

В.П. Волков, д.т.н., проф.

А.В. Міщенко, інж.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет***ДІАГНОСТИКА МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ**

*На прикладі мехатронної системи керування двигуном показано особливості технології її діагностування.*

**Вступ.** Мехатроніка народилася як комплексна наука від злиття окремих частин механіки й мікроелектроніки. Її можна визначити як науку, що займається аналізом і синтезом складних систем, у яких однаковою мірою використовуються механічні й електронні керуючі пристрої.

Всі мехатронні системи автомобілів за функціональним призначенням ділять на три основні групи [1, 2]: 1) системи керування двигуном; 2) системи керування трансмісією й ходовою частиною; 3) системи керування устаткуванням салону.

Система керування двигуном підрозділяється на системи керування бензиновим і дизельним двигуном. За призначенням вони бувають монофункціональні й комплексні.

У монофункціональних системах електронний блок керування (ЕБК) подає сигнали тільки системі упорскування. Упорскування може здійснюватися постійно й імпульсами. При постійній подачі палива його кількість змінюється за рахунок зміни тиску в паливопроводі, а при імпульсному – за рахунок тривалості імпульсу і його частоти.

У комплексних системах один електронний блок керує декількома підсистемами: упорскування палива, запалювання, фазами газорозподілу, самодіагностики й ін.

Система електронного керування дизельним двигуном контролює кількість палива, що впорскується, момент початку упорскування, струм смолоскипової свічі й т.п.

В електронній системі керування трансмісією об'єктом регулювання є головним чином автоматична трансмісія. На підставі сигналів датчиків кута відкриття дросельної заслінки й швидкості автомобіля ЕБК вибирає оптимальні передаточне число трансмісії й час включення зчеплення, що підвищує паливну економічність і керованість.

Керування ходовою частиною містить у собі керування процесами руху, зміни траєкторії й гальмування автомобіля. Вони впливають на підвіску, рульове управління й гальмову систему, забезпечують підтримку заданої швидкості руху.

Керування устаткуванням салону покликано підвищити комфортабельність і споживчу цінність автомобіля. Із цією метою використовуються кондиціонер повітря, електронна панель приладів, мультифункціональна інформаційна система, компас, фари, склоочисник з переривчастим режимом роботи, індикатор перегорілих ламп, пристрій виявлення перешкод при русі заднім ходом, пристрої проти викрадення, апаратура зв'язку, центральне блокування замків дверей, склопідйомники, сидіння зі змінюваним положенням, режим безпеки й т.д.

**Мета й завдання роботи.** Та домінуюча роль, яку відіграють електронні системи в автомобілі, змушує приділяти підвищену увагу проблемам, пов'язаним з їхнім обслуговуванням. Крім цього, через те, що основні функції автомобіля стають усе більше залежними від електронних систем, ці системи повинні задовольняти досить твердим вимогам за їхньою надійністю.

Вирішення цих проблем полягає у включенні функцій самодіагностики в електронну систему. Реалізація цих функцій заснована на можливостях електронних систем, що вже використовуються на автомобілі для безперервного контролю й визначення несправностей з метою зберігання цієї інформації й діагностики.

Метою роботи є обґрунтування алгоритму проведення діагностування мехатронних систем автомобілів.

**Викладення основного матеріалу. Самодіагностика мехатронних систем автомобілів.**

Розвиток електронних систем керування двигуном і трансмісією призвів до підвищення паливної економічності, потужності, чистоти відпрацьованих газів та інших експлуатаційних властивостей автомобіля. Задача управління трансмісією полягає в передачі потужності двигуна

на ведучі колеса з урахуванням умов руху автомобіля таким чином, щоб досягти одночасно зменшення витрати палива й підвищення тягово-швидкісних властивостей автомобіля.

Для цього на підставі сигналів датчиків швидкості автомобіля, системи подачі палива й різних вимикачів електронний блок керування визначає стан автомобіля й розраховує моменти перемикання передач, включення й виключення зчеплення й видає сигнали на перемикання виконавчих механізмів

системи приводів керованих об'єктів.

