

Урок № 17-18, 19-20 Алгоритм перевірки датчиків безконтактної та мікропроцесорної систем запалювання.

Переважає більшість сучасних електронних систем виконують такі задачі:

- керують системою запалювання з регулюванням кута випередження запалювання;
- статично розподіляють струм високої напруги по циліндрах двигуна;
- виконують самодіагностику всіх систем автомобіля;
- керують системою впорскування пального;
- керують пуском холодного двигуна;
- регулюють роботу двигуна на холостому ході;
- регулюють частоту обертання колінчастого валу двигуна. Всі електронні системи складаються із трьох блоків, а саме:
- вхідні датчики;
- електронна частина системи;
- вихідні електричні сигнали.

Вхідні датчики

Датчики електронних систем, як правило, перетворюють неелектричні величини в електричний сигнал. Складається, як мінімум, з двох частин - чутливого елементу та перетворювача неелектричного сигналу в електричну величину.

Датчики частоти обертання і положення колінчастого валу

Частоту обертання колінчастого валу можна визначити, підрахувавши число зубців спеціального зубчастого диска, закріпленого на колінчастому валу, що проходять за одиницю часу повз індукційний датчик.

Індукційний датчик

Індукційний датчик (рис. 8.1) складається з котушки індуктивності L з постійним магнітом NS та зубчастого диска, зубці якого виконані із феромагнітного матеріалу.

Специфікою індуктивного датчика є конструктивна розрізненість його елементів (сам датчик та зубчастий диск). Таким чином, сам датчик представляє собою лише половину неелектричної величини (кругової частоти ш колінвала) в електричний сигнал (в частоту проходження електричних імпульсів). Друга половина - зубчастий диск.

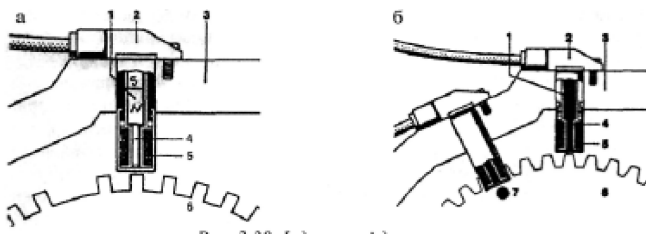


Рис.8.1- Індуктивні датчики:

- А - датчик частоти колінчастого валу з функціями ДКІ та ДПВ;
Б- датчики ДКІ та ДПВ; 1 - постійний магніт N-S; 2 - корпус датчика;
3 - картер зчеплення; 4 - феромагнітний сердечник; 5 - котушка;
6 - зубчастий диск чи вінець маховика; 7 - штифт для ДПВ

Принцип дії індуктивного датчика ґрунтується на першому законі електромагнітної індукції і полягає в тому, що збільшення або зменшення (зміна)

магнітного потоку Φ через витки W котушки індуктивності L викликає виникнення в них (в витках) електрорушійної сили (ЕРС).

В індуктивному датчику його котушка 5 розміщена навколо постійного магніту 1, полюс якого обернено до об'єкта обертання - зубчастого вінця маховика двигуна, магнітопровід 4 якого встановлено із незначним зазором відносно зубців маховика.

При переміщенні зубців відносно магнітопроводу величина зазору між ними змінюється. Це викликає зміну магнітної індукції і появу змінного електричного імпульсу в індукційній котушці. Нульова точка відповідає центру кожного зуба. Це дозволяє з достатньою точністю визначити положення маховика.

Амплітуда вихідного сигналу датчика залежить від повітряного зазору між магнітопроводом і зубом і від швидкості зміни магнітної індукції, що залежить від швидкості переміщення зуба.

Індуктивний датчик встановлюється на картері зчеплення так, щоб його магнітний щуп знаходився на відстані 0,3-1,5 мм до феромагнітних зубців вінця маховика. Такий індуктивний датчик називають датчиком частоти обертів двигуна.

Якщо вінець маховика служить в якості зубчастого диску індуктивного датчика частоти обертів двигуна (рис. 8.1, б) то для визначення точки початку відліку встановлюється другий додатковий індуктивний датчик, який генерує один імпульс за один оберт колінчастого вала. Феромагнітним збуджувачем другого додаткового датчика служить сталевий штифт 7, закручений в маховик у визначеному місці. Це місце відповідає точці положення колінчастого вала, від якої до ВМТ першого циліндра залишається стільки кутових градусів, скільки передбачено мікропроцесором даної системи для обчислення кута випередження запалювання (як правило 45...90°). Цей датчик називається датчиком початку відліку.

Замість двох датчиків для виміру частоти обертання і положення вала можна скористатись одним (рис. 8.1, а), якщо не використовувати зубчастий вінець маховика, а встановити окремий зубчастий диск і наділити його якою-небудь спеціальною міткою, помітною для датчика, наприклад, відсутність одного або двох зубців в тому місці, де встановлюється спеціальний штифт для датчика початку відліку.

В разі несправності датчика або його електричного кола двигун перестає працювати, а електронно-керуючий пристрій заносить в свою пам'ять код несправності, а також включає лампу сигналізації про несправність.

