

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ

Для студентів спеціальності
5.05070205
«Обслуговування та ремонт
Електроустаткування автомобілів
і тракторів»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання практичної роботи № 3 з навчальної дисципліни
“Будова та експлуатація автомобілів і тракторів”

Методичні вказівки для виконання практичної роботи № 3 з дисципліни “Будова та експлуатація автомобілів і тракторів” для студентів за напрямом підготовки 050702 «Електромеханіка», спеціальності 5.05070205 «Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів»

Розробник: Гусєв Михайло Вікторович, завідуючий лабораторією електроустаткування автомобілів та тракторів, викладач вищої категорії.

Робоча програма затверджена на засіданні циклової комісії зі спеціальності 5.05070205 “Обслуговування та ремонт електроустаткування автомобілів і тракторів”

Протокол від _____ 2017р. № _____

Голова циклової комісії _____ Р.В. Багач

Схвалено методичною радою Харківського державного політехнічного коледжу

Протокол від _____ 2017р. № _____

Голова методичної ради _____ В.О. Величко

ТЕМА: ВИВЧЕННЯ СИСТЕМ УПРИСКУВАННЯ ПАЛИВА АВТОМОБІЛІВ

1 Мета роботи - вивчити функціонування і конструкцію зарубіжних і вітчизняних систем уприскування палива.

Завдання роботи:

1. Ознайомитися з принципом дії типової системи уприскування палива (центрального уприскування палива (ЦУП); розподіленого уприскування палива (РУП).
2. Проаналізувати особливості систем різних фірм.
3. Детально вивчити блоки подачі палива конкретних систем (за вказівкою викладача).
4. Вивчити і описати окремі елементи, що входять до складу досліджуваного блоку подачі палива конкретної системи (за вказівкою викладача).

2. Матеріальне забезпечення:

- 2.1. Плакати з влаштування систем впорскування палива
- 2.2. Деталі систем впорскування палива.

3. Теоретична частина

Система центрального уприскування палива (ЦУП)

Системи ЦУП представляють собою проміжне технічне рішення при переході від карбюратора до розподіленого уприскування палива (РУП). Схеми побудови систем ЦВТ досить відпрацьовані і, незважаючи на те що різні фірми реалізують різні підходи при створенні систем ЦВТ, можна дати їх узагальнену схему (мал.1). Типова система ЦВТ містить блок подачі палива 1 з дросельним вузлом, встановлений на фланці впускного трубопроводу двигуна 3. Блок подачі палива в свою чергу включає електромагнітну форсунку 2 і регулятор 12 холостого ходу.

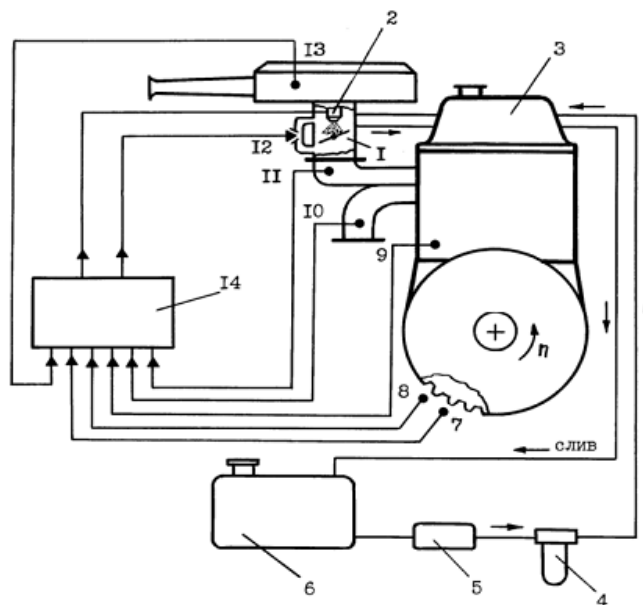
У систему входить ряд датчиків: 11 - навантаження двигуна (абсолютного тиску у впускному трубопроводі або витрати повітря на впуску або положення дросельної заслінки); 13 - температури повітря на впуску; 9 - температури

охолоджуючої рідини; 8 і 7 - частоти обертання валу двигуна і початку відліку (ВМТ); 10 - вмісту кисню в ОГ (λ -зонд).

Електронний блок управління 14 здійснює збір інформації від зазначених датчиків і формує сигнали управління електромагнітної форсункою і регулятора холостого ходу в залежності від режиму роботи двигуна.

Гидравлический тракт системы включает топливный бак 6, электрический бензонасос 5, фильтр тонкой очистки топлива 4 и регулятор давления топлива (на рис.7 не показан).

Наявність контуру зворотного зв'язку з λ -зондом дозволяє підтримувати склад паливо-повітряної суміші близький до стехіометричної і, тим самим, забезпечувати ефективну роботу трехкомпонентного каталітичного нейтралізатора ОГ.



Малюнок 1. Схема системи ЦВП:

1 блок подачі палива; 2 - електромагнітна форсунка; 3 - двигун; 4 - фільтр тонкого очищення палива; 5 - електробензонасос; 6 - паливний бак автомобіля; 7 і 8 - частоти обертання валу двигуна і початку відліку (ВМТ); 9 - датчик температури охолоджуючої рідини; 10 - вмісту кисню в ОГ (λ -зонд); 11 - датчики навантаження двигуна (абсолютного тиску у впускному трубопроводі або витрати повітря на впуску або положення дросельної заслінки); 12 - регулятор холостого ходу; 13 - датчики температури повітря на впуску; 14 - електронний блок управління.

Багато системи ЦВТ включають також підсистеми рециркуляції відпрацьованих газів (ВГ (ОГ)), пристрої підігріву паливо-повітряної суміші, антидетонаційні кон-тури з датчиком детонації і ін. Дуже часто системи ЦВТ і запалювання мають єдиний електронний блок управління і взаємозалежні характеристики регулювання подачі палива і кута випередження запалювання.

Застосування систем ЦВТ на автомобільних двигунах дозволяє повисити їх паливну економічність на 5...8% при одночасному зменшенні токсичності ОГ за рахунок застосування каталітичного нейтралізатора, а також поліпшує пускові, динамічні та експлуатаційні властивості двигунів.

Аналізуючи системи упорскування палива (ВТ) зарубіжного і вітчизняного виробництва, можна виділити деякі характерні особливості їх побудови, багато в чому визначають показники роботи систем.

Визначення навантаження двигуна для управління топливopодачею і запалюванням здійснюється по циклових наповненню циліндра повітрям.

Цей параметр може визначатися різними шляхами: за матеріальним становищем дросельної заслінки і частоті обертання валу двигуна; • по тиску (абсолютного або відносного) у впускному трубопроводі двигуна; • по масовому кількості повітря, споживаного двигуном і частоті обертання валу.

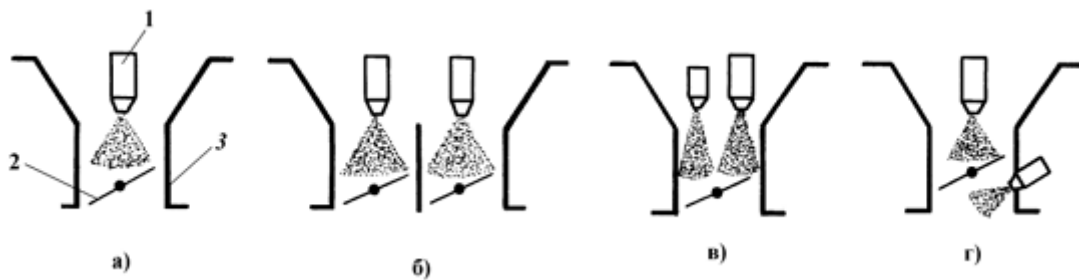
Вибір будь-якого з цих шляхів для системи ЦВП зумовлює не тільки застосування відповідних датчиків і схеми обробки їх сигналів, але і техніко-економічні показники системи в цілому. Найбільш часто в системах ЦВП застосовується управління топливopодачею по абсолютному тиску у впускному трубопроводі. Це пояснюється в першу чергу економічними міркуваннями (датчик тиску приблизно на порядок дешевше витратоміра повітря). При цьому система виходить простіше і блок подачі палива легше компонується в підкапотному просторі автомобіля без істотних змін двигуна.

Положення дросельної заслінки використовується в системах ЦВП найчастіше як допоміжний параметр для ідентифікації режимів холостого ходу (х.х.), максимального навантаження, прискорення і ін. Проте в системах деяких фірм цей параметр застосовується і в якості головного командного параметра для управління топливopодачею і запалюванням (R.Bosch, Lucas, Magnetti

Marelli).

Витратоміри повітря в системах ЦВТ застосовуються рідко (через високу вартість). Відома система ЦВП фірми Hitachi з датчиком витрати повітря, встановленим в Байпасному каналі блоку подачі палива. Крім цього в системі Mono-Motronic фірми R. Bosch, застосовується витратомір повітря, встановлений між повітряним фільтром і блоком подачі палива.

Кількість і розташування форсунок визначається робочим об'ємом двигуна (циклової подачею палива). Можуть бути різні варіанти установки форсунок в блоці подачі палива (мал.2):

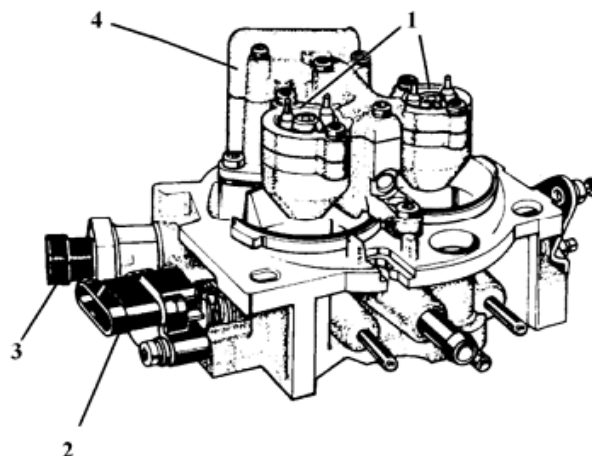


Малюнок 2. Варіанти розміщення форсунок в блоках подачі палива системи ЦВП

а - з однієї форсункою над заслінкою змішувальної камери; б - з двома форсунками, встановленими над дросель-ними заслінками двох змішувальних камер; в - з двома форсунками різної продуктивності, розташованими над дросельною заслінкою однієї суміші-котельної камери; г - з двома форсунками в камері змішувача, одна з яких (основна) розміщена над дросельною заслінкою, а друга (допоміжна) - під нею з одного сопла, розміщеної над дросельною заслінкою в камері змішувача; - з двома форсунками, які працюють синхронно і розташованими над дросельними заслінками двох змішувальних камер; - з двома форсунками різної продуктивності, керованих асинхронно і розміщених над дросельною заслінкою однієї камери змішувача; - з двома форсунками (основної та допоміжної) різної протилежності, розташованими над і під дросельною заслінкою однієї камери змішувача.

