

УДК 629.3.083

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ЗАПАЛЮВАННЯ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ

Р.М. Модла<sup>1</sup>, А.Г. Павельчак<sup>1</sup>, О.С. Вітер<sup>1</sup>, В.М. Бритковський<sup>1</sup>,  
О.М. Сорочинський<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний університет "Львівська політехніка"

вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

<sup>2</sup>Українська академія друкарства,

вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

*Запропонована адаптивна система діагностування електронних систем запалювання автомобіля в якій пріоритетне значення надається методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів. Розроблений алгоритм функціонування центрального процесора такої системи, який забезпечує високу достовірність встановлення неполадок системи запалювання та зменшує затрати часу на процес діагностування в 2-3 рази порівняно з традиційними методами. Використання запропонованої системи спрощує процес отримання достовірного діагнозу системи запалювання та дозволяє задіяти для діагностування оператора - діагноста з нижчою кваліфікацією.*

**Ключові слова:** системи запалювання автомобіля, центральний процесор, спектральна щільність потужності сигналу, оператор – діагност, цифровий осцилограф, автомобільний сканер, поелементна діагностика, сигнали первинного та вторинного коло системи запалювання.

**Постановка проблеми.** За останні десятиліття суттєво вдосконалилася конструкція всіх систем автомобіля, модернізувався і розширився склад електрообладнання, особливо у сфері застосування електронних пристроїв. Такі пристрої керують системою впорскування палива, системою запалювання, різними засобами підвищення комфорту та безпеки руху, а також здійснюють безперервний контроль за працездатністю різних систем, вузлів і агрегатів автомобіля. Система керування двигуном в цілому, система запалювання, система впорскування бензину, механізми автомобільного двигуна безпосередньо впливають на багато показників його роботи. До числа таких показників відносять потужність двигуна, економічність, рівномірність і стійкість роботи, токсичність відпрацьованих газів.

Загальновідомо, що навіть, на перший погляд, непомітні несправності системи запалювання (зменшення пробивної напруги, порушення часу накопичення енергії, порушення кута випередження запалювання та ін.) суттєво збільшують витрату палива і підвищують вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах [1].

На даний час широко застосовуються порівняльні методи діагностування, коли оператор візуально порівнює дані, зчитані за допомогою мотор-тестера

чи осцилографа із справної та несправної системи двигуна і робить відповідні висновки про той чи інший вид несправності (відмови). У таких методах надто великим є вплив суб'єктивних факторів, тому досить актуальним є питання зменшення важливості людського фактору при діагностуванні. Це може бути досягнуто впровадженням та удосконаленням методів математичної обробки отриманої діагностичної інформації[2].

У роботі [3] запропоновано метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування двигуном з аналізом одного діагностичного параметра – частотного спектру сигналу напруги первинного кола (для високочастотних сигналів) або осцилограми напруги (для низькочастотних сигналів). Запропоновано новий підхід до автоматизації процесу діагностування системи запалювання та системи керування двигуном. В його основі лежить автоматичне порівняння параметрів математичної моделі, які описують спектральні характеристики (або характеристики у часовій області) сигналу системи, що досліджується, з параметрами, які містяться в інформаційній базі даних. Розроблено математичну модель автоматизованого діагностування системи запалювання та елементів системи керування двигуном, яка дозволяє використовувати методи цифрової обробки сигналів на всіх етапах процесу діагностування: - зняття, реєстрація і попередня обробка вхідних даних, усереднення окремих реалізацій при постійній і змінній частоті обертів колінчастого вала; - визначення параметрів математичної моделі, які характеризують технічний стан системи у числовій формі – у вигляді матриці коефіцієнтів поліномів, що відповідають окремим діапазнам частот спектральної щільності потужності (або часовим діапазнам) сигналу; - автоматизоване визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів.

У роботі описано принцип визначення оптимального кута випередження запалювання за зміною індикаторного моменту та за спектральним аналізом зміни кутової швидкості колінчастого вала. З точки зору діагностування такий метод можливо використати при вхідному та вихідному контролі системи запалювання транспортних засобів [4].

**Мета дослідження.** Розроблення адаптивної системи автоматизації діагностування електронних систем запалювання сучасних автомобілів.

