

Лекція 6.

ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДВИГУНОМ

Частина 1

Електронна система управління двигуном (ЕСУД) заснована на цифровому управлінні виконавчими пристроями, що входять до складу різних систем двигуна. Це управління виконується за допомогою мікроконтролера на вхід якого приходять сигнали від ряду датчиків. У мікроконтролері встановлено відповідне програмне забезпечення. Така структура управління роботою автомобільного двигуна дозволяє істотно поліпшити економічність і зменшити шкідливі викиди. Крім того підвищується потужність і крутний момент ДВЗ.

Використання цифрового керування двигуном дозволяє максимально оптимізувати роботу останнього. З'являється можливість враховувати стан навколишнього середовища, якості палива, ступінь зносу двигуна, впровадження водія через педалі акселератора і гальма, перемикання передач, роботу електроспоживачів і т.п.

Електронне урядування уприскуванням палива і запаленням практично забезпечує оптимальний склад паливо-повітряної суміші, необхідні момент і енергію іскроутворення. ЕСУД в кінцевому рахунку знижує токсичність відпрацьованих газів при одночасному поліпшенні робочих показників двигуна в цілому. Іншими словами, вдається домогтися паливної економічності, домогтися поліпшення динамічних показників двигуна і їздових якостей автомобіля. Гарна прийомистість і економічність двигуна досягається максимальним використанням антидетонаційних властивостей бензину, що вдається за допомогою зворотного зв'язку і процесу навчання з використанням датчика детонації. Датчик контролює жорсткість згоряння (швидкість наростання тиску в циліндрі), повідомляє про це блоку управління (БУ), який при необхідності коригує кут випередження запалювання (УВЗ).

Зниження токсичності відпрацьованих газів (ВГ) і одночасне підвищення економічності також забезпечується зворотним зв'язком. Лямбда-зонд стежить

за кількістю кисню в ВГ і тим самим стежить за оптимальністю процесу згоряння.

На двигунах сучасних автомобілів застосована система розподіленого впорскування палива, т. е. Для кожного циліндра використовується своя паливна форсунка. Форсунки включаються парами 1-4 і 2-3 циліндрів (порядок роботи двигуна 1-3-4-2).

Склад паливо-повітряної суміші регулюється тривалістю імпульсу, що подається на форсунки (чим довше імпульс, тим більший час форсунка відкрита і, отже, більше буде впорснуто палива). Паливо може подаватися синхронно (залежно від положення колінчастого вала) і асинхронно (незалежно від положення колінчастого вала). Останній режим використовується при пуску двигуна.

- У загальному випадку **ЕСУД виконує наступне:**
- керує моментом і тривалістю уприскування палива;
- управляє часом накопичення енергії в котушках запалювання і моментом запалювання;
- управляє частотою обертання колінчастого вала на режимі холостого ходу;
- управляє електричним бензонасосом;
- управляє електровентилятором системи охолодження;
- управляє електроклапаном продувки адсорбера;
- управляє контрольної лампою або лампою діагностики («CHECK ENGINE» - перевір двигун або контроль двигуна);
- управляє муфтою компресора кондиціонера (якщо він встановлений);
- є взаємодія з протиугінною системою (якщо вона встановлена);
- формує діагностичні коди несправності і взаємодіє зі сканируючими тестерами, які показують їх;
- формує сигнали швидкості автомобіля, витрати палива і т. д. для маршрутного комп'ютера (якщо він встановлений);
- формує сигнал частоти обертання колінчастого валу для тахометра.

Виконання всього перерахованого здійснюється за результатами обробки інформації про контрольовані параметри, що надходять від датчиків.

Контрольовані ЕСУД параметри:

- положення колінчастого валу (в кутових градусах до ВМТ в 1-м циліндрі);
- частота обертання колінчастого валу;
- масова витрата повітря;
- температура охолоджуючої рідини;
- положення дросельної заслінки;
- напруга бортової мережі;
- швидкість автомобіля;
- наявність детонації;
- вміст кисню у відпрацьованих газах;
- наявність запиту на включення кондиціонера (якщо він встановлений);
- пароль протиугінною системи на дозвіл пуску двигуна (якщо є іммобілайзер).

