

Лекція 7.

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДВИГУНОМ

Частина 2

Датчик кисню

Датчик кисню (ДК) (λ - зонд) створює вихідну напругу, яке дозволяє контролювати наявність кисню в потоці відпрацьованих газів. Вихідна напруга використовується БО для регулювання і коригування розрахунків тривалості імпульсу впорскування палива.

ДК, де використовується двоокис цирконію, працює за принципом джерела струму, що видає високу напругу (при багатій суміші), або низьку (при бідній суміші). Датчики з двоокисом титану змінюють опір в залежності від того, як змінюється частка вмісту кисню в відпрацьованих газах. Таким чином, виходить або низька вихідна напруга (при багатій суміші), або висока вихідна напруга (при бідній суміші). Титанові датчики останнім часом практично не використовуються, раніше встановлювалися на деякі марки автомобілі, які зустрічаються зараз дуже рідко. Цирконієві навпаки, набули широкого поширення. Основа пристрою - керамічний елемент, виконаний з діоксиду цирконію (ZrO_2) покритий платинової сіткою. ДК автомобіля використовується спільно з каталітичним нейтралізатором і виконує роль датчика зворотного зв'язку (від відпрацьованих газів до системи живлення) в так званому замкнутому контурі подачі палива. За допомогою замкнутого контуру вдається істотно знизити токсичність відпрацьованих газів при холостому ході і часткових навантаженнях. Другий ДК, встановлений після каталітичного нейтралізатора, потрібен для контролю справності каталітичного нейтралізатора (рис. 1).

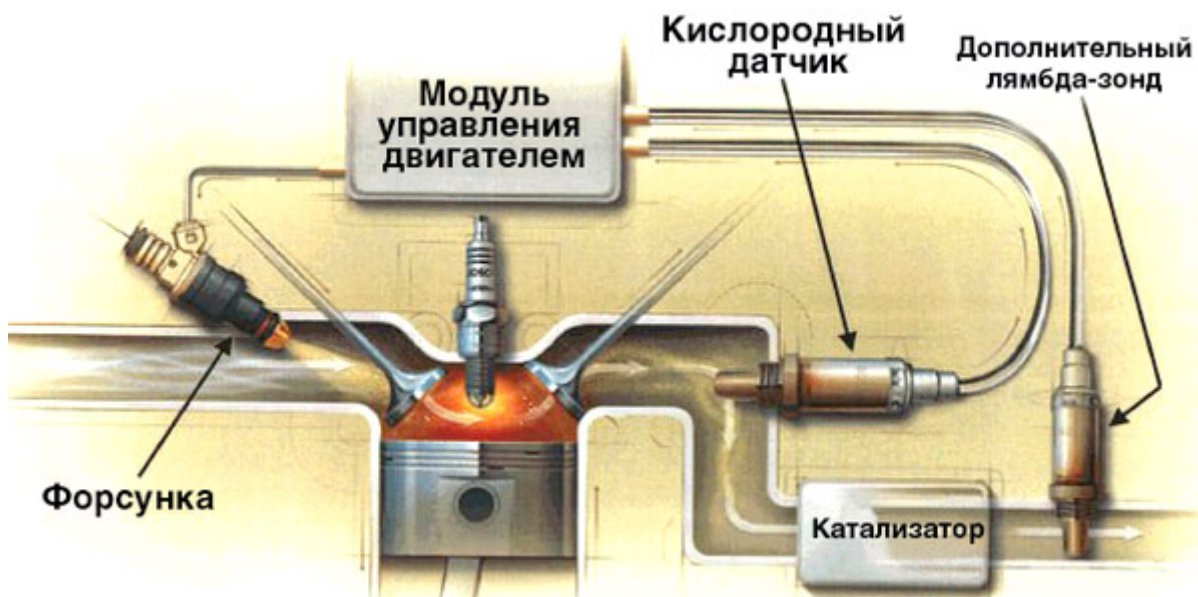


Рис. 1. Система лямбда-корекції складу паливно-повітряної суміші

Робота ДК звиси від його температури. Температура, при якій лямбда зонд починає функціонувати, варіюється від 300 до 400 ° С, небезпечна межа 900 - 1000 ° С, за якої пристрій може перегрітися і вийти з ладу. Робочий температурний режим в русі - близько 600 ° С. В сучасних лямбда зондах (рис. 2), але не у всіх, конструктивно передбачений нагрівальний елемент, який при запуску мотора на холодну швидко прогріє пристрій до температури в 300 - 400 ° С.

