канал; 8 — нижня порожнина диференціального клапана; 9 — діафрагма; 10 — вплив тиску повітря; 11 — дозирующая щілину

Витратомір повітря має лінійну характеристику. Це означає, що при подачі подвійного кількості повітря переміщення напірного диска збільшується вдвічі. Для того, щоб кількість подаваного до форсунок палива також змінювалося в прямій пропорції з зміною кількості витрачається повітря, підтримується постійний перепад тиску на перехідних перетинах дозуючих щілин незалежно від кількості протікає палива. Постійний перепад тисків створюють диференціальні клапани (рис. 19), які підтримують постійну різницю тисків між верхньою 2 і нижньою 8 камерами незалежно від кількості повітря, що пропускається. Ця різниця тисків становить 0,01 МПа. Завдяки диференціальним клапанам можливе підвищення точності дозування палива.

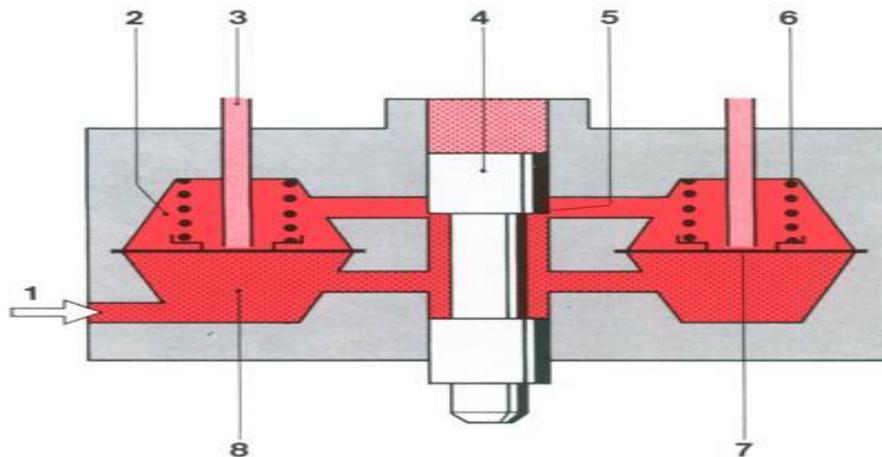


Рис . 32. Дозатор палива з диференціальними клапанами:

1 — підведення палива під тиском; 2 — верхня камера диференціального клапана; 3 — трубопровід до клапанної форсунці; 4 — розподільник; 5 — керуюча кромка розподільника; 6 — пружина клапана; 7 — діафрагма; 8 — нижня камера диференціального клапана

Верхня камера клапана відділена від нижньої камери за допомогою діафрагми 7. Нижні камери всіх клапанів з'єднані один з одним за допомогою кільцевого трубопроводу і знаходяться під тиском палива в системі. Сідло клапана знаходиться у верхній камері, з'єднаній, відповідно, з одного дозуючої щілиною і трубопроводом з підведення палива до клапанної форсунки. Щодо один одного камери герметизовані. На діафрагму впливає зусилля пружин 6, яке визначає різницю тисків.

Якщо у верхню камеру надходить велика кількість палива (рис.33, а), то діафрагма вигинається вниз і відкриває випускний отвір клапана доти, поки знову встановиться необхідна різниця тисків. Якщо кількість надходить до форсунок палива падає (рис.33, б), то, у зв'язку з рівновагою сил у діафрагми, зменшується і поперечний переріз відкритого отвору клапана, до тих пір, поки не встановиться різниця тисків 0,01 МПа. Тобто, забезпечується підтримання рівноваги сил, що впливають на діафрагму, яке зберігається для будь-якої базової дози палива допомогою регулювання поперечного перерізу відкритого отвору клапана.

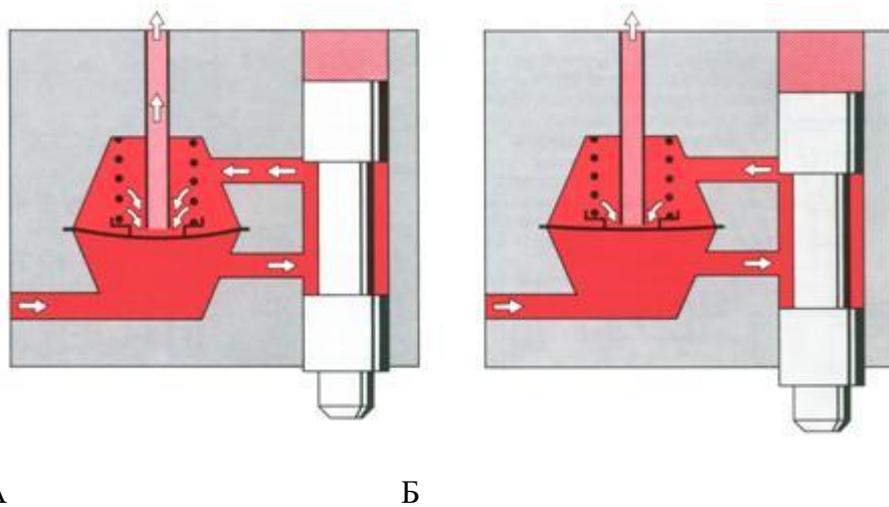


Рис. 33. Схема роботи диференціальних клапанів:

- а — положення за великої кількості палива, що впорскується;
- б — положення за невеликої кількості палива, що впорскується.

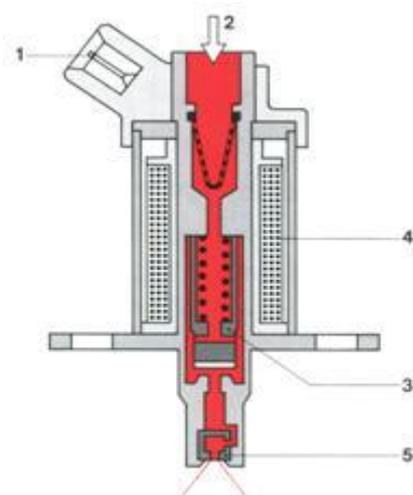


Рис . 34. Пускова форсунка:

- 1 — електричний роз'єм;
- 2 — канал підведення палива з фільтром;
- 3 — електромагнітний якір;
- 4 — електромагніт;
- 5 — відцентрова форсунка.

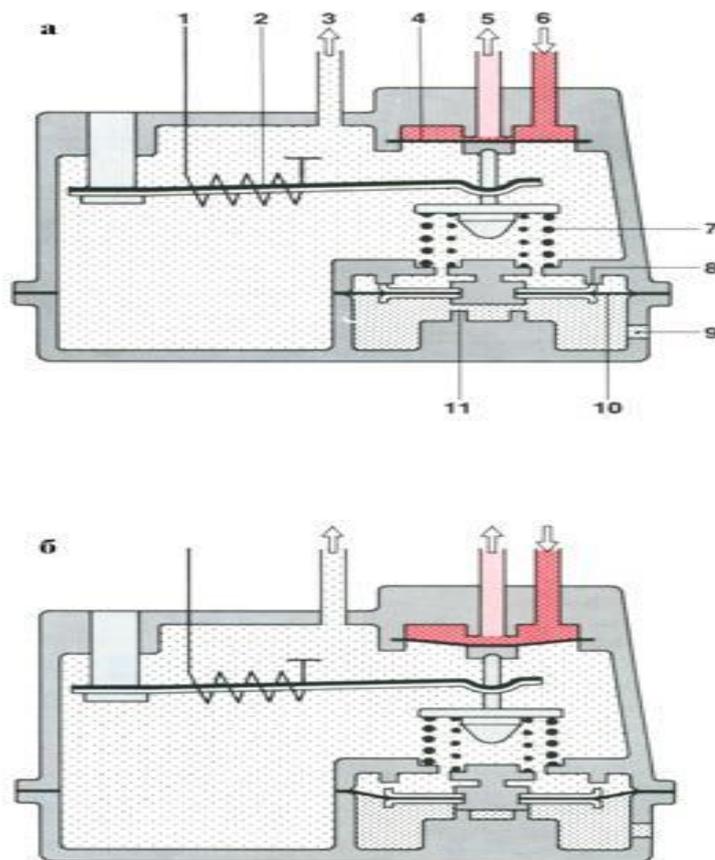


Рис. 35. Регулятор керуючого тиску:

а — на режимі холостого ходу або часткового навантаження ;

б — на режимі повного навантаження

1 — нагрівальний елемент; 2 — біметалічна пластина; 3 — канал до впускного трубопроводу; 4 — діафрагма клапана; 5 — зливна магістраль; 6 — підведення палива від дозатора палива; 7 — пружини клапана; 8 — верхній упор; 9 — повідомлення з атмосферою; 10 — діафрагма повного навантаження; 11 — нижній упор

Лямбда-регулювання

Застосування каталітичних нейтралізаторів дозволяє знизити токсичність відпрацьованих газів на 90 % і більше. При знешкодженні відпрацьованих газів за допомогою каталітичних нейтралізаторів вдається знизити вміст окису вуглецю CO і вуглеводнів CH, перевівши їх в двоокис вуглецю CO₂ і воду H₂O, окислів азоту NO_x - в нейтральний азот N. Найбільше поширення отримав трикомпонентний каталітичний нейтралізатор, в якому знижується вміст усіх трьох токсичних речовин CO, CH і NO_x. Оптимальний склад горючої суміші при застосуванні трехкомпонентного нейтралізатора відповідає стехіометричному складу, де $\lambda = 1,00$. Тільки при цьому коефіцієнті надлишку повітря нейтралізатор працює з високим коефіцієнтом корисної дії. Для роботи нейтралізаторів регулювання суміші має бути дуже точним, так як відхилення коефіцієнта надлишку повітря від $\lambda = 1,00$ на 1 % істотно порушує оптимальну роботу нейтралізатора. Створити відкриту систему регулювання, працюючу з настільки високим ступенем точності, поки не вдалося. Завдання для системи К-Джетронік була вирішена за допомогою закритої системи регулювання із зворотним зв'язком.

Лекція №8

Тема: Система живлення дизеля

План

1. Принцип сумішоутворення в дизелі.
2. Схема системи живлення чотиритактного дизеля.
3. Прилади системи живлення, їх призначення. Основні конструкції та принцип дії.

1. У дизельних двигунах сумішоутворення здійснюється в кінці такту стиснення та на початку розширення і триває протягом дуже короткого проміжку часу, що відповідає $20 - 40^\circ$ кута повороту колінчастого вала. Процес утворення паливо-повітряної суміші відбувається одночасно з процесом згоряння в періоди затримки займання і видимого згоряння. За таких умов рівномірний розподіл частинок палива по всьому об'єму повітряного заряду і швидке випаровування їх, що забезпечує повне і своєчасне згоряння палива, є завданням дуже складним.

Значний вплив якості сумішоутворення на період затримки займання в початковій фазі процесу згоряння обумовлює необхідність високоякісного розпилення палива для «м'якої» роботи двигуна. Сумішоутворення в дизельних двигунах починається з розпилення палива і розподілу його крапель по масі стиснутого повітряного заряду. При цьому паливо нагрівається і випаровується, в результаті чого утворюється пальна паливно-повітряна суміш.

Як зазначалося вище, процес сумішоутворення в циліндрі двигуна відбувається за $20...40^\circ$ кута повороту колінчастого вала; тому в більшості випадків розпилення закінчується тоді, коли раніше впорскнуте паливо уже зайнялося. За цих умов для своєчасного і повного згоряння палива треба забезпечити високоякісне впорскування і розпилення його.

Паливо в циліндр дизеля впорскується під тиском крізь сопловий отвір форсунки. Під впливом ряду факторів — аеродинамічного опору стиснутого повітря, завихрень всередині циліндра тощо — паливна струмина перетворюється на факел. Численними дослідженнями встановлено, що факел розпиленого палива (рис. 1) умовно можна поділити на серцевину 1, яка складається з великих розпилених крапель палива, середню зону 2, утворену великою кількістю крапель розпиленого палива, що оточують серцевину, і зовнішню зону 3, утворену загальмованими і частково перемішаними з повітрям найдрібнішими краплинами палива.

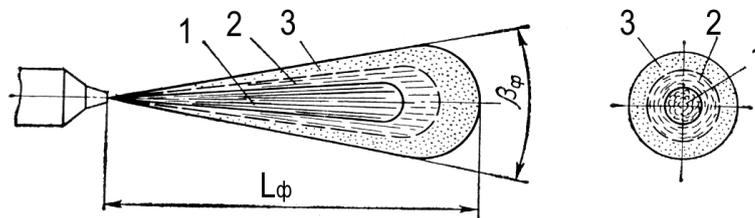


Рис. 36. Структура факела розпилення палива

Багатьма дослідженнями встановлено, що розміри крапель у факелах розпиленого палива складають $5-100 \text{ мк}$. Найбільша кількість крапель має розмір $10...25 \text{ мк}$. Встановлено, що найбільш швидке згоряння в дизельному двигуні забезпечується при розмірі крапель $10...40 \text{ мк}$. Якщо краплі більші, то процес згоряння може уповільнитися, при цьому виділятиметься сажа. Дуже дрібні краплі (менш як 10 мк) випаровуються поблизу розпилювача, що призводить до неповного використання повітря в об'ємі камери згоряння.

Факел характеризується такими параметрами: довжиною факела – L_{ϕ} ; кутом конусності – $\beta_{\phi} = 12...20^{\circ}$.

Слід зауважити, що процес розпилення і перемішування палива повинен відповідати досить суперечливим вимогам залежно від фаз процесу згоряння. У першій фазі однорідні пальні суміші мають більші періоди затримки займання, ніж неоднорідні. В другій і наступних фазах для повнішого і швидшого згоряння треба добиватися вирівнювання складу суміші за об'ємом камери згоряння.

До основних факторів, які визначають якість розпилення, належать: тиск впорскування, тиск у камері згоряння, розмір соплового отвору, швидкість витікання і в'язкість палива.

Якщо в карбюраторному двигуні паливо розпилюється внаслідок тертя повітря об паливо, то в дизельному – внаслідок тертя палива об відносно спокійне стиснуте повітря; тому для того, щоб паливо розпилювалося краще, треба подавати його в середовище стиснутого повітря з великою швидкістю, що й досягається за рахунок тиску впорскування.

З підвищенням тиску впорскування зростає швидкість витікання палива, зменшуються розміри крапель палива, тобто, підвищується тонкість розпилення. Тиск впорскування палива в двигунах з нерозділеною камерою згоряння дорівнює $20...40 \text{ МПа}$ у тихохідних потужних двигунах і $70...100 \text{ МПа}$ – у швидкісних, а при застосуванні насос-форсунок $150...180 \text{ МПа}$. У двигунах, які мають розділену камеру згоряння, тиск впорскування становить $10...15 \text{ МПа}$. При таких тисках швидкість витікання палива становить $150\text{--}400 \text{ м/с}$, що забезпечує потрібну якість сумішоутворення.

2. У сучасних дизельних двигунів, у тому числі й у всіх вітчизняних моделей, застосована роздільна система упорскування палива в циліндри. Така система передбачає установку одного об'єднаного насоса високого тиску й окремих форсунок закритого типу на кожен циліндр двигуна.

Система живлення дизельних двигунів складається з ліній низького і високого тиску. По лінії низького тиску паливо подається з основного бака до насоса високого тиску. Лінія високого тиску служить для упорскування дозованої кількості палива в циліндри двигуна відповідно до порядку їхньої роботи.

Принципова схема системи живлення дизельного двигуна показана на мал. 1. Насос низького тиску 6 (практично цей насос установлюють звичайно на корпусі насоса високого тиску) засмоктує паливо з бака 1 через фільтр грубого очищення 7 у свою порожнину усмоктування. Далі цей насос нагнітає паливо через фільтр тонкого очищення 3, у паливний насос високого тиску 4. Останній упорскує його через форсунки 2 безпосередньо в камери згоряння двигуна. Надлишкове паливо разом з повітрям, що потрапило в систему, відводяться по дренажних трубках у паливний бак. У нього також зливається паливо, що проникло в порожнини пружин форсунок. Паливні баки, застосовувані на автомобілях з дизельними двигунами, розраховані на великий запас ходу ($350\text{--}400 \text{ км}$); установлюють їх на кронштейнах, закріплюючи хомутами.

У середині паливних баків виконані перегородки, що підвищують їхню міцність і запобігають хлюпанню палива.

У корпус бака уварена заливна горловина з герметично закриваючоюся пробкою, у якій розташовані два клапани: впускний, що відкривається при зниженні тиску до $0,097\text{--}0,098 \text{ МПа}$, і випускний, що відкривається при підвищенні тиску в баці до $0,11\text{--}0,115 \text{ МПа}$.

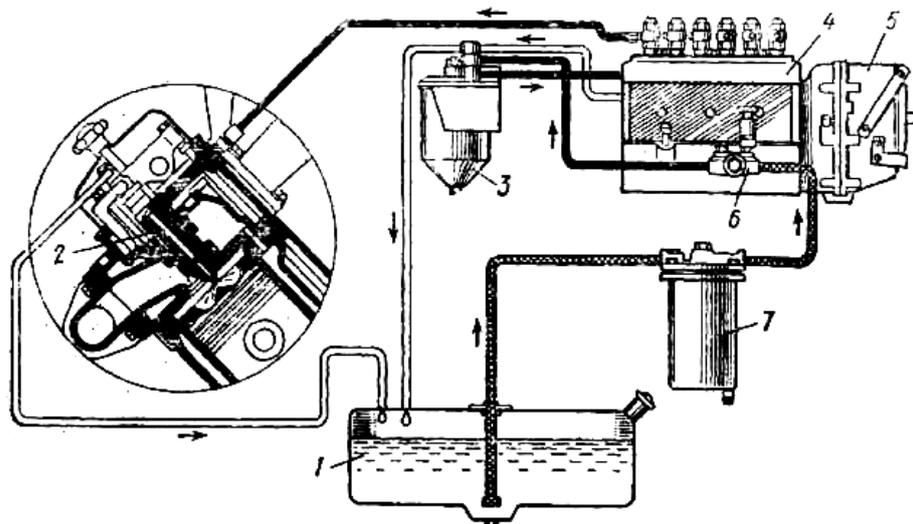


Рис. 37. Принципова схема системи живлення дизельного двигуна:

1 – паливний бак; 2 – форсунка; 3 – фільтр тонкого очищення палива; 4 – паливний насос високого тиску; 5 – регулятор; 6 – паливний насос низького тиску; 7 – фільтр грубого очищення палива

3. У лінію низького тиску входять фільтри грубого і тонкого очищення палива, паливоподаючий насос з додатковим насосом для ручного прокачування системи і паливопроводи низького тиску.

Фільтр грубого очищення палива призначений для затримки великих часточок, що забруднюють паливо перед його подачею в паливоподаючий насос. Будову такого фільтра показано на мал. 2. Фільтр складається з корпусу 4, у якому розташований фільтруючий елемент 3, що складається із сітчастого металевого каркаса з навитим на нього ворсистим бавовняним шнуром. Паливо, проходячи між витками шнура, залишає на його ворсинках механічні домішки. Очищене паливо надходить у внутрішню порожнину фільтруючого елемента і далі в відповідний паливопровід. У нижній частині корпусу мається зливальний отвір із пробкою 5 для зливу відстою. Зверху корпус закритий кришкою 1 з ущільнювальною прокладкою 2. У кришці виконані гнізда з різьбленням для приєднання штуцерів що підводить і відводить паливопровід.

Фільтр тонкого очищення служить для остаточного очищення палива перед його подачею в паливний насос високого тиску. Його розташовують у найвищій точці системи живлення, що полегшує збір і видалення повітря, що потрапило в паливну систему.

Пристрій фільтра тонкого очищення показано на мал. 3. Він служить для більш ретельного очищення палива. Через середину корпусу цього фільтра проходить стрижень 5, на який надітий фільтруючий елемент 4 у виді сталевого сітчастого каркаса. Усередині каркаса проходить трубка з отворами, обмотана тканиною. На тканину нанесений спеціальний состав (деревне борошно, просочене пульвербакелитом), поверх якого накладено кілька витків марлі. З торців фільтруючий елемент закритий пластинчастими фланцями. До кришки корпусу фільтра елемент притискається циліндричною пружиною 2 за допомогою шайби 3. У кришці розташований жиклер 6, через який у зливальний трубопровід проходить частина палива і повітря, що потрапила в систему. Відстій зливається через пробку 1.

Паливоподаючий насос поршневого типу застосовують у більшості автомобільних дизельних двигунів.

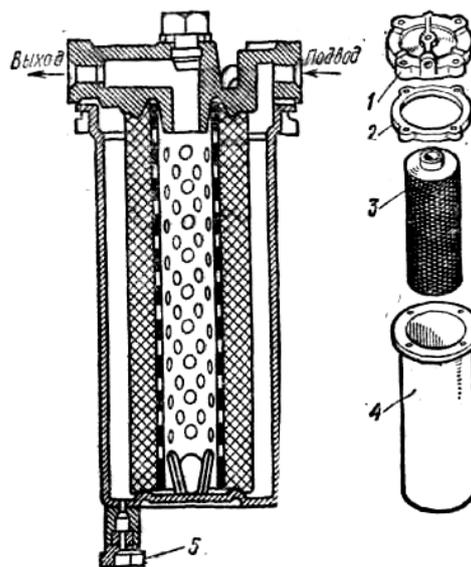


Рис. 38. Фільтр грубого очищення палива:

1 – кришка; 2 – прокладка; 3 – фільтруючий елемент; 4 – корпус; 5 – пробка для зливу відстою

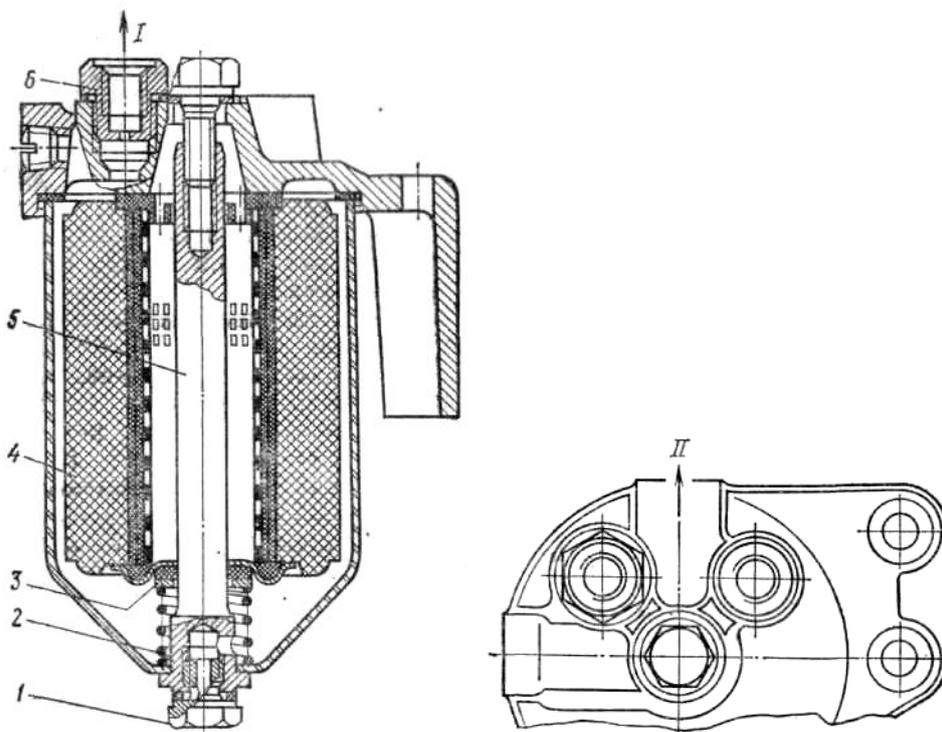


Рис. 39. Фільтр тонкого очищення палива:

1 – пробка для зливу відстою; 2 – пружина; 3 – шайба; 4 – фільтруючий елемент; 5 – стрижень; 6 – жиклер; I – зливши палива; II – до насоса високого тиску

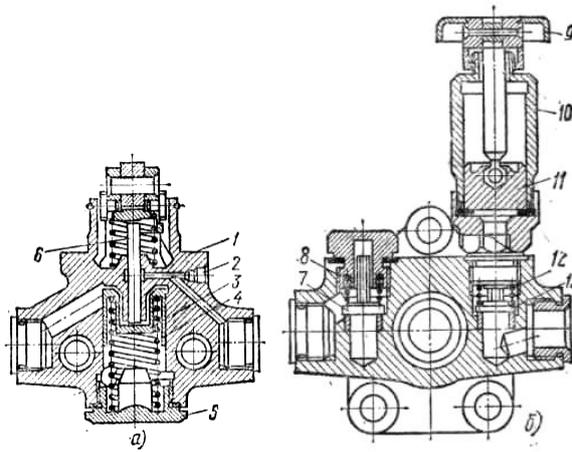


Рис. 40. Паливоподаючий насос:

а – основний насос, що подає; б – ручний насос, що підкачує; І – корпус; 2 – дренажний канал; 3 і ІІ – поршні; 4 – возвратная пружина поршня; 5 – пробка; 6 – шток; 7 і 13 – клапани; 8 і 12 – пружини; 9 – рукоятка; 10 – циліндр ручного насоса

Розміщений в корпусі 1 поршень 3 переміщається в одному напрямку під дією штока 6, що піднімається ексцентриком на кулачковому валу насоса. У середині поршня встановлена пружина 4 (опорою для неї служить виточення в пробці 5), що повертає поршень у зворотному напрямку. У корпус насоса паливо надходить через клапан 7, що відкривається під дією розрідження і закривається під тиском пружини 8. До насоса високого тиску паливо подається при відкритті клапана 13, навантаженого пружиною 12.

Робота паливоподаючого насосу показана на мал. 5. Поршень 3, переміщаючи під дією штока 4, витісняє паливо з порожнини А через нагнітальний клапан, що відкривається, і у порожнину Б. Коли поршень змінює напрямок свого руху і переміщається під дією пружини 8, тиск у порожнині Б підвищується і паливо подається до насоса високого тиску. Під час цього ходу під поршнем створюється розрідження, у результаті чого впускний клапан 2 відкривається і паливо надходить з бака через фільтр грубого очищення в порожнину насоса А.

Якщо треба підкачати паливо при непрацюючому двигуні, користаються насосом з ручним приводом, установленим на паливоподаючому насосі.

У лінії низького тиску використовуються трубопроводи, виготовлені зі сталі, міді чи маслобензостойкої пластмаси. У лінії високого тиску застосовують сталеві трубопроводи великої міцності, по кінцях яких зроблені висадження для утримання накидних гайок, що кріплять їх до штуцерів паливного насоса високого тиску і до форсунок.

Для забезпечення гарного розпилення палива, що впорскується в середовище щільно стиснутого повітря, необхідно подавати його під високим тиском. З цією метою дизельні двигуни мають насос високого тиску, що разом з форсунками і трубопроводами утворює лінію високого тиску.

У циліндри двигуна під дією насоса високого тиску через форсунки закритого типу в строго визначених дозах (у залежності від навантаження двигуна і режиму його роботи) упорскується паливо.

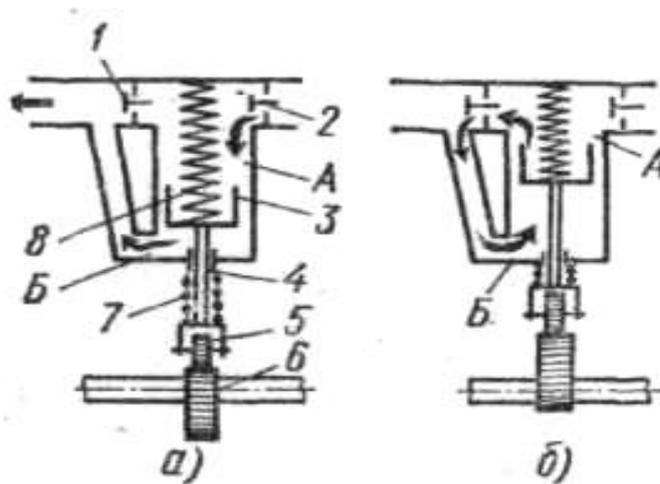


Рис. 41. Схема роботи паливоподаючого насоса:

а – рух поршня вниз – паливо подається до насоса високого тиску; б – рух поршня нагору – паливо заповнює порожнину Б; 1 – нагнітальний і 2 – впускний клапани; 3 – поршень; 4 – штوک; 5 – ролик; 6 – кулачок вала приводу; 7 і 8 – пружини; А і Б – порожнини

Таким чином, паливний насос високого тиску насамперед відміряє визначені дози палива, подавані в кожен циліндр за один робочий хід. Тому що ці дози повинні бути дуже незначними й однаковими для кожного циліндра. Насоси високого тиску виконують з великим ступенем точності.

Паливо подають паливним насосом високого тиску в строго визначений момент, за дуже короткий проміжок часу, з можливістю зміни моменту випередження упорскування стосовно проходу поршня через в.м.т. наприкінці ходу стиску. Паливний насос обслуговує всі циліндри двигуна.

Паливні насоси високого тиску, застосовувані в сучасних автомобільних дизельних двигунах, відносяться до плунжерного типу з окремою секцією на кожен циліндр двигуна. Усі секції об'єднані в одному корпусі і приводяться в дію від загального кулачкового вала, що одержує обертання через шестерний привід від розподільного вала двигуна.

У більшості насосів високого тиску всі плунжерні секції розташовані в один ряд, у деяких насосів, наприклад установлених на двигунах ЯМЗ-740, плунжерні секції розташовуються в два ряди під кутом 75° одна до іншої.

Пристрій насоса високого тиску показано на мал. 6. Він складається з корпуса 7 насоса, плунжерних секцій, кулачкового вала 1, регулятора частоти обертання і муфти випередження упорскування. Кожна секція насоса являє собою гільзу 11 із плунжером, що рухається усередині неї, 12.

Гільзи встановлені в розточеннях корпуса насоса і фіксуються в ньому стопорними гвинтами 6. Верхній отвір у гільзі впускний, він сполучається з каналом Б підведення палива в корпусі насоса. Нижній (пропускний) отвір у гільзі з'єднано з каналом А відводу палива. На зовнішній поверхні верхньої частини плунжера мається кругова проточка. Вище її розташований фасонний паз, що починається знизу гвинтовою канавкою і закінчується прямолінійною вертикальною канавкою. Цей паз з'єднує простір над плунжером з кільцевою порожниною, утвореною круговим виточенням на плунжері. Зверху до гільзи прилягає сідло нагнітального клапана 10, що притискається до торцевої поверхні гільзи штуцером 8, укрупненим у корпус насоса. До штуцера приєднаний нагнітальний трубопровід високого тиску.

