

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ  
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

**К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А   Р О Б О Т А**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення заходів технічного обслуговування  
автомобілів з електронною системою керування двигуном  
типу Mono-Jetronic»**

Виконав: студент групи Ат-43 сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”  
(шифр і назва)

Олег СМУК

(ім'я та прізвище)

Керівник: \_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2025



УДК 656.075

Смук Олег Русланович. «Удосконалення заходів технічного обслуговування автомобілів з електронною системою керування двигуном типу Mono-Jetronic» Кваліфікаційна робота. Львів: Львівський НУВМБ ім. Степана ГЖИЦЬКОГО, 2025. 77 с. університет, 2025. 75 с.

Табл. 4; рис. 21; бібліогр. джерел 33.

У роботі здійснено комплексний аналіз сучасних систем дистанційної діагностики технічного стану автомобілів. Визначено найбільш доцільні програмно-апаратні рішення для діагностичного обладнання, що дають змогу забезпечити якісний сервіс для широкого спектра моделей автомобілів.

Розроблено технологічну карту діагностики для системи керування двигуном Mono-Jetronic. Виділено основні вузли, що найбільш схильні до відмов, серед яких датчик положення дросельної заслінки, паливний насос, модуль і котушки запалювання, а також датчик масової витрати повітря. Показано, що найбільша кількість відмов спостерігається під час припрацювання (на пробігу 30–40 тис. км) та близько 100 тис. км, тож саме у ці періоди доцільно здійснювати поглиблену діагностику електронної системи керування Mono-Jetronic.

Розраховано, що при обслуговуванні й планово-попереджувальному ремонті 160 одиниць техніки економічний ефект від впровадження такої програми може досягати 422588 грн.

## ЗМІСТ

|      |                                                                                                                           |    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|      | ВСТУП.....                                                                                                                | 7  |
|      | РОЗДІЛ 1.                                                                                                                 |    |
|      | АНАЛІЗ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ MONO-JETRONIC.....                                                             | 9  |
| 1.1. | Загальна інформація про систему Mono-Jetronic.....                                                                        | 9  |
| 1.2. | Головні елементи системи Mono-Jetronic.....                                                                               | 11 |
| 1.3. | Процес роботи системи одноточкового впорскування.....                                                                     | 22 |
| 1.4. | Порівняння системи Mono-Jetronic з іншими системами впорскування палива.....                                              | 24 |
|      | Висновки до розділу 1.....                                                                                                | 30 |
|      | РОЗДІЛ 2.                                                                                                                 |    |
|      | ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ MONO-JETRONIC.....                                                  | 31 |
| 2.1. | Діагностування системи Mono-Jetronic з використанням сканера та іншого діагностичного обладнання.....                     | 31 |
| 2.2. | Складання технологічної карти на перевірку технічного стану електронної системи керування двигуном,,.....                 | 33 |
|      | Висновки до розділу 2.....                                                                                                | 47 |
|      | РОЗДІЛ 3.                                                                                                                 |    |
|      | ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.....                                                | 48 |
| 3.1. | Обчислення значень надійності функціонування систем MONO-JETRONIC.....                                                    | 48 |
| 3.2. | Планування загальної системи технічного обслуговування (ТО) для системи Monojetronic.....                                 | 51 |
| 3.3  | Планування заходів технічного обслуговування по моделях автомобілів, оснащених системою Monojetronic.....                 | 54 |
|      | Висновки до розділу 3.....                                                                                                | 59 |
|      | РОЗДІЛ 4.                                                                                                                 |    |
|      | ОХОРОНА ПРАЦІ В СФЕРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....                                                                      | 60 |
| 4.1. | Симуляція травмонебезпечних ситуацій під час виконання технічного обслуговування та ремонту систем керування двигуна..... | 60 |
| 4.2. | Обчислення вентиляції та освітлення дільниці для проведення діагностики.....                                              | 61 |
|      | Висновки до розділу 4.....                                                                                                | 64 |
|      | РОЗДІЛ 5.                                                                                                                 |    |
|      | ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....                                                                                  | 65 |
| 5.1. | Оцінка дільниці технічного обслуговування і діагностування за параметром технічна економічність.....                      | 65 |

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Визначення собівартості ТО-1 і ТО-2 для автомобілів<br>з наявною системою "Mono-Jetronic" ..... | 67 |
| Висновки до розділу 5.....                                                                      | 70 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....                                                                          | 72 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                 | 73 |

## ВСТУП

Двома основними напрямками дослідження двигунів внутрішнього згоряння є сприяння збільшення паливо-ефективності та зменшення викидів. З метою дотримання норм викидів і претензій на кращу продуктивність палива, створені методики керування двигуном. Дуже важливо зменшити викиди і покращити показники споживання палива, одночасно знижуючи недоліки з надійністю та комфортною їздою. Етап проектування двигуна повинен завжди передбачати проектування контролінгу, оскільки це одне з найскладніших питань. Ефективне поєднання автомобільних двигунів з головною душею мехатронних систем може забезпечити рівні викидів, економію палива та підвищену продуктивність, завдяки великій кількості застосування датчиків та електроніки, а також систем управління на основі мікропроцесора.

На зміну класичному механічному підходу прийшов новий спосіб керування двигуном, за допомогою електронних систем керування. У цьому випадку методи управління, що встановлені в системі, впливають на продуктивність двигуна, включаючи крутний момент, потужність, споживання палива та викиди.

Водій потрібен для керування транспортним засобом, а система керування двигуном створена для забезпечення потрібного значення робочого стану двигуна. Параметри іскріння, співвідношення повітря і палива, швидкість у стані холостого ходу та інші, такі як, фази газорозподілу чи інших складних параметрів, які рекомендовано контролювати. Контролюючи ці характеристики, викиди можуть зменшуватися, а ефективність і продуктивність двигуна збільшуватися.

У автомобілях широке використання електронних систем керування двигуном спричинено зростаючими вимогами до екологічності економічності, та надійності роботи силових агрегатів. Одна з таких систем є Mono-Jetronic — система одноточкового впорскування палива, розроблена компанією Bosch.

Її особливістю є поєднання електронного контролю з не складною конструкцією, що робить її популярною для використання в автомобілях середнього класу.

Метою дипломної роботи є розробка та впровадження удосконалених заходів технічного обслуговування автомобілів, з системою Mono-Jetronic, з метою підвищення ефективності експлуатації, зниження витрат пального та покращення екологічних показників.

## РОЗДІЛ 1.

### АНАЛІЗ ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМИ MONO-

#### 1.1 Загальна інформація про систему Mono-Jetronic

Mono-Jetronic (рис. 1.1) відрізняється від усіх інших відомих однокерованих систем тим, що вона покладається лише на датчик положення дросельної заслінки для оцінки навантаження двигуна. Відсутні датчики витрати повітря або вакууму у впускному колекторі. Mono-Jetronic завжди мала адаптивне замкнуте лямбда-керування, і за допомогою простого вимірювання навантаження двигуна вона сильно залежить від лямбда-зонда для коректного функціонування [3], [11], [15].



Рисунок 1.1 – Система паливоподачі  
Mono-Jetronic

Паливо впорскується у впускний колектор за допомогою одного соленоїдного клапана (паливної форсунки), встановленого центрально у верхній частині корпусу блоку форсунок. Тривалість перебування форсунки у відкритому стані визначає кількість палива, що надходить до циліндрів для згоряння. Електричні сигнали, які визначають тривалість відкриття паливної форсунки, розраховуються електронним блоком керування (рис. 1.2) на основі інформації, що надається його мережею датчиків. Тиск палива регулюється механічно [8].



Рисунок 1.2 - Електронний блок керування  
Сигнали, що подаються до ЕБК, включають наступне:

- температура охолоджувальної рідини двигуна;
- дані про швидкість обертання двигуна та положення колінчастого вала отримує від розподільника;
- інформація про положення дросельної заслінки надходить від датчика положення дросельної заслінки;
- вміст кисню у вихлопних газах аналізує через датчик (лямбда-зонд) у випускному колекторі.

Використовуючи інформацію, зібрану від різних датчиків, ЕБК надсилає сигнали для керування виконавчими механізмами системи за потреби.

ЕБК також має діагностичну функцію

## 1.2. Головні елементи системи Mono-Jetronic

Електронний блок керування, скорочено ЕБК, (рис. 1.3) також відомий як електронний модуль керування — це система в автомобільній електроніці, яка керує однією або кількома електричними системами в автомобілі чи іншому транспортному засобі [8].

Сучасні автомобілі мають багато ЕБК, і вони можуть мати в собі деякі або всі модулі: модуль керування трансмісією, загальний електронний модуль, модуль керування двигуном, модуль керування силовою установкою, модуль керування гальмами, центральний модуль керування, центральний модуль фаз газорозподілу, модуль керування кузовом та модуль керування підвіскою. Ці ЕБК іноді називаються комп'ютером автомобіля, але технічно вони є окремими комп'ютерами, а не єдиним. Інколи вузол містить кілька окремих модулів керування.



Рисунок 1.3 - Електронний блок керування

Деякі сучасні автомобілі мають до 150 ЕБК. Вмонтоване програмне забезпечення в ЕБК продовжує зростати за складністю, кількістю ліній та витонченістю. Керування зростаючою складністю та кількістю ЕБК в

транспортному засобі стало головним викликом для розробників оригінального обладнання [2], [10], [22], [29].

Дросельна заслінка з форсункою — система, в якій дросельна заслінка (яка регулює кількість повітря, що надходить у двигун) об'єднана або знаходиться не далеко від паливної форсунки (яка подає паливо в потік повітря). Така будова часто асоціюється з системами впорскування палива в дросельну заслінку (ТВІ).

Дросельна заслінка (рис. 1.4) — контролює потік повітря в двигун. Керується педаллю газу (вручну або електронно). Знаходиться в дросельній заслінці, переважно між повітряним фільтром і впускним колектором.



Рисунок 1.4 - Дросельна заслінка

Інжектор (рис. 1.5) — розпилює паливо у вхідне повітря. У системах ТВІ вона розташована над дросельною заслінкою або неподалік неї. Керування здійснюється електронним способом для управління паливно-повітряною сумішшю.



Рисунок 1.5 - Інжектор

#### Впорскування палива в дросельну заслінку (ТВІ)

Система подачі палива, яка використовує одну або дві форсунки, які встановлені в дросельній заслінці. Простіша, ніж багатоточкове впорскування палива, в якій кожен циліндр має свою власну форсунку. Поширена в старіших або простіших конструкціях двигунів.

Процес роботи відбувається так: дросельна заслінка відкривається і надходить повітря. Інжектор розпилює паливо в повітря трохи вище або нижче дросельної заслінки. Паливо-повітряна суміш потрапляє у впускний колектор, а потім у камеру згоряння.

Датчик температури охолоджувальної рідини (рис.1.6) — елемент двигуна, який вимірює температуру охолоджувальної рідини двигуна та передає ці значення блоку керування двигуном автомобіля. Ця інформація

важлива для правильного впорскування палива, кута випередження запалювання та навіть контролю викидів.



Рисунок 1.6 - Датчик температури охолоджувальної рідини

Датчик температури охолоджувальної рідини контролює робочу температуру двигуна.

- Допомагає ЕБК регулювати:
- Паливну суміш (багатшу в холодному стані, біднішу в теплому).
- Курс випередження запалювання.
- Швидкість холостого ходу.
- Активацію вентилятора радіатора.
- Показчик температури на приладовій панелі.

Більшість ДТР – це термістори (резистори, опір яких змінюється з температурою).

Знаходяться там, де протікає охолоджувальна рідина, зазвичай на головці блоку циліндрів, корпусі термостата або впускному колекторі.

Датчик положення дросельної заслінки (рис. 1.7) – це датчик, який використовується для контролювання положення дросельної заслінки для ЕБК

двигуна. Датчик зазвичай знаходиться на шпинделі валу метеликової заслінки, щоб він міг безпосередньо контролювати положення дросельної заслінки. Також застосовуються більш просунуті форми датчика. Наприклад, може застосовуватися додатковий "датчик положення закритої дросельної заслінки", щоб вказати, що дросельна заслінка повністю закрыта. Деякі блоки керування двигуном контролюють положення дросельної заслінки за допомогою електронного керування дросельною заслінкою або систем "drive by wire", і якщо так відбувається, датчик положення використовується в петлі зворотного зв'язку для забезпечення цього керування.



Рисунок 1.7 - Датчик положення дросельної заслінки

Пов'язані з ДПДЗ датчики педалі акселератора, які часто включають датчик повністю відкритої дросельної заслінки. Датчики педалі акселератора застосовуються в системах електронного керування дросельною заслінкою або "drive by wire", і найпоширеніше використання датчика повністю відкритої дросельної заслінки – для функції кік-даун в автоматичних коробках передач.

Датчик детонації (рис. 1.8) встановлений на картері двигуна та вимірює структурний шум за допомогою п'єзоелектричного вимірювального елемента. Датчик визначає детонацію за її вищими звуковими частотами. Коли датчик повідомляє про детонацію, ЕБК відповідно коригує кут випередження запалювання.



Рисунок 1.8 - Датчик детонації

«Детонація» виникає, коли паливо-повітряна суміш самозаймається передчасно. Якщо детонація тривала то вона може призвести до пошкодження прокладки головки блоку циліндрів та самої головки блоку циліндрів. Датчик детонації визначає високочастотні коливання двигуна, характерні для детонації, та надсилає сигнал до ЕБК. Основна мета в тому, щоб отримати максимальну енергетичну віддачу, запускаючи запалювання раніше. Двигуни з датчиком детонації можуть зменшити витрату палива та збільшити крутний момент.

Кисневий датчик (рис. 1.9) — це електронний компонент, який визначає концентрацію молекул кисню в повітрі або газовій матриці, до прикладу, у вихлопних газах двигуна внутрішнього згоряння [5].