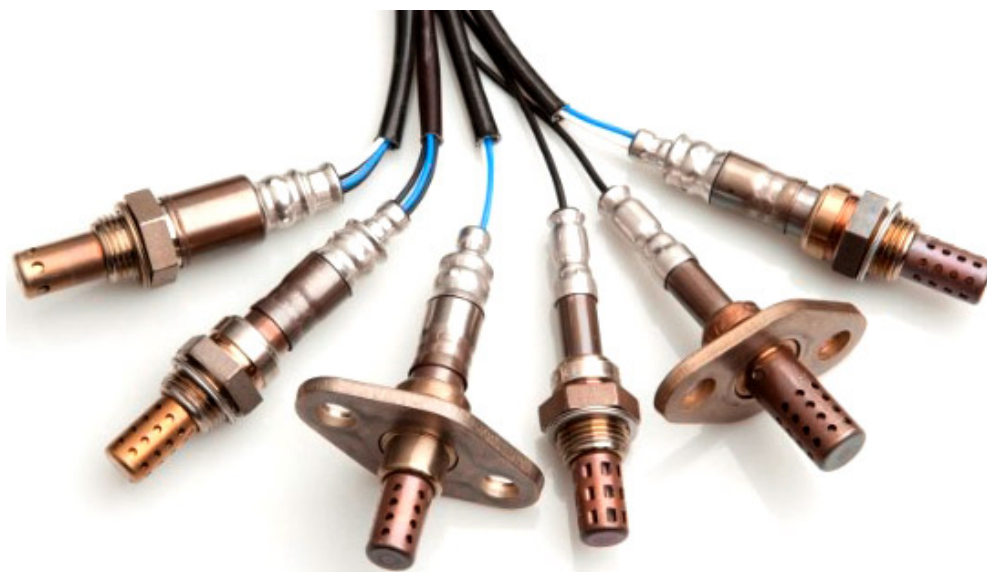


Рис. 2. Датчики кисню різних автомобілів.

На рис.3 приведена залежність напруги на виході ДК від температури

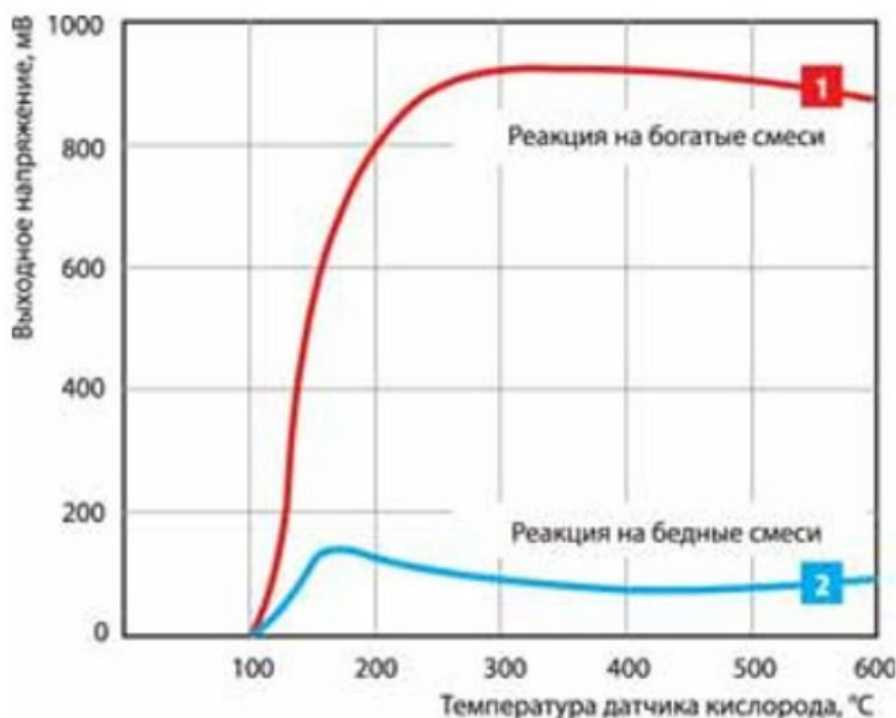


Рис.3 Залежність напруги на виході ДК від температури

Як видно з рис. 3, поки датчик не прогрітий (після пуску двигуна), він не працює, управління подачею палива йде по розімкненим контуру (без зворотного зв'язку). В цей час розрахунок тривалості упрорскування БУ виконує за сигналами ДМРВ, ДТОЖ і ДПДЗ.

Для прискорення прогріву в сучасних ДК вбудовані електричні підігрівачі, які прискорюють вихід на робочий режим ДК. Для підігріву ДК використовують терморезистори з позитивним температурним коефіцієнтом опору (позистора). Залежність опору позистора від температури приведена на рис.4. Поки температура низька, через позистор ДК йде великий струм і швидко нагріває його, коли температура досягне значення T_{Ref} (рис.4) його опір почне різко збільшуватися, а струм і нагріву зменшуватися, т. е. наступить рівновага (T_{Ref} - рівноважна температура). Для ДК вибирають позистор з $T_{Ref} = 300 \dots 400^{\circ}\text{C}$. При цьому не потрібно ніяких електронних терморегуляторів, нагрівач підключений до напруги бортсети відразу після замку запалювання. Після включення запалення ДК прогривається до $300 \dots 400^{\circ}\text{C}$ менш ніж за

хвилину, причому чекати цього прогріву не потрібно. При працюючому ДВЗ відпрацьовані гази прогрівають ДК до температури близько $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, опір позистора зростає до такої величини, що струм через нього буде дуже малим (найправіша на рис.4), тому потужність від бортсети поки працює ДВЗ позистор не споживає. Вимикається позистор разом з виключенням запалення.

