

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра експлуатації та ремонту машин

Методичні вказівки

для виконання практичних занять
з дисципліни «Трактори та автомобілі»
за модулем «Системи автотракторного двигуна»
для здобувачів вищої освіти
спеціальностей 201 «Агрономія», 208 «Агроінженерія».

Затверджено на засіданні кафедри
експлуатації та ремонту машин
Протокол № 12 від 20 квітня 2022 р.

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Трактори та автомобілі» за модулем «Системи автотракторного двигуна» для здобувачів вищої освіти спеціальностей 201 «Агрономія», 208 «Агроінженерія» освітнього рівня бакалавр: ЦНТУ, 2022.- 73 с.

Укладачі: Осін Р.А., Красота М.В.

Комп'ютерний набір і верстка Р.А. Осін, М.В. Красота

© Трактори та автомобілі. Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Трактори та автомобілі» за модулем «Системи автотракторного двигуна» для здобувачів вищої освіти спеціальностей 201 «Агрономія», 208 «Агроінженерія» освітнього рівня бакалавр /Укл. Осін Р.А., Красота М.В., 2022 – 73 с..

© РВЛ.ЦНТУ. Комп'ютерна верстка 2022

Зміст

<i>Практичне заняття №1</i> Система охолодження двигуна	4
<i>Практичне заняття №2</i> Система мащення двигуна	20
<i>Практичне заняття №3</i> Система живлення дизельного двигуна	35
<i>Практичне заняття №4</i> Система живлення бензинових двигунів електронним управлінням впорскування палива	55
<i>Література</i>	72

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1

СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ

1.1 МЕТА РОБОТИ

В результаті виконання роботи студент повинен вивчити загальну будову системи охолодження автотракторних двигунів. Ознайомитись із загальним видом, компонованням та стислими характеристиками системи охолодження найбільш поширених двигунів тракторів і автомобілів.

1.2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Учбово-методична література, плакати, розрізи двигунів СМД–60, Д–240, КамАЗ–740, та агрегатів системи охолодження двигунів тракторів та автомобілів.

1.3 СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Загальні положення. Система охолодження призначена для підтримання оптимального теплового режиму двигуна.

Відведення теплоти від поршневих двигунів обумовлено необхідністю підтримання визначеного температурного стану їх деталей при різних режимах та умовах роботи. В процесі згоряння робочої суміші температура в циліндрах двигуна підвищується до 1700...2500 °С, та хоча до кінця процесу (такту) випуску вона різко знижується, але все-таки залишається достатньо високою і складає біля 700...900 °С. В результаті цього деталі двигуна сильно нагріваються і не встигають охолотитися під час впуску в циліндри відносно холодного свіжого заряду. Перегрів двигуна в кращому випадку приводить до зниження наповнення циліндрів і супроводжується зниженням показників потужності та економічності.

Переохолодження двигуна також небажане, оскільки різко збільшується знос циліндрів та поршневих кілець. Помітно підвищується і в'язкість масла, внаслідок чого збільшуються механічні втрати в двигуні, і погіршується його економічність.

Системи охолодження поділяють на повітряні та рідинні. В повітряній системі охолодження (двигуни Д-21А1, Д-144, ПД-8М) теплота відводиться обдуванням охолоджуваних ребер циліндрів і головок циліндрів потоком повітря. У рідинній системі охолодження (застосовується на більшості двигунів) теплота від розігрітих деталей передається рідині, що виконує роль теплоносія, яка охолоджується в радіаторі.

Системи охолодження поглинають 25...35% теплоти, що виділяється під час згоряння палива. Температура охолоджуючої рідини, розміщеної в головці циліндрів, повинна становити 80...95 °С. Такий температурний режим є оптимальним, забезпечує нормальну роботу двигуна і не повинен змінюватися залежно від температури навколишнього середовища та навантаження двигуна.

Рідинні системи охолодження.

Рідинні системи поділяють на: проточні, випарювальні та циркуляційні.

Термосифонна система охолодження (рис. 1.1, а) складається з сорочки охолодження 1, радіатора 4 і вентилятора 5, що приводиться в дію від шківів 2. Циркуляція в цій системі здійснюється за рахунок різниці питомої ваги холодної і гарячої рідини. Під час роботи двигуна рідина в порожнині сорочки охолодження 1 циліндрів нагрівається і піднімається у верхню її зону і сорочку 7 головки, потім

через широкий патрубок 6 надходить у верхню частину радіатора 4. В радіаторі рідина віддає тепло повітрю, що подається вентилятором 5, густина її підвищується, внаслідок чого вона опускається в нижню частину радіатора і по патрубку 3 за рахунок природної конвекції знову подається в сорочку охолодження двигуна. Отже, для здійснення інтенсивної циркуляції рідини в таких системах потрібен значний перепад температур у рідині, що надходить в радіатор і виходить з нього.

Термосифонне охолодження забезпечує задовільне відведення теплоти від двигуна тільки при порівняно великій ємності системи і перепаді температур, що досягає 30 °С. Перевагою термосифонного охолодження є простота системи. Але через її громіздкість і інші недоліки в сучасних автомобільних двигунах вона не застосовується.

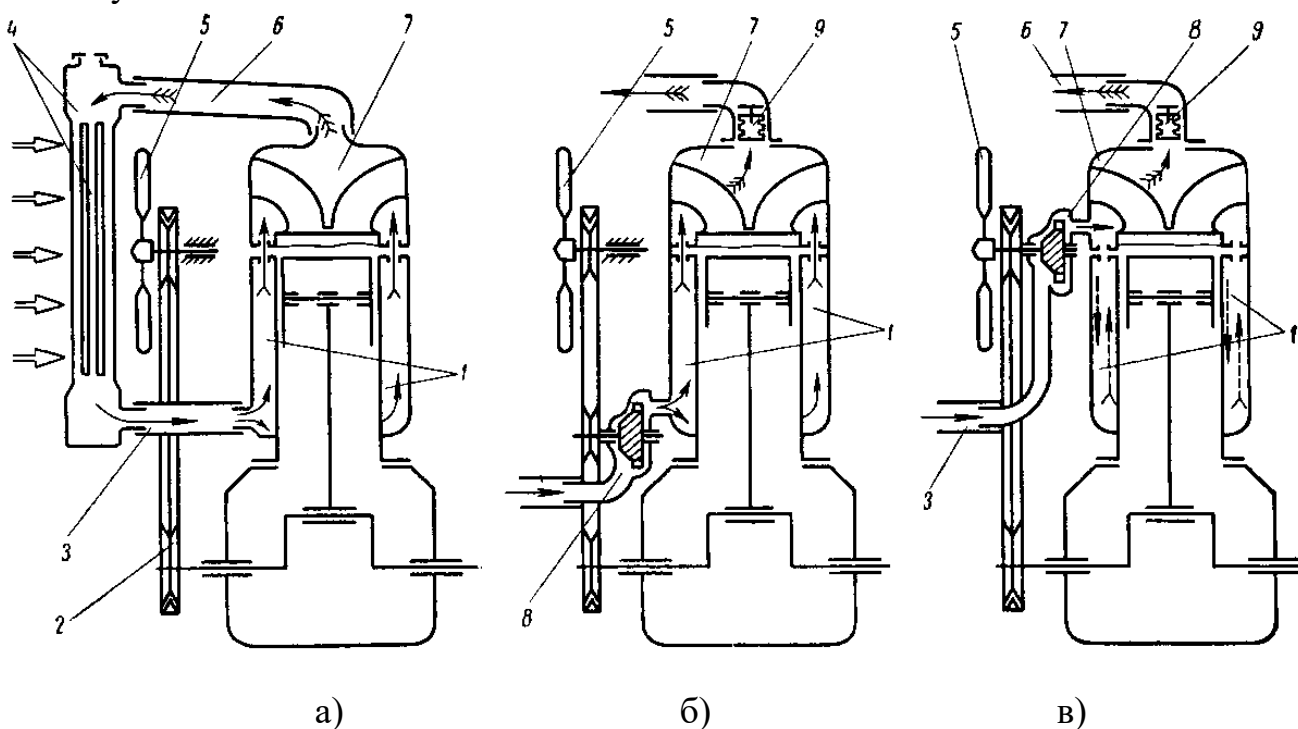


Рисунок 1.1 – Схеми рідинних систем охолодження:

а) – термосифонна система; б) – з примусовою циркуляцією рідини; в) - комбінована система: 1 - сорочка охолодження блока циліндрів; 2 - шків; 3, 6 - патрубок; 4 - радіатор; 5 - вентилятор; 7 - сорочка охолодження головки циліндрів; 8 - рідинний насос; 9 - термостат.

Системи з примусовою циркуляцією відрізняються тим, що рідина в них переміщується примусово за допомогою насоса 8 (рис. 1.1, б). З радіатора рідина надходить в насос, потім під невеликим тиском нагнітається в нижню зону сорочки 1 охолодження блока, а потім проходить в сорочку 7 головки. Недоліком таких систем є те, що охолоджена рідина насамперед надходить в нижню зону сорочки блока, а потім, вже підігріта, використовується для охолодження більш гарячої головки. Для створення ж найкращих умов протікання робочого циклу і підвищення довговічності двигуна стінки камери згоряння охолоджуються інтенсивніше.

В сучасних двигунах дана система охолодження витіснена змішаними системами, але використовується ще і в V-подібних двигунах.

Змішані або комбіновані системи охолодження характеризуються тим, що охолоджена в радіаторі рідина подається насосом в верхню зону сорочки охолодження циліндрів або безпосередньо в порожнину сорочки 7 головки блока (рис. 1.1, в). Циліндри повністю або тільки нижня їх зона охолоджуються в цьому випадку методом природної конвекції через протоки, якими сполучаються між собою порожнини сорочки блока циліндрів і головок. Це створює сприятливі умови для охолодження стінок циліндрів і є важливою перевагою змішаної системи. Подача охолоджуючої рідини з радіатора безпосередньо до найбільш гарячих стінок патрубків випускних клапанів забезпечується в таких системах за допомогою спеціальних водорозподільних труб.

У верхньоклапанних двигунах водорозподільна труба частіше за все розміщується безпосередньо в порожнині сорочки охолодження головки циліндрів, через щілини якої охолоджуюча рідина направляється до патрубків випускних клапанів і стінок камери згоряння. В порожнині сорочки охолодження гільз циліндрів рідина циркулює лише за рахунок природної конвекції рідини через канали, якими сорочка блока з'єднана з сорочкою головки циліндрів.

В системах з примусовою циркуляцією охолоджуючої рідини перепад температур на вході і виході рідини з радіатора звичайно складає 6...12 °С, що створює сприятливі умови для роботи двигуна. За допомогою термостатів, лопастей вентилятора, що керуються і інших регулюючих пристроїв в таких системах вдається підтримувати температуру рідини на виході з порожнини сорочки охолодження двигуна в бажаних межах 80...95 °С без залежності від режиму його роботи.

Системи рідинного охолодження можуть бути відкритими і закритими. У відкритих системах внутрішня порожнина постійно сполучається з атмосферою, тому охолоджуюча рідина вільно випаровується або взагалі викидається з радіатора при нагріві до кипіння, що приводить до підвищення її витрати. Системи закритого типу ізольовані від навколишнього середовища. При роботі в них підтримується невеликий надлишковий тиск, внаслідок чого температура кипіння води підвищується до 105...115 °С, тому ймовірність закипання її при важких умовах роботи двигуна різко зменшується. Закриті системи економніші за відкриті і широко застосовуються для сучасних автомобільних двигунів.

В якості охолоджуючої рідини застосовується вода, яка має порівняно високу теплоємність. Це значно полегшує організацію відведення теплоти від гарячих стінок камери згоряння і циліндрів. Але використання води в системі охолодження пов'язано з відкладанням накипу, корозією стінок і небезпекою замерзання в зимових умовах роботи. З цієї точки зору доцільніше використовувати охолоджуючі рідини, які представляють собою етиленгліколеві суміші, так звані антифризи.

Рідинна система охолодження двигунів складається з: сорочки, утвореної порожниною блока і головкою циліндрів, радіатора, рідинного насоса, вентилятора, термостата, водорозподільної труби, шлангів (рис. 1.2).

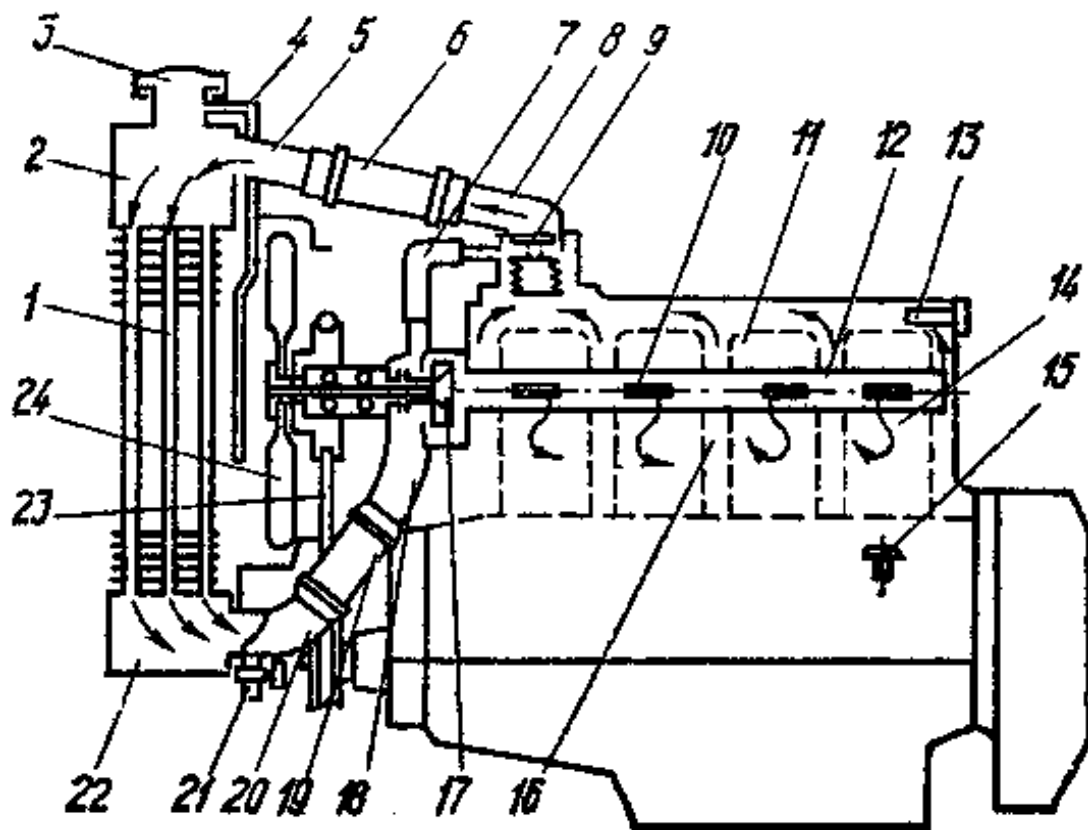


Рисунок 1.2 – Схема роботи рідинної системи охолодження:

1 - радіатор; 2 - верхній бачок; 3 - пробка радіатора; 4 - контрольна трубка; 5 - верхній патрубок радіатора; 6, 19 - гумові шланги; 7 - перепускний канал; 8, 18 - відповідно патрубок для підведення та відведення рідини; 9 - термостат; 10 - отвір; 11 - головка блока; 12 - водорозподільна трубка; 13 - датчик показника температури рідини; 14 - блок циліндрів; 15, 21 - зливні краники; 16 – сорочка охолодження; 17 - крильчатка рідинного відцентрового насоса; 20 - нижній патрубок радіатора; 22 - нижній бачок радіатора; 23 - пас привода вентилятора; 24 - вентилятор.

Рідинний насос призначений для створення напору і забезпечення примусової циркуляції рідини в системі охолодження двигуна. Двигуни тракторів і автомобілів обладнані рідинними насосами відцентрового типу.

Насос надає необхідну швидкість руху рідини в системах охолодження з примусовою циркуляцією. В автомобільних і тракторних двигунах для цієї мети застосовують компактні, прості за конструкцією одноступінчаті відцентрові насоси низького тиску з напором 0,04...0,10 МПа. Такі насоси забезпечують потрібну продуктивність при порівняно великих зазорах між робочим колесом (крильчаткою) і стінками корпусу.

Оснoву рідинних насосів складають: корпус 3, вал 2, крильчатка 6, маточина 1 для кріплення приводного шківa і вентилятора, самопідтискний сальник, що запобігає втраті рідини з системи через насос (рис. 1.3).

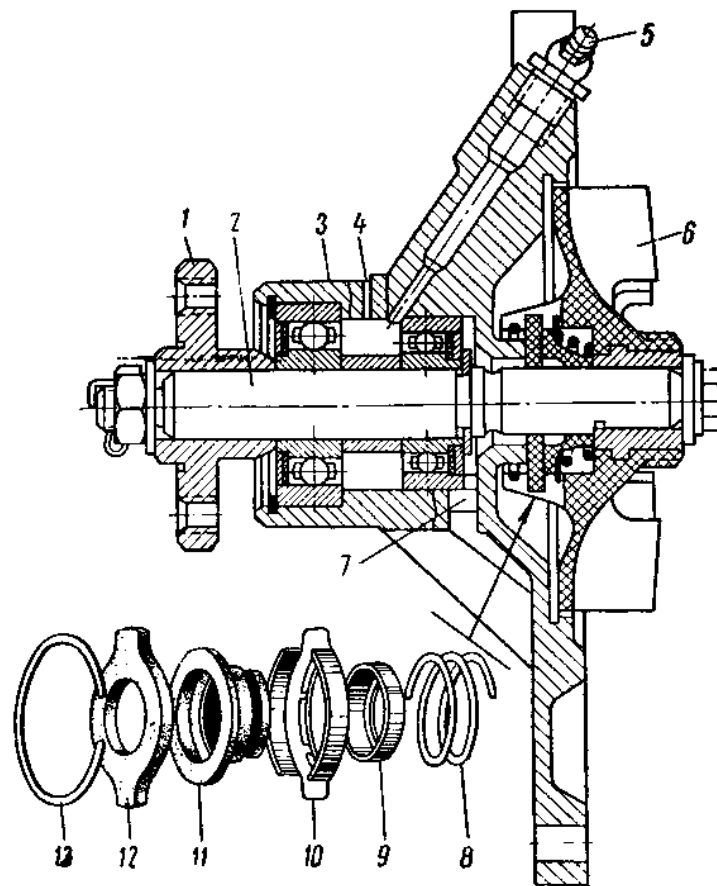


Рисунок 1.3 - Відцентровий насос двигуна ЗМЗ – 66:

1 - маточина; 2 - вал; 3 - корпус; 4 - контрольний отвір; 5 - маслянка; 6 - крильчатка; 7 - отвір; 8 - конічна пружина; 9 - обойма латунна; 10 - обойма; 11 - манжета гумова; 12 - шайба; 13 - кільце запірне

Вал насоса обертається в двох кулькових підшипниках. Кінці вала виконані з лисками, мають внутрішню та зовнішню нарізки, а на тілі його зроблені дві кільцеві проточки. На один кінець вала до упора в торець лиски напресовується крильчатка 6, яка закріплюється болтом, а на другий - маточина 1, яка закріплюється гайкою

В конструкціях, де маточина утримується від провертання шпонкою, вал завжди виконують з різьбовим кінцем під гайку що шплінтується. Інколи маточина утримується на валу тільки на запресовці. Звичайно між маточиною і упорним (обмежувальним) кільцем, яке закладається в кільцеву проточку на валу, затискаються кулькові підшипники з їх розпірною втулкою. В гнізді корпусу 3 підшипники утримуються стопорним пружинним кільцем (рис. 1.3).

Кулькові підшипники із зовнішньої сторони звичайно мають сальники, захищені сталевими шайбами. Сальники запобігають витіканню мастила із внутрішньої порожнини. Підшипники змащуються консистентним, тугоплавким мастилом через прес-маслянку 5, причому мастило нагнітають до тих пір, поки воно не почне виходити через контрольний отвір 4, просвердлений в корпусі (рис. 1.3).

Крильчатка 6 в розглянутому насосі виготовлена з пластмаси, має сталеву або чавунну маточину і радіальне розташування лопаток. Застосовуються також чавунні і алюмінієві крильчатки. Порожнину розміщення крильчатки в корпусі насоса з боку виходу вала ущільнюють самопідтискними сальниками (рис. 1.3).

В насосі двигуна ЗМЗ-66 (рис. 1.3) такий сальник вмонтований в гніздо, розточене безпосередньо в крильчатці 6. Стінки цього гнізда мають два діаметрально розташовані прорізи, в які входять виступи ущільнюючої шайби 12, виготовленої з прографіченого текстоліту, і вусики латунної обойми 10, яка захищає гумову манжету 11 сальника. На торець обойми 10 спирається конічна пружина 8, яка притискає гумову манжету 11 і шайбу 12 до ретельно обробленого торцю корпусу насоса. Менша латунна обойма 9 встановлюється на циліндричну частину гумової манжети 11 і забезпечує щільне прилягання її до валу 2. Сальник складається з крильчаткою і запирається пружинним кільцем 13 до установки в корпус, що полегшує загальне складання насоса.

Рідина, що просочилась через несправний сальник, попадає в кільцеву канавку, проточену на валу (або на спеціальний відбивач), скидається відцентровою силою з її кромки і витікає через отвір 7 назовні (рис. 1.3).

У більшості двигунів рідинний насос встановлюється на передню оброблену поверхню блока циліндрів або головку блока і має клинопасовий привід від колінчастого валу через шків, який закріплений на маточині.

Відцентровий насос двигуна ЯМЗ-740 має наступну будову (рис. 1.4). В литому чавунному корпусі 1 на підшипниках 4 і 5 обертається валик 12, який має на одному кінці шків 2, а на іншому — крильчатку 9. Корпус закритий спереду кришкою 3, а в задній частині має встановлені підшипники; простір герметизовано графітовим кільцем 14 і ущільнюючим пристроєм, який знаходиться з ним в контакті, і складається з обойми 13, гумової манжети 11 та упорного кільця 7, який підтискається пружиною 10.

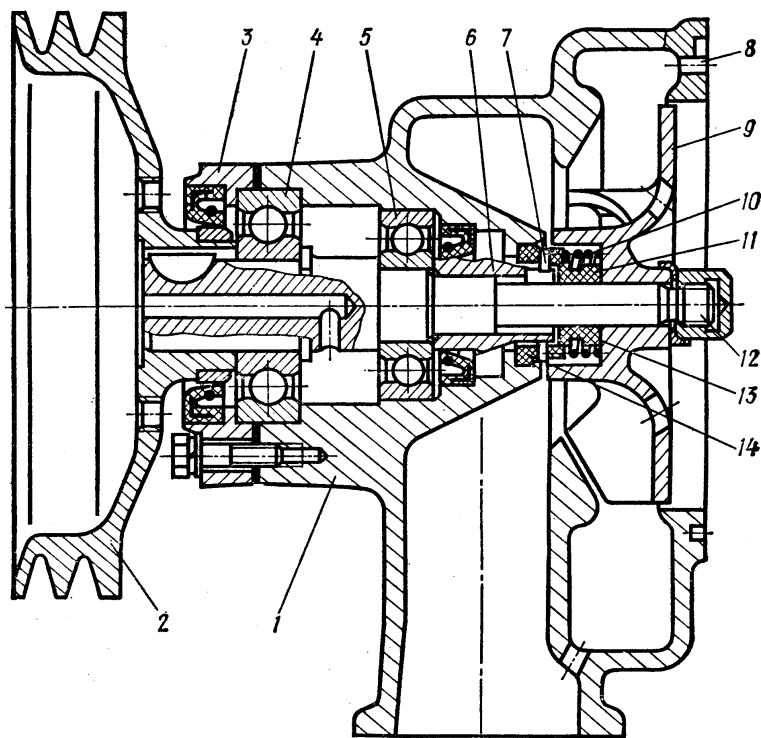


Рисунок 1.4 - Відцентровий насос двигуна ЯМЗ-740:

1 - корпус; 2 - шків; 3 - кришка; 4 і 5 – кулькові підшипники; 6 - втулка; 7 і 14 - кільця; 8 - отвір для виходу повітря; 9 - крильчатка; 10 – пружина; 11 - манжета; 12 - валик; 13 - обойма манжети

Радіатор (рис. 1.5) призначений для охолодження рідини, нагрітої в сорочці охолодження двигуна. Радіатор складається з серцевини, верхнього і нижнього бачків, трубопроводів.

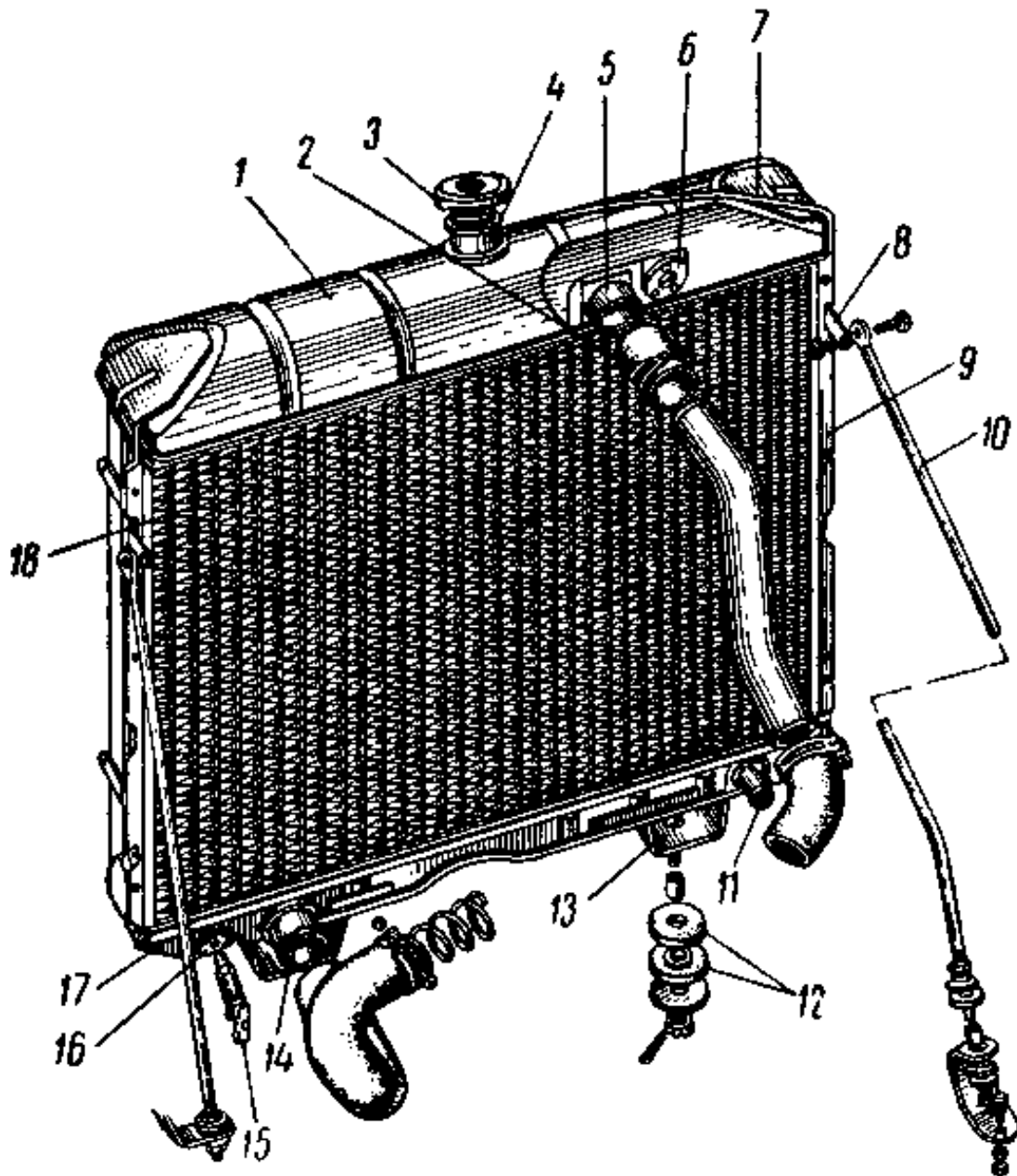


Рисунок 1.5 - Радіатор двигуна ЗМЗ-66:

1, 17 - верхній і нижній бачки; 2 - приєднувальний шланг; 3 - пробка; 4 - наливна горловина; 5, 14 - приєднувальні патрубки; 6 - гніздо датчика; 7 - контрольна трубка; 8 - кронштейн; 9 - бічні стійки; 10 - розпірна тяга кріплення; 11- приєднувальний патрубок опалювача; 12 - гумові подушки, 13 - скоби кріплення; 15, 16 - кран зливний і його гніздо; 18 - охолоджуюча решітка

З боків серцевину радіатора закривають сталевими боковинами, до яких з боку двигуна кріплять дифузор. Останній є захисним кожухом вентилятора і сприяє підвищенню ефективності його роботи.

Заливну горловину верхнього бачка закривають кришкою з вмонтованим у ній пароповітряним клапаном.

В залежності від конструкції серцевини, розрізняють трубчасті, пластинчасті та сотові радіатори (рис. 1.6).

