

Білоконь Я.Ю. Вайнтрауб М.А.

Навчальний посібник

**Уприскувальні системи живлення
бензинових двигунів
сучасних автомобілів**



2015

УДК 377138 : 621.43 (07)

ББК 74.547

Б 61

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради

Інституту професійно-технічної освіти НАПН України

(протокол № 10 від 24 листопада 2014 року)

Рецензенти:

Лузан П.Г., головний науковий співробітник лабораторії змісту професійної освіти і навчання ІПТО НАПН України, доктор педагогічних наук, професор;

Окоча А.І., кандидат технічних наук, доцент кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту факультету інженерії агробіосистем Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Лавріненко О.Т., асистент кафедри автотракторного, сільсько- і лісогосподарського машинобудування факультету інженерії агробіосистем Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Уприскувальні системи живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів: навчальний посібник / Я.Ю. Білоконь, М.А. Вайнтрауб. – К.: ІПТО НАПН України, 2015. – 248с.

У навчальному посібнику розглядаються будова, дія, технічне обслуговування й штатні регулювання, діагностування та усунення несправностей пристроїв уприскувальних систем живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів. Запропоновано систему контрольних завдань з перевірки якості засвоєння навчального матеріалу.

Для підготовки фахівців, причетних до автомобільно-транспортних технологій, у навчальних закладах освіти I-IV рівнів акредитації.

Зміст

Передмова.....	6
1.ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО УПРИСКУВАЛЬНИ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ	8
1.1. Основні поняття й терміни. Робочий цикл двигуна внутрішнього згорання з іскровим запалюванням.....	8
1.2. Система центрального (одноточкового) уприскування бензину в циліндри.....	24
1.3. Система розосередженого (багатоточкового) уприскування бензину в циліндри.....	28
1.4. Система безпосереднього (прямого) уприскування бензину в циліндри.....	57
1.5. Інтегрована (уприскування та запалювання) мікропроцесорна система керування двигуном.....	63
1.6. Підсумки розгляду систем.....	71
<i>Контрольні запитання щодо змісту модуля.....</i>	<i>72</i>
2.БУДОВА Й ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИСТРОЇВ.....	74
2.1. Повітропостачальна підсистема.....	74
2.2. Паливноподавальна підсистема.....	81
2.3. Системи рециркуляції та зниження токсичності відпрацьованих газів.....	103
2.4. Різновиди комбінованих мікропроцесорних систем керування двигуном.....	113
<i>Контрольні запитання щодо змісту модуля.....</i>	<i>118</i>
3.ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ Й ШТАТНІ РЕГУЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ, ДІАГНОСТУВАННЯ ТА УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ.....	119
3.1. Сутність технічного обслуговування й технічного діагностування...119	
3.2. Інструментарій, прилади, стенди.....	127

3.3. Технічне обслуговування й штатні регулювання.....	158
3.4. Діагностування, причини та способи усунення можливих несправностей.....	167
3.5. Умови безпечного виконання діагностичних і демонтажно-монтажних робіт.....	185
3.6. Функціональність електронної самодіагностики систем керування двигуном.....	187
<i>Контрольні запитання щодо змісту модуля.....</i>	<i>192</i>
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	195
КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	196
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	217
ДОДАТКИ.....	218
Додаток 1. Класифікація автотранспортних засобів згідно з Правилами ЄЕК ООН.....	218
Додаток 2. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів.....	218
Додаток 3. Аббревіатури SAE і терміни BOSCH для уприскувальних систем живлення.....	220
Додаток 4. Застосовуваність уприскувальних систем живлення в автомобілях різних виробників.....	221
Додаток 5. Коди несправностей уприскувальних систем «GM» (Дженерал Моторс).....	222
Додаток 6. Хімічні препарати для профілактики забруднення уприскувальних систем живлення двигуна.....	224
Додаток 7. Взаємозамінність бензинів різних виробників.....	224
Додаток 8. Взаємозамінність іскрових свічок різних виробників.....	225
Додаток 9. Відповідність іскрових свічок і двигуна в автомобілях різних виробників.....	226
Додаток 10. Витяги з правил щодо надання послуг з технічного обслуговування й ремонту автотранспортних засобів.....	230

Додаток 11. Техніко-економічне значення технічного обслуговування технологічного обладнання для технічного обслуговування автомобілів.....	233
Додаток 12. Стан забруднення довкілля автомобільним транспортом в Україні.....	235
Додаток 13. Вплив якості бензину на екологічні показники автомобіля .	236
Додаток 14. Пожежна безпека автомобільного транспорту.....	247

Передмова

Автомобільний транспорт – важлива складова соціально-економічної сфери суспільства, що істотно впливає на рівень цивілізованості країни. Людство витрачає кошти на виробництво все більш досконалих автомобілів: крім задоволення виробничих потреб вони поліпшують побут і відпочинок.

В якості енергетичної частини автомобіля панівне становище займають поршневі двигуни внутрішнього згоряння. Для сумішоутворення в бензинових двигунах від початку і впродовж тривалого історичного періоду їх розвитку застосовувався карбюратор, який, звичайно ж, вдосконалювався і набував додаткових функцій, але залишалися недоліки, властиві пульверизаційному пристрою.

Починаючи з 1954 року набувають поширення автомобільні бензинові двигуни з уприскувальними системами живлення. В теперішній час взамін порівняно простої системи уприскування у впускний колектор послідовно стали впроваджуватися системи подачі бензину під впускні клапани кожного циліндра, безпосередньо в камери згоряння і системи з інтегрованим електронним керуванням уприскуванням бензину та запалюванням робочої суміші.

Головна причина уваги до систем живлення з уприскуванням бензину – зростаючі вимоги до паливної економічності автомобільних двигунів і зменшення токсичності відпрацьованих продуктів (несправність або й розрегульованість паливноподавальних пристроїв призводить до зростання шкідливих викидів у довкілля на 30-40%).

Внаслідок наявності великої кількості прецизійних пар деталей і електронних пристроїв уприскувальні системи потребують більш кваліфікованого технічного обслуговування, ніж карбюраторні. Тут варто додати, що в Україні спостерігається дефіцит кваліфікованого персоналу з технічного обслуговування автомобілів (незважаючи на достатню кількість випускників професійно-технічних навчальних закладів).

Підтримання в належному технічному стані двигунів автомобілів з вищеназваними системами живлення ґрунтується на відповідних знаннях і вміннях як водіїв, так і персоналу станцій технічного обслуговування. На отримання таких знань, передусім у професійно-технічних навчальних закладах, спрямований матеріал цього навчального посібника, в якому розглядається будова, дія, технічне обслуговування, регулювання, діагностування й усунення несправностей найбільш розповсюджених типів уприскувальних систем живлення двигунів сучасних автомобілів, адже дефіцит сучасних україномовних підручників та навчальних посібників з відповідної тематики негативно відображається на якості підготовки кваліфікованих робітників для автотранспортної галузі.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО УПРИСКУВАЛЬНІ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ

1.1. Основні поняття й терміни. Робочий цикл двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням

Бензин - горюча рідина, що легко випаровується (в масовому співвідношенні: 85% вуглецю, 15% водню і невелика частка кисню, азоту, сірки).

Бензин як паливо для двигуна має задовольняти певні вимоги, серед яких: якісне змішування з повітрям, бездетонаційне згоряння в циліндрах, мінімальні нагаро- і смолоутворення на деталях, стабільність у процесі зберігання (здатність не змінювати склад, що погіршує якість). На якість сумішоутворення великий вплив справляє здатність бензину до випаровування, що залежить від його фракційного складу. Вуглеводні, які присутні у складі бензину, википають у межах температур 35-215 °С.

Автомобільні бензини в Україні виготовляють відповідно до ДСТУ 4063-2001 (чинним від 01.07.2002р.). Залежно від октанового числа, визначеного за дослідницьким методом, застосовуються такі марки бензину: А-80, А-92, А-95, А-98.

Нейтралізатор установлюється в системі випуску відпрацьованих газів перед додатковим глушителем. Він містить два окисних каталізatori (прискорювачі хімічної реакції) і один відновний. Окисні каталізatori (платина й паладій) сприяють перетворенню вуглеводнів у водяну пару, а окису вуглецю у двоокис вуглецю. Відновний каталізатор (радій) сприяє перетворенню окислів азоту в нешкідливий азот. У зв'язку з тим, що каталітичному нейтралізатору потрібно кисень для нейтралізації вуглеводнів й окису вуглецю, і одночасно він повинен віднімати кисень для нейтралізації окислів азоту,

необхідно дуже строго підтримувати баланс суміші повітря/паливо (приблизно 14,7:1), що надходить в двигун. Цю функцію виконує електронний блок керування.

Електронний блок керування (ЕБК), розташований під панеллю приладів на лівій боковині кузова, є керуючим центром системи впорску палива. Це спеціалізований комп'ютер. Він безупинно обробляє інформацію від різних датчиків й управляє системами, що впливають на токсичність відпрацьованих газів і на експлуатаційні показники автомобіля. ЕБК виконує також діагностичну функцію системи впорску палива. Він може розпізнавати неполадки в роботі системи, попереджуючи про них водія через контрольну лампу "CHECK ENGINE". Крім того, він зберігає діагностичні коди, що вказують області несправності, щоб допомогти фахівцям у проведенні ремонту.

Повітряний фільтр установлений у передній частині моторного відсіку на гумових фіксаторах. Фільтруючий елемент паперовий, з великою площею фільтруючої поверхні. При заміні фільтруючого елемента його необхідно встановлювати так, щоб гофри були розташовані паралельно до осьової лінії автомобіля. Дросельний патрубок закріплений на ресивері. Він дозує кількість повітря, що надходить у впускну трубу. Надходженням повітря у двигун керує дросельна заслінка, з'єднана із приводом педалі акселератора. До складу дросельного патрубку входять датчик положення дросельної заслінки й регулятор холостого ходу. У проточній частині дросельного патрубку (перед дросельною заслінкою й за нею) перебувають отвори відбору розрідження, необхідні для роботи системи вловлювання парів бензину. Якщо остання система не використовується, то штуцер для продувки адсорбера глушиться гумовою заглушкою.

Регулятор холостого ходу регулює частоту обертання колінчатого вала в режимі холостого ходу, керуючи кількістю подаваного повітря в обхід закритої дросельної заслінки. Він складається із двохполюсного крокового

електродвигуна і з'єднаного з ним конусного клапана. Клапан висувається або вбирається по сигналах ЕБК.

Датчик положення дросельної заслінки установлений на корпусі 1 дросельного патрубка й зв'язаний з віссю дросельної заслінки. Датчик являє собою потенціометр, на один кінець якого подається напруга живлення 5 В, а інший кінець з'єднаний з «масою». Із третього виводу потенціометра (від повзунка) іде вихідний сигнал до ЕБК.

Система подачі палива містить у собі електробензонасос, паливний фільтр, паливопроводи й рамку форсунок у зборі з форсунками і регулятором тиску палива.

Електробензонасос двоступінчастий роторного типу, встановлений у паливному баку. Паливо з насоса через паливний фільтр тонкого очищення подається у паливну рамку під тиском більше 284кПа. Електробензонасос включається за допомогою додаткового реле.

Паливний фільтр із паперовим фільтруючим елементом встановлений під підлогою кузова за паливним баком.

Рамка форсунок являє собою порожнисту планку із установленими на ній форсунками й регулятором тиску палива. Рамка форсунок закріплена двома болтами на впускній трубі. З правої сторони на рамці форсунок перебуває штуцер для контролю тиску палива, закритий різьбовою пробкою.

Форсунка представляє собою електромагнітний клапан. Коли на неї від ЕБК надходить імпульс напруги, то клапан відкривається, і паливо через розпилювач тонко розпиленим струменем під тиском вприскується у впускну трубу на впускний клапан. Після припинення подачі електричного імпульсу підпружинений клапан форсунки перекидає подачу палива. Форсунки закріплені на рамці з допомогою пружинних фіксаторів. Верхній і нижній кінці форсунок герметизуються гумовими ущільнюючими кільцями.

Регулятор тиску палива складається із клапана з діафрагмою, притиснутого пружиною до сідла в корпусі регулятора. Призначення

регулятора підтримувати постійний перепад тиску між тиском повітря у впускній трубі й тиском палива в рамці. На працюючому двигуні регулятор підтримує тиск у рамці форсунок у межах 284 - 325 кПа. На діафрагму регулятора з однієї сторони діє тиск палива, а з іншої тиск (розрідження) у впускній трубі. При зменшенні тиску у впускній трубі (дросельна заслінка закривається) клапан регулятора відкривається при меншому тиску палива, перепускаючи залишкове паливо по зливальній магістралі назад в бак. Тиск палива в рамці знижується. При збільшенні тиску у впускній трубі (при відкриванні дросельної заслінки) клапан регулятора відкривається і тиск палива в рамці підвищується.

Датчик температури охолодної рідини являє собою терморезистор (резистор, опір якого змінюється від температури). Датчик закручений у випускний патрубок охолодної рідини на голівці циліндрів. При низькій температурі датчик має високий опір (100 кОм при 40⁰ С), а при високій температурі - низький (177 Ом при 1000⁰С).

Датчик концентрації кисню застосовується в системі упорскування зі зворотним зв'язком і установлюється на прийомній трубі глушителей. Кисень, утримується у відпрацьованих газах, реагує з датчиком кисню, створюючи різницю потенціалів на виході датчика. Вона змінюється приблизно від 0,1 В (високий зміст кисню - бідна суміш) до 0,9В (мало кисню - багата суміш). У датчик вбудований нагрівальний елемент для підвищення ефективності його роботи.

Датчик масової витрати повітря розташований між повітряним фільтром і шлангом впускної труби. Він термоанемометричного типу. У датчику використовується три чутливих елементи, один з елементів визначає температуру навколишнього повітря, а два інших нагріваються до заздалегідь установленної температури, що перевищує температуру навколишнього повітря. Під час роботи двигуна прохідне повітря охолоджує нагрівальні елементи. Масова витрата повітря визначається шляхом виміру електричної потужності,

необхідної для підтримки заданого перевищення температури нагрівальних елементів над температурою навколишнього повітря. Сигнал датчика частотний. Велика витрата повітря викликає сигнал високої частоти, а мала витрата - сигнал низької частоти.

Датчик швидкості автомобіля встановлюється на коробці передач між приводом спідометра й наконечником гнучкого вала привода спідометра. Принцип дії датчика заснований на ефекті Холла. Датчик видає на ЕБК прямокутні імпульси напруги із частотою, пропорційною швидкості обертання ведучих коліс.

Потенціометр установлений у моторному відсіку на стінці коробки повітропритоку й являє собою змінний резистор. Він видає в ЕБК сигнал, що використовується для регулювання складу палива повітряної суміші з метою одержання нормованого рівня концентрації окису вуглецю (С) у відпрацьованих газах на холостому ходу. С - потенціометр подібний до гвинта якості суміші в карбюраторах. Регулювання вмісту СО за допомогою С- потенціометра виконується тільки на станції технічного обслуговування із застосуванням газоаналізатора.

Датчик положення колінчатого вала індуктивного типу, установлений на кришці масляного насоса навпроти задаючого диска на шківу привода генератора. Задаючий диск являє собою зубчасте колесо із 58 рівновіддаленими западинами. Для створення імпульсу синхронізації два зуби відсутні. При обертанні колінчатого вала зуби змінюють магнітне поле датчика, наводячи імпульси напруги змінного струму.

Система запалювання. У системі запалювання не використовуються традиційні розподільник і котушка запалювання. Тут застосовується модуль запалювання, що складається із двох котушок запалювання й керуючої електроніки високої енергії. Система запалювання не має рухомих деталей і тому не вимагає обслуговування. Вона також не має регулювань (у тому числі й кута випередження запалювання), тому що керування запалюванням

здійснює ЕБК. У системі запалювання застосовується метод розподілу іскри, що називається методом "холостої іскри". Циліндри двигуна об'єднані в пари 1-4 й 2-3 і іскроутворення відбувається одночасно у двох циліндрах: в циліндрі, у якому закінчується такт стиску (робоча іскра), і в циліндрі, у якому проходить такт випуску (холоста іскра). У зв'язку з постійним напрямком струму в обмотках котушок запалювання струм іскроутворення в однієї свічі завжди протікає із центрального електрода на бічний, а в другій з бічного на центральний. Свічі застосовуються типу А17ДВРМ або АС.Р43ХЛS з зазором між електродами 1,0-1,13 мм. Керування запалюванням у системі здійснюється з допомогою ЕБК. Датчик положення колінчатого вала подає в ЕБК опорний сигнал, на основі якого ЕБК робить розрахунок послідовності спрацювання котушок у модулі запалювання. Для точного керування запалюванням ЕБК використовує таку інформацію:

- частота обертання колінчатого вала;
- навантаження двигуна (масова витрата повітря);
- температура охолодної рідини; положення колінчатого вала.

Система вловлювання парів бензину застосовується в системі вприску з зворотним зв'язком. У системі застосований метод вловлювання парів вугільним адсорбером, установленим у моторному відсіку. На непрацюючому двигуні пари бензину з паливного бака подаються в адсорбер, де вони поглинаються активованим вугіллям. При працюючому двигуні адсорбер продувається повітрям, і пари відсмоктуються до дросельного патрубку, а потім у впускну трубу для спалювання в ході робочого процесу. ЕБК керує продувкою адсорбера, включаючи електромагнітний клапан, розташований на кришці адсорбера. При подачі на клапан напруги, він відкривається, випускаючи пари у впускну трубу. Керування клапаном здійснюється методом широтноімпульсної модуляції. Клапан включається й вимикається із частотою 16 разів у секунду (16 Гц). Чим вище витрата повітря, тим більша тривалість

імпульсів включення клапана. ЕБК включає клапан продувки адсорбера при виконанні всіх наступних умов:

- температура охолоджуючої рідини вище 75 С;

- система керування паливоподачею працює в режимі замкнутого циклу (зі зворотним зв'язком);

- швидкість автомобіля перевищує 10 км/ч.

Після включення клапана критерій швидкості міняється. Клапан відключиться тільки при зниженні швидкості до 7 км/ч; - відкриття дросельної заслінки перевищує 4%. Цей фактор надалі не має значення, якщо він не перевищує 99%. При повному відкритті дросельної заслінки ЕБК відключає клапан продувки адсорбера.

Електроventильатор системи охолодження включається й вимикається ЕБК залежно від температури двигуна, частоти обертання колінчатого вала, роботи кондиціонера (якщо він є на автомобілі) і інших факторів. Електроventильатор включається за допомогою додаткового реле, розташованого в монтажному блоці. При роботі двигуна електроventильатор включається якщо температура охолодної рідини перевищить 104 °С або буде даний запит на включення кондиціонера. Електроventильатор включається після спаду температури охолодної рідини нижче 101 °С, після вимикання кондиціонера або зупинки двигуна.

Робота системи впрыску. Кількість палива, що подається форсунками, регулюється електричним імпульсним сигналом від електронного блоку керування (ЕБК). ЕБК відслідковує дані про стан двигуна, розраховує потребу в паливі і визначає необхідну тривалість подачі палива форсунками (тривалість імпульсу), для збільшення кількості подаваного палива тривалість імпульсу збільшується, а для зменшення подачі палива скорочується. ЕБК володіє здатністю оцінювати результати своїх розрахунків і команд, а також запам'ятовувати досвід недавньої роботи й діяти відповідно до його. "Самонавчання" ЕБК є безперервним процесом, триваючим протягом усього

строку експлуатації автомобіля. Паливо подається по одному з двох різних методів: синхронному, тобто при визначеному положенні колінчатого вала, або асинхронному, тобто незалежно або без синхронізації обертанням колінчатого вала. Синхронний впрыск палива переважно застосовуваний метод. Асинхронне упорскування палива застосовується, в основному, на режимі пуску двигуна. Форсунки включаються попарно й по черзі: спочатку форсунки 1 й 4 циліндрів, а через 180° повороту колінчатого вала - форсунки 2 й 3 циліндрів і т.д. Таким чином, кожна форсунка включається один раз за оборот колінчатого вала, тобто два рази за повний робочий цикл двигуна. Незалежно від методу впрыску подача палива визначається станом двигуна, тобто режимом його роботи. Ці режими забезпечуються ЕБК й описані нижче.

Первинний впрыск палива. Коли колінчатий вал двигуна починає прокручуватись стартером, перший імпульс від датчика положення колінчатого вала викликає імпульс від ЕБК на включення відразу всіх форсунок. Це служить для прискорення пуску двигуна. Первинний впрыск палива відбувається щораз при пуску. Тривалість імпульсу впрыску залежить від температури. На холодному двигуні імпульс впрыску збільшується для збільшення кількості палива, а на прогрітому тривалість імпульсу зменшується. Після первинного впрыску ЕБК переключається на відповідний режим керування форсунками.

Режим пуску двигуна. При включенні запалювання ЕБК включає реле електробензонасоса, і він створює тиск у магістралі подачі палива до паливної рамки. ЕБК перевіряє сигнал від датчика температури охолодної рідини й визначає правильне співвідношення повітря/паливо для пуску. Після початку обертання колінчатого вала ЕБК буде працювати в пусковому режимі поки обороти не перевищать 500 об/хв або не наступить режим продувки "залитого" двигуна.

Режим продувки двигуна. Якщо двигун "залитий паливом" (тобто паливо намочило свічі запалювання), він може бути пущений шляхом повного

відкриття дросельної заслінки при одночасному повертанні колінчатого вала. При цьому ЕБК не подає імпульси вприску на форсунки, і двигун повинен "очиститися". ЕБК підтримує цей режим до тих пір, поки обороти двигуна нижче 500 об/хв, і датчик положення дросельної заслінки показує, що вона майже повністю відкрита (більше 75 %). Якщо дросельна заслінка втримується майже повністю відкритою при спробі нормального пуску "не залитого" двигуна, то двигун може не пуститися, тому що при повністю відкритій дросельній заслінці імпульси вприску на форсунку не подаються.

Робочий режим керування паливоподачею. Після пуску двигуна (коли обороти більше 500 об/хв) ЕБК керує системою подачі палива в робочому режимі. На цьому режимі ЕБК розраховує тривалість імпульсу на форсунки по сигналах від датчика положення колінчатого вала (інформація про частоту обертання), датчика масової витрати повітря, датчика температури охолодної рідини й датчика положення дросельної заслінки. Розрахована тривалість імпульсу упорскування може давати співвідношення повітря/паливо, що відрізняється від 14,7:1. Прикладом може служити непрогрітий стан двигуна, тому що при цьому для забезпечення якості руху потрібна збагачена суміш.

Робочий режим для системи упорскування із зворотним зв'язком. У цій системі ЕБК спочатку розраховує тривалість імпульсу на форсунки на основі сигналів від тих же датчиків, що й в системі упорскування без зворотного зв'язку. Відмінність полягає в тому, що в системі зі зворотним зв'язком ЕБК ще використовує сигнал від датчика кисню для коректування й тонкого регулювання розрахункового імпульсу, щоб точно підтримувати співвідношення повітря/паливо на рівні 14,6-14,7:1. Це дозволяє каталітичному нейтралізатору працювати з максимальною ефективністю.

Режим збагачення при прискоренні. ЕБК стежить за різкими змінами положення дросельної заслінки (по датчику положення дросельної заслінки) і за сигналом датчика масової витрати повітря і забезпечує подачу додаткової кількості палива за рахунок збільшення тривалості імпульсу вприску. Режим

збагачення при прискоренні використовується тільки для керування паливоподачею в перехідних умовах (при переміщенні дросельної заслінки).

Режим потужнісного збагачення. ЕБК стежить за сигналом датчика положення дросельної заслінки й частотою обертання колінчатого вала для визначення моментів, у які водію необхідна максимальна потужність двигуна. Для досягнення максимальної потужності потрібно збагачена горюча суміш, і ЕБК змінює співвідношення повітря/паливо приблизно 12:1. У системі вприску зі зворотним зв'язком на цьому режимі сигнал датчика концентрації кисню ігнорується, тому що він буде вказувати на збагаченість суміші.

Режим збіднення при гальмуванні. При гальмуванні автомобіля із закритою дросельною заслінкою можуть збільшитися викиди в атмосферу токсичних компонентів. Щоб не допустити цього, електронний блок керування слідкує за зменшенням кута відкриття дросельної заслінки й за сигналом датчика масового розходу повітря й вчасно зменшує кількість подаваного палива шляхом скорочення імпульсу вприску.

Режим відключення подачі палива при гальмуванні двигуном. При гальмуванні двигуном з включеною передачею й зчепленням ЕБК може на короткі періоди часу повністю відключати імпульси палива. Відключення й включення подачі палива на цьому режимі проходить при виконанні певних умов по температурі охолодної рідини, частоті обертання колінчатого вала, швидкості автомобіля й куту відкриття дросельної заслінки.

Компенсація напруги живлення. При спаданні напруги живлення система запалювання може давати слабку іскру, а механічний рух "відкриття" форсунки може займати більше часу. ЕБК компенсує це шляхом збільшення часу накопичення енергії в котушках запалювання і тривалості імпульсу вприску. Відповідно при зростанні напруги акумуляторної батареї (або напруги в бортовій мережі автомобіля) ЕБК зменшує час нагромадження енергії в котушках запалювання й тривалість упорскування.

Режим відключення подачі палива. При виключеному запалюванні паливо форсункою не подається, чим виключається самозапалювання суміші при перегрітому двигуні. Крім того, імпульси упорскування палива не подаються, якщо ЕБК не одержує опорних імпульсів від датчика положення колінчатого вала, тобто це означає, що двигун не працює. Відключення подачі палива також відбувається при перевищенні гранично припустимої частоти обертання колінчатого вала двигуна, рівної 6510 об/хв, для захисту двигуна від розносу.

Давач – пристрій, який реєструє робочий стан і установочні чи очікувані значення параметрів; він перетворює фізичні (напр., тиск) або хімічні (напр., концентрація компонентів випускних газів) величини у відповідні електричні сигнали.

Детонація – вибухове згоряння бензину в циліндрах двигуна. Детонаційна стійкість палива відображається на ефективності, надійності та довговічності роботи двигуна. Вона визначається моторним або дослідницьким методами (за дослідницьким – детонаційна стійкість на 6...8 одиниць більше, ніж за моторним, тому він у більшості країн є основним).

Імпульсна система впорскування – система, яка подає бензин переривчасто (імпульсами), відкриванням і закриванням керованими тяговими реле інжекторами.

Крутний момент двигуна. В процесі роботи двигуна шатуни через кривошипи колінчастого вала перетворюють зворотно-поступальний рух поршнів у обертальний рух колінчастого вала. В результаті сила, з якою гази штовхають поршні донизу, перетворюється в крутний момент (добуток сили на плече, тобто-на радіус кривошипа).

Коефіцієнт надлишку повітря – відношення дійсної кількості повітря в паливно-повітряній суміші до теоретично необхідної для повного згоряння.

Літраж двигуна – сума робочих об'ємів усіх циліндрів двигуна, виражена в літрах.

Лямбда-давач, лямбда-зонд, давач концентрації кисню. Пристрій, встановлений у випускній системі двигуна, який реагує на вміст кисню у відпрацьованих газах.

Надійність автомобіля – визначальна ознака його якості. Характеризує здатність машини виконувати передбачені функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у визначених межах. Забезпечується різноманітними конструкційно-технологічними (вибором матеріалів, забезпеченням умов для найменшого тертя, оптимізацією температурного режиму з'єднаних деталей, належною герметизацією складальних одиниць та ін.) та експлуатаційними (обкатом нових або відремонтованих машин, організацією технічного обслуговування і діагностики, дотриманням правил зберігання та ін.) заходами.

Обкат автомобіля (механізму) – припрацювання його деталей в початковий період використання (нового або відремонтованого).

Потужність двигуна – робота, виконувана за одиницю часу газами в циліндрах двигуна (називається індикаторною), робота отримувана на колінчастому валу (називається ефективною).

Ресурс (технічний ресурс) – напрацювання машини від початку її використання чи відновлення після капітального ремонту до настання граничного стану.

Робоча суміш (робоче тіло) – суміш свіжого заряду з газами, що залишились від попереднього циклу (залишкові гази).

Робочий цикл двигуна внутрішнього згорання складається з процесів: впуску в циліндр повітря чи паливно-повітряної суміші (залежно від типу системи живлення), стискування, згорання, розширення і впуску відпрацьованих продуктів назовні. Процеси впуску й впуску називають процесами газообміну.

Технічне діагностування – процес визначення технічного стану об'єкта без його розбирання шляхом замірів параметрів, що характеризують його стан і

співставлення їх з нормативними. Діагностування автомобіля, системи чи механізму виконується за певним алгоритмом (сукупністю послідовних дій), встановленим технічною документацією. Засобами діагностування слугують спеціальні прилади та стенди: зовнішні і вбудовані в механізми автомобіля.

Технічне обслуговування – операція або комплекс операцій, спрямованих на підтримання роботоздатності чи справності машини під час її використання за призначенням, зберігання або транспортування; це профілактичний захід, що здійснюється з певною періодичністю (критерій-пробіг автомобіля); до нього входять щоденне технічне обслуговування, перше технічне обслуговування, друге технічне обслуговування і сезонне технічне обслуговування.

Турбонаддув – нагнітання повітря в циліндри двигуна з використанням енергії відпрацьованих газів (спосіб підвищення потужності двигунів).

Сутність робочого циклу двигуна внутрішнього згорання з іскровим запалюванням полягає в наступному.

Під час згорання паливноповітряної суміші в циліндрах, хімічна енергія, що при цьому утворюється, конвертується в кінетичну енергію. Впродовж багатьох років для утворення суміші застосовувався карбюратор, після якого вона надходила в циліндр при русі поршня від верхньої мертвої точки (ВМТ) до нижньої мертвої точки (НМТ).

У деяких типах сучасних уприскувальних систем паливноповітряна суміш утворюється у впускному колекторі при подачі до нього бензину. У досконаліших системах уприскування бензину здійснюється безпосередньо в циліндри двигуна в точно визначені моменти часу.

Більшість теперішніх автомобільних двигунів реалізують чотиритактний робочий цикл, який складається з наступних тактів.

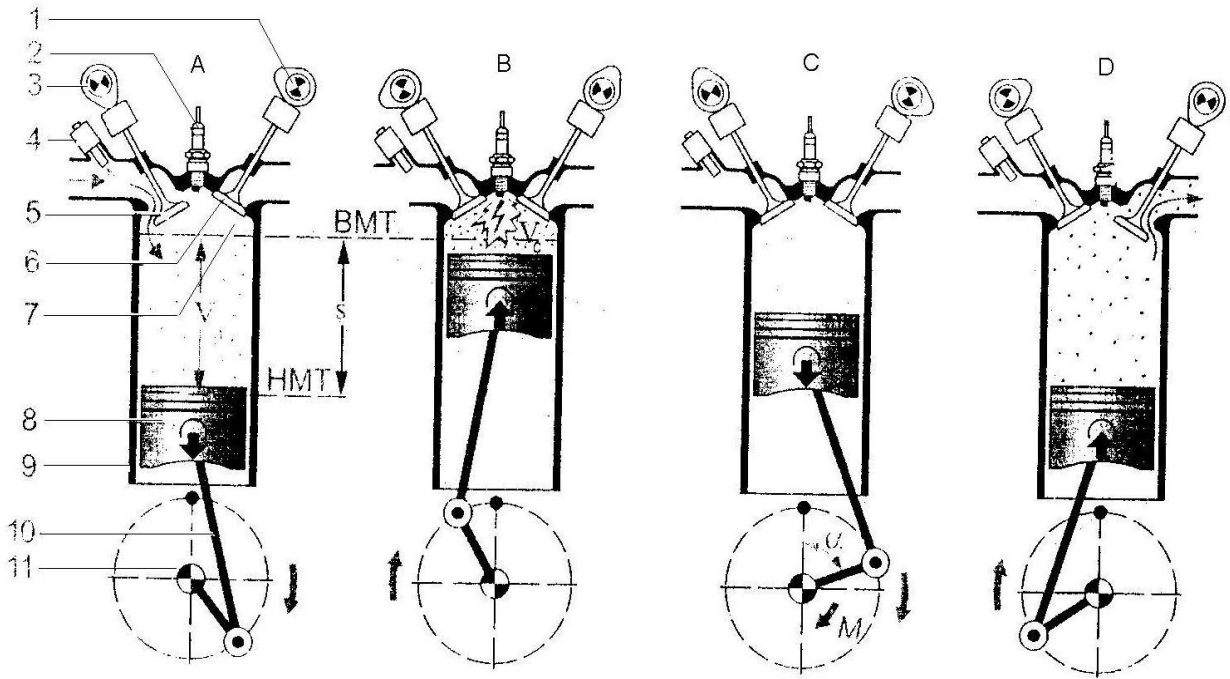


Рис. 1.1. Робочий цикл чотиритактного двигуна з уприскуванням бензину в впускний колектор:

a, b, c, d- відповідно такти впуску, стискування, робочого ходу, випуску; 1 і 3- розподільні вали випускних і впускних клапанів; 2-іскрова свічка; 4-форсунка; 5 і 6-впускний і випускний клапани; 7-камера згоряння; 8-поршень; 9-циліндр; 10-шатун; 11-колінчастий вал; M-крутний момент; α -кут повороту колінчастого вала; s -хід поршня; V_h -робочий об'єм циліндра; V_c -об'єм камери згоряння

1-й такт – **впуск**. По досягненні верхньої мертвої точки (ВМТ) поршень 8 (рис. 1.1) рухається в зворотному напрямку (до НМТ), і через відкритий впускний клапан 5 в об'єм циліндра 7, що збільшується, засмоктується свіжа паливноповітряна суміш (вприскування бензину у впускний колектор) чи повітря (безпосереднє вприскування бензину).

2-й такт – **стискування**. За зачинених впускному й випускному клапанах поршень рухається до ВМТ, об'єм циліндра зменшується, свіжий заряд (бензоповітряна суміш або повітря) стискується. У двигунах з безпосереднім

вприскуванням залежно від режиму роботи перша порція бензину подається інжектором в кінці такту – при мінімальному об'ємі циліндра (в межах камери згоряння).

3-й такт – **робочий хід**. Ще при наближенні поршня до ВМТ електрична іскра, що утворюється між електродами свічки 2, запалює паливноповітряну суміш, повне згоряння якої відбувається вже після проходження поршнем ВМТ. Завдяки тому, що клапани газорозподілу 5 і 6 закриті, тиск у циліндрі, внаслідок згоряння суміші зростає настільки, що поршень відштовхується до НМТ.

4-й такт – **випуск**. Випускний клапан 6 відкривається кулачком розподільного вала 1 ще до приходу поршня до НМТ, внаслідок перепаду тиску в циліндрі та зовні, більшість відпрацьованих газів (ВГ) виштовхується з циліндра. Решта ВГ видаляється під час руху поршня до ВМТ.

Клапани механізму газорозподілу відкриваються і закриваються кулачками двох 3 і 1 розподільних валів (може бути один для обох клапанів). Робота клапанів чітко узгоджена з положенням колінчастого вала, тому відкриття й закриття клапанів оцінюють в градусах повороту колінчастого вала. Для поліпшення наповнення циліндра свіжим зарядом а також видалення з нього ВГ задіяний ефект коливання газового потоку, для чого передбачено в певному діапазоні кутів повороту колінчастого вала відкритий стан впускного й випускного клапанів – **фаза перекриття клапанів**.

Привод розподільного вала здійснюється від колінчастого вала зубчастим пасом, ланцюгом або шестернями. В чотиритактних двигунах повний робочий цикл відбувається за два оберти колінчастого вала (розподільний вал обертається вдвічі повільніше).

Відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери згоряння називається **ступенем стиску**, рівень якого в бензинових двигунах знаходиться в межах 7-13 одиниць (залежно від типу двигуна й системи вприскування у впускний колектор чи безпосередньо в циліндр). Від цього параметра залежать

вихідні характеристики двигуна: крутний момент, потужність, витрата палива, емісія шкідливих речовин.

Газова суміш, що стискується у циліндрі, складається з повітря, розчиненої в ньому пари палива та залишкового газу. Частка залишкового газу в заряді циліндра – це: внутрішній залишковий газ, що залишився в циліндрі після завершення процесу згоряння, і газ, який засмоктується з випускного патрубка назад у впускний під час перекриття клапанів (зовнішній залишковий газ) – надходить у впускний колектор через клапан рециркуляції ВГ (пояснення в п. 2.3.). Вирішальну роль щодо вмісту залишкових газів у циліндрі справляє перекриття клапанів.

Для забезпечення ефективної роботи бензинового двигуна потрібне певне співвідношення повітря й палива. Цілковите згоряння відбувається за співвідношення $14,7 \div 1$ (стехіометричне співвідношення). Це означає, що для повного згоряння кілограма бензину потрібно 14,7 кг повітря (на літр бензину 9,5 л повітря).

Для визначення того, наскільки дійсний склад паливноповітряної суміші відрізняється від теоретично необхідного, застосовується параметр, що називається коефіцієнтом надлишку повітря (визначення див. вище).

Зазначимо, що під час пуску холодного двигуна паливноповітряна суміш збіднюється. Це відбувається внаслідок як недостатнього змішування повітря з паливом, так і слабкої випаровуваності бензину за низької температури. Для компенсації впливу цих явищ і прискорення пуску двигуна потрібна додаткова подача палива (така потреба зберігається до повного прогрівання двигуна).

Збудження процесу згоряння паливноповітряної суміші забезпечується системою запалювання, шляхом утворення іскри між електродами свічки - елемента камери згоряння.

Тут варто звернути увагу на те, що після моменту запалювання до повного згоряння суміші потрібно приблизно дві мілісекунди. Момент, тобто кут випередження запалювання, обирається з таким розрахунком, щоб основне

згоряння і, як наслідок, наростання тиску в циліндрі відбувалося зразу після проходження поршнем ВМТ. Отже, за зростання частоти обертання колінчастого вала двигуна кут випередження запалювання має збільшуватися. Від цього параметра суттєво залежать вихідні характеристики двигуна (крутний момент, витрата палива, токсичність ВГ). Надто раннє запалювання робочої суміші може спричиняти **детонацію** - різке зростання тиску в камері згоряння, що призводить до самоспалахування суміші, до якої ще не дійшов фронт полум'я. Різке зростання тиску, характерне для цього явища, зумовлює удари в стінки циліндра, що може призвести до пошкодження двигуна (внаслідок ударної хвилі й теплового навантаження).

1.2. Система центрального (одноточкового) уприскування бензину в циліндри

У багатьох сучасних уприскувальних системах живлення паливноповітряна суміш формується у впускному колекторі, тобто за межами камери згоряння. Залежно від кількості форсунок (інжекторів) розрізняють системи центрального (одноточкового) та розподільного (розсередженого, багатоточкового) уприскування. В першому варіанті спільна для всіх циліндрів форсунка розташована поряд із дросельною заслінкою, в другому – кожен циліндр оснащений власною форсункою, яка вприскує бензин безпосередньо перед впускним клапаном.

У складі принципової схеми системи центрального постійного уприскування: повітряний патрубок 2 (рис. 1.2), форсунка 3, паливопровід 1. При відкритті дросельної заслінки 6 паливо з форсунки надходить в розпиленому стані у впускний трубопровід 7, далі – через канали 9 до циліндрів двигуна 8.

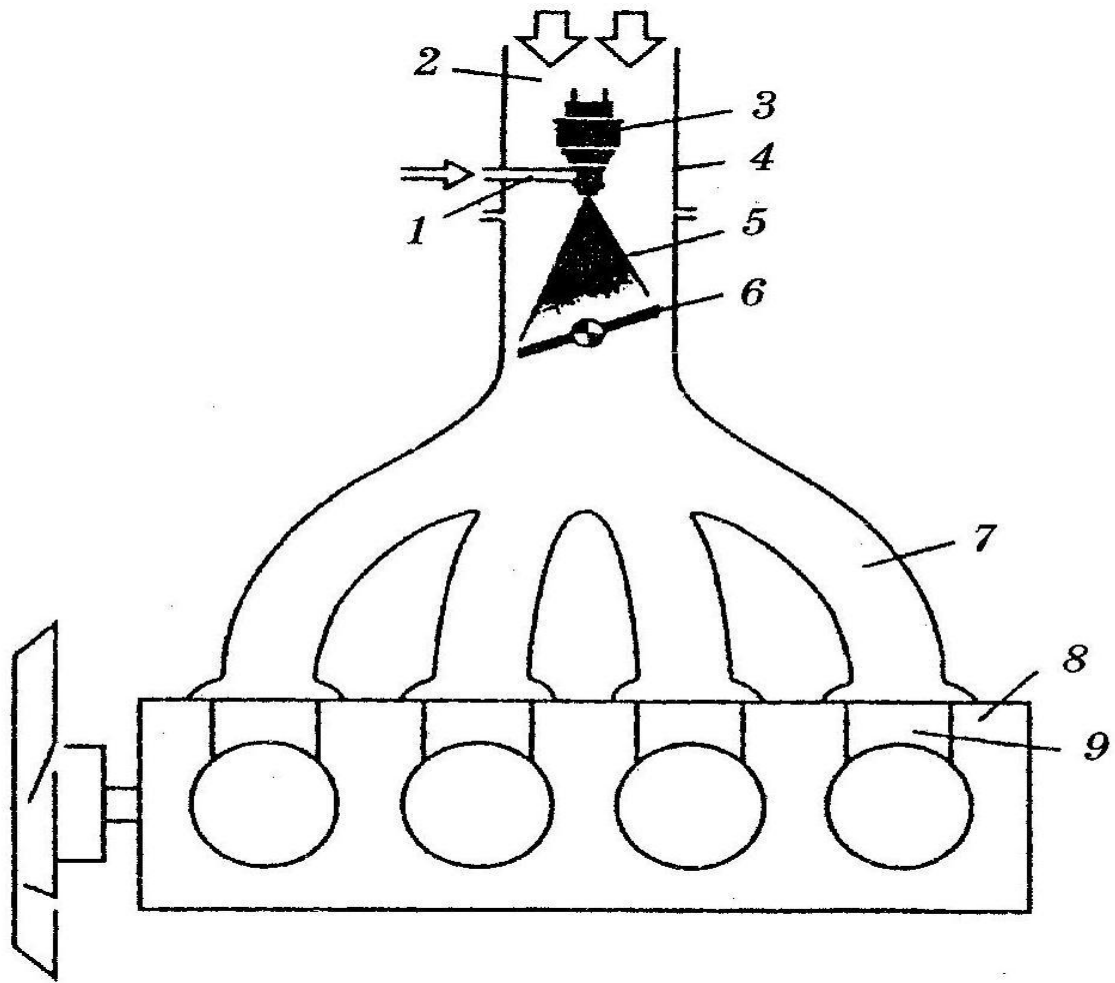


Рис. 1.2. Фрагмент принципової схеми системи живлення з центральним постійним уприскуванням палива:

1-паливоподавальний патрубок; 2 і 4-повітряні патрубки; 3-форсунка; 5-паливний струмінь; 6-дросельна заслінка; 7-впускний колектор; 8-блок циліндрів; 9-впускний канал

У системі центрального імпульсного уприскування співвідношення мас повітря й палива, тобто дозування палива, визначається лише положенням дросельної заслінки, температурою всмоктуваного повітря та частотою обертання колінчастого вала двигуна. Положення дросельної заслінки контролює і інформує про це електронний блок керування (ЕБК) 9 (рис. 1.3) потенціометр 7.

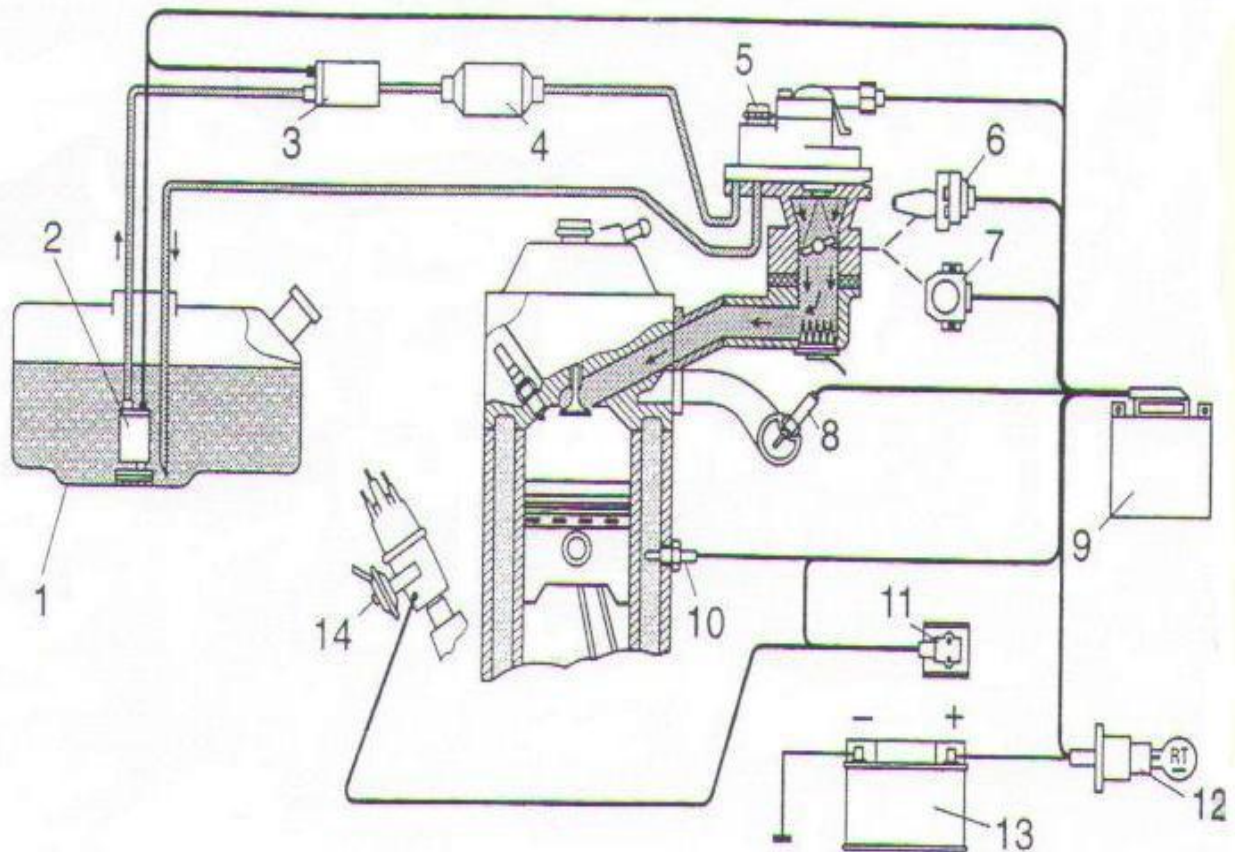


Рис. 1.3. Схема системи живлення з центральним імпульсним уприскуванням палива (Mono-Jetronic):

1-паливний бак; 2 і 3-паливні насоси; 4-паливний фільтр; 5-вузол форсунки; 6-регулятор холостого ходу; 7-потенціометр дросельної заслінки; 8- давач концентрації кисню; 9-електронний блок керування; 10-давач температури холодильної рідини; 11-пристрій комутації інформації про частоту обертання колінчастого вала двигуна; 12-вимикач запалювання; 13-акумуляторна батарея; 14-давач-розподільник

Коригування дозування в період холодного пуску і прогрівання двигуна здійснюється ЕБК зважаючи на імпульси від датчиків температури всмоктуваного повітря, холодильної рідини 10 та потенціометра дросельної заслінки. Коригування рівня токсичності ВГ відбувається за сигналами лямбда-

зонда 8 (давача концентрації кисню). Зміна дозування здійснюється шляхом збільшення або зменшення тривалості уприскування палива. Сигнали від давача 14 використовуються для зміни складу суміші також у режимі повного навантаження двигуна.

Регулювання частоти обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу досягається повертанням дросельної заслінки спеціальним електродвигуном 6. При цьому збільшується або зменшується кількість повітря залежно від відхилення миттєвого значення частоти обертання колінчастого вала від номінального, запрограмованого в ЕБК.

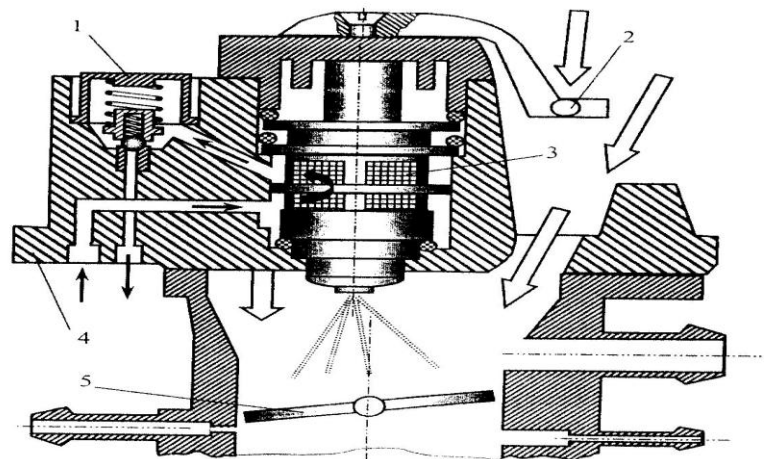


Рис. 1.4. Вузол центральної електромагнітної форсунки (Mono-Jetronic):
1-регулятор тиску палива; 2-давач температури всмоктуваного повітря; 3-форсунка; 4-корпус; 5-дросельна заслінка

Паливна електромагнітна форсунка 3 (рис.1.4) розташована перед дросельною заслінкою 5. Регулятор 1 тиску палива має спільний з форсункою корпус 4. Тиск палива в системі в межах 0,1 МПа.

Характерним для принципової схеми системи живлення з центральним уприскуванням палива фірми Hitachi (Японія) є наступне: стабілізатор перепаду тиску палива виготовлений в єдиному блоці з електромагнітною форсункою, оснащеною додатково ультразвуковим розпилювачем; витрата

повітря через байпасний канал (в обхід дросельної заслінки), нормується регулятором; наявність датча концентрації кисню дозволяє адаптивно підтримувати стехіометричний склад паливноповітряної суміші.

Системи живлення з центральним уприскуванням бензину добре узгоджуються з пристроями наддуву.

1.3. Система розосередженого (багатоточкового) уприскування бензину в циліндри

При розосередженому уприскуванні палива кожен циліндр двигуна 6 (рис.1.5) оснащений власною форсункою 5, яка подає бензин в щілину, утворену впускним клапаном. Повітряний потік 1 регулюється дросельною заслінкою 3. Потрібну для оптимального складу суміші кількість палива визначає ЕБК за сигналами від датчів.

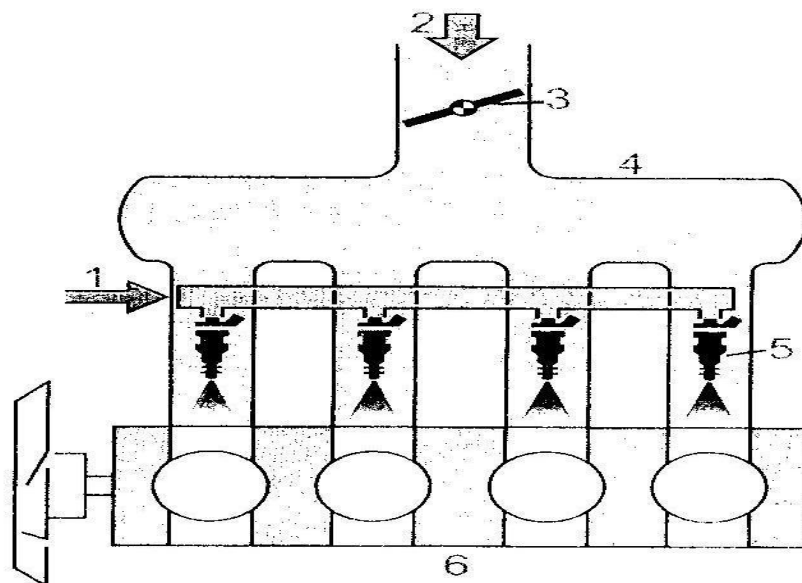


Рис. 1.5. Фрагмент принципової схеми системи живлення з розосередженим уприскуванням палива:

1 і 2-канали надходження палива й повітря; 3-дросельна заслінка; 4-впускний колектор; 5-форсунки; 6-блок циліндрів

Система живлення з електронним керуванням - продукт вдосконалення механічного регулювання, прикладом якого є система постійного впорскування «K-Jetronik», в якій гідрокеровані форсунки подають розпилене паливо під впускні клапани.

Паливний насос 4 (рис.1.6) засмоктує бензин із бака 1 і нагнітає через нагромаджувач 3 і фільтр 2 до дозатора-розподільника (Д-Р) 12. Д-Р каналами Е з'єднаний з форсунками 7. Підтримання певного співвідношення компонентів суміші забезпечується пристроєм 14 з прецизійними механізмами. Отже, Д-Р і вимірник кількості повітря, що всмоктується, становлять комбінацію двох блоків.

Для коригування складу суміші за зміни режиму роботи двигуна, від регулятора 5 до Д-Р каналом С підводиться спрямувальний (керівний) тиск: при його зростанні суміш збіднюється, при зменшенні – суміш збагачується. Внаслідок легкості напірного диска витратоміра повітря збалансована важільна система миттєво реагує навіть за різкого відкриття дросельної заслінки.

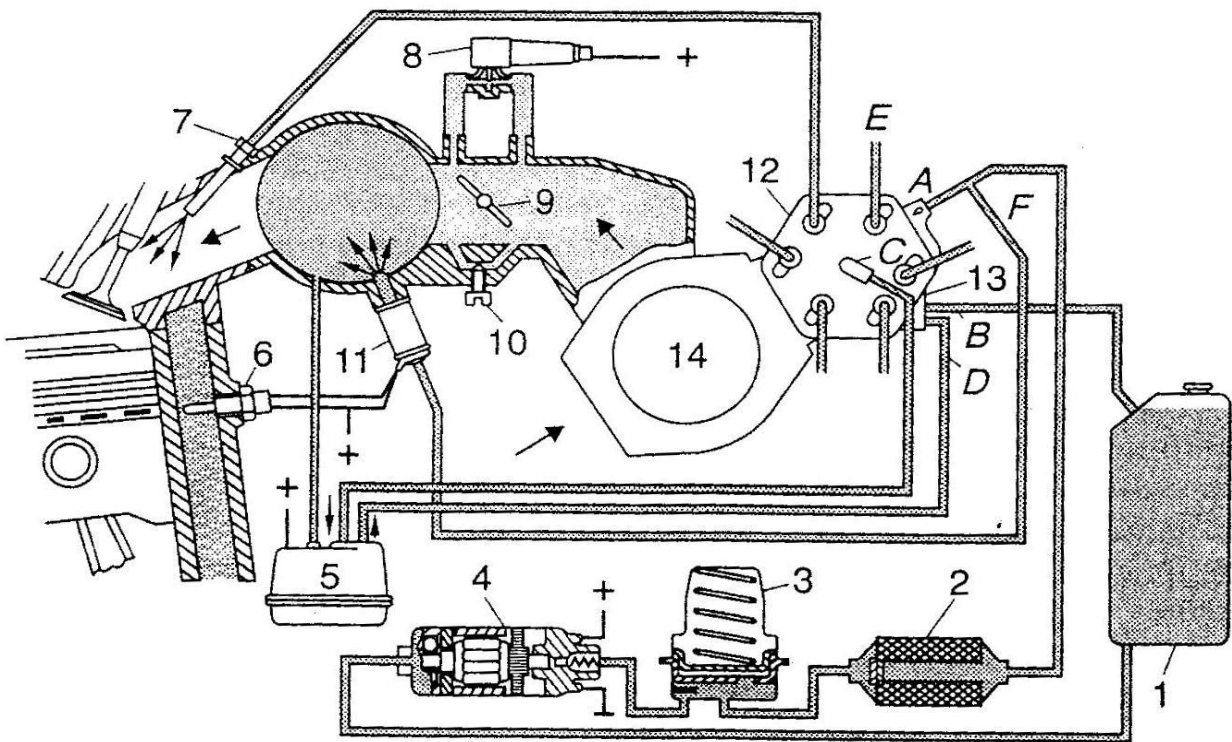


Рис. 1.6.Схема системи живлення з розосередженим гідрокерованим
уприскуванням палива (K-Jetronic)

1 і 2-паливний бак і фільтр; 3 і 4-нагромаджувач палива й насос; 5 і 13-регулятори керівного тиску й тиску живлення; 6-термореле; 7-форсунка; 8-клапан подачі додаткового повітря; 9-дросельна заслінка; 10-регулювальний гвинт холостого ходу; 11-електромагнітна пускова форсунка; 12-дозатор-розподільник; 14-витратомір повітря; магістралі: А- підведення палива до дозатора-розподільника; В- шлях зворотного руху палива; С- магістраль керівного тиску; D- магістраль регулятора тиску живлення; Е- магістраль подачі палива до робочих форсунок; F- магістраль підведення палива до пускової форсунки

Електричний бензиновий насос 4 забезпечує подачу набагато більшу за потребу при повному навантаженні (і з більшим тиском), тому в системі має місце регулятор тиску живлення 13, сполучений з каналами підведення палива, зливним у бак і регулятором спрямувального тиску 5. За допомогою гвинта 10 формується рівень частоти обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу. Форсунки 7 відкриваються під дією тиску палива (в діапазоні 0,27-0,52 МПа, що визначається фірмою-виробником автомобілів), залежно від навантаження двигуна й температури холодильної рідини.

Під час пуску і прогрівання холодного двигуна форсунка 11 з електромагнітним керуванням вприскує у впускний колектор додаткову кількість палива, а клапан 8 забезпечує надходження додаткової кількості повітря. Коли ж температура холодильної рідини сягає понад 40 °С, термореле 6 вимикає пускову форсунку, припиняє діяти і клапан додаткової подачі повітря.

Внаслідок упровадження в схему ЕБК реостатного давача (потенціометра) положення дросельної заслінки, заміни діафрагмового регулятора керівного тиску електрогідравлічним більш досконалою щодо

дозування палива й токсичності ВГ механічною системою живлення з безперервним уприскуванням стала система KE-Jetronic.

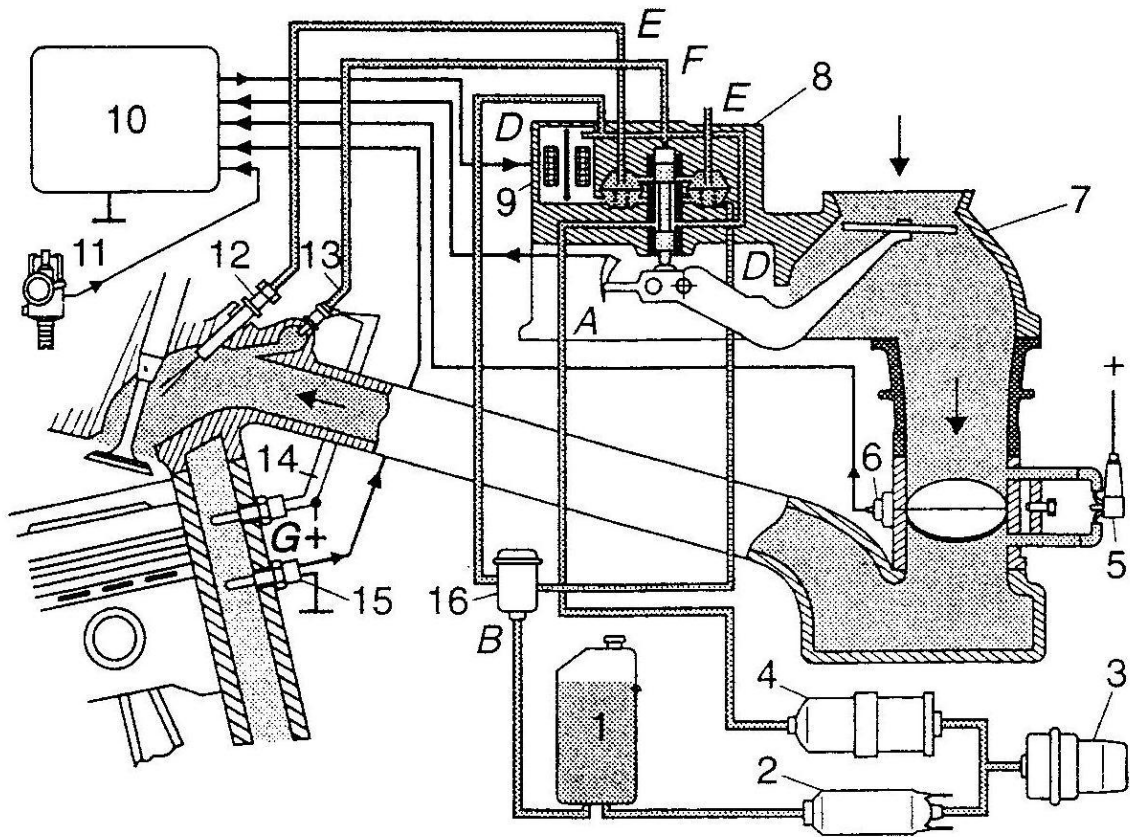


Рис.1.7. Схема системи живлення KE-Jetronic:

1 і 2-паливні бак і насос; 3 і 4-нагромаджувач палива й фільтр; 5-кран додаткової подачі повітря; 6-давач положення дросельної заслінки; 7-витратомір повітря; 8-дозатор-розподільник палива; 9-електрогідравлічний регулятор керівного тиску; 10-електронний блок керування; 11-давач-розподільник запалювання; 12 і 13-робоча і пускова форсунки; 14-термореле; 15-давач температури холодильної рідини; 16-регулятор тиску палива в системі; A-F-паливні магістралі (див. рис. 1.6)

Діє система наступним чином. Електричний насос 2 (рис.1.7) засмоктує паливо з бака 1 і нагнітає крізь фільтр 4 та нагромаджувач 3 до Д-Р 8. Залежно від положення плунжера (виконавчого органа Д-Р) тиск у системі змінюється регулятором 16.

Кількість палива, що надходить до форсунок, визначається Д-Р, керованим витратоміром повітря 7 та електрогідравлічним регулятором спрямувального тиску 9. ЕБК 10 формує рівень спрямувального тиску за сигналами від давачів температури холодильної рідини 15, положення дросельної заслінки 6 та частоти обертання колінчастого вала двигуна 15.