Дві форсунки використовуються, як правило, в системах для двигунів з робочим об'ємом понад 2,5 л. При цьому кожна з форсунок розміщується в своїй камері змішувача. Прикладом таких конструкцій можуть служити

системи американських фірм Chrysler і Delphi (AC Rochester) (мал.3).



Малюнок 3. Блок подачі палива системи ЦВП (модель TBI 220) фірми Delphi (США): 1 - форсунки; 2 – датчик положення дросельної заслінки; 3 - регулятор тиску палива; 4 - регулятор тиску палива

Іноді дві форсунки мають різну продуктивність і управляються асинхронно (різними за тривалістю керуючими імпульсами). Таке рішення використано фірмою Ford. Воно дозволяє при відносно високому тиску палива в системі (270 кПа) забезпечити гарне його розпилювання і необхідне дозування на всіх режимах роботи двигуна - від холостого ходу до максимального навантаження. При цьому тривалості керуючих імпульсів знаходяться в необхідних межах.

В системі ЦВТ, створеної спільно фірмами Chrysler і Mitsubishi для двигунів з робочим об'ємом 1,6 і 2,6 л з турбонаддувом, дві форсунки встановлюються в одній камері змішувача, що дозволяє забезпечити збільшення подачі палива при включенні другої форсунки в роботу одночасно з включенням турбонаддува.

Абсолютна кількість систем ЦВТ містить форсунки, встановлені над дросельною заслінкою. Це визначається простотою даної конструкції, рівномірним розподілом палива по перетину камери змішувача, додатковим подрібненням палива в щілині між дросельною заслінкою та стінкою змішувальної камери.

Однак з цього правила є й винятки. Так, в системі фірми Honda, на двигуні автомобіля Honda Civic, встановлено дві форсунки в одній камері

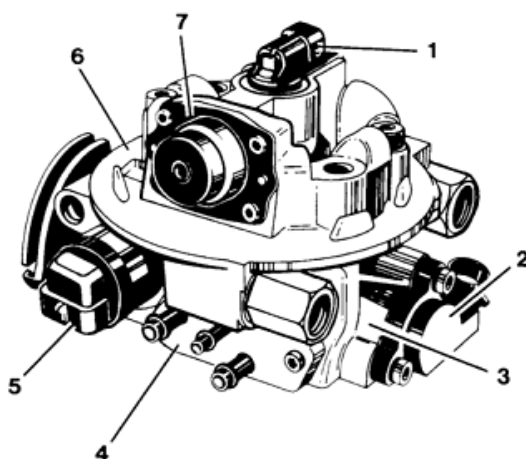
змішувача, причому одна з форсунок (основна) - над дросельною заслінкою, друга (допоміжна) - під нею. При холодному пуску двигуна працює тільки допоміжна форсунка, забезпечуючи підвищену випаровуваність палива при його уприскуванні в задросельне простір. На інших режимах роботи включається основна форсунка, розміщена над дросельною заслінкою.

Кількість змішувальних камер в блоці подачі палива визначається в основному робочим об'ємом двигуна. До $V_h \leq 2,5$ л, як правило, використовується одна камера змішувача. При робочому об'ємі двигуна більше 2,5 л застосовується двухкамерная конструкція блоку подачі палива.

Регулювання холостого ходу в системах ЦВТ може здійснюватися зміною кількості повітря, що надходить у двигун, двома шляхами:

- дроселюванням перетину байпасного каналу х.х. (В обхід дросельної заслінки);
- управління переміщення самої дросельної заслінки.

У першому випадку використовується пропорційний клапан (мал 4), керований електронним блоком управління за сигналами датчика частоти обертання валу двигуна. При цьому дроселюючий елемент такого клапана може мати поступальний або обертальний рух.



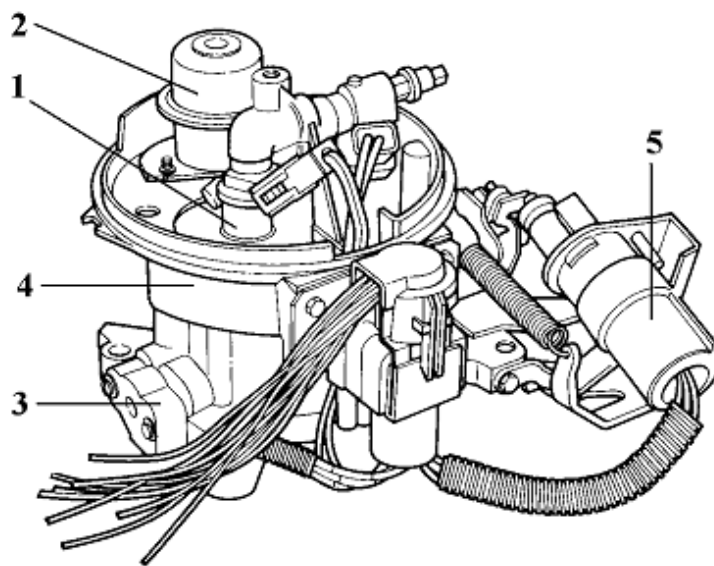
Малюнок 4. Блок подачі палива системи ЦВТ (модель TBI 700) фірми Delphi (США):

1 - форсунка; 2 - датчики положення дросельної заслінки; 3 і 6 - відповідно нижня і верхня частини корпусу; 4 - ластмассовая плата зі штуцерами; 5 - регулятор холостого ходу з кроковим двигуном); 7 - регулятор тиску палива

Для регулювання витрати повітря на холостому ходу шляхом

переміщення самої дросельної заслінки використовуються модулятори - малогабаритні двигуни постійного струму з вбудованим редуктором, пов'язаних зі спеціальним штовхачем, який в свою чергу впливає на підпружинений важіль заслінки. Такі пристрої мають великі габарити, ніж конструкції з пропорційним клапаном.

На ранніх етапах розвитку систем ЦВТ вони були більш простим рішенням, завдяки чому і знаходили застосування. Згодом ця схема регулювання х.х. була витіснена малогабаритними і надійними конструкціями з пропорційним клапаном. Лише фірма R. Bosch, а також деякі інші виробники традиційно використовували модулятори дросельної заслінки в своїх системах ЦВТ (мал.5).



Малюнок 5. Блок подачі палива системи ЦВП фірми Ford:

- 1 - форсунка; 2 - регулятор тиску палива; 3 - датчик положення дросельної заслінки; 4 - корпус блоку; 5 - модулятор дросельної заслінки

Тиск палива в системах ЦВТ визначається виходячи з компромісних міркувань. При низькому тиску (менше 120 кПа) знижується навантаження на бензонасос, зменшується ймовірність порушення герметичності гідравлічного тракту системи. Однак при цьому погіршується дисперсність розпилювання палива.

При порівняно високому тиску уприскування (більше 200 кПа) поліпшується дисперсність дроблення палива, але при цьому одночасно зростає навантаження на бензонасос.

Кожна з фірм - виробників систем ЦВП вибирає тиск палива в системі, виходячи з вищевикладених міркувань і орієнтуючись на конкретні моделі двигунів. Аналіз відомих систем ЦВП показує, що системи низького тиску (близько 100 кПа) становлять абсолютну більшість.

При цьому в однієї і тієї ж системи тиск палива може дещо змінюватися в залежності від того, для якого двигуна вона призначена

Підігрів паливо-повітряної суміші використовується в різних варіантах практично у всіх системах ЦВТ. Принципово можливо здійснювати нагрівання трубопроводу охолоджувальною рідиною (ОЖ), відпрацьованими газами (ОГ) або електронагрівачами для поліпшення сумішоутворення.

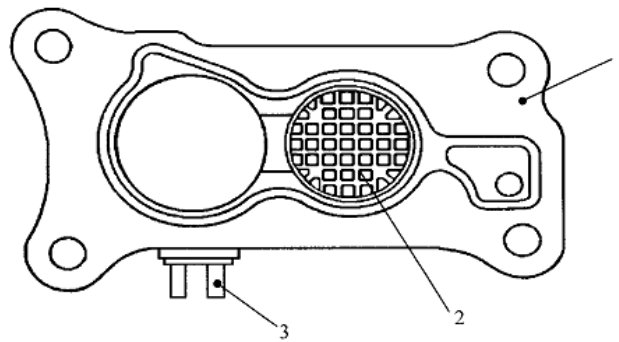
Важливе значення має також місце підігріву ТВС. Експериментально встановлено, що найбільш доцільно підігрівати ТВС до розгалуження впускного трубопроводу.

Підігрів ТВС зменшує межциклових нестабільність згоряння і загальну тривалість горіння за рахунок підвищення швидкості тепловиділення. Підвищення гомогенізації ТВС і використання бідніших сумішей за рахунок підігріву трубопроводу забезпечує економію палива в межах 2 ... 7% і зниження токсичності ОГ на 20 ... 40%.

Найбільший інтерес представляють пристрої з використанням спеціальної електропровідний (позисторних) кераміки (за кордоном вона називається РТС керамікою - від Positive Temperature Coefficient). Позистора є терморезистори з керамічних матеріалів з великим значенням позитивного температурного коефіцієнта опору (ТКС). Після підключення позисторних елемента (ПЕ) до джерела струму відбувається дуже швидкий розігрів кераміки. При досягненні критичної температури спостерігається різке збільшення електричного опору позистора, це викликає падіння проходить через нього струму. Потім слід охолодження позистора з відповідним падінням опору, що викликає збільшення струму, що протікає, що знову призводить до нагрівання елемента.