Плунжери всіх секцій приводяться в рух від загального кулачкового вала 1, розташованого в нижній частині корпуса і встановленого на конічних роликів підшипниках. Кулачок діє на плунжер 12 через роликівий штотхальник 18, що постійно притискається до кулачка пружиною 15. Під дією цієї пружини, що спирається на тарілку

2, плунжер рухається вниз. Провертання штовхальника перешкоджає вісь 19 ролика, що має виступи, що входять у пази на розточеннях корпуса. Ролик 21 штовхальника встановлений на втулці, що плаває, 20. Для регулювання моменту початку подачі палива в штовхальник 18 укрупнений регулювальний гвинт 16, що фіксується у визначеному положенні контргайкою 17.

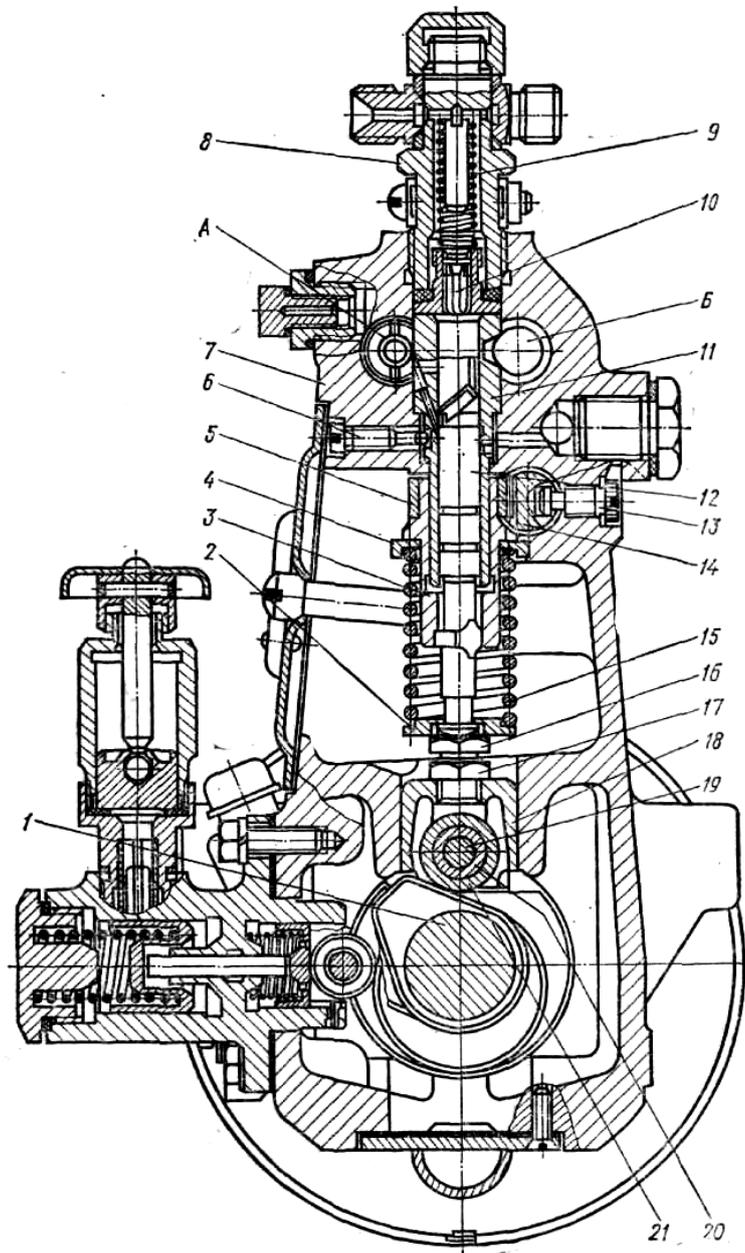


Рис. 42. Поперечний розріз насоса високого тиску:

1 – кулачковий вал; 2 – нижня тарілка; 3 – поворотна втулка; 4 – верхня тарілка; 5 – зубцюватий сектор; 6 – стопорний гвинт; 7 – корпус; 8 – штуцер; 9 – пружина нагнітального клапана; 10 – нагнітальний клапан; 11 – гільза; 12 – плунжер; 13 – гвинт обмеження ходу рейки; 14 – пальці ведучої напівмуфти; 15 – пружина; 16 – регулювальний БИНТ; 17 – контргайка; 18 – штовхальник; 19 – вісь ролика; 20 – втулка, що плаває; 21 – ролик; А і Б – канали відводу і підведення палива

Розглянемо роботу насоса високого тиску. Коли плунжер 2 (мал. 7) опускається (положення I), простір над ним заповнюється паливом, що надходить через отвір Д в гільзі 1 і канал Б (див. мал. 6) підведення палива. При русі плунжера нагору (мал. 7, положення II) цей отвір перекривається торцевою крайкою плунжера і тиск у просторі над плунжером підвищується. Зі збільшенням тиску до 1,2-1,8 МПа відкривається нагнітальний клапан 10 (див. мал. 6) і паливо через штуцер каналу А відводу палива і трубопровід високого тиску надходить до форсунки. Плунжер продовжує підніматися і відповідно підвищує тиск.

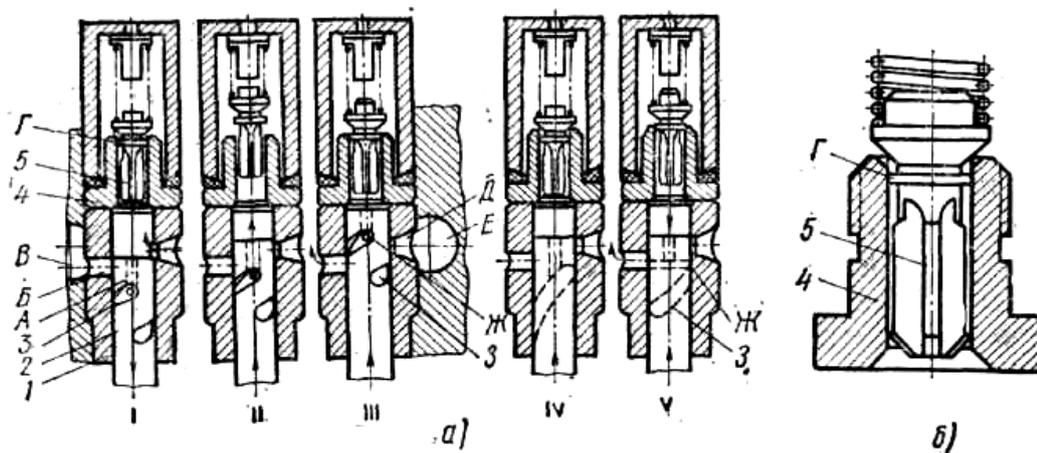


Рис. 43. Плунжер форсунки:

а – схема роботи; б – нагнітальний клапан; 1 – гільза; 2 – плунжер; 3 – робоча гвинтова канавка плунжера; 4 – корпус нагнітального клапана; 5 – нагнітальний клапан; А і Б – пропускні отвори плунжера і гільзи; В і Е – паливні канали в корпусі насоса; Г – розвантажувальний пасок клапана; Д – вхідний отвір; Ж – горизонтальний отвір плунжера; 3 – неробоча гвинтова канавка плунжера; I – заповнення гільзи паливом; II й III – положення плунжера на початку і кінці середньої подачі; IV і V – положення плунжера при повній і нульовій подачах

Коли його величина досягає 15 МПа, піднімається голка форсунки і доза палива, подана насосом, впорскується в циліндр двигуна. При підході плунжера до в.м.т. (мал. 7, положення III) його крайка відкриває пропускний отвір Б гільзи, що з'єднує порожнину гільзи з каналом, що відводить, у результаті чого тиск над плунжером і в трубопроводі, що веде до форсунки, падає. Нагнітальний клапан закривається, і надходження палива в циліндр припиняється. Для більш кращого процесу згоряння необхідно, щоб подача палива завершувалася чітким відсіченням. Для цього на нагнітальному клапані 5 роблять розвантажувальний пасок Г, що збільшує обсяг у паливопроводі між форсункою і клапаном.

Величина дози палива, що впорскується, залежить від тривалості подачі, тобто, від моменту відкриття крайкою гвинтової канавки і плунжера пропускного отвору Б. Чим пізніше відкривається пропускний отвір, тим більша кількість палива впорскується в циліндр. Більш раннє відкриття пропускного отвору зменшує кількість палива, що впорскується.

Для зміни тривалості упорскування плунжер повертають так, щоб крайка гвинтоподібної канавки раніш чи пізніше відкрила пропускний отвір.

Для повороту плунжера в гільзі кожної секції мається втулка. У верхній частині ця втулка несе на собі зубцюватий вінець, утримуваний стяжним гвинтом, а в нижній частині виконані два вертикальних пази, у котрі входять повідці плунжера. Завдяки великій довжині пазів повідці можуть переміщатися в них на всю довжину ходу плунжера.

З зубцюватими вінцями всіх секцій знаходиться в зачепленні зубцювата рейка, встановлена в корпусі насоса високого тиску, і приводи системою тяг від відцентрового регулятора, що керує подачею палива.

Подовжнє переміщення рейки викликає поворот утулок на гільзах і відповідне зміна положення плунжерів. Усуваючи рейку в корпус насоса, збільшують подачу палива, а висуваючи - зменшують.

Момент подачі палива в циліндр повинний бути зв'язаний з положенням його поршня. Надходження палива в циліндр повинне завершуватися до приходу поршня у в.м.т. Зі збільшенням частоти обертання вала двигуна зменшується час кожного ходу поршня. Відповідно повинний змінюватися і момент подачі палива, щоб уся порція вприснутого палива встигла запалитися і згоріти в той час, коли поршень знаходиться біля в.м.т.

Кут випередження подачі палива змінюється поворотом кулачкового вала насоса. При повороті кулачкового вала по напрямку його обертання кут випередження подачі палива збільшується, проти - зменшується. Змінюється кут випередження автоматично під дією відцентрової муфти, установленної на передньому кінці кулачкового вала насоса.

Між моментом початку подачі палива насосом, обумовленим відкриттям нагнітального клапана, і моментом упорскування палива форсункою мається невелика різниця в часі. Це пояснюється деякою деформацією паливопровода високого тиску і стискальністю палива.

Форсунки, застосовані на сучасних дизельних двигунах, закритого типу з гідравлічним підйомом голки, тобто, прохідний перетин розпилювача перекривається голкою, що піднімається тиском палива в момент упорскування.

На мал. 8 показаний пристрій форсунки закритого типу. Вона складається зі сталевго корпуса 4, до якого гайкою 3 приєднаний корпус 2 розпилювача. У корпусі розпилювача встановлена голка I, що складає разом з корпусом розподільника прецизійну пару. У нижній частині розпилювача маються чотири соплових отвори для упорскування палива.

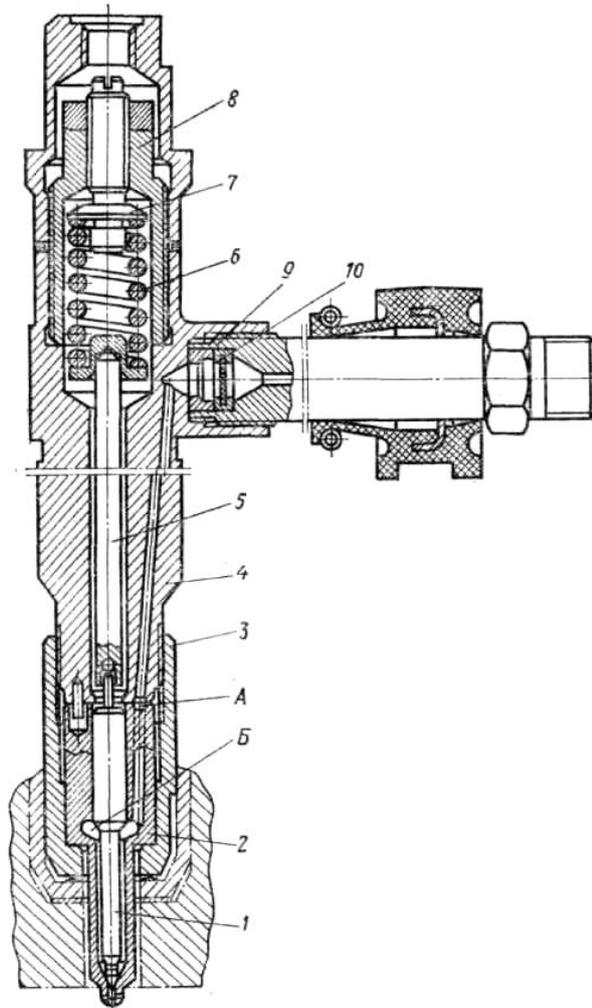


Рис. 44. Форсунка закритого типу:

1 – голка розпилювача; 2 – корпус розпилювача; 3 – гайка розпилювача; 4 – корпус; 5 – штанга; 6 – пружина; 7 – регулювальний гвинт; 8 – гайка пружини; 9 – штуцер; 10 – фільтр; А – кільцеве виточення; Б – порожнина під конічним сидлом голки

Корпус розпилювача фіксується щодо корпусу форсунки двома штифтами. У хвостовик голки упирається кінець штанги 5, верхня частина якої служить опорою для поворотної пружини 6. Ця пружина повертає голку у вихідне положення після закінчення упорскування палива.

Пружина 6 розташована у внутрішній порожнині фасонної гайки 8, що укрочена своєю нижньою частиною в корпус форсунки. Попередній натяг пружини 6 може бути відрегульований підкручуванням гвинта 7, у заплечик якого упирається верхня частина пружини.

Паливо підводиться до форсунки по трубопроводу високого тиску, з'єднаному зі штуцером 9, усередині якого встановлений сітчастий фільтр 10. Пройшовши фільтр, паливо попадає у внутрішні канали корпусу форсунки і корпуси розпилювача і проходить у кільцеву порожнину навколо голки.

Упорскування відбувається, коли тиск палива, створюваний насосом, зросте і перевищить тиск пружини 6, у результаті чого голка підніметься і відкриє прохід для палива до соплових отворів розпилювача.

Після припинення подачі палива насосом тиск у кільцевій порожнині упаде, і під дією пружини 6 голка опуститься і закриє доступ паливу до соплових отворів розпилювача. Цей момент відповідає закінченню упорскування палива.

Паливо, що просочилось через зазор між голкою і корпусом форсунки, просувається по вертикальному каналі в зливальний трубопровід, що направляє його в бак. При установці форсунки в головку циліндрів повинна бути забезпечена висока герметичність. З цією метою торець гайки 3 розпилювачі ущільнений від прориву газів мідною гофрованою і сталеву шайбами й ущільнювальними кільцями.

МУФТА АВТОМАТИЧНОГО ВИПЕРЕДЖЕННЯ УПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

Випередження упорскування палива повинне змінюватися відповідно до зміни режиму роботи двигуна. З цією метою паливний насос високого тиску оснащують автоматичною муфтою зміни кута випередження упорскування палива в залежності від зміни частоти обертання колінчатого вала двигуна.

У більшості автомобільних дизельних двигунів застосовують автоматичні муфти, що відрізняються друг від друга окремими конструктивними елементами.

За принципом дії усі вони відносяться до відцентрових регулюючих пристроїв.

Муфта автоматичного випередження упорскування палива (мал. 45) складається з двох напівмуфт: відомої 1 і ведучої 4. На відомій напівмуфті розташовані вантажі 8, що розходяться в сторони під дією відцентрової сили. Ці вантажі встановлені шарнірно на двох осях 2. У вирізах вантажів розміщені пружини 3. На ведучій напівмуфті закріплені пальці 10, у які упираються пружини 3. Таким чином, пружини 3, спираючись з однієї сторони на осі 2, а з іншого боку - на пальці 10, зв'язують між собою ведучу і відому частини муфти.

Працює муфта як відцентровий регулятор. Зі збільшенням частоти обертання колінчатого вала двигуна, а отже, і кулачкового вала паливного насоса закріплені на муфті вантажі 8 під дією відцентрової сили прагнуть розійтися в протилежні сторони. Переміщення вантажів викликає поворот відомої напівмуфти щодо ведучої на деякий кут у напрямку обертання кулачкового вала і відповідно збільшує кут випередження подачі палива. Зі зниженням частоти обертання вала двигуна і кулачкового вала насоса зменшується відцентрова сила, у результаті чого п'ята 21 і муфта 2 зміщуються вліво, а важіль 13 і тяга 8, що керує подачею палива, усуває рейку в корпус насоса, збільшуючи подачу палива і частоту обертання колінчатого вала.

Зменшуючи натискання на педаль керування подачею палива, знижують натяг пружини і зменшують частоту обертання вала двигуна.

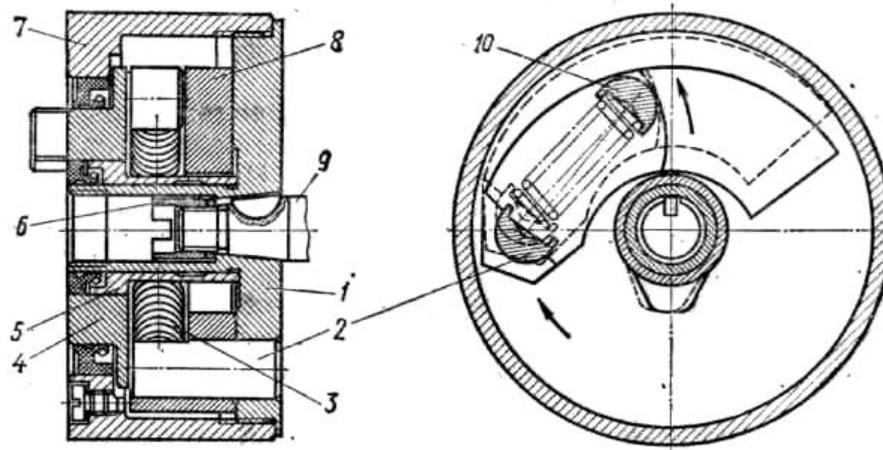


Рис. 45. Муфта автоматичного випередження упорскування палива

Для повного припинення подачі палива і зупинки двигуна скобу 20 опускають униз. При цьому куліса 23 переміщає важіль 13 у крайнє праве положення, рейка 7 цілком висувається з корпусу насоса і подача палива припиняється. Для зупинки двигуна в кабіні водія мається кнопка "Стоп", що зв'язана зі скобою 20, що керує кулісою 23.

Регулятор підтримує мінімальну частоту обертання колінчатого вала двигуна на холостому ході в межах 450- 550 об/хв і обмежує максимальну частоту обертання до 2250-2275 хв⁻¹. Різка зміна подачі палива запобігається буферною пружиною 16 і коректором 19.

Мінімальна і максимальна частоти обертання, підтримувані в зазначених межах, можуть бути відрегульовані болтами 9 і 11.

Для зниження мінімальної частоти обертання болт 11 викручують, а для збільшення ввертають. Максимальну частоту обертання вала двигуна регулюють болтом 9. Однак до цього регулювання прибігають лише під час перевірки насоса високого тиску на спеціальному іспитовому стенді.

Лекція №9

Тема: Газобалонні автомобілі

План

1. Причини застосування газобалонних автомобілів.
2. Види газів, що застосовуються як паливо для автомобільних двигунів.
3. Основні конструкції та принцип дії системи живлення скрапленим нафтовим газом та її основних елементів

1. Збільшення використання стиснутого природного газу і скрапленого нафтового газу дає змогу раціональніше використовувати паливно-енергетичний потенціал країни й ефективно розв'язувати проблему захисту навколишнього середовища від шкідливого впливу автомобілів. Газове пальне дає змогу істотно знизити токсичність відпрацьованих газів, скоротити споживання моторних масел, збільшити ресурс двигунів, зменшити шумність їхньої роботи й поліпшити інші показники роботи газобалонних автомобілів. Застосування стиснутого природного і скрапленого нафтового газу як моторного пального дає змогу знизити токсичність відпрацьованих газів за основними контрольованими параметрами: оксиду вуглецю в 3—4 рази, оксидів азоту в 1,2—2 рази і вуглеводнів у 1,2—1,4 рази. У відпрацьованих газах газобалонного автомобіля немає шкідливих сполук свинцю. Димність відпрацьованих газів газодизельного двигуна в режимі вільного прискорення при роботі на газодизельній суміші в 2—4 рази нижча, ніж при роботі на дизельному пальному. Однак, застосування газового пального потребує гарантування безпечної експлуатації газобалонних автомобілів.

2. Система живлення призначена для очищення палива і повітря, приготування робочої суміші, подання її в циліндри та видалення відпрацьованих газів.

Системи живлення бувають трьох типів:

- Системи живлення карбюраторних двигунів.
- Системи живлення дизелів.
- Система живлення двигунів газобалонних автомобілів.

На сьогоднішній день у зв'язку з значним подорожчанням нафтопродуктів значно зросла потреба в більш дешевому паливі для автомобіля. Цим паливом на сьогодні є газ. Тому кількість автомобілів, що обладнані установками для використання природного газу як палива - зростає. Крім того, в останні роки, в зв'язку з збільшенням чисельності автомобілів гостро постала проблема забруднення навколишнього середовища. Автомобілі, які працюють на газу є, найбільш екологічно чистими. Тому даний тип системи живлення є дуже перспективним.

3. Схема установки газової апаратури автомобіля ГАЗ-53-27 і шасі ГАЗ-52-28 показана на рис. 46 . З балонів газ під тиском 20 МПа через видатковий вентиль 8 і трубку 7 надходить у редуктор високого тиску 17, де відбувається зниження тиску до 1.2 МПа (12 кгс/див²). Потім по трубці газ через фільтр 16 з електромагнітним клапаном надходить у редуктор низького тиску 20, а відтіля під невеликим тиском чи невеликим розрідженням (у залежності від режиму роботи двигуна) по гумовому шлангу 5 йде в карбюратор-змішувач 3 і, змішуючись з повітрям, всмоктується в циліндри двигуна. Заповнення балонів газом здійснюється через наповнючий вентиль 9.

Для контролю наявності газу в балонах мається манометр високого тиску 10 розташований на балоні. Манометр низького тиску 19, що контролює роботу редуктора, знаходиться на панелі приладів у кабіні.

Система живлення бензином така ж, як на базових автомобілях. Для перекриття бензину під час роботи двигуна на газі встановлюється електромагнітний клапан 2, розташований на рамці радіатора. Включення електромагнітного клапана здійснюється перемикачем з кабіни водія.

Газові балони за допомогою кронштейнів об'єднані в секції з чотирьох і трьох балонів і кріпляться під платформою на рамі драбинами. Балони між собою, а також обидві секції з'єднані трубопроводами. Видатковий вентиль розташований на першому по ходу балоні, наповнюючий на другому.

Редуктор 17 розташований у подкапотном просторі на щитку передка кабіни і кріпиться за допомогою кронштейна. Фільтр газу з електромагнітним клапаном і редуктор низького тиску кріпляться на кронштейнах під капотом двигуна. Включення електромагнітного клапана фільтра виробляється з кабіни водія.

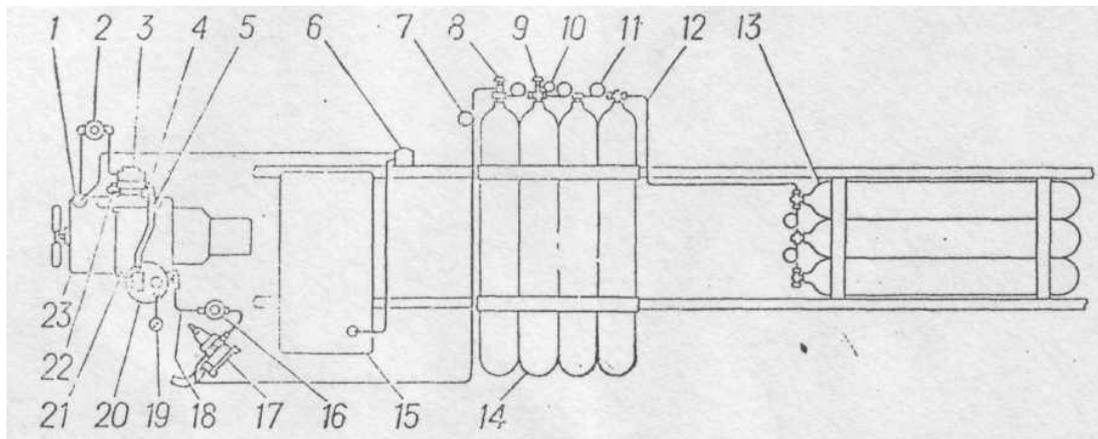


Рис. 46. Схема установки газовой аппаратури:

1 – бензиновий насос; 2 – фільтр тонкого очищення бензину з електромагнітним клапаном; 3 – карбюратор-змішувач; 4 – впускная труба; 5 – шланг подачі газу в карбюратор-змішувач; 6 – бензиновий відстійник; 7 – трубка від балона до редуктора високого тиску; 8 – видатковий вентиль; 9 – наповнюючий вентиль; 10 – манометр високого тиску; 11 – трубка сполучна балонів; 12 – трубка сполучна секцій; 13 – задня секція балонів; 14 – передня секція балонів; 15 – бензиновий бак; 16 – фільтр газу з електромагнітним клапаном; 17 – редуктор високого тиску; 18 – трубка від фільтра до редуктора низького тиску; 19 – манометр низького тиску; 20 – редуктор низького тиску; 21 – трубка забору вакууму; 22 – трубка холостого ходу; 23 – двигун

ГАЗОВЕ УСТАТКУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ. БАЛОНИ

За формою і конструкцією автомобільні балони на робочий тиск 20 МПа подібні зі звичайними кисневими балонами. Балони (рис. 47) виготовляються зі сталевих суцільнотягнутих труб і піддаються термічній обробці, що забезпечує однорідність структури металу й усуває внутрішні напруження, що виникають у процесі виробництва.

Після термічної обробки балони піддаються іспитам на міцність: гідравлічному - на 30 МПа і пневматичному - на 20 МПа.

Випробуваний балон повинний мати таврування, на горловині балона вказуються:

- а) марка заводу виготовлювача;
- б) порядковий номер балона;
- в) маса балона в кг;
- г) дата (місяць і рік) виготовлення і наступного іспиту;
- д) робочий тиск (Р) і спробне (П);
- е) ємність балона в літрах;
- ж) клеймо ОТК заводу-виготовлювача;
- з) клеймо інспекції котлонадзору.

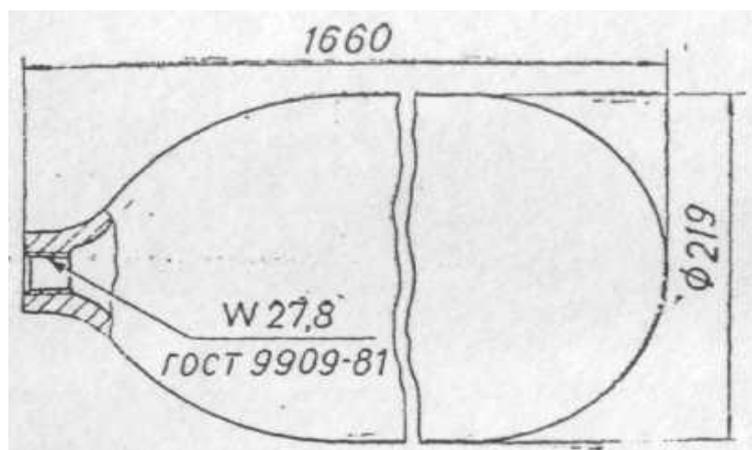


Рис. 47. Балон для стиснутого газу

Для зовнішньої відмінності від інших типів і захисту зовнішньої поверхні від корозії балони офарблюються в червоний колір.

ВЕНТИЛИ

Газобалонна установка має два вентиля наповнюючий і видатковий. Принцип дії і конструкція цих вентилів однакові, відмінність тільки в різьбленні бічного штуцера.

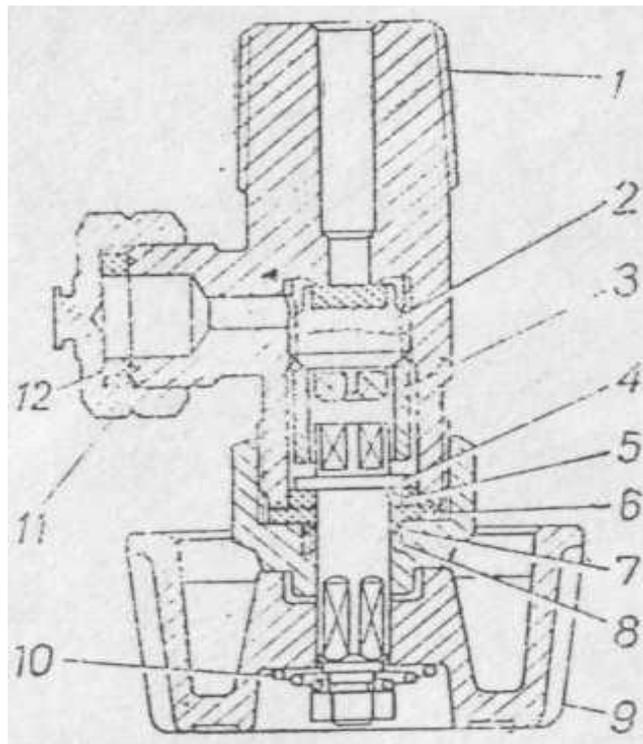


Рис. 48. Наповнюючий вентиль:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – муфта; 4 – шпindelь; 5 і 7 – ущільнючі кільця; 6 – прокладка; 8 – захисне кільце; 9 – маховичок; 10 – пружина; 11 – заглушка; 12 – прокладка

Вентиль, складається з корпуса В (рис.48), клапана 2, зв'язаного муфтою 3 зі шпindelем 4 і маховичком 9, прокладки 6, ущільнювальних кілець 5 і 7 і захисного кільця 8.

Ущільнювач 5 підгортається пружиною 10 до прокладки 6, що разом з ущільнювальним кільцем 7 забезпечує герметичність вентилу у відкритому положенні клапана 2.

Видатковий вентиль з'єднується з трубопроводом через перехідний штуцер, що ущільнюється прокладкою. При укручуванні вентилів у штуцера варто застосовувати як ущільнювач свинцевий глет чи свинцевий сурик.

РЕДУКТОР ВИСОКОГО ТИСКУ

Редуктор (Рис.49) знижує тиск стиснутого в балонах газу й автоматично підтримує заданий робочий тиск постійним.

Зниження тиск газу в редукторі відбувається шляхом одноступінчатого розширення його при проходженні з камери високого тиску I через зазор між сідлом 4 і клапаном 5 у камеру робочого тиску II. Газ через фільтр 5 надходить у камеру високого тиску. Зусилля натискної пружини 2 передається через опорний диск 10, мембрану 3 і штовхальник 9 на клапан 8. При переміщенні клапана утвориться зазор між ним і сідлом, через який газ і надходить у камеру II.

