

ЕЛЕКТРОННИЙ БЛОК УПРАВЛІННЯ ДВИГУНАМИ

Зайцев І.С., ст. гр. А 12-19

Костікова М.В. – керівник канд. техн. наук, доцент
ХНАДУ

Вступ

Пристрій електронний блок керування двигуном. Електронний блок керування двигуном (ЕБУ, ЕСУД, контролер)

Жоден сучасний автомобіль не може функціонувати без ЕБУ. Електронний блок керування двигуном, по суті, є «мозком» транспортного засобу, дозволяючи найбільш оптимальним чином здійснювати процедуру управління двигуном.

Для початку розберемося з тим, що таке ЕБУ, де він може стояти в машині і для чого потрібно це пристрій. Нижче наведені фото девайса. В першу чергу розглянемо основні функції, що виконує цей девайс.

Функції

У сучасних автомобілях все більше вузлів і систем отримують електронне управління. Підхід виробників виправданий прагненням підвищити ефективність агрегатів, забезпечити економічність експлуатації, надати водієві та пасажиром максимум комфорту. Синхронізація роботи пристроїв і контроль режимів практично неможливі без використання мікропроцесорів і мікроконтролерів. У машині ці функції виконує бортовий комп'ютер.

Він являє собою сукупність електронних блоків, які здійснюють управління двигуном, трансмісією, гальмівною системою, ходовою частиною, деталями конструкції кузова (наприклад, дверима), кліматом в салоні і т. д. Найчастіше окремі модулі об'єднуються в один блок. Пристрій, на яку покладено основні функції управління, отримало узагальнена назва ЕБУ (електронний блок управління) або контролер.

Функції ЕБУ зводяться в три основні групи:

- опитування датчиків, отримання сигналів і їх обробка (наприклад, перетворення аналоговий в цифровий вигляд);
- розрахунок керуючих впливів відповідно до закладених алгоритмами;
- видача сигналів управління на виконавчі механізми.

Фактично ЕБУ сучасних автомобілів управляє всіма процесами – від регулювання швидкості обертання валу і перемикання передач в АКПП, до напрямку та інтенсивності світлового потоку фар і відкривання дверей (в деяких випадках контролером реалізується навіть функції розважального центру).

Для забезпечення функціонування вузлів і агрегатів автомобіля, блок управління проводить збір і обробку сигналів наступних датчиків:

- Температури – двигуна, рідини в системі охолодження, навколишнього середовища.
- Витрати повітря і подачі палива.
- Режиму холостого ходу.
- Положення автомобіля на смузі, антиізноса, АБС і інших систем безпеки.
- Швидкості, кількості оборотів двигуна, положення коленвала і распредвалов.
- Нахилу дросельної заслінки і положення педалі газу.
- Тиску рідини в гальмівній системі.
- Клімату в салоні і датчиків кондиціонера.
- Гідропідсилювача або електричного підсилювача керма.
- Напруги в бортовій мережі автомобіля.

Набір оброблюваних сигналів залежить від моделі та модифікації авто (наприклад, для позашляховиків з пневматичною підвіскою потрібно контроль її стану). У найбільш престижних марках і комплектаціях число опитуваних датчиків складає кілька десятків.

Пристрої, якими управляє ЕБУ:

- дросельна заслінка і елементи системи подача повітря (наприклад, турбокомпресори);

- пристрій системи подачі палива (інжектори, форсунки, коли уприскування палива здійснюється під контролем електроніки);
- система управління фазами газорозподілу;
- електронні розподільники системи запалювання;
- вентилятор системи охолодження;
- соленоїди і клапани для перемикання передач в автоматичних і роботизованих коробках;
- муфти блокування диференціалів;
- грубка, кондиціонер і інші пристрої клімат-контролю;
- головне світло, освітлення салону;
- склопідйомники;
- елементи електрообладнання автомобіля.

Електронний блок керування двигуном призначений для прийому вступників імпульсів і їх обробки, а також подальшого перенаправлення сигналів на всілякі регулятори і датчики. Інформація, яку приймає електронна система управління двигуном, обробляється за певним алгоритмом. Згодом ЕБУ двигуна створює необхідні команди для складових компонентів виконавчого типу.

