

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

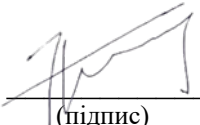
КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ФОМЕНКО МИКОЛА ОЛЕКСАНДРОВИЧ

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТО ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ
ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ З РОЗРОБКОЮ ПРИСТРОЮ ДЛЯ
КОНТРОЛЮ СТАНУ КЛАПАНІВ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ М. О. Фоменко

Науковий керівник –  _____ д-р.х.н., професор, Е. В. Потапенко
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

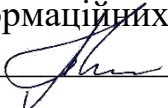
Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

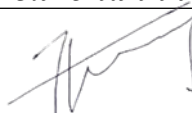
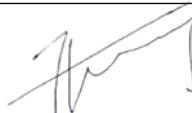
Затверджую:

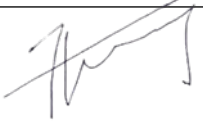
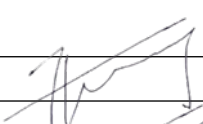
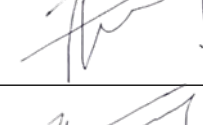
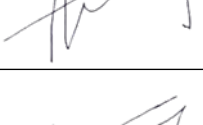
Декан факультету технологій та
інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Фоменко Микола Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Потапенко Едуард Володимирович, д-р.х.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Розробка технології ТО газорозподільного механізму легкового автомобіля з розробкою пристрою для контролю стану клапанів
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти

Фоменко М. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Потапенко Е. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Розробка технології ТО газорозподільного механізму легкового автомобіля з розробкою пристрою для контролю стану клапанів» виконана на 69 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерел.

У роботі розглянуто питання:

- розглянуто будову, призначення та принцип роботи газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння;
- виконано визначення необхідної площі виробничого приміщення для проведення технічного обслуговування газорозподільного механізму;
- розроблено процес ТО газорозподільного механізму легкового автомобіля;
- викладено суть внесених конструктивних та функціональних змін пристрою для контролю стану клапанів;
- виконано розрахунки, спрямовані на визначення раціональних конструктивних і робочих характеристик пристрою.

Сучасний етап розвитку автомобілебудування характеризується постійним підвищенням питомої потужності двигунів внутрішнього згоряння, впровадженням складних електронних систем керування та жорсткими вимогами до екологічності викидів.

У цих умовах газорозподільний механізм (ГРМ) залишається одним із найбільш навантажених та відповідальних вузлів двигуна, від технічного стану якого безпосередньо залежать його техніко-економічні показники.

Ключові слова: газорозподільний механізм, двигун внутрішнього згоряння, діагностування технічного стану, відновлення працездатності.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ.....	7
1.1 Призначення будова та принцип роботи газорозподільного механізму...	7
1.2 Вплив технічного стану клапанів на роботу двигуна.....	19
1.3 Аналіз існуючих методів технічного обслуговування ГРМ.....	22
Висновки до розділу I.....	25
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	26
2.1 Площа виробничої ділянки для проведення ТО газорозподільного механізму.....	26
2.2. Технологічні пристрої для контролю стану клапанів.....	28
2.3 Складання технологічної карти та виконання технологічного процесу перевірки і регулювання клапанів.....	34
Висновки до розділу II.....	40
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ.....	41
3.1. Розробка ТО газорозподільного механізму легкового автомобіля.....	41
3.2 Вдосконалення пристрою для контролю стану клапанів газорозподільного механізму.....	48
3.3 Визначення робочих параметрів приладу Valve Tester V2.....	52
Висновки до розділу III.....	55
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	56
4.1 Обґрунтування організаційно-технічних заходів по покращенню стану охорони праці та зменшенню травматизму на підприємстві з ремонту автомобілів.....	56
4.2 Техніка безпеки для відділення ремонту двигунів.....	59
4.3 Пожежна безпека на робочому місці.....	64
Висновки до розділу IV.....	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	69

ВСТУП

Газорозподільний механізм є однією з ключових систем двигуна внутрішнього згоряння легкового автомобіля, від технічного стану якого безпосередньо залежать потужнісні, економічні та екологічні показники роботи двигуна. Справність клапанного механізму забезпечує своєчасне відкриття та закриття клапанів, герметичність камери згоряння та стабільність робочих процесів у циліндрах.

У процесі експлуатації автомобіля елементи газорозподільного механізму піддаються зношуванню, що призводить до зміни теплових зазорів, порушення фаз газорозподілу та зниження ефективності роботи двигуна. Це зумовлює необхідність своєчасного та якісного технічного обслуговування (ТО), яке включає перевірку та регулювання клапанів, а також діагностику їх технічного стану.

Традиційні методи контролю стану клапанів часто є трудомісткими, потребують часткового розбирання двигуна або значних витрат часу. У зв'язку з цим виникає потреба у вдосконаленні технології технічного обслуговування газорозподільного механізму та розробці спеціалізованих пристроїв, які дозволяють підвищити точність і швидкість діагностики.

Метою даної роботи є розробка технології технічного обслуговування газорозподільного механізму легкового автомобіля з урахуванням сучасних вимог до якості виконання робіт, а також створення пристрою для контролю стану клапанів, який забезпечить підвищення ефективності діагностування без необхідності складного демонтажу елементів двигуна.

У роботі передбачається розгляд конструктивних особливостей газорозподільного механізму, розробка технологічної карти обслуговування, а також проєктування пристрою для контролю стану клапанів із визначенням його основних параметрів та принципу роботи.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Призначення будова та принцип роботи газорозподільного механізму

Газорозподільний механізм – це елемент двигуна, який на перший погляд не потребує частого втручання під час експлуатації сучасного автомобіля і може тривалий час працювати без обслуговування. Однак ігнорування встановленого регламенту технічного сервісу може призвести до серйозних наслідків, що нерідко закінчуються капітальним ремонтом або навіть повною заміною двигуна.

Газорозподільний механізм забезпечує керування впускними та випускними клапанами, через які в циліндри надходить повітря або паливно-повітряна суміш, а відпрацьовані гази відводяться у випускний колектор. Оскільки ці процеси мають відбуватися у строго визначені моменти часу, до роботи ГРМ висуваються високі вимоги щодо точності будь-які відхилення є неприпустимими. Крім того, вирішальне значення має надійність його складових елементів.

Саме тому розуміння конструкції, особливостей роботи та характерних несправностей цього механізму є важливим для кожного власника автомобіля, а тим більше для спеціалістів автомобільної галузі.

У бензинових і дизельних двигунах застосовується газорозподільний механізм клапанного типу, на сьогодні переважно з верхнім розташуванням клапанів. Це означає, що клапани містяться зверху, в головці блока циліндрів, як показано на рисунку 1.1.

Так, за верхнього розташування клапани з пружинами і деталями їх кріплення встановлені в напрямних втулках у головці блока циліндрів, у якій також відлиті впускні та випускні канали.

Між стрижнем клапана та штовхачем або кінцем коромисла газорозподільного механізму передбачається певний зазор, який називають

тепловим. Він необхідний для компенсації подовження стрижня клапана під час його нагрівання, що дозволяє зберегти герметичність прилягання клапана до сідла. Інакше кажучи, за відсутності такого зазора при підвищенні температури клапан подовжувався б і не забезпечував би щільного контакту з сідлом у головці блока циліндрів.

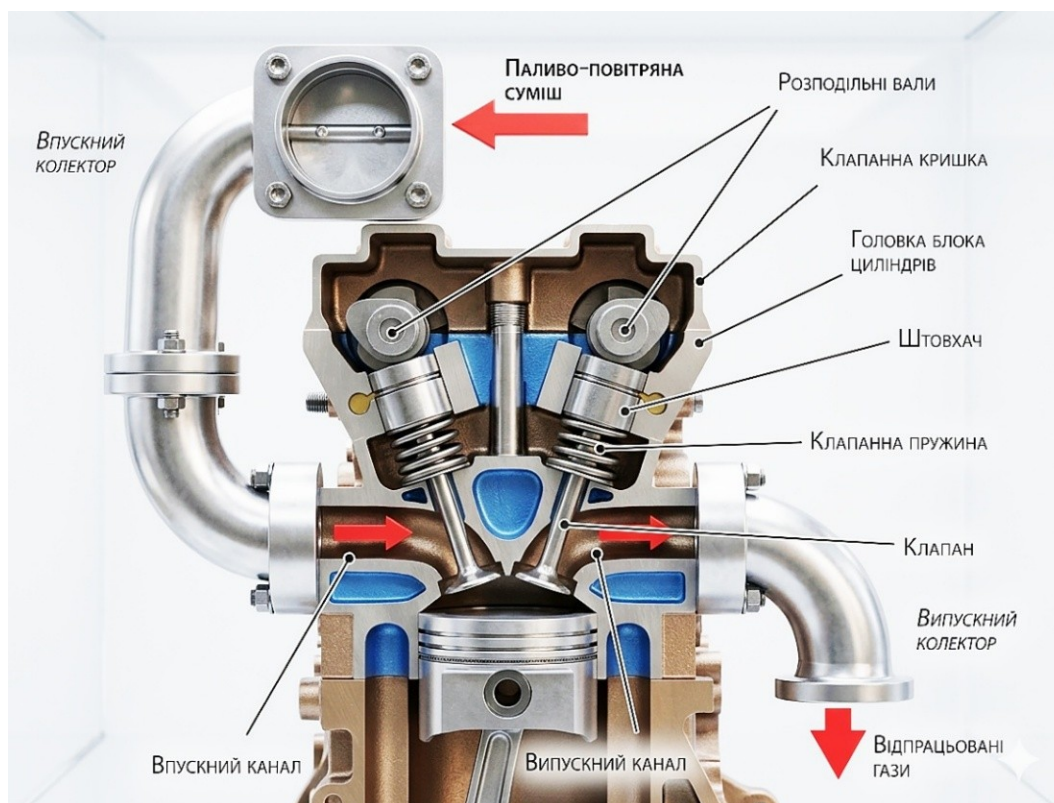


Рис. 1.1. Головка блока циліндрів із газорозподільним механізмом.

Значення теплового зазора для двигунів різних марок встановлюються окремо: для впускних клапанів у холодному стані вони зазвичай становлять 0,15-0,30 мм, а для випускних, які працюють в умовах вищих температур, 0,20-0,40 мм. Водночас у деяких виробників ці параметри можуть відрізнятися від наведених значень.

Для встановлення необхідного зазора в конструкції механізму передбачені спеціальні регулювальні елементи, зокрема регулювальні гвинти зі стопорними гайками або набори шайб різної товщини (рис. 1.2). Сьогодні широко застосовується конструкція з гідравлічними компенсаторами, які під

дією тиску моторної оливи автоматично підводять коромисло або штовхач до кулачка розподільного вала.

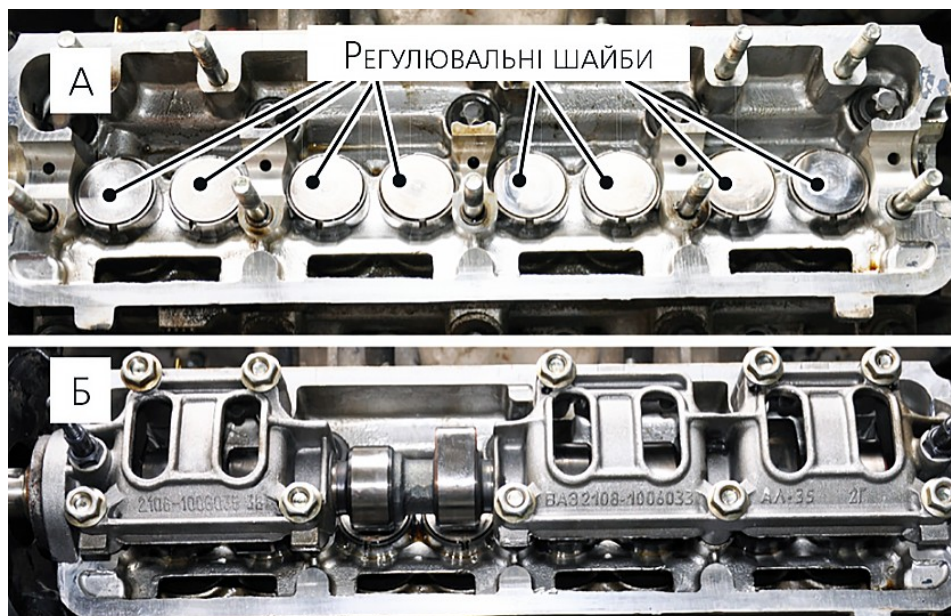


Рис. 1.2. Регулювання теплового зазору із застосуванням регулювальних шайб: А – головка блока циліндрів без встановленого розподільного вала; Б – головка блока циліндрів зі встановленим розподільним валом.

Правильна послідовність чергування тактів у циліндрах двигуна забезпечується відповідним розміщенням кулачків на розподільному валу, а також точним встановленням приводу газорозподільного механізму правильним зачепленням розподільних шестерень або шківів із шестернею чи шківом колінчастого вала.

У чотиритактному двигуні повний робочий цикл у кожному циліндрі завершується за два оберти колінчастого вала. Протягом цього часу впускний і випускний клапани повинні по одному разу відкритися та закритися, що відповідає одному оберту розподільного вала. Отже, розподільний вал обертається вдвічі повільніше за колінчастий. Саме тому шестерня розподільного вала має вдвічі більше зубців, ніж шестерня колінчастого вала, або його шків має удвічі більший діаметр.

Для покращення наповнення циліндрів свіжою сумішшю та ефективного видалення відпрацьованих газів відкриття і закриття клапанів у

чотиритактних двигунах не збігається точно з положеннями поршня у верхній і нижній мертвих точках. Вони відбуваються з певним випередженням або запізненням. Тобто впускний клапан може закриватися вже після проходження поршнем нижньої мертвої точки, а випускний після проходження верхньої мертвої точки.

Кути відкриття та закриття клапанів, виражені в градусах повороту колінчастого вала відносно мертвих точок, називають фазами газорозподілу. Ці фази зазвичай зображують у вигляді кругової діаграми, яку називають діаграмою газорозподілу, як показано на рисунку 1.3.

