

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«Експлуатація та обслуговування машин»

для здобувачів вищої освіти спеціальності

G11 Машинобудування

(освітня програма «Експлуатація, випробування

та сервіс автомобілів та тракторів»)

усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатація та обслуговування машин» для здобувачів вищої освіти спеціальності G11 Машинобудування (освітня програма «Експлуатація, випробування та сервіс автомобілів та тракторів») усіх форм навчання / Укл. : В. І. Кубіч. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2025. 92 с.

Укладач: В.І. Кубіч, доцент, канд. техн. наук

Рецензент: О.С. Слюсаров, доцент, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск: О.В. Решетняк, провідний фахівець

Затверджено
на засіданні кафедри
«Автомобілі, теплові двигуни та
гібридні енергетичні установки»
Протокол № 1
від «29» серпня 2025 р.

Рекомендовано до видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 1
від «11» вересня 2025 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Техніка безпеки при проведенні лабораторних робіт.....	5
Порядок проведення лабораторних робіт.....	6
Вказівки щодо оформлення звіту з лабораторних робіт.....	7
1 Лабораторна робота № 1. Діагностика автомобільного бензинового двигуна.....	8
1.1 Загальні відомості.....	8
1.2 Порядок виконання роботи.....	9
1.2.1 Зовнішній огляд і прослуховування двигуна.....	9
1.2.2 Поелементна діагностика механізмів та систем двигуна.....	10
1.2.3 Перевірка стану системи живлення.....	15
2 Лабораторна робота № 2. Діагностика системи живлення бензинового двигуна.....	19
2.1 Загальні відомості.....	19
2.2 Порядок виконання роботи.....	21
2.2.1 Перевірка паливного насосу.....	21
2.2.2 Перевірка карбюратора.....	22
3 Лабораторна робота № 3. Діагностика системи живлення дизельного двигуна.....	25
3.1 Загальні відомості.....	25
3.2 Порядок виконання роботи.....	25
3.2.1 Перевірка насосу, що підключається.....	26
3.2.2 Перевірка паливного насосу високого тиску (ПНВТ).....	27
3.2.3 Перевірка форсунок на тиск впорскування.....	28
4 Лабораторна робота № 4. Діагностика системи запалювання бензинового двигуна.....	31
4.1 Загальні відомості.....	31
4.2 Характерні неполадки приладів електрообладнання.....	31
4.3 Порядок виконання роботи.....	32
4.3.1 Перевірка зовнішнього огляду електрообладнання двигуна.....	32
4.3.2 Ознайомлення з будовою і порядком підключення стенда ІГ-251.....	32
4.3.3 Перевірка джерел електричної енергії.....	33

4.3.4 Поелементна діагностика системи запалювання....	35
4.3.5 Діагностика вторинного ланцюгу системи запалювання за допомогою мобільного мотор-тестера...	45
5 Лабораторна робота № 5. Діагностика ходової частини автомобіля.....	50
5.1 Загальні відомості.....	50
5.2 Порядок виконання роботи.....	52
5.2.1 Діагностування кутів установки керованих коліс...	52
5.2.2 Контроль тиску повітря в шинах.....	56
5.2.3 Балансування коліс.....	58
6 Лабораторна робота № 6. Діагностика гальмівної системи автомобіля.....	64
6.1 Загальні відомості.....	64
6.2 Порядок виконання роботи.....	65
6.2.1 Вивчення будови стенда К-208 для діагностики гальмівної системи.....	65
6.2.2 Підготовка стенду до роботи.....	68
6.2.3 Виконання комплексу діагностичних операцій.....	68
6.2.4 Результати діагностування гальмівної системи за допомогою стенда VAST-RT3500 (Німеччина).....	70
6.2.5 Визначення ефективності гальм автомобіля, що випробовується.....	72
6.2.6 Оцінка характеристики працездатності гальмівної системи.....	73
7 Лабораторна робота № 7. Вимірювання концентрації оксиду вуглецю (CO) у відпрацьованих газах автомобільного бензинового двигуна.....	76
7.1 Загальні відомості.....	76
7.2 Порядок виконання роботи.....	84
7.2.1 Підготовка газоаналізатора до роботи.....	84
7.2.2 Експериментальна частина.....	85
Рекомендована література.....	90
Додаток А. Технічні дані газоаналізатора 121 ФА-01.....	91

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

На першому занятті студенти повинні ознайомитися з правилами техніки безпеки і суворо дотримуватися їх. Після інструктажу по техніці безпеки студент ставить свій підпис в журналі. Розпочинати виконання лабораторних робіт без інструктажу по техніці безпеки категорично забороняється.

Лабораторні роботи проводяться з використанням агрегатів та механізмів автомобіля, з застосуванням електричних приборів та апаратури.

Вимоги техніки безпеки полягають у наступному:

- безпечною рахується напруга у 36 В для сухих приміщень і 12 В для вологих приміщень в лабораторії на стендах з електроприводом. У вимірювальній апаратурі напруга складає 12...24 В і 220...380 В;

- при проходженні через тіло людини струму у 10 мА порушується керування м'язами, струм у 20 мА приводить до негайного паралічу рук та ускладнює дихання, струм у 50 мА приводить до негайного паралічу дихання та втраті свідомості, струм у 0,1 ампер є смертельним;

- приступаючи до виконання лабораторних робіт на електрифікованому обладнанні треба перевірити справність його ізоляції та надійність заземлення;

- доторкатися до оголених струмоведучих проводів та незахищених частин електрообладнання забороняється;

- у випадку знаходження порушення ізоляції проводів, відкритих струмоведучих частин електрообладнання та порушення заземлення треба негайно повідомити викладача;

- проводити ремонт електрообладнання забороняється;

- вмикати апаратуру, стенди можна тільки після дозволу викладача;

- при перерві подачі електроенергії необхідно вимкнути стенд, апаратуру;

- при наявності обертових частин стенда бути уважним і дотримуватись обережності;

- після закінчення досліду схема повинна бути знеструмлена;

- у випадку ураження електричним струмом треба негайно визволити потерпілого від лінії електричного струму шляхом вимкнення джерела живлення, надати йому першу медичну допомогу та викликати лікаря;
- в агрегатній лабораторії не можна знаходитися під вантажем, піднятим тельфером;
- перед проведенням досліджень переконайтесь у відсутності підтікання паливно-мастильних матеріалів, як на дослідному автомобілі, так і біля агрегатів стенду.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Студент при підготовці до виконання лабораторної роботи повинен самостійно опрацювати необхідний теоретичний матеріал, що викладений у кожній роботі в розділі «Загальні відомості», і на підставі цього знати основні положення теорії та методики проведення роботи. На попередні заняття, або під час їх проведення, необхідно в робочих зошитах викласти основні дані щодо оформлення звіту, крім значень параметрів, які вимірюються за допомогою обладнання та інструментів.

Під час проведення лабораторних робіт рекомендується змінювати умови та режими роботи двигуна (тепловий стан, частота обертання колінчастого валу) з метою отримання варіативних значень параметрів, які діагностуються. Останнє дає можливість побудувати графічні залежності та зробити відповідний аналіз з дослідницькою складовою.

Після підготовки робочого місця проводиться виконання лабораторної роботи, і обробка отриманих даних. По результатах проведених робіт студент повинен отримати практичні навички щодо роботи з вимірювальною апаратурою, обладнанням, застосуванню методики випробувань та складанню звітів.

Після виконання роботи потрібно оформити протокол (занести данні, які отримано), провести аналіз і зробити відповідні висновки.

ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Звіт з лабораторної роботи повинен мати:

- назву лабораторної роботи;
- мету роботи;
- початкові теоретичні положення (стисло наводяться головні теоретичні положення, залежності, розрахункові формули, які використовуються для виконання лабораторної роботи);
- обладнання, прилади, інструмент;
- дослідження та їх обробка (надається короткий опис методики експериментів, результати експериментальних досліджень та теоретичних розрахунків з викладенням необхідних таблиць, графічних залежностей, систематизовані робочі записи, які отримуються під час проведення дослідів);
- висновки, у яких проводиться аналіз і узагальнення отриманих результатів.

Звіт пишеться кожним студентом акуратно, грамотно, чітким почерком, або оформлюється на комп'ютері з використанням шрифту Times New Roman 12. У звіті допускається тільки загально прийняті скорочення та позначення. Графіки виконуються відповідно вимогам конструкторської документації.

Звіт до виконаної лабораторної роботи студент повинен захищати у час, відведений для виконання лабораторної роботи, як виняток – на наступних заняттях, або у додатково призначений час. Під час організації освітнього процесу в online режимі звіти для перевірки надсилаються через систему дистанційного навчання Moodle.

При наявності всіх виконаних за планом і захищених лабораторних робіт в кінці семестру студент допускається до здачі заліку.

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1. ДІАГНОСТИКА АВТОМОБІЛЬНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Мета роботи – вивчити методи та засвоїти прийоми практичного діагностування механізмів та систем автомобільного бензинового двигуна.

1.1 Загальні відомості

Під діагностикою розуміють визначення технічного стану даного агрегату (механізму) без його розбирання та формування висновків про його справність або необхідність профілактичних дій. Діагностування відрізняється від традиційних форм контрольних операцій високою об'єктивністю та точністю оцінки стану об'єкта діагнозу. При цьому оперативність постановки діагнозу створює умови для керування технічним станом вузла, механізму, агрегату і автомобіля в цілому шляхом оптимізації режимів контролю, технічного обслуговування та поточного ремонту.

Процес діагностики автомобільного двигуна включає в себе тестову дію на об'єкт, вимірювання відповідного діагностичного параметру, обробку отриманої інформації та постановку діагнозу по заданому нормативу.

Характерними дефектами автомобільного бензинового двигуна являються зниження потужності внаслідок зносу деталей циліндро-поршневої групи і механізму газорозподілу, наявність характерних стуків, збільшення витрат палива, надто великий угар оливи, зміна складу відпрацьованих газів та деякі інші.

Разом з тим, погіршення технічного стану автомобільного двигуна може статися внаслідок порушення регулювання деяких механізмів. Так при неправильному регулюванні потужність навіть нового, ще незношеного двигуна може знизитися на 20–30% від номінальної. Тому, перед діагностикою потрібно старанно відрегулювати механізм газорозподілу, системи живлення та запалювання.

Інструмент, прилади, обладнання:

– автомобільний бензиновий двигун ВАЗ 2101;

- комунікація стиснутого повітря;
- стетоскоп (стетофонендоскоп);
- компресометр;
- прилад для опресовування циліндрів стисненим повітрям моделі НІАТ К-69М;
- прилад для визначення збиткового тиску газів в картері двигуна (п'єзометр);
- газовий лічильник;
- газоаналізатори моделі «Елкон-105 А» (ВНР), АСТ-75;
- діагностичний стенд двигун-тестер «Палтест-ІТ 251»;
- плакати по технічному обслуговуванню двигуна.

1.2 Порядок виконання роботи

1.2.1 Зовнішній огляд і прослуховування двигуна

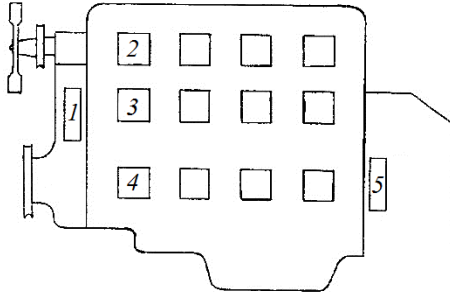
Обдивитись двигун зовні, звертаючи увагу на підтікання охолоджуючої рідини, оливи та палива.

Перевірити натяг ременя вентилятора (нормальний прогин повинен складати 10...12 мм при зусиллі 50...70 Н).

Перевірити температуру охолоджуючої рідини за допомогою щиткового показника (температура прогрітого двигуна повинна бути 80...90°C).

Перевірити тиск оливи в системі за допомогою щиткового показника та контрольного манометра. При середніх обертах колінчастого валу (1000...1500 хв⁻¹) на прогрітому бензиновому двигуні тиск оливи повинен бути не нижче 1 кгс/см² (0,1 МПа).

Прослухати роботу двигуна за допомогою фонендоскопа за схемою, що надана на рисунку 1.1: стуки поршнів на холодному двигуні, стук клапанів на прогрітому двигуні, стуки підшипників колінчастого валу при різкій зміні частоти обертання (при зніманні свічного проводу в перевірочному циліндрі стук підшипників зникає), стук розподільних шестерень або збільшений шум ланцюга приводу розподільного валу.



1 – зона розподільного механізму; 2 – зона клапанів; 3 – зона поршнів, поршневих пальців; 4 – зона підшипників колінчастого валу; 5 – зона зчеплення

Рисунок 1.1 – Зони прослуховування двигуна

1.2.2 Поелементна діагностика механізмів та систем двигуна

Принципова схема діагностики двигуна надана на рисунку 1.2.

