

Ю. Ю. Кукурудзяк, В. М. Ребедайло

# **МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ДВИГУНОМ**



Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Ю. Ю. Кукурудзяк, В. М. Ребедайло**

**МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ  
СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМИ  
КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ДВИГУНОМ**

**Монографія**

Вінниця  
ВНТУ  
2010

УДК 629.3.083 + 621.434

ББК 39.35

К 89

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 24 грудня 2009 р.)

Рецензенти:

**В. Ф. Анісімов**, доктор технічних наук, професор

**В. І. Савуляк**, доктор технічних наук, професор

**Кукурудзяк, Ю. Ю.**

К89      Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном : монографія / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Ребедайло. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 144 с.

ISBN 978-966-641-347-8

Розглянуто метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном. Запропоновано новий науковий підхід, який базується на встановленні взаємозв'язку між несправностями системи, що діагностується, та спектральними характеристиками діагностичного сигналу. Розроблено математичну модель, параметри якої характеризують окремі часові або частотні діапазони сигналу та визначають типові несправності системи на основі кореляційної залежності. Книга розрахована на наукових та інженерно-технічних працівників, а також аспірантів ВНЗ.

**УДК 629.3.083 + 621.434**

**ББК 39.35**

**ISBN 978-966-641-347-8**

© Ю. Кукурудзяк, В. Ребедайло, 2010

## ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ДВИГУНОМ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Сучасні вимоги до діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном .....	9
1.2. Аналіз конструкцій систем запалювання, сучасних систем керування двигуном та методів їх діагностування .....	13
1.3. Аналіз засобів діагностування системи запалювання та системи керування двигуном .....	23
1.4. Порівняльна характеристика методів і засобів діагностування системи запалювання та системи керування двигуном .....	27
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ</b>	<b>30</b>
2.1. Вибір і обґрунтування діагностичних параметрів системи запалювання та аналіз факторів, що на них впливають	30
2.2. Математична модель зняття, реєстрації і попередньої обробки вхідних даних .....	36
2.3. Підхід і математична модель автоматизованого визначення несправностей систем двигуна .....	46
<b>РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ .....</b>	<b>53</b>
3.1. Підготовка даних і попередня обробка діагностичного сигналу .....	53
3.2. Визначення спектральних характеристик сигналу напруги системи запалювання .....	62
3.3. Аналіз частотного спектру сигналу напруги системи запалювання .....	66
3.4. Врахування граничних умов та супутніх факторів при використанні методу .....	69

3.5. Розробка алгоритму автоматизованого діагностування .....	77
<b>РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	81
4.1. Етапи та методи експериментальних досліджень .....	81
4.2. Вибір і характеристика об'єкту досліджень .....	85
4.3. Розробка діючих експериментальних моделей .....	87
4.4. Розробка цифрового аналізатора систем автомобіля „Автотест” .....	89
4.5. Розробка програмного забезпечення .....	95
4.6. Апаратна обробка сигналу та оцінка похибок вимірювань .....	99
<b>РОЗДІЛ 5. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ</b> .....	106
5.1. Діагностування контактної системи запалювання .....	106
5.2. Діагностування безконтактної та мікропроцесорної систем запалювання .....	120
5.3. Формування бази параметрів математичної моделі для автоматизованого визначення несправностей системи запалювання .....	126
5.4. Аналіз ефективності розробленого методу діагностування .....	129
<b>Висновки</b> .....	132
<b>Література</b> .....	134
<b>Додаток А – Патент на спосіб діагностування</b> .....	141

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АБ – акумуляторна батарея.  
АЦП – аналого-цифровий перетворювач  
АЧХ – амплітудно-частотна характеристика.  
БСЗ – безконтактна система запалювання  
ВМТ – верхня мертва точка  
ГРМ – газорозподільний механізм.  
ЕБК – електронний блок керування.  
ККД – коефіцієнт корисної дії.  
КСЗ – контактна система запалювання  
КШМ – кривошипно-шатунний механізм.  
ПВН – провід високої напруги  
СПП – спектральна щільність потужності.  
ФНЧ – фільтр нижніх частот.