Тривалість роботи електромагнітної пускової форсунки – збагачення суміші при пуску холодного двигуна - визначає термореле (термоелектричний вимикач) 14. Клапан 5 додаткової подачі повітря в деяких схемах може бути замінений електромагнітним регулятором з електронним керуванням.

Зауважимо ще раз, що форсунки в таких системах подають розпилене паливо безперервно.

Більш досконалою за рівнем економічності двигуна й токсичності ВГ, порівняно з вищезгаданими, є керована електронікою система живлення з розосередженим (дискретним) уприскуванням бензину. Для прикладу розглянемо дію системи L-Jetronic.

Електричний насос 2 (рис. 1.8) забирає паливо з бака 1 і нагнітає під тиском 0,25 МПа через фільтр 3 до розподільної магістралі 4, сполученої з встановленими в циліндрах робочими форсунками 8. Регулятор 5 підтримує усталений тиск у системі (надлишок палива повертається в бак). Регулятор сполучений трубкою з впускним колектором за дросельною заслінкою, завдяки чому при будь-якому положенні заслінки падіння тиску на форсунках буде однаковим.

Кількість необхідного для вприскування палива визначається ЕБК 13 за інформацією про: об'єм усмоктуваного повітря (витратомір 16); тепловий режим двигуна (давач 10); навантажувальний режим двигуна (давач 21); частоту обертання колінчастого вала двигуна.

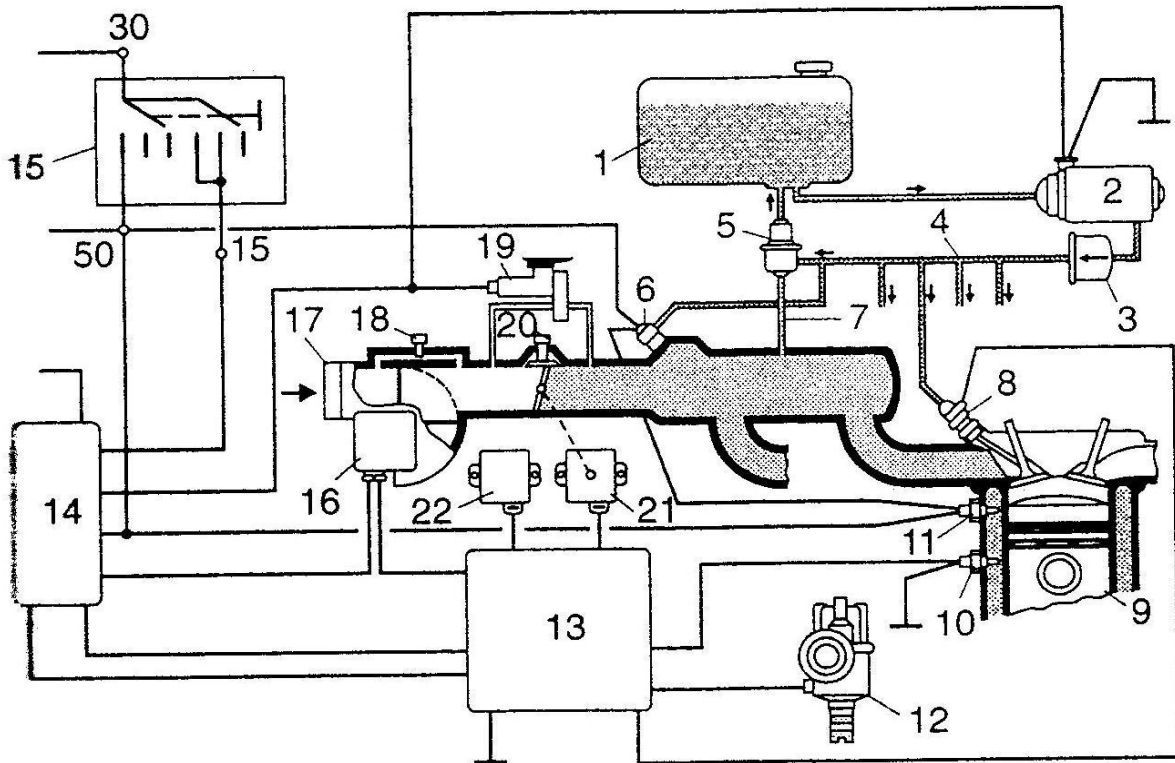


Рис. 1.8. Схема системи живлення з розосередженим дискретним (переривчастим) уприскуванням палива (L-Jetronic):

1, 2 і 3-паливні бак, насос і фільтр; 4-розподільча паливна магістраль; 5-регулятор тиску палива в системі; 6 і 8-пускова і робоча форсунки; 7-сполучний канал; 9-циліндр двигуна; 10 і 11-давач температури холодильної рідини і термореле; 12-давач-розподільник запалювання; 13-електронний блок керування; 14-блок реле; 15-вимикач запалювання; 16-витратомір повітря; 17-повітрязабірник; 18 і 20-гвинти регулювання якості (складу) та кількості суміші в режимі холостого ходу двигуна; 19-клапан подачі додаткового повітря; 21-давач положення дросельної заслінки; 22-висотний коректор

Кожен циліндр оснащений власною форсункою з електромагнітним керуванням, яка вприскує паливо в отвір впускного клапана. Упорскування узгоджено з частотою обертання колінчастого вала.

Клапан 19 додаткової подачі повітря й пускова електромагнітна форсунка 6, якою керує вимикач запалювання 15 через термореле 11 і допоміжне реле, полегшують пуск і прогрівання холодного двигуна.

У системах такого типу деяких автомобілів має місце висотний коректор 22, який інформує ЕБК про атмосферний тиск (враховується при формуванні дози палива). Для досягнення мінімальної токсичності застосовуються лямбда-зонди й нейтралізатори ВГ (докладніше див. п. 2.3 та 3.4).

Система впорскування «L-Jetronic»

Система впорскування «L-Jetronic» — це керована електронікою система багатоточечного (розподіленого) переривчастого впорскування палива (L — від Lade — заряд, порція). Головні відмінності між систем «К-J» і «КЕ-J»: немає дозатора-розподільника і регулятора управляючого тиску, всі форсунки (пускова і робочі) з електромагнітним управлінням. Оскільки немає дозатора-розподільника, істотно змінився і витратовимірвач (регулятор потоку) повітря. У системах «L-Jetronic» приблизно двічі менше гніту палива на системи та можлива відсутність нагромаджувача (гідроаккумулятора).

Система впорскування «L-Jetronic» — це досконала система, зі збільшенням економічності, зниженням токсичності відпрацьованих газів, поліпшенням динаміки автомобіля.

Принцип дії

Електричний паливний насос забирає пальне з бака, і подає його передачі під тиском $2,5 \text{ кгс/см}^2$ через фільтр тонкого очищення до розподільній магістралі, з'єднаної шлангами з робочими форсунками циліндрів. Встановлений з торця розподільної магістралі, регулятор тиску палива в системі підтримує постійно тиск впорскування та здійснює злив зайвого палива на бак. Цим забезпечується циркуляція палива на системи та виключається виникнення парових пробок.

Кількість впорскнутого палива визначається електронним блоком управління залежно від температури, тиску і обсягу повітря, що надходить, частоти обертання колінчатого валу і навантаження двигуна, і навіть від температури охолоджувальної рідини.

Основним визначальним параметром дозування палива є обсяг всмоктуваного повітря, вимірюваний регулятором потоку повітря. Поступаючий повітряний потік, який перетворюється на електричну напругу у вигляді потенціометра, відхиляє напорну вимірювальну заслінку расходомера повітря, визначаючи кут, долаючи зусилля пружини. Відповідний електричний сигнал передається на блок електронного управління, що визначає необхідну кількість палива на цей час роботи двигуна та видає на електромагнітні клапани робочих форсунок імпульси часу подачі палива. Незалежно від становища впускних клапанів, форсунки впорскують паливо за один або два оберти колінчатого валу двигуна (за цикл протягом двох тактів).

Якщо впускний клапан в останній момент впорскування закритий, паливо накопичується у просторі перед клапаном і надходить у циліндр при наступному його відкритті разом з повітрям.

Клапан додаткової подачі повітря, встановлений повітряному каналі, виконаному паралельно дроссельной заслінці, підводить до двигуна додаткове повітря при холодному пуску й прогріві двигуна, що зумовлює збільшення частоти обертання колінчатого валу. Для прискорення прогріву використовуються підвищені оберти холостого ходу (понад тисячу об./хв).

Для полегшення пуску холодного двигуна, як і в інших розглянутих системах впорскування, застосовується електромагнітна пускова форсунка, тривалість відкриття якої змінюється залежно від температури охолоджувальної рідини.

Величина необхідної дози палива обчислюється електронним блоком управління залежно від маси всмоктуваного повітря (обсяг, тиск, температура), температури двигуна та режиму його роботи.

Функціонування системи у різних режимах роботи двигуна

Кожен циліндр має власну форсунку з електромагнітним управлінням, що впорскує паливо передвпускним клапаном. Вприск узгоджений із частотою обертання колінчатого валу двигуна. Інформація про частоту обертання передається в електронний блок управління від контакту преривателя (системи запалювання з контактним управлінням), від клеми котушки запалювання чи клеми комутатора (для безконтактних систем запалювання). Обсяг, який струменіє повітря, повністю визначається становищем дросельної заслінки (навантаженням двигуна). Обсяг (маса) повітря регулятором потоку. Останнім до уваги береться лише повітря, яке проходить через обвідний канал, що використовується для СО-регулювання. При тепловому режимі двигуна дає інформацію датчик температури охолоджувальної рідини. Щодо навантажувального режиму двигуна, його електронне управління повідомляє вимикач про становище дросельної заслінки. Інформація складається з сигналів: «холостий хід», «часткові навантаження», «повне навантаження». Якщо дросельна заслінка зачинена, двигун працює на холостому ходу, контакти холостого ходу замкнені й у електронний блок управління йде відповідний сигнал. Так само передається інформація при повному навантаженні двигуна, але при цьому контакти розімкнені. Сигнал при частковому навантаженні формується за допомогою потенціометра.

Для полегшення холодного пуску суміш збагачується пусковою форсункою. Остання управляється від вимикача запалювання через термореле, через реле пуску холодного двигуна (післястартовое реле) і термореле. Призначення післястартового реле — продовжити час пускової форсунки.

При прогріві двигуна на холостому ході подача палива регулюється сигналами, які надходять в електронний блок управління від датчика температури двигуна (охолоджувальної рідини).

У системі «L-Jetronic» враховується, що щільність холодного повітря вище щільності теплого. Чим теплішим є всмоктуване повітря, тим гірше наповнення циліндрів при постійному положенні дросельної заслінки. Температура повітря, що надходить, змінюється у зв'язку зі зміною «зовнішньої» його температури та й у зв'язку зі зміною «внутрішньої». Нормальна температура під капотом дорівнює близько 50° С. Інформація про температуру повітря йде від датчика, вбудованого у регулятор потоку повітря, в електронний блок управління, що визначає дозу впорскнутого палива. На частині автомобілів встановлюється ще висотний коректор, який інформує блок управління про зовнішній атмосферний тиск.

Більшість двигунів працює у режимі часткових навантажень, тому програма, закладена в електронний блок управління, забезпечує мінімально можливі витрати за прийнятної концентрації шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Паливну економічність і мінімальну токсичність відпрацьованих газів можна визначити під час використання лямбда-зондів і нейтралізаторів.

Збагачення суміші відбувається за холодного пуску, прогріві, холостому ході, прискоренні руху, повному навантаженні. За всіх режимів, окрім останнього, надлишок палива необхідний для сталої роботи двигуна. При холодному двигуні «більше палива» означає і більше його фракцій, що важко випаровуються. При холостому ході — гірше наповнення, більше залишкових газів. За повного навантаження «надлишок» палива необхідний для «внутрішнього» охолодження двигуна за допомогою випаровування частини палива.

Система холостого ходу «L-Jetronic» доповнена обвідним каналом регулятора потоку повітря. У цьому каналі встановлений гвинт якості (складу)

суміші чи СО-регулювання. Призначення обвідних каналів дросельної заслінки «L-Jetronic» таке саме, як й у системах «К-Ј», «КЕ-Ј».

У режимі примусового холостого ходу дросельна заслінка зачинена і на блок управління йде сигнал: «холостий хід». Якщо при цьому оберти двигуна вищі за так звану відновлювальну частоту обертання, впрыск палива припиняється, та відповідно зменшується витрата пального й викид шкідливих речовин. Відновлювальна частота обертання (коли знову починається впрыск палива) найчастіше знаходиться у межах 1200—1700 об./хв.

Регулятор потоку повітря

Регулятор потоку повітря системи «L-Ј» відрізняється від регуляторів розглянутих вище систем «К-Ј», «КЕ-Ј». Повітряний потік впливає на вимірювальну заслінку прямокутної форми. Заслонка закріплена на осі у спеціальному каналі, поворот заслінки перетвориться потенціометром в напругу, пропорційну витраті повітря. Потенціометр є, зазвичай, ланцюжком резисторів, включених паралельно контактній доріжці.

Вплив повітряного потоку на вимірювальну заслінку 2 врівноважується пружиною. Для гасіння коливань, викликаних пульсаціями повітряного потоку і динамічними впливами, притаманними автомобілю, особливо на поганих дорогах, в регуляторі потоку повітря є демпфер з пластиною. Пластину виконано цілісно з вимірювальною заслінкою. Різкі переміщення вимірювальної заслінки стають неможливими через тиск повітря на пластину в демпферній камері.

На вході у регулятор потоку вмонтований датчик температури повітря. У верхній частині регулятора розташований обвідний канал з гвинтом якості (складу) суміші. Регулятори потоку бувають з шостіштекерним і семиштекерним підключенням.

Електросхеми систем уприскування палива «L-Jetronic» різняться залежно від автомобіля, двигуна, встановленого у ньому, і року випуску.

Щоб не отримати травм і не пошкодити вузли системи впорскування при обслуговуванні і ремонті необхідно дотримуватися таких правил:

- не підключати напругу 12V на форсунки, оскільки вони розраховані на напругу 3V;
- не допускати роботи двигуна, якщо дроти погано закріплені на клеммах акумуляторної батареї;
- не відключати дроти від клем акумуляторної батареї, якщо працює двигун;
- не запускати двигун за допомогою стороннього джерела струму напругою більш 12V.
- перед з'єднанням штепсельних роз'ємів перевірте стан обох частин штепселя і надійність фіксації з'єднання, переконайтеся у наявності гумового ущільнювача і що зафіксовано пружини;
- роз'єднайте роз'єм блоку електронного управління впорскуванням при електрозварюванні кузова, інших вузлів і деталей;
- зніміть електронний блок управління, коли автомобіль піддаватиметься впливу високих температур (80°C і, наприклад, у сушильній камері при фарбуванні кузова);
- не перевіряйте дроти та їх сполучення контрольною лампою;
- не вставляйте наконечники кітестера в гнізда роз'ємів вузлів системи впорскування;
- під час перевірки напруги в ланцюгах попередньо перевірте ступінь заряду акумуляторної батареї;
- під час перевірки тестером електричних характеристик приладів при поєднанні на «масу» від'єднайте дроти від акумуляторної батареї.

Система впорскування «Mono-Jetronic»

«Mono-Jetronic» - система впорскування, керована електронним блоком управління. Система має одну (грецьк.монос - один) магнітоелектричну форсунку, паливо, як і у системах «L-Jetronic», впорскується з інтервалами.

Оскільки паливна форсунка розташована перед дросельною заслінкою, на місці жиклера карбюратора, тиск палива на системі становить близько 1 кгс/см^2 . Регулятор тиску системи розташований поблизу форсунки у центральному вузлі уприскування, де розміщено також дросельну заслінку, вимикач положення дросельної заслінки, датчик температури всмоктуваного повітря.

Система «Mono-Jetronic» немає регулятора потоку повітря, тому співвідношення мас повітря і палива тут менш точне і регулюється лише положенням дросельної заслінки, температурою всмоктуваного повітря і частотою обертання колінчатого валу.

Пристрій, що відслідковує положення дросельної заслінки, у цій системі не вимикач з контактами (холостого ходу, часткового навантаження, повного навантаження), а потенціометр, який інформує електронний блок управління про стан заслінки на момент часу.

Отже, основне дозування палива здійснюється за трьома параметрами: становищем дросельної заслінки, температурою всмоктуваного повітря й частотою обертання колінчатого валу двигуна. Коригування дозування при холодному пуску й прогріві здійснюється електронним блоком управління за імпульсами, одержуваними від датчиків температури всмоктуваного повітря, охолоджувальної рідини і потенціометра дросельної заслінки. Останній коригує дозування. Коригування токсичності відпрацьованих газів йде за сигналами лямбда-зонда. Зміна дозування відбувається поза рахунок підвищення або зменшення часу впорскування при постійному тиску палива.

Електронний блок управління згладжує коливання напруги бортової сіті й здійснює регулювання холостого ходу. Регулювання холостого ходу досягається обертанням дросельної заслінки спеціальним електродвигуном. При цьому збільшується чи зменшується кількість повітря залежно від відхилення миттєвого значення частоти обертання колінчатого валу від номінального значення, який закладений у пам'ять електронного блоку

управління. Блоком управління сприймається і швидкість обертання дроссельної заслінки. При режимі прискорення робоча суміш збагачується.

Об'єднані системи впорскування і запалювання

Упровадження електроніки у керування системами впорскування і запалювання сприяло створенню об'єднаного чи центрального електронного управління двигуном. Відповідний електронний пристрій називають мікроЕВМ, мікропроцесор чи контролер.

В Україні перші системи об'єднаного управління з'явилися у карбюраторних автомобілях ВАЗ-2108, -2109 і називалися МСУД (мікропроцесорна система управління двигуном). Системи ці виконують доволі обмежені завдання і призначені лише для управління запалюванням (моментом і енергією іскроутворення) і електромагнітним клапаном карбюратора.

Системи об'єднаного електронного управління уприскуванням (сумішеутворенням) і запалюванням мають такі переваги:

- суміщення функцій агрегатів і датчиків дозволяє скоротити їх кількість;
- процеси запалювання і сумішеутворення оптимізуються спільно, поліпшуються характеристики крутного моменту, витрати палива, складу відпрацьованих газів, полегшується пуск і прогрів холодного двигуна;
- відкриваються великі можливості виконання інших функцій управління автоматичною коробкою передач, противобуксовочною системою головних коліс, антиблокувальною гальмівною системою, кондиціонером, противоугонним пристроєм тощо.

Перш, ніж перейти до розгляду об'єднаної системи електронного управління, звернемо увагу на функціональну структуру цієї системи, назви її складових частин.

У контролер від датчиків надходять аналогові сигнали (*грецьк.*аналогія — відповідність, подібність). Або, інакше кажучи, до контролеру «подаються» не

безпосередньо температура, тиск тощо, а електричний аналог — струм з параметрами, що певним чином змінюються (напруга, сила).

У випадку зміни струмів напруга є безперервною згідно до того чи іншого закону, наприклад, синусоїдального. Інтегральні схеми мікропроцесорів ЕОМ характеризуються тим, що вони працюють в імпульсному режимі. Тому сигнали датчиків спочатку перетворюються на «чіткіші» аналогові сигнали, які, у свою чергу, в аналого-цифровому перетворювачі перетворюються на цифрову інформацію.

Вихідні сигнали мікроЕВМ у зв'язку з їхньою малою потужністю неможливо використовувати безпосередньо для управління запалюванням, форсунками, насосом. Тільки після проходження через вихідні каскади посилення, вони перетворюються на команди (електричні сигнали) які впливають на системи впорскування і запалювання.

Система «Motronic»

Система «Motronic» є системою об'єднуючою електронні устрії смесеобрання і запалювання. У систему »Motronic» можуть бути включені різні системи впорскування, наприклад, «Моно-Jetronic», «KE-Jetronic», «L-Jetronic» тощо.

«Mono-Motronic»

На легкових автомобілях масового випуску застосовують простіші й дешеві системи, наприклад, «Mono-Motronic». Її встановлюють на двигунах невеликого робочого обсягу автомобілів малого класу.

У системі «Mono-Motronic», на відміну від складніших систем, основні сигнали залежать від розташування дросельної заслінки і частоти обертання колінчатого валу двигуна. З іншого боку, враховуються сигнали від кисневого датчика і навіть датчиків температури охолоджувальної рідини і всмоктуваного повітря. Розрахована мікроЕВМ необхідна кількість палива крізь центральну електромагнітну форсунку періодично уприскується над дросельною заслінкою

і змішується з повітрям. З урахуванням тих самих даних, але за допомогою іншої програми, управляючі імпульси подаються на котушку запалювання.

Система здатна враховувати знос циліндро-поршневої групи двигуна (падіння компресії) й зміни атмосферного тиску. Якщо датчики починають подавати помилкові сигнали, інформація звідси накопичується у пам'яті. Під час технічного обслуговування вона зчитується діагностичним тестером, що дозволяє швидко знайти джерело несправності.

«Motronic 1.1—1.3»

Цифрові системи управління двигуном «M1.1», «M1.2» і «M1.3» об'єднують (інтегрують) у собі системи уприскування палива й запалювання. Обидві системи управляються одним контролером, що є спеціалізованою цифровою мікроЕВМ. У системах «M1.1—M1.3» використовують електронну систему запалювання, об'єднану в системах «M1.1» і «M1.2», і системи уприскування «L-Jetronic», «M1.3», «LE-Jetronic». Єдиний для обох систем контролер обчислює оптимальні кути випередження запалювання залежно від сигналів датчиків. Кожній моделі двигуна відповідає певний тип контролера. Тому при його заміні обов'язково треба перевірити відповідність типу нового контролера двигуну даної моделі!

Кількість уприскуваного палива визначається контролером залежно від інформації, що видають датчики, котрі вимірюють такі параметри, як об'єм і температура всмоктуваного повітря, частота обертання колінчатого валу двигуна, навантаження двигуна і температура охолоджувальної рідини. Основним параметром, що визначає дозування палива, є обсяг всмоктуваного повітря, вимірюваний регулятором потоку повітря. Поступаючий повітряний потік відхиляє вимірювальну заслінку під визначеним кутом та перетворюється потенціометром на електричний сигнал, що подається на контролер. Останній визначає кількість палива, необхідне в даний момент для роботи двигуна, видає на електромагнітні форсунки імпульси часу подачі палива.

Частота обертання колінчатого валу двигуна на холостому ході підтримується постійно за допомогою вимикача (потенціометра) дросельної заслінки.

Значення кутів випередження запалювання, закладені у запам'ятовуючий пристрій (блок пам'яті) контролера, порівнюються зі справжніми значеннями і відповідно коригуються, що дозволяє виключити порушення режиму роботи двигуна внаслідок механічного зносу деталей, появи негерметичності впускного тракту, зміни компресії тощо.

На автомобілях із автоматичною коробкою передач частота обертання колінчатого валу двигуна на холостому ході регулюється залежно від включеної передачі.

Аналогічно регулюється режим холостого ходу автомобілів, обладнаних кондиціонером.

Щойно частота обертання колінчатого валу двигуна сягає максимально припустимого значення, за командою контролера подача палива до форсунок переривається.

У початковий момент пуску холодного двигуна в циліндри уприскується збільшена кількість палива. Вприск відбувається тричі на кожну групу циліндрів (перший, третій, п'ятий і другий, четвертий, шостий; чи перший, четвертий і другий, третьої групи відповідно для шести і 4-х циліндрових двигунів) протягом трьох обертів колінчатого валу.

Ступінь збагачення робочої суміші визначається температурою охолоджувальної рідини.

Під час пуску холодного двигуна початкова подача палива через форсунки зменшується залежно від температури охолоджувальної рідини і частоти обертання колінчатого валу, щоб уникнути перезбагачення робочої суміші. Якщо протягом однієї хвилини робиться декілька спроб запустити двигун, кількість впорскнутого палива зменшується проти початкового моменту пуску.

Після запуску двигуна (починаючи з частоти обертання колінчатого валу 600 об./хв) впрыск палива відбувається лише один раз на оборот колінчатого валу однієї із двох групи циліндрів, тобто, на другий, четвертий і шостий (перший, четвертий) циліндри з першого обороту колінчатого валу й у перший, третій, п'ятий (другий, третій) циліндри - на другому колі обороту.

Під час прогріву двигуна (доки температура охолоджувальної рідини сягає 70 °С) тривалість впорскування палива також залежна від частоти обертання і температури охолоджувальної рідини відповідно до введеної у контролер програми.

Кожна з груп форсунок (шестициліндровий двигун — друга, четверта, шоста й перша, третя, п'ята) управляється окремим вихідним каскадом посилення струму. Це дає змогу розподілити цикл уприскування палива за двома групами циліндрів. Тим самим забезпечується робота двигуна навіть після виходу з експлуатації системи запалювання групи циліндрів.

Щойно частота обертання колінвалу перевищить 600 об./хв, впрыск палива відбувається одного разу протягом двох оборотів колінчатого валу однієї із груп циліндрів. У шестициліндровому двигуні такий її різновид управління уприскуванням можливий лише, якщо контролер отримує сигнал від датчика моменту запалювання, встановленого на свічковому дроті шостого циліндра. Якщо датчик моменту запалювання видає сигнал на контролер, відбувається одночасний впрыск крізь ці форсунки при кожному обороті колінчатого валу.

У системі «Motronic 1.3» автомобілями з автоматичними коробкою передач передбачено блокування примусового включення нижчої передачі. Починаючи з певної швидкості руху автомобіля, залежно від типу двигуна і передатного числа головної передачі, переключення з IV на III передачу блокується контролером, який вимикає один з електромагнітних клапанів автоматичної коробки передач.

«Motronic 1.7»

Система «Motronic 1.7» є модифікацією системи «Motronic 1.3». Основна відмінність модифікованої системи залежить від використання устрою розподілу запалювання без рухливих частин, що зумовило застосування чотирьох (4-циліндровий двигун) вихідних каскадів запалювання замість одного, як у традиційних системах. Така система запалювання отримала назву — повністю електронна «статична».

Відмінності системи «М 1.7» від «М 1.3»:

- замість вимикача дросельної заслінки встановлюється потенціометр;
- замість загальної котушки запалювання встановлюється по одній котушці за кожен циліндр;
- відсутній розподільник запалювання.

Повністю електронна «статична» система запалювання, коли котушка запалювання кожного циліндра управляється своїм вихідним каскадом контролера, дозволяє як видавати на свічки запалювання струм високої напруги, що досягає 32 кВ, так і швидко змінювати кут випередження запалювання у кожному циліндрі.

З іншого боку, діапазон регулювання кута випередження запалювання збільшений приблизно на 10° поряд з кутом 59° (за колінчатим валом) щодо кожного циліндра. Для контролю над черговістю роботи циліндрів у системі «М 1.7» використовується датчик кутового становища розподільного валу.

При аналізованій системі запалювання рекомендується застосування свічок із трьома «масовими» електродами, наприклад, BOSCHSUPERW7DTC. Їх рекомендується замінювати через 30 тис. км, тоді як з одним електродом, наприклад, BOSCHSUPERW7DC, через 15 тис. км.

«Motronic 3.1»

Система «Motronic 3.1» є модифікацією системи «Motronic 1.7». Основні відмінності між цими системами зводяться до того що:

- збільшена продуктивність контролера;
- застосований вимірювач маси повітрятермоанемометричного типу, з провідником, що нагрівається;
- застосований послідовний режим впорскування палива.

Кожна форсунка управляється окремим вихідним каскадом контролера. Цим досягається висока точність дозування уприскнутого палива й швидка реакція системи зміни навантаження двигуна.

Відразу ж після пуску двигуна (починаючи з частоти обертання колінчатого валу близько 600 об./хв) впрыск палива відбувається окремо у кожний циліндр через кожні 120° кута повороту колінчатого валу (тричі за оборот).

На автомобілях із автоматичною коробкою передач система «М 3.1» отримує сигнал про встановлення важеля селектора у безвихідь «I», «II», «III» чи «D» і регулятор холостого ходу збільшує подачу палива, щоб компенсувати падіння оборотів колінчатого валу двигуна внаслідок включення гідротрансформатора обертаючого моменту.

На автомобілях з кондиціонером після отримання сигналу включення кондиціонера контролер починає ознайомитися з режимом холостого ходу, коригуючи частоту обертання колінчатого валу включенням компресора кондиціонера.

На автомобілях з нейтралізатором відпрацьованих газів за сигналом зонда контролер системи «М 3.1», змінює тривалість уприскування палива, і залежно від цього складова паливноповітряної суміші Perezбагачується чи збіднюється відповідним чином.

При виході з експлуатації датчика концентрації кисню коригування складу суміші здійснюється за величини, прийнятої «за умовчанням» (0,45V), запрограмованої в контролері. При цьому регулювання змісту окису вуглецю (3I) в відпрацьованих газах не потрібне.

Клапан вентиляції паливного бака з адаптивним управлінням (латів. *adaptatio* — пристосування) працює так. Пари палива з паливного бака подаються у двигун через фільтр з активованим вугіллям з певної кількості зовнішнього повітря. У трубопроводі, що йде до впускного колектора, встановлено клапан, який дроселює чи вільно пропускає потік парів палива залежно від режиму роботи двигуна. Клапан працює циклично і управляється контролером залежно від оберту і навантаження двигуна (становища дросельної заслінки). Поки клапан перебуває під напругою (понад десять V), трубопровід, що йде до впускного колектору, закритий. При знятті напруги клапан може відкритися під впливом розрідження впускного колектора. Цикл видалення парів палива починається з включення до роботи датчика концентрації кисню. Після кожного циклу клапан вентиляції паливного бака залишається зачиненим приблизно протягом 30 с. При цьому відбувається коригування холостого ходу. Після зупинки двигуна клапан вентиляції залишається під напругою, тобто закритим протягом 3с. задля унеможливлення самозаймання робочої суміші після вимикання запалювання. Потім на непрацюючому двигуні (клапан вентиляції знеструмлено) закривається пружинний зворотний клапан. Тим самим припиняється надходження парів палива у впускний колектор. Коли температура зовнішнього повітря підвищена чи у випадку перевищення нормальної температури охолоджувальної рідини контролер виробляє команди на усунення кута випередження запалювання у бік припинення запобігання детонації.

У системі «Motronic 3.1» передбачено захист нейтралізатора відпрацьованих газів. Відхилення від нормальної роботи первинного ланцюга

системи запалювання виявляються контролером, який виключає форсунку несправного циліндра. Завдяки цьому запобігається надходження незгорілої робочої суміші в нейтралізатор.

На двигунах системи «Motronic 3.1» зміст ЗІ у відпрацьованих газах не регулюється. Гвинтів якості і кількості у системі холостого ходу загалом немає.

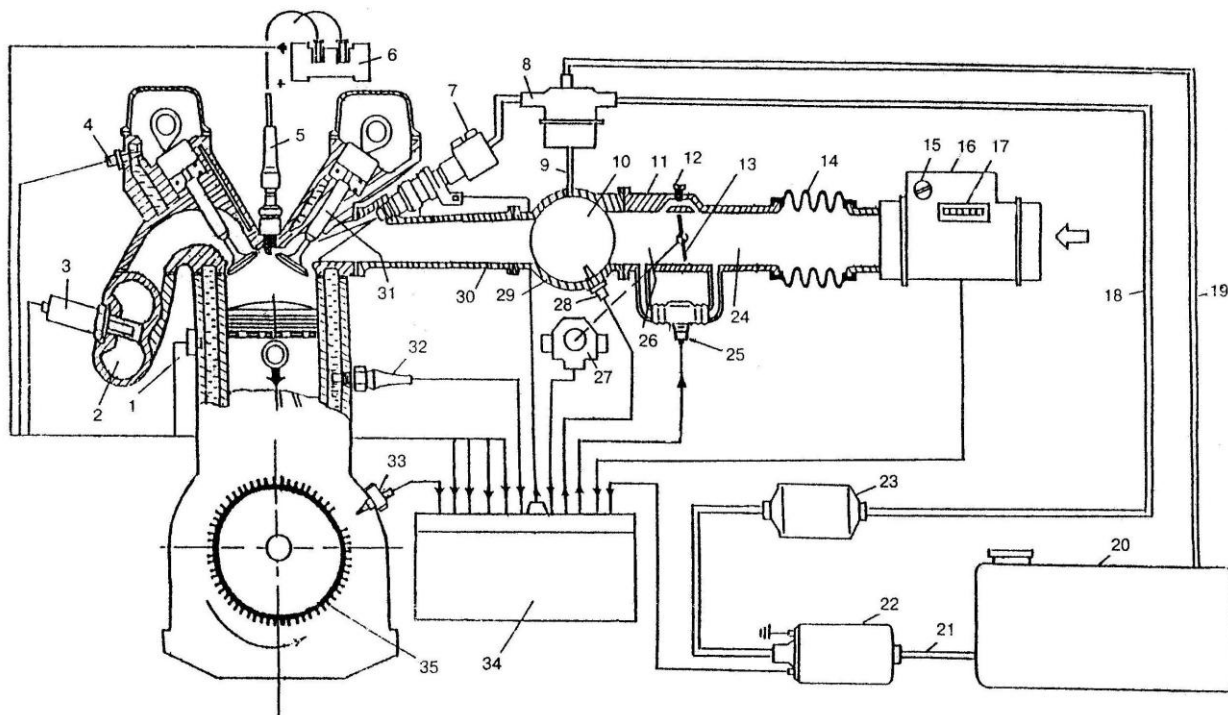


Рис. 1.9. Схема системи живлення двигуна з розосередженим уприскуванням палива (ГАЗ-3110):

1-давач детонації; 2-випускний колектор; 3- давач концентрації кисню; 4- давач положення розподільного вала; 5-іскрова свічка; 6-індукційна котушка; 7-форсунка; 8-регулятор тиску палива; 9-з'єднувальна магістраль; 10-ресивер; 11-дросельний патрубок; 12-гвинт регулювання СО; 13-дросельна заслінка; 14-патрубок зменшення коливань повітряного потоку (гасник); 15 і 16-потенціометр і регулятор потоку повітря; 17-електричний роз'єднувач; 18 і 19-напірний і зворотного руху паливопроводи; 20-паливний бак; 21-паливопровід; 22 і 23-бензонасос і фільтр; 24 і 26-до- і задросельна порожнини; 25-регулятор подачі додаткового повітря; 27-давач положення

дросельної заслінки; 28 і 29-давач температури всмоктуваного повітря і ресивер; 30-повітряний патрубок; 31-впускний клапан; 32 і 33-давачі температури холодильної рідини і частоти обертання колінчастого вала двигуна; 34-електронний блок керування; 35-зубчастий диск синхронізації

Далі звернемо увагу на дію системи живлення розосередженого уприскування з електронним керуванням, реалізовану в автомобілях ГАЗ-3110 з двигуном ЗМЗ 4062.10. Отже, паливо з бака 20 (рис.1.9) подається під тиском 0,28-0,33 МПа електричним насосом 22 через фільтр 23 до розподільного (накопичувального) паливопроводу з регулятором 8. Регулятор забезпечує постійний перепад тиску палива в накопичувачі (рампі) та повітря в ресивері шляхом відведення частини палива в бак трубопроводом 19. Різниця між абсолютними тисками палива в системі та повітря в ресивері підтримується в межах 0,3 МПа. Від рампи бензин надходить до електромагнітних форсунок 7, розташованих над впускними клапанами 31.

Повітря засмоктується через фільтр, проходить додросельну 24 і задросельну 26 порожнини, потрапляє в порожнину ресивера 10 і рівномірно розподіляється між патрубками 30. Кількість повітря регулюється дросельною заслінкою за допомогою педалі керування. Блок 16 постійно контролює положення дросельної заслінки і інтенсивність її переміщення.

Кількість уприскуваного палива визначає ЕБК 34 залежно від температури, тиску й кількості повітря, що надходить, частоти обертання колінчастого вала й навантаження двигуна, температури холодильної рідини. Тривалість імпульсів вприскування палива електромагнітними форсунками коригується також за режимом роботи двигуна.

Дачач концентрації кисню (лямбда-зонд) інформує ЕБК про вміст кисню в ВГ, що формує команду виконавчим пристроям на збагачення або збіднення паливноповітряної суміші (подовження або скорочення тривалості відкритого стану електромагнітних форсунок).

Певні характерні особливості властиві схемі системи живлення розосередженого типу, реалізованій в автомобілях ВАЗ-2110. Електричний бензонасос 19 подає паливо з бака 18 паливопроводом 16 крізь фільтр 15 і регулятор тиску 13 до електромагнітних форсунок 45. Надлишок бензину повертається в бак трубою 17. ЕБК 37 формує команду на вприскування палива як факел 51 під клапан, що знаходиться у впускному патрубку 53 і дозує порцію залежно від режиму роботи двигуна й навантаження, враховуючи сигнали потенціометричного давача 10, змонтованого на осі дросельної заслінки 7.

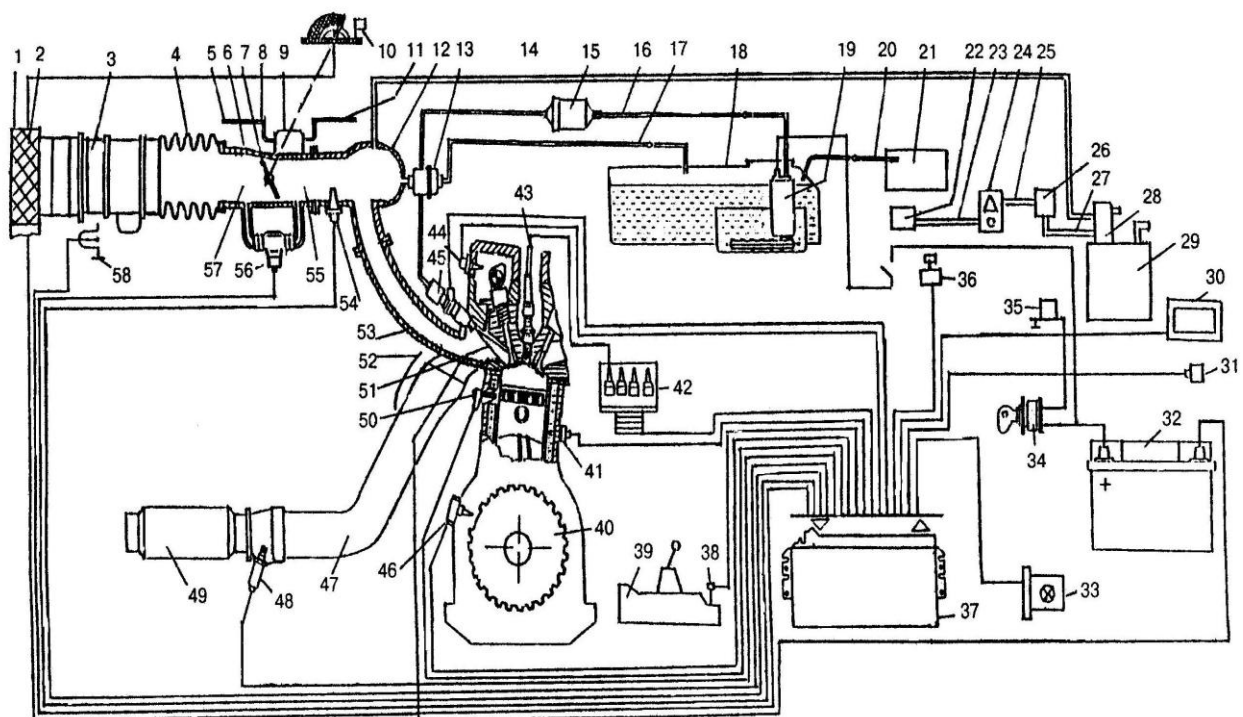


Рис.1.10. Схема системи живлення двигуна автомобіля ВАЗ-2110:

1 і 2-повітряний фільтр з очисником; 3 і 10-давачі масової витрати повітря й потенціометричний; 4, 5, 11, 14, 16, 17, 20, 23, 25, 27, 47, 53-патрубки; 6-корпус дросельної заслінки; 7-дросельна заслінка; 8-штуцер; 9-порожнина холодильної рідини; 13-регулятор тиску палива; 15-паливний фільтр; 18 і 19-паливні бак і насос; 21-сепаратор; 22 і 24-запобіжний і гравітаційний клапани; 26 і 28-двоходовий і продувочний клапани; 29-адсорбер; 30-контрольна лампа; 31-діагностичний рознімач; 32-аккумуляторна батарея; 33-сигнальна лампа

залишку палива; 34-замок запалювання; 35-головне реле; 36-реле електробензонасоса; 37-електронний блок керування; 38 і 41-давачі швидкості руху автомобіля і температури холодильної рідини; 39 і 40-коробка передач і зубчастий вінець; 42-модуль запалювання; 43-іскрова свічка; 44 і 46-давачі положення розподільного вала і частоти обертання колінчастого вала; 45-електромагнітна форсунка; 48-давач концентрації кисню; 49-нейтралізатор відпрацьованих газів; 50 і 54-давачі детонації і температури всмоктуваного повітря; 51-струміль розпилювання палива; 52-теплоізоляційний екран; 55 і 57-за- і до дросельна порожнини; 56-регулятор холостого ходу; 58-давач масової витрати повітря

Повітряний потік при обертанні колінчастого вала двигуна засмоктується крізь фільтр 1 (з очисником 2), далі – гофрованим патрубком 4 через порожнину корпусу 6 дросельної заслінки 7 надходить до розподільного патрубка 12, від якого потрапляє у патрубки 53. Кількість повітря визначається давачем 3 масової витрати і регулюється дросельною заслінкою 7 (за допомогою педалі керування).

Регулятор холостого ходу підтримує певну частоту обертання колінчастого вала двигуна в цьому режимі. Корпус дросельної заслінки 6 оснащений порожниною 9 для холодильної рідини, яка підводиться патрубком 11 і відводиться патрубком 5 із штуцером 8 (поліпшується температурний режим повітряного каналу).

Інформація до ЕБК надходить також від давачів: 46 – про положення й частоту обертання колінчастого вала; 54 – температури всмоктуваного повітря; 41 – температури холодильної рідини; 48 – кисневого; 50 – детонації; 44 – положення розподільного вала. Враховується й напруга бортової мережі, швидкість руху автомобіля, заживленість струмом кондиціонера.

Отже, підсумовуючи, підкреслимо, що за постійного рівня різниці між тиском палива й тиском у впускному колекторі двигуна (0,25-0,30

МПа), кількість палива, яке вприскується, визначається лише тривалістю імпульсу за командою ЕБК.

Система роздільного вприску палива двигуна ВАЗ – 2111

У нашій країні експлуатується багато автомобілів закордонного виробництва з системою вприску палива (інжектором). Крім того системою вприску палива обладнується велика кількість вітчизняних автомобілів ВАЗ, ГАЗ, ЗАЗ – Daewoo.

До того, як з'явився вприск палива, воно подавалося в повітря, що проходило через змішувальну камеру карбюратора. Коли повітря проходило через вузьку частину змішувальної камери, його швидкість збільшувалась, тиск зменшувався і паливо засмоктувалося в повітряний потік. Чим швидше працював двигун, тим більше потрапляло в нього повітря і автоматично збільшувалась кількість поступаючого палива.

Керування роботою двигуна здійснювалось тільки поворотом дросельної заслінки, що перекривала впускний трубопровід. Це був приклад прекрасної концепції, що добре служила більшу частину століття. Але карбюратору завжди були потрібні додаткові пристрої для того, щоб він міг добре працювати на всіх можливих режимах. Для холодного запуску потрібна була повітряна заслінка, що зменшувала потік поступаючого повітря, і "збагачувала" суміш. Багато карбюраторів мали потребу і в маленьких насосах, які додавали паливо, якщо водій різко натискав на дросель. Цим "прискорювальним" насосам запобігали провали в роботі двигуна, обумовлені недоліком палива у момент різкого відкриття дросельної заслінки. На щастя, повітряні заслінки стали робити автоматичними, правда, не завжди вдалими. Застосовувалися різні конструкції для зменшення завихрень, що утворювалися за дросельною заслінкою і що збільшували насосні втрати. Останні покоління карбюраторів стали дивно складними: з трубками, камерами і соплами, які повинні були компенсувати відмінності в умовах роботи і допомогти водієві. Потім дуже

швидко карбюратори покинули сцену, поступившись місцем різним системам уприскування палива.

Системи вприску палива класифікують за різними ознаками.

За місцем підведення палива розрізняють:

- центральний одноточковий вприск;
- розподільний вприск;
- безпосередній вприск в циліндри.

За способом подавання палива вприск буває:

- неперервним;
- переривчастим.

Крім того, ці системи розрізняють за типом механізмів, що дозують паливо:

- з плунжерними насосами;
- з розподільниками;
- з форсунками;
- з регуляторами тиску.

Регулювання кількості суміші може бути:

- пневматичним;
- механічним;
- електронним.

Регулювання складу суміші може здійснюватися за:

- розрідженням у впускній системі;
- кутом повороту дросельної заслінки;
- витратою повітря.

Проблема полягала в тому, що карбюратор, як і розподільник, просто не був достатньо точним, не зміг швидко відповісти на вимоги до зниження шкідливих викидів у відпрацьованих газах, тоді як це змогли зробити системи вприску. Основний принцип всіх сучасних систем уприскування полягає в тому, що паливо знаходиться під постійним середнім тиском в «рейці», до якої

за допомогою трубок приєднані форсунки. Паливо впрыскується під електронним контролем, за допомогою електромагніту, що піднімає голчастий клапан у форсунці, який відкриває прохід для палива на певний час. Вирішальним чинником є момент відкриття клапана і час, на який він залишається відкритим (цей час визначає кількість палива, що уприснуто). Потік палива, що проходить через форсунку, безпосередньо не контролюється, за винятком непрямого способу, шляхом зміни тиску палива в паливній рейці. Кількість впрыскуваного палива ретельно розраховується, щоб відповідати кількості повітря, що поступає в кожен момент часу.

Деякі з перших систем уприскування були скоріше механічними, ніж електронними, і деякі з них, як, наприклад, чудова система BOSCH, були надзвичайно дотепними і добре працювали. Хоча, врешті-решт, виявилось, що краще розраховувати на електроніку, яка дає можливість зробити систему компактнішою, що надійніше і простіше адаптується до вимог різних двигунів. Теоретично форсунки можуть бути встановлені майже скрізь. Деякі перші системи електронного уприскування були карбюратором, з якого віддалялися всі "пасивні" паливні системи і встановлювалися одна або дві форсунки, таким чином відбувався "центральний впрыск". Є певна перевага, якщо паливо впрыскується якомога ближче до циліндра. Чим довший шлях проходить паливо по впускному трубопроводу, тим більше воно конденсується на стінках і затримується в нерівностях, змінюючи тим самим ретельно розрахований склад суміші. Стало загальноновизнаною практикою розташовувати форсунки у впускному трубопроводі, що уприскують паливо безпосередньо на задню частину тарілки впускного клапана. Така система називається "Багатоточковий впрыск" (або розподільний впрыск), на відміну від "моно-впрыску". Теоретично впрыск може здійснюватися в будь-який момент часу, а попадати в камеру згоряння паливо буде разом з повітрям, коли відкриється впускний клапан. Неможна забувати, що час між імпульсами впрыску може бути дуже малим, біля одної п'ятидесятої секунди. Виходячи з цього, всі форсунки можуть бути

відкриті одночасно, у відповідний момент часу. Такі системи називають системами "постійного" вприску. Вони також працюють добре, однак неможна відкинути факт, що умови для вприску палива в різні циліндри будуть відрізнятись. У деяких з них перемішування палива з повітрям буде більш досконалим і згоряння буде протікати краще.

Можливо, через більш суворі вимоги до вмісту відпрацьованих газів, а може, через потяг до кращої економії палива, більшої потужності і кращої прийомистості розробники двигунів вирішили, що кожна форсунка повинна працювати індивідуально, відкриваючись в кращий момент часу, у відповідності з роботою відповідного циліндра. Це призвело до ускладнення електронного контрольного модуля, котрий повинен був видавати не один сигнал на всі форсунки, а стільки сигналів, скільки є форсунок, але в результаті був того вартий. Результатом став "послідовний" вприск, і в даний час майже всі легкові автомобілі з бензиновими двигунами обладнані системами багатоточкового послідовного вприску.

На автомобілях ВАЗ можуть встановлюватись двигуни із системою роздільного упорскування палива, тобто паливо вприскується чотирма форсунками (по одній форсунці на циліндр) у впускну трубу, на впускні клапани. Тут паливо випаровується, перемішується з повітрям й у вигляді горючої суміші надходить у циліндри двигуна. Система вприску палива дозволяє знизити токсичність відпрацьованих газів при поліпшенні їздових якостей автомобіля. Існують дві системи розподіленого упорскування: з зворотним зв'язком і без нього.

Система зі зворотним зв'язком застосовується, в основному, на експортних автомобілях. У цій системі впуску встановлюється нейтралізатор і датчик кисню, котрий і забезпечує зворотний зв'язок. Датчик відсліджує концентрацію кисню у відпрацьованих газах, а електронний блок керування за його сигналами підтримує таке співвідношення повітря/паливо, що забезпечує найбільше ефективну роботу нейтралізатора. У якості палива необхідно

застосовувати тільки неетилований бензин. Застосування етилованого бензину призведе до ушкодження нейтралізатора, датчика кисню й до відмови системи.

У системі впорску без зворотного зв'язку не встановлюються нейтралізатор і датчик кисню, а для регулювання концентрації С у відпрацьованих газах служить С-потенціометр. У цій системі не застосовується також система вловлювання парів бензину.

1.4. Система безпосереднього (прямого) уприскування бензину в циліндри

У двигунах з безпосереднім уприскуванням бензину утворення паливноповітряної суміші здійснюється в камерах згоряння: при такті впуску в циліндр двигуна 6 (рис.1.11) через порожнину дросельної заслінки 3 і колектор 4 надходить повітря; паливо від накопичувальної магістралі (акумулятора) подається форсунками 5 з електромагнітним керуванням в циліндри двигуна 6.

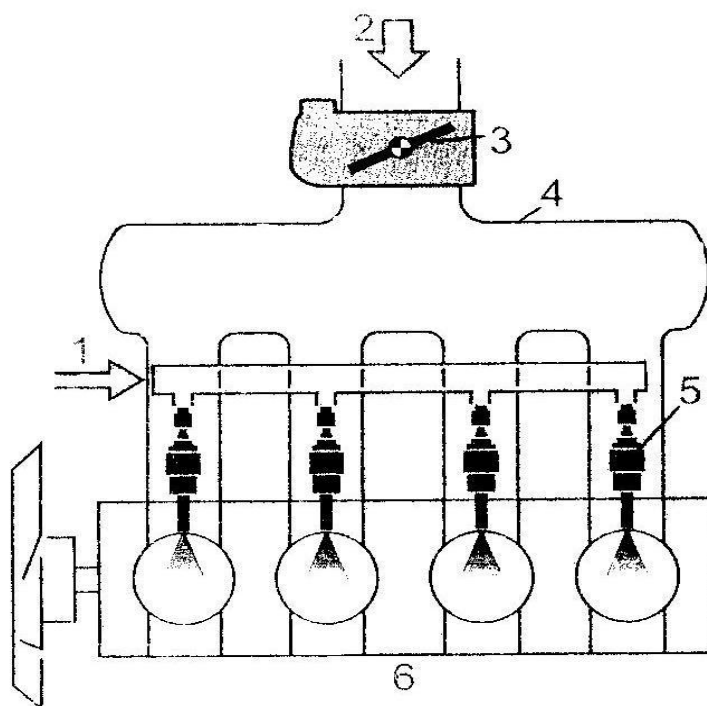


Рис. 1.11. Фрагмент принципової схеми системи живлення з безпосереднім (прямим) уприскуванням бензину:

1 і 2-надходження палива й повітря; 3-дросельна заслінка; 4-впускний колектор; 5-форсунка; 6-блок циліндрів

Підсистема подачі палива складається з контурів низького та високого тиску. Перший (первинний) контур може бути з магістраллю повернення надлишку палива в бак або без неї.

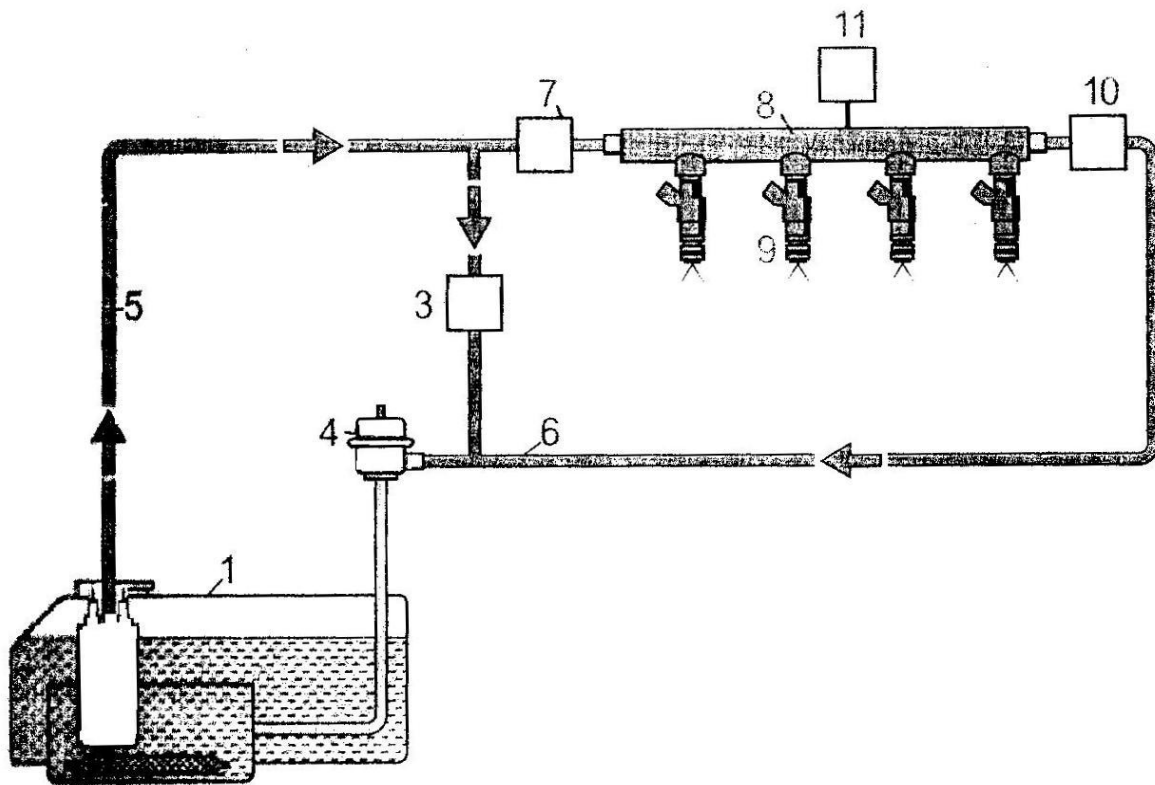


Рис. 1.12. Контурні низького (а) і високого (б) тиску підсистеми паливоподачі в системі безпосереднього уприскування бензину:

а) 1 і 2-паливний бак і електричний підкачувальний насос; 3-запірний клапан; 4-регулятор тиску палива; 5-паливоподавальна магістраль; 6-магістраль зворотного руху палива; б) 7-паливний насос високого тиску; 8-паливний колектор (акумулятор); 9-форсунка; 10 і 11-клапан-регулятор і давач високого тиску

Електричний паливоподавальний насос 2 (рис. 1.12) нагнітає бензин до насоса високого тиску (ПНВТ) 7 під тиском 0,3-0,5 МПа. Роль запірного клапана 3 полягає в наступному: за створення умов для пароутворення в контурі (порушується робота ПНВТ), під час пуску двигуна з високою

температурою і в режимі холостого ходу, запірний клапан закритий, внаслідок чого вмонтований у паливопідкачувальний насос обмежувач тиску підвищує тиск у контурі до 0,5 МПа; за відсутності загрози пароутворення (в процесі роботи двигуна за рахунок циркуляції палива відбувається його охолодження), запірний клапан відкритий, регулятор 4 підтримує тиск у первинному контурі в межах 0,3 МПа.

В сучасних конструкціях систем живлення електричні підкачувальні насоси розміщуються в паливних баках. У системах, в яких відсутні магістралі зворотного руху палива, регулятор тиску 4 зазвичай вмонтовується в інтегрований модуль всередині бака, де виконує також функцію повернення (зливання) палива.

Залежно від режиму роботи двигуна (за крутним моментом і частотою обертання колінчастого вала) ПНВТ нагнітає бензин під тиском 5-12 МПа (регулюється клапаном-регулятором 10, вимірюється давачем 11) до колектора (акumuлюючої місткості) 8, де він утримується перед моментом уприскування в циліндр форсункою 9 за командою ЕБК.

Завдяки високому тиску вприскування відбувається дрібне розпилювання палива. Залежно від експлуатаційного режиму роботи двигуна в камерах згоряння може створюватись гомогенна суміш ($\lambda \leq 1$ у всьому об'ємі камери згоряння), при цьому досягається високий рівень крутного моменту двигуна, або пошарове розміщення суміші ($\lambda \leq 1$ навколо іскрової свічки, робота на дуже збідненій суміші), що реалізується в режимах мінімальної частоти обертання колінчастого вала і малих навантажень (відповідно зменшується витрата палива). При роботі двигуна з пошаровим способом утворення суміші більша частина камери згоряння заповнюється або свіжим повітрям з рециркульованими газами, або надто збідненою бензоповітряною сумішшю. Загальний коефіцієнт надлишку повітря в такому разі сягає рівня 1,5-3,0. Таким чином вдається забезпечити ефективне згоряння навіть екстремально збідненої

суміші, що і призводить до підвищення паливної економічності двигунів з такими системами живлення.

Інформація для допитливих: група студентів інженерного факультету університету Гедіз (Турція) розробила автомобіль, якому достатньо одного літра бензину, щоб проїхати тисячу кілометрів. Машина гібридного типу сконструйована на базі існуючих технологій, де збалансовано використання бензину, сонячної енергії, електричної енергії та роботи системи рециркуляції.

Впровадження компанією Bosch системи прямого вприску в рамках розвитку технології Common Rail призвело до революційних змін в роботі одного з типів двигуна внутрішнього згорання.

Протягом останнього десятиліття ця технологія стала беззаперечним стандартом для дизельних двигунів - вона застосовується у 80% всіх нових дизельних авто в світі. Подібних змін зазнає сьогодні і бензиновий двигун.

Німецька компанія Gutbrod стала першим автовиробником, який в 1951 році використав систему прямого бензинового вприску Bosch в деяких моделях компактних авто Superior. Починаючи з 1954 року ця технологія використовується в серійному виробництві Mercedes-Benz SL300 - славнозвітного «Крила чайки». Принцип роботи системи з тих пір не змінився: інжектори впорскують паливо безпосередньо в камеру згорання в настільки дрібно розпиленому стані, що воно швидше запалюється, і завдяки цьому швидше підвищується рівень тиску в циліндрах двигуна. За рахунок цього досягається більш високий крутний момент при скорочених витратах палива - до 15%. І хоча новий принцип приготування паливо-повітряної суміші дозволяє відчутно економити паливо, знадобилося чимало часу, перш ніж технологія набула широкого поширення. Протягом десятиліть компанія Bosch продовжувала розвивати технологію прямого бензинового вприску. Одним з ключових інноваційних рішень стало використання лазера для пробивання

отворів в інжекторах, що забезпечує особливо точне утворення суміші і миттєве згоряння палива при мінімальному рівні викидів відпрацьованих газів (залишків горіння) в атмосферу. У 2013 році за цю інновацію компанії Bosch, Trumpf і Йенський університет отримали найпрестижнішу премію в галузі наукових досягнень в Німеччині - German Future Prize.

«Система прямого вприску несе ті ж революційні зміни в бензиновому двигуні, що зазнав свого часу дизельний мотор, - відзначає д-р Рольф Буландер, член ради директорів Robert Bosch GmbH, керівник напряму розвитку систем трансмісії. - Інноваційні технології Bosch підвищують енергоефективність паливної системи авто, дозволяють економити кошти власникам авто на кожному «пройдену» кілометрі, а також істотно скорочують викиди відпрацьованих газів в атмосферу». Так, в 2013 році в більше ніж 40% нових авто була встановлена система прямого бензинового вприску. Згідно з підрахунками експертів Bosch, це дозволило скоротити кількість викидів CO₂ в регіоні сумарно на 1,2 млн кг.

Ідеальна основа для електрифікації бензинових двигунів

Потенціал системи прямого вприску не вичерпується підвищенням ефективності роботи двигуна внутрішнього згоряння. Це також чудова база для спільної роботи з електроприводом. Використання системи прямого вприску дозволяє зменшувати розміри самого двигуна, в першу чергу, за рахунок скорочення кількості циліндрів в ньому. При цьому загальне підвищення потужності двигуна можливе за рахунок електроприводу. Тобто двигун може створювати крутний момент як самостійно, так і за рахунок додаткової потужності, що генерується електроприводом в різних режимах експлуатації - так, наприклад, гібридні авто можуть долати близько 60 км на одній тільки електриці, з повністю відключеним ДВЗ. «Система прямого вприску і електричний привід відмінно доповнюють один одного», - говорить д-р

Буландер. Крім того, використання електроприводу поряд із системою прямого впорску також сприяє значному зниженню викидів CO₂.

Гарним прикладом такої взаємодії служить система посиленої рекуперації Bosch. 48-вольтний електрогенератор відмінно працює в зв'язці з двигуном зменшеного об'єму. Потужний електропривід підтримує двигун на низьких швидкостях або в режимі розгону, що дозволяє економити до 15% палива. При русі «накатом» або на спусках при вимкненому ДВЗ можна економити ще до 10%. Тобто загальний рівень економії палива може становити близько 25%. При цьому система відповідає найжорсткішим міжнародним стандартам з викидів ВГ для автомобілів середнього класу.

Для автомобілів більш високого класу такої же економічності можна досягти за допомогою гібридного двигуна - з постійно підключеним електроприводом і ДВЗ з системою прямого бензинового впорску. Як приклад, візьмемо автомобіль з пробігом в 15 000 км на рік. Так, за умови щоденного пробігу в 20 км (дорога на роботу і назад), близько 10 000 км (2/3 річного пробігу) автомобіль зможе подолати за рахунок електроприводу. Ще 5000 км можна економити на паливі завдяки системі прямого бензинового впорску. У загальному заліку економія палива на 15 000 км на рік складе більше 70%.