Рисунок 1.9 - Кисневий датчик

Для автомобільного застосування кисневий датчик називається лямбда-зондом, де лямбда — це коефіцієнт еквівалентності повітря та палива, який зазвичай позначається  $\lambda$ . Він був розроблений компанією Robert Bosch GmbH наприкінці 1960-х років під керівництвом Гюнтера Баумана. Оригінальний чутливий елемент створений з цирконієвої кераміки у формі барабана, покритої тонким шаром платини як з вихлопної, так і з опорної сторони, і випускається як у нагрітому, так і в ненагрітому вигляді. Планарний датчик вийшов на ринок у 1990 році та значно зменшив масу керамічного чутливого елемента, а також вбудував нагрівач у керамічну структуру. Це призвело до появи датчика, який запускався швидше та реагував швидше.

Найпоширенішим застосуванням є вимірювання концентрації кисню у вихлопних газах двигунів внутрішнього згоряння в автомобілях та інших транспортних засобах, щоб розрахувати та, за потреби, динамічно регулювати співвідношення повітря-паливо, щоб каталітичні нейтралізатори (рис. 1.10) могли працювати оптимально, а також визначити, чи нейтралізатор працює належним чином. Кисневий датчик зазвичай генерує приблизно до 0,9 вольт, коли паливна суміш багата, а у вихлопних газах мало незгорілого кисню.



Рисунок 1.10 – Каталітичний нейтралізатор

Автомобільні кисневі датчики, розмовно відомі як датчики O<sub>2</sub> ("ō two"), роблять можливим сучасне електронне впорскування палива та контроль викидів. Вони допомагають у режимі реального часу визначати, чи є співвідношення повітря-паливо в двигуні внутрішнього згоряння багатим чи бідним. Оскільки кисневі датчики розташовані у вихлопному потоці, вони безпосередньо не вимірюють повітря чи паливо, що надходить у двигун, але коли інформація від кисневих датчиків поєднується з інформацією з інших джерел, її можна використовувати для непрямого визначення співвідношення повітря-паливо. Впорскування палива із зворотним зв'язком із замкнутим контуром змінює вихід паливного інжектора відповідно до даних датчиків у режимі реального часу, а не працює за заздалегідь визначеною (розімкнутою) картою палива. Окрім забезпечення ефективної роботи електронного впорскування палива, цей метод контролю викидів може зменшити кількість як незгорілого палива, так і оксидів азоту, що потрапляють в атмосферу. Незгоріле паливо забруднює повітря у вигляді вуглеводнів, що переносяться повітрям, тоді як оксиди азоту (гази NO<sub>x</sub>) утворюються в результаті перевищення температури в камері згоряння 1300 кельвінів через надлишок повітря в паливній суміші, що сприяє утворенню смогу та кислотних дощів [13]. Volvo була першим виробником автомобілів, який застосував цю технологію наприкінці 1970-х років разом із трикомпонентним каталізатором, що використовується в каталітичному нейтралізаторі.

Датчик насправді не вимірює концентрацію кисню, а швидше різницю між кількістю кисню у вихлопних газах та кількістю кисню в повітрі. Багата суміш викликає потребу в кисні. Ця потреба призводить до підвищення вихідної напруги через транспортування іонів кисню через шар датчика. Збіднена суміш викликає низьку напругу, оскільки є надлишок кисню.

Сучасні двигуни внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням використовують кисневі датчики та каталітичні нейтралізатори для зменшення викидів вихлопних газів [27]. Інформація про концентрацію кисню надсилається до комп'ютера керування двигуном або блоку керування

двигуном, який регулює кількість палива, що впорскується в двигун, щоб компенсувати надлишок повітря або палива. ЕБК намагається підтримувати в середньому певне співвідношення повітря-паливо, перетворюючи інформацію, отриману від кисневого датчика. Основною метою є компроміс між потужністю, економією палива та викидами, і в більшості випадків це досягається співвідношенням повітря-паливо, близьким до стехіометричного. Для двигунів з іскровим запалюванням (ті що працюють на бензині або автогазі (зрідженому нафтовому газі (LPG), на відміну від дизельного палива) сучасні системи стикаються з трьома типами викидів: вуглеводні (які виділяються, коли паливо не згорає повністю, наприклад, при пропусках запалювання або роботі на збагаченій суміші), чадний газ (який є результатом роботи на злегка збагаченій суміші) та NOx (які переважають, коли суміш збіднена). Вихід з ладу цих датчиків, наприклад, через нормальне старіння, використання етилованого палива або палива, забрудненого силіконом або силікатами, може призвести до пошкодження каталітичного нейтралізатора автомобіля та дорогого ремонту.

Втручання або зміна сигналу, який кисневий датчик надсилає до комп'ютера двигуна, може негативно вплинути на контроль викидів і навіть пошкодити транспортний засіб. Коли двигун працює в умовах низького навантаження (наприклад, при дуже плавному розгоні або підтримці постійної швидкості), він працює в "режимі замкнутого циклу". Це стосується циклу зворотного зв'язку між ЕБК та кисневим датчиком, в якому ЕБК регулює кількість палива та очікує результуючої зміни в реакції кисневого датчика. Цей цикл змушує двигун працювати як злегка збідненою, так і злегка збагаченою сумішшю в послідовних циклах, намагаючись підтримувати в середньому переважно стехіометричне співвідношення. Якщо модифікації призводять до помірно збідненої суміші двигуна, відбудеться незначне збільшення паливної ефективності, іноді за рахунок збільшення викидів NOx, значно вищої температури вихлопних газів, а іноді й незначного збільшення потужності, що може швидко призвести до пропусків запалювання та різкої втрати

потужності, а також до потенційного пошкодження двигуна та каталітичного нейтралізатора (через пропуски запалювання) при надзбільшених співвідношеннях повітря-паливо. Якщо модифікації призводять до збагаченої суміші двигуна, то відбудеться незначне збільшення потужності до певної точки (після якої двигун починає переповнюватися через занадто велику кількість незгорілого палива), але за рахунок зниження паливної ефективності та збільшення кількості незгорілих вуглеводнів у вихлопних газах, що спричиняє перегрів каталітичного нейтралізатора. Тривала робота на багатих сумішах може призвести до катастрофічного виходу з ладу каталітичного нейтралізатора (див. зворотне займання). ЕБУ також контролює час запалювання двигуна разом із шириною імпульсу паливної форсунки, тому модифікації, які призводять до роботи двигуна як на занадто бідну, так і на занадто багату суміш, можуть призвести до неефективного споживання палива, коли паливо запалюється занадто рано або занадто пізно в циклі згоряння.

Коли двигун внутрішнього згоряння працює під високим навантаженням (наприклад, повністю відкрита дросельна заслінка), вихідний сигнал датчика кисню ігнорується, і ЕБК автоматично збагачує суміш для захисту двигуна, оскільки пропуски запалювання під навантаженням набагато частіше призводять до пошкоджень. Це називається роботою двигуна в "режимі розімкнутого циклу". Будь-які зміни у вихідному сигналі датчика будуть ігноруватися в цьому стані. У багатьох автомобілях (за винятком деяких моделей з турбонаддувом) вхідні дані від витратоміра повітря також ігноруються, оскільки вони можуть знизити продуктивність двигуна через занадто багату або занадто бідну суміш і збільшити ризик пошкодження двигуна через детонацію, якщо суміш занадто бідна.

Датчик швидкості обертання двигуна (рис. 1.11), який часто називають датчиком положення колінчастого вала, визначає швидкість обертання колінчастого вала двигуна. Ці дані є вирішальними для функцій керування

двигуном, таких як кут випередження впорскування палива, кут випередження запалювання та керування холостим ходом двигуна.



Рисунок 1.11 – Датчик швидкості обертання двигуна

Датчик вимірює кількість обертів за хвилину колінчастого вала та надсилає ці дані до ЕБК (блоку керування двигуном).

Датчик визначає коли впорскувати паливо в циліндр, момент коли запалювати свічки запалювання. В автоматичних коробках передач визначає коли перемикає передачі.

Існує декілька принципів роботи датчика колінчастого вала:

магнітний/індуктивний датчик: Використовує магніт і котушку; виявляє зубці на резонаторному коліщатку;

датчик Холла: Використовує магнітне поле та твердотілий перемикач;

оптичний датчик: Менш поширений; використовує переривання світла.

Встановлюється біля шків колінчастого вала, маховика або блоку двигуна для зчитування даних з резонаторного колеса або резонаторного кільця.

Вихідний сигнал

Генерує змінний або цифровий сигнал, який змінюється залежно від швидкості двигуна.

ЕБК перетворює сигнал для визначення точного положення та швидкості колінчастого вала.

### 1.3 Процес роботи системи одноточкового впорскування

Одноточкове впорскування (так званим «дросельним впорскуванням») використовує один інжектор у дросельному корпусі, встановленому подібно до карбюратора на впускному колекторі (рис. 1.12). Як і в карбюраторній системі впорскування, паливо змішується з повітрям перед потраплянням у впускний колектор. Одноточкове впорскування було відносно недорогим способом для автовиробників зменшити викиди вихлопних газів, щоб відповідати суворішим нормам, забезпечуючи при цьому кращу «керованість» (легкий запуск, плавна робота, відсутність заїкання двигуна), ніж можна було отримати за допомогою карбюратора. Багато допоміжних компонентів карбюратора, такі як повітряний фільтр, впускний колектор та прокладання паливних ліній, можна було використовувати з невеликими змінами або без них. Це відклало витрати на редизайн та оснащення цих компонентів. Одноточкове впорскування широко використовувалося на легкових автомобілях та легких вантажівках американського виробництва протягом 1980–1995 років, а також на деяких європейських автомобілях на початку та в середині 1990-х років [3], [11], [15].

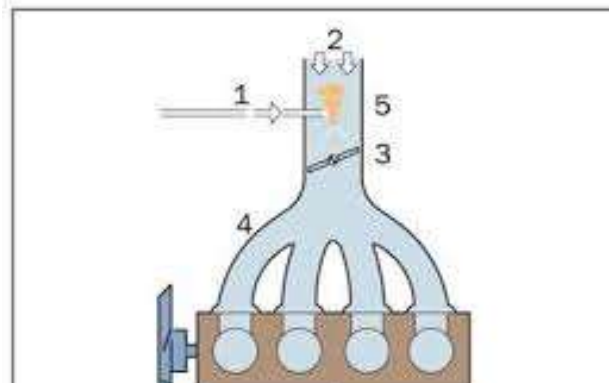


Рисунок 1.12 - Одноточкове впорскування

Система одноточкового впорскування палива – це тип системи, яка використовує один інжектор для змішування палива. Вона має лише один інжектор, який впорскує паливо перед тим, як воно потрапить у впускний колектор.

У цій системі паливо змішується з повітрям перед дросельною заслінкою. Система одноточкового впорскування палива також відома як система впорскування через дросельну заслінку.

Принцип роботи системи одноточкового впорскування палива:

В системі одноточкового впорскування палива інжектор розташований перед дросельною заслінкою.

Кількість палива, що впорскується, визначається електронним блоком керування двигуном. Блок керування двигуном отримує дані від різних датчиків і розраховує кількість палива, яке подається для впорскування.

Інжектор палива розпилює паливо для змішування з потоком повітря, і ця паливо-повітряна суміш потрапляє у впускний колектор.

Впускний колектор далі розподіляє суміш по всіх циліндрах.

Переваги системи одноточкового впорскування палива:

Проста конструкція;

Точна подача палива (порівняно з карбюратором);

Просте обслуговування;

Використовується лише один інжектор;

Надійна робота.

Недоліки системи одноточкового впорскування палива:

Нерівномірна подача палива до всіх циліндрів;

Менш ефективна;

Змочує впускний колектор, утворюючи шар палива на ньому;

Нижча економія палива.

#### **1.4 Порівняння системи Mono-Jetronic з іншими системами впорскування палива**

Mono-Jetronic (рис. 1.13) — це торгова марка компанії Robert Bosch GmbH, яка використовується для непрямой, центральної, періодичної, електронно керованої системи точкового впорскування (одна форсунка для всіх циліндрів). У системі Mono-Jetronic базова кількість палива та базовий час уприскування визначаються сигналами кута повороту дросельної заслінки та швидкості обертання двигуна (базова суміш). Для точнішого визначення кількості палива (коригувальної суміші) необхідні додаткові сигнали, такі як температура повітря, температура охолоджувальної рідини, склад суміші (лямбда-зонд). Паливно-повітряна суміш розподіляється по окремих циліндрах через впускний колектор (який може підігріватися електрично або за рахунок відпрацьованого тепла двигуна). Monojetronic також має систему відключення при перевантаженні, яка керується перемикачем у приводі дросельної заслінки, тобто  $h$ . Під час роботи на вибігу паливо не впорскується. Холостий хід регулюється приводом дросельної заслінки, при цьому температура охолоджувальної води (холодний пуск) значною мірою визначає холостий хід. Крім того, в автомобілях з каталітичними нейтралізаторами керуються клапани регенерації фільтра з активованим вугіллям. Тиск у системі становить 0,75–1 бар і регулюється пружинним регулятором тиску. Швидкість обмежується вимкненням клапана впорскування. Блок керування Mono-Jetronic містить лише систему управління впорскуванням, система управління запалюванням окрема від системи впорскування, до системи впорскування передається лише сигнал швидкості [3], [11], [15].