**Виклад основного матеріалу.** На даний час в Україні експлуатується досить велика кількість автомобілів, ввезених із-за кордону. Основна частина таких автомобілів мають досить тривалий термін експлуатації і, як наслідок, вони експлуатуються з багатьма несправностями, в тому числі і несправностями в системах двигуна. Процес діагностування електронних та електричних систем автомобільного двигуна потребує постійного удосконалення поряд з постійним ускладненням конструкції сучасного автомобіля та більш жорстких вимог до охорони навколишнього середовища.

В роботі запропонована адаптивна система діагностування електронних систем запалювання автомобіля в якій пріоритетне значення надається ме-

тоту визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів Така система (рис. 1) складається з: центрального процесора з програмним забезпеченням (ЦП), інформації власника автомобіля (ІВА), сигналу первинного кола системи запалювання (СПК СЗ), електронної бази даних осцилограм системи запалювання (ЕБДО СЗ), електронної бази даних спектральної щільності потужності сигналів первинного кола систем запалювання (ЕБД СЦП СПК СЗ), електронної бази продіагностованих автомобілів (ЕБПА), результату діагностування (РД), оператора-діагноста (ОД), ремонтних операцій (РО), цифрового осцилографа (ЦО), поелементної діагностики (ПД), автомобільного сканера (АС), бортової діагностики автомобіля (БДА).

Послідовність роботи ЦП такої системи відображена в алгоритмі роботи адаптивної системи діагностування електронних систем запалювання автомобіля (рис. 2).

На початковому етапі діагностування необхідно провести опитування власника автомобіля і виявити всі відхилення в роботі автотранспортного засобу, проведені діагностичні та ремонтні роботи, умови експлуатації автомобіля. Якщо автомобіль є в ЕБПА, то необхідно провести детальний аналіз.

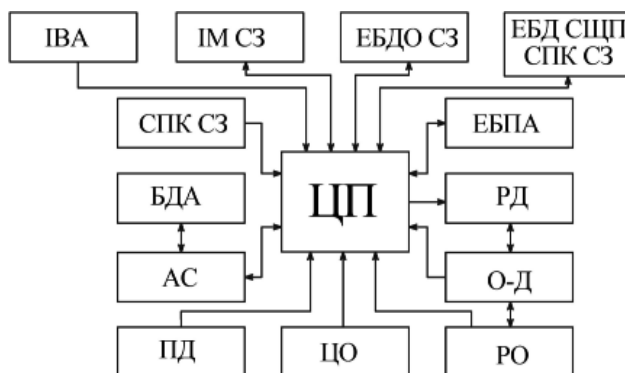


Рис. 1. Узагальнена структурна схема адаптивної автоматизованої система діагностування електронних систем запалювання автомобілів

При вводі інформації, отриманої при опитуванні водія центральний процесор видає оператору-діагносту необхідні варіанти контролю екологічних характеристик автомобіля. На цьому етапі в основному визначається подальша стратегія діагностування автомобіля, а в найпростіших випадках може бути встановлений кінцевий діагноз. Визначення екологічних характеристик дає змогу визначити несправності системи запалювання автомобіля при несприятливій зміні характеристик сенсорів системи керування запалюванням, несправності системи подачі повітря і відводу вихлопних газів. Такі ситуації часто не відслідковуються подальшими процедурами алгоритму. Тому вказана процедура вводиться при вхідному контролі так і після проведення ремонтних операцій.

В подальшому визначається тип СЗ та проводиться аналіз спектру сигналу первинного кола системи запалювання. Експериментальними дослідженнями встановлено, що достовірність методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів становить не менше 80 %. Якщо запропонованим методом не вдається встановити конкретну несправність у системі, то в такому випадку метод дозволяє з досить високою достовірністю локалізувати місце несправності.

Для цього виконується порівняльний аналіз коефіцієнтів кореляції між параметрами математичної моделі різних циліндрів двигуна. Для циліндра з несправністю коефіцієнти будуть значно нижчі. Якщо коефіцієнти кореляції однакові для всіх циліндрів і низькі по відношенню до параметрів справної системи запалювання, то це свідчить про несправність в колі низької напруги. вказаний метод діагностування (стосовно системи запалювання), в порівнянні з іншими, складається з найменшої кількості елементарних перевірок. Визначається тільки один діагностичний параметр – напруга первинного кола.