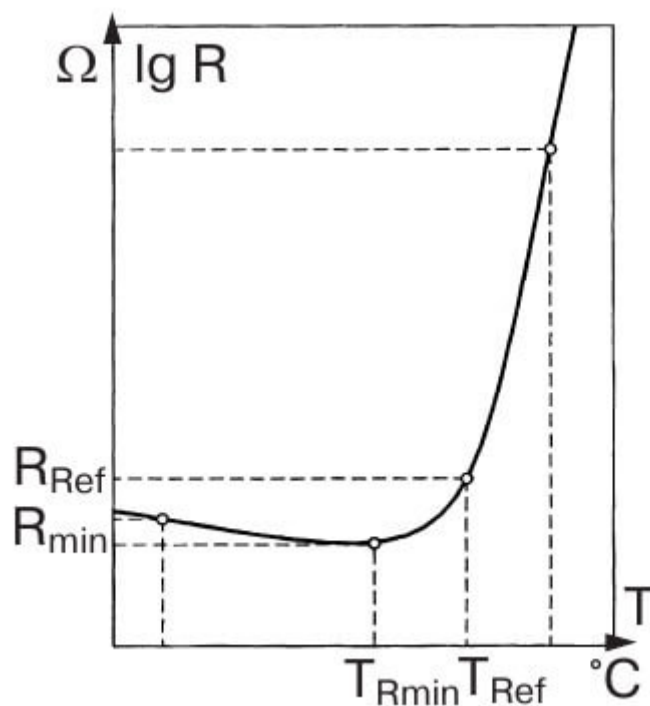


Рис.4.Завісімість опору позистора від температури

Датчики з підігрівом вимагають мінімального часу на підготовку до роботи і практично відразу забезпечують корекцію складу горючої суміші.

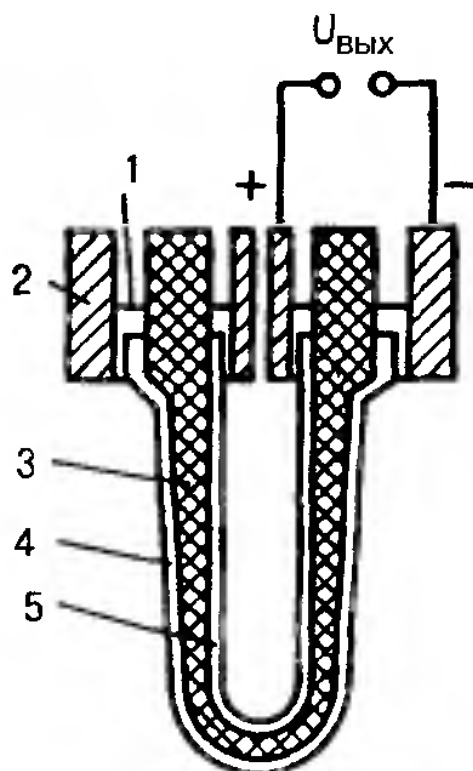


Рис. 5. Схема цирконієвого датчика кисню.

1 - електропровідне ущільнення; 2 - корпус; 3 - твердий електроліт; 4, 5 - зовнішній і внутрішній електроди

Цирконієвий датчик (рис. 5) є твердим гальванічним елементом і має два електроди - зовнішній 4 і внутрішній 5. Обидва електроди виконані напиленням з пористої платини або її сплаву і розділені шаром твердого керамічного електроліту. Електролітом є діоксид цирконію ZrO_2 з додаванням оксиду ітрію Y_2O_3 для підвищення іонної провідності електроліту. Середовище, що оточує внутрішній електрод, має сполучення з навколишнім повітрям і, тому, має постійний парціальний тиск кисню. Зовнішній електрод омивається потоком відпрацьованих газів у випускній системі двигуна зі змінним парціальним тиском кисню. Іонна провідність твердого електроліту, що виникає внаслідок різниці парціальних тисків кисню на зовнішньому і внутрішньому електродах, зумовлює появу різниці потенціалів між ними. При низькому рівні парціального тиску кисню в відпрацьованих газах, коли двигун працює на збагаченої суміші датчик, як гальванічний елемент, генерує високу

напругу (700-1000 мВ). При переході на обедненную суміш парціальний тиск кисню в відпрацьованих газах помітно збільшується, що призводить до різкого падіння напруги на виході датчика до 50-100 мВ. Таке різке падіння напруги датчика (рис. 6) при переході від збагачених до збіднених сумішей дозволяє визначити стехіометричний склад суміші з похибкою не більше 0,5%.

