

УДК 629.3.083

## МЕТОДИКА ДІАГНОСТУВАННЯ БЛОКА КЕРУВАННЯ ДВИГУНА C18NZ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА НА БАЗІ АВТОМОБІЛЯ OPEL VECTRA

Р.М. Модла<sup>1</sup>, А.Г. Павельчак<sup>1</sup>, В.М. Бритковський<sup>1</sup>, О.О. Іванюк<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

*В роботі розглянуті особливості функціонування та комп'ютерного діагностування системи центрального впорскування «Opel Multec», досліджені основні принципи та засоби комп'ютерної діагностики та наведені рекомендації по ефективному використанню автосканера «Scantronic». Розглянуті особливості діагностування електронної системи керування двигуном «C18NZ» з центральним впорскування палива «Opel Multec». Для досягнення поставленої мети було вирішити такі завдання: детально розглянута будова і особливості функціонування системи центрального впорскування «Opel Multec»; проведено дослідження основних принципів та засобів комп'ютерної діагностики, а також розроблена методика створення алгоритмів діагностування системи впорскування палива. Використання запропонованої методики діагностування дає змогу поглибити вивчення студентами електронної системи керування двигуном «C18NZ» з центральним впорскування палива «Opel Multec» та розробляти алгоритми її діагностування.*

**Ключові слова:** електронна система керування двигуна «Opel Multec», алгоритми комп'ютерної діагностики, поелементна діагностика, автосканер «Scantronic», самодіагностика, електромагнітна форсунка.

**Постановка проблеми.** Постановка проблеми. На сьогодні автотранспортна галузь є однією з найбільш розвинутих та перспективних. Сучасні автомобілі стають більш надійними, безпечними та комфортними, полегшується їх керування, обслуговування та ремонт. Це стало можливим завдяки широкому використанню електронного обладнання, що в свою чергу призвело до ускладнення в усіх системах керування автомобіля [1].

Автомобільні електронні системи керування мають одну загальну властивість – вони керують неелектричними процесами, але самі керуються від електронної автоматики, при цьому первинними джерелами керованих сигналів є людина (водій), програма, яка закладена в електронну пам'ять, та вхідні неелектричні впливи [2].

Система керування двигуном у 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.. Загально відомо, що навіть на перший погляд, непомітні несправності системи запалювання чи системи впорскування (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 [3]. На кафедрі «Комп'ютеризованих систем автоматики» національного університету «Львівська політехніка» створений стенд на базі автомобіля Opel Vectra A з трьома електронними системами: керування; двигуном автомобіля, подушками безпеки і АБС. Для поглибленого вивчення студентами систем керування двигуном автомобіля виникає потреба розроблення методики та алгоритму діагностування електронної системи впорскування палива.

**Мета дослідження.** Розроблення методики діагностування електронної системи керування двигуном «C18NZ» з центральним впорскування палива «Opel Multec».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- розглянути будову і особливості функціонування системи центрального впорскування «Opel Multec»;
- дослідити основні принципи та засоби комп'ютерної діагностики, а також розробити методику створення алгоритмів діагностування системи впорскування палива.

**Виклад основного матеріалу.** Процес діагностування електронних систем автомобільного двигуна потребує постійного удосконалення конструкції сучасного автомобіля та більш жорстоких вимог до охорони навколишнього середовища.

При діагностуванні автомобіля інформація, збережена в пам'яті блоків керування, зчитується за допомогою спеціального інтерфейсу, що забезпечує швидкий і надійний пошук та усунення несправностей. Інтегровані в блоках керування автомобільних електронних систем підсистеми діагностики в даний час є стандартним компонентом електронних автомобільних систем. Алгоритм контролю підсистем діагностики перевіряє вхідні і вихідні сигнали електронних компонентів при експлуатації автомобіля. Крім того вся система перевіряється на наявність збоїв в роботі, а також діагностується правильність функціонування електронного блока керування двигуном автомобіля.

Розглядаючи тенденції і перспективи розвитку електронного обладнання сучасних автомобілів, визначаємо зміст навчального матеріалу з питань дослідження і діагностування електронних системи керування на прикладі роботи зі стендом автомобіля «Opel Vectra A». Це дає можливість освоїти будову та принцип роботи електронного обладнання автомобіля, основні прийоми діагностування та забезпечує мотивацію студентів займатися дослідницькими видами діяльності з реальним об'єктом. Робота системи заснована на подачі палива в камеру згорання через одну форсунку, яка знаходиться на впускному колекторі двигуна. В конструкцію даної системи входить: регулятор тиску, центральна форсунка впорскування, дросельна заслінка з механічним приводом, а також деталі електронного керування(вхідні давачі і блок керування).

