

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

АВТОМОБІЛЬНІ ДВИГУНИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю
274 – «Автомобільний транспорт»

Затверджено
на засіданні кафедри
автомобільного транспорту та
галузевого машинобудування
Протокол № 12 від 30.06.2020 р.

Чернігів ЧНТУ 2020

Автомобільні двигуни. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт» / Укл.: Кальченко В.І., Кужельний Я.В., Скляр В.М., Литвин О.О. – Чернігів: ЧНТУ, 2020. – 66 с.

Укладачі:

Кальченко Віталій Іванович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри АТ та ГМ;

Кужельний Ярослав Володимирович, кандидат технічних наук, викладач кафедри АТ та ГМ;

Скляр Василь Михайлович, асистент кафедри АТ та ГМ;

Литвин Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри АТ та ГМ.

Відповідальний за випуск:

Кальченко Віталій Іванович, завідувач кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування, доктор технічних наук, професор

Рецензент:

Венжега Володимир Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту та галузевого машинобудування Національного університету «Чернігівська політехніка»

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота №1 Системи живлення інжекторних двигунів.....	5
Лабораторна робота №2 Система живлення двигуна автомобіля з газобалонним обладнанням	13
Лабораторна робота №3 Системи живлення дизелів	23
Лабораторна робота №4 Прилади системи живлення дизелів	33
Лабораторна робота №5 Дозуючі пристрої і системи карбюратора	41
Лабораторна робота №6 Системи живлення карбюраторних двигунів	50
Лабораторна робота №7 Визначення характерних розмірів карбюратора	58
Лабораторна робота №8 Системи пуску автомобільних двигунів	62
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	66

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт призначені для здобувачів вищої освіти технічних спеціальностей вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт».

Мета лабораторних робіт – вивчення принципу роботи та будови основних механізмів і систем живлення бензинових та дизельних автомобільних двигунів, їх основних елементів, контролю і розрахунку характерних параметрів систем живлення.

При виконанні лабораторних робіт на заняттях використовуються механізми і системи живлення автомобільних двигунів, плакати, лекційний матеріал, методичні вказівки.

Успішне виконання робіт передбачає попередню самостійну підготовку до кожної роботи по основній і додатковій рекомендованій літературі та конспекту лекцій.

По кожній роботі здобувач вищої освіти зобов'язаний відповісти на контрольні питання, скласти звіт і захистити його на черговому занятті.

За змістом звіт повинен повністю відповідати характеру виконуваної лабораторної роботи, обов'язкові рисунки та схеми, вказані в роботах розрахунки відповідно до теми, що розглядається.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ІНЖЕКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Мета роботи: ознайомитися з системами живлення бензинових двигунів з інжекторним впорскуванням. Порівняти їх з бензиновими двигунами і дизелями, описаними в теорії автомобілів. Зробити висновок про переваги і недоліки їх конструкцій.

Лабораторне обладнання: плакати, схеми, конспект лекцій, засоби електронної інформації.

Теоретичні відомості

Конструкції бензинових двигунів з інжекторними системами живлення з'явилися у першій половині 1990-х років, майже повністю витіснили застарілі карбюраторні двигуни, перевершивши їх по багатьох параметрах: економічності, пускових властивостях тощо. Відсутність карбюратора знижує опір впускної системи, підвищує рівномірність розподілу палива по циліндрах і зменшує неоднорідність паливо-повітряної суміші, що надходить в циліндри двигуна. Це дозволяє підвищити ступінь стискування, а отже, літрову потужність і економічність двигуна.

Упорскуючі паливні системи класифікують за наступними ознаками: за місцем підведення палива; за способами подачі палива і регулювання кількості суміші. Класифікацію систем упорскування представлено на рисунку 1.1.

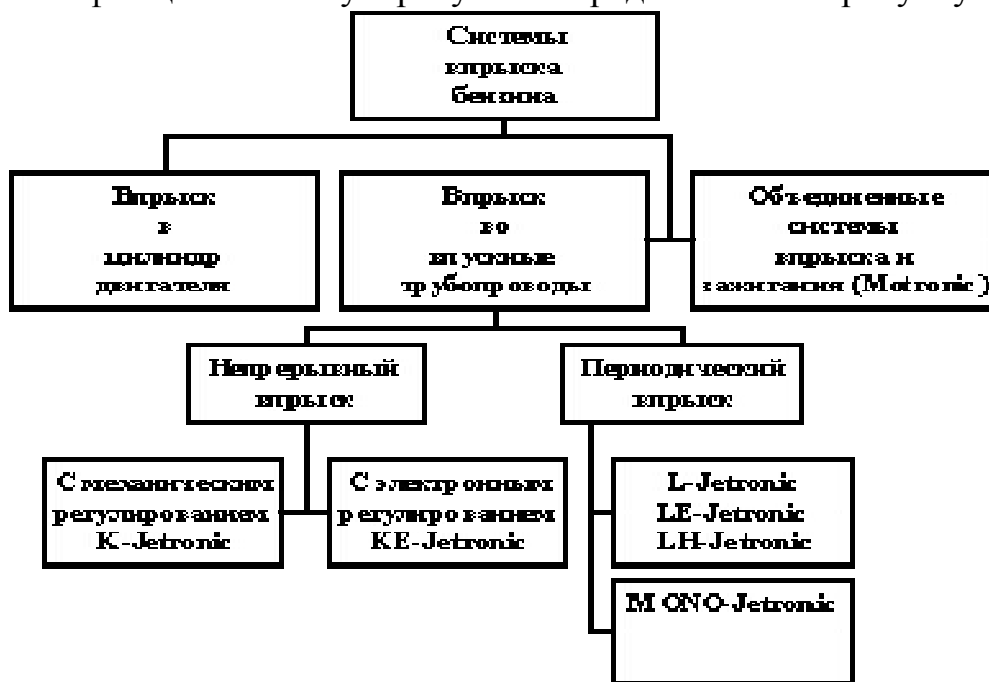


Рисунок 1.1 – Класифікація систем упорскування

На рисунку 1.2, а показано варіант безпосереднього впорскування бензину в циліндр форсункою 1 під тиском 3...3,8 МПа. Займання паливної суміші відбувається за рахунок свічки запалювання 2. Інший випадок (рисунок 1.2, б) характеризується тим, що у впускний трубопровід бензин впорскується форсункою 1 під низьким тиском (0,15...0,2 МПа).

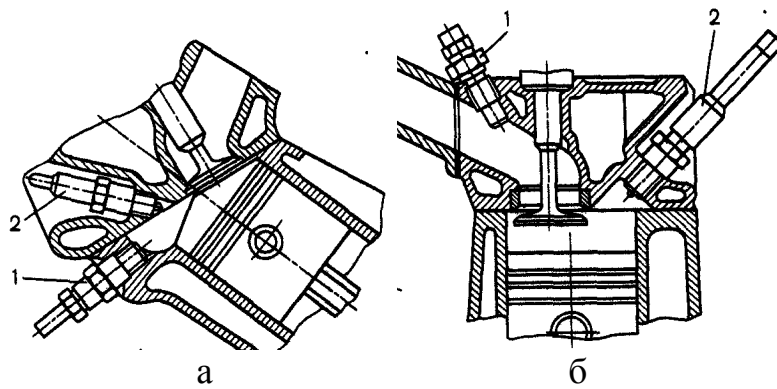
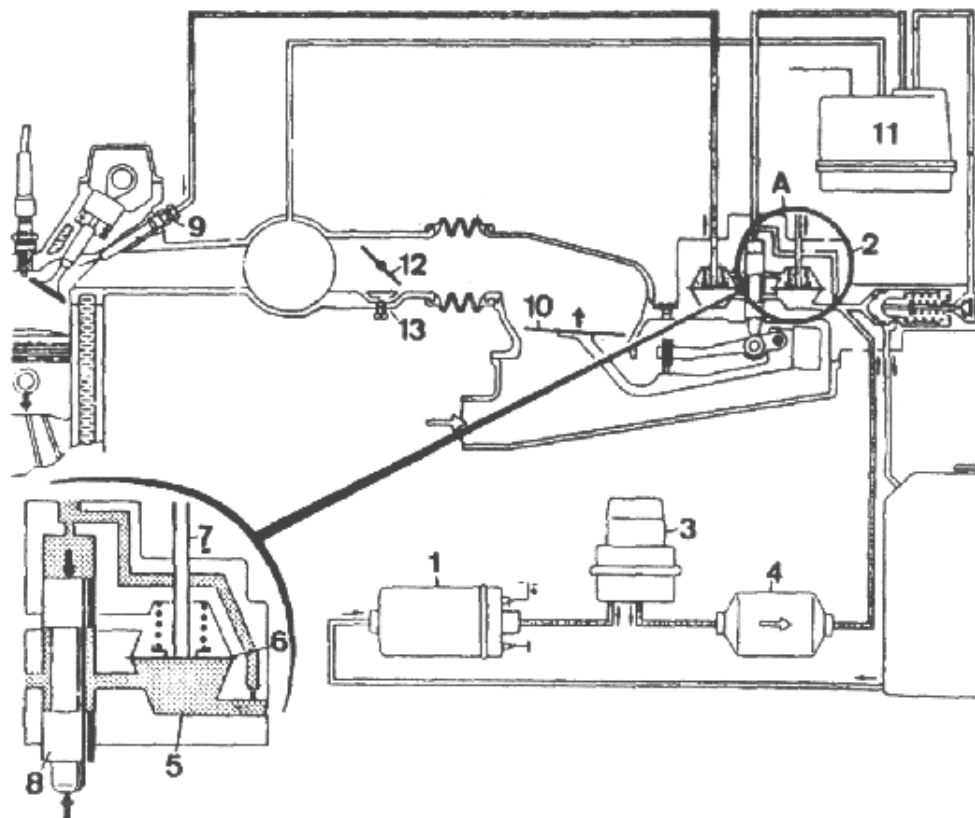


Рисунок 1.2 – Розташування форсунок для впорскування бензину

Система впорскування К-Jetronic (рисунок 1.3) представляє собою механічну систему постійного впорскування палива з форсунок, що встановлені перед впускними клапанами у впускному колекторі. Форсунка безупинно розпорошує паливо, що надходить під тиском. Тиск палива і його витрата залежить від навантаження двигуна, що характеризується розрідженням у впускному колекторі, а також від температури охолоджуючої рідини.



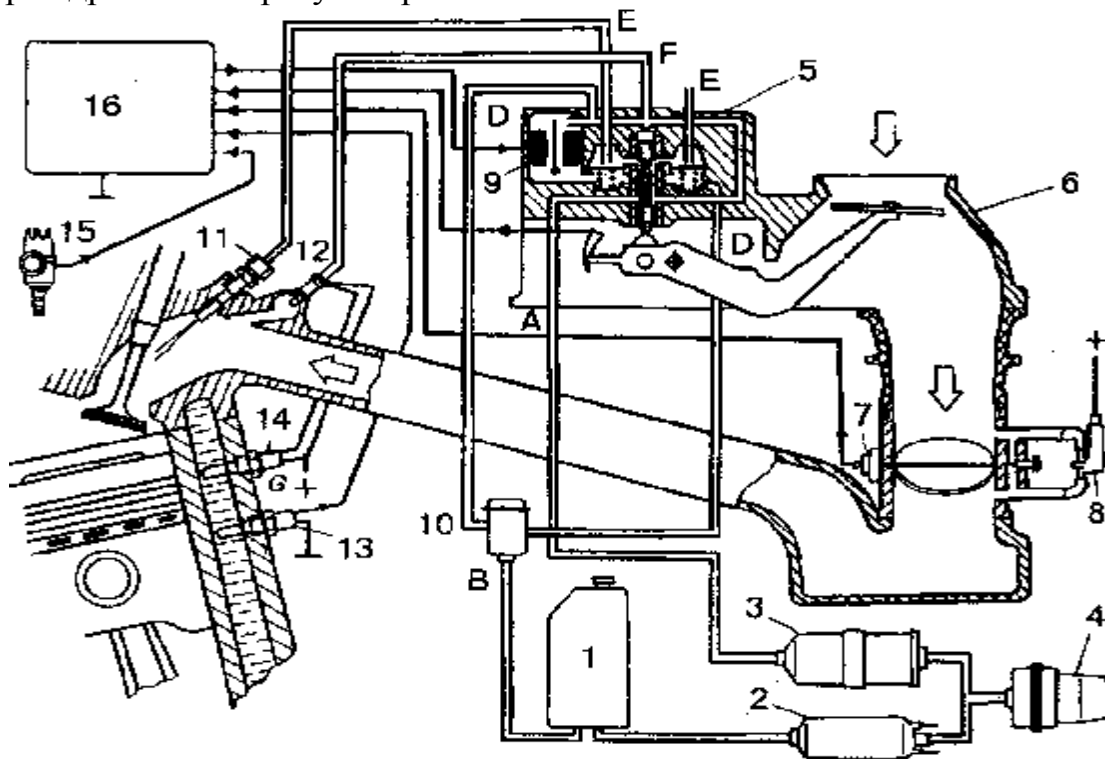
1 – насос; 2 – розподільник кількості палива, 3 – накопичувач палива;
 4 – паливний фільтр; 5 – камера розподільника; 6 – мембранний клапан,
 7 – розпилювач; 8 – плунжер; 9 – форсунка; 10 – напорний диск повітряміру;
 11 – регулятор протитиску; 12 – дросельна заслінка; 13 – перепускний клапан
 холостого ходу.

Рисунок 1.3 – Схема системи упорскування «К-Jetronic»

Контроль кількості повітря, що підводиться, постійно здійснюється витратоміром, а кількість палива, що впорскується строго пропорційно (1:14,7) кількості повітря, що поступає (за винятком ряду режимів роботи двигуна: пуск холодного двигуна, робота під повним навантаженням тощо) і регулюється дозатором-розподільником палива.

Кількість палива, що поступає до форсунок регулюється дозатором-розподільником, керованим витратоміром повітря та регулятором керуючого тиску. У свою чергу, регулятор керуючого тиску безпосередньо зв'язаний з елементами, що контролюють величину розрідження у впускному трубопроводі і температуру рідини системи охолодження двигуна.

Система впорскування KE-Jetronic (рисунок 1.4) – це механічна система постійного впорскування палива, подібна системі K-Jetronic, але з електронним блоком керування. В системі KE-Jetronic регулятор керуючого тиску замінений електрогідравлічним регулятором.



1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 – паливо-накопичувач; 5 – дозатор-розподільник кількості палива; 6 – витратомір повітря; 7 – вимикач положення дросельної заслінки; 8 – клапан додаткової подачі повітря; 9 – регулятор керуючого тиску (протитиску); 10 – регулятор тиску палива в системі; 11 – форсунка (інжектор); 12 – пускова форсунка; 13 – датчик температури охолоджуючої рідини; 14 – термореле; 15 – датчик-розподільник; 16 – електронний блок керування.

Канали: А – підведення палива (тиск системи); В – злив палива в бак; С – канал керуючого тиску (в дозаторі-розподільнику); D – канал регулятора тиску; Е – підведення палива до форсунок; F – підведення палива до пускової електромагнітної форсунки.

Рисунок 1.4 – Схема системи впорскування "KE-Jetronic"

Система KE-Jetronic є подальшим розвитком системи K-Jetronic. Вона дозволяє краще оптимізувати дозування палива. Цілі дозування - паливна економічність, зменшення токсичності відпрацьованих газів.

Система впорскування L-Jetronic – це більш досконала, керована електронікою система багатоточкового (розподіленого) переривчастого впорскування палива (рисунок 1.5).

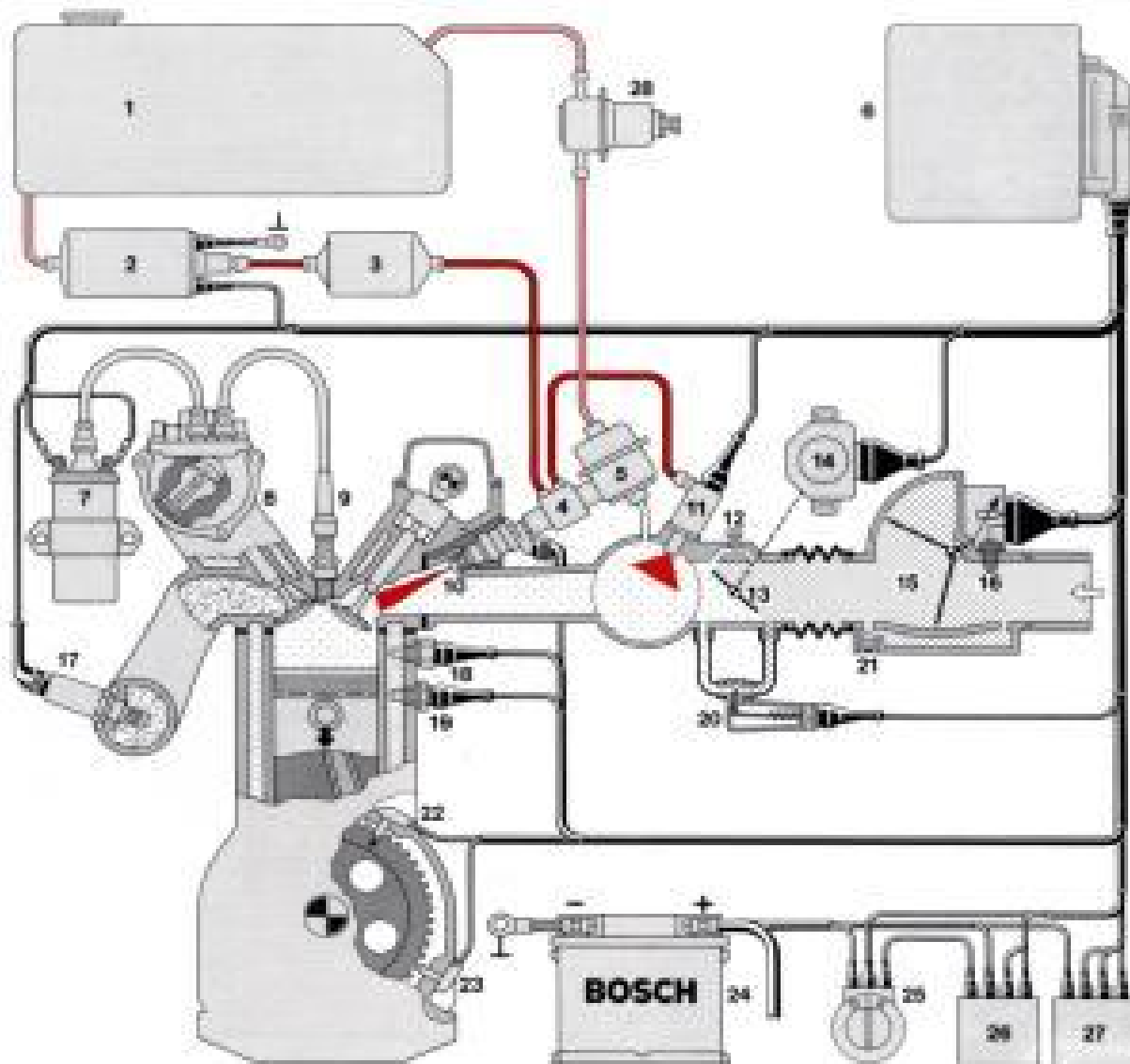


Рисунок 1.5 – Схема системи впорскування "L -Jetronic"

До числа основних вузлів відносяться електробензонасос (2), який забирає бензин з паливного бака (1) і через фільтр (3) подає його в паливний розподільник (4), звідки бензин надходить у робочі (10) і пускові (11) форсунки, а його надлишок через демпфер тиску (28) повертається в паливний бак. Решту, в тому числі і електронний блок керування (6), можна віднести до другорядних вузлів, хоча саме вони і визначають функціонування системи впорскування. На рисунку видно також вузли системи запалювання, що не випадково, оскільки електронне керування дозволило об'єднати паливоподачу і запалювання в єдину систему керування двигуном.

Порівняно з системами К- та KE-Jetronic, у неї немає дозатора-розподільника і регулятора керуючого тиску. Всі форсунки (пускові та робочі) з електромагнітним керуванням.

Система впорскування LE-Jetronic подібна системі L-Jetronic. Зміни стосуються в основному електронної частини.

Система LH-Jetronic відрізняється від систем LE-Jetronic головним чином вимірником витрати повітря. Ця система являє собою систему переривчастого впорскування палива низького тиску. Електронний блок керування забезпечує співвідношення повітря та палива у відповідності з навантаженням і числом обертів колінчатого вала двигуна.

MONO-Jetronic – це система впорскування, керована електронним блоком управління. Система має одну на весь двигун магнітоелектричну форсунку, розташовану перед дросельною заслінкою, практично на місці жиклера карбюратора. Паливо, як і в системах L-Jetronic, впорскується з інтервалами, тиск палива в системі становить близько 0,1 МПа. Регулятор тиску системи розташований у районі форсунки, де розміщені також дросельна заслінка, вимикач положення дросельної заслінки, датчик температури всмоктуваного повітря. Витратомір повітря відсутній, тому співвідношення мас повітря та палива тут менш точне й визначається тільки положенням дросельної заслінки, температурою всмоктуваного повітря та частотою обертання колінчастого вала.

Таким чином, у системі MONO-Jetronic основне дозування палива здійснюється за трьома параметрами: положенням дросельної заслінки, температурою всмоктуваного повітря та частотою обертання колінчастого вала двигуна. Коригування дозування при холодному пуску й прогріванні здійснюється електронним блоком керування з імпульсами, одержуваними від датчиків температури всмоктуваного повітря, охолоджуючої рідини і потенціометра дросельної заслінки. Коригування токсичності відпрацьованих газів йде за сигналами λ -зонда. Зміна дозування відбувається за рахунок збільшення або зменшення часу впорскування при постійному тиску палива.

Впровадження електроніки в управління системами запалювання і живлення привело до створення об'єднаного, або центрального, електронного управління двигуном.

Системи об'єднаного електронного управління впорскуванням (сумішоутворенням) і запалюванням мають наступні переваги:

- поєднання функцій агрегатів і датчиків дозволяє скоротити їх число;
- процеси запалювання і сумішоутворення оптимізуються спільно, при цьому поліпшуються характеристики крутного моменту, витрати палива, складу відпрацьованих газів, полегшується пуск і прогрів холодного двигуна;
- відкриваються великі можливості для виконання інших функцій: управління автоматичною коробкою передач, антибуксовочною системою ведучих коліс, антиблокувальною гальмівною системою, кондиціонером, запобігання викраденню та інше.

