



# ОСНОВИ

## ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ



Методичні рекомендації до лабораторних робіт  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності «Автомобільний транспорт»

Хмельницький національний університет

# ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ

*Методичні рекомендації до лабораторних робіт  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»*

*Затверджено на засіданні кафедри  
зносостійкості та надійності машин.  
Протокол № 8 від 22.03.2024*

Хмельницький 2024

Основи технічної діагностики автомобілів : методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / С. Ф. Посонський. Хмельницький : ХНУ, 2024. 53 с.

Укладач: Посонський С. Ф., канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск: Диха О. В., д-р техн. наук, проф.

Випусковий редактор: Яремчук В. С.

Технічне редагування і верстка: Карпанасюк В. П.

Макетування здійснено редакційно-видавничим відділом Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1). Підп. 08.05.2024. Зам. № 56е/24, електронне видання, 2024.

© ХНУ, 2024

## Вступ

---

Дисципліна «Основи технічної діагностики автомобілів» займає важливе місце у циклі освітніх компонент фахової підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійними програмами в межах спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Дисципліна, обсягом 5 кредитів ЄКТС, складається з лекційного курсу та лабораторного практикуму.

**Мета дисципліни** – формування теоретичних знань та практичних навичок з діагностики і ремонту систем автомобіля, у т. ч. з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій.

**Завданнями дисципліни є:** ознайомлення здобувачів вищої освіти з теоретичними основами процесів діагностування як автомобіля в цілому, так і елементів його систем; опанування методик, обладнання та засобів діагностування систем мащення, живлення, охолодження, запалювання двигуна та ходової системи автомобіля за різними ознаками; формування практичних навичок з сучасних методів діагностики і ремонту автомобілів.

Вивчення дисципліни сприятиме поглибленню і розширенню здобувачами загальних та фахових компетентностей, зокрема **здатностей:** розробляти технологічні процеси, технологічне устаткування та оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів; здійснювати технічну діагностику автомобільного транспорту, їх систем та елементів; аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування і ремонту автомобільного транспорту як об'єкта управління, застосовувати експертні оцінки для формування управлінських рішень щодо подальшого функціонування підприємства, забезпечувати якість його діяльності; організовувати ефективну виробничу діяльність структурних підрозділів підприємств автотранспорту, малих колективів виконавців (бригад, дільниць, пунктів), щодо експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів; застосовувати математичні та статистичні методи збору, систематизації, узагальнення та обробки інформації.

Вивчення дисципліни сприятиме отриманню результатів навчання, визначених освітньою програмою, **зокрема:** аналізувати технологічні процеси експлуатації, обслуговування й ремонту об'єктів автомобільного транспорту; організовувати експлуатацію автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів; здійснювати технічну діагностику автомобільних транспортних засобів, їх систем та елементів з використанням відповідних методів та засобів, а також технічних регламентів, стандартів та інших нормативних документів; аналізувати інформацію, отриману в результаті досліджень, узагаль-

нювати, систематизувати й використовувати її у професійній діяльності; планувати та здійснювати вимірвальні експерименти з використанням відповідного обладнання, аналізувати їх результати; розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об'єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

**Загальні методичні поради.** Глибоке вивчення здобувачем теоретичного матеріалу є головною передумовою виконання лабораторної роботи. Опанувавши теоретичні аспекти, він зможе проаналізувати, зрозуміти та пояснити отримані результати. Рівень підготовки до виконання лабораторної роботи перевіряється шляхом усного опитування на початку заняття. Здобувач, який не засвоїв необхідного теоретичного матеріалу, до виконання роботи не допускається.

У результаті виконання лабораторної роботи складається звіт який має містити: назву, мету роботи, вихідні дані, отримані результати показників діагностування та висновки з виконаної роботи. Здобувач, який не підготував звіт з роботи, до її захисту не допускається.

Захист лабораторної роботи здійснюється на наступному занятті у формі усного опитування, що найбільш об'єктивно оцінює якість засвоєних знань та здатність до критичного мислення. Для самоконтролю знань до кожної роботи розроблено орієнтовний перелік питань. Здобувачі, які успішно виконали всі заплановані роботи та їх захистили, допускаються до підсумкового семестрового контролю з дисципліни.

Пропущене з поважної причини лабораторне заняття здобувач має відпрацювати у встановлений викладачем термін.

Оцінювання лабораторних робіт здійснюється за інституційною чотирибальною шкалою. Оцінки («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») виставляються викладачем в електронному журналі групи. Оцінка за практикум є складовою підсумкової семестрової оцінки здобувача.

Оцінку **«відмінно»**, отримує здобувач за грамотні, логічні та повні відповіді на контрольні питання та якісне оформлення роботи (схеми, графіки, таблиці).

Оцінку **«добре»**, отримує здобувач за повні відповіді на контрольні питання з деякими неточностями або похибками та якісне оформлення роботи (схеми, графіки, таблиці).

Оцінку **«задовільно»**, отримує здобувач за не повні відповіді на контрольні питання з неточностями, похибками та якісне оформлення роботи (схеми, графіки, таблиці).

Оцінку **«незадовільно»**, отримує здобувач за абсолютно неправильні відповіді на контрольні питання та неякісне оформлення роботи (схеми, графіки, таблиці).

Перед допуском до виконання практикуму викладач проводить для здобувачів інструктаж з техніки безпеки та охорони праці, з фіксацією їх підписів у журналі, що зберігається у відповідальній особи лабораторії.

# *Лабораторна робота 1.*

## **Діагностика двигуна внутрішнього згоряння за станом свічок запалювання**

---

**Мета:** опанувати методику діагностики двигуна автомобіля за станом свічок запалювання та визначити можливі несправності або дефекти двигуна.

**Матеріали та інструменти:** збільшувальне скло, набір свічок запалювання з різних двигунів, набір плоских щупів.

### **Порядок виконання**

1. Використовуючи збільшувальне скло провести візуальну діагностику свічок запалювання, знятих з одного двигуна. Результати огляду відмітити у таблиці 1.1.

2. За допомогою плоских щупів виміряти зазор між електродами в кожній зі свічок запалювання. Результати занести у таблицю 1.1.

3. Повторити пп. 1 і 2 для кожного із двигунів, що досліджуються.

4. За результатами діагностики підготувати висновки про можливі дефекти та несправності кожного дослідного двигуна автомобіля.

### **Теоретичні відомості та методичні рекомендації**

Кожен виробник свічок запалювання маркує свій продукт, тим самим вони надають можливість самостійно виконати підбір аналога свічки запалювання для конкретного двигуна. Маркування містить визначену інформацію про свічку запалювання, її особливості, функції та властивості. Маркування наноситься безпосередньо на свічку і на упаковку.

Японська компанія «NGK» є одним із провідних виробників більшої кількості свічок запалювання у всьому світі. В їх асортименті наявні свічки, як для автомобілів, так і для мототехніки, водного транспорту, снігоходів, генераторів, бензопил та інших пристроїв, які мають бензиновий двигун. Свічки компанії NGK в основному мають два стандарти маркування з 6 і 7 параметрів. Приклад такого маркування можна представити у вигляді:

B	P	R	6	E	S	11
1	2	3	4	5	6	7

Ці позначення розшифровуються таким чином (вказують знакомісця):

– перше відповідає діаметру свічки та розміру головки ключа шестигранника (A – 18 мм / 25,4 мм; B – 14 мм / 20,8 мм; C – 10 мм / 16 мм; D – 12 мм / 18 мм; E – 8 мм / 13 мм; AB – 18 мм / 20,8 мм; BC – 14 мм / 16 мм; BK – 14 мм / 16,0 мм; DC – 12 мм / 16,0 мм);

– друге – вказує тип свічки запалювання (P – з ізолятором, що виступає; M – тип компактної свічки; U – тип свічки з поверхневим розрядом);

– третє – вказує на наявність резистора (R – з резистором; Z – з індуктивним резистором);

– четверте – вказує розжарювальне число з однієї або двох цифр (гаряча свічка до 10, холодна – більше 10);

– п'яте – вказує літеру, що відповідає довжині різьбової частини (E – 19 мм; EH – часткове різьблення: 19 мм посадкове місце, 12,7 мм різьблення; H – 12,7 мм; L – 11,2 мм; F – конічна щільна посадка: A–F – 10,9 мм, B–F – 11,2 мм, B–EF – 17,5 мм, BM–F – 7,8 мм).

– шосте – вказує особливості конструкції (B – нерухома контактна гайка; CM, CS – похило виконаний бічний електрод, компактний тип, довжина ізолятора 18,5 мм; G – свічка запалювання для спортивних автомобілів; GV – свічка запалювання для спортивних автомобілів із центральним електродом спеціального V – типу зі сплаву золота та паладію; I, IX – іридієвий електрод; J – свічка має 2 бічні електроди спеціальної подовженої форми з похилим виконанням; K – свічка має 2 бічні електроди; L – проміжне розжарювальне число; LM – компактний тип з довжиною ізолятора 14,5 мм, використовується для газонокосарок; N – спеціальний бічний електрод; P – платиновий електрод; Q – 4 бічні електроди; S – стандартний тип з центральним електродом 2,5 мм; T – 3 бічні електроди; U – тип із напівповерхневим розрядом; VX – платинова свічка запалювання; Y – центральний електрод з V-подібною насічкою; Z – спеціальна конструкція з центральним електродом 2,9 мм).

– сьоме – значення зазору між електродами (без символу стандартний зазор: для мотоцикла 0,7...0,8 мм, для автомобіля: 0,8...0,9 мм; а цифри: 8 : 0,8 мм; 9 : 0,9 мм; 10 : 1,0 мм; 11 : 1,1 мм; 13 : 1,3 мм; 14 : 1,4 мм; 15 : 1,5 мм.

Свічки запалювання різних виробників є взаємозамінними (додаток А).

Робота свічок запалювання на двигунах характеризується важкими умовами: висока напруга (до 25 кВ), теплове навантаження (від 40 до 2500 °С), високий тиск газів (до 400 МПа).

Візуальний огляд свічки потрібно проводити після тривалої роботи двигуна.

Відмінна робота двигуна характеризується наступними зовнішніми ознаками свічок запалювання: юбка центрального електрода має ясно-коричневі кольори, нагар і відкладення мінімальні, повна відсутність слідів мастила. Рекомендацією може бути очищення свічки від нальоту і, при необхідності, регулювання іскрового зазору.

Якщо центральний електрод свічки покритий оксамитово-чорним нагаром, то це типовий приклад свічки від двигуна з підвищеною витратою палива. Причинами можуть бути: багата паливоповітряна суміш (неправильне регулювання карбюратора або кута випередження запалювання чи несправність інжектора), засмічення повітряного фільтра, низька компресія через негерметичність клапанів або зношування циліндро-поршневої групи, неправильне установлення іскрового зазору або розжарювальне число свічки більше необхідного. Рекомендацією для усунення несправностей можуть бути: регу-

лювання карбюратора або запалювання, іскрового зазору, при необхідності – заміна свічки.

Колір електрода – від ясно-сірого до білого свідчить про експлуатацію двигуна на надмірно бідній паливоповітряній суміші. Це сигнал неминучої загрози роботі двигуна. Їзда на занадто збідненій суміші та при підвищених навантаженнях може стати причиною значного перегріву як самої свічки, так і камери згоряння, а її перегрів – прямий шлях до прогару випускних клапанів.

Можливі причини: неправильно підібрані свічки (занадто «гарячі»), надто велике випередження запалювання, паливо з низьким октановим числом, бідна паливоповітряна суміш. Слід звернути увагу, чи не проявляється при вимиканні двигуна так зване краплинне запалювання, що виражається у неможливості вчасної зупинки двигуна навіть при вимкненому запалюванні. Якщо таке явище спостерігається, то свічка однозначно перегріта.

Якщо юбка центрального електрода свічки має характерний червоноуватий відтінок, ці кольори можна зрівняти з кольорами червоної цегли, то двигун експлуатувався на паливі з надлишковою кількістю присадок, що мають у своєму складі метал. Такий наліт на свічці найбільш характерний при застосуванні марганцевих домішок до бензину, що використовуються для підвищення октанового числа палива. Тривале використання такого палива призведе до того, що відкладення металу утворять на поверхні ізоляції струмопровідний наліт, через який струму буде легше пройти, ніж між електродами свічки, і вона перестане працювати. Робота двигуна на оцинкованому бензині призводить до утворення струмопровідних відкладень жовтувато-коричневого кольору, також знижує імовірність утворення іскри на свічці. Рекомендацією для усунення несправностей може бути заміна свічок і палива.

Яскраво виражені сліди мастила на свічці, особливо в різьбовій частині, свідчать про незадовільний стан маслорозподільних ковпачків. При цьому буде підвищена витрата мастила. У перші хвилини роботи двигуна, у момент прогріву, характерний біло-синій вихлоп. Рекомендацією для усунення несправностей може бути заміна маслорозподільних ковпачків клапанів або кілець поршнів.

Центральний електрод, його юбка покриті щільним шаром мастила змішаного із краплинами незгорілого палива та дрібних металевих частинок. Причина цього – руйнування одного із клапанів або поломка перегородок між поршневыми кільцями із влученням металевих частинок між клапаном і його сідлом. У цьому випадку двигун «троїть» вже не перестаючи, помітна значна втрата потужності, витрата палива зростає у півтори – два рази. Вихід один – ремонт.

Повне руйнування центрального електрода з його керамічною юбкою. Причиною цього міг стати один з перерахованих факторів – тривала робота двигуна з детонацією, застосування палива з низьким октановим числом, дуже раннє запалювання і просто бракована свічка. Симптоми роботи двигуна такі самі, як у попередньому випадку. Єдине, на що можна сподіва-



тися, так це на те, що частинки центрального електрода зуміли потрапити у вихлопну систему, не застрявши під випускним клапаном, інакше також не уникнути ремонту головки блоку циліндрів.

Результати візуальної діагностики свічок запалювання наведені у таблиці 1.1.

**Таблиця 1.1 – Результати візуальної діагностики свічок запалювання**

Модель двигуна	Номер свічки	Центральний електрод, покритий оксамитово-чорним нагаром	Колір електрода від ясно-сірого до білого	Юбка центрального електрода з характерним червонуватим відтінком	Яскраво виражені сліди мастила	Центральний електрод, його юбка покриті щільним шаром мастила змішаного із краплями незгорілого палива і дрібних частинок	Руйнування або пошкодження центрального електрода	Зольні відкладення на електродах	Товстий шар пухких відкладень на електродах	Оплавлення або вигоряння електродів	Фактичний зазор між електродами, мм	Номінальний зазор між електродами, мм
	1											
	2											
	3											
	4											
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Електрод свічки покритий зольними відкладеннями, колір не відіграє вирішальної ролі, він лише свідчить про роботу паливної системи. Причина цього покриття – згоряння мастила внаслідок спрацювання або залипання маслосніжних поршневих кілець. У двигуна підвищена витрата мастила, при перегазуваннях з вихлопної труби вилітає сине задимлення, запах вихлопу схожий на мотоциклетний.

Товстий шар пухких відкладень на електродах свічки. Причиною його виникнення є низька якість бензину або мастила. В двигуні спостерігаються перебої у роботі та утруднений пуск. Рекомендацією для усунення несправностей може бути промивання системи мащення та живлення, з подальшого заміною палива і моторного мастила.