При роботі двигуна сигнали від датчиків надходять в електронний блок керування. По сукупності сигналів і інформації про еталонні характеристики впорскування блок управління обчислює початок і тривалість відкриття центральної форсунки. Відповідно до розрахункових даних подається сигнал на електромагнітну котушку форсунки і запірний клапан відкривається. Бензин через сопло під тиском розпилюється у впускному колекторі і змішується з повітрям. Утворена паливно-повітряна суміш подається у камери згорання двигуна.

Процесом керування подачі палива керує контролер. Він здійснює програмне керування процесом підготовки паливо-повітряної суміші на основі інформації, отриманої від датчиків системи. Після оцінки даних, що надходять від датчиків у вигляді електричних сигналів і відповідних обчислень контролер подає керуючі електричні сигнали на виконавчі пристрої, які забезпечують справне функціонування системи (рис. 1).

Цикл подачі палива обчислюється за формулою :

$$G_{\tau_{ц}} = k_{\tau} \cdot g_{см} \cdot t_{y}, \quad (1)$$

де  $g_{см}$  – статична продуктивність форсунки;

$t_{y}$  – тривалості керуючого імпульсу, що подається на форсунку;

$k_{\tau}$  – коефіцієнт, що враховує запізнювання спрацьовування форсунок.

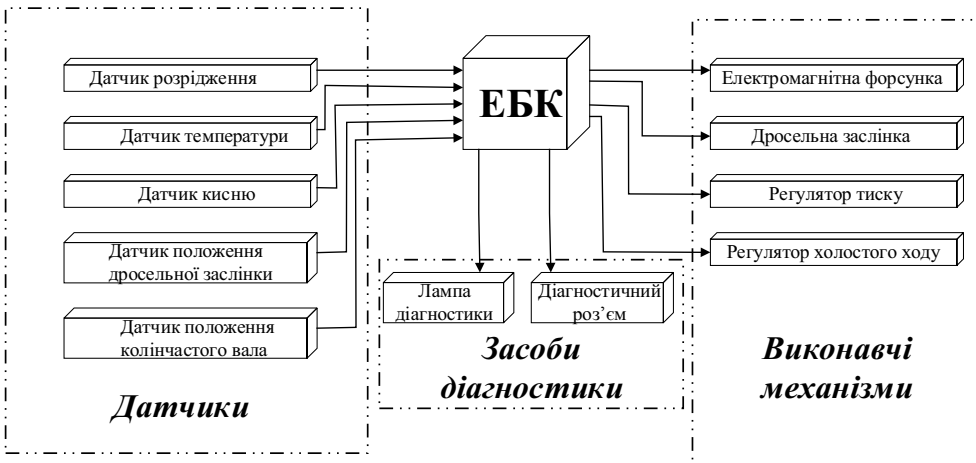


Рис. 1. Структурна схема системи впорскування палива «Opel-Multec»

Тривалість керуючих імпульсів визначається по формулі:

$$t_y = t_{\delta} \cdot k_{top} \cdot k_{yc} \cdot k_{\lambda} \cdot \Delta t_{\delta\delta}, \quad (2)$$

де  $k_{top} \cdot k_{yc} \cdot k_{\lambda}$  – коефіцієнти, що враховують температуру охолоджувальної рідини, температуру повітря, пришвидшення при холодному двигуні й склад відпрацьованих газів, відповідно, (визначаються з коригувальних матриць по сигналах відповідних датчиків);  $t_{\delta}$  – час, вибраний з базової матри-

ці, як функція частоти обертання колінчатого вала й навантаження;  $\Delta t_{аб}$  – проміжок часу, що враховує зміна напруги акумуляторної батареї.

Електронний блок керування (ЕБК) робить самоперевірку свого функціонування в такий спосіб: програмувальні чіпи 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 (рис. 2).

Система самодіагностики має три режими функціонування Перший режим здатний виявити несправність і відобразити коди цих несправностей. Другий режим - перевіряє працездатність певних елементів системи впорскування. Третій режим дає можливість протестувати підозрювані в несправності елементи.