Датчики Холла

Крім індуктивних датчиків для визначення частоти обертання і положення колінчастого вала, деякі автомобільні фірми використовують датчики, що працюють на ефекті Холла. Зокрема, англійська фірма «Lucas» для автомобілів «Ford» використовує датчик Холла, який вмонтовано в серійний переривач замість контактів або безконтактного переривача. Німецька фірма «Bosch» та японська «Hitachi» також використовують ефект Холла для датчиків частоти обертання і положення колінчастого вала.

Сутність ефекту Холла описана раніше. Як і в датчику-розподільнику для безконтактної системи запалювання, постійний магніт встановлено нерухомо, а ротор-шторка має стільки вікон, скільки циліндрів у двигуні. Вікно для першого циліндра ширше за інші, завдяки чому може бути зафіксована точка початку

відліку. Таким чином, за допомогою датчика Холла та електронної схеми обробки інформації можуть бути визначені три головні входні параметри для системи запалювання: частота обертання колінчастого вала (застосовується електронне множення частоти імпульсів); його положення відносно верхньої мертвої точки для будь-якого циліндра в будь-який момент часу і положення точки початку відліку. Безінерційність датчика і стабільність параметрів сигналу дозволяє реалізувати керування кутом випередження запалювання в кожному такті, тобто для кожного циліндра окремо.

Сигнали датчиків, що працюють на ефекті Холла, можуть служити також сигналами для перемикання каналів в двохканальному комутаторі. Для цього ротор-шторка має екран розміром 180° , а решта 180° не закрито і магнітне поле потрапляє на напівпровідникову пластинку, яка виробляє ЕРС Холла. Таким чином, половину оберту датчик виробляє ЕРС, а решту півоберту - ні.

Датчики навантаження

Інформацію про навантаження двигуна дає розрідження у випускному трубопроводі або витрати повітря через колектор та його температура. Адже, при створенні паливно-повітряної суміші в рахунок береться не об'єм повітря, а його маса.

В автомобільних системах запалювання та впорскування пального різні фірми випускають різні вимірювачі витрати повітря: вихрового, термоанемометричного, іонізаційного та звукового типу.

На рис. 8.2 показаний вихровий вимірювач витрати повітря, де повітряний потік діє на заслінку 2, закріплену на вісі в спеціальному каналі. Поворот заслінки потенціометром перетворюється в напругу, пропорційну витраті повітря. Дія повітряного потоку на заслінку 2 врівноважується пружиною.

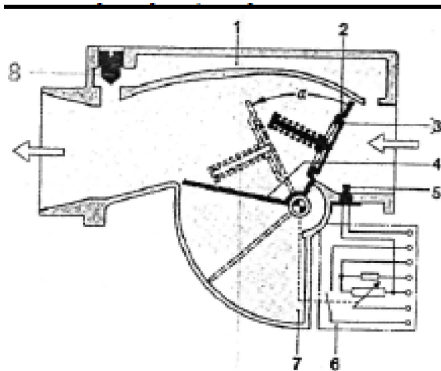


Рис. 8.2 - Вихровий вимірювач витрати повітря:

1 - обвідний канал; 2 - повітряна заслінка витратоміра (ротаметр); 3 - клапан заслінки; 4 - заслінка демпфера; 5 - датчик температури повітря; 6 - потенціометричний датчик положення ротаметра; 7 - демпферна камера.

Демпфер із пластиною 4 жорстко зв'язані з вимірювальною заслінкою 2, служить для гасіння коливань пульсацій повітряного потоку та динамічними діями руху автомобіля. На вході в вимірювач витрати повітря вбудований датчик 5 температури повітря. Недоліком вимірювача витрати повітря є наявність рухомих частин та контактів.

Рухомих частин не мають вимірювачі термоанемометричного типу, які ще називаються масметрами.

Принцип дії масметра оснований на контролі ступеня охолодження нагрітого тіла, яке розташоване в потоці впускного повітря. Тіло, що нагрівається, виконано у вигляді тонкого дроту, по якому пропускається електричний струм.

Охолодження повітрям дроту компенсується збільшенням струму підігріву, при цьому величина зміни струму, яку легко заміряти, несе інформацію про масу повітря, яке пройшло через масметр.

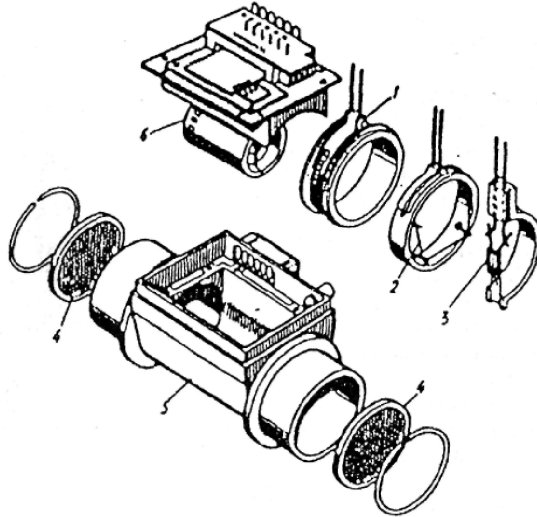


Рис. 8.3 - Термоанемометричний вимірювач витрати повітря:

1 — прецизійний резистор; 2 - вимірювальний елемент; 3 - термокомпенсаційний елемент; 4 - стабілізуючі решітки; 5 - пластмасовий корпус; 6 - внутрішній вимірювальний канал

На рис. 8.3 показана будова термоанемометричного масметра, що встановлюється у впускний тракт двигуна і має вимірювальний канал 6, що складається із пластикових обойм, які тримають несучі кільця нагрітого платиного дроту 2 діаметром 100 мкм і термокомпенсаційного плівкового резистора 3. Корпус 5 має камеру для розміщення електронного блоку, який підтримує постійний перегрів дроту на рівні 150 °С шляхом регулювання сили струму вимірювального моста. Вихідним параметром вимірювача витрати повітря служить падіння напруги на прецизійному резисторі 1 і є вхідною інформацією для електронно-керуючого пристрою. Крім розглянутих датчиків, широке застосування отримали термоанемометричні вимірювачі витрати повітря з плівковим чутливим елементом на твердій керамічній основі (рис. 8.4).