Вузол редуктора, що редукує, що складається із сідла 4, клапана 8, пружини 7 і фільтра 5 виконаний у виді окремого елемента, що полегшує зборку і ремонт. У корпусі 6

редуктора встановлений запобіжний клапан, відрегульований на початок спрацьовування при тиску в робочій камері 1,45-1,7 МПа.

Через незручність користування манометром на самому редукторі, на автомобілях він установлений, на штуцері наповнюючого вентиля в балоні. Отвір під манометр заглушено пробкою.

Різде зниження тиску після редуктора при відкритті дросельних заслінок карбюратора-змішувача свідчить про засмічення фільтрів редукторів, що визначається по манометрі низького тиску і зниженню частоти обертання колінчатого вала двигуна.

Зниження тиску стиснутого газу супроводжується його охолодженням, а тому що природний газ містить деяка кількість вологи, то він може змерзнути в редукторі, і нормальна робота газобалонної установки порушиться. Для підігріву газу, до редуктора через його кронштейн кріплення підведений теплоносій із системи охолодження двигуна.

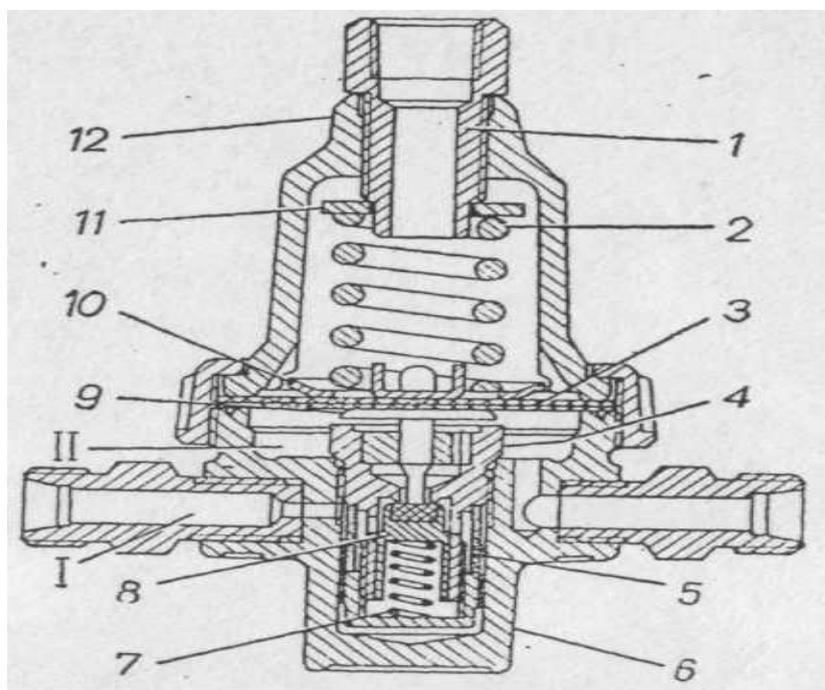


Рис. 49. Редуктор високого тиску:

I – камера високого тиску; II – камера робочого тиску; 1 – штуцер. 2 – пружина, 3 – мембрана; 4 – сідло клапана; 5 – фільтруючий елемент; 6 – корпус; 7 – пружина; 8 – клапан; 9 – шпindel; 10 – опорний диск; 11 – упорна шайба; 12 – кришка

За будь-якої несправності редуктора необхідно закрити видатковий вентиль на балоні.

Категорично забороняється підтягування деталей редуктора й інший ремонт при наявності газу в ньому. Ремонт редуктора повинний здійснюватися на спеціальній дільниці по ремонту газової апаратури спеціалістами, що мають на це дозвіл.

Основні несправності редуктора:

- негерметичність клапана вузла, що редукує;
- негерметичність у з'єднанні корпусних деталей;
- підвищення робочого тиску після припинення добору газу;
- порушення регулювання запобіжного клапана.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЗАПІРНІ КЛАПАНИ

У системі живлення двигуна, що працює на стиснутому природному газі, мається два електромагнітних запірних клапани: один служить для відключення подачі газу при роботі двигуна на бензині, іншої - відключає подачу бензину при роботі на газі.

Електромагнітний клапан з фільтром для газу конструктивно виконаний в одному корпусі і розташований з лівої сторони щитка передка під капотом.

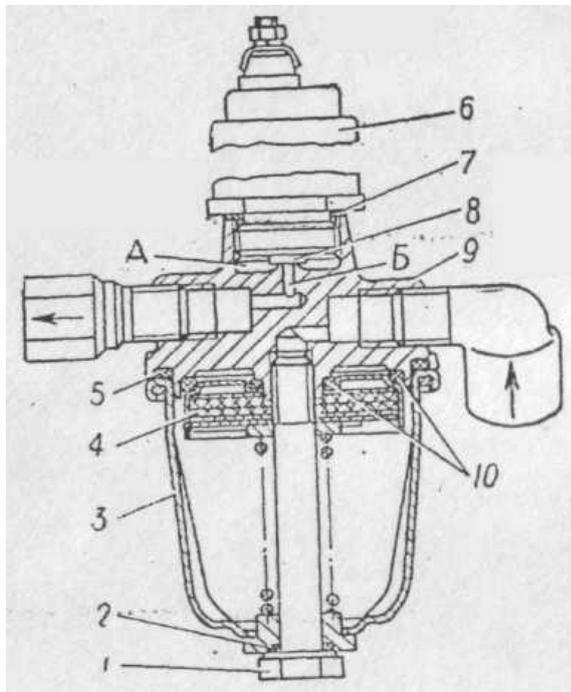


Рис. 50. Електромагнітний клапан з фільтром для газу:

А – порожнина клапана; Б – отвір; 1 – болт; 2, 5 і 10 – ущільнюючі кільця; 3 – відстійник; 4 – фільтруючий елемент; б – електромагнітний клапан; 7 – прокладка; 8 – клапан; 9 – корпус

Електромагнітний клапан (мал. 50) складається з котушки, сердечника і якоря, один кінець якого виконаний у виді ущільнювального клапана 8 і кріпиться до корпусу 9 на різьбу через мідну прокладку 7.

Газ через штуцер і порожній болт 1 надходить у відстійник 3, проходить фільтруючий елемент 4 і через отвір у корпусі попадає в порожнину А. Клапан 8 під дією пружини електромагніта притиснутий до сидла корпусу 9, закриваючи вихідний отвір В. При включенні запалювання (якщо система харчування переключена на газ) якір

втягується в котушку, і клапан 8 відкриває отвір Б, пропускаючи газ у редуктор низького тиску.

Фільтруючий елемент 4 складається із сітчастих і повстяних шайб, що чергуються між собою, укладених в обойму.

Фільтруючий елемент ущільнюється в корпусі фільтра кільцями 10 з маслобензостойкої гуми і кріпиться до корпусу болтом 1 через ущільнювальне кільце 2. Відстійник 3 ущільнюється кільцем 5.

Електромагнітний клапан з фільтром для бензину (мал. 6) конструктивно виконаний в одному корпусі з фільтром тонкого очищення бензину і розташований па правій стороні рамки радіатора під капотом.

РЕДУКТОР НИЗЬКОГО ТИСКУ

Редуктор являє собою двоступінчастий автоматичний регулятор тиску діафрагменного типу з ричаговою передачею від діафрагм до клапанів.

Основне призначення редуктора – зниження тиску до близького до атмосферного.

Одночасно зі зниженням тиску в редукторі здійснюється автоматичне регулювання кількості газу, необхідного для різних режимів роботи двигуна за допомогою дозуючо-економайзерного пристрою.

При непрацюючому двигуні редуктор є автоматичним клапаном, що герметично перекриває вихід газу за допомогою розвантажувального пристрою.

Розвантажувальний пристрій – діафрагменно-пружинного типу. Порожнина III якого з'єднана з впускною трубою двигуна. При розрідженні 70-80 мм водяного стовпа розвантажувальний пристрій відключається і розвантажує клапан другої ступіні редуктора. Пристрій редуктора і його окремих вузлів показане на мал. 7.9, 10 і 11. На вході газу в редуктор установлений сітчастий фільтр.

У порожнині I першої ступіні розміщене: сідло 3 клапани високого тиску, клапан 5, тяга 6 клапана, важіль 10, діафрагма 4. У наддіафрагмовій порожнині – пружина 7 з регулювальним сідлом і контргайкою.

У порожнині II другої ступіні розміщений клапан 9 із запресованим у корпус редуктора сідлом, регулювальний гвинт 17 зі штовхальником і контргайкою, важіль 18, з'єднаний штоком з діафрагмою-21 другої ступіні.

Між порожнинами II и IV установлена пластина з дозуючими отворами: 11 - економічного 16 - потужнісного регулюваннями.

Порожнина IV, а при відкритому клапані економайзера і порожнина. VI з'єднані шлангом через патрубок 15 з газозмішувачим пристроєм карбюратора-змішувача.

У порожнині III розвантажувального пристрою розміщена пружина 20, закриваючи діафрагмою 19, додаткове зусилля якої разом із зусиллям пружини 22 другого ступеня передається на клапан 9 через шток діафрагми 21 і важіль 18 створюючи герметичну посадку клапана.

Порожнина III через штуцер 2,3, шланг 8 повідомлений з порожниною V, і обидві порожнини шлангом з'єднані з впускною трубою двигуна.

На мал. 51 представлена принципова схема роботи редуктора при різних навантаженнях двигуна.

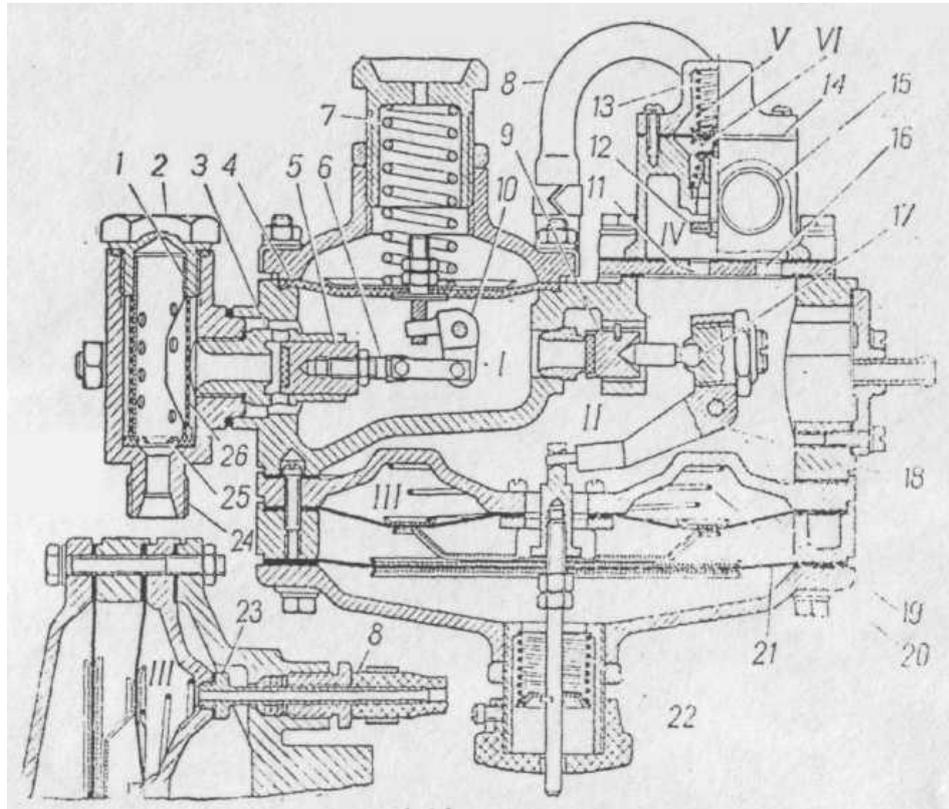


Рис. 51 Газовий редуктор низького тиску:

I – порожнина першої ступіні; II – порожнина другої ступіні; III – порожнина розвантажувального пристрою; IV – порожнина дозуючо-економізаторного пристрою; V – вакуумна порожнина економайзера; VI – порожнина економайзера; 1 – каркас фільтруючого елемента; 2 – пробка фільтра; 3 – сідло клапана високого тиску; 4 – діафрагма клапана першої ступіні в зборі; 5 – клапан; 6 – тяга; 7 – пружина клапана першої ступіні; 8 – трубка розвантажувального пристрою; 9 – клапан другої ступіні; 10 – важіль клапана першої ступіні; 11 – дозуючий отвір економічного регулювання; 12 – клапан економайзера; 13 – пружина діафрагми; 14 – діафрагма економайзера в зборі; 15 – вихідний патрубок редуктора; 16 – потужнісний регулювання; 17 – регулювальний гвинт зі штовхальником у зборі; 18 – важіль клапана другої ступіні; IV – діафрагма розвантажувального пристрою; 20 – пружина розвантажувального пристрою; 21 – діафрагма другої ступіні; 22 – пружина клапана другої ступіні; 23 – штуцер трубки розвантажувальної пристрою; 24 – корпус фільтра; 25 – ущільнювальна прокладка; 26 – фільтрувальний елемент

Лекція №10

Тема Трансмiсія. Зчеплення

План

1. Призначення трансмісії.
2. Функціональні елементи механічної ступінчастої трансмісії.
3. Призначення зчеплення. Основні конструкції та принцип дії однодискового (з периферійним розташуванням пружин і з пружною діафрагмою) та дводискового зчеплень.
4. Конструктивні особливості елементів зчеплення, які забезпечують плавність включення, повноту передавання обертового моменту від кожуха зчеплення до натискowego диску.
5. Призначення та принцип дії приводу зчеплення (механічного та гідромеханічного).

1. *Трансмiсія* — сукупність агрегатів, призначених для передавання крутного моменту від двигуна до ведучих коліс. При цьому передаваний крутний момент змінюється за величиною і напрямом і розподіляється в певному співвідношенні між ведучими колесами. Крутний момент на ведучих колесах автомобіля залежить від передатного числа трансмісії, яке дорівнює відношенню кутової швидкості колінвала двигуна до кутової швидкості ведучих коліс. Передатне число трансмісії добирається залежно від призначення автомобіля його двигуна й потрібних динамічних властивостей.

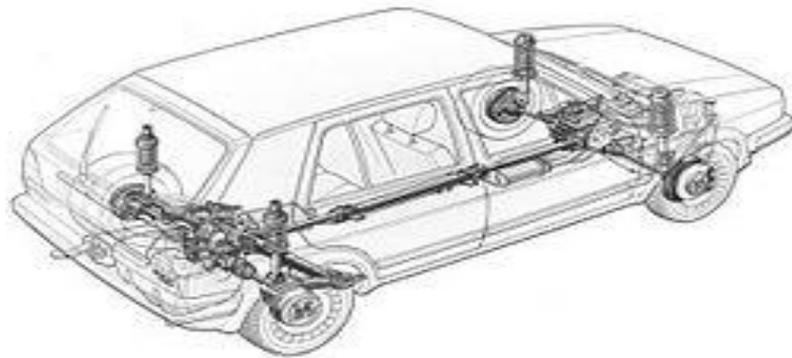


Рис.52. Схема трансмісії легкового автомобіля

2. Призначення механізмів трансмісії

Муфта зчеплення – забезпечує швидке відокремлення двигуна від коробки передач; короткочасне роз'єднання двигуна і трансмісії, необхідне для переключення передач і поступове плавне з'єднання двигуна з трансмісією; захист двигуна і трансмісії від поломок при швидкій зміні навантаження.

Коробка передач – забезпечує тривале відключення двигуна від трансмісії; зміну швидкості руху і тягового зусилля трактора при сталій частоті обертання колінчастого вала двигуна; задній хід трактора при незмінному напрямку обертання колінчастого вала двигуна.

Карданна передача і проміжне з'єднання призначені для передачі обертання між валами механізмів трансмісії, співвісність яких порушується під час складання трактора,

під дією нерівностей дороги (поля) чи внаслідок деформації рами. Проміжне з'єднання і встановлюється між муфтою зчеплення і коробкою передач.

Роздавальна коробка – передає обертання і крутний момент до передніх ведучих коліс.

Головна передача – забезпечує зменшення частоти обертання і збільшення крутного моменту; передачу обертання під кутом 90° до осі колінчастого вала.

Диференціал – розподіляє обертання і крутний момент між правим і лівим ведучими колесами, а також забезпечує їх обертання з різною частотою при поворотах або несприятливих дорожніх умовах.

Кінцева передача – зменшує частоту обертання і збільшує крутний момент.

Піввісь – вал, який з'єднує головну передачу або диференціал з маточиною ведучого колеса.

3. Зчеплення (муфта зчеплення) — механізм автомобіля або трактора, що з'єднує двигун із трансмісією та дає змогу тимчасово роз'єднувати їх під час перемикання передач, гальмування і зупинки^[1]. Основа роботи зчеплення – це тертя дисків, що знаходяться на обидвох валах.

Ще одна важлива функція, яку виконує зчеплення – це можливість плавно рушати автомобілем з місця. У зв'язку з тим, що вал двигуна обертається, а вал трансмісії перебуває у нерухомому положенні, початок руху без зчеплення є неможливим, оскільки воно дає можливість валам плавно притертись один до одного, забезпечуючи плавне збільшення крутного моменту, та почати рух. У випадку якщо обидва вали різко з'єднати, то нерухомий вал трансмісії заклинить вал двигуна, що обертається і автомобіль заглухне.

На теперішніх легкових автомобілях в основному встановлюється однодискове зчеплення із однією центральною діафрагмовою пружиною у вигляді зрізаного конусу. Радіально розміщені пелюстки пружини є пружними елементами та водночас витискними важелями.

4. За конструкцією автомобільні зчеплення поділяються на одно- і дводискові. У більшості автомобілів використовують однодискове сухе зчеплення. Дводискове зчеплення використовують в тих випадках, коли необхідно передати великий крутильний момент.

Однодискові зчеплення можуть бути з периферійним розміщенням пружин і з однією мембранною пружиною.

Зчеплення складається з ведучої й веденої частин, натискного механізму й механізму виключення.

Деталі ведучої частини зчеплення приймають крутильний момент від маховика двигуна, а деталі веденої частини передають цей момент ведучому валу коробки зміни передач.

Натискний механізм забезпечує щільне прилягання ведучих і ведених частин зчеплення для створення необхідного моменту тертя.

Механізм виключення служить для керування зчепленням.

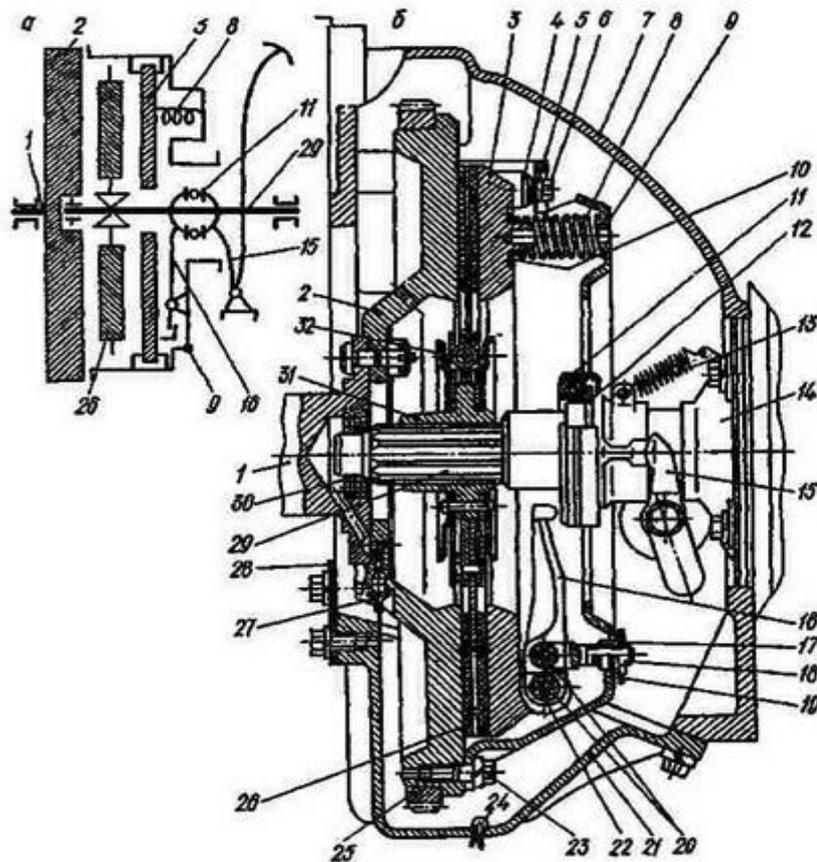


Рис. 53. Схема і конструкція однодискового зчеплення

Зчеплення однодискове з периферійним розміщенням пружин знаходиться в чавунному картері, який встановлюється на блок-картері двигуна.

Ведуча частина зчеплення включає в себе маховик і кожух зчеплення, прикріплений до маховика колінчастого вала шістьма центруючими (спеціальними) болтами. В середині кожуха розміщується натискний диск. Обертання натискному диску передається від маховика через три виступи, які є в диску і входять у вікна кожуха зчеплення. До натискного диска через голчасті підшипники кріпляться важелі, які встановлені на пальцях опорних вилок, закріплених на кожусі за допомогою конічних пружин і сферичних регульованих гайок. Гайки після регулювання закернюють і в процесі експлуатації важелі не регулюють. Зовнішні кінці важелів шарнірно через голчастий підшипник зв'язані з виступами натискного диска. Внутрішні вільні кінці цих важелів взаємодіють (при виключенні зчеплення) із муфтою-підшипником.

Між кожухом і натискним диском по колу розміщуються натискні циліндричні пружини. Для зменшення передачі тепла до пружини, які втрачають пружинисті властивості від нагрівання, з боку натискного диска підкладені теплоізоляційні шайби.

Ведена частина зчеплення складається з веденого диска, маточини і ведучого вала коробки зміни передач. З обох боків до веденого диска прикріплені фрикційні накладки з мідно-азбестової суміші або інших металоазбестових композицій, які мають високі фрикційні властивості і витримують високу температуру. З маточиною ведений диск з'єднують просто заклепками або через пружини, які є складовою частиною пружинно-фрикційного гасителя крутильних коливань (демпфера).

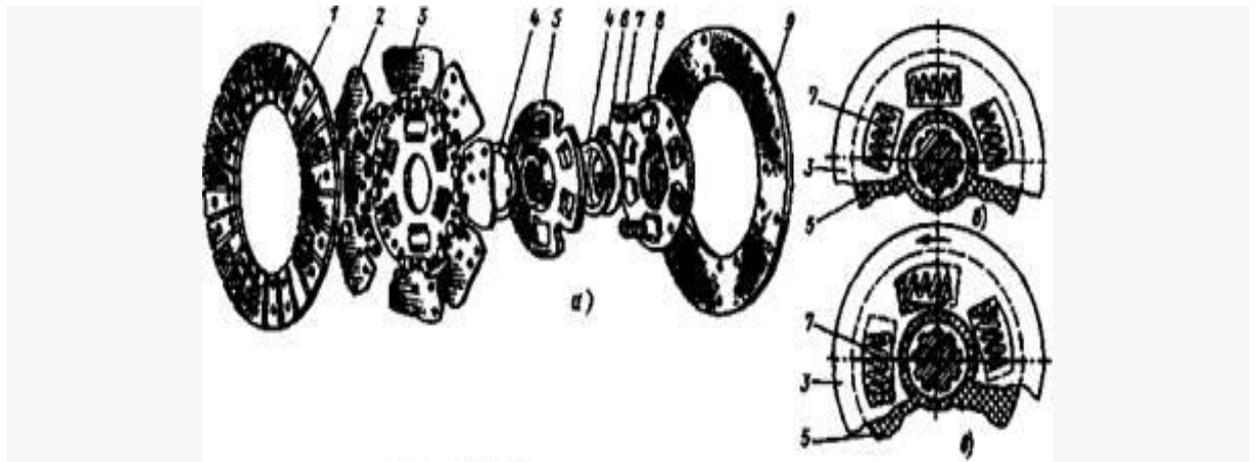


Рис. 54. Гаситель крутильних коливань

Фрикційні накладки (кільця) 1,9 (Рис. 54, а) прикріплені до восьми пластинчастих пружин 2, які, у свою чергу, приклеєно до сталюого диска 3. Кожна із фрикційних накладок приклеєна до пластинчастих пружин незалежно одна від одної; головки заклепок розміщені в отворах протилежних накладок із зазором.

За такого заклепування фрикційні накладки можуть відходити одна від одної на 1 — 2 мм внаслідок прогину хвилювих пластинчастих пружин. Пластини випрямляються при включеному зчепленні і прогинаються знову при виключеному, коли ведений диск не затиснутий. Така будова забезпечує плавність включення зчеплення.

Диск 2, який несе фрикційні накладки, з'єднується з маточиною 5, що вільно ковзає по шліцах ведучого вала коробки зміни передач, через циліндричні пружини 7. Ці пружини розміщуються у вікнах фланця маточини і в дисках 5 і 8. Диски 3 і 8 з'єднуються штифтами так, що фланець маточини може трохи повертатись відносно їх внаслідок наявності у нього II — подібного вирізу.

Демпфер зменшує крутильні коливання, які виникають через нерівномірність обертання колінчастого вала двигуна, при різкій зміні частоти обертання валів трансмісії, при русі автомобіля по нерівностях дороги, різкому включенні зчеплення і т.д.

Демпфер складається (Мал. 54) з фланця маточини веденого диска 5, по колу якого розміщуються прямокутні вікна, в яких розміщуються вісім пружин 7; веденого диска 3 в яких розміщуються аналогічні прямокутні вікна; фрикційних шайб (паронітові), які розміщуються між веденим диском і фланцем; пластин гасителя 8. Ведений диск і пластина гасника з'єднуються між собою заклепочним з'єднанням, яке проходить через виріз фланця маточини веденого диска. Підбором шайби 6 регулюють силу стиску веденого диска 3, пластини 8 гасителя, маточини 5 і фрикційних шайб 4.

При передачі крутильного моменту від фрикційних накладок до маточини пружини 7 стискаються в залежності від величини цього моменту. Для зменшення передачі тепла до пружин, які втрачають пружні властивості від нагрівання, з боку натискного диска підкладені теплоізоляційні шайби.

5. Механічний привод керування зчепленням використовують на більшості вантажних автомобілів: ЗІЛ-130, -131, ГАЗ-53А, -52-04, КрАЗ-257Б1, Урал-375 і їх модифікаціях, так як він найбільш простий за конструкцією і зручний в експлуатації.

Основними деталями (Рис. 55) приводу керування зчеплення автомобіля ЗІЛ-130 є педаль 1, яка закріплена на валу 5, що зв'язаний тягою 6 через важіль 8 з важелем 7 і вилкою 3 виключення зчеплення.

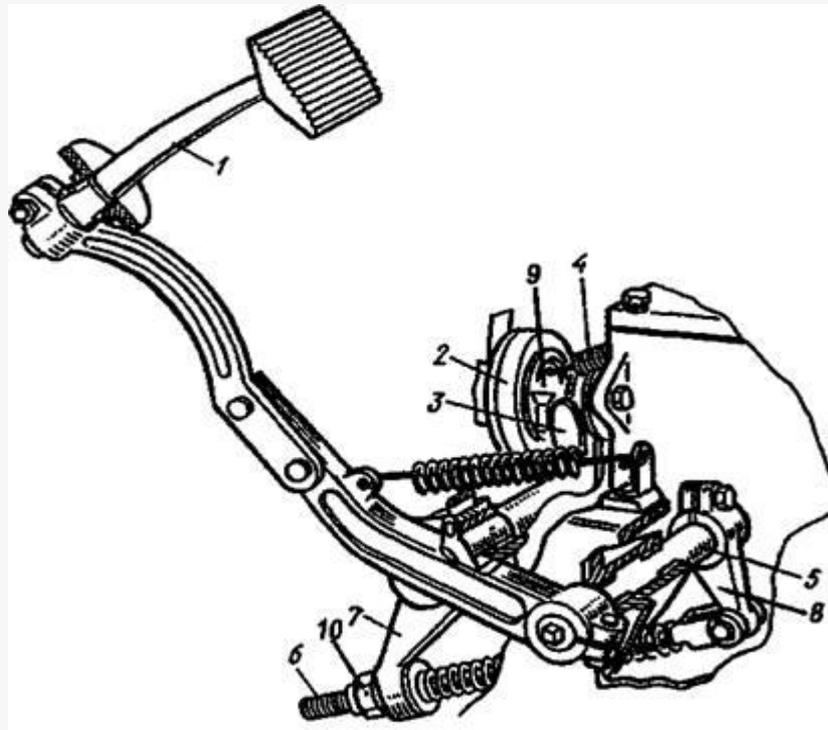


Рис.55. Привід вимкнення зчеплення

При натисканні на педаль 1 всі деталі приводу приходять у взаємодію, вал 5 провертається і через важіль 8, тягу 6, важіль 7 діє на вилку 3, а далі на муфту 9 і відтисний підшипник 2. Внаслідок цього муфта разом із підшипником переміщується поступально в бік маховика і натискає на внутрішні кінці важелів виключення зчеплення. Натискний диск відтягується від маховика, ведений диск звільняється від зусилля натиску, й зчеплення виключається.

Кульовий підшипник 2 муфти 9 виключення зчеплення забезпечує зменшення тертя й спрацювання важелів виключення. При виключенні зчеплення переднє кільце підшипника обертається разом із важелями виключення. Для змащення муфти виключення і її підшипника служить маслянка ковпачкового типу, яка з'єднана з муфтою гнучким шлангом.

При включенні зчеплення необхідно, щоб зазор між торцем підшипника 2 муфти 9 і головками вільних кінців важелів виключення зчеплення при виключеному зчепленні дорівнював 3-4 мм, або 35-50 мм вільного ходу педалі зчеплення, при повному її ході — 180 мм. Величина цього зазору регулюється зміною довжини тяги за допомогою гайки 10, попередньо потрібно послабити контргайку. При закручуванні регулювальної гайки 10 вільний хід педалі зчеплення зменшується, а при відкручуванні — збільшується.