Зростає попит в Європі, прогнозований попит в США і Китаї. Жорсткі стандарти викидів CO₂ в Європі (до 2021 року - не більше 95 грамів на 1 км) призвели до підвищення популярності системи прямого бензинового впорску на ринку авто на початку цього тисячоліття. Так, до 2016 року автомобілі з системою прямого впорску Bosch становитимуть майже половину європейського автопарку. У 2012 році компанія Bosch забезпечила автовиробників більше ніж 5-ма мільйонами систем прямого бензинового впорску в європейському регіоні, і ця цифра буде рости до 9 млн до 2015 року. Можна з упевненістю сказати, що лідерство Bosch за обсягом продажів в сегменті систем прямого впорску навіть більш переконливе, ніж в сегменті

класичних систем. «Наші продажі в Європі зараз на дуже високому рівні. У найближчі кілька років ми очікуємо такого ж успішного розвитку в США та Китаї», - розповідає д-р Буландер. Так, вже сьогодні в цих країнах близько 90% нових авто випускаються з бензиновим мотором. І, незважаючи на досить жорсткі обмеження на імпорту систем прямого вприску для локального виробництва в цих країнах і подальше посилення законодавства в сфері обмеження викидів CO₂ в атмосферу, компанія Bosch прогнозує стрімке зростання продажів в цьому сегменті. У Китаї, наприклад, вже до 2020 року третина всіх нових авто буде комплектуватися системами прямого бензинового вприску.

Для забезпечення потреб зростаючого ринку у всіх трьох регіонах - Європі, США та Китаї - компанія Bosch розвиває виробництво систем прямого бензинового вприску в Бамберзі /Bamberg і Нюрнберзі/Nuremberg (Німеччина), Бурсі/Bursa (Туреччина), а також виробляє компоненти в Чарльстоні (США), Сан Луї Потоці/San Luis Potosi (Мексика), Усі/Wuxi (Китай) і Гунпо/Gunpo (Корея).

1.5. Інтегрована (уприскування та запалювання) мікропроцесорна система керування двигуном

Уприскування (від англійського "injection") сьогодні – це комплексна система управління, що забезпечує оптимальний режим роботи двигуна з метою зниження токсичності відпрацьованих газів, підвищення потужності і економічності двигуна.

В системі керування двигуном можна виділити наступні складові частини:

- **контролер** (від англійського "control" – "управління") – це мозок системи, що оцінює інформацію від датчиків про поточний режим роботи двигуна, виконує досить складні обчислення і керуючий виконавчими механізмами;

- **датчики** – очі системи, що інформують контролер про те, що відбувається з двигуном та автомобілем в цілому в даний момент;
- **виконавчі механізми** – руки системи, що виконують команди контролера.

Для того щоб двигун нормально працював, необхідно:

- визначити оптимальну кількість палива й момент, коли його необхідно подати в циліндр;
- визначити оптимальний момент, коли необхідно подати в циліндр іскру;
- доставити в циліндр паливоповітряну суміш в потрібній пропорції і забезпечити іскру.

Перші два завдання вирішує тандем "датчики-контролер", третю – "контролер-виконавчі механізми".

Історія виникнення систем управління двигуном

Перші механічні системи, що використовували принцип подачі палива в циліндр за допомогою плунжерного насоса, з'явилися вже на зорі автомобілебудування. Але вони не могли конкурувати з більш дешевими карбюраторами і тому надовго були витіснені з ринку серійних автомобілів.

Епоха карбюраторних двигунів могла б тривати дуже довго, якби не посилення вимог до екологічності. За сторіччя автомобільний парк в світі зріс настільки, що в будь-якій з розвинутих країн проблема зниження викидів відпрацьованих газів у навколишнє середовище стала загальнонаціональною, а для її вирішення потрібно втручання держави.

Автовиробників зобов'язали випускати автомобілі, що задовольняють нормам щодо вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Щоб забезпечити безболісний перехід автозаводів на випуск більш екологічних автомобілів, жорсткість норм провадилося поетапно. Нафтові кризи змусили задуматися і про паливну економічність. Таким чином, автовиробники були вимушені удосконалювати системи управління двигуном і самі двигуни, використовуючи новітні досягнення науки і техніки, для того щоб зберегти право продавати свої автомобілі.

Еволюцію систем управління двигуном можна розглянути на прикладі Європи.

До 1993 року в Європі діяли стандарти токсичності, у які вільно укладалися карбюраторні двигуни, а також двигуни з механічним упорскуванням без нейтралізатора відпрацьованих газів. У 1993 році в Європі були прийняті жорсткіші вимоги до токсичності, названі "Євро-1" (цифра "1" символізує перший крок на шляху до екологічно чистих двигунів). Поряд з різким обмеженням змісту шкідливих речовин у вихлопних газах (таких, як оксиди азоту NO_x , вуглеводні CH і оксид вуглецю CO) з'явилось обмеження по випарам палива із систем автомобіля. При цьому автомобіль повинен був укладатися у вимоги стандарту протягом перших 80 000 км пробігу.

З усіх варіантів вирішення проблеми зниження шкідливих викидів найефективнішим виявилось використання каталітичного нейтралізатора, в якому в результаті хімічної реакції з киснем у присутності каталізатора вуглеводні CH , оксид вуглецю CO та окисли азоту NO_x перетворюються на воду H_2O , двоокис вуглецю CO_2 та азот N_2 . Особливість нейтралізатора полягає в тому, що для ефективної боротьби з усіма трьома шкідливими компонентами паливо повинне подаватися в циліндр в строгій пропорції з повітрям (так званий стехіометричний склад суміші).

Механічний карбюратор виявився не в змозі забезпечувати точне дозування палива, і йому на зміну прийшов електронний карбюратор. Механічний впрыск змінив впрыск електронний: центральний (одноточковий) і розподілений (багатоточковий). Невід'ємною частиною систем з нейтралізатором став датчик кисню (лямбда-зонд). Для боротьби з випарами палива на автомобіль встановили систему уловлювання парів бензину.

У 1996 році в Європі набув чинності новий стандарт токсичності – "Євро-2", більш жорсткий порівняно з попереднім. Єдиною системою, яка дозволяла укладатися в ці вимоги з великим запасом, була система з розподіленим упрыскуванням палива. Ера карбюраторів завершилася.

Наступний крок – "Євро-3" – був зроблений в 2000 році. Посилення норм токсичності в цьому стандарті доповнюється вимогою постійного контролю працездатності основних компонентів системи, несправність яких призводить до збільшення шкідливих викидів. Контролеру була поставлено додаткове завдання – перевіряти правильність роботи системи та інформувати водія про несправності.

У 2005 році всі автовиробники Європи починають випуск автомобілів, що задовольняють нормам "Євро-4". Для виконання вимог щодо екологічності та поліпшення споживчих якостей автомобіля:

- удосконалюються алгоритми управління двигуном, нейтралізатор переноситься ближче до двигуна або забезпечується спеціальним підігрівачем;
- використовується система рециркуляції відпрацьованих газів;
- додається система подачі вторинного повітря;
- збільшується число клапанів на циліндр;
- впускні труби стають змінної довжини;
- фази газорозподілу змінюються залежно від режиму роботи двигуна;
- впускання палива здійснюється безпосередньо в циліндр;
- намічається тенденція до переходу на комбіновані силові установки;
- провідні автогіганти проводять активні роботи в галузі альтернативних джерел енергії і т. д.

Формально в нашій країні вже сьогодні діють норми токсичності, що відповідають рівню "Євро-2".

Як до всього цього ставитися?

Прогрес не зупинити, і ми будемо їздити на більш екологічних автомобілях. Так, автомобілі стають складніше, але не варто забувати, що комп'ютери і стільникові телефони ще вчора шокували обивателів своєю складністю. А сьогодні всі ними користуються, не замислюючись про те, що там всередині. Так і вприск треба розглядати як продукт, створений для

спрощення користування машиною, а не як "головний біль" для її господаря. Складна система насправді дає споживачеві масу зручностей в експлуатації.

Простий приклад – прогрів двигуна. Якщо в системі з карбюраторним живленням водій був змушений користуватися повітряною заслінкою для регулювання обертів холостого ходу двигуна, то зараз для цього робити нічого не треба – система має спеціальну функцію підтримки обертів в залежності від температури двигуна.

Прогрес мікроелектронної технології призвів до підвищення рівня низки робочих характеристик автомобільних двигунів, зокрема шляхом створення об'єднаного керування системами вприскування палива й запалювання робочої суміші.

Електронна інтегрована система фірми Bosch Motronic стала виготовлятися серійно в другій половині шестидесятих років минулого століття. Вона була сконструйована так, що створення паливноповітряної суміші й момент її запалювання змінювалися залежно від умов роботи двигуна та режиму руху автомобіля. Принцип роботи системи полягає в наступному: за допомогою датчиків до мікропроцесора (головного елемента) надходить для кожного циклу вприскування й запалювання інформація про кількість і температуру всмоктуваного повітря, частоту обертання колінчастого вала двигуна, положення колінчастого вала та ін.; мікропроцесор порівнює отримані параметри із величезною кількістю записаних у програмі та формує відповідну команду для реалізації.

Важливою перевагою системи є те, що сумісне використання датчиків як для вприскування, так і для запалювання суміші призвело до обмеження кількості конструкційних елементів (позбавлення від потенційних джерел виникнення несправностей), завдяки чому зросла безвідмовність роботи. У випадку збоїв передбачено додаткові функції, що дозволяє використання автомобіля в аварійному режимі, а програма самодіагностики здатна автоматично коригувати помилки в роботі.

Сигнали від датчиків 1-11 (рис. 1.13) перетворюються в аналого-цифровому пристрої 12 в цифрову інформацію, яка надходить до мікропроцесора 13. Мікропроцесор синтезує отриману інформацію за програмою, занесеною в блок пам'яті 14 (з використанням блока 15). Вихідні сигнали знову перетворюються в аналогові в блоках 16 і 17, підсилюються в каскадах 18 і 19, після чого перетворюються в команди, що діють на відповідні пристрої систем живлення та запалювання.

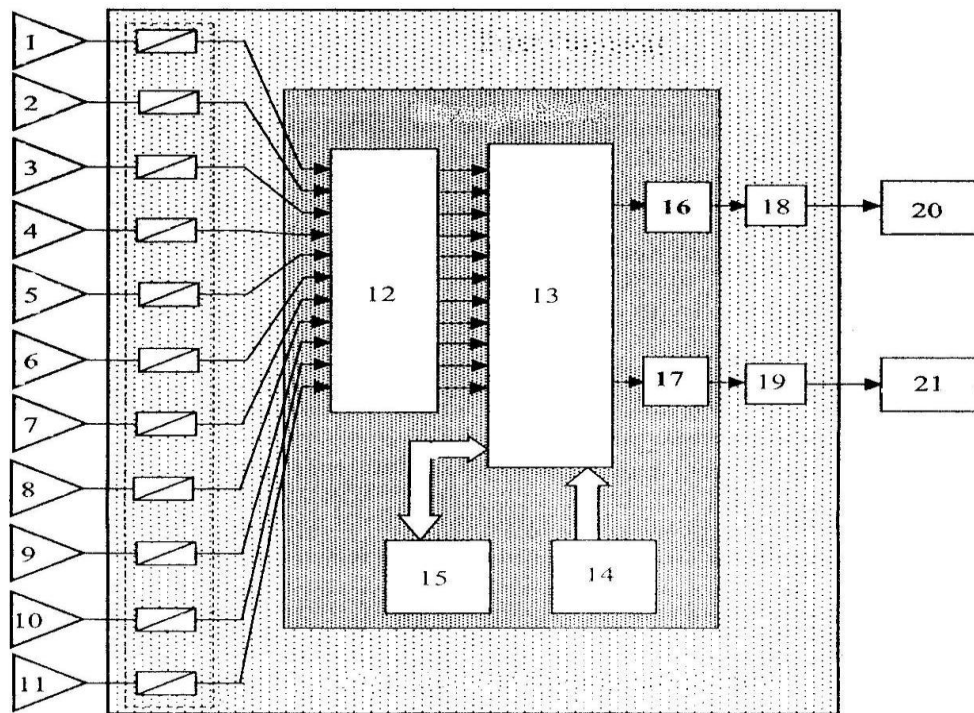


Рис. 1.13. Функціональна структура інтегрованої (об'єднаної) системи електронного керування уприскуванням і запалюванням робочої суміші:

а) вхідні сигнали: 1 і 2-кутове положення й частота обертання колінчастого вала двигуна; 3 і 4-об'єм і температура всмоктуваного повітря; 5-температура холодильної рідини; 6-напруга акумуляторної батареї; 7-положення дросельної заслінки; 8-пускові умови; 9 і 10-детонація та компресія; 11- датчик концентрації кисню; б) елементи системи: 12-аналогово-цифровий перетворювач; 13-мікропроцесор; 14 і 15-блоки пам'яті; 16 і 17-цифро-аналогові перетворювачі; 18 і 19-підсилювачі сигналів; 20 і 21-системи живлення і запалювання

Так, у системі Motronic ЕБК виконує такі основні функції: визначає циклову подачу палива відповідно до масової витрати повітря, що проходить у двигун; керує запалюванням робочої суміші за численними вхідними сигналами в оптимальні моменти часу (зміна моменту запалювання відбивається на крутному моменті, витраті палива й токсичності ВГ). Додатково задіяно керування процесами в розімкнених чи замкнених (зі зворотним зв'язком) контурах та поліпшення складу ВГ двигуна, що функціонально проявляється в: керуванні частотою обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу; керуванні складом суміші за зворотним зв'язком; регулюванні в системі вловлювання пари палива (з продуванням адсорбера); керуванні з застереженням детонації; рециркуляції ВГ з метою обмеження емісії шкідливих речовин; керуванні підсистемою подачі повітря в випускний колектор з метою активізації дії каталітичного нейтралізатора. Можуть бути й такі функції, як: керування роботою турбокомпресора за зворотним зв'язком; керування заслінками зміни геометрії впускного патрубку з метою підвищення крутного моменту і потужності двигуна; керування зміною фаз газорозподілу; обмеження крутного моменту двигуна і швидкості автомобіля з метою захисту як двигуна, так і автомобіля та ін.

Блок керування, основою якого є мікропроцесор, - складна частина електронного обладнання. Він вразливий до вібрації та нагрівання, тому розташовується переважно в салоні автомобіля (на відстані від двигуна). Сучасні ЕБК захищені від електромагнітних випромінювань (паразитних сигналів радіочастоти, що можуть створювати перешкоди).

Принагідно нагадаємо наступне. Газотурбінний наддув – засіб поліпшення наповнення циліндрів і, як наслідок, підвищення крутного моменту двигуна; регулювання тиску наддуву зумовлено тим, що на високих швидкісних і навантажувальних режимах роботи двигуна масовий потік ВГ настільки великий, що може викликати перевантаження, тому частина ВГ перепускається мимо турбіни у випускний колектор за допомогою

спеціального клапана; внаслідок цього обмежується частота обертання ротора турбіни (тиск наддуву знижується).

Змінні фази газорозподілу (зміна моментів відкриття і закриття клапанів) дозволяють адаптувати наповнення циліндрів до різних частот обертання колінчастого вала, внаслідок чого: зростає потужність двигуна, оптимізується крутний момент в широкому діапазоні швидкісних режимів роботи двигуна; знижується емісія шкідливих речовин, витрата палива і шумність роботи.

Зі схеми, що на рис. 1.14, видно взаємозв'язки елементів комбінованого керування системами живлення та запалювання.

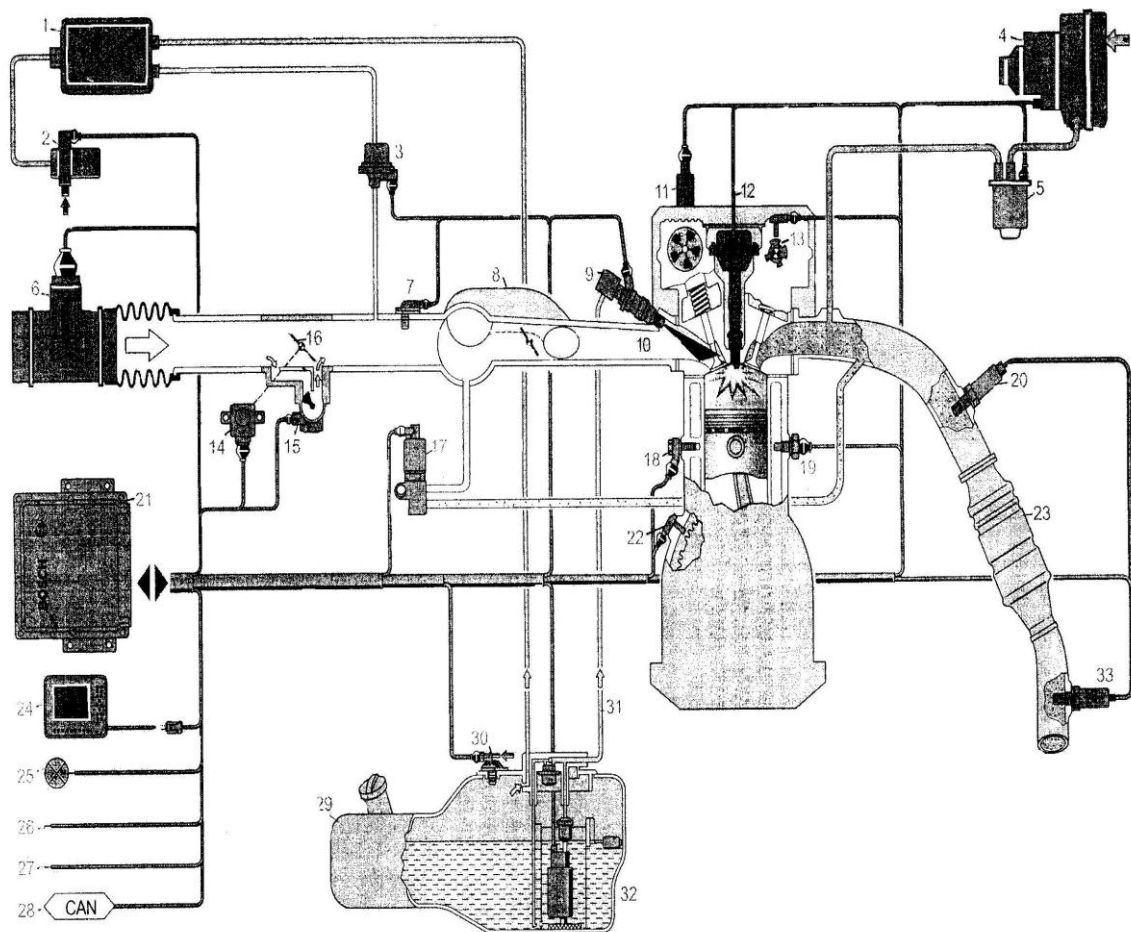


Рис. 1.14. Взаємозв'язки складників, задіяних у системі об'єднаного керування двигуном (Mono-Motronic):

1-адсорбер (місткість з активованим вугіллям); 2-модуль діагностики випарів із паливного бака; 3-клапан продування адсорбера; 4-клапан подачі повітря у випускний колектор; 5-клапан керування подачею повітря; 6-давач масової витрати повітря (з температурним давачем); 7-давач абсолютного тиску (для бортової діагностики); 8-заслінки для зміни перерізу впускного патрубка; 9 і 10-паливний колектор і форсунка; 11-виконавчі механізми та давачі вузла зміни фаз газорозподілу; 12-блок індукційної котушки та іскрової свічки; 13 і 14-давачі положення розподільного вала та дросельної заслінки; 15-регулятор частоти обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу; 16-дросельна заслінка; 17-клапан рециркуляції відпрацьованих газів; 18 і 19-давачі детонації та температури холодильної рідини; 20 і 33-кисневі давачі; 21-електронний блок керування; 22-давач частоти обертання колінчастого вала; 23-трикомпонентний каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів; 24-інтерфейс системи діагностики; 25-індикатор несправностей; 26, 27, 28-інтерфейси керування і мобілайзером, трансмісією, шин; 29-паливний бак; 30-давач тиску в паливному баку; 31-паливопроводи; 32-вбудований модуль паливного бака (електронасос, фільтр, регулятор тиску)

1.6. Підсумки розгляду систем

1. Викладені вище (пп. 1.2; 1.3; 1.4; 1.5) матеріали послідовно характеризують розвиток (вдосконалення і ускладнення) уприскувальних систем живлення.

2. За зовнішнього утворення паливноповітряної суміші (у впускному колекторі) перевага (і поширеність застосування) за системами живлення розподіленого типу з електронним керуванням.

3. За внутрішнього сумішоутворення (безпосереднє вприскування в камери згоряння) створюється можливість отримувати дві різні моделі складу суміші, що оптимізує роботу двигуна в різних режимах.

4. Найбільш досконала серед розглянутих схем – інтегральна система керування уприскуванням бензину й запалюванням робочої суміші, тому що:

- суміщення функції пристроїв дозволяє скоротити їх кількість;
- процеси сумішоутворення та запалювання оптимізуються сумісно, внаслідок чого поліпшуються параметри крутного моменту, витрати палива, складу ВГ, полегшується пуск і прогрівання холодного двигуна;
- створюються можливості для виконання інших функцій, наприклад – керування автоматичною коробкою передач, протибуксувальною системою ведучих коліс та антиблокувальною гальмівною системою, кондиціонером та ін.

Контрольні запитання щодо змісту модуля

1. Охарактеризуйте робочий цикл двигуна внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням.
2. Що характеризує коефіцієнт надлишку повітря в паливноповітряній суміші?
3. Скільки повітря теоретично необхідно і достатньо для повного згоряння 1 кг бензину?
4. Який склад суміші із названих (збагачена, нормальна, збіднена) забезпечує найбільшу потужність двигуна?
5. Яким параметром визначається літраж двигуна?
6. Що характеризує параметр «ступінь стиску»?
7. У чому принципова відмінність систем центрального та розосередженого уприскування бензину?
8. Чим обумовлені підвищені вимоги до чистоти бензину в інжекторних системах живлення?
9. Поясніть принцип дії гідрокерованої форсунки.
10. Яким параметром визначається тривалість дії пускової електромагнітної форсунки?

11. Яким чином під час пуску холодного двигуна збагачується паливноповітряна суміш?
12. Залежно від яких чинників електронний блок керування формує кількість уприскуваного в циліндри палива?
13. У чому полягає призначення лямбда-зонда в системі живлення двигуна?
14. Які компоненти відпрацьованих газів бензинових двигунів найбільш шкідливі для довкілля?
15. Які складники відпрацьованих газів бензинових двигунів нормуються?
16. У чому полягає принцип дії трикомпонентного каталітичного нейтралізатора відпрацьованих газів бензинових двигунів?
17. Як впливає технічний стан двигуна внутрішнього згоряння на його екологічні характеристики?
18. Які порушення в системі живлення двигуна призводять до зростання шкідливих викидів у довкілля?
19. У чому переваги інтегрованої мікропроцесорної системи керування двигуном?
20. З якою метою уніфікують комп'ютерні системи керування двигунами?
21. Прокоментуйте шляхи проходження бензину від бака до циліндра двигуна в описаних системах живлення.
22. Розгляньте на автомобілі та охарактеризуйте розташування пристроїв уприскувальної системи живлення.
23. Охарактеризуйте пошаровий спосіб сумішоутворення.

2. БУДОВА Й ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИСТРОЇВ

2.1. Повітропостачальна підсистема

Повітря надходить у циліндри двигуна під час руху поршня від ВМТ до НМТ через щілину, утворену відкриттям впускного клапана.

У **безнаддувних** двигунах це відбувається завдяки тому, що атмосферний тиск переважає тиск у циліндрах. Засмоктуваний повітряний потік у двигунах з уприскувальними системами живлення залежить від положення дросельної заслінки: коли вона повністю відкрита – максимальний; коли закрита – мінімальний.

Застосування наддуву дозволяє збільшити масовий заряд циліндрів і, таким чином, підвищити потужність двигуна за високого рівня коефіцієнта корисної дії. Найбільшого поширення серед інших способів збільшення кількості повітря набув **турбонаддув**. Основними складниками турбокомпресора є газова турбіна (приводиться в дію енергією ВГ) та компресор, змонтований на спільному з турбіною валу. У процесі стискання в компресорі повітря нагрівається, що погіршує наповнення циліндрів. Тому в деяких конструкціях для зниження температури застосовується охолоджувач (теплообмінник).

Зважаючи на деякі (серед них і принципові) відмінності, розглянемо почергово пристрої, задіяні в повітропостачанні систем живлення з безперервним (постійним) (А) та дискретним (імпульсним) вприскуванням (Б).

А. У складі повітропостачальної підсистеми є фільтр, у впускному патрубку розташовані витратомір (регулятор потоку) повітря 14 (див. рис. 1.6), дросельна заслінка 9, регулювальний гвинт 10 частоти обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу, клапан 8 додаткової подачі повітря (може бути відсутній).

Витратомір повітря і Д-Р подачі палива зв'язані між собою системою важелів. Піднімання чи опускання напірного диска витратоміра (рис. 2.1) під

дією змінного повітряного потоку зумовлює відповідне зміщення плунжера в Д-Р, внаслідок чого збільшується або зменшується подача палива до форсунок. Реакція напірного диска на зміну повітряного потоку дуже швидка завдяки тому, що він досить легкий, важіль встановлений на підшипниках кочення і система зрівноважена встановленим на протилежному від диска кінці важеля балансиrom (або пружиною). Додамо: тиск палива в надплунжерній порожнині Д-Р протидіє повітряному потоку, що сприймається напірним диском (забезпечується плавність руху останнього).

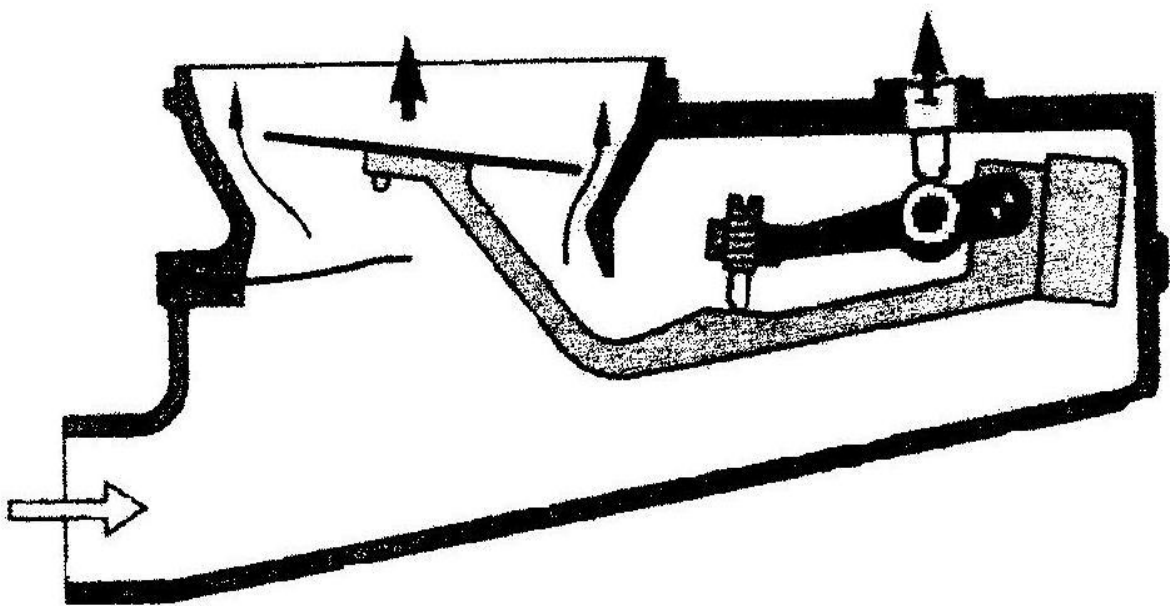


Рис. 2.1. Схема важільного з'єднання напірного диска витратоміра повітря й плунжера дозатора палива

Дросельною заслінкою, керованою водієм за допомогою педалі через тросовий привод, регулюється повітряний потік у циліндри двигуна (за винятком режиму холостого ходу). В режимі холостого ходу (дросельна заслінка закрыта) повітря надходить обхідним каналом з регулювальним гвинтом 10 (див. рис. 1.6). Будь-яка зміна кількості повітря в обхід дросельної заслінки призводить до відповідної зміни кількості вприскуваного палива (склад суміші не змінюється).

В процесі пуску та прогрівання холодного двигуна має подаватись більша кількість суміші. Один із засобів, передбачених для цього, клапан 8 додаткової подачі повітря. При холодному двигуні клапан 1 (рис. 2.2) утримується біметалевою пластиною 2 у верхньому положенні, і додаткова кількість повітря проходить в обхід дросельної заслінки (збільшення кількості повітря зумовлює більшу подачу палива). В початковий період роботи двигуна біметалева пластина прогріваючись (від температури двигуна і електричної спіралі), прогинається донизу, перекриваючи клапаном повітряний (додатковий) канал.

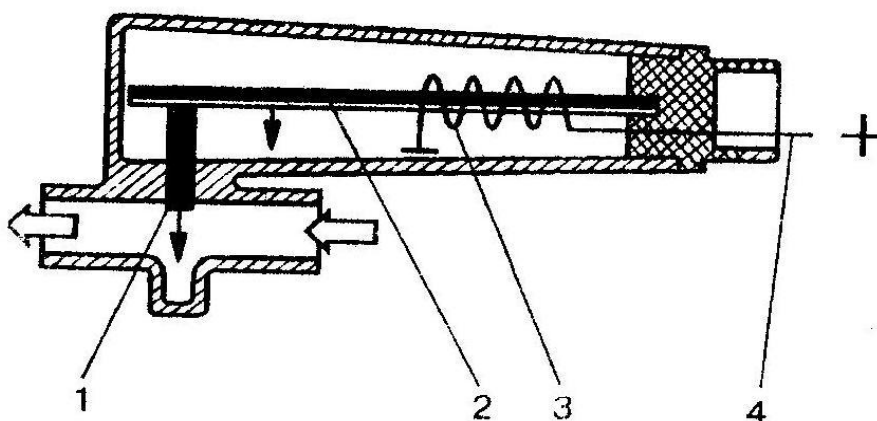


Рис. 2.2. Схема клапана додаткової подачі повітря:

1-власне клапан; 2-біметалева пластина; 3-нагрівальна спіраль; 4-штекер

Б. Повітропостачальна підсистема, як повідомлялося вище, вимірює кількість повітря, яке має опинитись в циліндрах двигуна, сигналізує про це ЕБК, регулює частоту обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу двигуна.

Найбільш поширені в імпульсній системі механічні (діють шляхом перетворення тиску потоку на чутливий елемент у електричний сигнал) та термоанемометричні (відбирання теплоти повітряним потоком від розігрітої спіралі призводить до зміни її опору) вимірники витрати повітря, розташування яких видно з (рис. 2.3).

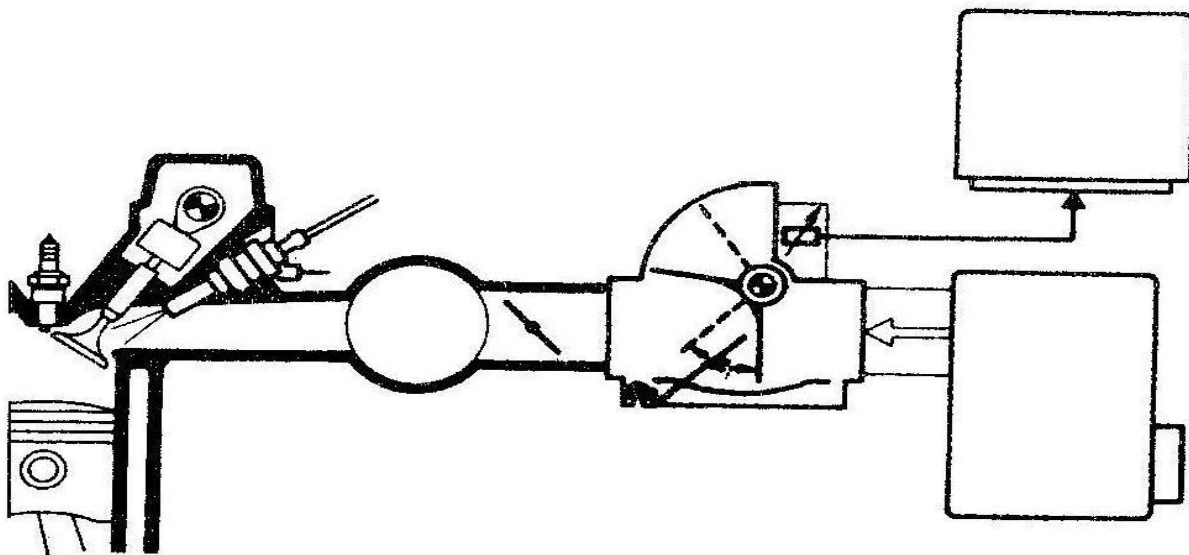


Рис. 2.3. Схема розташування витратоміра повітря

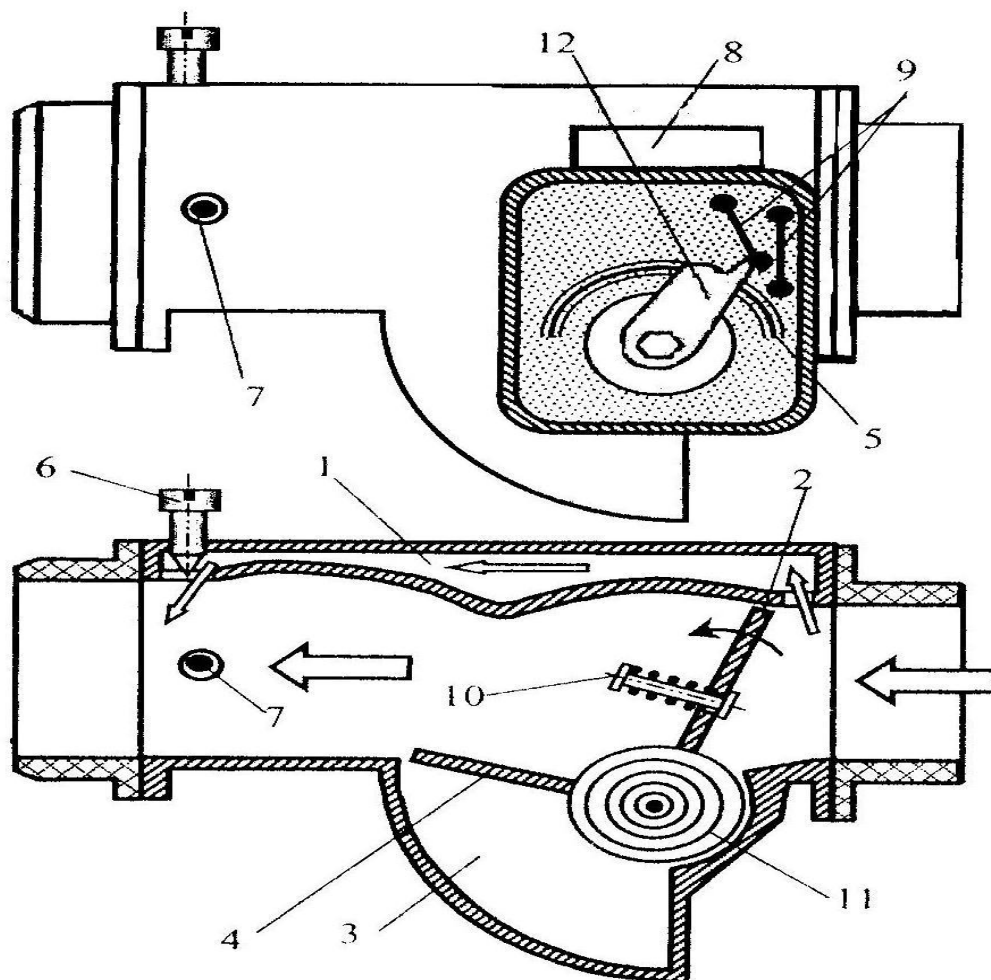


Рис. 2.4. Схема витратоміра повітря лопаткового типу:

1 і 6-байпасний (обвідний) канал і регулювальний гвинт складу суміші в режимі холостого ходу двигуна; 2 і 4-вимірювальна і демпферна заслінки; 3-демперна камера; 5-потенціометр; 7-давач температури; 8-електричний рознімач; 9-електричні контакти паливного насоса; 10 і 11-демпери вимірювальної заслінки; 12-повзун потенціометра

Заслінка 2 (рис. 2.4) давача лопатевого (флюгерного) типу реагує на тиск повітряного потоку, який регулюється дросельною заслінкою. Заслінка і повзун 12 змонтовані на одній осі. Повертання повзуна за допомогою потенціометричного пристрою (ланцюжок резисторів) 5 зумовлює зміну напруги (пропорційно витраті повітря).

Для створення певної протидії тиску повітряного потоку на заслінку 2 передбачена спіральна пружина 11, а для гасіння коливань, які викликаються пульсацією повітряного потоку, призначена демпферна пластина 4, нерухомо з'єднана з заслінкою 2 (її повертанням збільшується або зменшується тиск повітря в демпферній камері 3).

У витратомір повітря вмонтований давач температури 7 (густина холодного повітря більша, ніж нагрітого, тому потребується більша кількість палива для створення оптимального співвідношення компонентів суміші).

Порівняно з лопатевим (флюгерним) більш досконалим є термоанемометричний витратомір, у якому відсутні рухомі елементи (зокрема – ковзні з'єднання).

Отже, принцип дії витратоміра такого типу полягає в тому, що теплова енергія, необхідна для підтримання постійного перепаду температур між нагрітим елементом і повітряним потоком, у якому він розташований, пропорційна масовій витраті повітря через переріз патрубку. В каналі 1 (рис.2.5) автономного блока пристрою знаходяться: решітчасті вставки 2 (для забезпечення рівномірного проходження повітряного потоку в перерізі каналу і захисту від забруднення); резистор 3 (ввімкнений у вимірювальний ланцюг з платиновою ниткою 4 (діаметром 0,07-0,1мм); термокомпенсаційний елемент

(резистор) 5 для коригування сигналу від вимірювальної нитки з врахуванням температури повітря. Електронний модуль термоанемометра подає на нитку такий струм, щоб її температура, незалежно від швидкості потоку повітря, була на рівні 150°C . Таким чином, чим більша швидкість повітря, тим більший струм подається на нитку 4. Падіння напруги на прецизійному резисторі 3 фіксується електронним модулем і передається до ЕБК для формування відповідних керівних сигналів.

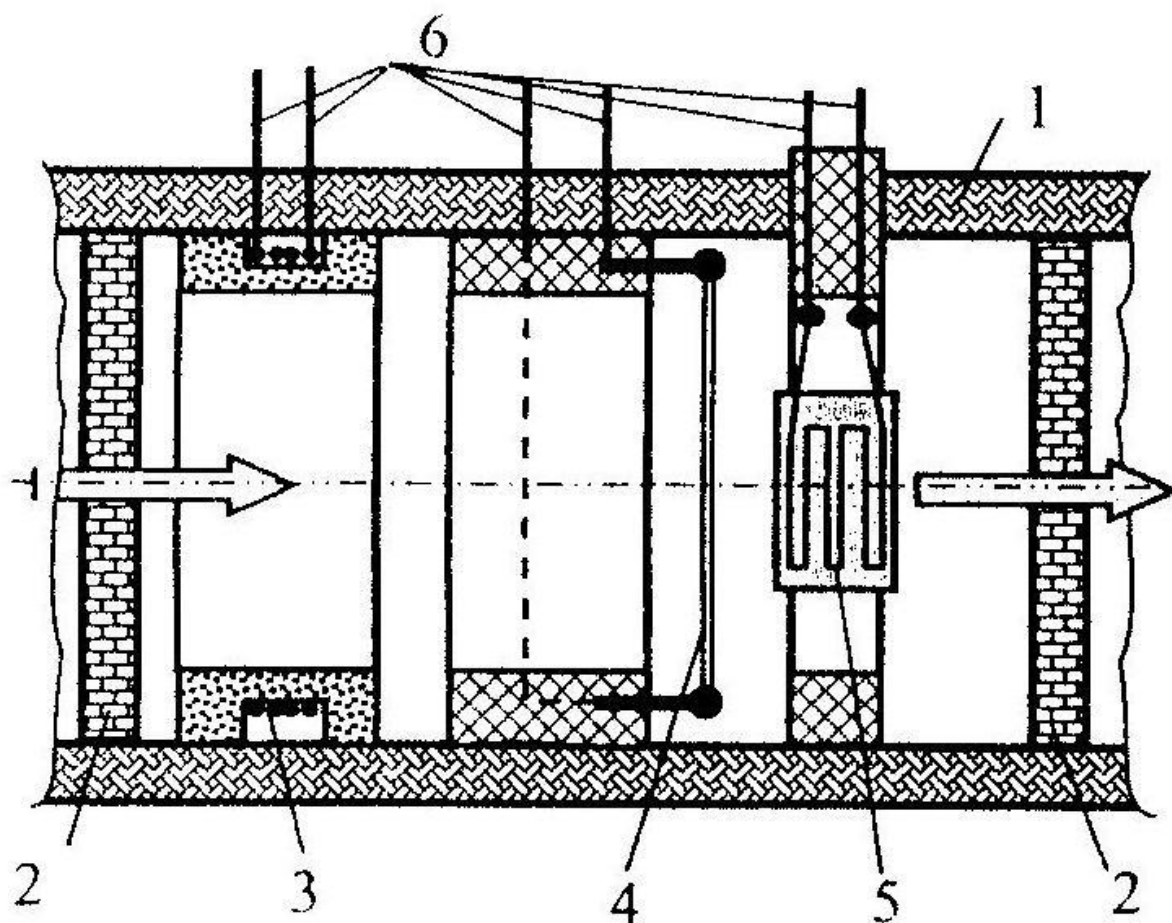


Рис. 2.5. Схема витратоміра повітря термоанемометричного типу:

1-впускний канал; 2-решітки стабілізації; 3-прецизійний резистор; 4-вимірювальний дріт; 5-термокомпенсаційний резистор; 6-рознімач струмопроводів

Для самоочищення платинової нитки термоанемометричного витратоміра повітря передбачено подавання, після кожної зупинки двигуна, на нитку

імпульсу струму, яким вона нагрівається до 1000-1100 °С (нашарування вигоряє).

Окрім платиного чутливого елемента в деяких конструкціях застосовуються металеві плівки на керамічній основі або металополімерні терморезистори.

Подача повітря в циліндри двигуна регулюється за допомогою встановленої у впускному тракті заслінки, привод якої від педалі може бути механічним або електронним.

У першому варіанті педаль керування з'єднана з дросельною заслінкою 16 (див. рис. 1.14) системою важелів або тросом, який знаходиться (з можливістю рухатися) в нерухомо закріпленій металевій оправі. Положення педалі однозначно визначає рівень відкриття дросельної заслінки (кут її повороту). Регулятор 15 частоти обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу (керований ЕБК), призначений для перепуску певної кількості повітря через байпасний канал (мимо дросельної заслінки), завдяки чому підтримується певний середній рівень цього параметра.

Давач 7 визначає абсолютний тиск у впускному колекторі. Цей параметр використовується разом із показниками температури повітря і частоти обертання колінчастого вала двигуна для обрахування масової кількості повітря, що надходить у циліндри. Сигнал від давача 14 положення дросельної заслінки надає додаткову інформацію про навантаження двигуна для коригування керування в перехідних процесах робочих режимів.

У деяких сучасних системах керування двигуном типу Motronic застосовується дросельна заслінка, яка не має механічних з'єднань з педаллю керування: привод заслінки здійснюється електродвигуном постійного струму з давачем кута повороту, які знаходяться в спільному блоці з дросельною заслінкою. Зміна положення педалі керування реєструється вмонтованими в привод потенціометрами, вироблений сигнал використовується ЕБК для створення пускового сигналу механізові приводу дросельної заслінки. У

випадку неполадок в елементах, важливих для потужності двигуна, дросельна заслінка негайно повертається в запрограмоване положення. В системах з електронним приводом дросельної заслінки не потрібен регулятор частоти обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу двигуна з байпасним клапаном.

Ресивер (накопичувач повітря) – порожнина характерного для конкретного двигуна об'єму, призначена для створення певного тиску перед впускними клапанами (поліпшується наповнення циліндрів).

2.2. Паливноподавальна підсистема

Ця підсистема в системах з гідрокерованою подачею бензину складається з паливного бака 1 (див. рис. 1.6), трубопроводів, електробензонасоса 4, накопичувача 3 (для гасіння гідроударів), фільтра 2, Д-Р 12, регуляторів тиску живлення 13 і керівного тиску 5, паливних форсунок 7.

У керованих електронікою системах багатоточкового (переривчастого) уприскування паливноподавальна підсистема складається з бака 1 (див. рис. 1.8), насоса 2, фільтра 3, розподільника 4, регулятора тиску палива 5, паливопроводів, форсунок робочих 8 і пускових 6.

Будова й дія паливоподавального насоса та фільтра аналогічні в системах як безперервного, так і імпульсного уприскування.

Паливний бак - резервуар для зберігання бензину, виготовляється з корозійно стійкого матеріалу, розташовується на відстані від двигуна, щоб зменшити ймовірність спалахування палива під час аварії.

Паливні магістралі порівняно низького тиску виготовляються з безшовних металевих трубок або шлангів з негорючих, стійких у бензиновому середовищі матеріалів, прокладаються так, щоб унеможливити небажане нагрівання.

Розташування пристроїв паливоподавальної підсистеми в реальних схемах може відрізнятися (рис. 2.6).

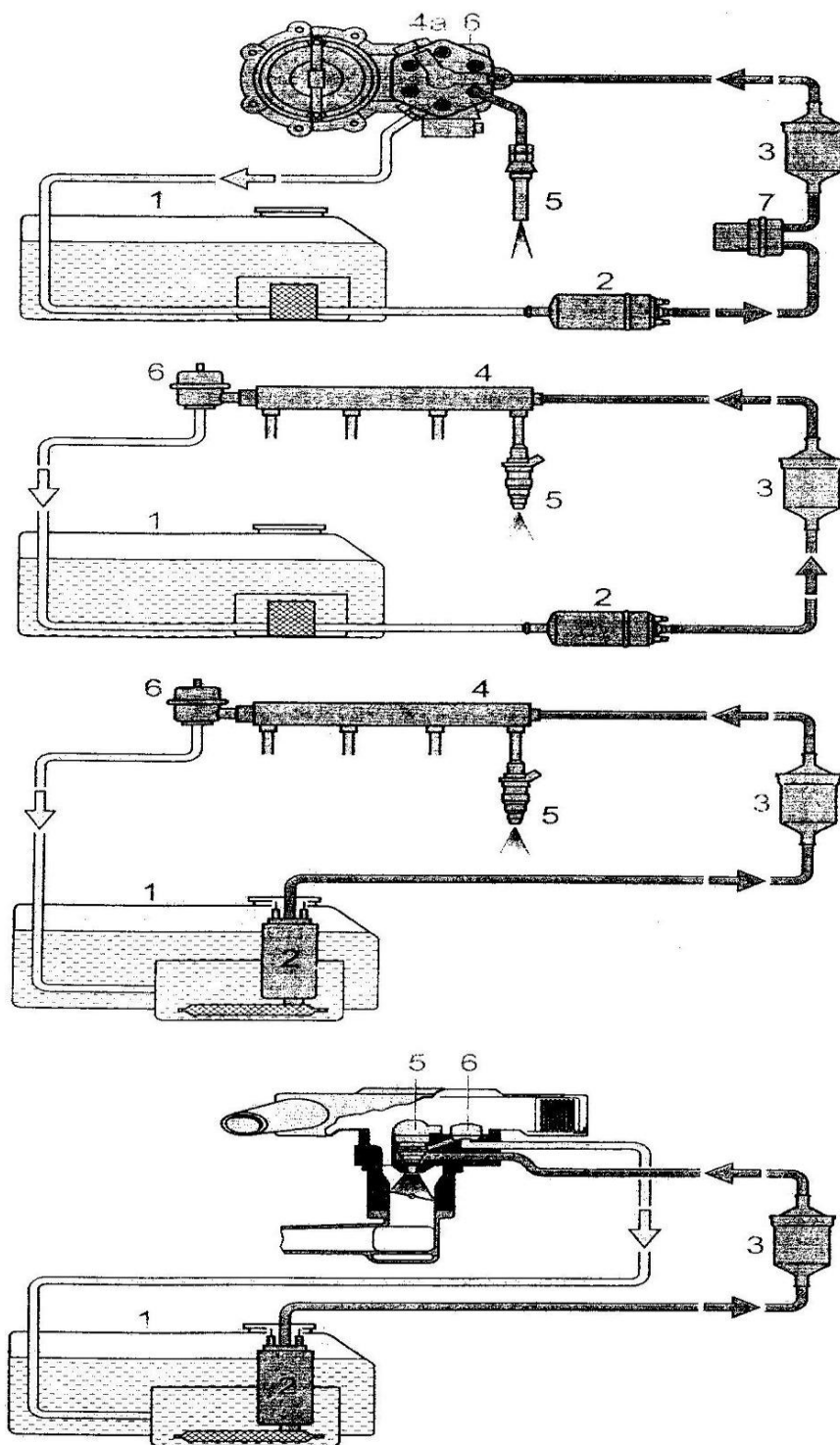


Рис.2.6. Схеми варіантів сполучення пристроїв паливоподавальної підсистеми (а-K-Jetronic, b-L-Jetronic – з бензонасосом зовні бака; с-L-Jetronic, з бензонасосом у баку; d-Mono-Jetronic):

1-паливний бак; 2-електричний бензонасос; 3-фільтр; 4,4а-колектор (дозатор-розподільник); 5-форсунка; 6-регулятор тиску палива; 7-нагромаджувач палива

Для того, щоб уприскувальна система могла нормально функціонувати, забезпечуючи роботу двигуна, необхідно подавати до форсунок достатню кількість палива. Паливо має подаватись під достатньо високим тиском, оскільки уприскування здійснюється примусово і миттєва його витрата на деяких режимах роботи двигуна (наприклад, розгін автомобіля) може сягати досить високих рівнів, в декілька разів вищих витрат при рівномірному русі автомобіля.

Бензонасосу інжекторного автомобіля необхідно вмикатися в роботу ще до пуску двигуна, що унеможливило застосування в такій системі бензонасоса з механічним приводом. Тому була створена конструкція бензонасоса з електричним приводом і живленням від бортової мережі автомобіля.

В сучасних уприскувальних системах живлення застосовуються роликівого (найбільш поширені), шестеренного та турбінного типу насоси з вбудованим електроприводом. Продуктивність насоса перевищує потребу двигуна, чим досягається надійність роботи регулятора тиску й постійне зливання бензину в бак (для охолодження задіяних пристроїв).

Розташування насоса може бути під кузовом або в нижній частині моторного відділення (нерозбірна конструкція), а також в баку (занурений в бензин). Незважаючи на уявну проблему, з якою зіштовхнулися розробники бензонасосів, зануривши їх у легкоспалахувану рідину, конструкційно рішення виявилось досить простим. В рідинах, які не проводять струм (до них відноситься й бензин), іскріння не можливе. Вибухає не сам бензин, а суміш його пари з повітрям у певній концентрації.

Якщо на обмотки електродвигуна насоса подається струм, його ротор 6 (рис.2.7) обертається, обертається також встановлений на спільному з ним валу ротор 9, який ексцентрично розташований у циліндрі 4. Під дією

відцентрових сил інерції ролики 10, рухаючись у пазах 11 ротора, притискатимуться до поверхні циліндра 4, внаслідок чого утворюються герметичні порожнини, якими перетікає паливо від лінії всмоктування 12 до лінії нагнітання 13. Для запобігання надмірному підвищенню тиску палива передбачений клапан 2; клапан 7 роз'єднує паливні магістралі й бак після припинення дії насоса (перешкоджається зливання бензину та утворення парових пробок).

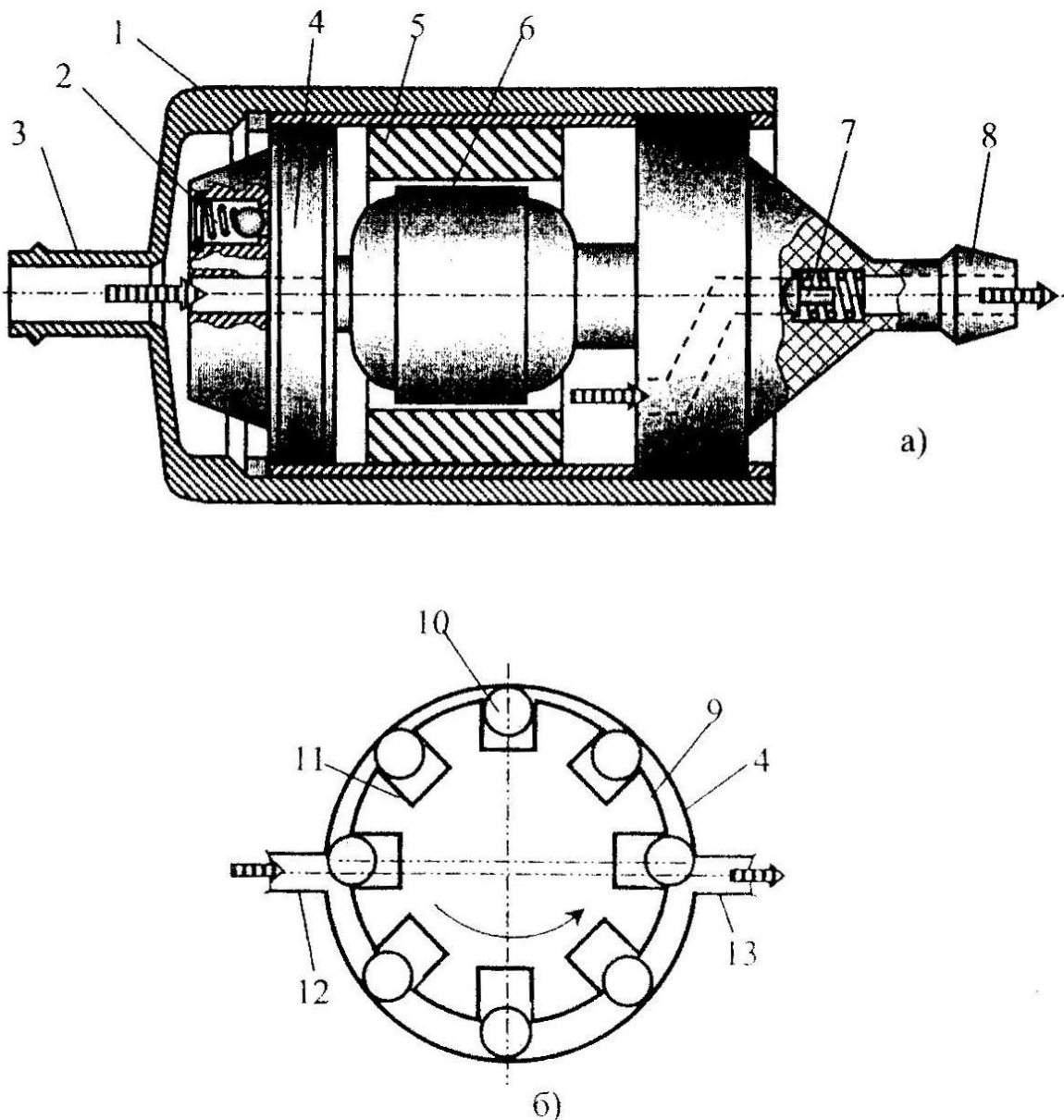


Рис. 2. 7. Конструкційна схема електричного бензонасоса роликвого типу (а-
 поздовжній переріз, б-насосна частина):

1-корпус; 2-запобіжний клапан; 3 і 8-всмоктувальний і нагнітальний патрубки; 4-циліндр насоса; 5 і 6-статор і ротор електродвигуна; 7-зворотний (відсічний) клапан; 10-циліндричні ролики; 11-пази; 12 і 13-лінії всмоктування і нагнітання

Розташуванням бензонасоса в баку зменшується ймовірність утворення парових пробок.

Створюваний насосом тиск знаходиться в межах 0,5 МПа; споживаний струм, за працюючого двигуна, в межах 6,5 А.

У складі паливноподавальної підсистеми в системі з безпосереднім уприскуванням бензину – лінії низького й високого тиску. Електричний насос розглянутого вище типу нерідко використовується в якості підкачувального, а паливний насос високого тиску із супутніми пристроями розглядатиметься далі.

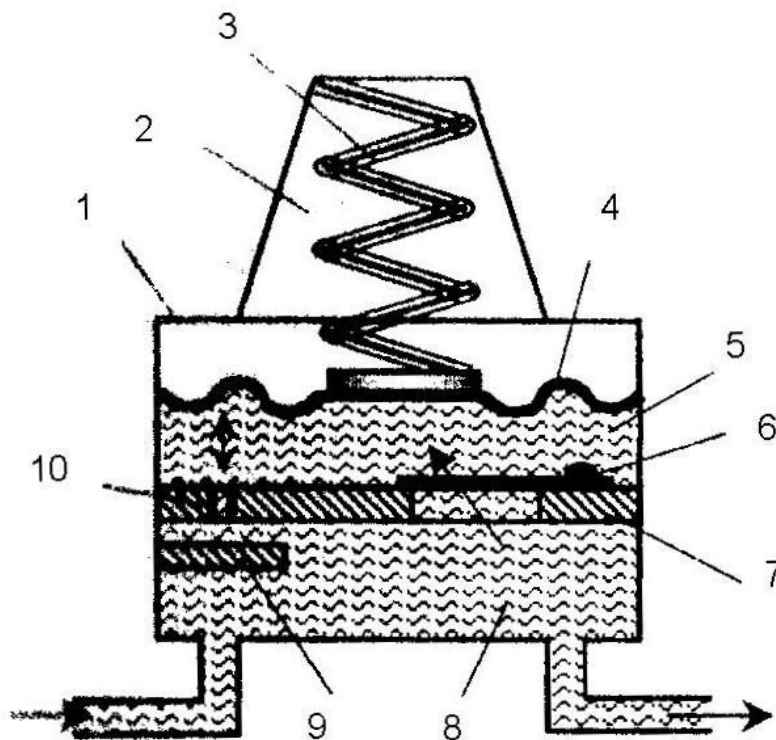


Рис. 2.8. Схема нагромаджувача палива (К-Jetronic):

1-корпус; 2, 5 і 8-газова, накопичувальна і нижня порожнини; 3-пружина; 4-мембрана; 6-зворотній клапан; 7-перегородка; 9-демпфер; 10-дросьель

Нагромаджувач палива (наприклад у системі k-Jetronic) - гідравлічний акумулятор – підтримує в системі певний тиск після вимкнення насоса. Коли насос діє, бензин надходить в порожнину 8 (рис. 2.8), звідти через пластинчатий клапан 6 – у нагромаджувальну порожнину 5; при цьому мембрана 4 прогинається, стискуючи пружину 3 (об’єм порожнини 5 збільшується). Після зупинки двигуна (і насоса) пружина 3 тисне на мембрану 4, клапан 6 перешкоджає поверненню палива з порожнини 5 у порожнину 8 (тиск підтримується завдяки дроселю 10).

Внаслідок наявності в уприскувальних системах живлення (з іскровим запалюванням) прецизійних пар деталей очищення бензину має бути ретельнішим, ніж у карбюраторних. В якості фільтрувального матеріалу переважно застосовується спеціально підготовлений гофрований паперовий елемент 3 (рис. 2.9), закріплений на стержні. Його розташування в корпусі 2 таке, щоб швидкість проходження потоку палива крізь всю поверхню була приблизно однаковою. Тонкість відсіювання частинок забруднень складає понад 10 мкм у системах з уприскуванням у впускний колектор і менше 5 мкм – у системах з безпосереднім уприскуванням бензину.

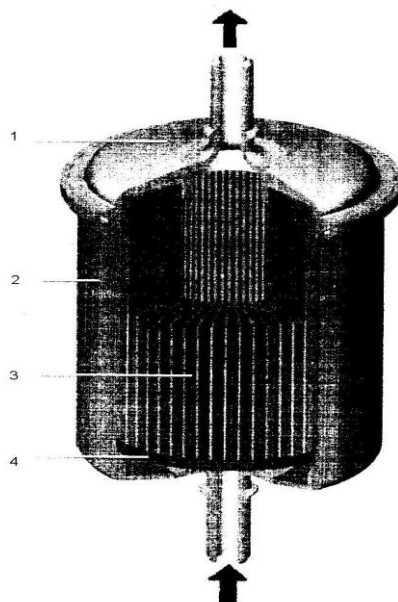


Рис. 2.9. Будова паливного фільтра:

1-кришка; 2-корпус; 3-фільтрувальний елемент; 4-опорна пластина

Гарантований пробіг автомобіля до заміни фільтра (залежно від його об'єму), встановленого в магістралі становить 50000-90000 км; вмонтованого в баку – в межах 150000 км (існують з більшим строком служби). У процесі заміни треба звертати увагу на зображену на корпусі стрілку, яка інформує про напрямок руху потоку палива. Для попереднього очищення бензину застосовуються сітки у насосі та в штуцерах пристроїв.

Д-Р палива являє собою ядро системи безперервного уприскування (тут взаємодіють пристрої вимірювання повітряного потоку та дозованої подачі палива каналами E) (рис. 2.10) до форсунок.