Значення всіх перерахованих параметрів надходять в блок управління ЕСУД, де відбувається їх обробка і формування команд управління виконавчими пристроями (форсунками, модулем запалювання, бензонасосом і т. д.). У загальному випадку ЕСУД складається з блоку управління, датчиків (які повідомляють інформацію в блок управління), керованих пристроїв (які отримують команди від блоку управління), допоміжних пристроїв (головне реле, реле включення бензонасоса, реле включення електроventильатора системи охолодження і запобіжників). Елементи ЕСУД розташовані в моторному відсіку. Структурна схема ЕСУД показана на рис. 1. Основним елементом системи є мікроконтролер, званий також іноді мікропроцесором, електронним блоком управління і т. д. Далі будемо його називати блок управління (БУ).

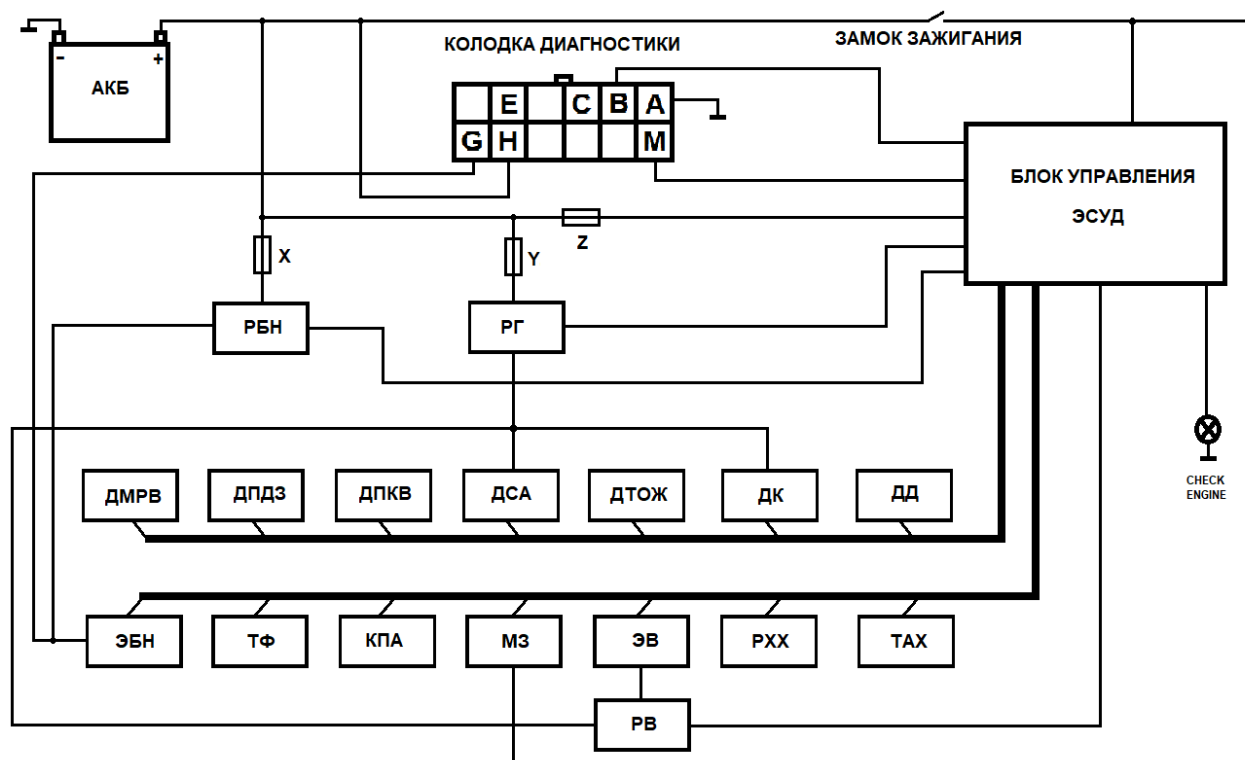


Рис.1. Структурна схема ЕСУД

На рис.1 використані наступні позначення: ДМРВ - датчик масової витрати повітря, ДПДЗ - датчик положення дросельної заслінки, ДПКВ - датчик положення колінчастого валу, ДСА - датчик швидкості автомобіля, ДТОЖ - датчик температури охолоджуючої рідини, ДК - датчик кисню, ДД - датчик детонації, ЕБН - електробензонасос, ТФ - паливні форсунки, КПА - клапан продувки адсорбера, МОЗ - модуль запалювання, ЕВ - електроventильатор, РВ - реле вентилятора, РХХ - регулятор холостого ходу, ТАХ - тахометр, РБН - реле бензонасоса, РГ - головне реле, АКБ - акумулятор, X, Y, Z - запобіжники відповідно X, Y, Z.