Закони керування (програми) перемикання передач в автоматичній трансмісії забезпечують оптимальну передачу енергії двигуна колесам автомобіля з обліком необхідних тягово-швидкісних властивостей і економії палива. При цьому програми досягнення оптимальних тягово-швидкісних властивостей і мінімальної витрати палива відрізняються одна від одної, тому що одночасне досягнення цих цілей не завжди можливо. Тому залежно від умов руху й бажання водія можна вибрати за допомогою спеціального перемикача програму «економія» для зменшення витрати палива, програму «потужність» – для поліпшення тягово-швидкісних властивостей або програму «ручне», щоб перейти на перемикання передач водієм.

На рис. 1 наведена структурна схема самодіагностики мехатронних систем автомобілів.



Рис. 1. Структурна схема самодіагностики мехатронних систем автомобілів

Електронний блок керування (ECU) робить самоперевірку свого функціонування в такий спосіб: програмувальні чипи пам'яті забезпеченні тестовими комбінаціями, які можуть відновлюватися й використовуватися з метою порівняння. Для запам'ятовувальних пристроїв застосовується порівняння з підсумковими даними випробувань для гарантії того, що всі дані й програми зберігаються в цих пристроях правильно.

Можливості самодіагностики включають: ідентифікацію системи і ECU; розпізнання, зберігання й зчитування інформації про статичні й одиничні порушення роботи; зчитування поточних реальних даних, що включають умови навколишнього середовища й специфікації; моделювання функцій системи; програмування параметрів системи.

Окремі програми для випробувального блока зберігаються у модулях, що підключаються, у той час коли коректування й передача даних у системі здійснюються за допомогою інтерфейсу даних.

Бортова система контролю й діагностики (БСКД), наприклад автомобіля МАЗ, призначена для:

- забезпечення діагностування бортових електронних систем по інтерфейсу ISO 9141 безпосередньо на автомобілі;
- контролю осьового навантаження й режимів роботи автомобіля;
- відліку поточного часу й відповідно відображення контрольованих параметрів і поточного часу на ЖК-індикаторі (екрані) блока контролю, встановленого на панелі приладів без застосування зовнішніх пристроїв.

Система БСКД дозволяє зробити діагностику електронних систем автомобіля (ABS/ASR, ECAS, EDC двигуна) по протоколу ISO 9141. Діагностика містить у собі читання даних з енергонезалежної пам'яті електронних блоків: серійний номер блока; версія програмного забезпечення блока; дата виготовлення блока; читання пам'яті помилок; стирання пам'яті помилок.

Процес діагностики починається з ініціалізації систем – виявлення їх у складі електроустаткування автомобіля. При успішній ініціалізації можливо: прочитати пам'ять помилок; зробити стирання пам'яті помилок; переглянути дані наступної виявленої системи або вийти в головне меню; змінити показання обраного розряду; здійснити корекцію поточного часу; зробити корекцію поточної дати й виконати ряд

додаткових функцій.

Однієї з важливих особливостей двигуна MAN D 2866-LF2 є наявність Electronic Diesele Control (EDC) – електронної системи керування (ЕСК) з убудованою системою діагностики. При кожному включенні або вимиканні замка включення стартера й приладів, а також протягом усього періоду роботи двигуна за допомогою ЕСК здійснюється діагностика стану електричних ланцюгів і параметрів убудованих датчиків (температури, тиску наддування й т.д.) і виконавчого механізму подачі палива двигуна. У випадку виникнення несправностей або порушення заданих параметрів загоряється контрольна лампа, коректується режим роботи двигуна (наприклад, зменшується подача палива, знижується потужність) і записується код несправностей на згадку електронного блока керування (ЕБК).

Коди несправностей записуються у двох мікросхемах пам'яті. Одна з мікросхем пам'яті містить коди, інша – інформацію про несправності, яку можна вважати й стерти тільки за допомогою комп'ютерної контрольно-діагностичної системи MAN-CATs. Стирання вмісту пам'яті першої мікросхеми не впливає на зміст пам'яті другої мікросхеми. Одночасно в пам'яті однієї мікросхеми може втримуватися інформація тільки про п'ять несправностей. При усуненні (зникненні) несправності, записаної один раз у пам'яті мікросхеми, інформація про неї автоматично стирається з пам'яті обох мікросхем (якщо протягом 100 включень або вимикань замка включення стартера й приладів дана несправність не повторювалася).

Найпростіша діагностика несправностей EDC може бути зроблена натисканням кнопки діагностики EDC панелі приладів. При цьому коди несправностей визначаються за числом й тривалістю спалахів контрольної лампи "EDC", а види несправностей визначаються по таблицях кодів.