Оплавлення або вигоряння електродів свічки. Причиною виникнення може бути несправність системи охолодження, що призведе до перегріву двигуна, або розжарювальне число свічки менше необхідного для цього дви-

гуна. При роботі двигуна на таких свічках виникають перебої та утруднений пуск. Рекомендацією для усунення несправностей може бути ремонт системи охолодження і заміна свічок запалювання.

Виробник гарантує безвідмовну роботу свічки на справному двигуні – 30 тис. км пробігу, але при кожній заміні мастила або в середньому, кожні 10 тис. км пробігу необхідно перевіряти стан свічок, насамперед – це регулювання зазору до необхідної величини, видалення нагару. Номінальний розмір зазору між боковим і центральним електродам свічки запалювання вказується для конкретної моделі двигуна. Нагар видаляти краще металевою щіткою, бо від піскоструминної обробки руйнується кераміка центрального електрода.

Так само рекомендується міняти свічки місцями – це пов'язано з різними температурними режимами роботи циліндрів (середні циліндри працюють з більш високими температурами, ніж крайні).

Не дозволяється проводити діагностику за свічками після холодного пуску двигуна при мінусовій температурі та нестійкій його роботі. При холодному пуску на свічках утворюється нагар, коли суміш примусово збагачується, а нестійка робота могла бути наслідком поганого стану високовольтних дротів двигуна.

### **Контрольні питання**

1. За яких умов проводиться діагностика двигуна за свічками запалювання?
2. Яка причина утворення на центральному електроді свічки оксамитово-чорного нагару?
3. Яка причина почервоніння центрального електрода свічки?
4. До чого призводить руйнування центрального електрода свічки запалювання?
5. Про які несправності двигуна свідчить:
  - зольні відкладення на центральному електроді свічки запалювання;
  - утворення товстого шару пухких відкладень на електродах свічки запалювання;
  - оплавлення центрального електрода свічки запалювання?

*Література:* [1, с. 10–17; 3, с. 13–17]

## Лабораторна робота 2.

### Діагностика двигуна внутрішнього згоряння за параметрами герметичності. Компресія двигуна

**Мета:** опанувати методику діагностики двигуна автомобіля за параметрами герметичності та за результатами вимірювання компресії у бензиновому двигуні визначити його можливі дефекти або несправності.

**Матеріали та інструменти:** стенд двигуна автомобіля для діагностування, свічковий ключ, компресометр.

#### Порядок виконання

1. Прогріти двигун автомобіля до робочої температури ( $t = 60 \dots 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ).
2. Заглушити двигун і відключити подачу палива до циліндрів.
3. Свічковим ключем вивернути всі свічки запалювання.
4. Відкрити повністю дросельну заслінку.
5. Встановити компресометр в отвір для свічки першого циліндра.
6. Ввімкнути стартер і тримати ввімкненим до того часу, доки манометр не зафіксує максимальне значення тиску в циліндрі. Отримане значення занести в таблицю 2.1.
7. Повторити пп. 5 та 6 для кожного з циліндрів двигуна.
8. Закрити повністю дросельну заслінку і повторити пп. 5 та 6 для кожного з циліндрів двигуна.

**Таблиця 2.1 – Результати вимірювання компресії**

Положення заслінки	Компресія в циліндрах, МПа			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Повністю відкрита				
Закрита				

#### Теоретичні відомості та методичні рекомендації

**Компресією** називають величину максимального тиску в циліндрі, що створюється при холостому прокручуванні двигуна стартером (наприклад, при відключенні свічки запалювання). Щоб виміряти компресію, необхідно замість свічки встановити компресометр. Цей прилад являє собою манометр, з'єднаний шлангом зі штуцером і зворотним клапаном (див. рис. 2.1). При обертанні колінчастого вала двигуна в шланг нагнітається повітря доти, поки тиск у шлангу не зрівняється з максимальним тиском у циліндрі. Його значення зафіксує манометр.

Отримані результати вимірів часто вимагають спеціального аналізу і робити за ними однозначні висновки не завжди правильно, наприклад:

– порівняно новий двигун не вдається запустити. Компресія в циліндрах становить 0,5–0,6 МПа (5–6 кг/см<sup>2</sup>), що приблизно вдвічі менше норми.

Причинами можуть бути механічна поломка або зношування деталей циліндро-поршневої групи. Але такий спад компресії буде спостерігатися, якщо через несправність системи керування в циліндри надійшов надлишок палива. Воно змило мастило зі стінок циліндрів і поршневі кільця перестали належним чином ущільнювати порожнину камери згоряння;

– у старого двигуна виміряна компресія становить 1,1–1,2 МПа. Однак двигун витрачає мастило понад 1 л на 1000 км. Причиною може бути зношування кілець, поршнів і циліндрів. Велика кількість мастила, що проникає в камеру згоряння, добре ущільнює зазори між зношеними деталями.



Рис. 2.1 – Універсальний компресометр

### ***Фактори, що впливають на компресію:***

– положення дросельної заслінки (її прикриття або закриття) значно зменшить тиск у циліндрі. На кількість ввітря впливає ступінь забруднення повітряного фільтра. Помилки в установленні фаз газорозподілу, наприклад, при монтажі ремня або ланцюга приводу розподільного вала, приводить до зміни моменту закриття впускного клапана, змінюючи початок стиску в циліндрі в ту або іншу сторону. Тоді й значення компресії будуть відрізнятися;

– зазори в приводі клапанів. Так, малий зазор у приводі впускних клапанів приведе до пізнього їх закриття й, відповідно, до зменшення компресії. Одночасно малі зазори у випускних клапанах збільшать так зване перекриття клапанів – величину кута повороту колінчастого вала, протягом якого відкриті одночасно обидва клапани в циліндрі. Результат – компресія зменшиться;

– температура двигуна – чим вона менше, тим сильніше буде охолоджуватися повітря, стиснене у циліндрі і тим менше буде його тиск. Зазори в приводі клапанів так само будуть «стежити» за температурою – чим вона нижче, тим менше зазори та компресія;

– ступінь стиску повітря. Як тільки повітря в циліндрі виявляється досить стиснутим, стануть проявлятися різного роду витікання через зазори

між зношеними або ушкодженими деталями, що ущільнюються в порожнині камери згоряння.

***Фактори, що впливають на інтенсивність витікання повітря (а також на компресію):***

– температура двигуна – вона, підвищуючись, збільшує компресію, тому що деталі краще прилягають одна до одної, приймаючи розміри і взаємне положення, що більш відповідні робочим;

– мастило, що надійшло в камеру згоряння через напрямні втулки клапанів, поршневі кільця, систему вентиляції картера і ущільнення турбокомпресора, істотно підвищує компресію;

– паливо, що надійшло в циліндр у вигляді крапель, навпроти, знижує компресію, тому що розріджує та змиває мастило з деталей;

– негерметичність зворотного клапана або шланга компресометра, а також велике зусилля пружини зворотного клапана;

– чим більші оберти колінчастого вала, тим менше витік повітря через нещільності, тим вище компресія.

***Умови вимірювання компресії:***

– двигун повинен бути «теплим», а подача палива – відключена. Можна, наприклад, відключити бензонасос, форсунки або використати інші способи, що перешкоджають потраплянню палива в циліндри;

– необхідно вивернути всі свічки. Вибірковий демонтаж свічок неприпустимий, тому що збільшує опір обертанню і знижує оберти при прокручуванні двигуна стартером;

– акумуляторна батарея повинна бути повністю заряджена, а стартер – справний.

Компресію вимірюють як з відкритою, так і з закритою дросельною заслінкою. При цьому кожний зі способів дає свої результати та дозволяє визначати свої дефекти.

Так, коли заслінка закрыта, у циліндри надійде мало повітря, тому компресія буде низькою і складе близько 0,6–0,8 МПа. Витікання повітря в цьому випадку дорівнює його надходженню у циліндр. Внаслідок цього компресія стає особливо чутливою до витікання – навіть за умови малої нещільності її значення знижується в кілька разів. Ця умова дозволяє зробити висновки або припущення про наступні дефекти двигуна: недостатнє прилягання клапана до сідла; зависання клапана, наприклад, через неправильне збирання механізму з гідроштовхачами; дефекти профілю кулачка розподільного вала в конструкціях з гідроштовхачами і нерівномірне зношування або биття тильної сторони кулачка; негерметичність, викликана прогаром прокладки головки або тріщиною в стінці камери згоряння.

При вимірюванні компресії з відкритою заслінкою велика кількість повітря, що надійшла, і збільшення тиску в циліндрі, звичайно, сприяють збільшенню витікання, однак воно менше подачі повітря. Внаслідок цього компресія зменшується несуттєво (приблизно до 0,8–0,9 МПа). Тому спосіб вимірювань з відкритою заслінкою краще підходить для визначення «грубих»

дефектів двигуна, таких, як поломки й прогари поршнів, поломки або залипання кілець у канавках поршня, деформації або прогари клапанів, серйозні ушкодження поверхні циліндрів.

В обох випадках вимірювання бажано враховувати динаміку наростання тиску – це допоможе встановити дійсний характер несправності з більшою ймовірністю. Так, якщо на першому такті величина тиску, вимірювана компресометром, низька (0,3–0,4 МПа), а при наступних тактах різко зростає, – це посередньо свідчить про зношування поршневих кілець.

Деякі дефекти та несправності бензинових двигунів, що виявляють вимірюванням компресії наведені у таблиці 2.2.

**Таблиця 2.2 – Дефекти і несправності бензинових двигунів**

Несправність	Ознака несправності	Компресія при заслінці, МПа	
		повністю відкритій	закритій
Справний двигун	Відсутні	1,0–1,2	0,6–0,8
Тріщина в перемичці поршня	Синій дим вихлопу, великий тиск у картері	0,6–0,8	0,3–0,4
Прогар поршня	Синій дим вихлопу, великий тиск у картері, циліндр не працює на малих обертах	0,5–0,5	0–0,1
Залягання кілець у канавках поршня		0,2–0,4	0–0,2
Задирки поршня та циліндра	Те саме, можлива нестійка робота циліндра на холостому ходу	0,2–0,8	0,1–0,5
Деформація клапана	Циліндр не працює на малих обертах	0,3–0,7	0–0,2
Прогар клапана		0,1–0,4	0
Зависання клапана		0,4–0,8	0,2–0,4
Дефект профілю кулачка розподільного вала (для конструкцій з гідроштовхачами)		0,7–0,8	0,1–0,3
Підвищення кількості нагару в камері згоряння в поєднанні зі зношеними маслоснімними ковпачками і кільцями	Підвищена витрата мастила із синім димом вихлопу	1,2–1,5	0,9–1,2
Природне зношування деталей поршневої групи		0,6–0,9	0,4–0,6

У такому випадку заливання в циліндр невеликої кількості мастила (3–5 см<sup>3</sup>) відразу збільшить не тільки тиск на першому такті, але й компре-

сію. З іншого боку, коли на першому такті тиск досягає 0,7–0,9 МПа, а на наступних тактах майже не збільшується, найімовірніше є негерметичність клапана або прокладки головки. Зрозуміло, більш точно встановити причину можна за допомогою інших засобів діагностики.

Основне правило, яке варто пам'ятати: у більшості випадків результати вимірів компресії є відносними. Це значить, що, в першу чергу, необхідно опиратися на різницю в значеннях компресії у різних циліндрах, а не на саму її абсолютну величину.

За абсолютною величиною компресії можна робити висновки, якщо знати дані про величину компресії цього двигуна, отримані на ранніх інтервалах його експлуатації (якщо виміри проводилися з повним дотриманням всіх правил); і, по-друге, мати більшу базу статистичних даних з компресії цієї моделі двигуна на різних етапах його експлуатації. Ці дані обов'язково повинні включати такі умови проведення вимірів, як температура мастила, частота обертання, температура повітря, стан систем автомобіля тощо.

### **Контрольні питання**

1. Що розуміють під терміном «компресія»?
2. Чим вимірюється компресія в двигунах автомобілів?
3. Які умови вимірювання компресії?
4. Які фактори впливають на вимірювання компресії?
5. У чому полягає різниця при вимірюванні компресії з відкритою та закритою заслінками?
6. Які дефекти чи несправності двигуна автомобіля можливо визначити діагностуванням за параметрами герметичності?

*Література:* [1, с. 24–28; 4, 5–8; 5, с. 127–133]

**Лабораторна робота 3.**  
**Діагностика системи мащення**  
**двигуна автомобіля та масляного насосу**

---

**Мета:** опанувати методику діагностики системи мащення двигуна автомобіля та масляного насосу. За результатами діагностики оцінити робочий стан масляного насосу.

**Матеріали та інструменти:** стенд двигуна автомобіля для діагностування, манометр, набір гайкових ключів, штангенциркуль, набір плоских щупів, металева лінійка.

**Порядок виконання**

1. Перевірити рівень масла в картері на непрацюючому двигуні.
2. Під'єднати манометр до масляної магістралі.
3. Запустити двигун та зафіксувати показник тиску на манометрі.
4. Прогріти двигун автомобіля до робочої температури ( $t = 60 \dots 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ), та зафіксувати показник тиску на манометрі.
5. Заглушити двигун і зачекати до його охолодження.
6. Від'єднати масляний насос від двигуна.
7. Розібрати масляний насос на елементи.
8. За допомогою плоских щупів визначити зазори, результати занести у таблицю 3.1.
9. За допомогою штангенциркуля виміряти діаметр вала та внутрішній діаметр втулки. Результати занести в таблицю 3.1.
10. Оглянути елементи насоса на наявність пошкоджень.
11. За результатами діагностики зробити висновки.

**Таблиця 3.1 – Результати вимірювань зазорів**

Місце визначення зазору	Значення зазору, мм		
	граничне	рекомендоване	фактичне
Між зубами шестерень	0,25	0,15	
Між ведучою шестірнею і корпусом	0,25	0,11–0,18	
Між веденою шестірнею і корпусом	0,25	0,11–0,18	
Між торцем ведучої шестірні і площиною корпусу	0,2	0,15–0,16	
Між торцем веденої шестірні і площиною корпусу	0,2	0,15–0,16	
Між валом і втулкою	0,1	0,016–0,055	



## Теоретичні відомості та методичні рекомендації

**Комбінована система мащення.** Під тиском змащуються корінні і шатунні підшипники колінчастого вала, клапанний механізм, втулки розподільного вала і розподільчих шестерень.

У систему мащення двигуна входять (рис. 3.1): піддон 1 картера, масляний насос 2, масляний фільтр 6, масляний радіатор 8, масляні канали та трубопроводи, манометр 11, маслозаливна горловина 16. Рівень масла контролюється масломірним стрижнем 4 при непрацюючому двигуні.