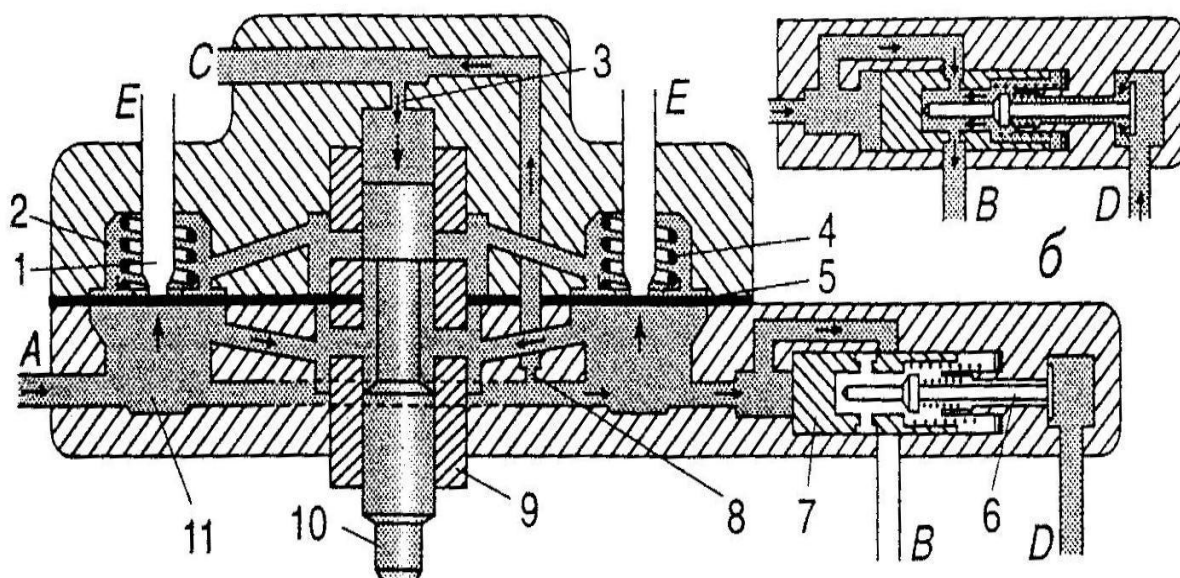


Рис. 2.10. Дозатор-розподільник із регулятором тиску живлення (K-Jetronic):
 1-паливопровід до форсунки; 2 і 11-верхня й нижня камери диференціального клапана; 3 і 8-демпфірувальний і підживлювальний дроселі; 4 і 5-пружина і діафрагма диференціального клапана; 6-шток штовхального клапана; 7-поршень регулятора тиску; 9 і 10-гільза та плунжер розподільника; A,B,C,D,E-паливні канали (A-підведення палива до дозатора-розподільника, B-зливання палива в бак; C-керівного тиску; D-штовхального клапана; E-подачі палива до робочих форсунок)

Переміщення плунжера 10 у гільзі 9 розподільника відбувається відповідно до відхилення напірного диска витратоміра повітря. Між розподільником і вихідними каналами Е знаходяться диференціальні клапани (для кожної форсунки), які забезпечують лінійну залежність між переміщенням плунжера й надходженням палива до циліндрів.

Нижні камери 11 диференціальних клапанів сполучені кільцевим каналом і перебувають під робочим тиском, який діє на діафрагму 5 знизу. Постійний тиск у системі підтримується регулятором тиску живлення: у разі підвищення тиску поршень 7 зсувається, стискаючи пружину, і надлишок бензину зливається каналом В у бак. Коли двигун зупиняється, припиняє роботу паливний насос, і тиск у системі спадає, поршень регулятора тиску пересувається під дією пружини (на схемі – вліво), зливання припиняється. Штовхальний клапан 3 працює сумісно з регулятором тиску живлення. Зверху на діафрагми тиснуть пружини 4, які знаходяться в камерах 2.

В часткових режимах роботи двигуна до тиску на діафрагму пружини додається тиск палива (рис. 2.11), тому діафрагма прогинається донизу – прохідний, для палива, отвір, збільшується. Внаслідок цього, тиск у верхній камері спадає, діафрагма дещо випрямляється (встановлюється динамічна рівновага – лінійна залежність між переміщенням плунжера й надходженням палива до форсунок).

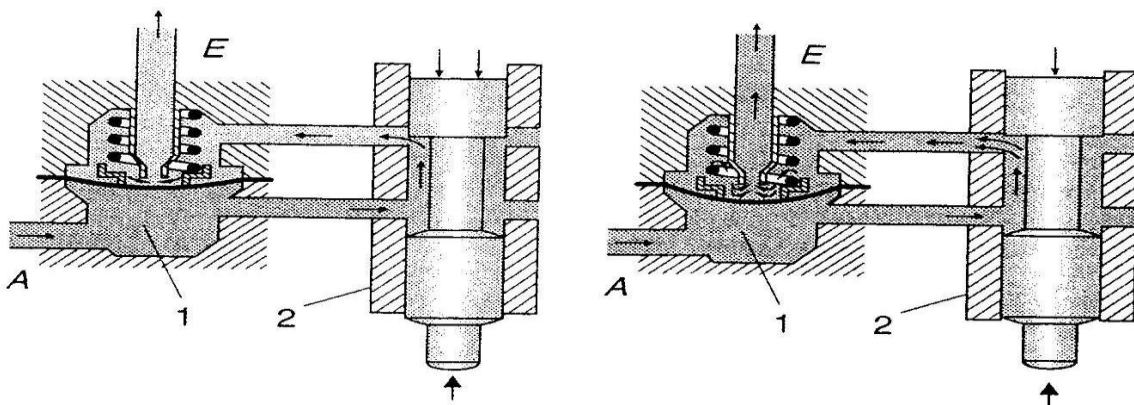


Рис. 2.11. Схема дії диференціального клапана (K-Jetronic):

1-нижня камера клапана; 2-гільза розподільника; А-підвідний канал; Е-подача палива до форсунки

Таким чином, рух діафрагми спрямований лише на підтримання постійного перепаду тиску – щоб забезпечити точне дозування палива незалежно від змінності паливного потоку за зміни експлуатаційного режиму роботи двигуна.

Каналом С піддіафрагмові та надплунжерна порожнини сполучені з регулятором керівного тиску 5 (див. рис.1.6). Головне призначення цього регулятора – збагачення паливноповітряної суміші під час пуску холодного двигуна, прогрівання та повного навантаження. У складі регулятора верхня 2 (рис. 2.12) з клапаном, що перекриває канал, яким паливо через регулятор тиску живлення повертається до баку, та нижня 4 діафрагми.

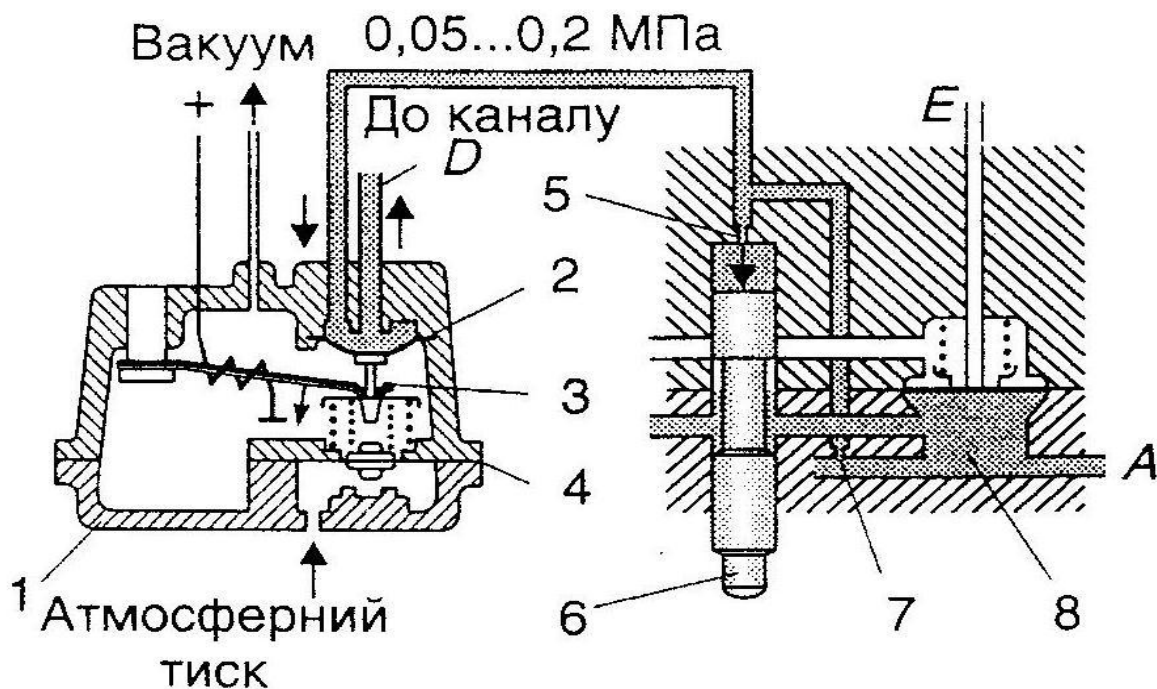


Рис. 2.12. Схема сполучень регулятора керівного тиску (K-Jetronic):

1-корпус регулятора; 2 і 4-верхня й нижня діафрагми; 3-біметалева пружина; 5 і 7-демпфірувальний і підживлювальний дроселі; 6-плунжер розподільника; 8-піддіафрагмова камера диференціального клапана; А,Д,Е-паливні канали (А-підвідний, Д-до регулятора тиску живлення; Е-до робочих форсунок)

За температури 35-40 °С біметалева пружина 3 утримує діафрагму 2 так, що два наддіафрагмові канали сполучені між собою (при цьому пружини біля діафрагми 4 стиснені). Суміш збагачується. Зазвичай регулятор керівного тиску розташовується на блоці циліндрів, щоб температура останнього впливала на дії біметалевої пружини. Однак, після пуску двигуна з холодного стану може знадобитися до 10 хвилин на прогрівання тому, щоб суміш збагачувалася не дуже тривалий час, передбачено також електричне підігрівання біметалевої пружини.

Положення нижньої діафрагми 4 залежить від співвідношення розрідження, що створюється, та атмосферного тиску: за прикритої дросельної заслінки – за нею встановлюється знижений тиск і нижня діафрагма під дією атмосферного тиску дотуляється до верхнього упора.

Коли ж двигун працює в режимі часткових навантажень, біметалева пружина вигинається догори і не діє на верхню діафрагму; нижня діафрагма, при цьому, під дією атмосферного тиску (знизу) притискується до верхнього упора.

Таким чином, рівень керівного тиску визначається взаємодією зусиль: на верхню діафрагму знизу сумарного тиску двох пружин, зверху – тиску, що визначається тиском у кільцевому каналі (який формується дроселем 7).

У режимі повного навантаження, коли дросельна заслінка повністю відкрита, розрідження за нею зменшується, нижня діафрагма прогинається донизу, внаслідок чого сила стискування внутрішньої циліндричної пружини зменшується, верхня діафрагма під дією тиску палива прогинається донизу – завдяки цьому керівний тиск знижується (паливноповітряна суміш збагачується).

Демпфер 5 перешкоджає раптовій зміні тиску палива із-за швидких коливань повітряного потоку (коливань напірного диска).

У системах розосередженого (багатоточкового) імпульсного уприскування подача палива до електромагнітних форсунок відбувається через

накопичувач (рампу) 4 (див. рис.1.8) з регулятором тиску палива 5. Накопичування палива перед подачею до форсунок передбачено для стабілізації тиску (який міг би швидко змінюватися при відкритті й закритті форсунок, що впливатиме на кількість уприскуваного бензину). Отже, всі форсунки перебувають під однаковим тиском палива.

Регулятор тиску палива – це мембранний запобіжний клапан, який підтримує постійний перепад тиску між тиском палива та тиском повітря у впускному колекторі. У складі регулятора діафрагма 4 (рис. 2.13), розташована між корпусом і кришкою, яка відокремлює паливну (нижню) і вакуумну (верхню) порожнини. Паливна порожнина сполучена каналом 6 з рампою, каналом 7 – з баком.

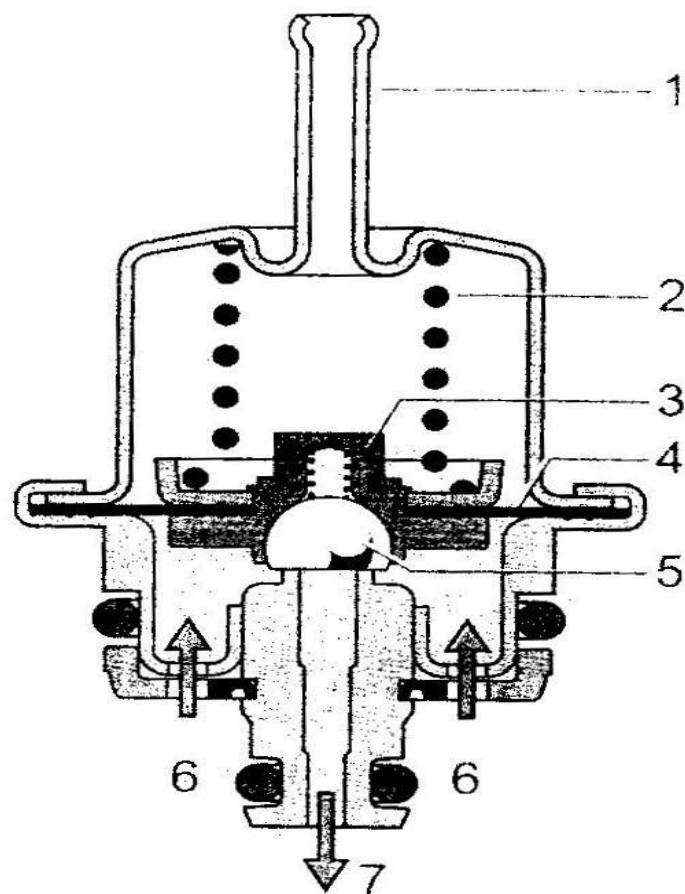


Рис. 2.13. Схема регулятора тиску палива в системі з розосередженим імпульсним уприскуванням:

1-штуцер сполучення з повітряним колектором; 2-пружина; 3-упор; 4-діафрагма; 5-клапан; 6 і 7-канали підведення й зливання палива

Пружина 2 за допомогою упора 3 утримує клапан 5 в закритому положенні. За умови, коли тиск палива на діафрагму переважає зусилля пружини, клапан відкривається і певна кількість палива повертається в бак. Вакуумна порожнина сполучена з впускним колектором для того, щоб відносний тиск був стабільним, не зважаючи на рівень відкриття дросельної заслінки (перепад тисків на форсунках є лише функцією сили пружини та площі поверхні діафрагми).

Головні складники контура високого тиску палива в системах безпосереднього уприскування, це: ПНВТ 7 (див. рис. 1.12), паливний колектор (акумулятор) 8, клапан – регулятор 4, високого тиску, давач тиску в паливному акумуляторі, форсунки.

ПНВТ призначений для створення тиску бензину в акумулюючому контурі на рівні 5-12 МПа, що потрібно для належної роботи форсунок (до ПНВТ бензин подається електричним підкачувальним насосом під тиском 0.3-0.5 МПа).

Для прикладу розглянемо будову й дію триплунжерного ПНВТ (інші конструкції власне насосної секції подібні).

Вал 13 (рис. 2.14) насоса з ексцентриком 1 приводиться від розподільного вала двигуна. При русі плунжера 4 у втулці 3 донизу, коли ексцентриковий кулачок не тисне через контактне кільце 10 і блок 2 на плунжер, паливо з магістралі низького тиску через впускний клапан 6 надходить у надплунжерну порожнину. В процесі зворотного руху плунжера вгору під тиском ексцентрика, заповнений паливом об'єм зменшується, і після того, як тиск стає більшим, ніж у колекторі (рампі), випускний кульковий клапан 5 відкривається і бензин через канал 8 потрапляє в контур високого тиску. Секції насоса розташовані під кутом 120°, кількість палива, що подається, пропорційна

частоті обертання колінчастого вала двигуна (але більше, ніж треба для роботи в будь-якому режимі, чим обмежується нагрівання палива).

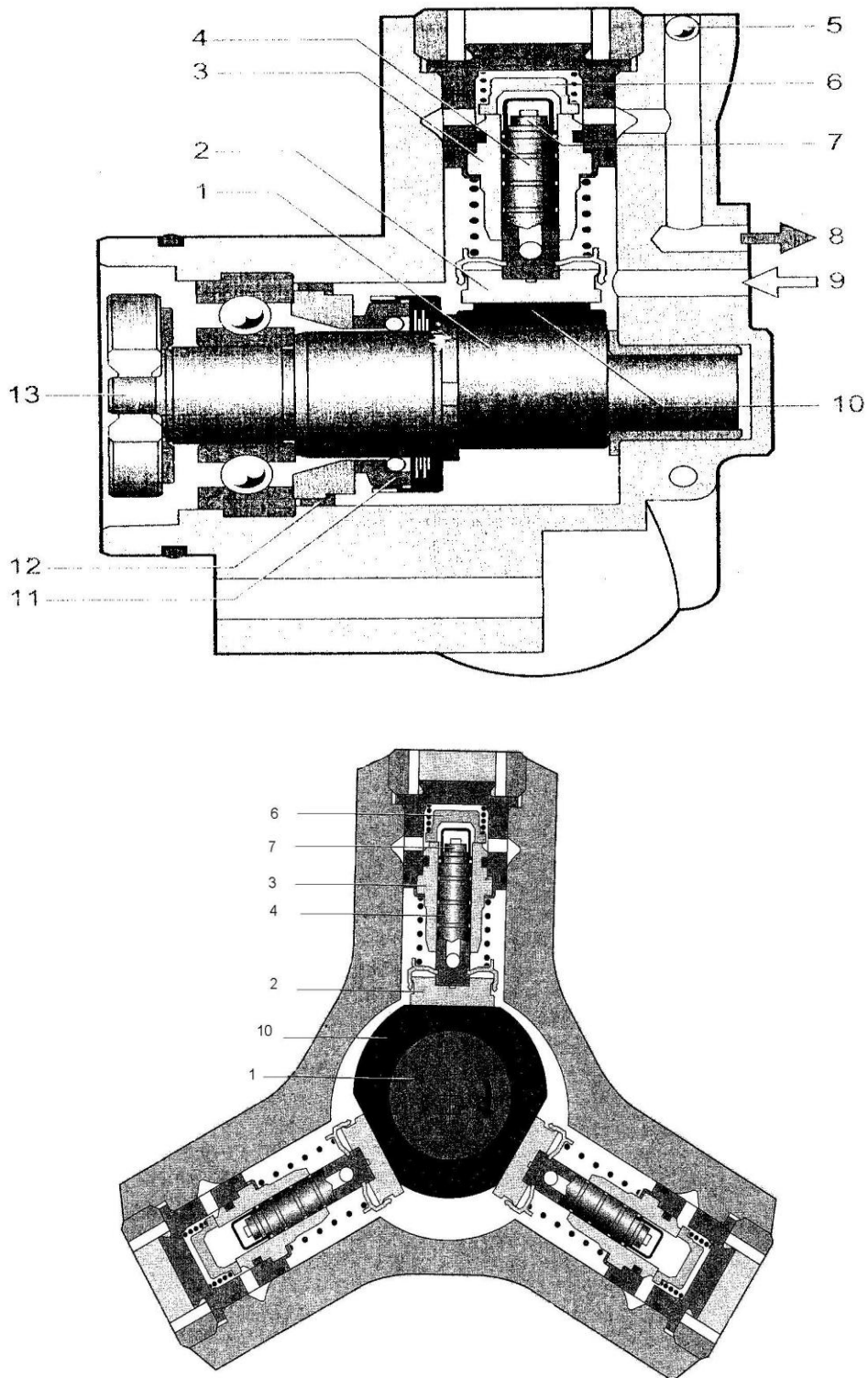


Рис. 2.14. Поздовжній (а) і поперечний (б) розрізи триплунжерного паливного насоса високого тиску:

1-ексцентрик; 2-контактний блок; 3 і 4-штулка і плунжер насосної секції; 5 і 6-випускний і впускний клапани; 7-з'єднання з колектором; 8 і 9-випускний і впускний паливні канали; 10-контактне кільце ексцентрика; 11 і 12-ущільнювач і його фіксатор; 13-приводний вал

Від акумулюючого колектора паливо надходить до форсунок високого тиску. Зазвичай, колектор виготовляється із алюмінієвого сплаву, його місткість визначається конструкцією двигуна й паливної підсистеми але так, щоб забезпечувалась компенсація коливань тиску.

Тиск у колекторі підтримується регулятором шляхом зливання надлишку палива в контур низького тиску. Принцип дії регулятора полягає в наступному.

При надходженні до котушки 3 (рис. 2.15) електромагнітного клапана сигналу кулька 7 відходить від сідла 8, змінюючи прохідний переріз клапана. За відсутності електричного сигналу клапан регулятора закритий.

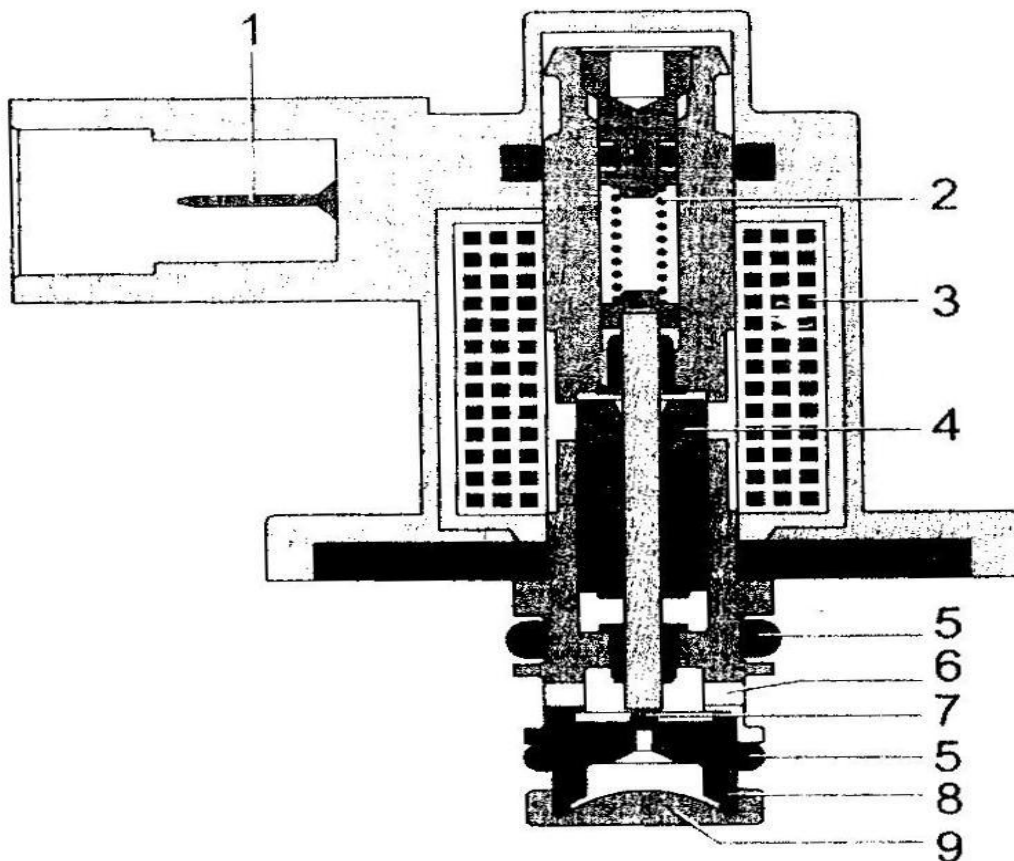


Рис.2.15. Схема регулятора тиску палива в колекторі:

1-штекер; 2-пружина; 3 і 4-катушка і ярір електромагніту; 5-уцільнювальне кільце; 6 і 9-вихідна і вхідна порожнини; 7 і 8-кульковий клапан і сідло

Функція обмеження тиску передбачена для запобігання суттєвого перевищення тиску в колекторі, що могло б призвести до пошкодження підсистеми.

Давач тиску призначений для вимірювання високого тиску (з точністю в межах 2% від діапазону вимірюваної величини), що є дуже важливим для потужності двигуна, емісії шкідливих речовин і рівня шуму. У складі давача сталева діафрагма 3 (рис. 2.16) з вмонтованими резисторами, які реагують на деформацію діафрагми: як тільки до діафрагми через штуцер 4 передається тиск, електрична напруга в мостовій схемі надходить до обчислювального контура 2 давача, підсилюється і спрямовується до ЕБК (для розрахунку величини тиску). Таким чином, створено можливість регулювання тиску палива перед форсунками залежно від режиму роботи двигуна.

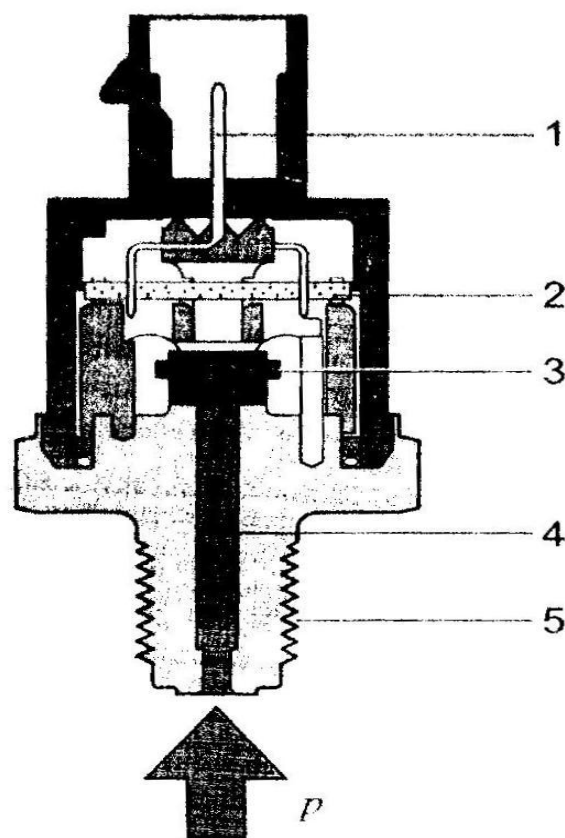


Рис. 2.16. Схема давача тиску в паливному колекторі:

1-рознімач; 2-підсилювальний контур; 3-діафрагма; 4 і 5-канал і штуцер підведення тиску

Тепер звернемо увагу на форсунки (інжектори), гідрокеровані та електромагнітні.

Конструкції гідрокерованих форсунок досить різноманітні, розраховані вони на різні діапазони тиску відкриття, що відбувається за умови, коли тиск потоку палива перевищує зусилля пружини на штифт клапана (наприклад, в автомобілях з форсунками, розрахованими на рівень відкритого стану в межах 0.45-0.55 МПа, коли тиск палива спадає до 0.25 МПа форсунки закриваються, уприскування припиняється).

У деяких конструкціях форсунок для поліпшення розпилювання бензину (водночас зменшується витрата і викиди шкідливих речовин) передбачено додаткову подачу повітря (забирається перед дросельною заслінкою і спеціальним каналом надходить до форсунок).

У впускний колектор форсунки або загвинчуються, або запресовуються.

Деякі системи живлення оснащені електромагнітними пусковими форсунками 11 (див. рис. 1.6), призначеними для уприскування у впускний колектор додаткового палива під час пуску холодного двигуна. Тривалість роботи пускової форсунки становить, залежно від температури двигуна (за температурою холодильної рідини), 1-8 с.

Електричне керування здійснюється за допомогою термореле 6: коли контакти реле замкнені, електромагнітний пристрій пускової форсунки заживлений струмом – форсунка відкрита, відбувається уприскування палива; коли біметалева пластина реле деформується внаслідок нагрівання, контакти розмикаються, електроживлення форсунок припиняється (збагачення суміші не відбувається). При пуску прогрітого двигуна контакти термореле розімкнені (форсунка не задіяна).

Відтак, напруга живлення (сигнал керування) надходить у електричну мережу за ввімкненого стартера (вмикаються і термореле, і пускова форсунка).

При цьому, якщо температура біметалевої пластини реле понад 35°C , контакти реле розімкнені і пуск двигуна відбувається за рахунок подачі палива через робочі форсунки.

Діє пускова форсунка наступним чином. При надходженні електричної напруги на контакти 14 (рис. 2.17) електромагнітним полем, створеним обмоткою 6, втягується якор 4, переміщуючись донизу разом із запірним штоком 7 (стискуючи пружину 5). Внаслідок цього паливо з каналу 15 потрапляє в порожнину 8, далі – через суміщення отвору 12 і виточки 13 каналом 9 надходить до конуса 10 розпилювача форсунки.

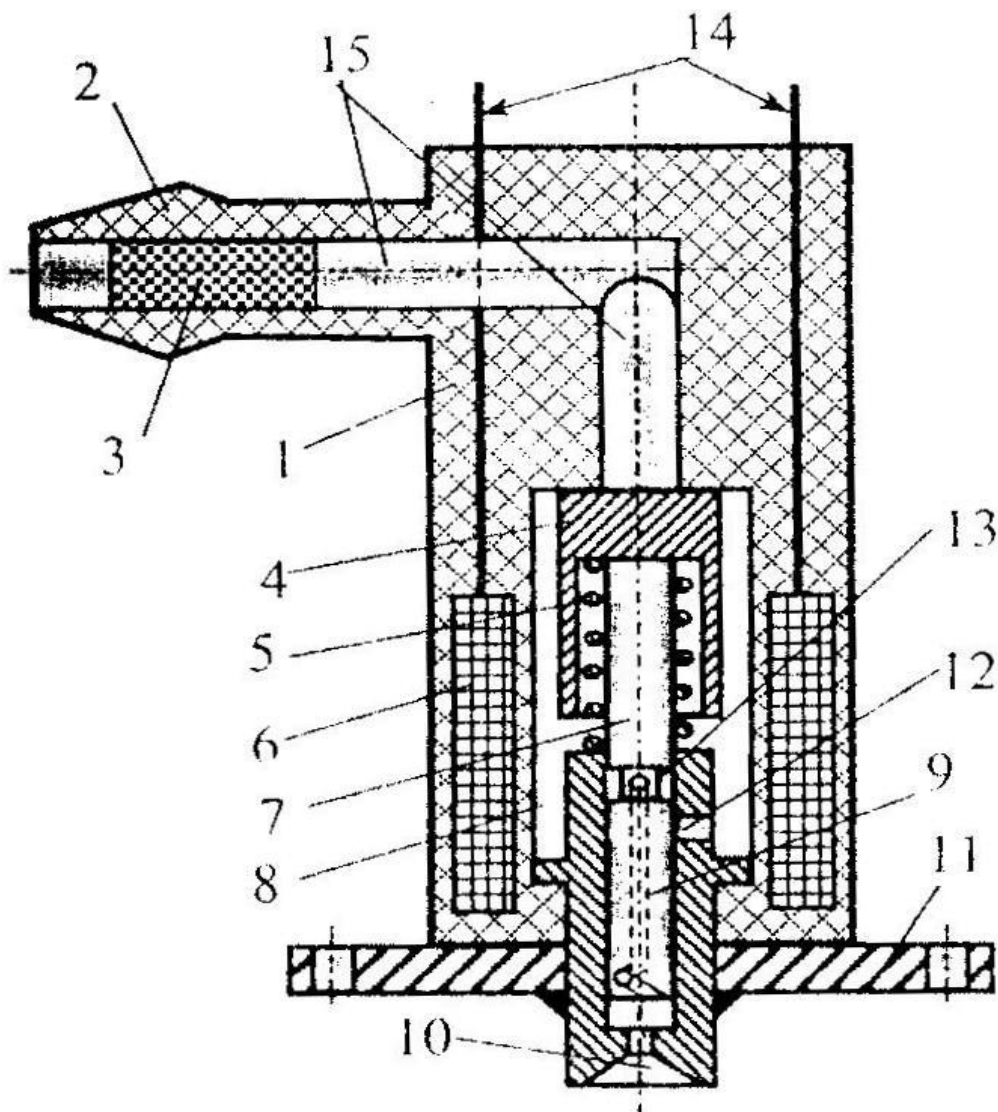


Рис. 2.17. Схема пускової електромагнітної форсунки:

1-корпус; 2 і 3-штуцер впускного каналу 15 і фільтр; 4 і 6-якір та обмотка електромагніту; 5-пружина; 7-запірний шток; 8-порожнина; 9-паливний канал; 10-конус розпилювання; 11-встановлювальна пластина; 12 і 13-отвір і виточка; 14-електричні рознімачі

Електромагнітні робочі форсунки застосовуються в системах як розосередженого, так і прямого уприскування.

Робота електромагнітних форсунок (ЕМФ) пов'язана з гідромеханічними та електромагнітними процесами, які відбуваються одночасно і в умовах високих температур і вібрацій (частота імпульсів від 10 до 200 Гц). Пусковий сигнал розраховується ЕБК двигуна.

Розглянемо, для прикладу, загальну будову й дію ЕМФ EV6, що застосовується в системах розосередженого уприскування багатьох сучасних двигунів.

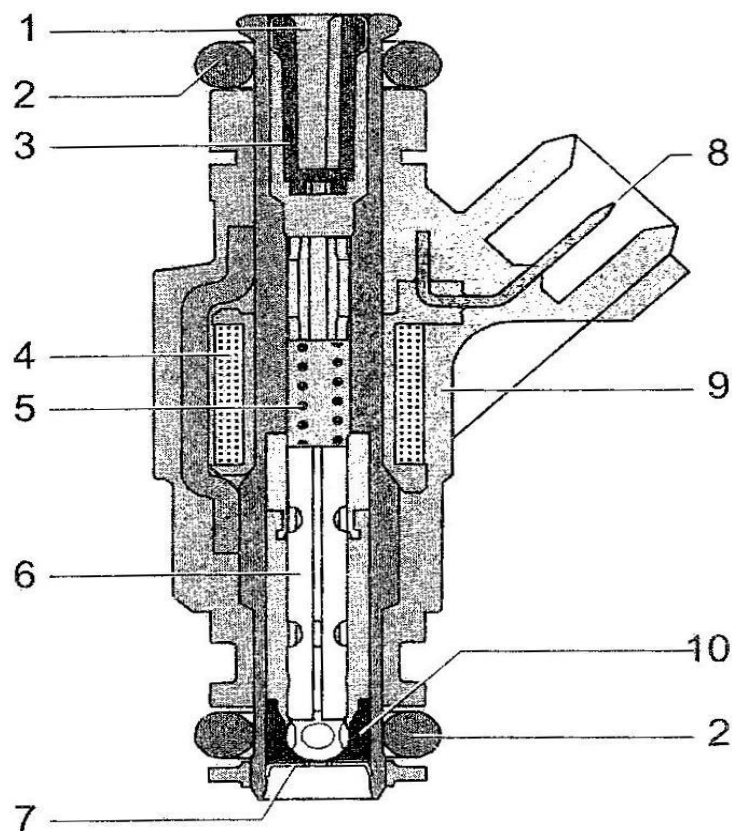


Рис. 2.18. Загальна будова електромагнітної форсунки EV6:

1 і 8-гідралічний і електричний рознімачі; 2-ущільнювальне кільце; 3-сітчастий фільтр; 4-котушка збудження; 5-пружина; 6-голка з якорем і кульковим клапаном; 7-пластина з сопловими отворами; 9-корпус; 10-сідло клапана

В корпусі 9 (рис. 2.18) з гідралічним 1 і електричним 8 рознімачами знаходяться котушка збудження 4, голка 6 з якорем і сферичним запірним клапаном, пластина 7 з сопловими отворами, пружина 5, сідло клапана 10. У впускному штуцері розташований сітчастий фільтр 3 для захисту від забруднення палива. За допомогою ущільнення 2 в гідралічному з'єднанні форсунка герметично стикується з паливним колектором.

Коли напруга до ЕМФ не надходить, голка 6 з кульковим клапаном притиснена до конічного сідла 10 (під тиском пружини 5 і палива). Як тільки до електромагнітного клапана подається напруга, в ньому створюється електромагнітне поле, яким втягується голка з якорем. У результаті запірний клапан відходить від сідла (між ними утворюється зазор) – починається уприскування.

Розпилювання палива здійснюється сопловими отворами в пластині розпилювача (кількість отворів і розташування можуть бути різними).

Тривалість відкритого стану ЕМФ – тривалість імпульсу – в межах 2-15 мілісекунд. Кількість уприскуваного через форсунку палива залежить від тривалості електричного імпульсу, тиску палива, витратної характеристики форсунки (її гідралічного опору), інерційності рухомих частин та електромагнітної системи.

В ЕМФ використовуються різні форми запірних елементів: плескати (дискові); конусні (штифтові); сферичні (кулькові). Найбільш поширені конусні конструкції (хід запірного елемента зазвичай в межах 0.15 мм).

Форсунки монтуються у спеціальних отворах впускного колектора і герметизуються нижніми ущільнювальними кільцями 2.

Конструкційне виконання ЕМФ, які застосовуються у двигунах ЗМЗ-4062.10 видно з (рис. 2.19). В корпусі 7 знаходяться обмотки 9 електромагніту, осердя 19, жорстко з'єднане з якорем 4 і з голкою 23, корпус клапана 21, пружина 18. У верхній частині – фільтр 13, паливна трубка 14 і канал 16, електричний рознімач 11 з контактами 10; у нижній частині – насадок 1 розпилювача.

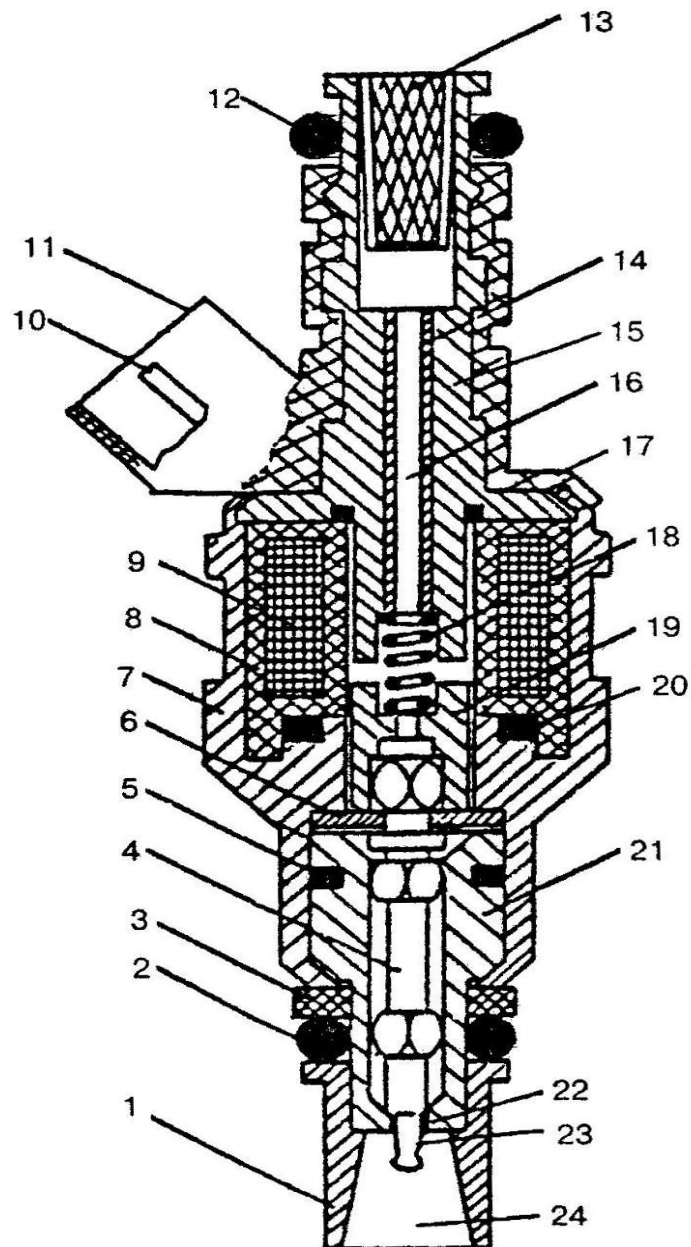


Рис. 2.19. Будова електромагнітної форсунки двигуна ЗМЗ-4062 (ГАЗ-3110):

1-насадка; 2, 12-уцілювальні кільця; 3-уцілювальна шайба; 4 і 9-якір і катушка електромагніту; 5,20-уцілювання; 6-обмежувальна шайба; 7-корпус; 8-ізолятор; 10 і 11-електричний контакт і рознімач; 13-сітчастий фільтр; 14 і 16-паливні трубка і канал; 15-штуцер; 17-кришка; 18-пружина; 19-осердя; 21-корпус клапана; 22-калібрований зазор; 23-запірний конус; 24-порожнина

Прохідний переріз сопла форсунки – це калібрований кільцевий зазор 22 між корпусом розпилювача та запиральним конусом 23 (у складі якоря електромагніту).

Паливо надходить через фільтр 13 і трубку 14, розташовані в штуцері 15. Хід якоря при вмиканні ЕМФ становить 0.15 мм (він обмежується упорною шайбою 6, виготовленою з твердосплавного матеріалу). Кількість бензину, що подається в циліндр, регулюється тривалістю електричного імпульсу від ЕБК до форсунки. При зникненні імпульсу пружина повертає осердя, разом з ним запірну голку, у вихідне положення: подача припиняється.

В системах живлення з безпосереднім уприскуванням бензину ЕМФ високого тиску розташовані між рампою (колектором) і камерами згоряння циліндрів двигуна. Залежно від режиму роботи двигуна паливо може концентруватись або біля свічок запалювання (пошаровий заряд), або рівномірно розподілятися у порожнині камери згоряння (гомогенна суміш). Порівняно з уприскуванням у впускний колектор безпосереднє уприскування здійснюється з більш високим тиском і за менший проміжок часу.

Для роботи двигуна з гомогенним розподілом суміші в камерах згоряння паливо уприскується під час такту впуску. Повітря, що надходить при цьому в циліндр, сприяє швидкому випаровуванню бензину.

Для утворення паливноповітряної суміші при пошаровому згорянні паливо уприскується під час такту стискування таким чином, щоб повітряний потік спрямовував суміш до електродів свічок запалювання.

В середині корпусу 5 (рис. 2.20) форсунки високого тиску знаходяться електромагніт 4, пружина 3, голка розпилювача 6 із якорем електромагніту та сідло 7 розпилювача.

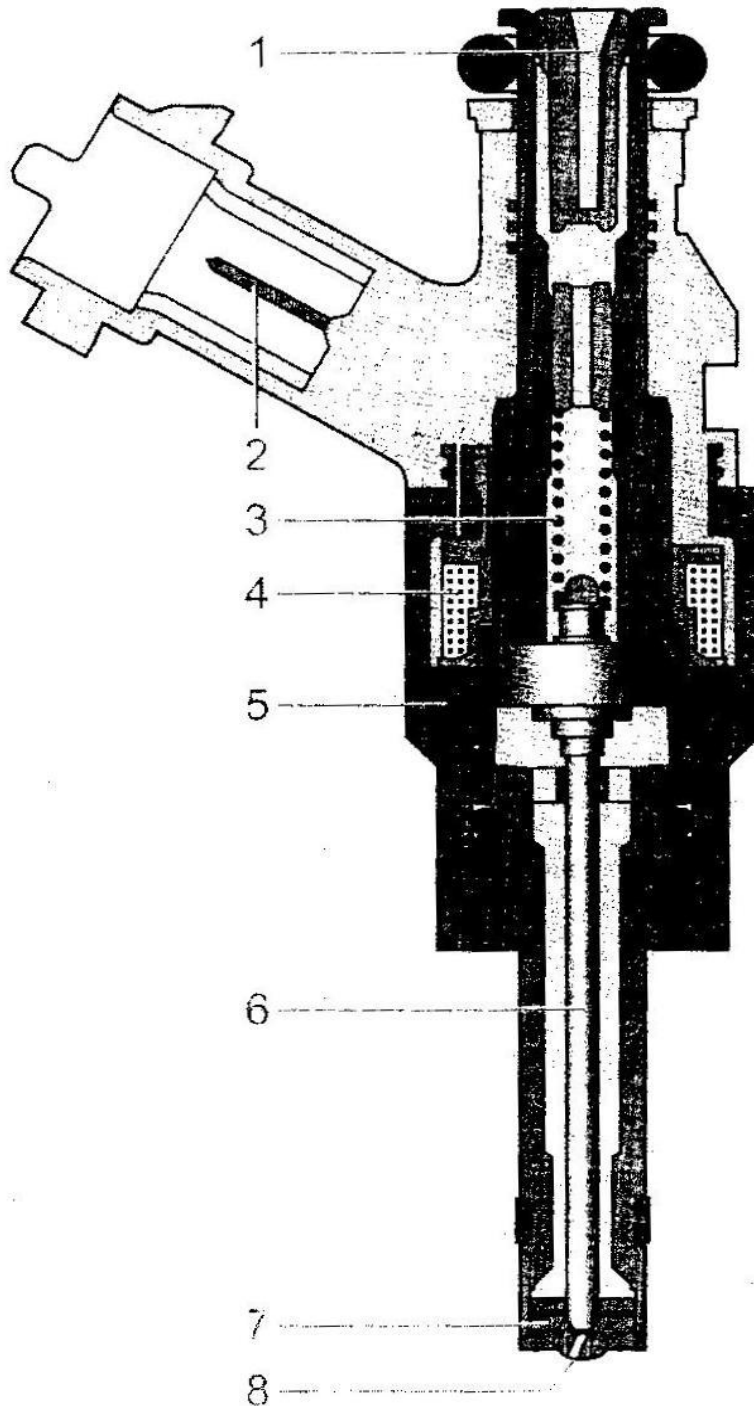


Рис. 2.20. Схема форсунки високого тиску:

1-вхідний штуцер із фільтром; 2-електричний рознімач; 3-пружина; 4-катушка електромагніту; 5-корпус; 6-голка розпилювача з якорем електромагніту; 7 і 8-сідло та сопловий отвір розпилювача

Коли в обмотці створюється електромагнітне поле голка розпилювача, долаючи опір пружини, відходить від сідла і відкривається сопловий отвір форсунки. Внаслідок перепаду тиску між колектором і камерою згоряння відбувається уприскування бензину. Зникнення струму призводить до припинення подачі (під дією пружини закривається сопловий отвір).

Отже, кількість уприскуваного палива залежить від тиску в колекторі, протитиску в камері згоряння і тривалості відкритого стану форсунки. Дрібність розпилювання досягається спеціальною геометрією розпилювача.

2.3. Системи рециркуляції та зниження токсичності відпрацьованих газів

В процесі подальшого розвитку двигунів все більш жорсткішають екологічні вимоги нормативів з охорони довкілля.

Перебіг процесу згоряння палива у бензинових двигунах обумовлює специфічний склад продуктів згоряння, серед яких: неспалені вуглеводні; неповністю спалені вуглеводні, продукти термічного розкладання, побічні продукти згоряння (з атмосферного азоту, з паливних домішок, з забруднювачів палива).

Для суттєвого поліпшення екологічних показників автомобільних двигунів необхідно, зокрема, знижувати рівні шкідливих викидів з ВГ (за різних обставин рівні шкідливих викидів бензинових двигунів автомобілів можуть зростати у 10-100 разів).

Рециркуляція – перепускання частини ВГ з випускного тракту до впускного, що зменшує кількість кисню у свіжому заряді та збільшує його теплоємність – відіграє певну роль у зниженні викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище (переважно оксидів азоту).

Внутрішня рециркуляція притаманна всім двигунам, вона досягається шляхом перекриття клапанів (коли одночасно відкриті впускний і випускний).

Зовнішня рециркуляція ВГ відбувається із застосуванням керованих перепускних клапанів у випускних трактах двигунів. Перепущена клапаном до тракту впуску певна частина ВГ розбавляє свіжий заряд. Внаслідок змішування свіжого заряду з рециркульованими газами уповільнюється швидкість згоряння, знижується температура і тиск у циліндрах а також зменшується концентрація оксидів азоту у ВГ, але із-за зменшення коефіцієнта надлишку повітря зростають викиди недопалених вуглеводнів. Тому дія системи має бути погоджена з режимом роботи двигуна, а межа рівня (частки) рециркуляції обмежується.

Одним із простих пристроїв для регулювання рівня рециркуляції залежно від навантаження двигуна є дозатор мембранного типу, в якому перепускний канал перекривається клапаном 4 (рис. 2.21). Верхній кінець штока 3 з'єднаний із мембраною 2, підпертою пружиною 6, надмембранна порожнина сполучена з впускним трактом (перед дросельною заслінкою). Зі збільшенням навантаження двигуна зростатиме розрідження над мембраною, більше відкриватиметься клапан.

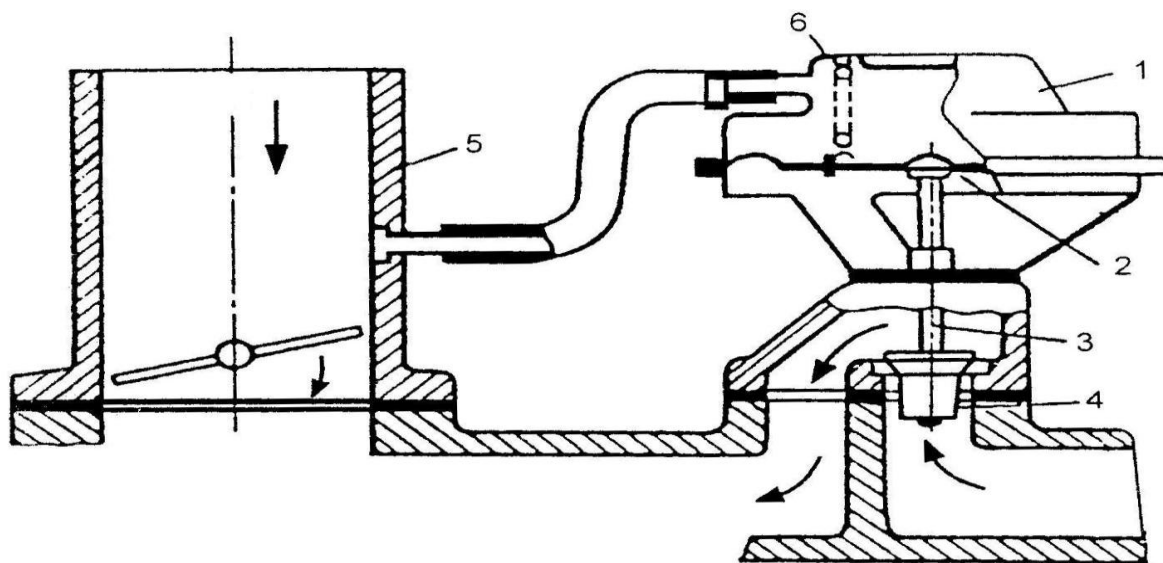


Рис.2.21. Схема діфрагмового клапана рециркуляції:

1-корпус; 2-діафрагма; 3-шток; 4-дроселювальний елемент; 5-впускний тракт;
6-пружина

Конструкційне виконання і розташування пристрою видно з рис.2.22.

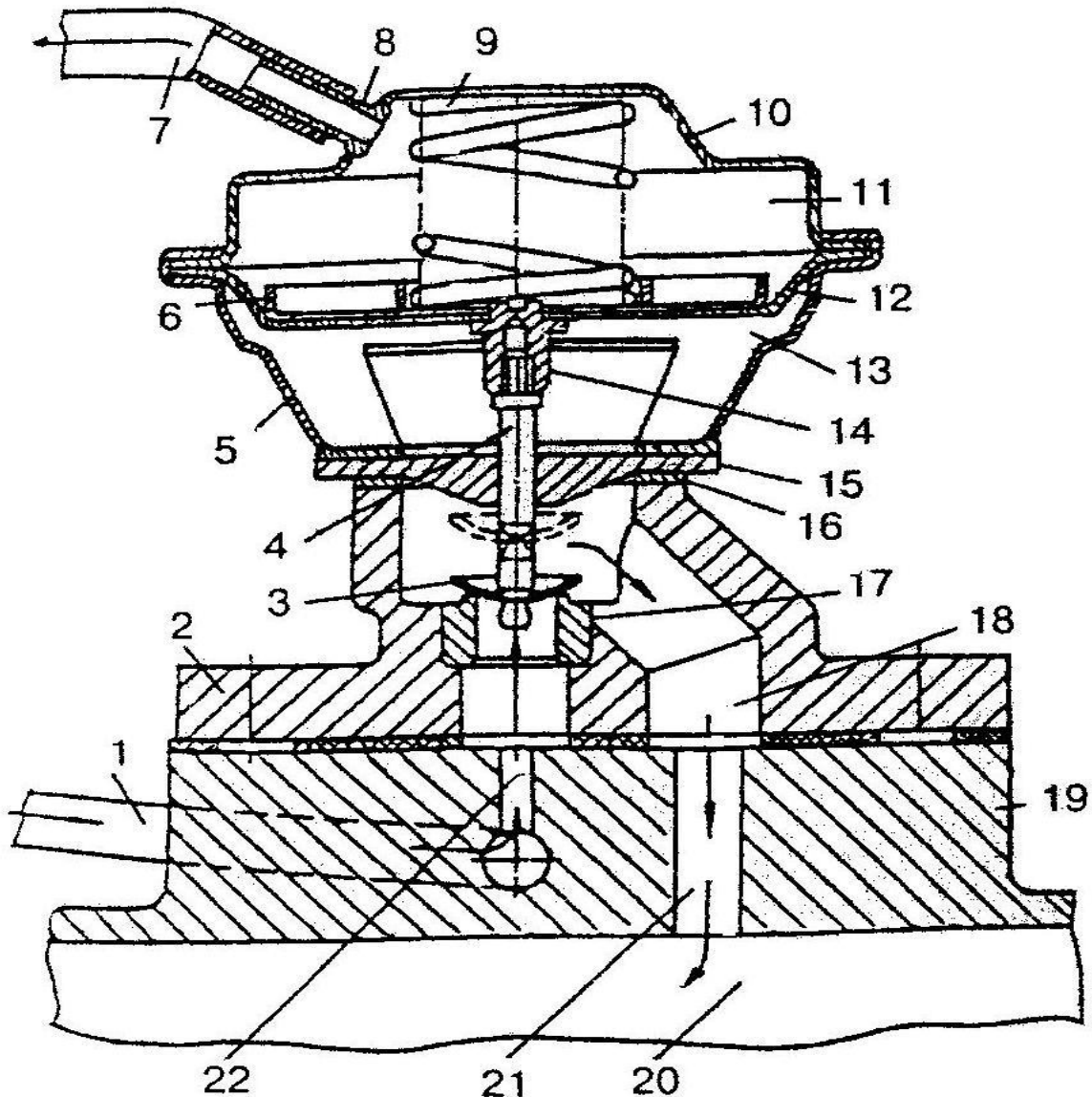


Рис.2.22. Будова рециркуляційного пристрою:

1-трубка підведення відпрацьованих газів; 2-опора клапана; 3-уцілювач; 4-шток; 5 і 10-нижня і верхня частини корпусу; 6-жорсткий центр; 7, 18, 21, 22-канали; 8-штуцер; 9-пружина; 11 і 13-над-і піддіафрагмові порожнини; 12-діафрагма; 14-регулювальний шток; 15 і 16-пластина і прокладка; 17-сідло; 19-впускний тракт (ресивер)

Рециркуляція ВГ відбувається за умови, коли двигун прогрітий до температури 35-40 °С в режимах часткових навантажень. Гази надходять через трубку 1, канал 22, відкритий ущільнювач 3 сідла 17, канали 18 і 21 до впускного тракту 20. Такий процес зумовлюється тоді, коли зростання розрідження у впускному тракті через шланг 7 долає опір пружини 9 у наддіафрагмовій порожнині 11 і діафрагма 12, прогинаючись догори разом із штоком 4, відсуває ущільнювач 3 від сідла 17. Система рециркуляції не задіяна в режимах холостого ходу й повного навантаження.

Оброблення ВГ у випускній системі двигуна з метою зменшення емісії токсичних речовин відбувається за допомогою спеціальних пристроїв – **регенераторів (нейтралізаторів)**, які комбінують, зазвичай, із рециркуляційними пристроями.

У трикомпонентному (за присутності платини, паладію, родію) нейтралізаторі можливі як окиснювальні реакції (допалювання CO і C_mH_n), так і відновлювальні (розкладання NO_x , шляхом відторгнення кисню середовищем до вихідних елементів).

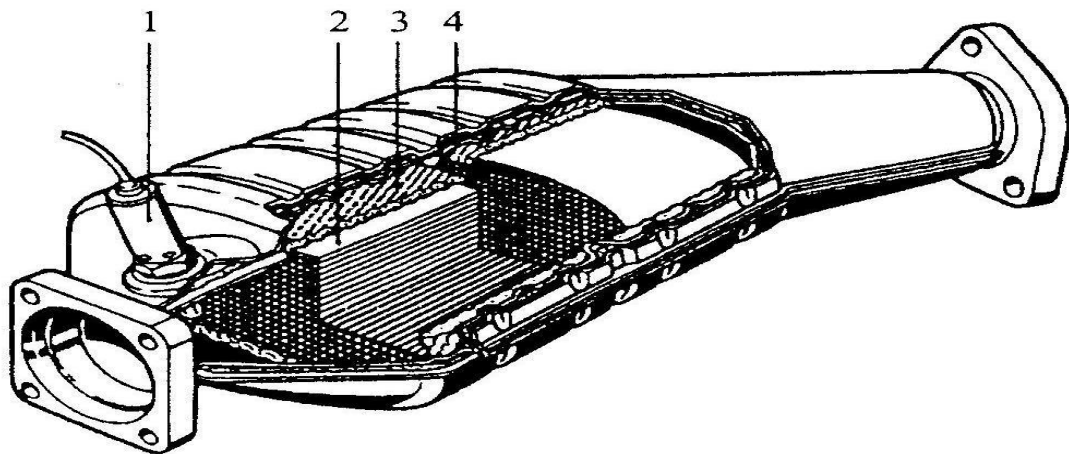


Рис. 2.23. Трикомпонентний каталітичний нейтралізатор із давачем концентрації кисню:

1- давач концентрації кисню; 2-керамічний моноліт; 3-фільтр; 4- термостійкий корпус

У термостійкому корпусі 4 (рис. 2.23) трикомпонентного нейтралізатора знаходиться керамічний носій 2, покритий каталітичним матеріалом (Pt, Pa, Rh). Компоненти нейтралізатора – відновлювальний і окиснювальні (рис. 2.24) – розташовані послідовно: спочатку у ВГ знешкоджуються NO_x , потім – CO , C_mH_n

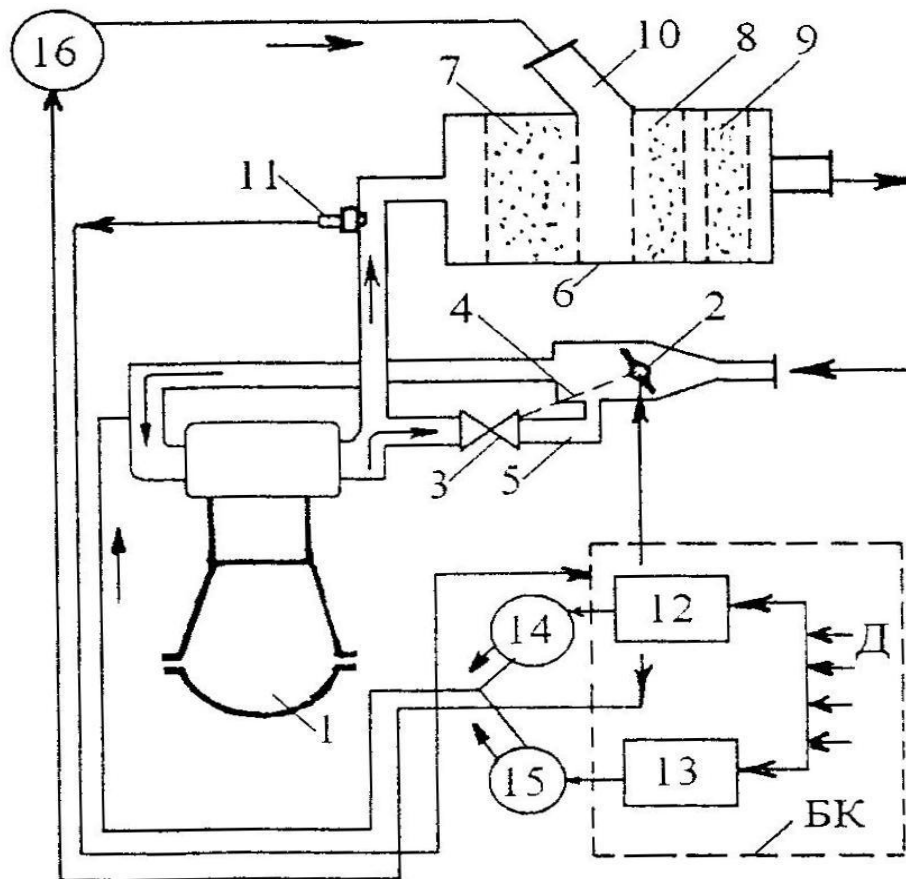


Рис. 2.24. Функціональна схема системи керування очищенням відпрацьованих продуктів бензинового двигуна:

1-двигун; 2-дросьель; 3-перепускний клапан; 4-зв'язок клапана перепуску й дроселя; 5-канал перепуску (рециркуляції); 6-нейтралізатор; 7-відновлювальний реактор; 8 і 9-окиснювальні реактори допалювання CO і C_mH_n ; 10-патрубок подачі вторинного повітря; 11- давач концентрації кисню; 12 і 13-повітря-і паливостачальні магістралі; 16-пристрій для подачі вторинного повітря; Д-давачі

Для отримання у реакторі відновлювального середовища паливноповітряна суміш має бути в межах нормальної ($\alpha \approx 1$), що забезпечується з допомогою лямбда-зонда. Необхідна точність у співвідношенні компонентів суміші досягається при задіянні систем дозування палива з електронним керуванням і зворотнім зв'язком: кількість палива, що уприскується форсункою 4, визначається електронним блоком керування залежно від сигналів вимірників витрати повітря, частоти обертання колінчастого вала двигуна а також від лямбда-зонда (він засвідчує відхилення складу суміші від нормального). Відхилення складу суміші від необхідного для роботи нейтралізатора збуджує відповідний сигнал, який використовується для зміни подачі палива форсунками.