Система пуску

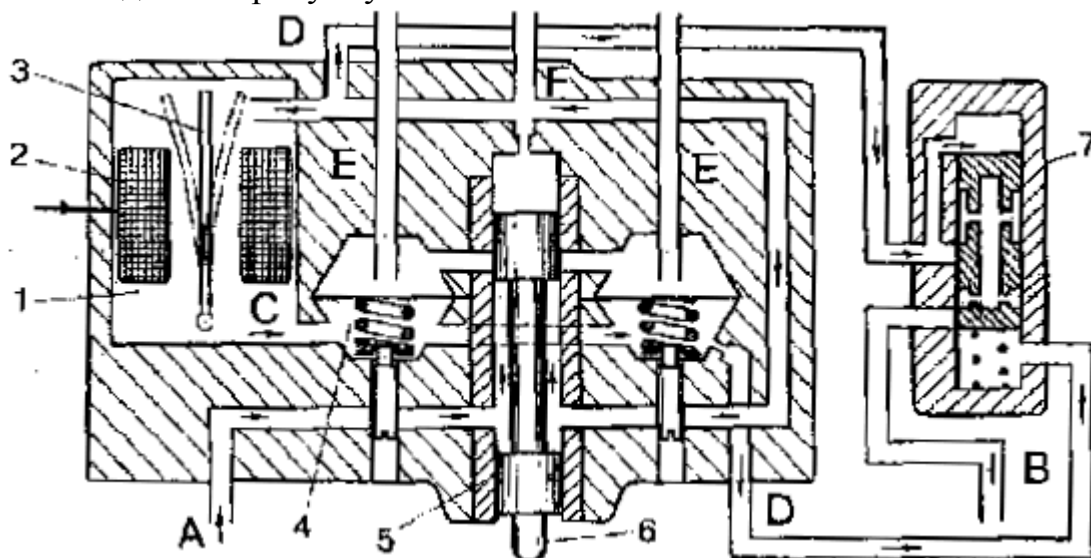
Електронасос 2 (рисунок 1.4) при пуску миттєво створює тиск у системі; пускова форсунка 12 розпорошує паливо у впускний трубопровід, що забезпечує збагачення суміші і надійний запуск холодного двигуна. Час роботи пускової форсунки визначає також, термореле 14.

Клапан 8 відкриває доступ у впускний трубопровід додатковому повітрю, забезпечуючи тим самим збільшення частоти обертання колінчастого вала на холостому ходу при прогріванні двигуна.

Електронний блок, отримуючи поточну інформацію про частоту обертання колінчастого вала двигуна, корегує її, впливаючи на електромагнітний регулятор холостого ходу. Збагачення суміші в холодного двигуна здійснюється регулятором керуючого тиску 9, який зменшує протитиск у нижніх камерах диференціальних клапанів, при цьому біметалічна пластина регулятора відхиляється вправо. Збагачення суміші припиняється за сигналом датчика температури охолоджуючої рідини 13. Електронний блок керування отримує сигнал про поточну температуру двигуна і видає відповідну команду на електрогідравлічний регулятор керуючого тиску, який змінює керуючий тиск і тим самим – склад суміші.

Дозатор-розподільник і регулятор керуючого тиску

Дозатор-розподільник і регулятор тиску системи впорскування "KE-Jetronic" наведено на рисунку 1.6.



- 1 – електрогідравлічний регулятор керуючого тиску; 2 – обмотка клапана;
3 – біметалічна пластина електроклапана; 4 – диференціальний клапан;
5 – гільза розподільника; 6 – плунжер розподільника; 7 – регулятор тиску палива в системі.

Канали: А – підведення палива (тиск системи); В – злив палива в бак; С – канал керуючого тиску; D – канал регулятора тиску; E – підведення палива до форсунок упорскування; F – підведення палива до пускової форсунки.

Рисунок 1.6 – Дозатор-розподільник і регулятор тиску системи впорскування "KE-Jetronic"

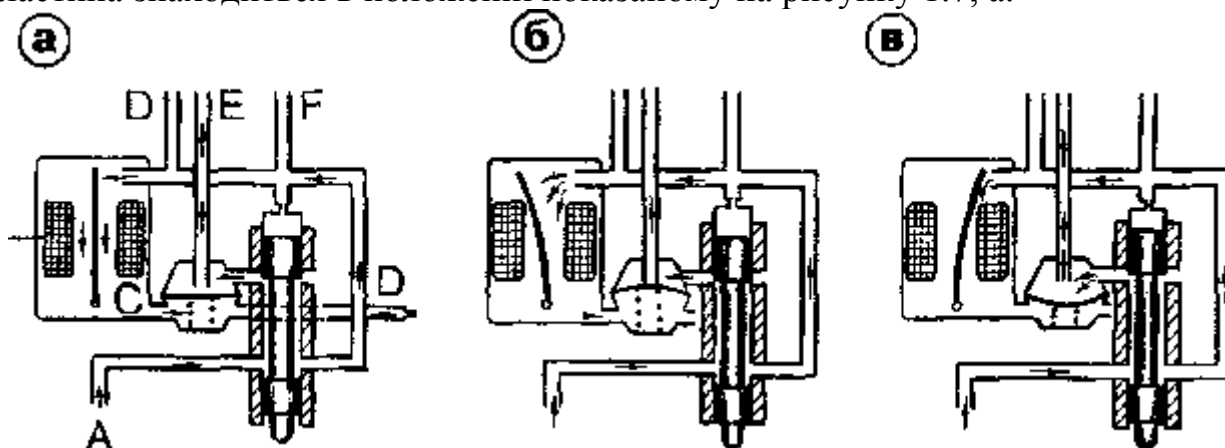
Керуючий тиск підводиться в диференціальний клапан 4 знизу. Крім цього: над плунжером встановлюється пружина, яка запобігає втягуванню плунжера вгору під дією розрідження при охолодженні дозатора-розподільника після зупинки двигуна (зустрічаються варіанти системи "K-Jetronic" з пружиною над плунжером).

У верхні камери диференціальних клапанів підводиться робочий тиск системи, "загальмований" демпферуючим дроселем, що діє над плунжером розподільника. У нижніх камерах присутній тиск управління.

Регулятор 10 тиску палива в системі (рисунок 1.4) не тільки встановлює діапазон зміни тиску в системі живлення, але і регулює диференціальний тиск (різниця тисків між верхніми і нижніми камерами диференціальних клапанів).

Електрогідравлічний регулятор керуючого тиску змінює тиск в нижніх камерах диференціальних клапанів залежно від режиму роботи двигуна (тиску струменя палива на пластину) і від сигналу (команди) електронного блоку керування. Завдяки цьому змінюється доза палива, що підводиться до робочих форсунок.

При постійній частоті обертання колінчастого вала двигуна біметалічна пластина знаходиться в положенні показаному на рисунку 1.7, а.



а – нормальна (з постійною частотою обертання колінчастого вала) робота двигуна, б – зниження частоти обертання колінчастого вала, в – пуск холодного двигуна, збільшення частоти обертання колінчастого вала.

Канали: А – підведення палива, С – підведення керуючого тиску в нижню камеру диференціального клапана, D – канали регулятора тиску в системі, Е – підведення палива до форсунок упорскування, F – підведення палива до пускової форсунки.

Рисунок 1.7 – Режими роботи дозатора-розподільника

При зменшенні частоти обертання колінчастого вала або при примусовому холостому ході (гальмування двигуном), коли дросельна заслінка закрыта, а частота обертання колінчастого вала понад 1700 об / хв, по сигналу датчика положення дросельної заслінки електронним блоком керування подається команда регулятору керуючого тиску, який повністю відкривається, (рисунок 1.7, б). У нижніх камерах диференціальних клапанів створюється тиск

рівний тиску подачі палива. Надходження палива до робочих форсунок різко скорочується.

При збільшенні частоти обертання колінчастого вала (відкритті дросельної заслінки) відбувається збагачення суміші шляхом зниження керуючого тиску регулятором, (рисунок 1.7, в). При цьому дія електронного блоку керування на регулятор визначається сигналами від потенціометра напорного диску і датчика дросельної заслінки. Останній повідомляє про становище дросельної заслінки і швидкості її відкриття.

Збагачення суміші при холодному пуску й прогрівання відбувається відповідно до сигналів датчика температури двигуна по ланцюгу: датчик (сигнал) – електронний блок керування (команда) – регулятор керуючого тиску (вигин пластини) – диференціальні клапани (прогин вниз діафрагми) (рис. 1.7, в).

Збагачення суміші при повному навантаженні двигуна відбувається, як зазначалося, за сигналом від датчика дросельної заслінки.

Лямбда-регулювання

На частині автомобілів для одержання більш раціонального дозування палива застосовується зворотний зв'язок – від відпрацьованих газів – до складу суміші. При цьому в електронний блок керування подаються сигнали від лямбда-зонда або датчика кисню (фіксує вільний кисень), розміщеного у випускному трубопроводі двигуна.

Сигнал лямбда-зонду реєструється електронним блоком керування і перетворюється в команду для регулятора керуючого тиску, який змінює тиск управління і тим самим збагачує або збіднює суміш.

Датчики кисню працюють в діапазоні температур 350...900 °С. За допомогою датчиків концентрації кисню у відпрацьованих газах вдається оптимізувати склад робочої суміші тільки по токсичності вихлопу при певних режимах роботи двигуна. Застосовуються ці датчики, як правило, спільно з нейтралізаторами відпрацьованих газів.

Зміст звіту

У звіті крім опису систем впорскування (центральної, розподіленого, безпосереднього впорскування), відповідей на питання необхідно зобразити такі схеми і рисунки: принципові схеми системи живлення К- і KE-Jetronic; дозатора-розподільника і режимів його роботи.

Контрольні питання

1. Чим відрізняються інжекторні двигуни від карбюраторних і дизелів?
2. Назвіть основні системи впорскування бензину у інжекторних двигунах.
3. Яка з систем впорскування є найбільш досконалою, поясніть чому?
4. Чому паливо впорскується в циліндр до приходу поршня у ВМТ?
5. Навіщо необхідно збільшувати кут випередження впорскування при збільшенні частоти обертання колінчастого вала?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ГАЗОБАЛОННИМ ОБЛАДНАННЯМ

Мета роботи: вивчити призначення та загальну будову системи живлення автомобільних двигунів з газобалонним обладнанням (ГБО), призначення і будову її елементів, режими роботи карбюратора при використанні ГБО; ознайомитися з марками газових палив і їх характеристиками.

Лабораторне обладнання: стенди системи живлення з ГБО, обладнання системи живлення ГБО, плакати, схеми.

Теоретичні відомості

Двигуни, що працюють на газоподібному паливі, створюються на базі бензинових. Карбюраторні двигуни обладнуються спеціальною газобалонною установкою, але зберігають здатність працювати і на бензині. Газобалонне обладнання на стиснутому газі (рисунок 2.1) включає: балони для зберігання газу; витратні і наповнювальні вентилялі; підігрівач; редуктор високого тиску; електромагнітний клапан з фільтром; редуктор низького тиску; карбюратор-змішувач.

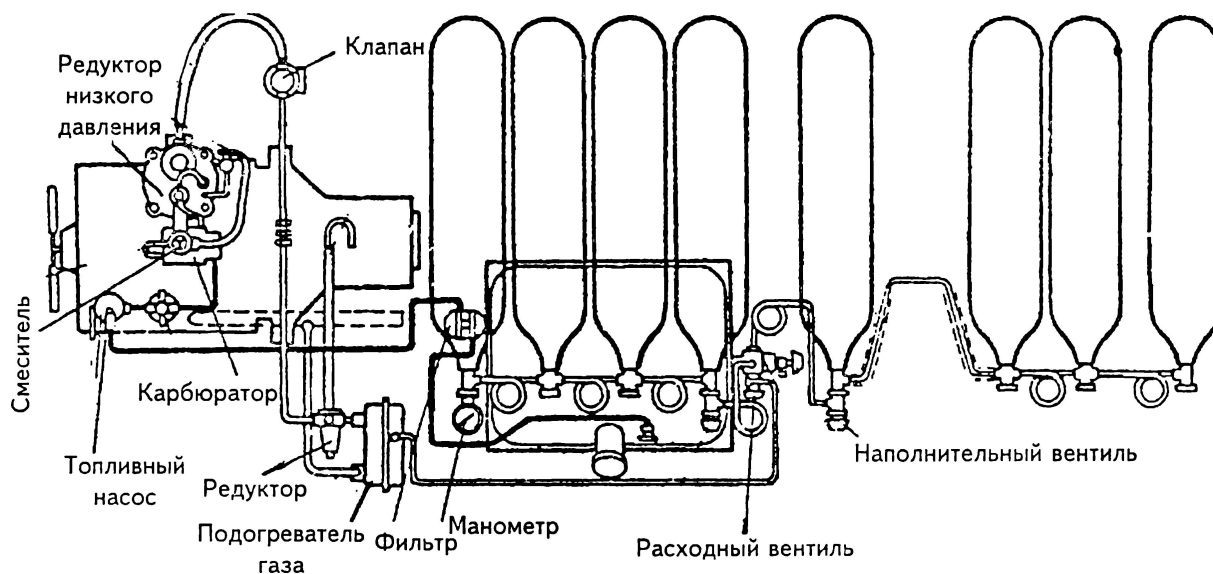


Рисунок 2.1– Газобалонна установка, що працює на стиснутому газі

В якості палива для двигунів автомобілів з газобалонним обладнанням застосовують горючі гази:

- стиснуті (природні) гази - головним чином це метан, що зберігається при тиску до 20 МПа;
- зріджені (нафтові) гази - як правило, бутано-пропанові суміші; зріджується при тиску 1,6 МПа.

Газоповітряні суміші мають більш високі, ніж бензинові, антидетонаційні властивості, незначну токсичність відпрацьованих газів. Через відсутність конденсації парів унеможливується змивання плівки мастила зі стінок гільз і поршнів двигуна. Зменшується ступінь сажоутворення на стінках

камер згоряння циліндрів. В результаті термін служби двигуна збільшується в 1,5...2 рази.

До недоліків газобалонних установок можна віднести:

- підвищені вимоги пожежо- і вибухонебезпечності;
- зменшення потужності двигуна через більш низьку, ніж у бензину, швидкість горіння газоповітряної суміші;
- втрату вантажопідйомності автомобіля внаслідок масивності газобалонних установок.

Наприклад, на автомобілі моделі ЗИЛ-138 встановлено вісім балонів для зберігання стисненого газу, що утворюють дві групи. Балони виготовлені з суцільнотягнутих сталевих труб з товщиною стінок до 7 мм. Вони розташовані під платформою кузова. Через витратні вентиля газ може надходити в систему живлення як від однієї з груп, так і від обох відразу.

Зарядка балонів газом здійснюється через наповнювальний вентиль. З балонів через витратні вентиля газ надходить в підігрівач, який оберігає систему від замерзання, можливого внаслідок розширення газу в редукторі високого тиску. Для підігріву використовується теплота відпрацьованих газів. З редуктора високого тиску газ надходить в електромагнітний клапан, який відкривається під час пуску двигуна для перепуску газу в редуктор низького тиску.

Редуктор низького тиску має дві ступені, і тиск газу в ньому знижується з невеликим перевищенням атмосферного тиску. Далі газ надходить в карбюратор-змішувач, а на режимі холостого ходу – безпосередньо в дросельний простір. Редуктор низького тиску відіграє визначальну роль у системі живлення. Він знижує тиск газу, що надходить в карбюратор-змішувач, дозує газ для приготування газоповітряної суміші необхідного складу і відключає газову магістраль при зупинці двигуна.

Робота двигуна на бензині забезпечується за стандартною схемою живлення бензином, яка автономно підключена до карбюратора-змішувача.

Газобалонна установка на зрідженому газі (рисунки 2.2) складається з: балону з газовою арматурою; наповнювального, магістрального та витратних вентилів; випарника; редуктора; змішувача.

Зріджений газ у рідкому і пароподібному стані знаходиться в балоні, звареному з листової сталі. На балоні розташовані витратні вентиля парової та рідинної фаз газу. При пуску й прогріванні двигуна користуються газом від парової фази, а після прогріву – від рідинної. Від витратних вентилів газ надходить до магістрального вентиля і далі по шлангах високого тиску у випарник, де скраплений газ під дією тепла охолоджувальної рідини двигуна випаровується. Далі в пароподібному стані газ через фільтри (уловлюються механічні домішки, смолисті речовини) надходить у газовий редуктор. Тут відбувається двоступеневе зниження тиску газу до рівня трохи вище атмосферного. Далі газ через дозуючий економайзерний пристрій по газопроводу надходить до зворотного клапану вхідного патрубку змішувача і через форсунки – до дросельної заслінки газового змішувача.

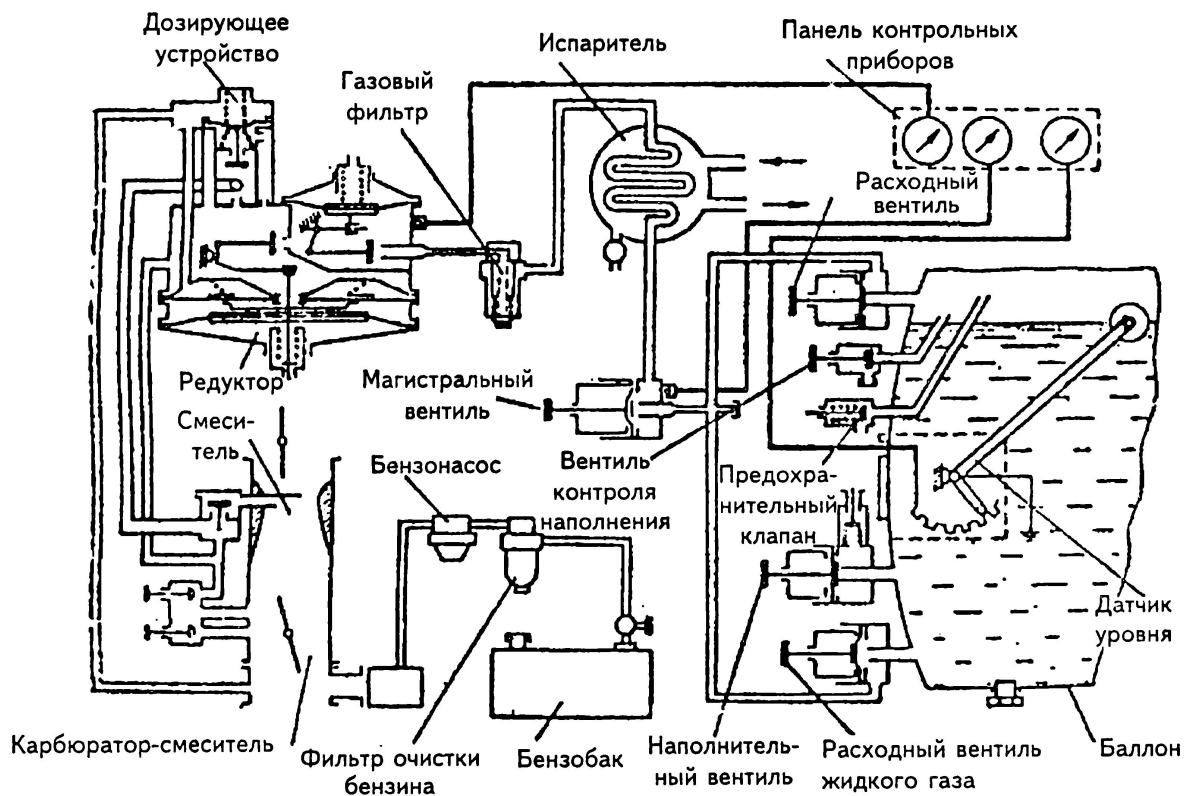


Рисунок 2.2 – Схема газобалонної установки на зрідженому газі

Від змішувача газоповітряна суміш надходить у циліндри двигуна, де і згоряє. Газобалонні установки для автобусів аналогічні розглянутим, але мають два балони скрапленого газу, встановлених по лівому борту або на даху салону автобуса. Крім того, встановлені електромагнітний клапан і два манометри, що показують тиск газу в балоні і на першій ступені редуктора.

У легковому автомобілі ГАЗ-2407 «Волга» елементи газобалонної установки об'єднані у вузли: двоступінчастий редуктор-випарник; фільтр скрапленого газу з електромагнітним клапаном; витратний вентиль рідинної фази з витратним вентилем парової фази; наповнювальний вентиль з вентилем максимального заповнення балона і запобіжним клапаном.

Роботу газобалонної установки контролюють по манометру, що показує тиск газу в порожнині першого ступеня редуктора і покажчику рівня зрідженого газу в балоні.

Двигун може працювати як на бутано-пропановій суміші, так і на бензині. Для цієї мети спільно з газовим змішувачем встановлюється карбюратор з сітчастими полум'ягасником, що використовується для маневрування в гаражі і пересування на коротку відстань. Забороняється переводити роботу двигуна з одного виду палива на інше при його роботі, так як це призведе до пошкодження діафрагми газового редуктора.

Елементи газобалонного обладнання

Основні елементи газобалонного обладнання для роботи на стисненому газі: газові трубопроводи; вентилі; редуктор високого тиску; підігрівник газу; електромагнітний клапан; газовий редуктор низького тиску; дозувально-економизерний пристрій; карбюратор-змішувач.

Газові трубопроводи від балонів до редуктора високого тиску автомобіля ЗИЛ-138А представляють сталеві трубки із зовнішнім діаметром ($10 \pm 0,1$) мм і товщиною стінки 2 мм. Трубопровід від редуктора високого тиску до редуктора низького тиску – це трубки діаметром ($10 \pm 0,15$) мм і товщиною стінки 1 мм. Усі з'єднання газових трубопроводів з перехідниками, вентилями та іншими елементами газової апаратури — безпрокладкові ніпельного типу «врізне кільце» й допускають багаторазові розбирання. Коли затягується накидна гайка, кільце ніпеля деформується й набирає форму внутрішнього конічного отвору в штуцері, герметизуючи з'єднання. Водночас кільце врізується гострою кромкою в стінку трубки, запобігаючи викиданню її зі з'єднання під дією високого тиску.

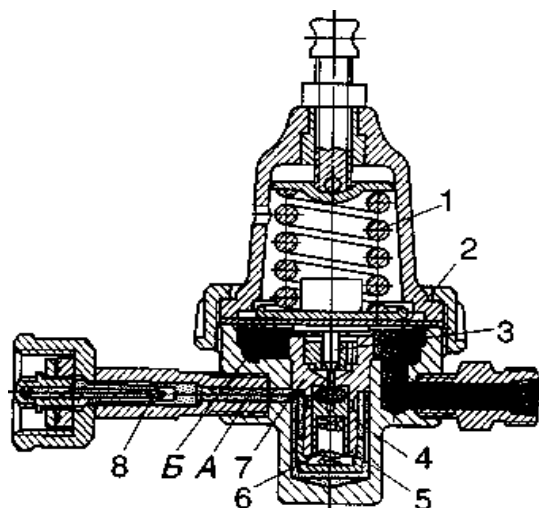
Вентилі, встановлені в газобалонній системі автомобіля ЗИЛ-138А мають різне призначення: один – наповнювальний, решта три витратні. Конструкція вентилів в основному однакова: вони відрізняються лише різьбою на бічному штуцері (наповнювальний вентиль має спеціальну ліву різьбу). Вентиль складається з корпусу з конічної різьбою, маховика зі шпинделем, муфти та клапана. Для приєднання газопроводу на бічний штуцер вентиля нагвинчується перехідний штуцер із прокладкою. В наповнювального вентиля після заповнення балонів стисненим газом перехідний штуцер закривається запобіжним ковпачком із ланцюжком.

Підігрівник потрібний для попереднього підігрівання газу, особливо взимку. Без підігрівника волога й вуглекислота, які містяться в газі, можуть замерзнути в редукторі високого тиску. Підігрівник газу автомобіля ЗИЛ-138А складається з нижнього та верхнього корпусів, у яких стиснений природний газ обігрівается теплотою відпрацьованих газів. Вхідний патрубок підігрівника гнучким металевим рукавом сполучається з лівою приймальною трубою глушника. З підігрівника відпрацьовані гази викидаються в атмосферу вихідним патрубком.