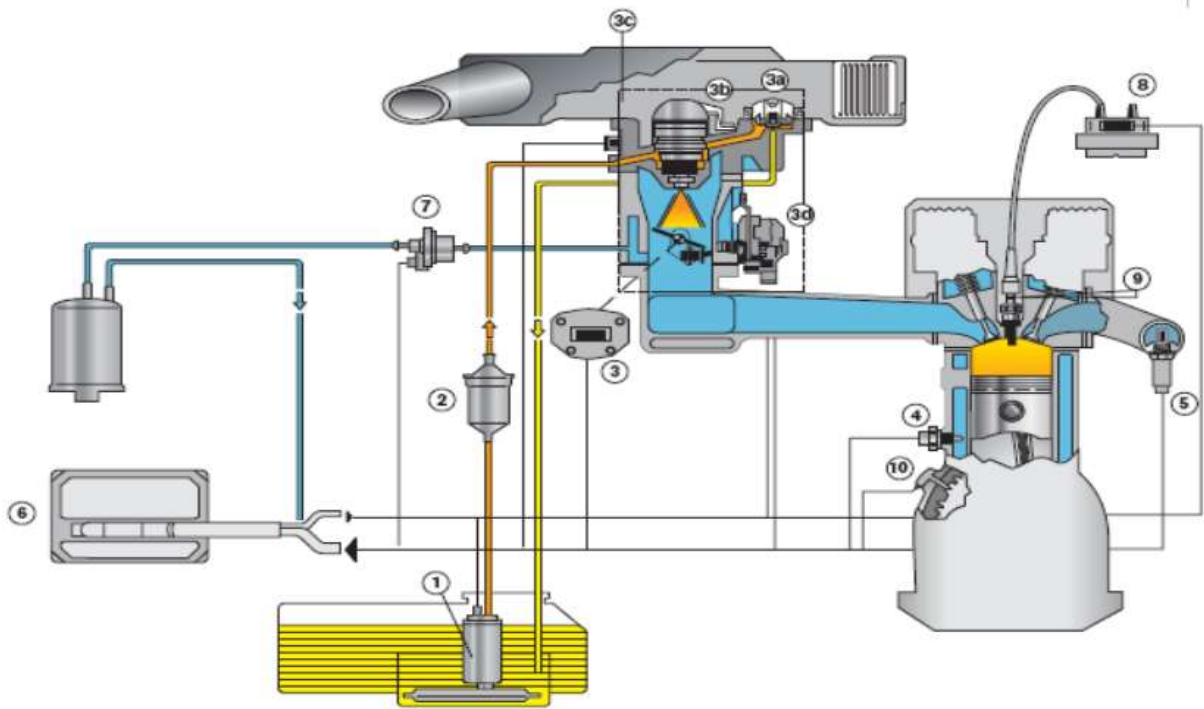


Рисунок 1.13 – Система Mono-Jetronic: 1. Паливний насос 2. Паливний фільтр 3. Потенціометр дросельної заслінки 3a. Регулятор тиску 3b. Інжекторний клапан 3c. Датчик температури повітря 3d. Канальний привід холостого ходу 4. Датчик температури 5. Лямбда-зонд 6. Електронний блок керування 7. Вентиляційний клапан бака 8. Котушка запалювання 9. Свічка запалювання 10. Датчик обертів (відноситься до системи запалювання)

L-Jetronic (рис. 1.14) часто називали системою впорскування з керованим потоком повітря (AFC), щоб ще більше вирізнити її від системи D-Jetronic, керованої тиском — літера «L» у назві якої походить від німецької *luft*, що означає «повітря». У системі потік повітря в двигун вимірюється рухомою лопаткою (що вказує на навантаження двигуна), відомою як датчик об'ємного потоку повітря (VAF), який у німецькій документації називають *LuftMengenMesser* або LMM. L-Jetronic використовував спеціально розроблені інтегральні схеми, що призвело до створення простішого та надійнішого блоку керування двигуном (ECU), ніж у D-Jetronic.

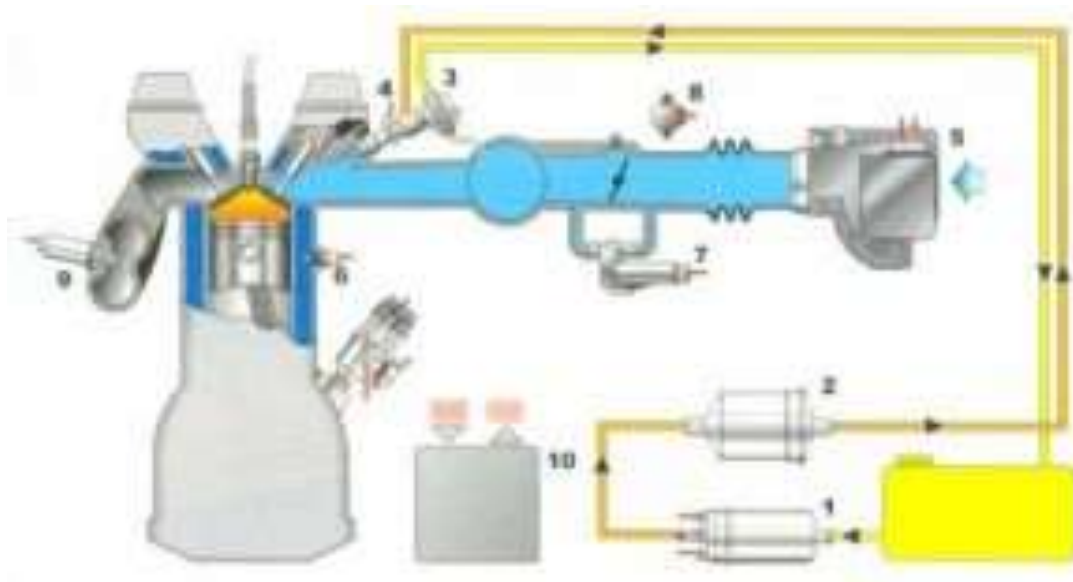


Рисунок 1.14 - Система L-Jetronic: 1- паливний насос; 2 - паливний фільтр; 3 - регулятор тиску палива 4 - форсунка упрскування; 5 - витратомір повітря; 6 – термореле; 7 - клапан додаткового повітря; 8 - потенціометр дросельної заслінки; 9 - кисневий датчик (лямбда-зонд); 10 - електронний блок керування

Аналогове впорскування палива, «D» походить від німецької «Druck», що означає тиск. Вакуум у впускному колекторі вимірюється за допомогою датчика тиску, розташованого у впускному колекторі або підключеного до нього, для обчислення тривалості імпульсів впорскування палива. Спочатку ця система називалася Jetronic, але пізніше назва D-Jetronic була створена як ретронім, щоб відрізнити її від наступних ітерацій Jetronic.

D-Jetronic (рис. 1.15), по суті, була подальшим удосконаленням системи подачі палива Electrojector, розробленої корпорацією Bendix наприкінці 1950-х років. Замість того, щоб вирішити різні проблеми з надійністю системи Electrojector, Bendix натомість ліцензувала конструкцію компанії Bosch. Оскільки роль системи Bendix була значною мірою забута, D-Jetronic стала відома як перший успішний попередник сучасних електронних систем Common Rail; вона мала постійну подачу палива до форсунок під тиском та

імпульсні впорскування, хоча й згруповані (2 групи форсунок, що імпульсують разом), а не послідовні (окремі імпульси форсунок), як у пізніших системах.

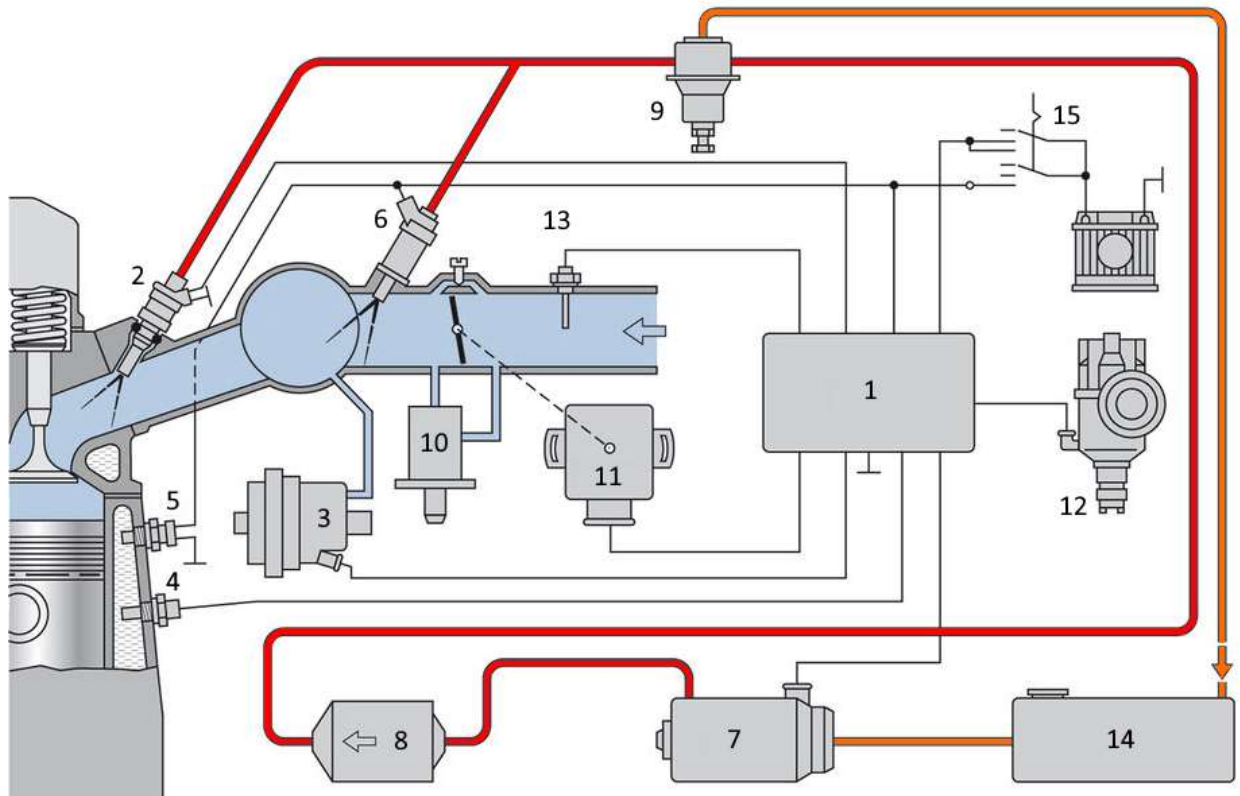


Рисунок 1.14 – Система D-Jetronic: 1. Блок керування (ECU) 2. Клапан форсунки 3. Датчик тиску 4. Датчик температури II охолоджувальної рідини 5. Термінальний перемикач часу 6. Клапан холодного запуску 7. Паливний насос 8. Паливний фільтр 9. Регулятор тиску 10. Регулятор допоміжного повітря 11. Перемикач положення дросельної заслінки 12. Тригер розподільника запалювання 13. Датчик температури I впускного отвору повітря 14. Паливний бак 15. Головне реле для ввімкнення ЕБК

Як і в системі Electrojector, D-Jetronic використовувала аналогову схему без мікропроцесора та цифрової логіки, а ЕБУ використовував близько 25 транзисторів для виконання всієї обробки. Два важливі фактори, що призвели до остаточної невдачі системи Electrojector: використання конденсаторів у паперовій обгортці, непридатних для циклічного нагрівання, та сигнали амплітудної модуляції (телебачення/радіоаматорське радіо) для керування форсунками були замінені. Все ще існуюча нестача обчислювальної потужності та відсутність твердотільних датчиків означали, що вакуумний

датчик був досить дорогим точним приладом, схожим на барометр, з латунними сильфонами всередині для вимірювання тиску у впускному колекторі.

Хоча концептуально він був схожий на більшість пізніших систем з окремими електрично керованими форсунками на циліндр та широтно-імпульсною модуляцією подачі палива, тиск палива не модулювався тиском у впускному колекторі, і форсунки спрацьовували лише один раз на 2 оберти двигуна (при цьому половина форсунок спрацьовувала за кожен оберт).

Безпосереднє впорскування палива Common Rail — це система безпосереднього впорскування палива, побудована на основі електромагнітних клапанів подачі палива в паливну рампу високого тиску (понад 2000 бар або 200 МПа або 29 000 фунтів на квадратний дюйм), на відміну від низькотискних форсунок паливного насоса, що живлять паливний насос. Впорскування під високим тиском гарантує переваги в потужності та споживанні палива порівняно з впорскуванням палива під нижчим тиском, шляхом впорскування палива у вигляді великої кількості дрібних крапель, що забезпечує набагато вище співвідношення площі поверхні до об'єму. Це забезпечує покращене випаровування з поверхні крапель палива, а отже, більш ефективне поєднання атмосферного кисню з випарованим паливом, забезпечуючи більш повне згоряння.

Система Common Rail широко застосовується в дизельних двигунах. Воно також є підґрунтям систем безпосереднього впорскування бензину, що застосовується в бензинових двигунах.

Соленоїдні або п'єзоелектричні клапани дозволяють точне електронне керування часом і кількістю палива що впорскування, а вищий тиск, який забезпечує система Common Rail, гарантує краще розпилення палива. Для того щоб знизити шум двигуна, електронний блок керування двигуном може впорскувати малу кількість дизельного палива перед основним вприскуванням, тим самим знижуючи його вибуховість та вібрацію, а також оптимізуючи час і кількість вприскування для змін якості палива, холодного

запуску тощо. Деякі вдосконалені паливні системи Common Rail виконують до п'яти уприскувань за такт.

Двигуни Common Rail (рис. 1.16) потребують невеликого або взагалі відсутнього часу на прогрів, залежно від температури навколишнього середовища, і створюють менше шуму та викидів, ніж старіші системи.