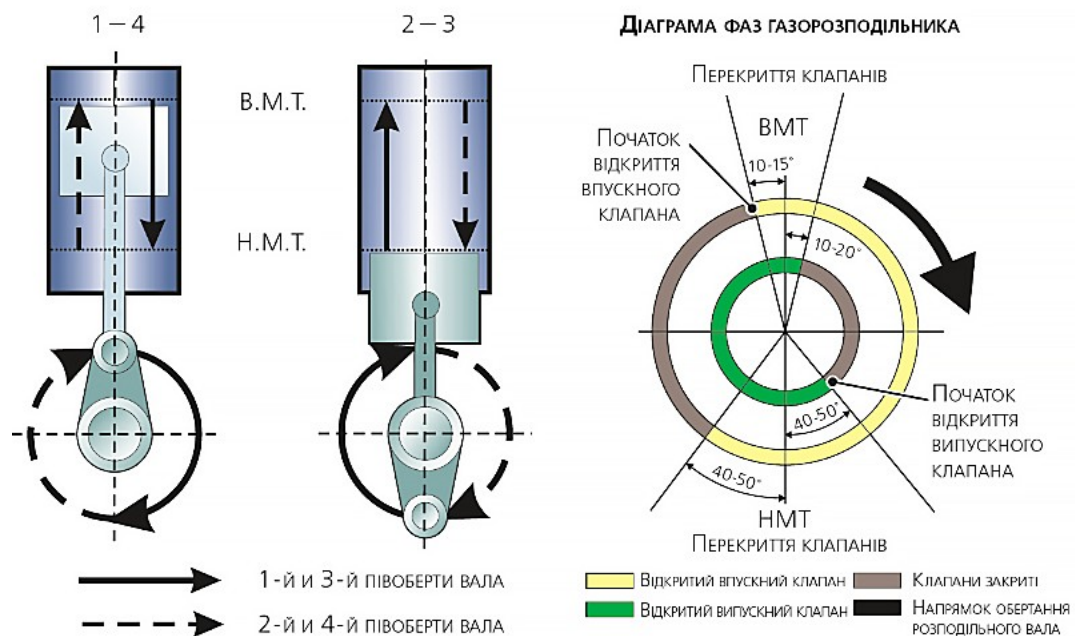


Рис. 1.3. Діаграма фаз газорозподілу чотиритактного двигуна.

Коли зазначають, що клапан відкривається за 5° до ВМТ, мають на увазі, що його відкриття починається в момент, коли кривошип колінчастого вала, з'єднаний із шатуном поршня, знаходиться на куті 5° до досягнення верхньої мертвої точки.

Впускний клапан починає відкриватися дещо раніше, ніж поршень досягає верхньої мертвої точки. Завдяки цьому ще до початку руху поршня вниз у такті впускання клапан уже частково відкритий. Кут випередження

відкриття впускного клапана для різних двигунів може відрізнятися залежно від їх конструкції.

Закриття впускного клапана, як правило, відбувається із запізненням уже після проходження поршнем нижньої мертвої точки та початку його руху вгору. При цьому протягом певного часу після проходження НМТ, попри початок зворотного руху поршня, процес наповнення циліндра продовжується. Це пояснюється наявністю розрідження в циліндрі та інерцією потоку заряду у впускному трубопроводі.

Отже, тривалість відкриття впускного клапана перевищує інтервал, що відповідає половині оберту колінчастого вала, що сприяє збільшенню часу впускання та більш повному наповненню циліндра свіжою робочою сумішшю.

Випускний клапан починає відкриватися ще до того, як поршень досягне нижньої мертвої точки (НМТ).

У цей момент газу, що знаходяться в циліндрі під високим тиском, інтенсивно виходять у випускну систему, хоча поршень продовжує рухатися вниз. Після проходження НМТ поршень змінює напрямок і, рухаючись до верхньої мертвої точки (ВМТ), витісняє залишки відпрацьованих газів із циліндра. Закриття випускного клапана відбувається вже після проходження поршнем ВМТ. Незважаючи на початок руху поршня вниз, газу ще певний час продовжують виходити за рахунок інерції та розрідження, яке створюється потоком у випускному трубопроводі.

Отже, тривалість відкриття випускного клапана перевищує півоберт колінчастого вала, що сприяє більш повному очищенню циліндра від відпрацьованих газів. Хоча раннє відкриття клапана дещо зменшує тиск газів на поршень під час робочого ходу і призводить до часткових втрат енергії, це компенсується зменшенням опору під час такту випуску, оскільки в циліндрі залишається незначна кількість газів.

Принцип роботи системи є досить простим. На розподільному валу (або валах) встановлюється спеціальний пристрій, на зовнішній частині якого

розміщена зірочка для привідного ланцюга від колінчастого вала. Конструкція цього пристрою дозволяє повертати розподільний вал у напрямку випередження або запізнення залежно від режиму роботи двигуна.

Якщо розглянути роботу детальніше, механізм зміни фаз газорозподілу (фазообертач) функціонує таким чином. Колінчастий вал через привідний ланцюг передає обертання на фазообертач, який встановлений на розподільному валу. У потрібний момент фазообертач змінює положення розподільного вала, повертаючи його у бік випередження або запізнення відкриття клапанів (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Зовнішній вигляд фазообертача.

Зазвичай фазообертачі розміщують на впускному розподільному валу, який керує лише впускними клапанами. Проте сьогодні все більш поширеною стає практика встановлення цих пристроїв на обидва вали: як впускний, так і випускний.

У сучасних бензинових двигунах об'єм паливо-повітряної суміші регулюється дросельною заслінкою: при її відкритті збільшується подача повітря, а разом із цим зростає і кількість пального, що впорскується. Проте повітря, рухаючись до циліндрів, проходить через низку елементів повітряний фільтр, дросельну заслінку, клапани які створюють додатковий опір. Такі втрати безпосередньо знижують ефективність і потужність двигуна внутрішнього згорання.

Для наочності це можна порівняти з диханням у протигазі під час фізичного навантаження процес ускладнюється, і так само «важко дихати» двигуну. Саме тому конструктори прагнули усунути одну з головних перешкод дросельну заслінку. Але яким чином можна контролювати обсяг повітря, що надходить? Вирішення цього питання знову було пов'язане із застосуванням клапанів. Зокрема, почали змінювати висоту їх відкриття.

Спочатку застосовували системи зі ступінчастим регулюванням, де клапани відкривалися на кілька фіксованих величин. Згодом з'явилися безступінчасті системи, що дозволяють плавно змінювати підйом клапана в межах приблизно від 1 до 10 мм. Це дало можливість відмовитися від дросельної заслінки, полегшивши «дихання» двигуна.

Втім, основна мета такого підходу полягає не лише в усуненні заслінки. Керування параметрами роботи клапанів насамперед сприяє підвищенню ефективності, економічності та загальної продуктивності чотиритактного двигуна внутрішнього згоряння.

До складу клапанного механізму входять клапан, напрямна втулка, пружина клапана разом із тарілкою, а також елементи фіксації (так звані «сухарі»). Усі ці компоненти показані на рисунку 1.5.

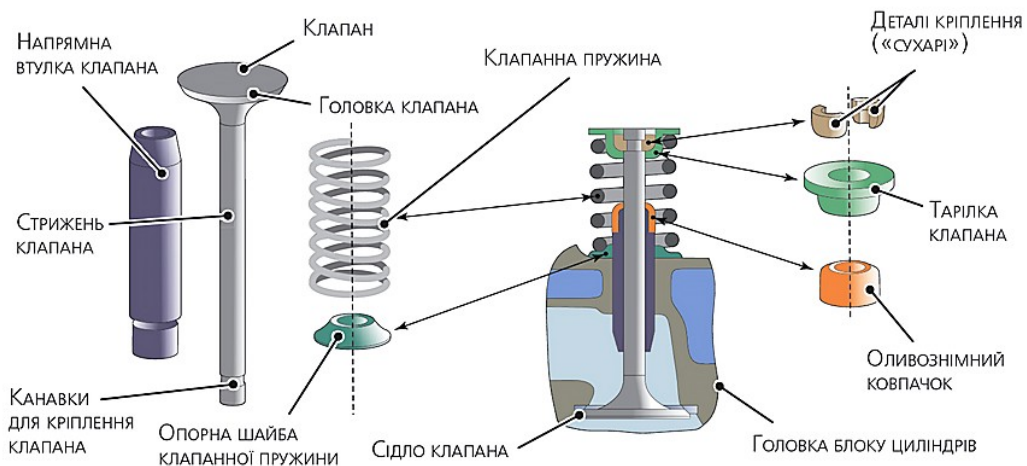


Рис. 1.5. Клапанний механізм.

Клапан призначений для відкривання та закривання впускних і випускних каналів у головці блока циліндрів. Його основними частинами є

головка та стрижень. Головка клапана має оброблену шліфуванням конічну робочу поверхню фаску (як правило, з кутом 45°), яка забезпечує щільне прилягання клапана до сидла.

Стрижень клапана має відшліфовану поверхню і рухається всередині направної втулки. На його кінці передбачено канавку або отвір для фіксації тарілки пружини. Клапани різного призначення відрізняються діаметром головок (зазвичай впускний має більший діаметр) або можуть маркуватися спеціальними позначеннями.

Напрямна втулка, через яку проходить стрижень клапана, забезпечує його точне позиціонування та щільну посадку в сидлі. Такі втулки встановлюються методом запресовування в головку циліндрів.

Клапанна пружина призначена для утримання клапана в закритому стані, забезпечуючи його щільне прилягання до сидла, а також для створення постійного зусилля, яке притискає штовхач до робочої поверхні кулачка розподільного вала. Вона встановлюється на виступаючу частину стрижня клапана, що виходить із направної втулки, і фіксується у стислому стані за допомогою тарілки та конічних розрізних «сухарів», які входять у спеціальну канавку на стрижні клапана.

У деяких конструкціях застосовують дві пружини — внутрішню меншого діаметра та зовнішню більшого. Таке рішення дозволяє зменшити ризик резонансних коливань у різних режимах роботи двигуна, а також підвищує надійність у разі виходу з ладу однієї з пружин. Також часто використовують пружини зі змінним кроком витків, що знижує ймовірність виникнення вібрацій і запобігає їх руйнуванню при високих обертах колінчастого вала. При встановленні пари пружин їх підбирають так, щоб напрямок навивки витків був різним, що додатково зменшує можливість резонансних явищ.

Для зменшення витоку моторної оливи у напрямну втулку та запобігання її потраплянню в циліндр через зазори у верхній частині втулок встановлюють гумові оливознімальні ковпачки.

Штовхач призначений для передачі осьового зусилля від кулачка розподільного вала до стрижня клапана або штанги (рис. 1.6).

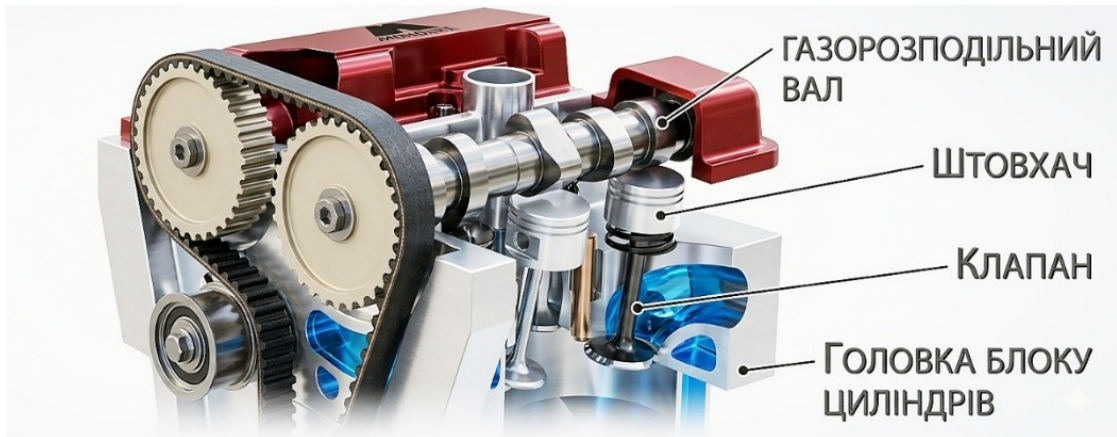


Рис. 1.6. Головка циліндрів двигуна з елементами ГРМ.

Використання цієї проміжної ланки є доцільним, оскільки передача зусилля через штовхач забезпечує більш ефективну роботу клапанного механізму. Крім того, під час тривалої експлуатації деталі клапанного механізму зношуються, тому при необхідності ремонту простіше замінити невеликий штовхач, ніж виконувати заміну розподільного вала або клапанів у зборі.

Коромисло виконує функцію зміни напрямку переданого руху. Його зазвичай застосовують у випадках, коли використовується один розподільний вал, а на один циліндр припадає два або чотири клапани, які мають специфічне розташування (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Привод клапанів через коромисла.

Коромисла можуть монтуватися на бронзових втулках або без них на осях, що закріплюються за допомогою стійок на головці блока циліндрів.

Одне плече коромисла взаємодіє зі стрижнем клапана, тоді як інше контактує з кулачком розподільного вала або розташоване під ним. Для налаштування теплового зазору між клапанним стрижнем і коромислом у його кінцеву частину встановлюється регулювальний гвинт із контргайкою.

Розподільний вал відповідає за точне й своєчасне відкривання та закривання клапанів. Він оснащений впускними та випускними кулачками (рис 1.8), а також опорними шийками.

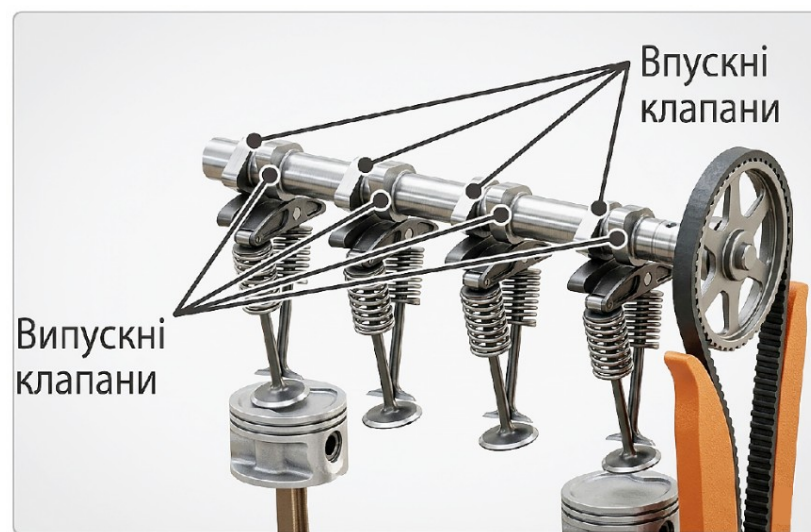


Рис. 1.8. Газорозподільний механізм у зібраному вигляді.

Кулачки можуть бути виготовлені як одне ціле з валом, однак також застосовують збірні конструкції, у яких кулачки напресовуються на вал.

У чотиритактних двигунах кожен циліндр залежно від кількості клапанів має два або більше кулачки впускні та випускні. Профіль кулачка забезпечує поступове піднімання і опускання клапана, а також необхідну тривалість його відкритого стану.