## ВСТУП

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 та ін. 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. 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.

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. З удосконаленням обчислюваль-

ної техніки з'явилася можливість автоматизувати пошук несправностей в різних системах двигуна, особливо в електронних системах керування двигуном, діагностування яких складає певні труднощі і потребує більшого часу. Основна мета автоматизації – позбавлення від рутинної роботи вимірювання і порівняння діагностичних параметрів.

Методи і засоби діагностування систем автомобільного двигуна, що використовуються в Україні на даний час, не забезпечують в достатній мірі вимоги щодо ефективності та можливості автоматизації процесу діагностування. У таких методах частково використовується діагностична інформація, яка міститься в параметрах діагностичних сигналів різної природи, зчитаних з характерних місць діагностування. Досить часто застосовуються застарілі методи почергового визначення діагностичних параметрів з низьким рівнем використання інформаційних технологій та великими затратами часу.

Питання підвищення ефективності, створення передумов автоматизації діагностування сучасних електронних систем автомобільного двигуна, більш повного і досконалого аналізу діагностичної інформації на основі сучасних інформаційних технологій є досить актуальним.

*В нашій роботі вирішені такі завдання:*

- проведено аналіз наукових досліджень, порівняльний аналіз методів і засобів діагностування. Вибрано методи, які б забезпечили передумови автоматизації процесу діагностування систем автомобільного двигуна;

- вибрано і обґрунтовано діагностичні параметри, які мають високу інформативність, прості в реалізації вимірювань. Проаналізовано фактори, що на них впливають;

- обґрунтовано теоретичні передумови застосування методів цифрової обробки сигналів для діагностування електронних систем автомобільного двигуна. Розроблено аналітичну основу для визначення спектральних характеристик сигналу напруги системи запалювання та інших сигналів, які містять високочастотні складові. Це дало можливість використання діагностичної інформації, яка міститься в спектральних характеристиках відповідного сигналу;

- розроблено математичну модель зняття, реєстрації та попередньої обробки вхідних даних, алгоритм розподілу періодичних діагностичних сигналів на окремі реалізації за циліндрами двигуна та їх усереднення при постійній і змінній частоті обертання колінчастого валу;

- розроблено математичну модель та алгоритм автоматизованого визначення несправностей різних систем двигуна методом порівняння параметрів досліджуваного та еталонного сигналів, шляхом аналізу впливу цих несправностей на окремі діапазони частотного спектру сигналу, який містить високочастотні складові, або на окремі часові діапазони сигналу без високочастотних складових;

- розроблено алгоритм створення і поповнення інформаційної бази даних параметрів, які характеризують одиничні типові несправності різних систем двигуна або їх комбінації. Це дозволяє створити адаптивну, відкриту систему діагностування;

- розроблено пакет прикладних програм, який забезпечує процес діагностування з використанням запропонованих методу і алгоритмів. Програмне забезпечення втілене в приладі автоматизованого діагностування систем автомобільного двигуна.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ДВИГУНОМ

*З розвитком автомобілебудування значно змінюються і вдосконалюються елементи електронного та електричного електрообладнання автомобіля, серед яких досить важливе місце займають – система запалювання та система керування двигуном. Таке удосконалення конструкції значною мірою підвищує якість робочих параметрів двигуна, покращує експлуатаційні показники автомобіля в цілому. Але, поряд з цим, виникає проблема в удосконаленні методів і засобів діагностування такого обладнання, в розробці нових підходів до визначення технічного стану його складових. Сучасна промисловість пропонує досить широкий спектр різноманітного діагностичного обладнання, яке базується на різних методах діагностики.*

*У цьому розділі проведено аналіз існуючих у даний час методів і засобів діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном в цілому.*