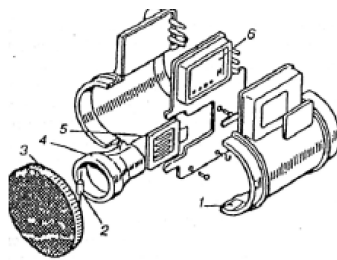


Рис. 8.4 - Термоанемометричний витратомір з плівковим чутливим елементом 1 - корпус; 2 — датчик температури повітря; 3 — стабілізуюча решітка; 4 – внутрішній вимірювальний канал; 5 - чутливий елемент; 6 - електронна схема

Основою конструкції є чутливий елемент 5, який включає вимірювальний і термокомпенсаційний I резистори. Пластмасова рамка з чутливим елементом розміщена в вимірювальному патрубці вимірювача витрати повітря 4. Температура перегріву терморезистора 70 °С. Вона підтримується за: допомогою електронної схеми керування.

Датчики температури

За допомогою цих датчиків контролюється температура охолоджуючої рідини двигуна, повітряного та газового потоку у впускному тракті, температура масла двигуна та охолоджуючої рідини кондиціонера. Більшість цих датчиків -це

напівпровідникові резистори (термістори). Опір терморезисторів суттєво змінюється з ростом температури.

Від'ємний температурний коефіцієнт опору мають спечені керамічні напівпровідникові маси. Їх формують в гранули, пластини, таблетки або стержні. Температура, яка вимірюється такими датчиками, лежить в межах $-40 \dots 800$ °С, точність досягає 0,05 °С.

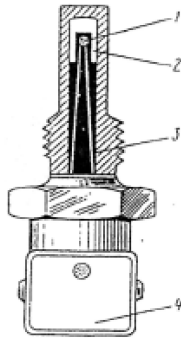


Рис. 8.5 - Датчик температури охолоджуючої рідини: 1 -термістор; 2 - ізолятор; 3 - ущільнювач; 4 - електричне роз'єднання

На рис. 3.34 показані датчик температури охолоджуючої рідини ДВЗ, де термістор 1 розташований в теплопровідному корпусі 2 з різьбою кріплення на двигуні в потрібному місці. У міру прогрівання двигуна омичний опір чутливого елемента такого датчика зменшується і, відповідно, зменшується спад напруги в розетці електричного роз'єднання.

Температура вводиться в ЕБК як додатковий параметр, що поряд з частотою обертання і навантаженням двигуна дозволяє визначити кут випередження запалювання.

Датчики детонації

В основі роботи цих датчиків лежить явище п'єзоелектричного ефекту, тобто виникнення електричних зарядів при деформації кристалів із кварцу (двоокису кремнію).

Стискування кварцевої пластини забезпечується інерційною масою, яка вібрує разом з деталями двигуна.

Залежно від параметрів електронної схеми підсилення та перетворення датчики детонації виконуються резонансними або широкополосними. В резонансних датчиках амплітуда вихідної напруги різко зростає і перевищує пороговий рівень на одній (резонансній) частоті детонації. В широкополосних датчиках амплітуда вихідної напруги перевищує пороговий рівень в діапазоні частоти детонації.

П'єзокристалічний елемент в датчику може бути різної форми: прямокутним бруском, плоскою пластиною, круглою шайбою або трубчастим циліндром, що визначається конструкцією опори та місцем прикладання зовнішнього зусилля до п'єзoeлемента.

Прикладом датчика детонації може служити датчик, представлений на рис. 8.6. Він представляє собою шайбу 7, яка за допомогою гайки 4 та інерційної маси (металевого диска) 6 через стакан 3 притиснута до полірованої площадки на блоці циліндрів. Місце установки датчика визначається експериментально на етапі конструювання двигуна.

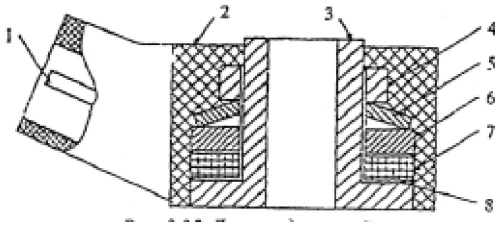


Рис. 8.6 - Датчик детонації:

1 - електричний контакт; 2 - корпус; 3 - стакан; 4 - гайка; 5 – конусне притискне кільце; 6 - інерційна маса; 7 — п'єзоелемент; 8 – кільце

При роботі двигуна його деталі вібрують. Вібрація передається інерційній масі 6 датчика, яка діє на п'єзоелемент 7 з відповідним зусиллям та частотою. При виникненні детонації амплітуда електричних сигналів датчика різко зростає. Блок керування порівнює амплітуду з допустимим рівнем і при перевищенні заданого корегує (зменшує) кут випередження запалювання до припинення детонації.