Однйменні кулачки (наприклад, впускні) у чотирициліндрових двигунах розташовують під кутом 90° , у шестициліндрових 60° , а у восьмициліндрових 45° . Різнойменні кулачки (впускні та випускні) встановлюються під кутом, який визначається фазами газорозподілу.

Розташування вершин кулачків узгоджується з порядком роботи двигуна та враховує напрям обертання розподільного вала

На кінцях колінчастого та розподільного валів встановлюються зірочки, аналогічні велосипедним, на які надягається приводний ланцюг. Для запобігання його коливанням і биттю додатково застосовують заспокоювач у вигляді подовженої планки, по якій рухається ланцюг.

З протилежного боку зазвичай монтується напрямна натягувача ланцюга. Більш детально ланцюговий привід представлений на рисунку .1.9



Рис. 1.9. Приклад схеми приводу газорозподільного механізму з використанням ланцюга.

На колінчастому та розподільному валах встановлюються зубчасті шківни, які за своєю конструкцією подібні до зірочок, однак відрізняються більшою шириною робочої поверхні. На ці шківни встановлюється зубчастий ремінь, що забезпечує синхронізовану передачу обертального моменту між валами та точне узгодження фаз газорозподілу.

Для полегшення монтажу та демонтажу приводного ремня в конструкції передбачають натягувач, який може бути як механічного, так і автоматичного типу (рис. 1.10). Натягувач забезпечує необхідний рівень

натягу ремня в процесі роботи двигуна, компенсуючи його розтягування та запобігаючи прослизанню або перескакуванню зубців.

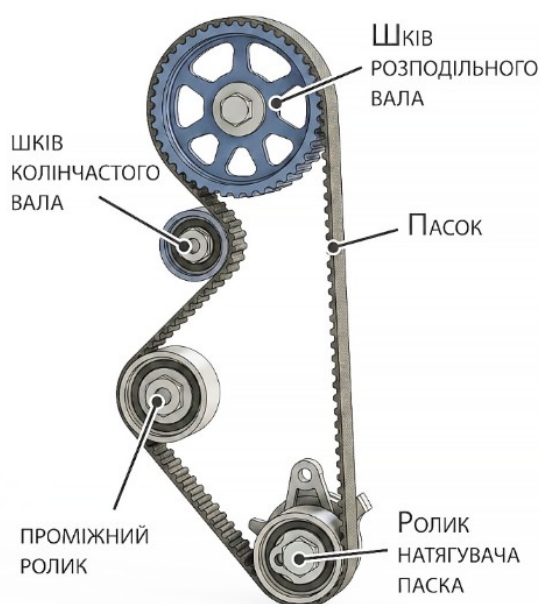


Рис. 1.10. Схема паскового приводу газорозподільного механізму.

Шестеренний привід. Обертання розподільного вала передається від шестерні, встановленої на колінчастому валу, або через систему проміжних шестерень, або безпосередньо, як це зображено на рисунку 1.11.

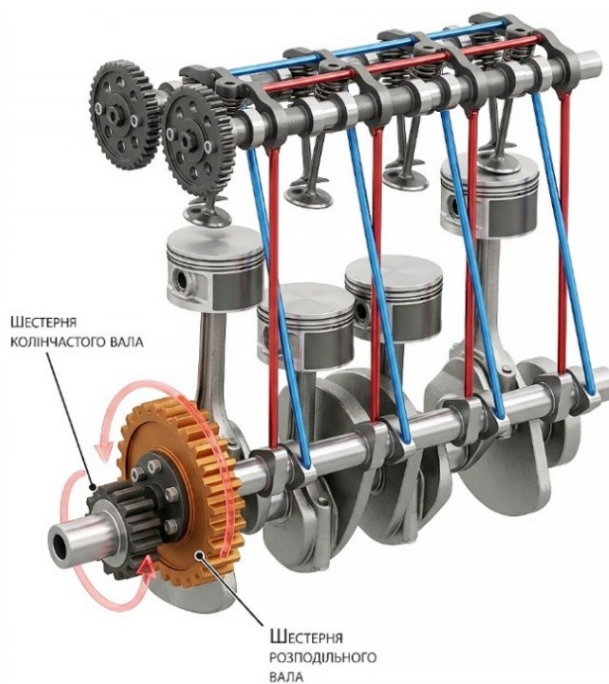


Рис. 1.11. Шестеренний привід газорозподільного механізму.

Такий тип приводу відзначається високою надійністю, однак має значні габарити та може ускладнювати процес розбирання і подальшого складання газорозподільного механізму.

Для підтримання роботи на холостому ходу цілком достатньо лише частини циліндрів. У відключених циліндрах припиняється подача пального, а щоб уникнути зайвого прокачування повітря через впускний і випускний колектори, їхні клапани залишаються закритими.

Реалізація цього рішення досить проста: на розподільному валу поряд зі стандартними кулачками розміщують кулачки з так званою «нульовою висотою», які не впливають на привід клапанів.

У звичайному режимі розподільний вал обертається, і всі клапани працюють як належить. Але коли потрібно вимкнути частину циліндрів, відкривається спеціальний канал, через який під тиском подається моторна олива. Вона зміщує розподільний вал уздовж осі.

У результаті звичайні кулачки продовжують відкривати клапани, а «нульові» не взаємодіють із ними, через що відповідні клапани залишаються закритими й нерухомими.

1.2 Вплив технічного стану клапанів на роботу двигуна

Надійне функціонування автомобільного двигуна безпосередньо визначається якістю та своєчасністю проведення діагностичних робіт. Важливим чинником, що впливає на ефективність роботи і ресурс двигуна, є правильне регулювання клапанного механізму. Нехтування цією процедурою призводить не тільки до погіршення технічних показників, але й може стати причиною серйозних несправностей, усунення яких потребує значних фінансових витрат.

Технічний стан клапанів має вирішальний вплив на роботу двигуна внутрішнього згоряння, оскільки саме вони забезпечують своєчасний впуск паливно-повітряної суміші в циліндри та випуск відпрацьованих газів. Від

справності клапанного механізму безпосередньо залежить наповнення циліндрів, ефективність згоряння палива, потужність двигуна та його економічність.

Однією з ключових проблем, що виникають у разі неправильного регулювання клапанів, є порушення складу повітряно-паливної суміші в циліндрі. Якщо клапан відкривається недостатньо, у циліндр надходить замало повітря, що спричиняє неповне згоряння палива. У результаті зростає витрата пального та зменшується потужність двигуна.

Якщо клапани знаходяться у справному стані та правильно відрегульовані, вони щільно прилягають до сідел і відкриваються у чітко визначені моменти часу. Це забезпечує оптимальне наповнення циліндрів робочою сумішшю і повне видалення продуктів згоряння. У результаті двигун працює рівномірно, розвиває номінальну потужність, споживає менше палива та має стабільні показники токсичності вихлопу, пошкодження каталітичного нейтралізатора, зниження потужності та нестабільна робота двигуна на холостому ході.

Окрім цього, некоректне регулювання клапанів негативно впливає на компресію в циліндрах. Це викликає падіння потужності, нерівномірну роботу двигуна, погіршення динамічних характеристик і збільшення витрати палива. Саме тому важливо регулярно контролювати стан клапанів і своєчасно виконувати їх правильне регулювання для забезпечення ефективної та стабільної роботи двигуна (табл.1.1).

Таблиця 1 1

Причини та наслідки порушення регулювання клапанного механізму

Причини порушення регулювання	Наслідки для роботи двигуна
Природний знос деталей (клапанів, штовхачів, коромисел)	Зміна теплових зазорів, нестабільна робота двигуна
Неправильне початкове регулювання	Погіршення наповнення циліндрів, втрата потужності
Тривала експлуатація без технічного обслуговування	Підвищене зношування деталей ГРМ
Перегрів двигуна	Деформація клапанів, зменшення зазорів

Продовження таблиці 1.1

Використання неякісного мастила або його нестача	Прискорений знос механізмів
Забруднення або нагар на клапанах	Неповне закривання клапанів, втрата компресії
Ослаблення або пошкодження елементів приводу ГРМ	Порушення фаз газорозподілу
Неправильна експлуатація двигуна (високі навантаження)	Стук клапанів, підвищений шум
Несвоєчасна перевірка та регулювання зазорів	Зниження економічності двигуна
Використання неякісних запчастин	Швидкий вихід з ладу клапанного механізму

Крім того, неправильні теплові зазори між клапанами та елементами приводу газорозподільного механізму також негативно впливають на роботу двигуна. Якщо зазор занадто малий, клапан може не повністю закриватися при нагріванні, що призводить до його перегріву та можливого прогорання. Якщо ж зазор надмірний, порушуються фази газорозподілу, клапани відкриваються із запізненням і закриваються раніше, що погіршує наповнення циліндрів і знижує ефективність роботи двигуна. У такому випадку також з'являється характерний стукіт у механізмі, що свідчить про підвищений знос деталей.

Несправні клапани можуть спричинити і більш серйозні наслідки. Наприклад, при значному зносі або пошкодженні можливе їх неповне закривання або навіть руйнування, що здатне викликати пошкодження поршнів, головки блоку циліндрів та інших елементів двигуна. У таких випадках ремонт стає складним і дорогим.

Отже, технічний стан клапанів є одним із ключових факторів, що визначає надійність, довговічність і ефективність роботи двигуна. Своєчасне технічне обслуговування, перевірка зазорів і очищення клапанів від нагару дозволяють підтримувати двигун у справному стані, уникати серйозних несправностей і забезпечувати його стабільну роботу протягом тривалого часу.

1.3 Аналіз існуючих методів технічного обслуговування ГРМ

Газорозподільний механізм відповідає за своєчасне відкривання та закривання впускних і випускних клапанів, що забезпечує правильне наповнення циліндрів паливно-повітряною сумішшю та ефективне видалення відпрацьованих газів.

У процесі експлуатації елементи механізму піддаються зносу, що може призводити до зміни теплових зазорів, порушення фаз газорозподілу та зниження ефективності роботи двигуна, тому своєчасне обслуговування є обов'язковим.

Основним методом обслуговування ГРМ є періодична діагностика його технічного стану. Вона включає зовнішній огляд елементів механізму, перевірку герметичності клапанів, оцінку рівня шуму та вібрацій під час роботи двигуна. Наявність сторонніх стуків, зниження компресії або нестабільна робота двигуна можуть свідчити про зношення клапанів, напрямних втулок або розподільного вала.

Важливим методом є контроль і регулювання теплових зазорів у клапанному механізмі. У процесі експлуатації зазори можуть змінюватися внаслідок зношення деталей або термічних деформацій. Неправильні зазори призводять до порушення фаз газорозподілу, втрати потужності та підвищеного зносу деталей.

Під час роботи двигуна деталі клапанного механізму (клапани, штовхачі, розподільний вал) нагріваються і розширюються. Тепловий зазор забезпечує герметичне закриття клапана навіть після його температурного розширення.

- замалий зазор: клапан закривається нещільно, що призводить до прогорання сидла та тарілки клапана, а також до втрати компресії.

- завеликий зазор: з'являється характерний металевий стукіт, деталі зазнають ударних навантажень і швидше зношуються, потужність двигуна падає.

Регулювання виконується відповідно до технічних вимог виробника із застосуванням щупів або спеціальних регулювальних пристроїв (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Контроль і регулювання теплових зазорів у клапанному механізмі.

Ще одним важливим методом є обслуговування приводу ГРМ, який може бути ремінним, ланцюговим або шестеренчастим. Для ремінного приводу передбачено регулярну перевірку стану ременя (наявність тріщин, розшарувань, зносу зубців) та його своєчасну заміну. Заміну ременя ГРМ, потрібно проводити кожних 60 000 км. або раз у два роки у зв'язку з тим що ремінь виготовлено з гумового матеріалу і він піддається зношенню. Значно більше проходить ланцюг ГРМ, його заміну потрібно поводити кожних 250 000 – 300 000 км.

Також при заміні ГРМ варто замінити сальники колінчастого і розподільного валу, а також насос системи охолодження (Помпу), якщо вона приводиться в дію цим ременем (рис. 1.13).

В разі несвоєчасної заміни може відбутися його розрив або перескок на декілька зубів, це призводить до виходу з ладу двигуна, а в подальшому дорогого ремонту. Ланцюговий привід потребує контролю натягу, ступеня розтягнення ланцюга і стану натягувачів.

Несправності приводу можуть призвести до зміщення фаз газорозподілу або навіть до серйозних пошкоджень двигуна.

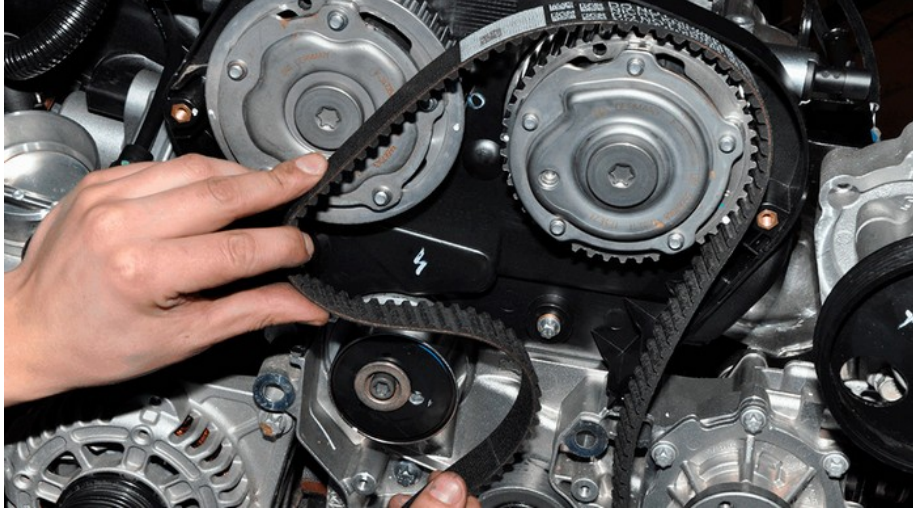


Рис. 1.13. Заміна ременя ГРМ.

Метод змащування також відіграє важливу роль у технічному обслуговуванні ГРМ. Своєчасна заміна моторної оливи та контроль її рівня забезпечують зменшення тертя між деталями, запобігають їх передчасному зносу та перегріву. Особливу увагу слід приділяти чистоті оливи, оскільки забруднення можуть викликати заклинювання гідрокомпенсаторів і погіршення роботи клапанного механізму.

До методів обслуговування також належить перевірка та обслуговування допоміжних елементів, таких як гідрокомпенсатори, коромисла, штовхачі та напрямні втулки клапанів. У разі виявлення зносу або несправностей ці елементи підлягають заміні або ремонту. Важливим є також очищення деталей від нагару, що може накопичуватися на клапанах і впливати на їх герметичність.