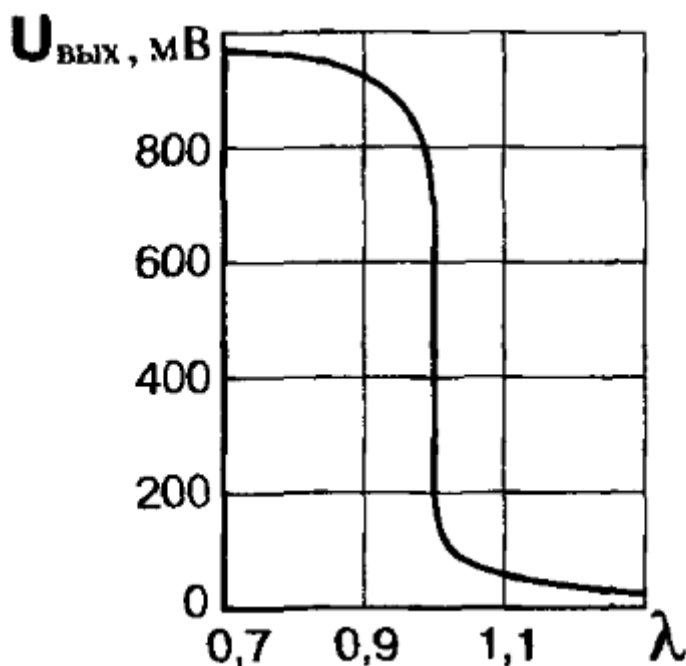


Рис. 6. Залежність напруги цирконієвого датчика від складу суміші.

Іншими словами, напруга ДК залежить від різниці концентрації кисню на внутрішньому і зовнішньому електродах - саме цей факт використовується для контролю залишкового кисню у вихлопних газах.

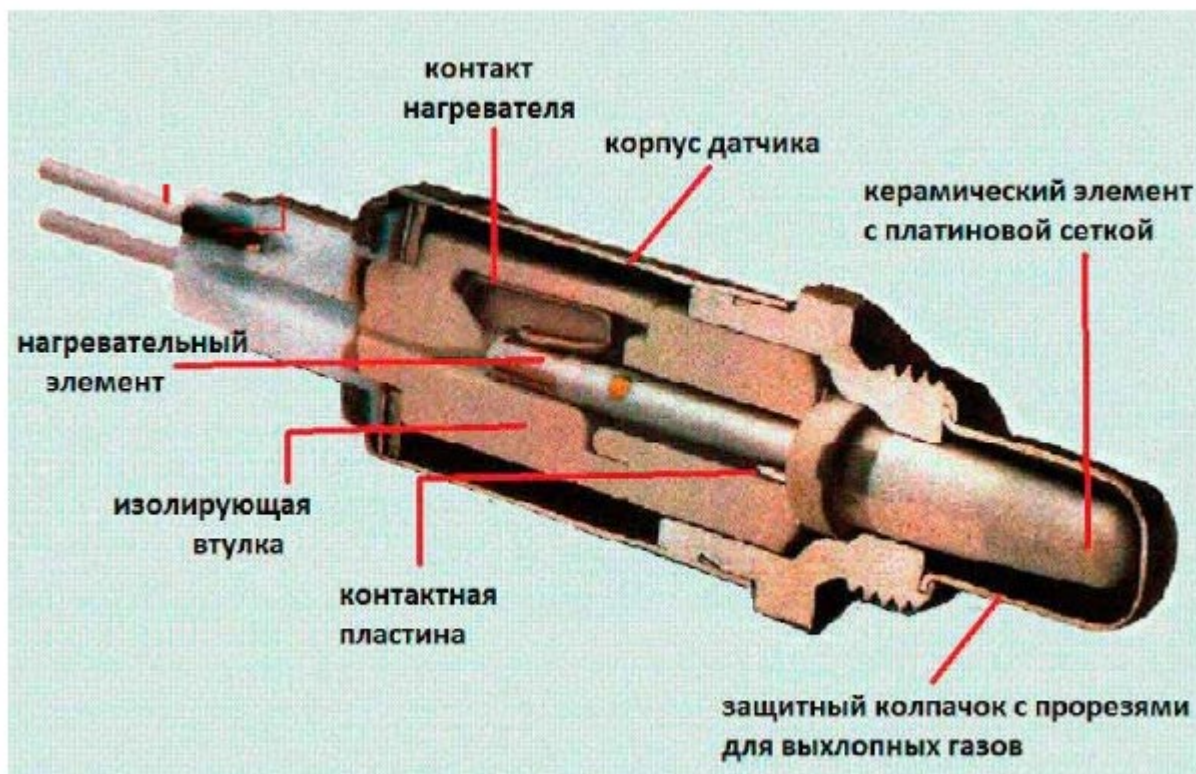


Рис.7. Конструкція датчика кисню

На рис.7 представлена конструкція ДК. Одна частина елемента розташована у вихлопній трубі і контактує з вихлопними газами, а інша зовні, контактує з атмосферним повітрям через місця виходу проводів.