Вартість обладнання, необхідного для реалізації цього методу, дещо вища аналогових автотестерів, але нижча вартості комп'ютерних мотор-тестерів вітчизняного і особливо закордонного виробництва. Для забезпечення реалізації цього методу може бути використаний універсальний дво- або чотиріканальний цифровий осцилограф, який забезпечує частоту дискретизації аналогового сигналу не менше 125 кГц. Крім цього, даний метод діагностування може бути реалізований без спеціальних діагностичних сенсорів для зчитування діагностичної інформації. Досить важливим критерієм є затрати часу на діагностування та складність технічної реалізації. В порівнянні з іншими методами діагностування тривалість діагностичних операцій цього методу в 2-3 рази менша.

Якщо несправність СЗ не виявлена попереднім блоком алгоритму, то тоді використовується метод аналізу часових параметрів сигналів первинного і вторинного кола СЗ з використанням ЕБДО СЗ. В подальшому використовується імітатор сигналів та цифровий осцилограф та поелементна діагностика. Центральний процесор використовує електронні бази продіагностованих автомобілів і електронної бази даних осцилограм системи запалювання. наявність таких баз даних полегшує роботу оператора – діагноста. На цьому етапі звужується коло неполадок, а також може встановлюватися кінцевий діагноз.

Певні симптоми неполадок СЗ можуть бути пов'язані з проблемами в електронному блоці керування двигуном автомобіля. На цьому етапі використовується автомобільний сканер, який спростовує або підтверджує наявність несправності в СЗ або електронному блоці керування двигуном автомобіля.

При визначенні діагнозу на розглянутих етапах проводяться необхідні ремонтні операції, після яких здійснюється кінцева діагностика і контрольний виїзд з використанням автомобільного сканера. Після проведення ре-

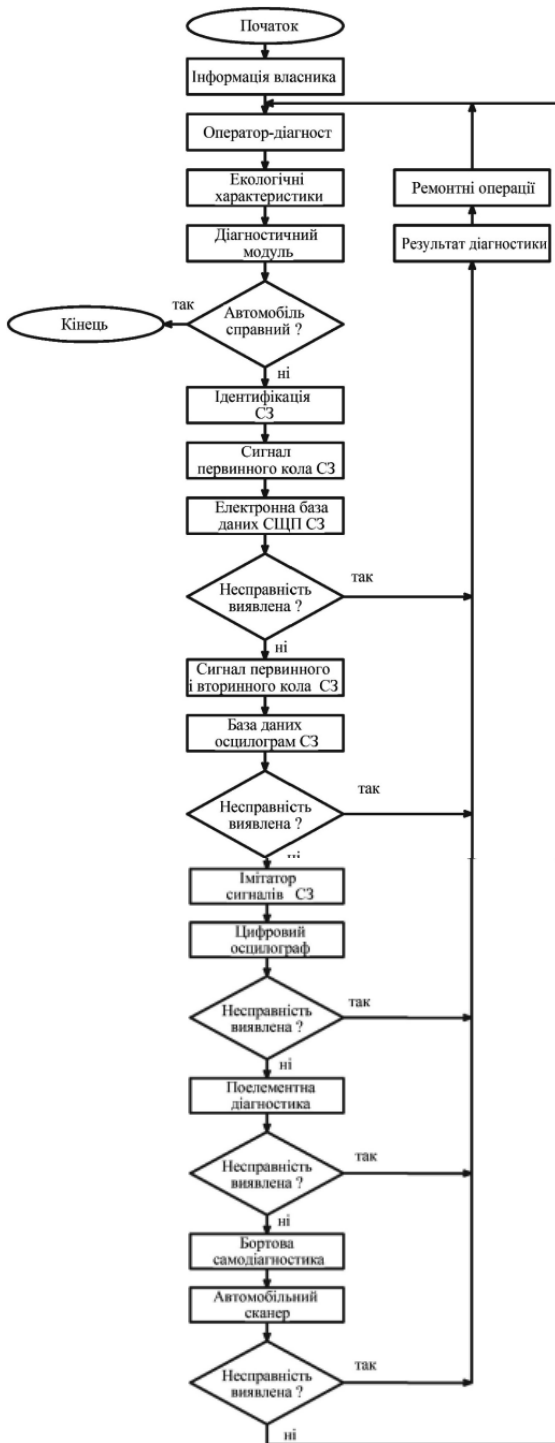


Рис. 2. Алгоритм функціонування центрального процесора автоматизованої системи

монтних процедур обов'язково контролюються екологічні характеристики автомобіля для виявлення скритих неполадок, які також можуть виникнути при неякісному ремонті.