Датчики положення дросельної заслінки

Датчики положень та швидкості переміщення дросельної заслінки використовуються

для посилення у блок керування сигналів про те, що дросельна заслінка досягла одного з крайніх положень повного навантаження або частоти обертання вала на холостому ході.

Сигнали крайніх положень заслінки потрібні блоку керування для переходу на спеціальні програми регулювання запалюванням в цих режимах.

У деяких системах керування сигнал крайнього положення дросельної заслінки використовується для відтинання палива при збільшенні частоти обертання вала двигуна понад допустимого значення (рис. 8.7).

Основою потенціометричних датчиків є плівковий резистор з декількома контактними доріжками, з якими контактують пружні струмові елементи. Останні жорстко зв'язані із віссю датчика.

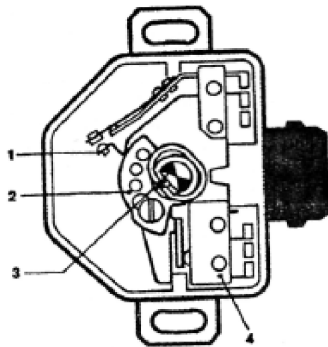


Рис. 8.7 - Датчик положення дросельної заслінки:

1 - контакт повного навантаження; 2 - кулачок; 3 - вісь заслінки; 4 – контакт холостого ходу.

Струмовивідні елементи забезпечують отримання сигналів прискорення при різкому відкритті дросельної заслінки, про холостий хід двигуна, інформацію про положення дросельної заслінки при повному або частковому її відкритті.

Основні вимоги до датчика положення дросельної заслінки: висока довговічність і стабільність сигналів при відсутності деренчання контактів. Ці вимоги забезпечуються за рахунок підбору зносостійких матеріалів контактних доріжок та струмознімальних елементів.

Недоліки електро механічних датчиків контактного типу відсутні у безконтактних датчиках: оптико-електронних датчиках із кодуємим диском.

Чутливість датчика може бути менше 1° за рахунок використання прецизійних кодованих дисків і оптичних чи фотоелектричних пристроїв (фото-діодів). Диск, що кодує переміщення, має прорізи або прозорі площадки.

З різних боків диска встановлюються джерела світла та фоточутливі елементи. При обертанні диска світло потрапляє на окремі ділянки чутливих елементів, це дозволяє однозначно визначити кут повороту диска.

Контактні датчики електронних систем запалювання

В сучасних системах запалювання є достатньо велика кількість контактних датчиків, які складаються з електричної контактної пари. Такі датчики є пасивними і працюють за принципом розриву або замикання електричного кола і тому на виході мають дискретний сигнал «так-ні», котрий легко сприймається цифровим контролером.

Контактні датчики застосовуються в основному як окремі пристрої. В деяких випадках контактний датчик використовується як мікровимикач електробензонасоса при непрацюючому двигуні, але включеному запалюванні.

Електронна частина цифрової і мікропроцесорної системи запалювання

В цифровій системі запалювання електронний блок керування є самостійним конструктивним вузлом і називається контролером. На входи контролера подаються сигнали від датчиків системи запалювання, а на виході контролер працює на електронний двохканальний комутатор. Як правило, контролер забезпечує роботу інших бортових електронних блоків керування.

У мікропроцесорній системі запалювання всі функції керування об'єднані в центральний бортовий комп'ютер автомобіля і персональний блок керування для системи запалювання може бути відсутній. В мікропроцесорних системах запалювання для формування сигналу запалювання застосовується число-імпульсне перетворення, при якому параметр процесу задається не часом протікання, а безпосередньо числом електричних імпульсів. Функції електронного обчислення тут виконує число-імпульс-ний мікропроцесор, який працює від електричних імпульсів, стабілізованих по амплітуді та тривалості. Тому між мікропроцесором та вхідними датчиками в цих системах запалювання встановлюються число імпульсні перетворювачі (ЧІПи) аналогових сигналів в цифрові.

Мікропроцесорна система запалювання працює по наперед заданій для даного двигуна програмі керування. Тому в ЕБК є електронна пам'ять, як постійна, так і оперативна.

Як для цифрової, так і для мікропроцесорної системи запалювання для конкретної конструкції двигуна програма керування визначається експериментально в процесі її розробки. На дослідницькому стенді імітуються всі можливі режими роботи двигуна при всіх можливих умовах його роботи.

Для кожного сполучення швидкості і навантаження визначається оптимальне значення кута випередження запалювання. За цими даними будуються графіки, які вводяться в пам'ять комп'ютера.

При виборі оптимального кута випередження для кожного режиму роботи двигуна приймається до уваги безліч факторів, таких як паливна економічність, запас по детонації, склад відпрацьованих газів, крутний момент, температура двигуна, такі графіки мають складну форму.

Залежність кута випередження запалювання тільки від частоти обертання вала двигуна має двохвимірний графік. Щоб врахувати ще один параметр -

навантаження, потрібно побудувати вже тривимірний графік, всі точки якого утворюють поверхню. Якщо вибрати будь-яке сполучення частоти обертання і навантаження і провести з цієї точки перпендикуляр вгору, то на перетинанні його з поверхнею ми одержимо необхідне значення кута випередження запалювання.

Поверхня нагадує топографічний план місцевості і може бути зображена на зразок топографічної карти, тому її іноді називають картою запалювання.