Діагностика (перевірка) кисневих датчиків

Зазвичай довговічність кисневих датчиків складає не менше 100 ... 160 тис. Км. Передчасний вихід з ладу датчика провокують:

- продукти згоряння насичених вуглеводнів моторного масла (при низькій кондиції маслоз'ємних кілець або ковпачків);
- застосування етилованої бензину, а також бензину з залізо-і марганець добавками, що підвищують антидетонаційні властивості палива,
- потрапляння в чутливий елемент продуктів кремнійорганічних (силіконових) герметиків;
- всілякі "присадки", "очисники паливних систем", розчинники, сольвенти і тому подібні добавки в паливо. Використовувати слід тільки

рідини, сертифіковані для систем з датчиками кисню і каталітичними нейтралізаторами;

- складові частини охолоджуючої рідини (антифризу), що потрапили в систему випуску.

В результаті впливу перерахованих факторів погіршується швидкодія датчика. Це є початковим етапом погіршення його вихідних параметрів і викликає запізнювання спрацьовування ланцюга зворотного зв'язку при підтримці оптимального складу паливо-повітряної суміші, що значно знижує ефективність управління. При цьому можливе погіршення характеристик керованості автомобіля (втрата потужності), а також зниження економічності, підвищення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Частина автомобілів, обладнаних системою самодіагностики OBD-II (On-Board Diagnostics II), виявляють підвищену інерційність і інформують про це водія включенням індикаторної лампи несправності ("Check Engine"). Деякі системи самодіагностики не визначають цю несправність.

ВИКОНАВЧІ ПРИСТРОЇ

Електричний бензонасос

Електричний бензонасос (рис.8) встановлено в більшості сучасних автомобілів в паливному баку, під час роботи його електродвигун охолоджується бензином (тому не можна виробляти весь бензин з бака).



Рис.8. Електричний бензонасос

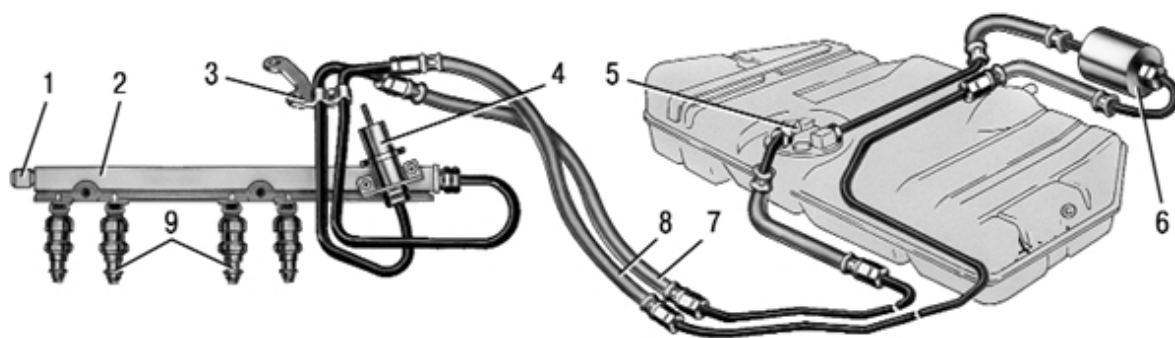


Рис.9. Система подачі палива.

1 - пробка штуцера для контролю тиску палива; 2 - рампа форсунок; 3 - скоба кріплення паливних трубок; 4 - регулятор тиску палива; 5 - паливний насос; 6 - паливний фільтр; 7 - зливний паливопровід; 8 - подаючий паливопровід; 9 – форсунки

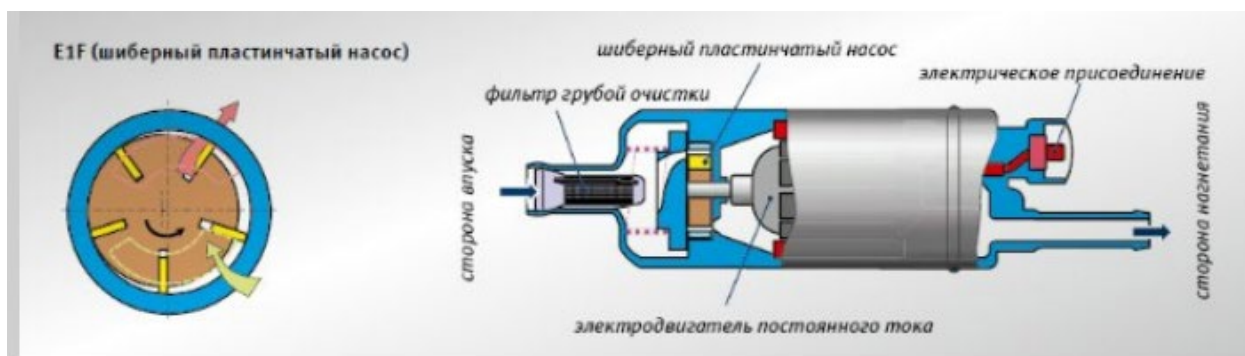


Рис. 10. Конструкція шиберного (пластинчастого) насоса

Конструкція шиберного (пластинчастого) насоса наведена на рис. 10.