### **1.1. Сучасні вимоги до діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном**

Бурхливий розвиток автомобільної промисловості ставить досить жорсткі вимоги до технічного стану автомобіля в цілому, і до окремих систем як його складових. Одними з таких є система запалювання, як система двигуна, що окремо функціонує та система керування двигуном, яка об'єднує в собі функції керування впорскуванням бензину та іскроутворенням. Ці вимоги характеризують розвиток автомобільного транспорту на майбутнє [12] і визначаються нормативно-технічною документацією [39]. Стан автомобіля, при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної документації, називається справним [38]. Але в процесі експлуатації в різних системах автомобіля (у системі запалювання і в системі керування двигуном зокрема) виникають несправності, які порушують ці вимоги. Виникає завдання створення передумов, які б визначали причини появи несправностей і давали можливість підтримувати автомобіль в технічно справному стані. Основною метою технічної діагностики [38] є організація ефективних

процесів визначення технічного стану об'єкта діагнозу. Сучасні вимоги до діагностування систем двигуна визначають, що процедура визначення технічного стану системи, як об'єкта діагнозу, має бути максимально автоматизованою, вона повинна мати високу точність, достовірність, ефективність, бути простою в реалізації, об'єктивною і забезпечити неможливість зашкодити двигуну [1, 11, 13, 27, 35, 40, 41, 53]. У роботі [74] обґрунтовано пріоритетний розвиток автомобільної діагностики на основі сучасних інформаційних технологій та моделювання, який базується на двох Європейських проектах розвитку систем діагностування засобів транспорту: VMBD "Vehicle Model based Diagnosis" і IDD "Integrated Design Process for onboard Diagnosis", в яких беруть участь такі компанії як "Volvo Car Corporation", "Robert Bosch", "OCCM Software GmbH" та ін.

Методи і засоби діагностування автомобіля в цілому, і його окремих систем як складових, почали інтенсивно розвиватися в другій половині XX століття. Ця тематика висвітлюється в досить великій кількості робіт [7, 9, 11, 12, 13, 38, 41, 49, 60]. Значний вклад у розвиток науки в цьому напрямку зробили В. Є. Абрамчук, Ф. Н. Авдоськін, І. А. Біргер, А. Г. Болдін, А. Д. Борц, В. В. Глухов, М. Я. Говорущенко, С. М. Грибенко, А. В. Дмитренко, А. П. Дунаєв, Б. І. Клімець, В. В. Ключев, Б. В. Левінсон, В. В. Литвиненко, А. А. Лудченко, Л. В. Мирошніков, І. М. Опарін, П. П. Пархоменко, В. І. Сидоров, Д. А. Соснін, Г. В. Спічкін, О. С. Фламиш, А. М. Харазов, С. В. Шумик та ін. Досить великий об'єм досліджень у цій галузі, починаючи з 60-их років, був проведений в ХАДІ, де вперше був описаний метод діагностування системи запалювання з аналізу осцилограм [23], спроектований і розроблений діагностичний стенд ХАДІ-2. Також проводились дослідження в МАДІ, НДІАТ, КАДІ, АвтоВАЗ та інших структурах. Поряд з усіма науковими досягненнями в галузі діагностування системи запалювання та системи керування двигуном, на сьогоднішній день, ще не повністю вирішена проблема достовірності та ефективності діагностичних вимірювань, особливо тих, що здійснюються в неідеальних умовах. Достовірність діагностичної інформації систем автомобільного двигуна є досить важливим фактором, адже мова йде про системи, які безпосередньо впливають на економічність двигуна та вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Специфіка системи технічної діагностики полягає в тому, щоб спрямувати засоби і методи діагностування на визначення технічного стану як автомобіля в цілому, так і його окремих вузлів та агрегатів в комплексі. Технічне діагностування автомобіля в цілому і систем двигуна зокрема можна поділити на кілька частин [38, 49, 55, 56] та спрямувати на вирішення одного або декількох завдань (рис. 1.1). Виходячи з наведених завдань діагностики, можна зробити висновок, що для систем двигуна в повній мірі потрібні всі три складові технічної діагностики і виконуватись вони повинні поетапно.