У схемі газобалонної установки підігрівник розташовано між магістральним вентилям та редуктором високого тиску й встановлено позаду останнього на лівому лонжероні рами.

Редуктор високого тиску (рисунок 2.3) призначається для зменшення тиску стисненого газу з 20 до $0,9...1,15$ МПа. У порожнину високого тиску А стиснений газ надходить крізь штуцер. Тиск газу в редукторі знижується внаслідок його розширення під час проходження крізь щілину між клапаном 5 і сідлом 7 у камеру низького тиску Б. Клапан 5 залишається відкритим під дією зусилля натискної пружини 1, що передається на нього через мембрану 2 й штовхач 3, поки тиск газу під мембраною не врівноважить це зусилля, далі клапан закривається під дією пружини 6.

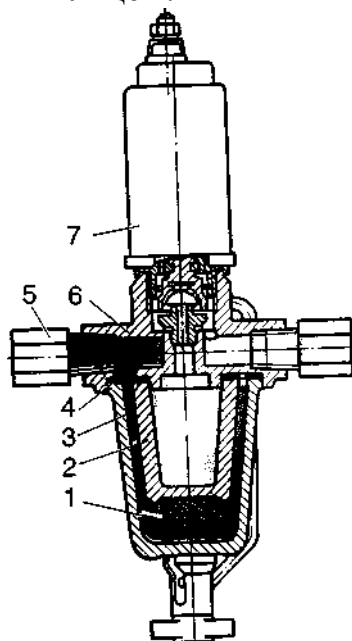
Редуктор автоматично створює робочий тиск. Якщо тиск нижчий від 0,45 МПа, клапан відкритий постійно, а в кабіні водія засвічується контрольна лампа. Якщо ж робочий тиск з якихось причин перевищить 1,7 МПа, спрацює запобіжний клапан.



А, Б – камери відповідно високого й низького тиску; 1 – натискна пружина,
2 – мембрана; 3 – штовхач; 4, 8 – фільтри; 5 – редукційний клапан;
6 – пружини клапана; 7 – сідло клапана.

Рисунок 2.3 – Газовий редуктор високого тиску

Електромагнітний клапан із фільтром (рисунок 2.4), куди під тиском 0,9... 1,15 МПа газ надходить з редуктора високого тиску, прикріплено на кронштейні до передньої стінки kabini. Фільтр складається з корпусу 6, електромагнітного клапану 7, повстяного фільтрувального елемента 2, алюмінієвого ковпака 3, підвідного й відвідного штуцерів. Коли запалювання вимкнено, клапан електромагніту під дією пружини закритий і не пропускає газ у редуктор низького тиску. Після вмикання запалювання клапан відкривається, і, очищений від механічних домішок, газ надходить у редуктор низького тиску, а потім у змішувач і карбюратор. Ковпак фільтра під час його монтажу на корпус ущільнюється гумовим кільцем.



1 – пружина; 2 – повстяний фільтрувальний елемент; 3 – ковпак; 4 – гумове кільце; 5 – штуцер; 6 – корпус; 7 – електромагнітний клапан

Рисунок 2.4 – Електромагнітний клапан із фільтром

Газовий редуктор низького тиску (рисунок 2.5) представляє собою двоступінчастий автоматичний регулятор тиску мембранного типу з важільною передачею від діафрагми до клапанів. Основне призначення редуктора полягає у зниженні тиску газу, який надходить до змішувача. Водночас в редукторі здійснюється автоматичне регулювання кількості газу, потрібного для різних режимів роботи двигуна, за допомогою дозувально-економайзерного пристрою. Кожний ступінь редуктора обладнано регулювальним клапаном, плоскою мембраною з прогумованої тканини, пружиною та важелем, що з'єднує мембрану з клапаном. Обидва ступені редуктора разом із розвантажувальним і дозувально-економайзерним пристроєм об'єднано в одному агрегаті.

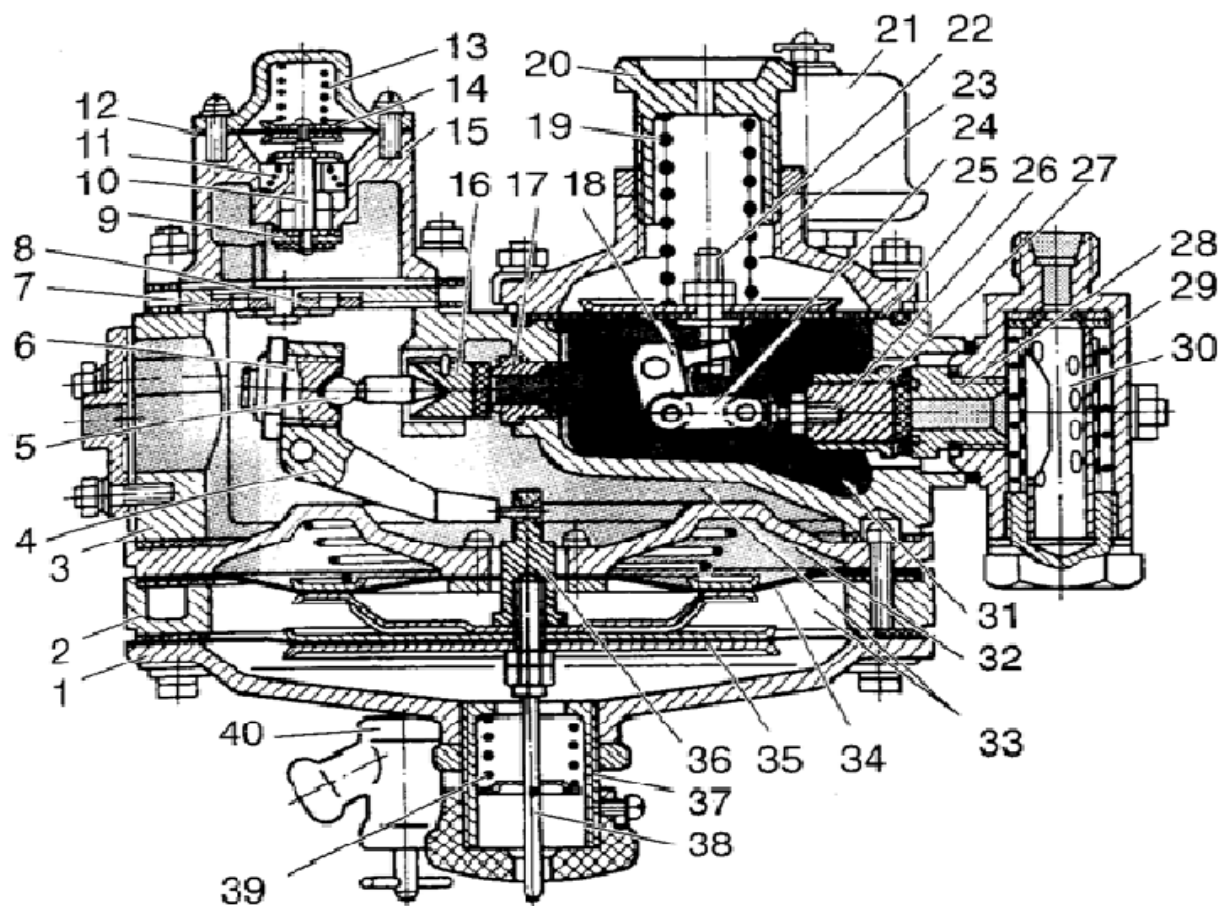
Коли двигун не працює й витратний вентиль на хрестовині закритий, тиск у порожнині 31 першого ступеня дорівнює атмосферному, і клапан 27 першого ступеня відкритий під дією пружини 19. Коли вентиль відкрито й увімкнено електромагнітний клапан, газ, пройшовши крізь фільтри вентиля, електромагнітного клапану й редуктора низького тиску, надходить у порожнину 31 першого ступеня редуктора. Газ тисне на мембрану 25, яка, долаючи зусилля пружини 19, прогинається й у момент досягання заданого тиску через важіль 18 закриває клапан 27. Тиск газу в порожнині регулюється зміною зусилля пружини 19, що діє на мембрану 25, за допомогою гайки 20.

Клапан 16 другого ступеня закритий і щільно притиснутий до сідла пружиною розвантажувальної мембрани й пружиною 39, зусилля від яких передається через шток 36 і стержень 38, важіль 4 і штовхач 5. Особливість конструкції другого ступеня полягає в застосуванні розвантажувального пристрою.

Коли двигун не працює, пружина диска розвантажувального пристрою створює додаткове зусилля, що через важільну систему передається на клапан 16 і запирає його, надійно перекриваючи вихід газу до змішувача.

Під час пуску двигуна у змішувальній камері карбюратора створюється розрідження, яке шлангами (через вакуумну порожнину економайзера) передається в порожнину 32 розвантажувального пристрою. Розвантажувальна мембрана 34 внаслідок розрідження прогинає й стискає пружину диска, тим самим розвантажуючи клапан 16 другого ступеня. Зусилля пружини 39 стає недостатнім для втримання клапана 16 другого ступеня закритим, і він відкривається під тиском газу з порожнини 31 першого ступеня. Газ заповнює порожнину 33 другого ступеня, а потім крізь економайзер надходить у змішувач. Тиск газу в порожнині 31 першого ступеня встановлюється в межах 0,18...0,20 МПа.

У режимі холостого ходу витрата газу невелика, і в порожнині 33 другого ступеня створюється надлишковий тиск. Зі збільшенням витрати газу тиск у порожнині 33 знижується майже до атмосферного. В міру відкривання дросельних заслінок подача газу в циліндри двигуна збільшується.



1 – кришка корпусу редуктора; 2 – корпус розвантажувального пристрою;
 3 – корпус редуктора; 4 – важіль клапана другого ступеня; 5 – штовхач клапана другого ступеня; 6 – регулювальний гвинт клапана другого ступеня;
 7 – витратомірна шайба потужностей регулювання кількості газу;
 8 – витратомірна шайба економічного регулювання кількості газу; 9 – клапан економайзера; 10 – штовхач клапана економайзера; 11 – пружина клапана економайзера; 12 – мембрана економайзера; 13 – пружина мембрани економайзера; 14 – вакуумна порожнина економайзера; 15 – корпус економайзера; 16 – клапан другого ступеня; 17 – сідло клапана другого ступеня;
 18 – важіль клапана першого ступеня; 19 – пружина мембрани першого ступеня; 20 – регулювальна гайка пружини мембрани першого ступеня;
 21 – датчик манометра низького тиску; 22 – шток мембрани першого ступеня;
 23 – верхня кришка корпусу редуктора; 24 – з'єднувальна тяга; 25 – мембрана першого ступеня; 26 – регулювальний гвинт клапана першого ступеня;
 27 – клапан першого ступеня; 28 – сідло клапана першого ступеня; 29 – корпус газового фільтра; 30 – фільтрувальний елемент; 31 – порожнина першого ступеня; 32 – порожнина розвантажувального пристрою; 33 – порожнина другого ступеня; 34 – розвантажувальна мембрана; 35 – мембрана другого ступеня; 36 – шток мембрани другого ступеня; 37 – регулювальний ніпель пружини мембрани другого ступеня; 38 – стержень штока; 39 – пружина мембрани другого ступеня; 40 – кран для зливання конденсату.

Рисунок 2.5 – Газовий редуктор низького тиску

Кількість газу, що визначає склад газоповітряної суміші, регулюється економайзером: в режимі часткових навантажень двигун працює на збіднених сумішах, що дає змогу досягти найкращої економічності, а для того щоб двигун розвинув максимальну потужність при повному відкритті дросельних заслінок, паливна суміш збагачується.

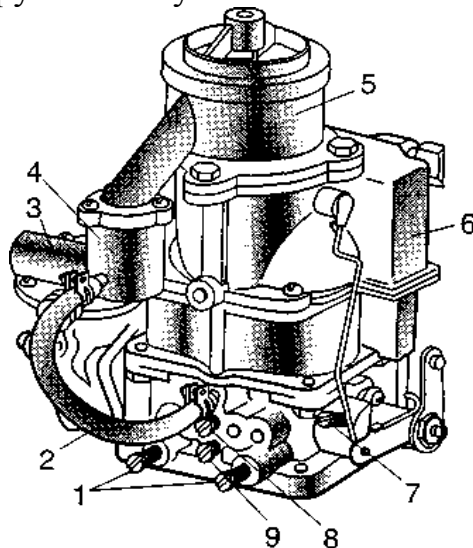
Склад газоповітряної суміші, що надходить до двигуна, регулюється дозувально-економайзерним пристроєм, який складається з дозувального пристрою, економайзера з пневматичним приводом та патрубку для відведення газу з редуктора.

Коли двигун працює на часткових навантаженнях (з не повністю відкритими дросельними заслінками), газ із редуктора подається крізь дозувальний отвір шайби 10. Потужнісне регулювання двигуна (в разі повного відкриття дросельних заслінок) забезпечується при відкритому клапані 8.

Простір між діафрагмою 6 та кришкою 5 економайзера за допомогою штуцерів і гумових трубок 7, 2 сполучається з впускним трубопроводом двигуна й розвантажувальним пристроєм газового редуктора. У корпусі 4 дозувально-економайзерного пристрою розташовано діафрагму 6 і пружину 7, які затиснуті кришкою 5, клапан 8 з пружиною.

В **карбюраторі-змішувачі К-91** газовий змішувач конструктивно об'єднано з перехідником карбюратора К-88А (рисунок 2.6), на якому встановлено повітряний фільтр.

У перехідник-змішувач 5 газ надходить крізь патрубок 3 і зворотний клапан 4, який під час роботи двигуна в режимі холостого ходу закритий. В цьому разі газ трубкою 2 надходить у канали холостого ходу змішувальних камер карбюратора з патрубка змішувача.



1 – гвинти якісного регулювання складу суміші в разі роботи на бензині; 2 – трубка холостого ходу; 3 – патрубок для підведення газу; 4 – корпус зворотного клапану; 5 – перехідник-змішувач; 6 – карбюратор; 7 – гвинт регулювання кількості суміші; 8 – гвинт регулювання загальної подачі газу в систему холостого ходу; 9 – гвинт регулювання подачі газу на мінімальній частоті обертання колінчастого вала.

Рисунок 2.6 – Карбюратор-змішувач К-91

Система живлення бензином автомобіля ЗИЛ-138А відрізняється від системи живлення автомобіля ЗИЛ-130 тим, що між бензонасосом і поплавцевою камерою карбюратора встановлено електромагнітний клапан-фільтр. Коли вимикається запалювання, клапан автоматично закривається. Клапан може бути закритий і в разі ввімкненого запалювання, якщо перемикач виду палива встановлено в положення «О» (коли весь бензин із бензобака витрачено) або в положення «газ». У корпус клапана вмонтовано стандартний фільтр тонкої очистки бензину з керамічним фільтрувальним елементом і знімним пластмасовим стаканом-відстійником.

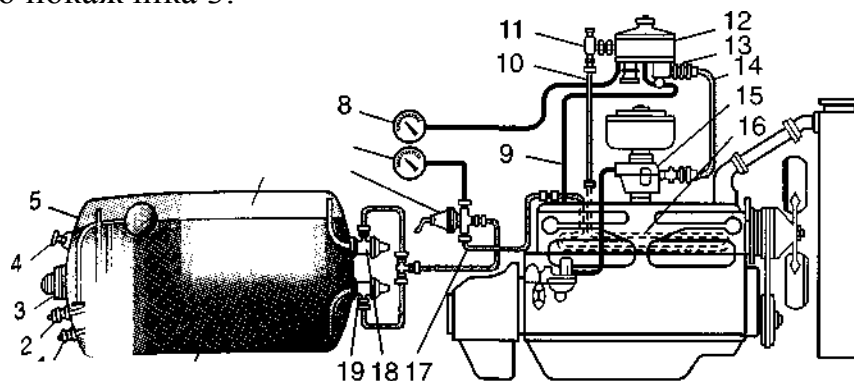
Газобалонна установка для роботи на зрідженому газі.

З балона 5 крізь витратний вентиль 19 (рисунок 2.7), магістральний вентиль 6 і газопровід 17 стиснений газ надходить у випарник 16, що обігрівается рідиною з системи охолодження двигуна. Потім крізь фільтр 11 газ надходить у редуктор 12, де його тиск зменшується майже до атмосферного. Тиск у балоні контролюють манометром 7, а у редукторі – 8.

Пуск і прогрівання двигуна здійснюють на паровій фазі газу. Для цього відкривають паровий 18 і магістральний 6 вентиля. На короткий час двигун зупиняють вимиканням запалювання, а в разі зупинки на 1...2 год перекривають магістральний вентиль.

На днищі балона 5 є запобіжний клапан 2 (відкривається при тиску 1,68 МПа), наповнювальний вентиль із зворотним клапаном, вентиль максимального заповнення балона й датчик рівня зрідженого газу.

Для наповнення балона використовують вентиль 4. Заповнюють тільки 90% об'єму, щоб у разі розширення газу під час нагрівання балон не зруйнувався. Рівень рідкого газу в процесі заправляння контролюється за допомогою трубки рівня вентиля-показчика 1. Водій контролює наявність газу за допомогою показчика 3.



- 1 – вентиль-показчик максимального рівня; 2 – запобіжний клапан;
 3 – показчик рівня рідини в баці; 4 – наповнювальний вентиль;
 5 – балон низького тиску; 6 – магістральний вентиль;
 7, 8 – манометри; 9 – трубка розвантажувального пристрою;
 10, 14, 17 – газопроводи; 11 – фільтр; 12 – двоступінчастий редуктор;
 13 – економайзер; 15 – карбюратор-змішувач; 16 – випарник;
 18, 19 – вентиля для пари й рідини.

Рисунок 2.7 – Схема газобалонної установки для роботи на зрідженому газі

Технічне обслуговування газобалонних установок для стисненого та зрідженого газів має багато спільного. Найбільші труднощі виникають під час обслуговування газового обладнання автомобілів, що працюють на стисненому природному газі з тиском у балонах 20 МПа.

Виконувати технічне обслуговування газобалонних установок можуть тільки кваліфіковані слюсарі з відповідною підготовкою, і які мають посвідчення.

Основні несправності зазначеної установки, наприклад автомобіля ЗИЛ-138А, пов'язані насамперед із порушенням герметичності системи та витіканням газу.

Основні несправності редуктора високого тиску – негерметичність клапана редуруючого вузла й негерметичність у з'єднаннях корпусних деталей. Різке зниження тиску на виході з цього редуктора під час відкривання дросельних заслінок свідчить про засмічення фільтра.

Несправності газового редуктора низького тиску найчастіше полягають у пропусканні газу крізь клапани, коли двигун не працює, відсутності або недостатній подачі газу. Виявити негерметичність клапана першого ступеня можна за допомогою манометра низького тиску або на слух.

Негерметичність клапана другого ступеня ускладнює пуск двигуна, поліпшує роботу на холостому ході; після зупинки двигуна газ витікає в підкапотний простір.

У разі негерметичності діафрагми першого ступеня газ витікає крізь отвір у регулювальній гайці пружини першого ступеня. Якщо порушено герметичність діафрагми другого ступеня, газ виходить крізь кришку регулювального ніпеля цього ступеня.

Експлуатація газобалонних автомобілів з несправним газовим обладнанням і витіканням газу забороняється. Коли не вдається усунути витікання газу, його випускають в атмосферу (якомога далі від людей і джерел вогню).

Зміст звіту

У звіті крім опису відповідей на питання необхідно зобразити такі схеми і рисунки: принципові схеми системи живлення газобалонних установок при роботі на стиснутому і зрідженому газах; схеми основних приладів газобалонних установок, охарактеризувати їх роботу.

Описати основні несправності і технічне обслуговування газобалонних установок.

Контрольні питання

1. Які горючі гази використовуються в газобалонних установках?
2. Які переваги газового палива?
3. Які недоліки застосування газового палива?
4. З яких приладів складається газобалонна установка автомобілів для роботи на стиснутому газі?
5. З яких вузлів складається газобалонна установка легкового автомобіля?
6. Охарактеризувати будову і роботу редуктора низького тиску ГБО.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛІВ

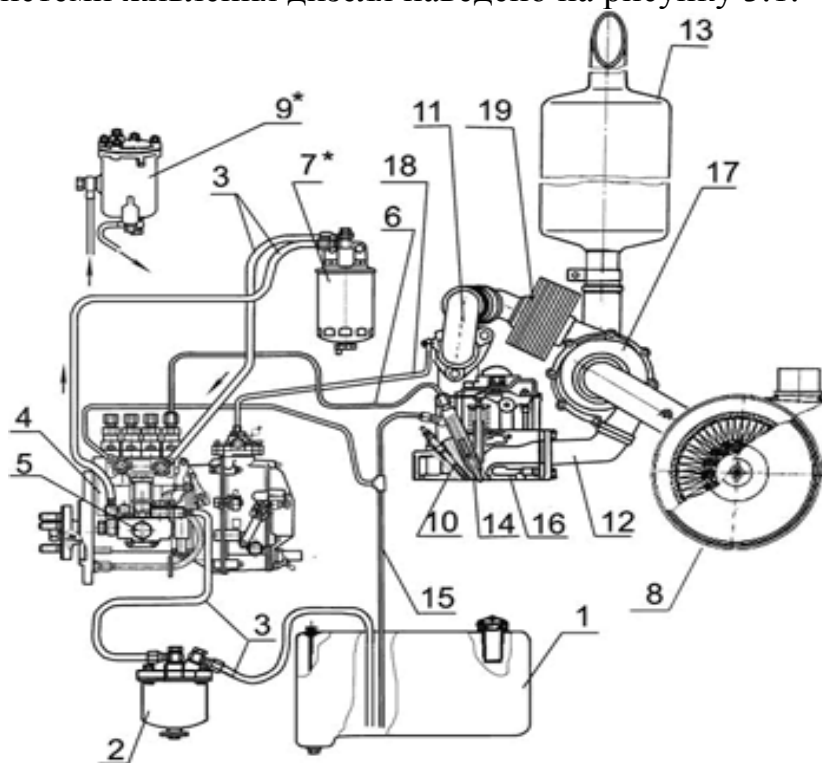
Мета роботи: вивчити принцип роботи системи живлення дизельного двигуна; вивчити призначення, класифікацію та загальну будову паливних насосів високого тиску (ПНВТ), форсунок; методику розрахунку параметрів і показників ПНВТ і форсунок; ознайомитися з марками палив для дизелів; розглянути особливості розпилювання палива, конструкції камер згоряння, особливості протікання процесу згоряння.

Лабораторне обладнання: макети пристрою дизельного паливного насоса ПНВТ двигунів СМД-14 БН і КаМАЗ-740; стенд ПНВТ; плакати; схеми.

Теоретичні відомості

Система живлення дизеля складається з паливного насосу, форсунок, трубок низького тиску, паливопроводів високого тиску, впускного колектору, випускного колектору, турбокомпресора, фільтра грубої очистки палива, фільтра тонкої очистки палива, очищувача повітря, паливного баку, охолоджувача наддувочного повітря, глушника.