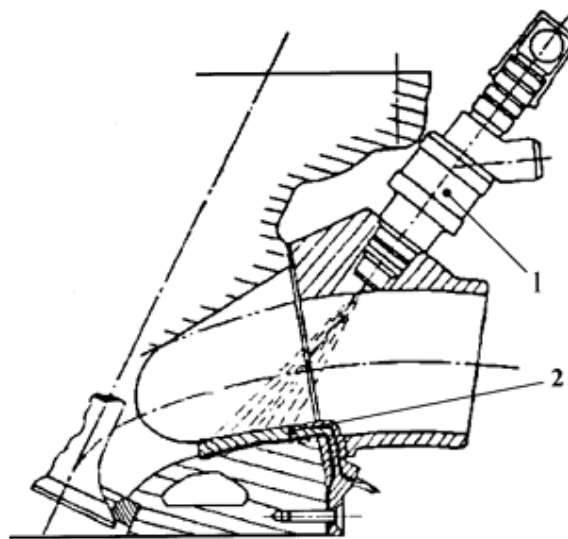
На американських і японських автомобілях з карбюраторами і системами центрального впорскування палива (ЦВП) набули поширення підігрівачі

стільникової конструкції, змонтовані в пластмасовій прокладці під змішувальною камерою.



Малюнок 6. Підігрівач стільникової конструкції, що монтується в прокладці під блоком подачі палива: 1 - прокладка; 2 - стільниковий нагрівальний елемент; 3 – струмопроводи.

Для двигунів з системами розподіленого уприскування палива (РУП) нагрівальний елемент може розташовуватися на стінці впускного каналу так, щоб факел розпилюється палива потрапляв прямо на нього



Малюнок 7. Конструкція пластинчатого підігрівача для системи РВТ:
1 - форсунка; 2 - електронагрівальний елемент

Вивчення системи розподіленого уприскування палива (РУП)

В даний час системи РУП займають домінуюче становище в області систем подачі палива автомобільних бензинових двигунів.

Основними перевагами, що визначають широке поширення РВТ, є високі можливості підвищення енергетичних та екологічних показників двигунів, поліпшена паливна економічність, високі динамічні характеристики і забезпечення хороших антидетонаційних якостей двигунів. Системи РУП в даний час розвиваються як в структурному напрямку, так і в напрямку вдосконалення конструкції окремих компонентів. Їх розвиток в останні роки йшло по шляху підвищення надійності, нарощування числа функцій, введення самодіагностики, елементів адаптації тощо

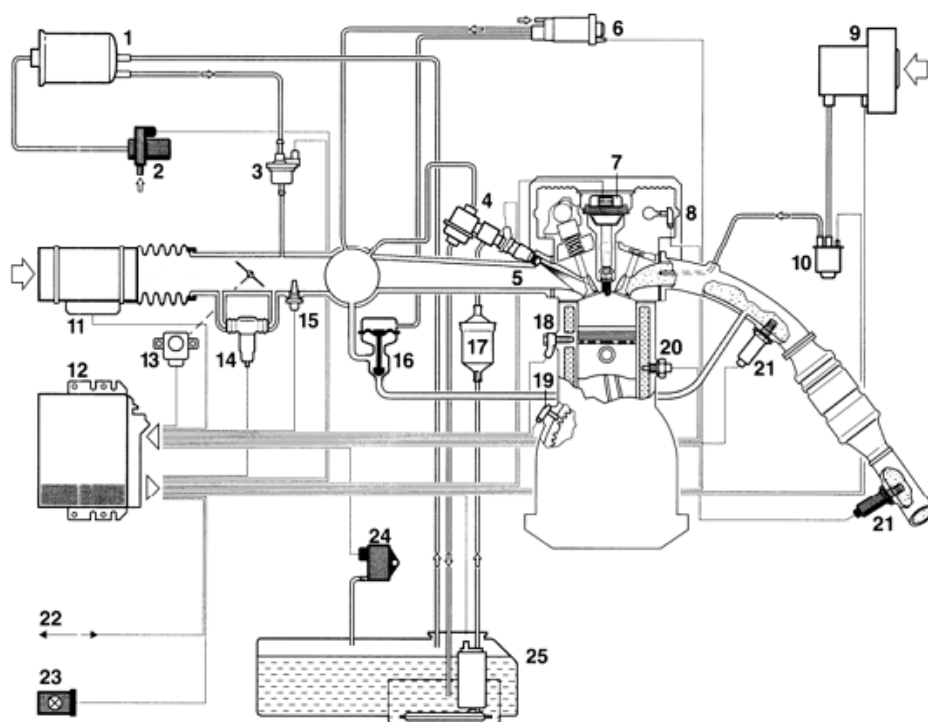
В даний час системи РУП як підсистеми входять в структуру комплексних систем управління двигуном.

На мал. 8 як приклад показана схема типової комплексної системи управління двигуном фірми R.Bosch типу MotronicM5 з бортовою діагностикою OBD II (On Board Diagnostic). Основним завданням цієї системи є взаємозалежне управління топливоподачею і запалюванням, а також реалізація ряду додаткових функцій, таких, як:

- антидетонаційне регулювання кута випередження запалювання за сигналом датчика детонації;
- підтримка стехіометричного складу суміші на більшості робочих режимів двигуна по сигналу λ -зонда;
- регулювання частоти обертання валу на холостому ході;
- управління підсистемою видалення паливних парів з бензобака;
- регулювання рециркуляції ОГ для зниження емісії NOx;
- регулювання подачі вторинного повітря в випускний трубопровід для зниження емісії CH;
- управління тиском наддуву при установці турбокомпресора на двигун;
- регулювання довжини (настройки) впускного трубопроводу в залежності від швидкісного режиму роботи двигуна;
- регулювання фаз газорозподілу на різних режимах роботи двигуна для підвищення потужності і зниження токсичних викидів.

Останні три функції реалізуються в випадках, коли на конкретній моделі двигуна передбачені установка і використання відповідних виконавчих пристроїв.

В цілому система Motronic M5 забезпечує виконання норм Євро-II і Євро-III щодо токсичних викидів двигуна і сучасних вимог по бортовій діагностиці. Крім цього вона взаємопов'язана з іншими електронними системами автомобіля (антиблокувальною, противобуксовочною і ін., що підвищує надійність і безпеку експлуатації).



Малюнок 8. Схема системи Motronic M5 фірми R.Bosch:

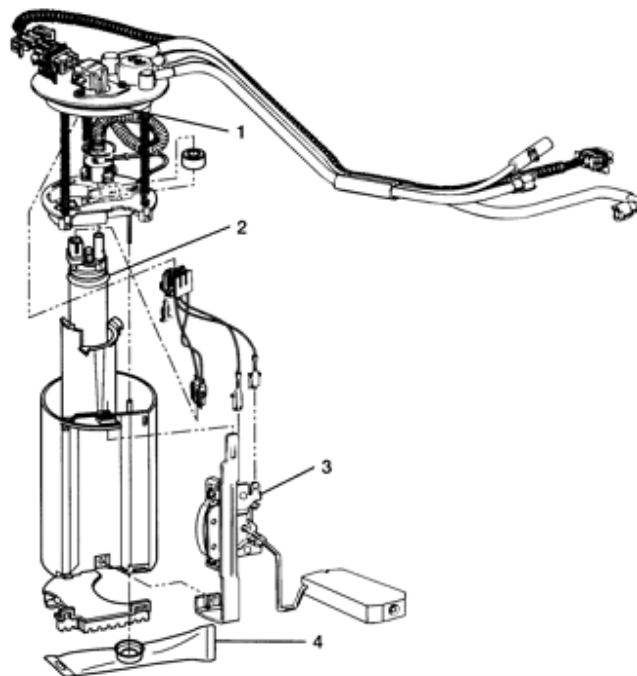
- 1 - адсорбер; 2 - запірний клапан адсорбера; 3 - клапан продувки адсорбера;
4 - регулятор тиску палива; 5 - електромагнітна форсунка; 6 - повітряний клапан управління клапаном рециркуляції ОГ; 7 - котушка запалювання на свічці; 8 - датчик фази; 9 - насос додаткового повітря; 10 - клапан додаткового повітря; 11 - термоанемометрический витратомір повітря;
12 - мікропроцесорний блок управління; 13 - датчик положення дросельної заслінки; 14 - регулятор холостого ходу; 15 - датчик температури повітря на впуску; 16 - клапан рециркуляції ОГ; 17 - паливний фільтр; 18 - датчик детонації; 19 - датчик частоти обертання валу; 20 - датчик температури

охолоджуючої рідини; 21 - λ -зонд; 22 - діагностичний роз'єм; 23 - лампа діагностики; 24 - диференційний датчик тиску; 25 - поглиблюваний електробензонасос

Основні елементи і вузли комплексної системи управління Motronic M5.

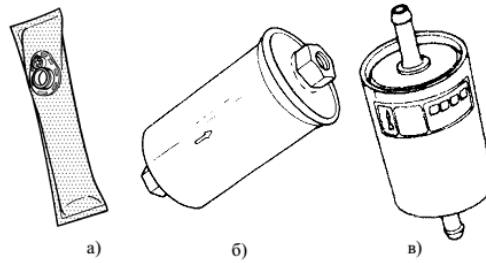
Електробензонасос поглиблюного типу (розташований в паливному баку) може створювати тиск до 400 ... 600 кПа, однак при подачі палива в магістраль завдяки роботі регулятора тиску в системі встановлюється заданий тиск - 250 ... 300 кПа. Висока продуктивність насоса (120 ... 140 л / ч) дозволяє ефективно охолоджувати сам насос і електромагнітні форсунки, запобігаючи, поява парових пробок в гідравлічному тракті системи.

В системі MotronicM5 електробензонасос входить в якості окремого вузла в паливний модуль, що встановлюється в паливному баку автомобіля. Такий модуль (мал. 9) включає, крім самого насоса, датчик рівня палива в баку і фільтр грубої очистки палива. Останній виконаний з дрібної полімерної сітки (мал. 10а) і дозволяє затримувати частинки розміром більше 80 мкм.