Завдяки тому, що в транспортному засобі є електронний блок керування двигуном, система дозволяє оптимізувати основні параметри роботи мотора, а саме: контролювати показник крутного моменту; оптимізувати потужність ДВС для оптимальної роботи; здійснювати контроль складу відпрацьованих газів; оптимізувати витрату палива.

Ці функції є одними з найбільш основних, але в залежності від моделі блок може бути доповнений іншими функціями. Крім того, саме блок керування двигуном дозволяє здійснити діагностику більшості систем транспортного засобу при виявленні поломок. Якщо ви помітили, що на приладовій панелі загорілася лампочка СНЕСК, це свідчить про те, що в роботі тих чи інших систем ЕБУ зафіксував помилку.

Щоб отримати точну інформацію про несправності, необхідно провести діагностику блоку і вважати отримані коди несправностей. Контрольна лампа системи управління двигуном дозволяє вчасно виявити поломку і виправити проблему.

Блок керування двигуном розташований в торпеді автомобіля. На більшості транспортних засобів його розташування саме таке, зокрема, ЕБУ стоїть посередині, усередині центральної консолі. Однак, електронне управління двигуном не дозволяє захистити авто від угону і крадіжки. Для цього необхідно застосовувати додаткові заходи безпеки.

Компоненти

З яких же елементів складається електронний пристрій для управління автомобільним ДВС: програмне забезпечення; апаратне забезпечення.

Безпосередньо саме програмне забезпечення складається з декількох модулів обчислювального типу:

Контрольний. Даний компонент спочатку налаштований на діагностику, перевірку та інспектування вихідних імпульсів. Крім того, контрольний модуль дозволяє коригувати сигнал, якщо це потрібно. Слід зазначити, що контрольний компонент програмного забезпечення при необхідності зможе навіть заглушити двигун.

Функціональний. Основним призначенням функціонального модуля є отримання імпульсів, які надходять від різних регуляторів і датчиків. Після отримання сигналу функціональний модуль здійснює його обробку, в подальшому формуючи необхідні команди для обладнання і пристроїв виконавчого типу.

Що стосується апаратного забезпечення, то до його складу входять різні електронні компоненти – мікропроцесори, плати і т. д. Встановлений в ЕБУ аналогово-цифровий перетворювач дозволяє ловити аналогові імпульси, що надходять на пристрій від різних регуляторів. Надалі цей перетворювач переводить сигнали в цифровий формат, на який, власне, і орієнтований основний мікропроцесор.

У тому випадку, якщо є необхідність в зворотному перетворенні сигналів, які лунають із боку процесора, то елемент перетворює і їх. Крім цього, на блок надходять і інші сигнали імпульсного типу, що проходять спочатку через перетворювач, який переводить їх формат в цифровий.

Захист ЕБУ в автомобілі від угону полягає в установці спеціального резервуара або сейфа, який не дозволить зловмиснику підключитися до двигуна.

Взаємозамінність ЕБУ – це, звичайно, добре, адже в разі поломки пристрою автовласник завжди зможе замінити його на нове. Однак через це ж у злочинця є можливість відключити автомобільний блок і встановити свій власний, який дозволить обійти систему від викрадення авто.

Принцип роботи

Що стосується принципу роботи, то схема ЕБУ дозволяє здійснювати прийом імпульсів від регуляторів, яких в цілому може бути не один десяток: це сигнали про витрату повітря; параметри, що надходять з кисневого датчика; дані про стан і частоті обертання коленвала; імпульси про нерівності траси і т. п.

Крім того, що блок здійснює обробку імпульсів, він також відправляє їх до різних приладів:

На запалювання автомобіля. Залежно від типу двигуна, це може бути як одна, так і декілька котушок. Як відомо, призначення запалювання полягає в своєчасній подачі іскри від свічки на циліндри ДВС.

Доданий індикатор на панелі приладів – цей елемент призначений для видачі повідомлень водієві і наявності помилок. Помилки можуть стосуватися не тільки мотора, але і ЕБУ.

На форсунки мотора, дозволяють зробити впорскування горючої суміші в циліндри агрегату. В даному випадку частота зміни обсягу суміші може змінюватися, оскільки це залежить від різних умов.