На рис. 1 товстими лініями виділені джгути, в які зібрані дроти передають сигнали від датчиків (ДМРВ, ДПДЗ, ДПКВ, ДСА, ДТОЖ, ДК, ДД) і дроти по яких передаються сигнали від блоку управління до виконавчих пристроїв (ЕБН, ТФ, КПА, МОЗ, ЕВ, РВ, РХХ, ТАХ).

Датчики ЕСУД

Призначення датчиків формувати електричні сигнали, що несуть інформацію про поточні значення контрольованих параметрів. Почнемо з розгляду датчика масової витрати повітря.

Датчик масової витрати повітря

Сучасною модифікацією ДМРВ став плівковий датчик (Hot Film Air Flow Sensor, датчик витрати повітря з гарячою плівкою). Принцип його роботи заснований на охолодженні сенсора у вигляді керамічної пластинки повітрям. На керамічну пластинку (підкладку) встановлюються нагрівальний елемент і температурний сенсор у вигляді платинового напилення. Керамічна підкладка з напиленням встановлюється в повітряному каналі, через який проходить тільки вхідний потік повітря (вимірювання виходять більш точними за рахунок відсутності зворотних повітряних хвиль від працюючих клапанів і поршнів двигуна). Завдяки цьому в плівкових елементах також зменшується проблема забруднення: пил і моторне мастило не потрапляють на них. У плівкових сенсорах враховується і щільність повітря, яка також впливає на швидкість охолодження нагрівального елемента.

Оскільки датчики чутливі до забруднень, їх встановлюють в повітроводі після повітряного фільтра перед дросельною заслінкою. Сам датчик розташований в корпусі - пластиковій трубці, закритій з одного боку сітчастим фільтром, що запобігає завихренню повітряного потоку.