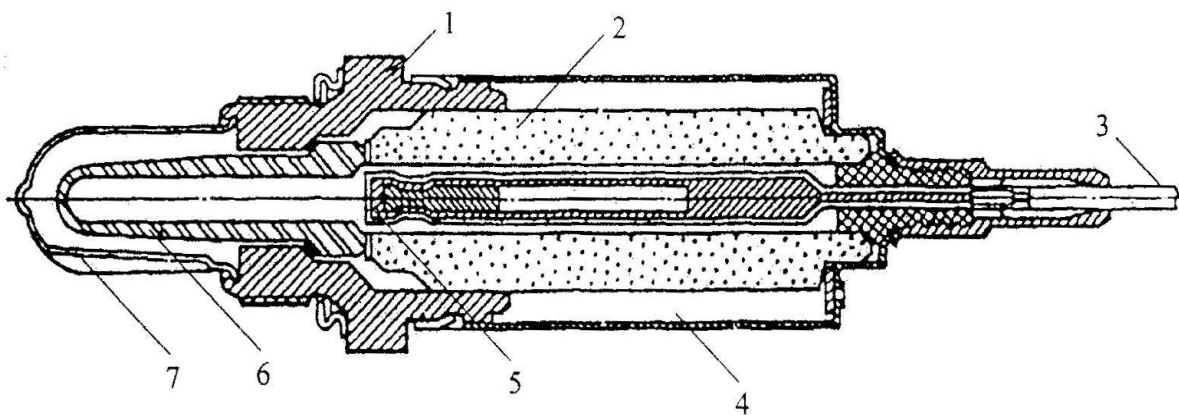


Рис. 2.25. Розріз давача концентрації кисню:

1-металевий корпус; 2-керамічний ущільнювач; 3-поєднувальний кабель (сполучення з ЕБК); 4-кожух із керамічним ізолятором; 6-активний керамічний елемент

Чутливим елементом лямбда-зонда (давача концентрації кисню) є ковпачок 6 (рис. 2.25), виготовлений на основі діоксиду цирконію. Внутрішня і зовнішня поверхні ковпачка вкриті пористою платиною або її сплавом (каталізатор і струмопровідник). Чутливий елемент захищений оболонкою 7 з

прорізами для проникнення ВГ. За високих температур діоксид цирконію набуває властивості електроліту, потенціал якого залежить від співвідношення парціальних тисків кисню в зонах зовнішньої та внутрішньої поверхонь покриття (зовнішня контактує з ВГ, внутрішня – з повітрям, що знаходиться під постійним парціальним тиском) і від температури ковпачка: якщо у ВГ відсутній кисень ($\alpha \leq 1$) на виході чутливого елемента різниця потенціалів у межах 0.9 В; коли ж $\alpha \geq 1$ – різниця потенціалів різко зменшується (0.1-0.15 В).

Отже, лямбда-зонд повідомляє ЕБК про концентрацію кисню в ВГ. ЕБК сприймає сигнал, зіставляє його із занесеним у пам'ять і, якщо рівень сигналу відрізняється від оптимального для цього режиму, коригує тривалість уприскування палива на подовження чи скорочення.

Система з кисневим давачем може діяти в двох режимах:

1) ЕБК розраховує тривалість імпульсів уприскування без врахування сигналу від цього давача (розрахунок здійснюється на основі сигналів від давачів положення колінчастого вала, масової витрати повітря, температури холодильної рідини й положення дросельної заслінки. В такій ситуації розрахована ЕБК тривалість імпульсів уприскування визначає співвідношення повітря: паливо відмінне від 14,7/1 (це характерно для непрогрітого двигуна: коли температура холодильної рідини нижча 32 °С – потрібна збагачена суміш);

2) ЕБК розраховує тривалість імпульсів уприскування бензину за сигналами тих же давачів, що і в першому режимі, але додається ще й сигнал від кисневого давача. В такому разі тривалість імпульсів уприскування бензину така, за якої співвідношення повітря/паливо підтримується на рівні 14,7/1 (досягається ефективність роботи двигуна й каталітичного нейтралізатора).

За умови, коли ЕБК тривалий час отримує сигнал, що свідчить про збагачену (внаслідок, наприклад, підвищеного тиску в паливноподавальній підсистемі) або збіднену (внаслідок, наприклад, негерметичності повітропостачальної підсистеми чи заниженого тиску в паливноподавальній

підсистемі) суміш – в його пам'ять заноситься відповідний код несправності. В такій ситуації ЕБК переходить в такий режим, як у процесі прогрівання двигуна.

Давач працює в діапазоні температур 350-900 °С (тому деталі виготовлені з жаростійких матеріалів). За вищих температур – давач руйнується, за нижчих від 300 °С він не діє, тому для розширення діапазону роботи застосовують давачі з електричним підігрівом.

Ресурс електрохімічних давачів кисню становить 60-80 тис. км пробігу автомобіля (за умов дотримання правил використання).

Отже, при застосуванні трикомпонентного каталітичного нейтралізатора шкідливі викиди оксиду вуглецю, вуглеводнів і оксидів азоту можуть бути знешкоджені за умови, що двигун працює на гомогенній паливноповітряній суміші стехіометричного складу. При роботі двигуна на бідній суміші (системи безпосереднього уприскування) трикомпонентний нейтралізатор не здатен повністю перетворювати оксиди азоту, утворені в процесі згоряння. В такому разі застосовуються каталітичні нейтралізатори акумуляторного типу.

Каталітичний нейтралізатор акумуляторного типу конструкційно подібний вищезгаданому трикомпонентному нейтралізатору. Відмінність полягає в тім, що додатково до платинового і родієвого покриття він оснащений добавками (оксиди калію, кальцію, стронцію, цирконію), здатними акумулювати оксиди азоту.

Під час роботи двигуна на стехіометричній суміші ($\alpha \div 1$) акумулювальний нейтралізатор діє подібно трикомпонентному нейтралізатору (завдяки покриттям з благородних металів), а при роботі на бідній суміші ще й знешкоджує оксиди азоту (на поверхні платинового покриття оксиди азоту каталітично окиснюються до діоксиду, який врешті реагує з спеціальними додатковими оксидами та киснем (утворюються нітрати).

Чим більше акумулюється оксидів азоту, тим менша здатність нейтралізатора їх зв'язувати, тому регенерація має відбуватися зразу, як тільки

перевищується певний рівень накопичення (оксиди азоту мають вивільнятися й перетворюватися). Для цього двигун протягом короткого проміжку часу працює в режимі використання багатой гомогенної суміші ($\alpha \leq 0,8$). Як відновлювальні агенти застосовуються переважно оксиди вуглецю.

Здатність нейтралізатора акумулювати (зберігати) оксиди азоту суттєво залежить від температури (оптимальна ділянка в межах 300-400⁰С. Отже, робочий діапазон температур акумуляторного нейтралізатора нижче, ніж у трикомпонентного каталітичного нейтралізатора. Зважаючи на це, для повного очищення ВГ у випускній системі двигуна автомобіля монтується два каталітичних нейтралізатори (рис. 2.26): ближче до двигуна трикомпонентний 3, далі – акумуляторного типу 5. Присутність двох кисневих давачів характеризується наступним: давач 2, розташований перед першим каталітичним нейтралізатором, сприймає високу температурну напругу й дію ВГ, що призводить до зниження точності вимірювання; наявність другого давача 6 (після нейтралізатора акумуляторного типу) значно зменшує вплив цих факторів.

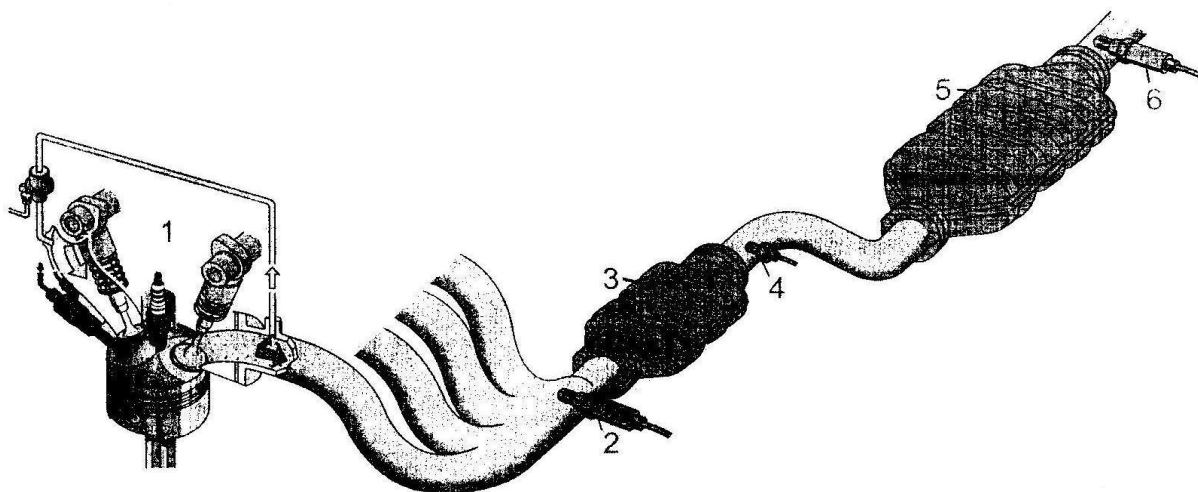


Рис. 2.26. Загальний вигляд випускної системи двигуна автомобіля з трикомпонентним каталітичним нейтралізатором попередньої очистки відпрацьованих газів, послідовно розташованим нейтралізатором акумуляторного типу та кисневими давачами:

1-двигун із системою рециркуляції ; 2 і 6-кисневі давачі; 3 і 5-каталітичні нейтралізатори; 4-температурний давач

Ефективним засобом знешкодження картерних газів є система примусової вентиляції картера, дію якої розглянемо на прикладі автомобілів ВАЗ.

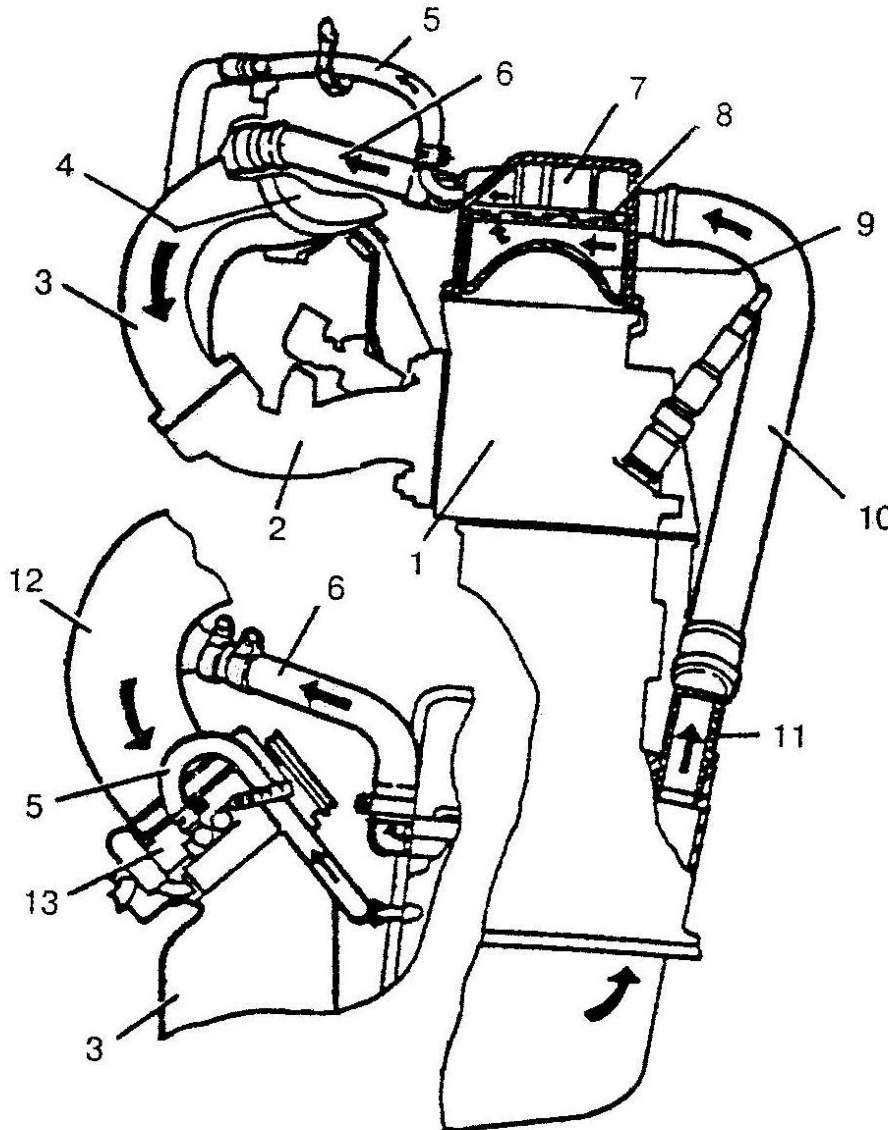


Рис. 2.27. Схема системи вентиляції картера двигуна ВАЗ-2110:

1-головка блока циліндрів; 2-впускний патрубок; 3-ресивер; 4-порожнина; 5-верхній витяжний патрубок; 6-патрубок другого контуру; 7-кришка головки блока циліндрів; 8-олиновіддільник; 9-сітка; 10-витяжний патрубок; 11-з'єднувальний патрубок; 12 і 13-підвідний і дросельний патрубки

Витяжним патрубком 10 (рис. 2.27) великого внутрішнього перерізу картерні гази надходять до оливовідділювача 8 із сіткою 9. Верхній патрубок 5 малого діаметра сполучає порожнину оливовідділювача з дросельним патрубком 13 (з жиклером), ресивером 3 і впускним патрубком 2; третій патрубок 6 великого діаметра сполучає порожнину пристрою з впускним трубопроводом 12 і над дросельною порожниною (він забезпечує прохід картерних газів у камери згоряння через дросельний патрубок 13).

У режимі роботи двигуна «холостий хід» картерні гази надходять у за-дросельну порожнину через калібрований отвір (жиклер) у дросельному патрубку, внаслідок високого розрідження у впускному трубопроводі (жиклер обмежує кількість газу, що відсмоктується). За збільшення відкриття дросельної заслінки певна (невелика) частина картерних газів продовжує проходити через жиклер, а більша частина – через патрубок великого діаметра 6 у впускний трубопровід 12 і в камеру згоряння (у деяких конструкціях патрубок 6 може бути сполучений з ресивером).

2.4. Різновиди комбінованих мікропроцесорних систем керування двигуном

Система, що об'єднує електронні пристрої керування сумішоутворенням і запалюванням у бензинових двигунах («Motronic») започаткована фірмою Bosch в 1979 році. Перший варіант системи – комбінація електронного керування дискретним уприскуванням палива з програмною системою керування кутом випередження запалювання (з механічним переривником-розподільником струму).

Завдяки стрімким темпам розвитку напівпровідникової технології продуктивність мікроконтролерів зростала, розширювалися можливості програмного забезпечення, збільшувався об'єм пам'яті. Внаслідок цього система набувала додаткових функцій (керування з обмеженням детонації, регулювання тиску наддуву турбокомпресора, рециркуляція ВГ та ін.) і,

врешті, вона стала комплексною багатофункціональною системою керування двигуном.

Інтегроване керування системами уприскування й запалювання досконаліше, ніж відокремлене керування кожною з них – момент запалювання нерідко залежить від співвідношення компонентів робочої суміші, буває і навпаки; зкоординоване керування зменшує емісію шкідливих речовин; керування двигуном може ґрунтуватись на фактичних потребах кожної моделі з врахуванням численних показників у різних експлуатаційних умовах; можлива реалізація додаткової функції щодо технічного обслуговування – самодіагностики для пошуку несправностей; поліпшується паливна економічність.

Розглянемо характерні різновиди системи, які утворилися в процесі її вдосконалення.

В системі «Mono-Motronic» основні керівні сигнали залежать від положення дросельної заслінки й частоти обертання колінчастого вала двигуна. Крім цього, враховуються сигнали від кисневого давача і давачів температури холодильної рідини та всмоктуваного повітря. Розрахована мікроЕОМ потрібна кількість палива через ЕМФ періодично уприскується над дросельною заслінкою й змішується з повітрям. За цими ж сигналами за іншою програмою керівні імпульси надходять до котушки запалювання. Значення кутів випередження запалювання, закладені в блок пам'яті контролера, порівнюються з дійсними значеннями і відповідним чином коригуються, що дозволяє враховувати механічні зношення деталей циліндро-поршневої групи, порушення компресії та ін.

Система «Motronic 1.7» називається «статичною». Це обумовлено тим, що застосовано пристрої розподілу запалювання, в яких відсутні рухомі частини (кожен циліндр оснащений власною котушкою запалювання). Така електронна система запалювання, коли котушка запалювання кожного циліндра керується окремим вихідним каскадом контролера, дозволяє подавати

на свічки запалювання струм напругою до 32 кВ і швидко змінювати кут випередження запалювання в кожному циліндрі.

В системі «Motronic 3.1» збільшена, порівняно з попередньою, продуктивність контролера, застосовано вимірник маси повітря термоанемометричного типу й послідовний режим уприскування палива. Кожна форсунка керується окремим каскадом контролера.

Передбачено захист нейтралізатора ВГ: за порушення нормальної роботи первинного кола системи запалювання контролер вимикає форсунку відповідного циліндра (припиняється надходження незгорілої суміші до нейтралізатора).

В автомобілях із автоматичними коробками передач ця система після отримання сигналу про встановлення важеля селектора в положення певної передачі забезпечує збільшення подачі палива для уникнення падіння частоти обертання колінчастого вала двигуна в результаті зростання навантаження за рахунок вмикання гідротрансформатора. Контролюється також частота обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу при вмиканні кондиціонера (за його наявності).

У складі системи «ME-Motronic» окрім клапана додаткової подачі повітря (в каналі, паралельному патрубку дросельної заслінки), також є дублер регулятора холостого ходу і система повністю електронного запалювання. Контролер керує системою уприскування бензину з врахуванням: напруги акумуляторної батареї; режиму роботи стартера; частоти обертання колінчастого вала двигуна; теплового стану двигуна; положення дросельної заслінки; кількості й температури всмоктуваного повітря. Відтак, для керування уприскуванням палива контролер виконує наступні функції:

вмикає через реле паливний насос (за частоти обертання колінчастого вала понад 30 хв^{-1});

керує пуском холодного двигуна шляхом зміни тривалості уприскування бензину форсунками та вмиканням пускової форсунки за інформацією від теплового реле;

подає сигнали на збагачення суміші для збільшення частоти обертання колінчастого вала після пуску двигуна залежно від температури холодильної рідини;

керує роботою двигуна в режимі набору швидкості автомобілем залежно від температури холодильної рідини й тривалості розгону;

коригує подачу повітря в циліндри за інформацією датчика температури повітря;

керує частотою обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу;

обмежує частоту обертання колінчастого вала двигуна шляхом припинення роботи форсунок за перевищення максимальної частоти обертання колінчастого вала;

припиняє подачу бензину в режимі примусового холостого ходу і відновлює її за зниження частоти обертання колінчастого вала двигуна до певного рівня.

Розташування пристроїв системи «ME-Motronic» керування двигуном видно з (рис. 2.28).

У 2000 році розпочато виробництво системи «MED-Motronic» - для керування безпосереднім уприскуванням бензину в циліндри. Велика кількість підконтрольних і керованих параметрів змусила до застосування мікроконтролера з набагато більшою продуктивністю процесора.

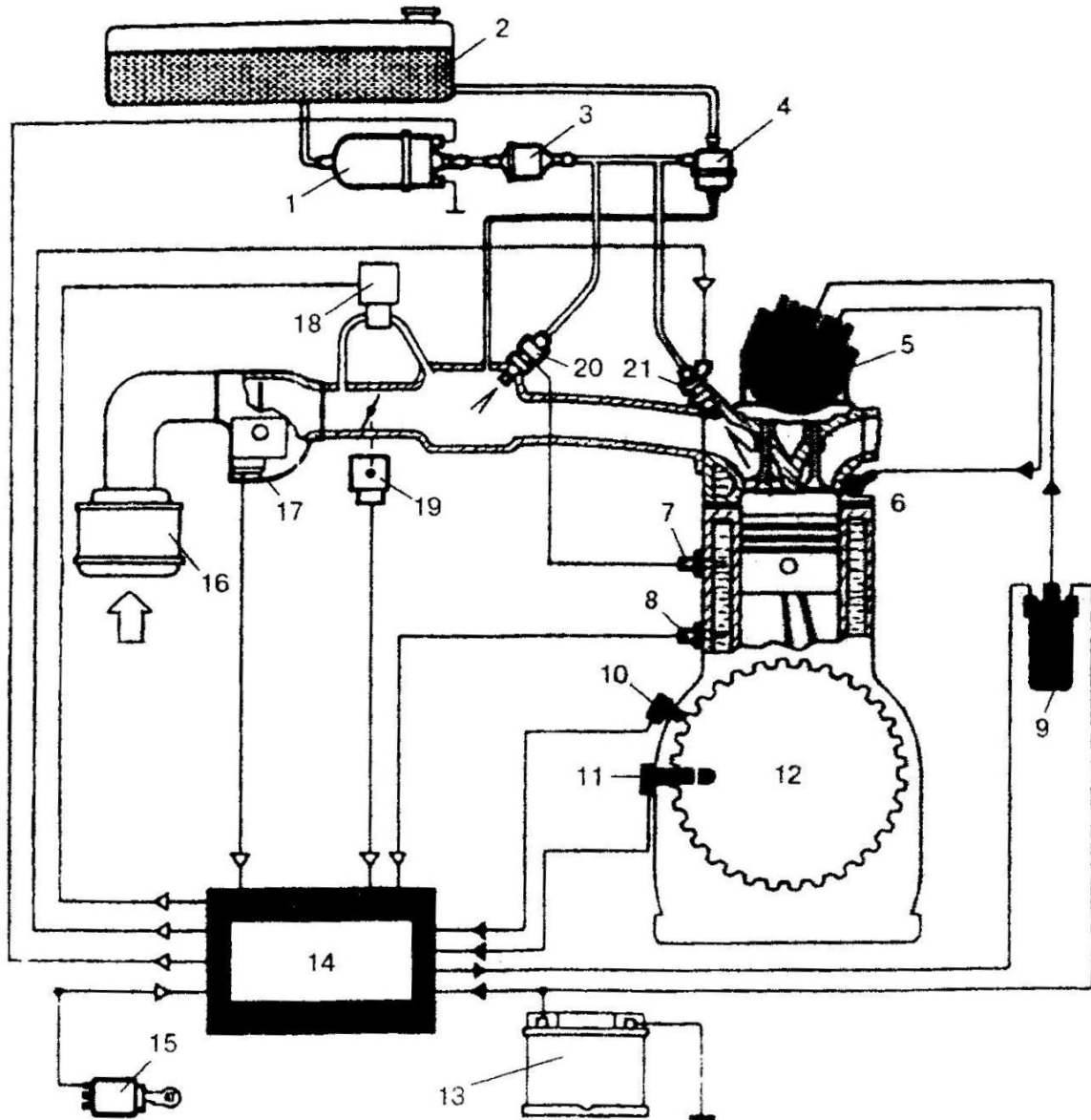


Рис. 2.28. Схема розташування пристроїв системи керування двигуном (ME-Motronic):

1 і 2-паливні насос і бак; 3-фільтр тонкої очистки палива; 4-регулятор тиску; 5 і 6-розподільник і свічка запалювання; 7-теплове реле часу; 8,10 і 11-відповідно датчі температури холодильної рідини, частоти обертання колінчастого вала двигуна і кутових імпульсів; 12-зубчастий вінець маховика; 13-аккумуляторна батарея; 14-контролер; 15-вимикач запалювання; 16 і 17-повітряний фільтр і вимірник кількості повітря; 18-регулятор холостого ходу; 19-вимикач дросельної заслінки; 20 і 21-пускова та робоча форсунки

Контрольні запитання щодо змісту модуля

1. У чому полягає сутність турбонаддуву?
2. В яких межах температури при пуску двигуна діє форсунка додаткової подачі бензину?
3. Який параметр системи живлення і в яких режимах роботи двигуна регулюється дросельною заслінкою?
4. Які типи вимірників кількості повітря застосовуються в імпульсних системах уприскування бензину?
5. Від чого залежить пересування напірного диска витратоміра повітря (K-Jetronik)?
6. Від чого залежить кут повороту дросельної заслінки?
7. З якою метою електричний насос забезпечує надлишкову щодо потреби подачу бензину?
8. Охарактеризуйте переваги і недоліки варіантів розташування електробензонасоса.
9. Поясніть принцип дії електробензонасоса роликів типу.
10. Яку роль у вприскувальній системі живлення виконує нагромаджувач палива?
11. За рахунок чого забезпечується збагачення паливноповітряної суміші в системі центрального уприскування бензину за швидкого відкриття дросельної заслінки?
12. Які функції виконує дозатор-розподільник палива?
13. Які функції виконує регулятор тиску в системі безпосереднього уприскування палива в циліндри двигуна?
14. Охарактеризуйте складники контура високого тиску в системі безпосереднього уприскування бензину в циліндри двигуна.
15. У чому полягає принцип дії паливного насоса високого тиску в системі безпосереднього уприскування бензину в циліндри двигуна?
16. У чому полягає принцип дії електромагнітної форсунки?

17. За рахунок чого досягається дрібність розпилювання бензину електромагнітною форсункою?

18. У чому сутність рециркуляції відпрацьованих газів двигунів?

19. За рахунок чого каталітичний нейтралізатор відпрацьованих газів зменшує їх токсичність?

20. В яких межах знаходиться робоча температура лямбда-зонда?

21. У чому сутність примусової вентиляції картера двигуна?

3. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ Й ШТАТНІ РЕГУЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ, ДІАГНОСТУВАННЯ ТА УСУНЕННЯ НЕСПРАВНОСТЕЙ

3.1. Сутність технічного обслуговування та технічного діагностування

Технічний стан системи живлення і якість застосовуваного палива безпосередньо впливають на такі показники роботи автомобіля, як потужність, економічність, можливість швидкого пуску двигуна, його надійність, а також на рівень токсичності ВГ. Надійність системи живлення визначається в основному тим, якою мірою кількість, склад і якість робочої суміші відповідає режимам роботи двигуна.

Зміна складу паливноповітряної суміші суттєво впливає на потужність і економічність двигуна, його прийомистість. На збіднених сумішах швидко погіршується прийомистість, збагачена суміш збільшує інтенсивність спрацювання внаслідок конденсації палива на стінках циліндрів та розрідження оливної плівки.

Нерівномірне переміщення палива й повітря і нерівномірний розподіл суміші між циліндрами двигуна погіршують його антидетонаційні властивості, знижують економічність та призводять до нестійкої роботи в режимах малих

навантажень і холостого ходу. Процес утворення нагару в порожнинах камер згоряння також залежить від якості палива. Застосування бензинів, які перебували на зберіганні тривалий час, призводить до обсмолювання деталей системи живлення двигунів.

Надійність – визначальна ознака дорожнього транспортного засобу – зберігання в часі експлуатаційних показників, закладених у процесі проектування й виготовлення, у встановлених межах.

Справна машина завжди роботоздатна (виконує передбачені функції), а роботоздатна – може бути несправною (її стан не відповідає певним вимогам нормативно-технічної документації). Порушення справності машини або її складових внаслідок дії зовнішніх чинників – пошкодження – може бути неістотне (роботоздатність зберігається), істотне (роботоздатність порушується). Неліквідовані неістотні пошкодження можуть перетворитись в істотні й викликати відмову.

Операція або комплекс операцій, спрямовані на підтримання роботоздатності чи справності машини під час її використання за призначенням, зберігання й транспортування – це технічне обслуговування (ТО). Для встановлення ознак, що характеризують наявність дефектів у механізмах проводиться технічне діагностування (переважно під час ТО). Напрацювання машини від початку її використання (чи відновлення після капітального ремонту) до настання граничного стану (коли її подальше використання за призначенням неприпустиме або недоцільне чи відновлення її роботоздатного стану неможливе чи недоцільне і має бути припинено) називають ресурсом.

Зміна технічного стану механізмів автомобіля відбувається під впливом певних причин, обумовлених роботою власне механізмів, зовнішніх умов (у яких використовується або зберігається автомобіль), випадкових причин (приховані дефекти, перевантаження конструкції та ін.). Знання основних причин зміни роботоздатності та технічного стану механізмів важливо для

вибору ефективних заходів і засобів щодо запобігання відмовам та несправностям.

До основних постійнодіючих причин зміни технічного стану механізмів відносяться: зношення, пластична деформація, руйнування від втоми, корозія, фізико-хімічні зміни матеріалів і деталей.

Процес зношення відбувається внаслідок тертя, обумовленого матеріалом і якістю обробки тертьових поверхонь, наявністю між ними мастильного матеріалу, навантажувальним, швидкісним і тепловим режимами роботи тертьової пари деталей. Механічне зношення – наслідок різальної дії твердих часток, що потрапляють між поверхонь тертя (пил, пісок, продукти зношення). Адгезійне зношення відбувається внаслідок молекулярного зчеплення матеріалів тертьових поверхонь і спостерігається переважно в період припрацювання механізмів; обумовлюється руйнуванням змащувальної плівки, інтенсивним нагріванням і зварюванням часток металу. Корозійно-механічне зношення – це результат механічного зношення та агресивної дії середовища (властиве деталям циліндропоршневої групи, де мають місце агенти корозії).

У процесі використання автомобіля параметри мастильних матеріалів і технічних рідин погіршуються внаслідок накопичення в них продуктів зношення, зміни в'язкісно-температурних характеристик. Властивості матеріалів змінюються не тільки при їх використанні, а й при зберіганні: знижується міцність і еластичність гумотехнічних виробів, у мастильних матеріалах і паливах відбуваються процеси окиснення з утворенням осаду.

Надійність, роботоздатність та економічність автомобіля істотно залежать від припрацювання деталей в початковий період використання. В процесі обкату (до 2000-3000 км пробігу) потрібен ретельний догляд за автомобілем і дотримання певних умов, зокрема:

уважно слідкувати за режимом пуску й прогрівання двигуна (не навантажуючи непрогрітий);

уникати тривалої роботи двигуна в режимі холостого ходу (з мінімальною частотою обертання колінчастого вала);

уникати перевантаження двигуна під час руху, для чого вчасно переходити на нижчі передачі;

не використовувати автомобіль для буксирування причепа.

Визначення технічного стану автомобіля (його складників) без розбирання, встановлення ознак, що характеризують наявність дефектів у механізмах з метою передбачення можливих відхилень в режимах їх роботи – **технічне діагностування** (ТД) – здійснюється суб'єктивними (візуально, прослуховування, обмацування, логічне мислення) або об'єктивними (вимірювання та аналіз інформації про справжній технічний стан механізмів) спеціальними діагностичними засобами.

Планово-випереджувальний характер системи ТО визначається плановим і примусовим (через установлені пробіги або проміжки часу роботи рухомого складу) виконанням контрольної частини операцій, передбачених «Положенням про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту», з наступним проведенням, у разі потреби, виконавчої частини. Деякі операції ТО можуть виконуватися у плановому порядку без попереднього контролю.

ТО передбачає підтримання рухомого складу в роботоздатному стані й належному зовнішньому вигляді; забезпечення надійності й економічності роботи, безпеки руху; захисту навколишнього середовища; запобігання відмовам і несправностям. Якщо при ТО не можна визначити технічний стан окремих механізмів, то їх демонтують з автомобіля для контролю на спеціальних стендах.

Підготовка до продажу автомобіля з метою введення його в експлуатацію здійснюється торгівельною організацією на спеціальних пунктах чи підприємствах, які реалізують продукцію та здійснюють фірмове

обслуговування. Перелік та обсяг робіт ТО в період обкату автомобіля встановлюються виробником і описуються в сервісній документації.

Нормативи ТО коригують залежно від категорії умов використання автомобілів, які характеризуються типом дорожнього покриття, типом рельєфу місцевості та умовами руху.

Застосування ТО автомобілів за їх технічним станом потребує широкого впровадження засобів і методів ТД, цифрових електронно-обчислювальних машин для оцінювання й прогнозування технічного стану механізмів, а також збирання і оброблення статистичної інформації про надійність автомобілів; створення на підприємствах спеціальних підрозділів для опрацювання висновків про допуск їх до використання.

Отже, технічний стан автомобіля (окремих механізмів) без розбирання визначають за допомогою ТД, що є технологічним елементом ТО. Діагностування може бути процедурою контролю, але не кожна контрольна операція є операцією діагностування.

ТД дає змогу кількісно оцінювати безвідмовність і ефективність механізмів та прогнозувати ці властивості в межах залишкового ресурсу або встановленого напрацювання; воно підтримує на певному рівні надійність, зменшує витрату запасних частин, матеріалів та трудових ресурсів на ТО й ремонт, підвищує продуктивність автомобіля і зменшує собівартість перевезень. Досягти мети діагностування можна тільки внаслідок аналізу багатьох справних і несправних станів, у яких може перебувати об'єкт.

Відтак, основні завдання ТД:

перевірка справності й роботоздатності автомобіля (чи його складників) з встановленою ймовірністю правильності діагнозу;

пошук дефектів, які порушили справність і (або) роботоздатність автомобіля;

збирання вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу або ймовірності безвідмовної роботи машини у міжконтрольний період.

Щоб визначити, в якому стані автомобіль (чи його складник), треба знати параметри його технічного стану, встановлені нормативно-технічною документацією заводу- виробника.

Параметрами технічного стану називають фізичні величини (міліметр, градус тощо), які визначають зв'язок і взаємодію елементів автомобіля (його складників) та їх функціонування. Під впливом різних конструкційно-технологічних і експлуатаційних чинників параметри змінюються. Під час діагностування параметри технічного стану вимірюють безпосередньо на підставі вихідних і супровідних (робочих) процесів, що породжуються діючим механізмом. Отримувана інформація називається діагностичними ознаками (коливальні процеси, тепловий стан, герметичність та ін.), які можна оцінити за допомогою відповідних діагностичних параметрів.

Діагностичні параметри – це якісна міра прояву технічного стану автомобіля (його складників) за посередніми ознаками. Наприклад, ефективність двигуна можна оцінити за потужністю і темпом її наростання. Супровідні процеси (шум, нагрівання тощо) можна оцінити за допомогою таких діагностичних параметрів, як швидкість і прискорення вібрацій, ступінь і швидкість нагрівання, компресія, концентрація в оливі відпрацьованих продуктів та ін.

При визначенні діагностичного параметра завжди є випадкові чинники, які знижують точність зміни параметра за незмінних умов вимірювання. Це залежить здебільшого від навантажувального, теплового і швидкісного режимів функціонування систем, що діагностуються. Діагностичні параметри механізму, як і структурні, є змінними випадковими величинами і мають відповідні номінальні й граничні значення.

Діагностичні нормативи – це кількісна оцінка технічного стану системи, яку діагностують. До них належать: початкове значення діагностичного параметра, його граничне значення, попереджувальне або допустиме значення при заданій періодичності діагностування. Діагностичні

нормативи поділяють на ті, що визначаються стандартами, і ті, що зумовлені нормативно-технічною документацією заводів-виробників.

Прогнозування – це процес визначення строку або ресурсу справної роботи автомобіля (його складників) до виникнення граничного стану, тобто передбачення виникнення відмови. За допомогою прогнозування можна найповніше використати ресурси розглядуваної системи й оптимізувати її ТО. В основі визначення періодичності ТД лежать закономірності зміни технічного стану та економічні показники.

Розрізняють **суб'єктивні та об'єктивні методи ТД**. До першого відносяться візуальний (виявлення порушень ущільнень дефектів трубок, неповноту згоряння), прослуховування роботи механізмів (виявлення збільшення зазорів у механізмі газорозподілу, кривошипно-шатунному механізмові та ін., надмірне або запізне випередження запалювання), обмацування (стосується ослаблення кріплень), логічне мислення (наприклад, несправності паливноподавальної апаратури – утруднений пуск двигуна).

Об'єктивні методи ТД ґрунтуються на вимірюванні та аналізі інформації про справжній технічний стан складників автомобіля спеціальними контрольно-діагностичними засобами й прийнятті рішення за допомогою розроблених алгоритмів діагностування. Достовірність вимірювань характеризується точністю, відтворюваністю, надійністю, чутливістю, довговічністю діагностичних засобів.

Діагностування за структурними параметрами ґрунтується на вимірюванні цих параметрів або зазорів, що визначають взаємне розташування деталей і механізмів. Здійснюють - вимірювальними інструментами: щупами, лінійками, штангенциркулями, нутромірами, індикаторами та ін. Переваги цього методу – точний діагноз, простота засобів вимірювання; недоліки – велика трудомісткість, мала технологічність.

Діагностування за параметрами герметичності робочих об'ємів полягає у виявленні та кількісному оцінюванні витікання газів або рідин із робочих об'ємів механізмів (наприклад, з камери згоряння).

Діагностування за періодично повторюваними робочими процесами або циклами ґрунтується на тому, що вони часто повторюються.

Діагностування двигуна за складом ВГ має важливе значення, оскільки воно спрямоване, насамперед, на зменшення забруднення довкілля.

На підставі результатів про кількісний склад ВГ можна отримати інформацію щодо ступеню повноти згоряння, зумовленого фізичними та хімічними чинниками, оцінити якість процесів утворення суміші та газообміну, визначити вплив різних факторів на процес згоряння задля того, щоб впливати на окремі його стадії.

Отже, ТД являє собою людино-машинну систему отримання й обробки інформації, необхідної для керування технічним станом автомобіля (його складників) та технологічними процесами ТО й ремонту. Джерелами інформації є: водій, механік станції (пункту) технічного обслуговування, зовнішні та вбудовані засоби ТД.

Зовнішні засоби – залежно від їх технологічного призначення можуть бути виготовлені як переносні прилади й пересувні станції, укомплектовані необхідними вимірювальними пристроями, так і стаціонарні стенди.

Вбудовані засоби ТД – це давачі й пристрої у складі конструкції автомобіля, для обробки діагностичних сигналів (підсилення, порівняння з нормативами) і безперервного або дискретного вимірювання параметрів технічного стану механізмів.

Існують також засоби змішаного типу: використовуються вбудовані давачі з виведенням діагностичних сигналів до централізованого штепсельного рознімача та зовнішні засоби для сприймання електричних сигналів, їх вимірювання, обробки та індикації.

3.2. Інструментарій, прилади, стенди

Для проведення ТО застосовуються комплекти інструменту, що додаються до автомобіля, звичайні та спеціальні ключі, воротки для торцевих ключів, пасатижі, відкрутки, молоток, бородки, компресометр, стетоскоп, динамометричні ключі, пристрої для відкручування/закручування оливного фільтра, оправки для запресовування манжет і встановлення кілець на поршнях та поршні з кільцями в циліндри, тестер, спеціальні резистори та ін. Має бути також інструкція заводу-виготівника – опис послідовності виконуваних робіт.

Підтримання системи живлення в роботоздатному стані забезпечується наявністю і застосуванням відповідних засобів ТД. Розглянемо будову й застосування деяких портативних і стаціонарних засобів.

Діагностичний прилад ДСТ-2М – портативний комп'ютер спеціального виконання, призначений для обслуговування автомобілів з електронною системою керування двигунами. У комплекті приладу змінний картридж (для конкретного ЕБК), з'єднувальні кабелі. Сканер зі змінним програмним забезпеченням.

Так, програма «Мотор-тестер» забезпечує зчитування й обробку інформації, отриманої від ЕБК автомобіля через адаптер, з можливістю її зберігання, перегляду й друкування а також керування виконавчими механізмами.

Програма дозволяє відображати в динаміці підконтрольні параметри (до семи одночасно) і переглядати як у цифровому, так і в графічному вигляді. Програма розрахована на діагностування систем живлення автомобілів сімейств ВАЗ і ГАЗ. Шляхом підключення персонального комп'ютера через погоджувальний пристрій до діагностичного роз'єднувача автомобіля і завантаження програми фахівець може контролювати вихідні параметри лампи діагностики, реле електричного бензонасоса, робочих форсунок і регулятора холостого ходу (на працюючому двигуні) та ін.

Клавіатура 8, 9, 10, 11 (рис. 3.1) призначена для введення даних керування програмним забезпеченням. За командою оператора прилад виконує сканування, опитуючи ЕБК про несправності й параметри елементів системи: якщо сигнал відсутній, то в правому верхньому куті висвічується символ «X»; за його наявності висвічується символ у вигляді стрілок, спрямованих догори і донизу (використовуються діагностичні карти, вказуються місця знаходження несправності в мережі).

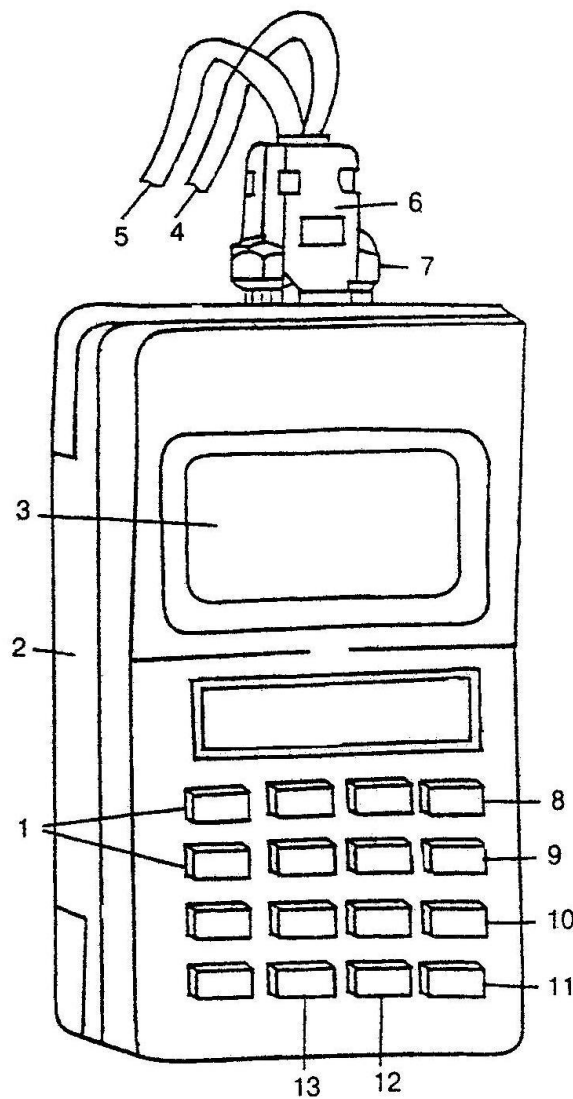


Рис. 3.1. Компоновка діагностичного приладу DST-2М:

1-панель керування; 2-корпус; 3-дисплей; 4 і 5-електропровідники; 6-штуцер; 7-гайка кріплення; 8, 9, 10, 11, 12, 13-функціональні клавіші

Позначення активних клавіш керування: допомога – 0; перемикання індикації – 1; до події – 2; перегляд – 3; настроювання моделі – 0; вибір моделі – (стрілка догори або стрілка донизу); прокручування кадрів – (стрілка уліво або стрілка управо); «запуск/зупинка»; повернення до стану готовності після перегляду - \downarrow ; повернення назад – Esc.

За допомогою приладу можна тестувати різні режими роботи двигуна: пуск, холостий хід, повну потужність, виконувати спеціальні тести для оцінки роботи двигуна. Значення й сутність параметрів, що відображаються на екрані дисплея ДСТ-2М, після вибору пункту меню «Параметри-загальний перегляд», наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Значення і сутність параметрів, контрольованих приладом ДСТ-2М

№ п/п	Назва параметра	Ввімкн. запал.	Режим холост. ходу	Сутність
1.	Ідентифікація калібрування	65535	65535	Запам'ятовувальн. пристрій вміщує загальну інформ. про автомобіль
2.	Темп. хол. рідини в момент пуску двигуна, °С	1	1	Відображ. рівень темп. хол. рідини під час пуску двигуна
3.	Температура холод. рідини, °С	1	90-100	ЕБК вимірює падіння напруги на здавачі темп. хол. рідини і перетворює її в значення температури
4.	Вихідна напр. сигналу давача полож. дрос.засл., В	0,35	0,35-0,7	Вихідна напруга давача полож. дрос. засл., за якою ЕБК розраховує величину відкриття дросельної заслінки
5.	Частота оберт. кол.вала двигуна, хв^{-1}	0	750-850	Інтерпретація ЕБК фактичної част. оберт. за сигналом давача положення колінчаст. вала двигуна
6.	Кут відкриття Дросельної заслінки., %	0	+_ 100	Значення 0% відповідає закр. стану ну дросельної заслінки, 100% - повне відкриття

7.	Вихідна напр.сиг-налу кисневого давача, В	2	0-800	Коли давач не прогрітий, напруга на рівні 450 мВ; підігрітий показує 100-900 мВ
8.	Швидкість автомобіля, км/год	0	*	Параметр також застосовується для контролю точності спідометра
9.	Регулювання подачі палива,%	0	+_ 10	ЕБК відобр. значення регул. Тривалості імпульсів ЕМФ: при 0% -подача стабільна
10.	Подача палива за замкненим контуром, %	0	+_ 20	Відображ. значення парам. регулюв. тривалості імпульсів ЕМФ на основі сигналів кисневого давача
11.	Теперішнє полож. регулятора холостого ходу, кроки	15-35	15-30	Відображ. кількість кроків від полож., що відповідає повному закриттю клапана; більші значення – більш відкритий стан
12.	Бажане полож. регулятора холост. ходу, кроки	2	3	Відображ. розраховане залежно від частоти обертання кол. вала й полож. дросельн. засл. положення регулятора холостого ходу
13.	Комірка пам'яті, що регулює подачу палива (0-35)		19	Дисплей визначає комірку пам'яті, яка використовується для Регулювання паливоподачі
14.	Бажана частота оберт.колінч.вала двиг. в реж холост ходу, хв ⁻¹	-	800	Встановлюється ЕБК за закритого стану дросельної заслінки
15.	Вихідна напруга сигналу давача абсолют. тиску, В	3,55	5,0	Змінюється за зростання навантаження двигуна
16.	Барометричний тиск, кПа	4	4	Залежить від висоти над рівнем моря
17.	Абсолютн. тиск у впускн. колекторі, кПа	75-105	5	Відображається інформація ЕБК за вихідним сигналом давача абсолютного тиску
18.	Вихідна напруга давача температ. повітря, В	6	6	

19.	Рівень температ. повітря	6	6	Відображається інформація ЕБК за сигналом давача температури повітря
20.	Напруга бортової мережі, В	11,5-14	12-15	Параметр відображає напругу, що надходить з клеми вимикача запалювання до ЕБК
21.	Кут випередж. запалювання, град. до ВМТ	10	6-14	
22.	Проміжок часу з моменту реєстрації у впускн. тракті надлишкового тиску	•	*	За досягнення певного рівня параметра в пам'ять ЕБК заноситься код несправності 33
23.	Проміжок часу з моменту реєстрац. у впускн. тракті наднизького тиску	*	*	За досягнення певного рівня Параметра в пам'ять ЕБК заноситься код несправності 34
24.	Тривалість пуску двигуна, год, хв., сек.	-		
25.	Співвідношення паливо/повітря	-	1-15	Відображається співвідношення компонентів суміші, що задається ЕБК
26.	Тривалість ввімкн. стану ЕМФ, мс	Більше 3,9	1,2-1,7	Збільшення тривалості ввімкненого стану призводить до зростання кількості уприскуваного палива
27.	Вихідна напруга октанпотенціометра, В	1,05-7,0	1,07-4,5	
28.	Тривалість Асинхронного імпульсу уприск. палива, мс	*	*	Асинхронний імпульс застосовується для подачі додаткової кількості палива у разі швидкого відкриття дросельної заслінки
29.	Рухомість чи нерухомість автомобіля	-	-	

30.	Обертання/ Нерухомість колінч. вала двигуна	-	-	
31.	Можливість керування клапаном продув. адсорбера	-	-	
32.	Не задіяний			
33.	Реле підігрівання Впускного колектора	Вкл/викл	Вкл/викл	Відображається наявність команди ЕБК на вмикання підігрівника
34.	Режим відключ. подачі палива під час гальмування	Відс.	Відс.	
35.	Режим збіднення суміші під час гальмування	Відс.	Відс.	
36.	Режим збагачення суміші під час прискорення	Відс.	Відс.	
37.	Режим потужніс- ного збагачення	Відс.	Відс.	Відображається стан паливноподавальної підсистеми в процесі потужнісного збагачення (або відсутність)
38.	Режим очищення «залитого» дви- гуна	Відс.	Відс.	Відображається настання режиму очищення циліндрів
39.	Ознака збіднення складу суміші в потужн. режимі	Відс.	Відс.	
40.	«Навчання» комірок пам'яті ЕБК, які регулюють подачу палива	Відс.	Так/ні	Інформується, що система «навчається» за результатами регулювання подачі палива в режимі замкненого контура
41.	Асинхронне уприскування палива	Ні	Так/ні	
42.	Склад відпрацьованих продуктів		Збідн/ збагач	Відображається сигнал кисневого давача про збіднення чи збагачення паливнопо-вітряної суміші

43.	Керування подачею палива в режимі розімкн. чи замкн. контура	Розімкн.	Розімкн./ замкн.	На перехід від одного до іншого режиму впливає тривалість часу після пуску двиг., стан кисневого давача і температура холодильної рідини
44.	Запит на вмикання кондиціонера	Викл.	Вкл/ викл	Перед отриманням сигналу ЕБК він проходить через давач-вимикач висок. тиску і вимикає роботу кондиціонера
45.	Муфта вмикання кондиціонера	Вкл.	Вкл/ викл	Повідомляється про наявність команди ЕБК на реле вмикання кондиціонера
46.	Не використовується			
47.	Наявність умов роботи в режимі холостого ходу	Розімкнено	Розімкн./ замкн.	Відображ. умови роботи двигуна (навантаження, частота оберт. колінч. вала) для режиму холостого ходу
48.	Керув. частотою оберт. колінч. вала в режимі холос. ходу (контур)	0-7	0-7	Відображ. режим замкненого чи розімкненого контура керування залежно від стану системи керування
49.	Октан-корекція	Так	Так	Відображ. запізнення моменту запалювання залежно від положення гвинта регулювання октан-потенціометра
50.	Готовність кисневого давача	*	*	Відображ. готовність давача за його температурним станом
51.	Електронне керування двигуном			Не задіяний
52.	Скважність Сигналу продування адсорбера, +_ 100%	0	0	Відображається коефіцієнт заповнення сигналу (0-100%) для електромагнітного клапана

53.	Розрахункове значення розрідж. у впускн. колекторі, кПа	75-105	34-45	
54.	Розрахункове Значення Тривалості імпульсу, мс	*	*	Не враховуються наступні коригування
55.	Наявність Поточних помилок	Відс.	Відс.	Відображається наявність в пам'яті ЕБК поточних кодів несправностей

Тестер «АСКАН 8» призначений для діагностування систем керування робочим процесом бензинових двигунів (стосовно автомобілів сімейств ГАЗ і ВАЗ). Він дозволяє зчитувати параметри ЕБК у вигляді вихідних сигналів датчиків, виводить на дисплей графіки параметрів у реальному масштабі часу, зчитує коди несправностей та інформацію про комплектацію систем керування.

Натискання клавіш супроводжується звуковим сигналом. Параметри, що відображаються, виводяться на дисплей групами (по 7 параметрів), або загальним списком. Набори параметрів у групах можна змінювати за бажанням оператора. В режимі динамічного перегляду натисканням клавіші «Enter» можна зупинити графічне зображення в певному місці.

Прилад «Мікротестер ГАЗ» призначений для діагностування двигунів, оснащених системами керування з електронними блоками «Микас 5.4», «Микас 7.1» та їх модифікаціями. Тестер фіксує лише несправності систем живлення та керування двигуна. Керування тестером реалізується через систему вкладених меню.

Тестер ДСТ-6Т призначений для діагностування роботоздатності форсунок, регулятора холостого ходу, датчиків положення дросельної заслінки, датчиків масової витрати повітря, датчиків абсолютного тиску, лямбда-зонда, датчиків розподільника запалювання і положення розподільного вала.

Серед стаціонарних діагностичних засобів звернемо увагу на наступні.

Для діагностування та ультразвукового очищення електромагнітних форсунок, знятих з двигуна, призначений стенд ASNU (Німеччина). Діагностування (роботоздатність і герметичність, тривалість імпульсу уприскування, якість розпилювання, точність дозування з похибкою до 1%, продуктивність за різних частот обертання колінчастого вала двигуна) виконують до і після очищення. Ультразвукове очищення форсунок, закріплених у спеціальній ванні, здійснюється за алгоритмом програм.

Універсальний стенд моделі KE-1 МГТУ «МАМИ» призначений для діагностування систем уприскування й запалювання двигунів з електронним керуванням (передбачена можливість імітації режимів роботи, адекватних експлуатаційним умовам при русі автомобіля).

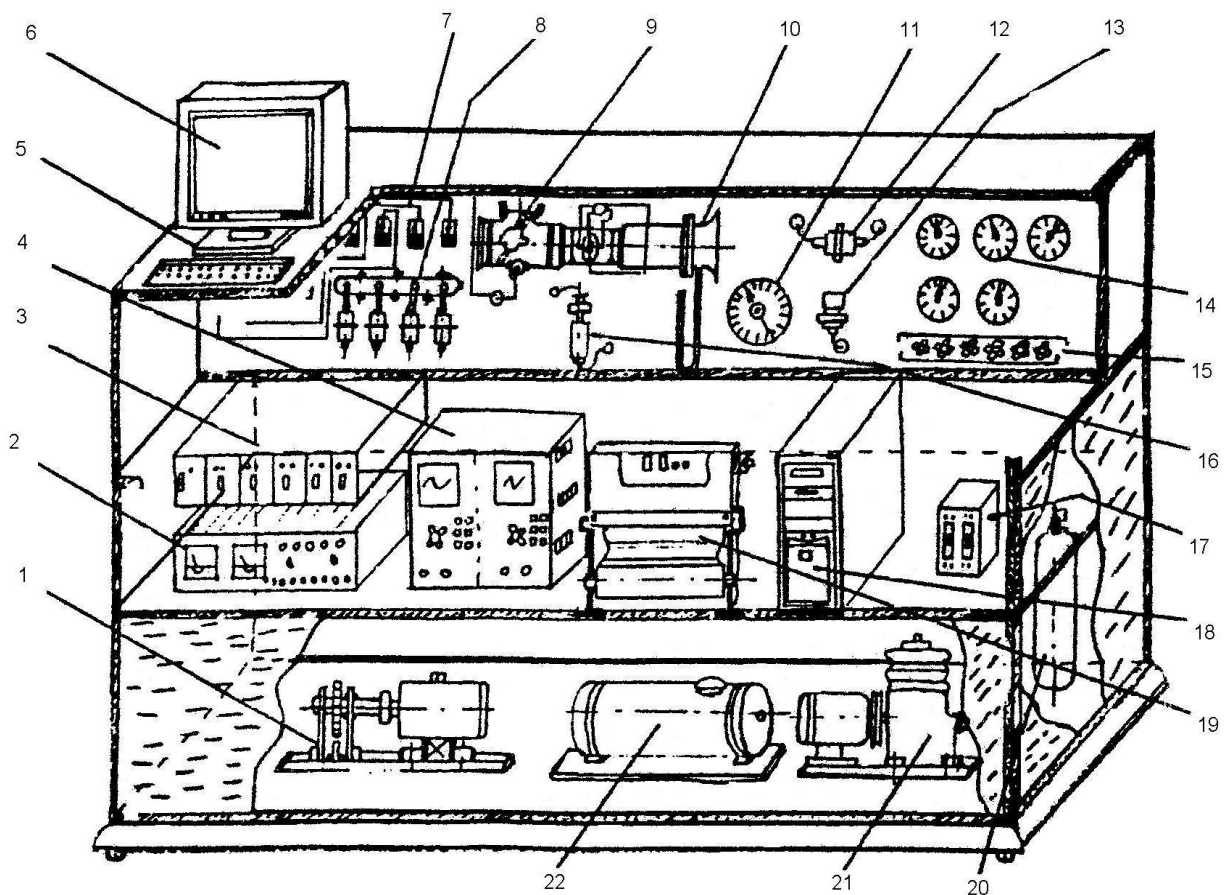


Рис. 3.2. Схема розташування складників стенда мод. KE-1 МГТУ «МАМИ» для діагностування та випробування уприскувальних систем живлення бензинових двигунів:

1-пристрій для контролю давача положення колінчастого вала двигуна; 2-силовий блок; 3-джерело постійного струму; 4-осцилограф; 5 і 6-клавіатура й монітор; 7-свічки з розрядниками; 8-електромагнітна форсунка; 9-дросельний патрубков; 10-пристрій для контролю положення дросельної заслінки; 11-манометр; 12-регулятор холостого ходу; 13-бензиновий клапан; 14-блок манометрів; 15-блок запірної арматури; 16-пристрій для контролю дросельної заслінки; 17-блок живлення; 18-мікроЕОМ; 19-принтер; 20-ресивер; 21-компресор; 22-мірчий балон

У складі стенда монітор 6 (рис. 3.2) з клавіатурою 5, осцилограф 4, силовий блок 2, стабілізоване джерело постійного струму 3, пристрій для контролю давача положення колінчастого вала двигуна 1, іскрові свічки з розрядниками 7, електромагнітні форсунки 8, дросельний патрубков у комплекті 9, пристрій для контролю давачів положення дросельної заслінки і масової витрати повітря 10, манометр 11 (клас не нижче 0,6), регулятор холостого ходу 12, бензиновий клапан 13, блок манометрів 14 (клас не нижче 0,4), блок запірної арматури 15, пристрій для контролю давача детонації, блок живлення 17. Стенд комплектується принтером 19 (матричним або струминним), ресивером 20, компресором 21 і мірним балоном 22.

Складники стенда розташовані на рухомій платформі. Елементи, які діагностуються, оснащені швидкознімними кріпленнями з електричними рознімачами й перехідниками для різних марок автомобілів з уприскувальними системами живлення двигунів. Для обробітку інформації з аналогових давачів застосовано аналого-цифровий перетворювач.

Система керування сумісно з програмним забезпеченням і ЕОМ дозволяє використовувати блоки і пристрої стенда як самостійно, так і разом (залежно від обраної підпрограми діагностики).

В комплекті стенда KE-1 або самостійно для діагностування параметрів уприскувальних систем живлення можуть застосовуватися також установки «BLU STAR», «SPIN Greu», «SPIN Mastermate».

Перша з вищеназваних призначена для повного комплексного діагностування магнітних форсунок різних конструкцій (демонтованих із двигуна). Таке ж призначення другої. Відмінність полягає в об'ємі та підігріванні ультразвукової ванни для промивання електромагнітних форсунок а також у можливості регулювання тривалості імпульсу уприскування бензину. Третя відрізняється від першої наявністю ультразвукової ванни з підігрівом, 13 програм випробувань і можливістю контролю продуктивності форсунок.

Як самостійна установка або у складі стенда КЕ-1 для діагностування давача масової витрати повітря, давача положення дросельної заслінки й регулятора холостого ходу застосовується пристрій, схематично представлений на рис. 3.3. Вентилятор 1 забезпечує подачу повітря через установку, патрубком 2 відводиться холодильна рідина, дросельна заслінка 5 призначена для реалізації несталіх потоків повітря, вимірювання витрати повітря відбувається в дифузорі 8 з диференційним манометром.

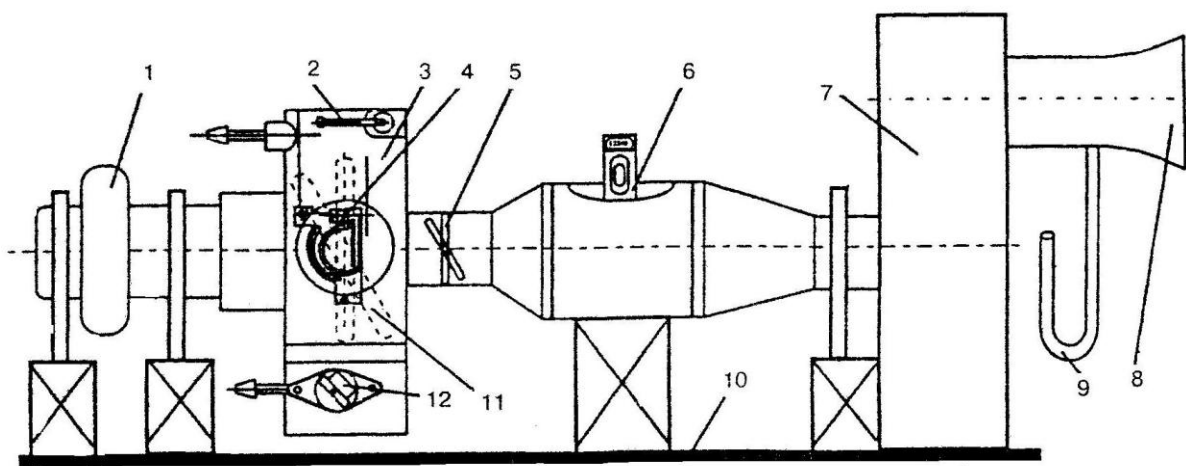


Рис. 3.3. Схема пристрою для діагностування деяких параметрів уприскувальних систем живлення бензинових двигунів:

1-вентилятор; 2-патрубок для відведення холодильної рідини; 3 і 11-дросельний патрубок із заслінкою; 4-давач положення дросельної заслінки; 5-дросельна заслінка; 6-анемометричний давач; 7-ресивер; 8 і 9-повітряний патрубок (сопло) з манометром; 10-основа; 12-регулятор холостого ходу

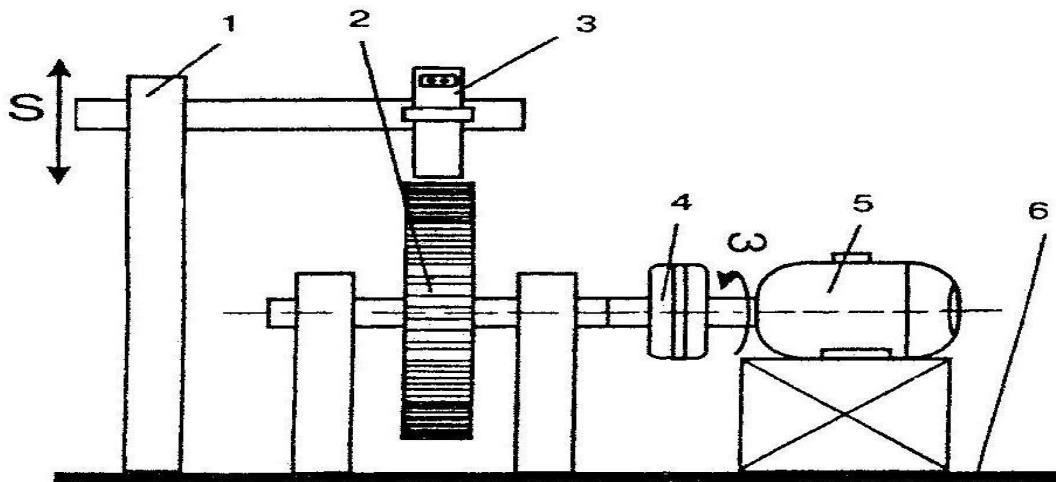


Рис. 3.4. Схема пристрою для діагностування давача положення колінчастого вала двигуна:

1-штатив; 2-задавальний диск; 3-давач положення колінчастого вала; 4-муфта; 5-електродвигун; 6-основа

Для діагностування технічного стану давача положення колінчастого вала двигуна призначений пристрій, у складі якого штатив 1 (рис. 3.4) з можливістю регулювання за висотою з точністю 0,1 мм, задавальний диск 2 (з 58-ма рівновіддаленими впадинами), давач 3 положення колінчастого вала, муфта 4, електродвигун 5 (все це на платформі 6).