Основну роль в даному випадку відіграють характеристики форсунок, зокрема, як вони реагують на зміни команд від блоку, а також швидкість їх роботи.

Тестери. Завдяки тестерам автовласник може підключитися до блоку управління і зробити діагностику складових мотора (автор відео - VideoMix).

Плюси і мінуси електронного блоку управління двигуном

Почнемо з *плюсів*:

1. Блок дозволяє оптимізувати динамічні параметри транспортного засобу.
2. Зниження витрати повітря.
3. Простота запуску двигуна.
4. При використанні блоку у водія відпадає необхідність регулювання параметрів ДВС вручну
5. В теорії завдяки використанню ЕБУ можливо домогтися підвищення параметрів екологічної чистоти.

Що стосується *недоліків*:

1. Самі блоки досить дорогі за своєю вартістю. Якщо пристрій зламається, відремонтувати його, найімовірніше, не вийде, необхідно буде тільки здійснювати заміну.
2. Для діагностики стану роботи мотора і інших систем авто необхідне спеціальне обладнання, вартість якого досить висока. Крім того, для цього необхідно володіти певними навичками.
3. Для правильної роботи пристрою ланцюг електроживлення повинна бути найбільш надійною.
4. В автомобіль завжди потрібно заправляти тільки якісне паливо.

Що таке ЕБУ

Електронний блок керування двигуном (ЕБУ) – «комп'ютер», керуючий всією системою автомобіля. ЕБУ впливає як на роботу окремого датчика, так і на весь автомобіль. Тому, електронний блок керування двигуном дуже важливий в сучасному автомобілі.

Електронна система управління двигуном (ЕБУ, ЕСКД) кріпиться під центральною торпедою панелі приладів вашого автомобіля. Щоб отримати доступ до нього, потрібно відкрутити кріплення бокового каркаса торпеди хрестової викруткою.

Електронний блок керування двигуном протягом всієї роботи двигуна отримує, обробляє, керує системами і датчиками, що впливають як на роботу двигуна, так і на другорядні елементи двигуна (система вихлопу).

Контролер користується даними наступних датчиків: датчик положення колінчастого вала; датчик моментального витрати повітря; датчик температури охолоджуючої рідини; датчик положення дросельної заслінки; датчик кисню; датчик детонації; датчик швидкості і інші датчики.

Отримуючи даний від джерел, перерахованих вище, ЕБУ контролює роботу наступних датчиків і систем: паливний насос, регулятор тиску, форсунки; система запалювання; ДХХ, РХХ; адсорбер; вентилятор радіатора; система самадіагностування.

Так само, ЕСУД (ЕБУ) має три види пам'яті:

1. Програмований постійний запам'ятовуючий пристрій (ППЗУ). Містить в собі так звану прошивку, тобто програму, в яку забиті основні показання калибровок, алгоритм управління двигуном. Дана пам'ять не стирається при відключенні живлення і є постійною. Піддаються перепрограмуванню.

2. Оперативна пам'ять (ОЗУ). Являє собою тимчасову пам'ять, в якій зберігаються помилки системи, вимірювані параметри. Дана пам'ять стирається при відключенні харчування.

3. Електрично репрограмуємою пристрій (ЕРПЗУ). Даний тип пам'яті, можна сказати, є охороною автомобіля. У ній тимчасово зберігаються коди і паролі протиугінною системи автомобіля. Імобілайзер і ЕРПЗУ порівнюються даними, після чого можливий пуск двигуна.

Відрізняються такі види апаратної реалізації: одночасного впорскування; попарно-паралельного впорскування; фазованого впорскування.

Типи контролерів: Bosch MP7.0, Bosch M7.9.7, Январь 7.2., M7.3. та інші.

Діагностика ЕБУ – читання помилок, записаних в пам'яті контролера. Читання виконується за допомогою спеціального обладнання: ПК, шлейф і т. д. через діагностичну К-лінію. Так само можна обійтися і бортовим комп'ютером, який має функції читання помилок ЕСУД.