Малюнок 9. Типовий паливний модуль системи уприскування бензину:

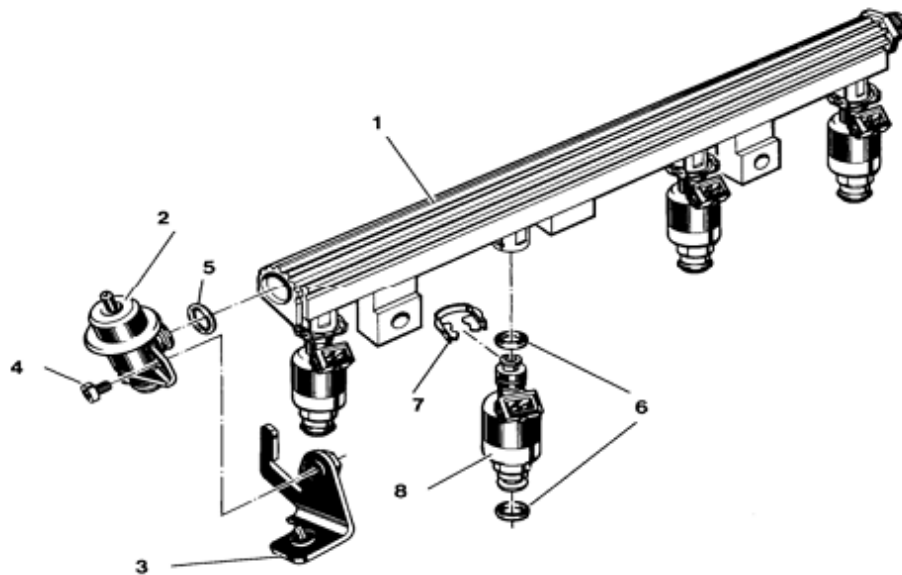
1 - ущільнювальне гумове кільце; 2 - електробензонасос; 3 - датчик рівня палива в баку; 4 - фільтр грубого очищення палива



Малюнок 10. Типовий вид фільтрів грубої (а) і тонкої (б, в) очищення палива

Фільтр тонкого очищення палива (рис. 14б, в) має типову конструкцію і включає паперовий фільтруючий елемент, розташований в корпусі з тонколистової сталі. Фільтр затримує всі забруднення з розмірами частинок більше 10 мкм.

Регулятор тиску палива є редукційний клапан, що підтримує постійний перепад тиску (250 ... 350 кПа) палива між місцем впорскування і паливною магістраллю. Надлишки палива по зливний магістралі прямують назад в бак. Регулятор монтується до паливної рампи, як показано на мал. 11.



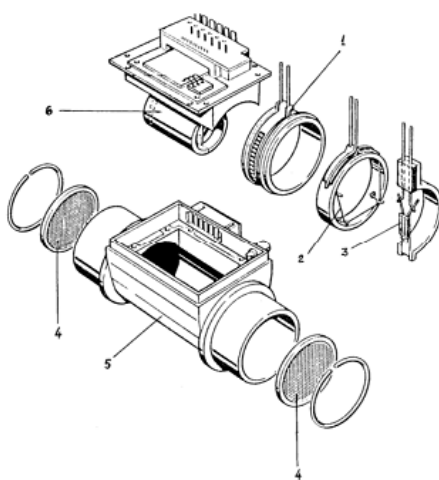
Малюнок 11. Паливна рампа системи РВТ в зборі з форсунками і стабілізатором тиску палива: 1 - рампа; 2 -регулятор тиску палива; 3 - кронштейн; 4 - болт; 5, 6 - гумові кільця ущільнювачів; 7 - фіксатор форсунки; 8 – форсунка

У сучасних системах уприскування палива почалося використання бесслівної схеми подачі палива до форсунок, при якій регулятор тиску палива розміщується в паливному модулі всередині бензобака автомобіля. Таким

чином, досягається більш висока надійність системи, дещо знижується навантаження на бензонасос і відпадає необхідність використання зливний паливної магістралі.

Регулятор потоку повітря

Регулятор потоку повітря (термоанемометричного типу) дозволяє визначити масове кількість повітря, яка споживається двигуном. На основі цієї інформації і даних про частоту обертання валу мікропроцесор розраховує величину циклового масового наповнення циліндрів, яка є головним командним параметром для управління двигуном (топливоподачей, запалюванням, рециркуляцією ОГ і ін.).

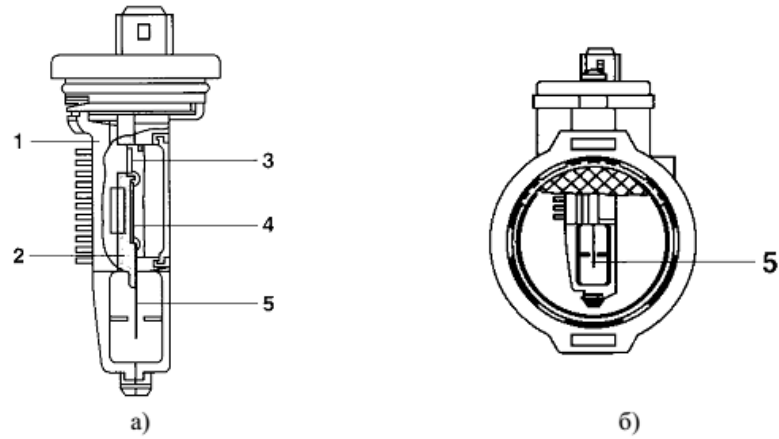


Малюнок 12 Конструктивна схема термоанемометричного витратоміра повітря з дровим вимірювальним елементом, що застосовується в системі LH-Jetronic:

- 1 - прецизійний резистор; 2 - вимірювальний елемент у вигляді платинової нитки; 3 - термокомпенсаційний елемент; 4 - сітки; 5 - пластиковий корпус; 6 - внутрішній вимірювальний канал, в якому розташовуються елементи 1-3

Вимірювальний елемент цього витратоміра представляє собою платинову нитку діаметром 100 мкм, закріплену у внутрішньому вимірювальному каналі.

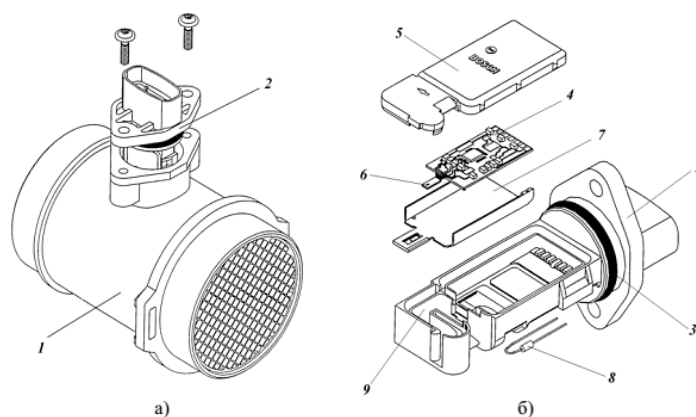
У наступних модифікаціях витратомірів фірма R.Bosch використовує плівковий вимірювальний елемент на твердій керамічній підкладці, який закріплений в спеціальному пластиковому модулі, встановленому в корпусі витратоміра (мал. 13). Інші фірми (Delphi, Hitachi і т.д.) застосовують гнучкі плівкові елементи.



Малюнок 13. Конструктивна схема вимірювального модуля з плівковим чутливим елементом (а) і його розміщення в корпусі витратоміра повітря (б):

1 - радіатор; 2, 3 - елементи кріплення плівкового чутливого елемента;
4 - електронна гібридна схема обробки сигналу; 5 - плівковий чутливий елемент на керамічній підкладці

В останньому поколінні термоанемометричних витратомірів повітря фірми R.Bosch чутливий елемент в вимірювальному модулі в спеціальному лабіринтовому каналі, що дозволяє захистити його від забруднень, зворотних спалахів і зменшити вплив пульсацій потоку повітря на показання витратоміра. У цьому витратомірі застосовані спеціалізовані гібридні схеми високого ступеня інтеграції з можливістю настройки в процесі виробництва робочої характеристики витратоміра під необхідні параметри при використанні одного і того ж чутливого елемента.



Малюнок 14 Термоанемометричний витратомір повітря фірми R.Bosch

а – зовнішній вигляд, б - вимірювальний модуль

1 - корпус витратоміра; 2 - вимірювачний модуль; 3 - ущільнювальне гумове кільце; 4 - гібридна інтегральна схема; 5 - кришка вимірювального каналу;

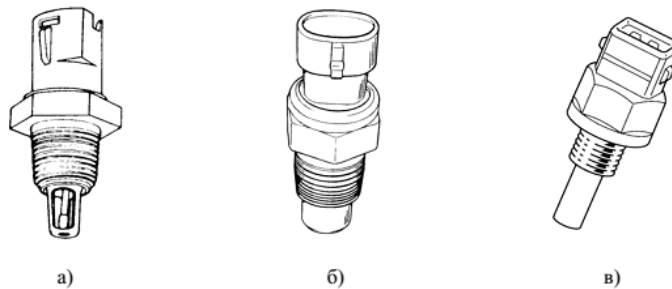
6 - чутливий елемент термоанемомет-ра; 7 - кришка гібридної схеми;

8 - терморезистор; 9 - лабіринтовий канал

Датчик положення дросельної заслінки

Датчик положення дросельної заслінки (потенциометрического типу) дозволяє визначити режими холостого ходу, часткових і повної навантажень двигуна. Сигнал цього датчика використовується також при різкому відкритті дроселя на режимах розгону для поліпшення динаміки автомобіля.

Датчик температури зазвичай використовується для інформації про температуру охолоджуючої рідини, масла в системі змащення і повітря на впуску. Датчики температури охолоджуючої рідини двигуна і повітря на впуску



Малюнок 15. Вид датчиків температури повітря на впуску (а) і охолоджуючої рідини (б, в), які використовуються в системах управління двигуном

Як датчики температури традиційно використовувалися або напівпровідникові терморезистори (термістори), або термометри опору. Перевагами терморезисторів, виготовлених з різних напівпровідникових матеріалів (спечені оксиди Ni, Co, Si), є високе значення їх температурного коефіцієнта опору (ТКС), що доходить до 0, 03 град.-1.

Перспективними є інтегральні датчики температури, що представляють собою термочутливих елементи на одному кристал-ле з периферійними схемами (підсилювачі та ін.).

Інтегральні датчики температури зручні тим, що забезпечують вихідний сигнал у вигляді напруги, не вимагаючи при цьому допоміжних схем перетворення сигналу.