Схему системи живлення дизеля наведено на рисунку 3.1.



- 1 – паливний бак; 2 – фільтр грубої очистки палива; 3 – трубки паливні низького тиску; 4 – паливний насос високого тиску; 5 – паливний насос низького тиску; 6 – трубки паливні високого тиску; 7* – фільтр тонкого очищення палива; 8 – очищувач повітря; 9* – фільтр тонкого очищення очищення палива; 10 – свічка розжарювання; 11 – впускний колектор; 12 – випускний колектор; 13 – глушник; 14 – форсунка; 15 – трубка відведення палива в бак; 16 – головка циліндрів; 17 – турбокомпресор; 18 – трубка пневмокоректора; 19 – охолоджувач наддувочного повітря

Рисунок 3.1 – Схема системи живлення дизеля

Повітря під дією розрідження, створюваного турбокомпресором дизеля, проходячи через очисник повітря, очищається від пилу і надходить у нагнітальну частину турбокомпресора, звідки під тиском, проходячи через охолоджувач наддувочного повітря, подається в циліндри дизеля.

У міру засмічення очисника повітря зростає розрідження у впускному трубопроводі і при досягненні величини 6,5 КПа спрацьовує сигналізатор. При спрацьовуванні сигналізатора очисник повітря слід замінити.

У схемі системи живлення дизеля вказано засіб полегшення пуску дизеля в умовах низьких температур навколишнього середовища – свічка розжарювання.

Основні прилади системи живлення дизеля

Паливний насос високого тиску повинен відповідати таким вимогам:

- створення високого тиску впорскування, що забезпечує необхідну якість розпилювання палива;
- рівномірний розподіл палива в камері згоряння;
- точне дозування порції палива, що впорскується для подачі його в камеру згоряння двигуна;
- впорскування палива в камеру згоряння в певний момент робочого процесу з необхідною тривалістю;
- створення рівних умов впорскування в циліндри двигуна.

Паливні насоси високого тиску класифікуються за трьома основними ознаками: конструктивне виконання, метод дозування кількостей палива, що подається, число секцій.

За конструктивним виконанням паливні насоси бувають золотникові (плунжерні) і клапанні. Найбільшого поширення набули двигуни з паливним насосом плунжерного типу, в яких необхідний тиск створюється роботою плунжерної пари (плунжер-гільза).

За методом дозування палива або зміни циклової подачі найбільше застосування мають насоси плунжерного типу, в яких плунжер нагнітає паливо і керує закриттям і відкриттям впускного і відсичного отворів гільзи.

Паливні насоси бувають багатосекційними і розподільними. У більшості багатосекційних насосів секції розташовуються в одному корпусі в один або два ряди. При цьому одна секція паливного насосу подає паливо тільки в один циліндр дизеля. Секції приводяться в дію від загального кулачкового валу, що одержує обертання через шестерневий привід від розподільного вала двигуна. Розподільні насоси мають одну або дві секції (кратне числу циліндрів). Кожна секція може подавати паливо у декілька циліндрів двигуна.

На сучасних дизелях найбільше застосування отримали плунжерні насоси з золотниковим регулюванням циклової подачі палива і постійним ходом плунжера.

На рисунку 3.2 показано принципову схему секції плунжерного насосу високого тиску з регулюванням кількості палива поворотом плунжера.

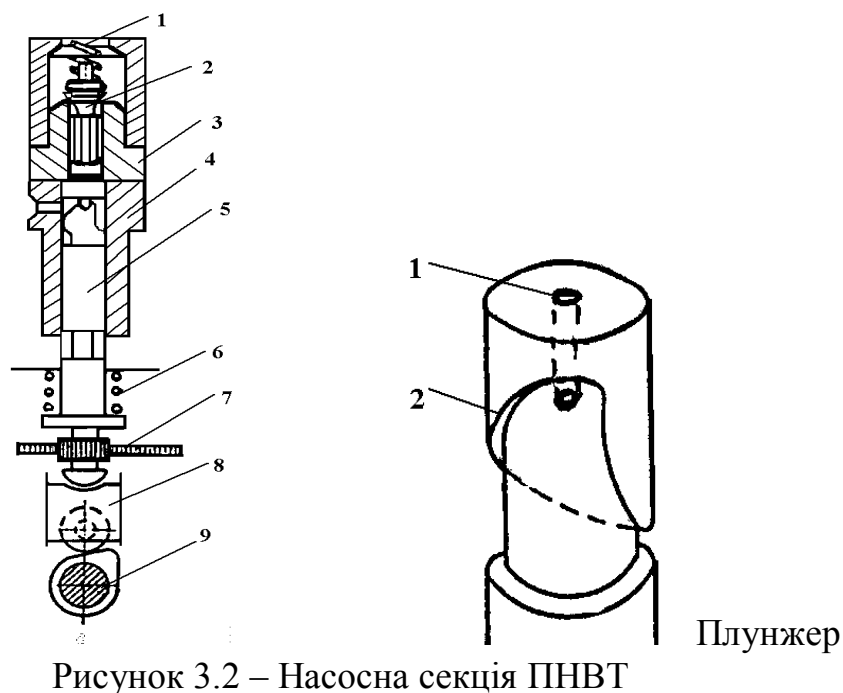


Рисунок 3.2 – Насосна секція ПНВТ

У процесі роботи двигуна кулачковий вал паливного насосу за допомогою кулачка 9 передає зусилля штовхачу 8 і плунжеру 5, який переміщається в гільзі 4. У стінці гільзи 4 є впускне вікно, з'єднане з підвідним каналом. Над гільзою розташовано нагнітальний клапан 2. Він навантажений пружиною 1. Підйом плунжера відбувається під дією кулачка. При цьому зворотна пружина 6 стискається. Опускання плунжера відбувається під дією пружини 6. Верхня частина плунжера має поздовжній отвір 1 і кільцеву виточку. Виточка має верхню гвинтову кромку 2 (відсічну).

Схему роботи секції насоса наведено на рисунку 3.3.

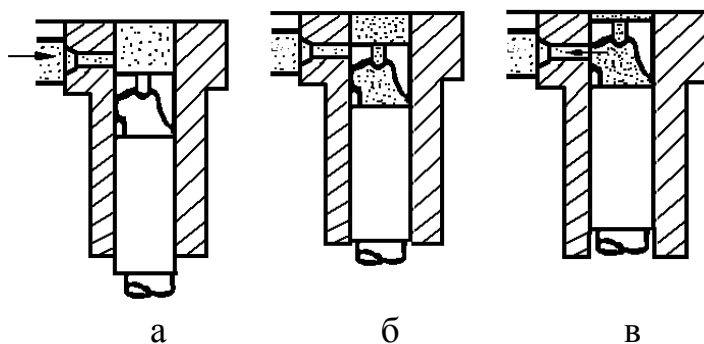


Рисунок 3.3 – Схема роботи секції насосу

При опусканні плунжера паливо з впускного каналу під тиском, створюваним помпою низького тиску, через вікно в гільзі заповнює простір над плунжером. При підйомі плунжера спочатку паливо витісняється через вікно до гільзи. Потім з моменту, коли верхня кромка плунжера перекриє впускне вікно, тиск палива починає значно підвищуватися. Коли він стане достатнім, щоб подолати опір пружини 1, нагнітальний клапан піднімається, і паливо по паливопроводу високого тиску нагнітається до форсунки.

При подальшому підйомі плунжера нагнітання продовжується до тих пір, поки гвинтова кромка плунжера не підійде до нижнього краю вікна гільзи. З цього моменту, так званого моменту відсічення, паливо з надплунжерного простору починає витікати (перепускатися) по осьовому отвору і кільцевій виточці через вікно гільзи в підвідний канал.

Тиск в надплунжерному просторі знижується. Нагнітальний клапан під дією пружини сідає в гніздо, роз'єднуючи порожнину гільзи і паливопровід високого тиску. Нагнітання припиняється. Подальший підйом плунжера супроводжується перетіканням палива через вікно в підвідний канал. Цей процес називається перепуском. У момент, коли плунжер досягне верхнього положення, зворотна пружина починає розтискатися, плунжер поступово опускається, і весь процес повторюється.

Регулювання кількості палива, яке подається здійснюється поворотом плунжера. При повороті плунжера навколо своєї осі змінюється взаємне положення гвинтової кромки і впускного вікна. Тому при підйомі плунжер буде раніше чи пізніше підходити до нижньої кромки впускного вікна, момент відсічення палива та припинення нагнітання настане раніше чи пізніше, і кількість палива, що нагнітається до форсунки зміниться.

Таким чином, при регулюванні подачі палива поворотом плунжера тривалість нагнітання визначається відстанню від верхнього зрізу плунжера до гвинтової кромки, що знаходиться в даний момент біля вершини впускного вікна гільзи.

Для повороту плунжера на його хвостовик насаджено зубчастий сектор, що знаходиться в постійному зачепленні із зубчатою рейкою 7 (рисунок 3.2). Рейка системою тяг і важелів зв'язана з механізмом відцентрового регулятора і тягою ручного керування. Переміщення рейки, а отже, і поворот плунжера відбувається під дією відцентрового регулятора або тяги ручного керування.

Нагнітальний клапан забезпечує чітке відсічення подачі палива за рахунок розвантажувального циліндричного пояска (рисунок 3.4).

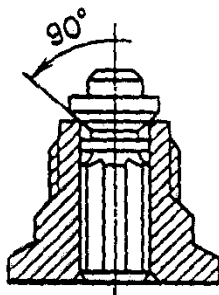


Рисунок 3.4 – Нагнітальний клапан з розвантажувальним пояском

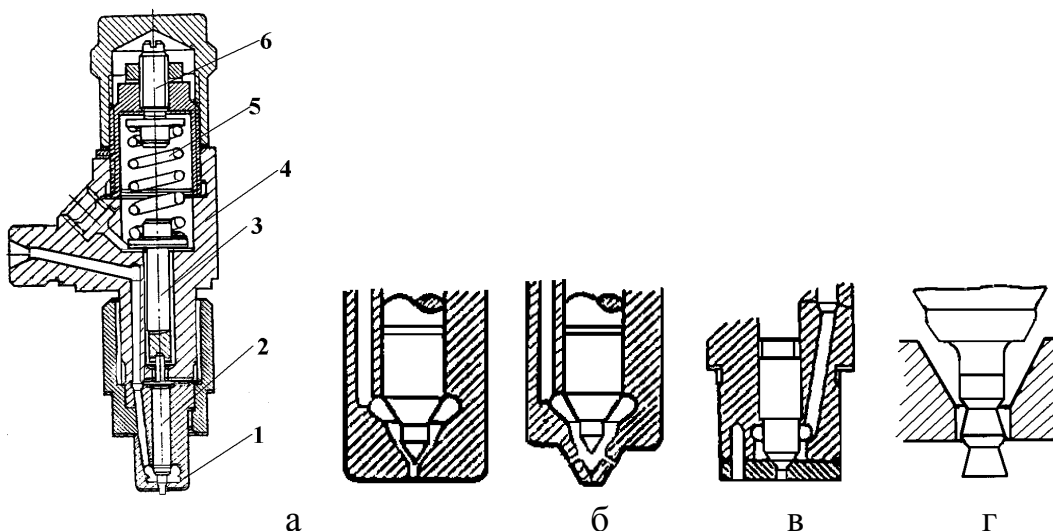
При посадці нагнітального клапана розвантажувальний поясок спочатку роз'єднує паливопровід з надплунжерним простором, а потім, при подальшому опусканні, збільшує об'єм внутрішніх порожнин лінії високого тиску. В результаті різко закінчується впрскування палива в камеру згоряння і зменшується можливість його підтікання через розпилюючий пристрій.

Форсунки впорскують паливо, що нагнітається насосом, в камеру згоряння двигуна.

Конструкція і розташування форсунки, а також тиск упорскування залежать від прийнятого способу сумішоутворення і форми камери згоряння. За конструктивним виконанням форсунки поділяються на дві групи: відкриті та закриті.

Відкриті форсунки не мають запірної голки, що роз'єднує порожнини форсунки і камеру згоряння після припинення впорскування. У відкритих форсунках необхідний тиск створюється гідравлічним опором у соплових отворах і швидкістю нагнітання палива. Упорскування проводиться з великими швидкостями, що покращує розпилювання. Відкриті форсунки широкого поширення не отримали.

Закриті форсунки (рисунк 3.5) мають запірну голку 2, яка відкриває сопловий отвір форсунки на період упорскування палива.



Рисунк 3.5 – Закрита форсунка і конструкції розпилювачів

Підйом запірної голки проводиться автоматично, під тиском палива, що нагнітається насосом. Паливо надходить через канали в корпусі 4 і діє знизу на голку, долаючи зусилля пружини 5, яка прагне утримувати голку в опущеному стані через шток 3. Такий спосіб підйому голки називається гідравлічним. Найбільш відповідальною деталлю форсунки є розпилювач 1 з каліброваними сопловими отворами.

Діаметр і розташування соплових отворів залежать від прийнятого способу сумішоутворення і форми камери згоряння. Розміри, взаємного розташування і якість виготовлення соплових отворів значною мірою визначають форму і напрям струменя, тонкість і однорідність розпилювання і рівномірний розподіл часток розпоршеного палива в камері згоряння.

У двигунів з безпосереднім впорскуванням розпилювач форсунки звичайно має кілька отворів. Тиск, при якому відбувається відрив голки від свого сидла, визначається зусиллям попереднього затягування пружини, гвинтом 6.

Закриті форсунки, що мають розпилювач з одним отвором, бувають штифтові і безштифтові. Різні конструкції розпилювачів закритих форсунок показані на рисунку 3.5. Штифтовими називають форсунки, у яких запірна голка має на кінці штифт, що надає струменю палива бажаний конус (рис. 3.5, г).

Безштифтові розпилювачі мають один або два дроселюючі перетини. Перший перетин розташований в сидлі голки, і його прохідна площа залежить від підйому голки. Другий перетин знаходиться в сопловому отворі, і його площа незмінна. У розпилювачів такого роду площа соплових отворів при впорскуванні не змінюється. Безштифтові розпилювачі виконуються з одним (рисунок 3.5 а, в) або декількома отворами (рисунок 5, б).

Штифтові розпилювачі мають два змінних за площею дроселюючих перетини: перший – в сидлі, другий – в сопловому отворі. У розпилювачів такого роду прохідна площа соплового отвору залежить від підйому голки і конструкції штифта.

Хоча конструктивне виконання закритих форсунок складніше, вони отримали переважне поширення в автомобільних двигунах.

Визначення основних розмірів секції ПНВТ і форсунки

Паливний насос. Визначення основних розмірів паливного насосу зводиться до розрахунку діаметру і ходу плунжера. Для виявлення необхідних залежностей потрібно попередньо проаналізувати елементи процесу подачі палива насосом золотникового типу (рисунок 3.6). Підйом плунжера можна розділити на три періоди.

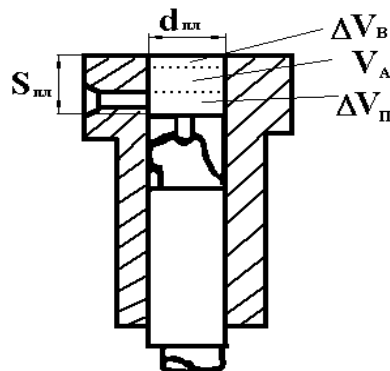


Рисунок 3.6 – Об'єми насосної секції

При підйомі плунжера від нижньої мертвої точки до перекриття впускного вікна в гільзі теоретично нагнітання не відбувається. Першому періоду ходу плунжера (від НМТ до початку нагнітання) відповідає об'єм насосу $\Delta V_{\text{П}}$.

При подальшому підйомі плунжера тиск у системі підвищується, нагнітальний клапан піднімається і паливо по паливопроводу високого тиску нагнітається в форсунку. Процес нагнітання теоретично відбувається до тих пір, поки плунжер не досягає положення, при якому вікно в гільзі починає відкриватися. Другий період підйому плунжера (період нагнітання) визначається величиною активного ходу плунжера, а відповідний йому об'єм впорскуваного палива теоретично становить V_A .

Подальший хід плунжера до верхньої мертвої точки (перепуск) витрачається на перепуск палива з надплунжерного простору в паливостачальний канал. Третьому періоду ходу плунжера відповідає об'єм насоса ΔV_B .

Таким чином, повний об'єм секції насосу буде становити:

$$V_H = \Delta V_B + V_A + \Delta V_{II}, \quad (3.1)$$

Під час нагнітання внаслідок підвищення тиску в паливостачальній системі відбувається стиснення палива і деяке скорочення його обсягу на величину ΔV_1 .

Підвищення тиску викликає незначну деформацію паливопроводів, об'єм якої через розширення збільшується на величину ΔV_2 .

При нагнітанні відбувається незначний витік палива з надплунжерного простору в паливостачальний канал. Цей витік компенсується додатковим об'ємом ΔV_3 .

Необхідно також врахувати, що з підвищенням обертів фактичне підвищення тиску починається дещо раніше перекриття плунжером впускного вікна гільзи. Це відповідає збільшенню об'єму палива, що впорскується на величину $\Delta V'$. У момент відсічення нагнітання повністю не припиняється. Воно триває ще деяку частину ходу плунжера через дроселюючий вплив малих перепускних перерізів вікна на початку перепуску. Для цього необхідно мати додатковий обсяг палива, що впорскується $\Delta V''$.

Таким чином, фактичний об'єм впорскуваного палива становить:

$$V_{\Gamma} = V_A + \Delta V' + \Delta V'' - \Delta V_1 - \Delta V_2 - \Delta V_3, \quad (3.2)$$

Відношення фактичного впорскуваного об'єму палива до теоретичного об'єму називають коефіцієнтом подачі насосу:

$$\eta_H = \frac{V_{\Gamma}}{V_A}, \quad (3.3)$$

Підставивши отримане значення в рівняння для об'єму насосної секції, маємо:

$$V_H = \frac{V_{\Gamma}}{\eta_H} + (\Delta V_B + \Delta V_{II}), \quad (3.4)$$

Для насосів золотникового типу

$$\eta_H = 0.7 - 0.85,$$

$$\Delta V_B + \Delta V_{II} = (0.5 - 0.6) \cdot V_H,$$

$$V_H = \frac{V_{\Gamma}}{\eta_H} + (0.5 - 0.6) \cdot V_H,$$

Отже,

Звідки

$$V_H = (2 - 2.5) \cdot \frac{V_{\Gamma}}{\eta_H},$$

Об'єм палива, що впорскується в циліндр двигуна за один цикл (см³), може бути визначений за формулою:

$$V_T = \frac{k \cdot g_e \cdot N_e \cdot \tau}{3600 \cdot i \cdot 2 \cdot n \cdot \rho_T}, \quad (3.5)$$

де k – коефіцієнт, що враховує збільшення подачі палива насосом внаслідок перевантаження двигуна (приймається рівним 1,25...1,3);

g_e – питома витрата палива, г/кВт*год;

N_e – потужність двигуна, кВт;

τ – число тактів робочого процесу;

i – число циліндрів двигуна;

n – число обертів двигуна, с⁻¹;

ρ_T – питома (густина) вага палива, г/см³.

Основні розміри насосу визначаються з рівності:

$$V_H = \frac{\pi \cdot d_{пл}^2 \cdot S_{пл}}{4}, \quad (3.6)$$

де $d_{пл}$ – діаметр плунжера насосу;

$S_{пл}$ – хід плунжера насосу.

Відношення ходу плунжера до діаметру плунжера у насосів становить:

$$\psi = \frac{S_{пл}}{d_{пл}} = 1 - 1.7 \quad (3.7)$$

Діаметр плунжера, при обраному його ході, визначається за формулою:

$$d_{пл} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_H}{\pi \cdot S_{пл}}}, \quad (3.8)$$

Плунжер і гільза є прецизійною парою, і тому їх розміри стандартизовані (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Співвідношення між діаметром і ходом плунжера

$d_{пл}$, мм	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10	11	12
$S_{пл}$, мм	7		8	9		10	12	16	20	

Форсунка. Розрахунок основних розмірів відкритої форсунки зводиться до визначення діаметра отворів. Число отворів форсунки приймається відповідно до вибраного способу сумішоутворення, форми і розмірів камери згоряння.

Діаметр отвору форсунки залежить від тиску впорскування, тривалості подачі і кількості палива, що впорскується за цикл. Кількість палива, що впорскується форсункою за один робочий хід двигуна (см³), може бути визначено за формулою:

$$V_T = \frac{k \cdot g_e \cdot N_e \cdot \tau}{3600 \cdot i \cdot 2 \cdot n \cdot \rho_T}, \quad (3.9)$$

Якщо визначено кількість палива, що впорскується форсункою за один робочий хід, прохідний перетин отворів форсунки визначається згідно рівнянням витрат:

$$V_T = F_\phi \cdot \omega_\phi \cdot t, \quad (3.10)$$

де F_ϕ – сумарна площа всіх отворів форсунки;

ω_ϕ – середня швидкість витікання палива з отвору форсунки;

t – тривалість подачі, $t = 0,001 \dots 0,003$ с.

Швидкість витікання палива з отвору форсунки не є постійною (100... 400 м/с). За період впорскування швидкість витікання змінюється залежно від зміни тиску впорскування і протитиску в циліндрі. При виборі розмірів форсунки в розрахунках беруть середню швидкість витікання палива, яка визначається за формулою:

$$\omega_\phi = \eta_\phi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_\phi - P_T)}{\gamma_T}}, \quad (3.11)$$

де η_ϕ – коефіцієнт витрат при витіканні палива з соплових отворів, ($\eta_\phi = 0,7 - 0,8$);

g – прискорення сили тяжіння;

γ_T – питома вага палива;

P_ϕ – середній тиск упорскування, $P_\phi = 17 \dots 30$ МПа;

P_T – тиск газів в циліндрі в момент упорскування, визначається при тепловому розрахунку двигуна. Середні значення $P_T = 3 \dots 4$ МПа.

Площа отворів форсунки визначається виразом:

$$F_\phi = \frac{\pi \cdot d_o^2 \cdot Z}{4}, \quad (3.12)$$

де Z – кількість отворів форсунки.

Тоді діаметр отвору форсунки визначиться за формулою:

$$d_o = \sqrt{\frac{4}{\pi \cdot Z} \cdot F_\phi}. \quad (3.13)$$

Діаметр отвору форсунки становить 0,1...0,25 мм; для форсунок закритого типу з одним отвором – 1...2 мм.

Зміст звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

– вступну частину, в якій розкривається мета роботи, коротко викладається послідовність виконання лабораторної роботи;

– основну частину, що містить схеми та опис конструкцій і докладної установки, методику проведення лабораторної роботи на установці,

розрахунковий матеріал по визначенню характерних параметрів секції паливного насосу і форсунок згідно з заданими вхідними даними;

– заключну частину, що включає аналіз і узагальнення отриманих результатів, висновки.

Контрольні питання

1. Які вимоги пред'являються до приладів системи живлення дизеля?
2. Які типи очисників повітря можуть бути встановлені на дизельні двигуни?
3. Вкажіть призначення складових частин системи живлення дизеля.
4. Що характеризує цетанове число палива?
5. Розкажіть принцип і порядок роботи плунжерної пари.
6. Чим пояснити підвищені вимоги до якості дизельного палива?
7. Для чого служить регулятор частоти обертання колінчастого вала?