Карбюраторні автомобілі йшли з конвеєра без мізків, так як все управління в них реалізовано механічно. З приходом інжекторних

систем харчування машини почали наповнюватися всілякою електронікою. Обробкою інформації від датчиків і генерацією керуючих сигналів займається ЕБУ. Вихід його з ладу здатний повністю знерухомити залізного коня, тому до модуля управління слід ставитися з підвищеною уважністю.

Для правильного дозування палива, що подається, в електронний блок управління приходять інформація: частота обертання коленвала, що визначається датчиком положення; виникнення детонації в процесі експлуатації; масова витрата повітря мотором; відхилення від номінального напруги бортової мережі машини; температура в системі охолодження двигуна; яке положення займає дросель; відсоток кисню у вихлопних газах; наявність додаткових навантажень на двигун, наприклад, включення кондиціонера.

Кількість датчиків і відповідно обсяг одержуваної інформації залежить від моделі автомобіля. У бюджетних машинах ЕБУ володіє тільки основними даними. Найбільш розвинені електронні блоки збирають і оперують інформацією про кожному вузлі машини, що позначається на динамічних характеристиках і економічності авто.

Після обробки даних блок управління інжектором подає сигнали для: відкриття і закриття форсунок; контролю іскроутворення; вибору режиму роботи паливного насоса; підтримки стабільних оборотів холостого ходу; включення і виключення вентилятора системи охолодження; підключення або відключення кондиціонера електромагнітною муфтою; уловлювання парів бензину адсорбером; проведення самодіагностики агрегатів.

Робота електронного блоку управління передбачає оперування великою кількістю інформації в режимі реального часу. Неточність в будь-якому з каналів призведе до нестабільної роботи двигуна, збільшення витрати палива і втрати динамічних характеристик, тому всі виникаючі поломки в електроніці вимагають негайного усунення.

Конструктивні особливості електронного блоку управління

Для роботи з інформацією, що надходить в модуль, ЕБУ має кілька видів пам'яті:

- Алгоритм управління двигуном в залежності від режиму експлуатації знаходиться в програмованому постійному пристрої, що запам'ятовує. Тут же зберігається і основна таблиця різних калібрувань параметрів. При відключенні харчування вся інформація залишається на місці. Для видалення або перезапису використовується спеціальне обладнання, призначене для чіп-тюнінгу.

- Енергозалежна пам'ять, що зберігає тимчасові дані і оброблювану електронним модулем інформацію, називається оперативним запам'ятовуючим пристроєм. У ній відбувається фіксація і вироблення керуючих сигналів в залежності від змін параметрів, що надходять з датчиків.

- Збереження кодів і паролів відбувається в електрично репрограміруемому пристрої зберігання даних. Даний тип пам'яті є енергонезалежною, але на відміну від ППЗУ не вимагає спеціального обладнання для перезапису.

До ЕБУ пред'являються дуже високі вимоги по відношенню до наступних факторів: температурі навколишнього середовища (під час нормальної роботи повинні знаходитися в межах $-40 - + 85^{\circ}\text{C}$ для комерційних автомобілів і $-40 - + 70^{\circ}\text{C}$ для легкових автомобілів); до впливу з боку таких матеріалів, як масло і паливо тощо; до впливу до вологості навколишнього середовища; володіти механічною міцністю, наприклад, при наявності вібрацій при роботі двигуна.

Одночасно дуже високі вимоги стосуються електромагнітної сумісності та захисту від високочастотних перешкод.

ЕБУ розміщується в металевому корпусі і з'єднується з датчиками, виконавчими пристроями і джерелом живлення через багатоштирковий роз'єм. Компоненти електронної системи для безпосереднього управління виконавчими пристроями розташовуються в корпусі ЕБУ таким чином, щоб забезпечити гарне розсіювання тепла в навколишнє середовище.

Якщо ЕБУ встановлюється безпосередньо на двигуні, то відвід тепла здійснюється через вбудований в корпус ЕБУ охолоджувач, в якому постійно тече паливо (тільки для комерційних автомобілів). Більшість компонентів ЕБУ виконується за технологією SMD (Surface-Mounted Device – плати з поверхневим монтажем). Звичайна

проводка використовується тільки в деяких елементах живлення і в роз'ємах, так що тут можуть бути застосовані компактні конструкції невеликої маси.

ЕБУ отримує електричні сигнали від датчиків по проводці автомобіля і через роз'єми.