Окрему увагу слід приділити використанню сучасних методів діагностики, таких як комп'ютерна діагностика, ендоскопічний огляд внутрішніх поверхонь двигуна, а також вимірювання компресії та аналіз відпрацьованих газів.

Ці методи дозволяють своєчасно виявити приховані дефекти та запобігти серйозним поломкам.

Висновки до розділу I

У розділі було розглянуто будову, призначення та принцип роботи газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння. Взаємодію основних конструктивних елементів ГРМ та їх в процесі роботи двигуна.

Виконано комплексний аналіз впливу технічного стану клапанного механізму на роботу двигуна внутрішнього згоряння. Розглянуто основні функції клапанів у системі газорозподілу та їх роль у забезпеченні своєчасного впуску повітряно-паливної суміші і випуску відпрацьованих газів.

Обґрунтовано сучасні підходи до діагностики, регулювання та технічного обслуговування газорозподільного механізму легкового автомобіля. Розглянуто основні методи контролю стану клапанного механізму, зокрема візуальний огляд, механічне вимірювання зазорів, стендову діагностику та сучасні безконтактні методи оцінки стану клапанів.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Площа виробничої ділянки для проведення ТО газорозподільного механізму

Приміщення для технічного обслуговування (ТО) газорозподільного механізму є важливим етапом проектування ділянки, оскільки від цього залежить ефективність роботи, безпека персоналу та можливість розміщення необхідного обладнання.

Площа приміщення визначається з урахуванням кількох основних складових: габаритів автомобіля, зони обслуговування, площі, зайнятої обладнанням, а також проходів і допоміжних зон. У загальному вигляді розрахунок можна подати як суму окремих площ:

$$S = S_{авт} + S_{обл} + S_{проходів} + S_{доп}$$

де:

$S_{авт}$ – площа, яку займає автомобіль з урахуванням зони обслуговування;

$S_{обл}$ – площа, зайнята обладнанням і пристроями;

$S_{проходів}$ – площа проходів між обладнанням;

$S_{доп}$ – площа допоміжних зон (склади, інструментальні шафи тощо).

Площа, що припадає на автомобіль, визначається з урахуванням його габаритних розмірів і необхідних технологічних зазорів для обслуговування:

$$S_{авт} = (L + 2a) \cdot (B + 2b)$$

де:

L – довжина автомобіля, м;

B – ширина автомобіля, м;

a, b – технологічні зазори (зазвичай 0,8–1,5 м з кожного боку).

Для прикладу, якщо прийняти середні габарити легкового автомобіля:

$L = 4,5 \text{ м}$, $B = 1,8 \text{ м}$, а зазори $a = b = 1 \text{ м}$, тоді:

$$S_{авт} = (4,5 + 2 \cdot 1) \cdot (1,8 + 2 \cdot 1) = 6,5 \cdot 3,8 = 24,7 \text{ м}^2$$

Площа, що займається обладнанням (наприклад, стенд для перевірки клапанів, компресор, верстак, діагностичний пристрій типу Valve Tester), визначається сумарною площею кожного елемента з урахуванням зон обслуговування:

$$S_{obl} = \sum S_i$$

Площа проходів приймається згідно з нормами і зазвичай становить 25 - 40% від суми площ автомобіля та обладнання. Допоміжні площі приймаються в межах 10-20%.

Отже, загальна площа ділянки може бути орієнтовно визначена за формулою:

$$S_{zag} = (S_{авт} + S_{obl}) \cdot k$$

де

$k=1,3...1,6$ – коефіцієнт, що враховує проходи та допоміжні зони.

Окрім площі, необхідно враховувати специфічні умови експлуатації ділянки:

1. Оскільки роботи з ГРМ потребують високої точності (регулювання зазорів, притирання клапанів), комбіноване освітлення повинно забезпечувати не менше 300–500 лк.
2. Обов'язкова наявність місцевих відсмоктувачів (витяжок) у зоні миття та загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції.
3. Має бути стійкою до впливу мастил та палива, легко митися та не бути слизькою.

Таким чином, для однієї робочої позиції з обслуговування газорозподільного механізму площа приміщення зазвичай становить приблизно 30-50 м² залежно від рівня оснащення та організації робочого простору.

Такий підхід дозволяє забезпечити раціональне розміщення обладнання, зручність виконання робіт і дотримання вимог охорони праці.

2.2. Технологічні пристрої для контролю стану клапанів

У сучасних умовах експлуатації автомобільних двигунів особливого значення набуває точний контроль технічного стану газорозподільного механізму, зокрема клапанів.

Справний стан клапанного механізму є однією з ключових умов ефективної та стабільної роботи двигуна внутрішнього згоряння. Порушення герметичності клапанів, зміна теплових зазорів, знос сідел і фасок призводять до зниження компресії, втрати потужності, підвищеної витрати палива та погіршення екологічних показників.

Існуючі методи діагностики (вимірювання компресії, пневмотест, візуальний огляд) мають ряд недоліків: вони або потребують часткового розбирання двигуна, або не дають можливості точно локалізувати несправність. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні простого, надійного та універсального пристрою, який дозволить оперативно контролювати стан клапанів без значних витрат часу та ресурсів.

Вакуум-тестер клапанів – це діагностичний інструмент для швидкої перевірки герметичності камер згоряння, сідел та напрямних втулок клапанів ГБЦ без повного складання двигуна. Він створює розрідження (вакуум) і за допомогою манометра визначає витоки повітря. Важливий при ремонті двигунів для оцінки якості притирання клапанів

Вакуум-тестер працює таким чином визначає, як створюється та падає вакуум у впускних та випускних каналах, і за допомогою манометра вимірює ступінь розрідження. Якщо набір вакууму йде повільно, то його величина швидко падає – це говорити про те, що механізм у поганому стані чи його ремонт був неякісним.

Вакуум-тестер для клапанів дозволяє робити такі вимірювання необмежену кількість разів – при прийомі механізму в роботу, в процесі його ремонту та по завершенню ремонту, щоб оцінити результати роботи.

Специфічним індикатором знесення під час перевірки вакуум-тестером є моторне масло: якщо нанести його на фаску клапана при вимірі вакууму, це

дозволить зробити більш точну діагностику знесення механізму. Вакуум-тестер став невід'ємною частиною майстерень з ремонту двигуна.

Продуктивність пристрою VTP-01 спеціально оптимізована для точного контролю головок блока циліндрів двигунів як легкових і вантажних автомобілів, так і спеціальної техніки (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Вакуум тестер SJMC VTP-01.

Прилад SJMC VTP-01 призначений для оперативного контролю міцності з'єднання типу «сідло–клапан–втулка». Для підвищення надійності роботи пристрою у пневматичну магістраль вакуум-генератора інтегровано фільтр тонкого очищення.

На тильній стороні пристрою розташований штуцер (роз'єм) для підключення силіконового шланга з вакуумною насадкою, а також для під'єднання джерела стисненого повітря з тиском 6 бар. Клас точності вакуумметра, встановленого в приладі, становить 1,5.

У стандартну комплектацію входять три швидкознімні насадки різних розмірів:

- дві прямокутні: 70×88 мм та 50×80 мм;
- одна кругла діаметром 57 мм.

За потреби можуть додатково постачатися насадки круглої форми $\varnothing 70$ мм та $\varnothing 62$ мм, а також прямокутна 70×90 мм. Такі варіанти застосовуються для перевірки головок блока циліндрів (ГБЦ) сільськогосподарської, кар'єрної та іншої спеціальної техніки.

Даний прилад є ефективним інструментом, оскільки дозволяє з високою точністю перевіряти герметичність і надійність нових клапанів ГБЦ, а також оцінювати якість відновлення зношених деталей. Пневматичний вакуумний тестер ежекторного типу працює від системи стисненого повітря з робочим тиском 6 кг/см^2 .

Пристрій ValveCheck-Auto призначений для оперативного контролю технічного стану клапанів газорозподільного механізму легкових автомобілів без необхідності повного розбирання двигуна (рис. 2.2).

Пристрій застосовується на станціях технічного обслуговування, у ремонтних майстернях, а також може використовуватися для навчальних цілей.



Рис. 2.2. Діагностичний пристрій ValveCheck-Auto.

Корпус пристрою виконано у переносному варіанті з ударостійкого пластику або алюмінієвого сплаву. На передній панелі розташовані елементи

керування, дисплей та роз'єми для підключення клапанів. Внутрішня компоновка забезпечує зручність ремонту та заміни модулів. Особлива увага приділена електромагнітній сумісності та захисту вимірювальних ланцюгів від перенапруг.

Основною функцією пристрою є визначення відхилень у роботі клапанного механізму, таких як порушення теплових зазорів, неповне закриття клапанів, знос або прогар робочих поверхонь. Узагальнені технічні характеристики діагностичного пристрою «ValveCheck-Auto подано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики ValveCheck-Auto

Параметри	Значення
Габаритні розміри (Д × Ш × В)	240 × 287 × 70 мм
Маса пристрою	4 кг
Живлення	~220 В ± 15%
Споживана потужність	не більше 350 Вт
Тип об'єктів діагностики	електромагнітні клапани / соленоїди паливної апаратури
Призначення	перевірка рівномірності роботи клапанів у циліндрах двигуна
Сумісні системи	Common Rail, UIS, HEUI
Режими роботи	вимірювання / діагностика / калібрування клапанів
Вимірювані параметри	струм спрацювання, струм відпускання
Електричні параметри вимірювання	активний опір, індуктивність соленоїда
Додаткові функції	непряме визначення повітряного зазору клапана
Інтерфейс керування	ручний + підключення до ПК (USB)
Результат діагностики	оцінка працездатності та калібрування клапанів

Робота пристрою базується на аналізі віброакустичних сигналів та тиску в циліндрах двигуна. Під час роботи двигуна клапани створюють характерні коливання, які змінюються залежно від їх технічного стану.

Пристрій складається з датчиків вібрації та тиску, які встановлюються на головку блоку циліндрів і в отвір свічки запалювання. Отримані сигнали передаються до електронного блоку обробки, де вони аналізуються за заданими алгоритмами. У разі виявлення відхилень пристрій подає сигнал користувачу через дисплей або індикатори.

Перед початком діагностики датчики встановлюються у відповідні місця двигуна. Після запуску двигуна пристрій автоматично зчитує параметри роботи клапанного механізму. У процесі вимірювання відбувається порівняння отриманих значень із еталонними.

У випадку відхилення від норми на дисплеї відображається повідомлення про можливу несправність, наприклад:

- «Збільшений зазор клапанів»
- «Неповне закриття клапана»
- «Ймовірний прогар клапана»

Схожі за функціональним призначенням до пристрою ValveCheck-Auto:

ValveTester V1 - професійний діагностичний прилад, призначений для перевірки електромагнітних клапанів паливної апаратури, зокрема форсунок системи Common Rail (рис. 2.3). Його функціонал дозволяє визначати основні електричні параметри соленоїда, такі як сила струму спрацьовування, електричний опір та індуктивність, що дає змогу оцінити справність виконавчого елемента та виявити приховані несправності.



Рис. 2.3. ValveTester V1.

Додаткову інформацію щодо подібних пристроїв можна знайти в технічних каталогах компаній, що спеціалізуються на автоелектроніці, наприклад CarElectro.

OBD2-сканери діагностичні пристрої універсального типу, які використовуються для зчитування помилок електронного блоку управління двигуном. Вони дозволяють виявляти несправності, пов'язані з роботою клапанів, зокрема через індикацію помилки Check Engine.



Рис. 2.4. Універсальний OBD2 сканер JF700 Ultra.

Серед поширених виробників подібного обладнання можна виділити Lynxo та інші бренди автомобільної діагностики. Аналіз показує, що всі наведені пристрої виконують схожі функції контролю та діагностики, однак

відрізняються за принципом дії, сферою застосування та рівнем точності вимірювань.

Подальший розвиток діагностики за допомогою OBD2-інтерфейсу полягає у використанні більш розширених функцій, таких як моніторинг параметрів у реальному часі (Live Data). Це дозволяє аналізувати роботу датчиків положення розподільного валу, колінчастого валу, а також оцінювати стабільність роботи двигуна при різних режимах навантаження.

Таким чином, сучасні діагностичні системи для контролю клапанів та електромагнітних виконавчих механізмів формують широкий клас обладнання, що дозволяє комплексно оцінювати технічний стан як паливних, так і пневматичних систем автомобіля.

2.3 Складання технологічної карти та виконання технологічного процесу перевірки і регулювання клапанів.

Регулювання клапанів являє собою технологічну операцію, спрямовану на встановлення нормативних теплових зазорів у газорозподільному механізмі між стрижнем клапана та елементами його приводу (кулачком розподільчого вала, штовхачем, регулювальною шайбою або коромислом). Наявність розрахункового зазору є необхідною умовою для компенсації лінійного теплового розширення деталей ГРМ під час переходу двигуна з холодного стану до робочого температурного режиму.

Відхилення фактичних значень зазорів від установлених виробником параметрів призводить до зміни реальних фаз газорозподілу, порушення герметичності камери згоряння та погіршення газодинамічних процесів впуску й випуску.

У довготривалій експлуатації це викликає прискорений знос елементів головки блока циліндрів і зниження загальної надійності двигуна. Процедура регулювання клапанів належить до регламентних операцій для двигунів, які не оснащені гідрокомпенсаторами.

Основні технічні причини регулювання клапанів:

- забезпечення повного прилягання тарілки клапана до сидла у фазі закриття;
- збереження розрахункових фаз відкриття і закриття клапанів;
- підтримання стабільного рівня компресії в циліндрах;
- нормалізація теплового режиму випускних клапанів;
- запобігання ударним і контактним навантаженням у механізмі ГРМ.

Технологія перевірки та регулювання клапанів газорозподільного механізму (ГРМ) починається зі складання технологічної карти. Це основний організаційно-технічний документ, який визначає послідовність виконання операцій, необхідне обладнання, інструмент, норми часу та вимоги до якості виконання робіт. Приклад технологічної карти перевірки та регулювання клапанів ГРМ легкового автомобіля наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Технологічна карта: Контроль і налаштування клапанів ГРМ

Найменування операції	Обладнання та інструмент	Зміст операції	Технічні вимоги	Норма часу, хв
Підготовка робочого місця	Слюсарний верстак, набір ключів	Підготувати інструмент, очистити робочу зону	Робоче місце має відповідати вимогам безпеки	5
Відключення АКБ	Ключ гайковий	Від'єднати мінусову клему акумулятора	Уникнути короткого замикання	2
Демонтаж кришки клапанів	Набір ключів, викрутка	Зняти декоративні елементи та кришку ГБЦ	Не пошкодити прокладку	10
Встановлення поршня 1-го циліндра у ВМТ	Ключ для колінвала	Повернути колінчастий вал до положення ВМТ	Мітки повинні співпадати	5
Перевірка теплового зазору клапанів	Щупи вимірювальні	Виміряти зазори між кулачком і штовхачем	Відповідність нормам заводу-виробника	10

продовження таблиці 2.2

Регулювання зазорів	Ключі, викрутка, щуп	Встановити необхідний зазор шляхом регулювання	Точність $\pm 0,01$ мм	15
Провертання колінвала	Ключ	Перевести двигун у наступне положення згідно порядку роботи	Дотримання послідовності (1-3-4-2)	10
Повторна перевірка	Щуп	Перевірити правильність регулювання	Відхилення не допускаються	5
Монтаж кришки клапанів	Ключі, герметик	Встановити кришку на місце	Герметичність з'єднання	10
Підключення АКБК	Ключ	Під'єднати клеми акумулятора	Надійність контакту	2
Контрольний запуск двигуна	-	Запустити двигун і перевірити роботу	Відсутність сторонніх шумів	6

Виконання технологічного процесу перевірки та регулювання клапанів газорозподільного механізму (ГРМ) починається з підготовки двигуна та робочого місця.