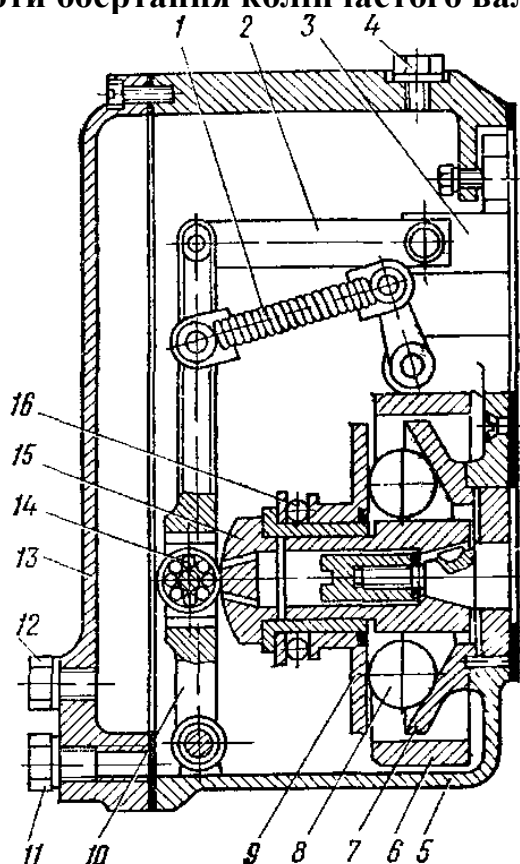
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 ПРИЛАДИ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛІВ

Мета роботи: вивчити призначення, класифікацію та загальну будову приладів системи живлення дизеля: паливних фільтрів, очисників повітря, паливного насосу низького тиску, паливного насосу розподільного типу, регулятора частоти обертання колінчастого вала, роботу автоматичної муфти випередження впорскування палива; ознайомитися з марками палив для дизелів.

Лабораторне обладнання: прилади систем живлення дизеля: паливних фільтрів, очисників повітря, паливного насосу низького тиску, регулятора частоти обертання колінчастого вала двигунів; стенд ПНВТ; плакати; схеми.

Теоретичні відомості

Регулятор частоти обертання колінчастого вала



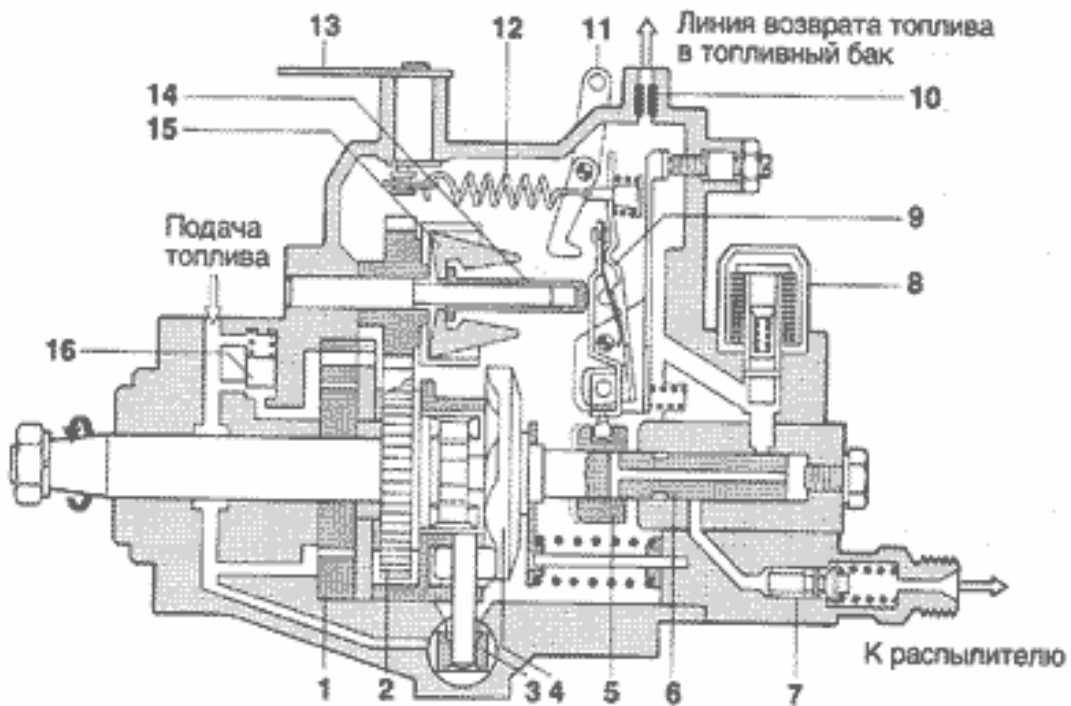
1 – пружина; 2 – тяга рейки паливного насосу; 3 – рейка паливного насосу; 4, 11, 12 – пробки; 5 – корпус; 6 – хрестовина; 7 – конічна тарель; 8 – тягарці; 9 – плоска тарель; 10 – важіль регулятора; 13 – кришка; 14 – ролик; 15 – упор; 16 – опорний підшипник.

Рисунок 4.1 – Регулятор частоти обертання колінчастого вала

Розподільний паливний насос високого тиску

Подача палива в сучасних двигунах із запалюванням від стискування проводиться також за допомогою розподільного насоса, базовою конструкцією якого є насос фірми Bosch. Порівняно низька вартість робить їх застосування

привабливим для багатьох виробників. На рисунку 4.2 зображено одноплунжерний паливний насос розподільного типу.



1 – насос подачі палива (лопаточного типу); 2 – привід регулятора; 3 – пристрій регулювання кута випередження впорскування; 4 – кулачковий диск; 5 – регулююча втулка; 6 – розподільний плунжер; 7 – нагнітальний клапан; 8 – пристрій відключення соленоїдного керування; 9 – важільний механізм регулятора; 10 – перепускний дросель; 11 – механічний пристрій відключення; 12 – пружина регулятора; 13 – важіль контролю частоти обертання; 14 – регулююча втулка; 15 – відцентрові вантажі; 16 – нагнітальний клапан обмеження тиску.

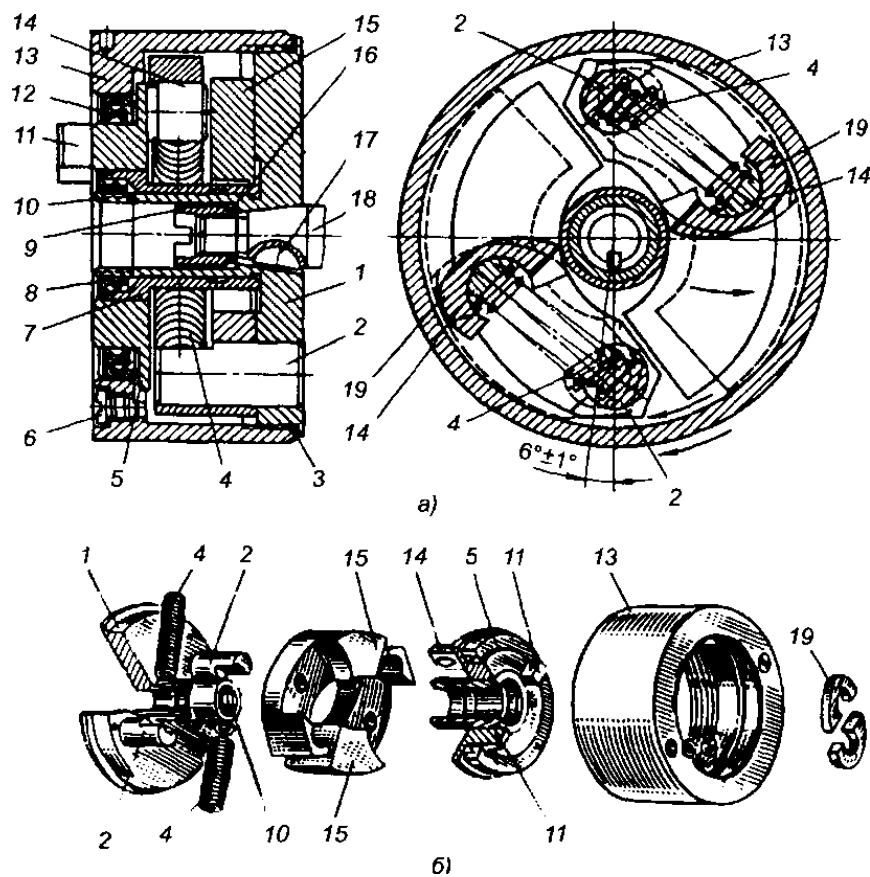
Рисунок 4.2 – Схема одноплунжерного ПНВТ розподільного типу

Автоматична муфта випередження впорскування палива

Дозволяє змінювати кут випередження впорскування палива залежно від частоти обертання колінчастого вала, що підвищує економічність дизеля при різних режимах роботи і покращує його пуск. Муфта встановлюється на передньому кінці кулачкового вала ПНВТ. Її будову наведено на рисунку 4.3.

Автоматична муфта відцентрового типу, прямої дії, з установочним кутом випередження впорскування 18° призначена для автоматичної зміни моменту впорскування палива в циліндри в залежності від частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Муфту встановлено на конічному кінці кулачкового вала 18 насосу високого тиску на сегментній шпонці 17, кріпиться кільцевою гайкою 9 і пружинною шайбою 16. Вона змінює момент впорскування палива за рахунок додаткового повороту кулачкового вала насосу під час роботи в ту або іншу сторону щодо вала приводу насосу.



а – конструкція; б – деталі;

- 1 – ведена півмуфта; 2 – вісь вантажу; 3 – ущільнювальне кільце; 4 – пружина;
 5 – ведуча півмуфта; 6 – гвинт; 7 – втулка ведучої напівмуфти;
 8 і 12 – самопіджимні манжети; 9 – гайка кріплення муфти; 10 – маточина веденої напівмуфти; 11 – шип; 13 – корпус; 14 – палець ведучої півмуфти;
 15 – вантаж; 16 – пружинна шайба; 17 – шпонка; 18 – кулачковий вал паливного насосу; 19 – проставка.

Рисунок 4.3 – Автоматична муфта випередження впорскування палива

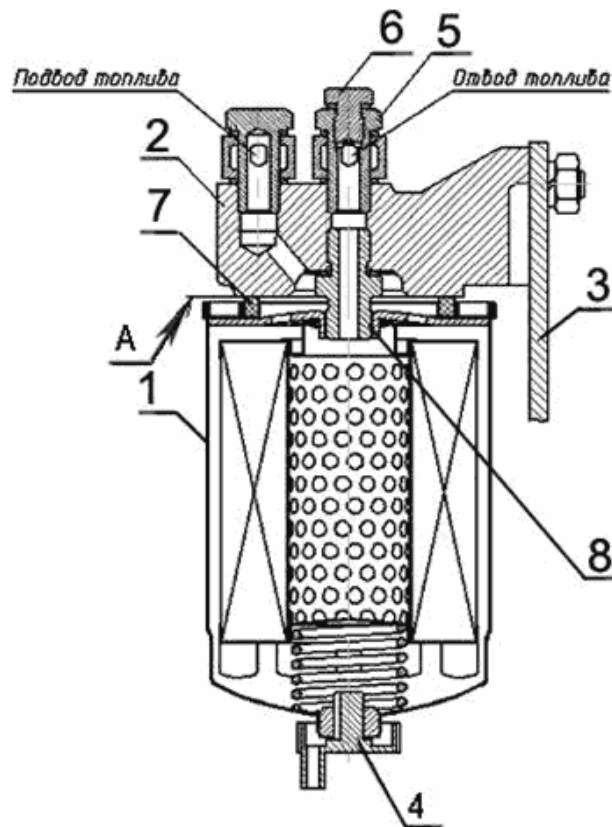
Фільтри очищення палива

Фільтр грубого очищення палива служить для попереднього очищення палива від механічних домішок та води. Він складається з корпусу, відбивача з сіткою, розсіювача, стакану з заспокоювачем.

Злив відстою з фільтру проводиться через отвір у нижній частині стакану, що закривається пробкою.

Фільтр тонкого очищення (рисунок 4.4) служить для остаточного очищення палива. Він, як правило, – нерозбірний, але можлива установка розбірного фільтру зі змінним фільтрувальним паперовим елементом.

Паливо, проходячи крізь штори паперового фільтруючого елемента, очищується від механічних домішок. У нижній частині корпусу фільтру знаходиться отвір з пробкою для зливу відстою.



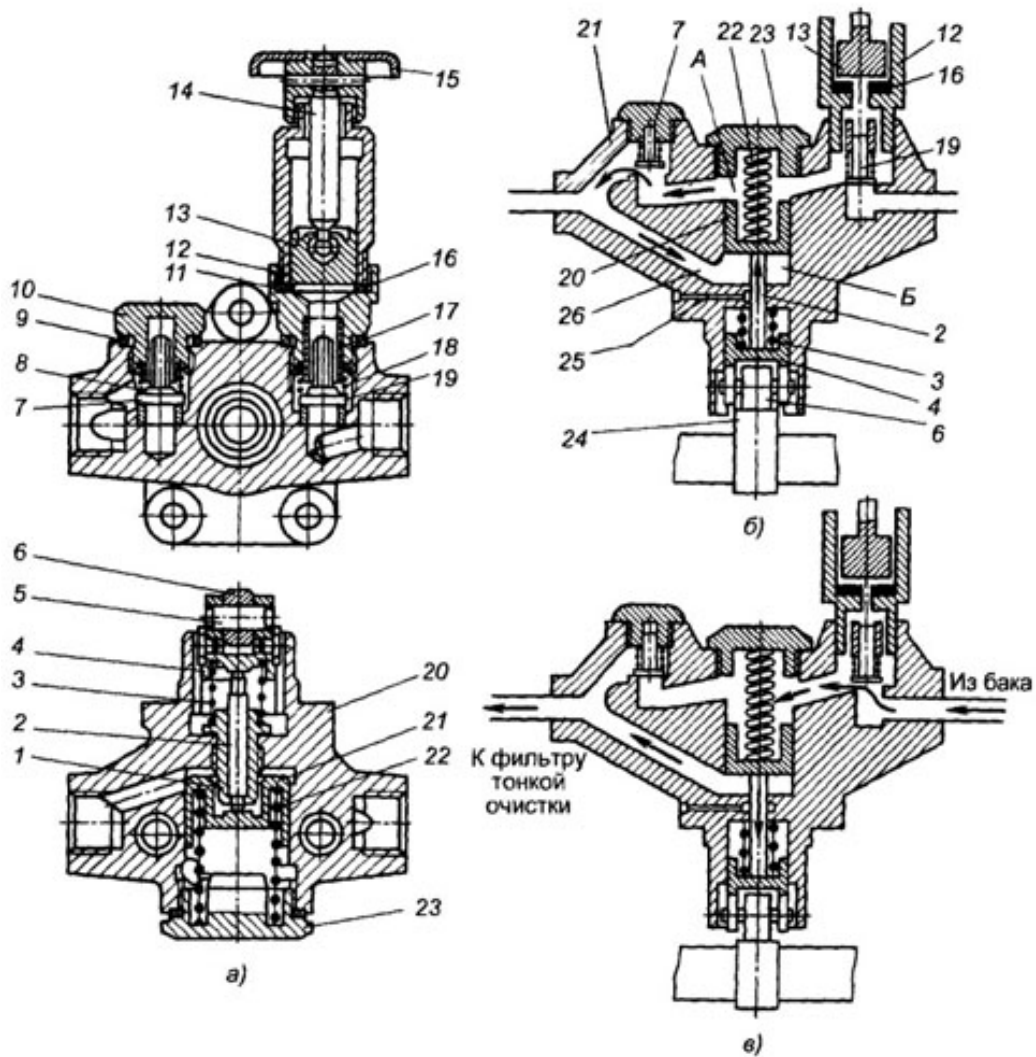
- 1 – фільтр ФТ024-1117010; 2 – корпус; 3 – кронштейн; 4 – пробка (для зливу відстою); 5 – штуцер відвідний; 6 – пробка (для випуску повітря); 7 – прокладка; 8 – штуцер.

Рисунок 4.4 – Фільтр тонкого очищення палива

Паливо підкачувальний насос низького тиску

На рисунку 4.5 наведено схему паливо підкачувального насосу низького тиску дизеля.

Переміщення палива каналами підкачувального насосу на рисунку 4.5 показано стрілками.



а – конструкція; б – схема перепуску палива; в – схема надходження палива в насос і подачі його до фільтру тонкого очищення;

1 – втулка; 2 – шток штовхача; 3, 8, 18 і 22 – пружини; 4 – штовхач;
 5 – вісь ролика; 6 – ролик; 7 – випускний клапан; 9 і 16 – прокладки;
 10 і 23 – пробки; 11 – корпус циліндра; 12 – циліндр; 13 – поршень;
 14 – шток поршня; 15 – рукоятка; 17 – втулка циліндра ручного насосу;
 19 – впускний клапан; 20 – корпус насосу; 21 – поршень; 24 – эксцентрик;
 25 і 26 – канали;

А – порожнина над поршнем; Б – порожнина під поршнем.

Рисунок 4.5 – Паливо підкачувальний насос поршневого типу

Насос-форсунка

Вимоги до сучасних дизельних двигунів відносно потужності, паливної економічності і екологічності стають все вище. Щоб задовольнити ці вимоги, необхідно забезпечити хороше сумішоутворення. Системою, яка задовольняє ці високі вимоги, являється впорскування з використанням насос-форсунок (рис. 4.6). Ще Дизель виношував ідею об'єднати в одному вузлі паливний насос і паливну форсунку, що дозволило б відмовитися від трубопроводів високого тиску і, тим самим, підвищити тиск впорскування.

Проте у той час не існувало ні технічних, ні технологічних можливостей реалізувати на практиці цю ідею. Як вже говорить, сама назва, насос-форсунка є впорскуючим насосом з вузлом керування і форсункою в єдиному вузлі. Як і ПНВТ з форсунками, система впорскування з насос-форсунками виконує наступні функції: створює високий тиск для впорскування палива, впорскує певну кількість палива в певний момент. На кожен циліндр двигуна приходиться по насос-форсунці. Тому відсутні паливопроводи високого тиску, які є на двигуні з ПНВТ.

Будова насос - форсунки

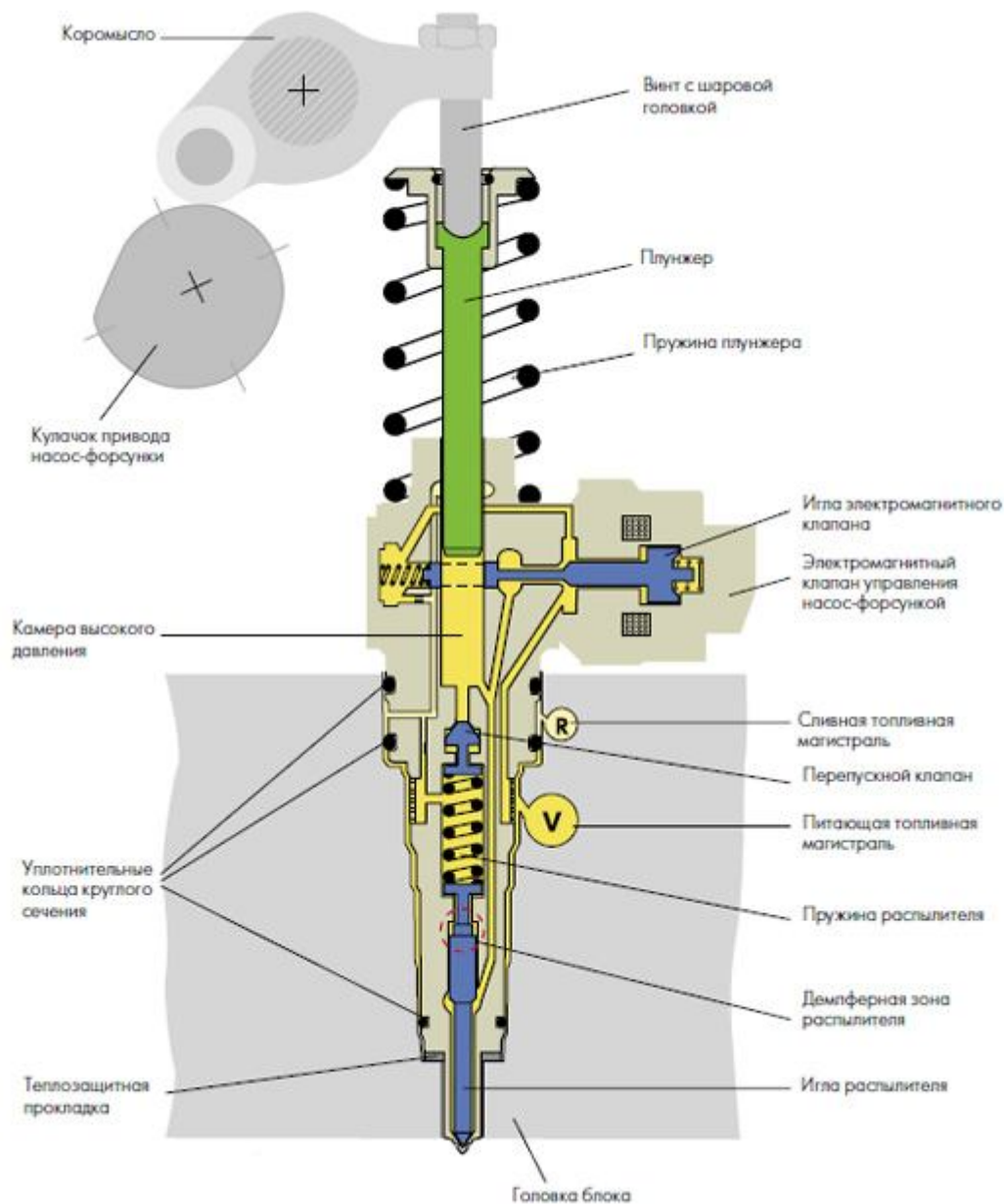


Рисунок 4.6 – Насос - форсунка

Дизельні насос-форсунки розташовані безпосередньо в головці блоку. На розподільному валу є чотири кулачки для приводу насос-форсунок. За допомогою коромисел зусилля передається на плунжери насос-форсунок. Кулачок приводу насос-форсунки має профіль, що забезпечує різкий підйом

коромисла і повільне його опускання. При різкому підйомі коромисла плунжер насос-форсунки притискається донизу з високою швидкістю, і тим самим швидко досягається високий тиск. При повільному опусканні коромисла плунжер насос-форсунки рухається догори відносно повільно і рівномірно, внаслідок чого паливо може поступати в камеру високого тиску без утворення повітряних бульбашок (рис. 4.7). Безпосередньо саме впорскування відбувається при подачі напруги від електронного блоку керування на електромагнітний клапан керування дизельної насос-форсунки.