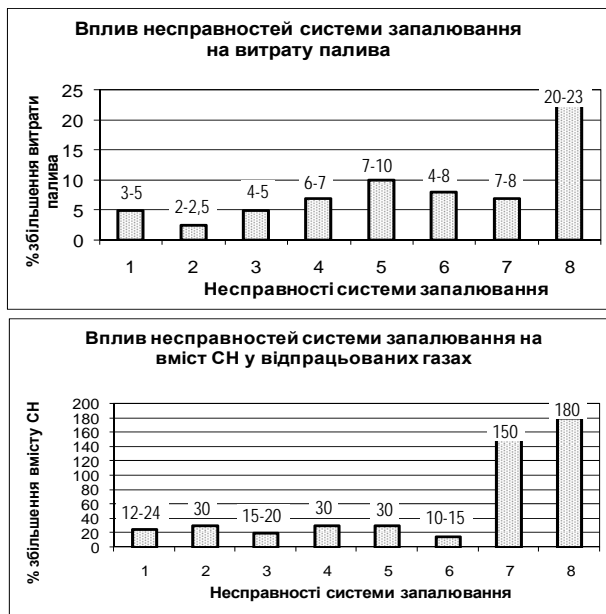
Рис. 1.1. Завдання технічної діагностики

Система запалювання горючої суміші та система керування двигуном суттєво впливають на роботу двигуна, його запуск, потужність, витрату палива, токсичність відпрацьованих газів. Несправності цих систем можуть виникати як у результаті спрацювання деталей у процесі експлуатації, так і з причин їх неякісного обслуговування.

Практично всі несправності системи запалювання і системи керування двигуном пов'язані з погіршенням експлуатаційних показників роботи автомобіля. Найбільший вплив ці системи мають на витрату палива та вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Досить великий обсяг досліджень у цій галузі наведений у роботах [11, 17, 23, 24, 25, 27, 40]. На рис. 1.2 графічно представлена залежність витрати палива та вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах від різних несправностей системи запалювання [24]. У роботі [60] показана залежність питомої витрати палива від величини іскрового зазору в свічках запалювання та від кута випередження запалювання на максимальних обертах колінчастого валу для різних двигунів (рис. 1.3).

У роботі [24] досліджено вплив технічного стану системи запалювання на коефіцієнт корисної дії (ККД) автомобіля. На рис 1.4 показана залежність ККД від несправності свічок запалювання та невідповідності початкового кута випередження запалювання нормативним значенням.



- 1 – збільшений зазор між електродами свічок запалювання;
- 2 – зменшений зазор між електродами свічок запалювання;
- 3 – збільшення кута випередження запалювання на 12 град;
- 4 – зменшення кута випередження запалювання;
- 5 – не відрегульований зазор між контактами переривника;
- 6 – несправність відцентрового регулятора випередження запалювання;
- 7 – одна свічка запалювання працює з перебоями;
- 8 – одна свічка запалювання не працює

Рис. 1.2. Вплив несправностей системи запалювання на витрату палива та токсичність відпрацьованих газів [24]

У роботі [25] досліджено вплив кута випередження запалювання на індикаторний момент. При цьому визначено, що величина індика-

торного моменту, в залежності від кута випередження запалювання, може змінюватись в межах 5 %.

Отже, з описаного вище можна зробити висновок, що дослідження і вдосконалення методів діагностування системи запалювання є досить важливим і актуальним питанням. Розвиток електроніки і обчислювальної техніки відкриває перспективні можливості для створення нових, більш ефективних, автоматизованих систем діагностування автомобіля в цілому і систем двигуна зокрема, а також підвищення достовірності результатів діагностики.

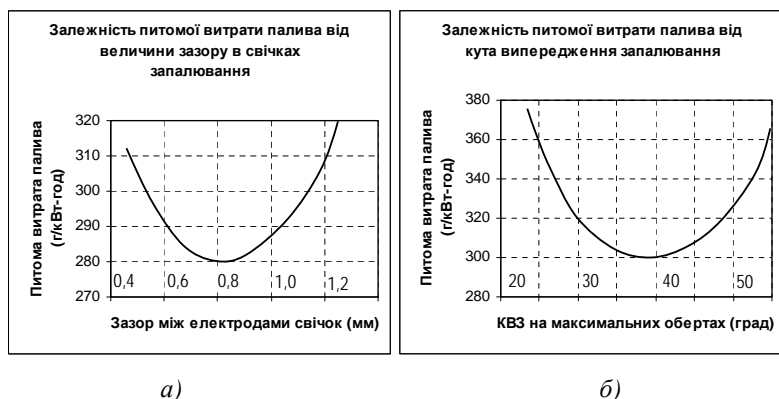


Рис. 1.3. Залежність питомої витрати палива від величини іскрового зазору в свічках запалювання та кута випередження запалювання [60]