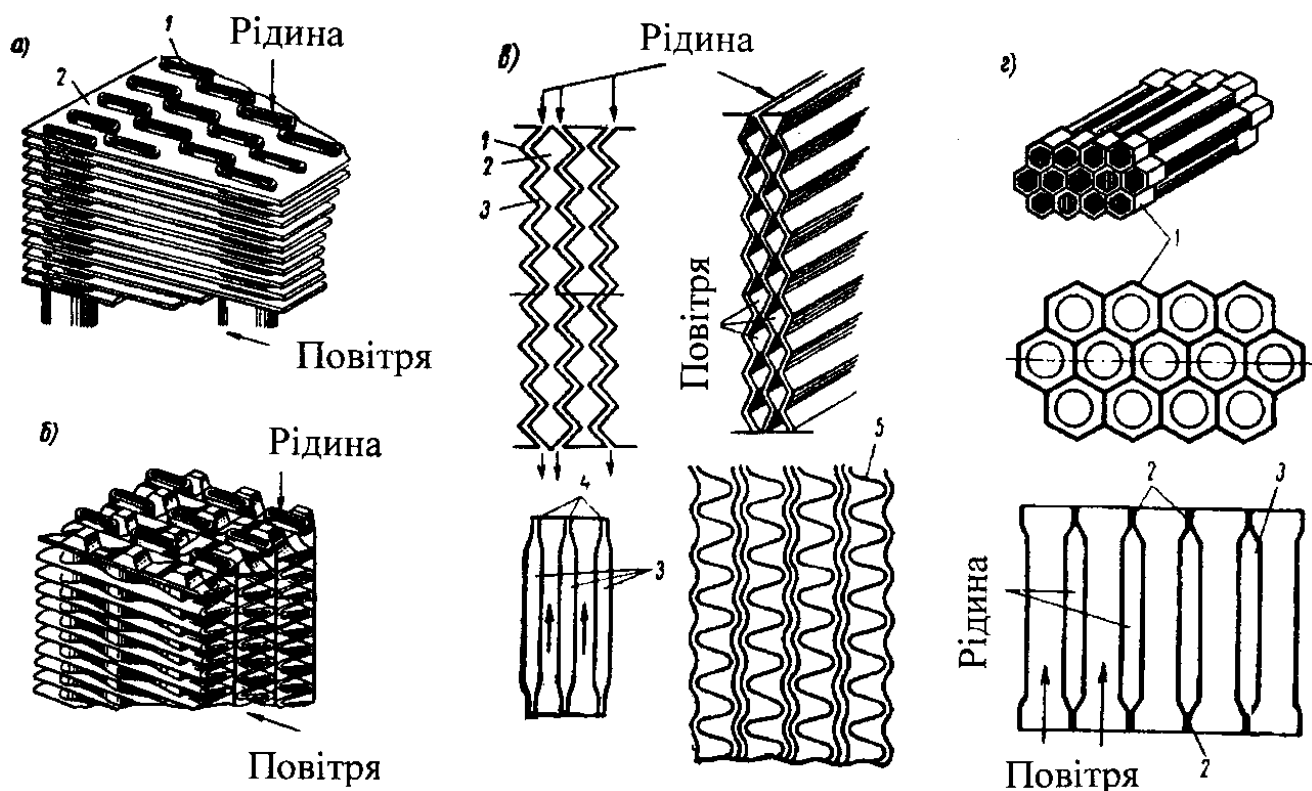


Рисунок 1.6 - Охолоджуючі серцевини (решітки) радіаторів:
а – трубчато–пластинчаті; б – трубчато–стрічкові; в – пластинчаті; г – сотові.

Трубчаті радіатори найбільш розповсюджені. Вони підрозділяються на трубчато-пластинчаті і трубчато-стрічкові. В трубчато-пластинчатих радіаторах серцевина складається з декількох рядів латунних трубок і поперечних пластин (рис. 1.6, а). Трубки 1, звичайно плоско-овальної форми (інколи їх називають просто плоскими), розташовані в шаховому порядку і проходять через поперечні пластини 2, що збільшують теплорозсіючу поверхню радіатора. В трубчато-стрічкових радіаторах (двигуни ЗИЛ-130, ГАЗ-53, ЯМЗ-236, ГАЗ-24) трубки встановлюються одна за одною в ряд (рис. 1.6, б), а між ними прокладається гофрована стрічка, ширина якої визначається товщиною (глибиною) радіатора. Гофрована стрічка збільшує теплорозсіючу площу і сприяє турбулізації потоку повітря, що проходить через охолоджуючу решітку радіатора, яка підвищує його тепловіддачу в навколишнє середовище.

Пластинчаті радіатори виготовляють з гофрованих пластин 1, попарно спаяних відбортованими їх кромками 4 (рис. 1.6, в). Ширина пластин дорівнює глибині, а довжина — висоті охолоджуючої решітки радіатора. Рідина протікає в них по вузькій щілині 3 між двома спаяними пластинами. Для збільшення теплорозсіючої поверхні в проміжки 2 додатково впаюють гофровані стрічки 5.

Сотові радіатори складаються з набору спаяних між собою горизонтальних трубок 1, довжина яких дорівнює глибині радіатора (рис. 1.6, г). Рідина протікає тут через щілини 3, утворені зовнішніми поверхнями трубок після спаювання їх відбортованих країв 2, а охолоджуюче повітря — через трубки.

Основні деталі радіаторів звичайно виготовляють з латуні і скріплюють між собою методом пайки.

Пробки заливної горловини радіаторів в закритих системах рідинного охолодження виконують герметичними з двома запобіжними клапанами: паровим і повітряним (рис. 1.7).

Паровий клапан, що ущільнюється гумовою прокладкою 6, відкривається тільки для випуску пару з системи, якщо його тиск перебільшує задані межі (рис. 7, положення I). Повітряний клапан, який має ущільнюючу прокладку 8, пропускає в радіатор атмосферне повітря у випадках, коли при охолодженні двигуна в системі виникає підвищене розрідження (рис. 1.7, положення II). Підвищення тиску або розрідження в системі понад допустимих меж може привести до руйнування охолоджуючої решітки радіатора, тому величина їх суворо нормується з урахуванням конкретних умов.

Для регулювання інтенсивності обдування перед радіатором встановлюють жалюзі або шторку.

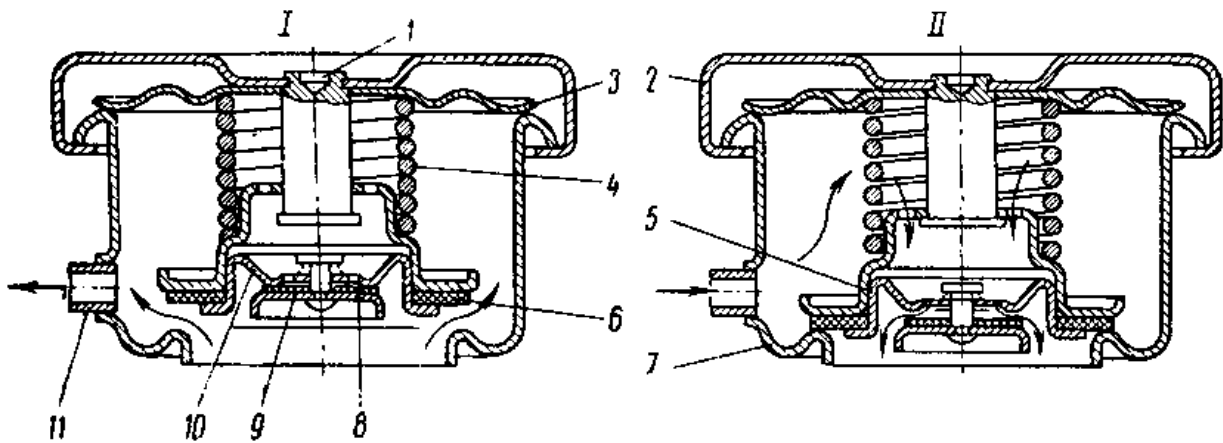


Рисунок 1.7 - Пробка заливної горловини:

1 - стійка; 2 - корпус пробки; 3 - пружина пробки; 4 - пружина парового клапана; 5 - паровий клапан; 6, 8 - гумові прокладки; 7 - горловина радіатора; 9 - повітряний клапан; 10 – сідло повітряного клапана; 11 - паровідвідна трубка; I - відкритий паровий клапан; II- відкритий повітряний клапан

Жалюзі виконуються у вигляді набору вертикальних або горизонтальних порівняно вузьких пластин-створ з оцинкованого заліза. Вони об'єднані загальною рамкою і мають шарнірний пристрій, що забезпечує одночасний або груповий поворот їх навколо своїх осей. Жалюзі прикріплюються до каркасу радіатора або до зовнішнього облицювання його перед охолоджуючою решіткою. Керують створами жалюзі частіше за все вручну з місця водія за допомогою рукоятки и дротяної тяги, що заключена в гнучку оболонку і шарнірно зв'язана з важелем.

Шторка радіатора трактора Т – 150К (рис. 1.8) складається з парусинового полотна 9, ролика 3, рамки 7 і направляючих стержнів 1. Один край полотна 9 нерухомо з'єднаний за допомогою осі 10 зі стійками масляного радіатора, а інший закріплений на ролику 3, що обертається, за допомогою зачепів. Ролик 3 представляє собою трубу, всередині якої розміщена пружина 6 з наконечниками 2 і 5, при чому наконечник 5 жорстко з'єднаний з трубкою за допомогою штифта 8.

Ролик 3 за допомогою циліндричних виступів наконечників з'єднаний зі штампованою рамкою 7, яка шарнірно з'єднана з направляючими стержнями 1. Направляючі стержні 1 закріплені в вертикальних стійках масляного радіатора за допомогою шплінтів 12 і віброізовані установкою гумових втулок 11.

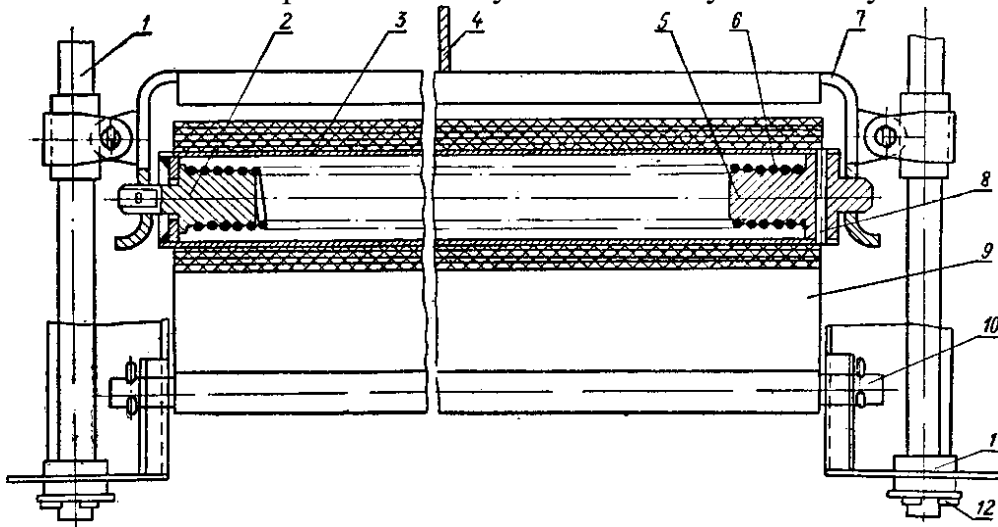


Рисунок 1.8 – Шторка радіатора трактора Т – 150К:

1 - стержень направляючий; 2 - наконечник рухомий; 3 - ролик; 4 - трос; 5 - наконечник нерухомий; 6 - пружина; 7 - рамка; 8 - штифт; 9 - полотно; 10 - вісь; 11 - втулка; 12 - шплінт

Керування шторкою здійснюється з місця водія за допомогою тросика 4 з ланцюжком. При переміщенні ланцюжка на себе рамка 7 з роликом 3 рухається вгору, полотно 9 шторки розмотується, а пружина 6 закручується. Під дією пружини 6 при відпущеному ланцюжку шторка змотується на ролик. Шторка може бути зафіксована в будь-якому проміжному положенні установкою ланки ланцюга в прорізь направляючої втулки, яка розташована на передній панелі кабіни.

Вентилятор призначений для створення повітряного потоку, який обдуває сердцевину радіатора і охолоджує зовнішні поверхні двигуна. Привід вентилятора і водяного насоса здійснюється, як правило, клинопасовою передачею від колінчастого вала двигуна. Іноді вентилятор має електричний привід і автоматичне вмикання залежно від температури двигуна.

Для двигунів застосовують одноступінчаті вентилятори осьового типу з двома, чотирма, п'ятьма, шістьма і навіть вісьма лопатями в залежності від потужності та призначення двигуна. Часто застосовують чотирьохлопатові вентилятори з Х-подібним розташуванням лопатей, вісі яких утворюють кути 70 і 110°. Це знижує вібрацію лопатей і зменшує загальний рівень шуму вентилятора.

Застосовуються крильчатки з штампованими з листової сталі, і литі з алюмінієвих сплавів або пластмас лопатями.

В більшості випадків крильчатку вентилятора встановлюють на маточину шків вала водяного насоса. При такому компонованні вентилятор і насос мають загальний клинопасовий привід від шків колінчастого вала. Щоб підвищити надійність передачі застосовують відразу два (двигун ЗИЛ-130) або три паси (двигуни ЗМЗ-53, ЗМЗ-66 тощо).

В дизелях ЯМЗ-236 і 238 використовується шестеренчастий привід

вентилятора.

Продуктивність вентилятора та потужність, що ним споживається, при заданих розмірах і числі лопатей в основному залежать від швидкості обертання його вала і кута нахилу лопатей. В існуючих конструкціях кут нахилу лопатей складає приблизно $35...40^\circ$.

Щоб підвищити ефективність вентилятора застосовують метод, заснований на відключенні лопатей вентилятора за допомогою автоматичних муфт.

Гідромуфта приводу вентилятора передає крутний момент від колінчастого вала двигуна до вентилятора і сприяє вирівнюванню навантажень, які змінюються при різкій зміні частоти обертання колінчастого вала. Гідромуфту приводу вентилятора, яка має автоматичне керування (рис. 1.9) застосовують у системах охолодження двигунів КамАЗ-740, ЯМЗ-740.

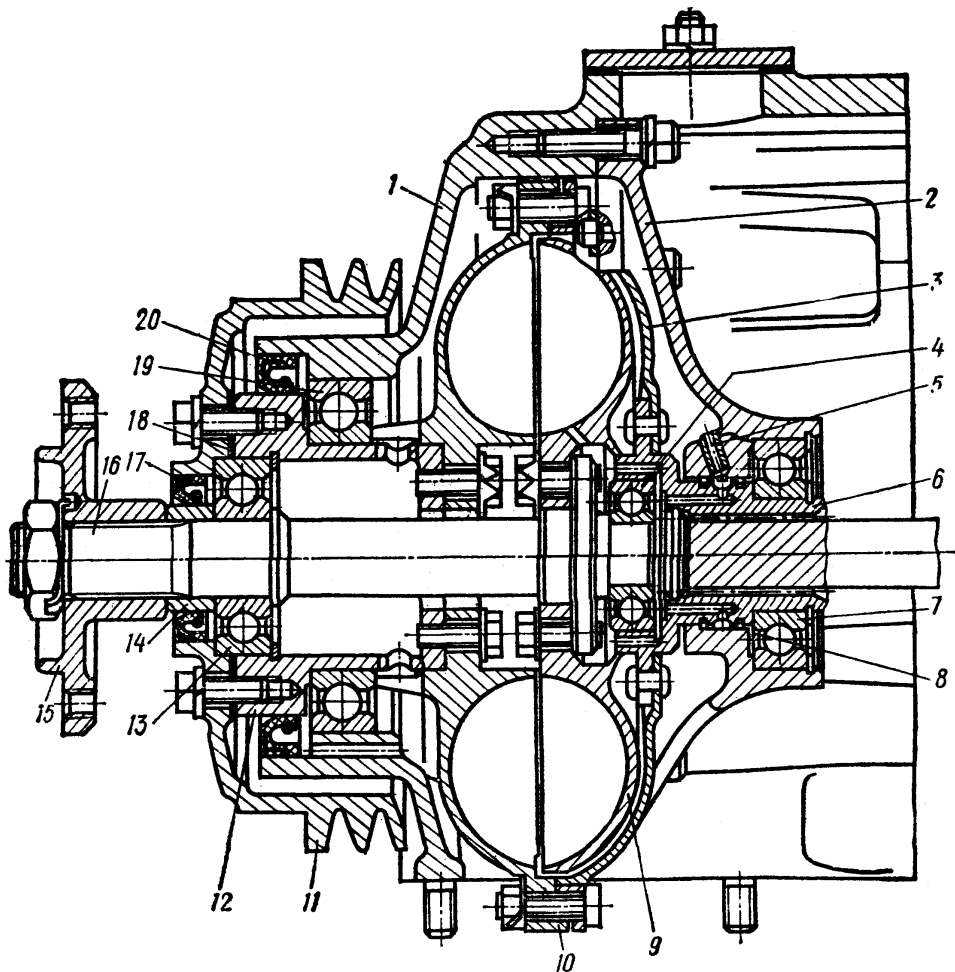


Рисунок 1.9 - Гідромуфта приводу вентилятора двигуна ЯМЗ-740:

1 - кришка; 2 - корпус підшипника; 3 - кожух; 4, 7, 13 і 19 – кулькові підшипники; 5 - трубка корпуса підшипника; 6 - ведучий вал; 8 - ущільнюоче кільце; 9 - ведене колесо; 10 - ведуче колесо; 11 - шків; 12 - вал шківа; 14 - упорна втулка; 15 - маточина вентилятора; 16 - ведений вал; 17 і 20 - манжети; 18 - прокладка

Гідромуфта складається з ведучої і веденої частин, розташованих в порожнині, яка утворена передньою кришкою 1 і корпусом 2.

Ведуча частина гідромуфти складається з ведучого колеса 10 в зборі з кожухом 3 і ведучого вала 6; крім того, з нею з'єднані вал 12 зі шківом 11, який використовується для приводу вентилятора, якщо він розміщується окремо.

Ведена частина гідромуфти складається з веденого колеса 9, з'єданого з веденим валом 16, на якому сидить маточина 15 вентилятора.

Внутрішні поверхні ведучого і веденого коліс мають лопатки. Порожнина між лопатками заповнена маслом, яке подається з системи мащення двигуна. При збільшенні частоти обертання колінчастого вала збільшується кількість масла, яке відкидається лопатками ведучого колеса на лопатки веденого. При цьому швидкість обертання вентилятора збільшується.

Вмикач гідромуфти - золотникового типу, розташований на патрубку, який підводить охолоджуючу рідину в сорочку двигуна, служить для керування роботою гідромуфти. В нього входить термосиловий елемент, заповнений активною масою, яка плавиться із збільшенням температури охолоджуючої рідини. Коли температура рідини підвищиться до 80...95°C, об'єм активної маси настільки збільшиться, що шток, який знаходиться під її дією, перемістить золотник вмикача і відкриє прохід для масла від насоса двигуна в порожнину гідромуфти. Заповнення порожнини гідромуфти маслом забезпечує передачу обертання від ведучого колеса до веденого. Ведене колесо муфти збільшує частоту свого обертання, а разом з цим збільшується і частота обертання вентилятора. Це збільшення протікає дуже плавно, і вентилятор рівномірно збільшує швидкість повітря, що омиває трубки радіатора. Із зменшенням подачі масла в порожнину гідромуфти її об'єм становиться недостатнім для передачі обертання між колесами гідромуфти, оскільки з її порожнини маслу відкритий прохід для стікання в картер двигуна. При повному припиненні подачі масла в порожнину гідромуфти вона перестає передавати обертання вентилятору.

Термостат призначений для автоматичного підтримання температури охолоджуючої рідини в певних межах протягом усього часу роботи двигуна, а також для скорочення тривалості прогрівання двигуна після пуску. Термостати виготовляють з рідким (сильфонні) або твердим наповнювачем.

Термостат встановлюють на виході з порожнини сорочки охолодження двигуна на шляху руху рідини в радіатор. Розрізняють термостати одно- і двохклапанні.

Останнім часом більше застосовуються сильфонні двохклапанні термостати (рис. 1.10, а). Керування клапанами, основним 6 і перепускним 8, здійснюється в них сильфоном 10, який представляє собою гофрований тонкостінний латунний балон. Внутрішня, герметична порожнина його частково заповнена рідиною, що легко випаровується, звичайно складається з суміші 2/3 дистильованої води і 1/3 етилового спирту.

Коли рідина в системі охолодження не прогріта і в сильфоні 9 тиск знижено, останній знаходиться в стиснутому стані. Внаслідок цього основний клапан 6, що перекриває вихідний патрубок 5, щільно закритий, а перепускний клапан 8, що перекриває вікна в корпусі 4 термостата, відкритий. Корпус 4 ущільнений прокладками 3 і 7. Охолоджуюча рідина від насоса через патрубок 2 і перепускні вікна в корпусі термостата циркулює по малому колу, тобто всередині порожнини охолодження. Минаючи радіатор, вона повертається до насоса (в патрубок 1). Цим і

досягається прискорене прогрівання двигуна. По мірі прогріву системи охолодження рідина в сильфоні випаровується, тиск в ньому підвищується; сильфон розширюється і відкриває основний клапан 6 і одночасно закриває перепускний клапан 8. З цього моменту рідина починає циркулювати по великому колу, тобто надходить в радіатор, забезпечуючи більш інтенсивне охолодження двигуна. Клапан 6 починає відкриватися, коли температура рідини в системі охолодження досягає 70...80 °С і повністю завершує підйом при нагріві рідини до температури 85...95°С. Таким чином, температурний режим двигуна у певній мірі регулюється зміною кількістю рідини, що проходить через радіатор.

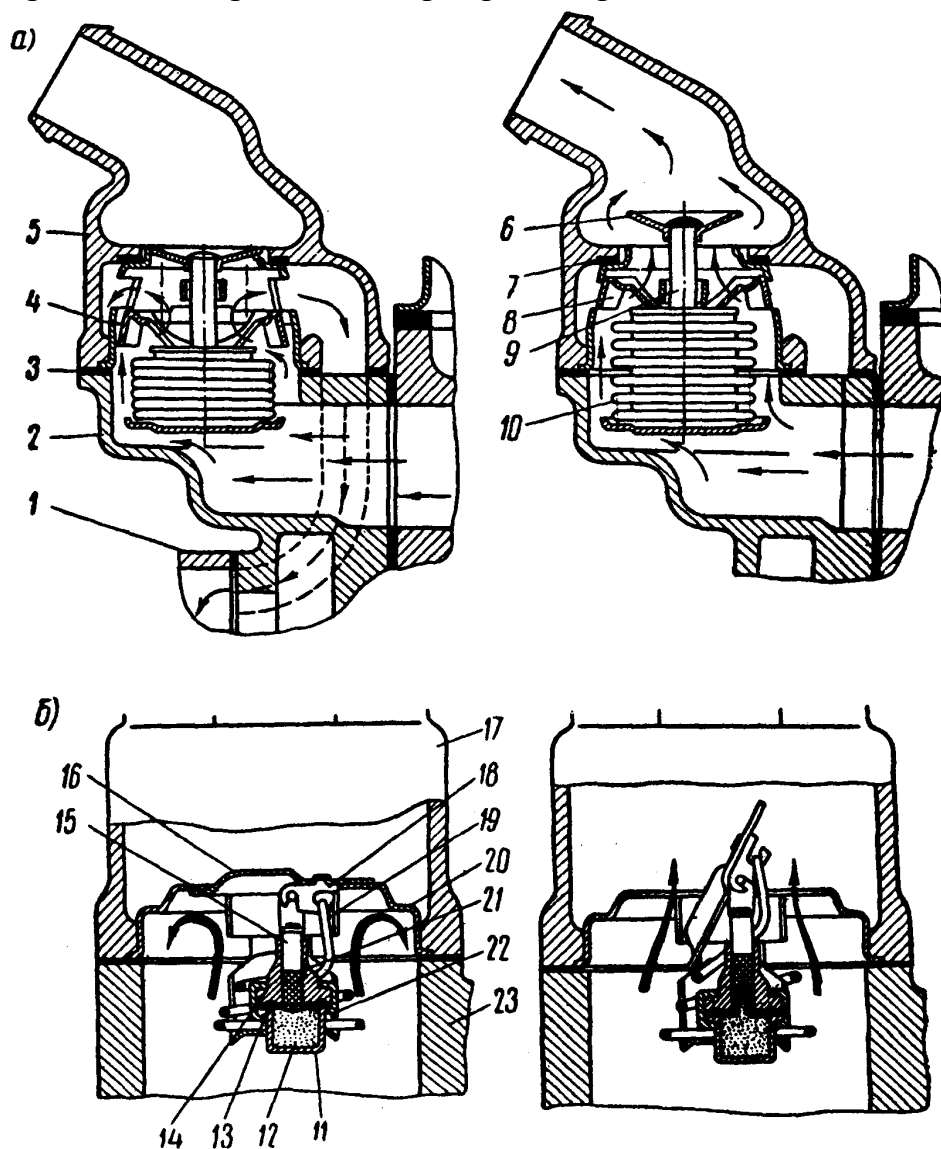


Рисунок 1.10 – Термостати: а) – рідинний (сильфонний); б) – з твердим наповнювачем і поворотним клапаном: 1, 2 - патрубок; 3, 7 - прокладки; 4 - корпус термостата; 5 - патрубок вихідний; 6 - основний клапан; 8 - перепускний клапан; 9 - стержень сильфона; 10 - сильфон; 11 - мідний балон; 12 - активна маса; 13 - гумова мембрана; 14 - направляюча; 15 - шток; 16 - заслінка; 17, 23 - патрубки; 18 - коромисло; 19 - пружина; 20 - отвір; 21 - гумовий буфер; 22 - скоба

Термостати рідинного типу мають ряд недоліків, що знижують надійність їх роботи. До таких недоліків відносяться: залежність моменту відкриття клапана від

тиску в системі охолодження, утворення мікроскопічних тріщин в стінках сільфона при деформації і можливий вихід з ладу термостата при перегріванні двигуна.

В теперішній час застосовують також термостати з твердим наповнювачем. Такий термостат (рис. 1.10, б) складається з мідного балона 11, заповненого активною масою 12, і закритий гумовою мембраною 13, на яку опирається шток 15. Шток зв'язаний коромислом 18 з заслінкою 16 і переміщується в направляючій 14, скріпленій з балоном 11 скобою 22. В якості твердого наповнювача звичайно використовують церезин (нафтовий віск), який має великий коефіцієнт об'ємного розширення. При холодному двигуні активна маса знаходиться в твердому стані, і заслінка 16 під дією пружини 19 щільно перекриває отвір в корпусі 20 термостата, роз'єднуючи порожнини патрубків 17 і 23. По мірі прогрівання двигуна маса наповнювача плавиться і, збільшуючись в об'ємі, переміщує гумовий буфер 21 і шток 15 вгору, відкриваючи при цьому заслінку 16. Повне відкриття заслінки термостату настає при температурі охолоджуючої рідини, що дорівнює приблизно 80 °С.

Деталі термостату дизеля Д-240 виготовлені з латуні (рис. 1.11, а, б). На пустотілому циліндрі 4 розташовані основний 5 і два перепускних 3 клапани, а всередині розміщена еластична гумова вставка 6, нижній кінець якої завальцьована в циліндрі. Простір навколо вставки заповнений активною сумішшю 8.

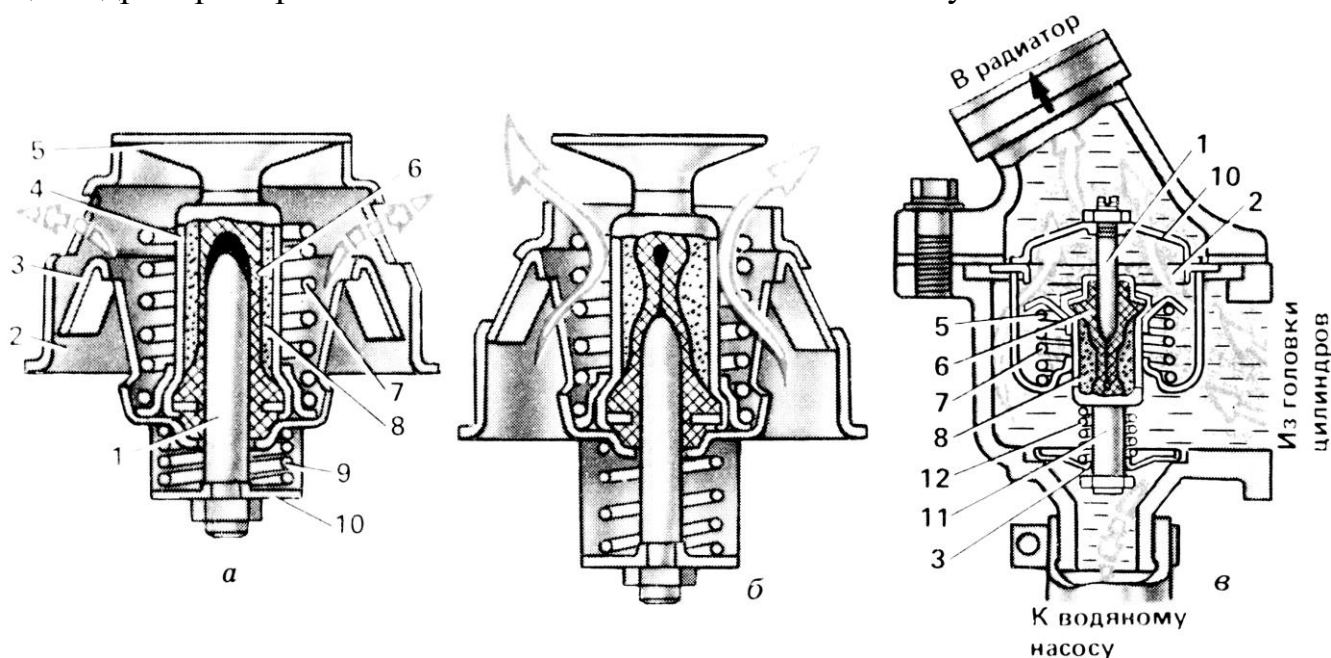


Рисунок 1.11 – Термостат з твердим наповнювачем:

а, б) – двигуна Д – 240; в) - двигуна ЯМЗ – 740: 1 - стержень; 2 - корпус; 3 - перепускний клапан; 4 - циліндр; 5 - основний клапан; 6 – вставка; 7 і 9 - пружини; 8 - наповнювач; 10 - скоба; 11 - шток; 12 - компенсаційна пружина

Термосиловий елемент надітий на стержень 1, закріплений гайкою в скобі 10, яка припаяна до корпусу 2 термостата. Пружина 7, натискаючи на опорну шайбу, надіту на термосиловий елемент, утримує його в нижньому положенні (показано на рисунку). При цьому основний клапан закриває горловину корпусу 2 і таким чином не дозволяє рідині проходити в радіатор. Через бічні вікна корпусу 2 неохолоджена вона надходить до водяного насоса.

По мірі нагрівання активна суміш, що розширюється, стискає вставку 6, і, коли температура рідини сягне 78...82 °С, вона починає ковзати вгору по конусному закругленому кінцю стержня, тягнучи за собою термосиловий елемент разом з клапанами. При температурі 95 °С основний клапан повністю відкритий, а бічні закриті.

В термостатах дизелів СМД-62 і КамАЗ-740 (рис. 1.11, в) елемент, нагріваючись, ковзає разом з клапанами по стержню 1 донизу. При цьому основний клапан 5 відходить від горловини корпусу 2, відкриваючи шлях воді в радіатор, а перепускний клапан закриває канал патрубку, по якому вода відводиться до водяного насосу (поки двигун не прогрітий). Клапан 3 не запобігає подальшому руху термосилового датчика і після того, як упреться в кромку отвору, так як шток 11 вільно проходить в отвори клапана, стискаючи компенсаційну пружину 12.

Повітряна система охолодження.