Вимірювання розрідження у впускному трубопроводі

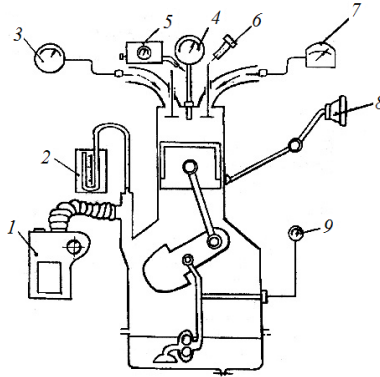
Вимірювання виконується за допомогою приладу ІТ-230 двигун-тестера «Палтест-ІТ 251» і дає змогу орієнтовно судити про технічний стан циліндро-поршневої групи двигуна і механізму газорозподілу.

Датчик першого циліндру підключити для вимірювання числа обертів на приладі ІТ-180. Датчик розрідження (гнучкий шланг) підключити до впускного трубопроводу. Завести двигун і прогріти його до робочої температури.

Відрегулювати двигун на задане число обертів холостого ходу (860...900 хв⁻¹). Загасити коливання стрілки вакуумметра поворотом ручки керування «Розрідження-гасіння» (Podlak – Plumen).

Якщо розрідження знаходиться у межах 400–600 мм рт. ст., двигун знаходиться у доброму технічному стані. Менше значення розрідження свідчить про недостатню герметичність камери згорання та запізнення відкриття впускного клапана.

Схема вимірювання надана на рисунку 1.3.

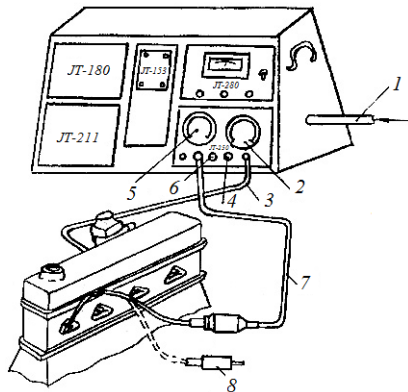


1 – газовий лічильник; 2 – п'єзометр; 3 – вакуумметр; 4 – компресор;
5 – пристрій для опресовки циліндрів стиснутим повітрям; 6 – індикатор для перевірки клапанів; 7 – газоаналізатор; 8 – фонендоскоп; 9 – масляний манометр

Рисунок 1.2 – Схема поелементної діагностики

Вимірювання герметичності камери згорання по втраті повітря

Вимірювання проводиться або за допомогою приладу ІТ-230 (рис. 1.3), або приладом моделі НІАТ К-69 М, пневматична схема якого надана на рисунку 1.4.



1 – подача стиснутого повітря; 2 – вакуумметр; 3 – шланг з'єднання з впускним трубопроводом; 4 – рукоятка стабілізації; 5 – манометр; 6 – рукоятка керування;
7 – шланг з'єднання з циліндром; 8 – свисток

Рисунок 1.3 – Схема включення приладу

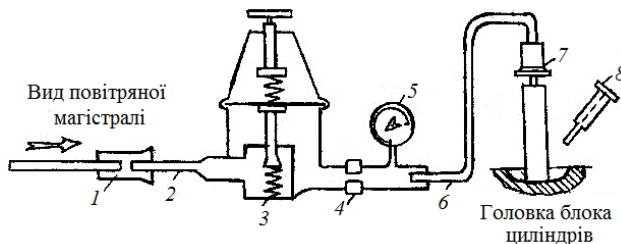


Рисунок 1.4 – Пневматична схема приладу НІАТ К-69 М для вимірювання герметичності камери згорання

Робота приладів базується на вимірюванні втрати стиснутого повітря, який вводиться в циліндр через свічний отвір. По величині втрати (падінню тиску) безпосередньо роблять висновки про технічний стан циліндро-поршневої групи двигуна.

Вимірювання герметичності приладом ІТ-230

Прогріти двигун до робочої температури. Викрутити свічки запалювання. Відкрити дросельну заслінку карбюратора і зняти кришку оливозаливної горловини. Обертаючи вліво, закрити редукційний клапан «Тиск-налагодження» (ТІаk-Наставену). Підключити стиснуте повітря на вхід, розміщений з правої сторони приладу (тиск повинен бути в межах 6...12 кгс/см²). Обертанням елемента «Тиск-налагодження» вправо довести тиск до 4 кгс/см².

Штуцер з різьбою М14 закрити у перевірочному циліндрі, на гумовий наконечник надіти свисток. Встановити поршень перевірочного циліндру у в.м.т. такту стиску шляхом обертання колінчастого валу до моменту, коли свисток перестане свистіти. Потім зняти свисток і на наконечник надіти з'єднувальну шлангу та впустити у циліндр стиснуте повітря. При нормальному стані камери згорання тиск по манометру не повинен впасти нижче 3 кгс/см². Якщо тиск падає нижче червоної позначки на приладі, то може мати місце одна з наступних поломок: нещільність поршневих кілець з дзеркалом циліндру; нещільність прилягання клапанів до гнізд; пошкодження прокладки головки блоку.

Вимірювання герметичності приладом К-69 М

Стиснуте повітря з повітряної магістралі через гнучку шлангу (рис. 1.4) і швидкоз'ємну муфту з клапаном 1 приєднати до вхідного штуцера 2 приладу. Після зниження тиску до $1,6 \text{ кгс/см}^2$ в редукторі 3, повітря проходить через вхідне сопло 4 і надходить через з'єднувальну шлангу 6 з швидкоз'ємною муфтою та штуцер 7 в порожнину циліндра двигуна. Тиск повітря між вхідним соплом та зазором, що є в нещільностях циліндро-поршневої групи, вимірюється манометром 5.

Підготовка двигуна до вимірювання здійснюється аналогічно вимірюванню герметичності приладом ІТ-230.

Шкала манометра 5 проградуєвана в умовних процентах втрати. Чим більше знос деталей (кілець, поршнів, клапанів), тим більший процент втрати покаже манометр.

Відносну нещільність циліндрової поршневої групи перевіряють при установці поршня перевіряє мого циліндру в двох положеннях: у початку та кінці такту тиску. Поршень від руху під тиском стиснутого повітря фіксують, включають передачу в коробці передач. Стан поршневих кілець і клапанів оцінюють по показанням манометру при положенні у в.м.т. Стан циліндру (знос циліндра по висоті) – по показанням манометра при положенні поршня у початку та кінці такту тиску, та по різниці цих значень.

Якщо сильно зношені робочі поверхні поршневих кілець, поршнів та гільз циліндрів, то шум повітря, що проривається, добре чути в оливозаливній горловині за допомогою стетофонендоскопу.

Якщо не щільно прилягають клапани, то візуально спостерігаються коливання пушинок індикатора втрати 8, який вставляється в отвір свічки одного з сусідніх циліндрів, де клапани відкриті у даному положенні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Порядок перевірки втрати повітря через нещільності між клапанами та їх сідлами

Перевірочні циліндри	1	2	3	4	Марка двигуна
Перевірочні клапани	Номера циліндрів, в які встановлюється індикатор				
Випускний	2	1	4	3	ВАЗ-2101
Впускний	3	4	1	2	

Нещільність прокладки голівки циліндрів обумовлюється наявністю пазів у горловині радіатора, або у площині роз'єму.

Висновки про стан циліндро-поршневої групи двигуна проводиться за даними таблиці 1.2. Якщо процент втрати повітря вище величини, яка надана в таблиці 1.2, то необхідно ремонт двигуна (заміна кілець і поршнів, розточка циліндрів під ремонтний розмір).

Таблиця 1.2 – Нормативні показники по втраті повітря при використанні приладу К-69 М

Об'єкт перевірки	Діаметри циліндрів бензинових двигунів, мм		
	51 – 75	75 – 100	101 – 130
Циліндри	Циліндри непридатні і потребують ремонту, %		
	>16	>28	>50
Поршневі кільця та клапани	Непридатні поршневі кільця та клапани, %		
	>8	>14	>23

Вимірювання герметичності камер згорання по компресії в циліндрі

Компресія – фактичний тиск, що створюється в камері згорання двигуна у кінці такту стиску. Компресія залежить від ступеня стиску та технічного стану з'єднань циліндро-поршневої групи.

Тиск в кінці такту стиску вимірюється компресометром. Щоб перевіряти компресію в циліндрах бензинового двигуна необхідно прогріти двигун до нормального теплового стану, викрутити всі свічки і почергово вимірювати компресію у кожному циліндрі, прокручуючи колінчастий вал стартером на 10...12 обертів до фіксації стрілки манометру на постійній величині. Дані вимірювань слід порівняти з даними таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Довідкові данні

Марка двигуна	Частота обертання колінчастого валу, хв^{-1}	Тиск в кінці такту стиску, кгс/см^2		Допустима різниця в показниках по окремим циліндрам, кгс/см^2
		Нормальна величина	Мінімальна допустима величина	
MeM3-245	300 – 400	9,0	6,5	1,0
BA3-2101	180 – 200	11 – 12	8,0	1,0
3M3-402	150 – 180	10 – 11	8,5	1,0
3M3-406	180 – 200	11 – 12	9,6	1,0

1.2.3 Перевірка стану системи живлення

Загальна діагностика системи живлення бензинового двигуна, окрім зовнішнього огляду і прослуховування, включає вимірювання складу горючої суміші по коефіцієнту надлишку повітря та токсичності відпрацьованих газів по об'ємному складу оксиду вуглецю.

Вимірювання складу горючої суміші

Вимірювання здійснюється за допомогою аналізатора вихлопних газів ІТ-220 двигун-тестера «Палтест ІТ-251» (рис. 1.3). Даний прилад дає змогу безпосередньо оцінити співвідношення часток повітря і палива в горючій суміші і зробити висновок про те, при яких умовах проходить горіння суміші: з надлишком повітря (бідна суміш), з оптимальним співвідношенням повітря і палива (нормальна суміш) або з нестачею повітря (багата суміш). Крім того, прилад ІТ-220 дає змогу оперативне перевірити роботу головного жиклеру, повітроочисника і прискорювального насосу карбюратора.

Підготовка приладу і двигуна до вимірювань

Ввімкнути прилад ІТ-220 поворотом важеля тумблера, при цьому загоряється червона контрольна лампа. Перемикач приладу поставити в положення «Тарування» (Sejchovani). За допомогою елементу управління «Тарування-налагодження» (Sejchovani-Nastaveni) налагодити відхилення стрілки приладу на поділку 17 з червоною позначкою, а потім повернути положення елементу в початковий стан. Здійснити теплову стабілізацію приладу на протязі 15 хв.

Підключити шлангу з охолоджувачем газів і зондом до правого штуцера приладу «Вхід газів» (VSTUP-PLYNO). Перемикач приладу встановити в положення «Вимірювання» (MERENI) і за допомогою елемента «Встановлювання нуля» (NASTAVENI NULY) встановити електричний нуль приладу по червоній позначці. Одночасно повинен працювати тахометр приладу ІТ-180. Прогріти двигун до оптимальної температури.

Перевірка складу горючої суміші в режимі холостого ходу

За допомогою гвинта дросельної заслінки встановити стійкі оберти холостого ходу, вставити зонд у випускну трубу і зафіксувати його гвинтом. Після стабілізації стрілки приладу зафіксувати співвідношення повітря і палива у горючій суміші. Оптимальним є співвідношення від 12,5 до 12,9 одиниць по шкалі приладу.

Якщо стрілка приладу не фіксується в одному положенні, то можливе коливання палива у поплавковій камері карбюратора внаслідок нещільності прилягання запірної голки. За допомогою гвинта холостого ходу відрегулювати положення стрілки в межах 12,5–12,9 одиниць шкали приладу.

Перевірка головного жиклера

Обертанням гвинта для регулювання дросельної заслінки встановити частоту обертання колінчастого валу двигуна 1500 хв^{-1} (по чорній шкалі тахометра приладу ІТ-180) і здійснити відлік показів стрілки аналізатора. Потім поступово збільшити оберти до 3000 хв^{-1} і знову зафіксувати положення стрілки приладу.

Вимірювання значення відношення масових часток повітря і палива повинні знаходитися в межах 12,5–15,5 одиниць, якщо завод-виробник не вказує інших значень.

Якщо ж виміряна величина перевищує 15,5, то в циліндрі двигуна подається бідна суміш внаслідок забруднення головного жиклера, або дуже низького рівня палива у поплавковій камері карбюратора.

Якщо стрілка приладу показує нижче 12,5, то горюча суміш є багатою внаслідок неправильного регулювання жиклера холостого ходу, високого рівня палива у поплавковій камері або забруднення повітроочисника.