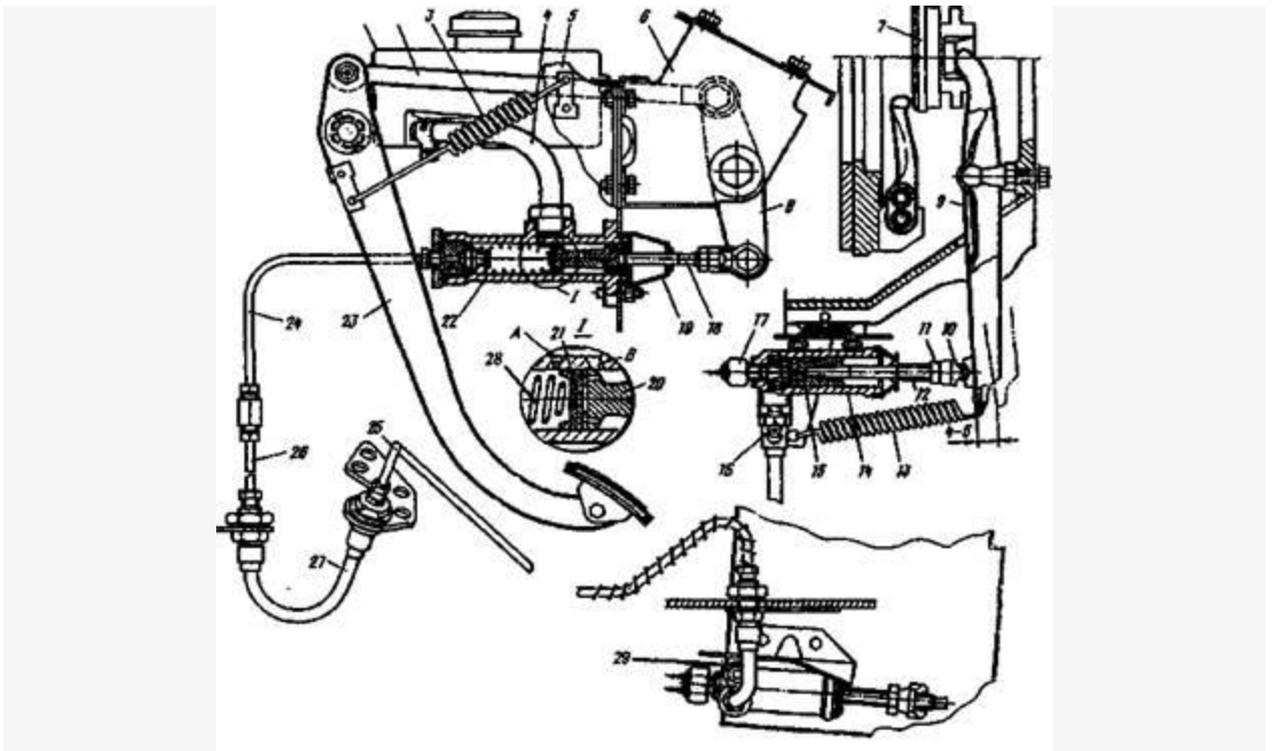


Рис. 56. Гідравлічний привод включення зчеплення

Гідравлічний привод включення зчеплення складніший за конструкцією, ніж механічний, але він забезпечує більш плавне включення і допускає вільне розміщення педалі приводу по відношенню до механічного приводу зчеплення.

Гідравлічний привод керування зчепленням (Рис. 56) автомобіля складається із педалі 23, тяги 2, важеля 8, головного циліндра 22, трубопроводу і робочого циліндра 14.

Маточини педалі зчеплення 23 і проміжного важеля 8 мають пластмасові втулки і не потребують змащення. Педаць зчеплення з'єднана з проміжним важелем тягою 2.

У крайньому задньому положенні педаць утримується відтяжною пружиною 3. При цьому обмеження ходу педалі в задньому положенні здійснюється опорою штовхача 18 у шайбу. При такій конструкції забезпечується постійний зазор між штовхачем і поршнем головного циліндра в межах 0,3-0,9 мм. При складанні і в процесі експлуатації цей зазор не регулюють. Штовхач 18 спеціальним болтом кріплять до проміжного важеля 8. Усередині головного циліндра 22 знаходиться поршень 20, забезпечений двома ущільнюючими манжетами. Між поршнем і внутрішньою манжетою 21 вставлена тонка стальна шайба.

Пружина 28 постійно відтискає поршень у крайнє заднє положення. При цьому кромка внутрішньої манжети повинна перейти перепускний отвір, залишивши його відкритим. Головний циліндр, з'єднаний шлангом 4 з однією із секцій трисекційного поповнювального бачка (дві інші секції живлять гідравлічний привод двоконтурної робочої гальмової системи). Резервуар компенсаційним отвором А з'єднується з робочою частиною циліндра, а перепускним отвором У із неробочою частиною. Трубопроводи 24, 25, 26, а також гнучкі шланги 27, 29 з'єднують головний циліндр із робочим циліндром 14. В робочому циліндрі 14, закріпленому на картері зчеплення, розміщується поршень 15 з

ущільнюючою манжетою. Пружина В постійно відтискає вилку виключення зчеплення, штовхач 12 і поршень у крайньому попередньому положенні.

При натисканні на педаль зчеплення зусилля передається поршню головного циліндра через тягу 2, проміжний важіль 8, штовхач 18. Поршень переміщується вперед, перекриваючи компенсаційний отвір А, витісняє рідину в робочий циліндр 14. Поршень 15 робочого циліндра через штовхач діє на зовнішній кінець вилки виключення, повертаючи її навколо кульової опори. Внутрішній кінець вилки через муфту 7 виключення зчеплення й важіль виключення відтягують притискний диск. При відпусканні педалі зчеплення під дією пружини 28 поршень головного циліндра 20 повертається у стартове (вихідне) положення, при чому в його робочій порожнині створюється розрідження. Рідина, яка заповнила порожнину за поршнем, із резервуара через перепускний отвір В і через отвір у головці поршня перетікає в робочу порожнину, відтиснувши сталю шайбу й кромку внутрішньої манжетки. Коли під дією пружини зчеплення всі деталі повернуться у вихідне положення і пройде включення зчеплення, рідина з робочого циліндра 14 витісниться у головний циліндр 22, а надлишок її кількості через компенсаційний отвір А поступить у резервуар. Для виведення повітря із системи в робочий циліндр вкручено клапан, який закритий гумовим ковпачком 16.

Вільний хід вилки виключення зчеплення регулюють, притримуючи ключем гайки 10, послабленням контргайки 11, обертаючи штовхач 12, добиваючись вільного ходу в потрібних межах (у межах 4-5 мм).

Лекція №11

Тема: Коробка передач

План

1. Призначення.
2. Типи коробок передач, які встановлюють на сучасних автомобілях.
3. Схема та принцип дії три та двовалової коробок передач.
4. Призначення, основні конструкції фіксуючого, вирівнюючого та вмикаючого пристроїв синхронізаторів різних конструкцій.
5. Призначення, основні конструкції приводу переключення передач та його окремих елементів.

1. *Коробка передач призначається для зміни в широкому діапазоні крутного моменту, що передається від двигуна на ведучі колеса автомобіля при рушанні з місця та розганянні. Крім цього, коробка передач забезпечує рух автомобіля заднім ходом і дає змогу на тривалий час роз'єднувати двигун і ведучі колеса, що потрібно, коли двигун працює на холостому ходу під час руху автомобіля або на стоянці.*

2. На сучасних автомобілях застосовуються коробки передач, у яких крутний момент змінюється за допомогою шестерень.

Шестеренчаста передача складається з двох шестерень: ведучої і веденої. Крутний момент на веденій шестірні буде більшим у стільки разів, у скільки число зуб'їв на веденій шестерні перевищуватиме число їх на ведучій шестірні. Цифровий результат ділення числа зуб'їв веденої шестірні на число зуб'їв ведучої називається передаточним числом. Якщо в передачі бере участь кілька пар шестерень, то загальне передаточне число визначають множенням передаточних чисел усіх пар шестерень передачі. Якщо між ведучою і веденою шестірнями встановити проміжні і через них передавати рух, то ведена шестірня змінить напрям руху на зворотний .

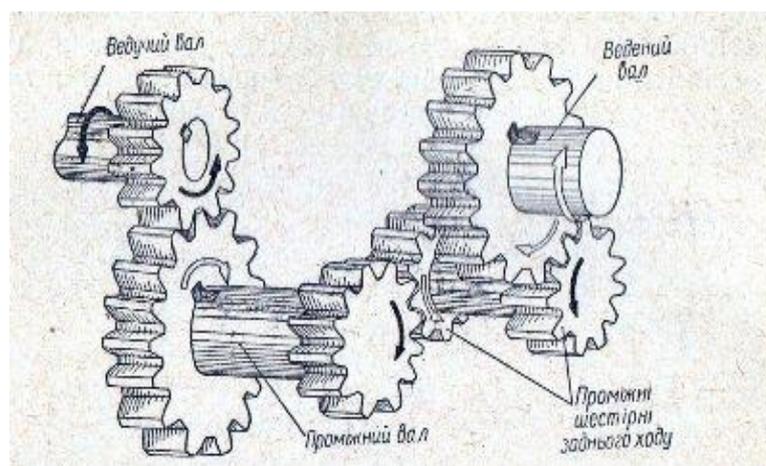


Рис.57.Шестеренчаста передача з проміжними шестернями

Для одержання різного за величиною крутного моменту, необхідного для роботи автомобіля в різних умовах, в коробці передач є кілька пар шестерень з різними передаточними числами. Передаточні числа коробок передач сучасних автомобілів наведені в табл. 5.

Коробка передач сучасного автомобіля складається з картера, ведучого вала з шестірнею, веденого і проміжного валів, осі заднього ходу, механізму переключання передач і набору шестерень.

Картер коробки передач металевий, має верхні і бокові кришки і гнізда для встановлення валів і осей. В нижній і в боковій стінках зроблено отвори для зливання з картера відпрацьованого масла і заливання свіжого.

Таблиця 5

Передаточні числа коробки передач, головної передачі і рульового механізму автомобілів

Назва механізму	ГАЗ-53	ЗИЛ-130	ГАЗ-21 «Волга»	«Москвич-408»
Коробка передач				
Перша передача	6,48	7,44	3,115	3,81
Друга »	3,09	4,10	1,172	2,42
Третя »	1,71	2,29	1,000	1,45
Четверта »	1,0	1,47	—	1,0
П'ята »	—	1,0	—	—
Задній хід	7,9	7,09	3,738	4,71
Головна передача				
Одинарна	7,6	—	4,55	4,22
Подвійна	—	6,45	—	—
Рульовий механізм (середнє)	20,5	20	18,2	17,0

Ведучий вал виготовляється з сталі разом з ведучою шестірнею і вінцем. Одним кінцем вал кріпиться на підшипнику в виточці колінчастого вала, другим кінцем — в гнізді картера. Кріплення здійснюється так, що лише ведуча шестірня і вінець розташовуються всередині картера. На шліцьовій частині вала, що виступає з коробки, встановлюється маточина веденого диска зчеплення.

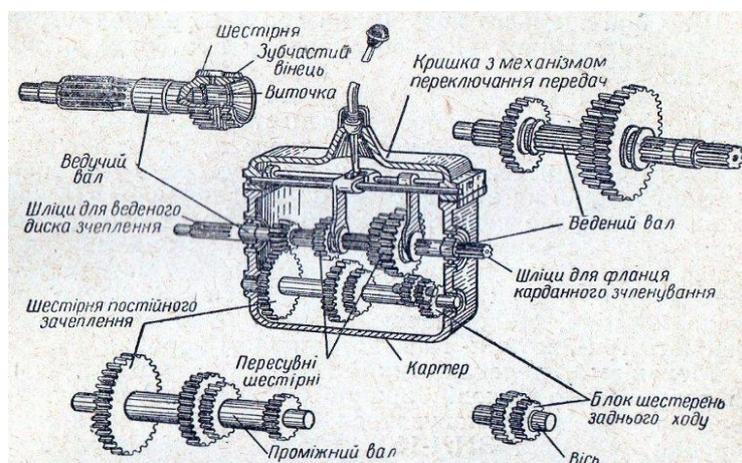


Рис.58.Схема коробки передач

Ведений вал переднім кінцем опирається на роликівий підшипник у виточці ведучого вала; другий кінець закріплений у виточці картера коробки на шарикопідшипнику. Осі веденого і ведучого валів повинні збігатися. На шліцах веденого вала встановлені пересувні шестірні та маточини синхронізаторів.

На проміжному валу встановлені шестірні різного діаметра, які виготовлені разом або жорстко зв'язані одна з одною, утворюючи блок. Блок шестерень насаджений на вісь на роликівих підшипниках або разом з валом на підшипниках кріпиться у гніздах картера. Проміжний вал завжди обертається разом з ведучим валом, бо його шестірні знаходяться у постійному зачепленні.

Шестірні заднього ходу (одна або блок з двох шестерень) посаджені на вісь, встановлену в отворах стінок картера.

Механізм переключання передач призначений для включання передач, встановлення шестерень у нейтральне положення і для включання заднього ходу. Включання передач провадиться переміщенням шестерень або муфт синхронізаторів на веденому валу. В залежності від числа шестерень, що переміщуються, або муфт синхронізаторів визначається тип коробки. При двох рухомих шестірнях або муфтах синхронізаторів коробка називається двоходовою, а при трьох — триходовою. Залежно від числа передач, що включаються для руху вперед, розрізняють три-, чотири- і п'ятиступінчасті коробки.

Механізм переключання передач розміщується на верхній або боковій кришці. Важіль переключання передач може розташовуватися безпосередньо на кришці коробки.

4. Фіксатори розміщуються в спеціальних гніздах кришки коробки над повзунами. Кожний повзун зверху у вертикальній площині має три лунки. Дві крайні — для включеного положення, середня — для нейтрального. Фіксатор являє собою кулю 3, яка притискується пружиною 2. При переключенні передачі повзун, переміщуючись, виштовхує кулю з лунки, і коли повзун переміститься на відстань до суміщення другої лунки напроти кулі, куля опускається у лунку і фіксує положення повзуна та передачі. Цим запобігається самовільне виключення передач.

Необхідною умовою включення передач є попереднє зрівняння частот обертання зубчастого колеса, яке вступає в зачеплення із зубчастим колесом, що зачіплюються, тобто після того, як вирівнюються швидкості веденого вала і шестерні передачі, які включаються.

Безшумне й без ударне включення третьої й четвертої передач забезпечується синхронізатором.

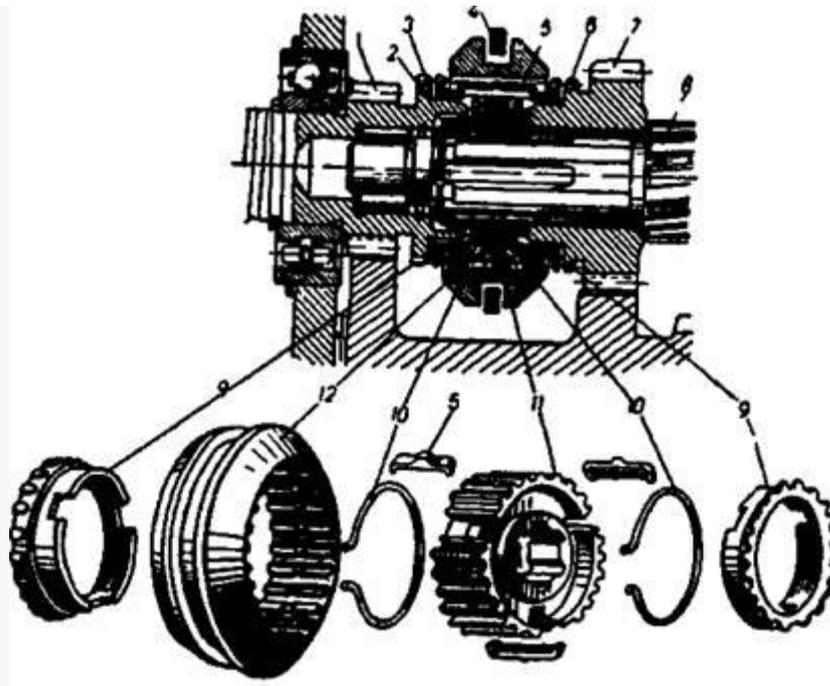


Рис. 59. Синхронізатор

Синхронізатор інерційного типу зрівнює частоти обертання зубчастих коліс, які включаються, забезпечуючи цим самим їх менше спрацювання. Синхронізатори встановлюють на тих передачах, якими найбільш часто користуються при експлуатації автомобілів. Він складається з маточини 11 (Рис. 59), муфти 12, двох блокувальних кілець 9, трьох сухарів 5 і двох кілець 10 із дроту. Маточина 11 взаємодіє з веденим валом 8 через шліцьове з'єднання і закріплена гайкою. На зовнішній поверхні маточини нарізані є зуби і зроблені пази для сухарів 5. На внутрішній поверхні муфти 12 також є нарізані зуби, які взаємодіють із зубами маточини. В середньому положенні маточини муфта втримується виступами сухарів 5, які притискуються пружними кільцями 10.

На торцях блокувальних кілець 9 вирізані три пази, в які входять кінці сухарів. Ширина цих пазів на 4 мм. більша від ширини сухаря. На внутрішній конічній поверхні цих кілець нарізана різь із дрібним кроком для збільшення тертя між конусами блокувальних кілець і зовнішньою поверхнею конусів маточин зубчастих коліс 3 і 6, на яких також нарізана різь. Торці зубів вінців зубчастих коліс 3, 6 і блокувальних кілець мають зрізи, що полегшує введення їх у зачеплення з муфтою синхронізатора, коли вони обертаються синхронно при включенні третьої або четвертої передачі.

При нейтральному положенні синхронізатора (включена перша або друга передача) його зубчаста муфта і блокувальні кільця не працюють. При включенні передачі муфта 12 переміщується вилкою 4 і через виступи переміщує сухарі, які притискують одне з блокувальних кілець до конуса зубчастого колеса 3, якщо включається четверта (пряма) передача, або до конуса зубчастого колеса 6, якщо включається третя передача. Внаслідок наявності тертя між конічними поверхнями зубчасте колесо 6 затягує в обертання блокувальне кільце 9 до упору із сухарями. При цьому зуби блокувального кільця встановлюються напроти зубів муфти. Торцеві скоси зубів кільця 9 не дозволяють зубам муфти 12 увійти в зачеплення із зубчастим вінцем на маточині зубчастого колеса 6, коли частота обертання муфти синхронізатора (веденого вала) не дорівнює частоті обертання зубчастого колеса 6, а притискує блокувальне кільце до конуса колеса 6. Внаслідок цього поступово вирівнюється частота обертання блокувального кільця (а отже, і введеного вала)

і включення шестерень в коробці зміни передач автомобіля на передачах зубчастого колеса 6. Коли частоти їх обертання вирівнюються, зуби муфти синхронізатора спочатку входять у зачеплення із зубами блокувального кільця, а потім і з зубчастим вінцем на маточині зубчастого колеса 6.

Робота синхронізатора при включенні четвертої передачі проходить аналогічно.

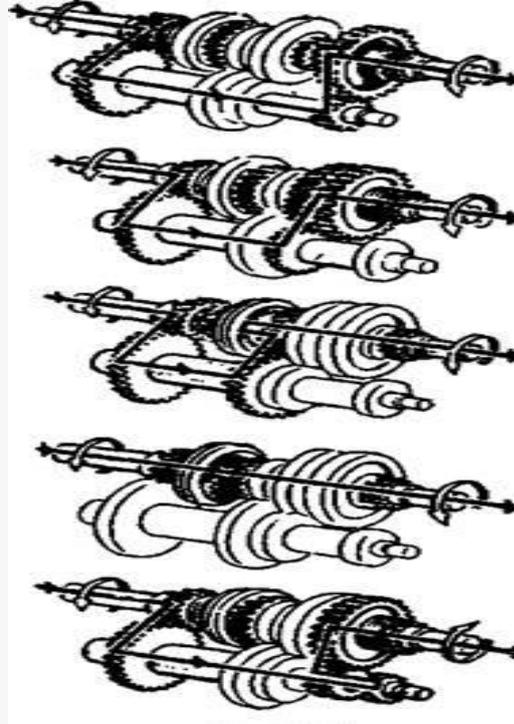


Рис. 60. Схема зачеплення зубчастих коліс

Перша передача включається при введенні в зачеплення зубчастих коліс 6 і 8. Крутильний момент передається від ведучого вала 1 через зубчасте колесо 17 і 13 на блок 14 зубчастих коліс проміжного вала, а потім через колесо 8 і 6 на ведений вал 7.

При включенні другої передачі зубчасте колесо 6 переміщується вперед, і внутрішні шліци його входять у зачеплення із зубчастим вінцем колеса 5. Крутильний момент передається від ведучого вала 1 на ведений вал 7 через зубчасті колеса 17,13,10,5, внутрішнє шліцьове з'єднання коліс 5 і 6.

Третя передача включається при переміщенні синхронізатора 15 назад. При цьому крутильний момент від проміжного вала на ведений передається через зубчасті колеса 11 і 4 і синхронізатор 15.

Для включення четвертої передачі (прямої) переміщують синхронізатор 15 вперед, і з'єднують в одне ціле ведучий і ведений вал.

Передача заднього ходу включається при зміщенні вперед блоку 9 зубчастих коліс, з яких більше колесо входить у зачеплення з колесом 8, а менше — з колесом 6. При цьому крутильний момент передається через колеса 17,13, 12, блок 9 зубчастих коліс і колесо 6.

Передавальні числа кожної передачі складають на першій передачі — 6,55; на другій — 3,09; на третій — 1,71; на четвертій — 2,0; на передачі заднього ходу — 7,77.

5. Механізм переключення передач служить для включення тої чи іншої передачі або виключення будь-якої з них. Він монтується в кришці коробки зміни передач і має дистанційний привод.

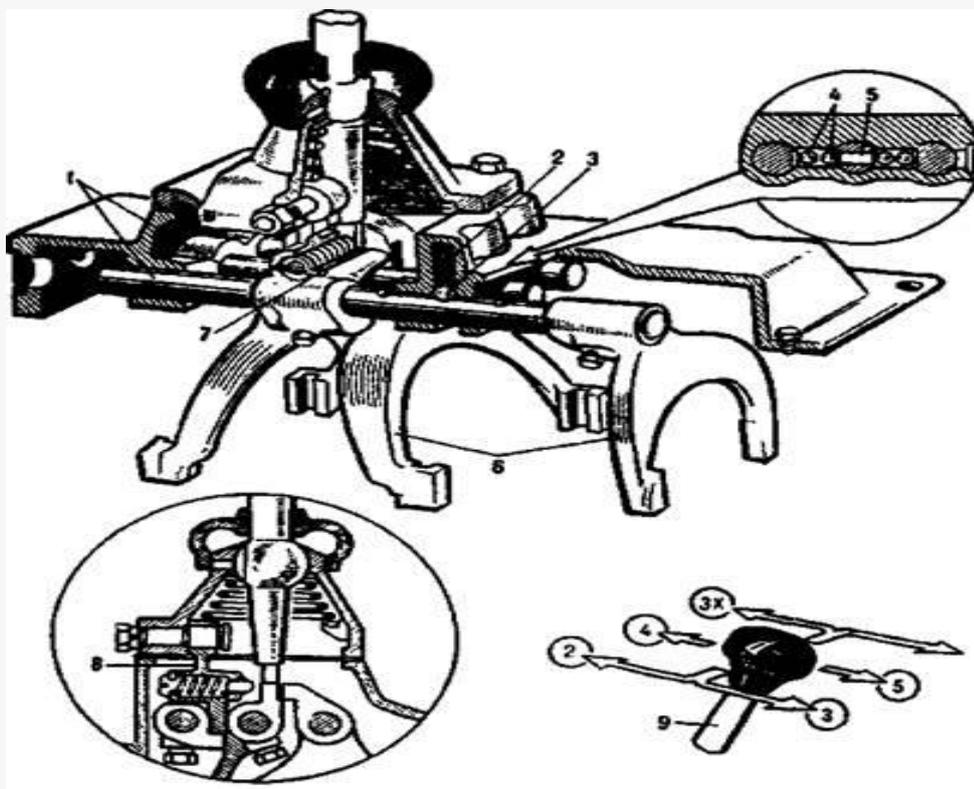


Рис. 61. Механізм переключення пеедач коробки зміни передач

Механізм переключення (Рис. 61.) складається із важеля переключення, повзунів 1, трьох вилок 6 переключення, фіксаторів, замків і запобіжника включення заднього ходу.

В отворах внутрішніх напливів розміщено три повзуни, на яких закріплені вилки, що з'єднані з рухомими шестернями включення першої й другої передачі, заднього ходу й синхронізатором для включення 3-ої і 4-ої передачі.

Замковий пристрій складається із двох пар куль 4, штифта 5 у середньому повзуні і бокових заглиблень повзунів 1. З'єднання куль 4, штифтів 5 і заглиблень у повзунах 1 допускає зсув тільки одного з повзунів, тобто решта повзунів будуть замкнені.

Замковий механізм запобігає одночасному включенню двох передач. Включення двох передач приведе до скручування валів і пошкодження коробки.

Лекція №12

Тема: Розподільна коробка

План

1. Призначення.
2. Основні конструкції та принцип дії розподільної коробки.
3. Вимоги до розподільних і допоміжних коробок передач.
4. Конструктивні варіанти дистанційного керування перемикачем ступенів розподільних коробок.

1. Роздавальну коробку використовують для розподілу крутильного моменту від коробки зміни передач між ведучими мостами автомобіля. У роздавальній коробці розміщується також пристрій для включення й виключення переднього ведучого моста.

2. Роздавальна коробка має дві передачі: пряму і понижуючу та шестерню включення переднього моста. Основними деталями коробки є корпус (картер), ведучий вал 11, ведений 16, проміжний вал 6, вал 8 приводу переднього моста. На ведучому валі на шліцах встановлена рухома шестерня 2 включення прямої, або понижуючої передачі. Ведений вал виготовлений за одне із шестернею 3. На проміжному валові жорстко закріплена шестерня 10 понижуючої передачі, і на шліцах може перемішуватись шестерня 7 включення переднього моста. На валі приводу переднього моста жорстко закріплена шестерня 9. На веденому валові розміщується черв'ячне колесо 4 приводу спідометра, в зачепленні із яким знаходиться черв'як приводу спідометра 5.

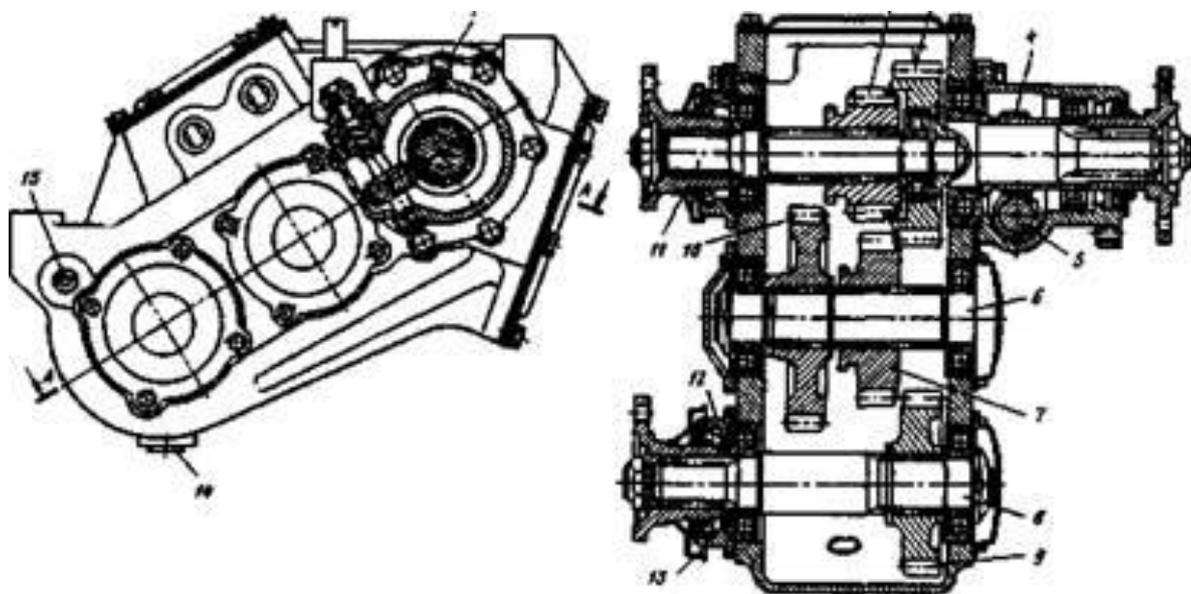


Рис. 62. Роздавальна коробка

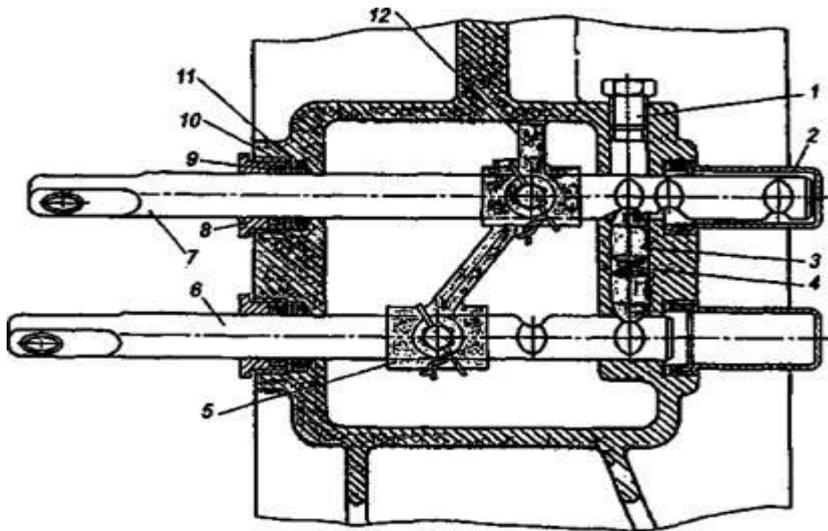


Рис. 63. Механізм переключення передач роздавальної коробки

Ведучий вал роздавальної коробки з'єднується карданною передачею з веденим валом коробки зміни передач. Передній кульовий підшипник вала 11 розміщується в стінці картера роздавальної коробки, а задній роликівий — у виточці зубчастого колеса 3. Ведений вал роздавальної коробки є приводом заднього моста, обертається на кульовому підшипнику. Вал 8 приводу переднього моста і проміжний вал 6 обертаються на кульових підшипниках, які розміщуються у протилежних стінках картера роздавальної коробки.

Переміщуючись по шліцах, зубчасте колесо 7 проміжного вала може входити в зачеплення із зубчастим колесом 3 і 9, а зубчасте колесо 2 ведучого вала з колесом 10. У зубчастого колеса 3, крім зовнішніх зубів, є вінець внутрішніх зубів для зачеплення із зубчастим колесом 2. Зубчасті колеса 10, 9 нерухомо закріплені на шліцах.

На кінцях валів, які виступають із роздавальної коробки, валів приводу переднього й заднього мостів на шліцах нерухомо розміщені фланці карданних шарнірів, які закріплені гайками із шайбами.