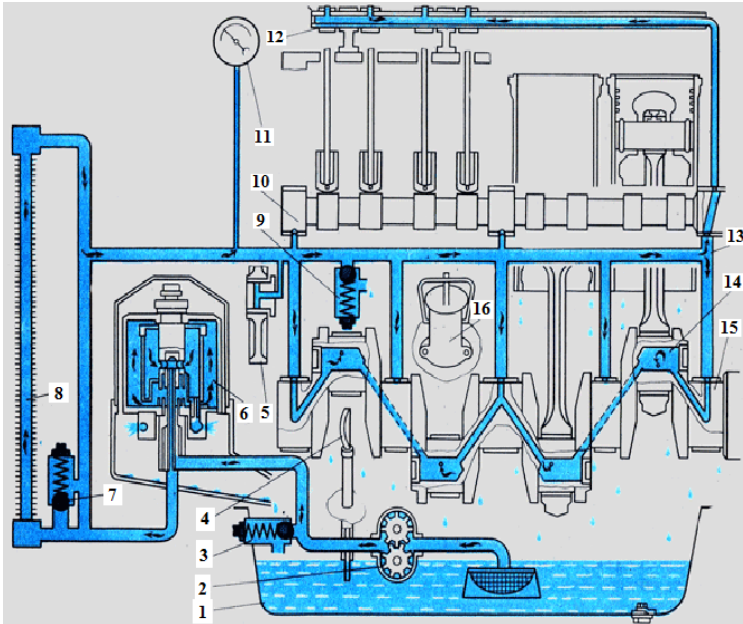


Рис. 3.1 – Принципова схема системи мащення двигуна:

- 1 – масляний піддон; 2 – масляний насос; 3 – редукційний клапан масляного насоса;
- 4 – масломірний щуп; 5 – проміжна шестірня; 6 – масляний фільтр;
- 7 – редукційний (температурний) клапан; 8 – масляний радіатор;
- 9 – зливний клапан, 10 – розподільний вал; 11 – манометр; 12 – вісь коромисел;
- 13 – головний масляний канал; 14 – порожнина шатунної шийки;
- 15 – колінчастий вал; 16 – заливна горловина.

Шлях циркуляції масла під тиском у мастильній системі у більшості автотракторних двигунів однаковий. При роботі двигуна масло з піддона картера засмоктується шестерним насосом і подається під тиском до фільтра. Очищене мастило охолоджується в масляному радіаторі і надходить у головний масляний канал – магістраль 13. З цього каналу масло проходить каналами в блоці до корінних підшипників колінчастого вала і до шийок розподільного вала.

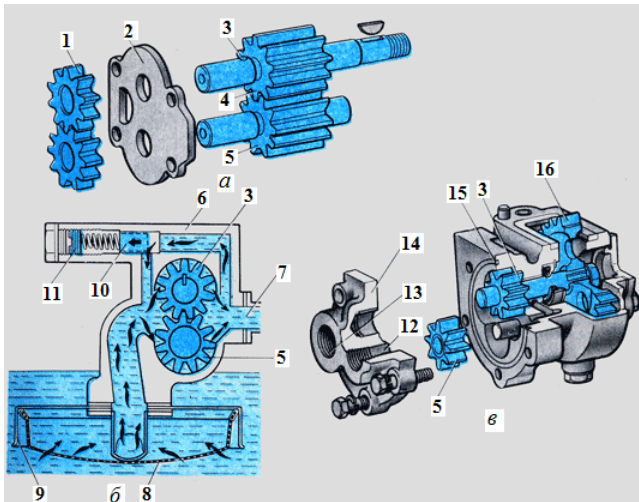
По похилих каналах колінчастого вала масло потрапляє в порожнину 14 шатунних шийок, де додатково очищається і, виходячи на поверхню шийок, змащує шатунні підшипники. Від першого корінного підшипника масло надходить до пальця проміжної шестірні 5 і втулці шестірні паливного насоса.

По каналу в одній з шийок розподільчого вала масло пульсуючим потоком подається у вертикальний канал блоку і по каналах в голівці та зовнішній трубіці – в порожнисту вісь 12 коромисел. Через отвори у валику коромисел масло надходить до втулок коромисел і, стікаючи по штангах, змащує штовхачі та кулачки розподільчого вала.

Стінки циліндрів та поршнів, поршневі пальці, розподільні шестерні змащуються розбризкуванням. У двигунах, що мають канал у стрижні шатуна, поршневий палець змащується під тиском.

Роботу системи мащення контролюють за манометром 11, що показує тиск в головній магістралі. На деяких двигунах, крім того, встановлюють термометр, що вимірює температуру масла в системі мащення та датчики аварійного падіння тиску.

**Масляний насос.** Шестерний насос створює циркуляцію масла в системі мащення двигуна. Він встановлений на блок-картері або на кришці корінного підшипника колінчастого вала. Двосекційний насос має дві секції: основну та радіаторну. Секції розділені між собою проставкою 2 (рис. 3.2, а).



**Рис. 3.2 – Принципова схема роботи масляного насосу:**

*а* – двосекційного; *б* – односекційного; *в* – передпусковий;

- 1 – привідна шестірня радіаторної секції; 2 – проставка; 3 – привідний вал;
- 4 – привідна шестірня основної секції; 5 – ведена шестірня основної секції;
- 6 – корпус; 7 – нагнітальний канал; 8 – сітка маслоприймача; 9 – маслоприймач;
- 10 – редукційний клапан; 11 – регулювальний гвинт; 12 – вихідний отвір;
- 13 – впускний отвір; 14 – кришка; 15 – корпус; 16 – шестірня приводу.

Кожна секція працює незалежно від іншої як односекційний насос. Односекційний насос складається з маслоприймача 9, 6 корпусу, кришки і двох шестерень (див. рис. 3.2, б). У корпусі насоса виконані два циліндричні колодязя для встановлення шестерень. Привідна шестірня насоса 4 кріпиться шпонкою на валу, який спирається на втулки, запресовані в корпусі і кришці насоса. Ведена шестірня 5, перебуваючи у зачепленні з ведучою, вільно обертається на пальці, запресованому в корпусі. Обертаючи в різні боки, шестерні зубами переганяють масло від вхідного каналу корпусу до нагнітального 7.

У корпусі насоса є приплив, у розточуванні якого змонтований редукційний клапан 10. Останній запобігає надмірному підвищенню тиску, що створюється масляним насосом при пуску холодного двигуна, тобто коли масло має велику в'язкість. За допомогою регулювального гвинта 11 можна змінити силу тиску пружини клапана.

Привід масляного насоса здійснюється у тракторних двигунів від колінчастого вала через приводну шестірню, а у автомобільних – від шестірні, виконаної заодно з розподільним валом.

Для подачі мастила в мастильну систему під час запуску пускового двигуна деякі тракторні двигуни мають передпусковий насос (рис. 3.2, в). Шестірня приводу 16 передпускового насоса знаходиться в постійному зачепленні з шестірнею пускового двигуна. Тому після його запуску шестірні передпускового насоса забирають масло через забірну трубку з піддону картера та подають через зворотний клапан масляну магістраль. Після запуску основного двигуна тиск масляної магістралі підвищується і спрацьовує зворотний клапан, перекриваючи надходження масла з блок-картера в передпусковий насос.

**Діагностика системи мащення.** Діагностування системи мащення транспортних засобів зводиться до перевірки рівня масла в картері двигуна і тиску його в масляній магістралі. Правильність показань штатного приладу тиску масла перевіряють контрольним манометром, що підключається до масляної магістралі паралельно через штуцер.

При справному двигуні після його запуску та прогріву тиск масла має бути не нижче:

- 50 кПа, якщо колінчастий вал має мінімальну частоту обертання;
- 340...450 кПа, якщо колінчастий вал має номінальну частоту обертання.

Недостатній тиск масла в магістралі здатний спричинити серйозні поломки деталей авто навіть при нетривалій роботі двигуна.

Контроль за тиском рідини має бути постійним. Для його проведення можна використовувати сигнальні лампочки, що запалюються під час запуску двигуна. Однак найкращим способом для перевірки тиску олії в магістралі є манометр, оскільки робота контрольних лампочок іноді може бути не інформативною за рахунок виходу їх з ладу або за рахунок виходу з ладу запобіжників. При контролі за тиском масла за допомогою лампочки потрібно знати, що вона повинна гаснути після запуску двигуна.

Пам'ятаємо, що при холостій ході пристрій може працювати постійно або в імпульсному режимі. Таке функціонування не є ознакою для ремонту системи мащення, оскільки кожна з описаних варіантів є нормою.

При різкому падінні тиску мастила під час ходу транспорт слід зупинити. Після заглушення двигуна рекомендується провести перевірку рівня масла. Також слід перевірити роботу контактів ланцюга. Можливо, що справа не в падінні рівня масла, а в роботі відповідного датчика.

Частий систематичний контроль за системою мащення потрібно проводити в наступних напрямках:

- візуальна перевірка рівня рідини в картері за допомогою масло вимірювача;
- своєчасна заміна масла (якість масла можна оцінити за його кольором та прозорістю в момент стикання рідини зі щупа).

Обслуговування системи мащення вимагає проведення наступних операцій:

- перевірка наявності, тиску та рівня масла;
- зміна масла;
- оцінка герметичності з'єднань;
- ремонт або заміна датчика тиску масла;
- промивання системи.

Для перевірки тиску треба вивернути датчик тиску та акуратно приєднати його до манометра. Потім необхідно ґрунтовно прогріти двигун. І лише після цього можна приступати до вимірювання тиску. Якщо тиск виявляється вищим або нижчим за передбачені межі, то необхідно усунути причину цієї невідповідності.

Знижений тиск у системі мащення можна виправити шляхом додавання або заміни масла в піддоні картера, промиванням сітки маслоприймача, заміни приводу масляного насоса або натягу пружини редукційного клапана. Також може знадобитися регулювання клапану.

**Діагностика масляного насосу.** Набором щупів вимірюють зазори між зубами шестерень, а також між зовнішніми діаметрами шестерень і стінками корпусу насоса (рис. 3.3, *а*), що повинні бути відповідно 0,15 мм (допустимий 0,25 мм) і 0,11–0,18 мм (допустимий 0,25 мм).

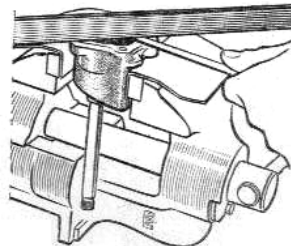
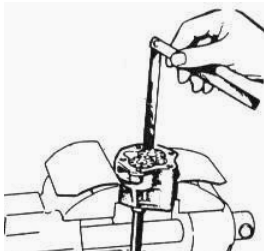


Рис. 3.3 – Перевірка зазору в масляному насосі за допомогою: *а* – щупа; *б* – лінійки

Якщо зазори перевищують граничні значення, то необхідно замінити шестірні, а при необхідності і корпус насоса.

Щупом і лінійкою (див. рис. 3.3, б) перевірте зазор між торцями шестерень і площиною корпусу, що повинний бути рівним 0,15–0,16 мм (допустимий 0,2 мм). Якщо зазор більше 0,2 мм, необхідно замінити шестірні або корпус насоса залежно від того, яка деталь зносилася. Вимірявши деталі, визначити зазор між веденою шестірнею та її віссю, що повинний бути 0,017–0,057 мм (допустимий 0,1 мм), а також між валом насоса та отвором у корпусі, цей зазор повинний бути 0,016–0,055 мм (допустимий 0,1 мм). Якщо зазори перевищують граничні, необхідно замінити зношені деталі.

**Перевірка валика і шестірні приводу масляного насоса.** На поверхнях опорних шийок валика і на робочій поверхні ексцентрика не повинно бути вм'ятин і рисок. На зубах шестерень приводу масляного насоса і розподільника запалювання не допускаються викришування, при такому дефекті необхідно замінити валик і шестірню.

**Перевірка втулок валика приводу масляного насоса.** Перевірити внутрішній діаметр втулок, їх запресовування в гніздах, а також збіг мастильного отвору в передній втулці з каналом у блоці циліндрів (провертання втулки). Внутрішня поверхня повинна бути гладкою і без задирок.

Вимірявши діаметри валика і втулок, визначити зазори між втулками та опорними поверхнями валика. Якщо зазор перевищує 0,15 мм (граничний знос), а також при ушкодженні поверхонь втулок або ослабленні їх запресовування, – замінити втулки. Після запресовування втулки повинні бути оброблені та доведені по внутрішньому діаметру. Щоб забезпечити повну співвісність втулок вала, для їх доведення застосовується розвертка А 90353, якою одночасно обробляються обидві втулки. Внутрішня поверхня втулки повинна бути гладкою і без задирок, в іншому випадку – втулку необхідно замінити.

### Контрольні питання

1. Як працює комбінована система мащення?
2. Від яких параметрів залежить значення тиску мастила в системі мащення?
3. Які основні параметри масляного насоса визначають при його діагностуванні?
4. Які основні діагностичні параметри що визначають працездатність системи мащення двигуна?
5. Які основні несправності системи мащення двигуна?

**Література:** [4, 10–13; 5, с. 134–135]

## **Лабораторна робота 4.**

### **Діагностика системи охолодження двигуна.**

### **Термостати двигунів**

---

**Мета:** опанувати методику діагностики системи охолодження двигуна. За результатами діагностики оцінити робочий стан термостатів.

**Матеріали та інструменти:** автомобіль для діагностування, набір гайкових ключів, штангенциркуль, установка для діагностики термостатів.

#### **Порядок виконання**

1. Виконати огляд місць з'єднань патрубків з металевими елементами двигуна на наявність підтікань охолоджуючої рідини.

2. Від'єднати термостат від патрубків.

3. Занурити термостат у ємність з дистильованою водою (установка для діагностики термостатів) і підігріти до температури початку відкриття клапана. Результат занести в таблицю 4.1.

4. Заміряти індикатором хід байпасного клапана за відповідної температури. Результат занести також в таблицю 4.1.

5. Зробити висновки.

**Таблиця 4.1 – Результати діагностики**

Двигун МеМЗ	Температура відкриття клапана, °С		Хід байпасного клапана, при зазначеній температурі, мм	
	рекомендована	фактична	необхідний	фактичний
245, 246, 2457	87 +2		> 8, при 102 °С	
3011, 3071	80 +2		> 8, при 95 °С	

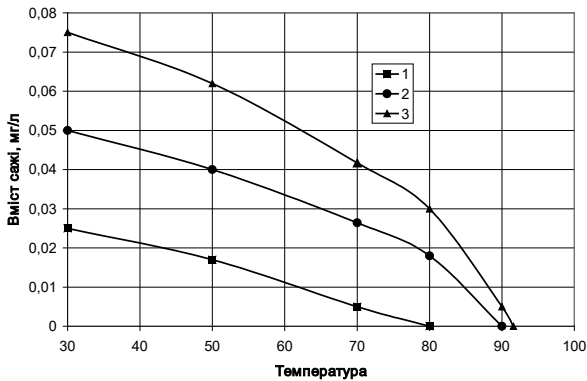
#### **Теоретичні відомості та методичні рекомендації**

У процесі експлуатації автомобіля може виникнути перегрівання або переохолодження двигуна. Перегрівання зменшує наповнення циліндрів, сприяє виникненню детонації та утворенню нагару, підвищує угар мастила і спрацювання циліндрів, спричинює виплавлення підшипників і заклинювання поршнів у циліндрах двигуна.

Переохолодження призводить до зниження економічності двигуна, обсмолювання системи вентиляції, підвищення жорсткості роботи і зношення двигуна внаслідок змивання і розрідження мастильних матеріалів у його картері паливом або до підвищення в'язкості мастильних матеріалів під впливом низьких температур (особливо під час пуску).

Переохолодження двигуна призводить також до утворення сажі у відпрацьованих газах. Найбільше сажі у відпрацьованих газах у технічно справному бензиновому двигуні буває при зниженому температурному режимі системи охолодження двигуна, який працює на повному навантаженні та в ре-

жимі розгону. Забезпечення температури охолоджувальної рідини в системі охолодження на рівні 80 – 90 °С знижує викид сажі з відпрацьованими газами у 2–2,4 рази (рис. 4.1) порівняно з температурою рідини +40 °С.