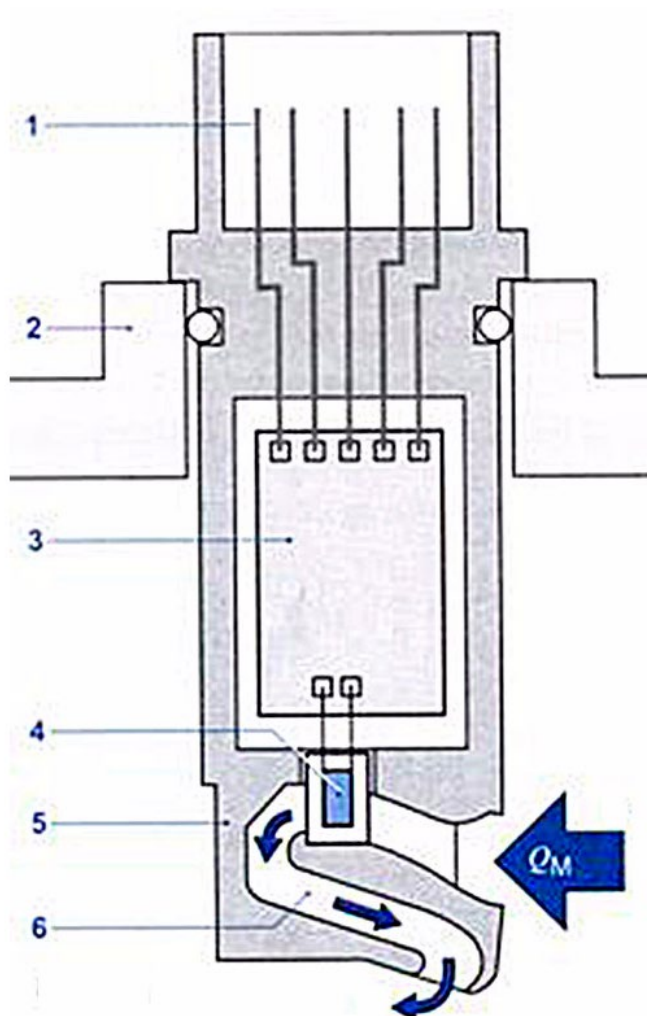


Рис.2. Схема датчика НФМ. 1. Електричний роз'єм. 2. Зовнішній корпус. 3. Електронна схема. 4. Керамічна підкладка з напленням. 5. Корпус датчика. 6. Канал повітряного потоку.

Датчик положення дросельної заслінки

ДПДЗ зчитує інформацію про те, наскільки сильно відкрита заслінка, і наскільки швидко вона відкрита. ДПДЗ передає цю інформацію на блок управління двигуна, щоб той міг розрахувати кількість палива, необхідного для складання повноцінної паливно-повітряної суміші, і встановити правильний кут випередження запалювання, поки заслінка перебуває саме в такому положенні.

Резистивні ДПДЗ (рис. 3). Виконані у вигляді змінного резистора, доріжки якого схильні до механічного зносу, часто вимагають заміни на пробігу до 50 000 км;

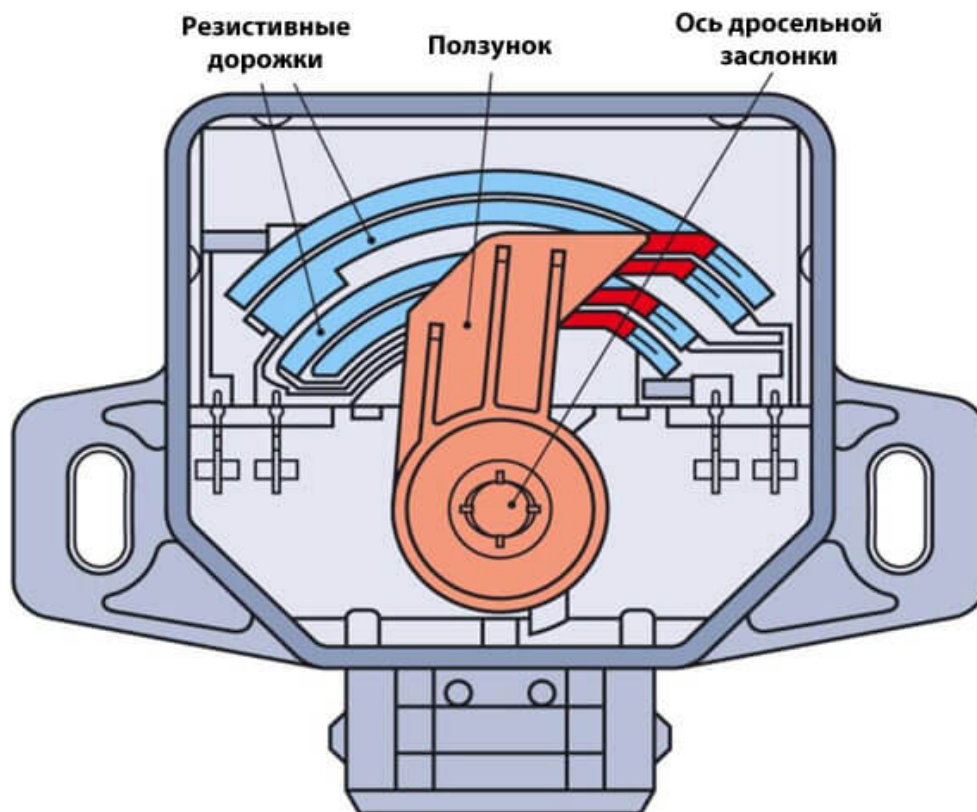


Рис.3. Конструкція резистивного ДПДЗ

Безконтактні (магніторезистивні) ДПДЗ виконані на основі датчика Холла з рухомим магнітом. В силу своїх конструктивних особливостей, вони мають набагато більшою стійкістю до механічного впливу, тому їх ресурс зазвичай не менше ресурсу автомобіля.