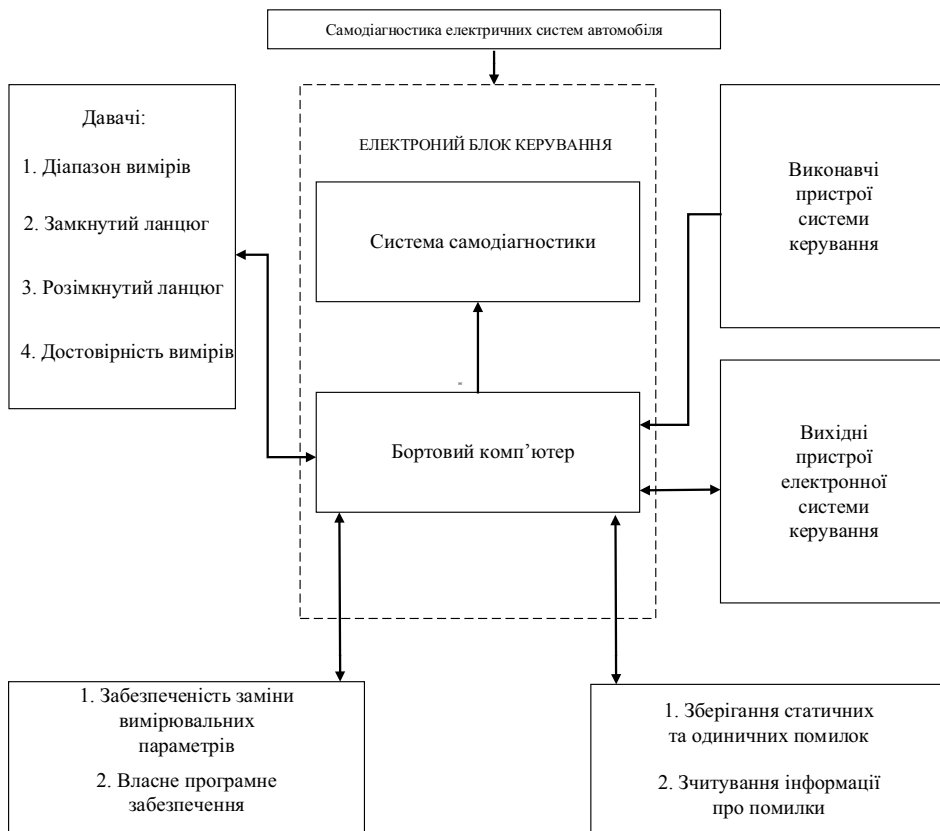


Рис. 2. Структурна схема самодіагностики автомобіля

Зовнішня діагностика дозволяє отримувати інформацію про стан системи за допомогою діагностичного обладнання. Принцип діагностування заснований на

обміні і відповідній обробці інформації що мітиться в ЕБК. Для зовнішньої діагностики в даному лабораторному стенді використовується автосканер «Scantronic».

Основним компонентом системи бортової діагностики є ЕБК. Він постійно тримає під наглядом сигнали віх датчиків систем керування, а також деякі важливі параметри роботи двигуна. Ці сигнали порівнюються з контрольними значеннями, які зберігаються в пам'яті контролера. Якщо який-небудь сигнал виходить за межі контрольних значень, ЕБК класифікує це як помилку.

Автосканер «Scantronic» – це професійний діагностичний сканер, який призначений для роботи з електронними системами керування автомобілів різних виробників. Цей пристрій представляє собою програмно-апаратний комплекс на базі персонального комп'ютера. Він виконаний у вигляді незалежного модуля з USB – портом і комплектується набором кабелів для підключення до діагностичних роз'ємів автомобілів (рис. 3).



Рис. 3. Комплектації діагностичного сканера «Scantronic»

Засобом відображення інформації слугує персональний комп'ютер. Підключення до ПК здійснюється через вільний порт (USB або RS232). Об'єм доступної інформації залежить від марки автомобіля. За допомогою сканера можна отримувати інформацію від електронних блоків керування різними системами автомобіля, керувати виконавчими елементами і отримувати інформацію про їх поточний стан, проводити адаптацію електронних вузлів керування, керувати сервісними індикаторами і інші.

Діагностичні можливості сканера максимально наближені до дилерських і можуть розширюватись, завдяки можливості регулярного оновлення програмного забезпечення.

Функціональні можливості діагностичного сканера «Scantronic»:

- читання і стирання кодів несправностей;
- відображення поточних параметрів системи;
- перевірка виконавчих механізмів;
- кодування блоків управління.

До складу комп'ютерної контрольно-діагностичної системи «Scantronic» входять: персональний комп'ютер, перехідний комутаційний блок, комплект сполучних кабелів, програмне забезпечення.

Програмне забезпечення, яке застосовується для діагностики – «ECU-Reader», розроблене компанією «Techno test» підходить для всіх європейських марок автомобілів за винятком шведських. Також ця програма є сумісною з операційною системою «Windows». У комплект програми входять інсталяційний пакет і пакет програм для електронних систем та їх модифікацій. Зв'язок з ЕБК здійснюється каналом у відповідності до стандарту ISO – 9141.