Щоб включити передній міст, зубчасте колесо 7 переміщують вправо до зачеплення із шестернями 3 і 9. Для включення прямої передачі шестерня 2 переміщуються вправо, і її зуби входять у зачеплення з внутрішнім зубчастим вінцем шестерні 3. Понижуюча передача включається переміщенням шестерні 2 вліво до зачеплення її із шестернею 10 проміжного вала. При цьому зубчасте колесо 7 переміщують вправо і вводять у зачеплення з колесами 3 і 9. Слід зазначити, що при включенні понижуючої передачі обов'язково включається в роботу передній міст. Для цього в механізмі переключення роздавальної коробки є спеціальний блокувальний пристрій, який виключає можливість включення понижуючої передачі без включення приводу переднього моста (Мал. 22.2).

На повзунах 6, 7 гвинтами, шплінтованих дротом, закріплені вилки 5 і 12. Повзун 6 використовується для включення й виключення переднього моста, має дві заглибини різної глибини під сухарі 3 блокувального пристрою.

На повзуні 7, який використовується для включення прямої і понижуючої передачі, зроблені три заглибини під сухарі: ліва відповідає включенню прямої передачі, середня — нейтральному положенню і права — включенню понижуючої передачі. Між лівою й

середньою є лиска. Положення сухарів відповідає виключеному передньому мосту. Наявність лиски дає можливість повзуну 7 вільно переміщатися з нейтрального положення в положення, що відповідає включенню переднього моста. Подальше переміщення неможливе, так як сухарі, стиснувши пружину, впруться один в одного і будуть перешкоджати руху.

Так як на повзуні 6 заглибина, яка відповідає включенню переднього моста, більш глибока, то при встановленні повзуна 6 у положення включення переднього моста сухарі не будуть заважати переміщенню повзуна 7 для включення понижуючої передачі. При цьому не можна виключити передній міст, не виключивши попередньо понижуючу передачу.

3. Додатково до загальних вимог до розподільної коробки ставляться спеціальні вимоги відповідно до яких вона повинна забезпечувати:

- розподілення крутного моменту між ведучими мостами автомобіля пропорційно належним на мости вертикальним навантаженням;
- підвищення тягової сили на ведучих колесах, необхідної при русі автомобіля по бездоріжжю;
- відсутність циркуляції потужності в трансмісії автомобіля;
- можливість руху автомобіля з мінімальною стійкою швидкість (2,5...5,0 км/ч) при роботі двигуна в режимі максимального крутного моменту.

4. Роздавальні коробки можуть бути одно-, двох- і дуже рідко триступінчастими. Ступені двоступінчастої коробки є або понижуючими, або одна з них понижаюча, а друга – пряма.

Якщо на автомобілі підвищеної прохідності встановлена основна коробка, яка має необхідне число ступіней і передавальне число нижчої передачі, то роздавальна коробка тільки розподіляє крутний момент між ведучими мостами. Коли ж в якості основної застосована коробка передач автомобіля звичайної прохідності, то в роздавальній коробці передбачають понижену передачу.

В залежності від схеми роздавальні коробки поділяються на коробки з блокованим і диференціальним приводами ведучих мостів і відрізняються одна від одної, наприклад, у автомобіля 4x4, тим, що вали переднього і заднього мостів в першій з них зв'язані між собою зубчатими колесами нерухомо, а в другій – міжосьовим диференціалом.

Якщо на розглянутому автомобілі встановлена розподільна коробка з блокованим приводом, то в деяких умовах (при неоднакових радіусах кочення передніх і задніх коліс, під час руху на повороті чи нерівній дорозі) в трансмісії може виникнути циркуляція потужності.

В цих умовах ведучі колеса одного з мостів можуть гальмуватись, ускладнюючи рух автомобіля. В результаті трансмісія закручується ними додатковим моментом, і через неї до другого моста передається потужність, яка більша потужності, що розвиває двигун. Це явище, назване циркуляцією потужності, супроводжується збільшенням втрат енергії в трансмісії, інтенсивному її зносу та підвищеною витратою палива.

Для запобігання циркуляції потужності часто в роздавальній коробці встановлюють міжосьовий диференціал. Міжосьовий диференціал дозволяє ведучим колесам мостів, з якими він зв'язаний, обертатись в вищевказаних умовах з різними кутовими швидкостями, що виключає циркуляцію потужності. Крім того, він розподіляє крутний момент між ведучими мостами в відповідності з середніми навантаженнями, які вони сприймають.

Лекція №13

Тема: Карданна передача

План

1. Призначення.
2. Основні конструкції.
3. Принцип дії карданної передачі з асинхронними карданними шарнірами та окремих її елементів.

1. *Карданна передача* — просторовий шарнірний механізм, що складається з центральної хрестовини і двох посаджених на кінці валів вилок, що шарнірно сполучені з кінцями хрестовини. Служить для передачі крутного моменту між валами, що мають велике кутове зміщення осей (до 40-45°), яке у процесі обертання валів може змінюватись.

Карданний вал служить для передачі обертального моменту від коробки передач (роздавальної коробки) до провідних мостів у випадку класичного або повнопривідного компонування. Також використовується в травмобезпечній рульовій колонці для з'єднання рульового вала і рульового виконавчого механізму (рульового редуктора або рульової рейки).

2. Карданна передача складається з валів II, їх опор III і карданних шарнірів I (Рис. 64.). На деяких автомобілях з короткою базою проміжна опора може не встановлюватись.

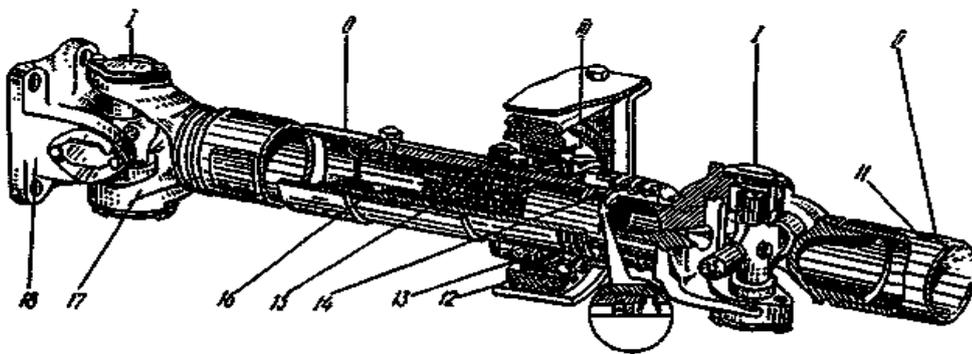


Рис. 64. Карданна передача

Карданний вал являє собою сталеву трубу 1 до кінців якої приварені вилки з проушинами карданного шарніра. Так як під час руху ресори прогинаються і змінюється відстань між осями автомобіля, то до однієї з вилок карданного шарніру приварюється сталевий вал 2 із шліцами, який входить і втулку із шліцами 3, приварену до веденої вилки 4, що дозволяє компенсувати зміну відстані між осями автомобіля.

Карданні передачі за числом карданних шарнірів поділяються на одинарні й подвійні. Якщо передача має тільки один карданний шарнір, розміщений біля коробки зміни передач, то таку передачу називають одинарною. Використовують тоді, коли осі валів, які з'єднують карданною передачею, розміщені під невеликим кутом (на сучасних автомобілях не використовують).

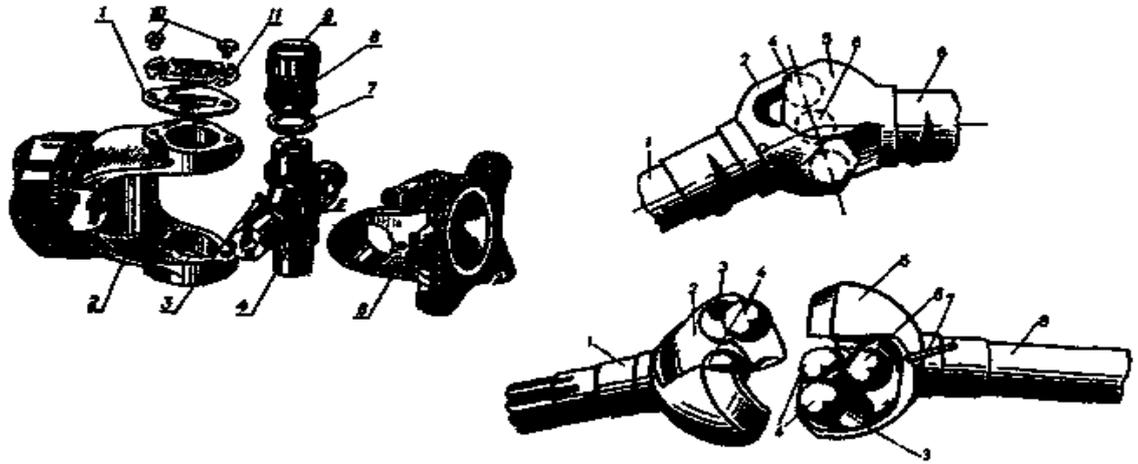


Рис. 65. Карданний шарнір нерівних кутовх швидкостей

У подвійної карданної передачі карданні шарніри розміщуються на обох кінцях карданного вала.

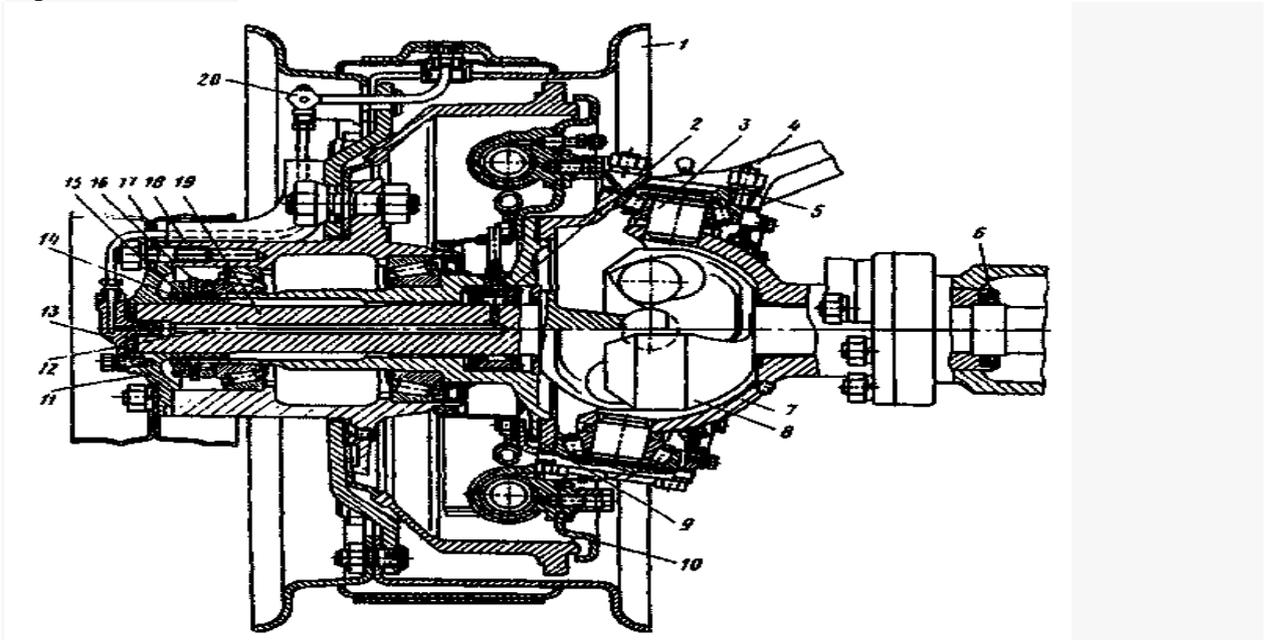


Рис. 66. Карданний шарнір рівних кутових швидкостей

У карданній передачі використовують карданні шарніри (Рис. 66) рівних і нерівних (Рис. 65) кутових швидкостей.

Карданний шарнір нерівних кутових швидкостей складається з жорстких деталей: ведучої 2 і веденої 6 вилок, хрестовини 4, (Рис. 65) на шипи якої надіті голчасті підшипники (голки 8 і стакан 9).

Крутильний момент передається від вилки 2 на вилку 6 через хрестовину 4. При такій конструкції і рівномірному обертанні вилки ведучого вала кутова швидкість веденої вилки буде змінюватись 2 рази за один оберт, збільшуватись й зменшуватись. Тому такий шарнір і називається шарніром нерівних кутових швидкостей.

Щоб усунути нерівномірність обертання веденого вала в карданній передачі, використовують два шарніри нерівних кутових швидкостей, які розміщуються на кінцях карданного вала. Тоді нерівномірність обертання, що виникає у першому веденому шарнірі, компенсується нерівномірністю обертання другого шарніра, і тому ведений вал карданної передачі обертається рівномірно з кутовою швидкістю ведучого вала цієї передачі. Такий карданний шарнір має назву виллоподібного і може передавати крутильний момент під кутом, який не перевищує 24° .

Недоліком виллоподібного карданного шарніра є нерівномірність обертання головного карданного вала відносно проміжного, що зумовлює навантаження на деталі трансмісії.

Карданні шарніри рівних кутових швидкостей (Рис. 66) є двох типів: кульові і кулачкові, які дають можливість передавати крутильний момент під кутом до $35-40^\circ$.

Карданний шарнір рівних кутових швидкостей встановлюють у передньому ведучому мості автомобілів підвищеної прохідності, який забезпечує рівномірне обертання півосі вала й поворот керувальних коліс.

Кульовий шарнір рівних кутових швидкостей складається (Рис. 66) з двох вилок 2 і 5, чотирьох ведучих куль і однієї центрувальної кулі 6. Кулі містяться у фігурних канавках вилок. Центрувальна куля 6 встановлена на пальці 7, застопореному шпилькою, яка проходить через отвір в одній з вилок. Канавки вилок симетричні, тому під час кутового зміщення валів кулі завжди розміщуються так, що відстані між осями куль і осями валів будуть однакові, а тому і швидкості обертання валів також будуть рівні.

Проміжна опора складається із кульового підшипника 5, який розміщується в гумовій обоймі 6, закритій металевим кожухом. Опора прикріплюється до поперечини рами автомобіля. Проміжна опора дозволяє зменшити довжину карданного вала, який передає обертальний момент під кутом, запобігаючи появі обертальних коливань і биттю вала, чим збільшується строк служби підшипників, забезпечується плавний хід автомобіля.

Лекція №14

Тема: Головна передача

План

1. Призначення.
2. Схеми та типи одинарних головних передач.
3. Подвійні головні передачі. Основні конструкції, принцип дії.

1. Головна передача служить для збільшення крутного моменту й передачі його через диференціал на півосі, які розміщуються під прямим кутом до повздовжньої осі автомобіля. Головні передачі можуть бути зубчасті й черв'ячні (застосовуються рідко). Зубчасті головні передачі поділяються на одинарні й подвійні.

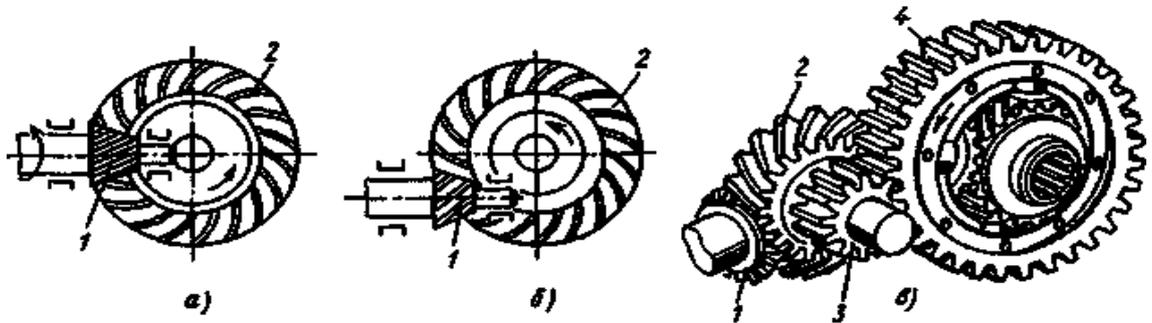


Рис. 67. Головна передача

2.

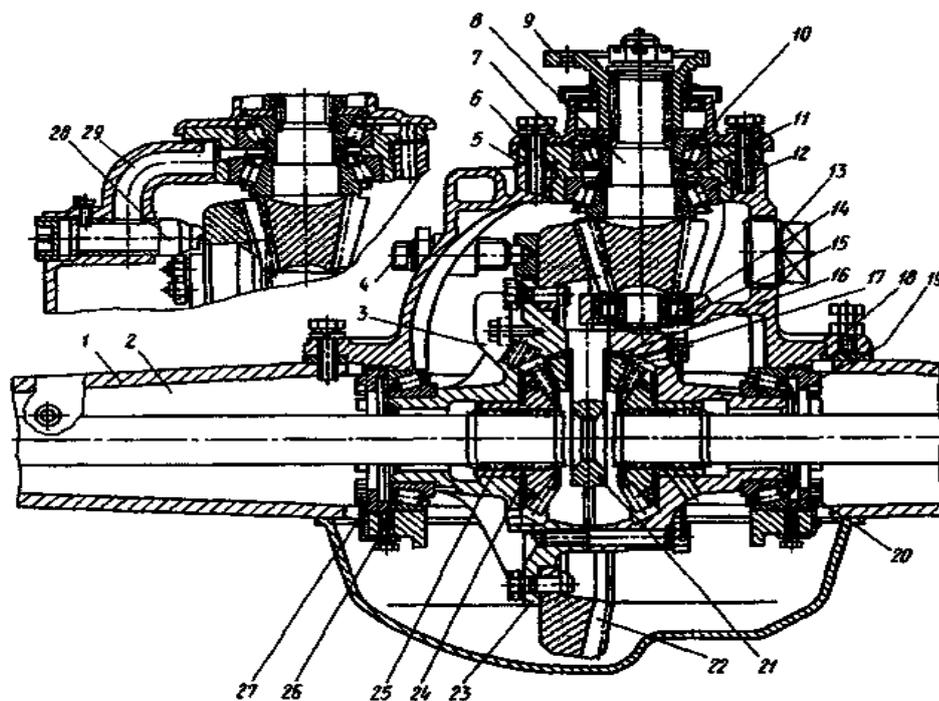


Рис. 68. Одинарна головна передача

Одинарна головна передача (Рис. 67, а, б) складається із пари конічних зубчастих коліс, які знаходяться в постійному зачепленні і використовується переважно на легкових автомобілях та вантажних малої й середньої вантажопідйомності. Передаточне число такої головної передачі автомобілів .

Ведуча шестерня у ній з'єднана з карданною передачею, а ведена шестерня — із коробкою диференціала і через диференціал — із півосями. Одинарна головна передача може бути зі звичайними конічними (Рис. 67,а) і гіпоїдними зубчатими колесами (Рис. 67, б).

Гіпоїдна передача відрізняється тим, що осі ведучої й веденої шестерні не перетинаються між собою, а проходять на відстані 32 мм одна від другої.

Ведучу шестерню 8 (Рис. 68) виготовляють як одне ціле з валом, який спирається на циліндричний 14 і конічні роликові 10, 12 підшипники, які встановлені для усунення зазору між кільцями і роликами з деяким натягом і закриті кришкою 7.

Роликовий підшипник 14, запресований до упору в торець зубчастого вінця кільцем 15, застопорений кільцем 15. Зовнішні кільця роликових підшипників 10 і 12 встановлені в стакані 6, який болтами закріплений у картері головної передачі. Роликові підшипники 10 і 12 приймають осьові сили, які виникають при роботі головної передачі. Конструкція опор вала ведучої шестерні забезпечує малу деформацію, і тому головна передача відзначається високою довговічністю.

Ведене зубчасте колесо 22 закріплене на коробці диференціала. Зачеплення зубчастих коліс регулюють прокладками 5.

Регулювальний гвинт 4 упору, вкручений у картері навпроти зони зачеплення зубчастих коліс головної передачі, обмежує деформацію веденого зубчастого колеса при передачі великих крутильних моментів. Ця деформація визначається величиною зазору між колесом і упором; зазор можна регулювати способом вгвинчування або вигвинчування гвинта 4.

Налита в картер до певного рівня олива захоплюється зубами веденої шестерні і по оливопровідній трубці 28 і по каналу 29 подається до підшипників ведучої шестерні. Від підшипників олива відводиться по нижньому каналу до оливовилловлювача 3. Решта деталей головної передачі змащується розприскуванням оливи. Нормальний тиск у порожнині картера підтримується за допомогою сапуна.

3.

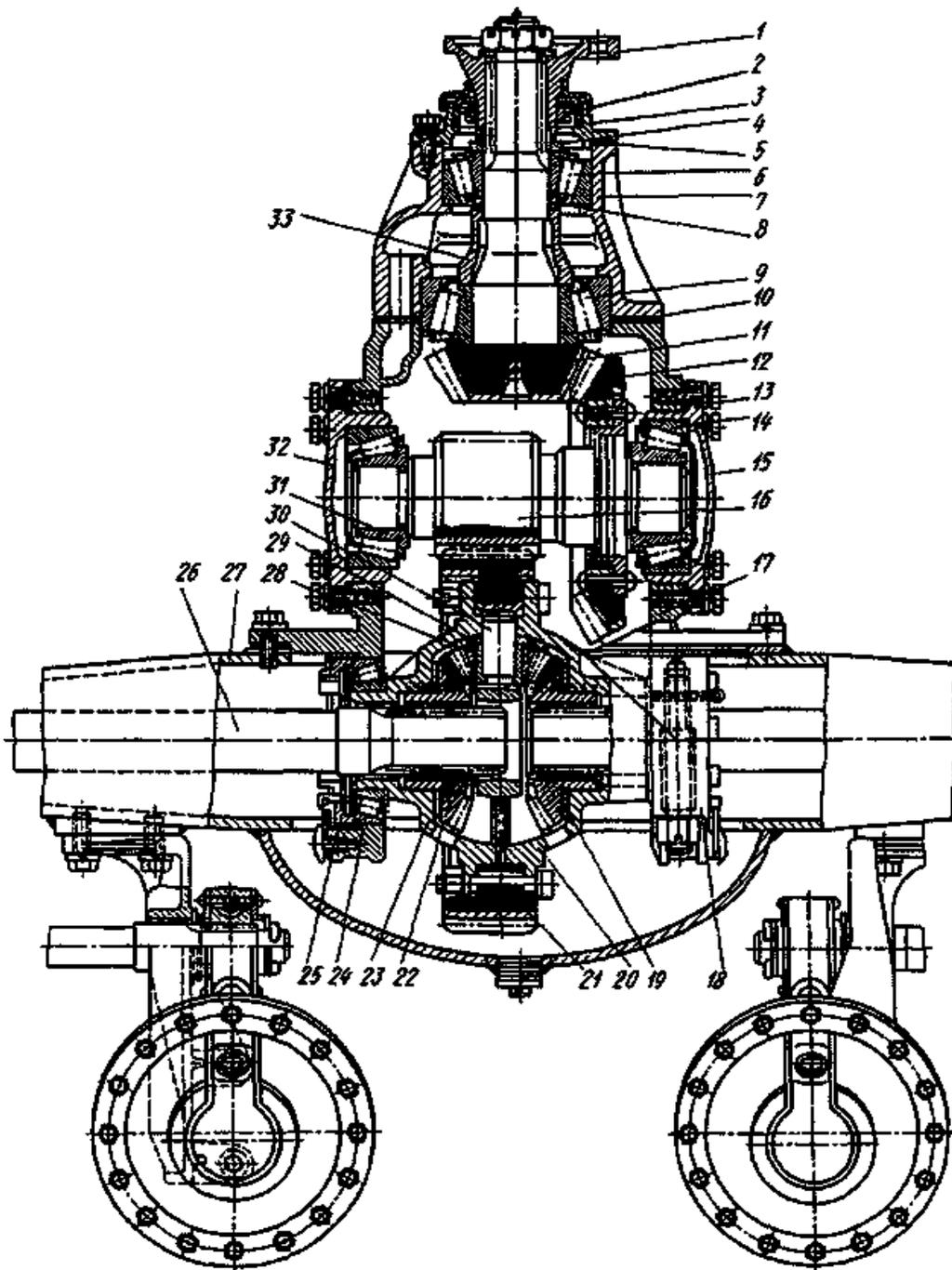


Рис. 69. Подвійна головна передача

Подвійна головна передача конструктивно може виконуватись в одному картері — центральні (Рис. 69) або кожна пара зубчастих коліс розміщених окремо — рознесені.

Подвійна центральна головна передача складається із пари конічних із спіральними зубами і пари циліндричних зубчастих коліс із косими зубами. Ведуча конічна шестерня 11 виготовляється як одне ціле з валом, приводиться в обертання від карданної передачі через фланець 1. Ведене конічне зубчасте колесо 12 заклепками прикріплене до фланця проміжного вала. Ведуча циліндрична шестерня 16 виготовляється разом із проміжним валом. Ведене циліндричне зубчасте колесо 21 болтами прикріплене до коробки диференціала, яка складається з лівої 23 і правої 20 чашок.

Опорами вала конічної шестерні 11 служать роликові підшипники 6 і 9, які розміщені в стакані 7, прикріпленому болтами до картера 17 головної передачі. До стакана болтами кріпиться кришка 3 з сальником 2. між кришкою і стаканом розміщена ущільнювальна прокладка 5, а між втулкою фланця 1 і роликовим підшипником 6 - шайба 4. між внутрішніми кільцями роликових підшипників встановлені розпирні втулки 33, а між цією втулкою і роликовим підшипником 6 розміщуються шайби 8 для регулювання затягування роликових підшипників 6 і 9. Положення ведучої конічної шестерні регулюють прокладками 10, які встановлюються між картером 17 головної передачі і стаканом 7. В бокових кришках 32 розміщені конічні роликові підшипники 14 і 31, на які спирається вал ведучої циліндричної шестерні 16. Під фланці кришок 15 32 підкладені прокладки 13 для регулювання положення роликових підшипників 14 і 31, а також веденого конічного зубчастого колеса 12. Для підвищення міцності на стакані 7 встановлені зовнішні ребра.

Коробка диференціала обертається на двох конічних роликових підшипниках 24, закритих кришками 18. Ці роликові підшипники регулюють гайками 25. Всередині картера 27 проходять півосі. Отвір для наливання оливи розміщується на задній кришці балки моста, а для зливання її - в нижній частині балки. Олива до підшипників ведучої конічної шестерні поступає по каналах в картері.

Лекція №15

Тема: Диференціал

План

1. Призначення.
2. Основні конструкції, принцип дії конічного симетричного диференціалу (міжколісного і міжосьового).
3. Особливості роботи міжколісного симетричного диференціалу при прямолінійному русі автомобіля, русі автомобіля на повороті, зупинці корпусу диференціалу при русі автомобіля.
4. Блокування диференціалу.

1. *Диференціал* - механічний пристрій, що передає обертання з одного джерела на два незалежні споживача так, що кутові швидкості обертання джерела і обох споживачів можуть бути різними один відносно іншого і їх співвідношення може бути непостійним.



Рис. 70. Диференціал

Простий або звичайний міжколісний симетричний диференціал регулює кутову швидкість обертання коліс на півосях ведучого моста і підведений до них крутний момент, при однакових кутових швидкостях моменти на обох колесах однакові: M (на лівій півосі) = M (на правій півосі) = $0,5M$ (підведеному до головної передачі). Фактично між півосями відбувається перерозподіл потужностей.

2. Прості диференціали інколи використовуються як міжосьові диференціали у роздавальній коробці передач, для розподілу підведеної потужності від двигуна на задню і передню вісь у повнопривідних автомобілях.

Для того, щоб уникнути зупинки однієї півосі при буксуванні колеса, з'єданого з іншою, на автомобілях підвищеної прохідності іноді використовують диференціали, в яких повертання півосей або ж сателітів відносно корпусу перешкоджає тертя у фрикціоні або у муфті з в'язкою рідиною.

Диференціал з автоматичним блокуванням може мати косозубі конічні сателіти окремі для кожної півосі, зчеплені між собою додатковою зубчастою передачею. Коли диференціал передає занадто великий момент одній із півосей, сателіт, зв'язаний з нею, заклинює, блокуючи диференціал.

Однією з конструкцій диференціалу з підвищеним тертям є кулачковий диференціал. Замість зубчатих коліс півосей у ньому використано кулачки особливої форми, а замість сателітів — сухарики, встановлені в отворах ведучої обойми. При взаємному провертанні півосей сухарик третяся своїми протилежними кінцями об кулачки та пересувається у отворі обойми, створюючи тертя, завдяки якому певний обертовий момент від обойми передається обом кулачкам, а їхнє відносне провертання утруднене.

3. *Конічний симетричний диференціал* являє собою шестеренчастий механізм, змонтований у головній передачі (Мал. 24.4).

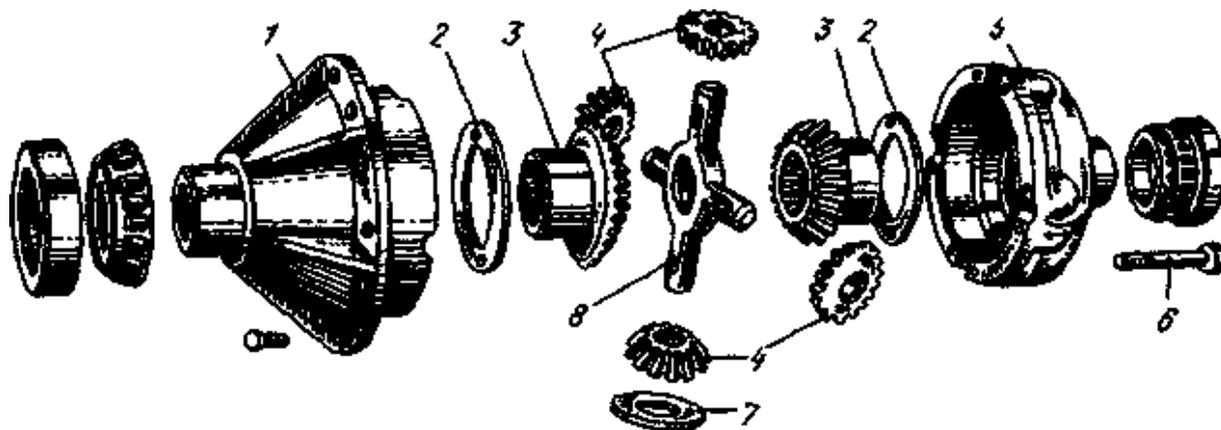


Рис. 71. Конічний симетричний диференціал

Він складається із двох конічних зубчатих коліс 3 півосей, сателітів 4 і хрестовини 8. Ведене зубчасте колесо головної передачі жорстко з'єднується з коробкою диференціала, яка складається з двох половинок 1,5, між якими кріпиться хрестовина 8. Зубчасті колеса півосей 3 розміщуються в коробці диференціала на шліцах півосей, які з'єднані з ведучими колесами.