## 1.2. Аналіз конструкцій систем запалювання, сучасних систем керування двигуном та методів їх діагностування

Система запалювання автомобільного двигуна запалює робочу суміш у циліндрах і може функціонувати як окрема система або у складі комплексної системи керування двигуном. Згідно з джерелами [3, 44, 66] призначенням системи запалювання є генерація імпульсів високої напруги, які викликають спалахування робочої суміші в камері згоряння двигуна, синхронізації цих імпульсів з фазами газорозподілу двигуна і розподілу імпульсів запалювання між циліндрами двигуна.

Система керування двигуном, яка встановлюється на сучасні автомобілі, крім функцій керування запалюванням робочої суміші виконує функції керування впорскуванням бензину, в залежності від різних навантажувальних і температурних режимів.

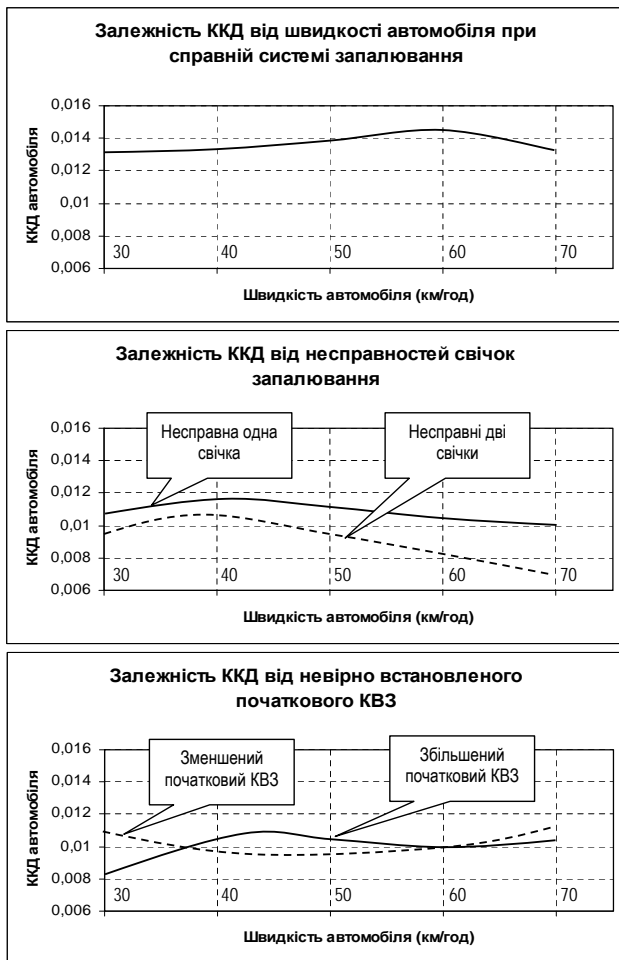


Рис. 1.4. Вплив технічного стану системи запалювання на ККД автомобіля [24]

Тенденції розвитку автомобільних двигунів спрямовані на підвищення потужності, покращення економічності, подальше зниження

токсичності відпрацьованих газів, зменшення затрат на діагностування і обслуговування. З бурхливим розвитком автомобільної промисловості за останні десятиліття значно змінилися як вимоги до систем двигуна так і їх конструкція [1, 2, 5, 16, 17, 42, 48, 62, 63]. На рис. 1.5 показана класифікаційна схема систем запалювання, а на рис. 1.6 – класифікація систем керування двигуном, які встановлені на автомобілі вітчизняного і закордонного виробництва [2, 53, 63, 66].