Перевірка повітроочисника

Гвинтом для регулювання дросельної заслінки встановити частоту обертання колінчастого валу 2000 хв^{-1} . Провести знімання показів приладу ІТ-220. Потім зняти повітроочисник і повторити операцію вимірювання. При справному повітроочиснику різниця показів приладу з повітроочисником і без нього не повинна перевищувати 0,5 одиниць шкали.

Перевірка прискорювального насосу

Встановити частоту обертання колінчастого валу 1000 хв^{-1} і зафіксувати покази стрілки аналізатора. Різко збільшити частоту обертання поворотом важеля приводу дросельної заслінки і знову провести відміну показів приладу. При справному прискорювальному насосі повинно наступити збагачення не менше, ніж на 1 одиницю шкали приладу.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. У чому полягає сутність діагностики двигуна та які при цьому вирішуються основні задачі?

2. Що собою представляє загальна схема діагностування автомобільного бензинового двигуна?

3. Назвіть основні несправності автомобільного двигуна, що виникають в процесі експлуатації.

4. Назвіть діагностичні параметри, що характеризують технічний стан кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів двигуна.

5. У чому полягає поелементна діагностика автомобільного бензинового двигуна?

6. Які характерні стуки можуть виникати у механізмах двигуна і де знаходяться зони їх прояву?

7. Що собою є горюча суміш та які способи оцінки та регулювання її складу?

Література: [1], с. 78–86, 162–175, 213–228; [2], с. 213–228; [3], с. 95–106; [5], с. 33–43; [6], с. 66–72; [7], с. 15–17; [8], с. 44–50; [9], с. 66–67; 77–79.

Звіт
до лабораторної роботи № 1.
Діагностика автомобільного бензинового двигуна

Мета роботи: _____
Інструмент, прилади, обладнання: _____
Модель двигуна: _____

Таблиця 1.1 – Результати діагностики автомобільного бензинового двигуна

Метод діагностування	Норматив	Фактично			
1	2	3			
1 Зовнішній огляд і прослуховування двигуна:					
1.1 Підтікання охолоджуючої рідини, палива, оливи					
1.2 Температура охолоджуючої рідини, °С	85...95				
1.3 Тиск оливи:					
– на малих обертах, МПа	0,057				
– на середніх обертах, МПа	0,15...0,25				
1.4 Наявність стуків:					
– клапанів					
– розподільчого валу					
– підшипників					
– ланцюга розподільчого валу					
– зчеплення					
2 Вимірювання розрідження у впускному трубопроводі, мм рт. ст.	400...600				
3 Вимірювання герметичності камер згорання	При прогріві ДВЗ ВА3-2101 до 90°С				
3.1 По компресії (тиску стиску) в циліндрах, МПа: 1 – ОМ 2 – ОМ 3 – ОМ 4 – ОМ	1,1...1,2				
4 По витoku стиснутого повітря із циліндрів двигуна. Показник шкали приладів, %: – поршневі кільця – клапани: впускні випускні	28 14	Циліндри			
		1	2	3	4
5 По складу горючої суміші	12,5...12,9				

Висновки: _____.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2. ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Мета роботи – ознайомитися з методикою діагностування діафрагмового бензинового насосу, карбюратора та освоїти обладнання, що використовується.

2.1 Загальні відомості

Від технічного стану елементів системи живлення залежать такі вихідні параметри як потужність, економічність двигуна, а також тягово-динамічні якості автомобілів.

Із загальної кількості відмов двигуна близько 15...20% проявляються у приладах системи живлення паливом. Характерними неполадками системи живлення являються: зміна рівня палива в поплавковій камері карбюратора; зміна пропускної здатності та повне забруднення жиклерів головної дозувальної системи і системи холостого ходу; зменшення продуктивності бензонасосу та прискорювального насосу карбюратора; порушення герметичності клапанів бензонасосу; забруднення фільтруючих елементів і ряд інших.

Низький рівень палива у поплавковій камері, забруднення паливних жиклерів і надходження повітря через нещільності кріплення впускного колектору та карбюратора викликають збіднення горючої суміші ($\alpha > 1$), яке часто супроводжується спалахами в карбюраторі і втратою потужності двигуна.

Дуже високий рівень палива у поплавковій камері, негерметичність клапанів прискорювального насосу і економайзера, забруднення повітроочисника і інші неполадки карбюратора, приводять до перезбагачення горючої суміші ($\alpha < 1$), погіршення паливної економічності та збільшення рівня токсичності відпрацьованих газів.

Діагностування приладів системи живлення звичайно проводиться зі зняттям їх з автомобіля на спеціальних стендах безмоторним методом.

Інструмент, прилади, обладнання:

- стенд для діагностики карбюраторів і бензонасосів МБКВ-II;
- прилад для визначення пропускної здатності жиклерів моделі 527;
- плакати по будові і технічному обслуговуванню системи живлення.

Угорський стенд типу МБКВ-II, що використовується у роботі, дає змогу виконувати наступні діагностичні операції:

- визначення розрідження і максимального тиску, що створюється бензонасосом;
- тестову оцінку продуктивності бензонасоса;
- перевірку герметичності клапанів бензонасоса по інтенсивності падіння тиску і розрідження;
- перевірку рівня палива у поплавковій камері карбюратора;
- оцінку герметичності запірного клапану поплавкової камери карбюратора;
- перевірку пропускної здатності жиклерів;
- перевірку продуктивності прискорювального насоса карбюратора.

Повторна порівняльна перевірка пропускної здатності жиклерів проводиться на приладі моделі 527.

Загальний вигляд панелі приладів стенда МБКВ-II подано на рисунку 2.1. Принципова схема приладу 527 показана на рисунку 2.2.

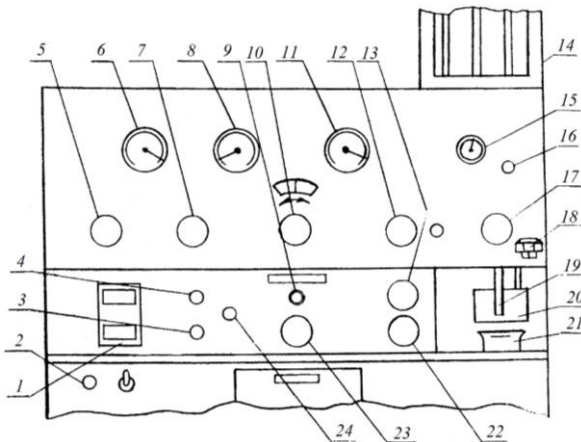


Рисунок 2.1 – Панель приладів стенда МБКВ-II

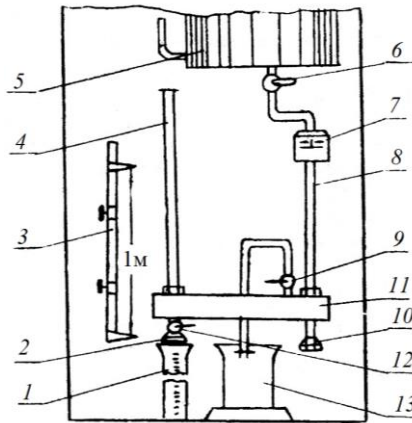


Рисунок 2.2 – Принципова схема приладу моделі 527 для перевірки пропускної здатності жиклерів

2.2 Порядок виконання роботи

2.2.1 Перевірка паливного насосу

Паливний насос, що випробовується, встановити в гніздо 1 стенда МБКВ, з'єднати гнучкими трубопроводами впускний і випускний штуцери насоса, з відповідними гніздами 3 і 4 на панелі стенда.

Виключити загальний рубильник електроживлення стенда. Витягнути кнопку 2 вмикання стенда і переконатися в нормальній роботі електродвигуна.

Щільно закрити всі крани стенда, рукоятку двоходового крану 10 поставити в праве положення.

Перевірити розрідження всмоктування бензонасосу. Для цього відкрити кран нагнітання 7 і щільно закрити кран розрідження на шкалі вакуумметра 6. Величина розрідження повинна бути 0,3...0,4 кгс/см².

Вимкнути електродвигун кнопкою 2. Падіння розрідження за 1 хв, яке характеризує герметичність клапана для усмоктування бензонасосу, не повинно перевищувати 0,05 кгс/см² за 1 хв.

Перевірити тиск нагнітання насоса. Для цього щільно закріпити кран нагнітання 7 і відкрити кран усмоктування 5. Включити електродвигун і зафіксувати величину тиску нагнітання по шкалі 8. Величина тиску повинна знаходитися в межах 0,25...0,35 кгс/см².

Вимкнути електродвигун і оцінити герметичність нагнітального клапана насосу по інтенсивності падіння тиску, яка не повинна перевищувати $0,05 \text{ кгс/см}^2$ за хв.

Перевірити продуктивність бензонасосу. Відкрутити пробку 9, в гніздо закрутити еталонний жиклер і знову щільно закрутити пробку. Ввімкнути електродвигун і зафіксувати покази манометра 8. Якщо тиск не піднімається вище значення, отриманого при перевірці нагнітання, то продуктивність насосу задовільна.

2.2.2 Перевірка карбюратора

Перевірити рівень палива у поплавковій камері. З'єднати гнучким шлангом вхідний штуцер карбюратора з гніздом 24 на панелі стенда. Встановити рукоятку двоходового крану 10 в ліве положення. Закрити крани заповнення 12 і усунення повітря 13. Відкрити кран нагнітання 7. Під дією повітря, що стискається у поплавковій камері карбюратора, в лівій скляній трубці башенки паливо підніметься до певного рівня. По шкалі лівої трубки зафіксувати величину, яка буде відповідати рівню палива у поплавковій камері (відстані від площини роз'єму верхньої кришки карбюратора до палива). Порівняти отриманий результат з еталонною величиною для даного карбюратора і занести у звіт випробувань.

Перевірити продуктивність прискорювального насосу карбюратора. Кранами 12 і 13 встановити рівень палива в лівій трубці башенки на позначці 8...10 поділок. Щільно закрити крани 12, 13, 7, декілька разів різко натиснути на важіль приводу дросельної заслінки. Визначити по шкалі лівої трубки величину зниження рівня палива і розділити отриманий об'єм на кількість ходів приводу дроселя та прискорювального насоса. Отриманий результат буде відповідати одноходовій продуктивності прискорювального насосу карбюратора.

Перевірити герметичність запірного клапана карбюратора. Викрутити клапан, що перевіряється, з кришки карбюратора і встановити його разом з перехідним штуцером в гніздо 18 на панелі стенда. Відкрити кран перевірки клапана 23, а регулятор розрідження 22 вкручувати до тих пір, поки рівень води в правій скляній трубці башенки 14 не встановиться на позначці 0...10 поділок. При цьому вакуумметр 11 повинен показувати розрідження $0,2...0,3 \text{ кгс/см}^2$. Зафіксувати рівень води і пустити секундомір 16 кнопкою, що знаходиться на правій стінці панелі приладів. Визначити зниження

рівня води за 1 хв. Максимально допустиме зниження рівня не повинно перевищувати 30 мм/хв.

Перевірити пропускну здатність жиклерів. Жиклер карбюратора, що перевіряється (головний паливний, повітряний, економайзера та ін.), вставити в гумову пробку і закріпити в тримач 19 при лівому положенні заслінки 20. Відкрити кран подачі води 17 і встановити мірну колбу 21 по центру водяного струменя. Після цього повернути заслінку 20 вправо і при відкритому крані 17 витягнути на себе кнопку вимірювання 16. При цьому одночасно з подачею води в мірну колбу вмикається секундомір 15. Після 1 хв втопити кнопку 16 і закрити кран 17. Витягнути з шахти мензурку 21, встановити її на горизонтальну підставку і зафіксувати пропускну здатність жиклера. Порівняти її з табличною. Дослід повторити 3 рази і прийняти середнє значення. Отримані результати занести в таблицю вимірювань звіту до лабораторної роботи.

Для отримання більш правдивих результатів проливки жиклерів можна провести на приладі моделі 527 (рис. 2.2). Жиклер, що перевіряється, встановити в гумову муфту 2. Нижній кінець мірної лінійки встановити на рівні жиклера і закріпити затискачами. Відкрити наповнювальний кран 6, запірний кран 10, і заповнити трубки 4 та 8 водою. Трішки відкрити кран 9 так, щоб рівень води в трубці 4 знаходився на 30-40 мм вище верхньої стрілки мірної лінійки 3. Відкрити кран вимірювання 12 і одночасно ввімкнути секундомір. Краном адаптера 9 підтримувати рівень води проти верхньої стрілки мірної лінійки, який відповідає величині напору 1 м. Після 1 хв одночасно закрити кран 12 і вимкнути секундомір. Закрити кран 9. По показам мірної колби 1 оцінити пропускну здатність жиклера. Дані порівняти з результатами вимірювань на стенді МБКВ-II.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які основні несправності виникають у приладах системи живлення бензинових двигунів?
2. Як впливає зміна рівня палива у поплавковій камері карбюратора на економічність двигуна?
3. Назвіть основні діагностичні параметри, які визначаються при перевірці бензонасосів.
4. Назвіть діагностичні параметри при перевірці карбюраторів,

які при цьому використовують методи їх оцінки.