Записування параметрів здійснюється циклічно, в робочих режимах двигуна. Після цього можливий перегляд у графічному вигляді й порівняння з параметрами справного двигуна.

Насамкінець, про один із приладів для діагностування ЕБК.

КТС 650 – портативний прилад, який зчитує з ЕБК інформацію про несправності, визначає дефекти на відповідних компонентах (класифікуючи їх на випадкові й статичні). Дозволяє оцінити склад суміші, налагодити давачі після заміни, відрегулювати кути випередження запалювання та уприскування. Наявність двоканального цифрового осцилографа дає можливість одночасно переглядати два важливих для діагностування сигнали. Вбудованим

мультиметром контролюється струм, напруга, опір, обрив, пробій. Всі отримані дані можна роздрукувати з допомогою принтера.

Стенд діагностики та очищення форсунок «Sprint 6»

Призначення:

Стенд діагностики та очищення інжекторів «SPRINT 6» є універсальним обладнанням, призначеним для перевірки та очищення електромагнітних форсунок більшості виробників. Стенд дозволяє провести тестування форсунок за такими параметрами: герметичність, продуктивність, форма конуса розпилу, оцінка швидкості спрацьовування та відпускання пружини. За його допомогою здійснюється промивання, очищення спеціальною рідиною як знятих, так і не знятих форсунок з паливною рампи автомобіля.

Основні технічні характеристики:

- Кількість діагностованих форсунок, шт. - 6;
- Напруга живлення, В - $220 \pm 10\%$;
- Напруга управління форсунками, В - 6; 12;
- Споживана потужність не більше, Вт - 60;
- Гранично допустимий тиск в рампі (очищення форсунок на стенді), атм. - 1;
- Гранично допустимий тиск при очищення форсунок на двигуні, атм. - 6;
- Габаритні розміри не більше, мм $380 \times 270 \times 310$;
- Вага, кг, не більше - 10;
- Робочий діапазон температури навколишнього середовища, ° С - від +10 до +35;
- Діапазон температури зберігання, ° С - від 0 до +45;
- Вологість навколишнього середовища не більше, % - 75.

Підготовка до роботи і правила експлуатації:

При першій заливці заповніть бак 0,5л. бензину. Перевірте герметичність стенду (внутрішня герметичність перевірена під тиском). Зробіть промивку системи зі старими форсунками і в разі необхідності підтягніть перехідники для забезпечення зовнішньої герметичності. Невикористані місця установки форсунок заглушите болтами М8 з прокладкою з маслобензостійкої гуми, попередньо викрутивши перехідник. При багаторазовому застосуванні промивної рідини бажано встановити фільтр тонкого очищення між паливорозподільною рампою і шлангом подачі промивної рідини. Переконайтеся у відсутності тиску в рампі (по манометру) при установці та знятті форсунок на стенд. Максимальний тиск в рампі не більше 6 атм. Не натискайте кнопки управління із зусиллям. Ненормоване зусилля при натисканні викликає механічне руйнування кнопки. Рекомендується діагностику та очистку форсунок проводити в порядку, описаному нижче.

Будова стенду.

Зовнішній вигляд стенду зображений на (рис. 3.5).

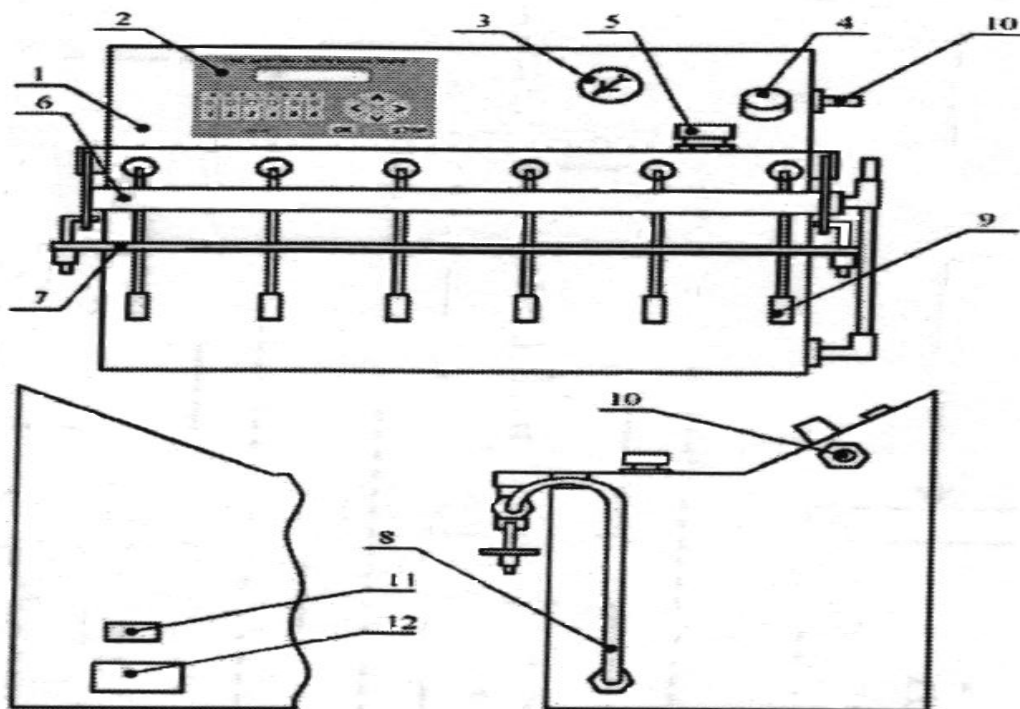


Рис. 3.5. Зовнішній вигляд стенду «Sprint 6»

Стенд являє собою металевий корпус (1) на якому розташовані органи управління і контролю процесів діагностики: пульт управління (2) з кнопками і рідкокристалічним індикатором; манометр (3); рукоятка пневморедуктора (4). На корпусі прикріплена паливна рампа (6), поєднана шлангом (8) з паливним баком. Заливна горловина (5) паливного бака знаходиться на верхній панелі стенда. На паливній рампі знаходиться притискна планка (7) і кабель (9) для підключення форсунок. На правій боковині знаходиться штуцер (10) для прийому повітря від компресора. У середині стенда розташовані: паливний бак, мікропроцесорний блок обробки даних, блок живлення (вимикач (11) і мережевий роз'єм (12) якого виведені назовні на ліву боковину стенда).

Пульт управління (2) зображений на малюнку 2. На пульті управління (2) розташовані:

- кнопки «1», «2», «3», «4», «5» і «6» для включення та вимикання відповідних форсунок;
- світлодіодні індикатори, що відображають стан відповідної форсунки; зелене свічення індикатора говорить про те, що форсунка включена, червоне - вимкнена;
- кнопки «↑», «↓», «←» і «→» для завдання режимів роботи стенду;
- кнопка «ОК» для запуску обраного режиму;
- кнопка «STOP» для переривання поточного режиму;
- рідкокристалічний індикатор, на якому відображається інформація про поточний стан стенду.

Включення та вимикання стенду

Для включення стенду підключіть мережний шнур до гнізда з лівого боку стенду і включіть його в мережу електроживлення 220В. Переключіть вимикач з лівого боку стенду в положення "Включено". На пульті управління стендом засвітиться світлодіод 6 (рис. 3.6), індіціюється наявність мережевої напруги і

готовність стенду до роботи. Для включення стенда натисніть і утримуйте клавішу «STOP» до тих пір, поки не засвітяться всі світлодіоди на пульті управління стендом і не включиться рідкокристалічний індикатор. Для виключення стенду натисніть і утримуйте клавішу «STOP» до тих пір, поки не згаснуть рідкокристалічний індикатор і всі світлодіоди крім світлодіода 6 на пульті управління стендом.

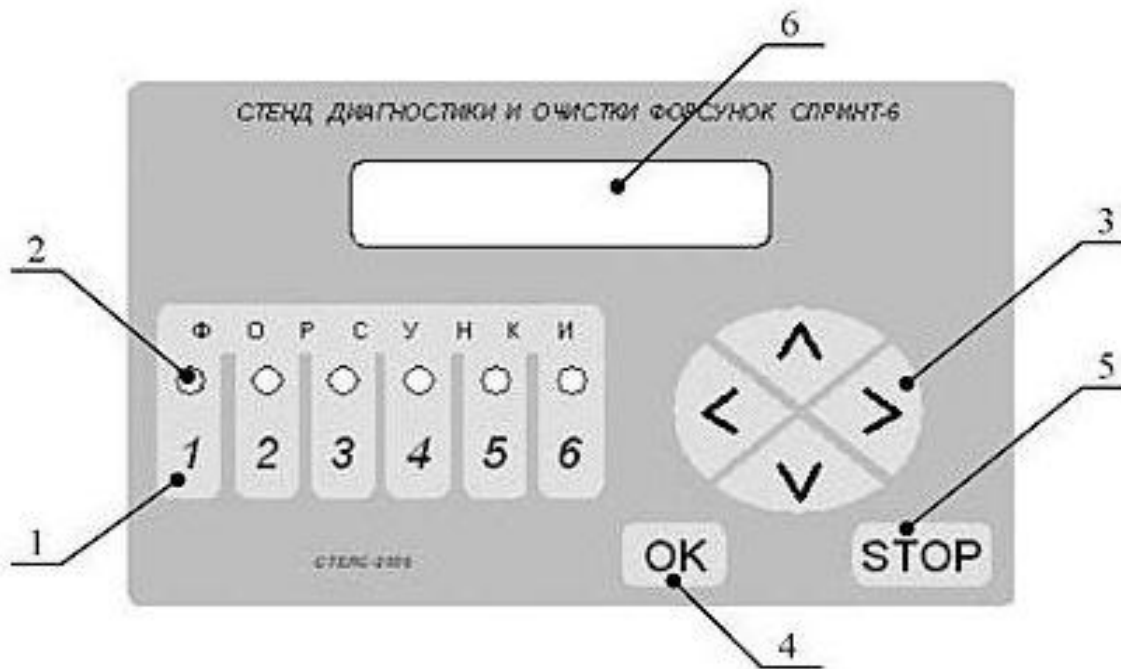


Рис. 3.6. Пульт управління стендом «Sprint 6» та «Sprint 6К»

Включення та вимикання форсунок.

Включення або виключення конкретної форсунки здійснюється натисканням клавіші «1», «2», «3», «4», «5» або «6». Світлодіоди над клавішами відображають поточний стан форсунки. Червоний колір світлодіода говорить про те, що форсунка відключена, зелений - включена.

Вибір керуючої напруги форсунок.

Стенд діагностики та очищення форсунок дозволяє працювати як з високоомними форсунками, так і низькоомними. Різниця полягає у величині керуючої напруги подається на форсунку. Для вибору типу форсунки

використовуйте клавішу «STOP» перед запуском режиму. Обраний тип форсунки відображається у верхньому правому куті індикатора сполученням "6V" або "12V".

Режими роботи стенду.

Стенд діагностики та очищення форсунок «Sprint 6» має шість основних режимів роботи:

- режим "Перевірка" - перевірка продуктивності форсунок;
- режим "Витік" - перевірка герметичності форсунок - режим "Геометрія" - контроль геометрії конуса розпилення форсунки;
- режим "Універсал" - чистка форсунок в зворотному включенні або їх перевірка;
- режим "Очищення" - оптимальний режим очищення форсунок;
- режим "Динаміка" - перевірка швидкодії форсунок (контроль часу відкривання / закривання форсунок).

Стенд діагностики та очищення форсунок «Sprint 6К» має вісім основних режимів работ:

- режим "Перевірка" - перевірка продуктивності форсунок;
- режим "Витік" - перевірка герметичності форсунок;
- режим "Геометрія" - контроль геометрії конуса розпилення форсунки;
- режим "Універсал" - очищення форсунок в зворотному включенні або їх перевірка;
- режим "Очищення" - оптимальний режим очищення форсунок;
- режим "Динаміка" - перевірка швидкодії форсунок (контроль часу відкривання та закривання форсунок);
- режим "Економ" - режим очищення форсунок з мінімальною витратою миючої рідини;

- режим "Економ-Авто" - режим очищення форсунок з мінімальною витратою миючої рідини без підстроювання частоти роботи форсунки.

Дерево меню вибору режимів показано на (рис. 3.7) для стенду "Sprint-6" і на (рис. 3.8) для стенду "Sprint-6К". Переміщення по меню здійснюється клавішами «↑», «↓», «←» і «→». У звичайному режимі доступні тільки основні пункти меню. Пункти меню, затінені на малюнку, доступні тільки в режимі налаштування.

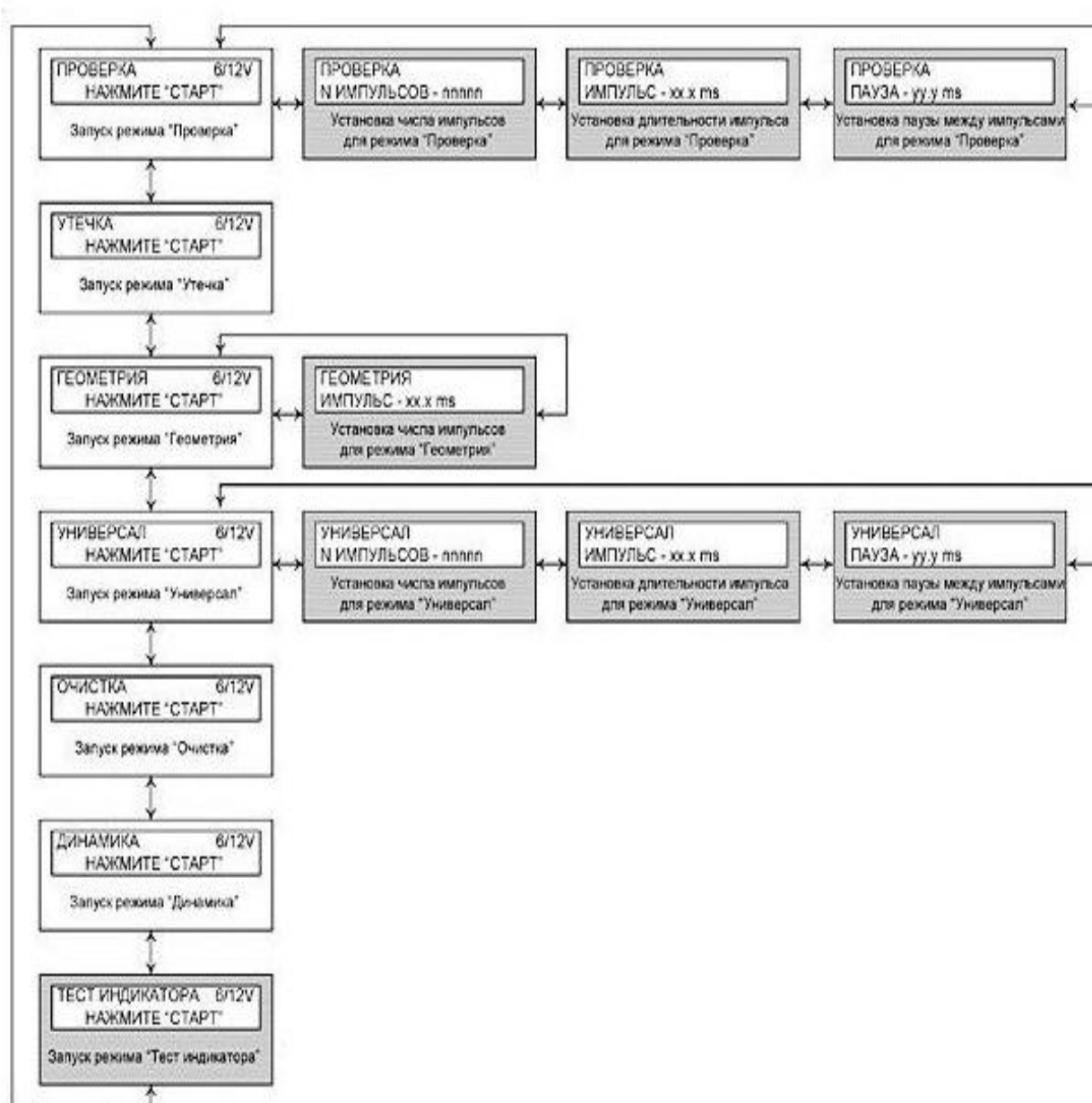


Рис. 3.7 Дерево меню вибору режимів стенду "Sprint-6"

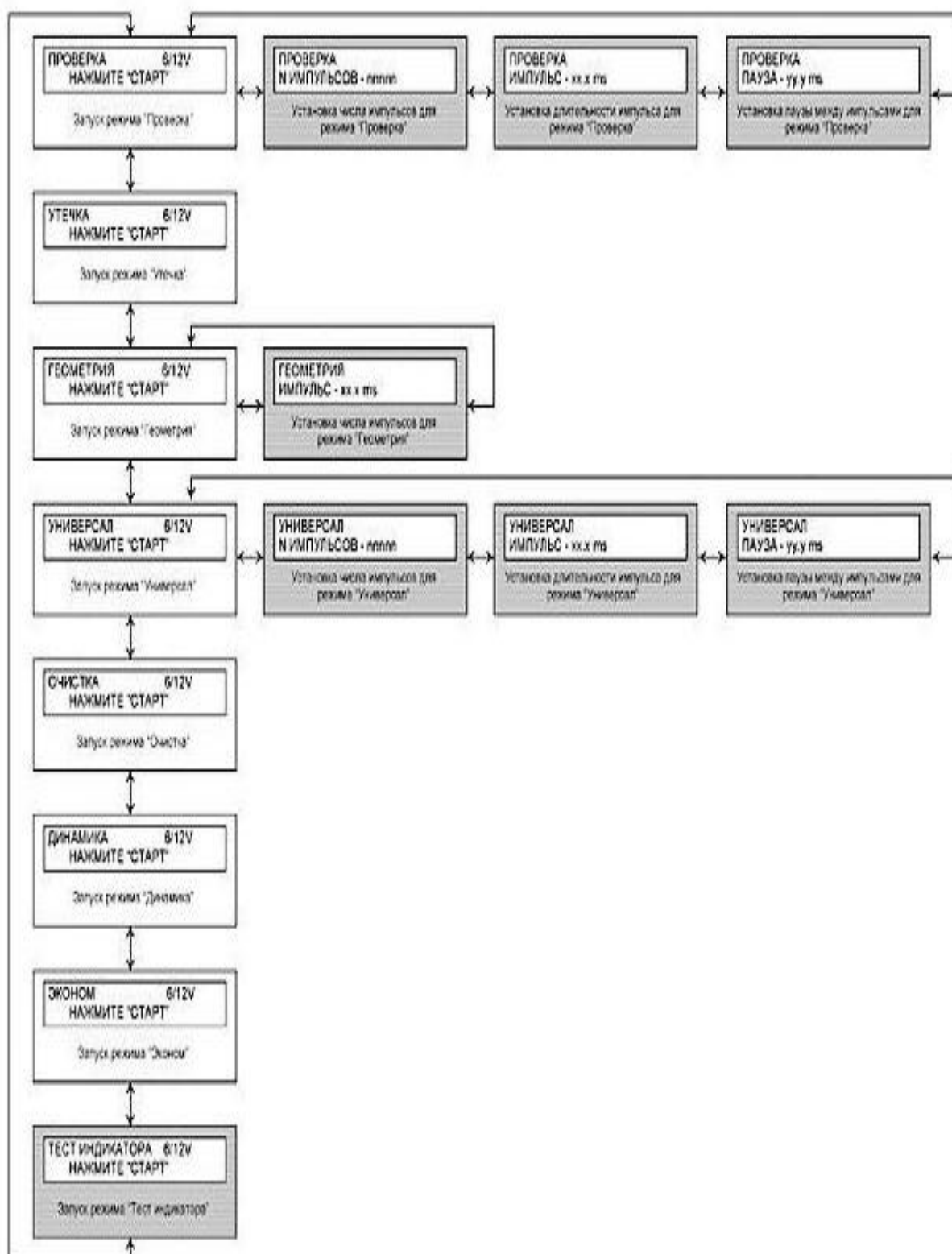


Рис. 3.8 Дерево меню выбора режимів стенду "Sprint-6K"

Режим "Перевірка"

Режим "Перевірка" призначений для перевірки продуктивності форсунок. У цьому режимі форсунки отримують фіксовану кількість імпульсів заданої тривалості.

Для перевірки продуктивності форсунок виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок бензин А-98 або А-95 неетилований і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами «↑», «↓» режим "Перевірка".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Подайте тиск 1 атм.
6. Клавішею «OK» запустіть режим "Перевірка".
7. Після закінчення режиму "Перевірка" (за звуковим сигналом) мірної пробіркою виміряйте кількість пропущеної рідини кожної з форсунок.

Примітка. Процедура перевірки продуктивності форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавіші «STOP». У режимі "Перевірка" оцінюється порівняльна продуктивність форсунок двигуна, що забезпечує стійку і оптимальну роботу двигуна автомобіля у всіх режимах. Основна умова - рівнопорційне уприскування палива. Максимально допустима різниця обсягів уприскуваного палива дорівнює 5% від середньої продуктивності форсунок на одній паливній рампі. Ця різниця уприскнутого обсягу форсунками визначається різним ступенем забруднення паливних каналів форсунок. Тому поступове нерівномірне забруднення призводить спочатку до збільшення споживання палива, а потім і до нестійкої роботи двигуна на холостому ході, утрудненого пуску, "провалу" акселератора при рушінні з місця і перегазовках. Ці дефекти зазвичай проявляються при відхиленні продуктивності в 2,5-4,5%. Якщо відхилення по уприскуванню більше 5%, то двигун починає троїть і глухнути.

У режимі "Перевірка" форсунки отримують строго калібровану кількість імпульсів заданої тривалості. При цьому проливаються невеликі об'єми рідини (в основному 20-40мл. Залежно від конструкції форсунок). Потім за допомогою мірного стакана дані обсяги заміряються за кожною форсункою і записуються в журнал V1, V2, V3, V4 (для чотирьох форсунок), або V1, V2, V3, V4, V5, V6 (для шести форсунок).

Після замірів проводиться розрахунок середнього об'єму уприскування (УСР) на даній рейці: сума обсягів чотирьох форсунок ділиться на 4, або сума обсягів шести форсунок ділиться на 6. Потім визначається величина відхилення обсягів по кожній форсунці:

$$\Delta V1 = V1 - V_{\text{ср}}; \dots \Delta V4 = V4 - V_{\text{ср}} \text{ (для чотирьох форсунок)}$$

$$\Delta V1 = V1 - V_{\text{ср}}; \dots \Delta V6 = V6 - V_{\text{ср}} \text{ (для шести форсунок)}$$

Далі визначається величина відхилення обсягів впорскування палива по кожній форсунці у%

$$\Delta 1 = \Delta V1 / V_{\text{ср}} \cdot 100\%; \dots \Delta 4 = \Delta V4 / V_{\text{ср}} \cdot 100\% \text{ (для чотирьох форсунок)}$$

$$\Delta 1 = \Delta V1 / V_{\text{ср}} \cdot 100\%; \dots \Delta 6 = \Delta V6 / V_{\text{ср}} \cdot 100\% \text{ (для шести форсунок)}$$

Допустимим розбалансом продуктивності форсунок можна вважати розбаланс в $\pm 1,5\%$. При відхиленні продуктивності форсунок більш ніж на: $\pm 2,5\%$ - збільшується витрата палива автомобілем;

$\pm 3,5\%$ - двигун погано заводиться в холодному стані, нестійко працює на холостому ході ("плаваючий режим");

$\pm 4\%$ - ефект провала педалі акселератора при зрушенні з місця та переході від низьких обертів до підвищених;

$\pm 5\%$ - має прояв ефект стійкого «троїння» двигуна. Поганий та довгий запуск двигуна.

Режим "Витік".

Режим "Витік" призначений для контролю герметичності форсунки. Нормальний показник - не більше однієї краплі в хвилину під робочим тиском (за паспортом).

Для здійснення контролю герметичності форсунок виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок робочу рідину і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами «↑», «↓» режим "Витік".
4. Встановіть тиск відповідно до типу форсунок.
5. Клавішею «ОК» запустіть режим "Витік".
6. Після звукового сигналу почнеться відлік часу. Другий звуковий сигнал повідомить про закінчення відліку інтервалу часу в 1хв. У перебігу цієї хвилини візуально контролюйте герметичність форсунок. **Примітка.** Процедура контролю герметичності форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавіші «STOP».

Режим "Геометрія".

Режим "Геометрія" призначений для контролю геометрії конуса розпилювання палива форсунками. Нормою вважається рівномірне розпилення без великих крапель палива, з осьовою симетрією конуса без зміщення від осі (рис. 3.9).

Для здійснення контролю геометрії конуса розпилювання палива форсунками виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок робочу рідину і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Оберіть клавішами «↑», «↓» режим "Геометрія".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Встановіть тиск відповідно до типу форсунок.
6. Клавішею «ОК» запустіть режим, при цьому на форсунки буде поданий одиночний імпульс. Геометрію конуса розпилення можна контролювати візуально, або по плямі, залишеної на аркуші білого паперу (рис. 3.9).

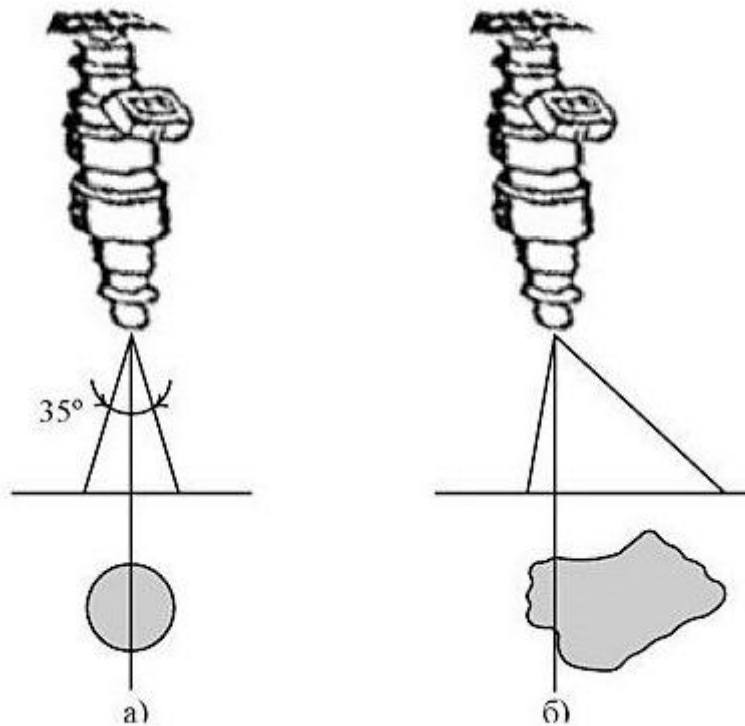


Рис. 3.9 Геометрія розпилювання палива форсункой.

а)- рівномірне розпилення, б)- погане розпилення

Режим "Універсал".

Режим "Універсал" призначений для промивки внутрішнього незнімного фільтра форсунок, які підключаються у зворотному напрямку. Різниця між режимом "Універсал" та "Перевірка" в тривалості керуючого імпульсу.

Для здійснення промивки внутрішнього незнімного фільтра форсунок виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки у зворотному напрямку і виконайте їх підключення.
2. Залейте в бачок робочу рідину і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами «↑», «↓» режим "Універсал".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Подайте тиск від 0,5 до 1атм ..
6. Клавішею «OK» запустіть режим "Універсал".

Примітка: Процедура промивання форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавіші «STOP». Для перевірки продуктивності форсунок виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки в прямому напрямку і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок бензин А-98 або А-95 неетилований і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами I, Q режим "Універсал".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Подайте тиск від 0,5 до 1атм.
6. Клавішею «OK» запусіть режим "Універсал".
7. Після закінчення режиму мірної пробіркою виміряйте кількість витраченої рідини кожної з форсунок.

Примітка. Процедура перевірки продуктивності форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавіші «STOP».

Режим "Очищення".

Режим "Очищення" призначений для очищення каналу подачі палива, голки розпилювача і самого розпилювача у прямому включенні форсунок.

У цьому режимі на форсунки подається послідовність імпульсів, що максимально підсилює ефективність процедури очищення форсунок.

Для очищення форсунок в режимі "Очищення" виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок робочу рідину і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами «↑», «↓» режим "Очищення".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Подайте тиск у межах від 0,5 до 1атм .

6. Клавiшею «ОК» запус­тiть режим "Очищення". **Примiтка.** Процедура очищення форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавiші «STOP».

Режим "Динамiка".

Режим "Динамiка" призначений для перевiрки часу спрацьовування форсунок. Для перевiрки часу спрацьовування форсунок виконайте наступну послiдовнiсть дiй.

1. Встановiть форсунки i виконайте їх пiдключення.
2. Залийте в бачок робочу рiдину i щiльно закрутiть кришку до упору.
3. Виберiть клавiшами «↑», «↓» режим "Динамiка".
4. Клавiшею «STOP» виберiть величину керуючого напруги форсунок.
5. Встановiть тиск вiдповiдне типом форсунок.
6. Клавiшею «ОК» запус­тiть режим "Динамiка", пiсля цього на форсунки будуть подаватися поодинокi iмпульси кожнi 5с., що збiльшуватимуться за тривалiстю. Тривалiсть поданого iмпульсу вiдображається на iндикаторi. Вiзуально зафiксуйте тривалiсть iмпульсу, коли форсунка починає нормальне розпорощення.

Примiтка. Процедура перевiрки швидкодiї спрацьовування форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавiші «STOP».

iснує можливiсть втрутитися в хiд виконання перевiрки i клавiшами «←→», «→←» примусово змiнити тривалiсть подання iмпульсiв. Якщо необхідно повторити iмпульс без змiни тривалостi, натиснiть клавiшу «ОК».

Режим "Економ".

Режим "Економ" призначений для ефективного очищення каналу подачi палива, голки розпилувача i самого розпилувача у прямому вк­люченнi форсунки з мiнiмальною витратою мийочної рiдини.

Увага. Режим "Економ" присутній тільки у версії "Sprint 6K". Версія "Sprint 6" режиму "Економ" не має.

У цьому режимі на форсунки подаються імпульси, близькі до максимально можливої частоти роботи форсунки. При цьому досягається висока ефективність очищення форсунок при мінімальній витраті рідини.

Для очищення форсунок в режимі "Економ" виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок робочу рідину і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами «↑», «↓» режим "Економ".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Подайте тиск у межах від 0,5 до 1атм .
6. Клавішею «OK» запусіть режим "Очищення", після цього на форсунки подаватиметься керуючий сигнал з тривалістю імпульсу, що відображається на індикаторі.
7. Клавішами «↑», «↓» підберіть таку тривалість, при якій відбудеться зрив струменя або освіту краплі на форсунці.
8. Натисніть «OK». Стенд перейде в режим індивідуальної настройки кожної з форсунок. На індикаторі буде відображатися номер форсунки і тривалість подання на неї імпульсу. Світлодіодний індикатор на панелі стенда (рис 2.), що відповідає номеру форсунки, буде блимати.
9. Вибираючи форсунку клавішами «←», «→», клавішами «↑», «↓» підберіть оптимальну тривалість імпульсу для кожної з форсунок. Максимальний ефект очищення досягається при тривалості імпульсу на якій відбувається зрив струменя рідини.

Примітка. Процедура очищення форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавіші «STOP».

10. Режим "Економ" завершується подачею на форсунки послідовності імпульсів, що сприяє виведенню забруднень з форсунки, що залишилися. Якщо

перервати виконання режиму натисканням клавіші «STOP» то виведення залишкових забруднень з форсунки не відбудеться і очистку не можна буде вважати завершеною. Для коректного завершення режиму "Економ" натисніть клавішу «OK».

Режим "Економ-Авто".

Режим "Економ-Авто" призначений для ефективного очищення каналу подачі палива, голки розпилювача і самого розпилювача у прямому включенні форсунки з мінімальною витратою миючої рідини. На відміну від режиму "Економ" не вимагає підстроювання частоти роботи форсунки в процесі її очищення.

Увага. Режим "Економ-Авто" присутній тільки у версії "Sprint 6K». Версія "Sprint 6"режиму" Економ-Авто "не має.

У цьому режимі на форсунки подається послідовність імпульсів, що максимально підсилює ефективність процедури очищення форсунок. Форсунки працюють по черзі, таким чином, що в одиницю часу рідина протікає тільки через одну форсунку. Решта форсунок у цей час знаходяться в закритому стані, під тиском очисної рідини. Час роботи форсунки і пауза між закінченням роботи однієї форсунки і початком роботи наступної можуть бути змінені в режимі налаштування (дивись пункт "Зміна параметрів").

Для очищення форсунок в режимі "Економ-Авто" виконайте наступну послідовність дій.

1. Встановіть форсунки і виконайте їх підключення.
2. Залийте в бачок робочу рідину і щільно закрутіть кришку до упору.
3. Виберіть клавішами «↑», «↓» режим "Економ-Авто".
4. Клавішею «STOP» виберіть величину керуючого напруги форсунок.
5. Подайте тиск у межах від 0,5 до 1 атм ..
6. Клавішею «OK» запусіть режим "Економ-Авто".

Примітка. Процедура очищення форсунок може бути в будь-який момент перервана натисканням клавіші «STOP».

Контроль опору обмотки форсунок.

Перед початком виконання більшості режимів проводиться автоматичний контроль опору обмоток форсунок. У разі, якщо обмотки всіх підключених форсунок в нормі (немає короткозамкнених і обірваних форсунок), то по завершенню контролю опору обмоток відразу ж починається виконання обраного Вами режиму.

Якщо ж хоча б одна з підключених форсунок має обмотку з неприпустимими параметрами опору, то на індикатор буде виведено повідомлення з величинами вимірюваного опору обмоток для кожної форсунки. Форсунка з обмоткою, опір якої не потрапляє в допустимий діапазон, блокується на час виконання режиму (що відображається червоним світінням відповідного світлодіодного індикатора). Для скасування виконання режиму натисніть клавішу «STOP», для продовження - клавішу «ОК».

Увага: У режимі "Геометрія" контроль опору обмоток не виконується. За цим Ви самі повинні виключити випадки підключення форсунок з короткозамкненими обмотками. Для цього рекомендується перед виконанням режиму "Геометрія" запуснути режим "Перевірка" з метою контролю опору обмоток форсунок.

Вимірювання опору обмоток носить оцінний характер. Точні вимірювання опорів обмоток слід виконувати спеціальними вимірювальними приладами.

Перемикання в режим налаштування.

Для переходу в режим настройки стенду при включенні стенду одночасно натисніть і утримуйте клавіші «ОК» і «STOP». Після включення стенда стануть доступними пункти меню, затінені на рис. 3.7.

Зміна параметрів.

Для зміни параметра виконайте наступну послідовність дій.

1. Виберіть пункт меню з цікавим для Вас параметром. На індикаторі відображається найменування параметра і його поточне значення.

Увага. Для того, щоб пункти меню зміни параметрів були доступні, необхідно стенд перевести в режим налаштування. Дивіться пункт "Перемикання в режим налаштування".

2. Натисніть «ОК».

3. Клавiшами «↑», «↓» встановіть потрібне значення параметра.

4. Для завершення зміни параметра і збереження його нового значення натисніть клавiшу «ОК».

Увага. Натискання клавiші «STOP» завершує зміну параметра без збереження його нового значення.

Очистка форсунок на двигуні.

Для очищення форсунок без зняття їх з двигуна необхідно зробити наступні дії.

1. Відключіть паливний насос шляхом видалення запобіжника в ланцюзі живлення бензонасоса, вимикання перемикача (реле бензонасоса), або шляхом від'єднання підвідного до насоса проводу;

2. Вимкніть канал впускного паливопроводу від паливного розподільника;

3. Закрийте сполучний отвір випускного паливопроводу на паливному розподільнику заглушкою. Підключіть шлангом паливну рампу стенду з паливним розподільником автомобіля.

4. Залийте суміш бензину А-95 з промивної добавкою (див. Додаток 1) в горловину бака стенду.

5. Доведіть тиск подачі палива до 6 атмосфер для К, KE-Jetronic, 2,2-2,8 атмосфери для L-Jetronic, 1 атмосфери для МОПО-Jetronic (тиск контролюється за манометром стенда).

6. Запустите двигун і дайте йому попрацювати 20-30 хв.
7. Після промивання заглушите двигун, від'єднайте стенд і відновіть всі початкові з'єднання двигуна.
8. Перевірте і відрегулюйте роботу двигуна на холостому ходу.

Техніка безпеки.

Приміщення зберігання і робочі місця повинні бути обладнані примусовою вентиляцією.

Біля стенду забороняється проводити зварювальні роботи, курити, користуватися відкритим вогнем, зберігати легкозаймисті матеріали.

Перед початком роботи перевірте заземлення стенду.

Увага: ЗАЗЕМЛЕННЯ СТЕНДА ОBOB'ЯЗКОВО.

Робоче місце має бути обладнане вогнегасником, лопатою і ящиком з піском. У разі виникнення загоряння використовувати пісок або порошковий вогнегасник.

Увага: ЗАСТОСОВУВАТИ воду для гасіння ВОГНЮ КАТЕГОРИЧНО ЗАБОРОНЕНО.

Розчини для очищення і бензин є легкозаймистими і шкідливими для здоров'я рідинами, тому необхідно уважно вивчити інструкції виготовлювача щодо їх застосування.

Дотримуйтеся правил з використання легкозаймистих і шкідливих рідин. Використовуйте спеціальні окуляри для захисту очей від попадання в них бензину або промивної рідини. У разі потрапляння в очі бензину або рідини для очищення форсунок негайно промийте їх водою і зверніться до лікаря.

Рекомендовані рідини для очищення форсунок

1. ML 101 NEXT LAVR Промивання інжекторних систем (Росія), флакон 1л.

2. INJECTOR-REINIGER (виробник LIQUI MOLY, Німеччина), 300 мл на 5л. неетильованого бензину А95.
3. Інтенсивний очищувач інд. +5151 LIQUI MOLY PRO (виробник LIQUI MOLY, Німеччина), упаковка 5л.
4. Концентрат очищувач інд. +5152 LIQUI MOLY PRO LINE (виробник LIQUI MOLY, Німеччина), упаковка 5 л на 4,5 л неетильованого бензину А95 або А98.
5. Індекс 1302 INJECTOR CLEANER (виробник VIC, Нідерланди), флакон 250мл на 80л бензину.
6. Індекс 1 402 DIESEL INJECTOR CLEANER (виробник VIC, Нідерланди), флакон 250мл на 80 л бензину.
7. Індекс HG 3211 FUEL INJECTOR CLEANER (виробник STEP UP), флакон 355 мл.
8. Індекс HG3403 DIESEL INJECTOR CLEANER (виробник STEP UP), флакон 355 мл.
9. Індекс PF130 DIESEL INJECTOR CLEANER (виробник PROFIX), флакон 355 мл.
- 10.Індекс PF147 FUEL INJECTOR CLEANER (виробник PROFIX), флакон 355 мл.
- 11.Індекс FN116 INJECTOR CLEANER (виробник FENOM), флакон 450 мл.
- 12.Індекс FN123 DIESEL INJECTOR CLEANER (виробник FENOM), флакон 450 мл.
- 13.Індекс HG3213 FUEL INJECTOR CLEANER (виробник HI-GEAR), флакон 355 мл.
- 14.Індекс HG3215 PROFY COMPACT INJECTOR CLEANER (виробник HI-GEAR), флакон 295 мл.
- 15.Індекс HG3216 INJECTOR CLEANER (виробник HI-GEAR), флакон 325 мл.

- 16.Індекс HG3217 INJECTOR CLEANER (виробник HI-GEAr), флакон 946 мл.
- 17.Індекс MV4010 (400-0010) INDUSTRIAL INJECTOR DETERGENT (виробник MOTORVAC, США), флакон 500 мл.
- 18.U-210 UPG FUEL INJECTOR & CARBURETOR FOR CLEANER SUPER ACTION (виробник UNION POWER GROUP C).

3.3.Технічне обслуговування й штатні регулювання

Експлуатаційні показники автомобіля, ресурс, надійність, екологічні параметри суттєво залежать від якості технічного обслуговування механізмів і систем, зокрема – системи живлення двигуна.

Тут варто нагадати, що причиною багатьох проблем системи живлення може бути низька якість бензину та його забрудненість. Так, навіть невелика кількість води може викликати корозію металевих деталей, внаслідок чого погіршується пропускна спроможність каналів і золотників, потрапляння в систему бруду може порушити роботу прецизійних пар деталей (наприклад, дозатора палива).

Планово-запобіжна система ТО складається, як повідомлялось у п. 3.1, із щоденного (ЩО), першого (ТО-1), другого (ТО-2) і сезонного (СО). Періодичність ТО-1 і ТО-2 (в кілометрах пробігу) визначається залежно від категорії умов використання автомобілів (з допуском ± 500 км.): для ТО-1 в межах 3500-5000 км; для ТО-2 – 14000-20000 км. Менші межі характерні для міських умов, гірської місцевості, ґрунтових доріг або з гравійним чи щебеним покриттям; більші – відповідають використанню автомобілів у замських умовах або на дорогах із вдосконаленим покриттям. СО виконується двічі на рік, воно охоплює роботи з підготовки автомобілів до використання в холодну чи теплу пори року.

При ЩО зовнішнім оглядом перевіряється технічний стан пристроїв системи, зокрема, герметичність елементів повітропостачальної та паливноподавальної підсистем (негерметичність останньої можна виявити за запахом бензину, підтікання бензину створює небезпеку виникнення пожежі; нагадуємо, що від ЕБН в системі створюється надлишковий тиск палива). Технічний стан витратоміра повітря визначають шляхом повертання вручну дросельної заслінки: на всій ділянці повертання заслінки має відчуватись рівномірний опір. Порушення герметичності повітропостачальної підсистеми може бути пов'язано зі зношенням осі дросельної заслінки.

Під час виконання ТО-1 і ТО-2 здійснюється вищезазначена перевірка герметичності повітряної та паливної підсистем, кріплення впускного й випускного колекторів, рампи, ресивера.

Періодичність контролювання технічного стану свічок запалювання, форсунок, заміни фільтрувальних повітряних і паливних елементів наведено в інструкціях, що додаються до автомобілів.

Для заміни фільтрувального елемента повітроочисника двигунів ЗМЗ потрібно: від'єднати давач масової витрати повітря, повітропідвідні патрубки, патрубки підігрівання корпусу дроселя й регулятора холостого ходу. Відкрутити гвинти кріплення корпусу фільтра, дістати фільтрувальний елемент. Для заміни фільтрувального елемента двигунів МеМЗ-3071 достатньо розкрити пружинні защіпки 1 (рис. 3.10) і, знявши кришку 2, витягнути паперовий фільтр.

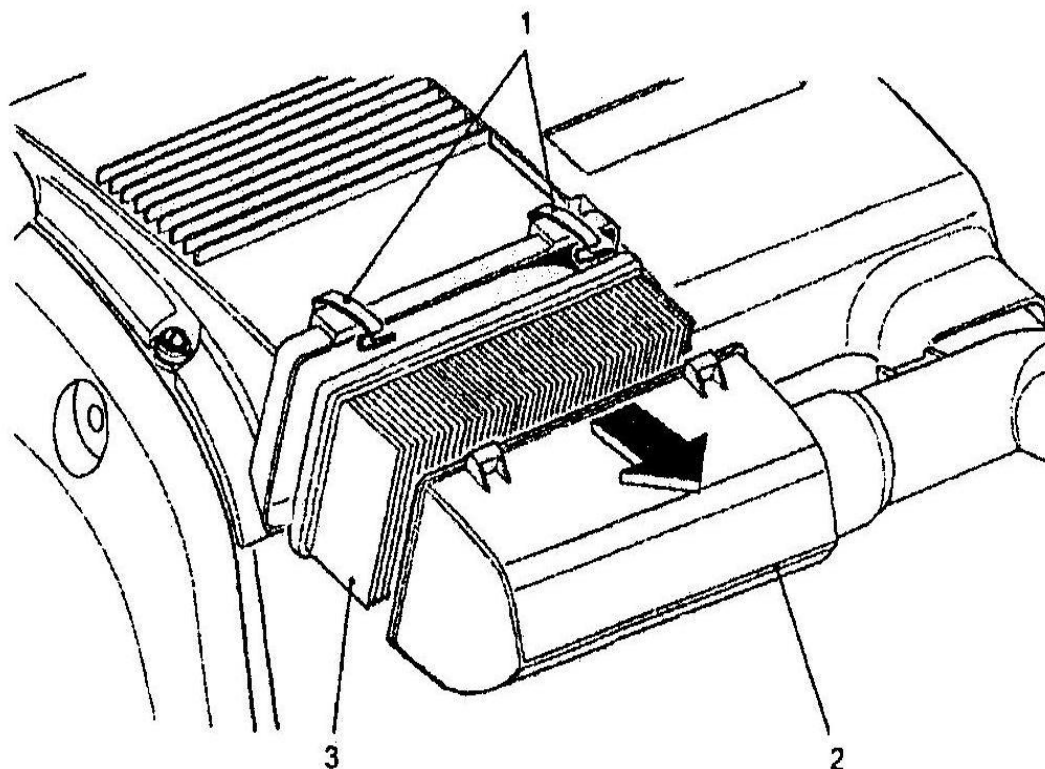


Рис. 3.10. Схема демонтажу повітряного фільтрувального елемента («Славута»):

1-защіпки; 2-кришка; 3-фільтрувальний елемент

Основний паливний фільтр розташований між електробензонасосом і рампою (зазвичай, під днищем автомобіля). За потреби заміни фільтра слід мати на увазі, що в магістралі паливо не має бути під тиском (для «скидання» тиску в паливоподавальній підсистемі потрібно від'єднати від електробензонасоса струмопроводи, запустити двигун, щоб пропрацював до самостійної зупинки).

У процесі роботи двигуна під дією іскрового розряду, полум'я та розжарених газів електроди свічок запалювання зношуються (можливі пропуски іскроутворення). При цьому на електродах і тепловому конусі ізолятора утворюються різноманітні нашарування. За інтенсивності зношення

електродів у межах 0,015 мм за 100 км пробігу автомобіля з електронною системою запалювання (настільки, зазвичай, змінюється зазор) розрахунковий ресурс свічки становить 20 тисяч км. Реальна довговічність свічок більша, тому що збільшений зазор можна відрегулювати а нагар видалити.

Для контролю іскроутворення без демонтажу свічок з двигуна можна скористатися п'єзоелектричним пробником Тест-М у такій послідовності:

- зняти із свічки наконечник із високовольтним струмопроводом і на його місце закріпити струмопровід пробника;

- підпружинений контакт пробника притиснути до «маси» двигуна;

- декілька разів натиснути і відпустити клавішу пробника (спалахи лампи при натисканні засвідчать про наявність іскроутворення, за відсутності спалахування свічки треба демонтувати для оцінки їх технічного стану).

Застереження: встановлення пропусків іскроутворення шляхом послідовного знімання наконечників високовольтних струмопроводів при працюючому двигуні з електронною системою запалювання небезпечно, бо може призвести до пошкодження електронних блоків.

Для демонтажу свічки:

- зняти наконечник високовольтного струмопроводу (не тягнучи за провід);

- поверхню в заглибленні головки циліндрів навколо свічки очистити стисненим повітрям або щіточкою;

- викрутити свічку.

В процесі монтажу звернути увагу на наявність ущільнювального кільця (відсутність його порушить герметичність з'єднання свічки з головкою блока циліндрів та перегріву, застосування двох кілець призведе до погіршення спалахування робочої суміші й нагароутворення).

Величина іскрового зазора між електродами свічки має дотримуватись із точністю 0,10-0,15 мм. У процесі роботи електроди зношуються нерівномірно, робочі поверхні набувають сферичної форми. Тому контролювати зазор слід

спеціальними круглими щупами. Регулювання зазора здійснюється підгинанням бокового електрода так, щоб щуп протягувався між електродами з певним опором.

За кольором нагару на тепловому конусі ізолятора і електродах можна робити висновки про правильність регулювань паливноподавальної підсистеми, кута випередження запалювання та ін.

Для прикладу:

-тонкий шар світлосірого або світлокоричневого кольору свідчить про справний стан механізмів (витрата палива відповідає нормі), потрібно очистити нашарування і відрегулювати зазор, матова темна кіптява може свідчити про порушення кута випередження запалювання, забруднення повітроочисника, неправильний іскровий зазор та ін. (підвищена витрата палива, зниження потужності, нестійка робота двигуна в режимі холостого ходу), потрібно замінити повітряний фільтр, відрегулювати зазори та пристрої паливноподавальної підсистеми,

-товстий шар крихкого нашарування - ознака низької якості бензину або оливи (перебої в роботі двигуна, утруднений пуск), потрібна заміна рідин і промивання порожнин, нашарування червоного кольору - ознака надмірного застосування залізовмісних присадок в бензині (перебої в роботі двигуна, утруднений пуск), потрібна заміна палива;

-вигоряння, оплавлення електродів засвідчує про надмірний кут випередження запалювання, застосування низькооктанового бензину та ін. (перегрівання двигуна, детонація), потрібна заміна палива.

Очищення свічок можна виконати за допомогою розчинників і щіток (не металевих) або на пристосуванні E203-П.

Робота двигуна автомобіля супроводжується поступовим забрудненням форсунок (процес прискорюється внаслідок застосування неякісного бензину). Накопичення лакових нашарувань на розпилувачах призводить до зниження потужності двигуна і приємності, нестійкої роботи в режимі холостого ходу,

збільшення токсичності ВГ, прискорення виходу з ладу каталізатора з лямбда-зондом.

Для відновлення нормальної роботи форсунок може знадобитися їх промивання для видалення накопиченого бруду. Як способи виконання: промивання спеціальними присадками до палива; промивання без демонтажу форсунок з двигуна з допомогою спеціальної установки; промивання на ультразвуковому стенді з демонтажем форсунок із двигуна.

Промивання за допомогою присадок до бензину полягає в періодичному додаванні в паливний бак спеціальних препаратів (промивається вся паливноподавальна підсистема). Цей спосіб – профілактичний – ефективний при регулярному видаленні несуттєвих забруднень. У разі занадто забрудненої підсистеми такий спосіб може призвести до протилежного результату – відмитий бруд потрапить у зазори й канали форсунок, забруднюючи їх ще більше.

Промивання форсунок на спеціальній установці полягає в тім, що штатний паливний насос двигуна і магістраль зливання палива в бак автомобіля відключаються, а бензопровід системи живлення з'єднується з установкою, що має резервуар із спеціальним паливом для промивання. При вмиканні установки промивальне паливо подається до форсунок і двигун спочатку 15-20 хвилин працює в режимі холостого ходу; далі – зупинка на 15-20 хвилин для розчинення забрудників; далі – робота протягом 15-20 хвилин зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Найбільш ретельне руйнування та видалення твердих нашарувань в паливноподавальній підсистемі досягається шляхом застосування стенда (наприклад, ASNU), у якому форсунки (демонтовані) очищаються з допомогою ультразвуку у ванні з мийним розчином.

У вхідних штуцерах форсунок знаходяться сітчасті фільтри, які, нерідко, при стендовому промиванні не очищаються від дрібних нерозчинних

відкладень. Тому в багатьох конструкціях форсунок передбачена можливість їх заміни (з ремонтного набору).

Перевірку дії клапана рециркуляції ВГ здійснюють при прогрітому двигуні (температура холодильної рідини 50-60 °С) шляхом різкого збільшення частоти обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу і спостереження за переміщенням штока 4 (див. рис. 2.22). У випадку, коли шток нерухомий, потрібно перевірити наявність керівного розрідження у трубці 1 (якщо розрідження є – несправний клапан слід замінити, якщо розрідження відсутнє – можливо, несправний електромагнітний клапан або ЕБК).

Тепер звернемо увагу на таке. Для збільшення подачі палива, щоб активізувати зростання частоти обертання колінчастого вала двигуна від середньої до вищої, вдаються, іноді, до збільшення тиску шляхом заміни регулятора в імпульсній системі уприскування та встановлення більш продуктивних форсунок. Позитивний ефект полягає в тому, що поліпшується розпилювання бензину і якість згоряння, але така дія може супроводжуватись ускладненням, пов'язаним із безпекою (виникає ризик протікань бензину в наслідок пошкоджень магістралей за більш високого тиску, завищений тиск збільшує вимоги до електричного бензонасоса. Зважаючи на те, що параметри пристроїв для створення стехіометричного складу суміші в заводській комплектації відкалібровані, вищеназване втручання може порушити співвідношення компонентів (паливо/повітря) в режимах малих і середніх частот обертання колінчастого вала двигуна.

Коли водій, через декілька секунд після вмикання запалювання не вмикає стартер, електробензонасос автоматично відключається, щоб не створювався надмірний тиск у паливноподавальній підсистемі. Якщо двигун не запустився після двох-трьох спроб (з інтервалом між ними не менш хвилини), потрібно перевірити наявність іскри у свічках запалювання, тиску в паливноподавальній магістралі, надійність контакту у з'єднаннях елементів системи керування двигуном. Для того, щоб переконатись у наявності тиску палива в магістралях,

можна дещо зігнути бензопровід і ввімкнути запалювання – має відчуватись напруження в трубці (може також відчуватися характерний звук роботи електробензонасоса).

Для продування циліндрів потрібно натиснути до упору на педаль керування дросельною заслінкою і ввімкнути стартер для прокручування колінчастого вала - при цьому ЕБК не подає імпульси до ЕМФ для уприскування палива в циліндри, двигун не запуститься (відбуватиметься очищення циліндрів повітрям).

Частота обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу для двигунів без каталітичного нейтралізатора в межах $800-900 \text{ хв}^{-1}$, з нейтралізатором – $700-800 \text{ хв}^{-1}$, змінюється за допомогою регулювального гвинта. За наявності СО-потенціометра (двигуни без нейтралізатора і лямбда-зонда) для встановлення мінімальної частоти обертання колінчастого вала і вмісту оксиду вуглецю та C_mH_n у межах норми використовується гвинт 2 (рис. 3.11). Потенціометр може бути вмонтований у витратомір повітря або розташований окремо.

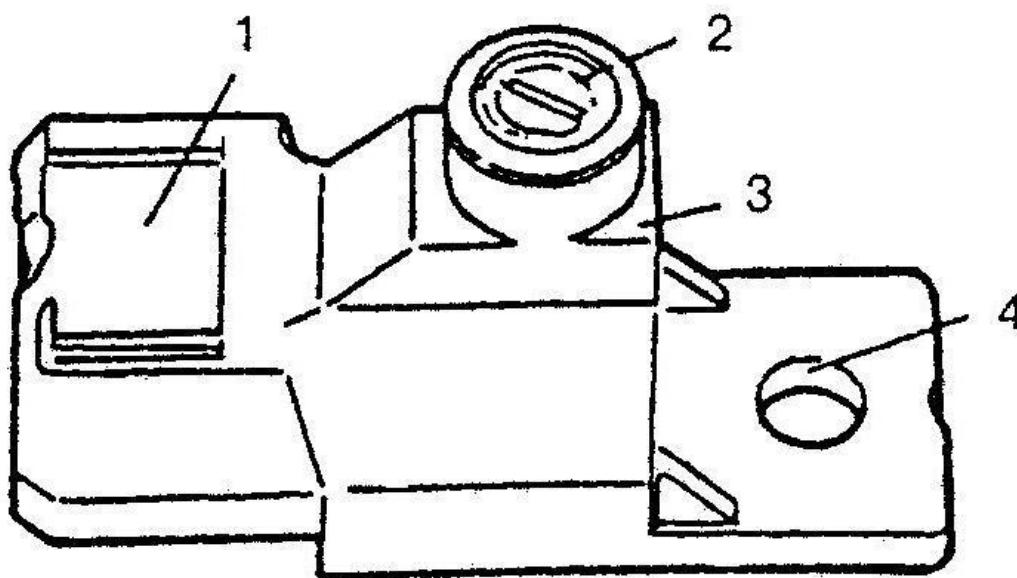


Рис. 3.11. Схема СО-потенціометра:

1-корпус; 2 і 3-регулювальний гвинт із виступом; 4-отвір для кріплення

При повертанні гвинта величина напруги, яка надходить від ЕБК, змінюється в межах 1-4,6 В. Якщо вміст СО понад 1% в режимі холостого ходу, то це може спричинитися непрогрітстю двигуна, підсмоктуванням повітря в повітропостачальній підсистемі, підвищеним потраплянням ВГ у піддон картера, негерметичністю впускних або випускних клапанів, несправністю витратоміра повітря, порушенням роботи електронних пристроїв системи керування двигуном, негерметичністю робочих форсунок.

Регулювання виконується на прогрітому до робочої температури двигуні (85-95 °С) у такій послідовності:

-для прогрівання двигуна встановлюється на декілька хвилин частота обертання колінчастого вала в межах 3000-3500 хв⁻¹ ;

-зменшується частота обертання колінчастого вала до мінімальної;

-вставляється у випускную трубу автомобіля зонд газоаналізатора;

-якщо показники вмісту СО у ВГ за межами 0,8-1,2 % - відрегулювати гвинтом потенціометра (для зменшення концентрації обертати гвинт проти ходу годинникової стрілки).

За порушення електричної мережі СО-потенціометра ЕБК через певний час заносить у пам'ять код несправності і вмикає контрольну лампу.

В автомобілях, не укомплектованих СО-потенціометром, концентрацію оксиду вуглецю в режимі холостого ходу контролюють за допомогою приладу ДСТ-2М (схема на рис.3.1, методику застосування див. в інструкції).

ЕБК – складна частина електронного обладнання. Він діє в жорстких і нерідко несприятливих умовах: температура від мінус 40 до 60 °С і вище (трапляється її різка зміна); можливий вплив вологи, рідин; вібрація (наприклад, від роботи двигуна); можливі коливання рівня електроживлення (наприклад, при пуску холодного двигуна з неповністю зарядженою акумуляторною батареєю напруга може суттєво знижуватися). При цьому

мають забезпечуватись невразливість до зовнішніх електромагнітних перешкод і заглушення власних, що створюються у системі.

Електричні сигнали від датчиків надходять до ЕБК в різних формах: аналогових (як напруга в межах певного діапазону), параметрами яких є, наприклад, масова витрата впускного повітря, напруга акумуляторної батареї, температура холодильної рідини; цифрових (сигнали перемикачів); імпульсних (передають інформацію про частоти обертання або про кутове положення валів). У разі потреби корисна складова сигналу підсилюється до рівня, що відповідає сприйняттю мікроконтролера (0-5 В); перешкоди, які впливають на корисні сигнали, нейтралізуються фільтрами.

Центральним елементом ЕБК є мікроконтролер. Окрім центрального процесора у його складі канали передачі вхідних і вихідних сигналів, блоки синхронізації, пристрої оперативної пам'яті, пристрої постійного запам'ятовування та ін. ЕБК може через спеціальну шину обмінюватися інформацією з іншими електронними системами (напр., із системою курсової стійкості автомобіля).

Перед демонтажем будь-якого пристрою системи керування уприскуванням бензину потрібно виключити запалювання і відключити «масу» від акумуляторної батареї.

Знеструмити блоки керування можна не раніше, як через 30с після вимкнення (зупинки) двигуна. До речі, при відключенні електроживлення інформація з оперативної пам'яті стирається (відновлюється після запуску двигуна і прогрівання до робочої температури).

3.4. Діагностування, причини та способи усунення можливих несправностей

На початку розгляду питання доцільним буде нагадування про призначення системи електронного керування двигуном: безперервний аналіз стану параметрів двигуна з метою забезпечення оптимальної його роботи в

кожному циклі; зміна цих параметрів адекватно керівному діянню водія автомобіля; коректна робота інформаційних давачів, виконавчих пристроїв і власне ЕБК. Загалом, у кожному циклі роботи двигуна керівні зміни стосуються двох параметрів: масового співвідношення палива і повітря в їх суміші та момента спалахування суміші.

При діагностуванні уприскувальних систем живлення застосовується спеціальне обладнання. Більшість обладнання є засобами вимірювання параметрів, які характеризуються електричними величинами сигналів постійної чи змінної (імпульсної) напруги. Такі пристрої називаються мотор-тестерами.

У мотор-тестерах передбачена можливість отримання осцилограм, форма яких залежить від стану котушок запалювання, високовольтних струмопроводів, іскрових свічок, компресії в циліндрах, стану газорозподільного механізму і ЕБК, складу суміші та електроживлення форсунок, наявності підсмоктування повітря у впускному тракті та надмірного протитиску випускної системи та ін.

Для вимірювання кількості компонентів у ВГ призначені газоаналізатори, тиск вимірюється манометрами. Для зв'язку з мікропроцесором ЕБК застосовуються сканери. Сканер дозволяє спостерігати за сигналами від давачів, контролювати дію виконавчих механізмів, зчитувати коди несправностей. До отримуваної сканером інформації (і кодів несправностей) потрібно ставитися обережно, бо це лише допомога для пошуку й аналізу. Сканер – не вимірювальний пристрій. Для прикладу: сучасний портативний і універсальний сканер KTS 200 оснащений програмним забезпеченням. Це полегшує пошук несправності за отримання відповідного коду – пропонується послідовність пошукових дій (спрощується прийняття рішення, наприклад, чи порушився контакт струмопроводів до ЕБК, чи вийшов з ладу власне блок); системний тестер KTS 340 оснащений програмами на багатьох мовах, в яких знаходиться інформація щодо пошуку, визначення та усунення несправностей.

Отже, на посту діагностики має бути і мотор-тестер, і сканер.

Діагностуванням створюється можливість попередження або усунення відмов, коригування режимних параметрів за сигналами давачів щодо технічного стану пристроїв, тобто визначаються такі основні функції технічного діагностування:

- пошук елементів, які відмовили;
- профілактичне обстеження пристроїв (системи в цілому);
- визначення роботоздатного чи нероботоздатного станів складників системи.

У процесі тривалого використання автомобіля зношуються тертьові поверхні деталей, самовільно порушуються регулювання, змінюються електричні характеристики пристроїв. Для діагностування уприскувальних систем живлення бензинових двигунів, у складі яких чимало електронних елементів, необхідні базові знання з електротехніки, основ роботи двигуна, вміння читати електричні схеми.