Рис. 1.5. Класифікація систем запалювання автомобільних двигунів [53, 63, 66]

З наведеної класифікації можна виділити три типи систем запалювання, які, на даний час, є найбільш розповсюдженими і встановлені на переважній більшості автомобілів, що експлуатуються (рис. 1.5):

1) *система з наявністю механічних контактів* (контактна та контактно-транзисторна) [30, 63] (рис. 1.7а). Досить проста в конструкції і за принципом дії. Система з накопиченням енергії в індуктивності, з механічними регуляторами випередження запалювання та механічним

розподільником імпульсів високої напруги. Керування первинним колом системи запалювання (синхронізація) здійснюється механічними контактами. Відсоткова частка автомобілів, які експлуатуються з таким типом системи запалювання, щорічно зменшується, але ця система складає певний інтерес у дослідженні методів її діагностування;

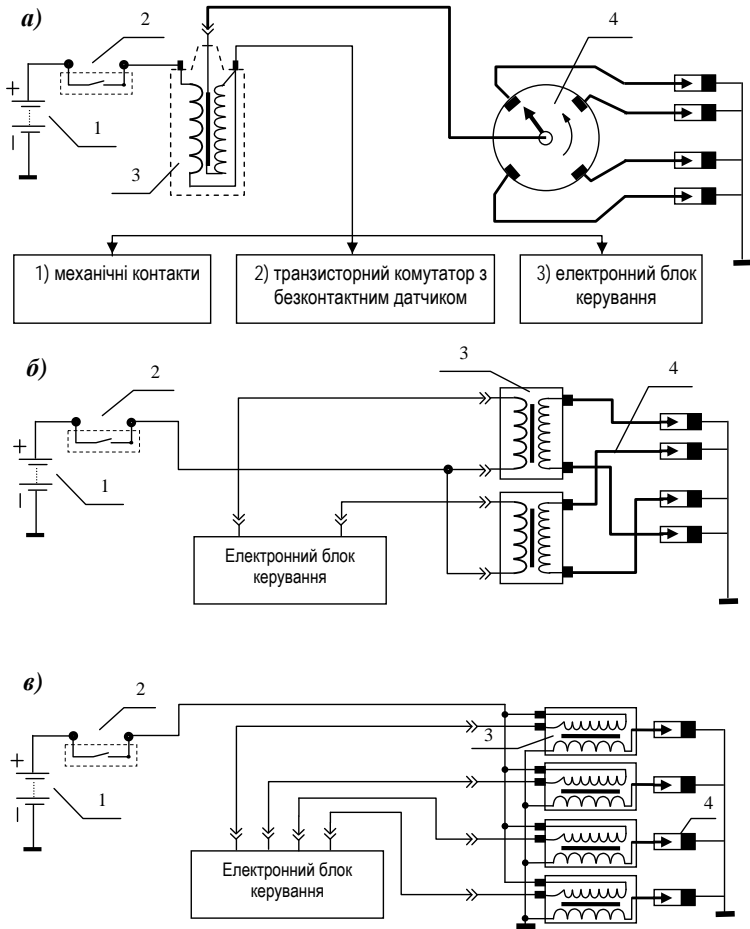


Рис. 1.6. Класифікація електронних систем керування автомобільним двигуном [53, 54]

2) *безконтактно-транзисторна система* з датчиком Хола або індуктивним датчиком [29, 53, 58] (рис. 1.7а). За принципом дії схожа до класичної, за відміною принципу керування первинним колом системи. Функцію контактів виконує транзисторний комутатор, який, у свою чергу, керується імпульсами датчика Хола або індуктивного датчика. Досить поширений тип системи запалювання. Встановлений на автомобілях ЗАЗ, ВАЗ, ГАЗ та багатьох моделях автомобілів закордонного виробництва, які ввезені в Україну;

3) *цифрова (мікропроцесорна) система* запалювання [44, 53, 54] (рис. 1.7б). Принцип іскроутворення залишається таким же як і в попередніх системах, але удосконалений процес керування котушкою запалювання. Цю функцію виконує мікропроцесор в складі електрон-

ного блока керування. Така система встановлюється на всіх сучасних автомобілях.



*a)* – система з розподільником; *б)* – система з двоіскровими котушками;  
*в)* – система з індивідуальними котушками;  
 1 – джерело живлення; 2 – замок запалювання; 3 – котушка запалювання;  
 4 – розподіл високої напруги.