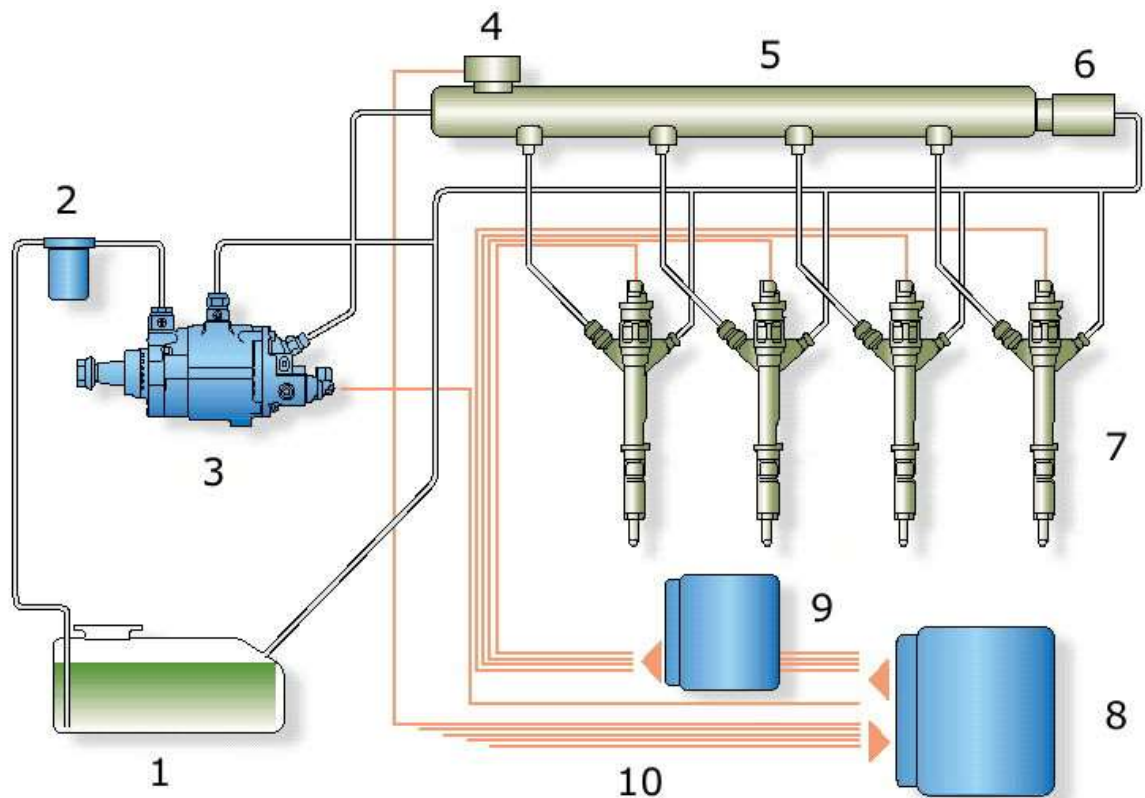


Рисунок 1.16 – Система Common Rail: 1. Паливний бак 2. Паливний фільтр 3. ПНВТ 4. Паливо-проводи 5. Датчик тиску палива 6. Паливна рампа 7. Регулятор тиску палива 8. Форсунки 9. Електронний блок керування 10. Сигнали від датчиків 11. Підсилювальний блок (на деяких моделях авто)

### **Висновки за розділом**

1. У даному розділі була представлена система впорскування палива типу Mono-Jetronic. Було проведено детальний аналіз конструкції та принципу дії системи Mono-Jetronic. Ця система є різновидом одноточкового електронного впорскування палива. Загалом, система Mono-Jetronic забезпечує спрощену, але достатньо ефективну реалізацію процесу електронного впорскування палива, особливо в умовах економ-класу двигунів, завдяки мінімальній кількості датчиків та надійності конструкції.

2. Також було розглянуто та проаналізовано інші системи впорскування палива та проведено їх порівняння із системою типу Mono-Jetronic.

## РОЗДІЛ 2

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ MONO-JETRONIC

#### 2.1 Діагностування системи Mono-Jetronic з використанням сканера та іншого діагностичного обладнання

Сканер є незамінним для діагностики проблем у сучасних автомобілях. Сканер (рис. 2.1) — це невеликий комп'ютер, який взаємодіє з комп'ютерами автомобіля. Технік читає цю розмову, щоб отримати інформацію про стан системи керування комп'ютером автомобіля. Сучасні сканери використовуються для виявлення проблем з керуванням двигуна в системах запалювання та палива, системах запуску та заряджання, а також в системі контролю викидів внаслідок випаровування палива (EVP). Сканери також використовуються для виявлення проблем з трансмісією, антиблокувальною системою гальм, контролем тяги, електронною системою контролю стійкості (ABS/ TCS/ESC) та електричними пристроями кузова, а також інших проблем з транспортним засобом. Багато сучасних сканерів містять осцилографи та мультиметри. У цьому розділі описано основні функції сканера та наведено загальні вказівки щодо використання сканерів. Ця інформація дозволить вам ефективно використовувати сканер під час діагностики проблем [17], [28].



Рисунок 2.1 - Автомобільний сканер

Найпоширеніше використання сканера — це отримання діагностичних кодів несправностей (DTC). Ці п'ятизначні буквено-цифрові коди відображаються у вигляді цифр та літер на екрані сканера. Коди несправностей (DTC) визначають конкретну несправність або несправність, що розвивається. Бортова діагностика другого покоління (OBD II) може виявляти показники поза діапазоном та несправності, що розвиваються, а також очевидні дефекти. Існують тисячі можливих кодів несправностей з OBD II. Багато кодів несправностей були стандартизовані Товариством автомобільних інженерів (SAE). Крім того, всі виробники мають специфічні коди несправностей, які стосуються конкретних проблем лише на їхніх автомобілях [6].

Нажаль система Mono-Jetronic не є надто сучасною і більшість сканерів, які використовують станції технічного обслуговування зараз, не здатні коректно діагностувати дану систему. Тому власникам автомобілів з такою

системою доводиться шукати майстрів, які мають потрібне обладнання і вміють ним користуватися.

## 2.2 Складання технологічної карти на перевірку технічного стану електронної системи керування двигуном

Електронний блок керування (ЕБК) двигуном має режим самодіагностики. Коли відбувається включення запалювання повинна загорітися контрольна лампа несправності системи керування двигуна, що означає про працездатність системи діагностики. Якщо система керування двигуна в робочому стані, то після запуску двигуна повинна згаснути лампа [2], [10], [17].

Для зчитування кодів несправності в системі керування двигуна потрібно підключити зовнішній діагностичний пристрій. Для цього в системі встановлений діагностичний роз'єм [22], [28-29].

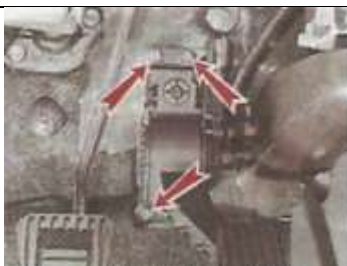
Таблиця 2.1 - Технологічна карта на перевірку технічного стану системи керування двигуном

| №   | Порядок виконання                                                                                                                       | Обладнання                    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 005 | Зчитуємо коди помилок через діагностичний роз'єм<br> | Сканер або мотор-тестер       |
| 010 | Перевіряємо стан високовольтних проводів                                                                                                |                               |
|     | Високовольтні дроти відключаємо від свічок запалювання.                                                                                 | Мультиметр (в режимі омметра) |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|     |  <p>Наконечники високовольтних проводів відключаємо від котушки запалювання.</p>  <p>Мультиметром (в режимі омметра) визначаємо опір проводів.</p>  <p>Опір у робочих проводах (в залежності від довжини) повинен бути від 3,5 до 10,0 кОм.</p>  |                                                      |
| 015 | Перевірка свічок запалювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                      |
|     | <p>Протираємо і обдуваєм стисненим повітрям місце встановлення свічки запалювання.</p> <p>Торцевим ключем для свічок запалювання на 21 мм викручуємо свічку.</p>  <p>Перед встановленням свічки запалювання за допомогою набору круглих щупів перевіряємо зазор між її електродами. Зазор повинен бути від 1,0 до 1,15 мм</p>  | <p>Торцевий ключ для свічок запалювання на 21 мм</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | За потреби регулюємо зазор шляхом підгибанням бічного електрода.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                     |
| 020 | Перевірка котушки запалювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                     |
|     | <p>Звільняємо фіксатор, відключаємо колодку джгута проводів 1 від виводів модуля запалювання 2.</p>  <p>Включаємо запалювання і вольтметром вимірюємо напругу між висновком 15 і «масою» колодки джгута проводів.</p>  <p>Напруга повинна бути не менше 12 В. Якщо не надходить напруга на колодку або вона менше 12 В, це означає: несправна ланцюг живлення, розряджена акумуляторна батарея або несправний ЕБК. Після вимірювання, вимкніть запалювання. Від'єднайте високовольтні дроти від свічок запалювання.</p> |                                                                                                                     |
|     | <p>Торцевим ключем на 13 мм відкручуємо два болта верхнього кріплення кронштейна котушки запалювання.</p>  <p>Ключем на 17 мм послабивши нижній болт кріплення кронштейна котушки запалювання, демонтуємо кронштейн разом з котушкою.</p>  <p>Високовольтні дроти відключаємо від котушки запалювання.</p>                                                                                                                                                                                                          | <p>Мультиметр (в режимі вольтметра і омметра), торцевий ключ на 13 мм, Ключ на 17 мм, шестигранний ключ на 5 мм</p> |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|     | <p>Вимірюємо за допомогою омметра електричний опір між центральним виводом 15 і корпусом. Не повинно бути короткого замикання первинної обмотки котушки на «масу». Послідовно вимірюємо електричний опір між центральним виводом 15 і крайніми висновками - 1a і 1b. Опір кожної первинної обмотки котушки повинен бути приблизно 0,5 Ом.</p>  <p>При вимірюванні малих величин електричного опору (близько 1 Ом) потрібно враховувати внутрішній опір приладу.</p> <p>Омметром вимірюємо опір між високовольтними виводами котушки 1 і 4. а потім 2 і 3. Опір обмоток повинен бути близько 5,4 кОм.</p> |  |
|     |  <p>Шестигранним ключем на 5 мм відкручуємо чотири гвинти кріплення котушки до кронштейна і демонтуємо котушку.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| 025 | Перевірка електронної педалі газу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|     | <p>Натискаємо фіксатори колодки джгута проводів і відключаємо колодку від датчика педалі газу.</p>  <p>Торцевим ключем на 10 мм відкручуємо три гайки кріплення педалі газу.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |



Демонтуємо педаль зі шпильок.



Підключаємо один щуп мультиметра до виводу 2, а інший до виводу 4.



Плавню переміщаючи педаль газу, за допомогою приладу контролюємо електричний опір, який повинен зменшуватися.

Аналогічно проводимо перевірку, приєднавши мультиметр до виводів 3 і 4.



Перевіряємо струмопровідну доріжку іншого датчика, один за одним підключаємо мультиметр до виводів 1-6 і 6-5.



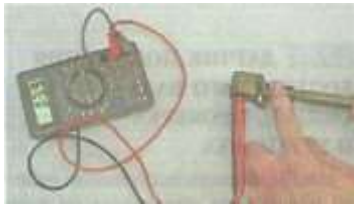
030

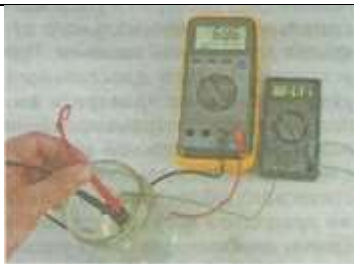
Перевірка дросельного вузла

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                          |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Затяжку хомута послаблюємо хрестоподібною викруткою і від'єднуємо трубку підведення повітря з патрубка дросельного вузла і переміщаємо шланг вниз.</p>  <p>Натиснувши фіксатори, відключаємо колодку джгута проводів від дросельного вузла.</p>  <p>Перевіряємо стан виводів дросельного вузла і колодки джгута проводів. Для очищення розпилюємо на виводи засіб для очищення та захисту електричних контактів.</p> |                                                                                          |
|  | <p>Шестигранним ключем на 5 мм відкручуємо чотири болта кріплення дросельного вузла.</p>  <p>Знімаємо дросельний вузол.</p>  <p>Дістаємо ущільнювальне кільце фланця ресивера впускного трубопроводу.</p>                                                                                                                                                                                                         | <p>Шестигранний ключ на 5 мм, хрестоподібна викрутка, мультиметр, засіб для очищення</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|    |  <p>За допомогою мультиметром вимірюємо опір датчиків положення дросельної заслінки між виводами 4 і 1 . У справного дросельного вузла опір повинен бути в межах від 750 до 1250 Ом.</p> <p>Змиваємо відкладення з внутрішніх стінок дросельного вузла і з дросельної заслінки за допомогою засоба для очищення.</p> <p>Протираємо дросельний вузол чистою ганчіркою і продуваєм стисненим повітрям від компресора.</p>                                         |                                                                      |
| 35 | <p>Перевірка клапану продувки адсорбера</p> <p>Від'єднуємо колодку джгута проводів від клапана продувки адсорбера.</p>  <p>Звільняємо фіксатор, переміщаючи клапан вгору, знімаємо його з кронштейна.</p>  <p>Стискаючи фіксатор, знімаємо наконечник трубки з патрубку клапана.</p>  | <p>Хресто<br/>подібна<br/>викрутка,<br/>акумуляторна<br/>батарея</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|    | <p>Хрестоподібною викруткою ослаблюємо з'язжку хомута кріплення шлангу до трубки клапана продувки адсорбера.</p>  <p>Підчепивши викруткою, знімаємо клапан з адсорбера.</p>                                                                                                                                                                                                      |                                                      |
|    | <p>Подаємо на виводи клапана напругу 12 В від акумуляторної батареї («-» до виводу 1, «+» до виводу 2).</p>  <p>При подачі напруги клапан має відкритися з характерним клацанням.</p>                                                                                                                                                                                           |                                                      |
| 40 | <p>Перевірка датчика положення колінчастого вала</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |
|    | <p>Звільняємо фіксатор, від'єднуємо колодку проводів від датчика положення колінчастого вала.</p>  <p>За допомогою торцевого ключа на 10 мм відкручуємо болт кріплення датчика положення колінчастого вала.</p>  <p>Знімаємо датчик.</p> <p>До виводів датчика під'єднуємо мультиметр.</p> | <p>Торцевий ключ на 10 мм, викрутка, мультиметр.</p> |