Повітряна система охолодження (рис. 1.12) складається з вентилятора 1, кожуха 3 і щитків-дефлекторів 7. Під час роботи двигуна вентилятор засмоктує атмосферне повітря крізь сітку 2 і спрямовує його за допомогою кожуха 3 до ребрових поверхонь циліндрів 5 та їх головок. Потік повітря обдуває циліндри і головки і виходить через вікна 8 між дефлекторами. Чим більше відкриті вікна 8, тим менший опір потоку повітря і більш інтенсивний обдув циліндрів та їх головок. Під кожухом 3 встановлюють масляний радіатор 4, який також охолоджується потоком повітря.

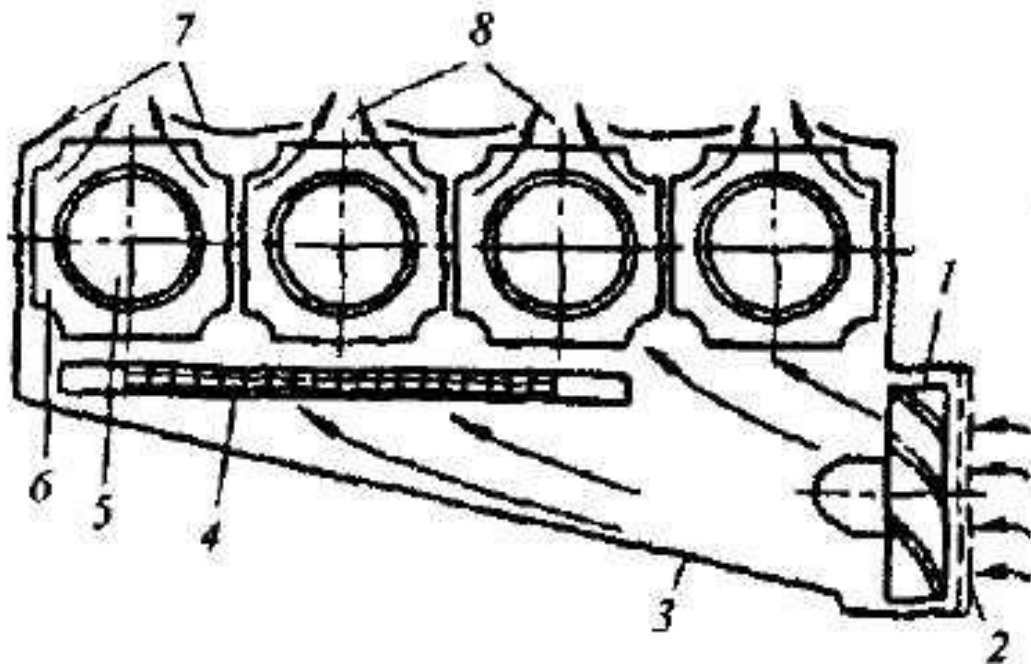


Рисунок 1.12 - Повітряна система охолодження:

1 - вентилятор; 2 - сітка; 3 - кожух; 4- масляний радіатор; 5 - циліндр; 6 - ребра циліндра; 7 - щитки-дефлектори; 8 - потік повітря.

До основних переваг рідинної системи охолодження відносяться: менша середня температура деталей, завдяки чому покращується вагове наповнення циліндрів, а в карбюраторних двигунах знижуються ще й вимоги до октанового числа палива; менший шум при роботі двигуна, так як стінки циліндрів обмежені

сорочкою охолодження; зменшення довжини двигуна за рахунок застосування блочної конструкції; більш легкий пуск двигуна в умовах низьких температур і простота використання гарячої рідини для опалення кабіни або кузова автомобілю, а також для підігріву горючої суміші.

Недоліки рідинних систем: можливість підтікання рідини, небезпека замерзання системи в зимовий час при використанні для охолодження води і більша ймовірність переохолодження двигуна.

Переваги повітряного охолодження наступні: зменшення часу прогріву двигуна; стабільність тепловідведення від стінок камери згоряння і циліндра; висока надійність системи внаслідок відсутності підтікання і інших неполадок, що викликаються наявністю в системі рідини; більш зручна експлуатація двигуна в зонах, віддалених від джерел води.

Недоліками систем повітряного охолодження можна вважати: збільшення габаритів двигуна; підвищений шум його роботи; ускладнення виробництва і необхідність застосування більш якісних матеріалів для деталей; підвищені вимоги до мастил та палива.

1.4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В ході виконання роботи студент повинен ознайомитись із загальною будовою, компонованням та стислими характеристиками систем охолодження найбільш поширених автотракторних двигунів (СМД – 60, Д – 240, КамАЗ - 740) та контрольними питаннями до роботи.

Після ознайомлення з теоретичною частиною, плакатами, загальними видами та розрізами двигунів студент повинен виконати та представити до захисту звіт з проведеної роботи.

1.5 ЗМІСТ ЗВІТУ ТА ПОРЯДОК ЗАХИСТУ РОБОТИ

В звіті по роботі студент повинен:

На підставі завдання, виданого викладачем:

- виконати схему системи охолодження двигуна;
- дати стисло характеристику системи охолодження двигуна, в якій слід відобразити призначення та характерні особливості конструкції його основних деталей:

- 1) призначення системи охолодження;
- 2) тип системи охолодження (за теплоносієм, що застосовується);
- 3) тип рідинної системи охолодження (за способом циркуляції охолоджуючої рідини);
- 4) радіатор (тип серцевини; спосіб кріплення радіатора до рами);
- 5) вентилятор (привод вентилятора; число лопатей; спосіб відключення вентилятора (при наявності));
- 6) рідинний насос (тип насосу; тиск, що розвивається насосом; привід насосу; спосіб ущільнення вала насоса);
- 7) термостат (тип наповнювача, що застосовується; число клапанів);
- 8) жалюзі (розташування пластин – створок; спосіб керування положенням пластин – створок).

При захисті роботи студент повинен представити на перевірку виконаний звіт і відповіді на поставлені викладачем контрольні питання.

1.6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Яке призначення системи охолодження двигуна?
2. Які системи охолодження застосовуються в автотракторних двигунах?
3. Яка будова рідинної системи охолодження?
4. Який принцип дії рідинної системи охолодження?
5. Для чого призначено та як побудований радіатор?
6. Як працює рідинний радіатор?
7. Як забезпечується примусова циркуляція охолоджуючої рідини?
8. Для чого потрібен термостат?
9. При якому тиску відкривається паровий клапан у системі охолодження?
10. Як виконати натяг пасу вентилятора двигуна?
11. Які двигуни мають повітряну систему охолодження?
12. Як регулюють температуру системи охолодження двигунів?
13. Які клапани встановлені в пробці радіатора і для чого?
14. Яке призначення вентилятора в системі охолодження?
15. Якими приладами контролюють температуру в системі охолодження?
16. За рахунок чого виконується циркуляція охолоджуючої рідини в термосифонній системі охолодження?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2 СИСТЕМА МАЩЕННЯ ДВИГУНА

2.1 МЕТА РОБОТИ

В результаті виконання роботи студент повинен вивчити загальну будову системи мащення автотракторних двигунів, ознайомитись із загальним видом, компоновкою та стислими характеристиками системи мащення найбільш поширених двигунів тракторів і автомобілів.

2.2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Учбово-методична література, плакати, розрізи двигунів СМД–60, Д–240, КамАЗ–740, та агрегатів системи мащення двигунів тракторів та автомобілів.

2.3 СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Загальні положення.

Система мащення двигунів представляє собою сукупність обладнання, що забезпечує зберігання масла, підведення його до поверхонь тертя під певним тиском, очищення, охолодження, а також контроль режиму мащення і стану масла.

Змащувальні системи поділяють на системи змащування розбрикуванням, під тиском і комбіновані. У сучасних двигунах застосовують комбіновані системи змащування.

При роботі двигуна (рис. 2.1) масло насосом 16 через сітку маслоприймача 13 засмоктується з піддону 11 і нагнітається через фільтр 5 грубого очищення або

повнопоточний фільтр, в головну магістраль 7, розташовану в блоці. Фільтр має перепускний клапан 4, що пропускає у випадку сильного забруднення фільтруючого елемента масло в магістраль, минаючи фільтр. З магістралі масло по каналам в перетинках блока надходить до корінних підшипників 10 колінчастого вала, змащує їх і далі по каналам в щоках вала подається до шатунних підшипників 9. Надлишок масла витискується через зазори з шатунних підшипників і при обертанні їх разом з валом розбризкується у вигляді масляного туману по всьому двигуну, змащуючи всі інші деталі: стінки циліндрів, поршневі пальці, розподільчий вал, штовхачі тощо.

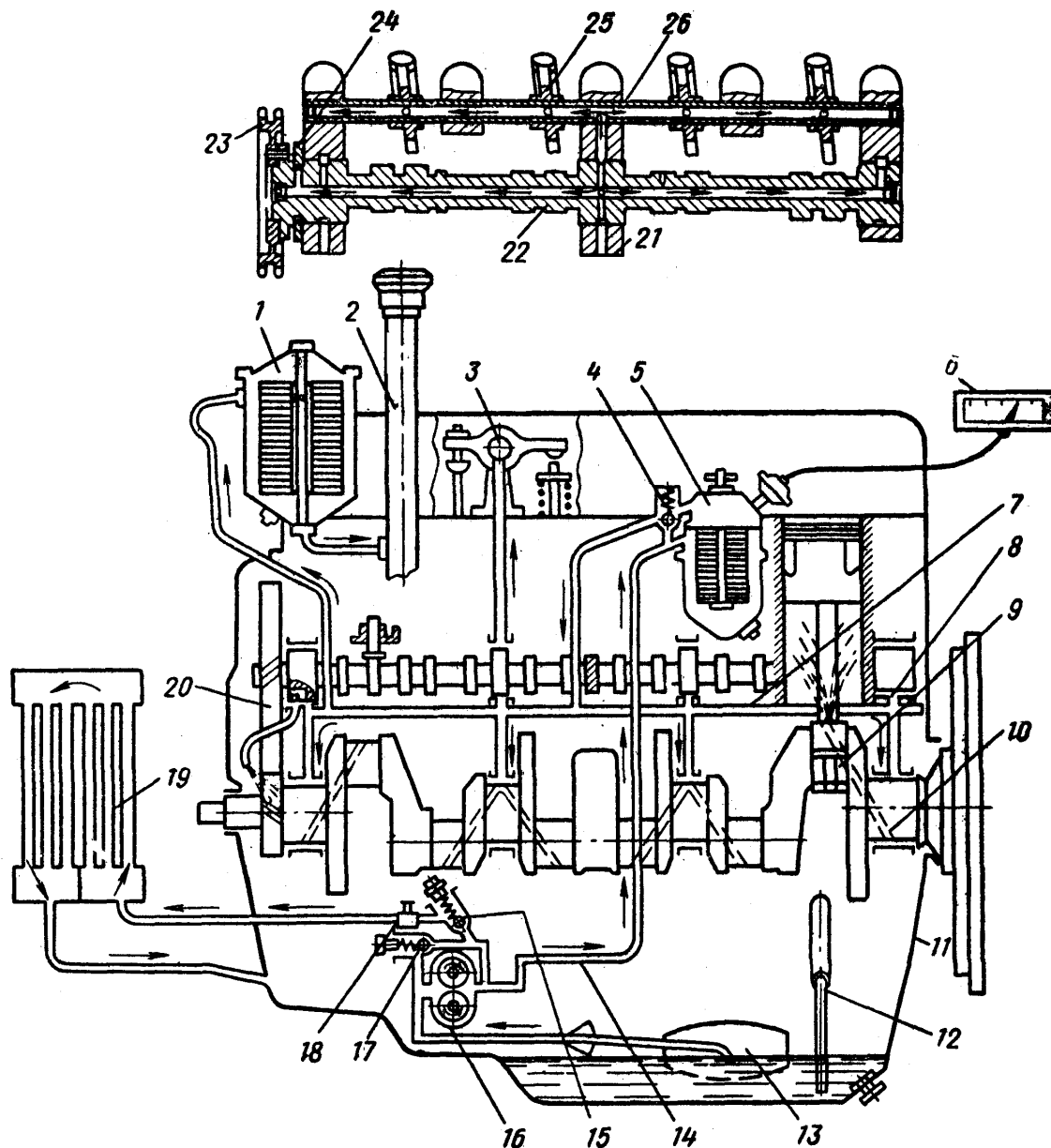


Рисунок 2.1 – Принципова схема комбінованої системи мащення.

Шатунні шийки колінчастого вала у двигунів звичайно мають внутрішні порожнини - брудоловлувачі. Брудоловлувачі використовуються для додаткового відцентрового очищення масла, що проходить через них.

Найбільш навантажена частина стінок циліндрів і кулачки розподільчого вала (нижнє розташування розподільчого) інколи змащуються додатково

пульсуючими струменями масла, що розбризкується через спеціальний отвір, що є в нижній головці шатуна, в момент співпадання його з каналом шатунної шийки.

При нижньому розташуванні розподільчого вала з головної магістралі масло також підводиться під тиском до підшипників 8 розподільчого вала. Через канал в передній шийці вала масло знаходить пульсуючим струменем на розподільчі шестерні 20 і упорний фланець вала. У деяких двигунів з шатунних підшипників по каналам в тілі шатунів масло знаходить до верхньої головки шатуна для мащення поршневого пальця.

У двигунів з верхніми клапанами масло підводиться також до порожнистих осей 3 коромисел клапанів звичайно пульсуючим струменем через канавку або отвори на одній з шийок розподільчого вала. Через отвори в осях масло проходить до підшипників коромисел і по каналам в них до верхніх головок штанг. Стікаючи по штангам вниз, масло змащує штовхачі.

При верхньому розташуванні розподільчого вала 22 масло по каналу 21 в блоці і головці підводиться до однієї з опор вала і далі пульсуючим струменем по каналу в ньому до інших його опор і кулачкам. З передньої опори масло знаходить до упорного фланця 24 розподільчого вала, веденої зірочки 23 і ланцюгової передачі. Масло також проходить в порожнисті осі 26 коромисел 25 і змащує їх.

В комбінованій системі мащення застосовують одинарне або подвійне очищення масла. При одинарному очищенні все масло, що нагнітається насосом в головну магістраль, проходить через повнопоточний масляний фільтр, що забезпечує добре очищення масла. При подвійному очищенні крім послідовно включеного фільтра грубого очищення 5 є ще фільтр тонкого очищення 1, що включається в систему паралельно. Через фільтр тонкого очищення масло проходить невеликими порціями, ретельно очищається і зливається назад в піддон картера.

В фільтрах, що включаються в систему послідовно, встановлюють перепускний клапан 4.

Для охолодження масла в систему мащення у деяких двигунів входить масляний радіатор 19 з краном включення 18 і запобіжним клапаном.

Масляні насоси забезпечують подачу масла до тертьових поверхонь деталей двигуна. Циркуляція масла в системах мащення двигунів здійснюється шестеренними, роторними, поршневими та лопатними насосами. На більшості автотракторних двигунах застосовують одно- або двосекційні шестеренні насоси.

Схема будови шестеренного насоса показана на рис. 2. В корпусі 1 насоса розміщуються ведуча 2 і ведена 5 шестерні. Ведуча шестерня має шпонку 3 і насаджена на валик 4, що приводиться в обертання від одного з валів двигуна. Ведена шестерня вільно обертається на осі 6. Масло транспортується у впадинах між зубцями шестерень і витискується в нагнітальний канал по мірі того, як зубці входять в зачеплення.

Для розвантаження зубців в зоні зачеплення і вільного витискування масла з зазору між вершиною зуба і впадиною в корпусі або на кришці 10 насоса робиться розвантажувальна канавка 11, з'єднана з нагнітаючою стороною насоса.

Обов'язковим елементом насоса є редуційний клапан, що запобігає систему мащення від високих тисків, особливо при пуску холодного двигуна, коли в'язкість

масла велика. Канал перекривається кулькою 7 або поршнем, що підтискається пружиною 8, яка спирається на пробку 9. Зусилля пружини, а отже, і тиск в масляній магістралі суворо нормуються. При підвищенні тиску кулька відтискається від сідла, і масло проходить знову на всмоктувальну сторону насоса.

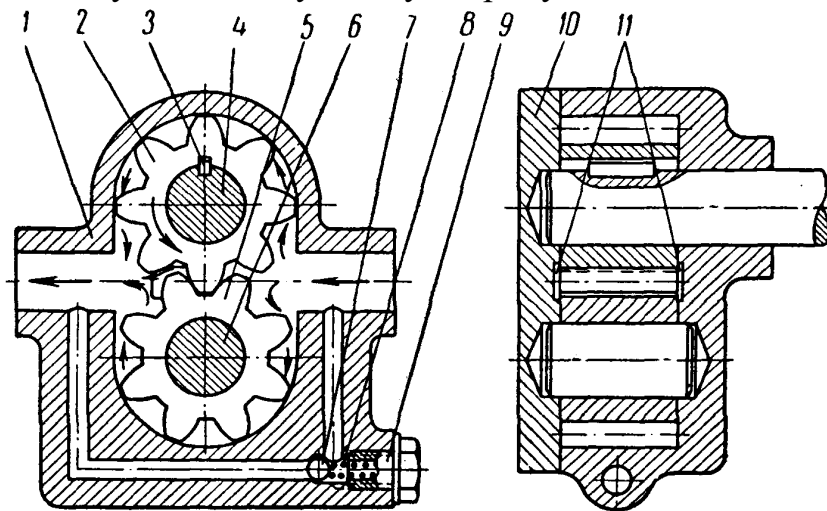


Рисунок 2.2 – Схема масляного насоса:

1 - корпус; 2 - ведуча шестерня; 3 - шпонка; 4 - вал; 5 - ведена шестерня; 6 - вісь; 7 - кулька; 8 - пружина; 9 - пробка; 10 - кришка; 11 - розвантажувальні канавки.

Двосекційні насоси використовують для автономного подавання масла однією із секцій для охолодження в радіатор з наступним зливанням його в картер.

Масляний насос двохсекційного типу складається з корпусу 1 основної секції, роздільної пластини 15 і корпусу 13 додаткової (радіаторної) секції (рис. 2.3). Кожна секція має ведучу і ведену шестерні. Обидві ведучі шестерні 4 і 11 приводяться від ведучого вала 6.

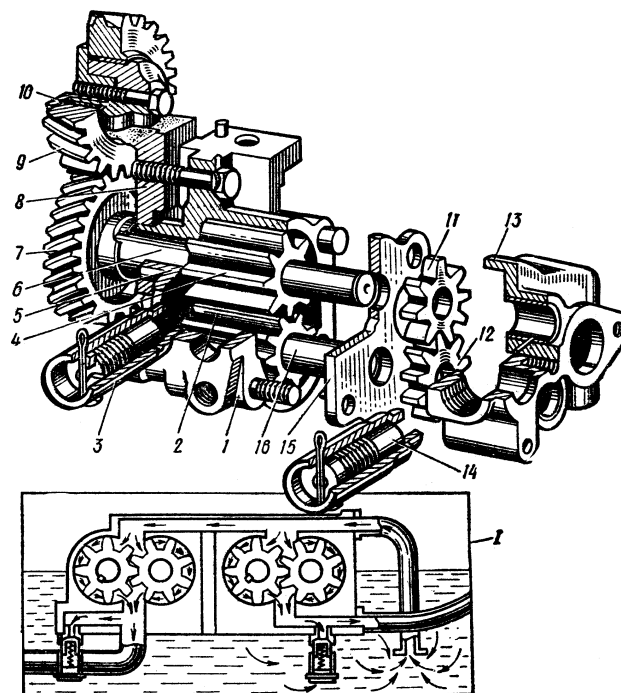


Рисунок 2.3 – Конструкція і схема двохсекційного шестеренного масляного насоса.

В корпусі основної секції насоса встановлений редуційний клапан 3 насоса, що обмежує тиск в змащувальній системі. Коли тиск при виході з насоса досягає 0,75...0,80 МПа, клапан відкривається, запобігаючи цим пошкодження окремих ланок системи.

Безпосередньо в корпус 13 радіаторної секції вбудований запобіжний клапан 14. Він відрегульований на тиск 0,08...0,12 МПа. Крім того, на нижній площині блока є зливний клапан, що відкривається при тиску 0,50...0,55 МПа. Це необхідне для підтримання стабільного тиску в системі мащення двигуна. Як тільки тиск перебільшить встановлену межу, клапан відкривається, і частина масла перетікає в картер двигуна.

До допоміжних елементів масляних насосів відносяться маслоприймачі, через які масло засмоктується в систему мащення. Вони розташовуються в найбільш глибокій частині піддона і мають сітку, що затримує найбільш крупні частинки, які можуть пошкодити насос. По конструкції маслоприймачі можуть бути нерухомими або плаваючими, здатними змінювати своє положення в залежності від рівня масла в піддоні (рис. 2.4).

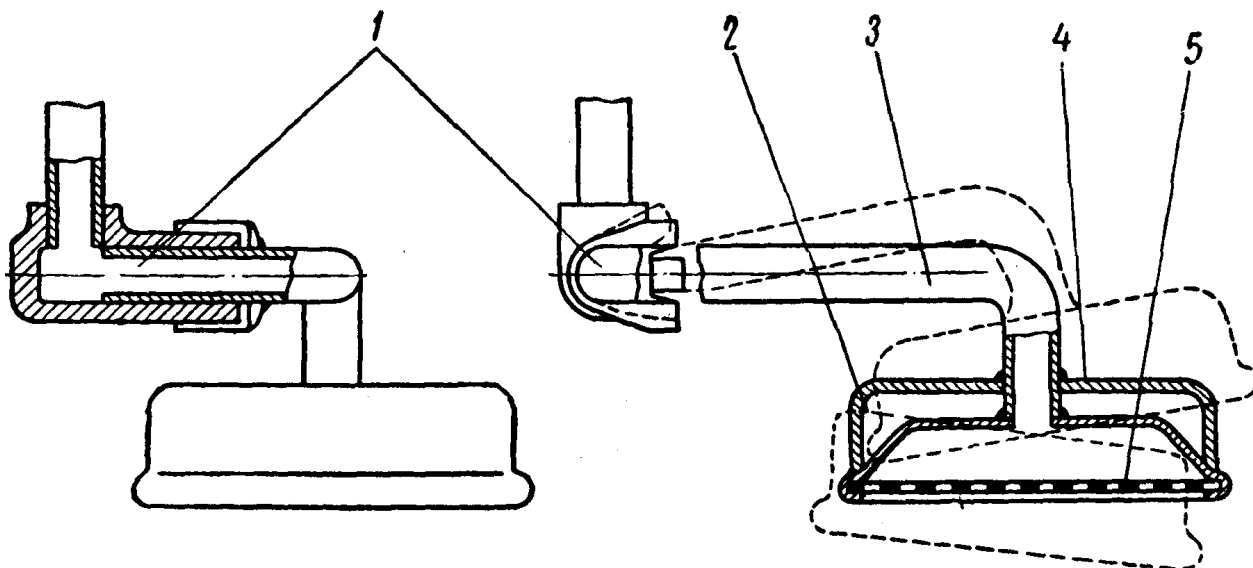


Рисунок 2.4 – Конструкції маслоприймачів (нерухомий і плаваючий):
1 - шарнір; 2 - повітряна порожнина; 3 – труба для приймання масла; 4 - корпус;
5 – сітка.

Масляні насоси розміщені в піддоні картера нижче від рівня масла, що запобігає підсмоктуванню повітря у всмоктувальні порожнини.

Привід насосів здійснюється від розподільчого або колінчастого валів.

Масляні фільтри. Перед подачею до тертьових поверхонь деталей, масло повинно бути очищене від твердих домішок, що збільшують абразивний знос.

Для очищення масла від нерозчинних речовин, застосовують фільтри грубого і тонкого очищення, що затримують частинки розміром відповідно до 30...60 мкм і 0,5...1,0 мкм.

Застосовуються масляні фільтри наступних типів: щілинні і відцентрові.

В щілинних фільтрах розмір частинок, що затримуються, визначається розміром зазорів між фільтруючими елементами. Якщо на шляху твердих частинок

зустрічається один ряд щілин, фільтри називають поверхневими, а якщо фільтрація протікає по всій глибині фільтруючої набивки — об'ємними.

В щілинному стрічковому фільтрі, фільтруючим елементом є гофрований циліндр з намотаною на нього стрічкою. Стрічка має поперечні канали глибиною 0,04...0,09 мм, що визначають глибину очищення масла. Фільтруючий елемент розміщується в корпус, який складається з двох деталей: власне корпуса і стакана. По розміру твердих частинок, що затримуються, фільтр відноситься до фільтрів грубого очищення (рис. 2.5, а).

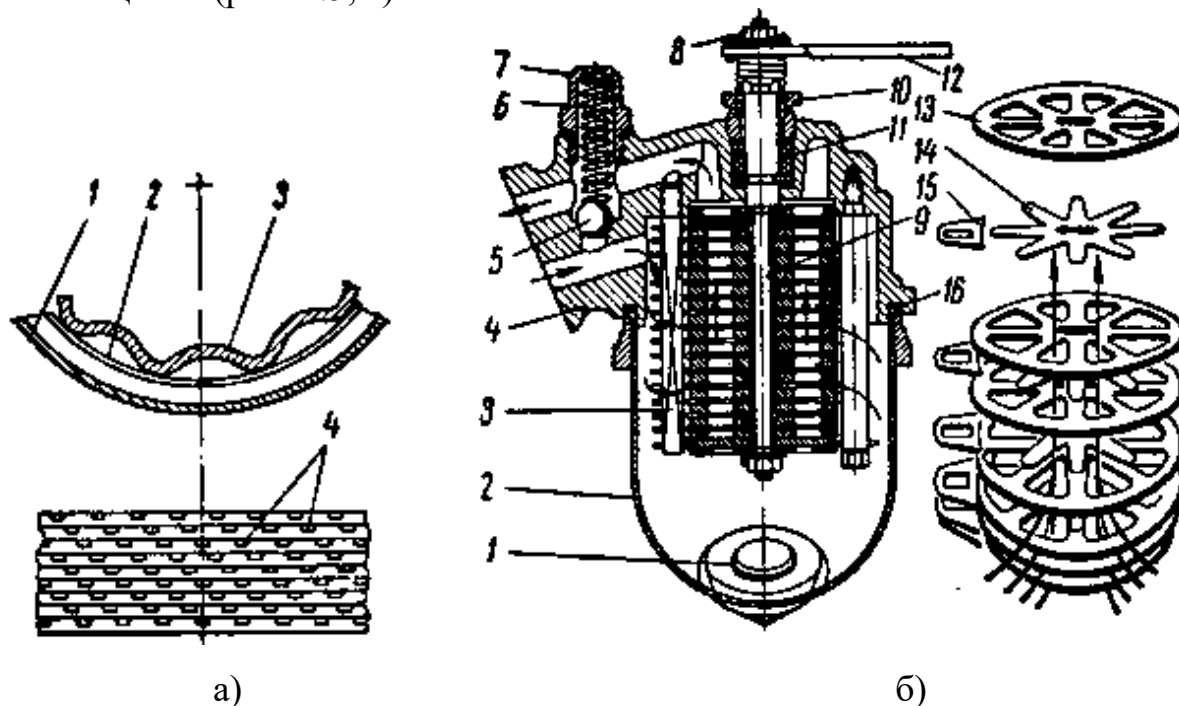


Рисунок 2.5 – Схеми і конструкції щілинних фільтрів системи мащення:

а) - щілинний стрічковий: 1 - корпус; 2 - стрічка; 3 - гофрований циліндр; 4 - виїмка на стрічці;

б) - щілинний пластинчатий: 1 - зливна пробка; 2 - стакан; 3 - нерухомий стержень; 4 - корпус; 5 - запобіжний клапан; 6 - пружина клапана; 7 - регулювальний ковпачок; 8 - гайка; 9 - стержень, що обертається; 10 - підтиска гайка; 11 - ущільнення; 12 - рукоятка повороту стержня; 13 - фільтруюча пластина; 14 - роздільна пластина; 15 - очищувальна пластина; 16 - прокладка.

В корпусі щілинного пластинчастого фільтра, на валику, що обертається, насаджений набір фільтруючих пластин 13, між якими знаходяться розділювальні пластини 14 (рис. 2.5, б). Товщина розділювальних пластин, що визначають глибину очищення масла, складає 0,07...0,10 мм. В зазори між фільтруючими пластинами входять очищувальні пластини 15, набрані на нерухомий стержень 3. При періодичному провертанні валика зазори між фільтруючими пластинами очищуються від накопичених на них частинок. Відстій зливається через пробку 1.

Щілинні стрічкові і пластинчасті фільтри відносяться до повнопоточних фільтрів, тому в їх корпус звичайно встановлюють перепускний клапан.

Картонні фільтри типу АСФО (рис. 2.6, а), що застосовуються для тонкого очищення масла, представляють собою набір дисків 9 і розділювальних пластин 10 з

пресованого картону, насаджених на центральну трубку 4, що знаходиться в корпусі 5. Розділювальні прокладки представляють собою диски зі спицями, вздовж яких проштамповані канавки 12, які з'єднуються з центральним отвором.

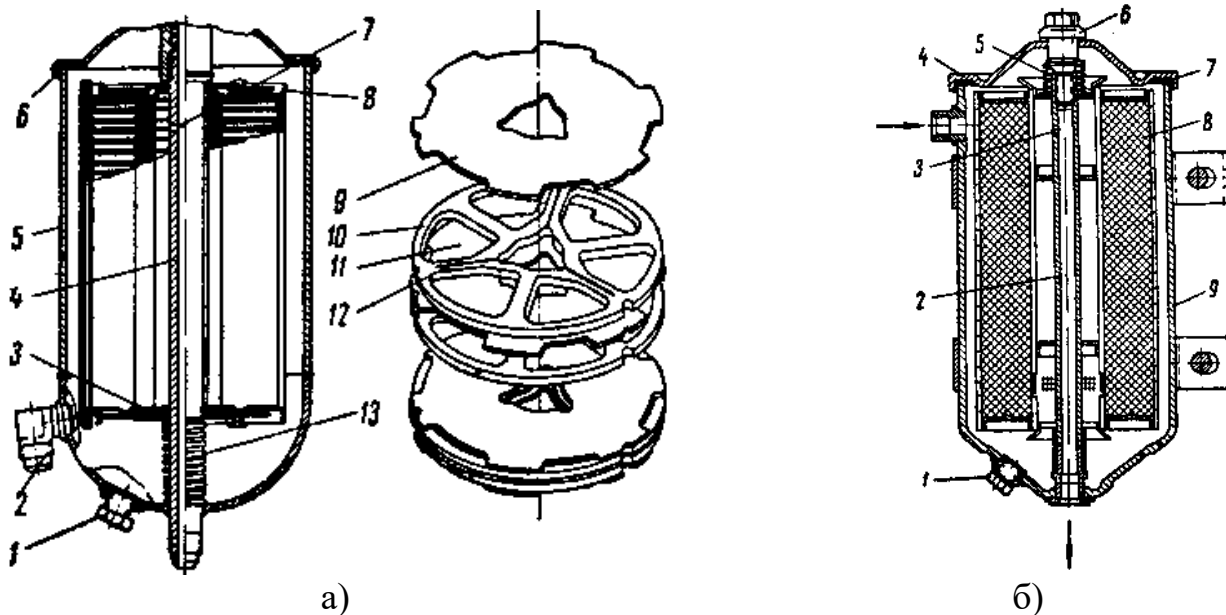


Рисунок 2.6 - Схеми і конструкції щілинних фільтрів системи мащення:

а) - щілинний картонний типу АСФО: 1 - пробка; 2 - штуцер для підведення масла; 3, 8 - кришки фільтруючих елементів; 4 - трубка; 5 - корпус; 6 - кришка; 7 - маслоприймальні отвори; 9 - диск; 10 - розділювальна пластина; 11 - порожнина відстійника; 12 - канавка; 13 - підтискна пружина;

б) - щілинний об'ємний: 1 - пробка; 2 - трубка; 3 - маслоприймальні отвори; 4 - кришка; 5 - пружина; 6 - гайка; 7 - прокладка; 8 - волокниста набивка; 9 - корпус.