5. Від яких неполадок системи живлення залежить потужність і динаміка двигуна?

Література: [3], с. 143–149; [7], с. 111–114.

Звіт
до лабораторної роботи № 2
Діагностика системи живлення бензинового двигуна

Мета роботи: _____

Інструмент, прилади, обладнання: _____

Модель двигуна: _____

Таблиця 2.1 – Результати діагностики системи живлення бензинового двигуна

Об'єкт діагностування	Норматив	Фактично
1	2	3
1 Паливний насос:		
1.1 Розрідження всмоктування паливним насосом, МПа	0,03...0,04	
1.2 Падіння розрідження за 1 хв, МПа	0,005	
1.3 Тиск нагнітання, МПа	0,025...0,035	
1.4 Падіння тиску за 1хв, МПа	0,005	
1.5 Відносна продуктивність паливного насосу		
2 Карбюратор:		
2.1 Рівень палива в поплавковій камері, мм		
2.2 Продуктивність прискорювального насоса за 10 ходів штока, см ³		
2.3 Падіння рівня води за 1хв. при перевірці герметичності клапана, мм		
2.4 Пропускна здатність жиклерів, см ³ :		
– головного паливного		
– повітряного		

Висновки: _____.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3. ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Мета роботи – вивчити та практично засвоїти операції поелементної діагностики паливного насоса високого тиску і форсунки дизельного двигуна.

3.1 Загальні відомості

Технічний стан дизельної паливної апаратури характеризується наступними основними показниками: розрідженням і тиском, що створюються підкачуючим насосом; продуктивністю насосних елементів; ступенем нерівномірності подачі палива насосними елементами; кутом випередження впрыскування палива в циліндри двигуна; показниками роботи регулятора частоти обертання колінчастого валу; тиском впрыскування і якістю розпилення палива форсунками.

Інтенсивність вимірювання номінальних параметрів роботи паливної апаратури, що мав прецизійні групи насосних секцій і форсунок, залежить від умов експлуатації, величини зазорів в сполученнях, якості виготовлення і ремонту деталей, періодичності проведення контрольно-регулювальних операцій.

Інструмент, прилади, обладнання:

- випробувальний стенд дизельної паливної апаратури моделі «Мінор-Агро»;
- прилад для випробування форсунок типу НС-50;
- стробоскопічний пістолет Е-І02;
- комплект паливної апаратури дизельного двигуна ЯМЗ-236;
- плакати по конструкції і технічному обслуговуванню дизельних двигунів.

3.2 Порядок виконання роботи

Встановити на стенді і закріпити насос високого тиску в купі з підкачуючим насосом і усережимним регулятором. Підключити трубопроводи і забезпечити їх герметичність.

3.2.1 Перевірка насосу, що підключається

Відвернути маховичок ручної підкачки і декілька разів прокачати насос низького тиску до появи показів на манометрі 10 стенда (рис. 3.1).

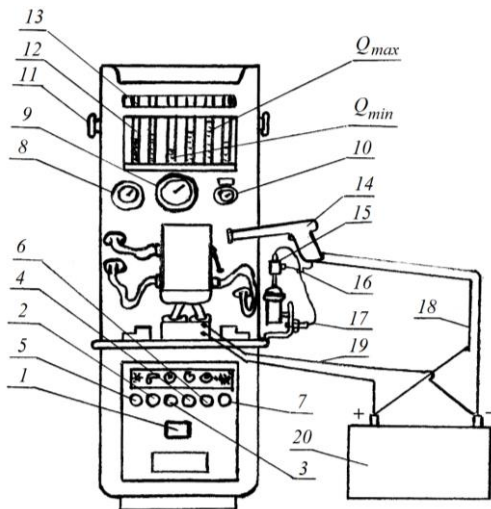


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд стенда для діагностики паливної апаратури чотиритактного дизельного двигуна

Включити загальний рубильник електроживлення стенда, повернути в ліве положення важіль живлення. При цьому загориться контрольна лампа.

Повернути маховик безступінчастого варіатора, який розташований на бічні стороні стенду, в крайнє ліве положення, натиснути вниз на важіль нульової подачі регулятора обертів насосу і витягнути на себе кнопку пуску стенда 4.

Плавнo прокручуючи маховик вправо довести частоту обертання привідного валу по тахометру 9 стенда до 650 хв^{-1} (1300 хв^{-1} кулачкового валика) і відпустити важіль нульової подачі.

Зафіксувати на вакуумметрі 8 і манометрі 10 розрідження і тиск, які створюються підкачуючим насосом. По технічних вимогах розрідження повинно бути $100 \dots 120 \text{ мм рт. ст.}$, а максимальний тиск при 650 хв^{-1} – $1,7 \text{ кгс/см}^2$.

3.2.2 Перевірка паливного насоса високого тиску (ПНВТ)

Плавно задвинути до упору важіль приводу рейки ПНВТ, що відповідає положенню максимальної подачі палива через форсунки.

Ввімкнути тумблер 5 освітлювача мірних мензурок. Повернути вправо важіль автомата циклової подачі палива. Втримувати важіль рейки ПНВТ до відключення автомата і припинення подачі палива в мірні мензурки 12.

Зафіксувати рівень палива в кожній з 8 мензурок. Випробування провести 3 рази, зливаючи паливо з мензурок поворотом рукоятки 11.

Розрахувати циклову подачу кожної насосної секції і нерівномірність циклової подачі.

Циклова подача палива

$$q_{ц} = \frac{Q}{n}, \text{ см}^3 / \text{цикл},$$

де Q – кількість палива, яке подано секцією через форсунку, см^3 ;
 n – число циклів (ходів плунжера), $n=100$.

Нерівномірність подачі палива

$$\sigma = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{Q_{\text{сеп}}} 100\%,$$

$$Q_{\text{сеп}} = \frac{Q_{\max} + Q_{\min}}{2}.$$

де Q_{\max} – максимальна кількість палива, яку подано насосною секцією за цикл, см^3 ;

Q_{\min} – мінімальна кількість палива, яку подано насосною секцією за цикл, см^3 .

При частоті обертання валу насоса 1300 хв^{-1} циклова подача повинна складати $0,11 \dots 0,12 \text{ см}^3$, а нерівномірність подачі палива не повинна перевищувати $2 \dots 3\%$. В іншому разі необхідно виконувати регульовальні операції. Для цього необхідно зняти бокову кришку

ПНВТ, ослабити гвинт зубчатого сектора секції, що регулюється і переміщенням втулки плунжера за допомогою спиці домогтися вирівнювання подачі палива в секціях насосу.

Перевірити кут випередження впрыскування палива. Для цього підключити затискачі від переривача 19 та стробоскопічного пістолета 18 до відповідних клем акумуляторної батареї 20. Через перехідник 15 з'єднати індукційну котушку зі свічкою проводом високого струму. Приєднати до перехідника 15 кабель високого струму 17 від стробоскопу. Включити стенд і встановити мінімальні стійкі оберти. Направити лінзу стробоскопу на шкалу маховика 7, що обертається, і натиснути на кнопку пістолета.

При появі стробоскопічного ефекту, позначка шкали маховика, що обертається, зупиниться. Перевести стрілку штатива на одну з поділок шкали маховика, що зупинилась. Маховиком безступінчастого варіатора 3 плавно збільшувати частоту обертання ведучого валу і зафіксувати переміщення відміченої поділки вправо до його зупинки. Отримане відхилення шкали буде відповідати максимальному куту випередження впрыскування палива.

Для двигунів ЯМЗ величина цього кута складає 6...8°, для двигунів КАМАЗ – 10°.

Перевірити роботу регулятора частоти обертання колінчастого валу. Включити стенд і встановити 650 хв⁻¹ по тахометру. Плавно зменшувати частоту обертання валу до початку подачі палива через форсунки без приводу рейки подачі ПНВТ. Оберти початку палива відповідають мінімальним обертам холостого ходу колінчастого валу двигуна. Якщо оберти початку подачі нестійкі, відрегулювати їх спеціальним гвинтом, який розмічений на торцевій стінці регулятора.

Встановити 650 хв⁻¹ маховиком 3, задвинути важелем рейку подачі палива і повільно збільшувати частоту обертання валу до припинення подачі палива на форсунки. Отримана частота обертання відповідає моменту обмеження максимальних обертів.

3.2.3 Перевірка форсунок на тиск впрыскування

Встановити і закріпити одну з форсунок 1, що перевіряються, на приладі НС-50 (рис. 3.2). Плавно збільшуючи тиск натисканням на важіль 5, зафіксувати на манометрі 3 тиск початку впрыскування палива в скляний посуд. При цьому всі отвори розпилювача повинні однаково розпилювати паливо. Наприклад, у форсунок двигунів ЯМЗ

ранніх випусків вприскування палива починається при тиску 175 ± 5 кгс/см², у форсунок двигунів ЯМЗ-236НЕ2, КАМАЗ-740.30-260 – 270^{+12} кгс/см², у двигуна Cummins 6СТD – 265^{+10} кгс/см².

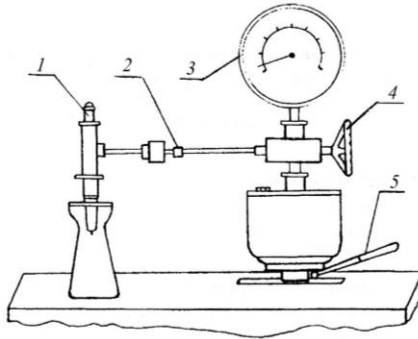


Рисунок 3.2 – Прилад НС-50 для перевірки форсунок

При невідповідності величини тиску вприскування оптимальному значенню провести регулювання форсунки. Для цього потрібно відкрутити верхній ковпачок форсунки, послабити затиск контргайки і викруткою повертати шток до отримання необхідного тиску. Отримані результати занести у звіт до лабораторної роботи.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. За якими параметрами здійснюється перевірка технічного стану ПНВТ?
2. За якими параметрами здійснюється перевірка технічного стану паливної форсунки дизельного двигуна?
3. Якими нормативними показниками характеризується робота паливопідкачуючого насоса?
4. У чому полягає визначення нерівномірності подачі палива ПНВТ?
5. У чому полягає перевірка регулятора частоти обертів ПНВТ?

Література: [1], с. 213–228; [2] с. 229–236; [3], с. 152–153; [5], с. 195–199; [8]; [9], с. 82–83.

Звіт
до лабораторної роботи № 3
Діагностика системи живлення дизельного двигуна

Мета роботи: _____

Інструмент, прилади, обладнання: _____

Модель двигуна: _____

Таблиця 3.1 – Результати діагностики системи живлення дизельного двигуна

Об'єкт діагностування	Норматив	Фактично
1	2	3
1. Паливний насос: – розрідження всмоктування, мм рт. ст. – тиск подачі, МПа	120...200 0,17	
2 Паливний насос високого тиску: – циклова подача секцій, см ³ – нерівномірність циклової подачі, % – кут випередження вприскування палива, град – мінімальна стійка частота обертання колінчастого валу, хв ⁻¹ – максимальна частота обертання колінчастого валу по обмежувачу, хв ⁻¹	0,11...0,12 2...3 6...8 450...550 2100	
3 Форсунка: – тиск початку вприскування палива, МПа – якість розпилювання палива	17,5±0,5 Рівномірне через отвори	

Висновки: _____ .

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4. ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Мета роботи – вивчити методи та освоїти практичні прийоми діагностики джерел струму і приладів системи батарейного запалювання.

4.1 Загальні відомості

В процесі експлуатації автомобіля в системі електрообладнання виникають різні неполадки, які потребують діагностики, регулювання та інших робіт по технічному обслуговуванню. Об'єм цих робіт досягає 17% від загального об'єму профілактичних робіт при обслуговуванні автомобіля.

При правильному регулюванні приладів електрообладнання неполадки, що в них виникають, являються результатом природного зносу (окислення, старіння).

4.2 Характерні неполадки приладів електрообладнання

Акумуляторна батарея: збільшений розряд, сульфатація і замикання пластин.

Генератор: забруднення кілець, знос щіток, поломка або ослаблення пружин щіткотримачів, замикання якоря на масу, обрив обмоток збудження й т.д.

Система запалювання: порушення початкової постановки кута випередження запалювання, порушення зазорів між контактами переривача і електродами свічок, пробивання ізоляції свічок і обмотки котушки запалювання, пробивання конденсатора, окислювання контактів та ін. Від роботи приладів системи запалювання залежить потужність роботи двигуна.