Якщо основні карти розробити на інтервалі по швидкостях і навантаженнях та побудувати на цих інтервалах сітку (рис. 8.8), то для вузлів цієї сітки можна знайти відповідні значення кута випередження запалювання і записати ці значення у пам'ять комп'ютера. Практично для задовільного керування запалюванням необхідно зберігати в пам'яті від 1000 до 4000 таких значень. Розробнику потрібно доповнити карту режимами роботи двигуна при частоті обертання колінчастого валу на холостому ході для її підтримки, а також на максимальній частоті обертання для її обмеження. Нарешті, програмується режим повних навантажень таким чином, щоб двигун працював поруч із межею початку детонації, але не перейти її.



Рис. 8.8 - Карта кутів випередження запалювання

Блок керування мікропроцесорної системи запалювання складається з електронно-керуючого пристрою (ЕКП), логічного пристрою, блоку пам'яті, блоку синхронізації та комутатора магістралей.

ЕКП складається із окремих систем.

Вхідний пристрій. Сигнали, що надходять на вхід ЕКП від датчиків, перетворюються з аналогової форми в серію імпульсів ТАК-НІ, які є цифрами двійкової системи числення.

Аналогові сигнали, наприклад, напруга акумулятора, перетворюються в двійковий код за допомогою число-імпульсного перетворювача (ЧІПа).

Пристрій вводу-виводу (ПВВ). Цей пристрій приймає сигнали в ті моменти й у тій послідовності, у якій вони надходять, а потім видає їх у процесор в тій послідовності і з тією швидкістю, що потрібна процесорові, або відправляє поточну інформацію в оперативну пам'ять.

Годинник. Комп'ютер оперує даними як функціями часу. Для визначення часу і тимчасових інтервалів у комп'ютері встановлений точний кварцовий генератор імпульсів.

Шини. Окремі блоки комп'ютера зв'язані між собою плоскими кабелями, відомими за назвою шини. По шинах передаються дані (шина даних), адреси пам'яті (адресна шина), а також сигнали керування (керуюча шина).

Центральний мікропроцесор. Мікропроцесор виконує в комп'ютері всі обчислення та обробки сигналів. Крім того, процесор виконує логічні операції.

ЕКП керує ходом обчислень, направляючи в процесор потрібну інформацію в потрібний момент і відправляє результати обчислень у потрібні пристрої.

Постійна пам'ять. Ця пам'ять може тільки видавати інформацію, що зберігається в ній, але вона ніяк не може бути змінена. Ця інформація зберігається в пам'яті навіть за відсутності живлення. В неї неможливо записати ніяку нову інформацію. У постійній пам'яті зберігаються такі дані, як карта значень керованих параметрів двигуна в табличній формі, коди, що керують програмами й ін. Усі ці дані заносяться (зашиваються) у постійну пам'ять виготовлювачем. До складу постійної пам'яті входять також пере-програмовувані блоки, які можуть бути використані виготовлювачем або його представниками для відновлення та зміни записаної інформації.

Оперативна пам'ять. Поточні дані - сигнали датчиків, команди керування і проміжні результати обчислень зберігаються в оперативній пам'яті комп'ютера, поки не будуть замінені новою інформацією.

Для реєстрації несправностей в елементах системи є реєстратор несправностей, який займає частину об'єму оперативної пам'яті і представляє собою запам'ятовуючий пристрій з інтерфейсом для бортової самодіагностики. Всі реєстратори несправностей зберігають інформацію і після виключення запалювання, але інформація, як і вся оперативна пам'ять, руйнується, якщо від бортової мережі відключити акумуляторну батарею. Інформація реєстраторів може бути стертою і спеціальною командою.

Робота бортового комп'ютера. Інформація про характеристики двигуна зберігається в пам'яті комп'ютера у формі таблиць, які називаються робочими. Таблиці виходять з інформації тривимірних карт випередження запалювання і таких же карт для періоду включеного стану котушки. Робочі таблиці можуть бути складені комп'ютером для різних сполучень параметрів, однак, насамперед такими параметрами є частота обертання колінчастого вала, навантаження, температура і напруга акумулятора. Кожна з таблиць дає своє значення кута випередження, і для визначення результуючого кута всі результати зіставляються. Подібним чином обчислюється і кут включеного стану котушки.

При включенні живлення мікропроцесор посилає закодовану двійкову адресу, що вказує, до якої частини пам'яті він звертається. Потім посилається керуючий сигнал, що вказує напрямок і послідовність руху інформації в процесор або з процесора. Робота самого процесора становить серію двійкових імпульсів, за допомогою яких інформація зчитується з пам'яті, декодується і виконується. Програми виконання операцій - арифметичних, логічних і транспортних, також записані в пам'яті. Нарешті, ЕКП видасть команду силовому ключу системи запалювання на включення або виключення котушки відповідно до поточного стану двигуна.

Вихідні каскади електронних систем. Котушки запалювання. Не дивлячись на деяку різницю будови цифрових та мікропроцесорних систем запалювання, вихідні каскади електронних систем запалювання мають ідентичне схемотехнічне та конструктивне виконання.