**Рис. 4.1 – Вплив температурного режиму системи охолодження двигуна на викид сажі з відпрацьованими газами: 1 – холодний хід ( $n = 1000$  об/хв); 2 – при розгоні без навантаження з холодним ходом від 1000 до 2500 об/хв і пробігу 35000 км; 3 – те саме, для пробігу 135000 км**

За системою охолодження перевіряють також прямі (структурні) діагностичні параметри: усталену температуру охолоджуваних поверхонь двигуна, продуктивність водяного насоса, охолоджувальну здатність теплообмінника, герметичність системи охолодження, спрацювання повітряного клапана, тиск спрацювання парового клапана кришки теплообмінника.

Температуру охолоджувальної рідини у відкритих системах охолодження треба підтримувати у межах 80–85 °С, а в закритих – 100–105 °С. Тому основне завдання технічного обслуговування системи охолодження – підтримка найвищого теплового режиму двигуна.

Основні контрольно-діагностичні роботи в системі охолодження двигуна охоплюють визначення теплового стану системи та її герметичності, перевірку натягу паса приводу водяного насоса і вентилятора, справність термостата та інших деталей. Тепловий стан системи охолодження визначають за температурою охолоджувальної рідини в головці блока, що вимірюється термометром з електродатчиком.

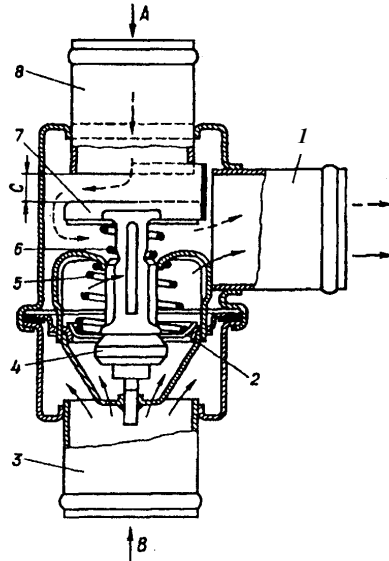
На деяких автомобілях для контролю, встановлено сигнальні електролампочки з датчиками у верхніх бачках радіатора, які загоряються при температурі рідини 100–105 °С та 115 °С.

Герметичність системи охолодження визначають візуально, за наявністю підтікання охолоджувальної рідини. Через витікання рідини з системи охолодження виникає близько 30 % усіх несправностей. Найімовірнішими місцями підтікання є сальники водяного насоса, з'єднання шлангів з патрубками і трубок радіатора з бачками, а також спускні краники.

Підтікання в місцях з'єднання шлангів усувають підтяганням хому-тів кріплення, а при пошкодженні шлангів – їх заміною. Підтікання водяних насосів усувають заміною сальників. Усунути витікання охолоджувальної рідини внаслідок дефекту в радіаторі можна використанням герметіку для радіатора. Це найшвидший і найзручніший спосіб усунення витікання в дорожніх умовах або у випадках, коли не можна припинити експлуатацію автомобіля до його ремонту. Препарат добре герметизує мікротріщини. Додавання його в охолоджувальну рідину не знижує ефективності роботи системи охолодження. При підтіканні води з радіатора його ремонтують (як виняток допускається тимчасове заглушування окремих трубок). Прогин паса приводу водяного насоса має бути в межах 10 – 20 мм при натягу 30 – 40 Н.

Для забезпечення нормального теплового режиму двигуна в системі охолодження використовують термостат.

Його встановлюють між патрубками, що з'єднують двигун із радіатором. Конструкція та принцип роботи термостата зображено на рис. 4.2.



**Рис. 4.2 – Термостат: 1 – вихідний патрубок; 2 – основний клапан; 3 – вхідний патрубок від радіатора; 4 – термочутливий елемент; 5 – пружина основного клапана; 6 – пружина байпасного клапана; 7 – байпасний клапан; 8 – вхідний патрубок від двигуна; А – вхід рідини від двигуна; В – вхід рідини від радіатора; С – хід байпасного клапана**

Термостат 4 занурюють у дистильовану воду 5. Індикатор годинникового типу 3 на затискачі 1 встановлюють на байпасний клапан. Підігрівачем 6, при цьому стежачи за температурою на термометрі 2



і показниками індикатора 3, визначають температуру початку відкриття клапана та хід байпасного клапана. На двигунах MeMЗ використовують два типи термостатів, що відрізняються температурою початку відкриття клапана.

При температурі рідини, нижче вказаної, основний клапан закриває її вихід з радіатора, байпасний клапан при цьому відкритий і з'єднує вихід рідини з двигуна зі входом у помпу. Якщо температура рідини підвищується, твердий наповнювач термочутливого елемента розширюється, стискаючи пружину, переміщує вгору стакан з основним клапаном, відкриваючи його.

Байпасний клапан 7 перекриває прохід рідини від двигуна до помпи. При температурі рідини більше  $94\text{ }^{\circ}\text{C}$  основний клапан 2 повністю відкритий, а байпасний замкнений, і рідина циркулює через радіатор.

Для діагностики термостатів використовують спеціальну установку (рис. 4.3), принцип роботи якої наступний.

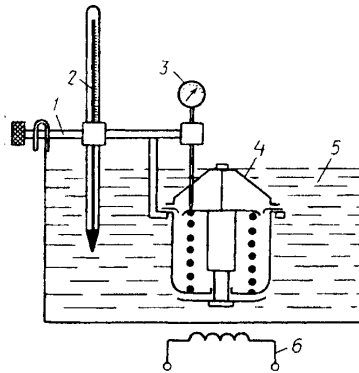


Рис. 4.3 – Установка для діагностики термостатів

За температуру початку відкриття клапана приймають температуру, при якій хід байпасного клапана складає  $0,1\text{ мм}$ . Ця температура повинна бути  $87 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  – для двигунів MeMЗ-245 (1,1L), MeMЗ-2457 (1,2L), MeMЗ-246 (1,1Li) та  $80 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  – для двигунів MeMЗ-3011 (1,3L) і MeMЗ-3071 (1,3Li). Також характеристикою є хід байпасного клапана. Термостат необхідно замінити, якщо температура початку відкриття клапана не відповідає вказаній або хід байпасного клапана менше  $8\text{ мм}$  при температурі  $102\text{ }^{\circ}\text{C}$  – для двигунів MeMЗ-245, MeMЗ-2457, MeMЗ-246 та  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$  – для двигунів MeMЗ-3011, MeMЗ-3071.

### Контрольні питання

1. До яких наслідків призводить перегрівання двигуна?
2. До яких наслідків призводить переохолодження двигуна?
3. Як впливає температура двигуна на вміст сажі у вихлопних газах?
4. Який принцип роботи термостата в системі охолодження двигуна?

*Література:* [4, 14–16; 5, с. 136–139]

## Лабораторна робота 5.

### Діагностика двигуна за складом відпрацьованих газів

**Мета:** опанувати методику діагностики двигуна за складом відпрацьованих газів. За результатами вимірювання складу відпрацьованих газів визначити дефекти або несправності двигуна автомобіля.

**Матеріали та інструменти:** два автомобіля для діагностування, газоаналізатор.

#### Порядок виконання

1. Прогріти двигун автомобіля VW PASSAT B4 до температури  $t = 60 \dots 80$  °С.
2. Приймальну трубку вставити у вихлопну трубу автомобіля і зчитати параметри відпрацьованих газів на екрані приладу.
3. За вихідними даними зімітувати несправності у двигуні, визначити вміст відпрацьованих газів та занести отримані результати у таблицю 5.1.
4. Повторити пп. 1–3 для автомобіля Opel Vectra.
5. Порівнюючи вміст відпрацьованих газів у двигуні у випадку імітованої несправності і при нормальних умовах, робимо необхідні висновки.

**Таблиця 5.1 – Результати вимірювання вмісту відпрацьованих газів**

Склад відпрацьованих газів для автомобіля VW PASSAT B4 ( $n = 750$ об/хв)				
Параметр	CO, %	CH, ppm	CO <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %
Значення, що рекомендують	0,5–1,5	50–400	13–14,5	0,2–2,5
Вихідне регулювання	0,76	406	14,0	1,43
При імітованій несправності:				
– не працює свічка запалювання				
– пізні запалювання				
– ранні запалювання				
– підсмоктування повітря у впускний колектор				
Склад відпрацьованих газів для автомобіля Opel Vectra ( $n = 750$ об/хв)				
Параметр	CO, %	CH, ppm	CO <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , %
Рекомендоване значення	0,05–0,25	5–50	14,5–15,5	1,0–2,0
Вихідне регулювання	0,16	38	14,3	2,3
При імітованій несправності:				
– не працює свічка запалювання				
– пізні запалювання				
– ранні запалювання				

#### Теоретичні відомості та методичні рекомендації

Вимірювання складу газів здійснюється спеціальним приладом – газоаналізатором (рис. 5.1), що складається з приймальної трубки та системного

блоку. Головне завдання газоаналізатора – визначити склад відпрацьованих газів. Базові моделі газоаналізаторів визначають чотири компоненти відпрацьованих газів:



**Рис. 5.1 – Чотирикомпонентний газоаналізатор**

1. Вуглеводні СН, ppm (parts per million) – це компоненти палива, що не згоріло (кількість речовини у мг. на 1 кг. палвоповітряної суміші). Підвищений вміст СН може виникнути через збагачену паливну суміш, велике споживання мастила через циліндропоршневу групу, неполадки в системі запалювання.

2. Окис вуглецю CO, % – хімічна сполука, що вступає в реакцію з киснем і дає двоокис вуглецю CO<sub>2</sub>. Підвищений вміст CO може виникнути через засмічення повітряного фільтра, підвищений тиск палива і багато інших несправностей, у результаті яких виникає збагачена паливоповітряна суміш.

3. Двоокис вуглецю CO<sub>2</sub>, % – результат сполуки вуглецю з киснем повітря. Високий рівень (більше 12 %) свідчить про гарну роботу двигуна. Низький рівень говорить про те, що є неполадки в сумішоутворенні – збіднена або збагачена паливоповітряна суміш.

4. Кисень O<sub>2</sub> (%) у двигуні бере участь при згорянні та вступає в реакцію з паливом. Чим нижче рівень кисню у відпрацьованих газів (0,5 %), тим краще відбувається процес згорання. Більш високі значення показують на бідну суміш і неефективність процесу згорання.

Приймальна трубка вставляється у вихлопну трубу автомобіля, і зчитуються параметри на екрані приладу. Найголовніше – правильно інтерпретувати ці показники.

Найкраще користуватися інструкціями заводу-виробника для заданого автомобіля, але можна розділити двигуни на дві групи – з каталізатором і без нього (табл. 5.2) і керуватись даними з неї.

**Таблиця 5.2 – Рекомендовані значення складу відпрацьованих газів**

Сполука	Модель двигуна	
	без каталізатора	з каталізатором
СН, ppm	Не більше 300	Менше 50
CO, %	1–2	0,3–0,5
CO <sub>2</sub> , %	0–2	0–2
O <sub>2</sub> , %	Від 12 і більше	Від 12 і більше

Підвищений вміст СН, у більшості випадків, – це пропуски в системі запалювання, паливо не згоряє і потрапляє у вихлопну трубу. Можливі не-

справності, які впливають на це – брудні свічки; несправна котушка або модуль запалювання; неправильно встановлений кут випередження запалювання; несправність високовольтних дротів.

Ще одна причина – занадто бідна суміш, що погано запалюється. При цьому потрібно шукати несправності, що впливають на вміст суміші – підсмоктування повітря, малий тиск бензонасоса, забруднення форсунок, несправність датчиків температури двигуна або витрати повітря.

Підвищений вміст CO означає, що в циліндрах спостерігається надлишок палива або нестача кисню, утворюється багата суміш, і паливо згоряє не повністю. На рис. 5.2 представлені залежності складу вихлопних газів від співвідношення «повітря–паливо» (ідеальне співвідношення 14,7:1).

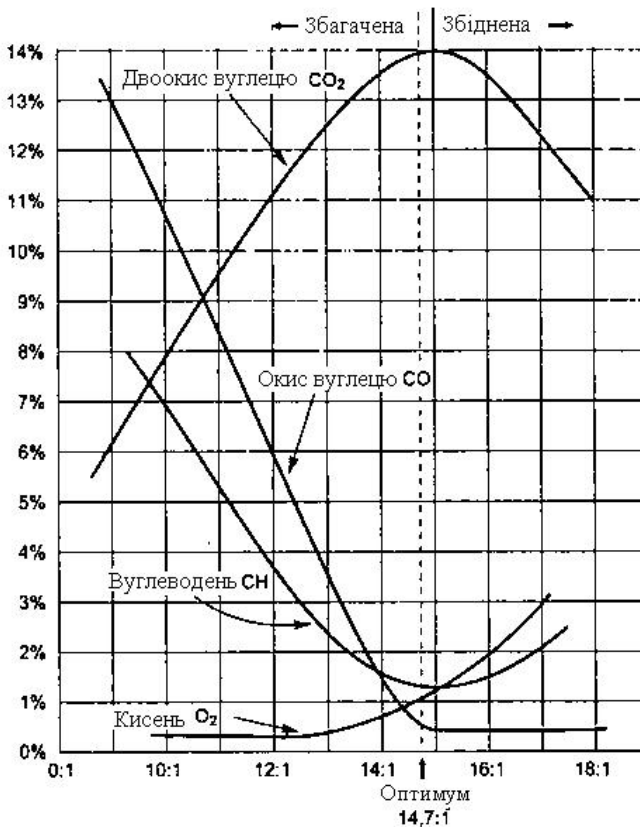


Рис. 5.2 – Залежності вмісту відпрацьованих газів від співвідношення «повітря–паливо»

При збагаченні суміші збільшується вміст CO, тому наявність цього газу можна вважати непрямим індикатором збагаченої суміші. Причини збільшення CO:

- підвищений тиск палива;
- забитий повітряний фільтр;
- переливають форсунки (не може закритися клапан).

Підвищений вміст O<sub>2</sub> означає роботу двигуна на збідненій суміші. Вміст CO<sub>2</sub> – міра ефективності процесу згоряння палива у двигуні. При стехіометричному складі суміші (14,7:1) вміст CO<sub>2</sub> максимальний і становить 12–17 %. При бідній або багатій суміші кількість CO<sub>2</sub> знижується (див. рис. 5.2).

Для експерименту краще обрати два автомобілі, з каталізатором та без нього. На кафедрі трибології, автомобілів та матеріалознавства ХНУ є два автомобіля для діагностування, VW PASSAT B4 без каталізатора і Opel Vectra з упорскуванням палива і трикомпонентним нейтралізатором.

Мета експерименту – за допомогою газоаналізатора відшукати які-небудь несправності у двигуні.

Використаємо наступну методику. Штучним шляхом у двигуні та системі його керування послідовно моделюємо деякі прості дефекти, що часто зустрічаються, і несправності. Після цього реєструємо вміст вихлопних газів і порівнюємо його з вихідними, що відповідає нормальній роботі двигуна. При моделюванні тієї або іншої несправності оберти холостого ходу в обох автомобілів відновлювали до вихідних значень.

### **Контрольні питання**

1. Для чого у діагностуванні автомобілів використовується прилад газоаналізатор?
2. Від чого залежить у складі відпрацьованих газів вміст:
  - а) вуглеводню;
  - б) окису вуглецю;
  - в) двоокису вуглецю;
  - г) окису вуглецю?
3. Як залежить вміст відпрацьованих газів від співвідношення компонентів «повітря–паливо»?