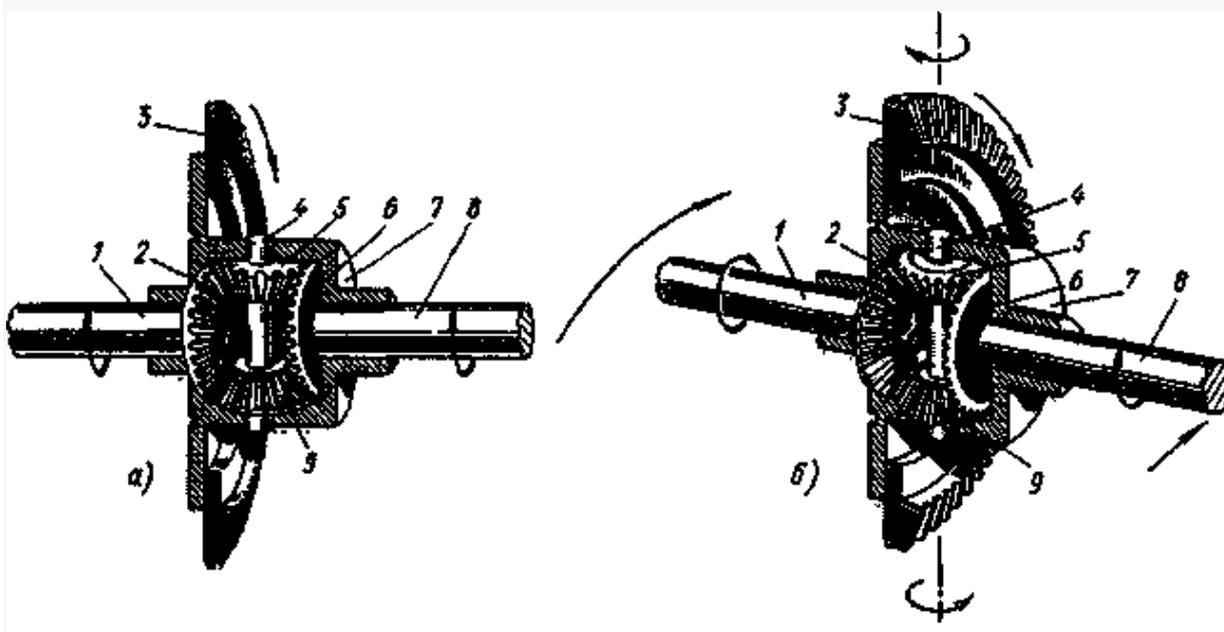


Рис. 72. Схема роботи диференціала

Від ведучої шестерні головної передачі обертальний момент передається на ведене зубчасте колесо 3 і коробку диференціала 7, разом з якими обертаються хрестовина 4 і розміщені на ній сателіти 5, 9.

При прямолінійному русі автомобіля по рівній дорозі (Рис. 72, а) обидва ведучі колеса мають однаковий опір кочення і проходять однаковий шлях. Тому сателіти, які обертаються разом із хрестовиною й коробкою диференціала, передають зубчастим колесам 6 і 2 однакову частоту обертання, а самі відносно своєї осі не повертаються. При цьому сателіти немовби заклинюють зубчасті колеса півосей, з'єднуючи обидві півосі.

При повороті автомобіля, наприклад, наліво (Рис. 72, б) його внутрішнє колесо повинно проходити менший шлях, ніж зовнішнє, в результаті чого піввісь 8 і зубчасте колесо півосі автомобіля обертаються повільніше. Внаслідок цього рівновага сателітів порушується, і вони починають рухатись по шестерні півосі, зв'язаній з внутрішнім колесом, повертаючись відносно власної осі з кутовою швидкістю, яка дорівнює величині зменшення кутової швидкості обертання внутрішнього колеса. При цьому сателіти повертають зубчасте колесо, яке з'єднане через піввісь із правим колесом. В результаті цього швидкість обертання зовнішнього колеса збільшується на величину зменшення швидкості обертання внутрішнього колеса. Тому поворот автомобіля здійснюється без юза й пробуксовування.

4. Диференціали з повним блокуванням

Приводиться у дію водієм примусово. Колові швидкості коліс тут завжди рівні, що суперечить самому руху автомобіля по кривій і приводить до зношенню гуми і погіршенню керованості по твердому покриттю. Але на бездоріжжі це перетворюється у велику перевагу, правда діяти потрібно з розумом. При повному газу, вивороті руля, стрибку. Приводяться в дію пневматично (ARB) чи тросовим приводом натягання.

Диференціал з кулачковим блокуванням

Таке блокування спрацьовує при виникненні відмінності у швидкостях обертання коліс. Розглянемо приклад реалізації диференціала від компанії Tractech. У корпусі диференціала між парами корончатих шестерень встановлені поворотні кулачки. У звичайних умовах вони не беруть участі в роботі, але, як тільки одне з коліс починає пробуксовувати (тобто обертатись значно швидше за інше), кулачки обертаються і пари шестерень входять у зачеплення, забезпечуючи тим самим повне блокування. Блокування вимикається, коли буксуюче колесо припиняє проковзування. Цей тип диференціалів не потребує спеціальних мастил.

Ще на сучасних позашляховиках встановлюється віскомуфта

Віскомуфта, чи в'язкісна муфта встановлюється у деяких повнопривідних трансмісіях замість міжосьових диференціалів. Принцип дії *віскомуфти* має такий вигляд: простір між двома дисками-турбінами заповнюється силіконовою рідиною, а до дисків кріпляться міжосьові вали. У нормальних умовах за рівної кутової швидкості обертання валів *віскомуфта* розблокована і виконує роль вільного диференціала, але у випадку буксирування коліс виникає різниця швидкостей обертання, в'язкість силікона миттєво зростає і *віскомуфта* блокується. За витоку рідини, муфту необхідно замінити.

Лекція №16

Тема: Привід ведучих коліс. Ходова система. Несуча система. Мости автомобіля. Підвіска

План

1. Призначення. Типи приводів.
2. Особливості застосування та основні конструкції приводу при навантаженій та напіврозвантаженій півосях.
3. Призначення ходової системи, її функціональні елементи.
4. Призначення несучої системи. Кузов. Типи вантажних платформ. Кузови автомобілів-самоскидів. Кабіна вантажного автомобіля. Рама. Основні конструкції вантажних кузовів.
5. Призначення мостів. їх типи
6. Встановлення керованих коліс (розвал, сходження).
7. Призначення підвіски, її складові елементи.

1. Привод переднього ведучого й керованих коліс на вантажних автомобілях підвищеної прохідності здійснюється через карданний шарнір однакових кутових швидкостей, ведучий кулак якого зроблено як одне ціле з піввіссю. Маточина через конічні роликові підшипники спирається на порожнисту поворотну цапфу, яку встановлено на конічних підшипниках в рознімному корпусі на шипах шворня. Шипи приварено до сферичної чашки балки моста.

Верхня кришка, яка закриває опорний підшипник шворня, водночас править за поворотний важіль цапфи, зв'язаний із рульовим керуванням.

На легкових автомобілях привод кожного переднього ведучого колеса здійснюється через зовнішній і внутрішній шарніри однакових кутових швидкостей, з'єднані валом. Застосування двох шарнірів у приводі кожного колеса зумовлене конструкцією незалежної підвіски передніх коліс. Внутрішні шарніри забезпечують переміщення коліс при вертикальних ходах підвіски, а зовнішні – при повороті коліс відносно вертикальної осі, що потрібно в разі зміни напрямку руху автомобіля.

2. У ведучих мостах автомобілів крутний момент передається від диференціала до ведучих коліс за допомогою півосей. Залежно від способу встановлення півосей у картері моста вони можуть бути повністю або частково розвантаженими від згинальних моментів, що діють на піввісь.

Повністю розвантажені півосі застосовують на автомобілях середньої й великої вантажопідйомності, а також на автобусах. Такі півосі встановлюються вільно всередині моста, а маточина колеса спирається на балку моста через два підшипники.

Напіврозвантажені півосі спираються на підшипник, що розміщений усередині балки моста, а маточина колеса жорстко з'єднується з фланцем півосі. Тому така піввісь виявляється навантаженою крутним моментом і частково згинальним. Напіврозвантажені півосі застосовують у механізмах задніх ведучих мостів легкових автомобілів і вантажних автомобілів ні їхній базі.

3. Ходова частина складається з рами, переднього та заднього мостів (осей), підвіски і коліс з пневматичними шинами. Рама є основним несучим елементом авто до якого кріпляться всі агрегати та прилади, а також кузова або кабіни і вантажної платформи у вантажних автомобілів. У легкових автомобілях і автобусах широко застосовуються безрамні конструкції, в яких всі механізми прикріплені до корпусу суцільнометалевого несучого кузова. Мости автомобілів передають вертикальне навантаження від рами або кузова на колеса, а штовхаючі і гальмові зусилля — від коліс до рами або кузова. Передній міст складається з балки і шарнірно з'єднаних з нею поворотних цапф, за допомогою яких автомобіль робить поворот. Задній міст виготовляють звичайно пустотілим. У ньому розміщена частина механізмів силової передачі. Підвіска автомобіля пружно з'єднує мости з рамою і разом із шинами пом'якшує поштовхи та удари, що виникають під час руху автомобілів.

Як пружний елемент підвіски застосовують ресори (пружні балки, складені з окремих сталевих листів) або виті пружини; використовують також стержньову (торсійну), гумову, пневматичну і пневмогідрравлічну підвіски. Для передніх коліс легкових автомобілів широко застосовують так звану «незалежну підвіску», в якій пружний елемент з'єднує раму або кузов безпосередньо з колесом. Для гасіння коливань підвіски в усіх легкових та у деяких вантажних автомобілях встановлюють гідравлічні або механічні (фрикційні) амортизатори.

4. У залежності від силової схеми транспортного засобу основним її несучим елементом може бути рама або кузов. У відповідності до цього автомобілі, автобуси і причепи класифікують на рамні та безрамні (несучі).

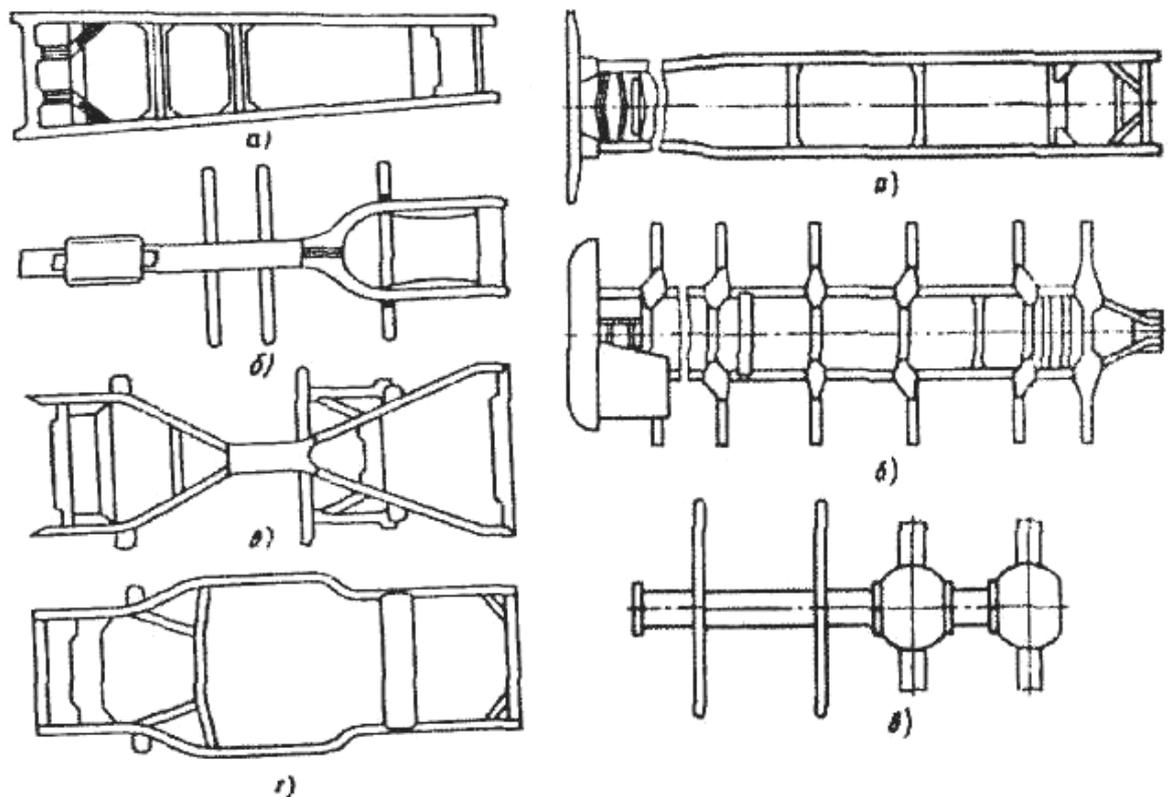


Рис. 73. Схеми рам легкових автомобілів (зліва): а — драбинна; б — хребтова; в — Х-подібна; г — периферійна

Рис. 74. Схеми рам вантажних автомобілів і автобусів (зправа): а — драбинна; б — об'єднана драбинна; в — хребтова

Безрамні автомобілі мають дві різні силові схеми: з несучою основою та з несучим корпусом. У свою чергу в конструкціях автобусів використовують також дві силові схеми:

- рамно-роздільна, де застосовують два розділених між собою елемента — рамне шасі і кузов з основою, які з'єднуються стрем'янками чи болтами через пружні прокладки;
- рамно-об'єднана конструкція, де поперечини єдиної конструкції рами та основи кузова мають зовнішні консоли (Рис. 73, б) на повну ширину транспортного засобу, до кінців яких жорстко прикріплені шпангоути (внутрішні ребра) кузова.

Сучасні легкові автомобілі, особливо малого, середнього та великого класів зроблені в основному по безрамній силовій схемі. Автомобілі цього типу великого та особливо великого класів мають рами периферійного типу (Рис. 74 а, г) з лонжеронами замкнутого профілю, які розташовані по периферії підлоги кузова і створюють жорсткі пороги. Вільна середня частина такої рами дозволяє низько опустити підлогу, покращуючи комфортабельність автомобіля.

Розповсюджені Х-подібні рами (Рис. 73, в) являють собою досить жорстку конструкцію, особливо на кручення.

Найбільш жорсткими на кручення конструкціями є хребтові рами (Рис. 74, б). У цих конструкціях більшість механізмів трансмісії, а саме карданна передача компактно і цілком захищено розміщені усередині хребтової труби. Але трудомісткість обслуговування і ремонту таких автомобілів підвищена.

Для вантажних автомобілів і автобусів частіш за все застосовують рами драбинного типу (Рис. 74, а). Для зниження маси лонжерони такої рами виконують змінної висоти. Найбільш розповсюджені лонжерони відкритого П-подібного профілю. У найбільш напружених зонах застосовують підсилюючі елементи. З'єднання елементів рами виконують на болтах, заклепках, шовним або точковим зварюванням. Литі елементи несучої системи кріплять до лонжеронів заклепками або болтами.

5. Мости автомобіля виконують функції осей, на які встановлюються колеса. Залежно від схеми трансмісії мости можуть бути:

- ведучими;
- веденими;
- керованими;
- підтримувальними.

На автомобілях найчастіше встановлюють два або три мости. У двовісних автомобілів підвищеної прохідності ведучі обидва мости. Якщо на автомобілі три мости, ведучими є два задніх мости або всі три. Найпростішу конструкцію має задній ведучий міст автомобілів із колісною формулою 4x2.

Особливості будови переднього і середнього ведучих мостів.

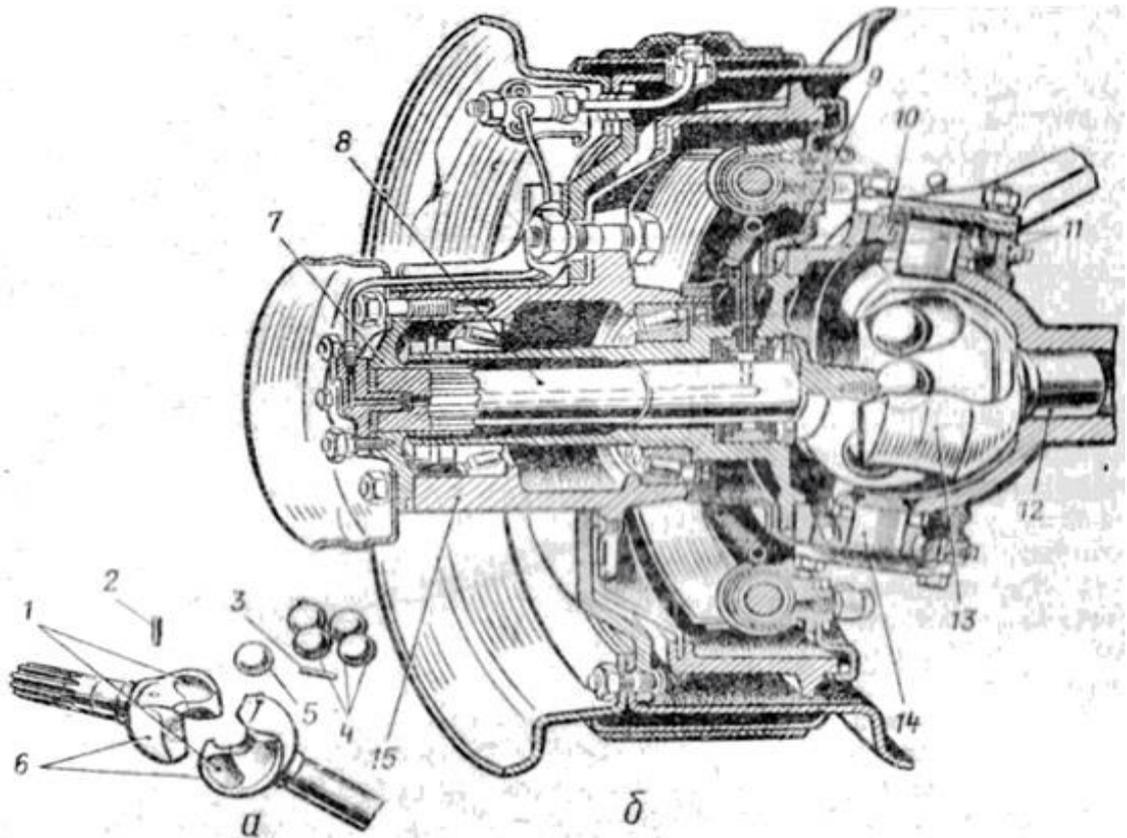


Рис. 75.а — деталі карданного шарніра рівних кутових швидкостей;

Рис. 75. б — привод до переднього ведучого колеса;

1 — овальні канавки; 2 — шпилька; 3—палець; 4 — ведучі кульки; 5 — центруюча кулька; 6—фасонні кулаки; 7 — фланець; 8 — приводний вал; 9 — поворотна цапфа; 10 — підшипник шворня; 11 — рознімний корпус; 12 — піввісь; 13 — карданний шарнір рівних кутових швидкостей; 14 — шворінь; 15 — маточина колеса

У середнього ведучого моста автомобілів підвищеної прохідності, як і в заднього, з головна передача і диференціал. У зв'язку з тим що передні колеса є одночасно напрямними, крутний момент від диференціала до маточини цих коліс повинен передаватися під змінним кутом. Кінці півосей за допомогою карданів рівних кутових швидкостей з'єднані з приводними валами коліс. Кардан рівних кутових швидкостей складається з двох фасонних кулаків з овальними канавками, однієї центруючої і чотирьох ведучих кульок. Центруюча кулька встановлена на пальці, застопореному шпилькою, яка проходить через отвір в одному з кулаків. Особливість цього зчленування порівняно із зчленуваннями карданної передачі, які мають хрестовину, полягає в тому, що крутний момент можна передавати під значно більшим кутом (до 86°). Приводний вал установлюють на бронзовій втулці всередині порожнистої поворотної цапфи. Кінець вала має шліци, які входять у фланець, з'єднаний з маточиною коліс. Маточина встановлена на порожнистій поворотній цапфі на двох роликівих конічних підшипниках. Поворотна цапфа прикріплена до рознімного корпусу, встановленого на конічних роликівих підшипниках шворнів. Шворні приварені до сферичної поверхні кожуха півосі. Для регулювання підшипників шворнів під кришками підшипників встановлені регулювальні прокладки.

В деяких автомобілів два задні ведучі мости. У середнього моста автомобіля ведучий вал головної передачі із закріпленою на ньому малою конічною шестірнею виготовлено наскрізним. Він установлений спереду на роликовому циліндричному підшипнику в приливі картера, а ззаду — на двох конічних роликових підшипниках, корпус яких закріплено у фланці в картері і закритий кришкою. На обох зовнішніх кінцях вала гайками закріплено на шліцах фланці 23 карданних шарнірів карданної передачі привода ведучих мостів. Щодо решти деталей, то конструкція середнього і заднього ведучих мостів однакова. Усі автомобілі, де ведучі мости мають взаємозамінні подвійні головні передачі і диференціали а конічними сателітами. На повністю розвантажених півосях переднього ведучого моста встановлюють шарніри однакових кутових швидкостей дискового типу. На автомобілі, де обидва задні ведучі мости мають однакову конструкцію з подвійною головною передачею і диференціалом, які розміщені в окремому чавунному картері, прикріпленому до картера заднього моста. На півосях переднього ведучого моста встановлюють шарніри однакових кутових швидкостей дискового типу.

6.

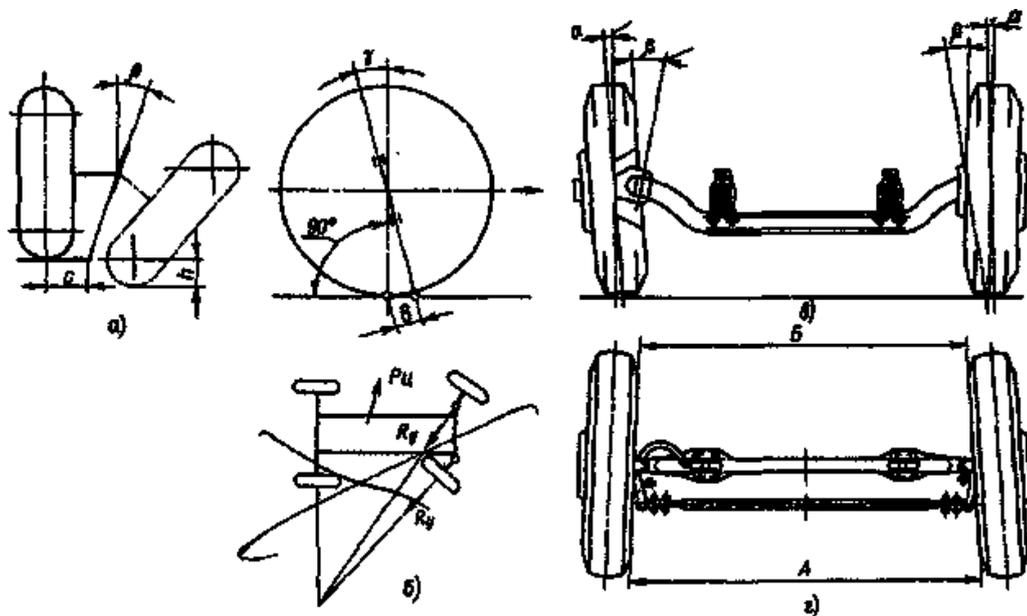


Рис. 76. Кути встановлення передніх коліс автомобіля

Кут P (Рис. 76, а) поперечного нахилу шворня забезпечує автоматичне самоповертання коліс до прямолінійного руху коліс після повороту. При повороті колеса відносно шворня, який має нахил у поперечній площині, воно намагається опуститися нижче площини дороги на величину b . Проте це неможливо, тому що будь-який поворот колеса викликає підняття передньої частини автомобіля, а сила тяжіння намагається вернути колесо у нейтральне положення, чим забезпечується прямолінійний рух автомобіля. Цей стабілізуючий момент залежить від кута нахилу y маси, що припадає на керуючі колеса автомобіля, і не залежить від швидкості руху автомобіля. Ці кути відносно великі і складають $b — 10^\circ$.

Кут y (Рис. 76, б) нахилу шворня у повздовжній площині автомобіля створюється таким чином, щоб нижні кінці шворнів зміщувались вперед відносно вертикалі. Наявність кута забезпечує збереження прямолінійного руху при значній швидкості. Вісь шворня перетинається з дорогою на відстані b від центру контакту шини. Ця відстань є плечем бокової сили, яка виникає при повороті, внаслідок чого створюється стабілізуючий

момент, що намагається повернути колесо в початкове положення (прямолінійний рух). Кут повздовжнього нахилу шворня, звичайно, становить $1 - 3,5^\circ$ і залежить від бокової еластичності шини. Чим еластичніші шини, тим більша їх деформація й момент сили, який намагається повернути колесо в нейтральне положення. Тому у автомобілів із шинами підвищеної еластичності повздовжній нахил шворня може бути відсутнім або перевищувати 1° (його наявність у цьому випадку може бути шкідлива).

Якщо керуючі колеса котяться у вертикальних площинах, паралельних повздовжній осі автомобіля, то вони зустрічають найменший опір кочення, а значить і зумовлюють мінімальні витрати палива на подолання цього опору. Одночасно зменшується і спрацювання шин. Проте у деяких автомобілях такого кочення можна досягнути лише при наявності розвалу керуючих коліс у вертикальній площині, в якій лежить передня вісь автомобіля, та їх збіжності у горизонтальній площині.

Кут розвалу колеса α (Рис. 76, в) утворюється площиною обертання колеса з вертикальною площиною. Він забезпечується кутом нахилу шпильки поворотної цапфи вниз і є додатнім, якщо верхня частина колеса була нахилена назовні від вертикальної площини. Розвал колеса забезпечує вертикальне положення колеса при русі, зменшення навантаження на зовнішній підшипник маточини переднього колеса, так як сила реакції дороги в основному передається на внутрішній підшипник маточини колеса, через що його виготовляють більшого розміру, ніж зовнішній.

У сучасних автомобілів кут $\alpha = 0-2$ град. Збільшення кута призводить до бокового проковзування шин. Наявність кута розвалу керуючих коліс полегшує їх поворот і зменшує навантаження на зовнішній підшипник маточини колеса.

Колеса автомобіля при русі повинні котитись паралельно одне до одного. Наявність хоча б незначного люфту в з'єднаннях рульових тяг, в підшипниках коліс і у втулках шворнів приводить до повороту кожного колеса на деякий кут (правого—направо, лівого — наліво). Це призводить до проковзування шин і швидкого їх зношення, а також до підвищення навантаження на деталі передньої осі і їх спрацювання. Для усунення цього явища використовують збіжність коліс, при якому відстань Б (Рис. 76, г) між колесами спереду роблять дещо меншою, ніж відстань А між колесами ззаду (відстань між колесами у горизонтальній площині, в якій лежить передня вісь). Внаслідок збіжності коліс вони котяться паралельно в повздовжній площині автомобіля, що виключає бокове проковзування коліс по дорозі. Такий кут не перевищує 1° , що визначається різницею відстаней А-Б і становить 2 - 12 мм. Величина збіжності передніх коліс залежить від кута розвалу.

7. Підвіска призначена для пружного з'єднання несучої системи автомобіля з колесами. Таке з'єднання необхідно для забезпечення заданої плавності ходу автомобіля.

У будь-якій конструкції підвіски виділяють три основних функціональних елемента: пружний елемент, направляючий пристрій і пристрій, що гасить коливання.

У сучасних підвісках використовують як металеві, так і неметалеві автомобілів і автобусів: пружні елементи. Металевим пружним елементом може бути листовая ресора, спіральна пружина чи торсіон. У неметалевих пружних елементах використовують гуму (або подібний до неї полімер) і повітря (або інертний газ).

Направляючий пристрій призначений для забезпечення заданої кінематики коліс (мостів) відносно рами або кузова автомобіля і для передачі сил, що діють між колесами (мостами) і рамою або кузовом.

Пристроєм для зменшення (гасіння) коливань частіш за все служать гідравлічні або пневматичні амортизатори.

Підвіски класифікуються за такими головними ознаками:

- за кінематикою переміщення коліс відносно рами (кузова) — залежні, незалежні та балансірні;

- за типом пружного елемента — ресорні, пружинні, торсіонні, гумові, пневматичні і комбіновані.

Залежні підвіски — це такі, у яких коливання одного з коліс пов'язане з коливаннями іншого. Такі підвіски застосовують для вантажних автомобілів і автобусів, а також для деяких легкових автомобілів. У свою чергу, залежні підвіски можуть бути автономними чи балансірними.

Незалежні підвіски характерні тим, що коливання одного з коліс однієї осі автомобіля не залежать від коливань іншого колеса. Незалежні підвіски використовують в основному для легкових автомобілів, а також для вантажних автомобілів високої прохідності.

Основні схеми підвісок показані на рис. 77. Залежна (рис. 77, а) і одноважільна незалежна (рис. 77, б) підвіски відрізняються тим, що вертикальні переміщення колеса супроводжуються змінами кута λ . Це супроводжується деяким порушенням контакту колеса з дорогою і появою гіроскопічного моменту, що діє на колесо при великій швидкості руху і при високій частоті вертикальних коливань підвіски.

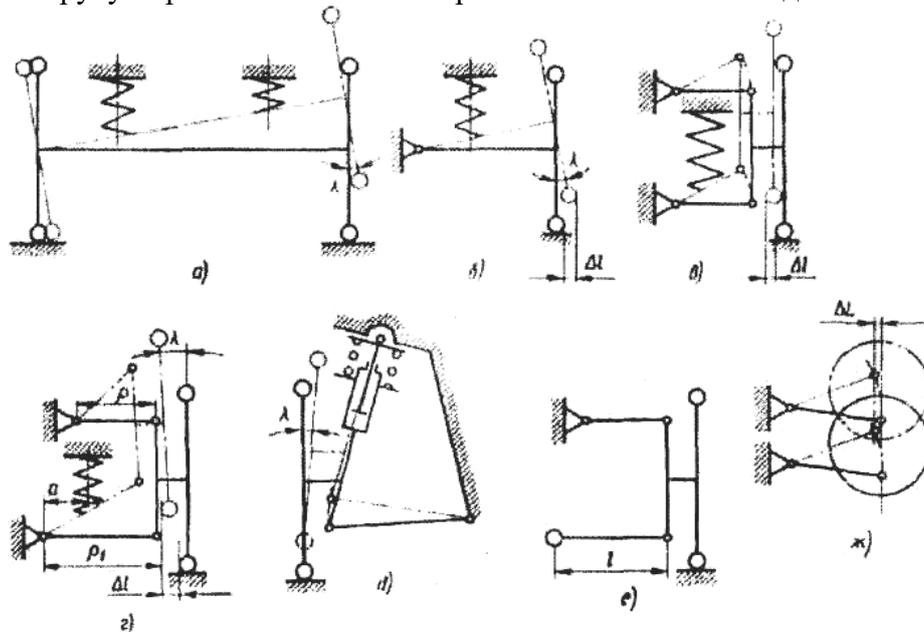


Рис. 77. Кінематичні схеми основних типів підвісок: а — залежна; б — незалежна одноважільна; в, г — незалежна з важелями, відповідно, рівної та нерівної довжини; д — незалежна важільно-телескопічна (типу Мак-Ферсон); е — незалежна двоважільна з торсіоном; ж — незалежна з подовжньою площиною коливань

У двоважільній підвісці з важелями рівної довжини - паралелограмній (рис. 77, в) кутове переміщення відсутнє, але дуже відчутне поперечне зміщення Δl колеса у зоні контакту з дорогою, що викликає швидке зношування шини і порушення бічної стійкості автомобіля.