Масло проходить в простір 11 між дисками і спицями розділювальних дисків, відстоюється в ньому, потім продавлюється між диском і пластиною і по канавкам в спицях розділювальної пластини стікає до центрального отвору, звідки зливається в картер. Свіжий фільтр типу АСФО має глибину очищення до 15 мкм. По мірі забруднення його очищувальна здатність збільшується.

Об'ємні фільтри (рис. 2.6, б) представляють собою волокнисту набивку 8 (нитки або повсть), через яку продавлюється масло.

В останній час широке розповсюдження отримали повнопоточні паперові фільтри тонкого очищення з фільтруючим елементом, зробленим з спеціальної паперової стрічки, зібраної в гармошку (рис. 2.7). Масло продавлюється через пори в папері, розмір яких не перебільшує 1 мкм. Щоб забезпечити тривалу, ефективну роботу такого фільтруючого елемента, масло попередньо пропускають через фільтр з глибиною очищення не менше 4...5 мкм.

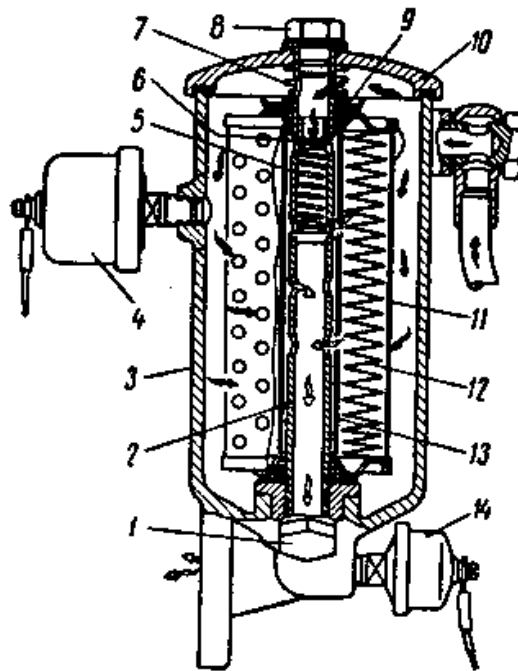


Рисунок 2.7 - Повнопоточний паперовий фільтр тонкого очищення:

1 - пробка; 2 - труба; 3 - корпус; 4, 14 - датчики тиску і сигнального пристрою; 5 - пружина клапана; 6 - перепускний клапан; 7 - пружина підтискна; 8 - болт; 9 - ущільнення; 10 - кришка; 11, 13 - перфоровані циліндри; 12 - паперовий фільтруючий елемент.

Для тонкого очищення масла в сучасних автотракторних двигунах широко застосовують відцентрові очисники масла (центрифуги) з гідравлічним приводом ротора. В центрифугах масло очищується від часточок, густина яких більша за густину самого масла. На автомобільних і тракторних двигунах застосовують центрифуги, що мають частоту обертання $5000 \dots 8000 \text{ хв}^{-1}$. Швидкість осадження твердих часточок забруднень у відцентровому полі таких центрифуг у $1000 \dots 2000$ разів вища, ніж у гравітаційному полі відстійників. Центрифуги забезпечують високу якість очищення (розмір часточок, що пропускаються через маслоочисники, не перевищує $0,5 \dots 1,0 \text{ мкм}$).

Відцентрові маслоочисники поділяють на повнопоточні, коли вони включені послідовно в головну масляну магістраль і через них проходить весь потік масла в двигуні, і частковопоточні, коли вони підключені паралельно масляній магістралі або коли масло надходить від окремого насоса чи секції.

Залежно від способу обертання ротора центрифуги бувають реактивні (соплові із зовнішнім приводом) і активно-реактивні (безсоплові з внутрішнім приводом).

Реактивна масляна центрифуга представляє собою ротор, встановлений у корпусі 1 на осі 8 і закритий ковпаком 5, який щільно притискується до корпусу гайкою 11 (рис. 2.8).

Ротор центрифуги складається з остова 7 і стакана 6, відлитих з алюмінієвого сплаву, з'єднаних між собою гайкою 9 і ущільнених гумовим кільцем 13. У бобишках остова з двох боків закручені дві форсунки 2 з протилежно спрямованими каліброваними отворами (соплами). В середині осі ротора є ступінчастий отвір для

підведення масла у внутрішню частину ротора і розміщення масловідвідної трубки 12. У нижній частині остова закріплений масловідбивач із захисною сіткою 3 і насадком 4. У корпусі центрифуги установлений перепускний клапан 16, який підтримує оптимальний тиск масла в головній масляній магістралі, центрифугу так кріплять до передньої стінки двигуна, щоб підвідний 15 і відвідний 14 канали сполучилися з відповідними масляними каналами блок-картера.

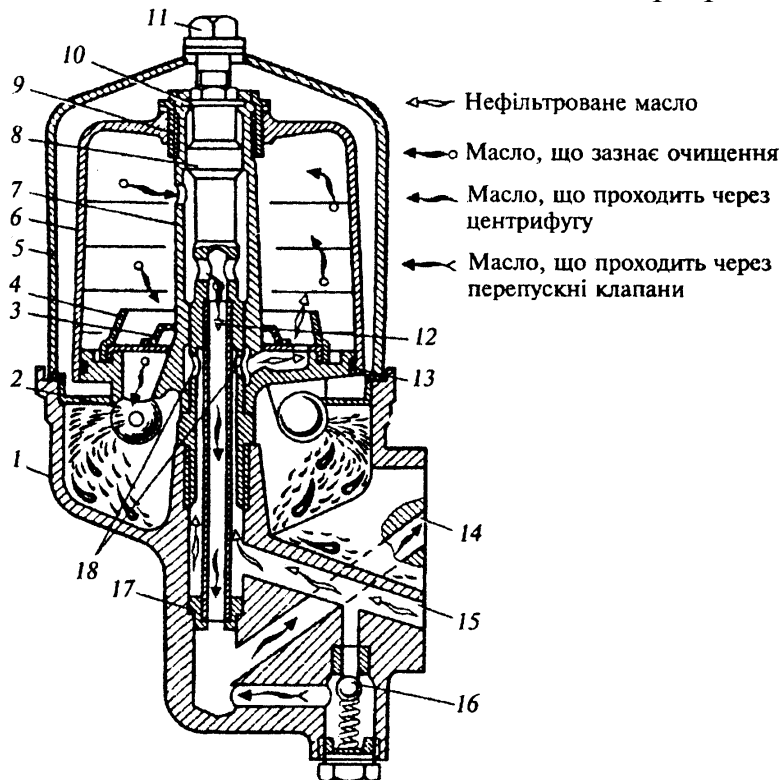


Рисунок 2.8 – Реактивна масляна центрифуга:

1 – корпус центрифуги; 2 – форсунок; 3 – захисна сітка; 4 – насадка; 5 – ковпак; 6 – стакан; 7 – остова; 8 – вісь ротора; 9 – гайка ротора; 10 – упорна шайба; 11 – гайка; 12 – масловідвідна трубка; 13 – ущільнювальне кільце; 14 – відвідний канал; 15 – підвідний канал; 16 – перепускний клапан; 17 – дросель; 18 – отвори

Масло, що нагнітається насосом, по каналу 15 і отворах 18 в осі 8 подається під сітку 3 масловідбивача. Під час проходження через сітку швидкість масла знижується, а потік його відхиляється конусним насадком 4 до центра ротора, що запобігає розмиванню відкладів на внутрішній поверхні стакана 6.

Деяка кількість масла (близько 30%) з великою швидкістю витікає із сопел форсунок 2 ротора, збирається в корпусі і зливається в піддон картера двигуна. В результаті виникають дві протилежно спрямовані реактивні сили, що створюють обертальний момент, під дією якого ротор обертається з частотою близько 6000 хв^{-1} . Під дією відцентрових сил тверді частинки, що містяться в маслі, осаджуються на обертовій стінці ротора. Кількість масла, яка залишилась (близько 70%), крізь радіальний отвір остова 7, трубку 12 і калібрований отвір дроселя 17 надходить у відвідний канал 14, по якому нагнітається в головну масляну магістраль.

Недоліком реактивних масляних центрифуг є додаткова витрата масла на привод ротора.

В деяких двигунах (Д-240Т, КамАЗ 740.10 тощо) застосовують повнопоточну активно-реактивну масляну центрифугу (рис. 2.9). Конструктивно вона подібна реактивній сопловій центрифугі, але істотним чином відрізняється способом приводу ротора. На відміну від реактивної центрифуги, в ній немає форсунок. Все масло з ротора після очищення знаходить на мащення деталей, що труться, і разом з тим приводить його в обертання. Відсутність зливу масла через форсунки дає можливість зменшити його загальний потік, а, отже, і витрати енергії на привод масляного насоса. Крім того, не розбризкуючись на виході з форсунок, масло не насичується повітрям і менше піниться та окислюється.

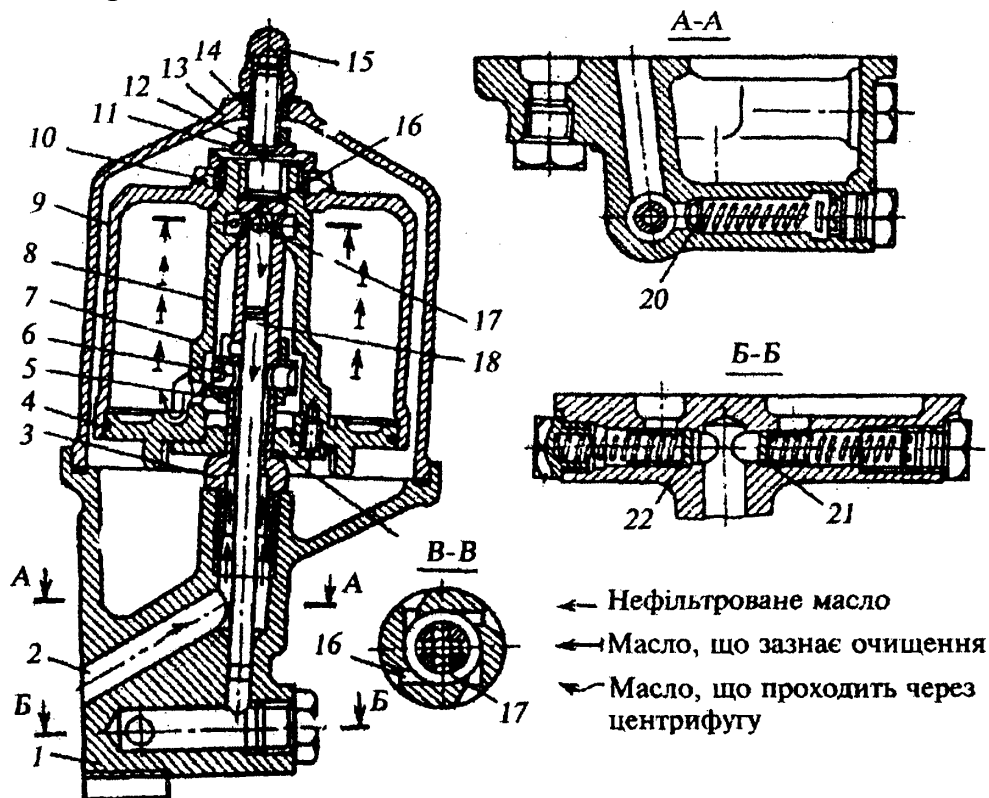


Рисунок 2.9 – Активно – реактивна масляна центрифуга:

1 – корпус центрифуги; 2 – підвідний канал; 3 – вісь ротора; 4 – гумове кільце; 5 – насадок; 6 – вихідний отвір; 7 – стопорний гвинт; 8 – остов ротора; 9 – зовнішній стакан; 10,12 – гайки; 11,14 – шайби; 13 – ковпак; 15 – ковпачкова гайка; 16 – тангенціальні отвори; 17 – радіальний отвір; 18 – масловідвідна труба; 19 – нижня кришка ротора; 20 – запобіжний клапан; 21 – зливний клапан; 22 – редукційний клапан

Безсопловий ротор активно-реактивної масляної центрифуги обертається під дією моментів активних і реактивних сил, які виникають в результаті тангенціально направлено руху потоків масла, які витікають з отвору насадки 5 та з отворів 16 верхньої частини остова 8 ротора. При цьому масло, яке нагнітається насосом, під тиском знаходить по підвідному каналу 2 в кільцевий канал, а з нього скрізь отвори 5 в осі 3 ротора - у насадок 5.

Проходячи через тангенціально направлені канали насадки 5, масло набуває обертального руху. При цьому його потоки, виходячи через отвір насадка 5, взаємодіють з внутрішньою стінкою остова 8 ротора, створюючи активний обертовий момент, який приводить до обертання ротор центрифуги. Масло, яке

проходить через отвір остова, відбивним буртиком направляється вгору вздовж остова ротора. Під дією відцентрових сил тверді домішки осаджуються на внутрішній стінці ротора.

Очищене масло з великою швидкістю проходить по тангенціальним каналам і через отвір 16 у верхній частині остова 8 ротора перетікає у внутрішню його проточку, створюючи реактивний обертовий момент. Після цього скрізь радіальні отвори 17 масло надходить в середину трубки 18, і далі - в масляний радіатор і головну магістраль. Отже, активний і реактивний обертові моменти, направлені в одну сторону, створюють сумарний обертовий момент, під дією якого ротор центрифуги обертається з частотою 5000...6000 хв⁻¹.

В корпусі центрифуги встановлені запобіжний 20, зливний 21 і редуційний 22 клапани. При відкриванні запобіжного і зливного клапанів масло зливається в картер. Редуційний клапан призначений для перепускання холодного масла до головної магістралі поза радіатором.

Масляні радіатори. Температура масла при роботі відповідає оптимальному тепловому режиму двигуна, тобто повинна знаходитися в межах 80...90 °С.

При високих температурах навколишнього повітря (понад 20 °С), а також під час роботи в тяжких умовах (з великим навантаженням і малими швидкостями) масло перегрівається.

В двигунах, що працюють більшу частину часу на часткових навантаженнях, достатньо буває охолоджувати масло в піддоні картера за рахунок обдування зустрічним потоком повітря.

Для легкових автомобілів з повітряним охолодженням і важких вантажних автомобілів застосовують литі оребрені або гофровані штамповані піддони, що забезпечують більше відведення тепла, ніж звичайні з гладкими стінками.

Системи мащення двигунів, призначених для роботи в важких дорожніх умовах або з тривалими максимальними навантаженнями, мають масляні радіатори.

Радіатори поділяють на повітряно-масляні і водно-масляні. Примусове охолодження масла в повітряних радіаторах мають усі дизельні й карбюраторні двигуни повітряного охолодження. У двигунах водяного охолодження використовують як водно-масляні, так і повітряно-масляні радіатори.

Повітряно-масляні радіатори звичайно встановлюються перед радіатором системи охолодження двигуна або в потік повітря, який створюється вентилятором в двигунах повітряного охолодження. Інтенсивність охолодження масла залежить при цьому від температури навколишнього повітря.

Застосовують повітряно-масляні радіатори трубчато-пластинчатої і трубчатої конструкцій.

Трубчаті радіатори виготовляють з алюмінієвої оребреної трубки. Зі змащувальною системою двигуна радіатор з'єднаний маслопроводами для підведення та відведення масла. Такі радіатори мають низький гідравлічний опір (200...300 кПа) і високі охолоджуючі властивості (температура масла після проходження через радіатор знижується на 20...25 °С).

Водно-масляні радіатори омиваються водою з системи охолодження двигуна. По своїй конструкції вони можуть бути трубчатими або пластинчатими. Такі радіатори мають ряд переваг. А саме, дозволяють з більшою стабільністю

підтримувати температуру масла, а після пуску двигуна прискорюють його прогрівання.

Вентиляція картера. Для відведення картерних газів передбачена система вентиляції, яка може бути відкритою (природною) і закритою (примусовою), з використанням обладнання, що забезпечує відсмоктування картерних газів до всмоктувального тракту двигуна.

Відведення картерних газів дає змогу підтримувати в піддоні картера атмосферний тиск, що підвищує працездатність масла, запобігає витіканню його через ущільнення, а також виключає можливість потрапляння картерних газів у кабінку транспортного засобу.

У відкритій системі картерні гази видаляються через ежекційну трубку 1, косий зріз якої обернений по потоку повітря (рис. 2.10, а). За рахунок цього у зрізу трубки створюється розрідження, що забезпечує відсмоктування газів. Щоб запобігти прямому викиданню краплинок масла з картерними газами, ежекційна трубка заглиблена в камеру 2. Повітря в картер надходить через маслосалізну горловину, кришка 3 якої має фільтруючу набивку.

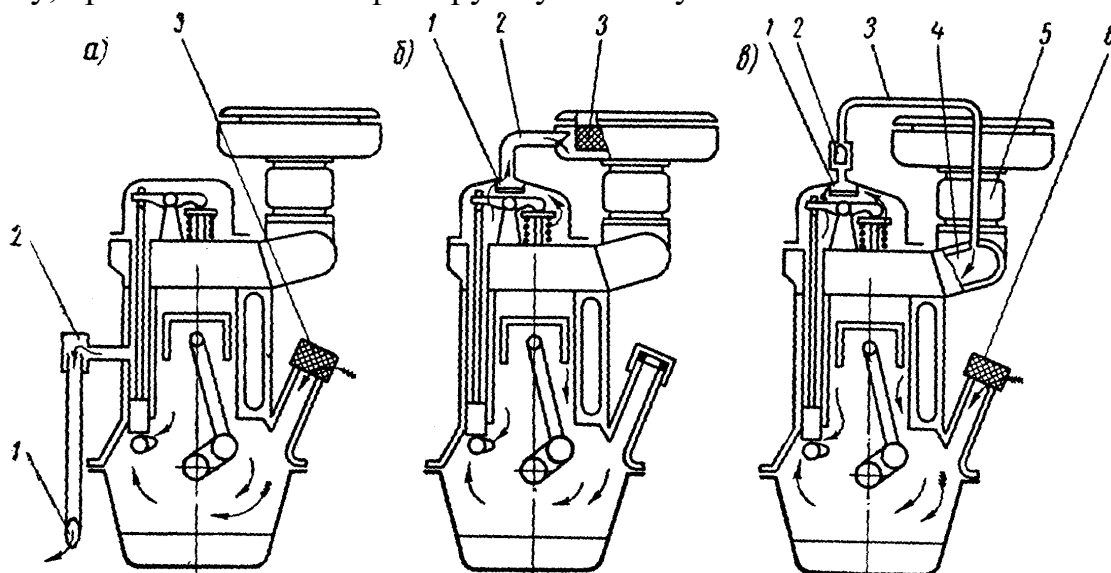


Рисунок 2.10 – Схеми вентиляції картера:

а) – відкрита: 1 - ежекційна трубка; 2 - камера; 3 - кришка;

б) – закрита витяжна: 1 – масловідбивна шторка; 2 - трубка; 3 - фільтруюча набивка;

в) - відкрита приточно-витяжна: 1 - масловідбивний козирок; 2 - клапанний пристрій; 3 - трубка; 4 - впускний тракт; 5 - карбюратор; 6 - пробка.

Гази в закритій системі відсмоктуються з-під кришки клапанного механізму через ежекційну трубку 2, виведену у вхідну горловину повітреочисника (рис. 2.10, б). Перед виходом картерних газів з-під кришки клапанного механізму встановлена масловідбивна шторка 1. Змішуючись з потоком повітря, картерні гази проходять через фільтруючу набивку 3 повітреочисника і звільняються від краплинок масла, сконденсованих парів води та інших домішок. Якщо повітреочисник має сухий паперовий фільтруючий елемент, то картерні гази необхідно відводити у впускний тракт в зону за повітреочисником. В цьому випадку на шляху картерних газів

встановлюється самостійний фільтруючий елемент. Завдяки простоті конструкції ці системи отримали широке розповсюдження.

В закритій приточно-витяжній системі вентиляції картерні гази по трубці 3 видаляються в задросельний простір впускного тракту 4 (рис. 2.10, в). Отже, картерні гази не проходять через дозуючі органи системи живлення і не забруднюють їх, але оказують вплив на роботу карбюратора 5, знижуючи розрідження в його каналах. Щоб звести до мінімуму вплив такої системи вентиляції на сумішоутворення, вона має клапанний пристрій 2, що регулює інтенсивність видалення картерних газів. На виході газів з картерного простору встановлена маслоуловлююча набивка або масловідбивний козирок 1. Повітря для продувки картерного простору знаходить через маслозаливну горловину 6, обладнану фільтруючим елементом. Наявність клапанного пристрою ускладнює систему вентиляції і збільшує ймовірність виходу системи з ладу.

Тиск масла в магістралі залежить від частоти обертання колінчастого вала, температури масла, ступеню зношеності деталей, опору маслоочисників, радіатора тощо. Щоб із зміною цих факторів не порушувалась нормальна робота, систему обладнують автоматично діючими кульковими або плунжерними клапанами.

Редуційний (запобіжний) клапан 2 (рис. 2.11) запобігає надмірному підвищенню тиску, що створюється масляним насосом, подачу якого розраховують із запасом на випадки роботи із зниженою частотою обертання, на гарячому маслі при певній зношеності двигуна.

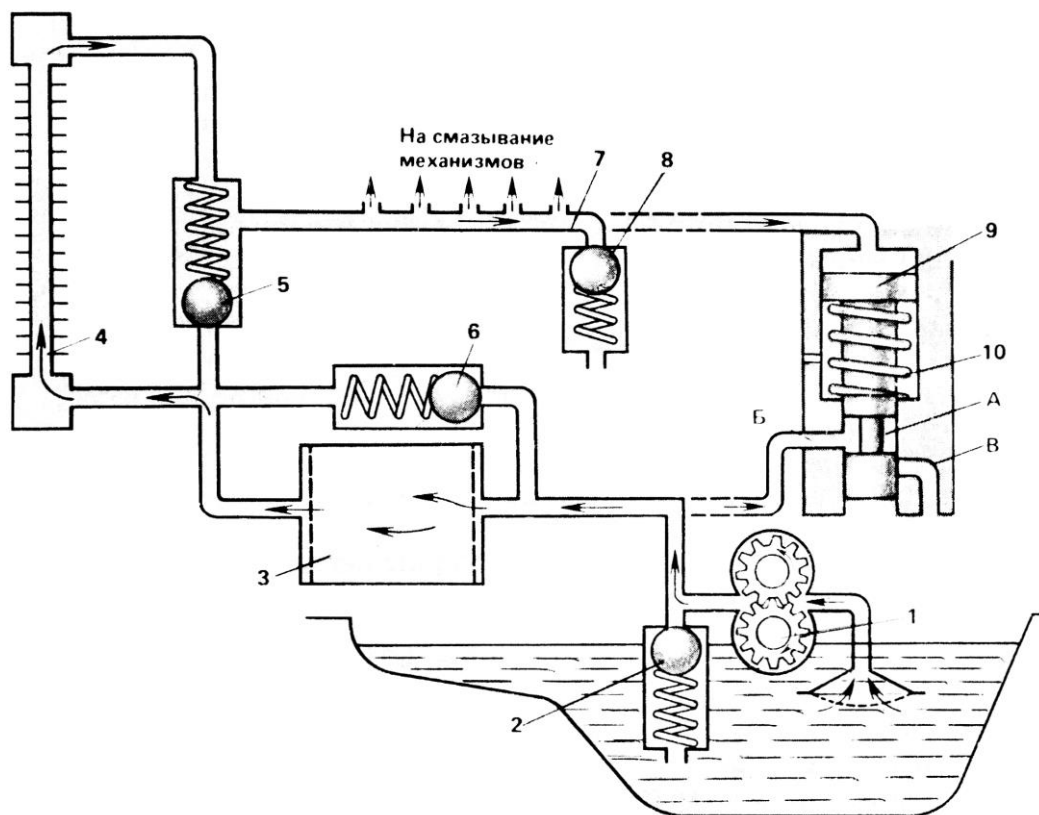


Рисунок 2.11 – Принципова схема клапанів системи мащення:

1 – масляний насос; 2 – редуційний клапан; 3 – маслоочисник; 4 – радіатор; 5 – клапан-термостат; 6 – перепускний клапан; 7 – магістраль; 8 – зливний клапан; 9 – диференціальний клапан; 10 – пружина

З боку нагнітальної порожнини насоса на клапан діє сила тиску масла, а з протилежного боку — зусилля пружини. Коли сила тиску перебільшить опір пружини (наприклад, при прокачуванні холодного масла, яке має підвищену в'язкість), клапан 2 відкриється і перепустить надлишок масла в піддон або ж у всмоктуючу порожнину насосу. Редукційний клапан може бути розташований і поза насосом.

Зливні клапани 8 створюють визначений гідравлічний опір при зливанні масла і тим самим підтримують необхідний тиск в головній масляній магістралі змащувальної системи двигуна.

З боку магістралі 7 на цей клапан діє тиск масла, а з протилежного - зусилля пружини, яку регулюють на заданий тиск. Коли тиск перебільшує нормальний, надлишок масла з магістралі через клапан, що відкрився, зливається в піддон. В новому або відремонтованому двигуні втрата масла через зазори мала, тому зливний клапан відкритий постійно.

Диференціальний клапан застосовують в деяких двигунах замість зливного.

Він автоматично регулює подачу масла насосом в систему, що дозволяє зменшити втрати енергії на прокачування. Диференціальний клапан 9 представляє собою плунжер, з кільцевою проточкою А. З одного боку він навантажений силою тиску масла з магістралі, а з іншого — пружиною 10. При цьому сила тиску, що передається безпосередньо з нагнітальної порожнини насоса по каналу Б в проточку А, не порушує рівновагу, так як вона діє на рівні по площі торцеві поверхні проточки. Коли тиск в магістралі перебільшить допустимий, клапан, переборюючи опір пружини, зміститься донизу, проточка А з'єднає канали Б і В. В результаті частина масла від насоса буде вільно зливатися по каналу В у піддон, не зустрічаючи опору клапана, маслоочисника і радіатора, як це протікає при роботі звичайного зливного клапана.

Перепускні клапани повертають потік масла з нагнітаючої у всмоктуючу секцію масляного насоса або з однієї секції в іншу (для двохсекційних масляних насосів), в головну масляну магістраль, минаючи масляний фільтр при його забрудненні і т.д. Вони запобігають надмірному підвищенню тиску в змащувальній системі при несправностях агрегатів системи або зміні властивостей масла (підвищеної в'язкості, загустінні масла при зниженій температурі тощо).

З одного боку на перепускний клапан 6 діє сила тиску неочищеного масла, а з іншого — сила тиску очищеного масла і зусилля пружини, яка відрегульована на перепад (різницю) тисків до та після маслоочисника. Коли опір маслоочисника перебільшить значення перепаду тисків, клапан 6 відкриється, і частина масла буде перепускатися в магістраль, минаючи маслоочисник.

Клапан-термостат 5 встановлений паралельно радіатору. Якщо в системі циркулює холодне масло, то внаслідок його підвищеної в'язкості опір в радіаторі збільшується. Коли він перебільшує перепад тисків, на якій відрегульована пружина, клапан відкривається: масло, минаючи радіатор, надходить в магістраль.

2.4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В ході виконання роботи студент повинен ознайомитись із загальною будовою, компоновкою та стислими характеристиками систем мащення найбільш

поширених автотракторних двигунів (СМД – 60, Д – 240, КамАЗ - 740) та контрольними питаннями до роботи.

Після ознайомлення з теоретичною частиною, плакатами, загальними видами та розрізами двигунів студент повинен виконати та представити до захисту звіт з проведеної роботи.

2.5 ЗМІСТ ЗВІТУ ТА ПОРЯДОК ЗАХИСТУ РОБОТИ

В звіті по роботі студент повинен:

На підставі завдання, виданого викладачем:

- виконати схему мащення двигуна;
- дати стисло характеристику системи мащення двигуна, в якій слід відобразити характерні особливості конструкції її основних агрегатів, приборів та деталей:

1) характеристику системи мащення за способом подачі масла до поверхонь тертя (розбризуванням, під тиском, комбінований);

2) спосіб подачі масла до поверхонь деталей двигуна (корінним і шатунним підшипникам колінчастого вала, підшипникам розподільчого вала та іншим деталям газорозподільного механізму, приладам гальмівної системи тощо);

3) масляний насос (тип насосу і його привід, число секцій, наявність клапанів та їх призначення);

4) масляні фільтри (тип і число фільтрів, спосіб включення в масляну систему, глибина очищення);

5) масляний радіатор (тип радіатора та його серцевини, спосіб включення в масляну систему, спосіб відведення тепла від радіатора);

6) система вентиляції картера (тип системи вентиляції);

7) клапани (перерахувати, які клапани встановлені в системі, їх призначення, місце встановлення, конструкція та тиск відкриття).

При захисті роботи студент повинен представити на перевірку виконаний звіт і відповісти на поставлені викладачем контрольні питання.

2.6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Яке призначення системи мащення?
2. З яких основних елементів складається система мащення?
3. Яке масло використовують для мащення дизельного та карбюраторного двигунів?
4. До якої групи належать картерні масла?
5. Який сорт масла використовують для мащення дизельних двигунів влітку?
6. Який сорт масла використовують для мащення дизельних тракторних двигунів узимку?
7. Що означають цифри маркування масел?
8. Які існують типи систем мащення?
9. Дати характеристику комбінованої системи мащення.
10. Тип системи мащення двигуна Д-240, СМД-60, КамАЗ-740.
11. Тип фільтра тонкого очищення системи мащення двигуна Д-240?
12. Як підводиться масло до шатунних підшипників двигуна СМД-60?