*Література:* [2, 113–126; 5, с. 142–144]

## *Лабораторна робота 6.*

### **Перевірка та регулювання кута встановлення напрямних коліс**

---

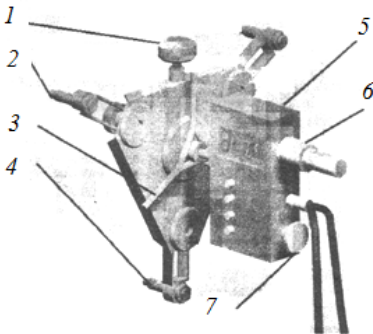
**Мета:** опанувати методику визначення кутів встановлення напрямних коліс автомобілів.

**Матеріали та інструменти:** автомобіль для діагностування, стенд для перевірки кута встановлення коліс.

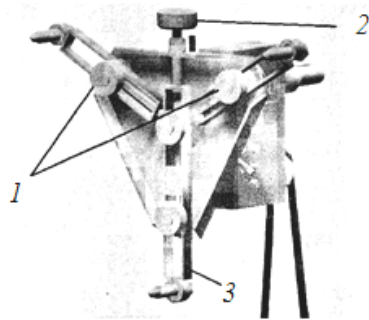
#### **Порядок виконання**

1. Розмістити поворотні круги, пересуваючи їх у пазах майданчика перед колесами автомобіля так, щоб їх центри знаходилися навпроти середини коліс і застопорити їх.

2. Залежно від типу і розміру диска колеса, визначити спосіб кріплення і ширину захвату. Якщо відстань між центрами захватів, встановлених на кінцях нерухомих повзунів 2 (рис. 6.1) затискача обода не відповідає розміру диска, відрегулювати їх положення, попередньо відвернувши стопорні гвинти 1 (рис. 6.2).



**Рис. 6.1 – Кутовий датчик на затискачі обода**



**Рис. 6.2 – Регулювання затискання обода**

Залежно від конструкції диска колеса затискач обода може бути закріплений як зовні, так і всередині. Для цього гвинт 2 рухомого повзуна 3 необхідно обертати за годинниковою стрілкою або у зворотному напрямку, а шпильки повинні бути розвернуті захватами всередину або зовні.

#### **Вимірювання поздовжнього нахилу осі повороту:**

1. Встановити автомобіль передніми колесами на поворотні круги (див. рис. 6.3, а) так, щоб колеса знаходилися в положенні, яке відповідає прямолінійному руху. Сильно гойднути автомобіль, щоб пружні елементи підвіски зайняли правильне положення.

2. Встановити на ліве переднє колесо затискач обода так, щоб при цьому корпус приладу був розташований вертикально рівнем угору перпендикулярно площині обертання (рис. 6.3, а).

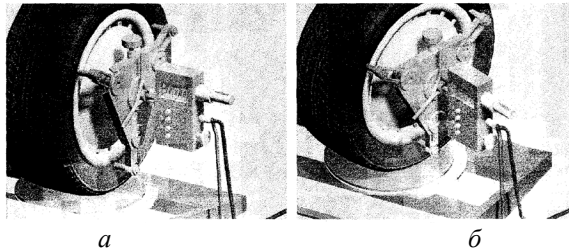


Рис. 6.3 – Вимірювання поздовжнього нахилу кута повороту

3. Натиснути на пульті датчика кутів кнопку **Measuring the longitudinal (transverse) tilt of the turning axis** (вимірювання поздовжнього (поперечного) нахилу осі повороту (рис. 6.4).

	<p>Цифровий дисплей. Світлодіодні індикатори (градуси та міліметри). Кнопка та індикатор режиму замірювання поздовжнього та поперечного нахилу осі повороту</p> <hr/> <p>Кнопка та індикатор режиму заміру кута розвалу</p> <hr/> <p>Кнопка та індикатор режиму заміру сходження</p> <hr/> <p>Кнопка установки нуля</p>
--	---

Рис. 6.4 – Органи керування та індикації

4. Відпустити круги і повернути руль автомобіля у бік колеса, яке вимірюється, на кут 20° за шкалою поворотного круга. Якщо при цьому, внаслідок повороту круга корпус приладу відхилиться від вертикального положення, обережно відпустити вороток фіксатора датчика, відновити вертикальне положення корпусу, а потім знову підтягнути вороток, запевнившись у відсутності люфту приладу на затискачі обода. Потім обертанням маховика 7 (див. рис. 6.1) вивести рівень б у горизонтальне положення (контроль візуальний за бульбашками та рисочками).

5. Натиснути на кутовому датчику кнопку **Zero setting** (встановлення нуля). При цьому на дисплеї висвічується «0.00».

6. Повернути руль автомобіля у бік, протилежний колесу, що вимірюється, на  $20^\circ$  до вивертання колеса у прямолінійне положення, тобто колесо повинно бути повернуто на  $20^\circ$  вправо за шкалою на диску поворотного круга. Якщо при цьому внаслідок повороту колеса, корпус приладу відхиляється від вертикального положення, обережно відпустити вороток, відновити вертикальне положення корпусу, а потім знову підтягнути вороток, упевнившись у відсутності люфту приладу на затискачі обода.

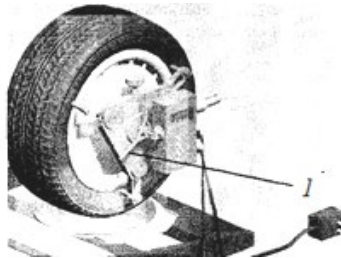
7. Обертанням маховичка на датчику знову добитися горизонтального положення рівня (контроль за рідиною). При цьому на дисплеї буде виведена величина кута поздовжнього нахилу осі повороту в градусах і хвилинах.

8. Аналогічно виконати операції для другого колеса.

**Вимірювання поперечного нахилу осі повороту:**

1. Встановити автомобіль передніми колесами на поворотні круги так, щоб колеса знаходилися в положенні, що відповідає прямолінійному руху. Контроль положення коліс візуальний.

2. Встановити на ліве переднє колесо затискач обода, як показано в п. 2 попереднього розділу, при цьому корпус датчика повинен бути встановлений на колесі паралельно площині обертання рівнем угору і назад по ходу автомобіля (рис. 6.5). Для його встановлення відпустити фіксатор приладу, обертаючи його за рукоятку 1 за годинниковою стрілкою, повернути прилад у потрібне положення і знову затягти фіксатор, обертаючи рукоятку у протилежний бік.



**Рис. 6.5 – Вимірювання поперечного нахилу осі повороту**

3. Загальмувати колеса від довільного провертання. Якщо немає спеціального пристрою, що фіксує педаль гальма у потрібному положенні, можливо просто натиснути її і тримати в процесі вимірювання, однак при цьому, крім водія за кермом, на правому передньому сидінні повинен бути пасажир.

4. Натиснути на пульті датчика кутів кнопку **Measuring the longitudinal (transverse) tilt of the turning axis** (вимірювання поздовжнього (поперечного) нахилу осі повороту, (див. рис. 6.4), при цьому індикатори засвітяться.

5. Повернути руль автомобіля вліво так, щоб колесо вивернулося на кут  $20^\circ$  за шкалою поворотного круга. Обертанням маховика 7 (рис. 6.1) вивести рівень у горизонтальне положення за рідиною.

6. Натиснути кнопку **Zero setting** (встановлення нуля). При цьому на дисплеї встановлюється значення «00.00».



7. Повернути руль автомобіля вправо до середнього положення, а потім ще на  $20^\circ$  за шкалою поворотного круга в градусах і хвиликах.

8. Встановити на праве положення затискач обода, при цьому корпус датчика повинен бути встановлений на колесі паралельно площині обертання рівнем угору і вперед по руху автомобіля. Для його встановлення відпустити фіксатор приладу, обертаючи його за рукоятку 1 за годинниковою стрілкою, перевернути прилад у потрібне положення і знову затягти фіксатор, обертаючи рукоятку в протилежний бік.

9. Повторити аналогічно для другого колеса.

#### **Вимірювання кута розвалу:**

1. Встановити автомобіль передніми колесами на ролики так, щоб вони знаходилися в положенні, яке відповідає прямолінійному руху. Контроль положення коліс візуальний. Повертати вручну колеса вперед-назад на  $20\text{--}30^\circ$  у кожен бік 3–5 разів для того, щоб зняти напруження підвіски, яке могло виникнути в результаті установаження коліс на ролики. Ознакою зняття напруження є зниження зусилля, яке необхідне для провертання колеса.

2. Встановити на колесо затискач обода, при цьому корпус датчика повинен бути перпендикулярним площині обертання рівнем донизу (рис. 6.6, а).

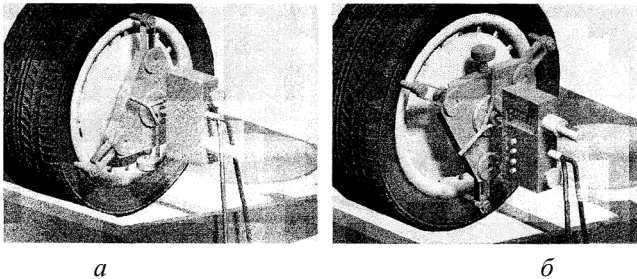


Рис. 6.6 – Вимірювання кута розвалу

3. Натиснути на пульті датчика кутів кнопку **Camber angle measurement (забір кута розвалу)**. При цьому індикатори засвітяться.

4. Обертанням маховичка на датчику вивести рівень у горизонтальне положення (контроль за рідиною).

5. Натиснути на кнопку **Zero setting (встановлення нуля)**.

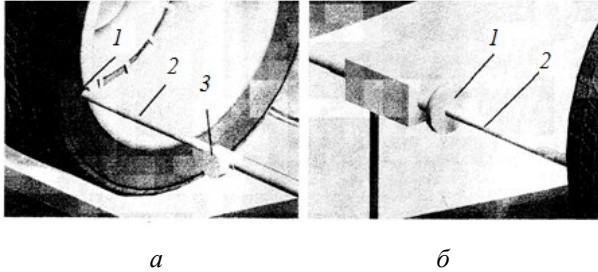
6. Вручну повернути колесо з датчиком на роликах на  $180^\circ$  так, щоб рівень перемістився угору (рис. 6.6, б). Повертати вручну колеса вперед-назад на  $20\text{--}30^\circ$  у кожен бік 3–5 разів для того, щоб зняти напруження підвіски.

7. Обертанням маховичка знову добитися горизонтального положення рівня (контроль за рідиною). При цьому на дисплей буде виведена інформація про величину кута розвалу, що вимірюється в градусах та хвиликах.

#### **Вимірювання сходження**

1. Виконати п. 1 послідовності вимірювання кута розвалу.

2. З урахуванням ширини колії автомобіля, відрегулювати вихід нерухомого штоку так, щоб при встановленні датчика сходження у розпір між дисками коліс, рухомий шток був всунутий на половину свого робочого ходу (14–15 мм). Для цього звільнити цанговий затискач, що фіксує нерухомий шток, вставити датчик між колесами як показано на рис. 6.7, висунути шток до дотикання ним диску та злегка затягти цанговий затискач. Потім висунути датчик, відпустити цанговий затискач. Висунути шток на 14–15 мм і вже остаточно затягти цанговий затискач.



**Рис. 6.7 – Вимірювання сходження**

3. Встановити датчик сходження спереду по ходу автомобіля у розпір між передніми колесами, по висоті як можна ближче до їх центрів. Для запобігання похибки вимірювання за рахунок втиснення загострених штоків у шину, надіти наконечники штоків прорізью на відбортовку диска або повернути їх і встановити так, щоб після цього гайки 1 (рис. 6.7, а) на рухомому і нерухомому штоках були вивернуті до дотикання до диска колеса.

4. Встановити прилад на нуль.

5. Провернути колеса автомобіля, разом з затиснутим датчиком сходження так, щоб він опинився ззаду по напрямку руху автомобіля на висоті як можна ближче до центра колеса, для чого скористатися воротками, які є на опорних котках або безпосередньо руками взятися за ролики та повернути їх. Вимірювання буде більш точним, якщо в процесі повертання коліс датчик сходження в початковому і кінцевому положенні буде розміщений на однаковій відстані від підлоги. Таким чином буде виключено вплив коліс на результат вимірювання. При цьому на дисплеї буде виведена величина сходження в міліметрах і десятих частках міліметра у вигляді «+XX.X» або «-XX.X». Якщо в паспорті автомобіля величина сходження задана в градусах, слід звірити її з даними, наведеним у таблиці переведення.

### **Теоретичні відомості та методичні рекомендації**

Внаслідок спрацювання, пружних та залишкових деформацій деталей підвіски, коліс, балки переднього мосту і рами початкове встановлення передніх коліс порушується. Тому перевіряють та регулюють кути сходження,

розвалу, поперечного та поздовжнього нахилу коліс шворнів (осі повороту коліс вантажних автомобілів). Для оцінки якості керування автомобіля необхідно знати співвідношення кутів повороту коліс. Нормативні значення кутів напрямних коліс деяких автомобілів наведені в таблиці 6.1.

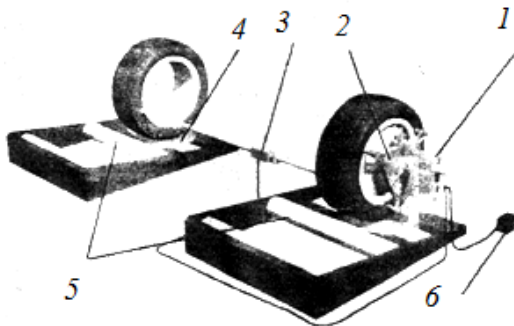
**Таблиця 6.1 – Значення кутів встановлення напрямних коліс автомобілів**

Марка автомобіля	Кут поздовжнього нахилу осі повороту передніх коліс	Кут коліс	
		розвалу	сходження
Chevrolet Lanos, Daewoo Lanos	$1^{\circ}45' - 3^{\circ}45'$ ( $0^{\circ}30' - 2^{\circ}30'$ )*	$-1^{\circ}10' \pm 20'$	$0^{\circ}10' \pm 10'$
Renault Logan	$2^{\circ}42' \pm 30'$	$-0^{\circ}10' \pm 30'$	$-0^{\circ}10' \pm 10'$
Peugeot 206	$3^{\circ} \pm 30'$ ( $2^{\circ} \pm 30'$ )*	$0^{\circ} \pm 30'$	$-0,75 \pm 0,5$ ( $-0^{\circ}7' \pm 4'$ )*
Mitsubishi Pajero	$2^{\circ}00' - 3^{\circ}00'$ (1983–1988 р.в.)	$0^{\circ}30' - 1^{\circ}30'$ (1983–1991 р.в.)	2–9 мм (1983–1991 р.в.)
	$2^{\circ}00' - 3^{\circ}50'$ (1988–1998 р.в.)	$0^{\circ}10' - 1^{\circ}10'$ (1992–1994 р.в.)	2–7 мм (1992–1998 р.в.)
		$0^{\circ}17' - 1^{\circ}17'$ (з 1998 р.в.)	
Volvo S40/V40	$12^{\circ}41' \pm 1^{\circ}$	$0^{\circ}30' \pm 1^{\circ}$	–

*Примітка.* \* Рульове керування без гідропідсилювача.