Перш ніж приступати до будь-яких маніпуляцій, двигун повинен повністю охолонути до температури приблизно 20°C. Це важливо, оскільки теплові зазори розраховані саме для «холодного» стану металу. Ви знімаєте корпус повітряного фільтра та кришку головки блоку циліндрів (ГБЦ), попередньо очистивши прилеглі зони від пилу та оливи, щоб бруд не потрапив всередину механізму.

Автомобіль встановлюють на рівній поверхні, фіксують стоянковим гальмом, після чого забезпечують доступ до клапанного механізму шляхом демонтажу декоративних кришок, повітряних патрубків або інших елементів, що заважають доступу до клапанної кришки (рис. 2.5).

Після цього акуратно відкручують кріпильні елементи клапанної кришки, дотримуючись послідовності, рекомендованої виробником, щоб уникнути деформації деталей. Кришку знімають, перевіряючи стан ущільнювальної прокладки у разі її пошкодження або зносу вона підлягає заміні.

Далі здійснюють візуальний огляд елементів газорозподільного механізму: розподільного вала, коромисел, штовхачів або гідрокомпенсаторів (залежно від конструкції двигуна).

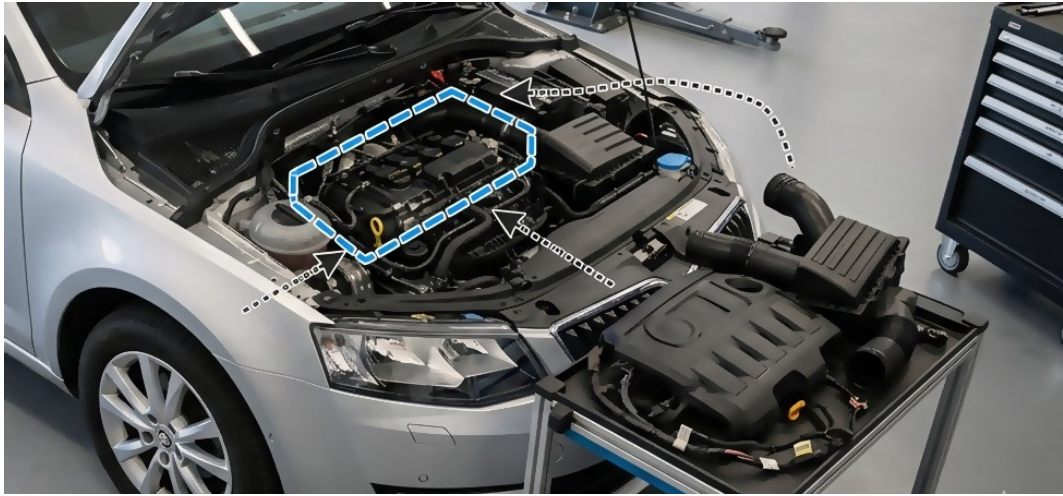


Рис. 2.5. Підготовка автомобіля до обслуговування клапанного механізму.

Для перевірки зазорів конкретного циліндра необхідно, щоб обидва його клапани були повністю закриті, а штовхачі знаходилися на тильній стороні кулачків розподільного вала. Ви провертаєте колінчастий вал за годинниковою стрілкою (зазвичай за болт шківа), поки мітки на шківі не збіжаться з відмітками на блоці двигуна. Це відповідає положенню ВМТ першого циліндра в такті стиснення (рис. 2.6).

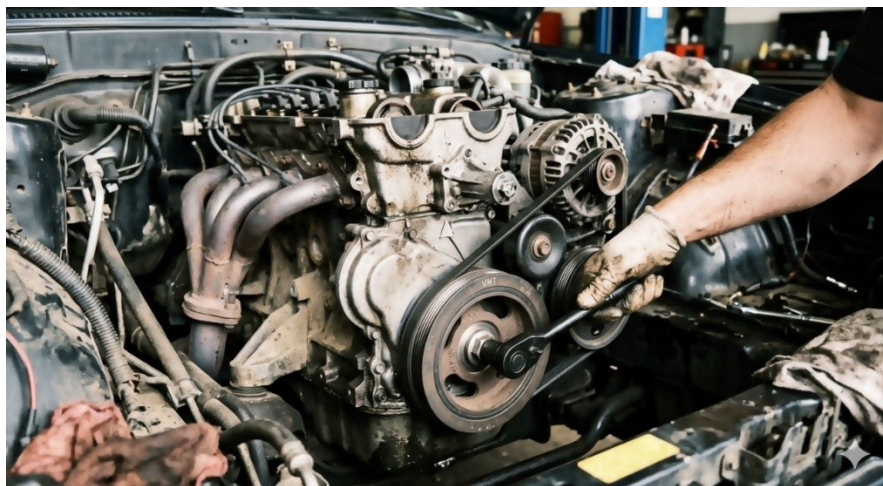


Рис. 2.6. Встановлення колінчастого вала у положення ВМТ першого циліндра за мітками на шківі.

Далі використовується набір прецизійних плоских щупів. Обирається щуп, товщина якого відповідає заводським допускам для впускних або

випускних клапанів (для випускних, як правило, передбачений більший зазор через їх вищий тепловий режим).

Обраний щуп вводиться у проміжок між кулачком розподільного вала та штовхачем або коромислом (рис. 2.7). Він повинен переміщуватися з легким опором без надмірної вільності, але й без заїдання. Усі отримані результати підлягають обов'язковій фіксації окремо для кожного клапана.



Рис. 2.7. Контроль теплового зазору клапанів за допомогою прецизійного плаского щупа.

Спосіб регулювання буде залежати від типу двигуна автомобіля. Якщо в автомобілі використовується механізм «гвинт–гайка», необхідно послабити контргайку, відрегулювати потрібний тепловий зазор за допомогою регулювального гвинта, після чого знову затягнути контргайку, утримуючи гвинт у фіксованому положенні (рис. 2.8).

У випадку двигуна з регулюванням за допомогою шайб (що характерно для багатьох сучасних автомобілів без гідрокомпенсаторів), потрібно демонтувати стару регулювальну шайбу спеціальним знімачем, виміряти її товщину мікрометром і визначити параметри нової шайби за розрахунковою формулою:

$$H = B + (A - C),$$

де A – фактичний вимірний зазор, C – номінальний (нормативний) зазор, а B – товщина встановленої шайби.

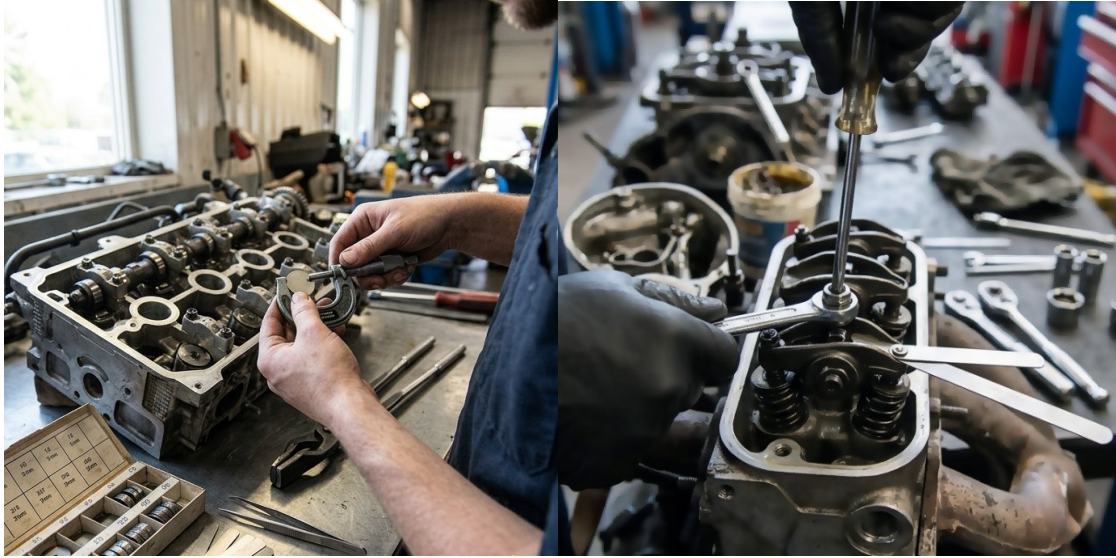


Рис. 2.8. Регулювання теплових зазорів клапанів.

Після регулювання всіх клапанів, виконуючи провертання колінчастого вала відповідно до порядку роботи двигуна (наприклад, 1–3–4–2), необхідно вручну здійснити ще два повні оберти колінвала. Це дозволяє переконатися, що всі елементи зайняли своє робоче положення, після чого слід повторно перевірити теплові зазори на клапанах першого циліндра.

Якщо показники відповідають нормі, потрібно очистити прилягаючу поверхню ГБЦ від залишків старого герметика, встановити нову прокладку клапанної кришки (оскільки повторне використання старої часто спричиняє витік мастила) та затягнути болти кришки з дотриманням моменту затягування, зазначеного в технічній документації.

Після цього встановлюються на місце всі демонтовані раніше елементи, такі як повітряні патрубки, декоративні кожухи та інші складові, що забезпечують нормальну роботу двигуна.

Далі перевіряється рівень моторної оливи та, за необхідності, здійснюється її доливання до нормативного значення. Після завершення складання двигун запускають і дають йому попрацювати на холостому ході

для перевірки відсутності сторонніх шумів у зоні газорозподільного механізму.

Особливу увагу звертають на герметичність клапанної кришки та відсутність витоків оливи. У разі виявлення відхилень необхідно зупинити двигун і усунути недоліки, після чого провести повторну перевірку.

Висновки до розділу II

Було виконано визначення необхідної площі виробничого приміщення для проведення технічного обслуговування газорозподільного механізму легкового автомобіля. Отримане значення площі дозволяє забезпечити раціональну організацію робочого простору, ефективне виконання операцій технічного обслуговування та дотримання вимог охорони праці.

Узагальнено технологічні пристрої для контролю стану клапанів. Проведено аналіз існуючих технічних рішень, що застосовуються для діагностики клапанного механізму двигунів внутрішнього згоряння без його повного розбирання або з частковим демонтажем.

У процесі роботи проаналізовано конструкцію газорозподільного механізму, визначено оптимальні умови проведення перевірки теплових зазорів клапанів та обґрунтовано вибір методів їх регулювання. На основі цього складено технологічну карту, що містить перелік операцій підготовчого, основного та завершального етапів.

РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1. Розробка ТО газорозподільного механізму легкового автомобіля

Технологічний процес ТО ГРМ включає послідовність взаємопов'язаних операцій, які виконуються відповідно до регламенту виробника та технічного стану двигуна. Технологічний процес технічного обслуговування ГРМ виконується у строго визначеній послідовності, що забезпечує точність діагностики та безпечність робіт (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Послідовність виконання технічного обслуговування ГРМ

Етап виконання	Зміст робіт	Обладнання та інструмент
1	Зовнішній огляд приводу ГРМ	 Ліхтар оглядовий
2	Перевірка натягу ремня/ланцюга	 Динамометричний ключ
3	Демонтаж кришки клапанного механізму	 Набір ключів
4	Перевірка теплових зазорів клапанів	 Щупи, вимірвальний інструмент

Продовження таблиці 3.1

5	Регулювання клапанів	 Регулювальні шайби
6	Перевірка датчику розподілу	 Вимірювальний контроль мультиметром, осцилографом
7	Збирання та контрольна перевірка	 Набір стандартного інструменту

Технічне обслуговування газорозподільного механізму починається з підготовчого етапу, який включає первинну діагностику його роботи без розбирання двигуна. На цьому етапі проводиться аналіз симптомів несправностей, таких як підвищений шум у зоні ГРМ, нерівномірна робота двигуна, втрата потужності, утруднений запуск або підвищена витрата палива.

Також проводиться візуальний огляд зовнішніх елементів приводу ГРМ, таких як ремінь або ланцюг, натягувачі та шківи.

Стан ремня приводу можна оцінити за його зовнішнім виглядом. Наявність пошкоджень зовнішньої кромки, зношення або підгорання робочої

гладкої поверхні, підрізані зубці, а також тріщини на матеріалі ременя є ознаками його значного зносу і вказують на необхідність негайної заміни.

Виникнення сторонніх шумів у зоні привідного ременя або поява витоків рідини в області його кожухів свідчить про потребу термінової діагностики механізму.

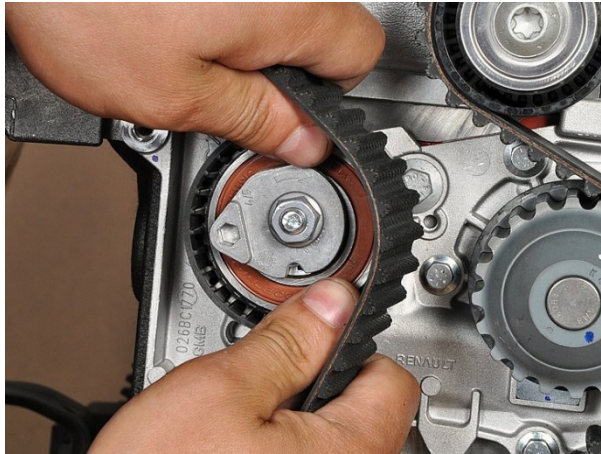


Рис. 3.1. Перевірка натягу ременя/ланцюга.

До характерних ознак недостатнього натягу ременя відносять:

- підвищення токсичності вихлопних газів;
- різке зростання температури двигуна;
- ускладнений запуск двигуна та його нестабільну роботу;
- збільшення витрати пального;
- зниження потужності двигуна внутрішнього згоряння.

Регулювання натягу та діагностику привідного механізму можна виконувати як самостійно, так і в умовах спеціалізованого автосервісу.