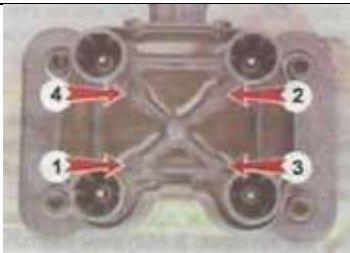
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Лезо викрутки швидко проносимо поблизу торця датчика, на вольтметрі спостерігаємо скачки напруги.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                           |
| 45 | <p>Перевірка датчика температури охолоджуючої рідини</p> <p>Охолоджуючу рідину зливаємо<br/>Звільняємо фіксатор колодки джгута проводів,<br/>від'єднуємо колодку від датчика.</p>  <p>Підключаємо «мінусовий» щуп вольтметра до «маси» двигуна.</p> <p>Включаємо запалювання, вольтметром вимірюємо напругу на виводі 1 колодки джгута проводів.</p> <p>На виводі повинна бути напруга не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона менше 12 В, то це означає, що розряджена акумуляторна батарея, несправний ЕБК або несправний ланцюг живлення.</p> <p>Накидним ключем на 19 мм відкручуємо датчик температури і дістаємо його з корпусу термостата.</p>  <p>Підключаємо омметр до виводів датчика.</p> <p>Заповнюємо ємність гарячою водою, опускаємо у воду робочу частину датчика і записуємо показання приладу за температурою близько 100°C.</p> | <p>Мультиметр, термометр, невелика термостійка ємність об'ємом близько 0,5 л для води, накидний ключ на 19 мм, близько 0,3 л води, розігрітої до температури кипіння.</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                    |                                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                              |
| 50 | Перевірка датчика детонації                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                    |                                                              |
|    | <p>Від'єднуємо колодку джгута проводів, натиснувши на фіксатор, від датчика.</p>  <p>За допомогою торцевого ключа на 13 мм відкручуємо болт кріплення датчика до блоку циліндрів.</p>  <p>Демонтуємо датчик разом з болтом кріплення.</p>  <p>Дістаємо болт з датчика.</p> <p>Підключаємо до виводів датчика мультиметр.</p>  |                                                                                    | <p>Торцевий ключ на 13 мм, мультиметр, болт або викрутка</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
|    | <p>Металевим предметом легко постукуємо по датчику, на вольтметрі повинні спостерігатися перепади напруги. У випадку якщо датчик несправний реакції на удари не буде.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |
| 55 | <p>Перевірка датчика масової витрати повітря</p> <p>Від'єднуємо колодку джгута проводів від датчика масової витрати повітря.</p>  <p>Хрестоподібною викруткою ослаблюємо хомут і відключаємо повітряний шланг від датчика.</p>  <p>За допомогою торцевого ключа на 10 мм відкручуємо два болта кріплення датчика масової витрати повітря</p>  <p>Демонтуємо датчик і дістаємо з нього кільце.</p>  <p>Переконалися в справності датчика можна, замінивши його справним.</p> | <p>Торцевий ключ на 10 мм рестоподібна викрутка.</p> |
| 60 | <p>Перевірка датчика концентрації кисню</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                      |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|    | <p>Відключаємо колодку джгута проводів від колодки датчика концентрації кисню.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                            |
|    | <p>Підключаємо «мінусовий» щуп вольтметра до «маси» двигуна. Включаємо запалювання, перевіряємо напругу нагрівального елемента на виводі.</p>  <p>Напруга на виводі має бути не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона менше 12 В, то це означає що, несправний ланцюг живлення, розряджена акумуляторна батарея або несправний ЕБК.</p> <p>За допомогою ключа на 22 мм відкручуємо датчик з каталізатора і демонтуємо його.</p>  <p>Переконалися в справності датчика можна, замінивши його справним.</p> | Ключ на 22 мм, мультиметр. |
| 65 | Перевірка датчика швидкості автомобіля                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |
|    | Від'єднуємо колодку джгута проводів від датчика швидкості автомобіля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|    |  <p>Підключаємо «мінусовий» щуп вольтметра до «маси».</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                  |
|    | <p>Включаємо запалювання, за допомогою вольтметра вимірюємо напругу на виводі «І» колодки джгута проводів.</p>  <p>Напруга на виводі має бути не менше 12 В. Якщо напруга не надходить на колодку або вона менше 12 В, то це означає що, несправний ланцюг живлення, розряджена акумуляторна батарея або несправний ЕБК.</p> <p>За допомогою торцевого ключа на 10 мм відкриваємо гайку кріплення датчика.</p>  <p>Демонтуємо датчик з картера зчеплення. Переконалися в справності датчика швидкості можна, замінивши його справним.</p> | <p>Торцевий ключ на 10 мм, мультиметр (в режимі вольтметра).</p> |
| 70 | Встановлення високовольтних проводів                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                  |
|    | <p>Підключаємо дроти до свічок запалювання та котушки запалювання відповідно з порядковими номерами циліндрів, які нанесені на дроти і так само на котушку запалювання</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                  |
| 75 | Заміна свічок запалювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                  |
|    | <p>Щоб запобігти пошкодження різьби в голівці блоку циліндрів спочатку слід вкрутити свічку рукою і тільки після цього затягнути за допомогою воротка</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|    | з подовжувачем ключа. Момент затягування свічки повинен бути 30-40 Нм.                                                                                                                                                                                                    |  |
| 80 | Встановлення катушки запалювання                                                                                                                                                                                                                                          |  |
|    | Встановлювати катушку запалювання потрібно в зворотній послідовності.<br>Високовольтні дроти підключаємо у відповідності з номерами циліндрів, вони нанесеними на кожному проводі і також на корпусі катушки поруч з виводами.                                            |  |
|    |                                                                                                                                                                                         |  |
| 85 | Встановлення електронної педалі газу                                                                                                                                                                                                                                      |  |
|    | Встановлювати педаль газу потрібно в зворотній послідовності. Щоб не погнути роз'єм датчика педалі газу, перед встановленням підключаємо колодку проводів. Потім надіваємо кронштейн педалі газу на шпильки. Гайки кріплення педалі потрібно затягнути з моментом 6-8 Нм. |  |
| 90 | Встановлення дросельного вузла                                                                                                                                                                                                                                            |  |
|    | Встановлювати дросельний вузол потрібно в зворотній послідовності, також потрібно замінити ущільнювальне кільце новим.<br>                                                            |  |
| 95 | Встановлення датчика положення колінчастого вала                                                                                                                                                                                                                          |  |
|    | Встановлювати датчик положення колінчастого вала потрібно в зворотній послідовності. За допомогою щупів перевіряємо зазор між торцем датчиком і зубами шківів                                                                                                             |  |

|     |                                                                                                                                                                                                    |  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|     | колінчастого вала. Зазор має бути 1+0,41 мм, він заданий конструкцією датчика і не регулюється.                                                                                                    |  |
| 100 | Встановлення датчика температури охолоджуючої рідини                                                                                                                                               |  |
|     | Встановлювати датчик потрібно в зворотній послідовності.<br>Заливаємо в систему охолодження двигуна рідину.<br>Запускаємо двигун і перевіряємо чи немає витоків охолоджуючої рідини з-під датчика. |  |

### Висновки за розділом

1. Розробка та впровадження ефективної системи дистанційної діагностики технічного стану автомобіля є надзвичайно актуальним питанням, що вирішує багато проблем якісного сервісного обслуговування.

2. Запропоновано технологічну карту для діагностики технічного стану системи керування двигуном типу Mono-Jetronic. Визначено межі та нормативні показники та параметри справності елементів електронної системи управління двигуном.

## РОЗДІЛ 3

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

#### 3.1. Обчислення значень надійності функціонування систем MONO- JETRONIC

Головним завданням технічної діагностики є оцінка технічного стану об'єкта (деталі, вузла автомобіля). Технічний стан елемента машини визначається трьома факторами:

- фізичними процесами старіння;
- технологічними навантаженнями;
- зовнішніми впливами.

Вище зазначені чинники взаємопов'язані між собою, оскільки швидкість процесів зношування багато в чому залежить від технологічних навантажень і якості технічного обслуговування.

Щоб СТОА могла провести якісне обслуговування автомобіля потрібно орієнтуватись на приблизні показники надійності кожного елемента системи. Безвідмовністю, надійністю, транспортного засобу є сукупність властивостей зберігати працездатність на протязі певного проміжку часу або інтервалу пробігу [18-21], [25-26], [30].

Ймовірність безвідмовної роботи протягом певного інтервалу пробігу - це ймовірність того, що за вказаний інтервал не відбудеться жодної відмови працездатності ТЗ.

Ймовірність безвідмовного пробігу  $P(x)$  визначається за формулою:

$$P(x) = 1 - \int_{Lx}^{\infty} P_x dx, \quad (3.1)$$

де  $P(x)$  - щільність (інтенсивності) ймовірності розподілу відмов за певний інтервал пробігу.

Параметр потоку відмов для ремонтіваних виробів характеризує щільність розподілу відмов за пробігом. Це відносне число відмов, припадає на одиницю часу або пробігу одного виробу. При оцінці надійності ТЗ число

відмов зазвичай відносять до пробігу. Його статистична оцінка за пробігом  $W(x)$  дорівнює:

$$W(x) = \frac{\sum n(x)}{x}, \quad (3.2)$$

де  $\sum n(x)$  - загальна кількість відмов автомобіля протягом певного інтервалу пробігу  $x$ .

Встановлено три основні періоди, що характеризуються інтенсивністю відмов:

- I період (припрацювання) - характеризується збільшеним числом відмов, пов'язаних з конструктивними дефектами та непрайним монтажем;
- II період (нормальна експлуатація) - найбільш тривалий період, за якого кількість відмов найменшим ( $W(x)=const$ );
- III період (інтенсивного зносу) - характерне прогресуюче наростанням кількістю відмов, викликаних значним зносом і старінням матеріалів.

Виявлення типових відмов і поломок елементів ЕСКД відбувається під час проведення експериментальних досліджень, які зосередженні на отримання оціночних показників експлуатаційної надійності, класифікації відмов і поломок, визначення закономірностей розподілу відповідних напрацювань.

На першому етапі, з урахуванням виявлених типових відмов і поломок елементів і наслідків їх впливу на роботопридатність ЕСКД, на основі використання класифікації і досвіду експлуатації, обслуговування і ремонту електронних систем визначають рівні впливу  $Q_j$ , що означають:

$Q_1$  - неможливість використання транспортного засобу (критична або аварійна відмова елемента);

$Q_2$  - погіршення техніко-експлуатаційних властивостей (ТЕВ), що призводить до невідкладної потреби звернутися на СТО для ремонту відмов і поломок (істотна лінійна відмова елемента);

$Q_3$  - інші відхилення технічного стану від вимог нормативно-технічної документації з причини поломок елементів, що не перешкоджають



- середньо квадратичне відхилення  $\sigma(\widetilde{\omega}_l)$ ;
- коефіцієнт варіації  $\nu(\widetilde{\omega}_l)$ .

Остаточний вибір елементів ЕСКД "критичних" або "лімітують" надійність визначається з умови:

$$\{E_i\}_{i=1}^n \rightarrow E_i^{\text{кр}} \text{ для } \widetilde{\omega}_l \geq M(\widetilde{\omega}_l), \quad (3.6)$$

Даній умові відповідають вагові оцінки ступеня "критичності" по надійності елементів з імовірністю прояви цієї події, що перевищує 0,5 ( $P \geq 0,5$ ).

Практична реалізація представленої методики дозволяє обґрунтовано підійти до вибору елементів за якими остаточно може бути реалізована процедура формування раціональних режимів обслуговування з наступним визначенням режимів контролю технічного стану ЕСКД в цілому.

### **3.2. Планування загальної системи технічного обслуговування (ТО) для системи Monojetronic**

Покроковий план технічного обслуговування (ТО), представлений для системи Monojetronic, є структурованим підходом, що враховує типові регламентні роботи з розрахунком на пробіг до пів мільйона кілометрів. Даний підхід дозволяє розподілити завдання ТО рівномірно, а також скоротити витрати завдяки оптимізації повторюваних операцій [28], [33].

У плані виділено кілька рівнів робіт. Короткі інтервали, як кожні 15–20 тис. км, включають прості та недорогі операції, як-от заміна повітряного фільтра, очищення дросельної заслінки, перевірка вакуумних шлангів і проводки. Їх регулярність важлива для забезпечення стабільної роботи двигуна й мінімізації витрат пального. Періодичні операції на 30–40 тис. км уже охоплюють більш складні компоненти: інжектори, регулятори, датчики, ЕБУ, а також перевірку тиску палива. Це ключові точки контролю, оскільки будь-які відхилення в цих системах можуть призвести до серйозних несправностей.

На довгих відрізках (100 тис. км і більше) передбачено повну перевірку системи управління, промивку паливної системи, а також оновлення програмного забезпечення, якщо воно доступне. Це важливо, бо система Monojetronic містить як електронні, так і механічні вузли, чутливі до зносу й забруднень.

На пробігах 200, 300, 400 і 500 тис. км додаються додаткові перевірки: стан форсунок, герметичність паливних магістралей, заміна сенсорів, перевірка гідравлічних вузлів, а також, повна заміна ключових компонентів. Це закономірно, бо при високому пробігу зростає ймовірність виходу з ладу рідше обслуговуваних, але критично важливих елементів.

Особливе місце займає оптимізація, її суть полягає у виключення та дублюванні певних видів робіт: наприклад, якщо при перевірці на 30 тис. км стан форсунок хороший, промивка на 60 тис. може бути пропущена. Крім того, рекомендується поєднувати кілька типів обслуговування в один візит (наприклад, 20 + 30 тис. км), що знижує витрати часу та коштів. Ще один фактор - умови експлуатації: для міських авто варто зменшити інтервали між ТО через підвищене навантаження, тоді як для машин, що їздять трасами, допускаються подовжені цикли.