Для обмеження напруги вхідних сигналів до максимально допустимого значення в ЕБУ використовуються захисні ланцюги. Шляхом застосування пристроїв фільтрації накладені сигнали перешкод в більшості випадків відокремлюються від корисних сигналів, які, в разі необхідності, потім посилюються до допустимого рівня вхідного сигналу ЕБУ.

Формування сигналів в датчиках може бути повним або частковим, в залежності від рівня їх інтегрованості.

ЕБУ є керуючим центром системи, що є відповідальним за послідовність функціональних операцій. Керуючі функції з урахуванням і без урахування зворотного зв'язку виконуються в процесорі. Вхідні сигнали, що формуються датчиками, генераторами з очікуваними значеннями параметрів і інтерфейсами інших систем, служать як вхідні координати.

Вони піддаються подальшій перевірці на достовірність в комп'ютері. Вихідні сигнали розраховуються з використанням програм, характеристик і програмованих матриць. Мікропроцесор синхронізується кварцовим генератором.

Для забезпечення нормальної роботи мікропроцесора периферійні компоненти повинні мати можливість обмінюватися з ним даними. Це має місце при використанні адресної шини або шини передачі даних, через яку мікропроцесор видає, наприклад, адреса оперативної пам'яті (RAM), яка повинна бути в даний момент доступна.

Шина передачі даних використовується потім для передачі відповідних даних. Для того, щоб зберегти компоненти систем в дії, для адресних шин (шин передачі даних) може бути використана мультиплексная (багаторазова) передача. Тобто дані та адреси відправляються по тим же самим лініям передачі, але зміщуються один від іншого в часі.

Принцип роботи системи електронного управління

ЕБУ оцінює сигнали, отримані від зовнішніх датчиків, і ставить обмеження по допустимому рівню напруги.

Використовуючи ці вхідні дані і зберігаються в пам'яті програмовані матриці, мікропроцесор розраховує тривалість і кут випередження (момент початку) вприскування і перетворює ці дані в сигнали для характеристик як функції часу, які потім адаптуються до руху поршнів.

З огляду на високі динамічні навантаження двигуна і велику частоту обертання, потрібні високі обчислювальні можливості мікропроцесора, щоб відповідати вимогам по точності обчислень. Вихідні сигнали використовуються для запуску задають каскадів, які передають відповідну потужність для всіх виконавчих пристроїв (наприклад, електромагнітних клапанів), включаючи приводи для таких функцій двигуна, як рециркуляція ОГ і перепуск газів повз турбіни турбокомпресора, а також для додаткових функцій, як реле свічок розжарювання і кондиціонер.

Задають каскади захищаються від руйнування і пошкоджень через коротке замикання і електричної перевантаження. Сигнали про такі порушення в роботі, як обрив електричного кола, передаються назад в мікропроцесор.

Діагностичні функції каскадів електромагнітних клапанів також визначають сигнальний код несправності. Крім того, певне число вихідних сигналів надсилається іншим системам автомобіля через інтерфейс. ЕБУ також відстежує роботу всієї системи подачі палива в межах рамок концепції безпеки.

Сучасні системи електронного управління автомобілів включають такі функції: електронне управління двигуном і власне ТНВД; електронне управління перемиканням передач в трансмісії; антиблокувальну систему гальм (ABS); противобуксовочную систему (TCS); електронну систему курсової стійкості (ESP); систему управління гальмівним моментом (MSR); електронні іммобілайзери (EWS); бортові комп'ютери і т. д.

Використання зазначених функцій робить необхідним забезпечення зв'язку між індивідуальними ЕБУ за допомогою роботи в

мережі. Обмін інформацією між різними системами управління зменшує загальну кількість датчиків, активізуючи в той же час використання потенційних можливостей, властивих індивідуальним системам. Інтерфейси систем зв'язку, які були спеціально розроблені для застосування в автомобілях, можуть бути поділені на дві категорії: звичайні інтерфейси; послідовні інтерфейси, тобто CAN (Controller Area Network).