Перевірку кута встановлення напрямних коліс можливо виконувати за допомогою мікропроцесорного електронного стенду ІПК М-1.

Стенд для перевірки кута встановлення коліс легкових автомобілів ІПК М-1 (рис. 6.8) призначений для індикації кутів поздовжнього, поперечного нахилу осі повороту, розвалу та величини сходження.



**Рис. 6.8 – Загальний вид стенда ІПК М-1:**

- 1* – вимірювальний пристрій;
- 2* – затискач ободу;
- 3* – датчик для вимірювання величини сходження коліс;
- 4* – поворотний круг;
- 5* – майданчик з катками;
- 6* – блок живлення

Конструкція стенда дозволяє виконувати контрольні-регулювальні роботи в умовах невеликих авторемонтних майстерень, а також на лініях експрес-діагностики. Стенд може бути змонтований як на підйомнику, який дозволяє підвісити автомобіль без відривання коліс від підставки, так і на оглядовій ямі або естакаді.

Принцип роботи стенда полягає у вимірюванні кутових переміщень рідинного рівня і лінійних переміщень рухомого штока, які пропорційні кутам встановлення коліс і які потім сприймаються датчиками та обробляються мікропроцесором. Результат вимірювань відображається на дисплеї у наступному вигляді:  $XX.YY$  – для величини поздовжнього та поперечного нахилу осі повороту і розвалу, де  $XX$  – кутові градуси, а  $YY$  – кутові хвилини,  $MM.m$  – для сходження, де  $MM$  – міліметри, а  $m$  – десяті долі міліметру.

При від'ємному значенні параметру, що вимірюється перед вказаними числами висвічується знак «мінус».

Вимірювальний пристрій стенду складається з затискача обода 2, датчика кутів у складі з мікропроцесорним блоком керування 1, а також датчика сходження 3. Контрольований автомобіль, залежно від вимірювання, що виконується, розміщується напрямними колесами на поворотних кругах 4 майданчиків або на роликах 5. На кожному майданчику є отвори для кріплення його анкерними болтами до підлоги, естакади або підйомника. На поворотні круги 4 нанесена кутова шкала, яка дозволяє при встановленні на них передніх коліс автомобіля повертати їх на заданий кут, що необхідно для заміряння кутів нахилу осі повороту. Датчик сходження 3 має висувний шток, який фіксується цанговим затискачем для регулювання його довжини у відповідності з шириною колії коліс автомобіля. Другий кінець датчика оснащений підпружиненим штоком, який у процесі вимірювання діє на чутливий елемент.

Основним вузлом пристрою є кутовий датчик у зборі з затискачем обода (див. рис. 6.2). Затискач обода оснащений двома нерухомими упорами 2, розташованими на фіксованих бокових повзунах, і одним рухомим, який може переміщуватися при повертанні гвинта 1. Для підбору ширини захвату затискача обода, яка відповідає розміру диску автомобіля, що перевіряється, може знадобитися перестановка шпильок в інші отвори (далі або ближче від центра). Для переведення затискача обода до розміщення або в розпір всередині колісного диска, або до установа його на зовнішню частину, слід відпустити контргайки і повернути шпильки на  $180^\circ$ , щоб затискачі в них на кінцях зайняли відповідне положення – за напрямком до центра колеса, або навпаки.

Затягування повинно бути без зайвого зусилля, але достатнє для того, щоб прилад не мав люфту. На корпусі кутового датчика 5 розташований рідинний рівень 6 і маховичок 7, який дозволяє під час вимірювання змінювати положення цього рівня. Для підключення до джерела живлення призначений кабель, на кінці якого є штекер. Датчик сходження підключається до приладу через електричний рознім.

На затискачах обода встановлений фіксатор датчика 3 (див. рис. 6.1) який дозволяє розміщувати прилад паралельно або перпендикулярно площини обертання колеса, а також повертати його навколо осі та фіксувати в будь-якому положенні. Для цього відпустити важільний вороток 3, повернути прилад у потрібне положення і знову його затягнути.

На лицьовому боці корпусу кутового датчика розташовані кнопки керування та індикатори. Їх позначення та функції наведені (див. рис. 6.4).

### **Контрольні питання**

1. Що називають кутом розвалу напрямних коліс автомобіля?
2. Що називають кутом сходження напрямних коліс автомобіля?
3. До яких наслідків може привести неправильне встановлення кутів напрямних коліс?
4. Яким чином регулюється кут розвалу та кут сходження напрямних коліс?
5. Який принцип роботи стенду для перевірки кута встановлення коліс легкових автомобілів?

*Література:* [1, 53–61; 5, с. 107–121]

## **Лабораторна робота 7.**

### **Діагностика генераторів двигунів**

---

**Мета:** опанувати методику елементної діагностики генератора двигуна автомобіля. За результатами діагностики оцінити його робочий стан і при необхідності призначити ремонт.

**Матеріали та інструменти:** стенд двигуна автомобіля для діагностування, набір гайкових ключів, вольтметр постійного струму на 15 В, реостат на 5 А, джерело постійного струму з напругою 24 В, джерело постійного струму з напругою 12 В, контрольна лампа на 12 В.

#### **Порядок проведення роботи**

1. Під'єднати вольтметр до клем АКБ та запустити двигун.
2. Зняти показники вольтметра і порівняти з граничними значеннями.
3. Заглушити двигун і від'єднати генератор за допомогою інструменту.
4. Розібрати генератор на елементи.
5. Перевірити випрямний блок генератора за схемою 7.1.
6. Перевірити регулятор напруги за схемою 7.2.
7. Провести візуальну діагностику інших елементів.
8. Зробити висновки.

#### **Теоретичні відомості та методичні рекомендації**

Генератор – електрична машина, призначена для перетворення частини механічної енергії двигуна в електричну з метою забезпечення роботи споживачів і зарядки акумуляторної батареї.

Генератор 97.3701 (або його модифікація 971.3701) – трифазний синхронний генератор змінного струму з електромагнітним збудженням. Обмотки статора генератора з'єднані в подвійну зірку. Для випрямлення змінного струму в генератор вмонтований випрямний блок БПВ 76-80-02, зібраний за мостовою схемою із трьома додатковими діодами для живлення обмотки збудження та підключення лампи контролю.

Генератор також має вмонтований регулятор напруги і фільтруючий конденсатор 2,2 мкФ.

Генератор працює в однопровідній схемі електроустаткування автомобіля. «Мінус» – корпус генератора. Генератор має два виводи «+» і «Д» для підключення до електромережі автомобіля та гнізда «->», «Ш» і «В» для діагностики генератора.

Генератор – основне джерело електроенергії в автомобілі і, як значна частина вузлів і агрегатів, через певний час виходить з ладу.

У більшості випадків несправний генератор можна відремонтувати. Але перш, ніж приступити до роботи, варто врахувати «вік» генератора та

оцінити економічну доцільність заміни його деталей. Іноді доцільно придбати новий або відновлений.

Ремонт генератора повноцінний тільки за умови його зняття з машини, проведення комплексної діагностики на спеціальному стенді і повним розбиранням. Без цих операцій можна лише перевірити напругу при працюючому двигуні, замінити електронний регулятор напруги (ЕРН), а також зношені щітки. Слід зазначити, що при цьому не завжди усуваються приховані поломки генератора. Можлива наявність інших несправностей: наприклад, через відмову діодного мосту генератор видає занижену напругу, а «підгорілий» ЕРН – завищену. В результаті при малих навантаженнях генератор зберігає працездатність (напруга становить 13,8–14,9 В), але при збільшенні навантаження його енерговіддача різко зменшується.

Якщо не виявити коротке замикання обмоток або діодного моста, новий регулятор після встановлення відразу згоряє.

Розібраний генератор варто вимити. При цій, нескладній на перший погляд, процедурі відділяється бруд (у т.ч. металеві включення), що надалі підвищує ресурс відремонтованого агрегату. У сучасних профільних майстернях для мийки застосовують спеціальний розчин (токсичні солярка, бензин або розчинники не використовуються).

Під час ремонту можна замінити практично будь-яку деталь генератора. Регулятор напруги і випрямний міст («підкову») з основними та допоміжними діодами, як правило, замінюють новими.

Однією з поломок, усунення яких пов'язане з великою трудомісткістю, є вихід з ладу обмоток генератора (перегоряння лакової ізоляції, замикання, механічне ушкодження тощо). У цьому випадку необхідне їхнє перемотування. Така процедура для статора в спеціалізованих СТО відпрацьована досить добре і, як правило, труднощів не викликає.

Слід зазначити, що перемотати статорну обмотку генератора буде значно дешевше (на 25–50 %), ніж купувати новий вузол, через високу вартість сердечника – пакета пластин зі спеціальної електротехнічної сталі.

З ротором ситуація складніше – це найдорожча деталь генератора (40–60 % його вартості). Як правило, ротор нерозбірний, тому у випадку поломки його найчастіше замінюють новим.

При перемотуванні ротора дуже важливе наступне його балансування. Робота ця складна і в результаті ремонт ротора може обійтися дорожче, ніж купівля нової деталі. От чому навіть розбірні ротори перемотують тільки в крайніх випадках – якщо немає можливості купити нову запчастину.

Підшипники генератора ремонту не підлягають. При зношуванні одного з них, бажано, замінити два – це підвищить надійність роботи відремонтованого агрегату.

**Діагностика генератора.** Про те, що з генератором не все в порядку, у першу чергу сигналізує контрольна лампа зарядки акумуляторної батареї (АКБ). Якщо вона горить при запущеному двигуні, виходить, генератор не видає зарядний струм. У таких випадках причиною несправності, найчастіше,

є зношування щіток агрегату (вони припиняють щільно притискатися до контактних кілець) або самих кілець. Лампа може продовжувати світитися і у випадку перегорання електронного регулятора напруги, випрямних і(або) допоміжних діодів. Також перевірити справність генератора можна, включивши фари та запустивши двигун. Якщо при збільшенні обертів вони не починають горіти яскравіше, це свідчить про те, що генератор не «видає» електроенергію.

Більш точну діагностику проводять із використанням вольтметра, приєднаного до клем АКБ при запущеному двигуні. На обертах холостого ходу прилад повинен зареєструвати напругу 13,6–14,8 В. Показання, що відрізняються більш, ніж на 1 В (наприклад, 12,5 або 16 В), свідчать про несправності генератора і(або) регулятора напруги.

Слід зазначити, що палаюча контрольна лампа зарядки АКБ може сигналізувати та про інші неполадки в машині, у той час як генератор може бути справним. Наприклад, ремінь приводу генератора згодом зношується і, якщо його не підтягувати, починає проковзувати на шківях. У результаті оберти генератора зменшуються, а його енерговіддача знижується. Така ж картина може спостерігатися, якщо зношені шківі агрегату (у цьому випадку ремінь «провалюється» у зношені шківі, що може призвести до його обриву).

**Перевірка котушки збудження ротора.** Обмотку збудження можна перевірити, не знімаючи генератор з автомобіля, знявши тільки регулятор напруги із щіткотримачем: при необхідності, зачистити контактні кільця; омметром або контрольною лампою перевірити наявність (відсутність) обривів в обмотці збудження; перевірити відсутність короткого замикання на «мінус» обмотки збудження; виміряти опір обмотки (повинен бути 2,5 Ом при  $t = 20^\circ\text{C}$ ).

**Перевірка діодів випрямного блоку.** Справний діод пропускає струм тільки в одному напрямку. Несправний може або взагалі не пропускати його (обрив кола) або пропускати в обох напрямках (коротке замикання).

При справних діодах випрямного блоку в положенні I (див. рис. 7.1) перемикача лампа повинна горіти, а в положенні II – горіти не повинна. Якщо в обох положеннях перемикача лампа горить – це вказує на несправність діодів випрямного блоку. Такий блок підлягає заміні.

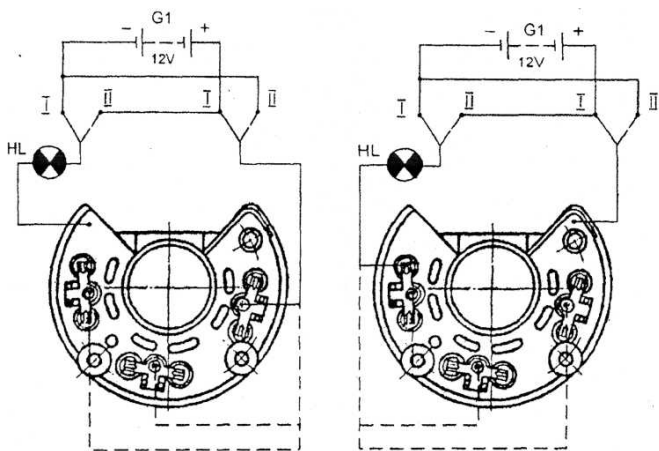
**Перевірка регулятора напруги.** Генератор 97.3701 має регулятор напруги типу Я212 А11Е, що являє собою нерозбірний нерегульований вузол, припаяний до щіток генератора. Робота регулятора полягає в безперервній і автоматичній зміні сили струму збудження генератора таким чином, щоб напруга генератора підтримувалася у заданих межах при зміні частоти обертання і струму навантаження генератора.

**Перевірка на автомобілі.** Для перевірки необхідно мати вольтметр постійного струму зі шкалою до 15–30 В, класу точності не нижче 1,0.

Після 15 хв роботи двигуна на середній частоті обертання при включених фарах заміряти напругу між клемою «+» і масою генератора. Напруга повинна перебувати в межах  $14 \pm 0,3$  В.

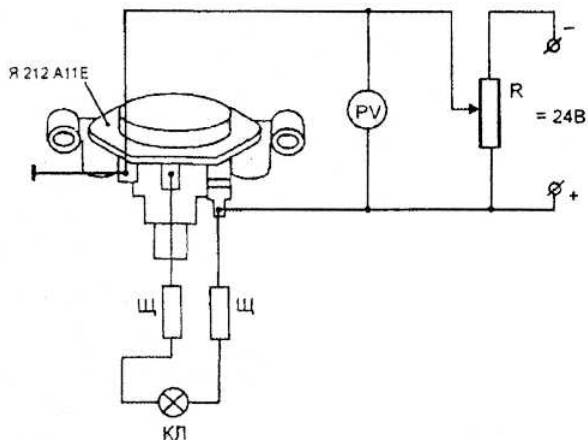
Якщо напруга менше (недозаряд) або більше (перезаряд) – регулятор напруги підлягає заміні.





**Рис. 7.1 – Схема перевірки випрямного блоку генератора 97.3701:  
G1 – акумуляторна батарея; HL – контрольна лампа**

**Перевірка знятого регулятора.** Регулятор, знятий з генератора, перевіряється за схемою (рис. 7.2), якщо: щітками Щ генератора включити лампу потужністю 1–3 Вт, 12 В. До виводу «+» і до маси регулятора приєднують джерело живлення спочатку напругою 12 В, а потім – 15–16 В; регулятор справний, то в першому випадку лампа має горіти, а в другому – гаснути; лампа горить в обох випадках, то в регуляторі є пробій, а якщо не горить в обох випадках – то в регуляторі є обрив.



**Рис. 7.2 – Перевірка регулятора напруги:  
Я212А11Е – регулятор напруги; КЛ – контрольна лампа; Щ – щітки;  
PV – вольтметр постійного струму на 15 В; R – реостат на 5 А;  
24 В – джерело постійного струму з напругою 24 В**

**Перевірка конденсатора.** Конденсатор слугує для захисту електронного устаткування автомобіля від імпульсів напруги в системі запалювання, а також для зниження перешкод радіоприйому.