Пропонований перелік операцій та періодичності технічного обслуговування системи Monojetronic представлено у таблиці 3.1 (система одноточкового уприскування Bosch). Це загальна модель, яку можна адаптувати під конкретні умови експлуатації.

Таблиця 3.1 - Перелік операцій технічного обслуговування системи Monojetronic

| № | Операція обслуговування                   | Періодичність (тис. км пробігу / рік) |
|---|-------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Перевірка та очищення дросельної заслінки | Кожні 20 тис. км або 1 раз на рік     |
| 2 | Очищення або заміна повітряного фільтра   | Кожні 15 тис. км або 1 раз на рік     |
| 3 | Перевірка та очищення інжектора           | Кожні 30 тис. км або 1 раз на 2 роки  |

|    |                                                 |                                               |
|----|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 4  | Перевірка датчика положення дросельної заслінки | Кожні 40 тис. км або під час ремонту          |
| 5  | Перевірка регулятора холостого ходу             | Кожні 30–40 тис. км або під час ТО-2          |
| 6  | Перевірка та заміна паливного фільтра           | Кожні 30 тис. км або раз на 2 роки            |
| 7  | Діагностика ЕБУ (електронного блоку управління) | Кожні 40–50 тис. км або за наявності помилок  |
| 8  | Перевірка герметичності вакуумних шлангів       | Кожні 20 тис. км або під час ТО-1             |
| 9  | Перевірка стану проводки та контактів           | Кожні 20 тис. км або раз на рік               |
| 10 | Заміна свічок запалювання                       | Кожні 30 тис. км або відповідно до регламенту |
| 11 | Перевірка тиску палива в системі                | Кожні 40 тис. км або за потреби               |

Загальна схема планування ТО передбачає:

- ТО-1 (кожні 15–20 тис. км): основні перевірки, очищення, діагностика.
- ТО-2 (кожні 30–40 тис. км): поглиблене очищення, заміна фільтрів, перевірка інжектора, діагностика ЕБУ.
- ТО-3 (кожні 60 тис. км і далі): комплексне обслуговування всієї системи, у тому числі механічних, електронних та паливних компонентів.

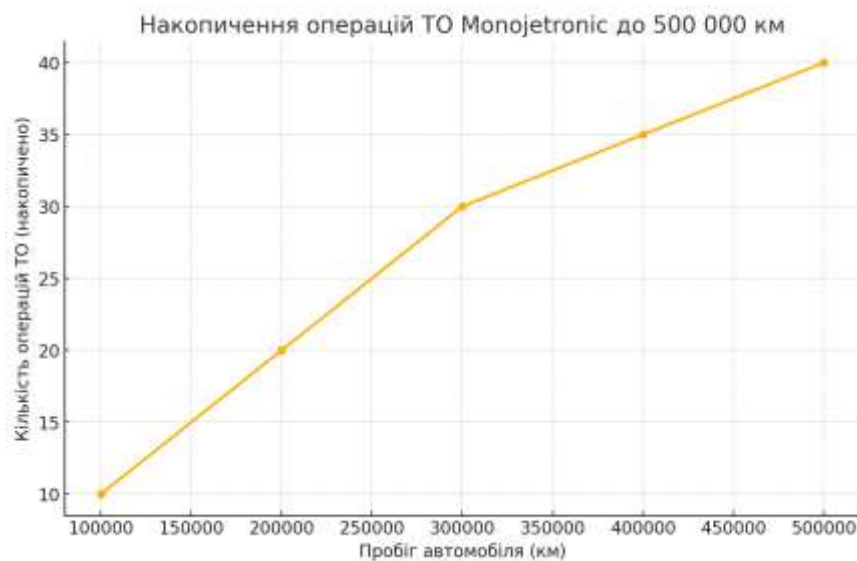


Рисунок 3.1 – Накопичення обсягу операцій технічного обслуговування системи Monojetronic на пробігах до 500 000 км

Розподіл типів операцій ТО на 500 000 км



Рисунок 3.2 – Розподіл видів операцій технічного обслуговування системи Monojetronic на пробігах до 500 000 км

### 3.3. Планування заходів технічного обслуговування по моделях автомобілів, оснащених системою Monojetronic

У даному випадку розглянуто п'ять популярних моделей авто: VW Golf III, Audi 80, Opel Astra F, Peugeot 306, Renault Clio. Для кожної з них змодельювали накопичення операцій технічного обслуговування (ТО) залежно від пробігу на відрізках 100 000 км, 200 000 км, 300 000 км, 400 000 км та 500 000 км. Вихідні дані базуються на умовній кількості робіт, які автомобіль накопичує, якщо обслуговується за заводським регламентом без урахування оптимізації.

При аналізі даних видно, що кількість операцій з пробігом зростає майже лінійно, однак між моделями є різниця. Наприклад, Peugeot 306 демонструє найвище навантаження з розрахунку кількості операцій на пробіг, що можна пояснити як більш складною конструкцією, так і особливостями експлуатації

цієї моделі. Renault Clio, навпаки, стабільно показує менше накопичених робіт, що робить його менш затратним у довгостроковій перспективі. Audi 80 і Opel Astra F (рис. 3.3) займають проміжне положення, але теж потребують уважного планування обслуговування.

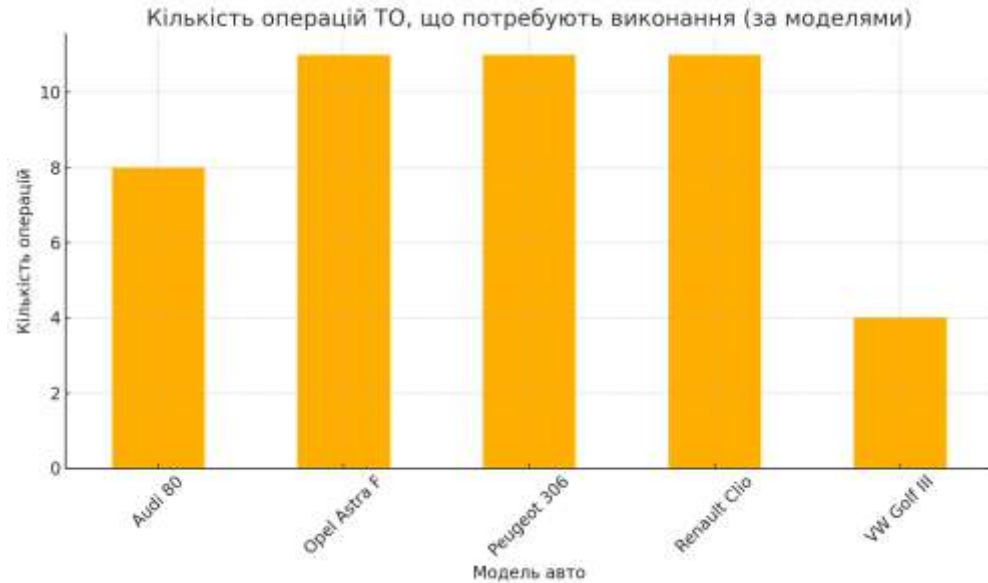


Рисунок 3.3 – Розподіл видів операцій технічного обслуговування по моделях

Таблиця 3.2 - Перелік операцій технічного обслуговування для оптимізованої системи ТО Monojetronic

| Модель авто | Пробіг (км) | Операція                              | Періодичність (км) | Найближче ТО (км) | Статус    |
|-------------|-------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|
| VW Golf III | 20000       | Очищення дросельної заслінки          | 20000              | 20000             | Виконати  |
| VW Golf III | 20000       | Заміна повітряного фільтра            | 15000              | 15000             | Виконати  |
| VW Golf III | 20000       | Очищення інжектора                    | 30000              | 30000             | Очікувати |
| VW Golf III | 20000       | Перевірка датчика дросельної заслінки | 40000              | 40000             | Очікувати |
| VW Golf III | 20000       | Перевірка регулятора холостого ходу   | 30000              | 30000             | Очікувати |
| VW Golf III | 20000       | Заміна паливного фільтра              | 30000              | 30000             | Очікувати |
| VW Golf III | 20000       | Діагностика ЕБУ                       | 40000              | 40000             | Очікувати |
| VW Golf III | 20000       | Перевірка вакуумних шлангів           | 20000              | 20000             | Виконати  |
| VW Golf III | 20000       | Перевірка проводки та контактів       | 20000              | 20000             | Виконати  |
| VW Golf III | 20000       | Заміна свічок запалювання             | 30000              | 30000             | Очікувати |
| VW Golf III | 20000       | Перевірка тиску палива                | 40000              | 40000             | Очікувати |

|              |       |                                       |       |       |           |
|--------------|-------|---------------------------------------|-------|-------|-----------|
| Audi 80      | 35000 | Очищення дросельної заслінки          | 20000 | 20000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Заміна повітряного фільтра            | 15000 | 30000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Очищення інжектора                    | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Перевірка датчика дросельної заслінки | 40000 | 40000 | Очікувати |
| Audi 80      | 35000 | Перевірка регулятора холостого ходу   | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Заміна паливного фільтра              | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Діагностика ЕБУ                       | 40000 | 40000 | Очікувати |
| Audi 80      | 35000 | Перевірка вакуумних шлангів           | 20000 | 20000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Перевірка проводки та контактів       | 20000 | 20000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Заміна свічок запалювання             | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Audi 80      | 35000 | Перевірка тиску палива                | 40000 | 40000 | Очікувати |
| Opel Astra F | 50000 | Очищення дросельної заслінки          | 20000 | 40000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Заміна повітряного фільтра            | 15000 | 45000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Очищення інжектора                    | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Перевірка датчика дросельної заслінки | 40000 | 40000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Перевірка регулятора холостого ходу   | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Заміна паливного фільтра              | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Діагностика ЕБУ                       | 40000 | 40000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Перевірка вакуумних шлангів           | 20000 | 40000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Перевірка проводки та контактів       | 20000 | 40000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Заміна свічок запалювання             | 30000 | 30000 | Виконати  |
| Opel Astra F | 50000 | Перевірка тиску палива                | 40000 | 40000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Очищення дросельної заслінки          | 20000 | 60000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Заміна повітряного фільтра            | 15000 | 60000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Очищення інжектора                    | 30000 | 60000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Перевірка датчика дросельної заслінки | 40000 | 40000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Перевірка регулятора холостого ходу   | 30000 | 60000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Заміна паливного фільтра              | 30000 | 60000 | Виконати  |
| Peugeot 306  | 70000 | Діагностика ЕБУ                       | 40000 | 40000 | Виконати  |

|              |        |                                       |       |        |          |
|--------------|--------|---------------------------------------|-------|--------|----------|
| Peugeot 306  | 70000  | Перевірка вакуумних шлангів           | 20000 | 60000  | Виконати |
| Peugeot 306  | 70000  | Перевірка проводки та контактів       | 20000 | 60000  | Виконати |
| Peugeot 306  | 70000  | Заміна свічок запалювання             | 30000 | 60000  | Виконати |
| Peugeot 306  | 70000  | Перевірка тиску палива                | 40000 | 40000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Очищення дросельної заслінки          | 20000 | 100000 | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Заміна повітряного фільтра            | 15000 | 90000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Очищення інжектора                    | 30000 | 90000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Перевірка датчика дросельної заслінки | 40000 | 80000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Перевірка регулятора холостого ходу   | 30000 | 90000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Заміна паливного фільтра              | 30000 | 90000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Діагностика ЕБУ                       | 40000 | 80000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Перевірка вакуумних шлангів           | 20000 | 100000 | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Перевірка проводки та контактів       | 20000 | 100000 | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Заміна свічок запалювання             | 30000 | 90000  | Виконати |
| Renault Clio | 100000 | Перевірка тиску палива                | 40000 | 80000  | Виконати |

Під час оптимізації враховували такі ключові моменти: можливість об'єднання однотипних робіт (наприклад, заміна фільтрів і перевірка регулятора холостого ходу); визначення операцій, які можна відкласти без негативних наслідків; врахування умов експлуатації автомобіля (місто чи траса). Завдяки цьому вдалося знизити загальну кількість візитів на СТО, скоротити витрати на роботу й деталі та підвищити загальну надійність системи.

На графіку, що відображає основні аналітичні дані (рис. 3.4), показує приріст обсягу ТО для кожної моделі. На ньому видно, що Peugeot 306 на кожному рубежі пробігу (100–500 тис. км) лідирує за кількістю накопичених операцій, Audi 80 і Opel Astra F мають трохи менший рівень, а Renault Clio залишається найменш навантаженим. VW Golf III демонструє стабільне середнє значення. Ці висновки дозволяють зробити рекомендації для кожного автомобіля окремо: Peugeot потребує посиленого контролю ТО, Renault можна

обслуговувати з меншими інтервалами, а Audi 80, Opel Astra F та VW Golf III потребують стандартного циклу, але з можливістю групування робіт.