Для успішного функціонування системи запалення контролер чи мікропроцесор видає на комутатор сигнал запалювання, сигнал включення каналів та сигнал на пусковий пристрій двигуна. Якщо цей контролер чи мікропроцесор одночасно забезпечують і роботу системи живлення, то вони видають сигнали на включення форсунки та електричного бензонасосу. Якщо на двигуні функціонує

ще карбюратор, то електронна система керує електроклапаном економайзера примусового холостого ходу. Велика різноманітність комутаторів електронних систем з накопиченням енергії в індуктивності ділиться на комутатори з постійною величиною первинного струму в котушці запалювання та з нормованою. За способом обробки інформації вони бувають з аналоговими та з цифровими регуляторами.

У багатоканальних комутаторах з силовими транзисторами та двохвивідними котушками кожна свічка запалювання отримує енергію по окремому каналу.

Для нормальної роботи 4-циліндрового ДВЗ необхідні дві двовивідні котушки запалювання; для 6-циліндрового - три; для 8-циліндрового - чотири. У двигунах, обладнаних двовивідними КЗ, порядок роботи не змінюється, тому що коли в одному циліндрі відбувається стискування і запалювання, в іншому - випуск відпрацьованих газів. Встановлений кут випередження запалювання в таких ДВЗ більший від звичайного. Інжектором носіїв зарядів в одній свічці (S+) є корпусний електрод, в іншій свічці (S-) - центральний електрод.

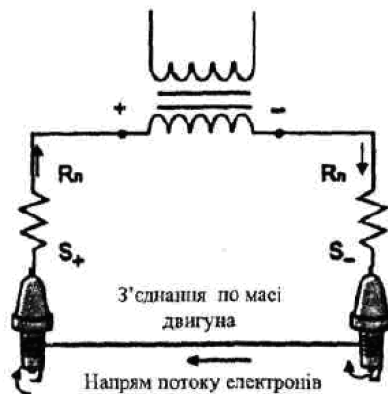


Рис 8.9 – Двовивідна котушка запалювання

Усі багатовивідні системи запалювання з індуктивним нагромаджувачем вимагають значного збільшення електроенергії для їхнього живлення. Так, дво-вивідна система запалювання сучасного 4-циліндрового автомобільного двигуна споживає від бортової мережі не 20-30 Вт, як батарейна система запалювання, а до 100 Вт. Це не є недоліком, тому що в класичній батарейній системі запалювання споживання малого струму пояснюється не реальною потребою в електроенергії на оптимальне іскроутворення, а неможливістю зробити цей струм більшим через наявність у системі електромеханічних контактів переривника, які здатні до швидкої ерозії і вигорання з причини великого струму комутації. Крім того, у контактних системах запалювання з високовольтним розподільником (однією котушкою запалювання) кут замкненого стану контактів (час нагромадження енергії в котушці запалювання) обмежений. У багатовивідних системах запалювання нагромадження енергії в індуктивному нагромаджувачі відбувається за більш тривалий час.

В деяких модифікаціях МСЗ застосовуються чотирививідні котушки запалювання, які зібрані з двовивідних на спільному Ш-подібному магнітопроводі. Наявність повітряного зазору 5 виключає взаємовплив обох котушок між собою.

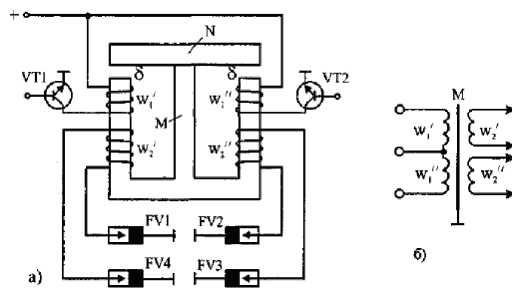


Рис.8.10 – Чотирививідна катушка запалювання

Більшого розповсюдження набула схема чотирививідної катушки з високовольтними діодами, в якій є дві зустрічно намотані первинні обмотки і одна вторинна. Якщо в точці S напруга додатна, то відкриваються високовольтні діоди VD1, VD4 і у відповідних циліндрах виникають іскрові розряди (робоча і неробоча іскра). Друга первинна обмотка намотана в зворотному напрямку, тому під час розмикання в ній струму полярність вторинної напруги в точці S зміниться на протилежну. Іскрові розряди будуть на свічках FV2 і FV3. Для уникнення взаємного впливу первинних обмоток в період проходження імпульсів високої напруги до їх виводів під'єднані розподільвальні діоди VD5, VD6.

В системах запалювання з нагромадженням енергії в ємності катушка запалювання виконує функцію імпульсного трансформатора і її габарити стають значно меншими. Це дає змогу монтувати такі катушки безпосередньо на самих свічках. Значить, не потрібно високовольтних дрітків і відпадає неробоча іскра. Вторинна напруга дещо зростає і має тільки від'ємну полярність, що також збільшує термін використання свічки.