Рис. 1.7. Принципові схеми різних типів систем запалювання [66]

Основною перевагою мікропроцесорних систем запалювання є можливість статичного розподілу високої напруги між циліндрами двигуна. Такий принцип розподілу може бути реалізований декількома варіантами: 1) – на кожний циліндр встановлюється одна одноіскрова котушка запалювання; 2) – на кожну пару циліндрів встановлюється одна двохіскрова котушка запалювання; 3) – на чотири циліндри встановлюється одна чотирьохіскрова котушка запалювання з двома послідовно з'єднаними первинними обмотками. Найбільше поширення отримали перший та другий варіанти компоновання.

Крім мікропроцесорних систем запалювання на сучасних автомобілях переважно встановлюються комплексні системи керування двигуном – керування запалюванням і впорскуванням палива одним електронним блоком (рис. 1.8).

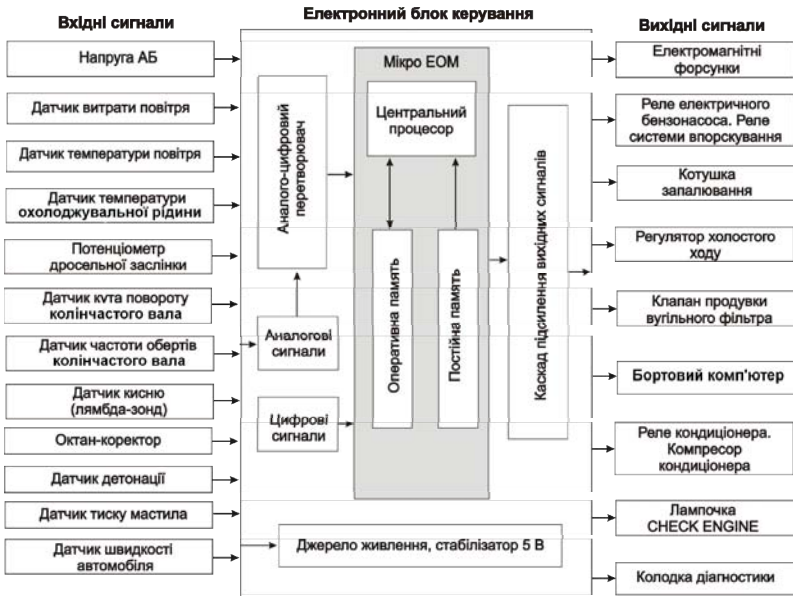


Рис. 1.8. Структурна схема системи керування двигуном [107]

Принципово ці системи працюють у такий спосіб. З датчиків, розташованих на двигуні, зчитується інформація про режим роботи двигуна: масу повітря, яке потрапляє у двигун; частоту обертання та кут

повороту колінчастого вала; абсолютний тиск у впускному трубопроводі; положення дросельної заслінки; температуру охолоджувальної рідини; температуру повітря та ін. Ці сигнали інтерфейсом блока керування перетворюються з аналогової форми в цифрову. Потім у цифровій формі вони надходять у процесор, де, після відповідної обробки, порівнюються із значеннями, закладеними в пам'яті блока керування. Процесор видає керуючий сигнал на виконавчі пристрої. Для системи запалювання – це силовий транзистор керування первинним колом; для системи упорскування палива – форсунки, електричний бензонасос, регулятор холостого ходу та ін.

Застосування мікропроцесорних систем запалювання та систем керування двигуном дозволило суттєво покращити їх функціональні характеристики, особливо у реалізації кута випередження запалювання. Завдяки відсутності розподільника та механічних, кут випередження запалювання можна досить швидко змінювати у широкому діапазоні для кожного циліндра окремо.