13. Призначення редуційного, перепускного, зливного, диференціального клапанів та клапана-термостата в системі мащення.
14. Зовнішні ознаки порушення нормальної роботи системи мащення двигуна.
15. Типи насосів системи мащення двигунів.
16. Чому знижується тиск масла в магістралі двигуна нижче від допустимого?
17. Масляні очисники. Які фільтри застосовують для очищення масла дизельних двигунів?
18. За якими ознаками визначають роботу масляної центрифуги двигуна?
19. Призначення масляного радіатора в системі мащення двигуна.
20. Особливості роботи повнопоточної масляної центрифуги.
21. Як регулюється доступ масла до радіатора?
22. Призначення секцій двосекційного масляного насосу двигуна.
23. Який тип центрифуги має система мащення двигуна СМД-60?
24. Тип мащення двигуна ПД-10У.
25. Як підтримується постійний тиск масла в головній магістралі?
26. Як змащується внутрішня поверхня циліндра двигуна?
32. Як змащується поверхня поршневого пальця?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3

СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

3.1 МЕТА РОБОТИ

В результаті виконання роботи студент повинен вивчити загальну будову системи живлення дизельних двигунів. Ознайомитись із загальним видом, компонованням та стислими характеристиками системи живлення найбільш поширених дизельних двигунів тракторів і автомобілів.

3.2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Учбово-методична література, плакати, розрізи двигунів СМД-60, Д-240, КамАЗ-740, та агрегатів системи живлення дизельних двигунів тракторів та автомобілів.

3.3 СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Загальні положення.

Система живлення дизельного двигуна служить для подачі в циліндри очищеного повітря та розпиленого палива. Паливо в циліндр вприскується під тиском.

Способи сумішоутворення в дизелях названі за формою камери згоряння: з нерозділеною; з напіврозділеною; з розділеною камерами згоряння.

На дизелях використовують два типи паливних систем – розділену і не розділену. У системі роздільного типу форсунка і паливний насос розміщені на

відстані і з'єднані між собою паливопроводом. Другий тип ґрунтується на використанні насос-форсунок, в яких насос і форсунка об'єднані в одному агрегаті.

На тракторних дизелях частіше за все застосовують паливну систему розділеного типу (рис. 3.1).

Паливна система має агрегати і вузли низького та високого тиску. До агрегатів і вузлів низького тиску належать паливний бак 14, фільтри грубого 10 і тонкого 9 очищення, паливопідкачувальний насос 12 і відповідні трубопроводи (рис. 1).

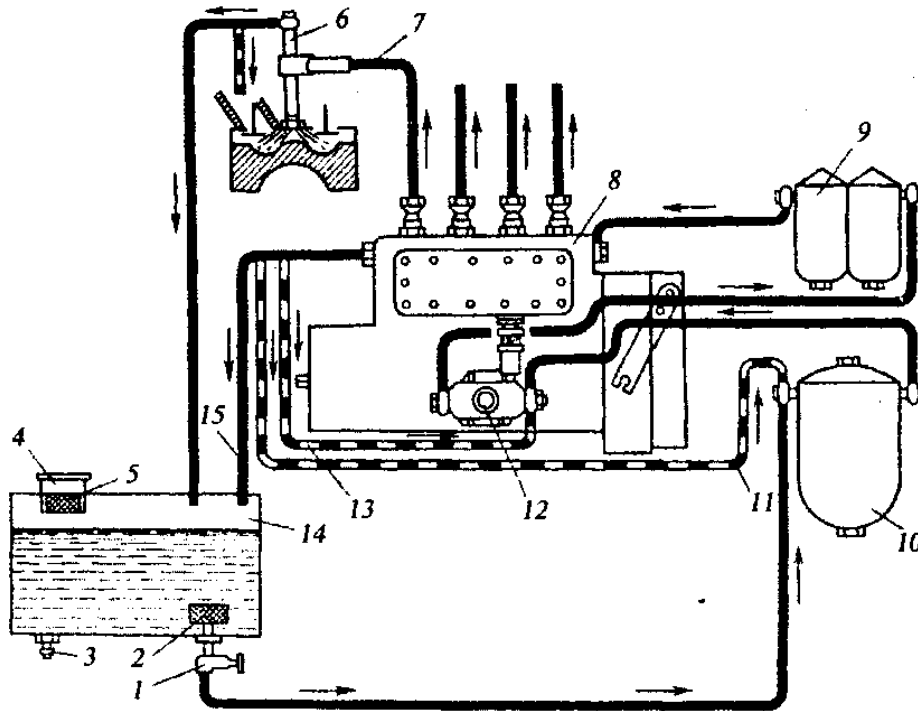


Рисунок 3.1- Схема паливної системи системи розділеного типу: 1-кран; 2-фільтр; 3-зливний кран; 4-заливна горловина; 5-фільтр заливної горловини; 6-форсунка; 7-паливопровід високого тиску; 8-насос високого тиску; 9-фільтр тонкого очищення палива; 10- фільтр грубого очищення палива; 11-відведення палива на вхід фільтра грубого очищення; 12-паливопідкачуючий насос; 13-відведення палива на вхід в паливопідкачуючий насос; 14-паливний бак; 15-відведення палива в паливний бак.

Агрегати високого тиску включають насос високого тиску 8, паливопровід високого тиску 7 і форсунки 6.

Використовують паливні насоси двох типів: 1) секційні паливні насоси; 2) розподільні паливні насоси.

Перший тип насосів характеризується тим, що містить по одному насосному елементу на кожний циліндр двигуна, який ним обслуговується, тобто кожний циліндр має автономну систему високого тиску, що містить насосний елемент, паливопровід і форсунку. Число насосних елементів, таким чином, дорівнює числу циліндрів дизеля. Конструктивно всі насосні елементи встановлені в одному корпусі і утворюють секції паливного насоса, тому такі насоси називають секційними.

Секційні насоси виконують рядними або V-подібними.

Конструктивно паливні насоси багато в чому подібні, тому детально розглянемо тільки будову насоса УТН-5. Його корпус відлитий з алюмінієвого

сплаву. В нижній частині корпусу 1 (рис. 3.2) на кулькових підшипниках встановлений кулачковий вал 8 з ексцентриком 7 для приводу в дію підкачуючого насоса 5. Через велике бокове вікно в картер вставляють роликові штовхачі з регульовальними болтами 22. Із зовнішнього боку вкручені болти, що утримують штовхачі від повороту і не запобігають їх руху вгору і донизу.

Плунжери 31 і гільзи 32 вставляють зверху, а пружини 24, що притискають плунжери до штовхачів, їх тарілки 23 і 25 та поворотну втулку 26 із зубчатим вінцем 28 — через бокове вікно картера.

Втулка плунжера притискається штуцером 37 нагнітального клапана 35 через сідло клапана 34. Щільність з'єднання досягається за допомогою капронової прокладки 33. Довільне відкручування штуцерів виключається постановкою затискачів 35.

У верхній частині корпусу розташовані зубчата рейка 27, паливопідводний 42 та паливовідводний 45 канали, вільні кінці яких заглушені пробками 29 і 30. Канали з'єднані між собою поперечним свердленням. До підвідного каналу через поворотний кутник кріплять трубку 41 підведення палива з фільтрів тонкого очищення, а з каналу, що відводить, паливо йде через перепускний клапан 44 в зливну трубку 39.

Передня стінка корпусу 13 — плита кріплення паливного насоса до двигуна. Для центровки валика насоса відносно приводної шестерні на ній закріплений установочний фланець 16.

На сегментній шпонці носка кулачкового вала закріплена шлицьова втулка 17 кулачкового вала. Її затягують спеціальною гайкою 77, що накручується на різьбу вала. На задньому кінці вала закріплена маточина тягарців регулятора.

Паливопідкачувальний насос кріплять болтами до бічної площини корпусу паливного насоса високого тиску. З'єднання ущільнюють прокладкою. Оглядовий люк, розташований з лівої сторони корпусу, закривається кришкою 40, що також встановлюється на прокладці. Масляна ванна насоса об'єднана з корпусом регулятора 46 каналом 49. Пробки 47 і 48 отворів для заливання і зливання масла вкручені в корпус регулятора. Насос змащують моторним маслом.

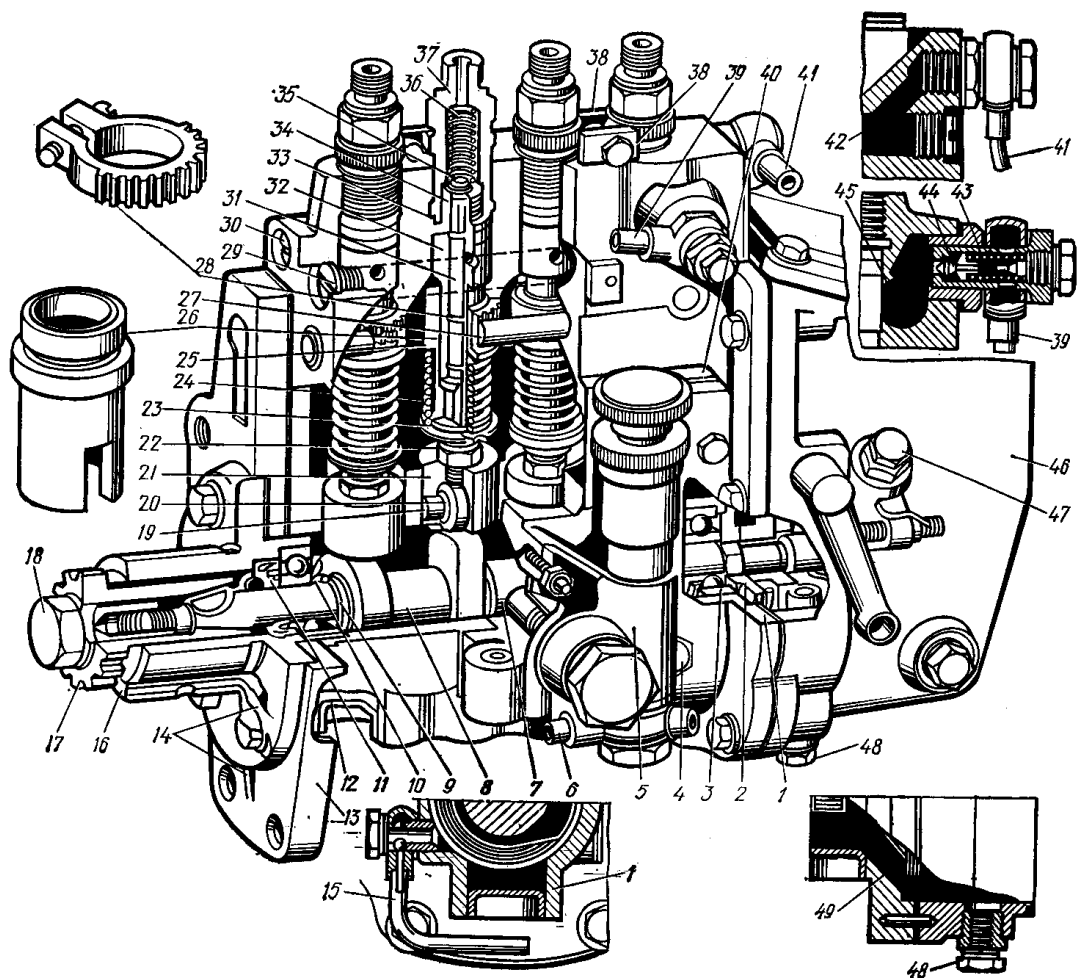


Рисунок 3.2 – Паливний насос УТН-5: 1—корпус насоса; 2—упорна шайба пружини амортизатора; 3—стакан підшипника; 4—пробка-заглушка; 5—підкачуючий насос; 6—поворотний кутник з трубками підведення палива з фільтра відстійника та з каналу корпусу насоса; 7—ексцентрик; 8—кулачковий вал; 9—шайба з регулювальними прокладками; 10—масловідбивач; 11—самопідтискний сальник; 12—пробка корпусу насоса; 13—плита кріплення насоса; 14—канали для підведення масла до шестерні привода насоса; 15— трубка для зливання масла з масляної ванни; 16—установочний фланець; 17—шлицьова втулка; 18—болт; 19—вісь ролика штовхача; 20—ролик штовхача з втулкою; 21—корпус штовхача; 22—регулювальний болт штовхача; 23—нижня тарілка пружини плунжера; 24—пружина плунжера; 25—верхня тарілка пружини; 26—поворотна втулка; 27—рейка; 28—зубчатий вінець поворотної втулки; 29—пробка-заглушка каналу відведення палива; 30—пробка-заглушка підводячого каналу; 31—плунжер; 32—втулка плунжера; 33—капронова прокладка натискного штуцера; 34—сідло нагнітального клапана; 35—нагнітальний клапан; 36—пружина; 37—натискний штуцер; 38—затискачі штуцерів; 39—зливна трубка; 40—кришка оглядового люка; 41—трубка підведення палива від фільтра тонкого очищення; 42—паливопідвідний канал; 43—пружина перепускного клапана; 44—перепускний клапан; 45 — паливопідвідний канал; 46—регулятор; 47—пробка маслозаливної горловини; 48—пробка для зливання масла; 49—канал для сполучення масляних ванн паливного насоса і регулятора; 50—стяжний гвинт зубчатого вінця.

Взаємне положення деталей насосного елемента наведено на рисунку 3.3.

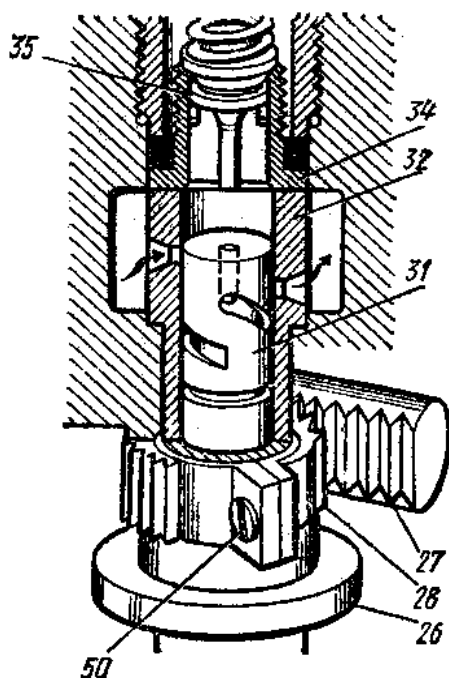


Рисунок 3.3 – Схема насосного елемента (нумерація позицій надана у відповідності з нумерацією позицій на рисунку 2): 26—поворотна втулка; 27—рейка; 28—зубчатий вінець поворотної втулки; 31—плунжер; 32—втулка плунжера; 34—сідло нагнітального клапана; 35—нагнітальний клапан; 50—стяжний гвинт зубчатого вінця.

Втулка 32 плунжера має два отвори: верхній — живлячий і нижній — зливний (див. стрілки на рисунку 3.3).

В плунжері 31 зроблені осьовий та радіальний отвори. Радіальний отвір виходить в спіральні пази, з яких один робочий, інший розвантажувальний, що створює однаковий тиск з обох боків плунжера і зменшує його знос. Робочий паз при його суміщенні зі зливним отвором на гільзі відводить паливо з надплунжерного простору. Кромку робочого пазу шліфують для більш точного регулювання кількості палива, що подається.

В нижній частині плунжера є виступи, які входять в прорізи поворотної втулки 26, і проточка, через яку на плунжер встановлюють нижню тарілку.

Нагнітальний клапан 35, що притискається до сідла 34 пружиною, відділяє об'єм трубопровода від надплунжерного простору насоса.

Кільцевий поясок 36 на клапані називають розвантажувальним. При посадці клапана в гніздо поясок дещо збільшує об'єм над клапаном, знижуючи тим самим тиск в трубопроводі, що необхідно для виключення підприскування палива через форсунку після закінчення подачі.

Кожна секція насоса працює наступним чином. При роботі двигуна кулачковий вал насоса обертається зі швидкістю, що в 2 рази менше швидкості обертання колінчатого вала. Підкачувальний насос через фільтри подає в паливні канали насоса паливо; його необхідний тиск підтримується в каналах за допомогою перепускного клапана. Надлишкове паливо по зливному паливопроводу надходить

назад в бак. Безперервна циркуляція палива через насос знижує можливість утворення в паливі бульбашок повітря.

При збіганні кулачка з ролика штовхача плунжер у гільзі опускається під дією пружини донизу. При цьому верхній торець плунжера відкриває верхній конусний отвір 1 (рис. 3.4, а) в гільзі, і внутрішня порожнина її заповнюється паливом з паливного каналу. При цьому нагнітальний клапан 4 секції закритий.

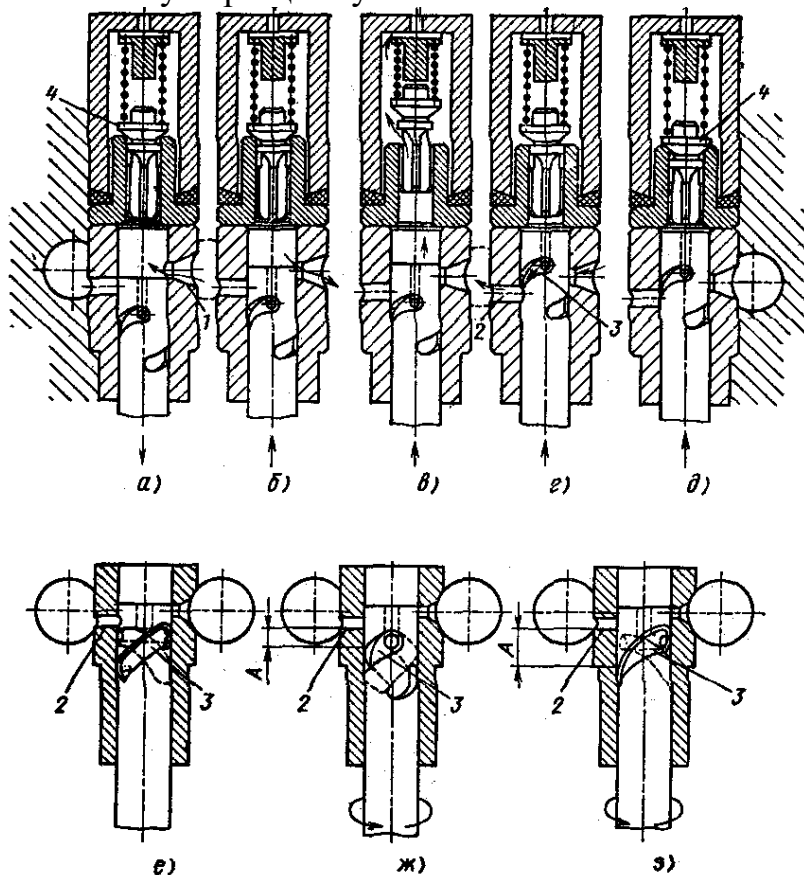


Рисунок 3.4 – Схеми роботи плунжерної пари нагнітального клапана: 1 – впускний отвір; 2 – перепускний отвір; 3 – гвинтовий паз; 4 – нагнітальний клапан.

При набіганні кулачка на штовхач плунжер піднімається по гільзі догори. При цьому до перекриття плунжером впускного отвору 1 паливо з гільзи витискається назад в паливний канал (рис. 3.4, б). Як тільки торець плунжера перекриє впускний отвір 1, тиск палива в порожнині над плунжером підвищиться, і паливо через нагнітальний клапан 4, що відкривається, по паливопроводу буде підводитися до форсунки, з якої воно при досягненні необхідного тиску вприскується в камеру згоряння двигуна (рис. 3.4, в).

Плунжер нагнітає паливо до тих пір, доки відсічна кромка його робочого гвинтового паза 3 не підійде до краю нижнього перепускного отвору 2 гільзи (рис. 4, г). При цьому паливо з нагнітальної порожнини гільзи по вертикальному і горизонтальному отворам в плунжері і через гвинтовий паз 3 починає перепускатися в зливний канал корпусу. Тоді тиск в нагнітальній порожнині гільзи різко падає, і нагнітальний клапан 4 закривається, припиняючи подачу палива до форсунки (рис. 3.4, д).

Різкому припиненню подачі палива в форсунку (різке відсікання) сприяє нагнітальний клапан. При падінні тиску в нагнітальній порожнині гільзи в момент початку перепускання палива відсічною кромкою плунжера нагнітальний клапан, опускаючись, спочатку входить в сидло циліндричним пояском, роз'єднуючи паливопровід і секцію та запобігає подачі палива (рис. 3.4, г). Далі клапан 4, опускаючись ще нижче, сідає конусом на сидло і звільняє над собою деякий простір, що сприяє падінню тиску в паливопроводі. Внаслідок цього різко припиняється подача палива форсункою, паливопровід розвантажується від високого тиску і усувається можливість підтікання палива з сопла форсунки (рис. 3.4, д).

При постійному ході плунжера, що визначається висотою виступа кулачка, регулювання кількості палива, що подається до форсунки здійснюється поворотом плунжера за допомогою рейки і зубчатого сектора з поворотною втулкою.

При повороті плунжера в положення, коли горизонтальний отвір гвинтового паза 3 встановлюється напроти перепускного отвору 2 гільзи, подача палива насосом повністю припиняється, так як в нагнітальній порожнині тиску не створюється і паливо при підйомі плунжера витискується з неї через отвір і паз плунжера, а через отвори гільзи витискується назад в канали корпусу. Насос при цьому працює вхолосту (рис. 3.4, е).

По мірі повороту плунжера проти годинникової стрілки (якщо дивитись з торцю плунжера) відстань А (рис. 3.4, ж) від краю перепускного отвору до краю відсічної кромки гвинтового пазу 3 постійно збільшується, збільшуючи довжину робочого ходу плунжера. При цьому подача палива секцією постійно збільшується від мінімальної до середньої і максимальної. Максимальна подача отримується тоді, коли проти перепускного отвору 2 гільзи розташовується нижня частина кромки пазу 3 плунжера з найбільшою відстанню А (рис. 3.4, з). Насосні секції у відповідності з розташуванням кулачків на валу подають паливо у всі форсунки у відповідності з порядком роботи двигуна.

Інший тип насосів відрізняється тим, що одна його секція обслуговує декілька циліндрів двигуна, тобто виконує функцію як нагнітання палива, так і його розподілу по циліндрах. Залежно від числа циліндрів дизеля кількість секцій в одному насосі може бути різною, зазвичай не більше 4-х циліндрів.

Розподільчі паливні насоси типу НД по конструкції і принципу дії відрізняються від рядних. В рядних (багатоплунжерних) паливних насосах плунжер кожної секції, переміщуючись, подає паливо тільки в один циліндр дизеля, а плунжер секції розподільчого паливного насоса високого тиску, переміщуючись, одночасно обертається навколо своєї вісі, і почергово нагнітає паливо в декілька циліндрів.

Базова модель розподільчих насосів — НД-21/4. Його ставлять на дизелях Д-144. В ньому є одна секція високого тиску на чотири циліндри дизеля. В насосі НД-22/6Б4, встановленому на дизелі СМД-62, виконані дві секції. Кожна подає паливо в три циліндри.

В трьох камерах корпусу 1 (рис. 3.5) насоса, відлитого з алюмінієвого сплаву, розташовані секції насоса, регулятор з механізмом керування і кулачковий вал 28 з валом привода підкачувального насоса 31.

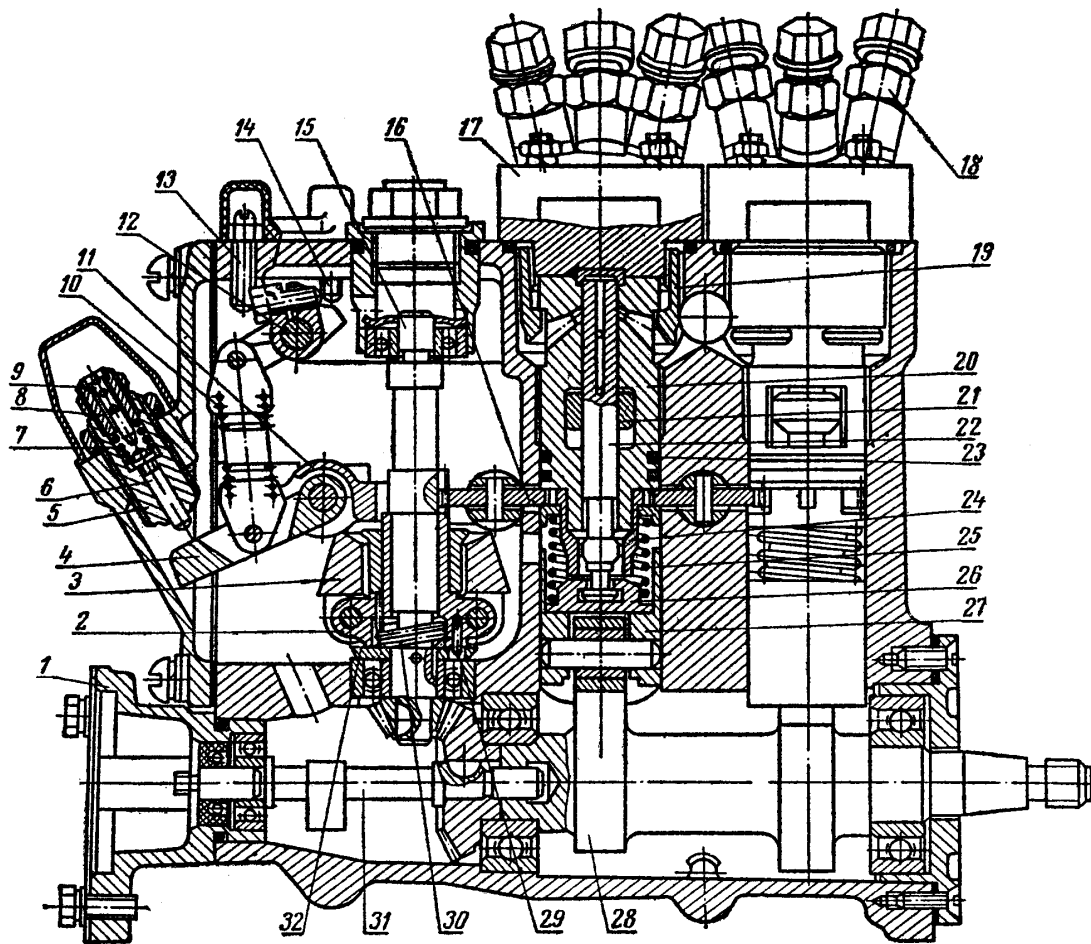


Рисунок 3.5 - Паливний насос НД-22/6Б4:

1—корпус привода тахоспідометра; 2—маточина регулятора; 3—вантаж регулятора; 4—важіль коректора; 5—корпус коректора; 6—шток коректора; 7—пружина; 8—гвинт коректора; 9—гвинт-обмежувач; 10—пружина регулятора; 11—важіль вилчастий; 12—валик важіля керування насосом; 13—гвинт регулювальний максимальних обертів; 14—гвинт <Стоп>; 15—вал регулятора; 16—проміжна шестерня; 17—головка секції високого тиску; 18—штуцер високого тиску; 19—гайка з'єднувальна головки секції; 20—втулка плунжера; 21—дозатор; 22—плунжер; 23—ущільнюючі кільця; 24—зубчата втулка; 25—пружина штовхача; 26—тарілка пружини; 27—штовхач; 28—кулачковий вал; 29—штифт; 30—демпферна пружина; 31—вал приводу підкачуючого насосу; 32—шайба блокування вала регулятора.

В секції паливного насосу високого тиску є втулка 20 з головою 17, плунжер-розподільвач 22, дозатор 21 (регулювальна втулка), пружина 25 з тарілкою і зубчата втулка 24. Головка, з'єднана з втулкою штифтами і гайкою 19, кріпиться в корпусі насоса чотирма шпильками. В головку вкручені три штуцери 18 з нагнітальним і зворотним (розвантажувальним) клапанами і пружинами. Полірований плунжер-розподільвач входить у втулку з дуже малим зазором (0,0010...0,0022 мм), а між дозатором і плунжером-розподільвачем ще менший зазор-0,0002...0,0013 мм. На зовнішній поверхні дозатора є паз. За допомогою поводка, що входить в цей паз, дозатор переміщується по плунжеру-розподільвачу

вгору і вниз, що і забезпечує зміну подачі палива. У втулку дозатор встановлюють через її бокове вікно.

Паливна камера насоса відокремлена від масляної ущільнюючими гумовими кільцями В масляній камері розташовані кулачковий вал і штовхачі 27. Від провертання в корпусі штовхачі утримуються направляючими гвинтами. Вал насоса спирається на два кулькових підшипника і обертається від розподільчих шестерень дизеля через автоматичну муфту випередження впорскування палива. Разом з валом виконані дві кулачкові шайби (кожна для своєї секції) з трьома виступами А.

Плунжер-розподільвач піднімається виступами кулачка, а опускається пружиною 25. Одночасно з цим він повертається навколо своєї вісі. Обертання йому передається через пару конічних шестерень, вал регулятора 15 з його циліндричною шестернею, проміжну шестерню 16 і зубчасту втулку 24, встановлену на квадрат нижньої частини плунжера-розподільника.

У втулці 6 секції виконані наповнююче Ж (рис. 3.6) і три розподільчих Г отвори, які сполучаються з нагнітальними каналами Д, що ведуть до штуцерів. Осьовий канал И плунжера-розподільвача через розподільчий паз В з'єднує надплунжерну порожнину Е по чергово з нагнітальними каналами Д. Через відсічний отвір К (коли він не закритий дозатором) канал И з'єднується з відсічною порожниною Б.