Для датчиків температури будь-якої конструкції і принципу дії найважливішими характеристиками є стабільність, чутливість і швидкодія.

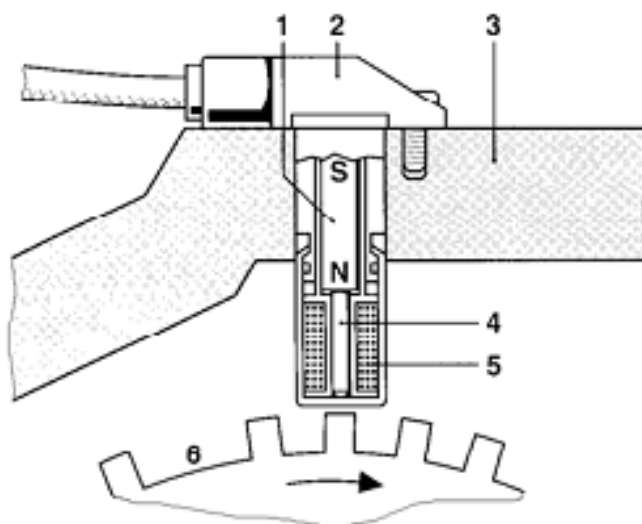
Стабільність визначається воспроизводимостью початкової

градуовальної характеристики через певний час експлуатації. Чутливість визначає роздільну здатність датчика і є найважливішим показником придатності датчика для конкуруючої системи управління. Швидкодія датчиків обумовлюється температурною інерційністю конструкції і умовами теплообміну датчика і середовища.

Датчик частоти обертання валу двигуна

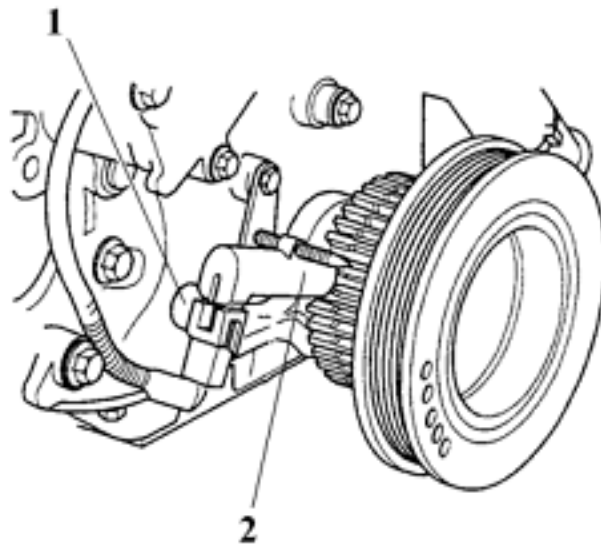
Датчик частоти обертання валу двигуна забезпечує синхронізацію роботи системи управління і двигуна. Крім функції вимірювання частоти обертання валу він також дозволяє визначати мітку початку відліку (до ВМТ першого циліндра) для управління запалюванням.

Найбільш часто застосовуються датчики на основі ефекту електромагнітної індукції. Такий індуктивний датчик (мал. 22) складається з котушки, пов'язаного з нею сердечника і постійного магніту. На двигуні такий датчик встановлюється з деяким зазором поблизу зубів вінця маховика двигуна або поблизу спеціального диска з прямокутними зубцями (мал. 16,17). Диск має число зубів $z = (60-2)$, тобто два зуба у нього вилучені. Це дозволяє визначати не тільки частоту обертання валу, але і положення ВМТ першого циліндра



Малюнок 16. Схема розміщення індуктивного датчика поблизу спеціального диска:

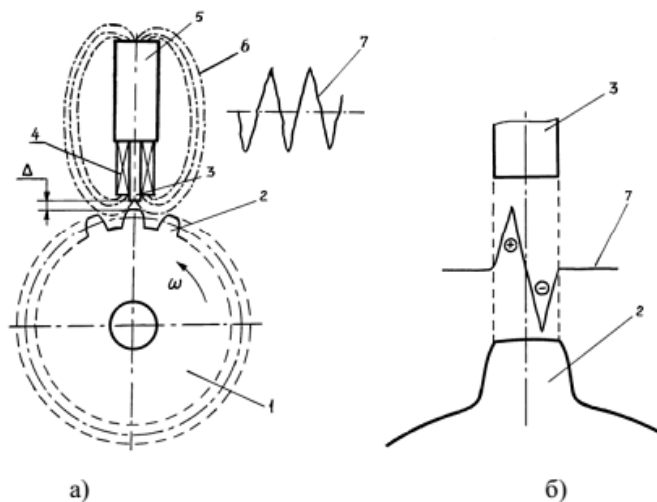
1 - постійний магніт; 2 - корпус індуктивного датчика; 3 - елемент кріплення датчика; 4 - сердечник; 5 - котушка; 6 – спеціальний диск



Малюнок 17. Установка індуктивного датчика на двигуні:

1 - кронштейн датчика; 2 - індуктивності датчик

Датчик може розглядатися як замкнутий магнітний ланцюг, при установці його на двигун (корпус - постійний магніт - зубья шестерні - корпус). Постійний магніт створює магнітний потік. Величина цього потоку залежить від напруженості поля магніту і магнітного опору кола. При приближенні зуба шестерні, що створює імпульси потоку, магнітний опір зменшується і магнітний потік збільшується (мал. 18).



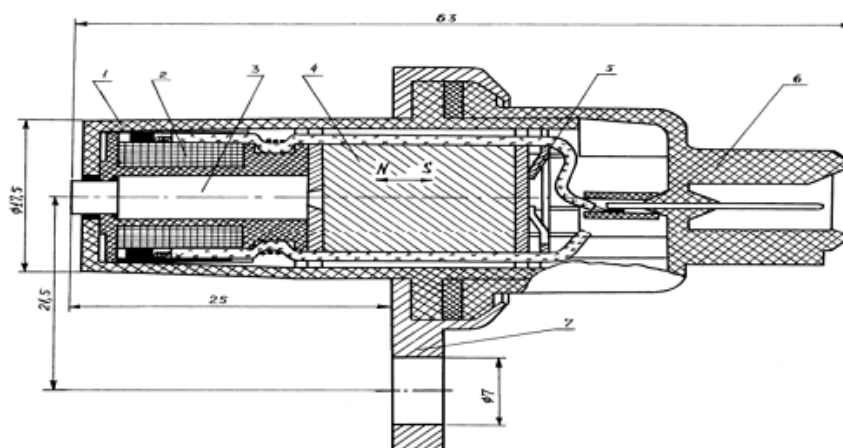
Малюнок 18. Схема формування сигналу індуктивного датчика

(а) - при його взаємодії з зубьями шестерні (спецдиска), б - зв'язок форми сигналу з геометрією зуба: 1 – зубчата шестерня (спецдиск); 2 – зуб;

3 – сердечник датчика; 4 – катушка; 5 – постійний магніт; 6 – магнітний потік; 7 – вихідний сигнал датчика; ω – кутова швидкість обертання шестерні;

D - зазор між сердечником і зубом шестерні.

Конструкція індуктивного датчика, який використовується в системах електронного управління двигуном.



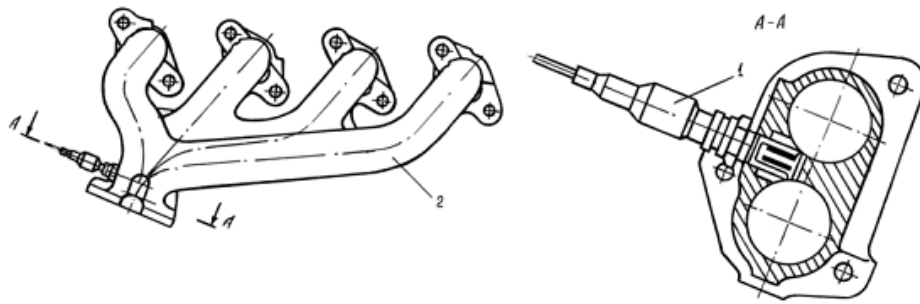
Малюнок 19. Конструкція типового індуктивного датчика переміщення:

- 1 - корпус; 2 - котушка; 3 - сердечник; 4 - постійний магніт з фериту барію;
5 - кільце пружинне; 6 - роз'єм датчика зі штекерами; 7 - фланець кріплення датчика

Датчик вмісту кисню в ОГ (λ -зонд) дозволяє визначити склад паливо-повітряної суміші за наявністю кисню на випуску. Використовуючи сигнал цього датчика, мікропроцесор підтримує на більшості режимів роботи двигуна стехіометричний склад суміші, який необхідний для досягнення максимальної ефективності роботи трехкомпонентного каталітичного нейтралізатора. За принципом дії λ -зонд відноситься до електрохімічних датчиків і швидко виходить з ладу при роботі на етілірованном бензині, а також при перегревах вище 900°C.

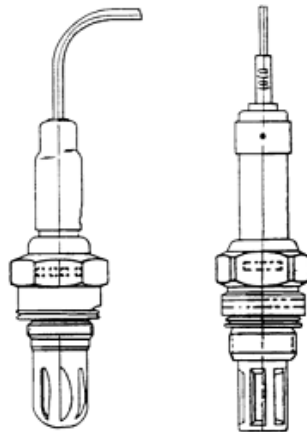
У даній системі використовується два λ -зонда, що дозволяє визначити працездатність нейтралізатора (за сигналами датчиків до і після нейтралізатора).

В даний час існує два типи датчиків концентрації кисню. Перші мають чутливий елемент з двооксиду цирконію ZrO_2 , другі з двооксиду титану TiO_2 . Обидва датчики реагують на парціальний тиск кисню в випускній системі, але фізичні принципи їх дії різні.