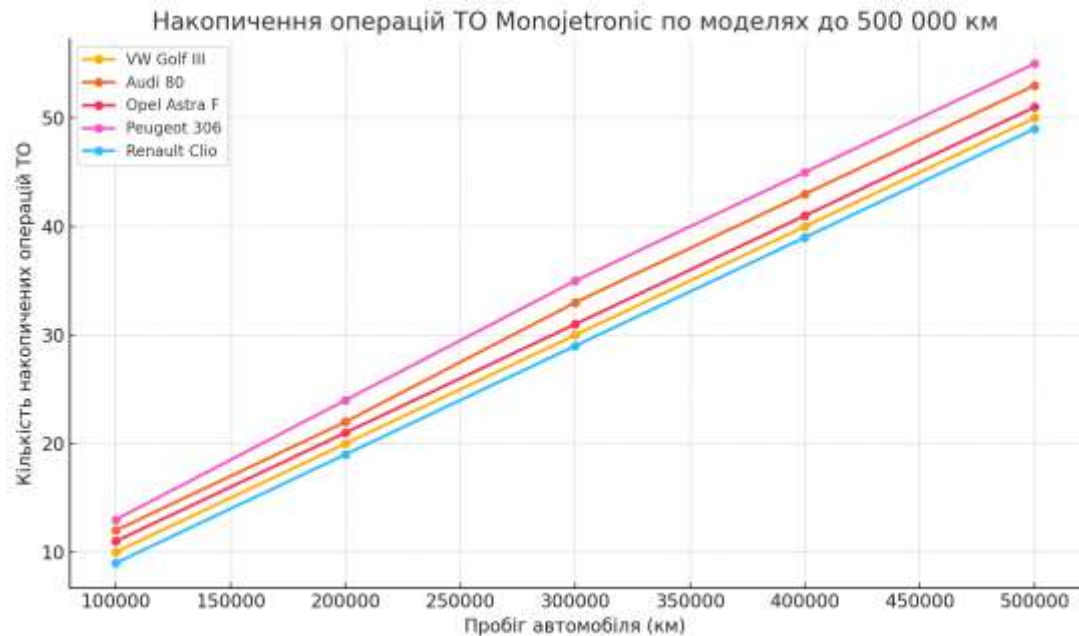


Рисунок 3.4 – Накопичення кількості операцій технічного обслуговування по моделях на пробігу до 500 000 км

Загальний висновок дослідження полягає в тому, що грамотне планування технічного обслуговування дозволяє не тільки економити кошти, а й зменшити ризики поломок. Оптимізована система ТО враховує не тільки рекомендовані інтервали, але й реальне накопичення зносу та навантаження, що дає змогу створити персоналізований графік обслуговування для кожного авто. Це особливо актуально для систем Monojetronic, де поєднуються електронні, механічні та гідравлічні елементи, чутливі до пропуску регламентних робіт.

### Висновки за розділом

1. Побудова покрокового плану технічного обслуговування (ТО) системи Monojetronic є важливим етапом для забезпечення довговічності й надійності автомобільної техніки. Запропонований підхід дає змогу чітко визначати необхідні операції на різних етапах пробігу від 15–20 тис. км до 500

000 км та розподіляти їх відповідно до складності та важливості. Це дозволяє мінімізувати витрати, уникати дублювання робіт та ефективно планувати час і ресурси на обслуговування.

2. Аналіз показав, що темп накопичення операцій відрізняється залежно від моделі. Найвищі показники були зафіксовані у Peugeot 306, що свідчить про вищі вимоги до контролю й частоти обслуговування. Renault Clio, навпаки, демонструє стабільно низький рівень навантаження, що дає змогу оптимізувати інтервали ТО та рідше виконувати частину робіт. Audi 80, Opel Astra F та VW Golf III займають середню позицію, потребуючи стандартного циклу ТО з можливістю об'єднання робіт у межах одного візиту на СТО.

3. Оптимізація системи технічного обслуговування, яка включає групування однотипних операцій, перегляд доцільності повторних процедур і врахування реальних умов експлуатації, довела свою ефективність. Вона не лише скорочує загальну кількість робіт, а й підвищує надійність експлуатації системи

Таким чином, результати аналізу довели, що планування ТО дозволяє створювати персоналізовані графіки обслуговування для кожної моделі, забезпечуючи оптимальний баланс між витратами та технічною надійністю транспортного засобу. Це підвищує ефективність експлуатації, зменшує ризики поломок і забезпечує кращий контроль за станом автомобіля на всіх етапах його життєвого циклу.

## **РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ В СФЕРІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

### **4.1 Симуляція травмонебезпечних ситуацій під час виконання технічного обслуговування та ремонту систем керування двигуна**

Під проведення ремонтних робіт забороняється торкатись виводів ЕБК руками - системи керування двигуном, оскільки мікропроцесорні, електронні компоненти ЕБК можуть бути пошкоджені та перебувати під електростатичним розрядом [12], [23].

- Приступаючи до ремонту автомобіля (особливо, якщо операції пов'язані з демонтажем елементів системи керування двигуна), зніміть клему з негативного виводу акумуляторної батареї. При від'єднанні акумуляторної батареї від мережі автомобіля з пам'яті ЕБК будуть видалені коди несправностей.

- У багатьох випадках для перевірки елементів системи керування двигуна необхідна наявність у електричного ланцюга системи, напруга живлення. При цьому від'єднувати колодки проводів від датчиків і виконавчих елементів системи керування двигуна допускається тільки після виключення запалення.

- Від'єднувати колодку джгута проводів від ЕБК можна тільки після зняття клеми з негативного виводу акумуляторної батареї.

- При необхідності відключити акумуляторну батарею до електричної мережі автомобіля під час ремонту попередньо переконайтеся в тому, що від'єднані проводи (виводи колодок, кінці проводів) не замикають на «масу» і що запалення вимкнене. Під'єднайте спочатку клему до позитивного виводу акумуляторної батареї, а потім до негативного. Вмикайте запалювання тільки на час виконання вимірювань.

- В системі керування двигуном використовуються електронні компоненти, напруга живлення яких 5 В. Подавання на них напруги від

електричної мережі автомобіля (напруга в якій більше 12 В) призведе до виходу з ладу системи керування двигуном.

- Для перевірки системи керування двигуном використовуйте мультиметр, внутрішній опір приладу в режимі вольтметра має бути не менше 10 МОм. При необхідності для перевірки ланцюгів живлення, які перебувають під напругою 12 В, можна скористатися контрольною лампою, але потужність лампи повинна бути менше 4 Вт (підійде контрольна лампа шитка приладів А 12-1, 2-1 потужність 1,2 Вт лампа підсвічування прикурювача АМН 12-3-1-3 Вт).

- Перед запуском двигуна переконайтеся, що клеми надійно закріплені на виводах акумуляторної батареї.

- Щоб уникнути виходу з ладу електронних компонентів ЕБК не можна при працюючому двигуні від'єднувати клеми проводів від виводів акумуляторної батареї [32].

## 4.2 Обчислення вентиляції та освітлення дільниці для проведення діагностики

У усіх виробничих приміщеннях ремонтного підприємства застосовується природна, а в ряді відділів і штучна вентиляція.

Вентиляція в приміщеннях ремонтного підприємства призначена покращення умов праці, зменшення пильності і задимленості повітря, підвищення збереженості обладнання, створення сприятливого мікроклімату.

### *Природна вентиляція дільниці*

По нормам промислового будівництва всі приміщення повинні мати наскрізне природне провітрювання. Площа критичного перерізу фрамуг, або кватирок при цьому береться 2...4 % від площі підлоги:

$$F_{\phi} = F_n \cdot 0,04 = 50 \cdot 0,04 = 2 \text{ м}^2.$$

### *Штучна вентиляція дільниці*

Розрахунок штучної вентиляції ведеться в слідкуючій послідовності:

- вибираємо вид вентиляції в залежності від характеру виробничого процесу. При цьому керуючись наступними положеннями:

- загально-обмінну механічну вентиляцію проектують в приміщенні без виділення пилю, газів і пару. З цих міркувань на дільниці ремонту радіаторів і паливних баків приймаємо загально-обмінну механічну вентиляцію.

Величину повітрообміну розраховуємо за формулою:

$$L_n = V_o \cdot \kappa, \quad (4.1)$$

де:  $V_o$  - об'єм дільниці,  $V_o = 220,5 \text{ м}^3$ ;

$\kappa$  - кратність об'єму повітря,  $\kappa = 2$  [18-21]:

$$L_n = 220,5 \cdot 2 = 441 \text{ м}^3/\text{г}.$$

*Розрахунок потреби дільниці в воді.* Вода на дільниці ТО і ремонту трансмісії використовується тільки на побутові потреби.

Розрахунок води на побутові потреби визначаємо виходячи з встановленої норми витрати води на одного працюючого на одну зміну – 25 літрів. Тоді річна витрата на одну зміну складе:

$$Q_o = n \cdot 251 \cdot 1 \cdot d, \quad (4.2)$$

де:  $d$  – норма витрати води за зміну;

$n$  – кількість працівників,  $n=1$ ;

$$Q_o = 251 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 1 = 6275 \text{ л} = 6,275 \text{ м}^3.$$

*Розрахунок природного освітлення дільниці.*

При розрахунку природного освітлення дільниці підбираються відповідні віконні прорізи. Розрахунок площі вікон, яка забезпечує нормальну освітленість визначається за умови комбінованого освітлення через світлові ліхтарі на даху і через вікна по формулі:

$$S = \frac{F_{dl} \cdot e_{cp} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_g \cdot \kappa} = \frac{50 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,7} = 16 \text{ м}^2;$$

де:  $F_{dl}$  - площа дільниці,  $F_{dl} = 50 \text{ м}^2$ ;

$e_{cp}$  - нормована середня освітленість,  $e_{cp} = 5$ ;

$\eta_o$  - світлова характеристика вікна  $\eta_o = 9$ ;

$\tau_o$  - загальний коефіцієнт світло пропускання  $\tau_o = 0,35$ ;

$\tau_g$  - коефіцієнт враховуючий вплив відбитого світла  $\tau_g = 2,4$ ;

$K$  - коефіцієнт враховуючий затінення вікон,  $K = 1,7$ .

У такий спосіб із приведеного розрахунку бачимо, що площа вікон складе  $S = 16 \text{ м}^2$ .

*Розрахунок штучного освітлення ділянки.*

Кількість ламп необхідних для штучного освітлення ділянки визначаємо по формулі:

$$n = \frac{E_{cp} \cdot F_{dl} \cdot K}{F_o \cdot \eta}; \quad (4.3)$$

де:  $E_{cp}$  - середня освітленість на ділянці  $E_{cp} = 190$  люм;

$F_{dl}$  - площа ділянки,  $F_{dl} = 50 \text{ м}^2$ ;

$K$  - коефіцієнт запасу освітленості  $K = 2,35$ ;

$F_o$  - світловий потік обраної лампи  $F_o = 3800$  люмен, при потужності лампи 80 Вт. Вибираємо лампи люмінесцентні загального призначення типу ЛДЦ.

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку  $\eta = 0,59$ .

Тоді:

$$n = \frac{190 \cdot 50 \cdot 2,35}{3800 \cdot 0,59} = 9,96 \text{ шт.}$$

Приймаємо  $n = 10$  ламп.

Щоб уникнути стробоскопічного ефекту, яке може мати місце при використанні люмінесцентних ламп, поєднуємо в один світильник по дві лампи. Загальне число світильників на ділянці  $N_{cv} = 5$  світильників.

### **Висновки за розділом**

1. У розділі проаналізовано виробничі фактори та чинники, що створюють потенційну загрозу життю і здоров'ю працівника діагностичної дільниці СТОА. Наведено норми, яких слід дотримуватись під час виконання робіт та після їх завершення.

## РОЗДІЛ 5

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

#### 5.1 Оцінка ділянки технічного обслуговування і діагностування за параметром технічна економічність

Для аналізу та планування технічного рівня обладнання та організації виробництва, використання основних та оборотних фондів, грошових засобів та трудових ресурсів застосовують техніко-економічні показники ремонтного підприємства як систему вимірів та порівняння [14], [32].

Питомі капітальні вкладення - затрати пов'язані зі створенням, або ж приростом одиниці продукції, одиниці виробничої потужності.

Окупність капіталовкладень - інтегральний показник, яким визначають період часу, що характеризує приріст додаткового прибутку.

Обігові кошти - сукупність грошових засобів, вкладених в засоби праці та обігові фонди.

До обігових коштів належать:

- спецінструмент спецпристрої та спецобладнання незалежно від їх вартості;
- розхідні матеріали та запасні частини;
- запаси палива;
- спецодяг та взуття;
- предмети та засоби терміном використання не менш як 12 місяців незалежно від вартості;
- предмети та засоби вартість яких не перевищує у стократному еквіваленті мінімальний розмір місячної тарифної ставки, незалежно від терміну використання;
- засоби та об'єкти незавершеного виробництва.

Витрати підприємств, що працюють в сфері СТОА відбуваються відповідно до їх бізнес-плану.

До найбільш вагомих статей витрат відносять:

- фінансування капіталовкладень, на які направляються власні кошти, прибуток від основної діяльності, внутрішні заощадження та ресурси, зовнішні запозичення;
- фінансування капітальних ремонтів основних фондів, їх переважно проводять за рахунок амортизаційні нарахувань;
- приріст обсягів власних обігових коштів;
- фінансування фондів грошового преміювання та стимулювання.
- фінансування витрат на утримання господарських будівель та споруд, рекламні та благодійні заходи.

Для того, щоб обґрунтувати собівартість послуг із ТО і ремонту автомобілів необхідно визначити загальну вартість проекту для ділянки технічного обслуговування і діагностики.

На початковому етапі визначають вартість основних виробничих фондів в межах ділянки ТО і діагностики:

$$C_o = C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{пі}} \quad (5.1)$$

де  $C_{\text{буд}}$ ,  $C_{\text{об}}$  – відповідна вартість будівель, споруд та обладнання в межах ділянки, грн.;

$C_{\text{пі}}$  – номінальна вартість інструментів, пристроїв, вимірювальних приладів.