Ушкодження конденсатора або ослаблення його кріплення на генераторі (погіршення контакту з «мінусом») виявляється за збільшенням перешкод радіоприйому при працюючому двигуні.

Орієнтовно справність конденсатора можна перевірити мегомметром або тестером. Якщо в конденсаторі немає обриву, то в момент приєднання щупів приладу до виводів конденсатора стрілка повинна відхилитися у бік зменшення опору, а потім поступово повернутися назад. Ємність конденсатора, заміряна спеціальним приладом, повинна бути  $2,2 \text{ мкФ} \pm 20 \%$ .

**Ремонт генератора.** Несправні або ушкоджені деталі генератора замінюються новими. Єдиний вид ремонту – це проточування контактних кілець у випадку їх зношування або підгоряння.

Биття кілець щодо шийок вала не повинне бути більше 0,05 мм.

**Заміна щіток.** Якщо щітки зносилися і виступають із щіткотримача менше, ніж на 8 мм, то щітки підлягають заміні, для чого необхідно: зняти щіткотримач; випаяти регулятор напруги; замінити щітки; перед установленням регулятора напруги з новими щітками продути гніздо в генераторі від вугільного пилу та видалити забруднення;

– припаяти виводи регулятора напруги.

**Перевірка статора.** Перевіряється окремо після розбирання генератора на відсутність обривів в обмотці та короткому замиканні витків в обмотці на «мінус». Ізоляція дротів повинна бути без слідів перегріву, що відбувається при короткому замиканні у діодах випрямного блоку. Статор з такими слідами підлягає заміні.

**Перевірка регульованої напруги:** зберігаючи задану швидкість обертання та заданий струм, перевірити величину напруги між клемою «+В» і «мінусом» генератора; контрольна лампа повинна згаснути.

**Перевірка вимикання контрольної лампи.** При досягненні швидкості обертання 1500 об/хв і утримання сили струму  $0,21 \pm 0,25 \text{ А}$  між клемою «+В» і «мінусом» – контрольна лампа повинна згаснути (допускається паралельне та послідовне приєднання резисторів у коло контрольної лампи для підтримання заданої сили струму).

## Контрольні питання

1. Для чого призначений генератор в автомобілі?
2. Які складові генератора підлягають перевірці після його розбирання?
3. Як провести діагностику випрямного блоку генератора?
4. Як провести діагностику регулятора напруги генератора?
5. Як провести перевірку котушки збудження ротора генератора?
6. Які основні несправності генератора?

**Література:** [3, 112–131; 5, с. 122–126]

## Лабораторна робота 8.

### Діагностування приладів системи запалювання

**Мета:** опанувати методику діагностики системи запалювання двигуна автомобіля. За результатами діагностики оцінити робочий стан елементів системи.

**Матеріали та інструменти:** стенд двигуна автомобіля для діагностування, набір гайкових ключів, іскровий пробійник.

#### Порядок виконання

1. Відключаємо дріт високої напруги від першого циліндра і підключаємо його до пробійника. Заводимо двигун (оскільки один циліндр відключений, то працюють тільки три). Поступово збільшуючи зазор в пробійнику, дивимось, при якому зазорі іскра в ньому стає нестабільною (з'являються пропуски). Фіксуємо значення зазору і за графіком (рис. 8.1) переводимо його в напругу. Це і є напруга іскроутворення на даному циліндрі. Мінімальне значення повинно бути не менше 30 кВ, що відповідає 10 мм зазору в пробійнику.

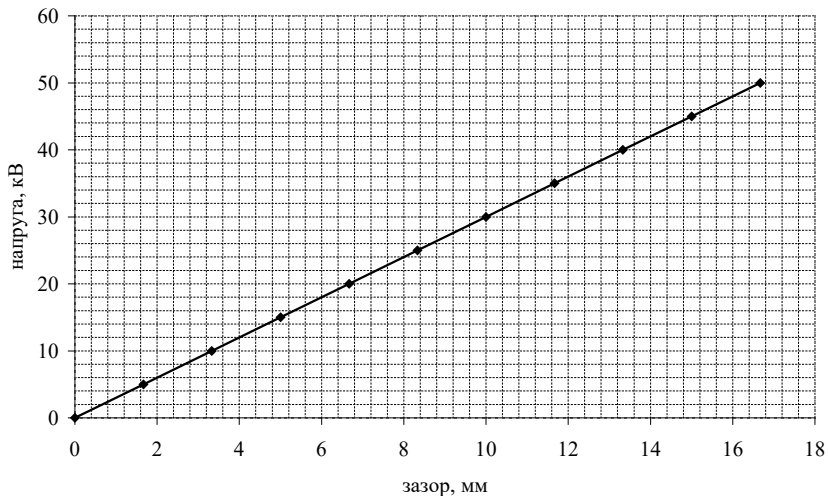


Рис. 8.1 – Графік залежності напруги іскроутворення від зазору

2. Повторюємо вимірювання для інших циліндрів.

3. Проводимо аналіз:

– напруга за всіма циліндрами рівномірна і однакова – 40–45 кВ, що відповідає 15 мм. Система запалювання справна;

– напруга за всіма циліндрах менша 30 кВ (10 мм), але на центральному дроті напруга понад 40 кВ – несправність розподільника (бігунок, кришка);

– на центральному дроті напруга менша 30 кВ (10 мм). Несправна котушка, комутатор;

– на окремих циліндрах напруга значно менша 30 кВ, хоча на інших вона перевищує 40–45 кВ. Несправність дроту цього циліндра або дефект кришки розподільника.

### Теоретичні відомості та методичні рекомендації

Система запалювання призначена для створення струму високої напруги і розподілу його за свічками циліндрів. Імпульс струму високої напруги подається на свічки в строго певний момент часу, який змінюється залежно від частоти обертання колінчастого вала і навантаження на двигун. Сьогодні на автомобілях може встановлюватися контактна система запалювання або безконтактна електронна система.

**Контактна система запалювання.** Джерела електричного струму автомобіля (генератор, АКБ) виробляють струм низької напруги. Вони «видають» у бортову електричну мережу автомобіля 12–14 В, але для виникнення іскри між електродами свічки на них необхідно подати  $18 \cdot 10^3$ – $20 \cdot 10^3$  В. Тому в системі запалювання є два електричні кола: низької (рис. 8.2, а) і високої напруги (рис. 8.2, б).

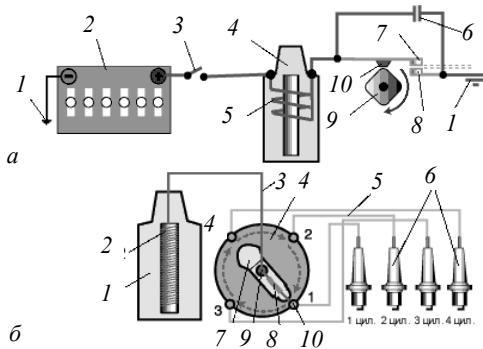


Рис. 8.2 – Контактна система запалювання в автомобілі

а – електричне коло високої напруги:

- 1 – котушка запалювання; 2 – вторинна обмотка (високої напруги);
- 3 – високовольтний дрот котушки запалювання; 4 – кришка розподільника струму високої напруги; 5 – високовольтні дроти свічок запалювання;
- 6 – свічки запалювання; 7 – розподільник струму високої напруги («повзунок»);
- 8 – резистор; 9 – центральний контакт розподільника; 10 – бічні контакти кришки

б – електричне коло низької напруги:

- 1 – «маса» автомобіля; 2 – акумуляторна батарея;
- 3 – контакти замка запалювання; 4 – котушка запалювання;
- 5 – первинна обмотка (низької напруги); 6 – конденсатор;
- 7 – рухомий контакт переривника; 8 – нерухомий контакт переривника;
- 9 – кулачок переривника; 10 – молоточок контактів

Котушка запалювання призначена для перетворення струму низької напруги на високу напругу. Як і більшість приладів системи запалювання, вона розташовується в моторному відсіку автомобіля. Коли обмоткою низької напруги проходить електричний струм, то навколо неї створюється магнітне поле. Якщо ж перервати струм у цій обмотці, то магнітне поле, що зникає, індукує струм вже в іншій обмотці (високої напруги). За рахунок різниці в кількості витків обмотки котушки, з 12 В ми отримуємо необхідні нам  $20 \cdot 10^3$  В – це якраз та напруга, яка в змозі пробити повітряний простір (біля 1 мм) між електродами свічки запалювання. Переривник струму низької напруги потрібен для того, щоб розмикати струм у колі низької напруги. Саме при цьому у вторинній обмотці котушки запалювання індукується струм високої напруги, який потім надходить на центральний контакт розподільника.

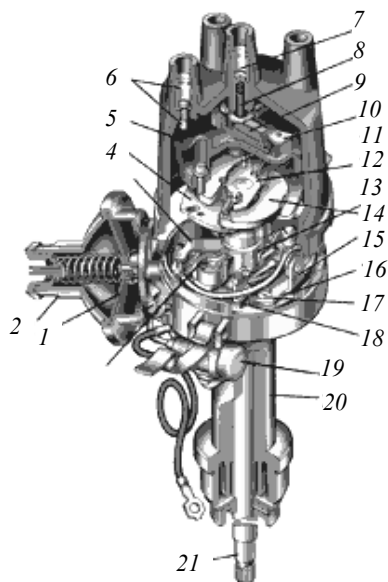
Контакти переривника знаходяться під кришкою розподільника запалювання. Пластинчаста пружина рухомого контакту постійно притискає його до нерухомого контакту. Розмикаються вони лише на короткий термін, коли кулачок, що набігає приводного вала переривника-розподільника натисне на молоточок рухомого контакту.

Паралельно контактам включений конденсатор. Він необхідний для того, щоб контакти не обгорали в момент розмикання. Під час відриву рухомого контакту від нерухомого, між ними хоче проскочити потужна іскра, але конденсатор вбирає в себе значну частину електричного розряду та іскріння зменшується до незначного. Також він приймає участь у збільшенні напруги у вторинній обмотці котушки запалювання. Коли контакти переривника повністю розмикаються, конденсатор розряджається, створюючи зворотний струм у колі низької напруги, і тим самим прискорює зникнення магнітного поля. А чим швидше зникає це поле, тим більший струм виникає в колі високої напруги. При виході конденсатора з ладу двигун працювати не буде. Напруга у вторинному колі вийде недостатньо великою для того, щоб пробити повітряну перешкоду між електродами свічки запалювання.

Переривник струму низької напруги і розподільник високої напруги розташовані в одному корпусі і мають привід від колінчастого вала двигуна (див. рис. 8.3).

Кришка розподільника і розподільник (ротор) струму високої напруги призначені для розподілу струму високої напруги по свічках циліндрів двигуна. Після того, як у котушці запалювання утворився струм високої напруги, він потрапляє на центральний контакт кришки розподільника, а потім через підпружинений контактний графіт – на пластину ротора. Під час обертання ротора струм «зіскакує» з його пластини через невеликий повітряний зазор на бічні контакти кришки.

Далі через високовольні дроти імпульс струму високої напруги потрапляє до свічок запалювання. Бічні контакти кришки розподільника пронумеровані і з'єднані (високовольтними дротами) зі свічками циліндрів в строго певній послідовності.



**Рис. 8.3 – Переривник-розподільник:**

- 1** – діафрагма вакуумного регулятора; **2** – корпус вакуумного регулятора;  
**3** – тяга; **4** – опорна пластина; **5** – ротор розподільника («повзунок»);  
**6** – бічний контакт кришки; **7** – центральний контакт кришки;  
**8** – контактний графіт; **9** – резистор; **10** – зовнішній контакт пластини ротора;  
**11** – кришка розподільника; **12** – пластина відцентрового регулятора;  
**13** – кулачок переривника; **14** – тягарець; **15** – контактна група;  
**16** – рухома пластина переривника; **17** – гвинт кріплення контактної групи;  
**18** – паз для регулювання зазорів у контактах; **19** – конденсатор;  
**20** – корпус переривника-розподільника; **21** – приводний вал;  
**22** – фільтр для змащення кулачка

Таким чином встановлюється порядок роботи циліндрів. Як правило, для чотирициліндрових двигунів, застосовується послідовність: 1–3–4–2. Це означає, що після займання робочої суміші в першому циліндрі, наступний «вибух» відбудеться в третьому, потім в четвертому і, нарешті, у другому циліндрі. Такий порядок роботи циліндрів встановлений для рівномірного розподілу навантаження на колінчастий вал двигуна.

Подача високої напруги на електроди свічки запалювання повинна відбуватися в кінці такту стиску, коли поршень не доходить до верхньої мертвої точки приблизно на 40–60°, яке вимірюється за кутом повороту колінчастого вала. Цей кут називають *кутом випередження запалювання*.

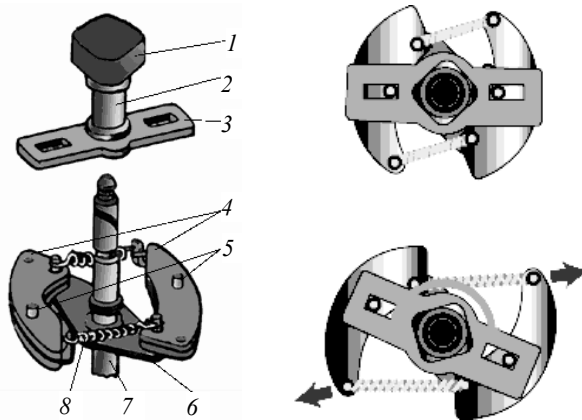
Необхідність випередження моменту запалювання горючої суміші обумовлена тим, що поршень рухається в циліндрі з величезною швидкістю. Якщо суміш підпалити дещо пізніше, то гази, що розширюються, не будуть

встигати робити свою основну роботу – тиснути на поршень у належній мірі. Хоча горюча суміш і згорає протягом 0,001–0,002 с, підпалювати її треба до підходу поршня до верхньої мертвої точки. Тоді на початку і середині робочого ходу поршень буде відчувати необхідний тиск газів, а двигун буде мати ту потужність, яка потрібна для руху автомобіля.

Початковий кут випередження запалювання виставляється та коригується з допомогою повороту корпусу переривника-розподільника. Тим самим ми вибираємо момент розмикання контактів переривника, наближаючи їх або навпаки, видаляючи від кулачка, що набігає, приводного вала переривника-розподільника. Проте, залежно від режиму роботи двигуна, умови процесу згоряння робочої суміші в циліндрах постійно змінюються. Тому для забезпечення оптимальних умов, необхідно постійно змінювати і зазначений вище кут (40–60°). Це забезпечують відцентровий і вакуумний регулятори випередження запалювання.

Відцентровий регулятор випередження запалювання призначений для зміни моменту виникнення іскри між електродами свічок запалювання, залежно від швидкості обертання колінчастого вала двигуна.

При збільшенні обертів колінчастого вала двигуна, поршні в циліндрах збільшують швидкість свого зворотно-поступального руху. У той же час швидкість згоряння робочої суміші залишається практично незмінною. Це означає, що для забезпечення нормального робочого процесу в циліндрі, суміш необхідно підпалювати трохи раніше. Для цього іскра між електродами свічки повинна проскочити раніше, а це можливо лише в тому випадку, якщо контакти переривника розімкнуться теж раніше. Ось це і повинен забезпечити відцентровий регулятор випередження запалювання (рис. 8.4).