Поглиблена діагностика й установка параметрів (параметрування) системи можуть бути зроблені за допомогою комп'ютерної контрольно-діагностичної системи (КДС) MAN-CATs.

Спрощена діагностика несправностей може здійснюватись за допомогою світлових миготливих кодів. Діагностика несправностей за допомогою світлових миготливих кодів може здійснюватись як при працюючому, так і при непрацюючому двигуні.

Для входу в режим діагностики необхідно протягом 3 с (але не більше 10 с) натиснути на кнопку діагностики EDC, а потім відпустити. Під час натискання кнопки на щитку приладів загоряється контрольна лампа "EDC", що після відпускання кнопки гасне (це дозволяє також перевірити справність лампи). Якщо в системі є несправність, то після закінчення 3 с після відпускання кнопки лампа "EDC" починає миготіти, видаючи світловий код несправності довгими (протягом 2 с) і короткими (протягом 0,5 с) спалахами. При цьому спочатку видається код тільки однієї (останньої) несправності. Для виклику коду наступної несправності необхідно знову натиснути й відпустити кнопку діагностики EDC. Процес виклику кодів несправностей необхідно продовжувати доти, поки не повториться код, викликаний першим.

Як приклад зчитування світлового коду наведена тимчасова діаграма (рис. 2) коду 2 – 4 (несправність вимикача холостого ходу датчика положення педалі подачі палива).

Після натискання й відпускання кнопки діагностики EDC відбувається наступне: пауза перед початком видачі коду – 3 с; довгий спалах – 2 с; пауза між спалахами – 1 с; довгий спалах – 2 с; пауза між спалахами – 5 с; 4 короткі спалахи по 0,5 с із паузами по 0,5 с.

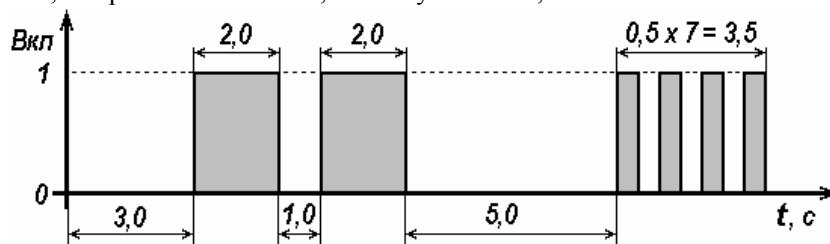


Рис. 2. Тимчасова діаграма світлового коду 2 – 4.

Після зчитування кодів і усунення несправностей виробляється очищення пам'яті помилок (світлових кодів). При цьому всі коди усунутих несправностей стираються з пам'яті ЕБК. Якщо після стирання в пам'яті залишилися які-небудь коди, значить якась несправність не усунута й стерти її код можна лише після усунення несправності.

При виникненні труднощів у визначенні несправності по світлових миготливих кодах проводяться аналіз імовірних причин і комплексна діагностика EDC за допомогою КДС MAN-CATs.

Комп'ютерна (поглиблена) діагностика електронних систем автомобілів також може бути проведена за допомогою спеціального комп'ютерно-діагностичного комплексу, виконаного на базі ПЕВМ. Роботи з комп'ютерної діагностики можуть вироблятися безпосередньо на автомобілі (на відкритих площадках), а також у майстернях з ремонту автомобілів, цехах, відділах технічного контролю й лабораторіях. Для забезпечення контролю роботи систем на автомобілі в дорожніх умовах, наприклад при обкатуванні

автомобіля, використовується ПЕВМ типу Notebook.

Принцип комп'ютерної діагностики (рис. 3) заснований на наступному [3, 4]:

- створенні й передачі під керуванням ПЕВМ через діагностичний інтерфейс (адаптер), виконаний у відповідності до стандартів ISO-9141, електричних сигналів, що ініціалізують зв'язок з конкретним електронним блоком;
- прийомі інформації від електронного блока, що надходить по діагностичному каналі;
- перетворенні інформації в сигнали стандарту RS-232C;
- обробці цих даних по заданій програмі й відображенні результатів на екрані ПЕВМ.