Вартість виробничих будівель та споруд для функціонування ділянки визначають з виразу:

$$C_{\text{буд}} = C'_{\text{буд}} \cdot P_{\text{в}}, \quad (5.2)$$

де  $C'_{\text{буд}}$  – середня вартість будівельних, монтажних та пусконаладжувальних робіт в еквіваленті на 1 м<sup>2</sup> ділянки,  $C'_{\text{буд}} = 1450$  грн/м<sup>2</sup>;

$P_{\text{в}}$  – загальна площа ділянки,  $P_{\text{в}} = 1162$  м<sup>2</sup>.

$$C_{\text{буд}} = 1450 \cdot 162 = 234900 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання необхідного для проведення діагностичних робіт в межах дільниці визначають за прайсами компаній-постачальників відповідно до обґрунтованого переліку:

$$C_{об} = \sum_1^i C_i \quad (5.3)$$

де  $C_i$  – вартість одиниці, або комплекту обладнання, грн.

$$C_{об} = 70386,85 \text{ грн.}$$

Вартість інструментів, пристроїв та вимірювальних приладів обчислюється:

$$C_{np} = \sum_1^i C_{npi} \quad (5.4)$$

де  $C_{npi}$  – вартість одиниці, або комплекту інструментів, пристроїв та вимірювальних приладів, грн.

$$C_{пi} = 12580 \text{ грн.}$$

Тоді загальна вартість основних виробничих фондів становить:

$$C_o = 234900 + 70387 + 12580 = 317867 \text{ грн.}$$

## 5.2 Визначення собівартості ТО-1 і ТО-2 для автомобілів з наявною системою "Mono-Jetronic"

Собівартість технічного обслуговування і-го виду в межах діагностичної дільниці становить:

$$C_{то-1} = T_{то-1} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп} + M_{то-1} + \%ПМ \cdot T_{то-1} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп} + \%З_v \cdot T_{то-1} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп}, \quad (5.5)$$

де  $T_{\text{TO-1}}$  – нормативна трудомісткість одного і-го виду ТО (ТО-1);

$\Gamma_c$  – погодинна оплата праці робітника;

$K_{\text{дзп}}$  – коефіцієнт додаткових нарахувань погодинної оплати праці ( $K_{\text{дзп}} = 1.3$ );

$\% \text{ПМ}$  – відсоток додаткових нарахувань на соціальні заходи (0,5%);

$M_{\text{TO-1}}$  – затрати матеріалів для проведення ТО-1;

$\% Z_v$  – відсоток загальновиробничих затрат,  $\% Z_v = 1,2$ .

Тоді собівартість проведення ТО-1 становить:

$$C_{\text{TO-1}} = 0,41 \cdot 15,27 \cdot 1,3 + 544 + 0,395 \cdot 8,14 + 1,2 \cdot 8,14 = 565,12 \text{ грн.}$$

Собівартість технічного обслуговування ТО-2:

$$C_{\text{TO-2}} = T_{\text{TO-2}} \cdot \Gamma_c \cdot K_{\text{дзп}} + \% \text{ПМ} \cdot T_{\text{TO-2}} \cdot \Gamma_c \cdot K_{\text{дзп}} + \% Z_v \cdot T_{\text{TO-2}} \cdot \Gamma_c \cdot K_{\text{дзп}}, \quad (5.6)$$

де  $T_{\text{TO-1}}$  – нормативна трудомісткість одного і-го виду ТО (ТО-1);

$M_{\text{TO-1}}$  – затрати матеріалів для проведення ТО-1;

Собівартість технічного обслуговування за умови проведення ТО-2:

$$C_{\text{TO-2}} = 0,66 \cdot 15,27 \cdot 1,3 + 979 + 0,395 \cdot 13,1 + 1,2 \cdot 13,1 = 1013 \text{ грн.}$$

Для якісного проведення діагностичних робіт необхідно кількісно оцінити технічний стан вузлів та агрегатів автомобіля, використавши при цьому різноманітні методи – це, насамперед, прямі та непрямі ознаки стану роботоздатності їх елементів, ланцюгів живлення та передачі даних.

Для обґрунтування доцільності використання засобів дистанційної діагностики параметрів автомобіля необхідно здійснити економічний розрахунок й техніко-економічне порівняння різних технологій. Вихідні дані для порівняльного аналізу собівартості дистанційної діагностики порівняно з іншими методами наведено у таблиці 5.1 [14], [32].

Проведеними дослідженнями доведено, що номерна кількість рекомендованих ТО за умови проведення дистанційної діагностики дещо

різниться відносно кількості ТО без її застосування. На основі цього можна стверджувати, що економічний ефект слід оцінювати для проведення усіх технічних дій протягом циклу експлуатації агрегатів до капітального ремонту, або заміни.

Таблиця 5.1 Вихідні дані для порівняння методів собівартості дистанційної діагностики

| Показник                   | Собівартість                   |                              |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|                            | Без застосування<br>ДД (10 ТО) | З застосуванням<br>ДД (7 ТО) |
| ТО-1, грн.                 | 472                            | 565,12                       |
| ТО-2, грн.                 | 902                            | 1013                         |
| Капітальні вкладення, грн. | -                              | 55445                        |

Економічна ефективність для одного автомобіля розраховується з виразу:

$$E_{TO} = (m \cdot C_{TO-1} + n \cdot C_{TO-2}) - (m' \cdot C'_{TO-1} + n' \cdot C'_{TO-2}), \quad (5.7)$$

де  $m$  і  $m'$  - відповідні значення нормативної кількості ТО-1 без використання засобів дистанційної діагностики та з використанням дистанційної діагностики до відмови та капітального ремонту;

$n$  і  $n'$  - відповідно кількість ТО-1 без використання засобів дистанційної діагностики та з використанням дистанційної діагностики до відмови та капітального ремонту.

Тоді:

$$E_{TO} = (10 \cdot 472 + 10 \cdot 902) - (7 \cdot 565,12 + 7 \cdot 1013) = 2693,16 \text{ грн.}$$

Для планованої кількості автомобілів, що обслуговуються в даному СТОА:

$$E_p = 2693,16 \cdot 160 = 430905,6 \text{ грн.}$$

В даному випадку економічна ефективність додатково збільшується за рахунок підвищення ресурсу автомобіля, що розраховується за формулою:

$$E_{\phi} = E_p - E_n \cdot \Delta K, \quad (5.8)$$

де  $E_n$  – коефіцієнт економічної ефективності (встановлюється на рівні 15%);

$\Delta K$  – необхідні капіталовкладення.

Звідси:

$$E_{\phi} = 430905,6 - 0,15 \cdot 55445 = 422588,85 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень становить:

$$T_{ок} = \Delta K / E_p, \quad (5.9)$$

$$T_{ок} = \frac{55445}{430905,6} = 0,129 \text{ р.}$$

На основі проведених розрахунків можна стверджувати, що застосування дистанційної діагностики для попередніх поколінь автомобілів оснащених ЕСКД типу «Моно-Jetronik» для одного автомобіля можна досягти економічного ефекту в межах 2693 грн. За умови проведення ТО та планово-попереджувального обслуговування ремонту обсягом в 160 одиниць техніки, можливий економічний ефект для такої програми складе приблизно 422588 грн. Така стратегія обслуговування дає можливість до залучення додаткових клієнтів та більш раціонального використання трудових й виробничих ресурсів СТОА.

### **Висновки за розділом**

1. Застосування дистанційної діагностики для попередніх поколінь автомобілів оснащених ЕСКД типу «Моно-Jetronik» для одного автомобіля

можна досягти економічного ефекту в межах 2693 грн. За умови проведення ТО та планово-попереджувального обслуговування ремонту обсягом в 160 одиниць техніки, можливий економічний ефект для такої програми складе приблизно 422588 грн. Така стратегія обслуговування дає можливість до залучення додаткових клієнтів та більш раціонального використання трудових й виробничих ресурсів СТОА.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. У даному розділі була представлена система впорскування палива типу Mono-Jetronic. Було проведено детальний аналіз конструкції та принципу дії системи Mono-Jetronic. Ця система є різновидом одноточкового електронного впорскування палива. Загалом, система Mono-Jetronic забезпечує спрощену, але достатньо ефективну реалізацію процесу електронного впорскування палива, особливо в умовах економ-класу двигунів, завдяки мінімальній кількості датчиків та надійності конструкції.

2. Запропоновано технологічну карту для діагностики технічного стану системи керування двигуном типу Mono-Jetronic. Визначено межі та нормативні показники та параметри справності елементів електронної системи управління двигуном.

3. Побудова покрокового плану технічного обслуговування (ТО) системи Monojetronic є важливим етапом для забезпечення довговічності й надійності автомобільної техніки. Запропонований підхід дає змогу чітко визначати необхідні операції на різних етапах пробігу від 15–20 тис. км до 500 000 км та розподіляти їх відповідно до складності та важливості. Це дозволяє мінімізувати витрати, уникати дублювання робіт та ефективно планувати час і ресурси на обслуговування.

4. Проаналізовано виробничі фактори та чинники, що створюють потенційну загрозу життю і здоров'ю працівника діагностичної дільниці СТОА. Наведено норми, яких слід дотримуватись під час виконання робіт та після їх завершення.

5. За умови проведення ТО та планово-попереджувального обслуговування ремонту обсягом в 160 одиниць техніки, можливий економічний ефект для такої програми складе приблизно 422588 грн. Така стратегія обслуговування дає можливість до залучення додаткових клієнтів та більш раціонального використання трудових й виробничих ресурсів СТОА.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Beichelt F. Inspection und Erneuerung eines technischen Systems bei unberhanter Lebens - Zeitverteilung. " Electron. Informationsverarb. und Kybrn.", 1973,9, №4,5, p. 197-202.
2. Bosch automotive electrics and automotive electronics. Wiesbaden : Springer Vieweg, 2014. 530 p.
3. Diesel Engine Management: Systems and Components / Konrad Reif. 2014. 370 p., DOI:10.1007/978-3-658-03981-3, ISBN: 978-3-658-03980-6.
4. Driving the Future. Driveline Technology In Modern Trucks. [Електронний ресурс]. – Friedrichshafen: ZF Friedrichshafen AG, 2011. – 31 p. – Режим доступу: [www.zf.com](http://www.zf.com).
5. Dryer, F.L. Chemical kinetic and combustion characteristics of transportation fuels”, Proc. Combust. Inst, 2014.
6. ELM327- <https://en.wikipedia.org/wiki/ELM327>
7. Heiβing B. Fahrwerkhandbuch: Grundlagen, Fahrdynamik, Komponenten, Systeme, Mechatronik, Perspektiven. / Bernd Heiβing, Metin Ersoy (Hrsg). Wiesbaden : Friedr. Vieweg & Sohn Verlag : GWV Fachverlage GmbH, 2007. 591.
8. Hettich G., Alberter G. Architectures for electronic powertrain control. // Automotive Engineering, 1997. - № 5. - p. 117-118.
9. Products and services mobility [Электронный ресурс] : Режим доступу: [https://ua.bosch-automotive.com/uk/parts\\_and\\_accessories/motor\\_and\\_sytems/diesel/engine\\_management\\_2/engine\\_control\\_unit\\_1](https://ua.bosch-automotive.com/uk/parts_and_accessories/motor_and_sytems/diesel/engine_management_2/engine_control_unit_1)
10. Tom Denton. Automobile mechanical and electrical systems. New York, NY : Routledge, 2018. 379 p.
11. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. - К.: Арістей, 2004. - 476 с
12. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. Львів : Світ, 1995. 288 с

13. Білявський Г.О. Основи екології : підручник для студ. вищих навч. закладів / Г. О. Білявський та ін. Київ: Либідь, 2004. 408 с..
14. Боярко І. М. Інвестиційний аналіз: [навч. посіб.] / І. М Боярко, Л. Л. Гриценко. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 400 с.
15. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.5. Екологізація ДВЗ / за ред. проф. А. П. Марченко, проф. А. Ф. Шеховцова. Харків: Прапор, 2004. 360 с.
16. Директива 96/96 ЄС від 20.12.1996 р "Про прийняття єдиних приписів для країн-членів Співтовариства щодо технічного нагляду транспортних засобів і причепів".
17. Діагностування мікропроцесорних систем запалювання автомобілів «Skoda» за допомогою приладу VAG-5051. Київ: НТУ, 2005. 36 с.
18. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. Київ: Держстандарт України, 1995. 123 с. 21.
19. ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. – К.: Держстандарт України, 1998. 42 с. 22.
20. ДСТУ 3524-97. Надійність техніки. Проектна оцінка надійності складних систем з урахуванням технічного і програмного забезпечення та оперативного персоналу. Основні положення. Київ: Держстандарт України, 1999. 21 с. 23.
21. ДСТУ 3942-2000. Надійність техніки. Плани випробувань для контролю середнього наробітку до відмови (на відмову). Київ: Держстандарт України, 2000. 30 с.
22. Електронні автомобільні системи [Електронний ресурс]. Режим доступу : URL : <https://www.denso-am.eu/ua/products/engine-management-systems/lambda-sensors>.
23. Жидецький П.Б. Основи охорони праці. [Текст]: Підручник. Львів : Афіша, 2002. 370 с.

24. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті. Підручник. Київ: вища шк., 1997. 359 с.
25. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища школа, 2000. Ч. 1: кн. 1. 609 с., кн.2. –458 с.; Ч.2: кн..3. – 321 с.; кн. 4. 552 с.
26. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. Київ: Вища школа, 2000. Ч. 1: кн. 1. 609 с., кн.2. 458 с.; Ч.2: кн..3. 321 с.; кн. 4. 552 с. .
27. Козак Ф. В. Про методи зниження токсичності відхідних газів автомобільних двигунів внутрішнього згоряння Ф. В. Козак, В. М. Мельник // Журнал «Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ». ІФТУНГ. 2012. № 3(44). С. 121–127
28. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. 478 с.
29. Мазепа С.С., Куцик А.С. Електрообладнання автомобілів. Львів: Львівська політехніка, 2004. 168 с.
30. Міляєв Ю. П. Основи надійності технічних систем: навч. посіб. / Ю. П. Міляєв, О. М. Нечипоренко. Київ: Видавн.-полігр. центр Акад. муніцип. управління, 2008. 246 с.
31. Олег Сукач, Олег Миронюк, Віктор Шевчук. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.
32. Основи економіки транспорту : підручник / Щелкунов В. І., Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.
33. Постанова КМУ № 137 від 30.01.2012 «Про затвердження Порядку проведення обов'язкового технічного контролю та обсягів перевірки технічного стану транспортних засобів, технічного опису та зразка протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу» (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 485 від 23.09.2014).