Процес діагностики починається з ініціалізації систем. 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.

Спочатку повинна бути вибрана модель автомобіля (проведена ідентифікація автомобіля). Ця інформація вводиться в системний сканер, що дає можливість отримати доступ до даних, потрібних для проведення випробувань конкретного автомобіля.

Після завершення завантаження ПЗ на екрані ПК з'являється основне меню з такими розділами: “ошибка”; “инженерные параметры”; “информация”; “идентификация праграммы”

У розділі меню «инженерные параметры» (рис. 4) знаходиться інформація про показники поточних та зразкових структурних параметрів, також від давачів, таких як:

Для кожного з цих давачів можна вивести на екран параметри як і в вимірюючих одиницях так і значення напруги у вольтах від 0В до 5В. Значення параметрів у вигляді стану (вкл./викл.), означає наявність або відсутність сигналу керування в середовищі ЕБК.

На основі аналізу значень поточних параметрів, які вимірюються в експлуатаційних умовах, отримується інформація про технічний стан окремих елементів системи керування та адекватність реагування ЕБК на тестові впливи. Слід пам'ятати, що інформація, яка виводиться на дисплей сканера, характеризує вихідні сигнали, що формуються в середовищі ЕБК, та ніяк не підтверджує фактичний стан (реакцію) виконавчих пристроїв.



Рис. 4. Розділ «инженерные параметры» програми діагностування

Для діагностування стану роботи окремих елементів системи потрібно використовувати поелементну діагностику. Поелементна діагностика – це методика діагностики при проведенні якої може бути зробити висновок про справність кожного елемента системи. У ряді випадків необхідно оцінити якість нового або відновленого елемента. Через це виникає необхідність вирішувати питання оцінки технічного стану таких елементів і можливості їх використання в складі системи.

Наприклад, після перевірки форсунки на опір не було виявлено несправність, то тоді потрібно провести діагностику з допомогою цифрового осцилографа. Для цього підключаємо щупи осцилографа до виводів форсунки і вмикаємо запалення і прокручуємо двигун стенда (рис. 5). Далі аналізується форма напруги керуючого сигналу, вимірюється частота та тривалість імпульсів впорскування з прив'язкою до швидкості обертання двигуна. За результатами аналізу (порівняння з нормованими значеннями) робиться висновок про стан електричної обмотки та клапанного механізму паливного каналу форсунки.

При реалізації алгоритму діагностування необхідно враховувати наступні методичні рекомендації:

- розглянути прийоми діагностування електроустаткування;
- вивчити взаємозв'язок діагностичних параметрів в усіх групах електроустаткування;
- вибрати методику аналізу отриманих результатів вимірів, придатних для реалізації їх технічними засобами.

Процес діагностування, в загальному вигляді, складається з певної послідовності операцій (кроків):

- підключення приладу до діагностичного рознімання автомобіля;

- очищення пам'яті системи діагностики від інформації про останній вибраний автомобіль;

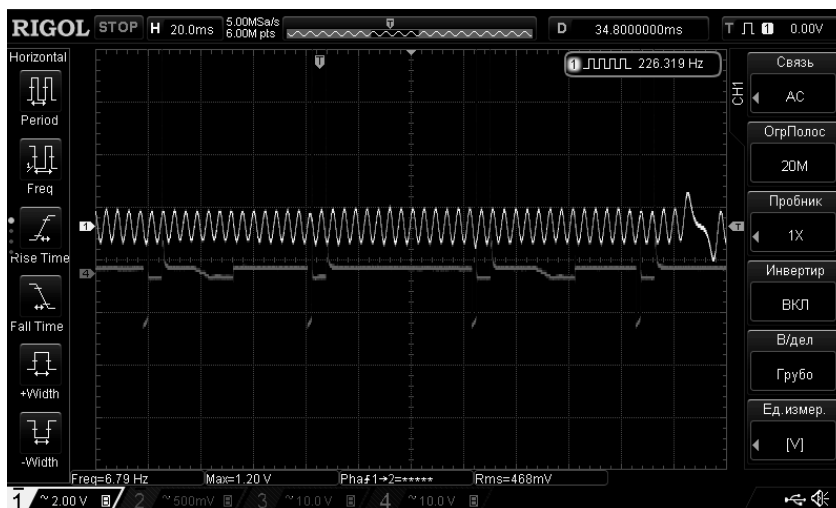


Рис. 5. Осцилограма сигналу електромагнітної форсунки

- ідентифікація автомобіля (рік випуску, моделі і тип двигуна);
- вибір системи керування за призначенням;
- одержання інформації про склад та стан обраної системи;
- локалізація несправності на рівні підсистеми;
- пошук дефекту на рівні агрегату (вузлу, елементу) чи пошкоджень монтажу електричних кіл.