Лінія діагностичного інтерфейсу ISO-9141 використовується для передачі команд і даних в електронний блок, а лінія через адаптер – для прийому даних від електронного блока, їхньої ретрансляції й передачі по інтерфейсу RS-232C у ПЕВМ. При параметруванні систем ця лінія може також використовуватися для передачі даних в електронний блок.

Діагностична програма дозволяє одержати інформацію про поточні несправності системи (активні несправності), якщо вони є, а також інформацію про несправності, які були, але в цей момент відсутні (пасивні несправності). Крім того, можуть бути отримані відомості про номер електронного блока, його виготовлювачів й дату виготовлення, версії програмного забезпечення, дату останньої зміни параметрів.

З електронного блока системи керування двигуном можуть бути лічені дані про загальний наробіток двигуна (сумарне число повних обертів колінчастого вала, мотогодини роботи), у тому числі на холостому ходу, загальному пробігу автомобіля, пробігу після останнього ТО й т.д.

#### **Діагностика несправностей та установка параметрів з допомогою комп'ютерної контрольно-діагностичної системи MAN-CATs.**

До складу комп'ютерної контрольно-діагностичної системи (КДС) MAN-CATs входять: комп'ютер (ПК) типу Notebook; інтерфейсний блок ISO-9141; перехідний комутаційний блок; комплект сполучних кабелів; програмне забезпечення (ПЗ).

Програмне забезпечення КДС сумісне з операційною системою Windows '98. У комплект програм входять інсталяційний пакет і пакет програм для електронних систем та їхніх модифікацій. Зв'язок з ЕБК здійснюється каналом у відповідності до стандарту ISO-9141.

Після завершення завантаження ПЗ на екрані ПК з'являється основне меню режимів: діагностика; програмування параметрів у режимі EOL (end of line); інсталяція системи; інформація про зміст версій ПО MAN-CATs. Вибравши необхідний режим роботи, наприклад "Мот", у режимі «Діагностика» і версію EDC, далі можна вийти в діалоговий режим із ПК, що дозволяє зробити діагностику системи або програмування параметрів у режимі EOL.

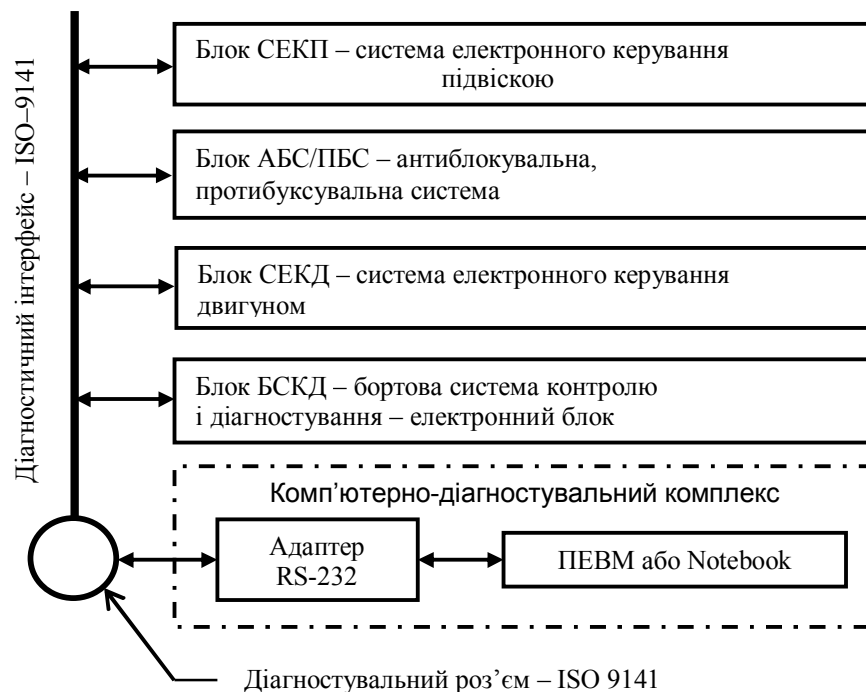


Рис. 3. Структурна схема комп'ютерної діагностики електронних систем автомобіля MAZ із двигуном MAN D 2866-LF20

Інсталяція системи відбувається після вибору зазначеного режиму й натискання клавіші Enter. При цьому на екрані з'являється інформація про порядок роботи з інсталяційними дискетами.