Малюнок 20. Установка датчика кисню у випускному колекторі:

1 - датчик; 2 - випускний колектор



Малюнок 21. Датчики концентрації кисню:

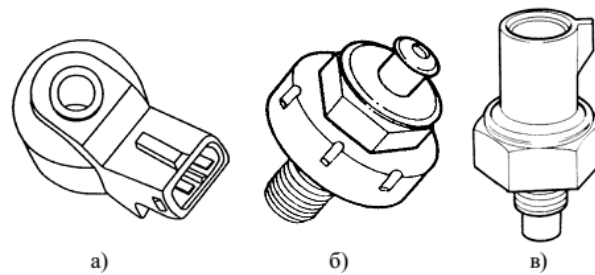
зліва - на основі ZrO₂, праворуч - на основі TiO₂

Основні робочі показники сучасних датчиків кисню

Робочі показники	Значення показників	
	350 ⁰ C	850 ⁰ C
Рівень сигналу мВ при багатій суміші α - 0,97, вихід СО – 1%	850 +-70	710+-70
Рівень сигналу мВ при бідній суміші α – 1,1	20+-50	55+-30
Час переходного процесу (мс) від багатой суміші до бідної (600мВ...300мВ)	Менш 100	Менш 100
Час переходного процесу (мс) від бідної суміші до багатой (300мВ...600мВ)	Менш 100	Менш 100

Датчик детонації входить в адаптивний антидетонаційний контур, який дозволяє оптимізувати управління кутом випередження запалювання без небезпеки виникнення детонації. Такий датчик (мал. 16) встановлюється зазвичай на бічну поверхню блоку циліндрів. Електронний блок управління періодично отримує сигнал від датчика і обробляє його за спеціальним

алгоритмом для виявлення ознак детонації. При виявленні детонації кут випередження запалювання змінюється за певним законом до її зникнення.



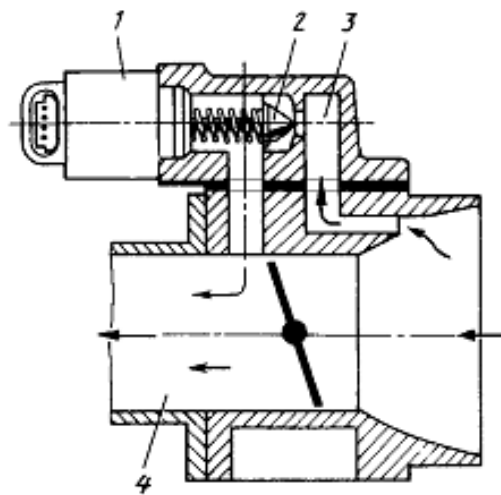
Малюнок.22. Зовнішній вигляд типових датчиків детонації різних фірм:

а - R.Bosch; б - Chrysler; в – Ford

Регулятор холостого ходу двигуна

Регулятор холостого ходу двигуна являє собою пропорційний клапан, керуючий за сигналами контролера перепуском певної кількості повітря по байпасному каналу в обхід дросельної заслінки.

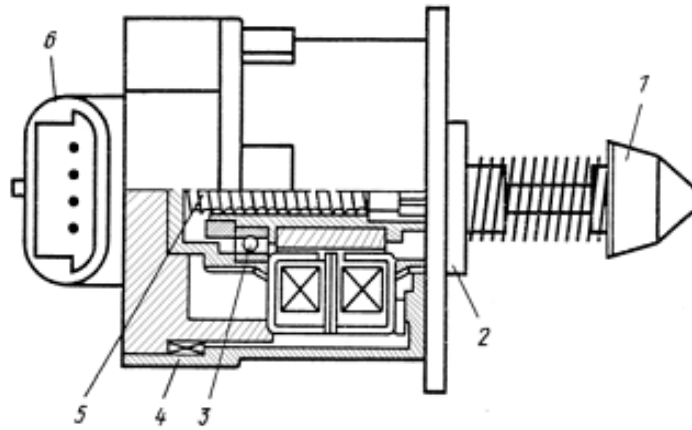
Таким чином, він забезпечує підтримку заданої частоти обертання валу двигуна при прогріванні, включенні кондиціонера, вентилятора системи охолодження і т.п.



Мал 23. Схема підсистеми холостого ходу:

1 - регулятор холостого ходу; 2 - дроселюючий елемент регулятора; 3 - байпасний канал; 4 - основний канал вузла дросельної заслінки

Пристрій для здійснення поступового переміщення дроселюючого елемента включає в себе кроковий двигун (ШД), пов'язаний через передачу «гвинт-гайка» з самим елементом. Повний діапазон лінійного переміщення елемента досягає зазвичай 10 мм при загальній кількості кроків 256.



Малюнок 24 Конструкція регулятора холостого ходу на базі крокового двигуна:

1 - конусний замикає елемент; 2 - фланець кріплення; 3 - підшипник; 4 - корпус регулятора; 5 - гвинтова частина рухомого елемента; 6-електричний роз'єм

Електромагнітна форсунка

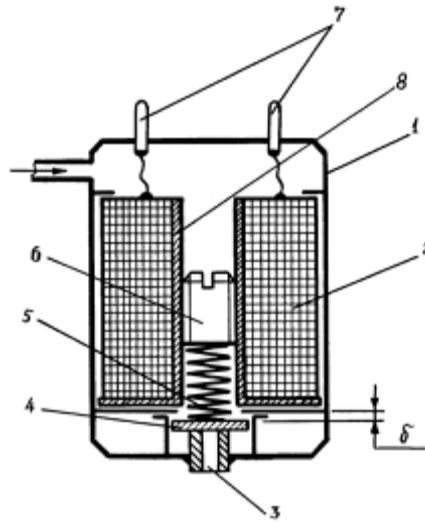
Електромагнітна форсунка є швидкодіючим електромагнітним клапаном дискретного дії. Її відкриттям управляє контролер, подаючи на обмотку електромагнітного приводу клапана прямокутні імпульси напруги тривалістю 2 ... 8 мс.

Тривалість імпульсу розраховується контролером за певним алгоритмом на основі інформації датчиків про параметри роботи двигуна. Циклова подача палива прямо пропорційна часу відкриття форсунки (тривалості керуючого імпульсу).

Форсунка встановлюється на двигун в зборі з паливною рампою (мал. 15).

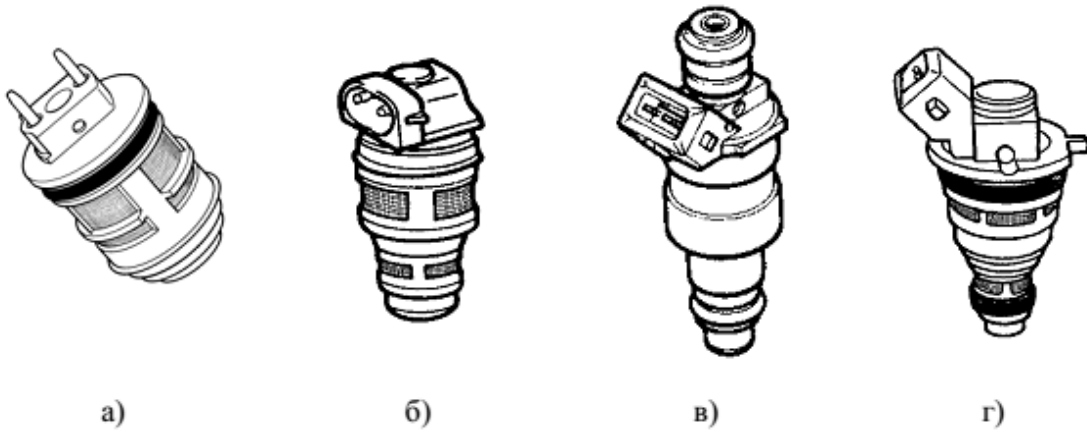
Електромагнітна форсунка для уприскування бензину являє собою швидкодіючий гідравлічний дозуючий клапан з електромагнітним приводом замикаючого елемента (мал. 28)

За призначенням форсунки підрозділяються на конструкції, призначені для систем центрального або розподіленого впорскування палива



Малюнок 25. Спрощена принципова схема електромагнітної форсунки для уприскування бензину:

1 - корпус форсунки; 2 - обмотка електромагніту; 3 - канал розпилювача;
4 - замикає елемент клапана; 5 - поворотна пружина; 6 - регулювальний гвинт;
7 - вихідні контакти; 8 - магнітопровід; d - робочий зазор в клапанному вузлі

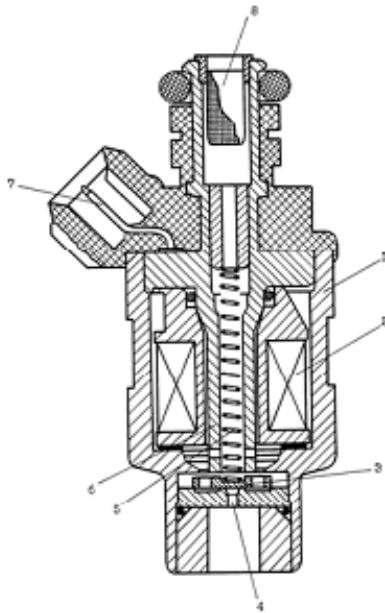


Малюнок 26. Зовнішній вигляд електромагнітних форсунок різних типів:
а, б - з нижнім підведенням палива для систем ЦВТ; в - з верхнім підведенням палива для систем РВТ; г - з нижнім підведенням палива для систем РВТ

За величиною робочого тиску палива форсунки також можна розділити на два типи.

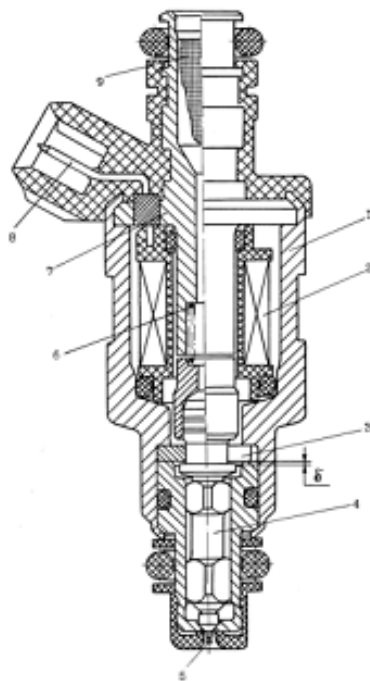
Перший тип форсунок розрахований на тиск палива 70 ... 200 кПа. Такі форсунки застосовують для систем ЦВТ.