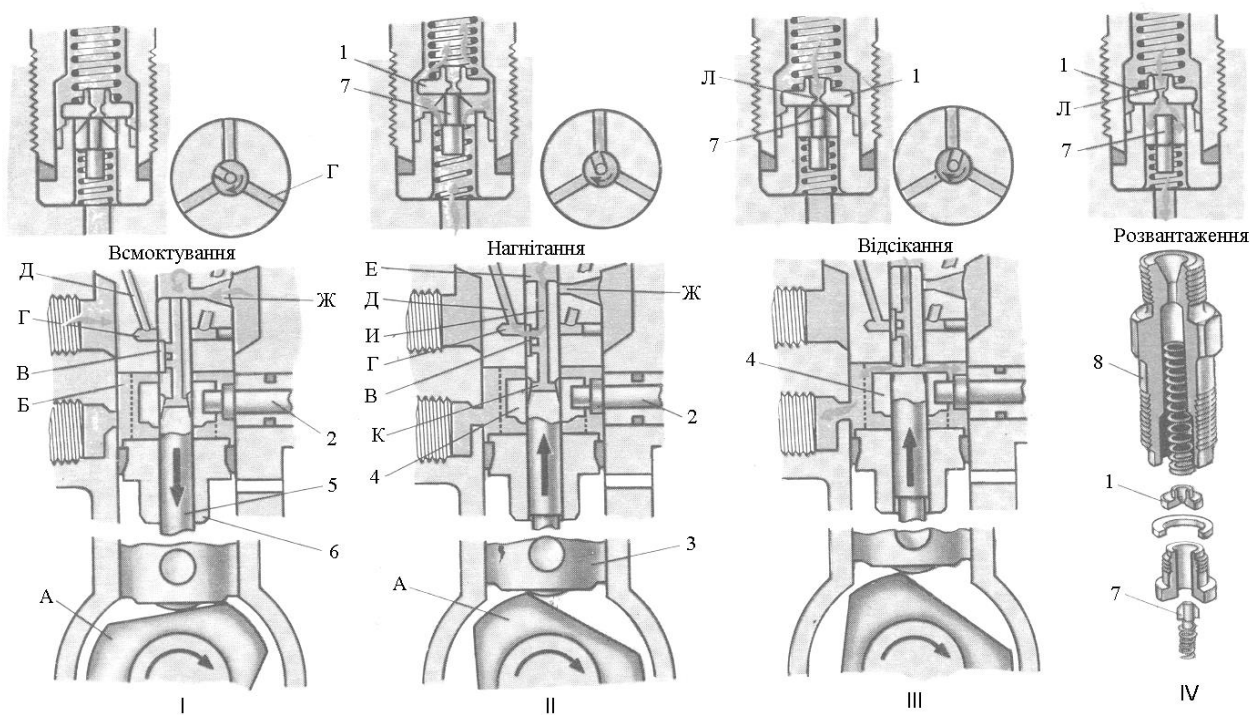


Рисунок 3.6 - Схема роботи розподільчого насоса типу НД:

(21)1 - нагнітальний клапан; (22)2 - поводиток дозатора; (3)3 – штовхач; (4)4 – дозатор; (8)5 – плунжер-розподільвач; (9)6 – втулка; (20)7 - зворотний (розвантажувальний) клапан; (7)8 – штуцер; I - всмоктування; II - нагнітання; III - відсічка; IV - розвантаження.

В роботі розподільчих паливних насосів розрізняють хід всмоктування і хід нагнітання.

Хід всмоктування (схема I) здійснюється при опусканні плунжера-розподільвача. Відсічний отвір К перекритий дозатором і в надплунжерній порожнині Е створюється розрідження. В той момент, коли плунжер відкриває наповнюючий отвір Ж, в надплунжерну порожнину втулки з порожнини низького тиску насоса надходить паливо.

Хід нагнітання (схема II): плунжер-розподільник, повертаючись, піднімається штовхачем З, і частина палива витискається назад в порожнину низького тиску. Коли плунжер-розподільник перекриє наповнюючий отвір Ж, в надплунжерній порожнині створюється тиск, а розподільчий паз В плунжера-розподільвача, що обертається, наближається до розподільчого отвору Г втулки. Коли паз підійде до цього отвору, з порожнини Е, проходячи канал И, паз В і отвір Г, паливо надходить в нагнітальний канал Д. Тут воно піднімає клапани 7 і 1 і по паливопроводу нагнітається в форсунку. Подача палива продовжується до початку виходу відсічного пазу К з дозатора 4 (схема III) — виникає відсікання: нагнітальний клапан 1 опускається в сідло, і зворотний рух палива припиняється. Але під дією надлишкового тиску в паливопроводі невелика частина палива надходить по свердленню Л до зворотного клапану 7, відтискає його від нагнітального клапана (схема IV) і виходить в підклапанну порожнину, розвантажуючи тим самим паливопровід від надлишкового тиску.

Кількість палива, що подається насосом, регулюється переміщенням дозатора по плунжеру-розподільвачу (чим вище встановлено дозатор, тим більше подається паливо, тому що збільшується активний хід плунжера-розподільвача, і відсікання настає пізніше). Сама велика подача відповідає крайньому верхньому положенню дозатора. При переміщенні його в крайнє нижнє положення наповнюючий отвір Ж втулки перекриється плунжером-розподільвачем лише тоді, коли відсічний отвір К вже вийшов з дозатора. Тому подачі не буде, а паливо з порожнини Е через порожнину Б повернеться в підкачуючий насос.

Вали всіх паливних насосів приводяться в обертання через розподільчі шестерні.

Для стабілізації потужнісних і економічних показників в діапазоні чисел обертів, а також для покращення пускових якостей дизеля паливний насос комплектується автоматичною муфтою. Муфта автоматично встановлює оптимальний кут випередження впорскування палива в залежності від числа обертів двигуна.

Муфта автоматична (рисунок 7) – відцентрового типу, складається з напівмуфти ведучої 1 із запресованою в неї втулкою 2, двох пружин 7, регулювальних прокладок 9, вантажів 6, напівмуфти веденої 5 із запресованими в неї осями вантажів 8, кожуха 4, кільця ушульнюючого 10, кільця стопорного 3.

При нерухомому приводі пальці ведучої напівмуфти 1 під дією пружини 7 тиснуть на фігурні пази вантажів 6, зсуваючи їх до упору.

При роботі двигуна з малим числом обертів колінчатого вала обертання від приводу через кулачки напівмуфти ведучої на вал насоса передається без помітного зміщення вантажів. При цьому пальці напівмуфти ведучої, діючи на вантажі і через них на осі 8 напівмуфти веденої 5, передають обертання на вал насоса.

Із збільшенням числа обертів двигуна відцентрова сила вантажів 6 збільшується, і вони починають розходитися, повертаючись на осях 8 напівмуфти веденої 5. При цьому вантажі, впираючись фігурними пазами на пальці напівмуфти ведучої 1, переборюючи опір пружин 7, скорочують відстань між пальцями і осями напівмуфти 1 і 5. Це викликає поворот кулачкового вала в сторону обертання відносно приводного вала, що забезпечує збільшення кута випередження впорскування палива.

При максимальному числі обертів вала насоса вантажі розсуваються до упора в стінки кожуха; при цьому забезпечується найбільший кут випередження впорскування палива.

При зниженні обертів двигуна кут автоматично відповідно зменшується.

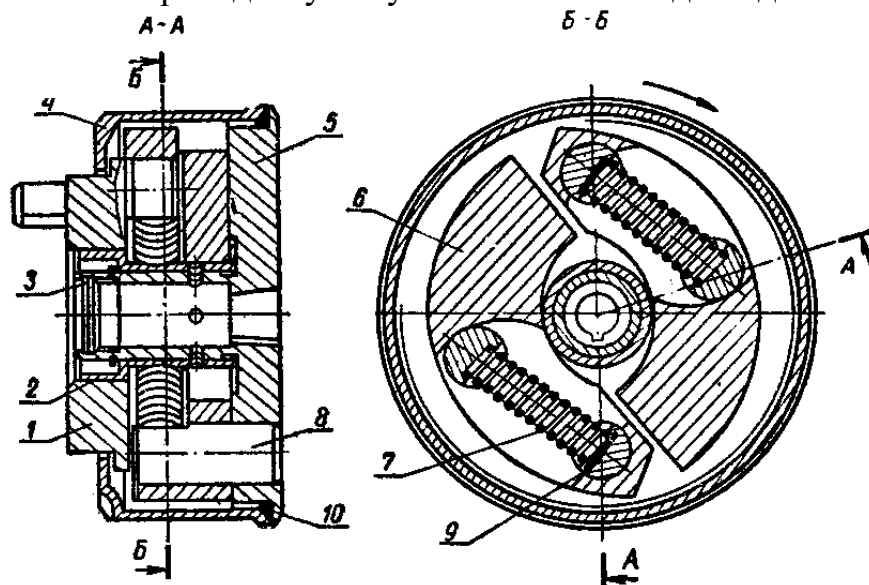


Рисунок 3.7 – Автоматична муфта випередження впорскування палива: 1 - напівмуфта ведуча; 2 - втулка ведучої напівмуфти; 3 - кільце стопорне; 4 - кожух муфти; 5 - напівмуфта ведена; 6 - вантаж муфти автоматичної; 7 - пружина муфти автоматичної; 8 - вісь вантажу; 9 - прокладка пружини регульовальна; 10 - кільце ущільнюоче.

Для підтримання заданого швидкісного режиму дизеля паливні насоси мають спеціальний прилад — регулятор. На дизелях вітчизняного виробництва застосовують механічні відцентрові регулятори. По принципу роботи регулятори можуть бути одно-, дво- та всережимні.

Однорежимний регулятор налаштовують на обмеження максимальної частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Дворежимний регулятор працює при максимальній і мінімальній частотах, а всережимний - при будь-якій частоті обертання.

На тракторних і автомобільних дизелях застосовують всережимні регулятори.

Всі регулятори, крім основних функцій, забезпечують збільшення подачі палива при перенавантаженні дизеля (корекцію) і різке збільшення подачі палива при пуску (збагачення).

Збільшення подачі при перенавантаженні виконується коректором. Наявність цього пристрою забезпечує таке збільшення на 15...20 % в порівнянні з подачею при

номінальній потужності дизеля. Пусковий збагачувач збільшує подачу палива приблизно вдвічі.

Конструкцію найбільш розповсюдженого регулятора паливного насоса УТН-5 наведено на рисунку 8.

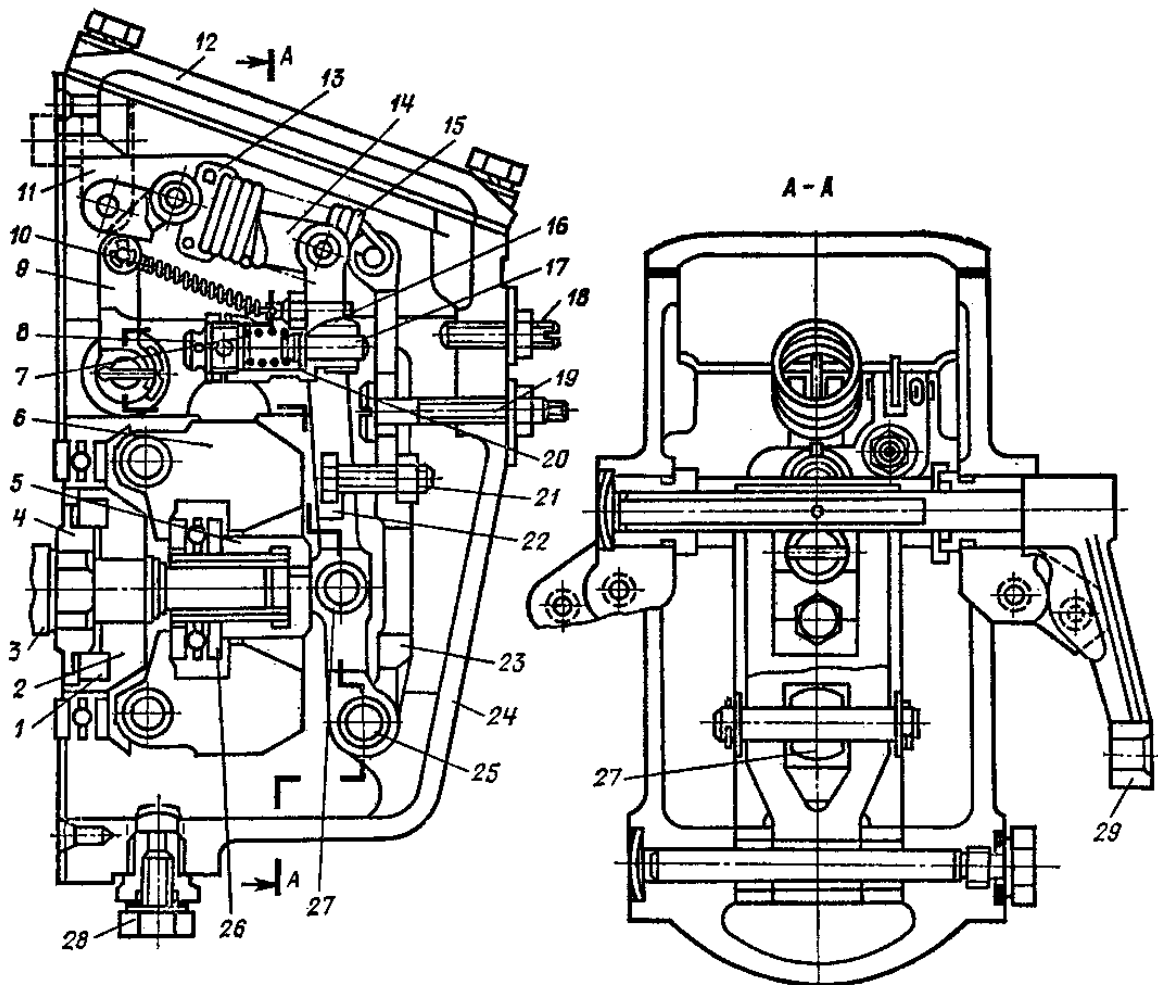


Рисунок 3.8 - Всережимний регулятор насоса УТН-5: 1 - сухар; 2 - маточина; 3 - кулачковий вал; 4 - упорна шайба; 5 - муфта; 6 - вантаж; 7 - пружина коректора; 8 - гвинт коректора; 9 - важіль пружини регулятора; 10 - пружина пускового збагачувача; 11 - рейка паливного насоса; 12 - кришка; 13 - серга; 14 - тяга; 15 - пружина; 16 - шпилька кріплення пружини збагачувача; 17 - шток коректора; 18 - шпилька; 19 - болт номінальної частоти обертання колінчастого вала; 20 - корпус коректора; 21 - болт; 22 - проміжний важіль; 23 - основний важіль; 24 - корпус регулятора; 25 - вісь; 26 - упорний кульковий підшипник; 27 - бочкоподібний ролик; 28 - зливна пробка; 29 - важіль керування

Регулятор складається з коректора подачі палива і автоматичного збагачувача. В корпусі 24 регулятора на осі 25 встановлені основний 23 і проміжний 22 важелі. Основний важіль з'єднаний через пружину 15 регулятора і важіль 9 пружини з важелем 29 керування подачею палива. Верхня частина проміжного важеля 22 з'єднана тягою 14 з рейкою 11. Коректор паливоподачі, встановлений на проміжному важелі, включає в себе корпус 20, шток 17, пружину 7 і гвинт 8. Пружиною 10 збагачувача зв'язуються проміжний важіль і важіль 9. За допомогою болта 19 номінальної частоти обертання колінчастого вала обмежують переміщення

основного важеля в сторону збільшення подачі, а гвинтом 18 регулюють вимикання подачі палива. Болтом 21 створюють необхідне відносне переміщення важелів. За допомогою гвинта 32 обмежують поворот важеля 29 і, отже, натягнення пружин регулятора. На маточині 2 змонтовані вантажі 6, які через упорний підшипник 26 і муфту 5 діють на проміжний і основний важелі.

Схема роботи регулятора наведена на рисунку 3.9.

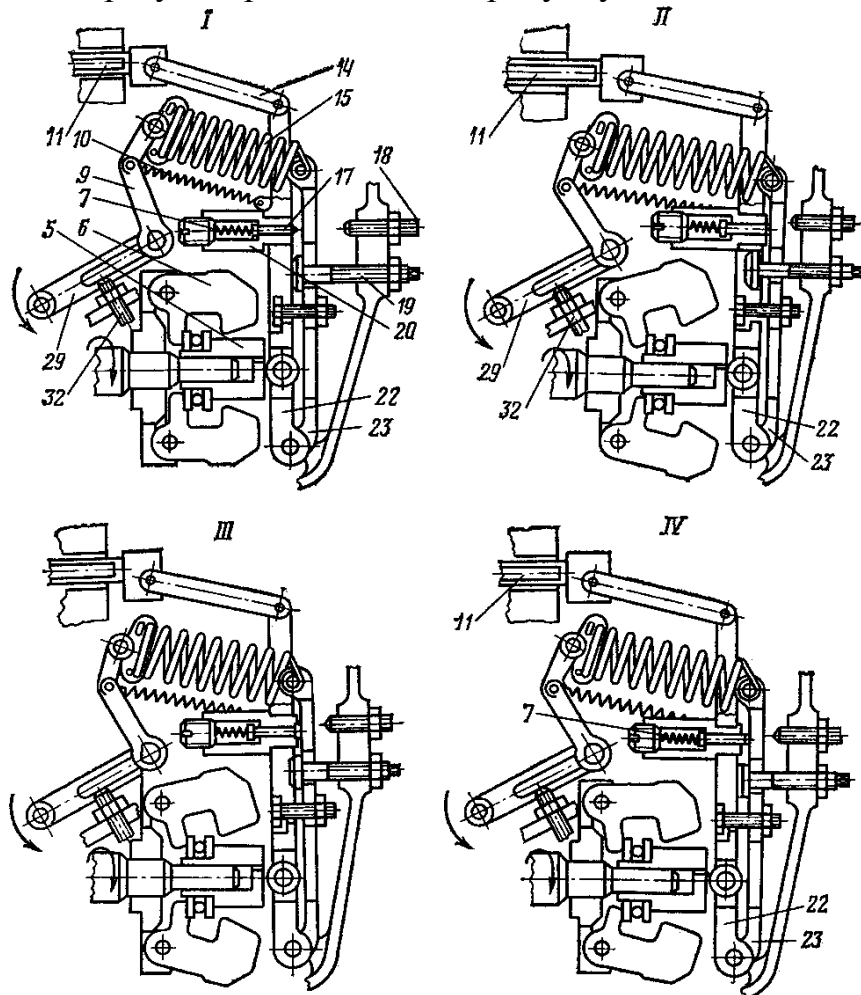


Рисунок 3.9 - Схема роботи регулятора: I - положення важелів і вантажів при пуску дизеля; II - при максимальній частоті обертання колінчастого вала на холостому ході дизеля; III - при номінальній частоті обертання; IV - при перенавантаженні дизеля. Інші позначення – див. рис. 3.8.

При пуску дизеля (I) важіль 29 повернутий до упора в гвинт 32. При цьому одночасно розтягуються пружини 15 регулятора і 10 збагачувача. Пружина регулятора притискає основний важіль до головки болта 19, а пружина збагачувача переміщує проміжний важіль, тягу 14 і рейку 11 до максимальної подачі палива.

Після пуску двигуна (II) тягарці під дією відцентрової сили розходяться і через муфту, переборюючи опір пружин 15 і 10, пересувають проміжний важіль, а отже і рейку, доки не наступить рухома рівновага і встановиться подача для роботи на максимальній частоті холостого ходу.

При збільшенні навантаження на дизель до номінального (III) частота обертання колінчастого вала починає падати, зусилля, що передається від відцентрової сили через муфту на проміжний важіль, зменшується і основний

важіль переміщується до упора в головку болта 19. Разом з ним пересувається і проміжний важіль, в результаті чого збільшується подача палива і досягається номінальний режим роботи дизеля.

При короткочасному перенавантаженні (IV) і незмінному положенні важеля 29 частота обертання колінчастого вала дизеля починає різко знижуватися і відцентрова сила тягарців зменшується. Сила їх дії на проміжний важіль різко падає, а пружина 7 коректора виштовхує шток 17 коректора, який спирається в основний важіль, а проміжний важіль переміщується від основного на збільшення циклової подачі палива.

Такий режим називають режимом максимального крутного моменту.

Для зупинки двигуна важіль 29 переміщують до кінця по ходу годинникової стрілки. При цьому від зусилля пружини 15 переміщується основний важіль до упора в шпильку 18, а від відцентрової сили тягарців, що обертаються, пересувається в крайнє положення проміжний важіль, а разом з ним і рейка. Таким чином, відключається подача.

Регулятор паливних насосів типу НД розташований вертикально і в ньому є три пружин: пружина 8 (рис. 3.10) регулятора, пружина 15 коректора і пружина 3 збагачувача. Всережимність регулятора досягається зміною зусилля головної пружини.

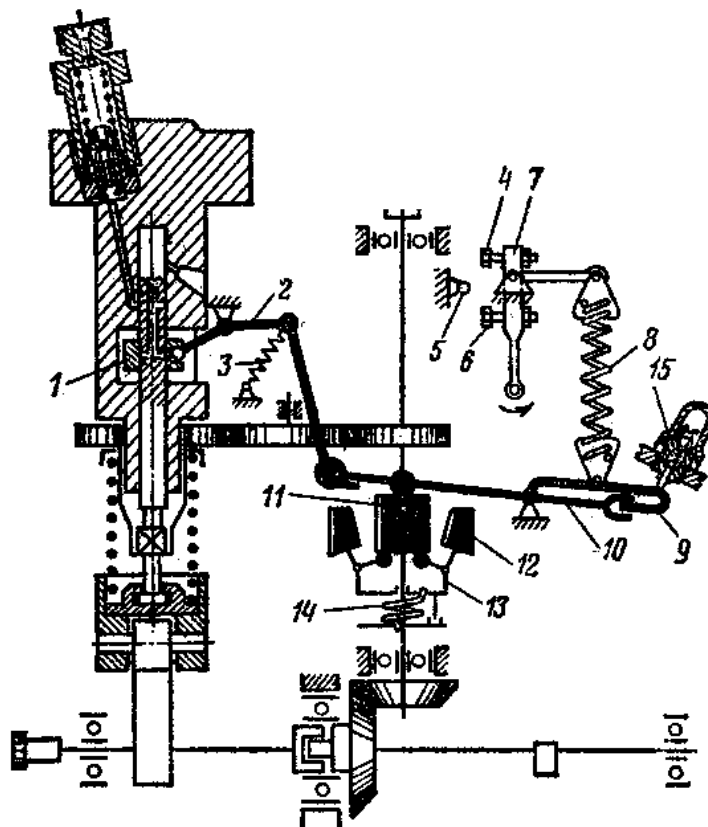


Рисунок 3.10 – Схема дії регулятора паливного насоса типу НД: 1 - дозатор; 2 - привід дозатора; 3 - пружина збагачувача; 4 - болт максимальної частоти обертання; 5 - упор; 6 - болт вимикання подачі палива; 7 - важіль керування; 8 - головна пружина; 9 - важіль коректора; 10 - основний важіль; 11 - муфта регулятора; 12 - тягарців; 13 - хрестовина тягарців; 14 - демпферна пружина; 15 - пружина коректора

При перевантаженні пружина коректора стискається, і важіль 10 регулятора повертається проти ходу годинникової стрілки, переміщуючи дозатор 1 вгору.

Розвантаження дизеля супроводжується збільшенням частоти обертання — муфта 11 регулятора рухається вгору, а дозатор донизу. Подача палива зменшується. Пружина 14 — амортизуючий ланцюг в приводі регулятора.

Форсунки здійснюють впорскування палива в циліндри.

На дизелях застосовують закриті форсунки двох типів (багатосоплові і штифтові) залежно від розпилювачів, що використовуються. Закритими форсунки називають тому, що надходження палива до розпилювального сопла форсунок перекрите голчастим клапаном - голкою, притиснутою до сидла пружиною. Голку і пружину з деталями, які передають зусилля на голку та регулювальний гвинт для зміни натягу пружини називають запірним механізмом.

На більшості дизелів встановлюють багатосоплові форсунки закритого типу (ФД-22), гідрокеровані, тобто запірний механізм цих форсунок відкриває доступ паливу до сопел розпилювача тільки за певного тиску.

Форсунки розпилюють і розподіляють паливо в камерах згоряння. Розпилювання протікає за рахунок великої швидкості руху палива, що знаходиться під високим тиском, тертя при русі скрізь розпилюючі отвори і зіткнення з гарячим вихором стиснутого повітря.

Форсунки дизелів, що вивчаються, закриті багатоструминні. Закритою її називають тому, що в проміжках між впорскуваннями отвір для виходу палива закривається голкою, а багатоструминною тому, що воно виходить струменями з трьох, чотирьох або п'яти розпилюючих отворів. Ці отвори розташовані під різними кутами до вісі, забезпечуючи рівномірне розподілення палива по всьому об'єму камери згоряння.

Форсунка ФД-22 встановлена на дизелях Д-240 и СМД-62. Її корпус 2 (рис. 3.11) і основна частина (розпилювач) 1 з'єднані між собою. Розпилювач складається з голки і корпусу, в якому просвердлені чотири розпилюючих отвори діаметром 0,32 мм (Д-240) або 0,34 мм (СМД-62).

Конус голки спирається на конус корпусу розподілювача, роз'єднуючи його паливопідводячі канали і розпилюючі отвори. В корпус 2 вставлені штанга 3, пружина 9 і вкручена гайка 7, на різьбі якої кріпиться ковпак 5. Фланець корпусу форсунки одягається на дві шпильки головки циліндрів і притискається до неї гайками.

Паливо подається в форсунку по трубці високого тиску через її штуцер, проходить запобіжний фільтр 10 і по каналу корпусу 2, кільцевої канавки і каналу корпусу розпилювача надходить в кільцевий карман під конус голки. Далі по кільцевому зазору між голкою і корпусом розпилювача паливо надходить в порожнину, розташовану над запираючим конусом голки.

Коли тиск в кармані і порожнині, направлений вгору на конуси голки, долає силу опору пружини 9, голка піднімається на 0,23...0,30 мм (до упору її торець в корпус 2), і паливо з великою швидкістю нагнітається скрізь отвори. В той момент, коли в насосі припиняється подача палива, тиск в кармані і порожнині різко падає. Тому стиснута пружина швидко опускає голку запираючим конусом в сидло, і

впорскування миттєво припиняється. В порожнині під конусом голки палива не залишається, форсунка не підтікає.

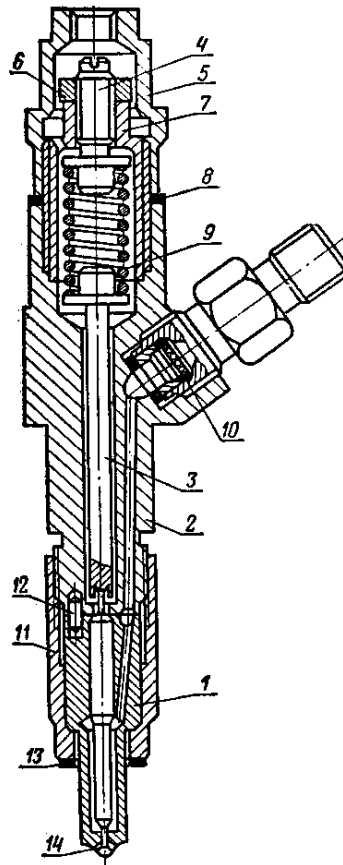


Рисунок 3.11 - Форсунка: 1 — розпилювач; 2 — корпус форсунки; 3 — штанга; 4 — гвинт регулювальний; 5 — ковпак форсунки; 6 — контргайка; 7 — гайка регулювальна; 8 — прокладка; 9 — пружина; 10 — фільтр; 11 — гайка розпилювача; 12 — штифт установочний; 13 — прокладка форсунки; 14 — соплові отвори.

Тиск, при якому починається впорскування палива (17,5 МПа), встановлюють регулювальним гвинтом 4. Під дією високого тиску невелика частина палива просочується між голкою і корпусом розпилювача в порожнину пружини 9. Звідси воно відводиться по зливним отворам і трубці, наприклад в паливний бак.

Паливопроводи високого тиску. Паливопроводи високого тиску виготовляють із сталі. Вони мають внутрішній діаметр 2 мм і товщину стінок 2,5 мм. Поверхню їх оксидують для запобігання корозії. На кінцях трубки є потовщення з конусною поверхнею для з'єднання з конусними отворами в штуцерах. Їх закріплюють накидними гайками на секції паливного насоса і форсунці.

Паливопідкачувальний насос під тиском 0,07...0,10 МПа подає паливо з бака насоса, долаючи гідравлічний опір фільтрів і трубопроводу.

На дизелях застосовують в основному поршневі паливопідкачувальні насоси. Насос приводиться у дію від ексцентрика кулачкового вала паливного насоса високого тиску.

Паливопідкачувальний насос приводиться в дію від колінчастого вала ексцентриком. Може застосовуватися і автономний електродвигун, що живиться від

генератора. Застосовуються різні конструкції паливопідкачувальних насосів: шестеренні, плунжерні і лопатеві. Найбільше розповсюдження в дизельних двигунах отримали плунжерні насоси.

Плунжерний паливопідкачувальний насос (рис. 3.12) складається з корпуса 5, всередині якого переміщується плунжер 7 (поршень). Переміщення плунжера в один бік (вгору) протікає під дією ексцентрика 12 через ролик 11, штовхач 10 і шток 8, що упирається в плунжер. При їх русі стискаються пружини 6 і 9. Переміщення плунжера в інший бік (донизу) протікає при дії пружини 6, а пружина 9 забезпечує постійний контакт ролика штовхача з ексцентриком. Таким чином, при обертанні ексцентрика плунжер буде здійснювати зворотно-поступальне переміщення.

При переміщенні плунжера 7 під дією пружини 6 донизу (найменша величина ексцентриситету ексцентрика 12) паливо під плунжером витискається в нагнітаючу магістраль. В порожнині над плунжером утворюється розрідження, під дією якого відкривається впускний клапан 4 і паливо надходить з паливного баку в надплунжерну порожнину. Обертаючись, ексцентрик переміщує ролик з штовхачем і штоком, переміщуючи плунжер вгору. При русі плунжера вгору під тиском палива в порожнині над поршнем впускний клапан закривається, а нагнітальний клапан 1 — відкривається і паливо заповнює порожнину під поршнем. При подальшому обертанні ексцентрика плунжер під дією пружини переміщується донизу, витискаючи паливо в нагнітальну магістраль — до фільтру тонкого очищення.