Як правило, всі ДПДЗ встановлюються на корпусі самої дросельної заслінки, але з протилежного боку від її приводу. При цьому датчик зв'язується з самої віссю дроселя за допомогою механічного з'єднання.

Датчик положення колінчастого валу

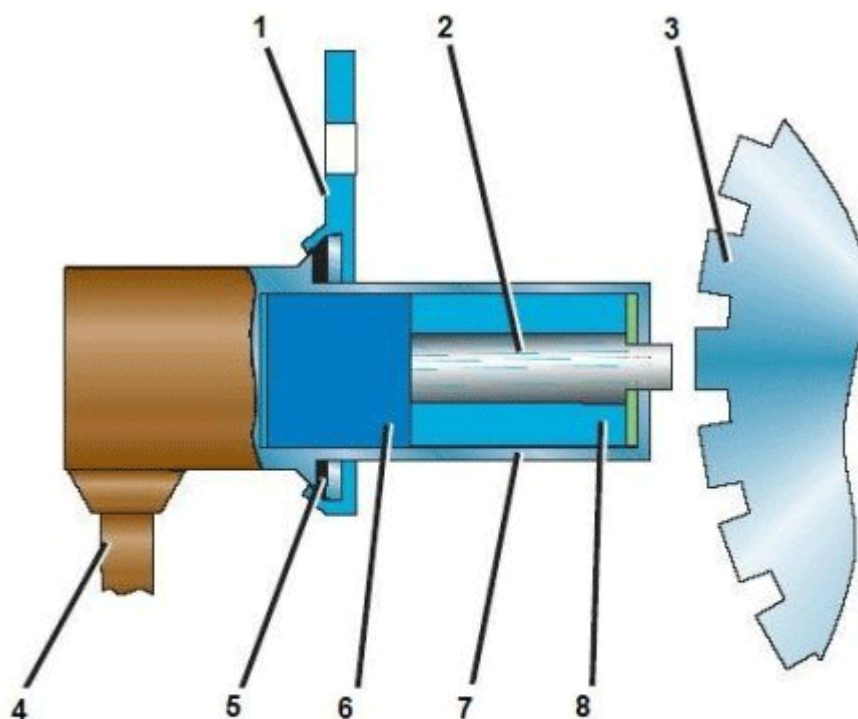
Незалежно від типу і конструкції, датчики положення колінвалу складаються з двох деталей: датчик положення, та диск синхронізації.

ДПКВ поміщений в пластиковий або алюмінієвий корпус, який за допомогою кронштейна монтується поруч з диском. На датчику передбачений стандартний електричний роз'єм для підключення до електроустаткування

автомобіля, роз'єм може розташовуватися як на корпусі датчика, так і на власному кабелі невеликої довжини. Датчик фіксується на блоці двигуна або на спеціальному кронштейні, він розташовується навпроти диска і в процесі роботи здійснює відлік його зубців.

Диск - це шків або зубчасте колесо, по периферії якого розташовані зубці. Для формування початку відліку два зуба підряд на ньому пропущені. Диск жорстко закріплений на шківі колінвала або безпосередньо на колінвалу, що забезпечує обертання обох деталей з однаковою частотою. Іноді замість диска використовують вінець маховика, але в цьому випадку потрібно ще датчик верхньої мертвої точки для формування сигналу початку відліку.

В основі роботи датчика можуть лежати різні фізичні явища і ефекти, найбільш широкого поширення набули індуктивні датчики.