У двоважільній підвісці з важелями різної довжини (рис. 77, г) переміщення в зоні контакту зведено до мінімуму при досить незначних змінах кута.

Важільно-телескопічну підвіску (рис. 77, д), яку ще називають "свічка, що коливається" або "типу Мак-Ферсон", використовують переважно для передніх ведучих коліс легкових автомобілів. Вона забезпечує досить незначні зміни колії і кутів встановлення коліс, зменшуючи завдяки цьому зношення шин і покращуючи стійкість

автомобіля. Підвіска має один поперечний важіль знизу і так звану амортизаторну стійку з пружиною. Стійка обладнана верхньою опорою з підшипником, шарнірно закріпленою у верхній частині колісної ніші під переднім крилом автомобіля. Компактність, мала маса і великий вертикальний хід є перевагами цього типу підвіски, що обумовило її широке розповсюдження на сучасних легкових автомобілях.

У двоважільних підвісках пружним елементом може бути торсіон — вал, що нерухомо закріплений з одного кінця, і обладнаний важелем з іншого. Кінематична схема такої підвіски приведена на рис. 77, е. У неї торсіон розташований вздовж подовжньої осі автомобіля і зв'язаний з нижнім - довгим важелем і направляючого пристрою підвіски.

Двоважільну підвіску з подовжнім розташуванням важелів (рис. 77, ж) іноді використовують для підтримуючих ведених коліс автомобіля (причепа). Колія і кути встановлення коліс у неї незмінні. Змінюється лише база автомобіля.

Балансирні підвіски використовують в основному на тривісних автомобілях для близько розташованих задніх мостів. Їх також встановлюють на причепах (напівпричепах).

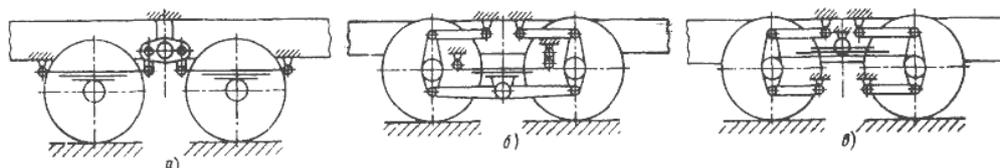


Рис. 78. Схеми балансирних підвісок

Найбільш розповсюджені схеми балансирних підвісок приведені на рис. 78. У підвісці (рис. 78, а) кожен з мостів має свою ресору, з'єднану, з одного боку, з кронштейном рами, а з другого — з балансиром. Такі підвіски широко застосовують для напівпричепів при великій відстані між осями.

У підвісці, що на рис. 78 б, ресора закріплена на рамі за допомогою пальців. Під ресорою шарнірно встановлена балансирна балка, також шарнірно з'єднана з балками мостів. У підвісці, що на рис. 78 в, вісь балансира жорстко з'єднана з цією віссю і вільно опирається на балки двох мостів. Остання схема найбільш розповсюджена на вантажних автомобілях.

Залежні підвіски використовують на легкових автомобілях. Зразок задньої залежної підвіски показаний на рис. 78.

Її пружними елементами є виті спіральні пружини 5. Направляючий пристрій складається з двох подовжніх штанг 1, двох реактивних 2 і однієї поперечної штанги 8. Підвіска обладнана телескопічними гідравлічними амортизаторами 7.

Сталеві штанги 1 і 8 трубчастого перетину, штанги 2 — суцільні. Для кріплення кінців штанг застосовані гумово-металеві шарніри, що забезпечують безшумну роботу підвіски і не потребують мащення. Пружини 5 підвіски встановлені між нижніми опорними чашками 6, привареними до балки заднього мосту, і верхніми опорними чашками 3, зв'язаними з кузовом автомобіля. Між кінцями пружин і опорних чашок встановлені віброшумоізолюючі прокладки.

Хід стискання підвіски обмежений буферами стискання 4, які закріплені на опорах всередині пружин. Додатковий буфер 9 обмежує хід заднього мосту вгору, виключаючи тим самим торкання карданного вала до кузова.

Амортизатори 7 своїми верхніми кінцями закріплені до кузова, а нижні кінці прикріплені до балки моста. Хід підвіски донизу обмежений самими амортизаторами.

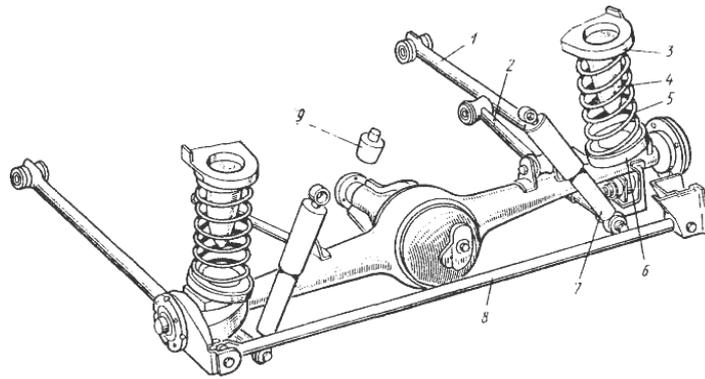


Рис.79. Задня залежна підвіска легкового автомобіля на спіральних пружинах

Незалежні важільні підвіски широко застосовують на легкових автомобілях. Конструкція незалежної пружинної підвіски передніх керованих і ведучих коліс приведена на рис. 80. її направляючим пристроєм є два важеля 3 і 13 різної довжини.

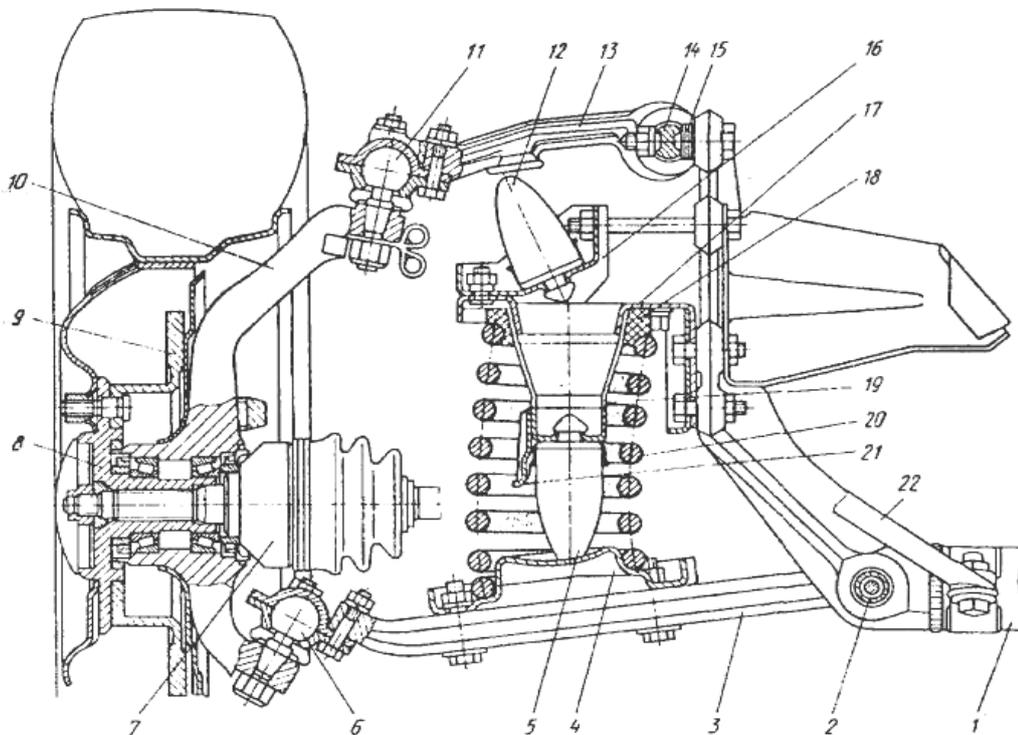


Рис. 80. Незалежна пружинна важільна підвіска керованих і ведучих коліс

Верхній 13 і нижній 3 важелі закріплені на поперечині 1 передньої частини кузова автомобіля і мають подовжньо розташовані осі коливань 2 і 14. Шарнірами слугують гумово-металеві втулки, які забезпечують безшумну роботу підвіски і не вимагають будь-якого технічного обслуговування.

Зовнішні кінці важелів підвіски з'єднані з поворотним кулаком 10 за допомогою шарових шарнірів 6 і 11. Ці шарніри нерозбірні і безазорні.

Пружина 20 підвіски розташована між нижньою 4 опорною чашкою, прикріпленою до нижнього важеля, і верхньою чашкою 17, яка зв'язана з поперечиною кузова. Між кінцями пружини і чашками встановлені віброшумопоглинаючі прокладки.

Хід колеса вгору обмежується буфером стискання 5, який закріплений на спеціальній опорі 19 усередині пружини. Хід підвіски донизу обмежений буфером віддачі 12, що встановлений у кронштейні 16. Цей буфер утикається в спеціальну опорну площадку на верхньому важелі підвіски.

Лекція №17

Тема: Колеса. Шини.

План

1. Призначення коліс.
2. Основні конструкції колеса та його елементів.
3. Маркування шин.

1. Колеса здійснюють зв'язок автомобіля з дорогою і забезпечують його рух у бажаному напрямку. За режимом роботи колеса автомобіля розділяються на ведучі і ведені.

Ведучі колеса, сприймаючи силу тяжіння від маси автомобіля, перетворюють крутний момент, що підводиться до них трансмісією, у силу тяги, яка забезпечує поступальний рух автомобіля.

Ведені колеса сприймають вертикальну силу тяжіння від маси автомобіля і штовхають зусилля від рами (остова), перетворюючи поступальний рух автомобіля у своє кочення по дорозі.

Частіше за все ведені колеса є й керованими — забезпечують зміну напрямку руху автомобіля. Передні і задні колеса кожного автомобіля в більшості випадків однакові і взаємозамінні.

2. Кожне автомобільне колесо складається з двох основних частин: внутрішньої — жорсткої і зовнішньої - пружної.

Зовнішня частина являє собою гумову шину 1 (рис. 81), до внутрішньої частини належать обід 4, диск 2 і маточина 3.

Ободи коліс легкових автомобілів виготовляють нерозбірними, глибокими. Вантажні автомобілі частіше за все комплектують колесами із розбірними, знімним бортом і неглибокими ободами.

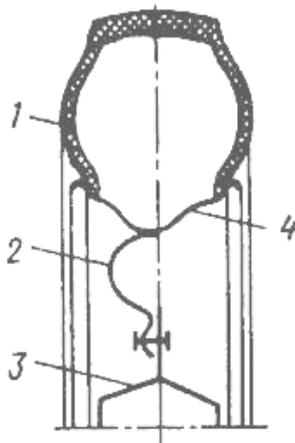


Рис. 81. Схема автомобільного колеса

Шини відносять до числа найбільш важливих і дорогих частин автомобіля. Так, вартість комплексу шин складає приблизно 20...30% первісної вартості автомобіля, а в процесі експлуатації із загальних витрат близько 10...15% приходить на витрати по відновленню шин. Сучасні автомобільні шини можуть бути камерними і безкамерними.

Камерна шина (рис. 81, а) складається з покриття 9, камери 10 і ободної стрічки 7 (у шинах легкових автомобілів ободна стрічка відсутня). Покриття шини сприймає тиск стиснутого повітря, що знаходиться в камері, охороняє камеру від ушкоджень і забезпечує зчеплення колеса з дорогою. Покриття шин виготовляють з гуми і спеціальної тканини корду.

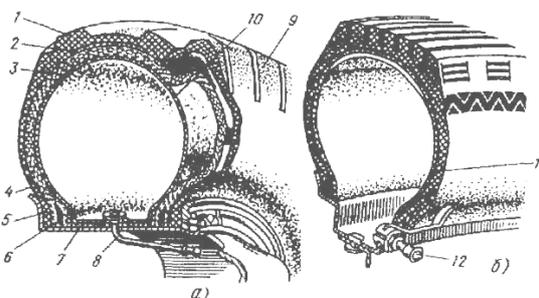


Рис. 82. Конструкція автомобільної шини: а — камерної; б — безкамерної

Гума, що йде для виробництва покриттів, складається з каучуку (натурального, синтетичного), до якого додаються сірка, сажа, смола, крейда, а також перероблена стара гума й інші домішки і наповнювачі.

Покриття складається з протектора 1, подушкового шару (брекера) 2, каркаса 3, боковий 4 і бортів 5 із сердечниками 6. Каркас є основою покриття: він з'єднує всі її частини в одне ціле і додає покриттю необхідну твердість, маючи при цьому високу еластичність і міцність.

Каркас покриття складають декілька шарів корду товщиною 1...1,5 мм. Кількість шарів корду є парним для рівномірності конструкції і складає звичайно 4...6 для шин легкових автомобілів і 6...14 для шин вантажних автомобілів і автобусів. Зі збільшенням числа шарів корду підвищується міцність шини, але водночас збільшується її маса і зростає опір коченню.

Корд являє собою спеціальну тканину, що складається в основному з подовжніх ниток діаметром 0,6...0,8 мм із дуже рідкими поперечними нитками. У залежності від типу і призначення шини корд може бути бавовняним, віскозним, капроновим, перлоновим, нейлоновим, а також металевим. Найбільш дешевим з усіх є бавовняний корд, але він має найменшу міцність, яка до того ж істотно зменшується при нагріванні шини. Міцність капронового корду приблизно у 2 рази вища, ніж бавовняного, а перлонового і нейлонового ще вища.

Проте, найбільш міцним є металевий корд, нитки якого скручені з високоякісного сталевого дроту діаметром 0,15 мм. У порівнянні з бавовняним кордом міцність сталевих кордів вища більш, ніж у 10 разів, і не знижується при нагріванні шини. Покриття з такою кордою мають невелике число шарів (1...4), меншу масу і втрати на кочення. Крім того, вони більш довговічні.

Протектор забезпечує зчеплення шини з дорогою і охороняє каркас від ушкодження. Його виготовляють з міцної, твердої, зносостійкої гуми. У протекторі розрізняють розчленовану частину (малюнок протектора) і підканавковий шар. Ширина протектора складає 0,7...0,8 ширини профілю шини, а товщина-приблизно 10...20 мм для шин легкових і 15...30 мм для шин вантажних автомобілів і автобусів. Малюнок протектора залежить від типу і призначення шини. Він може бути дорожнім, універсальним, підвищеної прохідності, кар'єрним і зимовим.

Подушковий шар (брекер) зв'язує протектор з каркасом і охороняє каркас від поштовхів і ударів. У порівнянні з іншими елементами шини, брекер працює в найбільш напружених температурних умовах (до 110...120°C). Він звичайно складається з декількох шарів розрідженого корду, товщина гумового шару в який значно більша, ніж у каркасного корду. Товщина подушкового шару дорівнює 3...7 мм, а число шарів корда залежить від типу і призначення шини. Найбільшу кількість шарів мають шини високої прохідності. У шин легкових автомобілів подушковий шар іноді відсутній.

Боковини охороняють каркас від ушкодження і дії вологи. Їх, звичайно, виготовляють із протекторної гуми товщиною 1,5...3,5 мм.

Борти надійно кріплять покришку на ободі. Зовні борти мають один-два шари прогумованої стрічки, що охороняє їх від стирання об обід і від ушкоджень при монтажі і демонтажі шини. У середині бортів розміщені сталеві дротові сердечники 6. Вони збільшують міцність бортів, охороняють їх від розтягування і запобігають зіскакуванню шини з обода колеса. Експлуатація шини з ушкодженим сердечником неприпустима.

Камера утримує стиснене повітря всередині шини. Вона являє собою еластичну гумову оболонку у вигляді замкнутої труби. Камери виготовляють з високоміцної гуми. Для щільної посадки (без складок) усередині шини розміри камери трохи менші, ніж внутрішня порожнина покришки. Тому заповнена повітрям камера знаходиться в покришці в розтягнутому стані. Товщина стінки камери шин легкових автомобілів звичайно складає 1,5...2,5 мм; камери шин вантажних автомобілів і автобусів мають 2,5...5 мм товщини. На їх зовнішній поверхні зроблені радіальні риски, що сприяють відводу назовні повітря, що залишається між камерою і покришкою після монтажу шини.

Для накачування і випуску повітря камера має спеціальний клапан - вентиль 8.

Безкамерні шини одночасно виконують функції покришки і камери. За конструкцією така шина близька до покришки камерної шини, а по зовнішньому вигляду майже не відрізняється від неї. Особливістю безкамерної шини є наявність на її внутрішній поверхні герметизуючого повітронепроникного гумового шару 11 товщиною 1,5...3,5 мм. Герметизуючий шар привулканізований до внутрішньої поверхні покришки. Він виготовлений із суміші натурального і синтетичного каучуку, що має підвищену газонепроникність.

На бортах шини, крім того, є шар гуми, який ущільнює місце з'єднання бортів і обода колеса. Матеріал каркаса безкамерної шини також характеризується високою повітрянепроникністю. Для його виготовлення використовують віскозний, капроновий або нейлоновий корд, повітрянепроникність якого в 5...6 разів вища, ніж у бавовняного корду. Посадковий діаметр безкамерної шини зменшений, порівняно з розміром герметичного ободу, на якому вона встановлюється. При втраті герметичності бортів чи обода безкамерні шини можна використовувати як звичайні камерні покришки.

Безкамерні шини, в порівнянні з камерними, підвищують безпеку руху автомобіля, їх легко ремонтувати, під час роботи вони менше нагріваються, більш довговічні, мають меншу масу.

Проте ціна безкамерних шин дещо вища, ніж камерних.

3. Умовні позначки, що вказують марку і розміри шини проставлені на її бічній поверхні. Основними параметрами шини (рис. 83) є ширина В і висота Н її профілю, а також посадковий d і зовнішній D діаметри покришки.

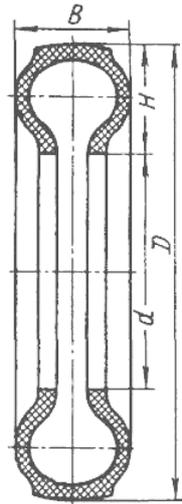


Рис. 83. Основні розміри автомобільної шини

Розмір шини позначають двома числами у вигляді сполучення цифр В - d. Для вітчизняних шин, що випускалися у минулі роки, була прийнята дюймова (міжнародна) система позначення, тобто розміри В і d давалися у дюймах: наприклад, 6,70-15. Для деяких вантажних шин використовувалася змішана система позначення: розмір В давався у міліметрах, а розмір d - у дюймах: наприклад, 260-20. У наш час для більшості вітчизняних шин прийнята метрична система позначення: основні числа - міліметрах, а у дужках - розміри у дюймах, наприклад 170-380 (6,70-15). Розміри шин спеціальних типів позначаються також у міліметрах і зображуються у вигляді сполучень: D x B - d для широкопрофільних шин (наприклад, 1200 x 500-508); D x B - для аркових шин (наприклад, 1140 x 700); D x B x d – для пневмокатків (наприклад, 1000x1000x250).

Крім розмірів, у маркуванні шини вказується: завод - виготовлювач, дата випуску (місяць, рік), модель шини, її порядковий номер, номер ДОСТ або ТУ на шини, індекс швидкості, індекс вантажопідйомності - для шин легкових автомобілів, норма шарів корда - для вантажних шин.

Індекс швидкості - прийнята умовна позначка максимальної швидкості руху. Його вказують латинськими буквами: L - до 120 км/год; P - до 150 км/год; Q - до 160 км/год; S - до 180 км/год.

Індекс вантажопідйомності - умовна позначка максимального навантаження на шину. Його вказують цифрами: індекс 75 відповідає 3870 Н; індекс 85-5750 Н; індекс 103-8750 Н.

Лекція №18

Тема: Рульове керування. Рульовий механізм. Рульовий привід. Підсилювач рульового керування

План

1. Особливості руху автомобіля на повороті.
2. Призначення керування. Його функціональні елементи.
3. Рульовий механізм, призначення. .
4. Функціональні елементи рульового механізму.
5. Підсилювач рульового керування, призначення його функціональні елементи.

1. Схема повороту автомобіля:

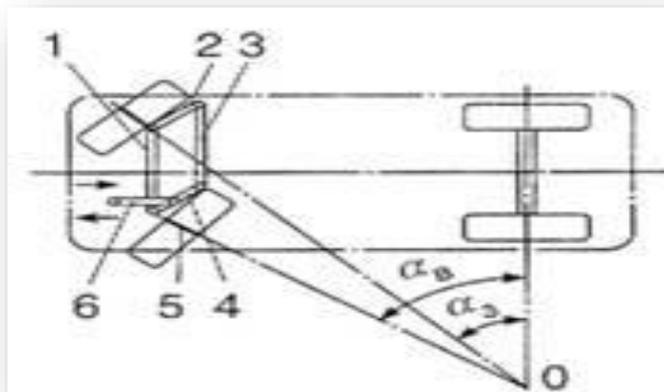


Рис. 84. Схема повороту автомобіля

1 — балка; 2, 4 — відповідно правий та лівий поворотні важелі; 3, 6 — відповідно поперечна й поздовжня тяги; 5 — поворотна цапфа

Щоб здійснився поворот без бічного ковзання коліс, усі вони повинні котитися по дугах різної довжини, описаних із центра повороту 0 (рис. 84). При цьому передні керовані колеса мають повертатися на різні кути: внутрішнє щодо центра повороту колесо — на кут $\alpha_в$, зовнішнє — на менший кут $\alpha_з$. Це забезпечується з'єднанням тяг і важелів рульового привода у формі трапеції. Основу трапеції становить балка 1 переднього моста автомобіля, сторони — лівий 4 та правий 2 поворотні важелі, а вершину трапеції утворює поперечна тяга 3, яка з'єднується з важелями шарнірно. До важелів 4 і 2 жорстко прикріплені поворотні цапфи 5 коліс.

Один із поворотних важелів, найчастіше лівий 4, зв'язаний із рульовим механізмом через поздовжню тягу 6. Отже, коли приводиться в дію рульовий механізм, поздовжня тяга, переміщуючись уперед або назад, спричинює повертання обох коліс на різні кути відповідно до схеми повороту.

2. *Рульове керування* призначається для зміни напрямку руху автомобіля поворотом передніх керованих коліс і складається з рульового механізму та рульового привода. На вантажних автомобілях великої вантажопідйомності в рульовому керуванні застосовують підсилювач, який полегшує керування автомобілем, зменшує поштовхи на рульове колесо й підвищує безпеку руху.

3. *Рульовий механізм* перетворює обертання рульового колеса на поступальне переміщення тяг привода, що повертає керовані колеса. При цьому зусилля, що передається водієм від рульового колеса до коліс, які повертаються, зростає в багато разів.

Рульовий привод разом із рульовим механізмом передає керуюче зусилля від водія безпосередньо до коліс і забезпечує цим поворот керованих коліс на заданий кут.

Щоб здійснився поворот без бічного ковзання коліс, усі вони повинні котитися по дугах різної довжини, описаних із центра повороту O (рис. 84). При цьому передні керовані колеса мають повертатися на різні кути: внутрішнє щодо центра повороту колесо — на кут α_1 , зовнішнє — на менший кут α_2 . Це забезпечується з'єднанням тяг і важелів рульового привода у формі трапеції. Основу трапеції становить балка 1 переднього моста автомобіля, сторони — лівий 4 та правий 2 поворотні важелі, а вершину трапеції утворює поперечна тяга 3, яка з'єднується з важелями шарнірно. До важелів 4 і 2 жорстко прикріплені поворотні цапфи 5 коліс.

Один із поворотних важелів, найчастіше лівий 4, зв'язаний із рульовим механізмом через поздовжню тягу 6. Отже, коли приводиться в дію рульовий механізм, поздовжня тяга, переміщуючись уперед або назад, спричинює поворот обох коліс на різні кути відповідно до схеми повороту.

Керовані колеса повертаються, коли обертається рульове колесо 3, яке через вал 2 передає обертання рульовій передачі 7. При цьому черв'як передачі, що перебуває в зачепленні з сектором, починає переміщувати сектор угору або вниз по своїй нарізці. Вал сектора починає обертатися й відхиляє сошку 9, яку верхнім кінцем насаджено на ту частину вала сектора, що виступає. Відхилення сошки передається поздовжній тязі 8, що переміщується вздовж своєї осі. Поздовжня тяга 8 зв'язана через верхній важіль 7 із поворотною цапфою 4, тому її переміщення спричинює поворот ліві поворотної цапфи. Від неї зусилля повороту через нижні важелі 5 і поперечну тягу 6 передається правій цапфі. Таким чином обидва колеса повертаються.

Керовані колеса повертаються рульовим керуванням на обмежений кут, що дорівнює $28...35^\circ$. Обмеження вводиться для того, щоб під час повороту виключити зачіпання колесами деталей підвіски або кузова автомобіля.

Конструкція рульового керування визначається типом підвіски керованих коліс: коли підвіска передніх коліс залежна, в принципі зберігається схема рульового керування, наведена на рис. 2, а; в разі незалежної підвіски (рис. 85, б) рульовий привод дещо ускладнюється.

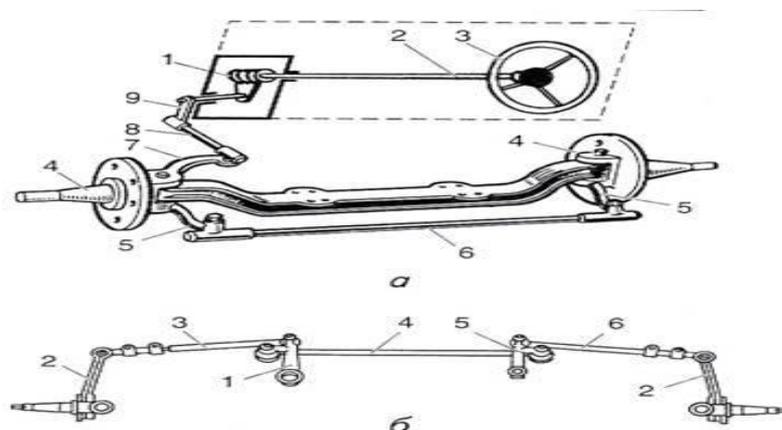


Рис. 85. Схеми рульового керування:

а — залежна підвіска (1 — рульова передача; 2 — рульовий вал; 3 — рульове колесо; 4 — поворотна цапфа; 5 — нижні важелі лівої та правої поворотних цапф; 6 — поперечна тяга; 7 — верхній важіль лівої поворотної цапфи; 8 — поздовжня тяга; 9 — сошка рульового привода); б — незалежна підвіска (1 — сошка; 2 — поворотні важелі; 3, 6 — відповідно ліва й права бічні тяги; 4 — основна поперечна тяга; 5 — маятниковий важіль)

4. Рульовий механізм забезпечує повертання керованих коліс з невеликим зусиллям на рульовому колесі. Цього можна досягти збільшенням передаточного числа рульового механізму. Однак, передаточне число обмежене частотою обертання рульового колеса. Якщо вибрати передаточне число з кількістю обертів рульового колеса понад 2-3, то істотно збільшується час, потрібний на повертання автомобіля, а це недопустимо за умовами руху. Тому передаточне число в рульових механізмах беруть у межах 20-30, а для зменшення зусилля на рульовому колесі в рульовий механізм або привод умонтовують підсилювач.

Обмеження передаточного числа рульового механізму пов'язане також із властивістю оборотності, тобто здатністю передавати зворотне обертання через механізм на рульове колесо. В разі великих передаточних чисел збільшується тертя в зачепленнях механізму, властивість оборотності зникає, й самоповертання керованих коліс після повернення в прямолінійне положення виявляється неможливим.

Рульові механізми залежно від типу рульової передач і бувають: • черв'ячні; • гвинтові; • шестеренчасті.

У черв'ячному рульовому механізмі (з передачею типу черв'як-ролик) за ведучу ланку править черв'як, який закріплено на рульовому валу, а ролик установлено на роликовому підшипнику на одному валу із сошкою. Щоб у разі великого кута повороту черв'яка зачеплення було повним, нарізку черв'яка виконують по дузі кола — глобоїду. Такий черв'як називають глобоїдом.

У гвинтовому рульовому механізмі обертання гвинта, зв'язаного з рульовим валом, передається гайці, яка закінчується рейкою, зачепленою із зубчастим сектором. Сектор установлено на одному валу із сошкою. Такий рульовий механізм утворений рульовою передачею типу гвинт-гайка-сектор.

У шестеренчастих рульових механізмах рульова передача утворюється циліндричними або конічними шестернями. До них належить також передача типу шестірня-рейка, в якій циліндрична шестірня зв'язана з рульовим валом, а рейка, зачеплена із зуб'ями шестірні, править за поперечну тягу.

Рейкові передачі й передачі типу черв'як-ролик як такі, що забезпечують порівняно невелике передаточне число, застосовують переважно на легкових автомобілях. Для вантажних автомобілів використовують рульові передачі типу черв'як-сектор і гвинт-гайка-сектор, обладнані або вмонтованими в механізм підсилювачами, або підсилювачами, винесеними в рульовий привод.

Конструкції рульового привода різняться розташуванням важелів і тяг, з яких складається рульова трапеція, відносно передньої осі. Якщо рульову трапецію розміщено спереду передньої осі, то така конструкція рульового привода називається передньою рульовою трапецією, а якщо позаду — задньою. На конструктивне виконання й схему рульової трапеції істотно впливає конструкція підвіски передніх коліс.

Коли підвіска залежна (див. рис. 85, а), рульовий привод має простішу конструкцію, бо складається з мінімуму деталей. Поперечну рульову тягу в цьому разі виконано суцільною, а сошка хитається в площині, паралельній поздовжній осі автомобіля. Можна зробити привод і з сошкою, що хитається в площині, паралельній передньому мосту. В такому разі поздовжньої тяги не буде, а зусилля від сошки передаватиметься прямо на дві поперечні тяги, зв'язані з цапфами коліс.