Інформація про зміст версій ПО виходить аналогічно після вибору зазначеного режиму.

**Висновки.** Самодіагностика є стандартною для всіх мікропроцесорних систем керування. При нормальній роботі функції самоперевірки забезпечуються паралельно з іншими функціями, такими, як упорскування палива й запалювання; керування підвіскою; робота АБС/ПБС тощо Самодіагностика характеризується виконанням декількох вимог:

1. Контроль за роботою складних систем і вузлів. У зв'язку з тим, що конструкція двигуна все більш ускладнюється, можливості самодіагностики є досить важливими для виявлення й усунення несправностей. Метою є інтегрування всієї системи в процес діагностики.

2. Захист вузлів і деталей, що піддаються особливому ризику у випадку появи несправностей. Наприклад, можна навести захист каталітичного нейтралізатора, що реагує на пропуски запалювання у двигуні. Система реагує на певну частоту появи пропусків запалювання, відключаючи подачу палива в несправний циліндр для запобігання перегріву нейтралізатора.

3. Робота в аварійній ситуації відповідно до величин, прийнятих за «умовчанням». Наприклад, при виході з ладу датчика навантаження (що визначає масову витрату повітря) генерується сигнал його заміни, що базується на значеннях частоти обертання колінчастого вала й положення дросельної заслінки.

4. Інформація водія про несправності системи діагностики за допомогою індикаторних ламп, дисплеїв і акустичних приладів попередження. У США визначені вимоги до бортової діагностики автомобілів. У Європі розробляються аналогічні норми для виявлення порушень у пристроях для зниження токсичності відпрацьованих газів.

5. Зберігання точної інформації. Система зберігає в ECU попереджуючу інформацію й дані про окремі несправності. Також у запам'ятовувальному пристрої зберігаються дані про умови роботи двигуна на момент первісного виявлення помилки. Тип і повнота інформації регламентуються стандартами ISO.

6. Доступ до збережених помилок. Дані, що зберігаються в пам'яті системи самодіагностики під час роботи автомобіля, можуть бути передані на діагностичний стенд із дисплеєм через послідовно підключений багатоканальний вхід (порт). Необхідні для цього протоколи обміну наведені в стандартах ISO-9141 і ISO-14230.

7. Найбільш простим варіантом передачі даних про помилки є повідомлення у формі миготливого коду на приладовому щитку вимірювальної апаратури. Це допомагає обслуговуючому персоналу прискорити діагностику шляхом звуження поля можливих джерел несправностей.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. *Бутылин В. Г., Иванов В. Г., Лепешко И. И., Лецинский А. И., Юхнов.* Анализ и перспективы развития мехатронных систем управления торможением колеса // Мехатроника. Механика. Автоматика. Электроника. Информатика. – 2000. – № 2. – С. 33–38.
2. *Данов Б. А., Титов Е. И.* Электронное оборудование иностранных автомобилей: Системы управления трансмиссией, подвеской и тормозной системой. – М.: Транспорт, 1998. – 78 с.
3. *Данов Б. А.* Электронные системы управления иностранных автомобилей. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 224 с.: ил.
4. *Сига Х., Мидзутани С.* Введение в автомобильную электронику: Пер. с японск. – М.: Мир, 1989. – 232 с.

ВОЛКОВ Володимир Петрович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Тел.: 700-38-79; 707-36-87.

Наукові інтереси:

- функціональна стабільність гальмових властивостей автомобілів;
- стійкість руху автомобілів, перспективні засоби діагностування автомобілів.

МІЩЕНКО Андрій Вікторович – інженер кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Наукові інтереси:

- перспективні засоби діагностування автомобілів.

Подано 23.05.2008

**Волков В.П., Мищенко А.В.** Диагностика мехатронных систем автомобиля  
**Волков В.П., Мищенко А.В.** Діагностика мехатронних систем автомобілів  
**Volkov V., Myschenko A.** Automobile mechatronic system dyagnostics

УДК 656.131:681.5.03

**Диагностика мехатронных систем автомобиля / В.П.Волков, А.В.Мищенко**

На примере мехатронной системы управления двигателем показаны особенности технологии ее диагностирования

УДК 656.131:681.5.03

**Automobile mechatronic system dyagnostics / V.Volkov, A.Myschenko**

On example of engine operation mechatronic system peculiarities of its diagnosing have been presented