Индуктивный датчик положения коленчатого вала: 1 - кронштейн крепления; 2 - магнитный сердечник; 3 - задающий диск (диск синхронизации); 4 - провод; 5 - уплотнитель; 6 - магнит; 7 - корпус; 8 - обмотка

Рис.5. Конструкція індуктивного датчика положення колінчастого вала

Індуктивний (магнітний) ДПКВ. В основі пристрою лежить підмагнічений феромагнітний сердечник, з обмоткою (катушкою). Робота датчика заснована на ефекті електромагнітної індукції. У стані спокою магнітне поле в датчику постійно і в його обмотці немає струму. При проходженні поруч з магнітним сердечником металевого зубця диска магнітне поле навколо сердечника змінюється, що призводить до індукування струму в обмотці. При обертанні диска на виході датчика виникає змінний струм тієї чи іншої частоти, який використовується БУ для визначення частоти обертання колінвалу і його положення. На початку відліку (в місці пропуску зубів) виникає сигнал підвищеної амплітуди. Це найбільш простий по конструкції датчик, він знаходить найширше застосування на всіх типах двигунів. Перевагою пристроїв цього типу є їх робота без подачі живлення.

Датчик швидкості автомобіля

Датчик швидкості автомобіля (рис.6) встановлюється на всіх сучасних автомобілях і служить для вимірювання швидкості автомобіля і передачі цієї інформації на БУ. Ця інформація потрібна для роботи спідометра і використовується в режимі примусового холостого ходу ДВЗ.



Рис.6. Датчик швидкості автомобіля

Робота датчика швидкості заснована на застосуванні ефекту Холла: або магніторезистивних елементів. Приводная вісь такого датчика сполучається з веденим валом коробки передач за допомогою шестерні. На даній осі закріплений багатополісний кільцевої магніт, який формує при своєму обертанні магнітний потік, що впливає на датчик Холла або магніторезистивний датчик. Датчик подає на контролер імпульсний сигнал. При цьому частота імпульсів прямо пропорційна швидкості, з якою обертаються колеса. Блок управління двигуном отримує сигнали від датчика швидкості, вираховує інтервал між імпульсами і відповідно до цього обчислює швидкість автомобіля. На кожен кілометр шляху датчик швидкості видає приблизно 6 тисяч імпульсів.

Датчик температури охолоджуючої рідини

ДТОЖ (рис. 7) використовує термістор з негативним температурним коефіцієнтом, тобто його опір зменшується при збільшенні температури. Встановлено на зворотному патрубку між блоком циліндрів і термостатом.

ДТОЖ отримує живлення від БУ напругою 5 В. Температура розраховується БУ за величиною падіння напруги. При температурі охолоджуючої рідини 0 ° С напруга сигналу ДТОЖ вище 4 В, а при нормальній робочій температурі напруга сигналу стає менш 2 В.

Сигнал ДТОЖ використовується БУ для оптимізації тривалості імпульсу впорскування палива і коригування моменту запалювання (УОЗ).

Якщо ДТОЖ несправний, БУ розраховує температуру охолоджуючої рідини по часу роботи двигуна з моменту пуску і по сигналу ДМРВ. Розрахунки дуже приблизні тому такий режим вважається резервним (аварійним).

При виникненні несправності ланцюгів ДТОЖ блок управління через певний час заносить в оперативну пам'ять (ОЗП) її код і включає контрольну лампу «CHECK ENGINE», сигналізуючи про неполадку.