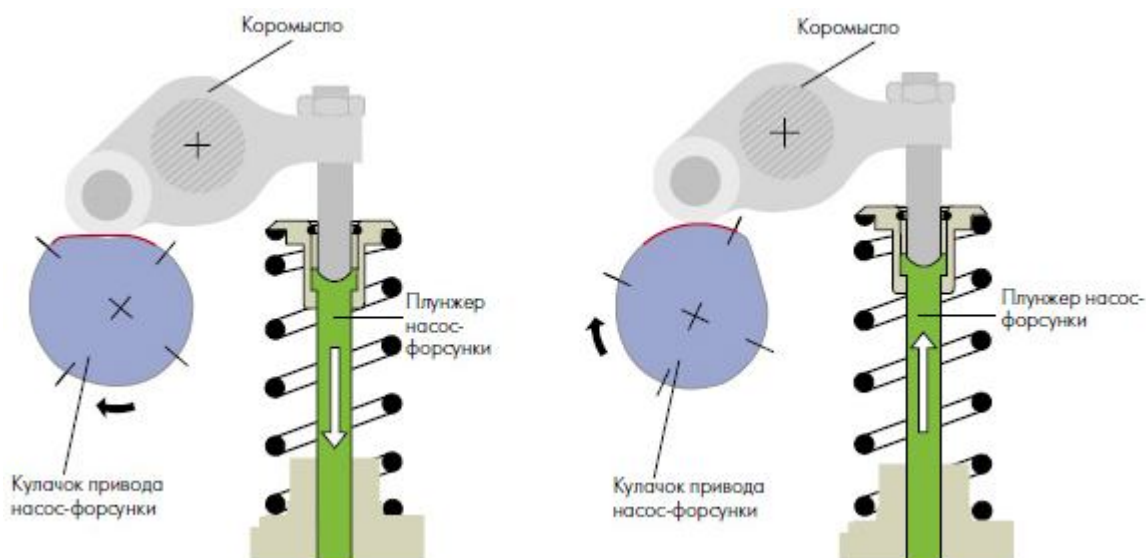


Рисунок 4.7 – Схема роботи насос - форсунки

Обов'язковою умовою ефективного згорання є необхідне сумішоутворення. Для цього паливо повинне подаватися в циліндр в потрібній кількості, в потрібний момент і під високим тиском. Вже при незначних відхиленнях від параметрів, необхідних для розпилювання палива відбувається збільшення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах, підвищення шумності процесу згорання і збільшення витрати палива. Для досягнення максимально можливої плавності протікання процесу згорання перед основним впорскуванням здійснюється попереднє впорскування малої кількості палива під невеликим тиском. Завдяки згоранню цієї малої кількості палива в камері згорання підвищуються тиск і температура. При основному впорскуванні необхідно досягти хорошого сумішоутворення для повного згорання палива. Завдяки високому тиску впорскування досягається дуже тонкий розпил палива, що дозволяє отримати рівномірну суміш палива і повітря. Повне згорання палива забезпечує зменшення викиду шкідливих речовин і підвищення потужності двигуна. Процес впорскування палива, який забезпечується системою із застосуванням дизельних насос-форсунок, зі зменшеним тиском при попередньому впорскуванні, підвищеному тиску і швидкому протіканні процесу основного впорскування сприяє поліпшенню показників роботи двигуна. Важливим моментом для процесу згорання в дизельному двигуні являється мала величина затримки samozаймання. Затримка samozаймання є

проміжком часу між початком впорскування палива і початком підвищення тиску в камері згорання. Якщо в цей часовий проміжок подається велика кількість палива, то це веде до різкого підвищення тиску в камері згорання і, тим самим, до збільшення рівня шуму процесу згорання. Внаслідок цього відбувається прискорене самозаймання палива, поданого в ході основного впорскування. Попереднє впорскування і наявність паузи між попереднім і основним впорскуванням сприяє тому, що тиск в камері згорання підвищується не стрибкоподібно, а відносно рівномірно. Внаслідок цього досягається зниження шумності процесу згорання і зменшення емісії оксидів азоту. Для хорошої роботи двигуна важливо, щоб у кінці процесу впорскування тиск впорскування різко впав, а голка розпилювача швидко повернулася в початкове положення. Тим самим запобігається попадання палива в камеру згорання під низьким тиском і з поганим розпилом. Таке паливо згорає не повністю, що веде до збільшення токсичності вихлопу.

Зміст звіту

У звіті крім опису відповідей на питання необхідно зобразити такі схеми і рисунки: принципові схеми приладів системи живлення дизелів, охарактеризувати їх роботу.

Описати основні несправності та технічне обслуговування даних приладів.

Контрольні питання

1. Які вимоги пред'являються до приладів системи живлення дизеля?
2. Які типи фільтрів можуть бути встановлені на дизельні двигуни?
3. Навести принцип роботи паливо підкачувального насоса поршневого типу.
4. Який принцип роботи регулятора частоти обертання колінчастого вала?
6. Переваги насос - форсунки в порівнянні з механічною форсункою.
7. Недоліки насос - форсунки в порівнянні з механічною форсункою.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 ДОЗУЮЧІ ПРИСТРОЇ І СИСТЕМИ КАРБЮРАТОРА

Мета роботи: вивчити призначення та загальну будову систем і пристроїв живлення карбюраторів, призначення і будову їх елементів, режими роботи карбюратора: головної дозуючої, холостого ходу, пускової, прискорювального насосу, економайзера, еконостата, обмежувача частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Лабораторне обладнання: стенди системи живлення, паливний насос, карбюратори, плакати, схеми.

Теоретичні відомості

Головний дозуючий пристрій

Характеристики елементарного карбюратора можуть коригуватись головним дозуючим пристроєм, шляхом зміни складу горючої суміші головним чином при середніх і великих навантаженнях.

Переважно поширені чотири різновиди головних дозуючих пристроїв: з двома жиклерами (головним та компенсаційним); з пневматичним гальмуванням подачі палива; зі змінним перетином дифузора; з дозуючою голкою.

Головний дозуючий пристрій з двома жиклерами (рисунок 5.1).

Головний жиклер 1 подає паливо безпосередньо в дифузор. Витрата палива через головний жиклер залежить від розрідження в дифузорі і зростає в міру підвищення розрідження.

Жиклер 2 – компенсаційний. Він подає паливо в з'єднаний з атмосферою колодезь 3. Внаслідок вільного доступу повітря в колодезь зміна розрідження в дифузорі не впливає на кількість палива, що надходить з компенсаційного жиклера.

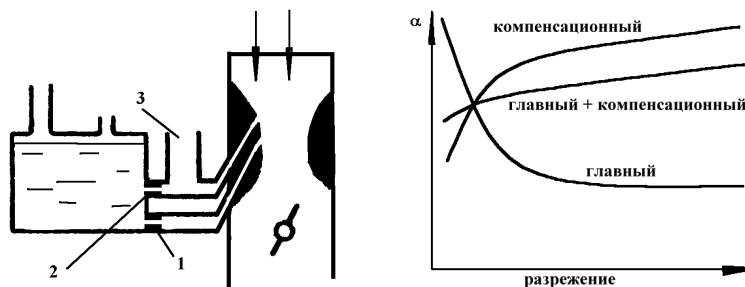


Рисунок 5.1 – Головний дозуючий пристрій з двома жиклерами і його характеристика

Якщо двигун не працює, рівень палива в камері поплавця, колодезці і розпилювачах однаковий. При роботі двигуна, у міру збільшення розрідження в дифузорі, витрата палива через розпилювач головного жиклера безперервно підвищується. Розпилювач компенсаційного жиклера спочатку працює повним перерізом. Надалі рівень палива в колодезці поступово знижується і через нього починається підсмоктування повітря. При цьому паливо надходить через жиклер 2, змішується з підсмоктуваним повітрям і у вигляді емульсії подається через розпилювач в дифузор карбюратора. Таким чином, головний жиклер

працює за характеристикою елементарного карбюратора, збагачуючи суміш у міру збільшення розрідження. Характеристика компенсаційного жиклера протилежна. При збільшенні розрідження він збіднює суміш. Розміри жиклерів підбираються так, щоб їхня спільна робота наближала характеристику карбюратора до бажаної. Головний дозуючий пристрій з пневматичним гальмуванням подачі палива (рисунок 5.2).

Карбюратор має один жиклер 1 і калібрований отвір 2 в повітряному колодязі. У період роботи двигуна при малих розрідженнях в дифузорі доступ повітря через повітряний жиклер відсутній. У цей період жиклер працює так само, як і у елементарного карбюратора.

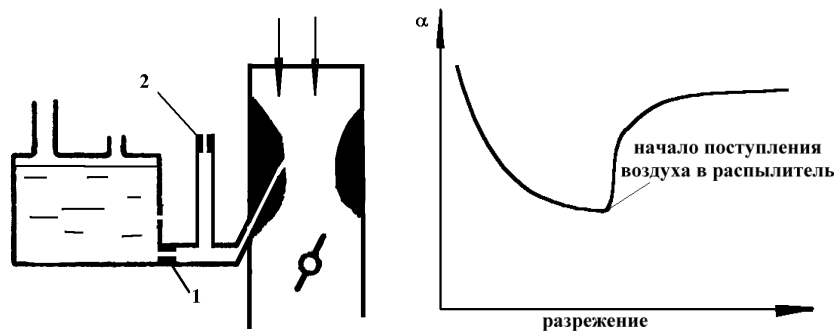


Рисунок 5.2 – Головний дозуючий пристрій з пневматичним гальмуванням палива та його характеристика

При збільшенні розрідження в дифузорі (зростання навантаження) рівень палива в колодязі знижується. Як тільки рівень палива в колодязі знизиться до рівня отвору в розпилювачі, в нього почне надходити повітря, утворюючи емульсію, яка почне надходити в змішувальну камеру.

Підбір співвідношень площ жиклера і каліброваного отвору повітряного колодязя дозволяє наблизити характеристику карбюратора до бажаної. Головний дозуючий пристрій із змінним перетином дифузора (рисунок 5.3).

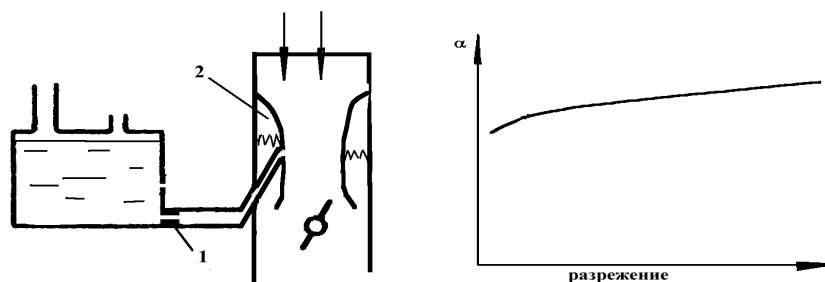


Рисунок 5.3 – Головний дозуючий пристрій із змінним перетином дифузора і його характеристика

Карбюратор має один жиклер 1 і дифузор 2 змінного перерізу, утворений двома крилами.

При малих витратах повітря крила сходяться і зменшують прохідний перетин дифузора, підвищуючи розрідження в дифузорі і витрату палива через розпилювач. Зі збільшенням витрати повітря під дією напору повітряного

поток крила розсуваються, збільшуючи прохідний перетин дифузора. Розрідження при цьому знижується, а суміш збіднюється.

Змінюючи жорсткість пружних елементів, коригують зміну прохідного перерізу дифузора відповідно до бажаної характеристики карбюратора. Головний дозуючий пристрій з дозуючою голкою представлено на рисунку 5.4.

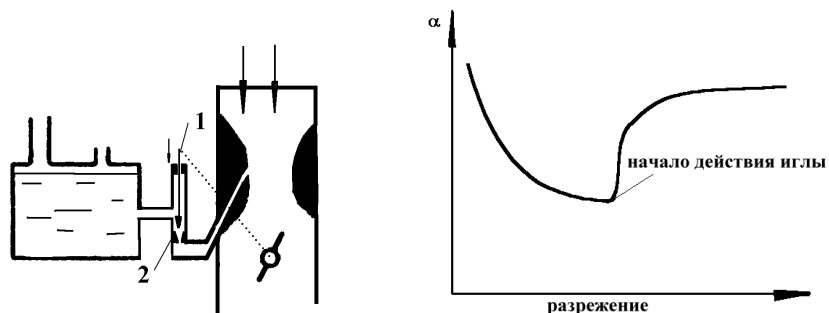


Рисунок 5.4 – Головний дозуючий пристрій з дозуючою голкою та його характеристика

При роботі двигуна паливо з поплавкової камери через кільцевий зазор між паливними жиклером 2 і дозуючою голкою 1 поступає до розпилювача. При малих розрідженнях в дифузорі жиклер працює за характеристикою елементарного карбюратора.

При збільшенні розрідження в дифузорі (зростанні навантаження) подача палива через жиклер 2 зменшується за рахунок опускання дозуючої голки 1, що досягається установкою повідця (на осі дросельної заслінки) і тяг, пов'язаних із голкою 1. При опусканні дозуючої голки витрата палива через паливний жиклер зменшується і суміш збіднюється.

Найвигіднішу для економічної роботи двигуна витрату палива отримують підбором відповідної дозуючої голки і паливного жиклера. Недоліки цього дозуючого пристрою: відсутність емульсування палива, що подається паливним жиклером, складність виготовлення дозуючої голки і ненадійність її роботи при експлуатації карбюратора.

Додаткові дозуючі пристрої

Пусковий пристрій. Під час пуску число обертів колінчастого вала двигуна незначне, швидкість повітряного потоку невелика, тонкість розпилювання й випаровування палива недостатні. Все це створює несприятливі умови для сумішоутворення і викликає затруднення при пуску непрогрітого двигуна.

Для полегшення пуску двигуна необхідне короткочасне збагачення суміші. Це досягається за допомогою спеціального пускового пристрою, яким у більшості карбюраторів є повітряна заслінка (рисунок 5.5).

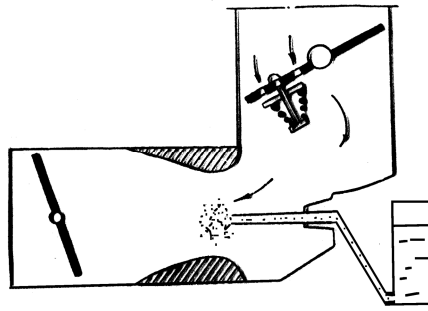


Рисунок 5.5 – Повітряна заслінка з клапаном

При пуску двигуна повітряна заслінка, встановлена у вхідному патрубку карбюратора, тимчасово прикривається. Це знижує кількість повітря, що проходить через дифузор, але, підвищуючи розрідження біля розпилювача, збільшує подачу палива і збагачує суміш.

Повітряна заслінка часто доповнюється підпружиненим клапаном, що запобігає Perezбагаченню суміші. Під дією пружини клапан притискається до повітряної заслінки і закриває наявні в ній отвори. Після запуску двигуна розрідження в дифузорі зростає, клапан відходить від заслінки, стискаючи пружину, і відкриває отвори. Додаткове повітря, що надходить у карбюратор, перешкоджає Perezбагаченню суміші. Інколи нерівностороння повітряна заслінка встановлюється на осі ексцентрично, що призводить до автоматичного відкриття заслінки під дією повітряного потоку на більшу за площею сторону заслінки.

Пристрій холостого ходу. На холостому ходу та малих навантаженнях двигуна дросельна заслінка майже повністю прикрита, а повітряна заслінка відкрита. При цьому витрата повітря і розрідження в дифузорі малі і головний дозуючий пристрій не працює. Збагачення суміші на холостому ходу та малих навантаженнях досягається за допомогою пристрою холостого ходу (рисунок 5.6).

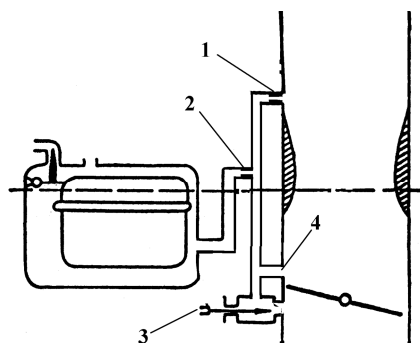


Рисунок 5.6 – Пристрій холостого ходу

Майже повністю закриваючи дросельну заслінку, створюють значне розрідження за нею. У пристрої холостого ходу паливний жиклер холостого ходу 2 каналом сполучається з отвором 4 в стінці карбюратора перед дроселем і отвором за дроселем, прохідний перетин якого регулюється гвинтом 3. У канал через повітряний жиклер 1 надходить також повітря.

Під дією значного розрідження за дроселем паливо з поплавкової камери через жиклер 2 надходить в канал, змішується з повітрям, що поступає через повітряний жиклер 1, і утворює емульсію, яка надходить у простір за дроселем через нижній отвір. Емульсія додатково розпилюється повітрям, що проникає з великою швидкістю через зазори між дроселем і стінками карбюратора. Отвір 4 створює умови для плавного переходу від холостого ходу до малих навантажень і поступового збіднення суміші. При подальшому відкритті дроселя розрідження за дроселем падає (але в горловині дифузора підвищується) і подача палива пристроєм холостого ходу поступово зменшується, а потім припиняється. Далі подача палива забезпечується головним дозуючим пристроєм.

Економайзер. Головний дозуючий пристрій карбюратора розраховується на приготування економічної суміші, тоді як максимальна потужність двигуна досягається на збагаченій суміші, коли коефіцієнт надлишку повітря становить від 0,8 до 0,9.

Для здійснення зазначеної вимоги карбюратори мають пристрій-економайзер, що дозволяє автоматично збагачувати суміш. Економайзери виконуються з механічним або пневматичним приводом. Економайзер з механічним приводом включається в дію в залежності від положення дроселя, а економайзер з пневматичним приводом – залежно від розрідження в карбюраторі. Принципова схема економайзера з пневматичним приводом показана на рисунку 5.7.

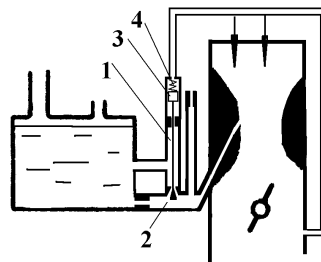


Рисунок 5.7 – Економайзер з пневматичним приводом

Колодязь економайзера має клапан 2, штوک 1, пружину 4 і поршень 3, розміщений в циліндрі. Циліндр над поршнем з'єднується через канал з простором за дроселем (на схемі – обвідний канал). На малих і середніх навантаженнях під дією різниці тисків поршень утримується у верхньому положенні. Клапан економайзера при цьому закритий. З переходом до великих навантажень різниця тисків значно знижується і поршень під дією пружини розтискаються, штوک опускається, а клапан економайзера відкривається. При цьому додаткове паливо з колодязя через жиклер економайзера надходить до розпилювача і збагачує суміш.

Схема економайзера з механічним приводом показана на рисунку 5.8.

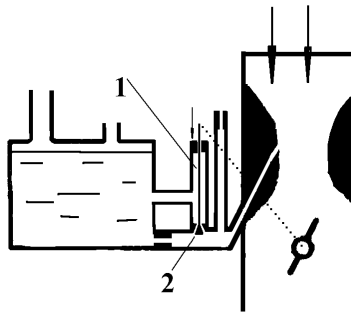


Рисунок 5.8 – Економайзер з механічним приводом

При механічному приводі економайзер має клапан 2, шток 1, який механічно зв'язаний з дросельною заслінкою. На малих і середніх навантаженнях шток знаходиться у верхньому положенні, а клапан економайзера при цьому закритий. З переходом до великих навантажень, при повороті дросельної заслінки, на шток створюється механічний вплив. Шток опускається, а клапан економайзера відкривається. Одночасно паливо з колодязя через жиклер економайзера надходить до розпилувача і суміш збагачується.

Деякі карбюратори з двома камерами змішувачів мають економайзер, який називається **еконостатом** (рисунок 5.9). Він встановлюється у вторинних камерах, дросельні заслінки яких починають відкриватися при навантаженні, близькому до повного.

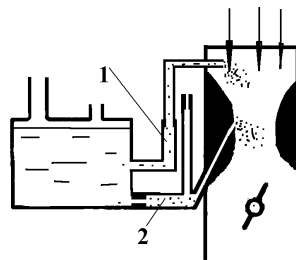


Рисунок 5.9 – Еконостат

На малих і середніх навантаженнях дросельна заслінка вторинних камер закрита і потік повітря в дифузорі вторинної камери відсутній. При зростанні навантажень, коли паливної суміші, приготовленої першою камерою, недостатньо, дросельна заслінка вторинної камери починає відкриватися. Збільшується потік повітря через дифузор, створюючи розрідження, починає працювати головна дозуюча система вторинної камери 2, яка готує збіднену суміш.

При навантаженні, близькому до повного, повітряний потік через вторинну камеру великий і розрідження створюється не тільки в дифузорі, а й перед ним. Через розпилувач еконостата 1, який виведено вище дифузора, починає розпилуватись паливо, що піднімається з камери поплавця цим розрідженням. Паливна суміш збагачується.

Насос-прискорювач. Принципова схема насоса-прискорювача показана на рисунку 5.10.

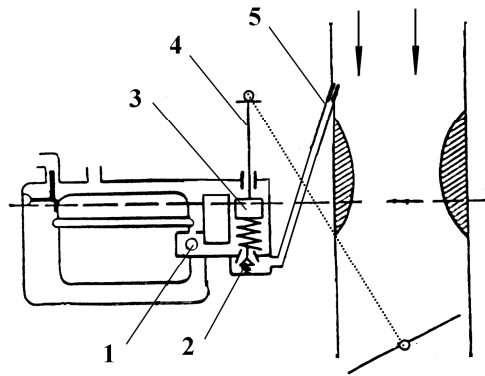


Рисунок 5.10 – Принципова схема насоса-прискорювача

У випадку різкої зміни режиму роботи двигуна (при розгоні автомобіля або русі по пересіченій місцевості) виникає необхідність різкого відкриття дроселя. При цьому розрідження в дифузорі карбюратора значно зростає, а за дроселем падає. Витрата повітря, завдяки меншій інерції, підвищується в більшій мірі, ніж витрата палива і робоча суміш короткочасно збіднюється, що супроводжується падінням потужності і погіршенням прийомистості двигуна і може викликати перебої в його роботі. Для того щоб різке відкриття дроселя не супроводжувалося тимчасовим збіднінням суміші, а прийомистість двигуна не погіршувалася, більшість карбюраторів забезпечується насосом-прискорювачем.

Колодязь насоса, в який поступає паливо з камери поплавця через впускний клапан 1, з'єднано з розпилювачем і має випускний клапан 2. Якщо клапан 2 відкритий, паливо з колодязя надходить у розпилювач 5. Поршень насоса 3 постійно віджимается пружиною вгору до штоку 4. Шток за допомогою тяг зв'язаний з віссю дроселя.

При поступовому відкритті дроселя насос-прискорювач не працює: паливо з поплавцевої камери перетікає через впускний клапан 1 в колодязь, випускний клапан 2 при цьому закритий.

При різкому відкритті дроселя поршень переміщається вниз, під дією тиску палива впускний клапан 1 закривається, а випускний клапан 2 відкривається і додаткова кількість палива з колодязя надходить у змішувальну камеру, збагачуючи суміш.

Коли дросель прикривається, поршень насоса під дією пружини переміщається вгору, впускний клапан 1 при цьому відкритий і колодязь заповнюється паливом. Колодязем насоса-прискорювача іноді служить колодязь економайзера.