При обертанні ротора електродвигуна пластини шиберного насоса притискає до оболонки відцентрова сила.

Регулятор тиску палива

Регулятор тиску палива служить для підтримки постійного перепаду тиску між рампою і впускним колектором. Без підтримки постійного перепаду кількість палива, що впорскується форсунками палива при однаковій

тривалості імпульсу, що надходить від блоку управління (БУ) ЕСУД, було б різним. У впускному трубопроводі тиск зменшується при закритті дросельної заслінки і збільшується при її відкриванні. На мембрану 4 (рис. 11) з одного боку впливає тиск палива (порожнина А), а з іншого - тиск пружини і тиск (розрідження), підведене з впускного трубопроводу. При падінні тиску у впускному трубопроводі мембрана, прогинаючись, стискає пружину, відкриває клапан 5 і бензин зливається в паливний бак. Регулятор налаштований на необхідний тиск, тому не розбирається і не ремонтується.

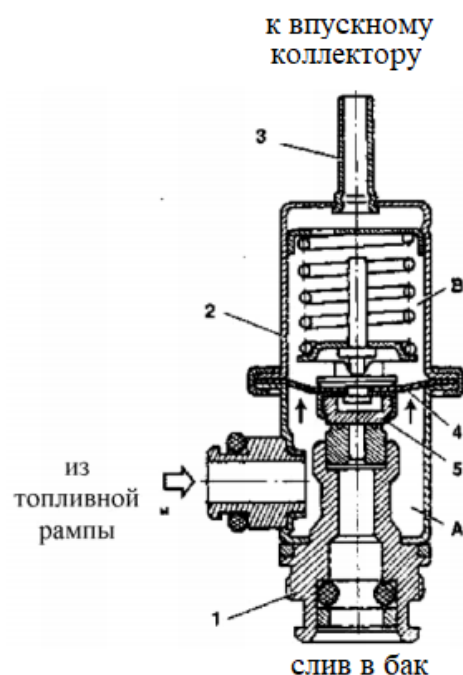


Рис. 11. Регулятор тиску палива:

1 - корпус; 2 - кришка; 3 - патрубок для вакуумного шланга; 4 - мембрана; 5 - клапан; А - паливна порожнину; В - вакуумна порожнина

Регулятор холостого ходу (РХХ)

РХХ (рис. 12), забезпечує прохід повітря по обхідному каналу (байпасу) при закритій дросельної заслінки при холостому ході. Клапан РХХ встановлений в обхідному каналі подачі повітря дросельного патрубка (рис. 12, б). У РХХ кроковий електродвигун 1 (рис. 12, б) переміщує запірну голку з конусом 4, що виконує роль клапана. При надходженні сигналу з БУ голка

втягується (переміщається короткими кроками), змінюючи (збільшуючи) прохідний перетин байпасного повітряного каналу 2. У результаті обертів холостого ходу непрогрітого двигуна зростають, а в міру його прогріву БУ закриває клапан, зменшуючи кількість повітря, що подається в обхід дросельної заслінки, що призводить до зменшення оборотів холостого ходу, які далі підтримуються постійними.

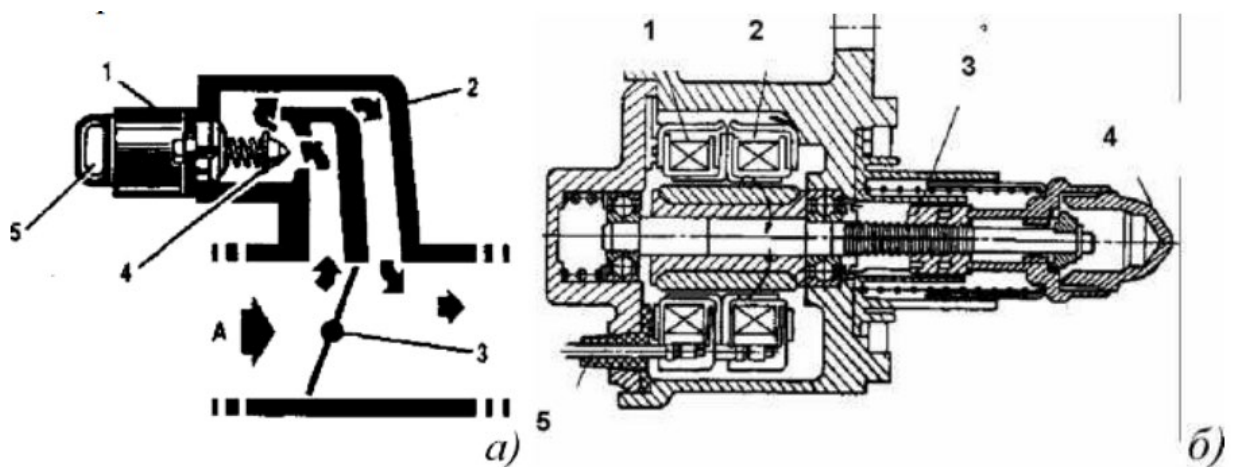


Рис. 12. Регулятор холостого ходу:

Схема регулювання подачі повітря (а): 1 - кроковий електродвигун; 2 - обхідний канал (байпас); 3 - дросель; 4 - дроселюючий елемент (голка); 5 - електричний роз'єм; А - вступник повітря і ескіз РХХ (б): 1, 2 - обмотки крокового електродвигуна; 3 - передача гвинт-гайка; 4 - голка; 5 - електричний роз'єм

Крім того, коли дросельна заслінка різко закривається (при гальмуванні двигуном), РХХ відкривається і повітря йде в обхід дросельної заслінки, при цьому забезпечується збіднення паливної суміші з метою зменшення токсичності відпрацьованих газів (ОГ) і підвищення паливної економічності двигуна. При несправності РХХ може відбуватися мимовільне коливання оборотів холостого ходу від нормальних до 4000 хв^{-1} . Запуск двигуна неможливий без привідкритої дросельної заслінки за допомогою педалі газу,

тому що при відпуску педалі газу двигун глухне, (для її утримання регулюють трос приводу дросельної заслінки, відкриваючи її). Зазвичай цю несправність називають «пропав холостий хід».

В автомобілях, що мають для відкриття дросельної заслінки сервопривід, РХХ немає, а регулювання холостого ходу покладено на сервопривід.

Електромагнітні паливні форсунки

Паливні форсунки (рис. 13) являють собою електромагнітні клапани, що відкриваються при подачі імпульсу від БУ. Від тривалості імпульсу залежить кількість палива, що впорскується.

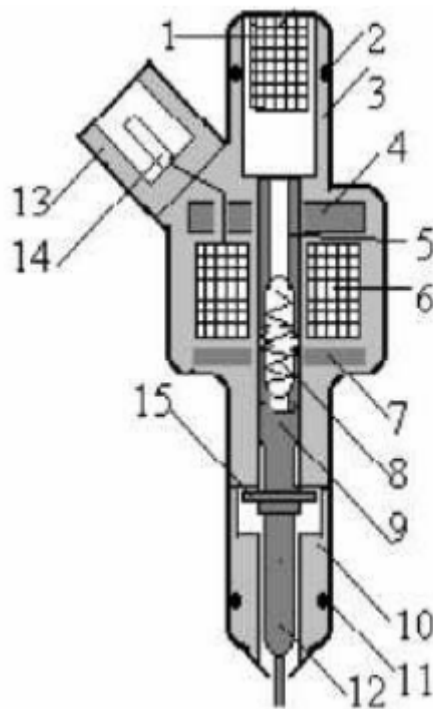


Рис. 13. Паливна форсунка:

Конус розпилу (факел) палива форсункою захоплює впускний клапан, який при цьому закритий. Паливні форсунки закріплені на рампі за допомогою пружинних фіксаторів.

Форсунка (рис.13) має розпилювач 10 із замикаючим конусом 12. Замикаючий конус 12 забезпечений штифтом, який знаходиться в сопловому отворі розпилювача 10. У корпусі форсунки 3 поміщений електромагніт з магнітною системою 5, обмоткою 6 і рухомою частиною електромагніту - якорем 9. Якір 9 електромагніту пов'язаний із замикаючим конусом 12. Пружина поміщена між нерухомою частиною магнітної системи 5 і якорем 9, притискає замикає конус 12 до сідла корпусу розпилювача 10. На корпусі форсунки 3 встановлений електричний роз'єм 13 з вихідними контактами 14. У середині корпусу форсунки 3 через магнітну систему 5 до сопловому отвору розпилювача 10 проходить канал подачі бензину, забезпечений фільтром 1. Форсунка розпилювачем 10 встановлюється в отвір головки циліндрів або у впускний трубопровід і ущільнюється гумовим кільцем 11, а корпусом 3 - в отвір рампи і ущільнюється гумовим кільцем 2. Рампу встановлюють на голівці циліндрів або на впускному трубопроводі, закріплюючи форсунки на двигуні. Паливо може подаватися відповідно до положення колінчастого вала (синхронно) і незалежно від положення колінчастого вала (асинхронно). Асинхронна подача палива використовується на режимі пуску двигуна. Тривалість імпульсу при цьому формується БУ в залежності від температури охолоджуючої рідини. При холодному двигуні тривалість імпульсу, що подається на форсунку, збільшується з метою збагачення паливо-повітряної суміші. Це дозволяє прискорити пуск двигуна і зробити його більш надійним. Режим зберігається, поки частота обертання колінчастого вала не перевищить 900 хв^{-1} . На прогрітому двигуні тривалість імпульсу, що подається на форсунку, зменшується. Якщо при прокручуванні двигуна стартером дросельна заслінка буде відкрита більш ніж на 75%, це сприймається БУ як режим ліквідації переливу палива і подача палива форсунками припиняється. Подача палива припиняється БУ при гальмуванні двигуном, при виключенні запалення і при надмірно великих оборотах двигуна (понад 6200 хв^{-1}). Управління тривалістю імпульсу впорскування може відбуватися з урахуванням сигналів датчиків ЕСУД. Характерною несправністю форсунок є