Другий тип форсунок призначений для систем РВТ і працює при тисках палива 250 ... 380 кПа



Малюнок 27. Конструкція форсунки з плоским замикаючим елементом:

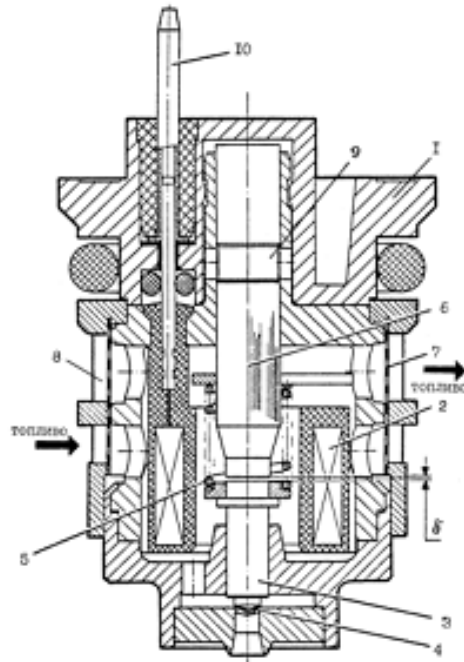
1 корпус; 2 - обмотка електромагніту; 3 - замикає елемент; 4-канал розпилювача; 5 - пружина; 6 - сердечник електромагніта; 7 - електричні контакти; 8 - паливний фільтр (сітка)



Малюнок 28. Конструкція форсунки з штифтовим замикаючим елементом

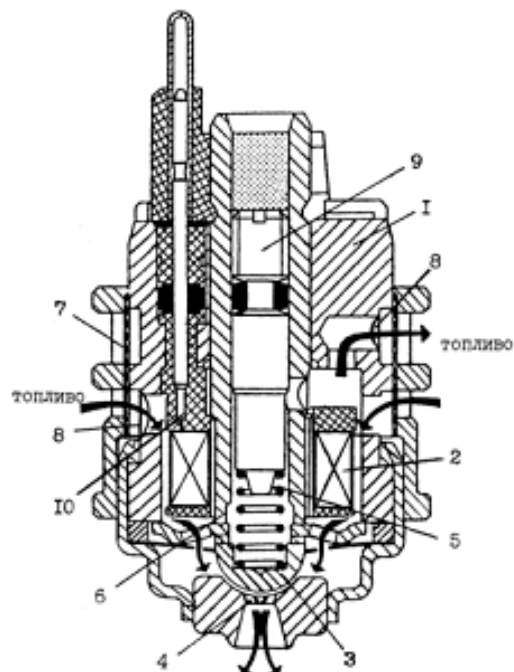
1 - корпус; 2 - обмотка електромагніту; 3 - дистанційне кільце; 4 - замикає елемент; 5 - штифт; 6 - пружина; 7 - сердечник електромагніта; 8 - електричні контакти; 9 -паливний фільтр (сітка)

Призначення форсунки визначає і кут конуса розпилювання палива - для ЦВТ він становить 50 ... 55 °, для РВТ - 20 ... 25 °



Малюнок 29. Конструкція форсунки з конусним замикаючим елементом

1 - корпус; 2 - обмотка електромагніту; 3 - замикає елемент; 4 - канал розпилювача; 5 - пружина; 6 - сердечник електромагнітних-нита; 7 - паливний фільтр (сітка); 8 - паливні канали; 9 - регулювальний гвинт; 10 - електричні контакти



Малюнок 30. Типова конструкція форсунки зі сферичним замикаючим елементом

1 - корпус; 2 - обмотка електромагніту; 3 - замикає елемент; 4 - канал

розпилювача; 5 - пружина; 6 - сердечник електромагніта; 7 - паливний фільтр (сітка); 8 - паливні канали; 9 - регулювальний гвинт; 10 - електричні контакти

Мікропроцесорний блок управління включає контролер (керуючий мікропроцесор), підсилювачі й схеми сполучення з різними датчиками, силові ключі для управління виконавчими елементами. Він має захист від перенапруг і коротких замикань в ланцюгах харчування, а також вбудовану діагностику, яка дозволяє оперативно визначати несправності в процесі експлуатації або технічного обслуговування двигуна.

Системи управління аналогічні Motronic M5, застосовуються і на вітчизняних автомобільних. Відмінність їх полягає в менш розвиненою структурі і відповідно, - меншому числі функцій. Зокрема, вони не управляють подачею вторинного повітря у випускну систему, не регулюють довжину впускного трубопроводу, не змінюють тиск наддуву і т.п. У найближчому майбутньому підсистеми РВТ в складі комплексних систем управління двигуном отримають подальший розвиток. При цьому можливе використання регульованого вихребоворота на впуску, пневматичного розпилювання палива і інших способів підвищення паливної економічності і зниження токсичності ОГ. Удосконалення конструкції вузлів і компонентів РВТ йде в напрямку розширення використання модульних елементів при одночасному зниженні вартості і підвищенні надійності систем в цілому. Продовжує розширюватися застосування пластиків для виготовлення паливних рамп і впускних систем двигунів, малими габаритами і масою (за рахунок застосування спеціальних пластиків), що володіють високими швидкодією і надійністю

Системи електронного управління для дизельних двигунів

Управління процесом подачі палива в дизелях може розглядатися як один з найважливіших засобів покращення паливної економічності і зменшення кількості викинутих шкідливих речовин з відпрацьованими газами (ОГ) [1-5]. Застосування систем автоматичного регулювання та керування (САР і САУ) дозволяє істотно поліпшити показники дизелів шляхом узгодження характеристик різних систем комбінованого двигуна, забезпечення їх роботи на оптимальних режимах.

Формування оптимізованих характеристик подачі палива, забезпечення требуемого тиску уприскування можуть бути реалізовані при використанні систем подачі палива різних типів з відповідними системами управління.

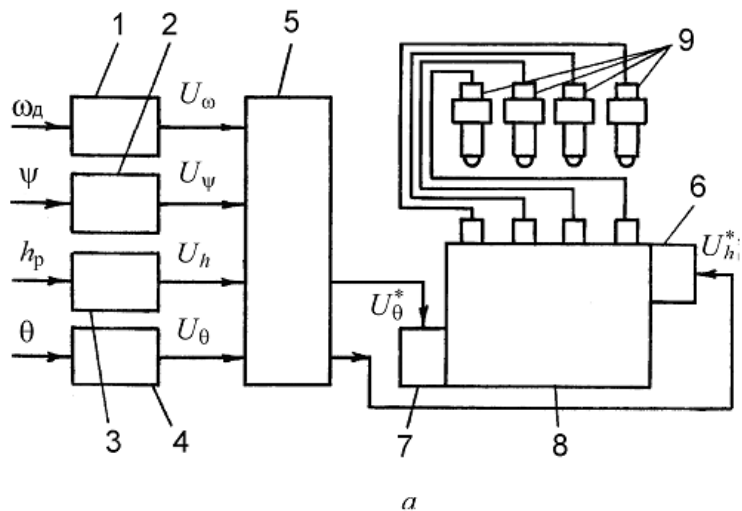
Системи подачі палива сучасних дизелів різноманітні. Основними ознаками їх класифікації є спосіб створення високого тиску уприскування і наявність або відсутність трубопроводів високого тиску.

В апаратурі розділеного типу паливний насос високого тиску (ПНВТ)(ТНВД) і форсунка з'єднані нагнітальним трубопроводом.

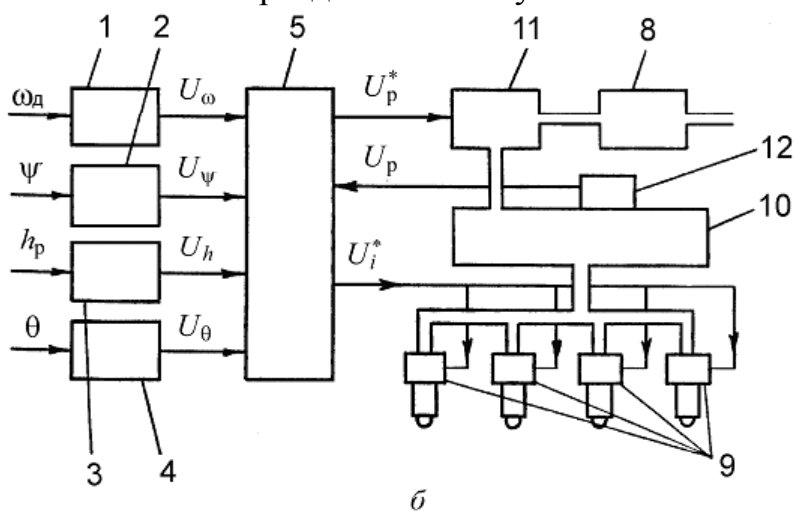
У паливній апаратурі нерозділеного типу ТНВД і форсунка об'єднані в один вузол-насос-форсунку.

В акумуляторних системах подачі палива високий тиск палива створюється в акумуляторі, звідки воно через короткі топливopроводи подається до форсунок.

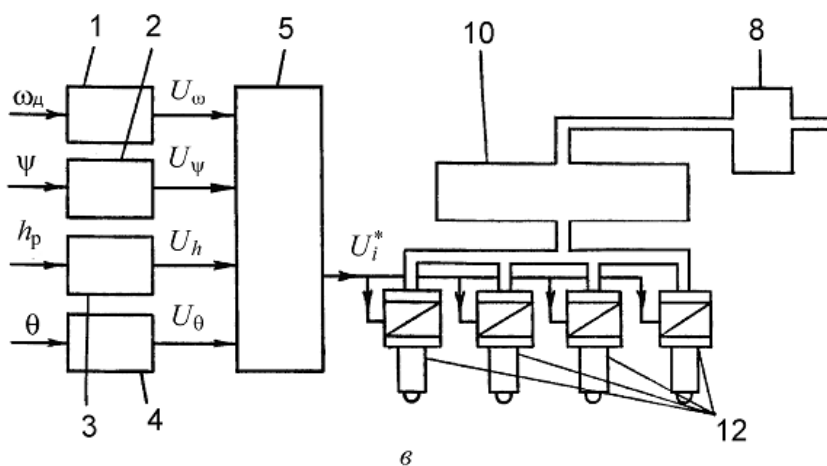
Особливості управління процесом подачі палива в перерахованих системах можна виявити за схемами електронних систем управління топливopодачей дизелів з паливною апаратурою різних типів, представленим на мал. 31



Система управління топливopодачею дизелів з паливною апаратурою розділеного типу



Система управління топливopодачею дизелів з акумуляторними системами подачі палива



Система управління топливopодачею дизелів з апаратурою нерозділеного типу (в)

Малюнок 31. Типи електронних систем управління топливopодачею дизелів з паливною апаратурою розділеного типу (а), з акумуляторними системами подачі палива (б) і з апаратурою нерозділеного типу (в)

У системах подачі палива розділеного типу для створення високого тиску

впорскування зазвичай використовують золотникові топливні насоси з механічним приводом плунжера, які з'єднані протяжними топливопроводами з форсунками. Дозіровка палива та управління топливоподачею здійснюються безпосередньо в насосній секції ТНВД. Для організації такого управління застосовують механічні, гідромеханічні і електронні регулятори, які впливають на дозирующую рейку ТНВД.