У звичайних автомобільних системах передачі даних для кожного сигналу надано один канал зв'язку. Двійкові сигнали можуть бути передані тільки як один з двох можливих – «1» або «0» (високий або низький рівень, відповідно). Прикладом тут може бути компресор автомобільного кондиціонера, який або включений (On), або вимкнений (Off).

Для передачі постійно мінливих даних, таких як сигнали датчика положення педалі акселератора, можуть бути застосовані виконавчі сигнали «ON / OFF».

Все збільшується потік даних між різними електронними бортовими системами означає, що звичайні інтерфейси не можуть більше забезпечувати задовільні характеристики передачі даних, Складність електричної проводки і розміри відповідних роз'ємів вже сьогодні є дуже складними для контролю, в той час як вимоги для обміну даними між ЕБУ все підвищуються.

У деяких моделях автомобілів кожен ЕБУ з'єднується в мережі з числом різних компонентів до 30 – надання каналів, яке практично неможливо забезпечити зі звичайною проводкою за допустиму ціну.

Проблеми, пов'язані з обміном даними при використанні численних проводів і звичайних інтерфейсів, можуть бути вирішені шляхом застосування шин передачі даних. CAN є система з шиною передачі даних, спеціально спроектована для застосування в автомобілях.

Дані транслюються в вигляді послідовної передачі, тобто елементи інформації передаються один за іншим по одній лінії (одному каналу зв'язку). ЕБУ можуть отримувати і передавати дані за умови, що вони оснащені послідовним інтерфейсом CAN.

Є чотири представлені нижче основні області застосування системи CAN в автомобілі.

1. *Мультиплексна передача.* Мультиплексна (багаторазова) передача даних зручна для використання з програмами, що здійснюють управління в замкнених або в розімкнених ланцюгах в системах бортової електроніки, включаючи системи комфорту і зручності, такі як клімат-контроль, центральний замок і регулювання сидінь.

Швидкість передачі даних зазвичай знаходиться в межах від 10 кбіт/с до 125 кбіт/с (низькоскоростна CAN).

2. *Програми мобільного зв'язку.* В області мобільного зв'язку у взаємозв'язку з центральним дисплеєм і елементами управління працюють такі компоненти, як система навігації, телефон і аудіоустановки.

Тут метою є стандартизація операційних послідовностей, наскільки це можливо, і концентрації інформації про стан систем в даний момент часу так, щоб звести до мінімуму можливість помилок водія.

Швидкість передачі даних до 125 кбіт/с. У цій області пряма трансляція аудіо та відео неможлива.

3. *Діагностичні програми.* У діагностичних цілях система CAN використовується в уже існуючій мережі для діагностики приєднаних до неї ЕБУ. Існуюча сьогодні загальна форма діагностики, яка використовує лінію «К» (ISO 9141) в подальшому виявиться недостатньою.

Швидкість передачі даних планується рівній 500 кбіт/с.

4. *Застосування систем в режимі реального часу.* Застосування систем в режимі реального часу необхідно для управління рухом автомобіля.

Такі електричні системи, як системи управління двигуном, управління перемиканням передач і електронна система курсової стійкості (ESP) працюють один з одним в мережі.

Швидкість передачі даних в межах від 125 кбіт/с до 1 Мбіт/с (високошвидкісна шина CAN) потрібно для того, щоб гарантувати швидкодію в режимі реального часу.

Стратегія роботи ЕБУ в мережі передбачає, що такі електронні системи, як електронне управління двигуном, антиблокувальна система гальм (ABS), противобуксовочная система (TCS), електронна система курсової стійкості (ESP), електронне управління перемиканням передач в автоматичній трансмісії та ін. з'єднуються одна з іншою через інтерфейс CAN.

Кожна станція (ЕБУ) обробляє тільки ті повідомлення, ідентифікація яких зберігається в їх власному переліку, які повинні бути прийняті (фільтрація повідомлень).

Література

1. Коваленко О. Л. Электронные системы автомобилей: [учебное пособие] / О. Л. Коваленко; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова. – Архангельск: ИПЦСАФУ, 2013. – 80 с.

2. ЭБУ что это такое? Электронный блок управления двигателем автомобиля [Электронный ресурс] // Информационно-аналитический автомобильный портал. – Режим доступа: <http://vodi.ru/ebu-ustroystvo-princip-raboty/>.