Часто деталь закрита захисними кожухами. Для її діагностики потрібно частково розібрати двигун. Важливо також перевірити стан роликів, клин яких може призвести до обриву.

Інструкція з діагностики натягу виконується у такій послідовності. Спочатку відкручують кріплення кришки, після чого знімають захисний кожух. Далі проводять візуальний огляд деталі для виявлення можливих дефектів або зношування. Потім колінчастий вал прокручують на два повних

оберти для перевірки роботи механізму в динаміці. На завершальному етапі деталь встановлюють таким чином, щоб її зубці були повернуті у напрямку до спостерігача для подальшого контролю стану.

Ослаблений механізм приводу газорозподільного механізму може призвести до серйозних порушень у роботі двигуна, аж до його виходу з ладу. Тому контроль натягу ремня є важливою процедурою, яку можна виконати як на станції технічного обслуговування, так і самостійно за наявності відповідних навичок і інструментів.

Процес регулювання натягу ремня починається з відкривання капота автомобіля та демонтажу захисної кришки, яка закриває доступ до ремня ГРМ. Далі, для полегшення обертання колінчастого валу, викручують свічки запалювання, після чого автомобіль піднімають за допомогою домкрата.

Провідне колесо прокручують до моменту, коли зникає відчутний опір, а коробку передач встановлюють у нейтральне положення для забезпечення вільного обертання механізмів. Після цього послаблюють гайку кріплення натяжного ролика, що дозволяє виконати регулювання ступеня натягу ремня. Далі здійснюють необхідне коригування положення ролика, домагаючись оптимального натягу, після чого його фіксують у встановленому положенні шляхом затягування гайки.

На завершальному етапі встановлюють захисний кожух назад на своє місце. Для виконання цієї процедури зазвичай використовується спеціальний ключ, який дозволяє точно та безпечно відрегулювати натяжний механізм.

Демонтаж кришки клапанного механізму – це стандартна процедура під час обслуговування двигуна (наприклад, для заміни прокладки або регулювання клапанів). Хоча конструкція різних авто відрізняється, загальний алгоритм дій зазвичай однаковий (рис. 3.2).

Спочатку двигун повністю охолоджують, щоб уникнути деформацій та опіків під час роботи. Далі від'єднують клему «мінус» акумулятора для безпеки електрообладнання.

Після цього знімають усі елементи, що заважають доступу до кришки клапанів: повітряний патрубок, елементи системи вентиляції картерних газів, електричні роз'єми та інші навісні деталі в зоні кришки.



Рис. 3.2. Видалення кришки клапанного механізму.

Наступним кроком очищають поверхню від пилу та бруду, щоб запобігти їх потраплянню всередину газорозподільного механізму під час демонтажу. Далі рівномірно відкручують болти кріплення кришки клапанного механізму у встановленій послідовності, щоб уникнути перекосів і пошкоджень.

Після відкручування обережно піднімають кришку, не допускаючи різких рухів, і знімають її з посадкового місця. За необхідності акуратно відокремлюють ущільнювальну прокладку. В кінці перевіряють стан ущільнення та посадкової поверхні для подальшого обслуговування або встановлення.

Перевірка теплових зазорів клапанів виконується на холодному двигуні після зняття кришки клапанного механізму (рис. 3.3).

Колінчастий вал встановлюють у положення, при якому кулачок розподільного вала відповідного клапана не діє на штовхач (клапан повністю закритий)

Далі за допомогою набору щупів вимірюють зазор між кулачком і штовхачем або коромислом. Отримане значення порівнюють з нормативами виробника.

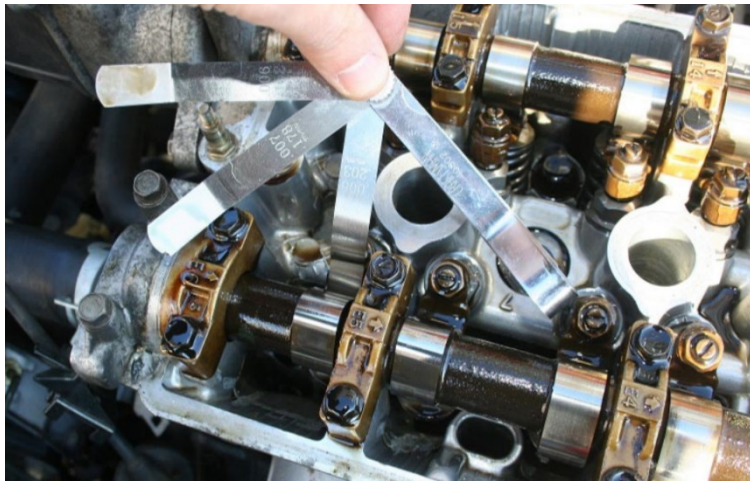


Рис. 3.3. Виконання процесу перевірки теплових зазорів клапанів.

Якщо зазор не відповідає нормі, його регулюють шляхом підбору регулювальних шайб або гвинтового механізму. Після регулювання перевірку повторюють для контролю точності.

Регулювання клапанів за допомогою регулювальних шайб виконується шляхом підбору товщини шайби для забезпечення правильного теплового зазору між кулачком розподільного вала і штовхачем клапана (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Перевірка живлення датчика за допомогою мультиметра.

Процес виконання:

Спочатку знімають кришку клапанного механізму та встановлюють поршень відповідного циліндра у верхню мертву точку такту стиснення, щоб кулачок розподільного вала не тиснув на клапан.

Далі щупом вимірюють фактичний тепловий зазор між кулачком і штовхачем. Отримане значення порівнюють з нормативним. Якщо зазор не відповідає нормі, знімають штовхач і визначають товщину встановленої регулювальної шайби.

Після цього підбирають нову шайбу потрібної товщини: при малому зазорі ставлять тоншу шайбу, при великому товстішу. Встановлюють нову шайбу, збирають механізм і повторно перевіряють зазор. Процедуру повторюють до досягнення нормованого значення для всіх клапанів.

Перевірка починається з візуального огляду датчика та його роз'єму на наявність пошкоджень, окислення або слабого контакту. Далі перевіряється живлення датчика за допомогою мультиметра контролюється наявність напруги на клеммах згідно зі схемою автомобіля.

Після цього вимірюється сигнал датчика під час прокручування двигуна стартером або на холостому ходу (залежно від типу системи). У справного датчика повинен формуватися імпульсний сигнал.

Додатково можна перевірити опір (для індуктивних датчиків) або форму сигналу осцилографом для більш точної діагностики. На завершення результати порівнюються з технічними характеристиками виробника і робиться висновок про справність або несправність датчика.

Після завершення всіх операцій встановлюються основні елементи приводу ГРМ (розподільний вал, шестерні або ланцюг/ремінь, натягувачі), після чого здійснюється їх правильне позиціонування згідно з мітками фаз газорозподілу. Далі проводиться остаточне затягування кріплень із дотриманням регламентованого моменту.

Після збирання виконується контрольна перевірка: обертають колінчастий вал вручну для перевірки відсутності заклинювань, контролюють правильність збігу міток і плавність роботи механізму. Додатково перевіряється натяг ремня або ланцюга, а також відсутність сторонніх шумів. Завершальним етапом є пробний запуск двигуна та контроль стабільності його роботи на різних режимах.

3.2 Вдосконалення пристрою для контролю стану клапанів газорозподільного механізму

Технічне обслуговування ГРМ є критично важливою для забезпечення надійності та довговічності двигуна, оскільки навіть незначні порушення в його роботі призводять до значних втрат потужності, підвищеної витрати палива.

Для виконання технічного обслуговування газорозподільного механізму застосовується спеціалізований діагностичний пристрій для контролю стану клапанів Valve Tester V2 (рис. 3.5).



Рис.3.5. Діагностичний прилад Valve Tester V2.

Даний пристрій призначений для оцінки герметичності клапанного вузла, перевірки щільності прилягання клапанів до сідел, а також виявлення зносу, деформацій та порушень роботи газорозподільного механізму без необхідності повного розбирання двигуна.

Особливості роботи приладу:

1. Прилад може працювати в автономному режимі за допомогою кнопок на передній панелі та LCD-дисплея або через комп'ютер за допомогою USB-з'єднання та спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, CRNext).

2. Функція «простукування» (Tapping) дозволяє встановити певну кількість імпульсів для усунення мікрозазорів між деталями під час регулювання клапана.

3. Прилад має попередньо встановлені профілі для форсунок Bosch, Denso, Delphi, Cummins та інших виробників.

4. Працює від стандартної мережі 220 В

На даний момент пристрій дозволяє працювати з наступними типами електромагнітних регулюючих клапанів:

- BOSCH 799XXX;
- BOSCH 755XXX;
- BOSCH 720XXX;
- BOSCH 720XXX;
- BOSCH CRI 1;
- BOSCH CRI 2-18;
- BOSCH CRI 2-20;
- Denso 3 Ohm;
- Denso 0,5 Ohm;
- custom.

Крім того, виявляючи відмінності між циліндрами, техніки можуть налаштовувати соленоїдні клапани для досягнення однакових робочих характеристик, тим самим усуваючи нерівномірний холостий хід, вібрацію та нерівномірну витрату палива.

Базова конструкція приладу передбачає використання герметичної камери або адаптера, який встановлюється на головку блока циліндрів замість клапанної кришки або через технологічні отвори.

В якості робочого середовища використовується стиснене повітря з контрольованим тиском. Вимірювання витоків здійснюється за допомогою диференціального датчика тиску та цифрового індикатора.

Сучасний Valve Tester V2 вже виконує базові функції вимірювання параметрів електромагнітних клапанів (струм спрацювання, опір, індуктивність, повітряний зазор), що дозволяє оцінювати їх технічний стан і забезпечувати рівномірність роботи паливної системи двигуна. Проте в

умовах розвитку діагностичних технологій цього функціоналу стає недостатньо.

Сучасні умови експлуатації двигунів вимагають більш високої точності діагностики, швидкості отримання результатів та зменшення впливу людського фактора.

Одним із ключових напрямів є підвищення точності вимірювання герметичності клапанів шляхом покращення функціоналу приладу Valve Tester V2 (рис. 3.6).

Досягти цього можна за рахунок застосування більш високочутливих датчиків тиску та вакууму, а також впровадження цифрової системи калібрування, яка дасть змогу зменшити похибки під час діагностування.

Доцільним також є розширення функціональних можливостей приладу. Зокрема, інтеграція режиму діагностики різних типів двигунів (бензинових і дизельних), а також адаптація до різних конструкцій клапанних механізмів дозволить підвищити універсальність пристрою. Не менш важливим напрямом удосконалення також є підвищення ергономічності конструкції. Це може передбачати зменшення габаритних розмірів приладу, застосування захисного корпусу, стійкого до дії мастил, температурних коливань і механічних навантажень.

Зменшення маси пристрою, а також впровадження зручніших швидкокороз'ємних адаптерів дасть змогу скоротити час підготовки до роботи та підвищити зручність його експлуатації й обслуговування.

Необхідність покращення приладу Valve Tester V2 пояснюється тим, що сучасна діагностика двигунів орієнтована не лише на визначення вже наявних несправностей, а й на їх своєчасне виявлення та прогнозування. Підвищення точності вимірювань, автоматизація робочих процесів і розширення можливостей пристрою дають змогу скоротити тривалість технічного обслуговування, покращити надійність роботи газорозподільного механізму та зменшити ймовірність виникнення значних витрат на ремонт двигуна в подальшому.

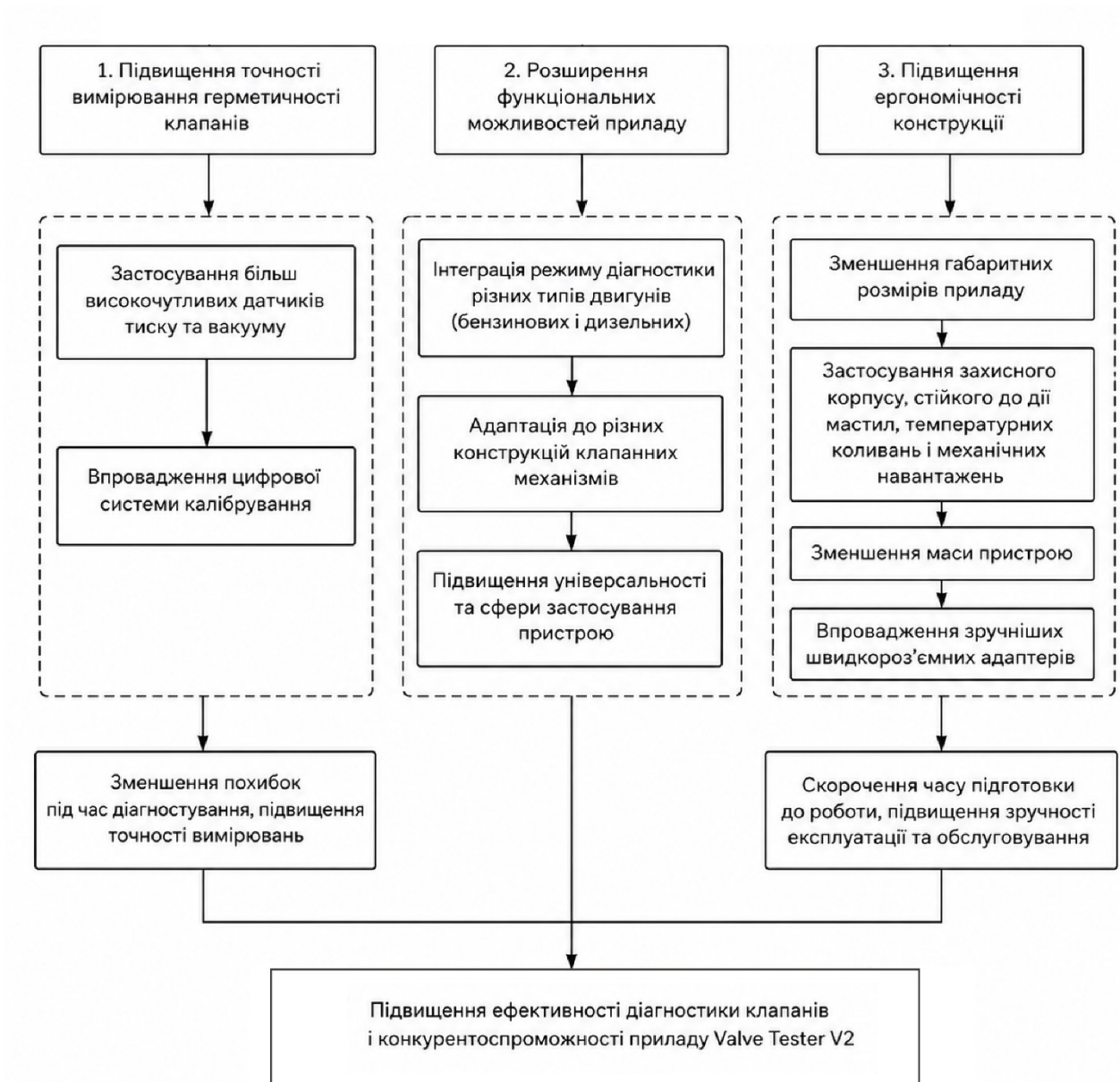


Рис. 3.6. Напрями вдосконалення приладу Valve Tester V2.