Обмежувач максимальної частоти обертання колінчастого вала (рисунок 5.11). Обмежувачі, об'єднані з карбюраторами, застосовуються, зокрема, на двигунах автомобілів ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗІС-150.

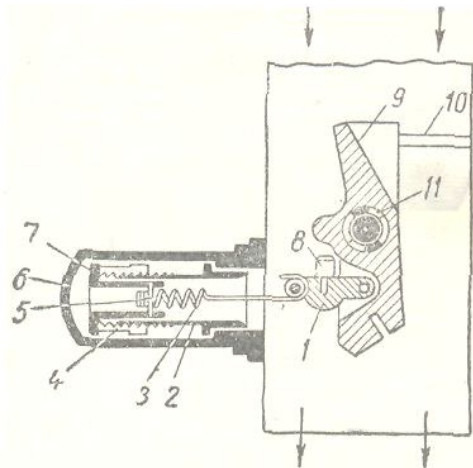


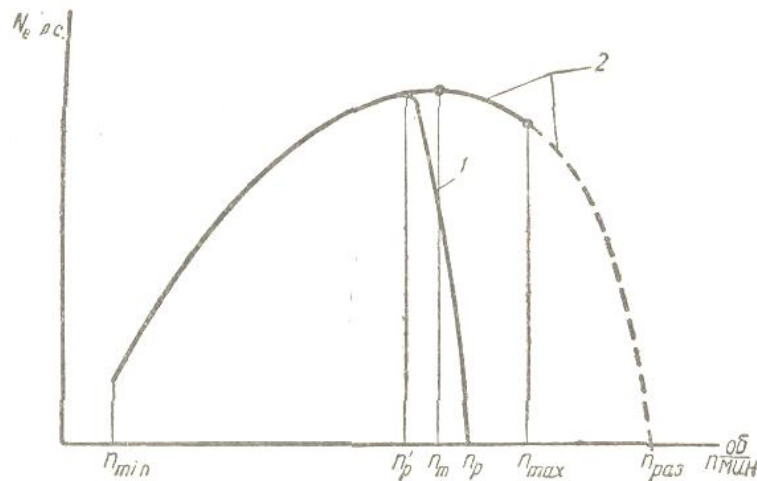
Рисунок 5.11 – Обмежувач максимальної частоти обертання колінчастого вала

Дросельну заслінку 9, встановлено на осі голчатого підшипника, що є одночасно заслінкою обмежувача. На верхній частині дросельної заслінки 9 зроблено скіс, на який тисне потік повітря, що рухається. Штифт 10 обмежує відкриття дроселя. Нижня частина дроселя шарнірно з'єднана з важелем 1, на якому встановлено упорний штифт 8 і бронзовий ролик, охоплюваний правим кінцем пружини 3 обмежувача. Зліва, крізь витки пружини 3, проходить шпилька 5, встановлена в регулювальній втулці 7. Остання опирається на регулювальну гайку 4, навірену на направляючу 2. Зовні обмежувач закритий кожухом 6. Пружина 3 прагне повністю відкрити дросельну заслінку 9, проте її відкриття залежить від положення рухливих упорів 11, які зв'язані з педаллю дроселя. Водій, натискаючи на педаль дроселя, при цьому не відкриває дросель, а лише відводить упори 11, відкриває ж дросель пружина 3 обмежувача.

При збільшенні числа обертів зростає швидкість потоку в повітряному патрубку карбюратора і тиск на скошену поверхню дроселя. Коли момент сили повітряного потоку перевищує моменту пружини 3, дросель почне закриватися, зменшуючи подачу горючої суміші. З прикриттям дроселя буде збільшуватися розрідження за ним, так що дросель міг би повністю закритися. Але протидіючий момент від пружини буде при цьому зростати, і заслінка зупиниться в проміжному положенні, що відповідає рівновазі діючих на неї моментів. Зовнішню швидкісну характеристику двигуна з обмежувачем обертів колінчастого вала наведено на рисунку 5.12.

Принципова схема карбюраторів, установлених на двигунах автомобілів ГАЗ-53А, ЗИЛ-130 й «Москвич-412», майже однакова. Розрізняються вони між собою, головним чином, розмірами та регулюванням.

Всі ці карбюратори – балансовані, двокамерні, з падаючим потоком суміші, компенсацією її складу по способу пневматичного гальмування палива, оснащені прискорювальним насосом та економайзером, що мають загальний механічний привід.



1 – з обмежувачем обертів; 2 – без обмежувача обертів колінчастого вала.
Рисунок 5.12 – Зовнішня швидкісна характеристика бензинового двигуна

Зміст звіту

У звіті крім опису відповідей на питання необхідно зобразити такі схеми і рисунки: принципові схеми систем карбюратора (головної дозуючої, холостого ходу, пускової, прискорювального насосу, економайзера, еконостата).

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- вступну частину, в якій розкривається мета роботи, коротко викладається послідовність виконання лабораторної роботи;
- основну частину, що містить схеми та опис установки, методику проведення лабораторної роботи;
- заключну частину, що включає аналіз і узагальнення отриманих результатів, висновки.

Контрольні питання

1. Що таке октанове число палива? Як розшифрувати марку бензину АІ-93, А-80?
2. Як узгоджується продуктивність бензонасосу з витратою палива при роботі двигуна.
3. Назвіть склади горючої суміші, приготовленої карбюратором, на різних режимах.
5. Основний недолік "найпростішого" карбюратора.
6. Як регулюється система холостого ходу?
7. Що таке детонація і з яких причин вона виникає?
8. Які системи, крім головної дозуючої, забезпечені розпилювачем?
9. Який пристрій карбюратора збагачує горючу суміш при різкому відкритті дросельної заслінки?
10. У чому принципова різниця між економайзером та еконостатом?
11. При якому складі горючої суміші забезпечується максимальна потужність двигуна і чому?
12. За допомогою якої деталі карбюратора регулюється кількість горючої суміші, що подається в циліндри двигуна?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ КАРБЮРАТОРНИХ ДВИГУНІВ

Мета роботи: вивчити призначення та загальну будову системи живлення карбюраторних двигунів, призначення і будову її елементів, режими роботи карбюратора; ознайомитися з марками бензинів і їх характеристиками, вимогами до складу суміші на різних режимах роботи двигуна; усвідомити принцип роботи найпростішого карбюратора.

Лабораторне обладнання: стенди системи живлення, паливний насос, карбюратори, плакати, схеми.

Теоретичні відомості

Деякі дані про карбюратори легкових автомобілів наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Основні параметри карбюраторів для автомобілів ВАЗ

Марка карбюратора	21081		2108		21083		21051		21053		21073		1111	
Тип двигуна	21081, Таврія		2108		21083		21011, 2103		21074, 21061		2121, 21213		Ока	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Камера	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Діаметр змішувальної камери, мм	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	28	36
Діаметр вузької частини великого дифузору, мм	21	23	21	23	21	23	23	23	23	24	24	24	20	25
Діаметр головного паливного жиклера, мм*100	95	95	97,5	97,5	95	97,5	105,2	110	110	115	107,5	117,5	95	95
Діаметр головного повітряного жиклера, мм*100	165	145	165	125	155	125	150	135	150	135	150	135	170	85
Діаметр паливного жиклера холостого ходу, мм*100	40	-	42	-	41	-	40	-	40	-	39	-	41	-
Діаметр повітряного жиклера холостого ходу, мм	1,70	-	1,70	-	1,70	-	1,4	-	1,4	-	1,4	-	1,5	-
Діаметр жиклера прискорювального насоса, мм*100	35	40	35	40	35	40	35	40	45	40	45	-	40	35

Будова елементарного карбюратора і основи теорії карбюрації.

Витікання палива з розпилувача карбюратора відбувається під дією різниці тисків у камері поплавця (атмосферний тиск) і горловині дифузора (розрідження). Після витікання з розпилувача паливо розпорошується

Якщо припустити, що повітря є нестискуваною рідиною, то швидкість повітря, що протікає через горловину дифузора, може бути визначена за формулою:

$$w_{\text{воз}} = \eta_{\text{диф}} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{P_0 - P_{\text{диф}}}{\rho_{\text{воз}}}}, \quad (6.3)$$

де $\eta_{\text{диф}}$ – коефіцієнт швидкості повітря в дифузорі, ($\eta_{\text{диф}} = 0,8 \dots 0,9$);

$P_0 - P_{\text{диф}}$ – розрідження в дифузорі, рівне різниці тиску навколишнього середовища і в дифузорі.

Використовуючи формулу (6.3), визначити розрідження в дифузорі при роботі двигуна на номінальних обертах і обертах холостого ходу.

Площу горловини дифузора підбирають з наступних міркувань:

– для запобігання недостатнього розпилювання палива на малих обертах і неповних відкриттях дросельної заслінки швидкості повітря мають бути не нижче 40...50 м/с;

– на великих обертах і при повному відкритті дросельної заслінки швидкість повітря не повинна перевищувати приблизно 120 м/с, в іншому випадку помітно зменшиться вагове наповнення циліндрів і, як наслідок, потужність двигуна. Практично площу горловини дифузора підбирають так, щоб розрідження в ній на великих числах обертів колінчастого вала не перевищувало 9,8 кПа.

На холостому ходу двигуна і малих обертах вала у двигун надходить мінімальна кількість горючої суміші. При цьому розрідження в дифузорі майже відсутнє, а розрідження за дросельною заслінкою досягає найбільших значень, чисельно рівних 49,0 кПа.

Рівняння погодинної витрати повітря при підстановці в (6.2) рівняння швидкості повітря в дифузорі (6.3) прийме вигляд:

$$G_{\text{воз}} = 3600 \cdot F_{\text{диф}} \cdot \eta_{\text{диф}} \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_{\text{воз}} \cdot (P_0 - P_{\text{диф}})}, \quad (6.4)$$

Для отриманих за формулою (6.1) витрат повітря, а за формулою (6.3) – розрідження в дифузорі, визначити площу горловини дифузора (дифузорів) і порівняти отримані результати з табличними даними.

Витікання палива з розпилювача, розпилювання і випаровування

Розрідження у розпилювача, за даними дослідів, на 20...25% менше розрідження біля стінки дифузора.

Опір у паливних каналах в порівнянні з опором жиклера невеликий, тому з достатньою точністю коефіцієнт швидкості може враховувати лише опір самого жиклера.

Швидкість протікання палива через жиклер залежить від режиму роботи двигуна і змінюється в межах від 0 до 5 м/с.

Струмінь палива, що витікає з жиклера карбюратора, розпорошується на дрібні краплі в повітрі, яке рухається з великою швидкістю. Тонкість розпилювання палива оцінюється середнім діаметром крапель.

Середній діаметр крапель розпиленого палива тим менше, чим більше швидкість потоку повітря і чим менше поверхневий натяг палива (рисунок 6.2).

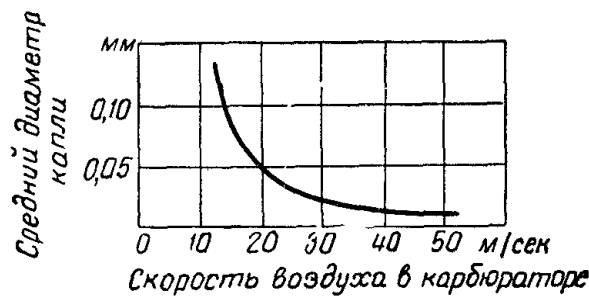


Рисунок 6.2 – Залежність розміру крапель палива від швидкості повітря

Випаровування палива в карбюраторі порівняно невелике, оскільки час на випаровування вимірюється лише сотими долями секунди, температура, при якій відбувається випаровування, становить у середньому 30 °С, що при порівняно високій швидкості не забезпечує повного випаровування палива.

В результаті значна кількість палива у вигляді крапель несеться повітряним потоком і при порівняно невисокій температурі впускного колектора конденсується і осідає на внутрішніх його стінках, утворюючи плівку. Наявність плівки погіршує розподіл горючої суміші по циліндрах двигуна. Частина не випарованого палива поступає в циліндри, що погіршує згоряння суміші. Для запобігання конденсації та зниження плівкоутворення застосовується підігрів впускного колектора відпрацьованими газами.

Вплив складу горючої суміші на роботу двигуна

Склад горючої суміші, що оцінюється коефіцієнтом надлишку повітря α , суттєво впливає на потужність і економічність двигуна. При повністю відкритому дроселі максимальна потужність двигуна досягається при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha = 0,8 \dots 0,9$, а мінімальна витрата палива (найбільша економічність) при коефіцієнті $\alpha = 1,05 \dots 1,15$.

На рисунку 6.3 показано зв'язок між потужністю і економічністю двигуна і складом горючої суміші при різних положеннях дросельної заслінки.

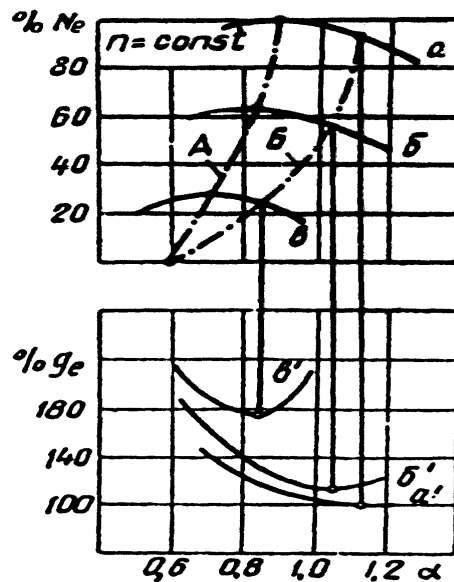


Рисунок 6.3 – Зміна потужності та економічності двигуна

Криві а і а' характеризують зміну потужності та економічності при повністю відкритому дроселі, криві б і б' та в і в' – при прикритих положеннях дроселя. Кожна з кривих відповідає постійному числу обертів колінчастого вала і навантаження двигуна.

Крива А характеризує зміну коефіцієнта надлишку повітря в залежності від навантаження при максимальній потужності двигуна, а крива Б – зміну коефіцієнта надлишку повітря в залежності від навантаження при найбільшій економічності.

Із наведених графіків видно, що при часткових навантаженнях (дросельна заслінка прикрита) максимальна потужність, що розвивається двигуном, досягається на збагачених сумішах, при коефіцієнті надлишку повітря від 0,9 до 0,6, а найбільша економічність досягається при $\alpha = 0,9 \dots 1,15$.

Характеристика бажаного карбюратора

Якщо верхню частину графіка, зображеного на рис. 6.3, побудувати у повернутому вигляді, залишивши на ньому тільки криві А і Б, то на новому графіку (рисунок 6.4) крива А буде показувати, як змінюється склад горючої суміші залежно від зміни навантаження двигуна при реалізації максимальної потужності, а крива Б – як змінюється склад горючої суміші залежно від зміни навантаження двигуна при найбільшій економічності.

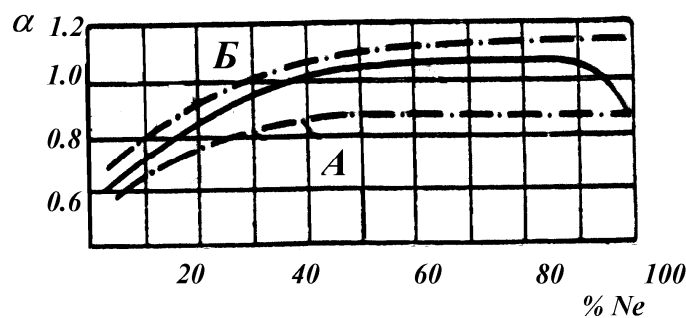


Рисунок 6.4 – Характеристика бажаного карбюратора

Основні вимоги, яким повинен відповідати карбюратор при роботі з різними навантаженнями і постійним числом обертів, наступні:

– на холостому ходу та малих навантаженнях (дросель прикритий, швидкість повітряного потоку незначна, температурний режим двигуна невисокий, умови для розпилювання й випаровування палива несприятливі) для стійкої та безперебійної роботи двигуна карбюратор повинен готувати збагачену суміш ($\alpha = 0,7 \dots 0,8$);

– при збільшенні навантаження і поступовому відкриванні дроселя (швидкість повітряного потоку зростає, температурний режим двигуна підвищується, умови для розпилювання та випаровування палива поліпшуються) для економічної роботи карбюратор повинен готувати горючу суміш, що збіднюється у міру відкриття дроселя. Коефіцієнт надлишку повітря повинен при цьому збільшуватися до $\alpha = 1,05 \dots 1,15$.

– при повністю відкритому дроселі для забезпечення максимальної потужності двигуна карбюратор повинен готувати збагачену суміш. Коефіцієнт надлишку повітря повинен при цьому знижуватися до $\alpha = 0,8 \dots 0,9$.

На рисунку 6.4 суцільна крива представляє собою характеристику бажаного карбюратора при роботі двигуна на різних навантаженнях.

Додаткові умови, необхідні для роботи двигуна на різних експлуатаційних режимах наступні:

– при пуску двигуна умови сумішоутворення несприятливі (дросель практично закритий, швидкість повітря незначна, температурний режим двигуна знижений), тому карбюратор повинен готувати збагачену суміш, яка характеризується коефіцієнтом $\alpha = 0,5 \dots 0,6$.

– у разі різкої зміни навантаження внаслідок більшої інерції палива його витрата зростає повільніше, ніж витрата повітря. Це викликає тимчасове збіднення суміші, перебої в роботі двигуна і ускладнює процес розгону автомобіля. Для того щоб різке відкриття дроселя не супроводжувалося збідненням суміші, карбюратор повинен швидко збагачувати суміш до такого складу, при якому можна досягти нормальне наростання обертів.

Склад горючої суміші оцінюється коефіцієнтом надлишку повітря, визначення якого можливе за формулою:

$$\alpha = \frac{G_{\text{воз}}}{G_{\text{топл}} \cdot I_0} = \frac{F_{\text{диф}} \cdot \eta_{\text{диф}} \cdot \sqrt{\rho_{\text{воз}}}}{F_{\text{жикл}} \cdot \eta_{\text{жикл}} \cdot \sqrt{\rho_{\text{топл}}}} \cdot \frac{1}{I_0}, \quad (6.5)$$

Завдання: Автомобіль рухається рівномірно на прямій передачі зі швидкістю 80 км/год, витрачаючи при цьому 8,5 кг палива на відстані 80 км. Значення необхідних розрахункових параметрів наведено раніше (при визначенні витрат повітря двигуном). Визнати коефіцієнт надлишку повітря для вказаних умов руху автомобіля, враховуючи що існує залежність між швидкістю руху автомобіля і визначальними параметрами:

$$V = \frac{\pi \cdot n \cdot r_k}{30 \cdot i_0 \cdot i_k \cdot \eta_T}, \quad (6.6)$$

де i_0, i_k – відповідно передавальні числа головної передачі та коробки передач;

η_T – ККД трансмісії;

r_k – радіус ведучого колеса, м;

$\eta_{\text{жикл}} = 0,5 \dots 0,8$ – коефіцієнт швидкості витікання палива з жиклера.

Вираз (6.5) показує, що зміна коефіцієнта надлишку повітря залежить від зміни коефіцієнтів $\eta_{\text{диф}}$ і $\eta_{\text{жикл}}$, а також густини повітря $\rho_{\text{воз}}$.

На підставі дослідних даних (рисунок 6.5) встановлено, що при зміні розрідження в дифузорі значення $\eta_{\text{диф}} / \eta_{\text{жикл}}$ не залишається постійним, а поступово зменшується. Не залишається постійною й густина повітря.

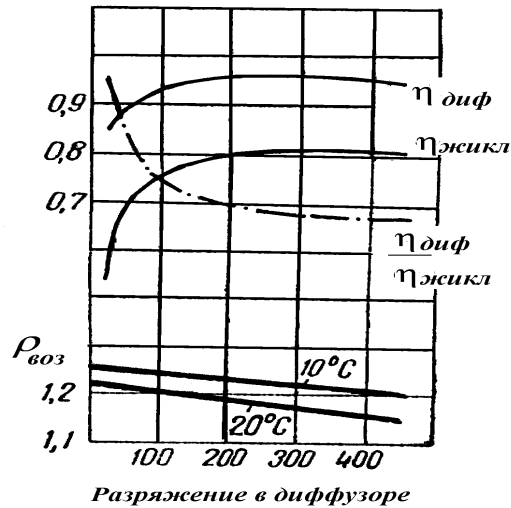


Рисунок 6.5 – Зміна $\eta_{\text{диф}}$ і $\eta_{\text{жикл}}$, їхнього відношення та густини повітря $\rho_{\text{воз}}$

Зміну коефіцієнта надлишку повітря в залежності від навантаження для елементарного карбюратора (рисунок 6.1) зображено на рисунку 6.6. Вона відрізняється від характеристики бажаного карбюратора (рисунок 6.4) тим, що при зростанні навантаження у елементарного карбюратора коефіцієнт надлишку повітря зменшується.

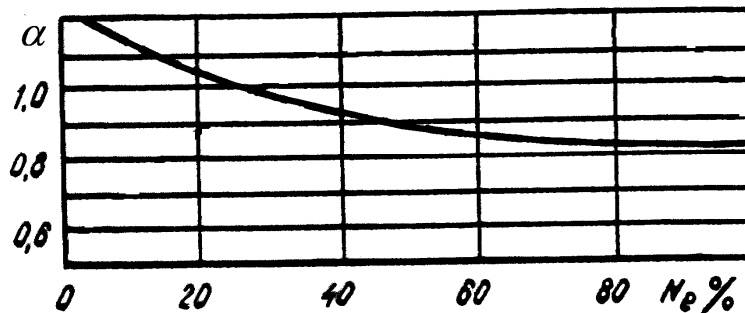


Рисунок 6.6 – Характеристика елементарного карбюратора

У зв'язку з цим сучасні карбюратори забезпечені дозуючими пристроями, що дозволяють зближувати характеристики елементарного і бажаного карбюраторів.

Зміст звіту

У звіті крім опису відповідей на питання необхідно зобразити такі схеми і рисунки: принципові схеми системи живлення "найпростішого" карбюратора з характеристикою його роботи.

Для заданих під час лабораторної роботи вхідних даних за формулами (6.1), (6.2), (6.3) і (6.5) провести розрахунки: витрат повітря двигуном при номінальній частоті обертання колінчастого вала і обертах холостого ходу, швидкості повітря та розрідження в дифузорі, коефіцієнта надлишку повітря.

Контрольні питання

1. При якому складі горючої суміші забезпечується максимальна потужність двигуна і чому?
2. За допомогою якої деталі карбюратора регулюється кількість горючої суміші, що подається в циліндри двигуна?
3. Яка деталь карбюратора дозує кількість палива, що надходить в змішувальну камеру карбюратора?
4. Який основний недолік "найпростішого" карбюратора?
5. За якою формулою визначається витрата повітря двигуном?
6. Як визначається швидкість руху повітря в дифузорі карбюратора?
7. Що собою представляє розрідження повітря в дифузорі карбюратора і як воно визначається?
8. За якою формулою визначається коефіцієнт надлишку повітря?
9. Як змінюється коефіцієнт надлишку повітря при зростанні навантаження двигуна?
10. Як змінюється коефіцієнт швидкості повітря в дифузорі?
11. Як змінюється швидкість витікання палива з жиклера залежно від розрідження в дифузорі? Яким коефіцієнтом вона характеризується?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРНИХ РОЗМІРІВ КАРБЮРАТОРА

Мета роботи: вивчити призначення та загальну будову систем і пристроїв живлення карбюраторів, освоїти методику розрахунку характерних розмірів карбюратора.