На основі аналізу описаних процедур діагностування, розроблений алгоритм функціонування центрального процесора, який показаний на рис. 2.

**Висновки.** Запропонована адаптивна система діагностування електронних систем запалювання автомобіля в якій пріоритетне значення надається методу визначення кореляційної залежності між параметрами досліджуваного та базового сигналів. Розроблений алгоритм функціонування центрального процесора такої системи, який забезпечує високу достовірність встановлення неполадок системи запалювання та зменшує затрати часу на процес діагностування в 2-3 рази порівняно з традиційними методами. Використання запропонованої системи спрощує процес отримання достовірного діагнозу системи запалювання та дозволяє задіяти для діагностування оператора - діагноста з нижчою кваліфікацією.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Соснин Д. А. Новейшие автомобильные электронные системы / Соснин Д. А., Яковлев В. Ф. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с. : ил. – ISBN 5-98003-201-0.
2. Дмитренко А. В. Диагностика и ремонт электрооборудования, иностранных и отечественных автомобилей / А. В. Дмитриенко. – Николаев : ЭТОН, 1999. – 80 с. – ISBN 966-95636-0-7.
3. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Ю. Ю. Кукурудзяк. – Харків, 2005. – 205 с.
4. Воробьев В. А. Системы контроля и технической диагностики в инженерной практике / В. А. Воробьев, В. П. Попов. – М. : МАДИ ГТУ, 2001. – 312 с.

**REFERENCES**

1. Sosnyn D. A. (2005). Noveishye avtomobylnie elektronnie systemy / Sosnyn D. A., Yakovlev V. F. – M. : SOLON-Press, – 240 s. : yl. – ISBN 5-98003-201-0. (in Russian)
2. Dmytrenko A. V. (1999). Dyahnostyka y remont elektrooborudovanyia, ynostrannykh y otechestvennykh avtomobylei / A. V. Dmytryenko. – Nykolaev : ЭТОН, – 80 s. – ISBN 966-95636-0-7. (in Russian)
3. Kukurudziak Yu. Yu. (2005). Rozrobka ta realizatsiia metodu avtomatyzovanoho diahnostuvannia systemy zapaliuvannia avtomobilnoho dvyhuna na osnovi porivniannia spektriv syhnaliv : dys. kand. tekhn. nauk: 05.22.20 / Yu. Yu. Kukurudziak. – Kharkiv, – 205 s. (in Ukrainian)
4. Vorobev V. A. (2001). Systemy kontroliia y tekhnicheskoi dyahnostyky v ynzhenernoi praktyke / V. A. Vorobev, V. P. Popov. – M. : MADY HTU, – 312 s. (in Russian)

**UDC 629.3.083****AUTOMATION OF ELECTRONIC IGNITION SYSTEMS  
DIAGNOSTICS OF AUTOMOTIVE GAS ENGINES**

R.M. Modla<sup>1</sup>, A.G. Pavelchak<sup>1</sup>, O.S. Viter<sup>1</sup>, V.M. Brytkovsky<sup>1</sup>,  
O.M. Sorochinsky<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Lviv Polytechnic National University  
12, S.Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine*

<sup>2</sup>*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine*

*In the work an adaptive system for diagnostics of automotive electronic ignition systems has been suggested in which priority is given to the method of determining the correlation between the parameters of the studied and the basic signals. The algorithm of functioning of the central processor of such a system has been developed, which ensures high reliability of the installation of inflammatory system problems and reduces the time spent on the diagnostic process in 2-3 times in comparison*

*with traditional methods. The use of the suggested system simplifies the process of obtaining a reliable diagnostics of the ignition system and allows the diagnostics of a diagnose operator with a lower qualification to be used.*

**Keywords:** *automotive ignition system, central processor, spectral density of signal strength, operator - diagnostician, digital oscilloscope, automotive scanner, element-by-element diagnostics, signals of the primary and secondary circuits of the ignition system.*

*Стаття надійшла до редакції 25.05.2017*

*Received 25.05.2017*