Економічна доцільність впровадження полягає у зменшенні витрат на ремонт за рахунок своєчасного виявлення несправностей, скороченні простоїв автомобілів і підвищенні ресурсу двигуна.

Витрати на модернізацію приладу окуповуються за рахунок підвищення якості обслуговування та зменшення трудомісткості робіт. Отже, модернізація Valve Tester V2 є обґрунтованою як з технічної, так і з економічної точки зору, оскільки дозволяє підвищити ефективність діагностики клапанного механізму та загальний рівень якості технічного обслуговування легкових автомобілів.

3.3 Визначення робочих параметрів приладу Valve Tester V2

1. Розрахунок робочого діапазону тиску.

Для перевірки герметичності клапанів зазвичай використовується діапазон тиску:

Мінімальний тиск:

$$P_{min} = 0,2 \text{ бар}$$

Максимальний тиск:

$$P_{max} = 1,0 \text{ бар}$$

Робочий діапазон:

$$\Delta P = P_{max} - P_{min} = 1,0 - 0,2 = 0,8 \text{ бар}$$

Для переведення в СІ:

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$$

$$\Delta P = 0,8 \cdot 10^5 = 80000 \text{ Па}$$

2. Розрахунок чутливості датчика тиску.

Для забезпечення високої точності діагностики обирається датчик з похибкою не більше 1%.

Максимальний тиск:

$$P_{max} = 100000 \text{ Па}$$

Допустима похибка:

$$\delta P = 1\% = 1000 \text{ Па}$$

Отже, мінімальна роздільна здатність датчика:

$$S = 100 \div 500 \text{ Па}$$

3. Розрахунок витоку повітря через нещільний клапан.

Припустимо модель витоку як отвір малого діаметра. Формула витрати повітря:

$$Q = C_d \cdot A \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}$$

де:

– $C_d = 0,65$ – коефіцієнт витрати,

- A – площа витоку,
- ΔP – перепад тиску,
- $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ – густина повітря.

Припустимо мікронегерметичність:

$$d = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = 1,96 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$$

Підставляємо:

$$Q = 0,65 \cdot 1,96 \cdot 10^{-7} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 50000}{1,2}}$$

$$\sqrt{83333} \approx 288$$

$$Q \approx 0,65 \cdot 1,96 \cdot 10^{-7} \cdot 288$$

$$Q \approx 3,67 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

Отримане значення відповідає малим витокам, що дозволяє виявляти мікрodefекти клапана.

4. Розрахунок часу вимірювання.

Для стабілізації показів необхідно накопичення сигналу.

Емпірично прийнято:

- швидка діагностика: 5–10 с
- точна діагностика: 15–30 с

Вибираємо:

$$t = 20 \text{ с}$$

Це забезпечує фільтрацію шумів та стабільність вимірювання.

5. Розрахунок похибки вимірювання.

Загальна похибка системи:

$$\Delta = \sqrt{2\Delta_s + 2\Delta_d + 2\Delta_c}$$

де:

- $2\Delta_s = 1\%$ – датчик,
- $2\Delta_d = 0,5\%$ – цифрова обробка,
- $2\Delta_c = 0,5\%$ – калібрування.

$$\Delta = \sqrt{1^2 + 0,5^2 + 0,5^2}$$

$$\Delta = \sqrt{1 + 0,25 + 0,25} = \sqrt{1,5} \approx 1,22\%$$

Отже, загальна похибка не перевищує 1.3%, що є достатньо високою точністю для діагностики ГРМ.

6. Розрахунок енергоспоживання.

Основні споживачі:

- мікроконтролер: 50 мА
- датчик тиску: 10 мА
- дисплей: 40 мА

Загальний струм:

$$I = 100 \text{ мА} = 0,1 \text{ А}$$

При напрузі живлення:

$$U = 5 \text{ В}$$

Потужність:

$$P = U \cdot I = 5 \cdot 0,1 = 0,5 \text{ Вт}$$

Прилад є енергоефективним і може живитися від акумулятора або USB.

Проведені розрахунки показали, що вдосконалений Valve Tester V2 має:

- робочий діапазон тиску до 1 бар;
- високу чутливість (до 100–500 Па);
- точність вимірювання близько 1.2%;
- здатність виявляти мікрОВитОки клапанів;
- низьке енергоспоживання (0.5 Вт);
- оптимальний час діагностики 20 с.

Це підтверджує доцільність модернізації приладу та підвищення його діагностичних можливостей.

Висновки до розділу III

В розділі розроблено процес технічного обслуговування газорозподільного механізму легкового автомобіля, визначено основні етапи виконання робіт та їх послідовність. Обґрунтовано необхідність проведення кожної операції для забезпечення надійної та безперебійної роботи двигуна.

Обґрунтовано модернізацію пристрою Valve Tester V2, що призначений для моніторингу технічного стану клапанів газорозподільного механізму (ГРМ). Викладено суть внесених конструктивних та функціональних змін, а також наведено теоретичне обґрунтування доцільності вдосконалення приладу як інструменту підвищення точності контролю.

У розділі проведено аналіз та визначено ключові експлуатаційні характеристики розробленого приладу Valve Tester V2.

Зроблено аналіз робочих параметрів приладу, що підтверджує його здатність замінити традиційні суб'єктивні методи (перевірка «на гас») на точну цифрову діагностику. Це дозволяє скоротити час на дефектовку ГБЦ та підвищити якість ремонту двигунів.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Обґрунтування організаційно-технічних заходів по покращенню стану охорони праці та зменшенню травматизму на підприємстві з ремонту автомобілів

Сучасне підприємство з ремонту та технічного обслуговування автомобілів є об'єктом з підвищеним рівнем небезпеки. Це зумовлено специфікою виробничих процесів, які включають роботу з важким обладнанням, електроінструментами, шкідливими хімічними речовинами, легкозаймистими рідинами, а також необхідністю переміщення великогабаритних вузлів та агрегатів.

Аналіз виробничого травматизму на підприємствах цієї галузі показує, що основними причинами нещасних випадків є порушення вимог безпеки праці, незадовільний технічний стан обладнання, недостатня кваліфікація персоналу та недоліки в організації робіт.

Впровадження комплексних організаційно-технічних заходів є не лише вимогою у сфері охорони праці, а й економічною необхідністю для підприємства, оскільки дозволяє мінімізувати ризики травмування, знизити витрати, пов'язані з нещасними випадками, та підвищити загальну ефективність роботи.

До основних нормативно-правових актів, що визначають вимоги з охорони праці на підприємствах, належать Конституція України, Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю України. Водночас Кабінет Міністрів України неодноразово підкреслює, що рівень охорони праці у виробничій сфері залишається недостатнім, а на окремих підприємствах навіть спостерігається його погіршення.

Під умовами праці розуміють сукупність чинників виробничого середовища, які впливають на здоров'я та працездатність працівника. При цьому стан робочого місця, безпечність технологічних процесів, машин,

механізмів, обладнання та інших засобів виробництва, а також ефективність засобів колективного й індивідуального захисту і санітарно-побутові умови повинні відповідати встановленим нормативно-правовим вимогам з охорони праці.

Основою запобігання травматизму є якісне та своєчасне навчання персоналу. Необхідно вдосконалити систему проведення інструктажів (вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового). Інструктажі не повинні бути формальністю; вони мають включати практичні демонстрації безпечних методів роботи та аналіз реальних ризиків на конкретних робочих місцях.

Для працівників, які виконують роботи з підвищеною небезпекою (електрозварники, слюсарі з ремонту паливної апаратури, малярі, водії навантажувачів), необхідно організувати щорічне спеціальне навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Також доцільно запровадити систему постійного підвищення кваліфікації та тренінгів, спрямованих на розвиток навичок безпечної поведінки та культури безпеки.

Залучення зовнішніх експертів та використання сучасних навчальних матеріалів (відеокурсів, інтерактивних програм) підвищить ефективність навчання.

Необхідно запровадити систему мотивації та заохочення працівників за дотримання правил охорони праці та виявлення небезпечних ситуацій. Це стимулює працівників бути більш уважними та відповідальними. Також важливо забезпечити належний контроль за дотриманням режиму праці та відпочинку.

Втома є однією з основних причин помилок та травматизму, тому дотримання встановлених перерв та недопущення надмірних понаднормових робіт є критично важливим.

Важливим напрямком є покращення стану виробничих приміщень та робочих місць. Забезпечення належного освітлення, як загального, так і локального, є критичним для якісного та безпечного виконання робіт,

особливо під час огляду та ремонту автомобілів знизу. Недостатнє освітлення призводить до втоми очей, зниження концентрації та помилок. Впровадження ефективної системи вентиляції та аспірації є обов'язковим, особливо на ділянках зварювання, фарбування, миття деталей та випробування двигунів. Це дозволяє видаляти шкідливі гази, пари фарб, розчинників та пил, запобігаючи професійним захворюванням та гострим отруєнням.

Утримання підлоги у належному стані – ще один критичний аспект. Рівна, неслизька підлога, регулярне очищення від розлитих паливно-мастильних матеріалів запобігають падінням, які є поширеною причиною травм. Впорядкування робочих місць відповідно до принципів наукової організації праці (наприклад, система 5S) дозволяє усунути зайві рухи, захаращеність та забезпечити зручний доступ до інструментів та обладнання. Важливим технічним заходом є також впровадження засобів колективного захисту. До них належать захисні огороження рухомих частин механізмів, екрани для захисту від бризок металу під час зварювання, світлова та звукова сигналізація про роботу підйомників та переміщення транспортних засобів.

Забезпечення працівників якісними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) є обов'язковою умовою. Це включає спецодяг, спецвзуття з неслизькою підошвою та металевим підноском, захисні окуляри та щитки, рукавиці, засоби захисту органів дихання та слуху. Важливо не тільки забезпечити наявність ЗІЗ, але й контролювати їх правильне використання та своєчасну заміну.

Також необхідно приділити увагу безпеці під час роботи з електроінструментом та електроустановками. Регулярна перевірка опору ізоляції, заземлення обладнання, використання ПЗВ (пристроїв захисного відключення) та інструменту з подвійною ізоляцією дозволяє мінімізувати ризик ураження електричним струмом.

Заходи по пожежній безпеці є невід'ємною частиною системи охорони праці. Враховуючи наявність великої кількості легкозаймистих речовин,

необхідно забезпечити справність систем пожежогасіння, наявність первинних засобів пожежогасіння, чіткі плани евакуації та регулярне проведення протипожежних тренувань. Технічне переоснащення складів паливно-мастильних матеріалів, впровадження безпечних методів зберігання та транспортування хімічних речовин значно знижує пожежну небезпеку.

Реалізація запропонованих організаційно-технічних заходів вимагає комплексного підходу та виділення необхідних ресурсів. Проте, ці інвестиції є виправданими. Економічний ефект від впровадження заходів полягає у зниженні виплат за листками непрацездатності, зменшенні витрат на компенсації та реабілітацію постраждалих, уникненні штрафів за порушення законодавства.

Крім того, покращення умов праці сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості ремонту, зниженню текучості кадрів та зміцненню репутації підприємства як надійного та відповідального роботодавця. Найголовнішим результатом буде збереження життя та здоров'я працівників, що є найвищою цінністю для будь-якого підприємства.

Створення безпечного виробничого середовища є запорукою стабільного та успішного розвитку авторемонтного підприємства в довгостроковій перспективі.

4.2 Техніка безпеки для відділення ремонту двигунів

Робота майстерні автотранспортного підприємства (АТП) характеризується використанням широкого спектру обладнання, що призводить до комплексного негативного впливу на довкілля.

По-перше, відбувається значне забруднення атмосферного повітря різними викидами. До них відносяться відпрацьовані гази двигунів автомобілів, гази та аерозолі, що утворюються під час електрогазозварювання, а також випари кислот та електроліту в

аккумуляторній дільниці. Крім того, повітря забруднюється шкідливими речовинами від фарбувальних робіт та парами, що виникають при паянні.

По-друге, вагомою проблемою є забруднення води. Йдеться про стічні води, що утворюються після зовнішнього миття сільськогосподарської техніки, а також після очищення агрегатів та вузлів. Ця вода містить змитий пил, бруд, залишки кислот та різноманітні хімічні сполуки, які використовуються для приготування миючих розчинів. Суттєвим недоліком є відсутність належного очищення відпрацьованих миючих розчинів та їх вкрай обмежене повторне використання.

По-третє, екологічну загрозу становить поводження з відпрацьованими мастилами, які зливають з агрегатів та вузлів автомобілів. Лише незначна їх частина направляється на регенерацію. Решта ж часто розливається під час зливання, забруднюючи робочі місця, обладнання та одяг працівників.

Для захисту довкілля від негативного впливу виробництва проектом передбачені заходи щодо зниження шкідливих викидів у повітря. Гази від зварювання та паяння вловлюються та проходять через систему очищення (фільтри). Зарядка аккумуляторів та робота з електролітом проводяться в шафах з витяжною вентиляцією.

Відпрацьовані масла збираються в спеціальні ємності для подальшої переробки. Вода для миття автомобілів очищається в відстійниках та фільтрах і використовується повторно, що забезпечує замкнутий цикл водопостачання.

Для безпечної та ефективної роботи з електроінструментом, перед початком використання, виконайте наступні перевірки:

- кріплення: переконайтеся, що всі гвинти, які тримають деталі та вузли інструмента, надійно затягнуті.
- редуктор: щоб перевірити справність редуктора, при вимкненому двигуні спробуйте повернути шпindelь рукою. він має обертатися вільно, без заїдань.

- електрика: ретельно огляньте дроти та їхню ізоляцію на наявність пошкоджень. переконайтеся, що заземлення підключено належним чином (якщо це передбачено інструментом).

- механіка: увімкніть інструмент на холостому ходу (без навантаження) та перевірте його роботу. також переконайтеся, що вимикач працює чітко та надійно.

- додатковий інструмент: не забудьте перевірити наявність та справність всього необхідного слюсарного інструменту та пристосувань, які можуть знадобитися вам під час роботи.

Під час роботи з електроінструментом під напругою від 127 до 1000 В обов'язковим є застосування засобів індивідуального захисту: діелектричних рукавичок, килимків, калош або підставок.

Переносні електролампи повинні бути обладнані захисною металевою сіткою. Живлення таких ламп має здійснюватися від напруги, що не перевищує 42 В.