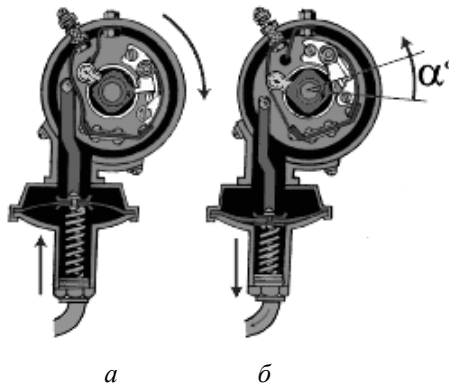
**Рис. 8.4 – Відцентровий регулятор кута випередження запалювання:**  
 1 – кулачок переривника; 2 – втулка кулачків; 3 – рухома пластина; 4 – тягарці;  
 5 – шипи тягарців; 6 – опорна пластина; 7 – приводний вал; 8 – стяжні пружини

Відцентровий регулятор випередження запалювання знаходиться в корпусі переривника-розподільника. Він складається з двох плоских металевих тягарців, кожен з яких одним зі своїх кінців закріплений на опорній пластині, жорстко з'єднаній з приводним валом. Шипи тягарців входять у прорізи рухомої пластини, на якій закріплена втулка кулачків переривника. Пластина з втулкою мають можливість провертатися на невеликий кут щодо приводного вала переривника-розподільника. У міру збільшення числа обертів колінчастого вала двигуна, збільшується і частота обертання вала переривника-розподільника. Тягарці, через відцентрову силу, розходяться у сторони і зрушують втулку кулачків переривника «у відрив» від приводного вала, тобто кулачок, що набігає, повертається на деякий кут по ходу обертання назустріч молоточку контактів. Відповідно контакти розмикаються раніше, кут випередження запалювання збільшується. При зменшенні швидкості обертання приводного вала, відцентрова сила зменшується і під впливом пружин тягарці повертаються на місце – кут випередження запалювання зменшується.

Вакуумний регулятор випередження запалювання призначений для зміни моменту виникнення іскри між електродами свічок запалювання, залежно від навантаження на двигун.

На одній і тій же частоті обертання колінчастого вала двигуна, положення дросельної заслінки (педалі газу) може бути різним. Це означає, що у циліндрах буде утворюватися суміш різного складу. А швидкість згоряння робочої суміші якраз і залежить від її складу. При повністю відкритій дросельній заслінці суміш згорає швидше і підпалювати її можна і потрібно пізніше. Тобто кут випередження запалювання треба зменшувати. І навпаки, коли дросельна заслінка прикрита, швидкість згоряння робочої суміші зменшується, тому кут випередження запалювання повинен бути збільшений.

Вакуумний регулятор (рис. 8.5) кріпиться до корпусу переривника-розподільника.



**Рис. 8.5 – Вакуумний регулятор кута випередження запалювання:**  
***а* – зменшений; *б* – збільшений**



Корпус регулятора розділений діафрагмою на два об'єми. Один з них пов'язаний з атмосферою, а інший, через сполучну трубку, з порожниною під дросельною заслінкою. За допомогою тяги, діафрагма регулятора з'єднана з рухомою пластиною, на якій розташовуються контакти переривника.

При збільшенні кут відкриття дросельної заслінки (збільшення навантаження на двигун) розрядження під нею зменшується. Тоді, під дією пружини, діафрагма через тягу зрушує на невеликий кут пластину разом з контактами у бік від кулачка, що набігає, переривника. Контакти будуть розмикатися пізніше – кут випередження запалювання зменшиться. І навпаки – збільшується кут при прикритті дросельної заслінки. Розрядження під нею збільшується, передається до діафрагми і вона, долаючи опір пружини, тягне на себе пластину з контактами. Це означає, що кулачок переривника раніше зустрінеється з молоточком контактів і розімкне їх. Тим самим збільшується кут випередження запалювання для погано палаючої робочої суміші.

#### ***Основні несправності контактної системи запалювання:***

– відсутня іскра між електродами свічок: можливий обрив або поганий контакт дротів кола низької напруги, обгорання контактів переривника або відсутність зазору між ними, «пробій» конденсатора, несправність котушки запалювання, кришки розподільника, ротора, високовольтних дротів або самої свічки.

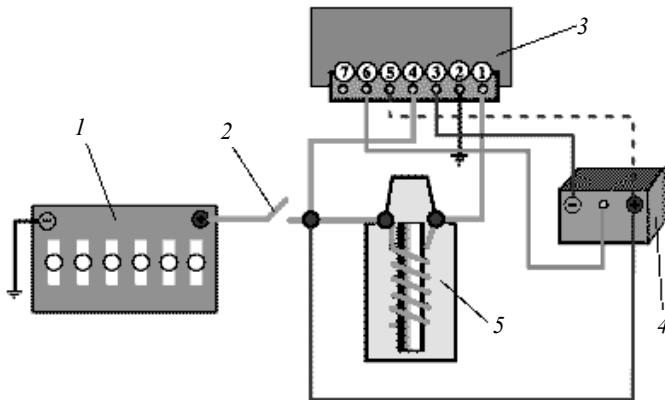
Для усунення цієї проблеми необхідно послідовно перевірити кола низької та високої напруги. Зазор у контактах переривника слід відрегулювати, а непрацездатні елементи системи запалювання замінити;

– двигун працює з переборами і(або) не розвиває повної потужності: несправні свічки запалювання, порушення величини зазору в контактах переривника або між електродами свічок, пошкодження ротора або кришки розподільника, а також при неправильному установленні початкового кута випередження запалювання.

Для усунення несправності необхідно відновити нормальні зазори в контактах переривника і між електродами свічок, виставити початковий кут випередження запалювання згідно з рекомендаціями заводу-виробника, несправні деталі поміняти на нові.

***Електронна безконтактна система запалювання.*** Перевага такої системи запалювання полягає в можливості збільшення напруги на електроди свічки (збільшення потужності іскри). Це означає, що поліпшується процес займання робочої суміші і тим самим полегшується запуск холодного двигуна, підвищується стабільність його роботи на всіх режимах. Важливим фактом є те, що при використанні електронної безконтактної системи запалювання двигун стає більш економічним.

У безконтактної системи є кола низької та високої напруги. Кола високої напруги у них практично нічим не відрізняються, а ось у колі низької напруги, безконтактна система, на відміну від свого контактного попередника, використовує електронні пристрої – комутатор і датчик-розподільник (датчик Холла), див. рис. 8.6.



**Рис. 8.6 – Схема електричного кола низької напруги безконтактної системи запалювання: 1 – акумуляторна батарея; 2 – контакти замка запалювання; 3 – транзисторний комутатор; 4 – датчик-розподільник (датчик Холла); 5 – котушка запалювання**

В електронній системі запалювання відсутні контакти переривника, а значить нічому підгорати і нічого регулювати. Функцію контактів у цьому випадку виконує безконтактний датчик Холла, який посилає керуючі імпульси в електронний комутатор, який, у свою чергу, керує котушкою запалювання, яка перетворює струм низької напруги в високу.

**Основні несправності електронної безконтактної системи запалювання.** Якщо двигун не заводиться, то в першу чергу, варто перевірити подачу бензину і якщо ж з ним все в порядку – перевіряють іскру на свічці. При відсутності іскри необхідно перевірити комутатор та електричні контакти, кришку розподільника, ротор, безконтактний датчик і котушку запалювання.

**Експлуатація системи запалювання.** Періодично слід контролювати зазор у контактах переривника (див. рис. 8.1) і при необхідності його розглянути. Якщо зазор в контактах переривника більше норми (0,35 – 0,45 мм), то спостерігається нестійка робота двигуна на великих обертах; якщо менше – нестійка робота на обертах холостого ходу. Все це відбувається внаслідок того, що невідповідний зазор змінює час замкнутого стану контактів. А це вже впливає на потужність іскри між електродами свічки і на момент її виникнення в циліндрі (випередження запалювання).

Якщо початковий кут випередження запалювання не відповідає оптимальному, то можна спостерігати і відчувати наступні явища.

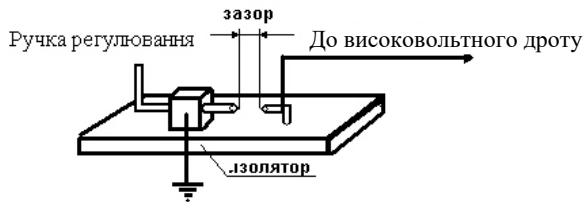
1. Кут випередження запалювання занадто великий (раннє запалювання): ускладнений запуск холодного двигуна; «шуми» в карбюраторі (зазвичай добре чути з 3-під капота при спробі запуску двигуна); втрата потужності двигуна; перевитрата палива; перегрів двигуна; підвищений вміст шкідливих викидів у вихлопних газах.

2. Кут випередження запалювання менше норми (пізніше запалювання): «постріли» в глушнику; втрата потужності двигуна; перевитрата палива, перегрів двигуна.

#### ***Перевірка системи запалювання за допомогою іскрового пробійника.***

Як відомо, іскровий проміжок свічки запалювання становить близько одного міліметра (від 0,7 до 1,2 мм). Прийемо тиск у циліндрі наприкінці такту стиску рівний  $\sim 10$  атм. Напруга пробою одного сантиметра повітря при тиску 1 атм становить приблизно 30 кВ і зростає приблизно пропорційно тиску повітря. Таким чином, для нормального іскроутворення в циліндрі при зазорі свічки 1 мм і тиску 10 атм напруга, що виробляється котушкою запалювання, повинна бути не менше 30 кВ. Реально напруга іскроутворення на системах електронного запалювання становить близько 45 кВ.

Збираємо схему (рис. 8.7), яка застосовується на багатьох фірмових пристроях перевірки систем запалювання поряд з стробоскопом, авометром і низкою інших пристроїв та приладів.



**Рис. 8.7 – Схема іскрового пробійника**

Відключивши дріт від свічки запалювання і підключивши його до пробійника, попередньо виставивши зазор рівний 10 мм, ми повністю імітуємо роботу свічки в двигуні в реальних умовах. Напруга іскроутворення при цьому виходить не менше 30 кВ.

### **Контрольні питання**

1. Що таке кут випередження запалення?
2. Які конструктивні відмінності контактної та безконтактної систем запалювання?
3. Що таке кут замкненого стану контактів?
4. Як впливає неправильне встановлення кута випередження запалювання на параметри двигуна?
5. Як впливає неправильне встановлення кута замкненого стану контактів на параметри двигуна?
6. Основні несправності контактної і безконтактної систем запалювання?
7. Принцип роботи відцентрового регулятора кута випередження запалювання та його діагностика.

**Література:** [3, 143–156; 5, с. 107–122]

## Література

---

1. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підручник / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. – Київ : Літера ЛТД, 2017. – 224 с.
2. Бороденко Ю. М. Діагностика мехатронних систем автомобіля : підручник / Ю. М. Бороденко, О. А. Дзюбенко, О. М. Биков. – Харків : ХНАДУ, 2016. – 320 с.
3. Губаревич О. В. Надійність і діагностика електрообладнання : підручник / О. В. Губаревич. – Северодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2016. – 248 с.
4. Веремей Г. О Основи технічної діагностики автомобілів. Ч. 2. : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.070106 – «Автомобільний транспорт» спеціальності ««Автомобілі та автомобільне господарство» / Г. О Веремей. – Чернігів : ЧНТУ, 2016. – 24 с.
5. Дубицький О. С. Основи технічної діагностики автомобілів : конспект лекцій для студентів спеціальності «Обслуговування та ремонт автомобілів і двигунів» напряму підготовки 6.070.106 «Автомобільний транспорт» усіх форм навчання / О. С. Дубицький. – Луцьк : ТК Луцького НТУ, 2017. – 170 с.

## ДОДАТОК А

### ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ СВИЧОК ЗАПАЛЮВАННЯ

AUTOLITE	BERU	BOSCH	BRISK	CHAMPION	EYQUEM	MAGNETI MARELLI	NGK	NIPPON DENSO
425	14-9A	W9A	N19	L86	406	FL4N	B4H	W14F
414	14R-9A	WR9A	NR19	RL86	-	FL4NR	BR4H	W14FR
275	14-8B	W8B	N17Y	L92Y	550S	FL5NR	BP5H	W16FP
275	14-8BU	W8BC	N17YC	L92YC	C32S	F5NC	BP5HS	W16FP-U
-	14R-7B	WR8B	NR17Y	-	-	FL5NPR	BPR5H	W14FPR
405	14-8C	W8C	L17	N5	-	FL5L	B5EB	W17E
55	14-8D	W8D	L17Y	N11Y	600LS	FL5LP	BP5E	W16EX
4265	14R-8D	WR8D	LR17Y	NR11Y	-	FL5LPR	BPR5E	W16EXR
65	14R-8DU	WR8DC	LR17YC	RN11YC	RC52LS	F5LCR	BPR5ES	W16EXR-U
273	14-7B	W7B	N15Y	L87Y	600S	FL6NP	BP6H	W20FP
404	14-7C	W7C	L15	N4	-	FL6L	B6EM	W20EA
64	14-7D	W7D	L15Y	N9Y	707LS	FL7LP	BP6E	W20EP
64	14-7DU	W7DC	L15YC	N9YC	C52LS	F7LC	BP6ES	W20EP-U
64	14R-7D	WR7D	LR15Y	RN9Y	-	FL7LPR	BPR6E	W20EXR
64	14R-7DU	WR7DC	LR15YC	RN9YC	RC52LS	F7LPR	BPR6ES	W20EPR-U
3924	4FR-7DU	FR7DCU	DR15YC	RC9YC	RFC52LS	7LPR	BCPR6ES	Q20PR-U
4054	14-6C	W6C	L14	N3	-	FL7L	B7E	W22ES
4092	14-5A	W5A	N12	L82	-	FL8N	B8H	W24FS
273	14-5B	W5B	N12Y	L82Y	755	FL8NP	BP8H	W24FP
403	14-5CU	W5CC	L82C	N3C	75LB	CW8L	B8ES	W24ES-U
52	14-5DU	W5DC	L12YC	N6YC	C82LS	F8LC	BP8ES	W24EP-U

## Зміст

---

<b>Вступ</b> .....	3
<b><i>Лабораторна робота 1.</i></b> Діагностика двигуна внутрішнього згоряння за станом свічок запалювання .....	5
<b><i>Лабораторна робота 2.</i></b> Діагностика двигуна внутрішнього згоряння за параметрами герметичності. Компресія двигуна .....	10
<b><i>Лабораторна робота 3.</i></b> Діагностика системи мащення двигуна автомобіля та масляного насосу .....	15
<b><i>Лабораторна робота 4.</i></b> Діагностика системи охолодження двигуна. Термостати двигунів .....	21
<b><i>Лабораторна робота 5.</i></b> Діагностика двигуна за складом відпрацьованих газів .....	25
<b><i>Лабораторна робота 6.</i></b> Перевірка та регулювання кута встановлення напрямних коліс .....	29
<b><i>Лабораторна робота 7.</i></b> Діагностика генераторів двигунів .....	37
<b><i>Лабораторна робота 8.</i></b> Діагностування приладів системи запалювання .....	42
<b>Література</b> .....	51
<b>Додаток А</b> .....	52