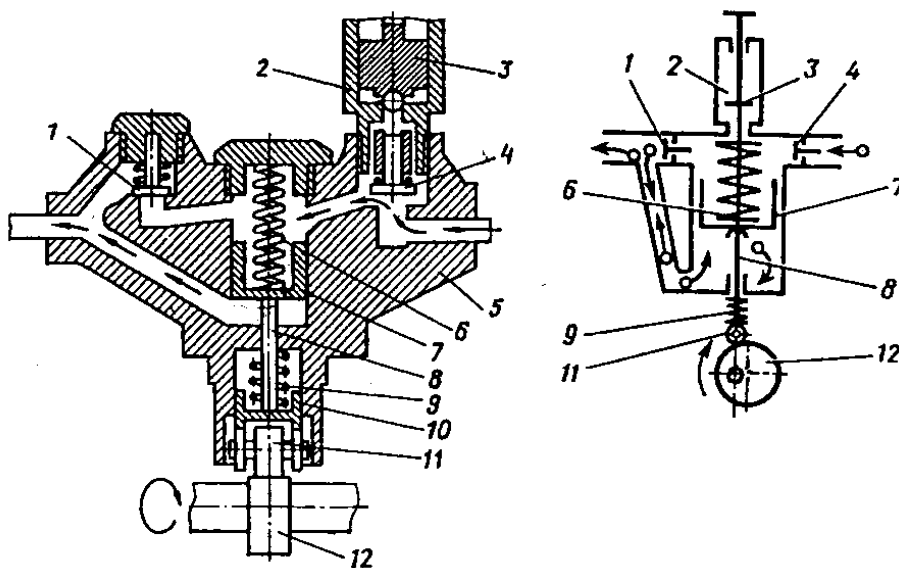


Рисунок 3.12 – Схема роботи паливопідкачувального насосу

Насос ручного прокачування 2 встановлюється на вході в паливопідкачувальний насос. Приводиться він в дію вручну штоком з поршнем 3: при переміщенні поршня вгору під ним утворюється розрідження, відкривається впускний клапан 4 і паливо заповнює підпоршневий простір; при переміщенні поршня донизу впускний клапан закривається, а нагнітальний клапан відкривається і паливо надходить до фільтру тонкого очищення. Після прокачування паливної магістралі поршень 3 переводиться в нижнє положення до упору і фіксується різьбовою головкою.

Паливо перед надходженням у паливний насос високого тиску фільтрується двічі — у фільтрах грубого і тонкого очищення.

Фільтр тонкого очищення очищує паливо від дрібних механічних домішок і води. Застосовують фільтри двох видів: набір декількох фільтруючих елементів, встановлених в одному корпусі, і двохсекційні фільтри, паливо через які проходить послідовно. В першому вигляді паливного фільтра тонкого очищення фільтруючі елементи встановлюються в корпус у вигляді обойми і працюють паралельно. Фільтруючі елементи нерозбірні, виготовлені з гофрованого спеціального папіру. Другий вид фільтрів має дві, а інколи і три секції, що працюють послідовно. На деяких двигунах такі фільтри можуть працювати і паралельно. Фільтруючі елементи розміщуються в окремих корпусах. В дизелях СМД-60 перша ступінь очищення складається з двох паралельно працюючих фільтрів (рис. 3.13), друга ступінь вважається контрольною і складається з одного фільтра, включеного послідовно першої ступені.

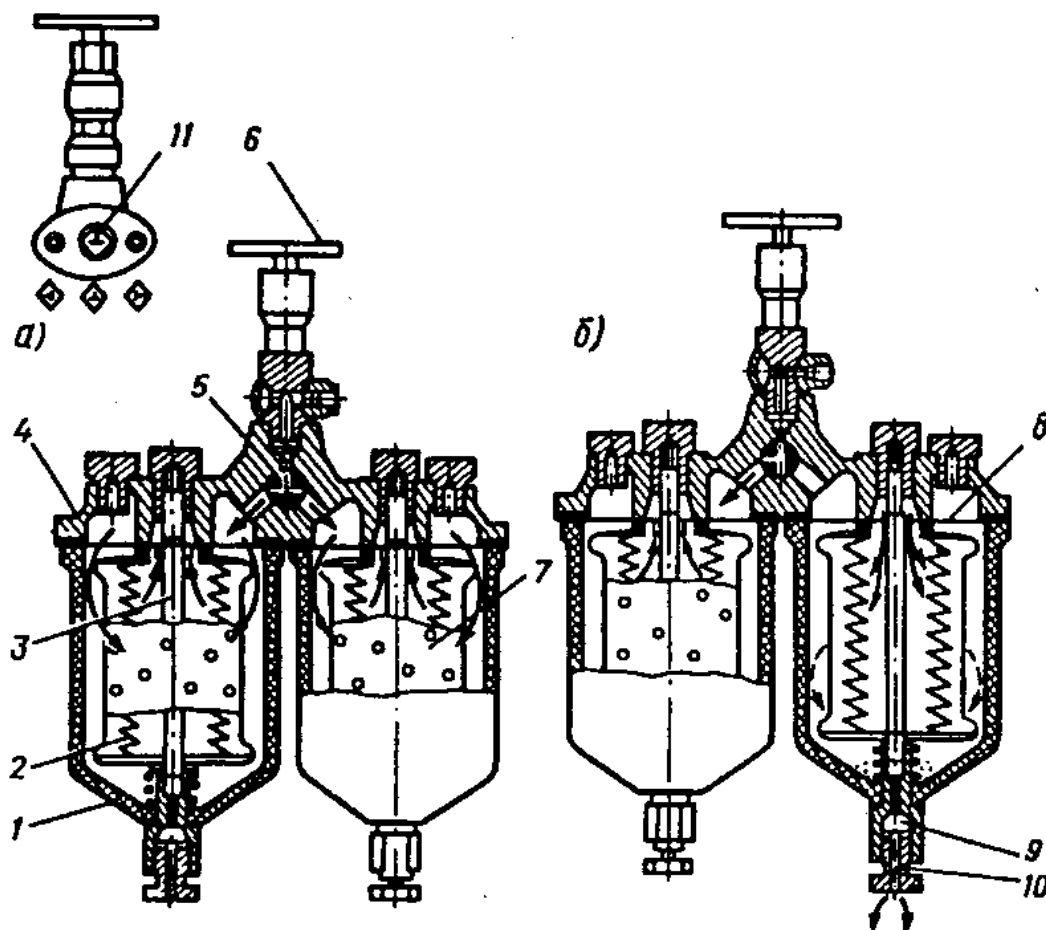


Рисунок 3.13 - Паливний фільтр тонкого очищення:

а — робота двох фільтрів; б — промивка правого фільтра; 1 — корпус фільтра; 2 — фільтруючий елемент; 3 — стяжний гвинт; 4 — кришка фільтра; 5 — кран режиму роботи; 6 — маховичок крана випускання повітря; 7 — обичайка; 8 — прокладка; 9 — запорна куля; 10 — зливний отвір; 11 — хвостовик крана перемикання режимів

Фільтри тонкого очищення, розташовані в двох корпусах, при забрудненні можна промивати, не знімаючи фільтр. В кришці фільтра вмонтований кран, який

може бути встановлений в робоче положення і на промивання. Під час промивання потік палива в першій секції змінюється на зворотний. В цьому випадку один фільтр працює на очищення і живить двигун, що працює на холостому ході, а другий фільтр промивається. Брудне паливо зливається через зливну пробку. Промивають фільтр, доки з нього не піде чисте паливо. Фільтри з фетру, бавовнопаперової пряжі і синтетики не промивають, а замінюють новими.

При забрудненні фільтру тонкого очищення тиск у випускному трубопроводі паливопідкачуючого насосу підвищується, відповідно підвищується тиск в підплунжерній порожнині. В цьому випадку плунжер не зможе переміститися під дією пружини і штовхач зі штоком будуть рухатися вхолосту доки не впаде тиск на виході насоса. Таким чином, плунжер з пружиною виконують роль запобіжного клапана паливопроводу низького тиску.

Паливний бак виготовляють з листової сталі найчастіше штампуванням і зварюванням. Ємність бака приймають з розрахунку роботи двигуна протягом 8...10 годин. Бак обладнують витратним краном. Забірна трубка вварена у дно бака так, що вхідний отвір у цю трубку розміщений вище від дна, що запобігає можливості потрапляння відстою через витратний кран у систему живлення. Бак має горловину для заправлення паливом, у якій розміщений сітчастий фільтр. У кришці горловини виконують отвір для підведення повітря до бака в міру витрачання з нього палива.

3.4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В ході виконання роботи студент повинен ознайомитись із загальною будовою, компоновкою та стислими характеристиками систем живлення найбільш поширених дизельних двигунів (СМД – 60, Д – 240, КамАЗ - 740) та відповісти на контрольні запитання.

Після ознайомлення з теоретичною частиною, плакатами, загальними видами та розрізами двигунів студент повинен виконати та представити до захисту звіт з практичної роботи.

3.5 ЗМІСТ ЗВІТУ ТА ПОРЯДОК ЗАХИСТУ РОБОТИ

В звіті студент повинен на підставі завдання, виданого викладачем:

- виконати схему системи живлення двигуна;
- дати її стисло характеристику, в якій слід зазначити характерні особливості конструкції основних агрегатів, приладів та деталей, а саме:
 - 1) тип системи живлення (відокремлена чи невідокремлена);
 - 2) дати характеристику фільтрів системи живлення (спосіб фільтрації палива у фільтрі грубого очищення, кількість фільтруючих елементів у фільтрі тонкого очищення);
 - 3) характеристика паливопідкачуючого насоса (тип насоса, від чого виконується привод та де встановлюється насос);
 - 4) характеристика форсунок (тип форсунок, тиск вприскування форсунки, спосіб регулювання тиску вприскування);
 - 5) характеристика паливного насоса високого тиску (тип насоса: розподільний чи рядний, від чого здійснюється привод насоса, число плунжерних

секцій, максимальний тиск нагнітання, спосіб дозування палива, кількість циліндрів, до яких подається паливо однієї плунжерною секцією);

6) характеристика регулятора (тип регулятора – дворежимний, та всережимний, розміщення регулятора в насосі);

7) дати характеристику автоматичної муфти випередження впорскування (тип муфти, кут, на який змінюється початок нагнітання палива)

3.6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які агрегати входять до системи живлення дизелів.
2. Призначення системи живлення дизелів.
3. Конструкція паливного бака.
4. Тип та особливості конструкції фільтрів грубого очищення?
5. Які фільтруючі елементи використовуються у фільтрах тонкого очищення палива?
6. З якого матеріалу виготовляються паливопроводи високого та низького тиску.
7. Як під'єднуються паливопроводи до агрегатів системи живлення?
8. Принцип дії паливопідкачувального насосу.
9. Від чого здійснюється привод паливопідкачувального насосу?
10. Які типи насосів високого тиску застосовуються на автотракторних дизелях?
11. Чим відрізняються рядні паливні насоси високого тиску від розподільних?
12. Спосіб дозування палива в розподільних насосах високого тиску?
13. Спосіб дозування палива в рядних насосах високого тиску?
14. Яке призначення нагнітального клапану?
15. Яке призначення автоматичної муфти випередження впорскування палива?
16. Яке призначення регулятора?
17. Які регулятори застосовуються в паливних насосах високого тиску?
18. Як працює плунжерна пара?
19. Якого типу використовуються форсунки автотракторних дизелів?
20. Як працює форсунка?
21. Як впливає кількість та діаметр отворів на якість розпилювання палива?
22. Як регулюється тиск впорскування палива на форсунках?
23. Що таке установочний кут випередження впорскування палива?
24. Як установлюється кут випередження впорскування палива?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4

СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОННИМ УПРАВЛІННЯМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

4.1 МЕТА РОБОТИ

В результаті виконання роботи студент повинен вивчити загальну будову системи живлення двигунів із впорскуванням легкого палива. Ознайомитись із класифікацією, компоновкою та стислими характеристиками системи живлення найбільш поширених двигунів із впорскуванням легкого палива, керованих електронікою.

4.2 ОБЛАДНАННЯ РОБОЧОГО МІСЦЯ

Учбово-методична література, плакати, розрізи агрегатів системи живлення двигунів із впорскуванням палива.

4.3 СТИСЛІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Загальні положення. Система впорскування керована електронікою дає змогу оптимізувати процес сумішоутворення, тобто подача палива може здійснюватися більш оптимально за місцем, часом і потрібною кількістю. В порівнянні з карбюратором така система дозволяє рівномірно розподілити паливо в циліндрах двигуна, забезпечити краще наповнення циліндрів через зменшення опору системи впуску, підвищує економичність та екологічність двигуна за рахунок приготування суміші нормального складу в режимі середніх навантажень.

Системи впорскування можна класифікувати за:

місцем підведення палива – центральне одноточкове впорскування, розподілене багато точкове впорскування, безпосереднє впорскування в циліндри двигуна;

способом подавання палива – безперервне та переривчасте впорскування;

способом регулювання складу суміші – механічне, електронно-механічне, електронне;

наявністю зворотного зв'язку – із зворотним зв'язком (λ - регулювання), без зворотного зв'язку.

На сучасних автомобілях в основному використовуються системи розподіленого (багатоточкового) переривчастого впорскування з електронним керуванням типу (L-Jetronic). Дана система є найдосконалішою, оскільки підвищує економичність і поліпшує динаміку автомобіля, знижує токсичність відпрацьованих газів.

Розглянемо будову системи впорскування на прикладі двигуна ВАЗ 2112 з нормами токсичності відпрацьованих газів відповідно Євро-3.

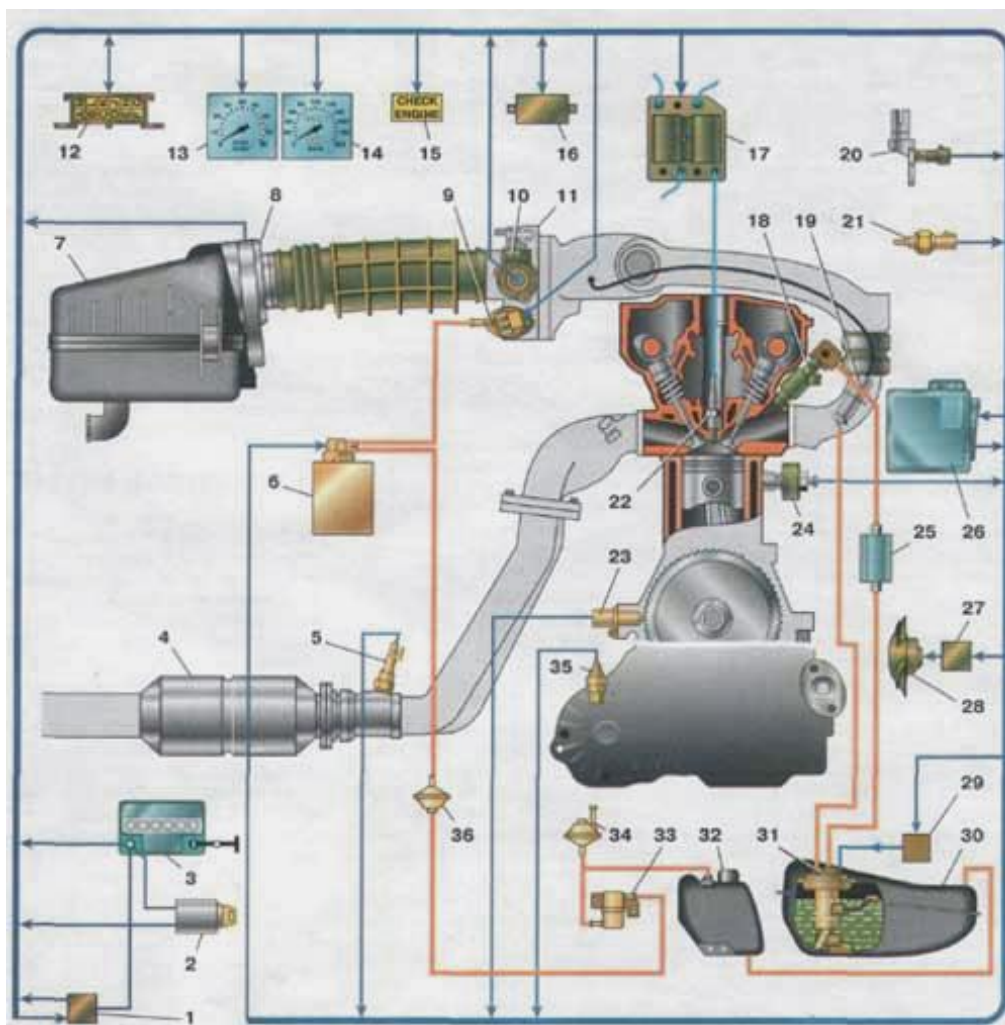


Рисунок 4.1 - Схема системи впорскування двигуна ВАЗ 2112: 1 - реле запалення; 2 - вимикач запалення; 3 - акумуляторна батарея; 4 - нейтралізатор; 5 - датчик концентрації кисню; 6 - адсорбер з електромагнітним клапаном; 7 - повітряний фільтр; 8 - датчик масової витрати повітря; 9 - регулятор холостого ходу; 10 - датчик положення дросельної заслінки; 11 - дросельний вузол; 12 - колодка діагностики; 13 - тахометр; 14 - спідометр; 15 - контрольна лампа "CHECK ENGINE"; 16 - блок керування імобілайзером; 17- модуль запалення; 18 - форсунка; 19 - регулятор тиску палива; 20 - датчик фаз; 21 - датчик температури охолоджувальної рідини; 22 - свічка запалення; 23 - датчик положення колінчастого валу; 24 - датчик детонації; 25 - паливний фільтр; 26 - контролер; 27 - реле включення вентилятора; 28 - електровентилятор системи охолодження; 29 - реле включення електробензонасосу; 30 - паливний бак; 31 - електробензонасос з датчиком рівня палива; 32 - сепаратор парів бензину; 33 - гравітаційний клапан; 34 - запобіжний клапан; 35 - датчик швидкості; 36 - двоходовий клапан.

До цієї системи входить підсистема подачі палива, подачі повітря, електронна система керування та система випуску відпрацьованих газів.

Підсистема подачі палива (рис. 4.2) складається з електробензонасоса, паливного фільтра тонкого очищення, паливо проводів – подавального та зливного, рампи форсунок, регулятора тиску палива.

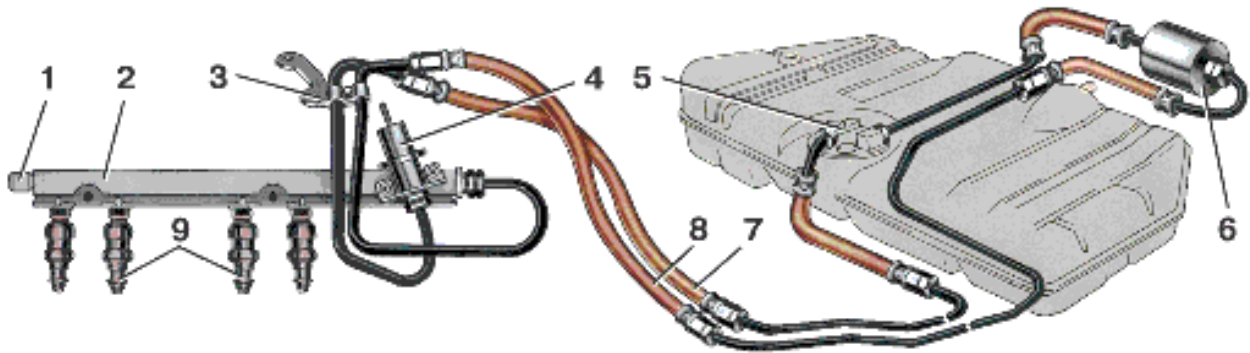


Рисунок 4.2 – Підсистема подачі палива: 1 - пробка штуцера для контролю тиску палива; 2 - рампа форсунок; 3 - скоба кріплення паливних трубок; 4 - регулятор тиску палива; 5 - електробензонасос; 6 - паливний фільтр; 7 - зливний паливопровід; 8-подавальний паливопровід; 9 –форсунки.

Електробензонасос турбінного типу (рис. 4.4), встановлений в паливному баку і входить до складу модулю бензонасосу (рис. 4.3), до якого також входить фільтр грубого очищення палива і датчик рівня палива.

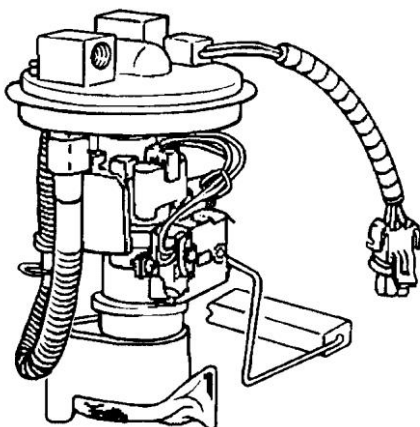


Рисунок 4.3 – Модуль бензонасосу

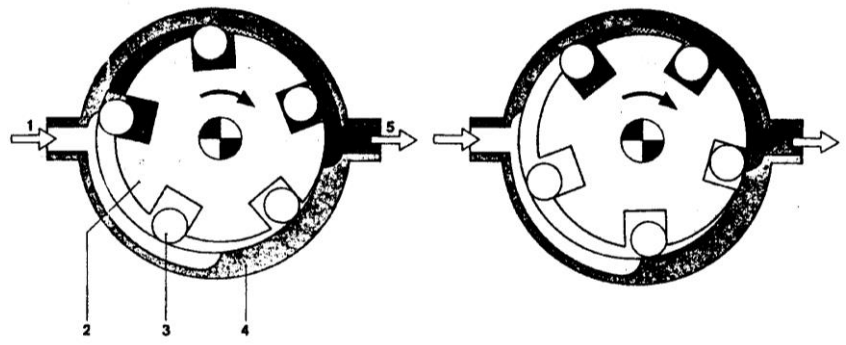


Рисунок 4.4 - Бензонасос: а – електробензонасос; б - секція подачі палива; 1 – всмоктувальна частина; 2 – ротор; 3 – ролик; 4 – корпус насоса; 5 – нагнітальна секція.

Насос подає паливо через магістральний паливний фільтр тонкого очищення до рампи форсунок. Надлишок палива зливається в бензобак по окремій зливній лінії. Бензонасос включається контролером через реле в момент повертання ключа запалення.

Паливний фільтр тонкого очищення (рис. 4.6) вбудований в подавальну магістраль між бензонасосом та рампою форсунок. Фільтр має сталевий корпус з різьбовими штуцерами з обох торців. Фільтрувальний елемент виготовляється з паперу та призначений для вловлювання частинок забруднень.

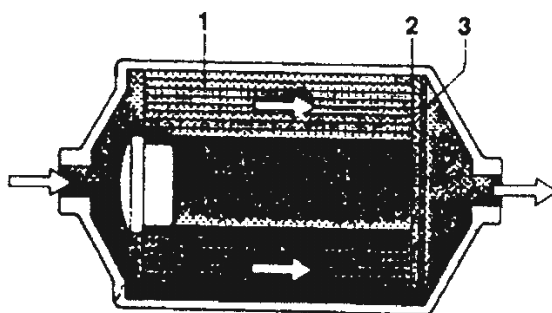


Рисунок 4.5 – Фільтр тонкого очищення: 1 – паперовий фільтрувальний елемент; 2 – сітка; 3 – опорна пластина.

Рампа форсунок - представляє собою пустотілу планку до якої подається паливо, а з неї до форсунок. На рампі форсунок встановлюється діагностичний штуцер для контролю тиску палива.

Регулятор тиску палива (рис. 4.6) представляє собою мембранний запобіжний клапан, який встановлюється на кінці рампи форсунок.

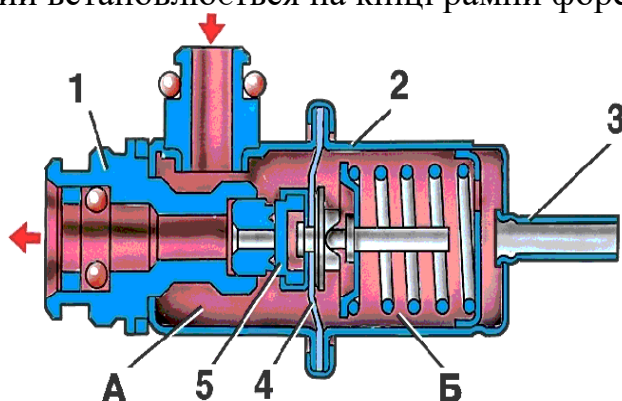


Рисунок 5.6 - Регулятор тиску палива: 1 - корпус; 2-кришка; 3-патрубок для вакуумного шланга; 4 - діафрагма; 5 - клапан; А - паливна порожнина; Б - вакуумна порожнина.

На діафрагму регулятора діє з одного боку тиск палива, з іншого тиск пружини регулятора і тиск розрідження у впускному трубопроводі двигуна.

Функція регулятора полягає в підтриманні постійного тиску палива на форсунках. Регулятор також компенсує зміну навантаження двигуна, збільшуючи тиск палива при збільшенні тиску у впускному трубопроводі (при збільшенні кута відкриття дросельної заслінки). При зменшенні тиску у впускному трубопроводі (зменшення відкриття дросельної заслінки) регулятор зменшує тиск палива у рампі форсунок, при цьому клапан регулятора переливає палива у паливний бак. При включеному запалюванні і непрацюючому двигуні тиск палива складає 0,28...0,32 МПа

Форсунка системи розподіленого впорскування (рис. 4.7) являє собою електромагнітний пристрій, що керується контролером і дозує паливо під тиском у впускний трубопровід двигуна. Форсунки кріпляться на рампі за допомогою пружинних фіксаторів, верхні і нижні кінці форсунок герметизуються ущільнювальними кільцями.

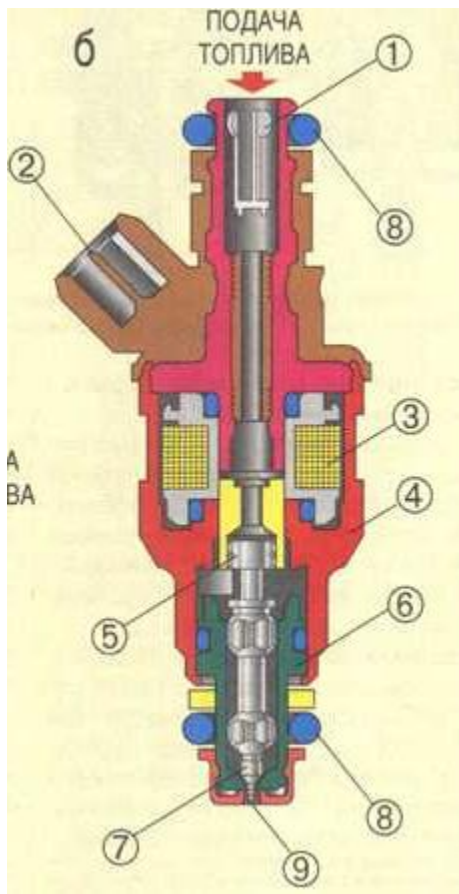


Рисунок 4.7: 1 - фільтр, 2 - електричний роз'єм, 3 - обмотка електромагніта, 4 - корпус форсунки, 5 - сердечник, 6 - корпус клапана, 7 - клапан, 8 – ущільнювальне кільце, 9 – розпилювальний отвір.

Контролер відкриває керуючим сигналом електромагнітний клапан форсунки, при цьому паливо проходить через і направляючу пластину, що забезпечує розпилювання палива. Струм палива спрямовується на впускний клапан. До попадання палива в камеру згорання відбувається його випаровування та змішування з повітрям.

Підсистема подачі повітря включає повітряний фільтр, дросельний патрубок і впускний трубопровід.

Повітряний фільтр встановлений в передній частині підкапотного простору і закріплений на гумових опорах. Фільтруючий елемент фільтра – паперовий з великою площею фільтруючої поверхні. Зовнішнє повітря засмоктується через патрубок забору повітря, розміщений під корпусом фільтра. Потім повітря проходить через фільтруючий елемент, датчик масової витрати повітря шлангу впускної труби, дросельний патрубок. Після дросельного патрубку повітря спрямовується в канали ресивера впускного трубопроводу, потім в головку циліндрів та в циліндри.

Дросельний патрубок системи розподіленого впорскування (рис. 4.8) закріплений на ресивері. Він дозує кількість повітря, що надходить у впускну трубу. Надходженням повітря у двигун керує дросельна заслінка, з'єднана з приводом педалі акселератора.

Дросельний патрубок має в своєму складі датчик положення дросельної заслінки і регулятор холостого ходу. В проточній частині дросельного патрубка (за дросельною заслінкою) знаходяться отвори розрідження необхідні для роботи системи вентиляції картера на холостому ходу і адсорбера вловлювання парів бензину.

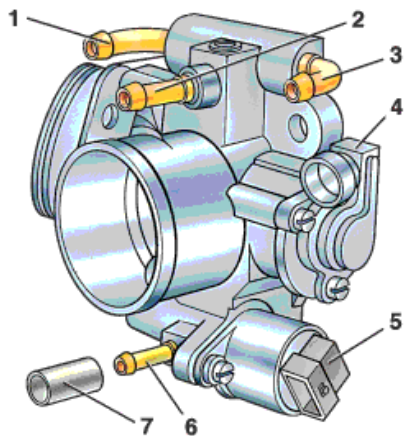


Рисунок 4.8 - Дросельний патрубок: 1 - патрубок підведення охолоджувальної рідини; 2 - патрубок системи вентиляції картера на холостому ходу; 3-патрубок для відведення охолоджувальної рідини; 4 - датчик положення дросельної заслінки; 5 - регулятор холостого ходу; 6 - штуцер для продування адсорбера; 7 -заглушка.

Підсистема випуску відпрацьованих газів

До підсистеми випуску відпрацьованих газів входять випускні канали в головці циліндрів, випускний трубопровід, прийомна труба, каталітичний нейтралізатор, додатковий та основний глушники.

Загалом випускна система з системою впорскування аналогічна карбюраторним двигунам та відрізняється встановленням каталітичного нейтралізатора (рис. 4.9).

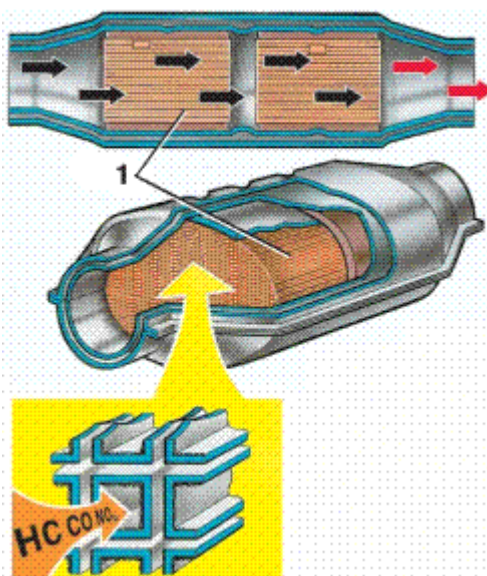


Рисунок 4.9 - Нейтралізатор: 1 - керамічний блок з каталізаторами.

Каталітичний нейтралізатор забезпечує виконання норм вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах відповідно норм Євро 2 і вище. Застосування каталізатора дає значне зниження викидів вуглеводнів, окису вуглецю і окислів азоту з відпрацьованими газами за умов точного керування процесом згорання у двигуні.