Одним з самих досконалих методів діагностики системи запалювання є порівняльна оцінка характеристик осцилограм на екрані електронного осцилографа. Спеціальні прилади в осцилографі дають змогу зафіксувати процеси, які проходять в первинному та вторинному ланцюгах системи запалювання за час між послідовними іскровими розрядами в циліндрах, на екрані електронно-променевої трубки для візуального дослідження.

Електронний промінь, який попадає на екран трубки, викликає характерне світіння на протязі приблизно 0,01...0,05 с. Під дією напруги, яка вимірюється, промінь переміщується по вертикалі і одночасно по горизонталі зліва направо до початку наступного періоду. Потім проходить швидке повернення променю в початкове положення і процес повторюється.

Оскільки всі періоди ідентичні, то промінь буде багаторазово проходити по одним і тим же ділянкам екрана електронно-променевої трубки, викликаючи її постійне світіння, що дає змогу візуально спостерігати, як би «заморожені» процеси зміни струму.

Інструмент, прилади, обладнання:

- діагностичний стаціонарний стенд «Мотор-тестер» Палтест ІТ-251, Елкон-300;
- мобільний мотор-тестер «USB-AutoScope»;
- стаціонарна установка автомобільного бензинового двигуна ВА3-2101;
- стробоскоп Е-102;
- електрогальмівна динамометрична установка для навантаження двигуна;
- плакати по технічному обслуговуванню автомобільного двигуна.

4.3 Порядок виконання роботи

4.3.1 Перевірка зовнішнього огляду електрообладнання двигуна

Візуально перевірити стан кінців проводів і клем, справність ізоляції проводів та надійність кріплення, наявність слідів підтікання електроліту, кріплення переривача-розподільника, натягнення ремня приводу генератора.

4.3.2 Ознайомлення з будовою і порядком підключення стенда ІТ-251

«Мотор-тестер» ІТ-251 призначений для діагностування джерел електричної енергії, системи запалювання, циліндро-поршневої групи, системи живлення. В мотор-тестері для швидкого і об'єктивного діагностування систем двигуна використані сучасні електронні і електричні методи вимірювання параметрів.

На передній панелі мотор-тестера змонтовані окремі прилади (блоки): ІТ-180; ІТ-211; ІТ-220; ІТ-230. Для діагностування джерел струму і приладів запалювання, використовуються три перших блока – ІТ-180, ІТ-211 та ІТ-220.

Прилад ІТ-180 призначений для вимірювання кута випередження запалювання, роботи відцентрового та вакуумного автоматів випередження, вимірювання частоти обертання колінчастого валу двигуна в діапазонах $0 \dots 1200$ і $0 \dots 6000$ хв⁻¹.

Прилад ІТ-211 призначений для перевірки акумуляторної батареї, генератора і реле-регулятора. Прилад оснащений вольтметром з діапазонами $0 \dots 10$, $0 \dots 20$ і $0 \dots 40$ В та амперметром з границями вимірювань $0 \dots 1$ А і $0 \dots 40$ А.

Прилад ІТ-153 призначений для перевірки технічного стану елементів системи запалювання і процесів згорання в циліндрах двигуна по кривим первинної і вторинної напруги, які спостерігаються на екрані осцилоскопа.

Прилади ІТ-220 і ІТ-230 призначені для перевірки системи живлення і технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна по методиці, що викладена в лабораторній роботі № 1, тому в даній роботі вони не розглядаються.

В комплекті приладу мотор-тестера входять з'єднувальні проводи з затискачами і наконечниками, пристосування для перевірки конденсаторів, розподільний трансформатор для перевірки котушок запалювання, а також три датчика: першого циліндру, високого струму і процесу згорання.

Стенд підключається до мережі 220 В, 50 Гц. Для вмикання тестера служить вимикач, який розміщений справа між приладами ІТ-220 і ІТ-230. При вмиканні стенда загоряється контрольна лампа, яка розміщена поряд з вимикачем.

4.3.3 Перевірка джерел електричної енергії

Перевірка джерел струму включає вимірювання наступних параметрів: пускового струму акумуляторної батареї, струму генератора на холостому ході і при номінальному навантаженні.

Перевірка акумуляторної батареї

До вхідних клем приладу ІТ-211, які позначено «Вольтметр», підключити провідники з затискачами. Затискачі згідно полярності

підключити до клем акумуляторної батареї. Діапазон вимірювання приладу встановити згідно мінімальної напруги акумуляторної батареї.

В ланцюг свічки запалювання першого циліндру ввімкнути датчик першого циліндру і підключити його до вхідного роз'єму на лівій стінці мотор-тестера, який позначено «Синхр».

Перемикач ІТ-251 поставити в положення «Показник частоти обертання – осцилоскоп» і вмикач мережі приладу ІТ-180 в положення «1». Ручку перемикача діапазону частоти обертання поставити в положення 6000 хв^{-1} . Стробоскопічна лампа повинна бути підключена до роз'єму «Стробоскоп» на приладі ІТ-180.

Запустити двигун і провести вимірювання пускової напруги на клеммах акумуляторної батареї. Пускова напруга 12 В батареї не повинна бути нижче 9,5 В. В іншому разі батарея несправна.

Вимірювання напруги генератора на холостому ході

Підключення приладу згідно схемі (рис. 4.1). Після пуску двигуна і збільшення числа оборотів до 1500 хв^{-1} відключити затискач, підключений на масу батареї. Величина напруги повинна знаходитись в границях 12,2...13,2 В.

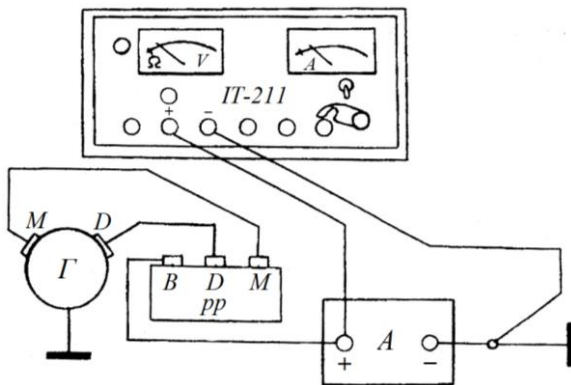


Рисунок 4.1 – Схема включення приладу ІТ-211 для заміру напруги генератора

Вимірювання напруги генератора при номінальному навантаженні

Прилад залишається підключений, як при вимірюванні напруги на холостому ході. Початкова частота обертання колінчастого валу двигуна 1500 хв^{-1} . Відрегулювати навантажувальним опором (обертанням ручки «Регулювання опору вправо») на мінімальне значення сили струму. Після цього створити навантаження, замикаючи затискачі, які позначено «з'єднання». Обертанням ручки «Регул. опору» встановити заданий для даного генератора струм навантаження. Напруга, що підтримується генератором при номінальній силі струму повинна знаходитись в межах, які вказані заводом-виробником. При розходженні напруги необхідно відрегулювати реле-регулятор.

4.3.4 Поелементна діагностика системи запалювання

Підготовка приладу до роботи

В ланцюг першого циліндру підключити датчик запалювання. Датчик напруги підключити до вторинної обмотки котушки запалювання і з'єднати його провідником з гніздом на лівій стороні тестера, що позначено «Підсилення». Схема підключення датчиків показана на рисунку 4.2.

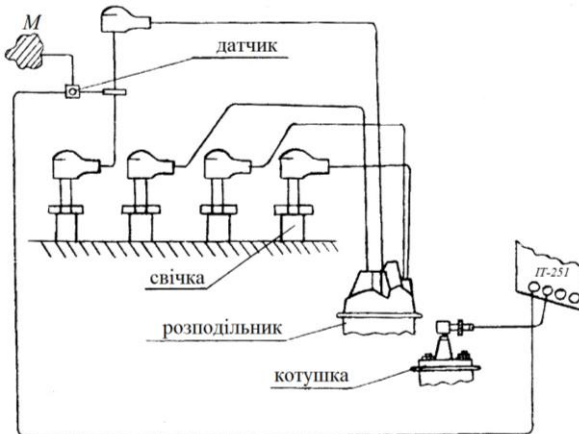


Рисунок 4.2 – Схема включення датчиків для перевірки системи запалювання

Підключити до мережі прилад ІТ-153 поворотом ручки «Розвертка часу тонка». Перемикач діапазонів напруги встановити в положення «15 В». Робочий перемикач приладу ІТ-153 встановити в положення «Запалювання». Робочий перемикач ІТ-251 в положення «Показник числа обертів – осцилоскоп».

Запустити двигун. За допомогою елемента «РВ тонка» здійснити налагодження зображення на екрані так, щоб з'явилася крива напруги, що відповідає числу циліндрів двигуна. Регулювання світлового сигналу на екрані здійснювати за допомогою елементів управління «Яскравість», «Точка» і елементів зі стрілками, які вказують напрямком. Якщо напруга проскакування направлена вниз, то необхідно переключити елемент полярності « \pm ».

Вимірювання напруги проскакування іскри

Частота обертання 1000 і 2000 хв⁻¹. Для справної системи запалювання напруга проскакування повинна знаходитись у межах 4–9 кВ (рис. 4.3 а).

Напруга нижче 4 кВ:

- між електродами свічки малий зазор;
- пробій свічки або проводу високого струму;
- порушення герметичності камери згорання.

Напруга вище 9 кВ:

- завищений зазор між електродами свічки (рис. 4.3 б, четвертий циліндр);
- розрив у ланцюзі високого струму (рис. 4.3 в, другий циліндр).

Перевірка точності кулачка переривача

Перемикач полярності « \pm » включити так, щоб імпульси запалювання були направлені вниз. Натиснути кнопку «Кулачок» і за допомогою елементів управління розмістити криві напруги на сітку екрану згідно рисунку 4.4 а.

Якщо кулачок розподільника точний і не вібрує, то на правому конусі кривої з'явиться одна вертикальна лінія. При не точному розподілі іскри з'явиться декілька розмитих вертикальних ліній. Діапазон розкидання ліній не може перевищувати 3% по горизонтальній шкалі осцилоскопа. Завищене розкидання свідчить про знос втулок валика розподільника, ослаблення кріплення основи контактів переривача.

Перевірка кута замикання контактів переривача. Підключення приладу попереднє

Елементом управління «РВ тонка» настроїти на екрані осцилоскопа один робочий цикл розподільника (рис. 4.4 б).

Початок запалювання у першому і другому циліндрах розмістити суворо в точках 0 і 100% діапазону нижньої шкали. Зафіксувати по середньому імпульсу кут замикання контактів на нижній шкалі при 1000 і 2000 об/хв.

Для 4-х циліндрових двигунів кут замкнутого стану контактів повинен складати 40...45°, для восьмициліндрового – 28...33°.

Перевірка котушки запалювання

Підключити котушку запалювання до приладу згідно схеми на рисунку 4.5. Перемикач діапазонів поставити в положення «30 кВ». Робочий перемикач приладу ІТ-153 в положення «Котушка». До первинної обмотки котушки 5, що перевіряється, підключити затискачі розподільчого трансформатора 6. Витягнути наконечник проводу високого струму 3 з датчика запалювання 4.

При непрацюючому двигуні натиснути на кнопку «Котушка». На екрані з'явиться характерна крива високого струму на вторинній обмотці котушки запалювання. Криву налагодити так, щоб на екрані знаходилась у вертикальному напрямі її половина (рис. 4.6). Перемикач полярності «±» поставити в таке положення, щоб на екрані було зображення з максимальною напругою першої півхвилі.

Справна 12-вольтова котушка запалювання повинна мати напругу першої півхвилі – 18...22 кВ, другої півхвилі – 6...7 кВ (рис. 4.6 а).

Характерну криву напруги котушки зі зниженим опором показано на рисунку 4.6 б. Така котушка запалювання підлягає заміні. На рисунку 4.6 в показано криву напруги з пробитою вторинною обмоткою котушки запалювання.

Перевірка конденсатора

Перевірку справності конденсатора можна здійснити як на автомобілі, так і зі знятого з нього за допомогою приладу ІТ-153. Схему підключення мотор-тестера показано на рисунку 4.7.

Перемикач приладу ІТ-153 встановити в положення «С», перемикач полярності в положення «-».

На корпусі конденсатора, що перевіряється, приєднати великий затискач 1 датчика 2, а до виводу конденсатора приєднати малий затискач 3. Провідник 4 приєднати на вхід «С» з лівої сторони тестера.

На екрані осцилоскопа встановиться характерний еліпс. Ручкою управління «С» обертати до випрямлення еліпса в пряму лінію (рис. 4.8).