Лабораторне обладнання: стенди системи живлення, карбюратори, методичні вказівки, плакати, схеми.

Теоретичні відомості

При розрахунку опору в паливних каналах виходять з того, що визначальним при цьому є опір паливного жиклера, як найбільш вузького місця в паливних каналах. Опір характеризують швидкістю протікання палива через жиклер, величина якої залежить від режиму роботи двигуна і змінюється в межах від 0 до 5 м/с.

Паливо, що витікає з розпилювача, розпорошується на дрібні краплі в повітрі, яке рухається з великою швидкістю. Причому, чим більше швидкість потоку повітря і чим менше поверхневий натяг палива, тим менше середній діаметр крапель (рисунок 7.1).

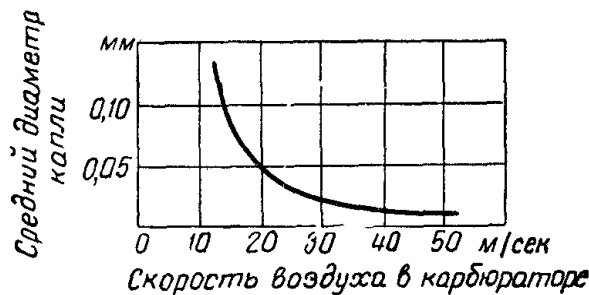


Рисунок 7.1 – Залежність розміру крапель палива від швидкості повітря

Дифузор. Діаметр горловини дифузора вибирається таким, щоб необхідне розрідження та швидкість потоку повітря створювали умови для тонкого розпилювання та інтенсивного випаровування палива при різних режимах роботи двигуна.

Об'єм повітря, що поступає в циліндр за одиницю часу впродовж одного такту впуску, буде:

$$S_{\text{ц}} \cdot V_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{в}}, \quad (7.1)$$

$S_{\text{ц}}$ – площа поперечного перерізу циліндра (поршня);

$V_{\text{п}}$ – середня швидкість поршня;

$\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт наповнення циліндра горючою сумішшю.

Оскільки дифузор обслуговує 4 циліндри, то їх пропускна спроможність має бути такою, щоб забезпечити горючою сумішшю 4 циліндри двигуна :

$$4 \cdot S_{\text{ц}} \cdot V_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{в}} = S_{\text{д}} \cdot W_{\text{д}}, \quad (7.2)$$

$S_{\text{д}}$ – площа поперечного перерізу вузької частини дифузора;

$W_{\text{д}}$ – швидкість повітря у вузькій частині дифузора, м/с.

Швидкість поршня визначається за формулою (враховано, що такт впуску відбувається через кожні два оберти колінчастого вала):

$$V_{\Pi} = S \cdot n / 2, \quad (7.3)$$

де S – хід поршня;

n – максимальне число обертів колінчастого вала двигуна, с^{-1} .

Враховуючи, що хід поршня визначається за формулою:

$$S = (V_{\Pi} \cdot 4) / (\pi \cdot D_{\Pi}^2), \quad (7.4)$$

а також наповнення циліндра робочою сумішшю, після підстановки (7.4) в (7.3), отримаємо:

$$V_{\Pi} = (V_{\Pi} \cdot 2 \cdot n \cdot \eta_v) / (\pi \cdot D_{\Pi}^2), \quad (7.5)$$

Підставляючи (7.5) в (7.2), знаходимо площу перерізу вузької частини дифузору:

$$S_d = 2 \cdot V_{\Pi} \cdot n \cdot \eta_v / W_d, \quad (7.6)$$

або через літраж двигуна:

$$S_d = 2 \cdot V_{\Pi} \cdot n \cdot \eta_v / (i \cdot W_d), \quad (7.7)$$

де V_{Π} – літраж двигуна;

i – кількість циліндрів.

Як видно з формули (7.7) пропускна спроможність дифузора залежить від літражу двигуна, максимальних обертів колінчастого вала, коефіцієнта наповнення циліндрів і швидкості повітря в дифузорі.

Дослідами встановлено, що швидкість повітря у вузькій частині дифузора для усіх типів двигунів можна вважати однаковою, рівною приблизно 85 м/с.

Візьмемо для розрахунків значення: швидкість повітря в дифузорі 85 м/с при коефіцієнті наповнення η_v рівному 1.

Для прикладу розрахуємо оптимальний переріз дифузорів для двигуна об'ємом 1300 см^3 . Максимальне значення обертів задамо $6000 \text{ хв}^{-1} = 100 \text{ с}^{-1}$.

$$S_d = (1300 \text{ см}^3 \cdot 100 \text{ с}^{-1} \cdot 1) / (2 \cdot 8500 \text{ см/с}) = 7,65 \text{ см}^2.$$

Переріз дифузорів для карбюратора СОЛЕКС 2108 з дифузорами, діаметри яких 21 мм і 23 мм, має значення:

$$S_1(21) = 3,46 \text{ см}^2,$$

$$S_2(23) = 4,15 \text{ см}^2,$$

$$S_1 + S_2 = 3,46 + 4,15 = 7,61 \text{ см}^2,$$

що практично співпадає з розрахунковим значенням площі перерізу.

Погодинна витрата повітря, що проходить через дифузор карбюратора і далі надходить у двигун, визначається за формулою:

$$G_n = 3600 \cdot \omega_n \cdot F_{\text{диф}} \cdot \rho_n, \quad (7.8)$$

де ω_n – швидкість руху повітря в дифузорі, м / с;

$F_{\text{диф}}$ – площа поперечного перерізу горловини дифузора, м^2 ;

ρ_n – густина повітря при температурі і тиску навколишнього середовища, кг/м^3 , $\rho_n = 1,19 \text{ кг/м}^3$;

З іншої сторони, для чотиритактного двигуна погодинна витрата повітря визначається за формулою:

$$G_n = 1800 \cdot n \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S \cdot i \cdot \rho_n \cdot \eta_V / \tau, \quad (7.9)$$

де D – діаметр циліндра двигуна, м;

S – хід поршня, м;

η_V – коефіцієнт наповнення двигуна, $\eta_V = 0,7 \dots 0,92$;

n – число обертів колінчастого вала, s^{-1} ;

i – число циліндрів двигуна, що обслуговуються даним карбюратором;

$\tau = 4$ – тактність двигуна.

Якщо припустити, що повітря є нестискуваною рідиною, то швидкість повітря, що протікає через горловину дифузора, може бути визначена за формулою:

$$\omega_n = \eta_{\text{диф}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_0 - P_{\text{диф}})}{\rho_n}}, \quad (7.10)$$

де $\eta_{\text{диф}}$ – коефіцієнт швидкості повітря в дифузорі, $\eta_{\text{диф}} = 0,8 \dots 0,9$.

$P_0 - P_{\text{диф}}$ – розрідження в дифузорі, рівне різниці тиску навколишнього середовища і в дифузорі.

Практично площу горловини дифузора підбирають так, щоб розрідження в ній на великих числах обертів колінчастого вала не перевершувало 9,8 кПа.

Використовуючи формулу (7.10), можна визначити розрідження в дифузорі при роботі двигуна, якщо відома швидкість руху повітря в дифузорі:

$$P_0 - P_{\text{диф}} = \frac{\rho_n \cdot \omega_n^2}{2 \cdot \eta_{\text{диф}}^2}, \quad (7.11)$$

Враховуючи, що погодинна витрата повітря, що надходить в циліндри двигуна, дорівнює погодинній витраті повітря, що проходить через горловину дифузору, можна отримати формулу щодо діаметра дифузору $d_{\text{диф}}$:

$$d_{\text{диф}} = \sqrt{\frac{\eta_V \cdot D^2 \cdot S \cdot 2 \cdot n \cdot i}{\omega_n \cdot \tau}}, \quad (7.12)$$

Знаходимо площу перерізу дифузора.

$$F_{\text{диф}} = \pi \cdot d_{\text{диф}}^2 / 4, \quad (7.13)$$

Жиклер. Діаметр жиклера вибирається таким, щоб необхідна витрата палива була досягнута при даному розрідженні в горловині дифузора. Порядок розрахунку наступний.

Погодинна витрата палива через отвір жиклера становить:

$$G_m = 3600 \cdot \omega_m \cdot \rho_m \cdot F_{\text{жикл}}, \quad (7.14)$$

де ω_m, ρ_m – відповідно швидкість і густина палива в жиклері;

$F_{\text{жикл}}$ – площа перерізу жиклера.

Враховуючи, що $F_{\text{жикл}} = \pi \cdot d_{\text{жикл}}^2 / 4$, з формули (7.14) знаходимо величину діаметра жиклера $d_{\text{жикл}}$:

$$d_{\text{жикл}} = \sqrt{\frac{G_m}{900 \cdot \pi \cdot \omega_m \cdot \rho_m}}, \quad (7.15)$$

Швидкість витікання палива з жиклера може бути визначена відповідно за формулою:

$$\omega_m = \eta_{жик} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_0 - P_{диф})}{\rho_m}}, \quad (7.16)$$

де $\eta_{жик} = 0,5 \dots 0,8$ – коефіцієнт швидкості витікання палива з жиклера.

Швидкість витікання палива з жиклера значно нижче швидкості повітряного потоку в горловині дифузора і, залежно від розрідження в дифузорі, становить від 3 до 6 м/с.

Зміст звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- вступну частину, в якій розкривається мета роботи, коротко викладається послідовність її виконання;
- основну частину, що містить методику проведення лабораторної роботи, розрахунковий матеріал;
- заключну частину, що включає аналіз і узагальнення отриманих результатів, висновки.

Визначити погодинну витрату повітря на номінальному режимі роботи чотирициліндрового двигуна, прийнявши $n_n = \text{хв}^{-1}$ і режимі холостого ходу $n_x = \text{хв}^{-1}$. При розрахунках прийняти: $D = (70 + N_{\text{вар}})$, мм; $S = (80 + N_{\text{вар}})$, мм; інші параметри наведено вище.

Визначити площу горловини і діаметр дифузора (дифузоров), порівняти отримані результати з табличними даними (таблиця 6.1), прийнявши розрідження в дифузорі для номінального режиму $P_0 - P_{\text{диф}} = 8$ кПа, для режиму холостого ходу – 1,5 кПа.

Визначити діаметр жиклера і швидкість витікання палива з жиклера для номінального режиму роботи двигуна.

Порівняти отримані результати з табличними даними.

Контрольні питання

1. За допомогою якої деталі карбюратора регулюється кількість горючої суміші, що подається в циліндри двигуна?
2. Яка деталь карбюратора дозує кількість палива, що надходить в змішувальну камеру карбюратора?
3. Який пристрій карбюратора збагачує горючу суміш при різкому відкритті дросельної заслінки?
4. Як змінюється коефіцієнт швидкості повітря в дифузорі?
5. Як змінюється швидкість витікання палива з жиклера залежно від розрідження в дифузорі? Яким коефіцієнтом вона характеризується?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 СИСТЕМИ ПУСКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Мета роботи: вивчити принципи роботи систем пуску автомобільних двигунів; вивчити призначення та будову приладів систем пуску автомобільних двигунів; ознайомитися з розрахунком основних показників систем пуску.

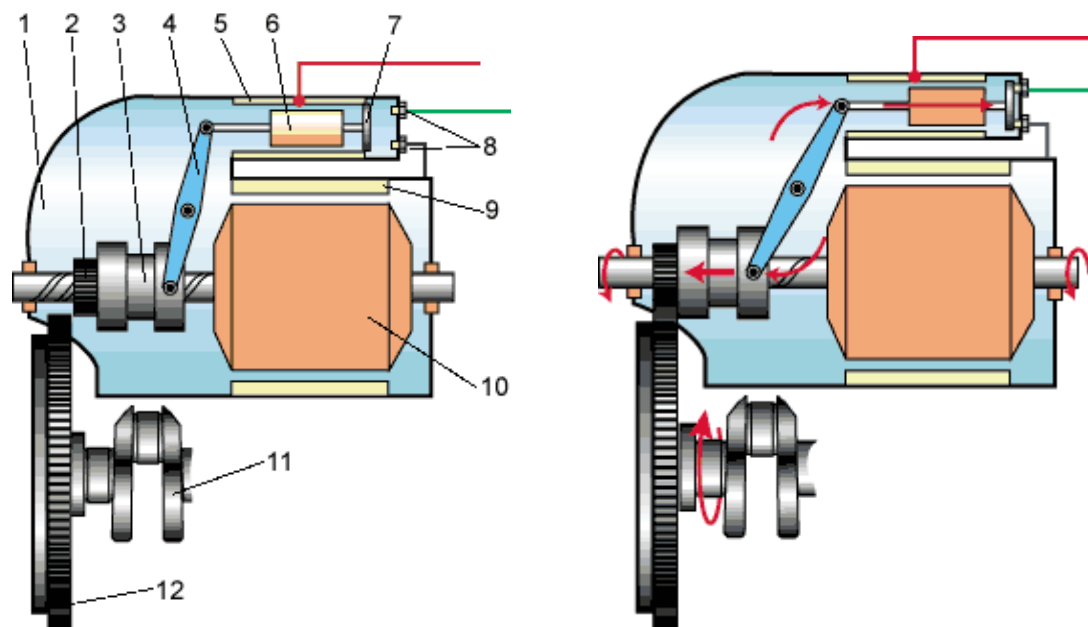
Лабораторне обладнання: плакати, пристрої пуску двигунів СМД-14 та ГАЗ-53А.

Теоретичні відомості

Система пуску двигуна складається з наступних основних механізмів:

- стартер з тяговим реле і механізмом приводу;
- реле включення стартера;
- замок запалювання.

Схему системи пуску двигуна наведено на рисунку 8.1.



а) – стартер вимкнено

б) – стартер ввімкнено

- 1 – корпус стартера; 2 – вал якоря стартера; 3 – шестерня приводу з муфтою вільного ходу; 4 – важіль приводу шестерні; 5 – обмотки тягового реле; 6 – якор тягового реле; 7 – контактна пластина; 8 – контактні болти; 9 – обмотки стартера; 10 – якор стартера; 11 – колінчастий вал двигуна; 12 – зубчастий вінець маховика.

Рисунок 8.1 – Схема системи пуску двигуна

Стартер – потужний електричний двигун постійного струму. Саме з його допомогою відбувається запуск двигуна, шляхом повороту ключа в замку запалювання. Коли водій повернув ключ, струм через реле іде від акумуляторної батареї на тягове реле, перемістивши при цьому шестерню приводу муфти вільного ходу до зачеплення з вінцем маховика, і далі – на обмотки стартера, що змушує працювати систему пуску двигуна.

У двигунах внутрішнього згоряння застосовують такі системи пуску двигунів (рисунок 8.2).



Рисунок 8.2 – Системи пуску двигунів

Пуск електростартером є найбільш часто вживаним способом пуску автомобільних двигунів. Для пуску тракторних двигунів використовують, як електростартери, так і пускові двигуни.

Пневматичні стартери встановлюють на двигуни в дуже рідких випадках. Це спеціальні повітряні двигуни, в які надходить стиснене повітря з балонів.

Стиснене повітря при пуску двигуна може подаватися також безпосередньо в його циліндри (пневматичний пуск). Перед пуском деяких двигунів стиснене повітря подається в балони від спеціального бензинового двигуна, з'єднаного з компресором.

Інерційні стартери інколи застосовують для пуску автомобільних і тракторних двигунів. Принцип дії цих стартерів заснований на використанні кінетичної енергії спеціального маховика. Цей маховик перед пуском двигуна розкручується від руки або від електродвигуна до великого числа обертів, після чого обертання маховика за допомогою механізму включення передається колінчастому валу.

У деяких конструкціях замість спеціального маховика використовують маховик двигуна, що встановлюється в цьому випадку на колінчастому валу вільно і з'єднується з ним через фрикційну муфту. Під час пуску двигуна маховик при вимкненій муфті розкручується від руки до необхідних обертів, після чого муфта включається і колінчастий вал з маховиком обертаються як одне ціле.

Пускові чотири- або двотактні карбюраторні двигуни застосовують найчастіше для пуску тракторних дизелів великої потужності. Це звичайно одно або двоциліндрові двигуни з запалюванням від магнето, що встановлюються на блок-картерах дизелів. Пуск допоміжних двигунів здійснюється від руки або електростартером.

Параметри пускового пристрою

Пускове число обертів – число обертів колінчастого вала, необхідне для забезпечення пуску, залежить від типу двигуна.

Пускове число обертів карбюраторних двигунів повинне забезпечувати:

- утворення в кінці ходу стиснення робочої суміші, що знаходиться в межах займистості;
- отримання інтенсивної іскри, достатньої для запалювання робочої суміші;

– отримання температури і тиску суміші, достатніх для підвищення числа обертів колінчастого вала від пускових до стійких.

Пускове число обертів карбюраторних двигунів $n = 0.8 \dots 1 \text{ с}^{-1}$. У дизелів воно має бути достатнім для забезпечення надійного самозаймання палива, що впорскується в циліндр.

При малому числі обертів процес стискування протікає відносно повільно, що є причиною підвищеного теплообміну між робочим тілом, що стискується, і поверхнями деталей.

Сповільнення (у 10...15 разів по числу обертів колінчастого вала) процесу стиснення при пуску супроводжується значним витокм робочого тіла через поршневі кільця, що являється причиною недостатньо високих температур в кінці процесу стискування. Крім того, температура в кінці процесу стиску залежить від температури повітря, що подається в циліндри (рисунок 8.3).

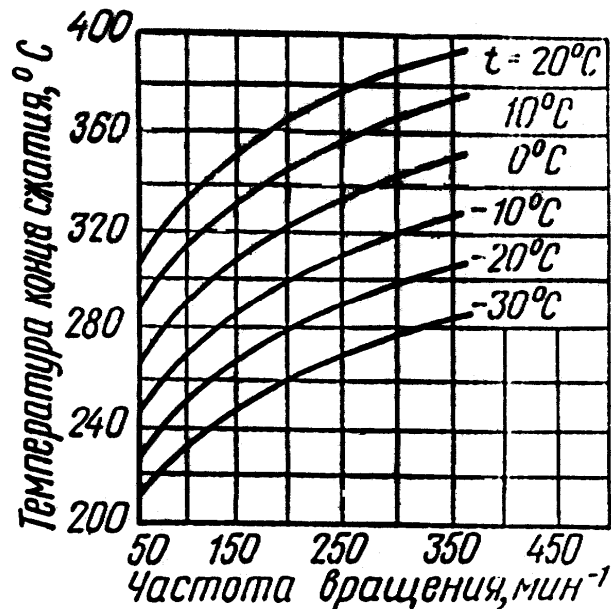


Рисунок 8.3 – Температура в кінці процесу стиску

Для дизелів температура сталого самозаймання палива $T_{\text{воспл}} = 575\text{K} = 300^\circ\text{C}$.

Для отримання необхідної температури в кінці процесу стискування пускові оберти дизелів повинні бути $n = 2 \dots 4 \text{ с}^{-1}$ ($120 \dots 240 \text{ хв}^{-1}$) при температурі -10°C . При більш низьких температурах застосовують пристрої передпускової теплової підготовки двигунів.

Потужність пускового пристрою – це потужність, достатня для прокручування колінчастого вала з пусковим числом обертів.

Потужність, необхідна для обертання колінчастого вала, кВт:

$$N_{\text{кст}} = \frac{M_{\text{сопр}} \cdot n}{159.1}, \quad (8.1)$$

де $M_{\text{сопр}}$ – момент опору обертання колінчастого вала, Н·м.

Опір обертанню колінчастого вала залежить від багатьох причин, в тому числі від теплового стану двигуна. Зі зниженням температури двигуна опір зростає. У дизелів високі тиски в кінці стискування і великі величини поверхонь тертя, а також і мас рухомих деталей є причиною значних опорів.

Момент опору обертанню колінчастого вала дорівнює:

$$M_{\text{опр}} = k \cdot (V_h \cdot i), \quad (8.2)$$

де k – коефіцієнт пропорційності;

V_h – робочий об'єм циліндра, л;

i – число циліндрів.

Для карбюраторних автомобільних двигунів $k = 35 \dots 40$ Н·м/л, для дизелів $k = 60 \dots 70$ Н·м/л.

Потужність пускового пристрою (кВт) дорівнює:

$$N_{\text{пуск}} = \frac{N_{\text{кст}}}{\eta_{\text{пуск}}}, \quad (8.3)$$

де $\eta_{\text{пуск}}$ – коефіцієнт корисної дії механізму передачі обертання від пускового пристрою на колінчастий вал.

Зміст звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

- вступну частину, в якій розкривається мета роботи, коротко викладається послідовність виконання лабораторної роботи;
- основну частину, що містить схеми та опис пускових пристроїв, їх елементів, розрахунковий матеріал по визначенню характерних показників систем пуску двигунів;
- заключну частину, що включає аналіз і узагальнення отриманих результатів, висновки.

Контрольні питання

1. Які вимоги пред'являються до систем пуску дизельних і бензинових двигунів?
2. Назвіть відомі системи пуску двигунів.
3. Як залежить температура в кінці стиску від частоти обертання колінчастого вала двигуна під час пуску?
4. За якими формулами визначають основні показники пуску двигуна?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни. Підручник. Друге видання. – К.: Арістей, 2004, –476 с.
2. Архангельский и др. Автомобильные двигатели / Под ред. М.С Ховаха. – М.: Машиностроение, 1977. – 591 с.
3. Белоконь Я.Е. Системы питания дизелей тракторов и грузовых автомобилей / Я.Е. Белоконь – Чернигов: Ранок, 2002 – 176 с.
4. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов.- М.: Легион-Автодата, 2004.- 344 с.
5. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
6. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. – 456 с.
7. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
8. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа двигателей. Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1980. – 288 с.
9. Дьяченко Н.Х., Костин А.К., Пугачев Г.П. Теория двигателей внутреннего сгорания / Под ред. Н.Х.Дьяченко. – Л.: Машиностроение, 1974. – 551 с.
10. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов. –3-е изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 496 с.
11. Кухаренок Г.М. Рабочий процесс высокооборотных дизелей. Методы и средства совершенствования. – Минск: БГПА, 1999. – 180 с.
12. Кривенко П.М. и др. Ремонт дизелей сельхозназначения / П.М. Кривенко – М.: Агропромиздат, 1990. - 271 с.
13. Крутов В.И. Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания. М., "Машиностроение", 1989. – 390 с.
14. Крутов В.И. и др. Топливная аппаратура автотракторных двигателей: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности ДВС / В.И. Крутов – М. Машиностроение, 1985. – 208 с.
15. Лиханов В.А., Деветьяров Р.Р. Расчет автомобильных двигателей: Учебное пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2007. – 176 с.
16. Семенов В.Н. ТНВД серии УТН / В.Н. Семенов – М.: Легион-Автодата, 2000. – 80 с.
17. Хоменко І. М. Про корегування тиску компресійних поршневих кілець автомобільних двигунів / І. М. Хоменко, А. К. Кобринець // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. – 2009. – №.40 . – С. 137-142.