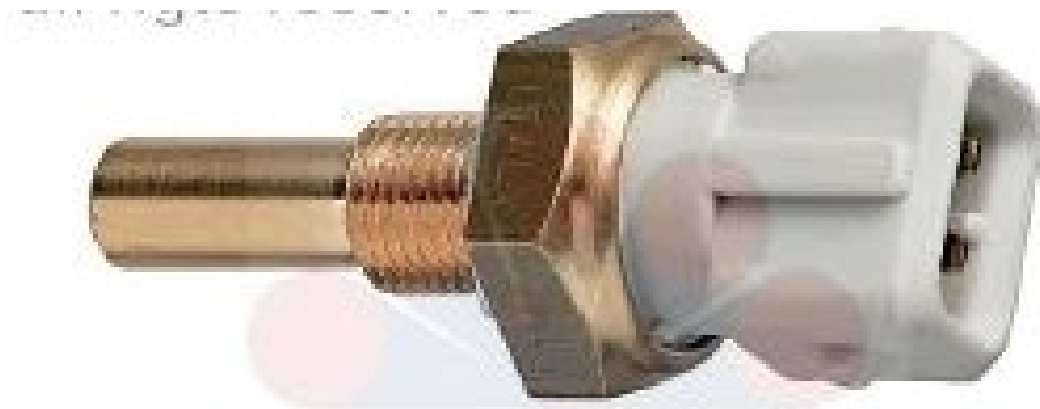


Рис.7. Датчик температури охолоджуючої рідини

Датчик детонації

Детонація, тобто вибуховий займання робочої суміші в циліндрах двигуна, викликає сильну вібрацію і перегрів двигуна, що може привести до механічного руйнування його деталей. В основі роботи сучасних датчиків детонації лежить явище п'єзоелектричного ефекту (виникнення електричних зарядів при деформації п'єзоелемента). При роботі двигуна в режимі детонації виникають сильні вібраційні і термічні навантаження на деталі двигуна. Робота двигуна з

детонацією може привести до руйнування деталей двигуна (наприклад: поршня, прокладки головки блоку і ін.).

Датчик детонації встановлений на блоці циліндрів. За сигналами датчика детонації блок управління через зворотній зв'язок зменшує кут випередження запалювання до припинення детонації. При виході з ладу датчика або його електричних ланцюгів блок управління сигналізує водієві включенням контрольної лампи CHECK ENGINE.

Пристрій п'єзоелектричного датчика детонації показано на рис.8.

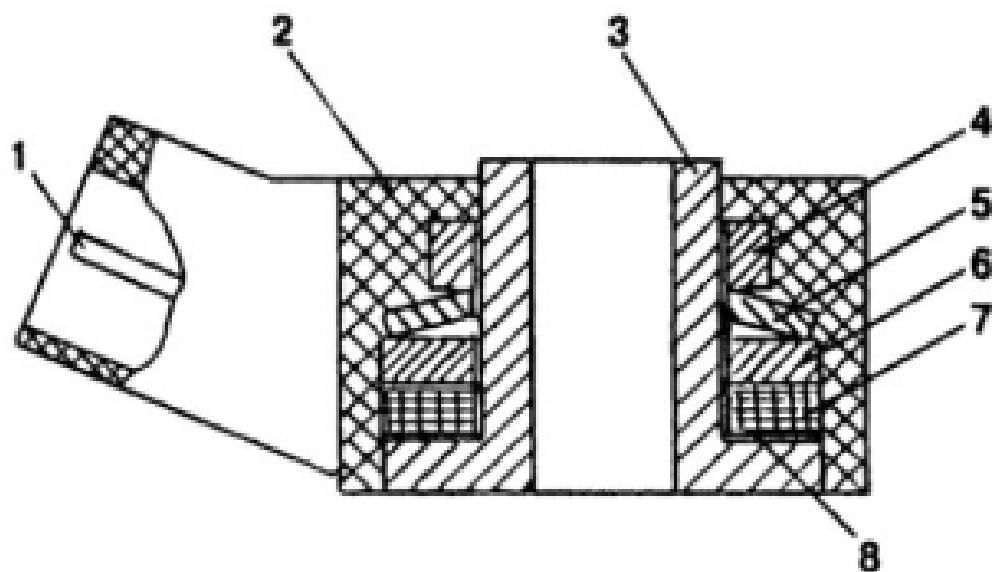


Рис. 8. Датчик детонації

1 - штекер; 2 - ізолятор; 3 - корпус; 4 - гайка; 5 - пружна шайба; 6 - інерційна шайба; 7 - п'єзоелемент; 8 - контактна пластина

Основними елементами датчика є: п'єзоелемент 7 і інерційна маса (шайба) 6. При роботі двигуна виникає вібрація його деталей. Інерційна маса 6 датчика впливає на п'єзоелемент 7 і в ньому виникають електричні сигнали певної величини.