Якщо підвіска передніх коліс незалежна, схема рульового привода (див. рис. 85, б) конструктивно складніша: з'являються додаткові деталі привода, яких немає в схемі із залежною підвіскою коліс. Змінюється конструкція поперечної рульової тяги, її роблять розчленованою, з трьох частин: основної поперечної тяги 4 та двох бічних тяг — лівої 3 й правої 6. Для опори основної тяги 4 слугує маятниковий важіль 5, який за формою й розмірами відповідає сошці 1. Бічні поперечні тяги з'єднано з поворотними важелями 2 цапф і з основною поперечною тягою за допомогою шарнірів, які допускають незалежні переміщення коліс у вертикальній площині. Розглянуту схему рульового привода застосовують переважно на легкових автомобілях.

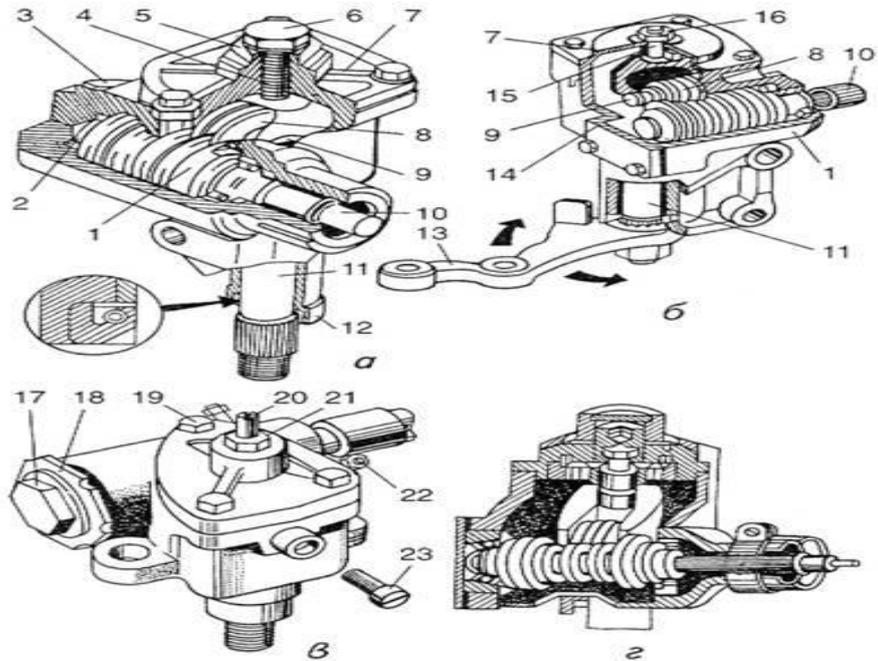


Рис. 86 Рульові механізми легкових автомобілів:

1 — черв'як; 2 — регулювальна гайка; 3, 4, 21 — контргайки; 5 — регулювальна муфта; 6, 19 — пробки оливозаливних отворів; 7 — кришка картера; 8 — ролик; 9 — вісь ролика; 10 — рульовий вал; 11 — вал рульової сошки; 12 — сальник; 13 — рульова сошка; 14 — регулювальні прокладки; 15 — прокладка регулювального гвинта; 16, 20 — регулювальні гвинти; 17 — регулювальна пробка; 18 — стопорна гайка; 22 — болт стяжного хомута; 23 — болт контрольного отвору рівня оливи

5.

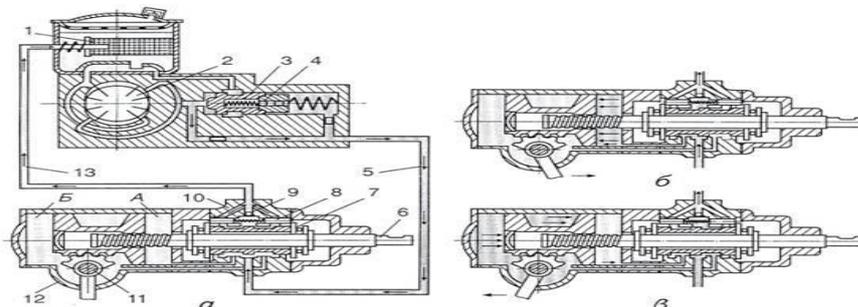


Рис. 87. Схема роботи гідро підсилювача:

а — нейтральне положення; б, в — поворот коліс праворуч і ліворуч відповідно; 1 — бачок гідронасоса; 2 — ротор насоса; 3,4 — відповідно перепускний і запобіжний клапани; 5 — нагнітальний трубопровід високого тиску; 6 — гвинт рульового механізму; 7 — золотник; 8 — реактивний плунжер; 9 — кульковий клапан; 10 — корпус клапана керування; 11 — вал сошки; 12 — картер рульового механізму; 13 — зливальний трубопровід

Обертання рульового вала перетворюється передачею рульового механізму на переміщення гайки-поршня по гвинту. При цьому зуби рейки повертають сектор і вал із закріпленою на ньому сошкою, завдяки чому повертаються керовані колеса.

Коли двигун працює, насос гідропідсилювача подає оливу під тиском у гідропідсилювач, унаслідок чого під час повертання підсилювач розвиває додаткове зусилля, що прикладається до рульового привода. Принцип дії підсилювача ґрунтується на використанні тиску оливи на торці поршня-рейки, який створює додаткову силу, що пересуває поршень і полегшує повертання керованих коліс.

Положення деталей гідропідсилювача на рис. 87, а відповідає прямолінійному рухові автомобіля. В цьому разі олива перекачується насосом через клапан керування, оскільки нагнітальний трубопровід 5 сполучається зі зливальним 13 через золотник 7, що займає середнє положення під дією пружин реактивних плунжерів 8 і тиску оливи. Надлишкового тиску в порожнинах А і Б гідропідсилювача немає.

Коли колеса автомобіля повертаються направо (рис. 6, б), гвинт викручується з гайки, і золотник також переміщується вправо. Зусилля пружин, що діють на реактивні плунжери 8, починає передаватися на рульове колесо, створюючи відчуття повороту. Золотник, переміщуючись управо, своїм середнім пояском перекриває надходження оливи в порожнину Б і відкриває канал у порожнину А, в результаті чого тиск оливи на поршень зростає, додається до сили від рульового колеса, переміщує поршень униз і повертає керовані колеса. При завершенні повороту поршень переміщуватиметься вниз разом із гвинтом і золотником доти, доки золотник знову не займе середнє положення. Цим досягається слідкуюча дія гідроциліндра підсилювача. Наприкінці повороту керовані колеса займуть положення, що відповідає куту повороту рульового колеса.

У разі повертання коліс наліво підсилювач діє аналогічно, з тією лише різницею, що початкове переміщення золотника відбувається вліво (рис. 87, в), а олива під тиском подається в порожнину Б підсилювача.

Конструкція рульового механізму з умонтованим гідропідсилювачем дає змогу здійснювати повертання коліс і тоді, коли двигун не працює. Проте, в цьому разі водій має прикладати до рульового колеса набагато більше зусилля, яке затрачається на повертання коліс і на витіснення оливи з порожнин гідроциліндра через кульковий клапан 9.

Насос гідропідсилювача (рис. 88) лопатевого типу приводиться в дію від шківів колінчастого вала двигуна клинопасовою передачею через шків 2, закріплений на валу 12 насоса. Вал обертається на кульковому й роликівому підшипниках у корпусі 1 насоса. На шліцьовому кінці вала закріплено ротор 10, який уміщено всередині статора 11. Статор затиснуто між кришкою 4 й корпусом 1 насоса за допомогою болтів. У порожнині статора ротор ущільнюється лопатями 13, закладеними в його пази.

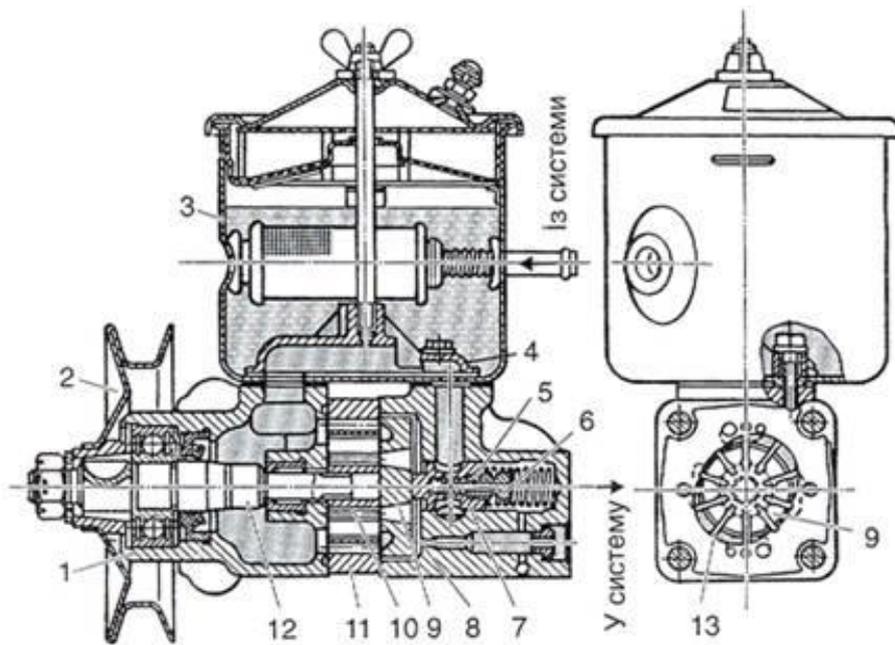


Рис. 88 Насос гідропідсилювача рульового керування:

1 — корпус насоса; 2 — шків привода насоса; 3 — бачок; 4 — кришка насоса; 5 — запобіжний клапан; 6 — сідло запобіжного клапана; 7 — перепускний клапан; 8 — жиклер; 9 — розподільний диск; 10 — ротор; 11 — статор; 12 — вал насоса; 13 — лопаті

Всередині кришки насоса вміщено розподільний диск 9, який своєю торцевою поверхнею притискається за допомогою пружини перепускнуго клапана 7 до статора. Всередині перепускнуго клапана встановлено кульковий запобіжний клапан 5, притиснутий пружиною до сідла 6 запобіжного клапана. Зверху до корпусу й кришки прикріплено бачок 3, що має сапун і сітчасті фільтри для оливи.

Як тільки двигун починає працювати, ротор 10 насоса також починає обертатися, й лопаті 13 під дією відцентрових сил і тиску оливи щільно притискаються до криволінійної поверхні статора. Олива з корпусу 1 потрапляє в простір між лопатями й витісняється ними через розподільний диск у порожнину нагнітання й далі до штуцера лінії високого тиску. За один оберт ротора відбувається два цикли всмоктування й нагнітання.

Перепускний клапан 7 сполучений із порожниною нагнітання й штуцером лінії високого тиску й перебуває під різницею тисків оливи, оскільки жиклер 8 знижує тиск перед штуцером. Перепад тисків зростає в разі збільшення кутової швидкості обертання ротора. При досягненні певної подачі перепускний клапан відкривається й починає перепускати частину оливи в порожнину всмоктування, регулюючи тим самим тиск у лінії.

Запобіжний клапан, установлений усередині перепускнуго клапана, обмежує максимальний тиск у системі (650 — 700 кПа). Він спрацьовує, коли перепускний клапан з якихось причин не справляється з регулюванням тиску в потрібних межах.

Лекція №19

Тема: Гальмова система

План

1. Призначення гальмової системи, види гальмових систем.
2. Оціночні показники ефективності робочої та стоянкової гальмових систем.
3. Функціональні елементи гальмових систем.
4. Гальмові механізми, їх призначення, типи.
5. Основні конструкції та принцип дії барабанного та дискового гальмових механізмів.
6. Гальмовий привід. Найпоширеніші типи приводів.

1. *Гальмова система* потрібна на автомобілі для зниження його швидкості, зупинки й утримування на місці.

Гальмівна сила виникає між колесом та дорогою й спрямована проти напрямку обертання колеса, тобто перешкоджає його обертанню. Максимальне значення гальмівної сили на колесі залежить від можливостей механізму, який створює цю силу, від навантаження, що припадає на колесо, та від коефіцієнта зчеплення з дорогою. За умови однаковості всіх факторів, що визначають силу гальмування, ефективність гальмової системи залежатиме насамперед від особливостей конструкції механізмів, які гальмують автомобіль.

На сучасних автомобілях для підвищення безпеки руху встановлюють кілька гальмових систем, що за призначенням поділяються на:

- робочу;
- запасну;
- стоянкову;
- допоміжну.

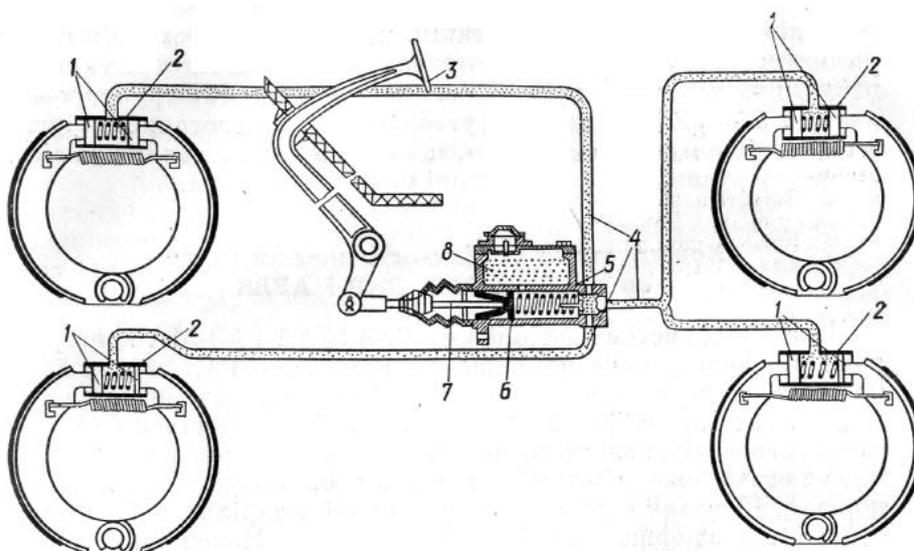


Рис. 89. Схема гальмівної системи з гідравлічним приводом

Робоча гальмова система використовується в усіх режимах руху автомобіля для зниження його швидкості до повної зупинки. Вона приводиться в дію зусиллям ноги водія, що прикладається до педалі ногового гальма. Ефективність дії робочої гальмової системи найбільша порівняно з іншими типами гальмових систем.

Запасна гальмова система призначається для зупинки автомобіля в разі відмови робочої гальмової системи. Вона справляє меншу гальмівну дію на автомобіль, ніж робоча система. Функції запасної системи може виконувати справна частина робочої гальмової системи (найчастіше) або стоянкова система.

Стоянкова гальмова система призначається для утримування зупиненого автомобіля на місці, щоб не допустити його самочинного рушання (наприклад, на схилі). Керує стоянковою гальмовою системою водій рукою за допомогою важеля ручного гальма.

Допоміжна гальмова система використовується у вигляді гальма-уповільнювача на автомобілях великої вантажопідйомності для зменшення навантаження на робочу гальмову систему в разі тривалого гальмування, наприклад на довгому спуску в гірській або пагористій місцевості.

2. У процесі експлуатації автомобіля внаслідок частого користування гальмами спрацьовуються поверхні спряжених деталей гальмових механізмів та їхніх приводів. Якщо спрацювання не виходить за межі, що встановлюються за-водами-виготовлювачами, то нормальна робота гальмових систем не порушується. В протилежному разі виникають несправності, які треба негайно усунути, оскільки від нормального функціонування гальмових систем значною мірою залежить безпека дорожнього руху.

Ознаки основних несправностей гальмових систем: • недостатня ефективність гальмування; • збільшення зусилля, що прикладається до педалі; • занос автомобіля; • пригальмовування коліс на ходу; • неповне розгальмовування всіх коліс; • зменшення робочого ходу педалі; • самочинне гальмування, коли працює двигун.

Недостатня ефективність гальмування виявляється у збільшенні гальмового шляху. Згідно з Правилами дорожнього руху одноразовим натисканням на педаль привода робочого гальма легкового автомобіля має забезпечуватися рівномірне загальмовування всіх коліс на сухій горизонтальній ділянці дороги з твердим покриттям (коефіцієнт зчеплення не менше ніж 0,6) на шляху не більш як 7,2 м під час руху зі швидкістю 30 км/год. При цьому кут, на який розвертається автомобіль, має не перевищувати 8°

3. Гальмова система складається з гальмових механізмів та їхнього привода .

Працює гальмова система так. У момент натискання на педаль гальма поршень головного циліндра тисне на рідину, яка перетікає до колісних гальмових механізмів. Оскільки рідина практично не стискається, то, перетікаючи трубами до гальмових механізмів, вона передає зусилля натискання. Гальмові механізми перетворюють це зусилля на опір обертанню коліс, і відбувається гальмування. Якщо педаль гальма відпустити, рідина перетече назад до головного гальмового циліндра, й колеса розгальмуються. Гідровакуумний підсилювач 1 полегшує керування гальмовою системою, оскільки створює додаткове зусилля, що передається на гальмові механізми коліс.

Головний гальмовий циліндр (рис. 6.17) приводиться в дію від гальмової педалі, встановленої на кронштейні кузова. Корпус 2 головного циліндра виконано як одне ціле з резервуаром для гальмової рідини. В середині циліндра є алюмінієвий поршень 10 з ущільнювальним гумовим кільцем. Поршень може переміщуватися під дією штовхача 1, шарнірно з'єднаного з педаллю. Днище поршня впирається через сталеву шайбу в ущільнювальну манжету 9, що притискається пружиною 8. Ця сама пружина притискає до гнізда впускний клапан 7, усередині якого розміщено нагнітальний клапан 6.

Внутрішня порожнина циліндра сполучається з резервуаром компенсаційним 4 та перепускним 3 отворами. В кришці резервуара зроблено нарізний отвір для заливання рідини, який закривається пробкою 5. Після натискання на гальмову педаль поршень із манжетою під дією штовхача переміщується й закриває отвір 4, внаслідок чого тиск рідини в циліндрі збільшується, відкривається нагнітальний клапан 6 і рідина надходить до гальмових механізмів. Якщо відпустити педаль, то тиск рідини в приводі знизиться й вона перетече назад у циліндр. При цьому надлишок рідини крізь компенсаційний отвір 4 повернеться в резервуар. Водночас пружина 8, діючи на клапан 7, підтримуватиме в системі привода невеликий надлишковий тиск після повного відпускання педалі.

У разі різкого відпускання педалі поршень 10 відходить у крайнє положення швидше, ніж переміщується манжета 9, і рідина починає заповнювати порожнину циліндра, що звільняється. Водночас у порожнині виникає розрідження, для усунення якого в днищі поршня зроблено отвори, що сполучають робочу порожнину циліндра з внутрішньою порожниною поршня. Крізь них рідина перетікає в зону розрідження, завдяки чому й усувається небажане підсмоктування повітря в циліндр. При дальшому переміщенні манжети рідина витісняється у внутрішню порожнину поршня й далі через перепускний отвір 3 у резервуар.

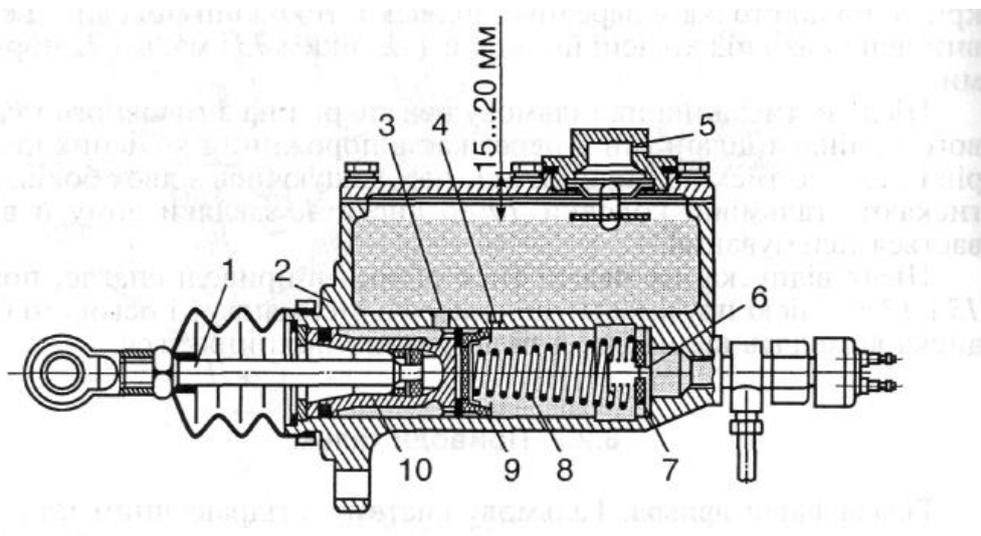


Рис. 90. Головний гальмовий циліндр

4. Колісні гальмові механізми

У гальмових системах автомобілів здебільшого застосовуються фрикційні гальмові механізми, принцип дії яких ґрунтується на виникненні гальмівних сил унаслідок тертя обертових деталей об не-обертові.

За формою обертової деталі колісні гальмові механізми поділяють на:

- барабанні (з гідравлічним чи пневматичним приводом);
- дискові.

Барабанний гальмовий механізм з гідравлічним приводом (рис. 6.15, а) складається з двох колодок 2 з фрикційними накладками, встановлених на опорному диску 3. Нижні кінці колодок шарнірно закріплені на опорах 5, а верхні через сталеві сухарі впираються в поршні розтискного колісного циліндра 7. Стяжна пружина 6 притискає колодки до поршнів циліндра 7, забезпечуючи зазор між колодками та гальмовим барабаном 4 в неробочому положенні гальма. Коли рідина з привода надходить у колісний циліндр 1, його поршні розходяться й розсувають колодки до стикання з гальмовим барабаном, який обертається разом із маточиною колеса. Унаслідок тертя колодок об барабан виникає сила, що загальмовує колеса. Після припинення тиску рідини на поршні колісного

циліндра стяжна пружина *б* повертає колодки у вихідне положення, й гальмування припиняється. У розглянутій конструкції барабанного гальма передня й задня за ходом руху колодки спрацьовуються нерівномірно, оскільки під час руху вперед у момент гальмування передня колодка працює проти обертання колеса й притискається до барабана з більшою силою, ніж задня. Тому, аби запобігти нерівномірному спрацьовуванню передньої й задньої колодок, передню накладку роблять довшою, ніж задня, або рекомендують міняти місцями колодки через певний строк. В іншій конструкції барабанного механізму опори колодок розміщують на протилежних сторонах гальмового диска й привод кожної колодки виконують від окремого гідроциліндра. Цим досягають більшого гальмівного моменту й рівномірного спрацьовування колодок на кожному колесі, обладнаному за такою схемою.

Барабанний гальмовий механізм із пневматичним приводом (рис. 91, *б*) відрізняється від механізму з гідравлічним приводом конструкцією розтискного пристрою колодок. У ньому для розведення колодок використовується розтискний кулак *7*, що приводиться в дію важелем *8*, посадженим на вісь розтискного кулака. Важіль відхиляється зусиллям, що виникає у пневматичній гальмовій камері *Р*, яка працює від тиску стисненого повітря. При відгальмовуванні колодки повертаються у вихідне положення під дією стяжної пружини *77*. Нижні кінці колодок закріплено на ексцентрикових пальцях *10*, які забезпечують регулювання зазора між нижніми частинами колодок та барабаном. Верхні частини колодок при регулюванні зазора підводяться до барабана за допомогою черв'ячного механізму.

Колісний дисковий гальмовий механізм (рис. 92) із гідроприводом складається з гальмового диска *7*, який закріплено на маточині колеса. Гальмовий диск обертається між половинками *8* і *9* скоби, прикріпленої до стояка *4* передньої підвіски. В кожній половинці скоби виточено пази під колісні циліндри з великим *13* і малим *12* поршнями.

Після натискання на гальмову педаль рідина з головного гальмового циліндра шлангами *2* перетікає в порожнини колісних циліндрів і передає тиск на поршні, які, переміщуючись з двох боків, притискають гальмівні колодки *10* до диска *7*, завдяки чому й відбувається гальмування.

Після відпускання педалі тиск рідини в приводі спадає, поршні *13* і *12* під дією пружності ущільнювальних манжет і осьового биття диска відходять від нього, й гальмування припиняється.

5.

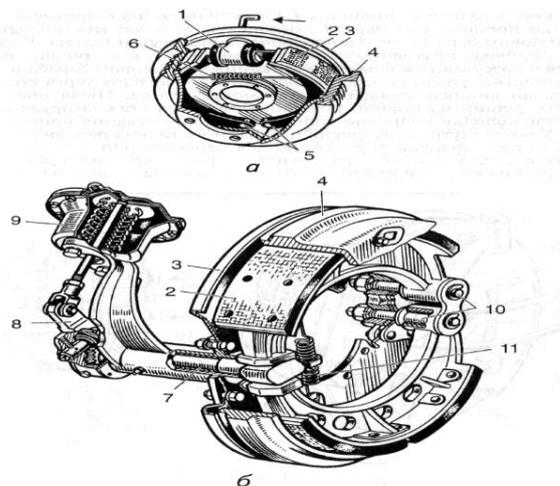


Рис. 91. Колісні барабанні гальмові механізми

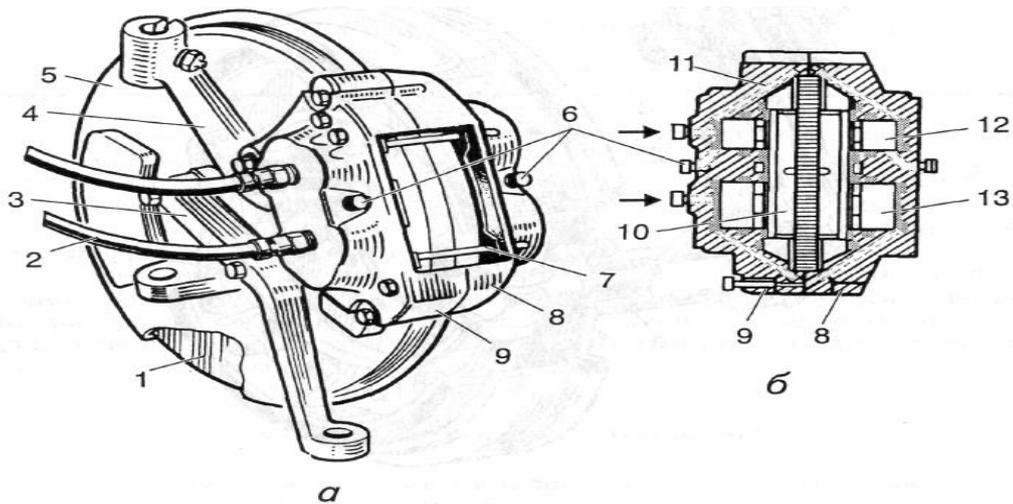


Рис. 92. Колісний дисковий гальмовий механізм

6. Приводи гальм

Гідравлічний привод. Гальмову систему з гідравлічним приводом застосовують на всіх легкових і деяких вантажних автомобілях. Вона водночас виконує функції робочої, запасної та стоянкової систем. Щоб підвищити надійність гальмової системи, на легкових автомобілях застосовують двоконтурний гідравлічний привод, який складається з двох незалежних приводів, що діють від одного головного гальмового циліндра на гальмові механізми окремо передніх і задніх коліс. На автомобілі для цього ж у приводі гальм застосовують роздільник, який дає змогу використати справну частину гальмової системи як запасну, якщо в іншій частині гальмової системи порушилася герметичність.

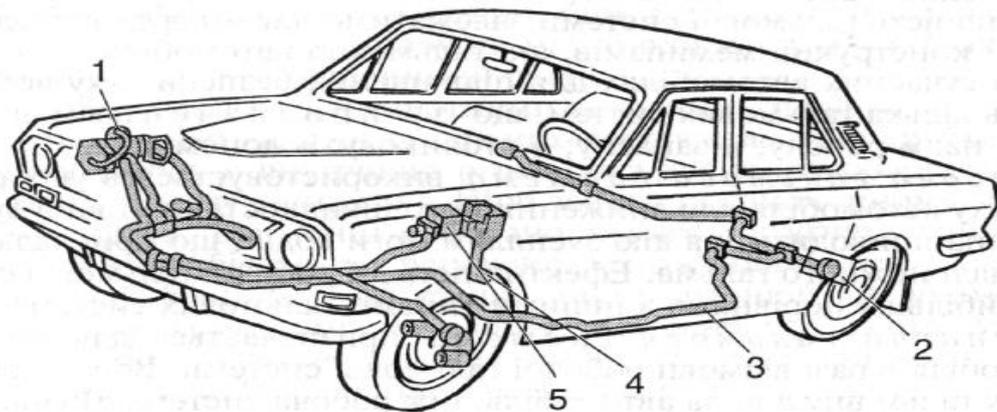


Рис. 93. Схема гальмової системи

1 – гідровакуумний підсилювач; 2 – гальмові механізми; 3 – трубопроводи; 4 – педаль гальм; 5 – головний гальмовий циліндр

ЛІТЕРАТУРА

1. Кисликов В. Ф. Будова й експлуатація автомобілів. — К.: Либідь, 2000. —333с.
2. Кундеус О. В. Навчальний посібник з предмету «Теорія і конструкція автомобілів» розділ теорія автомобіля. — Рівне,2010.
3. Сирота В. І. Основи конструкції автомобіля. — К. : Арістей,2006.
4. Білоконь Я.Ю. Трактори та автомобілі. — К.: Вища освіта,2003.
5. Волков В. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навч. посібник. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 292 с.
6. А. Омеличев. Підручник з будови автомобіля. – Моноліт, 2022. – 288 с.

ЗМІСТ

Тема 1. Тенденції розвитку конструкцій автомобілів. Рухомий склад автомобільного транспорту. Загальний устрій автомобіля	2
Тема 2. Двигун і його призначення. Робочий процес та основні параметри двигуна	5
Тема 3. Кривошипно-шатунний механізм і механізм газоросподілу.....	14
Тема 4. Система змащування	25
Тема 5. Система охолодження	29
Тема 6. Система живлення карбюраторного двигуна	36
Тема 7. Система сприску бензинових двигунів	40
Тема 8. Система живлення дизеля	49
Тема 9. Газобалонні автомобілі	61
Тема 10. Трансмісія. Зчеплення	69
Тема 11. Коробка передач	76
Тема 12. Розподільна коробка.....	82
Тема 13. Карданна передача.....	85
Тема 14. Головна передача.....	88
Тема 15. Диференціал.....	92
Тема 16. Привід ведучих коліс. Ходова система. Несуча система. Мости автомобіля . Підвіска	95
Тема 17. Колеса. Шини.....	104
Тема 18. Рульове керування.....	108
Тема 19. Гальмова система.....	114
Література.....	119