Перед пошуком несправностей електронної системи керування варто переконатись у справності інших систем двигуна, порушення технічного стану яких може створювати перешкоди (або унеможливити) визначення діагнозу. Нагадаємо: холодний двигун, це такий, який не працював якнайменше декілька годин; великої шкоди уприскувальній системі, за наявності прецизійних пар деталей, може завдати бруд – при відкритті механізмів чи роз'єднанні магістралей треба спочатку очистити їх і бути обережним з використанням стисненого повітря; при відновленні з'єднань слід використовувати нові прокладки й ущільнення, зважаючи на те, що деякі з них у процесі стискання руйнуються (можливе просочування рідини чи газу).

Зважаючи на певні відмінності, розглянемо відокремлено ознаки можливих несправностей, їх причини та способи усунення стосовно систем безперервного (А) та імпульсного (Б) уприскування бензину.

А

1. Двигун не запускається (за наявності палива в баку):

а) *порушена робота електробензонасоса* (за його справногo стану під час роботи чується характерний звук). ЕБН властивий великий запас за продуктивністю, тому зношення його деталей не погіршує роботи паливноподавальної підсистеми. Коли не чути звуку роботи насоса, слід перевірити напругу на клеммах (має бути в межах 12 В), мінусовий контакт повинен мати нульовий опір з кузовом автомобіля. За справної електромережі - насос потрібно замінити;

б) *окиснення клемових з'єднань електричної мережі автомобіля з акумуляторною батареєю* (внаслідок сильного окиснення клем для втягувального реле струму може вистачити, а потрібних для стартера декількох десятків ампер не проходить в наслідок великого перехідного опору; потрібно зачистити контактні поверхні);

в) *забруднення паливного фільтра* (потрібна заміна);

г) *керівний тиск палива більший або менший від унормованого* (регулятор керівного тиску (див. рис. 1.6) визначає склад суміші при пуску й прогріванні холодного двигуна (тиск має бути в межах 0,15 МПа), в режимі холостого ходу, часткових і повному навантаженні (тиск має бути в межах 0,3 МПа). У варіанті конструкції, коли до регулятора керівного тиску підводиться розрідження при відхиленні керівного тиску від норми, в першу чергу потрібно перевірити герметичність вакуумної трубки, що сполучає впускний колектор із регулятором);

д) *не відкривається клапан додаткової подачі повітря* (клапан (див. рис.2.3) при прогріванні двигуна збільшує кількість повітря, що змушує Д-Р збільшувати подачу палива; через приблизно п'ять хвилин роботи двигуна клапан має закритися. Якщо цього не сталося, треба перевірити напругу живлення клапана, нормальний рівень якої не менш 11,5 В). Електричний опір клапана має бути в межах 20-30 Ом. За унормованої напруги потрібна заміна клапана);

е) *не відкривається пускова форсунка* (для перевірки справності пускової електромагнітної форсунки 11 (див. рис. 1.6) її потрібно демонтувати, закріпити над мензуркою, підключити до ЕБН, під'єданого до акумуляторної батареї. Конус розпилювання має бути в межах 80°, продуктивність за тиску палива 0,45 МПа – приблизно 85 см³/хв);

є) *порушене вільне пересування напірного диска витратоміра повітря або плунжера Д-Р* (напірний диск (див. рис. 2.1) має бути на одному рівні з початком розширення конуса корпусу вимірника повітря: розташування вище призводить до збіднення суміші; розташування нижче – теж утруднює пуск двигуна. Перевірку рухливості напірного диска можна здійснити за допомогою магніту, після зняття повітроподавального ковпака і від'єднання вакуумного шланга: притуливши магніт до металевої стійки в центрі й повільно піднімаючи його, підніматиметься напірний диск (має відчуватись невеликий рівномірний опір, опускання має бути вільним). Причинами заїдання можуть бути: викривлення корпусу (деформація) або порушення центрування напірного диска (щуп товщиною 0,1 мм має вільно проходити навколо зовнішнього краю; у разі потреби регулюється кріпленням диска до важеля). Причиною порушення вільного пересування напірного диска може бути заїдання плунжера внаслідок наявності смолистих речовин у паливі, іржі та ін. Якщо за допомогою розчинника не вдається зарадити – потрібна заміна всього розподільника);

з) *не замикаються контакти термореле* (пускова ЕМФ 6 (див. рис. 1.6) уприскує у впускний колектор додаткову кількість палива при пуску холодного двигуна за замкненого стану контактів термореле. Перевіряється за допомогою контрольної лампи – має загорятися за температури до 35 °С);

и) *надмірний або недостатній залишковий тиск у паливноподавальній підсистемі* (недостатній тиск палива після зупинки двигуна призводить до порушення безперервності потоку, за надмірного – робочі форсунки після зупинки двигуна продовжують протискувати паливо в циліндри

(перезбагачення суміші). Контроль, за допомогою манометра, зазвичай, суміщується з контролем тиску в підсистемі (див. п. 3д);

і) *порушився встановлений кут випередження запалювання (потрібне регулювання);*

ї) *використовується бензин із нижчим, від потрібного, октановим числом або забруднений водою, іржою тощо (потрібна заміна палива).*

2. Утруднений пуск холодного двигуна:

а) *надмірна тривалість замкненого стану контактів термореле, що призводить до перезбагачення суміші (потрібна заміна термореле);*

інші причини див. в п. 1.

3. Двигун не набирає належної потужності:

а) *підвищений керівний тиск палива (див. п. 1г);*

б) *порушена рівномірність пересування напірного диска витратоміра повітря або плунжера Д-Р (див. п. 1є);*

в) *порушена герметичність паливноподавальних магістралей або форсунок (у справної гідрокерованої форсунки після зупинки двигуна протягом 15 с з розпилювача не повинен витікати бензин, див. п. 5з. Зважаючи на важливість форсунок у процесі роботи двигуна з уприскуванням бензину варто наголосити на такому.*

В корпус форсунки вставлено пластмасовий сітчастий фільтр, утримуваний пружинним кільцем. Клапан форсунки відкривається тиском палива (робочі тиски у різних марок автомобілів відрізняються). На форсунці знаходиться гумове кільце, яке є і ущільнювачем (унеможливорює підсмоктування повітря), і забезпечує деяку рухливість форсунки відносно головки блока циліндрів. Внаслідок старіння гуми з часом кільце твердіє (можливе підсмоктування повітря) і ускладнюється демонтаж форсунки з гнізда.

Форсунка з кільцем запресована в латунний тримач, загвинчений в головку циліндрів. При монтажі форсунки слід бути обережним, затягуючи кріплення її

в головці циліндрів, щоб не пошкодити пластмасовий наконечник, надітий на тримач);

г) забруднений паливний фільтр (потрібна заміна);

д) надмірний або недостатній тиск палива в підсистемі (тиск палива впливає як на потужність двигуна, так і на роботу в режимі холостого ходу та пускові якості двигуна; тиск підтримується регулятором 13 (див. рис. 1.6), розташованим у Д-Р.

Для перевірки тиску живлення застосовується контрольний манометр зі штуцерами, шлангами й вентилям. Шланг вентиля під'єднується до каналу «А» Д-Р, тиск вимірюється при працюючому двигуні. Для проведення вимірювання тиску лише при працюючому електробензонасосі він підключається безпосередньо до акумуляторної батареї. Для видалення повітря, при здійсненні контролю, манометр варто розташовувати якомога нижче. Нормальний тиск у системі в межах 0,5 МПа; якщо нижчий – забруднені паливопроводи або фільтр, несправний регулятор тиску, якщо вищий – забруднена зливна магістраль. Регулюється тиск живлення підбиранням шайб під пружиною поршня в штуцері паливного насоса (зі зворотнім клапаном і демпфірувальним дроселем);

е) порушена робота системи запалювання.

4. Збільшена витрата палива (перевірку можна здійснити таким чином:

- зупинити автомобіль на горизонтальній поверхні, зафіксувати положення коліс;

- заправити бак бензином (під горловину);

- записати показники одометра;

- здійснити поїздки (бажано тривалі), повернутись до місця тестування і поставити автомобіль в початкове положення;

- заправити з канистри бак бензином під горловину й записати кількість залитого;

- підрахувати витрату палива (л/100 км) шляхом ділення кількості долитого бензину на кількість кілометрів, які проїхав автомобіль, і множенням добутку на сто):

а) *деформований або забруднений зливний паливопровід* (відрихтувати або прочистити);

б) *недостатній керівний тиск палива* (див. п. 1г);

в) *порушена герметичність пускової форсунки* (після від'єднання струмопроводу від пускової форсунки протягом хвилини з її розпилювача не повинен витікати бензин);

г) *тиск живлення (палива в системі) відрізняється від унормованого* (див. п. 3д);

д) *порушена герметичність паливопроводів і їх з'єднань* (підтягнути кріплення, відремонтувати);

е) *несправний давач температури холодильної рідини* (див. п. 2а).

5. Нестійка робота двигуна в режимі холостого ходу:

а) *порушене коло електроживлення паливного насоса* (див. п. 1а);

б) *надмірний або недостатній керівний тиск палива* (див. п. 1г);

в) *тиск живлення (палива в системі) відрізняється від унормованого* (див. п. 3д);

г) *порушене вільне пересування напірного диска витратоміра повітря або плунжера Д-Р* (див. п. 1є);

д) *порушена герметичність повітропостачальної підсистеми* (затиснути з'єднання пристроїв, відремонтувати пошкодження);

е) *порушена герметичність паливноподавальної підсистеми* (затиснути з'єднання пристроїв, відремонтувати пошкодження);

є) *збіднення або збагачення паливноповітряної суміші в цьому режимі* (частота обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу регулюється гвинтом 10 (див. рис. 1.6), величина керівного тиску палива,

залежно від якого суміш на різних режимах збіднюється або збагачується, визначається регулятором 5 (див. п. 1г);

ж) забруднений паливний фільтр (потрібна заміна);

з) забруднені робочі форсунки (визначити, забруднення якої форсунки порушує роботу двигуна можна таким чином: в режимі холостого ходу від'єднувати по черговою струмопроводи від іскрових свічок і прослуховувати роботу двигуна – зміна звуку засвідчує про те, що відключено циліндр з непрацюючою форсункою. Для поглибленого тестування форсунку потрібно демонтувати і скористуватись спеціальним пристроєм з манометром (рис. 3.12), попередньо знизивши тиск у паливноподавальній підсистемі.



Рис. 3.12. Схема пристрою для контролю справності гідрокерованих форсунок

За закритого клапана (стрілка на рис.) потрібно зробити декілька рухів важелем для видалення з магістралі повітря. Далі, відкриттям клапана

створюється тиск і перевіряється форсунка на тиск уприскування та (має бути в межах 0,3 МПа) та на герметичність (за тиску 0,05 МПа форсунка має бути герметичною як мінімум 15 с (інакше потрібна її заміна);

і) *негерметичність системи випуску відпрацьованих продуктів (ущільнити з'єднання, відремонтувати пошкодження);*

ї) *порушений технічний стан пристроїв системи запалювання, в першу чергу – іскрових свічок (див. п. 3.3).*

6. Підвищена частота обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу:

а) *надмірний керівний тиск палива (див. п. 1г);*

б) *не закривається клапан додаткової подачі повітря (див. п. 1д).*

7. Спонтанно змінюється частота обертання колінчастого вала двигуна під час руху автомобіля:

а) *забруднений паливний фільтр (потрібна заміна);*

б) *порушено коло електроживлення паливного насоса (див. п. 1а);*

в) *надмірний керівний тиск палива (див. п. 1г);*

г) *тиск живлення не відповідає унормованому (див. п. 3д);*

д) *порушене вільне пересування напірного диска витратоміра повітря або плунжера Д-Р (див. п. 1є);*

е) *порушена герметичність магістралі подачі палива (див. п. 3в);*

є) *застосовується бензин із заниженим октановим числом або забруднений (див. п. 1і).*

Б

На початку розгляду ознак і причин несправностей імпульсних систем уприскування та способів їх усунення доречно повідомити про те, що нерідко до збоїв у роботі призводять порушення у з'єднаннях джгутів струмопроводів чи пристроїв – наявність корозії, окиснення, нещільності, забруднення. Перевірку струмопроводів на розрив чи замикання можна здійснити з

допомогою омметра: за вимкненого запалювання треба від'єднати рознімач блока керування і перевірити провідність між затискачами й відповідними контактами в з'єднувачі – струмопроводи справні, якщо опір в межах нуля.

1. Двигун не запускається (за наявності палива в баку):

1а) *зміщений давач і диск синхронізації положення колінчастого вала та фаз керування форсунками й котушками запалювання або пошкоджене коло живлення електробензонасоса* (в першому випадку, що може бути зумовлено руйнуванням гумових ущільнень елементів давача, командні імпульси на уприскування і запалювання подаються невчасно; при цьому слід перевірити зазор між давачем і зубом диска синхронізації, який має бути в межах 0,5-1,0 мм і опір обмотки давача, нормальний рівень якого - 880-900 Ом. У другому випадку (див. п. А1а);

1б) *забруднений паливний фільтр* (потрібна заміна);

1в) *порушений технічний стан робочих форсунок* (це може бути викликано порушенням герметичності, зокрема, внаслідок забруднення, невідповідним електричним опором) (втрата герметичності прецизійних пар деталей форсунки викликається переважно забрудненням із-за суміщення таких факторів, як: висока температура, паливо з низьким октановим числом і високим вмістом вуглецю, тривалої роботи двигуна з малою частотою обертання колінчастого вала двигуна (малі порції палива проходять через розпилювачі). Для видалення нагару пропонуються різні засоби, зокрема, присадки, що додаються до бензину в бак (про це йтиметься в п. 3.3).

Втрата герметичності ЕМФ призводить до плавного (а не різкого, як має бути) припинення уприскування бензину – порушується геометрична форма струменю, нашарування на поверхні розпилювача погіршують однорідність розпилу бензину.

Без демонтажу ЕМФ з двигуна можна перевірити з допомогою омметра опір обмоток (потрібно співставити з зазначеним в інструкції).

Для того, щоб переконатись у справності струмопроводів і ЕБК треба від'єднати контактні з'єднання від форсунок, ввімкнути запалювання і перевірити вольтметром напругу на контактах – вона має бути однаковою на всіх. Тут варто звернути увагу на те, що причиною нестабільності надходження імпульсів до форсунок може бути окиснення контактів рознімачів – вони не повинні мати зеленуватожовтий або сіруватий колір.

Для перевірки герметичності ЕМФ потрібно: відкріпити розподільну магістраль разом із форсунками й регулятором і закріпити на капоті (електроживлення має бути від'єднано); підключити напругу ЕБН; за тиску палива в системі в межах 0,3 МПа з форсунок не повинно витікати більше однієї краплі бензину за хвилину. Для перевірки продуктивності ЕМФ під них ставляться мензурки і вмикається ЕБН: якщо показники виходять за межі, зазначені в інструкції, форсунку потрібно замінити (не ремонтується). Про очищення форсунок в ультразвуковій ванні йшлося в п. 3.3);

1г) *не вмикається термореле 17 (див. рис. 1.8)* (потрібна заміна, тому що вмикання й тривалість роботи пускової ЕМФ регулюється цим пристроєм);

1д) *несправний давач масової витрати повітря* (потрібно перевірити цілісність струмопроводів до витратоміра повітря і електричну напругу на рознімачі давача: за ввімкненого запалювання на контактах має бути 12 В, несправний давач слід замінити);

1е) *підсмоктування повітря поза давачем масової витрати* (завдяки тому, що повітря, яке потрапляє в циліндри поза давачем витратоміра не контролюється, ЕБК на нього не реагує (суміш збіднюється). Кріплення ущільнень (рис. 3.13), можуть слабшати та руйнуватись (потрібно підтягнути або замінити). Для виявлення місць підсмоктування повітря можна скористатись аерозольним балончиком з горючою сумішшю (наприклад, рідиною для промивання жиклерів: при роботі двигуна в режимі холостого ходу спрямувати струмінь речовини в підозрілу ділянку щодо нештатного

проходження повітря – за наявності підсмоктування частота обертання колінчастого вала двигуна відразу ж збільшиться);

1є) *несправна система запалювання, зокрема – порушений технічний стан іскрових свічок* (в процесі нормальної роботи двигуна електроди свічок зношуються внаслідок ерозії – зазор між ними зростає, потребується більша пробивна напруга; нагар на електродах свічок знижує рівень високої напруги, скорочує тривалість іскроутворення, можливі пропуски запалювання робочої суміші; див. п. 3.3).

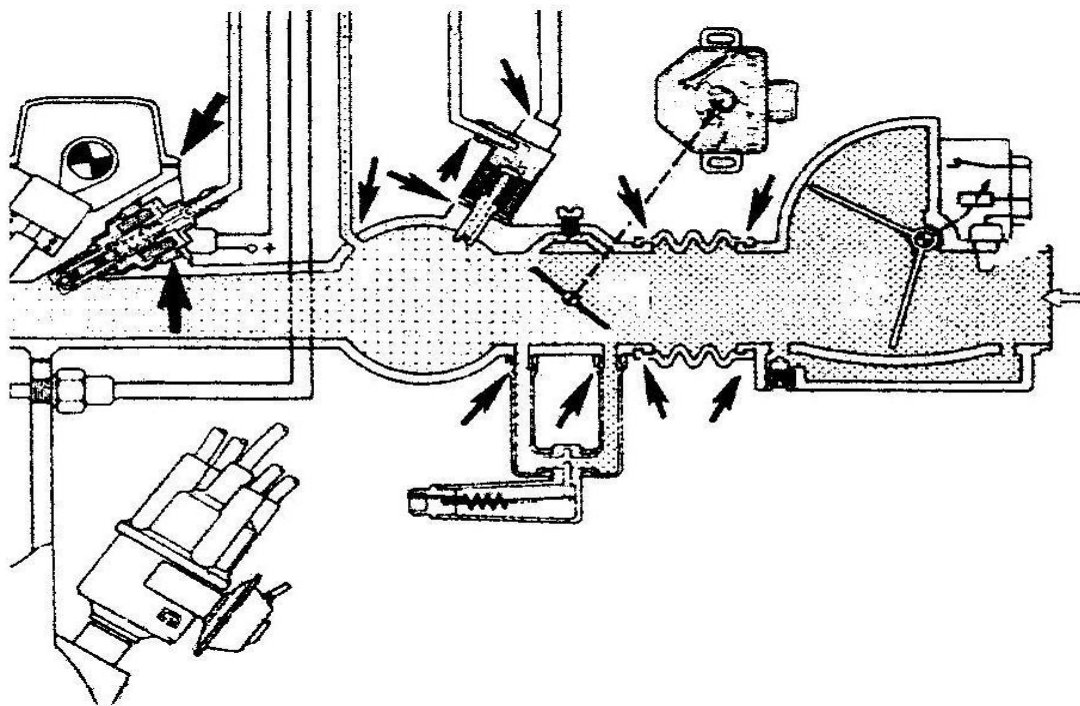


Рис.3.13. Ділянки повітропостачальної підсистеми, де можливе підсмоктування повітря поза витратоміром

2. Утруднений пуск холодного двигуна:

2а) *надмірний або недостатній тиск палива в підсистемі* (це призводить до перезбагачення або збіднення паливноповітряної суміші, що може бути викликано, окрім іншого, несправністю регулятора тиску 4 (див. рис. 1.8).
Застереження: магістралі паливноподавальної підсистеми перебувають під

тиском навіть за непрацюючого двигуна, тому перед роз'єднанням їх частин потрібно позбавитися від тиску.

Для перевірки тиску подачі палива потрібно:

- закріпити манометр на вихідному штуцері рампи;
- ввімкнути запалювання (до моменту відключення електробензонасоса);
- через 10 секунд знову ввімкнути запалювання і перевірити показники манометра (має бути в межах 0.3 МПа).

Занижений тиск засвідчує несправність регулятора (мембранного зворотного клапана) або забруднення паливного фільтра; завищений – несправність регулятора або забруднення (підвищений опір) зливної в бак магістралі.

Нагадаємо, що зворотній клапан окрім підтримання встановленого тиску в рампі в процесі роботи двигуна, коригуючи його за зміни навантаження, також зберігає тиск після зупинки двигуна (останнє забезпечує миттєвий пуск двигуна після тривалої зупинки). Таким чином, не утримання належного тиску клапаном призводить до утрудненого пуску двигуна після тривалої зупинки, нестабільної роботи в режимі холостого ходу а також до погіршення приємності автомобіля в процесі розгону. За надмірного тиску в циліндри двигуна може надходити палива більше, ніж потрібно для нормальної роботи у відповідному режимі (можливості ЕБК обмежені);

2б) *неякісне паливо* (потрібна заміна);

2в) *несправний клапан (регулятор) подачі додаткового повітря* (для додаткової подачі повітря при пуску й прогріванні холодного двигуна в деяких конструкціях задіяний клапан 19 (див. рис. 1.8), в інших – регулятор холостого ходу (зазвичай із кроковим електродвигуном). За ввімкненого запалювання на контактах клапана має бути напруга в межах 12 В.

У випадку наявності в системі регулятора холостого ходу, як, наприклад, у автомобілів ВАЗ, у його складі: кроковий електродвигун 9 (рис. 3.14), з рухомою конусною голкою 4 на штоку 12. (*Кроковий двигун* - електричний

двигун, що перетворює електричний вхідний сигнал у механічний рух. Принцип дії заснований на дискретній зміні стану електромагнітного поля в робочих зазорах, що забезпечується імпульсним збудженням або перемиканням обмоток).

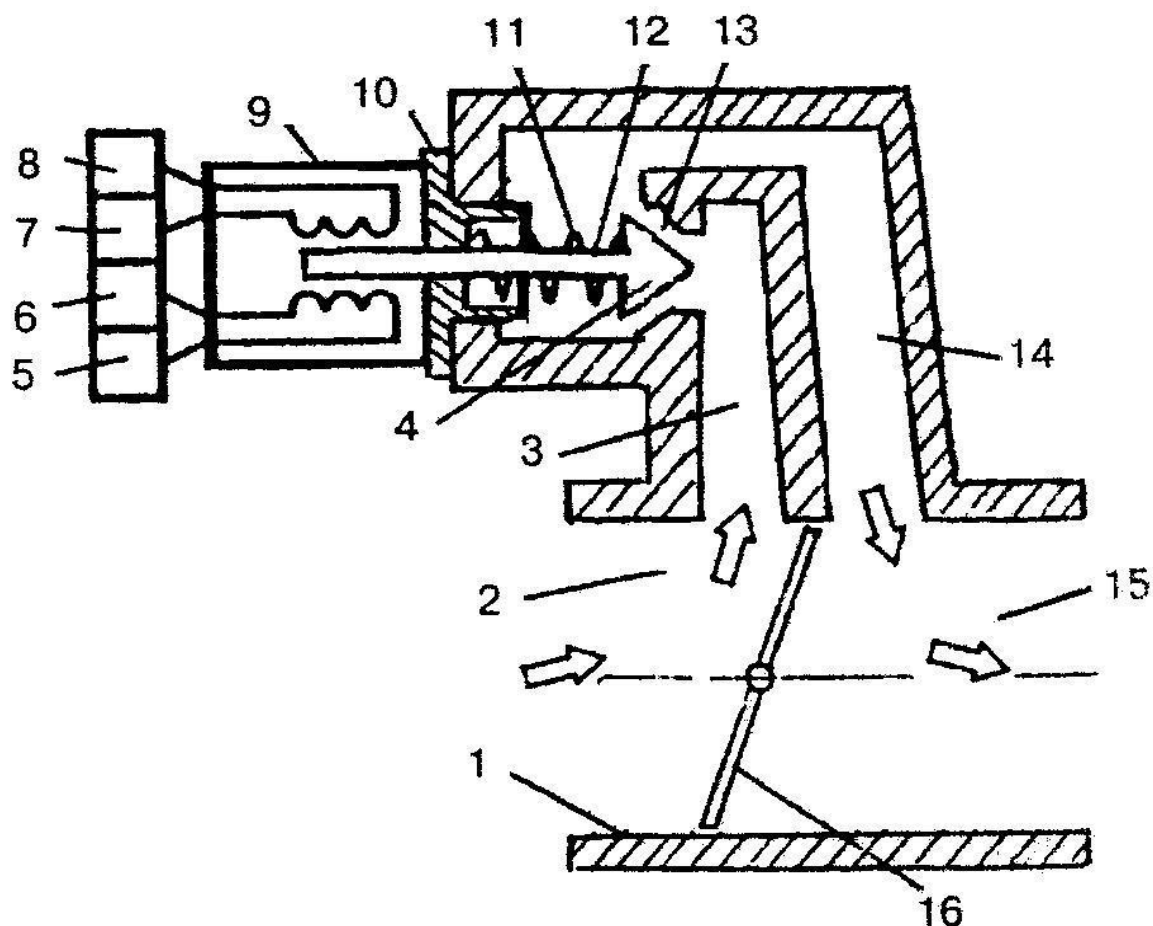


Рис. 3.14. Схема регулятора холостого ходу (ВАЗ):

1-впускний колектор; 2 і 15-до- і за дросельні порожнини; 3 і 14-вхідний і вихідний канали; 4, 11 і 12-голчастий клапан, пружина та шток; 5, 6, 7, 8-контакти; 9-електродвигун; 10-втулка; 13-кільцева щілина; 16-дросельна заслінка

Електродвигун керується сигналами ЕБК. За відкритого клапана додатковий повітряний потік із додросельної порожнини 2 потрапляє через канал 14 у задросельну порожнину 15, тобто, в обхід дросельної заслінки.

Необхідна частота обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу, за закритої дросельної заслінки, запрограмована в ЕБК (800-900 хв⁻¹). Пристрій нерозбірний, при виході з ладу потрібна заміна);

2г) *порушена робота пускової форсунки* (див. пп. А1е і Б1г);

2д) *несправний давач температури холодильної рідини* (цей давач надсилає сигнали до ЕБК для керування збагаченням паливноповітряної суміші, частотою обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу і прогрівання двигуна, кутом випередження запалювання. Орієнтовні рівні опору давача залежно від температури холодильної рідини наступні: 70 °С -450 Ом; 20 °С -3400 Ом; мінус 18 °С-25000 Ом. Ознакою несправності може бути вмикання вентилятора за низької температури (важлива чистота рознімача електроживлення). Для демонтажу давача потрібно після від'єднання штекера рознімача викрутити давач і швидко заглушити отвір щоб запобігти витіканню холодильної рідини. У прогрітого двигуна опір давача має бути не менш 1000 Ом (у разі невідповідності потрібна заміна);

2е) *несправний давач положення дросельної заслінки* (положенням дросельної заслінки визначається об'єм повітря, що проходить у циліндри двигуна. Про навантажувальний режим до ЕБК надходять сигнали «холостий хід» (заслінка закрыта), повне навантаження (заслінка відкрита) від вимикача положення дросельної заслінки, а сигнал про часткові навантаження формується потенціометром. Про несправність давача, від роботоздатності якого залежать як пуск двигуна, так і витрата палива, режим холостого ходу, приємність автомобіля, ЕБК зразу ж сигналізує водієві за допомогою контрольної лампи «СНЕСК» на приладовій панелі. Важливо, щоб на доріжці резистора не було обриву (перетирання), інакше спотворена інформація для ЕБК призведе до некоректної роботи двигуна. Несправний давач слід замінити);

2є) *занадто забруднений фільтр для очищення повітря* (це призводить до порушення співвідношення компонентів паливноповітряної суміші (потрібна заміна);

2ж) (див. пп.:1б, 1в, 1г, 1д, 1е).

3. Утруднений пуск прогрітого двигуна:

3а) забруднений паливний фільтр (потрібна заміна);

3б) порушений технічний стан робочих форсунок (див. п. 1в);

3в) підсмоктування повітря поза давачем витратоміра (див. п. 1е);

3г) несправний давач масової витрати повітря (див. п. 1д);

3д) несправний давач температури холодильної рідини (див. п. 2д);

3е) несправний давач положення дросельної заслінки (див. п. 2е).

4. Хитка робота двигуна в режимі холостого ходу:

4а) порушилось регулювання складу й кількості суміші в режимі холостого ходу (див. рис. 1.8, поз. 18 і 20) (гвинтом кількості встановлюється частота обертання колінчастого вала двигуна в межах 900 хв^{-1} , вміст оксиду вуглецю у ВГ має бути в межах 0,5% (відхилення пов'язані якнайперше з негерметичністю впускного тракту, несправністю клапана додаткової подачі повітря або регулятора тиску палива, неякісним паливом, невмикненням пускової ЕМФ, негерметичністю впускних і випускних клапанів газорозподільного механізму. При регулюванні холостого ходу використовуються тахометр і газоаналізатор);

4б) несправний регулятор (за наявності) холостого ходу (див. п. 2в);

4в) несправний давач положення дросельної заслінки (див. п. 2е);

4г) несправний давач температури холодильної рідини (див. п. 2д);

4д) несправний клапан рециркуляції ВГ (нагадаємо, що система рециркуляції ВГ повертає певну кількість газів назад до впускного колектора, щоб вони знову потрапили в циліндри двигуна з свіжою паливноповітряною сумішшю (кількість визначає ЕБК за встановленою заводською програмою зважаючи на інформацію давачів температури холодильної рідини, витрати повітря, положення дросельної заслінки). Система діє лише за частоти обертання колінчастого вала двигуна понад 900 хв^{-1} (в процесі пуску, прогрівання та в режимі холостого ходу - справна система не діє). Несправність клапана рециркуляції вносить похибку в інформацію давачів для ЕБК із-за

неврахованої частки ВГ, що порушує усталеність роботи двигуна в режимах прискорення і холостого ходу);

4е) *порушений технічний стан іскрових свічок* (несправність обумовлюється зношенням електродів і збільшенням іскрових зазорів, нагаром, замащенням, тріщинами в ізоляторі (докладніше див. у п. 3,3);

4є) *неякісне паливо* (потрібна заміна).

5. Підвищена витрата палива:

5а) *несправний клапан (регулятор) додаткової подачі повітря* (див. п. 2в);

5б) *не вмикається термореле* (див. п. 1г);

5в) *несправний давач температури холодильної рідини* (див. п. 2д);

5г) *несправний давач положення дросельної заслінки* (див. п. 2е);

5д) *порушений технічний стан робочих форсунок* (див. п. 1в);

5е) *надмірний тиск палива в підсистемі* (див. п. 2а);

5є) *несправний вимірник витрати повітря* (див. п. 1д);

5ж) *вийшов з ладу давач концентрації кисню* (в такому разі ЕБК коригує склад паливноповітряної суміші за незмінною програмою. Можливі несправності кисневого давача: обрив чи коротке замикання в електричній мережі; старіння, що погіршує його динамічні якості; спотворення сигналу, внаслідок чого не досягається робоча температура. За несправного кисневого давача після зупинки двигуна може чути потріскування в місці розташування каталітичного нейтралізатора. Перевірка параметрів кисневого давача виконується при досягненні ним робочої температури (350-400 °С з використанням газоаналізатора, осцилографа, вольтметра, омметра (методику див. в інструкції). Несправний давач потрібно замінити);

5з) *порушена пропускна спроможність повітроочисника* (потрібна заміна фільтра);

5и) *порушена пропускна спроможність нейтралізатора ВГ* (причинами виходу з ладу нейтралізатора ВГ можуть бути: зношені розпилювачі робочих форсунок, пропуски іскроутворення, несправність кисневого давача,

потрапляння оливи в паливноподавальну підсистему (зношення механізмів двигуна), використання неякісного бензину. За умови теплового перенапруження керамічні блоки нейтралізатора руйнуються (закупорюються), зростає протитиск ВГ. Несправний пристрій потрібно замінити (не ремонтується).

6. Недостатня потужність двигуна:

ба) порушений технічний стан робочих форсунок (див. п. 1в);

бб) несправний давач масової витрати повітря (див. п. 1д);

бв) недостатній тиск у паливноподавальній підсистемі (див. п. 2а);

бг) неякісний бензин (потрібна заміна);

бд) погіршений технічний стан нейтралізатора ВГ (див. п. 5и);

бе) порушена робота системи запалювання (перед пошуком несправностей електронних пристроїв потрібно перевірити стан рознімачів).

3.5 Умови безпечного виконання діагностичних і демонтажно-монтажних робіт

На початку слід наголосити на важливості дотримання чистоти при виконанні будь-яких робіт із уприскувальними системами живлення.

Далі нагадаємо про шкідливість, вибухонебезпечність і легку спалахуваність бензину. Так, отруєння може статися внаслідок потрапляння його в організм людини через дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, шкіру, очі. Потерпілий легко збуджується, дратується, можлива нудота. Гостре отруєння призводить до сонливості, швидкої втомливості, порушень травлення. Потерпілого потрібно вивести (винести) на чисте повітря, дати спокій (можливо з валер'яновими краплями), при зомлінні - дати нюхати нашатирний спирт. При подразненні слизової оболонки очей – промивати чистою водою, 2%-ним розчином соди. При спалахуванні одязі потрібно збити полум'я, обгорнути потерпілого щільним матеріалом. Потрібно унеможливити потрапляння бензину на гарячі ділянки двигуна, що можливо під час роз'єднання складників

паливноподавальної підсистеми, бо в ній бензин може бути під тиском навіть за непрацюючого двигуна (для позбавлення від тиску потрібно від'єднати струмопроводи від ЕБН, запустити двигуна і дати йому можливість працювати в режимі холостого ходу до зупинки).

Під час робіт з електронними системами слід дотримуватись правил підключення, демонтажу, збирання, діагностики. Отже, варто мати на увазі наступне:

- клемні з'єднання мережі з акумуляторною батареєю мають бути щільними і не окисненими;
- не можна від'єднувати акумуляторну батарею від споживачів електричної енергії при працюючому двигуні;
- не можна запускати двигуна з допомогою стороннього джерела струму напругою понад 12 В;
- при контролі компресії в циліндрах двигуна потрібно від'єднати струмопроводи від форсунок;
- перед демонтажем пристроїв електронної системи керування двигуном, сполучених із ЕБК, потрібно від'єднати акумуляторну батарею;
- не можна роз'єднувати чи з'єднувати джгут струмопроводів і ЕБК при ввімкненому запалюванні (це може призвести до руйнівного стрибка напруги в блоці керування). Роз'єднання допускається не менше як через 30с після вимкнення запалювання;
- при електрозварювальних роботах в автомобілі потрібно від'єднати ЕБК;
- перед виконанням робіт, що супроводжуються нагріванням деталей автомобіля понад 80 ° С (наприклад, сушіння автомобіля після фарбування), ЕБК потрібно демонтувати;
- в конструкції роз'єднувачів джгутів струмопроводів системи керування передбачено їх з'єднання тільки при певній орієнтації (це виконується без великих зусиль);

- якщо для контролю електричних кіл системи керування передбачено застосування пробника з контрольною лампою, вона має бути невеликої потужності;

- в сучасних автомобільних двигунах застосовуються системи запалювання великої енергомісткості (при працюючому двигуні не можна доторкатися до їх складників);

- у разі знеструмлення уприскувальних систем живлення (зняття клеми з акумуляторної батареї) стираються коди тимчасових несправностей. Для відновлення втраченої інформації ЕБК потрібен певний час у процесі прогрівання двигуна.

3.6 Функціональність електронної самодіагностики систем керування двигуном

В електронних системах керування уприскуванням бензину передбачена функція самодіагностики більшості вхідних і вихідних сигналів: вихід підконтрольних діагностичних параметрів за встановлені межі засвідчує наявність несправності в роботі системи (двигуна), про що водієві сповіщає контрольна лампа діагностики «Check Engine». Свічення лампи інформує про потребу пошуку причини (не про необхідність негайної зупинки двигуна). У штатній ситуації після вмикання запалювання контрольна лампа короткочасно засвічується й гасне. Світіння лампи при роботі двигуна інформує про несправність, щезання якої супроводжується її вимкненням (діагностичний код несправності зберігається в пам'яті ЕБК). До речі, лампа мигтить у випадку порушення, яке може призвести до виходу з ладу каталітичного нейтралізатора (наприклад, пропуски спалахування суміші в циліндрі).

За виникнення несправності в процесі руху автомобіля ЕБК переводить роботу двигуна в резервний (аварійний) режим.

Збережені коди несправностей можна розпізнати за допомогою сервісного тестера (від виробника автомобіля), системного тестера або сканера. Одна з

вимог до системи бортової діагностики – контроль всіх основних електричних кіл блока керування: прості функціональні перевірки тільки оцінюють робочий стан системи або компонента (наприклад, відкритий чи закритий клапан подачі додаткового повітря); якісна функціональна перевірка (поточний контроль) надає повнішу інформацію про роботу системи (наприклад, контроль каталітичного нейтралізатора для оцінки зниження його робото здатності (старіння)).

Діагностичні карти з описом послідовності виконання робіт розраховані на використання конкретних (рекомендованих) засобів. Важливо й те, що відхилення від штатної роботи механічних пристроїв можуть помилково приписуватись електронній системі.

Рекомендована наступна послідовність користування бортовою самодіагностикою.

1. Пошук і усунення механічних несправностей систем живлення та запалювання.

2. Контроль робото здатності системи самодіагностики: якщо після запиту система видає на індикатор «Check Engine» код справності діагностичної мережі (наприклад, 12) – можна переходити до наступного етапу; за відсутності коду справності потрібно відновлювати робото здатність системи.

3. Розпізнавання коду несправності: якщо система висвітлила код несправності – потрібно звернутися до діагностичної карти з відповідним номером; за відсутності коду потрібно шукати причину (яка може й не стосуватись системи самодіагностики).

4. Опрацювання типових карт несправностей – діагностичних карт типу «В».

Найбільшого поширення набули діагностичні карти типів «А», «В», «С» - це формалізовані правила послідовності контролю технічного стану пристроїв уприскувальних систем живлення (розраховані на застосування певних діагностичних приладів).

Діагностичні карти типу «А» представляють собою процедуру початкової перевірки уприскувальної системи і вміщують інформацію про послідовність перевірки діагностичної мережі.

Діагностичні карти типу «В» - це карти несправностей, які можуть характеризувати: стан системи перед пуском двигуна; несталість роботи двигуна; недостатню потужність чи приємність; підвищені витрати палива і токсичність; перебої в роботі двигуна та ін.

Діагностичні карти типу «С» вміщують інформацію про певні елементи уприскувальної системи і системи запалювання та їх технічне обслуговування (стосується конкретного двигуна).

У діагностичних картах кожного типу – загальні відомості, додаткова інформація та діаграма пошуку несправності. Тут варто зауважити, що застосування карти коду несправності без попереднього ретельного аналізу може спричинити неправильні висновки й необґрунтовану заміну неушкоджених пристроїв.

Очистити (стерти) коди несправностей із пам'яті ЕБК (таке бажання може бути у оператора після відновлення роботи здатності чи заміни пристроїв) можна за допомогою приладу типу ДСТ-2М або шляхом відключення акумуляторної батареї (при від'єднанні « маси» від акумуляторної батареї втрачається з пам'яті й інша інформація, наприклад, настройка радіоприймача).

Надійність і стабільність електронної системи керування двигуном залежать від умов роботи, серед яких і несприятливі, такі як:

- зміна температури в широких межах;
- вібраційні навантаження;
- можливе виникнення короткочасних імпульсів високої напруги;
- коливання напруги живлення (при 12-ти вольтній акумуляторній батареї в межах 9,5-15,5 В);
- сильні електромагнітні поля;
- забруднення;

- можливість некваліфікованого втручання.

Засоби бортової діагностики стандартизують для уніфікації їх у різних автомобілях. Так, ще в 1991 р. Міжнародна організація зі стандартизації затвердила для бензинових двигунів:

- форму діагностичного роз'єднувача;
- сукупність діагностичного обладнання і діапазони його можливостей;
- вміст діагностичних протоколів;
- характер даних, що підлягають заміні.

Крім зчитування та вилучення кодів за допомогою самодіагностування можуть здійснюватися регулювання в процесі технічного обслуговування, кодування електронного модуля керування на конкретні режими роботи для адаптації до певного автомобіля, функції «чорної скриньки».

Системи впрыску Мотронік та Моно – Мотроні, що найбільш поширені на автомобілях виробництва України, Росії та Німеччини, мають наступні коди несправностей:

13 – відсутній сигнал датчика концентрації кисню;

14 – низький рівень сигналу датчика температури охолоджувальної рідини;

15 - високий рівень сигналу датчика температури охолоджувальної рідини;

16* - підвищена напруга живлення системи;

19* - відсутній або невірний сигнал датчика частоти обертання або положення колінчастого вала;

21 – високий рівень сигналу датчика положення дросельної заслінки;

22 - низький рівень сигналу датчика положення дросельної заслінки;

23** - високий рівень сигналу датчика температури всасуємого повітря;

24 – немає сигналу швидкості автомобіля;

25 - низький рівень сигналу датчика температури всасуємого повітря;

33** - високий рівень сигналу датчика розрідження у впускному трубопроводі;

34* - відсутній або невірний сигнал датчика масової витрати повітря;

34** - низький рівень сигналу датчика розрідження у впускному трубопроводі;

35 – помилка сигналу частоти обертання колінчастого вала на режимі холостого ходу;

44 – збіднений склад суміші;

45 – збагачений склад суміші;

49* - підсос повітря;

51 – помилка пристрою пам'яті;

52* - помилка ЕБК;

53** - занижена напруга живлення системи;

54** - помилка октан – коректора;

55* - збіднений склад суміші при високому навантаженні;

55** - помилка ЕБК;

61* - погіршення роботи датчика концентрації кисню.

Наведені вище коди, відмічені однією зірочкою, видаються при тестуванні системи розподіленого впрыску палива типу Мотроні, а відмічені двома зірочками – системи центрального тиску палива типу Моно – Мотроні, інші коди видаються при тестуванні обох систем.

Діагностування системи впрыску складається із зчитування коду несправності і перевірки його електричних ланцюгів відповідного датчика та його самого. Якщо ланцюги датчика справні, то несправний ЕБК. Якщо після видачі коду несправностей і їх усунення двигун не пускається або кодів несправностей не видається, слід перевірити ланцюг паливоподачі, роботу форсунок і ланцюгів їх керування.

Наостанок ще раз наголосимо на тому, що застосування раціональних алгоритмів керування, у поєднанні подачі палива та постачання повітря, забезпечує досягнення кращих рівнів показників якості й конкурентоспроможності двигунів.

Контрольні запитання щодо змісту модуля

1. У чому сутність планово-запобіжної системи технічного обслуговування?
2. У чому сутність технічного діагностування?
3. Від яких чинників залежить процес зношення механізмів?
4. З якою метою передбачений обкат двигунів?
5. У чому полягають основні завдання технічного діагностування?
6. Охарактеризуйте об'єктивні та суб'єктивні методи технічного діагностування.
7. Охарактеризуйте джерела інформації для технічного діагностування.
8. Охарактеризуйте портативні засоби технічного діагностування.
9. Охарактеризуйте стаціонарні засоби технічного діагностування.

10. Якими способами можна визначити роботоздатність іскрової свічки?
11. Як регулюють зазор між електродами іскрової свічки?
12. Яку інформацію можна отримати внаслідок огляду робочої частини іскрової свічки?
13. Які пристрої застосовуються для промивання форсунок?
14. Яким чином можна здійснити продування циліндрів двигуна у разі невдалого пуску?
15. В яких межах знаходиться частота обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу?
16. Яку інформацію можна отримати за допомогою сканера?
17. Яким чином можна переконатись в порушенні роботи електробензонасоса?
18. Як відображається надмірний або недостатній залишковий тиск палива в підсистемі на пуску двигуна?
19. Як проявляється надмірна тривалість замкненого стану контактів термореле при пуску непрогрітого двигуна?
20. Як впливає надмірний або недостатній тиск палива в підсистемі (безперервне уприскування) на вихідні параметри роботи двигуна?
21. Яким чином можна перевірити підозру в збільшенні від унормованої витрати палива двигуном автомобіля?
22. Які фактори призводять до порушення роботи двигуна в режимі холостого ходу?
23. Як можна переконатись у несправності певної форсунки двигуна?
24. До яких наслідків у роботі двигуна призводить втрата герметичності електромагнітних форсунок?
25. Як можна перевірити герметичність електромагнітної форсунки?
26. До чого призводить підсмоктування повітря поза давачем масової витрати (імпульсна система уприскування)?

27. До чого призводить надмірний або недостатній тиск палива в підсистемі (імпульсна система уприскування)?

28. До чого призводить несправність датчика температури холодильної рідини?

29. Яким чином водієві автомобіля надходить інформація про несправність датчика положення дросельної заслінки?

30. Як проявляється в роботі двигуна несправність клапана рециркуляції відпрацьованих газів?

31. Чи впливає справність датчика концентрації кисню на витрату палива двигуном?

32. Чи залежить витрата палива двигуном від технічного стану нейтралізатора відпрацьованих газів?

33. У чому полягають основні правила безпеки під час роботи з пристроями електронної системи керування двигуном?

34. Про що інформує водія контрольна лампа діагностики (на приладовій панелі автомобіля)?

35. Охарактеризуйте послідовність дій щодо застосування бортової самодіагностики для пошуку несправності в уприскувальній системі живлення двигуна.

36. Охарактеризуйте несприятливі умови для роботи електронної системи керування двигуном.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

ПОНЯТТЯ	№ стор.	ПОНЯТТЯ	№ стор.
Адсорбер	9	Пробник «Тест-М»	161
«Аскан 8»	134	Корозія	121
Байпасний канал	28	Контролер	141
Безпосереднє уприскування	101	Контур високого тиску	92
Бензин	8	Коефіцієнт надлишку повітря	18
Вентиляція картера	199	Промивання форсунок	150
Висотний коректор	33	Продування циліндрів	165
Витратомір повітря	30	Прогнозування	123
Вібрація	166	Пускова форсунка	30
Відмова	121	Промивання форсунок	150
Гомогенна суміш	59	Продування циліндрів	165
Давач	18	Прогнозування	123
Давач концентрації кисню	19	Рампа	141
Детонація	18	Регулятор тиску живлення	30
Діагностичні параметри	124	Регулятор керівного тиску	31
Довговічність	161	Ресурс	225
«ДСТ-2М»	127	Ресивер	9
Дозатор-розподільник	30	Рециркуляція	103
Дросельна заслінка	9	Роботоздатність	120
Електронний блок керування	9	Робочий цикл двигуна	19
Електромагнітна форсунка	27	Робоча суміш	19
Паливний насос високого тиску	58	Сканер	127
Потужність двигуна	17	Стенд мод.КЕ-1	135
Процес зношення	121	Імпульсна система уприскування	193
Прилад «KTS 650»	138	Іскровий зазор	162

КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Контрольні запитання

1. В чому визначається надійність автомобіля?
2. Для чого призначена система охолодження?
3. Записати рівняння Менделєєва (рівняння стану для 1 кмоль ідеального газу).
4. Чому дорівнює газова стала суміші?
5. Описати теплоємність при постійному об'ємі, при постійному тиску, теплоємність газової суміші.
6. У чому полягає перший закон термодинаміки; другий закон термодинаміки?
7. У чому полягає прямий цикл Карно?
8. Визначити ідеальний цикл і термічний коефіцієнт корисної дії.
9. Як розглядається ідеальний цикл теплового двигуна з комбінованим підводом теплоти (цикл Тринклера)?
10. Як працює процес впуску? стискування? згорання?
- 11.Що забезпечує система змащування?
12. Від яких величин залежить коефіцієнт надлишку повітря?
- 13.Розкрити фізичну суть процесу згорання в дизелі.
14. Як працює випускний клапан під час процесу розширення та впуску?
15. Які основні способи боротьби з детонацією?
- 16.Як визначається індикаторна потужність?
- 17.Для чого слугує система живлення карбюраторного двигуна?
- 18.Що забезпечує система запалювання в циліндрах карбюраторного двигуна?
- 19.Що містить система запалювання?
- 20.З чого складається поршневий двигун?
- 21.Що називається верхньою мертвою точкою?
- 22.Що називається нижньою мертвою точкою?

23. Яка відстань називається ходом поршня?
24. Що спричинює повертання колінчатого вала на половину оберта?
25. Що уявляє собою об'єм камери згорання (стискання)?
26. Що уявляє собою повним об'ємом циліндра?
27. Що становить робочий об'єм циліндра?
28. Записати формулу робочого об'єму циліндра в залежності від діаметра циліндра та хода поршня. Виразити діаметр циліндра та хід поршня в залежності від інших складових формули робочого об'єму циліндра.
29. Чому дорівнює ступінь стискання?
30. Що показує ступінь стискання?
31. Що називають тактом?
32. У чому полягає принципова схема системи мащення?
33. Що називають механічним коефіцієнтом корисної дії?
34. Що собою уявляє літрова потужність?
35. Чому дорівнює питома ефективна витрата палива?
36. Для чого призначений підкачуючий паливний насос?
37. З яких основних деталей складається механізм газорозподілу?
38. Для чого у більшості сучасних двигунів механізм газорозподілу має верхнє розташування клапанів?
39. Що собою уявляють фази газорозподілу?
40. Для чого існує система охолодження?
41. Які можливі наслідки перегріву двигуна?
42. В чому полягає принципова схема охолодження двигунів?
43. Які системи охолодження застосовують у автомобільних двигунах?
44. Охарактеризувати рідинні системи охолодження.
45. Охарактеризувати повітряні системи охолодження.
46. У чому полягає принцип дії рідинної системи охолодження?
47. Що входить до системи мащення?

48. Для чого в картері, колінчастому й розподільному валах виконуються спеціальні оливні канали?
49. Назвати схеми мащення різних двигунів.
50. Для чого використовують оливний насос?
51. Для чого слугує оливний фільтр?
52. Для чого призначений оливний радіатор?
53. Для чого потрібна вентиляція картера?
54. Що використовують для очищення картерних газів від оливи та смол у системи вентиляції?
55. Пояснити схему вентиляції картера двигуна.
56. Як перевірити справність показчика тиску оливи?
57. Що слід зробити, якщо під час зливання оливи виявиться, що система мащення забруднена?
58. Які послідовні дії слід виконати, щоб видалити осадок із фільтра відцентрового очищення двигуна автомобіля?
59. Які слід виконати роботи у випадку, якщо автомобіль часто працює у воді?
60. Що собою уявляє бензин? крекінг?
61. Які двигуни працюють на бензині?
62. У чому полягає процес перегонки?
63. Які характеристики й властивості має бензин?
64. Що таке питома теплота згорання?
65. Чим характеризується випарність?
66. Якими літерно-цифровими індексами маркується бензин?
67. Що позначають в марках застосовуваних автомобільних бензинів літери «А» і «И»?
68. Що називають детонацією і чим вона супроводжується?
69. Що потрібно для визначення октанового числа?
70. Яке співвідношення октанового числа та ймовірності детонації?

71. Чим характерні нормальна, збіднена, бідна, збагачена та богата пальні суміші?
72. Який склад суміші потрібно мати для нормальної роботи двигуна?
73. При яких умовах використовують богату пальну суміш?
74. Коли потрібна збагачена пальна суміш?
75. Для якої економічної роботи двигуна використовують збіднену пальну суміш?
76. Коли використовують збагачену пальну суміш?
77. Що називається карбюратором та карбюратором?
78. З чого складається найпростіший карбюратор?
79. З яких елементів складається система живлення карбюраторного двигуна?
80. Чим характеризується тепловий баланс поршневого двигуна?
81. Розкрити будову і принцип роботи 2-тактного бензинового двигуна з кривошипно-камерною продувкою.
82. Розкрити будову і принцип роботи турбокомпресора.
83. Для чого сучасні карбюратори обладнують додатковими пристроями й системами?
84. Що собою уявляє пневматичне гальмування палива?
85. Для чого призначається система холостого ходу?
86. З яких елементів складається система холостого ходу?
87. Для чого призначається економайзер?
88. Для чого призначається прискорювальний насос?
89. Для чого призначається пусковий пристрій?
90. Які дії слід виконувати під час пуску й прогрівання холодного двигуна?
91. Що відбувається на малій частоті обертання колінчастого вала?
92. Як здійснюється перехід від холостого ходу до малих і середніх навантажень?

93. Яким чином забезпечується збагачення суміші у разі повного навантаження?
94. Що відбувається у разі різкого навантаження двигуна?
95. У чому полягає сутність робочого циклу двигуна внутрішнього згоряння?
96. Чим забезпечується швидке розганяння автомобіля?
97. Для чого використовують обмежувач максимальної частоти обертання колінчастого вала?
98. Які елементи паливного баку двигуна використовують для запобігання різкого переміщення палива?
99. Як працюють клапани механізму газорозподілу?
100. Яку функцію відносно палива виконують сітчасті фільтри та фільтри відстійники?
101. З чого складається паливний бак грубої очистки?
102. Які елементи входять до фільтра тонкої очистки палива?
103. Для чого призначений паливопідкачувальний насос?
104. Як працює паливопідкачувальний насос?
105. Яку функцію виконує повітряний фільтр?
106. Для чого призначені впускний та випускний трубопроводи?
107. За допомогою якого засобу зменшити шум під час випускання відпрацьованих газів?
108. Як виглядає глушник, що встановлюють під двигуном?
109. Яким вимогам відповідає система живлення?
110. Що таке в'язкість?
111. Чим відрізняються паливо низької від палива високої в'язкості?
112. Що собою уявляє температура заживання та помутніння?
113. З чого складається та для чого призначена автоматична муфта випередження впорспалива?

114. Який елемент двигуна використовують для впорскування й розпилювання палива?
115. Для чого призначені підкачувальні насоси?
116. У чому полягає система фільтрування повітря?
117. Як діє схема фільтрації повітря?
118. З чого складається повітряний фільтр?
119. Що відбувається під час пуску двигуна?
120. Як працює двигун у режимі холостого ходу?
121. Для чого призначений і з яких елементів складається дозувально-економізаторний пристрій?
122. Що відбувається з газом, коли двигун працює на часткових навантаженнях?
123. У чому полягає система впорскування?
124. Які бувають системи впорскування? Чим вони відрізняються?
125. Як працює система впорскування палива «К- Jetronic»?
126. У чому полягає принцип дії, головна дозувальна система й система холостого ходу система впорскування палива «К- Jetronic» фірми BOSCH?
127. Як працює витратомір повітря?
128. Для чого в системі впорскування потрібний регулятор тиску живлення?
129. Як працює система пуску в системі впорскування?
130. Описати схему роботи системи пуску системи впорскування.
131. З яких допоміжних елементів складається система впорскування?
132. Описати принцип роботи паливного електронасоса.
133. Що собою уявляє нагромаджувач палива?
134. Що забезпечує паливний фільтр?
135. Яким чином забезпечується ефективність роботи бензинового двигуна?

136. Яку функцію виконує дозатор – розподільник із регулятором тиску живлення?
137. Як працює регулятор керуючого тиску?
138. Як регулюється склад робочої суміші?
139. Для чого призначається пускова форсунка?
140. Як працює термореле під час упорскування палива?
141. У чому полягає принцип роботи форсунки впорскування палива?
142. Як працює електрична схема системи впорскування?
143. Для чого на деяких автомобілях використовують лямбду регулювання?
144. Де розміщується лямбда-зонд або датчик кисню?
145. Різні види лямбда-зонд та датчиків кисню.
146. У чому полягає функціонування системи впорскування палива на різних режимах роботи двигуна?
147. Як працює система безпосереднього (прямого) уприскування?
148. Описати систему впорскування палива «Mono-Jetronic».
149. Описати систему з електронним керуванням уприскуванням бензину та запалюванням робочої суміші.
150. Які основні несправності проявляються в роботі дозувальних систем карбюратора?
151. Які наслідки порушення роботи дозувальних систем карбюратора?
152. Яка ознака сильного порушення дозування суміші карбюратором?
153. Яка ознака роботи двигуна на Perezbidneniy sumishi?
154. Якого кольору набувають відпрацьовані гази у разі сильного Perezbagacheniya sumishi?
155. Які бувають причини Perezbagacheniya sumishi?
156. Які бувають причини Perezbidnennya sumishi?
157. На якій установці здійснюється діагностування карбюратора з метою забезпечення потрібного складу суміші?

158. Які кроки слід зробити для огляду системи живлення?
159. У чому полягає обслуговування повітряного фільтра?
160. Як потрібно обслуговувати паливний фільтр грубої очистки?
161. Як слід розбирати у випадку необхідності карбюратори ?

Завдання на доповнення або перелік основних понять

1. Робоче тіло – це речовина...
2. Реальний газ – це газ...
3. Ідеальний газ – ...
4. Під поняттям тиск розуміється ...
5. За одиницю виміру тиску прийнято...
6. Для вимірювання тиску рідини, пари або газу застосовують...прилади.
7. Питомий об'єм робочого тіла – це об'єм...
8. Температура характеризує ...стан, визначає...
9. Густина речовини визначається...за формулою...
10. На основі закону Бойля-Маріотта і Гей-Люссака рівняння стану для 1 кг маси газу є...
11. Теплоємність газу – це...
12. Термічним коефіцієнтом корисної дії називається...
13. Термічним коефіцієнтом корисної дії показує...
14. Коефіцієнт надлишку повітря – це відношення...
15. Горюча суміш – це суміш...
16. Сумішоутворенням в дизелях називається процес...
17. Ефективна потужність – це...
18. Потужність механічних втрат – це ...
19. Механічний коефіцієнт корисної дії характеризує...
20. Економічність поршневого двигуна характеризується...

21. Питома ефективна витрата палива – це ...
22. Нафта являє собою...
23. Бензин, дизельне паливо, моторні масла одержують ...
24. Під розуміють швидке згорання робочої суміші в циліндрах карбюраторного двигуна, що супроводжується дзвінками стуками у двигуні, чорним димом із вихлопної труби, перегріванням і втратою потужності двигуна.
25. Електронний блок керування – це....
26. Потужність двигуна – уявляє собою роботу...
27. Система мащення призначена...
28. Пристрій, встановлений у випускній системі двигуна наз...
29. Бензин – це горюча рідина.....
30. Бензин маркується.....індексами.
31. Марки застосованих автомобільних бензинівЛітера А означає....., літера И вказує.....
32. Октанове число – це...
33. Октанове число характеризує....
34. Чим більше октанове число, тим більше ...
35. Для визначення октанового числа бензину його порівнюють.....
36. Із збільшенням ступеня стиску збільшується...
37. Для повного згорання палива потрібна
38. В співвідношенні... відбувається згорання повітря та палива...
39. Визначено, для повного згорання 1 кг бензину треба ... кг
40. Робоча суміш з газами...
41. Детанація – це....Вона визначається...
42. Пальна суміш має бути багатою в тих випадках, коли...
43. Збагачена пальна суміш потрібна при...
44. Збудження процесу згорання ... суміші забезпечується...
45. Для збагачення економічної роботи двигуна пальна суміш має бути ...

46. Суміш має бути збагаченою у разі...
47. Процес приготування пальної суміші певного складу поза циліндрами двигуна називається ..., а прилад, в якому відбувається цей процес, називають ...
48. Ступенем стиску називається відношення...
49. До системи живлення карбюраторних двигунів входять:...
50. Найпростіший карбюратор складається з...
51. Під час роботи двигуна впускний клапан відкритий (такт ...), біля кінця розпилювача виникає ...
52. У циліндрі двигуна внутрішнього згоряння тиск газів не перевищує ...МПа.
53. Технічне обслуговування – ...
54. Технічне діагностування визначає...
55. Система охолодження призначена...
56. Паливо з розпилювача надходить у ... камеру, де перемішується з повітрям, утворюючи
- 57.... за допомогою поплавця та ... безперервно підтримує нормальний рівень палива.
58. При відкриванні дросельної заслонки зростає ..., збільшується швидкість руху повітря в ... внаслідок чого зростають швидкість витікання бензину з розпилювача та кількість повітря, що проходять через ...

Тестові завдання

1. За основну одиницю виміру тиску в Міжнародній системі одиниць прийнято
- а – 1 кг
 - б – 1 ц
 - в – 1 Па

г – 1 н

2. Рівняння стану для G кг ідеального газу має такий вигляд:

а – $pVG=GRT$

б – $pmG=GVT$

в – $VGP=GRM$

г – $GMV=VRK$

3. Знайти за рівнянням Менделєєва газові 1) сталі водню, 2) кисню, 3) азоту, 4) окису вуглецю, 5) вуглекислого газу у Дж/кг К

а – 1) 4124 2) 345,6 3) 304,8 4) 897,9 5) 166,6

б – 1) 4124 2) 345,6 3) 304,8 4) 897,9 5) 166,6

в – 1) 4124 2) 345,6 3) 304,8 4) 897,9 5) 166,6

г – 1) 4157 2) 259,8 3) 296,9 4) 296,9 5) 188,9

4. Прийнято вважати, що 1) бідна горюча суміш 2) багата горюча суміш 3) теоретична суміш

а – 1) < 1 2) > 1 3) $< 0,5$

б – 1) $< 0,5$ 2) $= 1$ 3) < 1

в – 1) > 1 2) < 1 3) $= 1$

г – 1) < 1 2) > 1 3) $= 1$

5. Які зовнішні ознаки роботи бензинового двигуна при детонації?

а – металевий дзвін і стукіт

б – періодичні клуби чорного диму на випуску

в – тряска та нестійка робота двигуна

г – будь-якої з вказаних причин

6. Яким показником вимірюється періодичність виконання ТО-1, ТО-2?

а – часом роботи автомобіля

б – пробігом автомобіля з вантажем

в – загальним пробігом автомобіля

г – об'ємом виконання транспортної роботи

7. Діелектрики мають:

а – низький питомий опір

б – високий питомий опір

в – середній питомий опір

г – вище середнього питомий опір

8. Які правила з безпеки праці необхідно дотримувати при поводженні з еталітованими бензинами?

а – не допускати попадання у всередину, у тому числі не вдихати пари

б – промивати перед обслуговуванням деталей системи живлення гасом

в – не допускати попадання бензину на тіло

г – дотримувати всі перелічені вимоги

9. Який з видів технічного обслуговування має найбільшу трудомісткість?

а – СТО...

б – ТО-1...

в – ТО-2...

г – ЩТО...

10. Кремній, германій, селеній це –

а – провідникові матеріали

б – напівпровідникові матеріали

в – магнітні матеріали

г – діелектрики

11. Яким способом здійснюється транспортування агрегатів, знятих з автомобіля?

а – вручну

б – на носилках

в – на спеціальних візках за допомогою підйомно-транспортних пристосувань

г – за допомогою ланцюгів і мотузок

12. Чим дозволяється видаляти металеву стружку з поверхні?