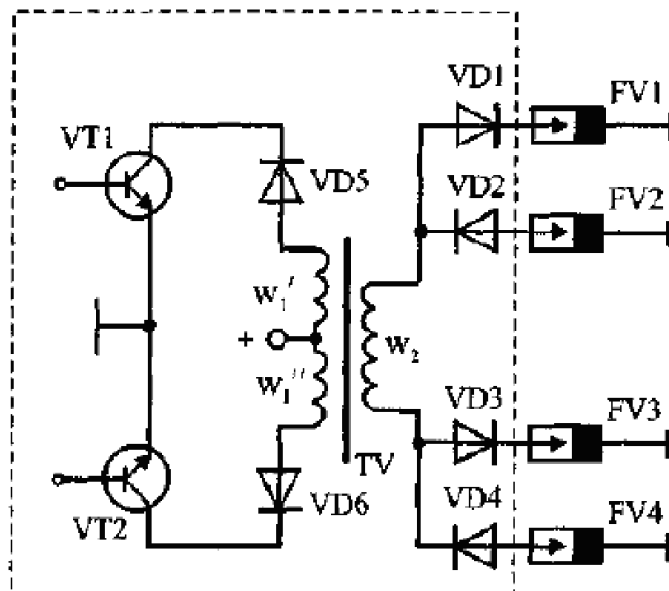


Рис.8.11 – Система вмикання чотирививідної катушки

Катушки в МСЗ з нагромадженням енергії в індуктивності забезпечують високі вихідні показники:

- максимальну вторинну напругу до 35 кВ;
- швидкість її наростання $> 700 \text{ В/мкс}$;
- сумарну тривалість фаз іскрового розряду 2.0-2.5 мс;
- енергію іскрового розряду 80-100 МДж.

На сучасному етапі розвитку систем електронного та мікропроцесорного запалювання використовуються вихідні каскади з індивідуальними катушками

запалювання для кожної свічки. Прикладом такої системи може бути система запалювання фірми BOSCH, відома як електронна система автоматичного керування (ЕСАК) двигуном під назвою Motronic.

Схема працює на чотирициліндрових двигунах автомобілів AUDI-A4.

В контролері J220 є мікропроцесор з блоком пам'яті, в якому зберігається тривимірна характеристика запалювання $\phi(p, r)$ (залежність кута випередження запалювання ϕ від сигналу p частоти обертання ДВЗ і сигналу r від дросельної заслінки про розрідження). За цією характеристикою і сигналами від давача ДО (давач частоти обертання двигуна) і давача ДН (давач навантаження двигуна) виставляється початковий кут $\phi(p)$ випередження запалювання.

Далі за сигналами від давачів ДХ, ДТ і ДД мікропроцесор обчислює поточне, необхідне для цього режиму двигуна, значення кута випередження запалювання, яке за допомогою електронної схеми переключення каналів подається як основний імпульс S запалювання у відповідний канал електронного комутатора К-122. До цього моменту в даному каналі індуктивний нагромаджувач N мав заряджений стан (від бортмережі +12 В) і за сигналом S розряджається на відповідну свічку запалювання.

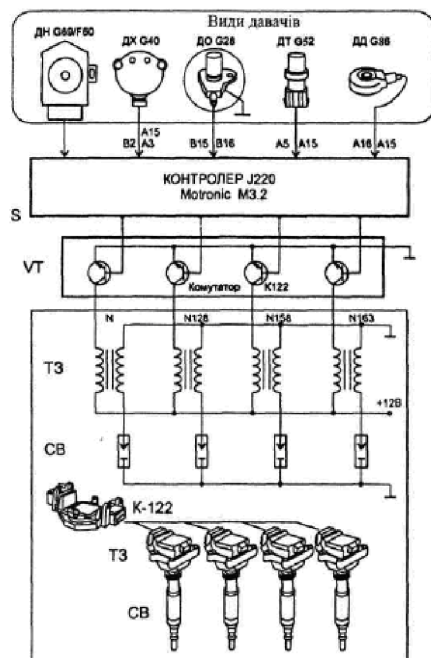


Рис. 8.12 - Схема ЕСАК Motronic M3.2

Через 180° повороту колінчастого вала описані процеси будуть проходити в наступному (за порядком роботи двигуна) каналі комутатора.

Переваги системи ЕСАК Motronic:

- індивідуальний статичний розподіл високої напруги за свічками;
- котушка запалювання з заземленою вторинною обмоткою;
- безконтактні давані формування електричних сигналів від неелектричних дій;

аналогові сигнали давачів перетворюються в контролері в цифровий код;

- селективне корегування кута випередження запалювання від детонації (в кожному циліндрі окремо);

- відключення циліндрів ДВЗ внаслідок пропадання іскроутворення;

- наявність в контролері функцій самодіагностики і резервування.

Мікропроцесорна система запалювання функціонує за наперед заданим програмним

керуванням ДВЗ, визначеним експериментально і внесеним у пам'ять під час розробки двигуна.

Для кожної експериментальної точки (сукупності сигналів від датчиків) підбирається і фіксується оптимальний кут випередження запалювання. Крім того, в пам'ять заноситься значення опорного кута випередження запалювання. Якщо в такій системі, крім основних датчиків, використовуються додаткові (наприклад, датчик детонації в циліндрах), то в мікропроцесорі здійснюється корегування значення опорного кута випередження запалювання за сигналами таких датчиків. Корегування проводиться за кожним циліндром окремо.

У мікропроцесорній системі запалювання застосовується електронне керування кутом випередження запалювання. Як правило, мікропроцесорна система одночасно керує і системою подачі палива або в цілому (система Motronic фірми Bosch), або яким-небудь її елементом, найчастіше, економайзером примусового неробочого ходу (автомобіль ВАЗ-21083, ГАЗ-3302 "Газель" тощо).

Центральною частиною мікропроцесорної системи є контролер (мікро-ЕОМ, мікропроцесор). На рис. 8.13 показана структурна схема контролера МС2713 "Електроніка", який застосовується на деяких модифікаціях автомобілів "Волга", "Газель", ВАЗ-21083.