На основі розроблених рекомендацій студенти складають алгоритм діагностування відповідної підсистеми електронної системи керування двигуна стенда автомобіля Opel Vectra A. При розробленні алгоритму діагностування підсистеми запалення студенти використовують рекомендації, розроблені в [4].

**Висновки.** В роботі розглянуті особливості функціонування та комп'ютерного діагностування системи центрального впорскування «Opel Multec», досліджені основні принципи та засоби комп'ютерної діагностики та наведені рекомендації по ефективному використанню автосканера «Scantronic». Розроблена методика створення алгоритмів діагностування електронної системи впорскування палива лабораторного стенда на базі автомобіля Opel Vectra. Використання запропонованої методики діагностування дає змогу поглибити вивчення студентами електронної системи керування двигуном «C18NZ» з центральним впорскування палива «Opel Multec» та розробляти алгоритми її діагностування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методика навчання майбутніх вчителів технологій основам електронного обладнання сучасних автомобілів: дисертація /А.М. Білан. – Умань:УДПУ, 2016. – 188 с.



2. Комп'ютерна діагностика: Конспект лекцій / М.Г. Левкович, П.В. Босюк, В.О. Тесля. – Тернопіль:ТНТУ, 2016. – 129 с.
3. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник / В.В. Біліченко, В.Л. Крещенецький, Ю.Ю. Кукурудзяк, С.В. Цимбал. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 118 с.
4. Модла Р. М., Павелчак А. Г., Вітер О. С., Бритковський В. М., Сорочинський О. М. Автоматизація діагностування електронних систем запалювання бензинових двигунів автомобілів // Комп'ютерні технології друкарства. – 2017. – № 2 (38). – С. 50–56.

### REFERENCES

1. Metodyka navchannia maibutnikh vchyteliv tekhnolohii osnovam elektronnoho obladnannia suchasnykh avtomobiliv: dysertatsiia / A.M. Bilan. (2016). – Uman:UDPU– 188 s. (in Ukrainian)
2. Kompiuterna diahnostyka: Konspekt leksii / M.H. Levkovich, P.V. Bosiuk, V.O. Teslia. (2016). – Ternopil:TNTU– 129 s. (in Ukrainian)
3. Osnovy tekhnichnoi diahnostyky kolisnykh transportnykh zasobiv: navchalnyi posibnyk / V.V. Bilichenko, V.L. Kreshchenetskyi, Yu.Iu. Kukurudziak, S.V. Tsymbal. (2012). – Vinnytsia: VNTU– 118 s. (in Ukrainian)
4. Modla R. M., Pavelchak A. H., Viter O. S., Brytkovskyi V. M., Sorochynskyi O. M. (2017). Avtomatyziatsiia diahnostuvannia elektronnykh system zapaliuvannia benzynovykh dvyhunyiv avtomobiliv // Kompiuterni tekhnolohii drukarstva. — № 2 (38). – S. 50–56. (in Ukrainian)

### DIAGNOSTIC METHOD OF LABORATORY MODEL OF C18NZ CONTROL UNIT BASED ON OPEN VECTRA

R.M. Modla<sup>1</sup>, A.G. Pavelchak<sup>1</sup>, V.M. Brytkovskyi<sup>1</sup>, O.O. Ivaniuk<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, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
roman.modla@ukr.net

*The work presents the features of functioning and computer diagnostics of the central injection system “Opel Multec”. The basic principles and means of computer diagnostics have been studied and recommendations on efficient use of Scantronic auto scanner have been given. Features of diagnostics of electronic control system of C18NZ engine with Opel Multec central injection of fuel have been considered. To achieve this goal, the following tasks have been solved: the structure and features of Opel Multec central injection system have been considered in detail; the research of basic principles and means of computer diagnostics has been carried out, as well as the method of creation of algorithms for diagnostics of the fuel injection system has been developed. The use of the suggested diagnostic method allows students to deepen the study of C18NZ electronic engine control system with Opel Multec central fuel injection and to develop algorithms for its diagnostics.*

**Keywords:** *electronic control system of Opel Multec engine, computer diagnostic algorithms, elemental diagnostics, Scanronic auto scanner, self-diagnosis, electromagnetic nozzle.*

*Стаття надійшла до редакції 10.03.2018*  
*Received 10.03.2018*