Обслуговування та ремонт газобалонних автомобілів на постах проводиться виключно при вимкненому запалюванні та відкритому капоті.

До керування вантажопідйомними механізмами (тельферами, кран-балками, підйомниками тощо) допускаються лише працівники, які пройшли відповідне навчання та щорічну перевірку знань.

Використання поворотного стенда (перекидача) вимагає суворого дотримання правил безпеки. Перш за все, автомобіль необхідно надійно зафіксувати на обладнанні. Окрім цього, слід злити паливо з баків та охолоджуючу рідину, щільно закрити горловину для заливки масла та зняти акумуляторну батарею. Якщо планується демонтаж вузлів систем живлення, охолодження чи мащення, де можливий витік рідин, їхній вміст попередньо зливають у спеціально призначену тару, уникаючи проливання на підлогу.

Особливої уваги потребують автомобілі-цистерни та резервуари, що використовувалися для транспортування чи зберігання легкозаймистих, вибухонебезпечних або токсичних речовин. Перед початком будь-яких

ремонтних робіт таку тару необхідно повністю очистити від залишків вантажу.

Під час виконання робіт (очищення або ремонту) всередині цистерн із під етилованого бензину, легкозаймистих чи отруйних рідин працівник зобов'язаний використовувати спецодяг, шланговий протигаз та рятувальний пояс із мотузкою. Зовні, біля люка, неодмінно має перебувати проінструктований помічник. Шланг протигазу виводиться через люк назовні та фіксується з навітряної сторони. Також до пояса працюючого всередині прикріплюють міцну мотузку, вільний кінець якої виводять через люк і надійно закріплюють. Помічник, що знаходиться зверху, повинен постійно стежити за ходом робіт і тримати мотузку, страхуючи колегу.

Процедура заміни ресор розпочинається лише після розвантаження автомобіля чи причепа та встановлення під їхню раму спеціальних підставок. Для перевірки збігу вушка ресори та серги дозволяється використовувати лише борідки або оправлення. Саме ж розбирання та складання ресор має здійснюватися із застосуванням спеціальних пристосувань, таких як затискачі чи струбцини.

Розбирання та складання будь-яких агрегатів повинно проводитися виключно на спеціалізованих стендах, які оснащені пристроями для їх надійного кріплення. Якщо ж розбирається двигун, який працював на етилованому бензині, всі його деталі після демонтажу підлягають обов'язковому промиванню нейтралізуючими пожежобезпечними розчинами.

Для виконання робіт у передній і задній частинах автомобіля, а також для переходу через оглядову канаву слід застосовувати спеціальні перехідні містки. Спускатися в канаву та підніматися з неї потрібно лише за допомогою передбачених для цього сходів.

Змащування вузлів, до яких важко дістатися, необхідно здійснювати із використанням наконечників із гнучкими шлангами або шарнірних пристроїв.

Підкачування шин стисненим повітрям дозволяється проводити виключно в спеціально обладнаній захисній огорожі (клітці), попередньо переконавшись, що запірне кільце правильно та повністю встановлене в замковому пазі диска.

У зоні технічного обслуговування та ремонту автомобілів діють такі заборони:

- не допускається очищення агрегатів та інших деталей із застосуванням легкозаймистих рідин;
- заборонено зберігати легкозаймисті й горючі речовини, кислоти, фарби, карбід кальцію та інші подібні матеріали;
- не дозволяється здійснювати заправлення автомобілів паливом;
- не можна тримати разом чисті та використані обтиральні матеріали;
- заборонено захищувати проходи між стелажми та евакуаційні виходи;
- також не допускається зберігання відпрацьованого масла й порожньої тари з-під палива та мастильних матеріалів.

Використані обтиральні матеріали слід зберігати в металевих контейнерах, а після завершення робочого дня обов'язково виносити їх із виробничих приміщень у спеціально визначені місця.

Під час залишення автомобіля (причепа) на спеціальних підставках необхідно переконатися в надійності його встановлення. Не допускається залишати автомобіль (причіп) у підвішеному стані на тросі вантажопідіймального механізму.

Після завершення робіт слюсар повинен:

- вимкнути електроживлення вантажопідіймальних механізмів, які використовувалися під час роботи, а також кантувачів, конвеєрів та іншого обладнання, закріпленого за робочим місцем;
- привести до ладу робоче місце, впорядкувати інструменти та пристосування;

– доповісти бригадиру або майстру про виконану роботу, виявлені несправності обладнання й інструментів, а також про вжиті заходи щодо їх усунення.

Дотримання правил безпеки під час ремонту двигуна автомобіля є обов’язковим, оскільки це забезпечує безпечні умови праці, запобігає аваріям і сприяє належній організації робочого процесу.

4.3 Пожежна безпека на робочому місці

Пожежна безпека на підприємствах досягається через реалізацію комплексу організаційних, технічних та інших заходів, які спрямовані на попередження виникнення пожеж, захист життя і здоров’я людей, мінімізацію матеріальних збитків і зниження негативного впливу на довкілля у разі пожежі. Також важливим є створення умов для оперативного виклику пожежних служб і ефективного ліквідування загорянь.

Згідно зі статтею 2 Закону України «Про пожежну безпеку», відповідальність за належний стан пожежної безпеки на підприємстві несуть його керівник та уповноважені ним особи. Питання забезпечення пожежної безпеки орендованого майна повинні бути чітко визначені в умовах договору оренди.

Основні завдання та функції щодо забезпечення пожежної безпеки мають бути закріплені у статутних документах підприємства.

Введення в дію нових або реконструйованих виробничих, житлових та інших об’єктів, впровадження сучасних технологій, а також оренда будь-яких приміщень без отримання дозволу органів державного пожежного нагляду не допускаються.

Власник новоствореного підприємства зобов’язаний отримати відповідний дозвіл від органів державного пожежного нагляду на початок діяльності згідно з вимогами чинного «Положення про порядок видачі дозволів на початок роботи».

Усі види пожежної техніки та протипожежного обладнання, що використовуються для профілактики та ліквідації пожеж, повинні бути сертифіковані державою відповідно до правил обов'язкової сертифікації продукції протипожежного призначення.

У разі порушення вимог Правил або невиконання приписів посадових осіб органів державного пожежного нагляду, на підприємства можуть накладатися штрафи згідно з установленим порядком застосування санкцій за порушення законодавства у сфері пожежної безпеки.

На кожному підприємстві, з урахуванням рівня його пожежної небезпеки, спеціальним наказом встановлюється відповідний протипожежний режим. Цим документом визначаються такі основні положення:

1. Місця для куріння (за їх наявності), правила використання відкритого вогню та побутових нагрівальних приладів.
2. Порядок виконання тимчасових пожежонебезпечних робіт, зокрема зварювальних.
3. Вимоги до руху та паркування транспортних засобів на території підприємства.
4. Умови безпечного зберігання та допустимі обсяги сировини, напівфабрикатів і готової продукції у виробничих приміщеннях.
5. Правила прибирання горючого пилу й відходів, зберігання забрудненого мастилами спецодягу та матеріалів, а також очищення вентиляційних систем від горючих відкладень.
6. Порядок відключення електрообладнання від електромережі у разі виникнення пожежі.
7. Правила огляду та закриття приміщень після завершення роботи.
8. Порядок проходження посадовими особами навчання і перевірки знань з пожежної безпеки, проведення інструктажів для працівників і призначення відповідальних осіб.

9. Організація експлуатації та технічного обслуговування засобів протипожежного захисту (водопроводу, сигналізації, систем пожежогасіння, димовидалення, вогнегасників тощо).

10. Проведення планових профілактичних оглядів і ремонтів електроустановок, опалювальних, вентиляційних та інших інженерних систем.

11. Послідовність дій працівників у разі виявлення пожежі.

12. Порядок збору членів добровільної пожежної дружини та представників адміністрації при виникненні пожежі, а також їх оповіщення у нічний час, вихідні та святкові дні.

Працівники підприємства повинні бути поінформовані про ці вимоги під час проведення інструктажів, а також у процесі навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму. Основні положення наказу (інструкції) доцільно розміщувати у вигляді витягів у визначених для цього місцях.

Ці інструкції необхідно опановувати під час проведення протипожежних інструктажів, навчання за програмою пожежно-технічного мінімуму та виробничої підготовки, а також розміщувати для ознайомлення у спеціально відведених місцях.

Необхідність розроблення планів (схем) евакуації для одноповерхових будівель і споруд визначається місцевими органами державного пожежного нагляду з урахуванням рівня пожежної небезпеки, кількості людей і площі приміщень.

Вимоги до утримання евакуаційних шляхів і виходів визначені у розділі 4.3 Правил пожежної безпеки в Україні. Плани евакуації складаються з графічної та текстової частин. Графічна частина повинна містити поповерховий або посекторний план будівлі чи споруди, на якому позначаються евакуаційні виходи (сходові клітки, зовнішні відкриті сходи, безпосередні виходи назовні), шляхи руху, а також умовні позначення місць розташування кнопок ручних пожежних сповіщувачів, телефонів і первинних

засобів пожежогасіння (вогнегасників, пожежного інвентарю та інструментів).

На підприємстві має бути організована система або визначений порядок оповіщення про пожежу, з яким обов'язково ознайомлюють усіх працівників. У приміщеннях на видимих місцях, поруч із телефонами, необхідно розміщувати таблички з номером виклику пожежної служби «01».

Для працівників охорони (сторожів, вахтерів, чергових) адміністрація повинна розробити інструкцію, де визначаються їхні обов'язки щодо контролю за дотриманням протипожежного режиму, проведення огляду території та приміщень, а також порядок дій у разі виявлення пожежі, спрацювання систем пожежної сигналізації чи автоматичного пожежогасіння. У цій інструкції також зазначається, кого з керівництва необхідно повідомляти у нічний час у разі виникнення пожежі.

З метою підвищення ефективності профілактики та ліквідації пожеж на підприємствах створюються добровільні пожежні дружини або команди, діяльність яких повинна відповідати чинним нормативним документам.

Висновки до розділу IV

В розділі проведено аналіз умов праці на підприємстві, визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що впливають на персонал під час виконання ремонтних і діагностичних робіт з автомобілями.

Окрему увагу приділено правилам безпечної роботи з діагностичним та ремонтним обладнанням, а також заходам щодо попередження травматизму під час роботи з газорозподільним механізмом.

Визначено комплекс заходів, що забезпечують зниження ризику виникнення пожежі та підвищення рівня безпеки під час виконання робіт з технічного обслуговування автомобілів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В теоретичному розділі було розглянуто будову, призначення та принцип роботи газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння. Розглянуто основні функції клапанів у системі газорозподілу та їх роль у забезпеченні своєчасного впуску повітряно-паливної суміші і випуску відпрацьованих газів. Розглянуто основні методи контролю стану клапанного механізму, зокрема візуальний огляд, механічне вимірювання зазорів, стендову діагностику та сучасні безконтактні методи оцінки стану клапанів.

В технологічному розділі виконано визначення необхідної площі виробничого приміщення для проведення технічного обслуговування газорозподільного механізму легкового автомобіля. У процесі роботи проаналізовано конструкцію газорозподільного механізму, визначено оптимальні умови проведення перевірки теплових зазорів клапанів та обґрунтовано вибір методів їх регулювання.

В розрахунково-конструктивному розділі розроблено процес технічного обслуговування газорозподільного механізму легкового автомобіля. Обґрунтовано модернізацію пристрою Valve Tester V2. У розділі проведено аналіз та визначено ключові експлуатаційні характеристики розробленого приладу Valve Tester V2.

В розділі охорона праці визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що впливають на персонал під час виконання ремонтних і діагностичних робіт з автомобілями. Окрему увагу приділено правилам безпечної роботи з діагностичним та ремонтним обладнанням, а також заходам щодо попередження травматизму під час роботи з газорозподільним механізмом. Визначено комплекс заходів, що забезпечують зниження ризику виникнення пожежі та підвищення рівня безпеки під час виконання робіт з технічного обслуговування автомобілів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Діагностика та ремонт автомобільних двигунів : навч. посібник / за ред. І. В. Клименка. Київ : Ліра-К, 2020. 284 с.
2. ДСТУ 12.0.230:2020. Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги до управління охороною праці. Київ: УкрНДНЦ, 2020.
3. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. Практикум з охорони праці. Львів: Афіша, 2020 (перевидання). 352 с.
4. Іванов Д. А. Системи газорозподілу сучасних двигунів. Львів: Новий світ, 2022. 310 с.
5. Ковальчук О. В. Технічне обслуговування автомобілів. Київ: Либідь, 2021. 456 с.
6. Колесніков В. О., Гаврилюк М. Р., Бикадорова Н. О. Застосування нових технологій в транспортній галузі. *Проблеми розвитку автомобільного транспорту*. Вінниця: ВНТУ, 2022. С. 139–146.
7. Кравченко С.І. Сучасні методи діагностики ГРМ двигунів. *Вісник машинобудування*. 2023. №2. С. 33–39.
8. Кузьменко О. П. Технічне обслуговування газорозподільного механізму сучасних двигунів. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 276 с.
9. Левченко О. Г., Полукаров О. І., Зацарний В. В. та ін. Охорона праці та цивільний захист: підручник. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.
10. Маркович С. І., Бевз О. В. Експлуатація та ремонт газорозподільного механізму двигунів внутрішнього згоряння: навч. посібник. Львів : Львівська політехніка, 2024. 198 с.
11. Мельник С. П. Діагностика двигунів внутрішнього згоряння. Львів: 2022.
12. Мигаль В. Д. Основи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник. Харків: Майдан, 2020. 372 с.

13. Основи технічного обслуговування автомобілів : навч. посібник / О. С. Литвиненко. Харків : ХНАДУ, 2020. 260 с.
14. Підручник з будови автомобіля. Газорозподільний механізм (ГРМ). К.: 2020.
15. Пістун І. П., Левчук Р. М. Охорона праці в автомобільному транспорті : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2020. 280 с.
16. Системи двигунів внутрішнього згоряння: діагностика та ремонт : підручник. В. П. Шевченко. Київ : КПІ ім. І. Сікорського, 2025. 298 с.
17. Технічне обслуговування і діагностика ДВЗ : підручник / В. С. Петров. Одеса: ОНПУ, 2023. 275 с.
18. Тимченко І. І. Газорозподільні механізми двигунів. Київ, 2023.
19. Харченко А. М. Конструкція ДВЗ і системи ГРМ. Харків: ХНУ, 2023. 332 с.
20. Яценко К. Г., Блещенко М. О., Коростильов Г. Л., Чепурний Ю.В. Експериментальне дослідження віброакустичним методом клапанного механізму двигуна внутрішнього згоряння 2020. №1(61). С. 177–182.