За допомогою ручок управління перемістити пряму в сітку і на шкалі «С/Q» відлічити відхилення, яке у справного конденсатора повинно не перевищувати дві поділки. Якщо не вдається настроїти еліпс в пряму, або у прямої відхилення перевищує дві поділки, конденсатор несправний.

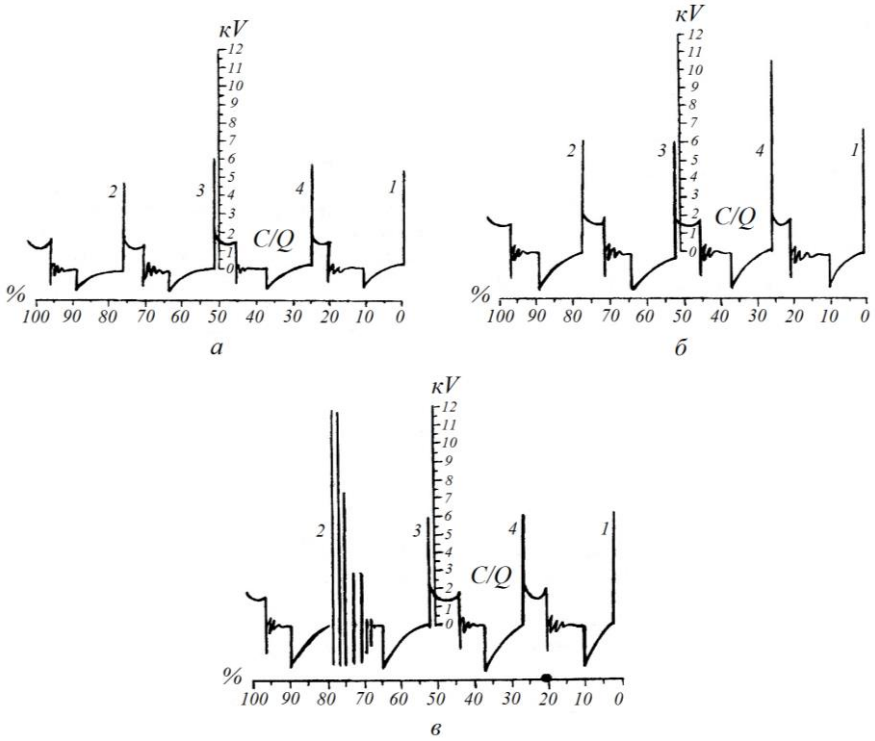
Перевірка процесів горіння в циліндрах двигуна

Прилад і датчики підключити по схемі (рис. 4.9). Провідник від датчика високого струму 1 приєднати до датчика горіння 2. Встановити перехідні наконечники 3 на свічки запалювання 4 і з'єднати їх з датчиком горіння.

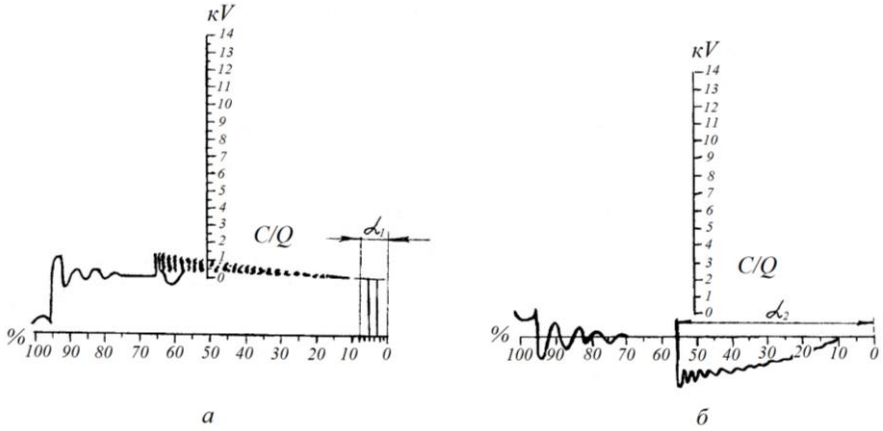
Перемикач діапазонів приладу ІТ-153 поставити в положення «Горіння»; робочий перемикач приладу ІТ-251 поставити в положення «Запалювання»; робочий перемикач приладу ІТ-251 поставити в положення «Показник число обертів – осцилоскоп»; перемикач полярності поставити в положення «+». Завести двигун. На екрані осцилоскопу з'являться характерні криві процесу горіння (рис. 4.10). Налагодження розвертки провести ручкою управління «РВ тонка». Перевірити роботу двигуна по процесам горіння при 1000 і 2000 об/хв.

При нормальній роботі двигуна висота кривих, що характеризують процеси горіння, повинна складати 3–6 поділок (рис. 4.10 а). На рисунку 4.10 б показано характерну криву детонаційного горіння, причиною якого може бути дуже раннє запалювання або використання невідповідного ступені стиску сорту палива.

Перебої в роботі свічки одного з циліндрів показані на рисунку 4.10 в, калільне запалювання – на рисунку 4.10 г.



а – нормальна крива напруги; *б* – збільшений зазор між елементами свічки 4-го циліндра; *в* – розрив в колі запалювання 2-го циліндра
 Рисунок 4.3 – Осцилограма напруги проскакування іскри



а – точності кулачка переривника; б – кута замкнутого стану контактів переривника
Рисунок 4.4 – Характерна осцилограма при перевірці

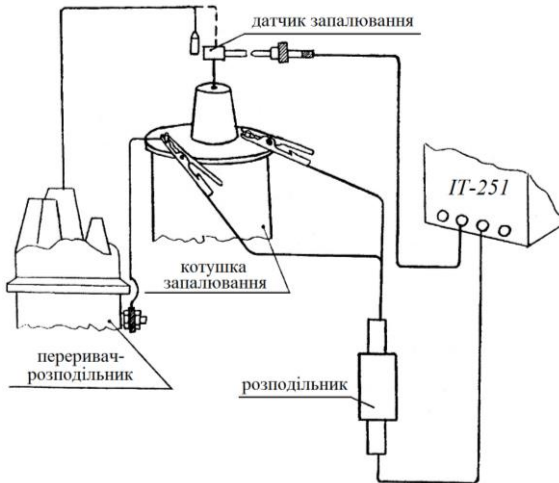


Рисунок 4.5 – Схема включення приладу IT-251 при перевірці котушки запалювання

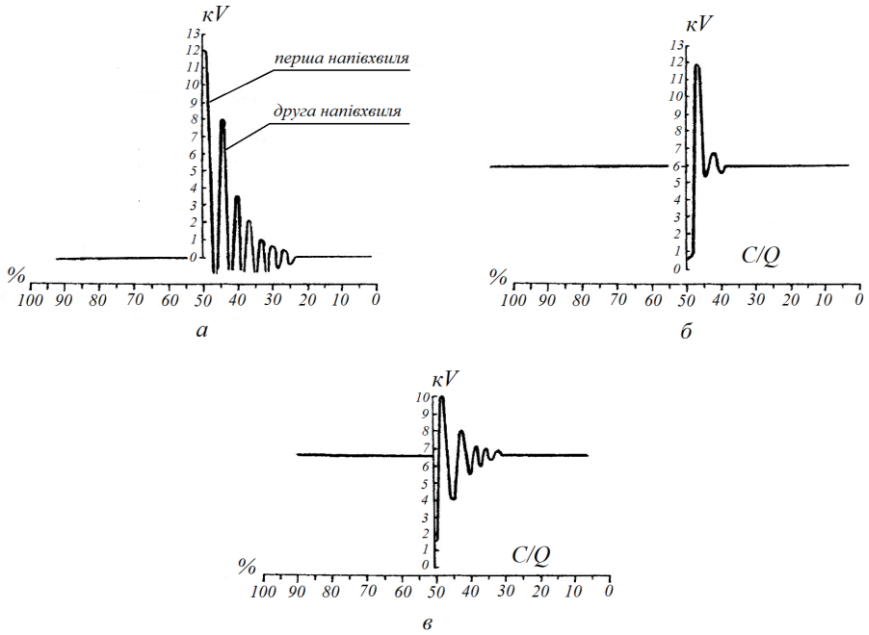


Рисунок 4.6 – Характерні криві напруги при перевірці котушки запалювання

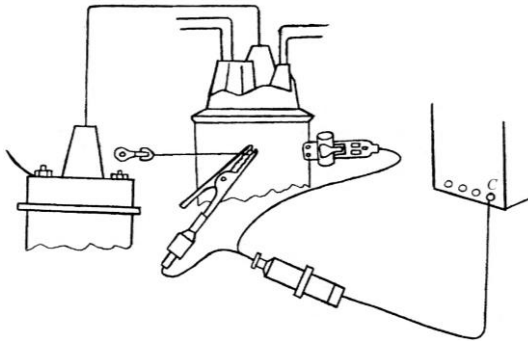


Рисунок 4.7 – Схема включення приладу ІТ-251 при перевірці конденсатора на двигуні

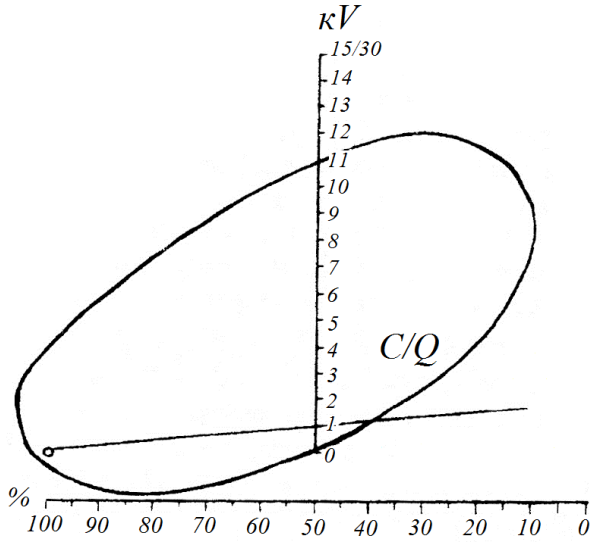


Рисунок 4.8 – Характерна осцилограма при перевірці конденсатора

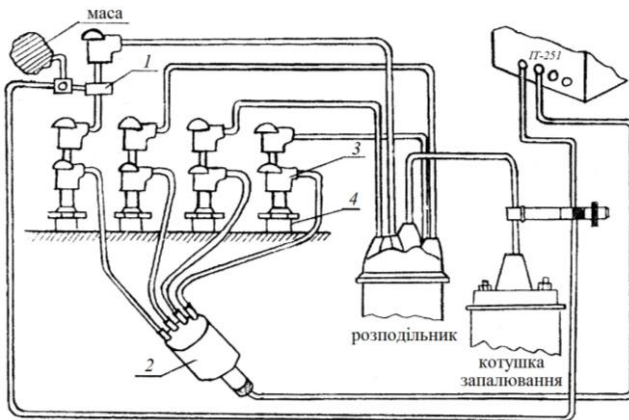
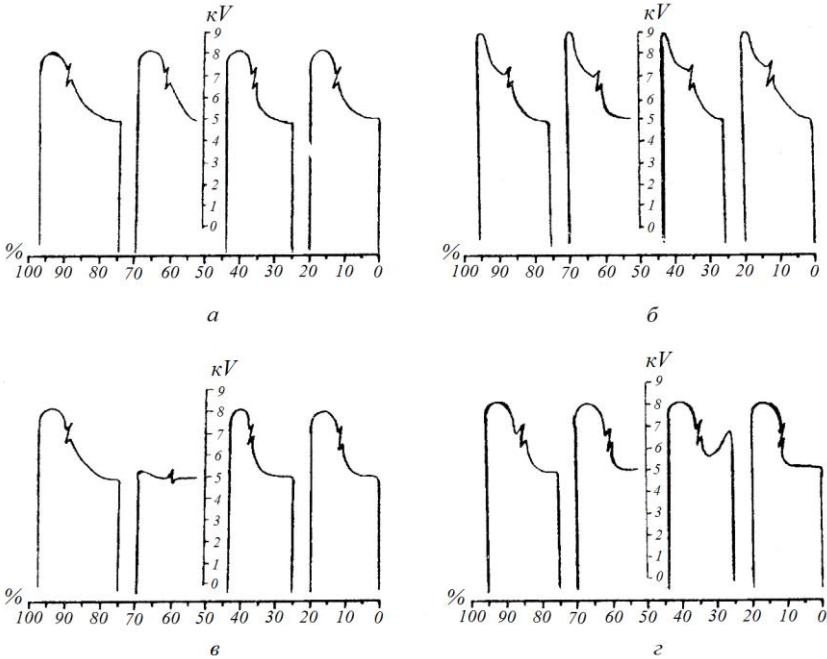


Рисунок 4.9 – Схема включення приладу ІГ-251 для процесів горіння



a – нормальне горіння; *б* – детонаційне горіння; *в* – перебої в роботі свічки одного з циліндрів; *з* – калільне запалювання

Рисунок 4.10 – Осцилограми процесів горіння чотиритактного бензинового двигуна

Перевірка випередження запалювання

Вимірювання кута випередження запалювання, що створюється відцентровим та вакуумним регуляторами, здійснюється за допомогою приладу ІТ-180. Сутність методу полягає в тому, що за допомогою стробоскопічної лампи висвічується помітка на маховику або шківу колінчастого валу, а потім на різних режимах роботи двигуна або утримують потенціометром приладу помітку в стабільному стані і відраховують кут на стрілочному приладі ІТ-180, або безпосередньо, по зміщенню помітки, відраховують кут випередження запалювання.