Функції контролера - обробити інформацію, що надходить від датчиків, і відповідно до неї, встановити оптимальний для цього режиму кут випередження запалювання, дати команду через комутатор на утворення іскри запалювання.

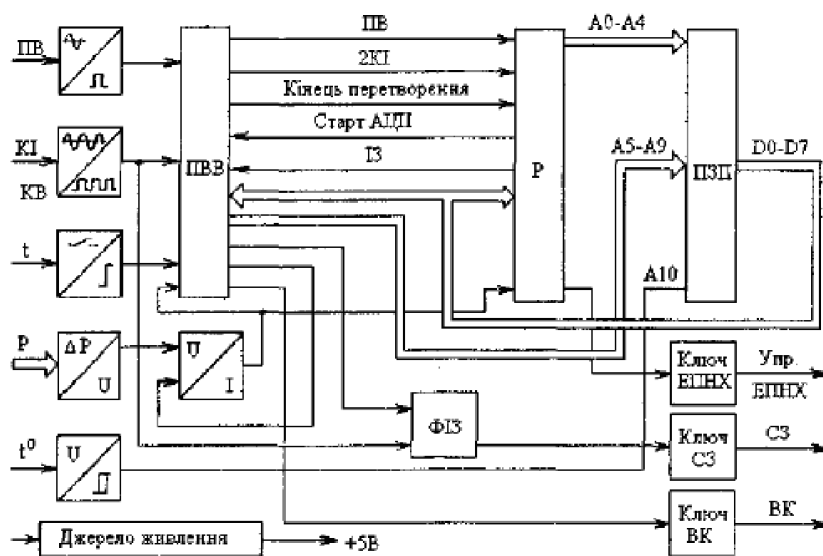


Рис.8.13 – Структурна схема контролера МС2713 "Електроніка"

У режимі примусового неробочого ходу контролером видається команда на припинення подачі палива. Контролер одержує інформацію від індукційних датчиків: початку відліку ПВ, встановленого на картері зчеплення, який генерує імпульс напруги в момент проходження в його магнітному полі сталевго штифта, укріпленого на маховику, коли поршні 1-го і 4-го циліндрів знаходяться у верхній мертвій точці; датчика кутових імпульсів КІ, який реагує на проходження зубців шестірні вінця маховика і видає контролеру інформацію про частоту обертання і кут повороту колінчастого вала двигуна; напівпровідникового датчика температури t охолодної рідини, який інформує про досягнення температури заданого рівня; датчика розрідження у впускному колекторі тензометричного типу, який інформує про навантаження двигуна.

Для керування економайзером примусового неробочого ходу ЕПНХ сигнал надходить з кінцевого вимикача КВ від дросельної заслінки. Сигнали з давачів ПВ й КІ перетворюються у прямокутні імпульси з логічними рівнями відповідно до інтегральних мікросхем; аналогічно трансформується сигнал з давача розрідження.

Система працює так. У постійному запам'ятовуючому пристрої ПЗП контролера записана інформація про оптимальний кут випередження запалювання залежно від частоти обертання колінчастого вала і навантаження двигуна. Інформація записана в двох варіантах: для характеристик холодного (температура охолоджувальної рідини нижче 65 °С) і прогрітого двигуна. Потрібна характеристика вибирається за сигналом з давача температури, який визначає заповнення 10-го розряду адреси ПЗП А10.

Процесор на мікросхемі КМ1823ВУ1 формує сигнал "Старт АЦП", за яким пристрій введення-виводу ПВВ запускає перетворювач "напруга-час" і перетворює зміну напруги давача навантаження двигуна в цифровий код. За сигналом "Кінець перетворення" встановлюється в мережі адреса ПЗП (в розрядах А5-А9) з допуском до необхідної інформації. Вимірювання навантаження двигуна і обчислення кута випередження запалювання здійснюється процесором за жорстким алгоритмом. Коли обчислений кут збігається з кутом повороту колінчастого вала, за сигналом процесора через ПВВ включається формувач імпульсів запалювання ФІЗ на мікросхемі КМ 1823АГ1, яка формує імпульси запалювання постійної щільності, що подаються через ключ СЗ на вихід блока керування.

Канали керування багатоканального комутатора вибираються за сигналом ІЗ через ключ вибору каналу ВК.

В сучасних мікропроцесорних системах запалювання з нагромадженням енергії в індуктивності розподіл високовольтних імпульсів за свічками в циліндрах здійснюється без високовольтного розподільника, і найчастіше з застосуванням двовивідних котушок запалювання КЗ. Такі системи запалювання придатні для роботи на чотиритактних двигунах з парною кількістю циліндрів (2, 4, 6, 8,...).

Іскроутворення від двовивідних КЗ в обох свічках S відбувається одночасно. При цьому одна свічка у цьому циклі робоча, інша - неробоча. Свічки встановлюються в ті циліндри, у яких поршні мають однаковий хід у всіх фазах руху. Для 4-циліндрового ДВЗ - це перший і четвертий, а також другий і третій циліндри.

Контрольні питання:

1. Чим відрізняється цифрова і мікропроцесорна системи запалювання?
2. Який принцип роботи двовивідної котушки запалювання?
3. Який принцип роботи чотиривідної котушки запалювання?
4. З чого складається електронна частина цифрової і МП системи запалювання?__