Виникнення детонації в роботі двигуна призводить до різкого збільшення вібрації, що викликає збільшення амплітуди напруги електричних сигналів датчика. Електричні сигнали датчика передаються в блок управління. Датчик

детонації підключається до електричного джгута системи управління за допомогою з'єднувача так, як показано на рис. 9.

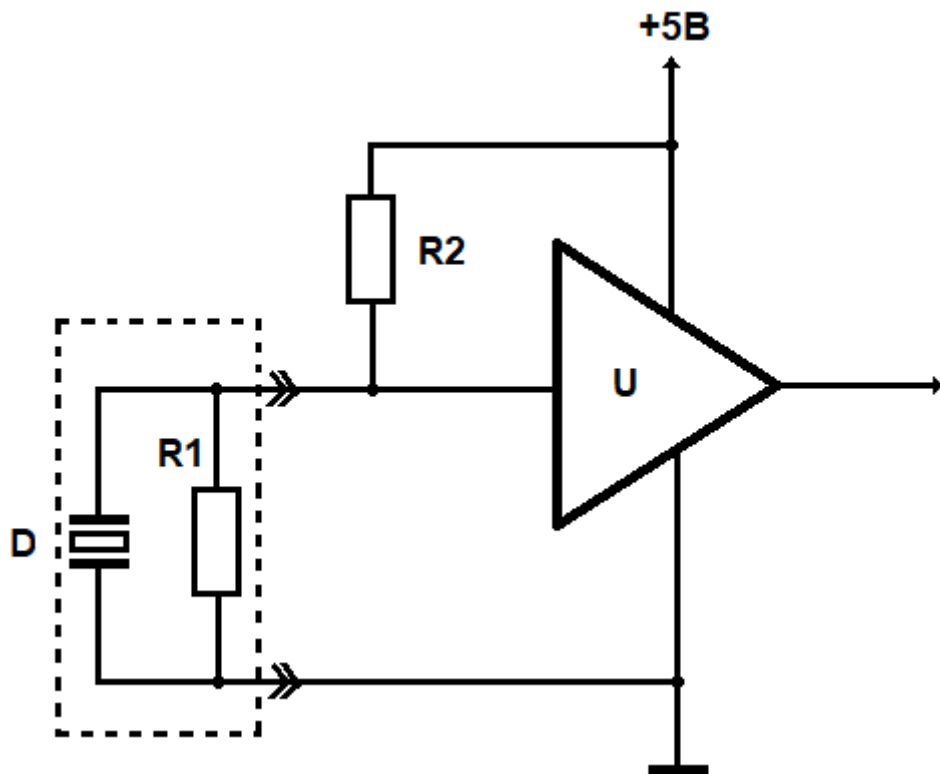


Рис. 9. Схема підключення датчика детонації.

Паралельно п'єзоелементу підключений резистор R1 і разом з резистором R2 вони підключені до високоомного входу підсилювача U. П'єзоелектричний кристал під час вібрації генерує напругу і через підсилювач U вона подається на блок управління. Блок управління обробляє отриманий сигнал і коригує кут випередження запалювання для усунення детонації. При відсутності детонації на виході датчика діє постійна напруга +2,5 В, одержувана в результаті роботи ділянки з резисторів R1 і R2. Сигнал детонації змінюється в обидві сторони від цього рівня (в діапазоні 0 ... 5 В). П'єзоелемент не пропускає постійного струму, тому діагностування ланцюга датчика утруднено. У разі обриву в ланцюзі датчика напруга на вході в блок управління стає рівним +5 В, а в разі короткого замикання дорівнює нулю.

У разі виявлення несправності блок управління істотно знижує кути випередження запалювання на більшості режимів роботи двигуна для гарантованого недопущення детонації. Показники потужності та економічні характеристики автомобіля при цьому погіршуються, але значно знижується ризик пошкодження деталей двигуна.