Підготовка приладу до роботи

Підключити стробоскопічну лампу до входу «Стробоскоп» приладу ІТ-180. Датчик запалювання включити в ланцюг свічки першого циліндра (рис. 4.11). Після ввімкнення приладу ІТ-180 і теплової стабілізації на протязі 15 хв, встановити перемикач кутових діапазонів на панелі приладу ІТ-180 в положення «Тарування» і за допомогою елемента управління «Тарування – налагодження» встановити стрілку приладу «φ» на червону риску (максимальне відхилення). Після настроювання перемикач кутових діапазонів встановити в положення 60°. При цьому перемикач приладу ІТ-251 повинен міститися в положенні «Показник числа обертів – випередження – осцилоскоп».

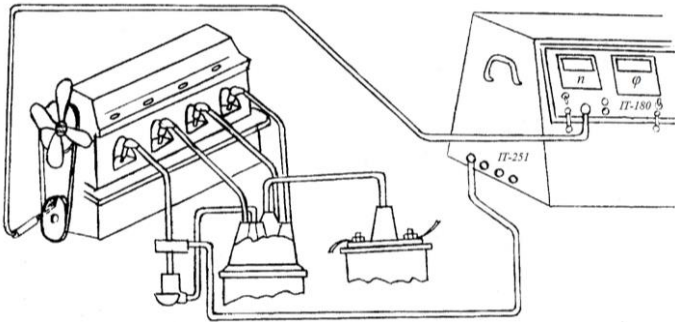


Рисунок 4.11 – Схема підключення датчиків до приладу ІТ-251 при перевірці роботи відцентрового регулятора випередження запалювання

Вимірювання основного кута випередження і відцентрового регулювання випередження запалювання

Відключити вакуумний регулятор випередження запалювання і проводити вимірювання починаючи з 1000 хв^{-1} .

Запустити двигун. Використовуючи стробоскопічний ефект, встановити потенціометр стробоскопу поділку шкали, що обертається на маховику шкали (кульки), навпроти нерухомої помітки. Величина випередження на холостому ході повинна відповідати даним заводу-виробника. Якщо при збільшенні частоти обертання колінчастого валу кут випередження запалювання більший за норму, то причиною є зниження жорсткості пружин відцентрового регулятора. При куті, що не міняється від частоти, відцентровий регулятор являється

несправним. Якщо ж риска, що освічується стробоскопом на шківу, має нестійке положення, то можливе ослаблення кріплення контактів переривача, або знос підшипників валу кулачка.

Вимірювання вакуумного регулятора випередження запалювання

Зафіксувати на приладі «φ» початковий кут випередження при частоті 1000 об/хв без вакуумного регулятора. Потім до вакуумного регулятора 1 і вхідного штуцера вакуумметра 2 підключити ручний насос 3 (рис. 4.12). Створити вакуумним насосом задане розрідження на вакуумметрі приладу ІТ-230 і зафіксувати зміну кута випередження запалювання на приладі «φ».

Під керівництвом викладача включити навантаження двигуна і зафіксувати зміну кутів випередження запалювання.

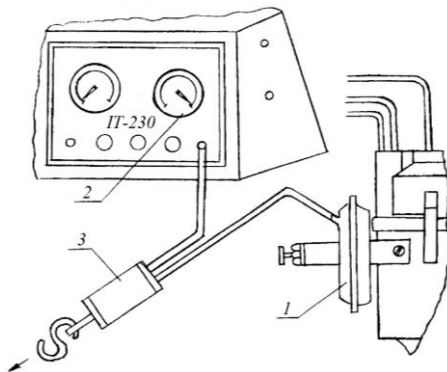


Рисунок 4.12 – Схема включення приладу ІТ-230 для перевірки вакуумного регулятора випередження запалювання

4.3.5 Діагностика вторинного ланцюгу системи запалювання за допомогою мобільного мотор-тестера

Основою будь-якого сучасного мотор-тестера є цифровий осцилограф. Тобто, мотор-тестер – це пристрій, який здатний відображати осцилограму високої напруги системи запалювання, крім того, у реальному часі, він відображає параметри імпульсу системи запалювання, такі, як пробивна напруга, час і напруга горіння іскри.

Будь-яка несправність системі запалювання, як у первинному так і у вторинному ланцюзі, певним чином впливає на форму та параметри імпульсу високої напруги у вторинному ланцюзі системи запалювання. Крім того, форма та параметри імпульсу високої напруги у вторинному ланцюзі системи запалювання залежать так само від кута випередження запалювання, частоти обертання колінчатого валу, кута відкриття дросельної заслінки, тиску наддування, складу робочої суміші й т.д. Таким чином, спостерігаючи осцилограму високої напруги, можна комплексно перевірити систему запалювання. Знаючи нормальні параметри імпульсу запалювання, а також осцилограми типових несправностей і бачити при цьому осцилограму високої напруги досліджуваної системи запалювання, можна швидко і однозначно виявити несправності системи запалювання.

Типова осцилограма системи запалювання виглядає наступним чином (рис. 4.13).

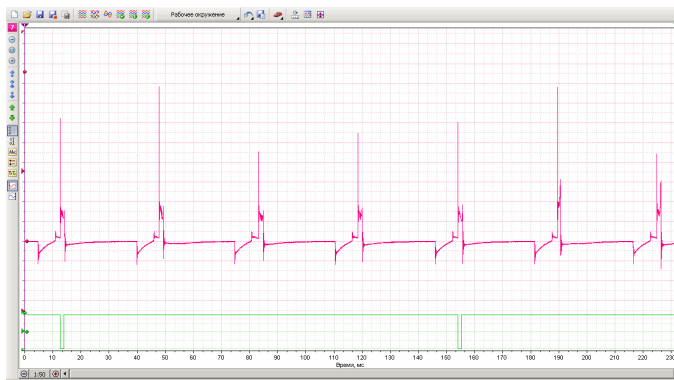


Рисунок 4.13 – Осцилограма високовольтної напруги вторинного ланцюга системи запалювання

На рисунку 4.13 верхній сигнал це безпосередньо сама осцилограма високовольтної напруги вторинного ланцюга системи запалювання, а нижній сигнал це імпульс синхронізації для ідентифікації циліндрів. Імпульс синхронізації дозволяє нам визначити, де який циліндр на осцилограмі системи запалювання відповідно до порядку роботи двигуна. Так, якщо на рисунку 4.13

імпульс синхронізації відповідає четвертому циліндру, а порядок роботи двигуна 1-3-4-2, то порядок відображення, сигналів на осцилограмі високовольтної напруги вторинного ланцюга системи запалювання, буде відповідно таким 4-2-1-3.

На осцилограмі високовольтної напруги вторинного ланцюга системи запалювання окремого циліндра (рис. 4.14) можна виділити наступні характерні точки і ділянки.



Рисунок 4.14 – Осцилограма високовольтної напруги вторинного ланцюга системи запалювання в окремо взятому циліндрі

На рисунку 4.14 зображені наступні характерні точки і ділянки.

1 – початок накопичення енергії в магнітному полі котушки запалювання (момент відкриття силового транзистора комутатора системи запалювання);

2 – момент переходу комутатора системи запалювання в режим утримання енергії в магнітному полі (по досягненню струму в первинній обмотці котушки запалювання рівного близько 8А, комутатор переходить у режим стабілізації струму на цьому рівні);

3 – пробій іскрової проміжки й початок горіння іскри (момент закриття силового транзистора комутатора);

4 – ділянка горіння іскри;

5 – кінець горіння іскри і початок загасаючих коливань (які виникають внаслідок магнітних властивостей котушки запалювання).

Для справної системи запалювання, значення параметрів імпульсів високої напруги перебувають у таких діапазонах:

- напруга пробою – у середньому 7...10 кВ;
- напруга горіння іскри – 1...2 кВ;
- час горіння іскри – 1,5 мс.

При цьому потрібно знати, що для окремо взятого циліндра напруга пробою може значно змінюватися, а час і напруга горіння іскри мають майже незмінні значення на режимах холостого ходу роботи двигуна. Також слід пам'ятати що несправності комутатора, котушки запалювання, центрального високовольтного дроту будуть позначатися на осцилограмах напруги всіх циліндрів, у той час як несправності високовольтного дроту свічі циліндра, гумового ковпачка свічі запалювання та самої свічі запалювання будуть відображатися тільки на осцилограмах напруги відповідних циліндрів, де ця несправність присутня.

Несправності системи запалювання можуть проявлятися або постійно (постійні), або тільки на деяких режимах роботи двигуна (спорадичні). Виявити постійну несправність значно простіше, чим спорадичну, тому що зробити це можна стаціонарно. Спорадичні несправності системи запалювання в більшості випадків можна виявити тільки шляхом діагностики в динаміці.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Назвіть основні недоліки джерел електричного струму на автомобілі.
2. Які діагностичні параметри характеризують акумуляторну батарею і генератор?
3. Назвіть основні неполадки батарейної системи запалювання.
4. Які недоліки систем двигуна можна визначити за допомогою осцилоскопа мотор-тестера?
5. Які діагностичні параметри використовуються при оцінюванні технічного стану системи запалювання?
6. Назвіть нормативні значення основних параметрів, що характеризують систему запалювання (зазори, розряджена напруга, напруга вторинного ланцюга котушки запалювання, кути випередження та ін.).

Література: [2], с. 249–272; [4], с. 123–127, 153–154; [5], с. 160–165; [6], с. 73–84; [9], с. 84.

Звіт
до лабораторної роботи № 4
Діагностика системи запалювання бензинового двигуна

Мета роботи: _____

Інструмент, прилади, обладнання: _____

Модель двигуна: _____

Таблиця 4.1 – Результати діагностики системи запалювання бензинового двигуна

Об'єкт діагностування	Величина діагностичного параметра	
	Норматив	Фактично
1	2	3
1. Акумуляторна батарея: – напруга на клеммах батареї, В – пускова напруга, В	12 9,5	
2 Реле-регулятор: – напруга холостого ходу, В – напруга при номінальному навантаженні, В	12,1...13,2 13,9...14,5	
3 Система запалювання: 3.1 Напруга проскакування іскри на осцилографі, кВ I циліндр II циліндр III циліндр IV циліндр	5...9	
3.2 Переривач: – точність кулачка по сумарному розкиду іскроутворення на екрані осцилоскопа, %; – кут замкнутого стану контактів, град; – первісний кут випередження запалення, град; – змінювання кута випередження запалення відцентрового регулятора, град; – змінювання кута випередження запалення вакуумним регулятором, град.	3 40...45	
3.3 Конденсатор: – характерне зображення на екрані осцилоскопа; – число поділів шкали перерізів прямою лінією	2	
3.4 Котушка запалювання: – характерне зображення на екрані осцилоскопа; – максимальна напруга первинної півхвилі, кВ	9...12	
3.5 Процес горіння: – характерне зображення на екрані осцилоскопа; – зона розташування кривих процесу горіння; – зміна зображення кривих процесів горіння під навантаженням		

Висновки: _____ .

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5. ДІАГНОСТИКА ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

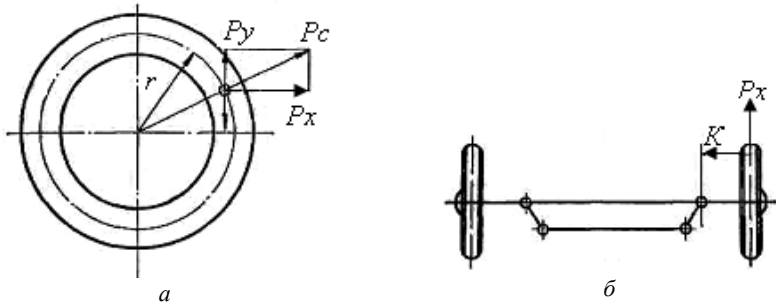
Мета роботи – вивчити і практично освоїти методи діагностування елементів ходової частини автомобіля.