Для прискорення процесу перетворення вуглеводнів, окислу вуглецю та окислів азоту в нетоксичні з'єднання нейтралізатор має окислювальний та відновлювальний каталізatori. Окислювальним каталізатором є платина. Вона сприяє окисленню вуглеводнів і окису вуглецю, що містяться у відпрацьованих газах у водяний пар і двоокис вуглецю. Відновлювальним каталізатором є родій. Він прискорює хімічну реакцію відновлення азоту з окислів азоту. При відновленні азоту виділяється кисень. В той же час кисень потребується для нейтралізації вуглеводнів і окису вуглецю. Тому для ефективної роботи нейтралізатора необхідне точне підтримання балансу паливо повітряної суміші, що подається у двигун, яке корегується за допомогою датчика кисню. Підвищений остаточний вміст кисню у відпрацьованих газах (при згоранні бідної суміші) ускладнює відновлення азоту. Занижений вміст кисню (багата суміш) ускладнює окислення окису вуглецю і вуглеводнів. Лише точний баланс паливо повітряної суміші забезпечує ефективну нейтралізацію всіх трьох токсичних компонентів.

Можливою причиною виходу з ладу нейтралізатора є використання етилованого бензину, а також прокладок, що містять силікон і застосування деяких типів моторних масел, що містять сірку і фосфор.

Електронна система керування двигуном (ЕСКД) складається з датчиків параметрів стану двигуна, контролера та виконавчих пристроїв. Схема системи представлена на рис. .

СХЕМА ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ

Датчики	Контроллер		Виконавчі пристрої
	Вхідні параметри	Функції керування	
<u>Датчики синхронізації</u>			
Датчик положення колінчастого валу (ДПКВ)	Положення колінчастого валу Швидкість обертання колінчастого валу	Паливоподача	Електробензонасос Паливні форсунки
Датчик фаз (ДФ)	Положення розподільчого валу	Запалення	Модуль запалення
<u>Датчики навантаження</u>			
Датчик положення дросельної заслінки (ДПДЗ) Датчик масової витрати повітря (ДМВП)	Положення дросельної заслінки Масова витрата повітря	Регулювання оборотів холостого ходу Продування адсорбера	Регулятор холостого ходу Клапан продування адсорбера
<u>Датчики температури</u>			
Датчик температури охолоджувальної рідини (ДТОР) Датчик температури повітря (ДТП)	Температура охолоджувальної рідини Температура повітря	Вентиляція радіатора системи охолодження	Вентилятор системи охолодження
<u>Датчики зворотного зв'язку</u>			
Керуючий датчик кисню (КДК), він же λ -зонд	Наявність кисню перед нейтралізатором	Корекція паливоподачі керування нагрівальним елементом КДК	Нагрівач КДК
Діагностичний датчик кисню (ДДК)	Наявність кисню після нейтралізатора	Керування нагрівачем ДДК	Нагрівач ДДК
Датчик детонації (ДД)	Ступінь детонації	Корекція кута випередження запалення	Модуль запалення
<u>Датчики режиму руху</u>			
Датчик швидкості автомобіля (ДШ)	Швидкість автомобіля	Інформація про швидкість автомобіля	Маршрутний комп'ютер
Датчик нерівної дороги (ДТП)	Нерівномірність навантаження	Інформація про нерівномірність навантаження	Модуль запалення

Рисунок 4.10 – Схема електронної системи керування двигуном.

Електронна система керування двигуном складається з датчиків параметрів стану двигуна, контролерів та виконавчих пристроїв (рис. 4.10).

Датчики синхронізації

Датчики повороту колінчастого валу (ДПКВ). Датчик встановлений біля шківів привода генератора в приливі блоку. Він видає контролеру інформацію про кутове положення колінчастого валу й момент проходження поршнями 1-го й 4-го циліндрів ВМТ. Датчик - індуктивного типу, реагує на проходження зубів диска, виконаних на шківу привода генератора. Зуби розташовані на диску з інтервалом 6° . Для синхронізації із ВМТ два зуби з 60 зрізані, утворюючи западину. При проходженні западини повз датчик у ньому генерується так званий "опорний" імпульс синхронізації. Зазор між сердечником датчика і зубами повинен перебувати в межах $1 \pm 0,2$ мм.

Датчик фаз (ДФ). Розподільний вал управляє впускними й випускними клапанами двигуна. Частота його обертання у два рази нижча, ніж частота обертання колінчастого валу. Коли поршень наближається до верхньої мертвої точки, то по положенню колінчастого валу (показання ДПКВ) неможливо визначити, на якому такті роботи двигуна це відбувається: на такті стиснення чи на такті випуску відпрацьованих газів. Ця інформація актуальна для системи фазованого впорскування, де подача палива здійснюється через одну форсунку в той циліндр, де відбувається такт стиснення безпосередньо перед відкриттям впускного клапана.

Щоб контролер міг чітко визначати, якою з форсунок йому треба управляти в цей момент, використовується сигнал датчика положення розподільного вала. Його ще називають датчиком фаз. У системах керування двигуном автомобілів ВАЗ використовується датчик на основі ефекту Холу. Його принцип роботи аналогічний датчику безконтактної системи запалювання карбюраторних двигунів ВАЗ-21083. ДФ формує імпульс у той момент, коли такт стиснення доводиться на перший циліндр.

Датчики навантаження

Датчик масової витрати повітря (ДМВП). Датчик масової витрати повітря призначений для перетворення кількості повітря, що надходить у двигун, у напругу постійного струму. Інформація датчика дозволяє визначити режим роботи двигуна й розрахувати циклове наповнення циліндрів повітрям на сталих режимах роботи двигуна, тривалість яких перевищує 0,1 секунди.



Рисунок 4.11 - Датчик масової витрати повітря

Чутливий елемент датчика побудований за принципом терморезистивного анемометра й виконаний у вигляді платинової нитки, що нагрівається струмом. Нитка нагрівається електричним струмом, а за допомогою термодатчика й схеми управління датчика, її температура вимірюється й підтримується постійною. Якщо через датчик потік повітря збільшується, то платинова нитка починає охолоджуватися, схема управління датчика збільшує струм нагрівання нитки, поки температура її не відновлюється до початкового рівня, у такий спосіб величина струму нагрівання нитки пропорційна витраті повітря. Вторинний перетворювач датчика перетворює струм нагрівання нитки у вихідну напругу постійного струму. Із часом нитка забруднюється, що приводить до зміщення градуовальної характеристики датчика. Для очищення нитки від бруду після вимикання двигуна (при виконанні певних умов) нитка пропалюється до 900—1000°C імпульсом струму протягом 1 секунди.

Датчик має пластмасовий корпус, виконаний у вигляді патрубку із прохідним перетином 60 мм у діаметрі, на кінцях патрубка встановлені захисні ґрати. У трубці корпуса розміщений чутливий елемент датчика (платинова нитка) і терморезистор.

Датчик масової витрати повітря має вбудований датчик температури повітря (ДТВ). При аварії ДМВП його показання ігноруються, розрахунок іде по аварійних таблицях.

Датчик положення дросельної заслінки (ДПДЗ). Сигнал ДПДЗ використовується контролером системи керування двигуном для розрахунку кутового положення дросельної заслінки. ДПДЗ монтується на дросельному патрубку, при повороті дросельної заслінки її вісь передає свій рух на датчик. ДПДЗ являє собою резистор потенціометричного типу. На одне плече потенціометра подається опорна напруга з контролера, друге плече з'єднане з “масою”. Третій контакт датчика з'єднаний з рухливим контактом потенціометра. Вихідний сигнал ДПДЗ змінюється пропорційно куту повороту дросельної заслінки. Мінімальне значення напруги датчика, встановлене контролером на режимі холостого ходу, використовується як початок відліку, тобто 0% відкриття дросельної заслінки. За сигналом ДПДЗ контролер визначає поточний режим роботи двигуна. Повністю закрита дросельна заслінка відповідає режиму холостого ходу. При більших кутах відкриття дросельної заслінки відбувається перехід на режим роботи, при якому досягається максимальний момент або максимальна потужність двигуна. При проміжних значеннях відкриття дросельної заслінки (режим часткових навантажень) контролер підтримує стехіометричний склад паливоповітряної суміші. За сигналами ДПКВ і ДПДЗ контролер визначає навантаження двигуна. Цей параметр використовується для розрахунку паливоподачі й кута випередження запалювання у випадку несправності ДМВП. Для компенсації короткочасного збіднення паливоповітряної суміші при швидкому відкритті дросельної заслінки контролер розраховує добавку до базової паливоподачі, використовуючи інформацію про збільшення сигналу ДПДЗ.

Датчики температури

Датчики температури повітря (ДТВ). Датчик вбудований у датчик масової витрати повітря. Чутливим елементом датчика є термістор (резистор, що змінює

опір залежно від температури), встановлений у потоці повітря. Вихідний сигнал датчика температури повітря являє собою напругу постійного струму в діапазоні 0...5 В, величина якої залежить від температури повітря, що проходить через датчик. Контролер використовує показання датчика для розрахунку тривалості імпульсів упорскування палива. Особливе значення це має при пуску двигуна. При несправності датчика температури контролер заміняє його показання фіксованим значенням (45° С).

Датчик температури охолоджуючої рідини. Датчик встановлений у потоці охолоджуючої рідини двигуна на патрубку, що відводить. Чутливим елементом датчика температури охолоджуючої рідини є термістор, тобто резистор, електричний опір якого змінюється залежно від температури.

Датчики зворотного зв'язку

Керуючий датчик кисню. Датчик встановлений у прийомній трубці системи випуску відпрацьованих газів. Кисень, що міститься у відпрацьованих газах, створює різницю потенціалів на виході датчика, що змінюється приблизно від 0,1 В (багато кисню - бідна суміш) до 0,9 В (мало кисню - багата суміш). За сигналом від датчика кисню контролер корегує подачу палива форсунками так, щоб склад відпрацьованих газів був оптимальним для ефективної роботи нейтралізатора (напруга кисневого датчика - близько 0,5 В). Для нормальної роботи датчик кисню повинен мати температуру не нижче 360°С, тому для швидкого прогріву після запуску двигуна в нього вбудований нагрівальний елемент. Контролер постійно видає в ланцюг датчика кисню стабілізовану опорну напругу $0,45 \pm 0,10$ В. Поки датчик не прогрітий, опорна напруга залишається незмінною. При цьому контролер управляє системою упорскування ігноруючи показання датчика кисню. Як тільки датчик прогріється, він починає змінювати опорну напругу. Тоді контролер відключає нагрівач датчика й починає враховувати сигнал датчика кисню.

Найпоширеніший тип - цирконієвий кисневий датчик. По суті він є перемикачем, що різко міняє свій стан на рубежі 0,5% кисню в складі вихлопних газів. Ця кількість кисню відповідає ідеальному стехіометричному співвідношенню повітря/паливо 14.7:1. Прогрітий датчик (більше 300 °С) при кількості кисню менш 0,5% сигналізує про багату суміш, а при кількості кисню більше 0.5% - про бідну суміш. Якщо блок керування визначає сигнал бідної суміші - паливо додається. Якщо в наступний вимірювальний період блок керування бачить сигнал багатой суміші - то подача палива зменшується. У такий спосіб стан системи постійно коливається навколо оптимальної величини й подача палива налаштовується за практичними результатами згоряння. Це дозволяє системі адаптуватися до різних умов роботи.

Діагностичний датчик кисню (ДДК). Для зниження вмісту вуглеводнів, окису вуглецю й окислів азоту у відпрацьованих газах, використовується каталітичний нейтралізатор. Контролер стежить за окислювально-відновними властивостями нейтралізатора, аналізуючи сигнал діагностичного датчика кисню (ДДК), встановленого після нейтралізатора. ДДК працює за тим же принципом, що й УДК. Сигнал, що генерується ДДК, указує на наявність кисню після нейтралізатора. Якщо нейтралізатор працює нормально, показання ДДК будуть значно відрізнятися від показань УДК.

Датчик детонації (ДД). У двигунах внутрішнього згорання з іскровим запалюванням за певних умов можуть виникнути аномальні процеси згорання, які приводять до зниження потужності й коефіцієнта корисної дії двигуна. Це небажане явище називається детонацією і є наслідком samozапалювання ще не охопленої полум'ям свіжої паливоповітряної суміші. При цьому швидкість поширення полум'я може бути вище 2000 м/с, у той час як швидкість нормального згорання становить близько 30 м/с. При такому ударному згоранні в камері створюється високий тиск. При тривалій детонації підвищений тиск і термічне навантаження можуть привести до механічних ушкоджень прокладки головки блоку циліндрів, поршня й головки в зоні клапанів. Характерні коливання детонаційного згорання реєструються датчиком детонації, перетворюються в електричний сигнал і передаються в контролер системи керування двигуном. Конструктивно датчик детонації являє собою акселерометр, тобто пьезокерамічний прилад, що перетворює енергію механічних коливань блоку циліндрів двигуна в електричний сигнал. Інакше кажучи, це приймач звукових коливань у твердих тілах. При виникненні вібрації інерційна маса впливає на пьезоелемент із відповідною частотою й зусиллям, у результаті виникнення пьезоефекту на контактах з'являється електричний сигнал. У контролері вихідний сигнал датчика детонації піддається спеціальній обробці для виявлення моменту виникнення детонаційного згорання паливоповітряної суміші. Велике значення має місце установки датчика детонації на двигуні. При його виборі керуються наступними критеріями:

- сигнали детонації від кожного циліндра не повинні сильно різнитися за рівнем;
- рівень сигналу повинен мати достатню для його подальшої обробки величину;
- перешкоди, що виникають від інших шумів працюючого двигуна, повинні бути мінімальними.

Важливими характеристиками датчика детонації є: температурний діапазон. Датчик повинен бути працездатним при температурі до 150—200°C.

Датчики руху

Датчик швидкості (ДС). Для роботи системи керування двигуном необхідна інформація про рух автомобіля. Про наявність руху й швидкості автомобіля контролер робить висновок по сигналах з датчика швидкості. Він установлюється на коробці передач і видає шість імпульсів на один метр руху автомобіля. У цьому датчику також використовується ефект Холу, а вихідні параметри сигналів ідентичні сигналам датчика фаз. Сигнал з датчика швидкості подається не тільки в контролер системи керування двигуном, але й на бортовий комп'ютер, якщо такий встановлюється на автомобілі.

Датчик нерівної дороги. Датчик нерівної дороги розташований у моторному відсіку на лівій стійці передньої підвіски. Датчик призначений для виміру коливань кузова автомобіля. Принцип його дії заснований на пьезоефекті. Виникаючі при русі автомобіля по нерівній дорозі коливання кузова впливають на кутову швидкість обертання колінчастого вала. Створені при цьому коливання частоти обертання колінчастого вала схожі на ті коливання, які виникають при пропуску запалювання. Для виключення цієї помилки контролер при перевищенні сигналу датчика нерівної

дороги певного порога відключає функцію діагностики пропусків запалювання, ігноруючи сигнали датчика детонації.

Контролер

Система керування двигуном управляється контролером, який представляє собою мінікомп'ютер спеціального призначення. Він містить три види пам'яті: оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП), програмований постійний запам'ятовуючий пристрій (ППЗП) і електрично програмований запам'ятовуючий пристрій (ЕПЗП). ОЗП використовується комп'ютером для зберігання поточної інформації про роботу двигуна і її обробку. Також в ОЗП записуються коди несправностей. Ця пам'ять енергозалежна, тобто при відключенні живлення від акумулятора її вміст стирається. ППЗП містить власне програму (алгоритм) роботи комп'ютера і набір так званих "карт" (maps), у яких відбита необхідна для роботи програми інформація. При цьому сама програма більш-менш стандартна для будь-якого двигуна, однак карти, що використовуються нею, унікальні для кожної моделі й кожної модифікації двигуна. Для більшої наочності можна уявити собі найпростішу програму, що працює із двома картами, одна з яких являє собою тривимірну таблицю, у якій по горизонталі (уздовж осі X) задані значення маси повітря, по вертикалі (уздовж осі Y) - значення обертів двигуна, а уздовж осі Z - значення кутів відкриття дросельної заслінки. На перетині всіх трьох колонок і стовпців таблиці проставлені значення кількості палива, яких необхідно впорснути за даних умов роботи двигуна. У другій карті, двовимірній, задані відповідності між кількістю палива й часом відкриття форсунок, у результаті із цієї карти програма може встановити тривалість електричного імпульсу, що повинен бути поданий на форсунки. У процесі роботи програма кожні декілька мілісекунд опитує датчики, порівнює отримані значення із заданими в першій карті, вибирає відповідні значення кількості палива, потім переходить до другої карти й вибирає виходячи із цього значення необхідний час відкриття форсунок. Далі подається імпульс на форсунки після цього цикл вважається завершеним. Описаний процес відрізняється від реального тем, що насправді таких карт більше й у них відбиті взаємні залежності набагато більшого числа параметрів, ніж було перераховано, у тому числі навантаження на двигун, температура двигуна, температура повітря й навіть висота над рівнем моря. Але мета роботи програми керування та ж - кінцевим результатом збору й обробки даних від датчиків повинна бути тривалість електричного імпульсу на форсунку. Таким чином, вся складність полягає не в написанні програми, яка звіряється послідовно з декількома картами й у результаті "добирається" до певного значення, а в самих картах, які повинні бути дуже точними й підібрані під конкретну модифікацію двигуна. Крім цього, контролер управляє також і кутом випередження запалювання, залежність якого від різних поточних параметрів роботи двигуна також задається відповідними картами.

В ЕПЗП записуються коди імобілайзера при „навчанні” протиугінної системи.

Зворотний зв'язок

Зворотний зв'язок у системі в системі впорскування, забезпечується лямбда-зондом (датчиком кисню). Необхідність його обумовлена тим, що які б не були точні карти, що перебувають у пам'яті комп'ютера, кожен екземпляр двигуна тією

чи іншою мірою відрізняється від інших і вимагає індивідуального підстроювання паливної системи. У процесі експлуатації двигуна також відбуваються зміни, пов'язані з його старінням і зношуванням, і які теж необхідно компенсувати. Крім цього, самі карти можуть бути складені не оптимально для деяких поєднань зовнішніх умов і режимів роботи двигуна й, таким чином, вимагати корегування. Саме ці завдання й дозволяє вирішити наявність зворотного зв'язку. Але головна мета при вирішенні всіх цих завдань - це досягнення найбільш повного згоряння паливної суміші в циліндрах двигуна для одержання найкращих характеристик його токсичності. Суть зворотного зв'язку полягає в наступному. Після того, як комп'ютер визначив необхідну кількість палива, яку потрібно впорнути в даний момент роботи двигуна виходячи з поточних умов і режиму його роботи, паливо згоряє й вихлопні гази надходять у випускну систему. У цей момент із датчика кисню зчитується інформація про вміст кисню у вихлопних газах, на підставі чого робиться висновок про склад паливної суміші та необхідність його корекції. Таким чином, комп'ютер постійно перевіряє свої розрахунки за кінцевим результатом, інформацію про який він одержує від датчика кисню, і, якщо це потрібно, виконує остаточне точне підстроювання складу паливної суміші.

Робота системи впорскування палива

Склад суміші регулюється тривалістю керуючого імпульсу, що подається на форсунки (чим триваліший імпульс, тим більша подача палива). Паливо може подаватися "синхронно" (залежно від положення колінчатого вала) і "асинхронно" (незалежно від положення колінчастого вала). Останній режим використовується при пуску двигуна. Якщо при прокручуванні двигуна стартером дросельна заслінка відкрита більш ніж на 75%, контролер сприймає ситуацію як режим продувки циліндрів (так система працює, якщо є підозра, що свічки залиті бензином) і не видає імпульси на форсунки, перекриваючи подачу палива. Якщо в ході продувки двигун почне працювати і його оберти досягнуть 400 хв-1, контролер включити подачу палива. При гальмуванні двигуном контролер збіднює суміш для зниження токсичності відпрацьованих газів, а на деяких режимах і зовсім відключає подачу палива. Подача палива відключається й при вимиканні запалювання, що запобігає samozапалюванню суміші в циліндрах двигуна (дизелінг). При зниженні напруги живлення контролер збільшує час накопичення енергії в котушках запалювання (для надійного запалювання паливної суміші) і тривалість імпульсу впорскування (для компенсації збільшення часу відкриття форсунки). При збільшенні напруги живлення час накопичення енергії в котушках запалювання й тривалість імпульсу, що подається на котушки, зменшуються. Контролер управляє включенням електроventилятора системи охолодження (через реле) залежно від температури двигуна, частоти обертання колінчастого валу й роботи кондиціонера (якщо він установлений). Електроventилятор включається, якщо температура охолоджувальної рідини перевищить 104°C або включений кондиціонер. Електроventилятор вимикається при зниженні температури охолоджуючої рідини нижче 101°C, вимиканні кондиціонера, зупинці двигуна (із затримкою в кілька секунд).

Режими роботи системи впорскування

Контролер системи керування впорскуванням із зворотним зв'язком, у процесі роботи може перебувати в одному із двох режимів керування - або в режимі замкнутого контуру (closed loop), коли він використовує інформацію датчика кисню з метою точного корегування, або в режимі розімкнутого контуру (open loop), коли він ігнорує цю інформацію. Нижче ми розглянемо основні режими роботи двигуна й режими керування.

1. *Запуск двигуна.* У момент запуску, залежно від температури як самого двигуна, так і навколишнього повітря, необхідна збагачена паливна суміш із підвищеним процентним вмістом палива. Співвідношення повітря/паливо в цьому режимі варіюється в середньому від 2:1 до 12:1. У цьому режимі контролер системи працює в режимі розімкнутого контуру.

2. *Прогрів двигуна до робочої температури.* Після запуску двигуна контролер постійно перевіряє поточну температуру двигуна й залежно від цього параметра робить розрахунок складу паливної суміші, а також встановлює необхідну величину „прогрівних” обертів за допомогою повітряного клапана ISC (Idle Speed Control). У процесі прогріву двигуна з ростом температури співвідношення повітря/паливо змінюється комп'ютером у бік збідніння, а „прогрівні” оберти також зменшуються. У цей же час відбувається розігрівання датчика кисню у випускному колекторі до робочої температури. Комп'ютер при цьому працює в режимі розімкнутого контуру.

3. *Холостий хід.* По досягненні заданої температури двигуна й за умови достатнього для роботи температури датчика кисню (датчик кисню починає видавати правильні показання тільки при температурі від 300С і вище) комп'ютер перемикається в режим замкнутого контуру й починає використовувати показання датчика кисню для підтримки стехіометричного складу паливної суміші (14.7:1), що забезпечує найменший рівень вмісту токсичних речовин у вихлопних газах.

4. *Рух з постійною швидкістю, плавне збільшення або зменшення швидкості.* У цьому випадку контролер також перебуває в режимі замкнутого контуру й використовує показання датчика кисню. Можливо розкрутити двигун хоч до 6500 хв^{-1} , наполовину натиснувши педаль газу, але контролер все рівно буде залишатися в режимі замкнутого контуру, забезпечуючи склад паливної суміші в межах приблизно від 14.5:1 до 15.9:1.

5. *Різке прискорення.* Як тільки натискається педаль газу "у підлогу" і повністю відкривається дросельна заслінку - контролер переходить у режим розімкнутого контуру. Під навантаженням система може перемкнутися в режим розімкнутого контуру трохи раніше - уже при відкритті дросельної заслінки на 68 або більше відсотків від її ходу. При цьому контролер буде підтримувати склад паливної суміші в межах від 11.9:1 до 12:1 для одержання більшої потужності.

6. *Примусовий холостий хід (гальмування двигуном).* Комп'ютер також переходить у режим розімкнутого контуру у випадках, коли поточні оберти двигуна перевищують величину обертів холостого ходу, а дросельна заслінка повністю закрита - наприклад, коли автомобіль рухається під ухил, забравши ногу з педалі газу й не виключивши передачу. При цьому контролер забезпечує збіднений склад паливної суміші.

Таким чином, більшу частину часу система перебуває в режимі замкнутого контуру, що забезпечує оптимальний склад паливної суміші. Більше того, перебуваючи в цьому режимі, контролер "самонавчається", корегуючи й модифікуючи карти, використовувані в режимі розімкнутого контуру, адаптуючи їх до поточних умов експлуатації й стану двигуна. Тобто, якщо контролер визначає, що в режимі замкнутого контуру для досягнення оптимального згоряння йому доводиться увесь час збагачувати паливо-повітряну суміш наприклад на 5% щодо базових значень, прописаних у відповідних картах, то через якийсь час, коли він упевниться в стабільності цього коригувального коефіцієнта, контролер відповідним чином модифікує самі карти, тим самим впливаючи й на сумішоутворення в режимі розімкнутого контуру. Процес "самонавчання" називається "long term fuel trim". Варто помітити, що модифіковані карти зберігаються тільки в енергозалежній пам'яті комп'ютера, тому після відключення акумулятора відновлюються заводські значення цих карт, і комп'ютер повинен "самонавчатися" заново.

4.4 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

В ході виконання роботи студент повинен ознайомитись із загальною будовою, компоновкою та стислими характеристиками найбільш поширених систем живлення двигунів із впорскуванням палива та відповісти на контрольні запитання до роботи.

Після ознайомлення з теоретичною частиною, плакатами, загальними видами та розрізами двигунів студент повинен виконати та представити до захисту звіт з проведеної роботи.

4.5 ЗМІСТ ЗВІТУ ТА ПОРЯДОК ЗАХИСТУ РОБОТИ

В звіті по роботі студент повинен на підставі завдання, виданого викладачем:

- виконати схему системи живлення двигуна;
- дати стисло характеристику системи живлення двигуна, в якій слід відобразити характерні особливості конструкції її основних агрегатів, приборів та деталей:
 - 1) характеристика системи впорскування заданого двигуна (відповідно класифікації);
 - 2) характеристика підсистеми подачі палива заданого двигуна (основні агрегати, що входять до підсистеми подачі палива, тиск в системі впорскування);
 - 3) характеристика підсистеми подачі повітря заданого двигуна (основні агрегати, що входять до підсистеми).
 - 4) який контролер застосовується в системі керування двигуном;
 - 5) які датчики має задана система керування двигуном?
 - 6) зазначити наявність зворотного зв'язку в системі керування;
 - 7) зазначити наявність каталітичного нейтралізатора;
 - 8) зазначити наявність системи вловлювання парів бензину;
 - 9) зазначити наявність системи рециркуляції відпрацьованих газів;
 - 10) описати роботу системи на різних режимах.

При захисті роботи студент повинен представити на перевірку виконаний звіт і відповіді на поставлені викладачем контрольні питання.

4.6 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Наведіть класифікацію систем живлення двигунів з впорскуванням бензину.
2. Переваги систем живлення з впорскуванням бензину перед карбюраторними.
3. Які підсистеми входять до системи впорскування бензинових двигунів?
4. Які агрегати входять в підсистему подачі палива двигунів з впорскуванням бензину?
5. Якого типу використовується бензиновий насос системи впорскування?
6. Якого типу використовуються форсунки в системах впорскування керованих електронікою?
7. Будова та принцип дії електромагнітної форсунки системи впорскування.
8. Яке призначення та конструкція рампи форсунок?
9. Яке призначення, конструкція та принцип дії регулятора тиску палива?
10. Призначення та основні складові електронної системи керування двигуном?
11. Призначення контролера системи електронної системи керування двигуном.
12. Назвіть види запам'ятовуючих пристроїв контролера та їх функціональне призначення.
13. Яке призначення, будова та місце встановлення датчика повороту колінчастого валу двигуна?
14. Яке призначення, будова та місце встановлення датчика фаз?
15. Яке призначення, будова та місце встановлення датчика масової витрати повітря?
16. Яке призначення, будова та місце встановлення датчика положення дросельної заслінки?
17. Яке призначення, будова та місце встановлення керуючого датчика кисню?
18. Яке призначення діагностичного датчика кисню?
19. Яке призначення датчика детонації?
20. Призначення та будова каталітичного нейтралізатора.
21. Як працює система впорскування на режимі пуску холодного двигуна?
22. Як працює система впорскування на номінальному режимі?
23. Як працює система впорскування на режимі максимальних навантажень?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Трактори і автомобілі. Ч.1 Автотракторні двигуни: Навч. посіб. / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев та ін.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. – К.: Вища шк., 2000. – 357 с.: іл.
2. Кісліков В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь, 1999. – 400 с.
3. Тракторы и автомобили / Под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 440 с., ил.
4. Анохин В.И. Отечественные автомобили. М.: Машиностроение, 1977. – 592 с., с ил.
5. Трактор Т – 150К (Устройство и эксплуатация). Под ред.. Б.П. Кашубы и И.А. Коваля. М., «Колос», 1976. 312 с. с ил.
6. Гельман Б.М., Москвин М.В. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили. Кн. I. Двигатели. – М.: Агропромиздат, 1987. – 287 с.: ил.
7. Гуревич А.М. , Болотов А.К., Сундицин В.И. Конструкция тракторов и автомобилей. М.: Агропромиздат, 1989.-368 с.
8. Гурыков М.В., Поляков Н.Н. Малогабаритная сельскохозяйственная техника: Справочник. М.: Машиностроение, 1994.-160 с.
9. Ксенович И.П. Тракторы МТЗ - 100 и МТЗ – 102. М.: Агропромиздат, 1986. – 256 с.
10. Тракторы ДТ – 175С/ В.П. Шевчук, Я.Ф. Ракин, В.В. Косенко и др. М.: Агропромиздат, 1988. – 335 с.
11. Тракторы МТЗ – 80 и МТЗ – 82/ И.П. Ксенович, С.Л. Кустанович, П.Н. Степанюк и др.: Под общ. ред. И.П. Ксеновича. 2 – е изд., перераб. И доп. М.: Колос, 1983. – 254 с.
12. Юрковский И.М. и Толпыгин В.А. Автомобиль КамАЗ. Устройство, техническое обслуживание, эксплуатация. М.: ДОСААФ, 1975. – 406 с.
13. Автомобили КамАЗ: Техническое обслуживание и ремонт/ В.Н. Азаматов, Е.А. Машков и др. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 352 с.
14. Сабинин А.А. Автомобили с дизельными двигателями: Учеб. Пособие. – 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. Школа, 1981. – 264 с.
15. Гладов Г.И., Петренко А.М. Тракторы: Устройство и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1999. – 222 с.
16. Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учеб./ Ю.И. Боровских, Ю.В. Буралев, К.А. Мороз, В.М. Никифоров, А.И. Фещенко – М.: Высшая школа; Издательский центр «Академия», 1997. - -528 с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для виконання практичних занять
з дисципліни «Трактори та автомобілі»
за модулем «Системи автотракторного двигуна»
для здобувачів вищої освіти
спеціальностей 201 «Агрономія», 208 «Агроінженерія»

Укладачі
Осін Р.А.
Красота М.В.