а – стислим повітрям

б – дрантям

в – щіткою

г – рукою

13. Яка повинна бути максимальна напруга переносних приладів освітлення, що використовуються при роботі в осмотрових канавах?

а – 12 В

б – 36 В

в – 127 В

г – 220 В

14. Температура, при якій відбуваються хімічні зміни матеріалу, називається...

а – термостійкість

б – теплостійкість

в – нагрівостійкість

г – підвищеною

15. До чого приводить невчасне або неякісне виконання операцій технічного обслуговування?

а – негайному виникненню відмов в роботі

б – передчасному зносу і зменшенню термінів служби

в – збільшенню експлуатаційних витрат

г – збільшенню вірогідності появи несправності

16. Яким способом перевіряють справність фільтру відцентрового очищення масла?

а – прослуховуванням гудіння фільтру в перебігу 2-3 хвилин після зупинки двигуна

б – зовнішнім оглядом ступеня забруднення масла після пробігу 1000 км

в – контролюючи витрату (чад) масла на 100 км пробігу

г – будь-яким з перерахованих способів

17. Реактопласти (термореактивні матеріали) при нагріванні...

а – розм'якшуються

б – не розм'якшуються

в – твердіють

г – стають будь-яким з перерахованих способів

18. Яким вогнегасником слід гасити бензин, гас, нафта, змащувальні матеріали. які горять?

а – вуглекислотним

б – пінними

в – порошковим

г – будь-яким з перерахованих способів

19. Що називається дефектом деталі?

а – відхилення її дійсних розмірів від номінальних значень

б – відхилення якого-небудь параметра від значень, передбачених технічними умовами

в – відхилення взаємного розташування поверхонь від точної геометричної форми

г – будь-яке з перерахованих відхилень

20. Яку з перерахованих несправностей може викликати збагачення паливної суміші?
- а – нещільне прилягання карбюратора до труби впускання
 - б – часткове засмічення паливопроводів
 - в – засмічення повітряного фільтру
 - г – перевитрата пального
21. Унаслідок чого може виникнути детонація ?
- а – використання низькооктанового бензину
 - б – тривалої роботи на збідненій суміші
 - в – великого випередження запалення
 - г – будь-якої з вказаних причин
22. Який вид механічного зносу найбільшою мірою обумовлює зміну розмірів і стан поверхні гільз і поршневих кілець двигуна ?
- а – абразивне зношування
 - б – пластична деформація
 - в – корозійно-механічне зношування
 - г – будь-якої з вказаних причин
23. Перш ніж приступити до роботи на автомобілі, що знаходиться на підйомнику, необхідно:
- а – перевірити блокування підйомника на сомоопускання
 - б – надійно зафіксувати положення плунжера упором
 - в – виконати обидві вказані вимоги
 - г – будь-якої з вказаних причин
24. Вкажіть періодичність огляду газових балонів для зрідженого газу
- а – один раз в пів-року
 - б – один раз в рік

в – один раз в два роки

г – один раз в три роки

25. Як очищають отвори паливних і повітряних жиклерів?

а – промивають в гасі і продувають в стислому повітрі

б – промивають в теплій воді і висушують

в – прочищають м'яким дротом і продувають повітрям

г – будь-якої з вказаних причин

26. Яка по складу суміш повинна бути для запуску холодного двигуна ?

а – бідна

б – збіднена

в – збагачена

г – будь-якої з вказаних причин

27. Які змащувальні матеріали застосовують в картері роздавальної коробки?

а – графітне мастило

б – трансмісійне масло

в – моторне масло

г – пластичне мастило

28. Яка з перерахованих несправностей не може бути причиною зниження тиску уприскування ?

а – знос плунжера

б – знос гільзи

в – ослаблення пружини форсунки

г – збільшення діаметра отворів розпилювача форсунки унаслідок зносу

29. Яку рідину не слід застосовувати в системі охолодження?

а – воду з будь-яким вмістом солей

б – етіленглікольову рідину

в – моторне масло

г – пластичне мастило

30. Застосовувати етилірований бензин для миття деталей і чищення одягу

а – заборонено

б – можна в рукавичках

в – можна без рукавичок

г – будь-якої з вказаних причин

31. Як установлюють замки комплекту кілець на поршні з маслороз'ємними кільцями?

а – замки всіх кілець повинні знаходитися на одній лінії один над одним

б – замки розташовують через 120 градусів

в – замки розташовують через 90 градусів

г – будь-яким чином з вказаних способів

32. З яких металів і сплавів виробляють електричну проводку автомобіля?

а – чавун

б – сталь

в – мідь

г – бронза

33. Яким способом усуваються нещільності в місцях прилягання головки до блоку циліндра?

а – заміною прокладки

б – підтягуванням гайок кріплення головки

в – установкою додаткової прокладки

г – будь-яким чином з вказаних способів

34. Скільки разів на рік виконується сезонне обслуговування?

а – один раз

б – два рази

в – три рази

г – чотири рази

35. Який інструмент використовують для перевірки і регулювання зазора між контактами переривника?

а – плоский щуп

б – спеціальний мідний щуп

в – металеву лінійку

г – будь-якої з вказаних причин

36. Який віковий ценз осіб, що допускаються до обслуговування обладнання підвищеної небезпеки?

а – не молодшими 15 років

б – не молодшими 16 років

в – не молодшими 18 років

г – не молодшими 21 року

37. Які документи треба мати при здачі автомобіля в капітальний ремонт на АРП?

а – інструкцію з експлуатації, технічний паспорт

б – довідка про пробіг автомобіля, технічний паспорт, наряд вищестоячої організації

в – довідка про пробіг автомобіля, технічний паспорт

г – будь-яким чином з вказаних способів

38. Вказати агрегати трансмісії автомобіля з визначеними заправними ємностями для трансмісійного масла
- а – карданна передача і ведучий міст
 - б – муфта зчеплення і коробка передач
 - в – коробка передач і ведучий міст
 - г – будь-яким чином з вказаних способів
39. Який з перерахованих пристроїв застосовується тільки в безконтактній системі запалення?
- а – додатковий резистор котушки
 - б – вакуумний регулятор
 - в – генератор імпульсів
 - г – будь-яким чином з вказаних способів
40. З якими системами і вузлами двигуна з'єднується компресор?
- а – з системою охолодження
 - б – з системою мащення
 - в – з повітряним фільтром системи живлення
 - г – зі всіма перерахованими системами
41. Відведення шкідливих виділень (надмірного тепла, вологи, газів та пилу) з місць їх утворення здійснюється за допомогою...
- а – місцевої витяжної вентиляції
 - б – загальнообмінної вентиляції
 - в – природної вентиляції
 - г – зі всіма перерахованими способами
42. Яким чином впливає шум і вібрація на людину?
- а – підвищує працездатність
 - б – поліпшує загальний стан здоров'я

в – виникає головний біль , поганий сон

г – знижується працездатність

43. Найефективніший спосіб штучного дихання

а – потерпілому підняти руки за голову і опустити до грудної клітки

б – вдувати повітря "рот в рот (ніс) " потерпілого (із легенів в легені)

в – періодично натискати на грудну клітку потерпілого і відпускати

г – будь-яким чином з вказаних способів

44. Яка перша допомога при термічних опіках?

а – уражену частину тіла покрити сухою чистою марлею або простирадлом і викликати лікаря

б – проколоти пухирі, відірвати шматки одягу, що прилипли

в – не вживати ніяких заходів до приїзду лікаря

г – уражену частину тіла покрити мокрою чистою марлею

45. Яке призначення відкачувального насосу в системі живлення дизеля? _

а – подавати паливо від паливного баку до форсунок

б – подавати паливо від паливного баку безпосередньо до паливного насосу високого тиску

в – подавати паливо від паливного баку до фільтра грубої чистки

г – забезпечувати подачу палива від паливного баку до паливного насосу високого тиску через фільтри тонкої чистки

46. Вал турбокомпресора, встановлений у системі живлення дизеля автомобіля КамАЗ приводиться в оберти

а – від кулачкового валу насоса високого тиску

б – від розподільного валу двигуна

в – за рахунок використання енергії відпрацьованих газів

г – з допомогою механічної передачі від колінчатого валу

47. В які пристрої поступає стисле повітря при натисненні на гальмівну педаль?

а – в гальмівні камери задніх коліс

б – в гальмівні камери передніх коліс

в – в енергоакумулятори

г – всі перераховані пристрої

Відповіді до тестів

1. в,г	6.в	12.в	18.в	24.а	30.а	36.в	42.в
2.а	7.а	13.б	19.г	25.а	31.б	37.в	43.б
3.г	8.г	14.а	20.г	26.в	32.в	38.в	44.в
4.в	9.а	15.г	21.в	27.б	33.а	39.б	45.б
5.г	10.б	16.а	22.а	28.г	34.б	40.в	46.в
	11. в	17.а	23.в	29.а	35.а	41.а	47.г

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Андрусенко П.И. Характеристики автомобильных и тракторных двигателей / П.И. Андрусенко, О. Н. Бурцев, Ю.Ф. Гутаревич. – К. : Вища школа, 1978. – 126 с.
2. Білоконь Я.Ю. Автотранспортні засоби категорій «В» і «С»: навч. посіб. / Я. Ю. Білоконь, С.О.Войцехівський, А.І. Окоча, В.М. Горкун, В.В.Новицький, О.А.Тимовський; За ред. Я.Ю.Білоконя. – К.: Арій, 2009,-352 с.
3. Білоконь Я.Ю. Економність вашого автомобіля. –К.: «Вид-во Дельта», 2011. -126 с.
4. Білоконь Я.Ю., Тимовський О.А. Дорожні транспортні засоби категорій «М₁» і «О₁» : Навч. посіб. -К.:»Школяр», 2013,-200 с.
5. Бурцев О. М. Двигуни внутрішнього згорання : навч. пос. / О. М. Бурцев, Д.О. Шамрай. – Харків. : Компанія Сміт, 2006. – 128 с.
6. Ерохов В.И. Системы впрыска легковых автомобилей: эксплуатация, диагностика, техническое обслуживание и ремонт /В.И.Ерохов. - М.: Астрель: АСТ: Транзиткнига, 2006. -158 с.
7. Кучер. В.П. Диагностика японських автомобилей. –М.:Легион-Автодата, 2008, -176 с.
8. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. –К.:Вища шк., 2007. -527 с.
9. Марков О. Д. Організація автосервісу. – Львів.: Оріяна-Нова, 1998. 332с.
10. Морозов К.А. Токсичность автомобильных двигателей.-М.: Легион-Автодата, 2000. -80 с.
11. Окоча А.І., Білоконь Я.Ю. Автотракторні витратні матеріали: Довідник. – К.:Дельта, 2010.-102 с.
12. Росс Твег. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт: Практ. пособ. - М.: Издательство «За рулем», 1998. -144 с.
13. Управление бензиновыми двигателями. Теория и компоненты. Перевод с английского. Учебное пособие. – М.:ЗАО «Легион -Автодата» , 2012. -88 с.

ДОДАТКИ

Додаток 1. Класифікація автотранспортних засобів згідно з Правилами ЄЕК ООН

Категорія АТЗ	Тип АТЗ	Повна маса,т	Примітка
M ₁	АТЗ з двигуном, призначений для перевезення пасажирів не (не більше 8 місць для сидіння, крім місця водія)	Не регламентується	Легкові автомобілі
M ₂	Такі самі, що мають понад 8 місць для сидіння (крім місця водія)	До 5.0	Автобуси
M ₃	Такі самі	Понад 5.0	Автобуси, зокрема зчленовані
N ₁	АТЗ з двигуном, призначені для перевезення вантажів	До 3.5	Вантажні та спец. автомобілі
N ₂	Такі самі	3.5-12,0	Вантажні, автомобілі-тягачі, спец. автомобілі
N ₃	Те саме	Понад 12,0	Те саме
O ₁	АТЗ без двигуна	До 0,75	Причепи та напівпричепи
O ₂	Те саме	0,75-3,5	Те саме
O ₃	Те саме	3,5-10,0	Те саме
O ₄	Те саме	Понад 10,0	Те саме

Додаток 2. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів

Експлуатаційна властивість - це сукупність певних властивостей і конструкційних особливостей автомобіля, що обумовлюють його придатність виконувати виробничі функції відповідно до призначення в конкретних умовах використання.

Основні експлуатаційні властивості: тягово швидкісні, гальмівні, паливна економічність, прохідність, керованість, стійкість, плавність руху.

Автомобіль є складником системи «автомобіль-водій-середовище пересування» і його властивості виявляються у взаємодії з елементами цієї системи та залежно від дорожніх, транспортних і природньо-кліматичних умов.

Тягово-швидкісні властивості визначають можливі діапазони зміни швидкостей руху й граничну інтенсивність розгону автомобіля в тяговому режимі в різних умовах використання. Оцінні параметри (характеристики): максимальна швидкість руху; час розгону до заданої швидкості руху (на відстані 400 і 1000 м); швидкісна характеристика «розгін-вибіг»; швидкісна характеристика розгону на вищій передачі; максимальний підйом, що долається на нижчій передачі при повній подачі палива; прискорення при розгоні; сила тяги на гаку.

Паливна економічність оцінюється шляховою витратою палива - витратою палива в літрах на певну відстань. Для оцінки використовуються такі показники: контрольна витрата палива; витрата палива в магістральному їздовому циклі на дорозі; витрата палива в магістральному їздовому циклі на стенді та ін.

Гальмівні властивості визначають величину максимального гальмівного шляху або сталого уповільнення при гальмуванні з початковою швидкістю, що нормується. Нормативи гальмівних властивостей встановлюються для різних категорій автотранспортних засобів (див. Додаток 1).

Для оцінки керованості автомобілів застосовуються критерії статичної (різниця кутів відведення передніх і задніх мостів при нормованому бічному прискоренні, запас статичної стійкості) та динамічної керованості (здатність автомобіля змінювати напрям руху відповідно до повороту кермового колеса).

Оцінними критеріями стійкості автомобіля є критичний параметр руху чи положення, зокрема: критична швидкість на повороті при бічному перекиданні; критична швидкість на повороті при бічному ковзанні; критичний кут косоугору

по перекиданню; критичний кут косоугру по бічному ковзанню; критичний кут поздовжнього підйому по перекиданню.

Прохідність АТЗ – сукупність властивостей, що визначають можливість його руху в умовах бездоріжжя (засніжені, обмерзлі, мокрі, розбиті, брудні дороги з ровами, кюветами тощо). Залежно від призначення виділяють автомобілі звичайної, підвищеної (колісна формула 4×4, 6×6, 8×8 з широкопрофільними шинами) і високої (можуть мати спеціальне компонування і додаткові пристрої) прохідності.

Додаток 3. Аббревіатури SAE і терміни Bosch для уприскувальних систем живлення

Абревіатура	Компонент або система	Термін
AIR	Вторинне повітря	
BARO	Барометричний давач тиску	
CIS	Система пост. уприскування	
CL	Замкнена система	
СКР	Давач кута повороту кол. вала	ВМТ (відлік)
DTC	Діагностичні коди несправності	
ECTS	Температурний давач холод. рідини	Темп-2
FPR	Реле паливного насоса	
KS	Давач детонації	
MAF	Вимірник масової витрати повітря	
MAP	Давач абсолютного тиску	Давач тиску
MPI	Багаторівнева електронна система уприскування	
OBD	Бортова діагностика	
OL	Розімкнений контур	
PCM	Блок керування	

TPS	Давач положення дроселя	
-----	-------------------------	--

Додаток 4. Застосовуваність типів уприскувальних систем живлення в автомобілях різних виробників

Фірма, модель автомобіля	Уприскувальна система
Alfa Romeo, 90/Alfetta 2,0i	Bosch Motronic
Alfa Romeo, 164 3,6 V6	Motronic ML4.1
Alfa Romeo, 155 Twin Spark 2,0	Bosch Motronic 1,7
Audi 100 2,2 Kat	Bosch KE-Jetronic
Audi 100 2,0	Bosch K-Jetronic
Audi 100 S4 20V	Bosch Motronic
Audi V8 3,6	Bosch Motronic
Audi 80 2,6 V6	Bosch Motronic
BMW 318i	Bosch K-Jetronic
BMW 518i	Bosch Motronic 1,3
BMW 318i	Bosch Motronic 1,7
Citroen Visa GTi	Bosch LE-Jetronic
Citroen CX 25 Turbo	Bosch L-Jetronic
Citroen BX 19 16V	Bosch Motronic M.1,3
Citroen BX 1,9 GTi	Bosch Motronic MP 3,1
Citroen AX 1,0 i	Bosch Motronic MA 3,0
Fiat Uno Turbo	Bosch LE 2-Jetronic
Fiat Panda 1000 i	Bosch Mono-Jetronic
Fiat Uno 1,4 Turbo i	Bosch LE 3,1-Jetronic
Ford Escort 1,6 I	Bosch K-Jetronic
Ford Granada /Scorpio	Bosch L-Jetronic
Ford Fiesta 1,1	Ford GFI
Honda Prelude 16V	Honda PGM –FI
Honda Prelude 2,0	Honda PGM-FI
Hyundai Lantra 1,8i	Mitsubishi MPI
Hyundai S Coupe 1,5 MVi	Bosch Motronic
Jaguar X16	Lucas-Bosch L-Jetronic
Jaguar XL –S 4,0	Lucas CU 15
Lancia Beta	Bosch L-Jetronic
Lancia Delta 1,6i	Weber IAW
Lancia Thema 2000i 16V Turbo	Bosch LE 2-Jetronic
Mazda 323 Turbo	Mazda EGI
Mazda MX -6 2,0 16V	Mazda EGI
Mercedes-Benz 190 E	Bosch KE-Jetronic
Mercedes-Benz 420/500	Bosch KE-Jetronic

Mitsubishi Colt 1,8 I 16V	Mitsubishi EPI
Nissan Sunni 2,0	Nissan ECCS MPI
Nissan Serena 2,0i	Nissan ECCS MPI
Opel Omega	Bosch LE3-Jetronic
Opel Senator	Bosch L-Jetronic
Opel-Vauxhall Astra	Bosch LE-Jetronic
Opel-Vauxhall Calibra 2,0 16V	Bosch Motronic M 2,5
Opel-Vauxhall Nova 1,6i	Bosch Motronic 1,5
Peugeot 505	Bosch LE2-Jetronic
Peugeot 505 V6	Bosch LH-Jetronic
Peugeot 405 1,9	Bosch Motronic MP3,1
Peugeot 306 1,6	Bosch Mono-Jetronic MA3
Renault R25/30	Bosch K-Jetronic
Renault R19 1,4	Bosch Mono-point
Renault 19 1,8 I	Bosch Mono-Jetronic MA3
SAAB 99/900/Turbo	Bosch K-Jetronic
SAAB 900/9000 16V/Turbo	Bosch L-Jetronic
SAAB CD 2,3 16V Turbo	Bosch LH 2,4 –Jetronic
Subaru Legacu 2,0 Turbo	Subaru MPFI
Subaru Impreza 1.8i	Subaru MPFI
Toyota Camri 2,2	Toyota TCCS
Toyota Carina E 2,0 G Li	Toyota TCCS
Volkswagen Golf	Bosch KE-Jetronic
Volkswagen Passat	Bosch K-Jetronic
Volkswagen Passat 16V/Cat	Bosch KE-Jetronic
Volkswagen Transporter 2,0	VAG Digifant MPI
Volkswagen Golf 3 1,8	Bosch Mono-Jetronic
Volkswagen Passat 2,0 16V	Bosch KE-Motronic
Volvo 360	Bosch LE-Jetronic
Volvo 760/780	Bosch LH-Jetronic
Volvo 940 2,3 16V	Bosch LH 2,4-Jetronic
Volvo 850 2,5 20V	Bosch LH 3,2-Jetronic

Додаток 5. Коди несправностей уприскувальної системи «GM» (Дженерал Моторс)

12 – несправність системи діагностики

13 – низький рівень сигналу кисневого давача

14 – завищений рівень сигналу давача температури холодильної рідини

- 15 – низький рівень сигналу давача температури холодильної рідини
- 16 – завищена напруга бортової мережі
- 17 – занижена напруга бортової мережі
- 19 – невірний сигнал давача положення колінчастого вала
- 21 – завищений рівень сигналу давача положення дросельної заслінки
- 22 – занижений рівень сигналу давача положення дросельної заслінки
- 23 – завищений рівень сигналу давача температури повітря, що надходить

у двигун

- 24 – відсутність сигналу швидкості автомобіля
- 25 – завищений рівень сигналу давача температури повітря
- 26 – занижений рівень сигналу давача температури повітря (обрив кола)
- 27 – завищений рівень сигналу потенціометра СО
- 28 – занижений рівень сигналу потенціометра СО
- 33 – завищений рівень сигналу давача масової витрати повітря
- 34 – занижений рівень сигналу давача масової витрати повітря
- 35 – помилка в регулюванні частоти обертання колінчастого вала в режимі

холостого ходу

- 38 – надвисокий рівень сигналу кисневого давача (коротке замкнення)
- 41 – спотворений сигнал давача фаз
- 42 – несправність мережі керування електронним запалюванням
- 43 – помилковий сигнал від давача детонації
- 44 – відсутність сигналу від кисневого давача
- 51 – помилка в програмованому запом'ятовувальному пристрої
- 52 – помилка в оперативному запом'ятовувальному пристрої
- 53 – збої в живленні системи імібілізатора
- 54 – помилковий сигнал октан-корекції
- 55 – помилка в електронному блоці керування

Додаток 6. Деякі хімічні препарати для профілактики забруднення уприскувальних систем живлення двигунів

Ligui Moly 5110 – очисник інжектора. Видаляє нашарування на випускних клапанах. Стабілізує дозу вприскування і поліпшує розпилування.

Ligui Moly 1014 – очисник клапанів, впускних трактів, камер згоряння. Захищає їх від забруднення.

Fuel Injector Cleaner 3031 – очисник бензину і дизельного палива. Добре очищає складники паливної підсистеми.

Fuel Injector & Carburettor Cleaner – засіб для автомобілів з каталітичними конверторами.

JET 100 Ultra Fuel system cleaner – очисник паливоподавальної підсистеми.

JET 100 Ultra Complex fuel system cleaner – комплексний очисник паливоподавальної підсистеми.

JET 100 Euro 4 – присадка для підвищення якості палива.

JET 100 Fuel Pump Protect – засіб захищає паливну апаратуру і збільшує її ресурс. Попереджує збої в роботі пристроїв, обумовлені зношенням, корозією чи забрудненням при застосуванні неякісного палива.

JET 100 Fuel Stabilizer – стабілізатор палива. Полегшує пуск двигуна, зокрема, після тривалої перерви в роботі, захищає пристрої від корозії та зношення.

Додаток 7. Взаємозамінність бензинів різних виробників

В Україні автомобільні бензини виготовляються за ДСТУ 4063-2001. Визначені наступні марки бензинів: А-80, А-92, А-95 і А-98 з октановими числами за дослідницьким методом не менше 80, 92, 95, 98.

З 2008 року запроваджені нові стандарти якості бензину, які відповідають вимогам Євро-3 і Євро-4.

Недостатній обсяг виробництва вітчизняних автомобільних бензинів значною мірою компенсується російськими й білоруськими, такими як: Нормаль-80, Регуляр-91, Преміум-95, Супер-98.

Останнім часом асортимент автомобільних бензинів поповнюється виготовленими за технічними умовами, з використанням нетрадиційних присадок і добавок (ефіри, спирти, металоорганічні сполуки та ін.). В позначенні бензинів наступна інформація:

АИ – бензин автомобільний (октанове число визначено дослідницьким методом);

92, 95, 98 – позначення октанового числа.

У більшості промислово розвинених країнах використовуються переважно дві марки бензинів: *Premium* з октановим числом 97-98 і *Regular* з октановим числом 90-94. В США, Англії та Німеччині має місце ще *Super* з октановим числом 100-101. У багатьох країнах використовується бензин однієї марки.

У країнах Європейської економічної співдружності згідно зі стандартом EN 228:2004 встановлені мінімальні вимоги, що регламентують детонаційну стійкість, обмежують вміст свинцю, бензолу, сірки та фактичних смол у бензинах.

Додаток 8. Взаємозамінність іскрових свічок різних виробників

Росія, ГОСТ 37.003-98	Німеччина, BOSCH	США, CHAMPION	Японія, DENSO	Чехія, BRISK	Югославія, BOSNA
A10H	W 10AC	L 86 C	W14F-U	N19	F40
A 11-3	W9AC	L 86 C	W14F-U	N19	F40
A 11-5	W9AC	L86C	W14F-U	N19	F40
A 11 P	WR8AC	RL86C	W14FR-U	NR 17	F40 R

A 14 B	W 8BC	L92YC	W14 FP	N17 Y	F55P
A 14 BM	W8 BC	L92YC	W14FP	N17YC	F55P
A 14 BP	WR8BC	RL87Y	W14FPR	NR17YC	F55PR
A 14 Д	W8CC	N5C	W17ES	L17	FE50
A 14 ДВ	W8DC	N11YC	W16EX	L17Y	FE55P
A 14 ДВР	WR8DC	RN11YC	W16EXR-U	LR17YC	FE55PR
A 14 ДВРМ	WR8DC	RN11YC	W16EXR-U	LR17YC	FE55PR
AУ14ДВРМ	FR8DCU	RC10YC	Q16PR-11U	DR17YC	SFE55CPR10
AM 17 B	WS7F	CJ7Y	W20MP-U	P17Y	-
A 17 B	W7BC	L87YC	W16FP	N15Y	F65P
A 17 BM	W7BC	L87YC	W16FP	N15Y	F65P
A 17 BPM	WR7BC	RL87YC	W16FPR	NR15Y	F65PR
A 17 Д	W7DC	N9YC	W20EP	L15Y	FE65P
A 17 ДВ	W7DC	N9YC	W20EP	L15Y	FE65P
A 17 ДВ-1	W7DC	N9YC	W20EP	L15Y	FE65P
A 17 ДВ -10	W7DC	N9YC	W20EP	L15Y	FE65P
A 17 ДВР	WR7DC	RN9YC	W20EPR	LR15YC	FE65PR
A 17 ДВРМ	W7DC	N9YC	W20EP	L15YC	FE65CP
A 17 ДВРМ	WR7DC	RN9YC	W20EPR	LR15YC	FE65CPR
A 23	W5AC	L82C	W22FS	N14	F85P
A 23 B	W5BC	L82C	W20FPR-L	N12Y	F85P
A 23 ДРМ	W5CC	N3C	W22ES	L14C	FE85
A 23 ДМ	W5CC	N6C	W22EK-11	L12YC	FE85CP
A 23 ДВМ	W5DC	N6YC	W22EK-11	L12YC	FE85CP
A 23 ДВР	WR5DC	RN6YC	W22EKR-11	LR12YC	FE85CPR
A23ДВРМ	WR5DC	RN6YC	W22EKR-11	LR12YC	FE85CPR

Додаток 9. Відповідність іскрових свічок і двигуна в автомобілях різних виробників

Модель автомобіля	Модель двигуна	Потужн. двигуна ,кВт	Рекомендовані свічки	Іскр. зазор, мм
--------------------------	-----------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------

BA3-2101	BA3-2101	43	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,5
-	BA3-2103	52,3	A17ДВР, A17ДВРМ	0,5
-	BA3-21073	58,8	A17ДВРМ	1,0
-	BA3-2105	47	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,5
BA3-2106	BA3-2106	55,5	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,5
BA3-2107	BA3-2103	53,3	A17ДВР, A17ДВРМ	0,5
BA3-2108	BA3-2108	47	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,5
BA3-2109	BA3-2109	48	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
BA3-2111	BA3-2111	52,3	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
BA3-2112	BA3-2112	68	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
BA3-2121	BA3-2121	54,8	A17ДВР, A17ДВРМ	0,5
BA3-2129	BA3-21213	59	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
BA3-2131	BA3-2130	61	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
BA3-2120	BA3-2130	61	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
BA3-21114	BA3-212123	61	A17ДВРМ	0,7
BA3-2346	BA3-21213	58	A17ДВРМ	0,7
BA3-21108	BA3-2112	68	A17ДВРМ	1,0
ГА3-21	ЗМ3-21	55	A11, A11-3, A11-5	0,85
ГА3-24	ЗМ3-24Д	69,9	A17В, A17ВМ	0,7
ГА3-24-03	ЗМ3-24-01	62,5	A11, A11-5, A11-3	0,85
ГА3-3102	ЗМ3-4022	73	A14В, A14В-2, A-14ВМ	0,8
ГА3-3110	ЗМ3-402	73,5	A14ВР	0,8
ГА3-3111	ЗМ3-4062	110,3	A14ДВР, A14ДВРМ	0,7
ЗА3-11206	МеМ3-245	39	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВРМ	0,7
ЗА3-11216	МеМ3-245	39	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВРМ	0,7
ЗА3-1103	МеМ3-245	39	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВРМ	0,7
ЗА3-1103-4	МеМ3-246	39	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВРМ	0,7
ЗА3-1105-4	МеМ3-246	39	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВРМ	0,7
АЗЛК-2140	412	55	A20Д, A20Д-1	0,7
АЗЛК-2141	УЗАМ-33	63	A20Д, A20Д-1	0,7
АЗЛК-2141	BA3-2106	55,5	A17-ДВ, A17ДВ-10	0,7
АЗЛК-2335	BA3-2106	55,5	A17ДВР, A17ДВРМ	0,5

АЗЛК-2901	УЗАМ-33	63	А20Д, А20Д-1	0,7
ИЖ-2125	412МЕ	55	А20Д, А20Д-1	0,7
ИЖ-2126	УЗАМ-331	62,5	А20Д, А20Д-1	0,7
ИЖ-27171	УЗАМ-331	62,5	А20Д, А20Д-1	0,7
УАЗ-469	УМЗ-451М	55	А11, А11-3, А11-5	0,85
УАЗ-3153	УМЗ-4218	79	А11, А11-3, А11-5	0,85
УАЗ-3160	УМЗ-4213	84,6	А17В, А17ВМ	0,7
ГАЗ-3302	ЗМЗ-4061	73	А14ДВР, А14ДВРМ	0,7
ГАЗ-2705	ЗМЗ-4061	73	А14ДВР, А14ДВРМ	0,7
ГАЗ-3221	ЗМЗ-4026	73	А14ВР	0,8
ГАЗ-2310	ЗМЗ-4026	73,5	А14ВР	0,8
ГАЗ-3307	ЗМЗ-511	92	А11, А11-3, А11-5	0,85
ГАЗ-3308	ЗМЗ-513	92	А11Р	0,85
ГАЗ-53А	ЗМЗ-53	84,6	А11, А11-3, А11-5	0,85
УАЗ-3303	УМЗ-4178	67	А11, А11-3, А11-5	0,85
УАЗ-3909	УМЗ-4178	67	А11, А11-3, А11-5	0,85
ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	110	А11, А11-3, А11-5	0,85
ЗИЛ-131Н	ЗИЛ-5081	110	А11, А11-3, А11-5	0,85
ЛУАЗ-969	МеМЗ-969	29,4	А23, А23-2	0,75
ЛУАЗ-1301	МеМЗ-245	39	А17ДВ, А17ДВ-10, А17ДВРМ	0,5
КАвЗ-685	ЗМЗ-53	84,6	А11, А11-3, А11-5	0,85
ПАЗ-672	ЗМЗ-672	84,6	А11, А11-3, А11-5	0,85
ПАЗ-3206	ЗМЗ-5112	91	А11Р	0,85
РАФ-2203	ЗМЗ-24Д	69,9	А17В, А17ВМ	0,7
ЛАЗ-695Н	ЗИЛ-508	110	А11, А11-3, А11-5	0,85
AUDI-100	1,6	63	А17ДВ, А17ДВ-10, А17ДВМ	0,7
AUDI-5000	2,2	79	Те саме	0,7
BMW-315	E21	55	А14ДВР, А14ДВРМ	0,7
BMW-520	E12	90	Те саме	0,7
BMW-745	E23	185	Те саме	0,7
Daewoo-Ar.	1,8i	70	А17ДВР, А17ДВРМ	0,9
Daewoo-Nex	1,5i	56	А14ДВР, А14ДВРМ	0,8

Daewoo-Pr.	2,0i	85	Te same	0,8
FIAT-Arg.	100	72	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,7
FIAT-Cam.	2,0	59	Te same	0,7
FIAT-Rit.	60	44	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
FIAT-Tipo	1,4	54	Te same	0,7
FIAT-Uno	45	33	Te same	0,7
FIAT-131	Maratea	83	Te same	0,6
FORD-Cap.	1,3	48	Te same	0,6
FORD-Esc.	1,4i	52	Te same	1,0
FORD-Or.	1,4i	52	Te same	1,0
FORD-Scor.	2,8i	106	Te same	0,7
Honda-Acc.	1,6	58	A14ДВР, A14ДВРМ	0,9
Honda-City	1,2	56	A17ДВР, A17ДВРМ	1,1
Honda-Con.	1,4 EX	78	Te same	1,1
Honda-Prel.	1,6	59	Te same	0,9
Hyundai-Ex.	1,3	53	Te same	1,1
Hyundai-Po.	1,2	59	Te same	0,8
Lancia-A112	-	34	Te same	0,7
Mazda-MX-5	1,6i	66	Te same	1,1
Mazda-Xed.	2,0i	106	Te same	1,1
Mazda-323	1,3	47	Te same	0,8
Mazda-626	1,6	55	Te same	0,8
Mazda-929	2,0	75	Te same	0,8
Merc.-G	500	195	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,8
Merc.-380	SE	155	Te same	0,8
Merc.-500	GE AMG	195	Te same	0,8
Nissan-Alm.	2,0i	105	A17ДВ, AY17ДВРМ	1,1
Nissan-Ced.	2,0i	92	AY17ДВРМ	1,1
Nissan-Leop.	3,0i	136	AY17ДВРМ	1,1
Nissan-Micra	1,0	37	A14ДВР, A14ДВРМ	0,9
Nissan-Patrol	2,8	88	Te same	0,9
Nissan-Pulsar	1,0	44	Te same	0,9

Nissan-Sunny	1,0	37	Те саме	0,9
Opel-Ascona	1,3	44	Те саме	0,7
Opel-Corsa	1,2	33	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
Opel-Kadett	1,2S	40	Те саме	0,7
Opel-Vectra	1,4	55	Те саме	0,7
Peugeot-504	GL	50	A17ДВ, a17ДВ-10, A17ДВМ	0,6
Peugeot-505	DANGEL	73	Те саме	0,6
Porsche-924	S	112	A17ДВР, A17ДВРМ	0,7
Porsche-944	-	121	Те саме	0,7
Renault-Clio	1.8i	80	Те саме	0,8
Renault-R5	Automatic	40	A17В, A17ВМ	0,6
Renault-R11	GTC	40	A14ДВР, A14ДВРМ	0,8
Renault-R19	Baccara	70	A17ДВР, A17ДВРМ	0,8
Rover-Mini	1,0	31	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,6
Rover-200	213	54	A17ДВР, A17ДВРМ	1,1
Rover-800	825i	115	Те саме	1,1
SAAB-90	-	74	Те саме	1,1
Subaru-Rex	5-500	-	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВМ	0,8
Subaru-Vivio	660	32	A17ДВ, A17ДВ-10, A17ДВРМ	1,1
Suzuki-Alto	1.0	-	A14ДВР, A14ДВРМ	0,8
Suzuki-Swift	1.0	37	A17ДВР, A17ДВРМ	0,8
Toyota-Camri	1,8	66	A14ДВР, A14ДВРМ	0,8
Toyota-Clas.	2.0i	71	Те саме	0,8
Toyota-Coron.	1.3	46	Те саме	0,8
Volvo-240	GLT	84	Те саме	0,7
Volvo-440	DL, GL	60	Те саме	0,7
Volvo-940	GL	97	Те саме	0,8
Volkswagen	-	-	Те саме	0,7

Додаток 10. Витяги з правил щодо надання послуг з технічного обслуговування й ремонту автомобільних транспортних засобів (АТЗ)

Ці Правила стосуються правових норм взаємовідносин між Замовником і Виконавцем послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів та їх складників, а також вимог щодо контролю за відповідністю наданих послуг.

* Виконавець до укладання договору надає Замовнику необхідну доступну і достовірну інформацію щодо переліку робіт з технічного обслуговування і ремонту АТЗ та їх складників. Зазначена інформація надається у спеціальних місцях, у яких здійснюється приймання й видача замовлень. Виконавець у доступному для Замовника місці розміщує:

- копію свідоцтва про державну реєстрацію підприємства;
- Правила надання послуг;
- інформацію про послуги, що надаються, з визначенням їх трудомісткості та вартості;
- зразки договорів та наряду-замовлення, які оформляються Виконавцем за згодою Замовника;
- інформацію про гарантійні зобов'язання Виконавця;
- умови пред'явлення й задоволення претензій;
- інформацію про режим роботи, обслуговуючий персонал, телефонні номери органів виконавчої влади, Державтоінспекції, органів у справах захисту споживачів;
- інформацію про ціни на матеріали, складові частини АТЗ;
- інформацію про повне найменування Виконавця, номери телефонів, прізвище, ім'я та по батькові керівника (власника);
- книгу скарг і пропозицій.

* Надання послуг здійснюється за зверненням Замовника чи за його попередньою заявкою, яка реєструється в журналі заявок.

* Послуги, які надаються у присутності Замовника без надання Виконавцем гарантійних зобов'язань (підкачування шин коліс, діагностичні

роботи без втручання у конструкцію АТЗ тощо), можуть оформлятися лише видачею платіжного документа, що засвідчує оплату робіт.

* Приймання АТЗ (його складових) здійснюється у присутності власника чи його уповноваженого представника у такій послідовності:

- розгляд супровідної документації і заявок Замовника;
- перевірка технічного стану АТЗ (його складових);
- виявлення зовнішніх пошкоджень і дефектів з оформленням відповідних документів;
- оформлення акта передавання-прийняття АТЗ (складників) для надання послуг.

* Акт передавання-прийняття складається у двох примірниках, які містять таку інформацію:

- місце і дата складання акта;
- найменування та місцезнаходження підприємства, що надає послуги;
- посада, прізвище особи відповідальної за приймання АТЗ;
- прізвище, ім'я та по батькові власника АТЗ;
- реєстраційні дані АТЗ;
- показання лічильника пробігу;
- оцінка технічного стану, робото здатності, функціонування складників і систем, виявлені недоліки;
- кількість палива в баку;
- марки експлуатаційних рідин (у разі надання послуг з їх заміни чи поповнення);
- укомплектованість АТЗ;
- перелік наданої з АТЗ документації.

* Для надання послуг приймаються АТЗ чи їх складові, які відповідають вимогам документації підприємства-виробника (за взаємною згодою Замовника і виконавця можливе прийняття частково розібраних АТЗ та їх складових).

* Виконавець оформляє кошторис витрат на виконання робіт, який підписується сторонами і стає невід'ємною частиною договору.

* Розрахунковими документами, що засвідчують надання послуги, є:

- акт передавання-прийняття АТЗ після надання послуг;

- наряд-замовлення, підписаний як контролером якості Виконавця, так і Замовником;

- квитанція про оплату робіт;

- рахунок-фактура;

- податкова накладна (для юридичних осіб).

* Якщо Замовник відмовляється від прийняття узгодженого рішення щодо усунення виявлених у процесі надання послуг обставин, які негативно впливають на безпечність АТЗ, Виконавець може відмовитися від виконання договору і вимагати відшкодування витрат, понесених унаслідок часткового виконання договору.

* Відповідність наданих послуг у процесі приймання АТЗ Замовником після технічного обслуговування і ремонту перевіряється без їх розбирання.

* У разі заміни експлуатаційних рідин під час технічного обслуговування і ремонту АТЗ, Виконавець зазначає їх найменування, маркування та інші параметри на ярлику чи етикетці.

* Виконавець гарантує відповідність АТЗ чи його складових, які піддавались технічному обслуговуванню і (чи) ремонту, вимогам технічної документації і нормативних документів.

* Права і обов'язки Виконавця і Замовника можуть доповнюватись у договорі за згодою сторін.

Додаток 11. Техніко-економічне значення технічного обслуговування технологічного обладнання для технічного обслуговування автомобілів

Механізація технологічних процесів технічного обслуговування (ТО) автомобілів має важливе техніко-економічне і соціальне значення (зменшення чисельності ремонтних робітників, підвищення якості виконання робіт, поліпшення умов праці тощо).

За опублікованими матеріалами приблизно 60% приросту продуктивності праці забезпечується за рахунок впровадження нової техніки, сучаснішої технології, механізації й автоматизації виробничих процесів, близько 20% - внаслідок поліпшення організації виробництва і біля 20% - завдяки підвищенню кваліфікації працюючих. Наразі є ще велика частка технологічних операцій, що виконуються із застосуванням ручної праці (важкої, одноманітної, втомливої і шкідливої для здоров'я робітників).

Ефективність механізації ТО залежить від багатьох чинників: передусім від рівня концентрації виробництва, від окремих видів робіт, технологій виконання операцій, від марочного складу автопарку, чисельності й кваліфікації персоналу, досконалості технологічного обладнання, що застосовується та ін.

Технологія ТО має передбачати раціональну послідовність виконання робіт, містити додаткові вказівки щодо виявлення та усунення несправностей окремих систем і механізмів.

Технологічне обладнання і спеціалізований інструмент, призначені для ТО автомобілів, становлять першооснову механізації процесів (нормативний перелік обладнання складає понад 300 найменувань зразків). Забезпечення технічно справного стану обладнання в процесі його використання досягається шляхом своєчасного виконання планово-попереджувальної системи ТО. Основними видами ТО технологічного обладнання є:

- щоденне обслуговування;
- періодичне обслуговування;
- сезонне обслуговування.

Щоденне технічне обслуговування полягає у спостереженні за виконанням інструкції заводу-виробника з правил експлуатації обладнання. Виконується особами, які працюють із даним обладнанням, а також, за необхідності, залучається персонал ремонтної служби (слюсарі, електрики, змащувальними та ін..).

Періодичне технічне обслуговування, в тому числі й сезонне, складається з контрольно-діагностичних оглядів з метою визначення технічного стану обладнання і встановлення об'ємів робіт до виконання при черговому плановому ремонті. Контрольно-діагностичні огляди виконуються працівниками служби ремонту з притягненням, за необхідності, осіб, які працюють з даним устаткуванням.

Додаток 12. Стан забруднення довкілля автомобільним транспортом в Україні

У багатьох містах України викиди автотранспорту складають 90-95% загальної кількості викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. На відміну від стаціонарних джерел викидів, автотранспорт забруднює повітря безпосередньо у місцях найбільшого зосередження людей, що значно збільшує негативний ефект. Наслідком цього є погіршення стану здоров'я населення та чималі економічні збитки – за деякими оцінками близько 8 млрд. гривень щорічно. За даними ВООЗ близько 80% зазначених збитків пов'язано безпосередньо зі здоров'ям людей, хворобами та втратою працездатності.

Ситуація із забрудненням атмосфери у великих містах України погіршується. Основними чинниками є:

- збільшення загальної кількості АТЗ;
- старіння парку АТЗ ;
- масове ввезення екологічно шкідливих АТЗ застарілої конструкції, що використовувалися в інших країнах;

-затримка з введенням сучасних екологічних вимог до АТЗ і використовуваних палив;

-відсутність заходів державного регулювання, спрямованих на економічне заохочення впровадження техніки та технологій, які забезпечують підвищені показники щодо екологічної безпеки та енергозбереження;

-відсутність ефективного контролю за технічним станом АТЗ, що знаходяться у використанні.

Додаток 13. Вплив якості бензину на екологічні показники автомобіля

В двигуні внутрішнього згорання відбувається перетворення хімічної енергії пального в механічну роботу. Для того, щоб одержати максимальний коефіцієнт корисної дії (ККД) двигуна необхідно, щоб пальне відповідало певним вимогам, які записані у Державних Стандартах.

Оскільки перераховані далі вимоги відносяться до бензинів, то їх називають загальними.

Прокачуваність визначає безперебійність подачі пального з паливного баку в камеру згорання

Випаровування пального-це здібність переходити з рідкого стану в парове.

Займистість це виникнення вогнища полум'я за рахунок окислення паливо повітряної суміші, під впливом зовнішнього тиску, температури, високотемпературного джерела запалювання.

Горіння це розповсюдження полум'я за рахунок передачі теплоти та дифузії активних часток з зони радіації або під впливом ударної хвилі. Чим більше тепла виділяється при згоранні, тим більше можна одержати механічної роботи.

Фізична стабільність це здібність пального зберігати фракційний компонентний склад та однорідність. Фізична стабільність оцінюється тиском насиченої пари, фракційним складом та наявністю легких фракцій.

Хімічна стабільність - це здатність пального зберігати хімічний склад в умовах експлуатації. Хімічна стабільність оцінюється вмістом фактичних смол і індукційним періодом окислення, вираженим в хвилинах.

Кородуюча дія пального викликає руйнування засобів його зберігання на складах, а також паливних баків, деталей двигуна, які труться. Кородуюча активність оцінюється вмістом у пальному водорозчинних кислот та лугів, органічних кислот, сірки та її сполук.

Вогнебезпечність пального не повинна бути надзвичайно високою, в іншому випадку буде важко утримувати та експлуатувати автомобільну техніку. Вогнебезпечність та вибухонебезпечність нафтопродуктів оцінюють за допомогою таких показників, як температура спалаху та займистості.

Токсичність пального - це токсичний вплив пального та продуктів його згоряння на людину, тварин та навколишнє середовище, вона не повинна перевищувати гранично допустиму концентрацію (ГДК) і в зв'язку з цим ускладнювати зберігання, експлуатацію та ремонт автомобільної техніки обслуговуючим персоналом.

У більшості країн світу в останні роки запроваджено досить жорсткі вимоги до екологічних показників автотранспортних засобів з метою обмеження (зниження) негативного впливу на навколишнє середовище.

Продукти згоряння палив – серед основних джерел забруднення повітряного басейну. Із збільшенням обсягів споживання палив зростає вміст в атмосферному повітрі таких шкідливих компонентів відпрацьованих газів (ВГ) двигунів, як сполуки свинцю, оксиди сірки й азоту, моно оксид вуглецю та вуглеводні. Також великої шкоди завдають тверді продукти неповного згоряння

– сажа, частинки якої адсорбують сполуки канцерогенних речовин, які призводять до утворення у людей злоякісних пухлин.

Запровадження жорстких екологічних вимог до автотранспортних засобів пов'язано з необхідністю поліпшення якості моторних палив. У зв'язку з цим в Україні загострена проблема виробництва бензинів, що відповідають нормам Євро-1, Євро-2, Євро-3, Євро-4.

Нормативні вимоги до бензинів запроваджені в країнах ЄС стандартами EN 228-2004, рівень вимог до якості бензинів в Україні регламентується національним стандартом ДСТУ 4063-2001.

У європейських специфікаціях на автомобільні бензини велика увага приділена показникам їх випаровуваності. Якщо випаровуваність використовуваного бензину не відповідає максимальній температурі навколишнього повітря, при якій буде працювати автомобіль, можуть виникати порушення роботи його двигуна.

Фракційний склад бензину суттєво впливає на повноту його згоряння. Так, зниження вмісту вуглеводнів у ВГ досягається при перегонці 50% об'єму за температури в межах 85-90 °С та 90% об'єму бензину за температури 140-150 °С.

Рівень вмісту масової частки загальної сірки, встановлений у ДСТУ 4063 значно перевищує нормативні вимоги EN 228 (тенденція до зниження вмісту сірки пов'язана з оснащенням сучасних автомобілів каталітичними нейтралізаторами).

Максимально допустимий вміст суми ароматичних вуглеводнів у EN 228 становить 35 об.%, у ДСТУ 4063 – понад 48 мас.%; обмеження вмісту бензолу до 5 мас.% у ДСТУ значно перевищує європейський стандарт (зниження в паливі вмісту ароматичних вуглеводнів із 45 до 20% зменшує концентрацію токсичних продуктів у ВГ до 28%).

Автомобільні бензини це суміші бензинових фракцій прямої атмосферної перегонки, термічного та каталітичного крекінгу, риформінгу та платформінгу з

температурою кипіння від 35°C до 195°C, в які можуть бути добавлені високооктанові компоненти (алкіли), газовий бензин, до 6-8 % ароматичні вуглеводні, а для збільшення терміну зберігання, - інгібітори окислення.

За зовнішнім виглядом автомобільний бензин являє собою прозору малов'язку безбарвну рідину, яка має специфічний запах та швидко випаровується при нормальних умовах. Бензин легший від води (0,64-0,78 г/см³), практично в ній не розчиняється, згорає без залишку. Для точного обліку отримання та витрат бензинів необхідно знати його густину. Чим більше температура тим менше густина. Наприклад: при -20° С 1 л бензину А-76 важить 770 грамів а при +20°C – 738 грамів. Марки та склад автомобільних бензинів наведені в (табл. 1).

Таблиця 1

Марка бензину	Склад
А-76	Бензинова фракція прямої перегонки, каталітичного крекінгу або їх суміш, до якої додані антидетонатори і високооктанові компоненти
АИ -93	Бензин каталітичного риформінгу м'якого режиму з додатком толуолу і алкилбензину
АИ -95	Бензин складу АИ -93 з додатком ТЕС

Зараз на Україні передбачено виробництво чотирьох марок автомобільних бензинів: А-76, АИ-93, АИ-98, АИ-95 “Екстра”, де А - означає автомобільний бензин, И - дослідний метод визначення октанового числа, цифра-мінімально допустиме октанове число, що характеризує якість бензину. Якщо в марці бензину літера И не присутня, то октанове число визначено моторним методом.

Призначення основних та дублюючих марок автомобільних бензинів, що застосовуються на автомобільній техніці ЗС України, наведено в (табл. 2).

№ п/п	Основна марка	Дублююча марка	Призначення
1.	Бензин автомобільний А-76 (ДСТ 2084 –77)	Бензин автомобільний А-72 (ДСТ 2084 –77), АИ-93 (ДСТ 2084 –77)	Для двигунів автомобілів УАЗ-452, 469, 3151, ГАЗ-53, 66, ЗИЛ-130, 4502, 131, 157
2.	Бензин автомобільний А-93 (ДСТ 2084 –77)	-	ВАЗ-2105, 2106, 2107, 2108, 2109, ГАЗ-24-10, 24, 3102, 31029, 3110, РАФ-2203, ЗИЛ-135лм, Урал-375
3.	Бензин автомобільний А-95 “Екстра” (ОСТ 38.01.9–75)	Бензин автомобільний АИ-98 (ДСТ 2084 –77)	ГАЗ-14 “Чайка”, “Татра-613”, “Хюндай”

Поява на ринках України бензинів А-80, А-82 не означає, що ми маємо справу з новою маркою бензину. Це той же А-76, октанове число якого визначено по дослідному методу (як в усіх країнах світу).

Асортимент бензинів, які виробляється за кордоном, різноманітний. Серед них завжди можливо знайти зразки, еквівалентні тим, що використовуються в Україні. Наприклад, бензину А-76 відповідають бензини марок С, М, W, H, E (82/90) - які використовуються в США, марка 90- в Німеччині, Combat Gas – в Англії.

Бензини, що містять у своєму складі етилову рідину з тетраетилсвинцем (ТЕС), називаються етилованими. Автобензини виробляються як з ТЕС, так і без нього. Не етилюється лише бензин марки АИ-95”Екстра”.

Етилювання бензину проводять для поліпшення експлуатаційних якостей, зокрема для збільшення антидетонаційної стійкості бензину (здатності бензину згорати в двигуні з примусовою займистістю без детонації), яка вимірюється октановим числом.

Залежність між ступенем стиснення двигунів та детонаційної стійкістю бензинів що застосуються наведено в (табл. 3).

Таблиця 3

Ступінь стиснення	Октанове число що подібно	
	за дослідним методом	За моторним методом
6,5 - 7,0	80 - 85	70 – 75
7,0 - 7,5	86 - 90	76 - 80
8,5 - 9,0	91 – 98	81 -88

Використання бензину з октановим числом меншим, ніж вимагається, приводить до зменшення потужності двигуна, зниженню економічності та виникненню детонації, яка може викликати поломку двигуна.

Бензини взаєморозчинні в будь-яких співвідношеннях і при зберіганні не розшаровуються.

У випадку відсутності пального основних марок дозволяється використовувати замість автомобільного бензину А-93 суміш бензинів у частках А-95 – 75% і А-76 – 25%.

Якщо різниця в октанових числах не дуже велика (АИ-93, АИ-95) , то попередити і навіть припинити детонацію можна установленням більш пізнього запалення, тобто установленням запалення на менший кут випередження.

При великих різницях уникнути детонації не вдається. При використанні бензину з октановим числом, більшим ніж вимагається для даного двигуна, детонації не буде. В цьому випадку доцільно установити більш ранне запалювання. Це приведе до деякого підвищення потужності двигуна та зниження витрат пального.

Етилований бензин – отрута! При його використанні необхідно неухильно виконувати правила безпеки.

Етилова рідина марки Р-9 (ДЗСТ 988-65) у своєму складі містити приблизно 54 % ТЕС, решта виносники свинцю (бромистий етил хлорнафталін) та барвник.

Етилований бензин має добре помітне забарвлення, а неетилований бензин – безбарвний.

Зовнішні ознаки бензину дають орієнтовне уявлення про вид, токсичність, стабільність та чистоту. Всі кондиційні бензини прозорі. Ознакою токсичності етилованих бензинів є їх колір. Колір бензину обумовлений кольором барвника, який додається в етилову рідину. Стандартні забарвлення бензинів такі:

- А-76 - жовтий;
- АИ-93 – оранжово-червоний;
- АИ-98 – синій.
- АИ-95 “Екстра” не етілується. Якщо неетилований бензин набув забарвлення від жовтого світло-коричневого, то це свідчить про його осмолення.

Присадки до бензинів:

- Антидетонатор – суміш тетраетил свинцю з етиловою рідиною (в кількості до 0,35%). Підвищує детонаційну стійкість на бідних та багатих сумішах;
- Антиокислювач ФУ-16 – сприяє уповільненню окислення пального;
- Антікрігоутворювач-етілцелозольв запобігає утворенню кристалів криги.

Автомобільні бензини (за виключенням АИ-98) розподіляються на види:

- літні, що використовуються з 1 квітня по 1 жовтня в усіх районах крім південних (у південних – постійно);
- зимові, в що призначені для використання у всіх районах, крім південних, з 1 жовтня по 1 квітня.

Основні показники якості автомобільних бензинів наведені в табл. 4.

Таблиця 4

Показники	Автомобільні бензини (ДЗСТ 2084-77)					
	А-76		АИ-93		АИ-98	
	вища категорія якості	звичайний	вища категорія якості	звичайний	вища категорія якості	звичайний
Октанове число за моторним методом, не менш	76	76	85	85	89	89
Октанове число за дослідним методом, не менш	не нормується	не нормується	93	93	98	98
Концентрація свинцю, г/1дм бензину, не більш	-	0,17	-	0,37	-	0,37
Фракційний склад: температура початку перегонки, °С, не нижче: <i>літнього виду</i>	35	35	35	35	35	35
Фракційний склад: температура початку перегонки, °С, не нижче: <i>зимового виду</i>	н е н о р м у є т ь с я					
Фракційний склад: 10% переганяється при температурі, °С, не вище; <i>літнього виду</i>	70	70	70	70	70	70
Фракційний склад: 10% переганяється при температурі, °С, не вище; <i>зимового виду</i>	-	55	55	55	-	-
Фракційний склад: 50% переганяється при температурі, °С, не вище; <i>літнього виду</i>	115	115	115	115	115	115
Фракційний склад: 50% переганяється при температурі, °С, не вище; <i>зимового виду</i>	-	100	100	100	-	-

Показники	Автомобільні бензини (ДЗСТ 2084-77)					
	А-76		АИ-93		АИ-98	
	вища категорія якості	звичайний	вища категорія якості	звичайний	вища категорія якості	звичайний
Фракційний склад: 90% переганяється при температурі, оС, не вище; літнього виду	180	180	180	180	180	180
Фракційний склад: 90% переганяється при температурі, °С, не вище; зимового виду	-	160	160	160	-	-
Фракційний склад: кінець кипіння, °С, не вище; літнього виду	195	195	195	195	195	195
Фракційний склад: кінець кипіння, °С, не вище; зимового виду	-	185	195	185	-	-
Фракційний склад: залишок в колбі, %, не більш	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Фракційний склад: залишок та втрати, %, не більш	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Вміст механічних домішок та води	В і д с у т н і с т ь					
Кислотність, мг КОН на 100 мл в.зину, не більш	1	3	0,8	3	1	3
Концентрація фактичних смол, мг на см ³ бензину, не більш	8	10	2	7	5	7
Індукційний період (на місці виробництва бензину), в., не менш	1200	900	1200	900	1300	900
Масова частка сірки, %, не більш	0,02	0,10	0,01	0,10	0,05	0,10

Показники	Автомобільні бензини (ДЗСТ 2084-77)					
	А-76		АИ-93		АИ-98	
	вища категорія якості	звичайний	вища категорія якості	звичайний	вища категорія якості	звичайний
Колір	-	жовтий	-	оранжево-червоний	-	синій
Дослід на мідній пластинці	В и т р и м у є					
Вміст водорозчинних кислот та лугів	В і д с у т н і с т ь					

Бензини на відміну від газу, дизельного пального та інших більш важких нафтопродуктів мають специфічний запах. При цьому різко і неприємно пахнуть бензини термічного крекінгу, тоді як бензини двоступеневого каталітичного крекінгу, що включають значну кількість ароматичних вуглеводнів, мають слабкий ароматичний запах.

Вміст механічних домішок, води, прозорість бензину визначається візуально при світлі.

Антидетонаційні властивості. Детонаційна стійкість бензину характеризує його здатність згоряти в двигуні з примусовим займанням без детонації. Якщо якість бензину не відповідає всім вимогам ДЗСТ, може виникнути детонаційне згорання суміші або просто детонація.

При детонаційному згоранні основна маса пального (93-96%) згорає з нормальною швидкістю. При цьому виділяється теплота, температура підвищується. Якщо в невеликій частці бензину (7-4%), яка не згоріла, є сполуки, схильні до саме займання (перекиси, гідроперекиси), при даних температурних умовах вони, як в дизелі, займаються.

З'являється додатковий фронт полум'я, який іде назустріч основному, виникають ударні хвилі великої сили, які відбиваються від стінки циліндра, днища поршня. При цьому, ці сили діють у різних напрямках, вібрують, викликають механічне зношення деталей двигуна.

При детонації з'являються різкі металеві стукання двигуні, його тряска, періодично помічається жовте полум'я у відпрацьованих газах, частіше - чорний дим, падає потужність двигуна, перегріваються його деталі, руйнуються підшипники, підгорають випускні клапани, прокладки між головкою та блоком циліндрів, обгорають кромки поршнів, прогорають перемички, обгорають ізолятори свічок, електродів, підвищується зношення ЦПГ.

Міркою детонаційної стійкості бензинів є їх октанове число. Воно в числовому виразі дорівнює вмісту ізооктану (в %) в етилованій суміші з гептаном, яка по детонаційній стійкості приблизно дорівнює випробуваному бензину. Ізооктан має високу детонаційну стійкість, умовно прийняту за 100 октанове число, а гептан - низьку, рівну нулю.

Октанове число визначають на стандартних одноциліндрових установках (ІТ9-2, УІТ-65) по моторному або дослідному методу.

Октанове число по моторному методу звичайно менше, ніж октанове число по дослідному методу на 4-10 одиниць. Режим дослідного визначення октанових чисел більш «м'який», більш точний порівняно з моторним, але і він не дає вичерпаних характеристик згорання бензину в двигуні. Через це придатність того чи іншого бензину для певного виду автомобільної техніки кінцево перевіряється на стендах і в реальних умовах експлуатації.

Підвищити октанове число бензинів можна добавкою високооктанових компонентів, властивості яких приведені в (табл. 5).

Таблиця 5

Назва	Температура кипіння, °С	Октанове число	Теплотворна здатність, КДж/кг
Ізопентан	24-120	90	48688
Неогексан	46-126	91-96	47917
Триметилбутан	80,9	104	47347
Ізооктан технічний	59-186	89-99	46928
Алкілат	54-188	88-95	46928
Бензол	80-81	108	42277
Толуол	100-111	100	42529
Ізопропілбензол	152	96	43073
Метилтретичнобутіловий ефір	55	117/д	37720
Вторинний бутіловий спирт	100	100/д	37100

Без негативного впливу на роботу і зношення двигуна на склад ВГ до бензину можна добавляти алкілати, МТБЕ, вторинний бутіловий спирт, технічний ізооктан.

Додаток 14. Пожежна безпека автомобільного транспорту

Забезпечення безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Значна кількість надзвичайних ситуацій, особливо із загибеллю людей, припадає на транспорт.

Пожежа в автомобілі небезпечна зокрема тому, що це замкнутий простір невеликого об'єму, є ризик того, що двері заблоковані. Найгірше в транспортній пожежі те, що вона починається практично непомітно (виявити загоряння до того, як запах диму й гару стане відчутним, майже неможливо). Поширюється ж вогонь в автомобілі швидко – від декількох секунд, до трьох

хвилин. Єдиний шанс порятунку – загасити вогонь самотужки вогнегасником, який завжди має бути під рукою.

Статистика засвідчує, що лише в одному випадку зі ста автомобіль загоряється при аварії, коли пошкоджується паливна підсистема. В усіх інших випадках пожежа починається через порушення простих правил безпеки: несправність електричної мережі; некваліфікований ремонт транспортного засобу; витікання палива із відповідних пристроїв; недбалість при перевезенні легкозаймистих вантажів та ін.

Серед первинних засобів пожежогасіння особливе місце займають вогнегасники. На їх корпусах вказуються символи класів пожежі:

*клас А – горіння твердих речовин, переважно органічного походження, що супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);

*клас В – горіння рідин або твердих речовин, які розтоплюються;

*клас С – горіння газоподібних речовин;

*клас D – горіння металів та їх сплавів.

У кожному автотранспортному засобі має бути не менш, ніж один переносний вогнегасник для гасіння пожеж класів А, В і С ємністю 2 кг сухого порошку (чи еквівалентної кількості іншої вогнегасної суміші). Зауважимо, що на вогнегасник має бути сертифікат відповідності та якості продукції.

Дотримання правил пожежної безпеки, регулярне технічне обслуговування автотранспортного засобу сприятимуть впевненим і швидким діям.