На ряді ТНВД встановлюють регулятори кута випередження впорскування палива (УОВТ). При електронному управлінні топливоподачею інформація про двигун від датчика 1 (мал 1 а) частоти обертання (кутової швидкості ω_d) колінчастого вала двигуна, датчика 2 положення важеля управління, датчика 3 положення дозуючої рейки, датчика 4 УОВТ і ряду додаткових датчиків надходить в електронний блок 5 регулятора. На підставі вхідних сигналів з використанням формованих законів управління, закладених в пристрої мікропроцесора, в блоці 5 визначаються необхідні значення циклової подачі палива (ЦПТ) і УОВТ. Ці значення порівнюються з дійсними значеннями, які отримуються від датчиків 3 і 4. При наявності неузгодженості блок 5 формує керуючі сигнали U_h^* і U_θ^* , що подаються на виконавчі пристрої 6 і 7, які впливають на дозирующую рейку і орган управління УОВТ відповідно. Така схема САУ дозволяє зберегти без змін конструкцію ТНВД 8 і електро-гідроправляємих форсунок 9.

В акумуляторних системах подачі палива ТНВД підтримує високий тиск в акумуляторі, а функції дозування і управління УОВТ покладаються на форсунку. Оскільки відпадає необхідність дозування палива в ТНВД, можуть бути використані більш прості паливні насоси. В акумуляторних паливних системах застосовують електронні САУ. Керуючий сигнал U_i (мал. 1б), що подається на форсунки 9, формується електронним блоком 5 з урахуванням сигналів від датчиків 1-4 режимних параметрів. Крім того, блок 5 формує керуючий вплив U_p^* для виконавчого пристрою 11 регулятора тиску палива після ТНВД 8 з використанням сигналу U_p від датчика 12 тиску палива в акумуляторі 10. Така схема САУ забезпечує незалежність параметрів подачі палива від швидкісного і навантажувального режимів і можливість формування

практично будь-якого необхідного закону керування, в тому числі дворовим уприскуванням.

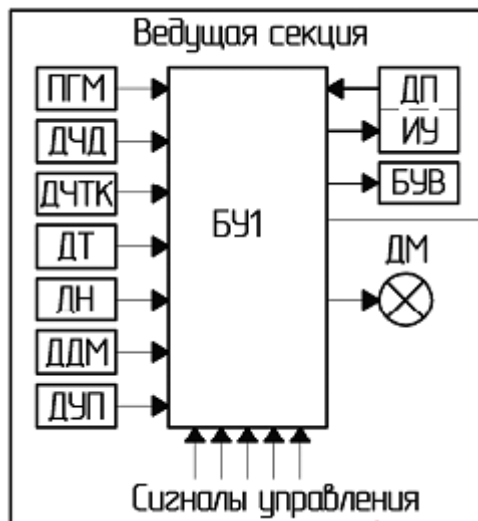
Широке поширення отримали системи нерозділеного типу з насос-форсунками, що об'єднують в одному вузлі ТНВД і форсунки. При цьому функція отримання високих тисків уприскування покладається безпосередньо на насос-форсунки. Для цього в насос-форсунках застосовують нагнітальні поршні (плунжери), що приводяться в рух від кулачкового вала або паливом з підвищеним тиском від паливного насоса або акумулятора. Нагнітальні поршні частіше виконують ступінчастими (диференціальними), що підвищує тиск уприскування в порівнянні з тиском в ТНВД (або акумуляторі). Тому тиск палива після ТНВД 8 (мал. 1в) і в акумуляторі 10 значно нижче, ніж в акумуляторних системах. Це забезпечує можливість використання більш простих ТНВД і акумулятора. Уприскування здійснюється електрокерованими насос-форсунками 12 після надходження сигналу U_i від електронного блоку 5. При цьому функції дозування і фазування подачі палива також возложені на насос-форсунки. Відсутність нагнітальних паливопроводів в системах нерозділеного типу дозволяє отримувати високі значення тиску уприскування (до 200 МПа).

Система електронного регулювання частоти обертання дизеля.

Для регулювання частоти обертання дизелів розроблені електронні регулятори для розділених систем подачі палива, що працюють за схемою, приведеній на мал. 1а. У цій системі застосовують виконавчі пристрої, які впливають на дозирующую рейку ТНВД.

Структурна схема САР з регулятором показана на мал. 2.

Мікропроцесорна система регулювання з електронним регулятором, керуючим традиційним ТНВД, реалізована в електронному регуляторі (типу ЕРЧМ30Т)



Малюнок 32. Структурна схема системи регулювання
з регулятором ЕРЧМ30Т:

БУ1 - блок управління провідною секцією; БУВ- блок управління збудженням;
ДДМ- датчик тиску масла; ДН-датчик напруги тягового генератора; ДП-датчик
положення; ДТ-датчик струму; ДУП- датчик кута повороту; ДЧД- датчик
частоти обертання дизеля; ДЧТК- датчик частоти обертання турбокомпресора;
ДМ датчик моменту; ІУ- виконавчий пристрій; ПГМ- програматор
(підр В.В. Фурман, В.А. Іванов, В.А. Марков)

4. Послідовність виконання роботи:

4.1 За вказівкою викладача виконати аналіз однієї з систем (ЦВП, РВП).

4.2 Вивчити і описати обрану систему (ЦВП, РВП) за таким планом:

- а) дати загальні відомості про систему ЦВТ, до складу якої входить аналізований блок подачі палива; про систему РВТ, описати її структуру
- б) описати блок подачі палива в цілому системи ЦВТ (масогабаритні показники, приєднувальні розміри та ін.);
- в) описати конструкцію і проаналізувати компоновку впускної системи (РВТ) двигуна з усіма датчиками і виконавчими елементами (тип витратоміра повітря, конструкцію регулятора холостого ходу, розташування форсунок, установку стабілізатора тиску палива і ін.).

г) проаналізувати компоновку блоку подачі палива (ЦВТ) (схема блоку, число і розташування форсунок, розташування дросельної заслінки в камері змішувача, місце установки регулятора тиску палива і ін.); вивчити схему; привести схему пневматичних каналів блоку, включаючи опис змішувальної камери і каналів холостого ходу; привести опис стабілізатора тиску палива; регулятора холостого ходу; описати датчики, що входять до складу блоку подачі палива.

д) вивчити гідравлічну схему даної системи РВТ; дати опис регулятора тиску палива; привести опис регулятора холостого ходу; описати датчики, що входять до складу системи

4.3 Сформулювати основні висновки по виконаній роботі.

Оформити звіт.

Описати: структуру типової системи ЦВП, гідравлічний тракт типової системи ЦВП і вказати функції всіх його елементів, застосовуються схеми регулювання холостого ходу в системах (ЦВП); структуру і основні функції типової підсистеми РВТ, що входить в комплексну систему управління двигуном; гідравлічний тракт типової системи РВТ і вкажіть функції всіх його елементів; проаналізувати переваги і недоліки систем (ЦВП, РВД), перспективні напрямки розвитку підсистем РВТ і комплексних систем управління двигуном в цілому

Контрольні питання.

1. Як в системах (ЦВТ) визначається навантаження двигуна.
2. Які варіанти розташування форсунок застосовуються в системах ЦВТ.
3. Як в системах РВТ визначається навантаження двигуна (тобто що є головним командним параметром для управління двигуном).
4. Які додаткові функції (система РВТ) реалізуються в сучасних комплексних системах управління двигунами.
5. Яким чином розташовуються форсунки на двигуні в складі системи РВТ

Література.

1. Автомобільний довідник: Пер. з англ. 2-е изд., Переробці. І доп. - М.: ЗАТ «кжи» За кермом», 2004. - 992 с., Іл.
2. Казедорф Ю., Войзетшлегер Е. Системи уприскування зарубіжних автомобілів. Пристрій, регулювання, ремонт: Пер. з нім. - М.: «За кермом», 2000. - 256 с., Іл.
3. Електронне урядування автомобільними двигунами / Покровський Г.П., Белов Е.А., Драгомиров С.Г. та ін. - М.: Машинобудування, 1994. - 336 с., іл.
4. Росс Твег. Системи упорскування бензину. Пристрій, обслуговування, ремонт: Практ. допомога. - М.: Изд-во «За кермом», 2003. - 144 с., Іл.
5. Яковлев В.Ф. Діагностика електронних систем автомобіля. Навчальний посібник. - М.: СОЛОН-Пресс, 2003. - 272 с., Іл.
6. Гаврилов К.Л. Діагностика електрообладнання автомобілів. Практ. керівництво. - М.: СОЛОН-Пресс, 2001. - 89 с., Іл.
7. Системи уприскування палива бензинових двигунів. Пер. з англ. Т. 1 4. - М.: Легіон, 1996. - один тисячі дев'ятсот дев'яносто дев'ять.
8. Ч. Уайт. Діагностика двигуна. Коды неисправностей. Керівництво. - СПб.: Алфамер Паблішинг. - 2003. - 256 с., Іл.
9. Automotive Electric / Electronic Systems. Bosch / SAE. - 1994. - 380с
10. T. Denton. Automobile electrical and electronic systems. - SAE. - 1995. - 312 с.
11. R.N. Brady. Automotive electronics and computer systems. - New Jersey. - 2001. - 446 pp.,
12. Каталог діагностичного обладнання AmEuro. - 2003. - 96 с., Іл.
13. Лещенко В.П. Кисневі датчики. - М.: Легіон-Автодата, 2003. - 112 с.