Визначення технічного стану системи запалювання чи системи керування двигуном, як об'єкта діагнозу, здійснюється з використанням контрольно-діагностичних засобів. Взаємодія об'єкта діагнозу і контрольно-діагностичних засобів складає систему діагностування. Згідно з [35, 56] системи діагностування можуть бути:

1. *Системи тестового діагнозу.* Передбачають посилання на об'єкт від засобів діагнозу спеціальних тестових втручань і вимірювання та аналіз вихідних даних – діагностичних та структурних параметрів (рис. 1.9). Такі системи застосовуються для пошуку несправностей і працюють тоді, коли об'єкт не використовується за призначенням;

2. *Системи функціонального діагнозу.* Тестові втручання в об'єкт діагнозу не проводяться. Такі системи застосовуються у процесі функціонування системи і призначені для визначення відхилень від технічних умов при різних режимах роботи системи.



Рис. 1.9. Схема системи діагностування [38]

Стосовно систем двигуна, процес їх діагностування повинен об'єднувати як тестову так і функціональну системи діагнозу. Це пояснюється необхідністю контролю технічного стану як під час її функціонування при різних режимах роботи двигуна, так і при визначенні технічного стану в процесі ремонту чи обслуговування.

Питанням діагностування системи запалювання та систем керування автомобільного двигуна приділяється досить велика увага. Методи діагностування описані в роботах [1, 2, 3, 7, 10, 11, 13, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 26, 29, 30, 36, 38, 40, 41–45, 48–53, 57–60, 63, 66]. На рис. 1.10 наведена загальна класифікація методів діагностування, виходячи з їх призначення та способів реалізації.

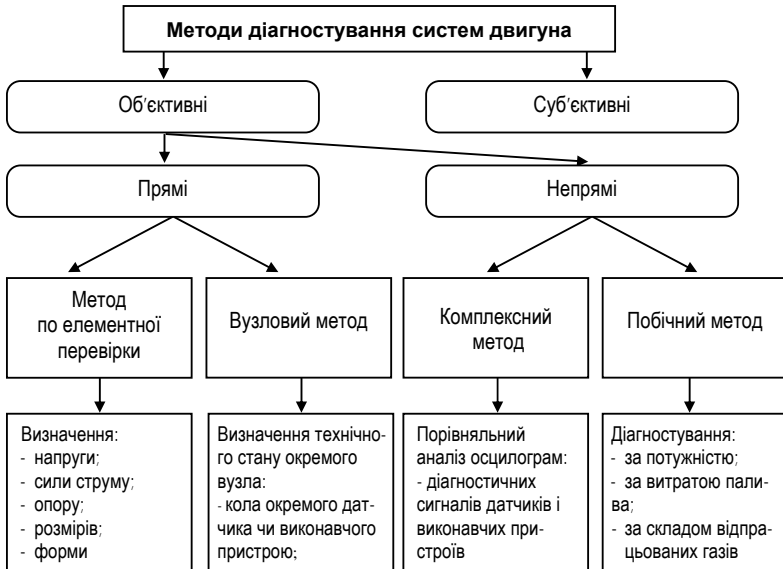


Рис. 1.10. Методи діагностування систем двигуна

*Суб'єктивні методи* діагностування передбачають оцінку технічного стану без використання будь-яких засобів діагностики [56]. Процес діагностування проводиться візуально, на слух, на дотик і т. д. Стосовно системи запалювання та системи керування двигуном такі методи діагностування можуть бути результативні тільки у досить

Шановний читачу!

Умови придбання надрукованих примірників монографії наведені на сайті видавництва <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-347-8>

Уважаемый читатель!

Условия приобретения печатных экземпляров монографии приведены на сайте издательства <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-347-8>

Dear reader!

You may order this monograph at the Web page <http://publish.vntu.edu.ua/get/?isbn=978-966-641-347-8>

*Наукове видання*

**Кукурудзяк Юрій Юрійович  
Ребедаєло Вадим Миколайович**

**МЕТОД АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ  
СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ ТА СИСТЕМИ  
КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ДВИГУНОМ**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено Ю. Кукурудзяком

Підписано до друку 15.03.2010 р.  
Формат 29,7×42¼ Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 8,32  
Наклад 100 прим. Зам № 2010-046

Вінницький національний технічний університет,  
КІВЦ ВНТУ,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-85-32  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті,  
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі,  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Тел. (0432) 59-81-59  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.