порушення відповідності між тривалістю імпульсу і кількістю палива, що впорскується. Це прийнято називати «засміченням» і «зависанням» клапанів форсунок. При «засміченні» форсунки палива впорскується менше, а при «зависанні» - більше. Якщо палива впорскується менше, відбувається падіння потужності двигуна, робота на холостому ході стає нестійкою (двигун "троїть"), виникають провали при розгоні. Якщо ж палива надлишок (переобогачення суміші), то також падає потужність двигуна, утрудняється пуск, двигун нестійкий працює на холостому ході і, природно, при цьому підвищується витрата палива. Під «засміченням» форсунок часто ховаються два дефекту: «залипання» (клапан форсунки не відкривається) і закоксовування (відкладення смолистих речовин).

Клапан продувки адсорбера (КПА)

Електромагнітний клапан продувки адсорбера (рис.14) працює спільно з адсорбером і призначений для зменшення забруднення навколишнього середовища шляхом уловлювання парів бензину (паливний бак з атмосферою не пов'язаний). КПА встановлений безпосередньо на адсорбере

КПА управляється БУ. Адсорбер являє собою ємність з активованим вугіллям, яка утримує пари бензину при непрацюючому двигуні. Пари бензину потрапляють з паливного бака в адсорбер (патрубок TANK) по трубопроводу, адсорбер (порожнина «за вугіллям») з'єднаний з атмосферою (патрубок «AIR»).

При роботі двигуна відбувається продування адсорбера. КПА з'єднує порожнину («перед вугіллям») адсорбера з впускним трубопроводом, повітря надходить через патрубок «AIR». БУ регулює ступінь продувки за спеціальною програмою, подаючи на КПА керуючий сигнал різної частоти (8; 16 і 32 Гц).

Продування адсорбера проводиться тільки за певних умов, а саме:

- температура охолоджуючої рідини вище певного значення;
- двигун не працює на примусовому холостому ході

- ЕСУД працює в режимі зворотного зв'язку, з урахуванням сигналу ДК,
- двигун пропрацював певний час після пуску.

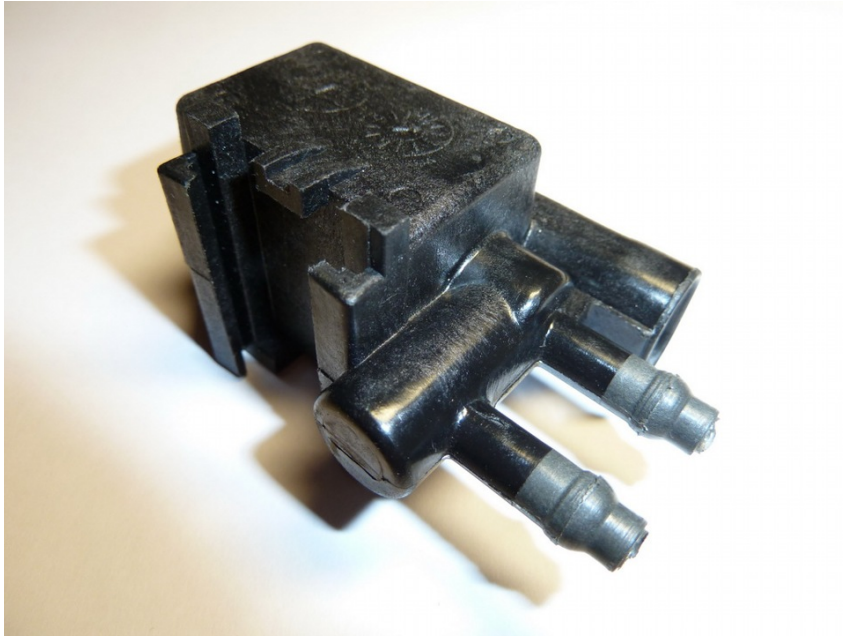


Рис.14. Електромагнітний клапан продувки адсорбера

При несправності системи уловлювання парів бензину (СУПБ) відбувається наступне:

- нестабільніе обертів холостого ходу
- остановка двигуна на холостому ходу,
- погіршення їздових якостей автомобіля, підвищена токсичність ОГ і запах бензину з випускної труби