5.1 Загальні відомості

За даними статистики кількість дорожньо-транспортних пригод, які викликані неполадками переднього мосту, рульового керування та шин, складає 20...25% від всіх аварій, що виникають по технічним причинам. Своєчасне виявлення цих неполадок повинно забезпечуватись діагностуванням. В процесі експлуатації автомобілів найбільш часто виникає потреба в контролі кутів установки коліс, що керуються, тиску в шинах та їх балансування. В процесі роботи автомобіля може виникнути невірноваженість колеса в результаті нерівномірного зносу протектора, накладення манжети при ремонті покришки, ексцентричності колеса, накладення латки при ремонті камери і неправильної установки вентиля камери. Під статичною невірноваженістю колеса розуміють розбіжність його центру тяжіння з віссю обертання. При обертанні невірноваженого колеса виникає відцентрова сила P_c , яка пропорційна квадрату числа оборотів колеса. Сила P_c може бути розкладена на горизонтальну P_x і вертикальну P_y складові (рис. 5.1). Вертикальна складова змінюється по синусоїді і викликає нерівномірне обертання колеса і його підстрибування. Горизонтальна складова, утворює на плечі K (рис. 5.1) момент, який викликає виліт колеса в горизонтальній площині.

В результаті сумісної дії горизонтальної і вертикальної складової сил відбувається вібрація і биття колеса, коливання навколо шворні (осі повороту), що погіршує стабілізацію керованих коліс і викликає інтенсивне зношування підшипників маточин коліс, деталей ходової частини, рульового механізму і проектора шин.

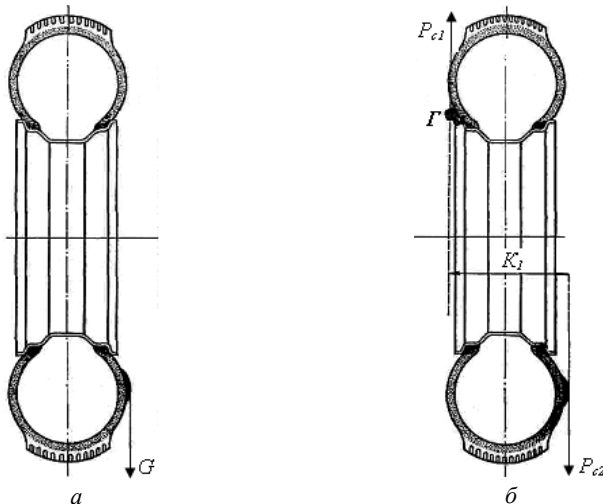
Перед проведенням статичного балансування перевіряють радіальне і осьове биття колеса.



a – вигляд збоку; b – вигляд зверху; r – відстань від неврівноваженого вантажу від осі обертання колеса

Рисунок 5.1 – Схема сил, які діють на неврівноважено колесо

Якщо статично урівноважене колесо привести в обертання, то можуть виникнути моменти P_{c1} , P_{c2} від неврівноважених сил на плечі K_I (рис. 5.2). Така неврівноваженість колеса називається динамічною. Під динамічною неврівноваженістю колеса розуміють нерівність нулю відцентрових моментів інерції.



Γ – вантаж, який врівноважує, G – величина вантажу, який неврівноважений
Рисунок 5.2 – Схема статичної (a) та динамічної (b) неврівноваженості колеса

Вплив кутів установки коліс, що керуються, на економічність автомобіля виражається в тому, що зі збільшенням кутів розвалу і сходження коліс зменшується шлях вільного кочення автомобіля і збільшується витрата пального. Надмірне зменшення кутів установки коліс приводить до погіршення керованості автомобіля і інтенсивному зносу шин. Ще більший вплив на знос шин чинить порушення балансування коліс.

Контроль кутів установки коліс здійснюється за допомогою рідинних або електрооптичних приладів. Балансування коліс проводять або на спеціальних стендах зі зняттям їх з автомобіля, або на спеціальних установках без зняття коліс з автомобіля.

Інструмент, прилади, обладнання:

- переносний електрооптичний прилад «Оптимет-2»;
- станок для статичного і динамічного балансування коліс;
- манометр для перевірки тиску в шинах;
- плакати по конструкції передніх мостів легкових автомобілів.

5.2 Порядок виконання роботи

5.2.1 Діагностування кутів установки керованих коліс

Встановити автомобіль, що перевіряється на рівній горизонтальній площадці. Передні колеса автомобіля повинні знаходитись на рухливих плитках з кульковою опорою 1 (рис. 5.3). Витягнути з корпусу плиток фіксуючі стержні і прокручуючи рульове колесо переконатися у відсутності заїдання та легкості повороту передніх коліс автомобіля.

Закріпити на обідах коліс в місцях, де немає пошкоджень, проєкційні апарати 2 і підключити їх до блоку живлення 3, який з'єднано з 12-вольтовою акумуляторною батареєю 4. Осі і обертання проєкторів при цьому повинні співпадати з віссю обертання коліс. Правильність установки проєкторів (з урахуванням можливої деформації диска) перевіряється по відсутності биття світових трикутників на екрані 5 для перевірки розвалювання коліс.

Перевірити сходження коліс. Для цього на відстані 1,5 м від осі по обидві сторони передніх коліс покласти розсувні штанги 6, так, як це показано на рисунку 5.3. Направити промінь правого проєктора на юстирувальні трикутники малих екранів обох штанг і забезпечити їх збіжність шляхом зміщення штанг вліво або вправо.

Направити промінь лівого проектора на більшу шкалу передньої штанги і зафіксувати значення шкали в місці світового ромбика. Потім повернути проектор на 180° і поєднати світовий ромбик зі шкалою задньої штанги. При додатному сходженні коліс покази на задній штанзі повинні бути більші, ніж на екрані передньої штанги на величину, яка визначена технічними умовами для даного автомобіля.

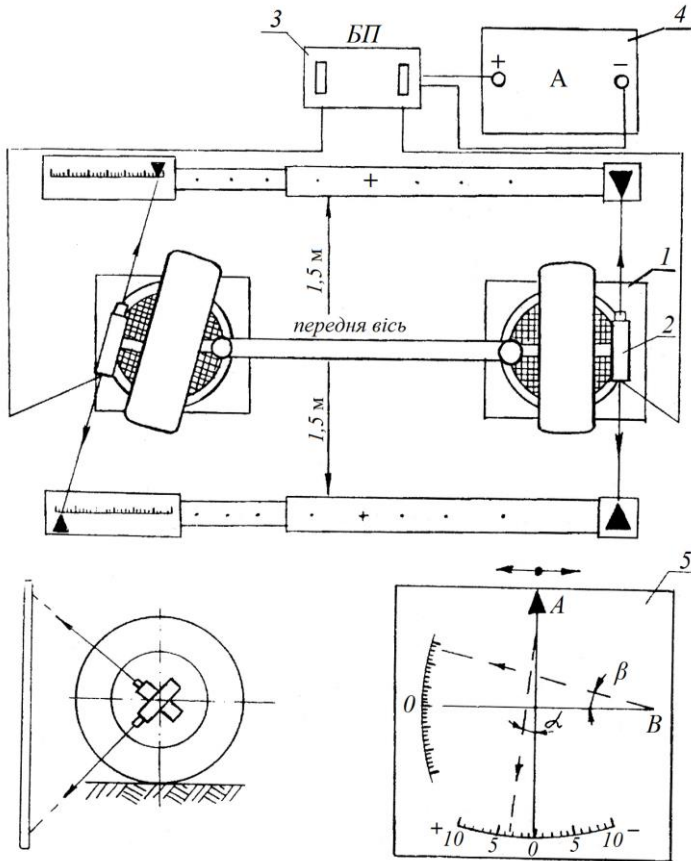


Рисунок 5.3 – Схема установки приладу «Оптимет-2» для діагностики кутів установки керованих коліс

Вимірювання сходження виконати 3 рази з незначним відхиленням рульового колеса від положення, яке відповідає прямолінійному руху автомобіля. Дані про нормативні значення величини сходження приведені в таблиці 5.1.

Перевірити кути розвалу коліс – α . Екрани 5 встановити перед автомобілем в вертикальній площині світового променю на відстані 1 м від осей коліс. Спроекувати світовий ромбик на верхній трикутник екрану, а потім повернути вниз проєктор 2 до збіжності променю з нижньої шкалою. Лінія променю на екрані створить з вертикаллю кут розвалу α , значення якого відмічається на нижній шкалі екрана. Одна ціла поділка шкали відповідає одному градусу. При додатному розвалюванні промінь проєктора іде у внутрішню (до автомобіля) сторону. Зіставити отримане значення з нормативною величиною кута розвалу для автомобіля, що перевіряється, в таблиці результатів звіту.

Сходження коліс у легкових автомобілів з незалежною передньою підвіскою регулюється шляхом зміни довжин лівої та правої поперечних тяг при відпущених болтах затискачів наконечників, наприклад, у ВАЗ-2107 обертанням різбових муфт. У автомобілів з залежною передньою підвіскою керованих коліс, наприклад, як у ГАЗ-3221, регулювання сходження коліс виконується зміною довжини поперечної рульової тяги (рис. 5.4). У вантажних автомобілів сходження регулюють також зміною довжини поперечної тяги.

Кут розвалу α у легкових автомобілів регулюється зміною нахилу осі поворотної цапфи. На автомобілях з передньою підвіскою, як в конструкції автомобіля ВАЗ-2107, розвал регулюється шайбами між підрамником і нижнім важелем підвіски. При цьому слід пам'ятати, що є залежність кута розвалу та продовжного нахилу осі повороту колеса від зміни кількості шайб.

У автомобілів з передньою підвіскою типу «Гойдаючи свічка» (ЗАЗ-1102, ВАЗ-2109 та ін.) кут продовжного нахилу осі повороту сприяє стабілізації керованих коліс у напрямку прямолінійного руху. Кут змінюється кількістю регулювальних шайб на кінцях розтяжки. Для зменшення кута їх додають, для збільшення – забирають (одна шайба – $19'$). Кут розвалу колеса регулюють поворотом верхнього болта телескопічної стійки до поворотного кулака.

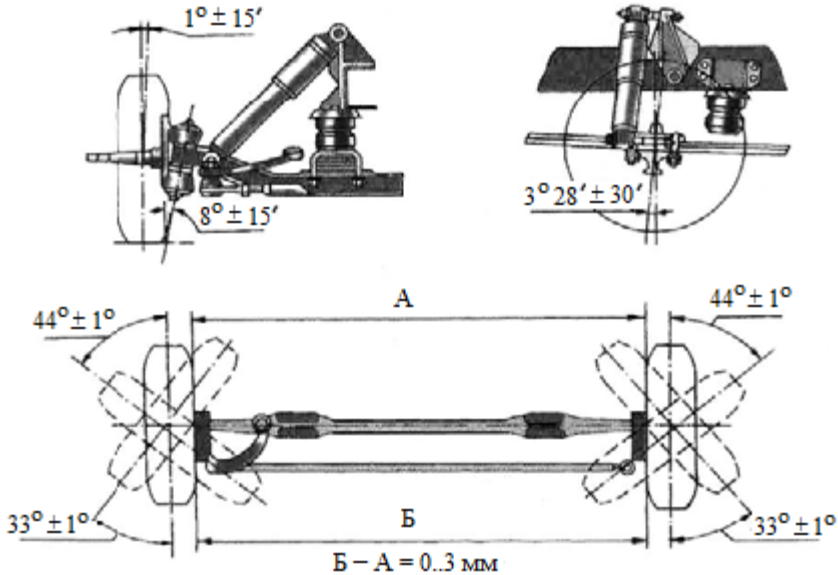


Рисунок 5.4 – Кут установки передніх коліс автомобіля ГАЗ-3221

Перевірити кут нахилу шворня. Кут поперечного нахилу β визначається при проєкціюванні світового ромбика з кінця стрілки В (рис. 5.3) При повороті колеса навколо шворня значення кута відлічується по боковій шкалі.

Кут поздовжнього нахилу шворня γ визначають по зміні кута розвалу колеса при його повороті вправо і вліво на 10° . При позитивному куті продвжнього нахилу осі повороту колеса (при повороти праворуч керованого колеса) його кут розвалу збільшується. Кут поздовжнього нахилу визначається як різниця між кутами розвалу при повороті колеса праворуч та ліворуч: $\gamma \pm = \alpha_{\max} - \alpha_{\min}$.

Зіставити отримані значення кутів нахилу шворня з даними таблиці результатів.

Визначити перекіс заднього мосту автомобіля. Для цього встановити проєктори на задні колеса, а додаткові екрани – на передні колеса (рис. 5.5), які знаходяться в положенні прямолінійного руху. Якщо перекіс або зміщення колії відсутнє, то заміри по шкалам правого і лівого додаткових екранів повинні бути однаковими. Перекіс заднього моста недопустимий.

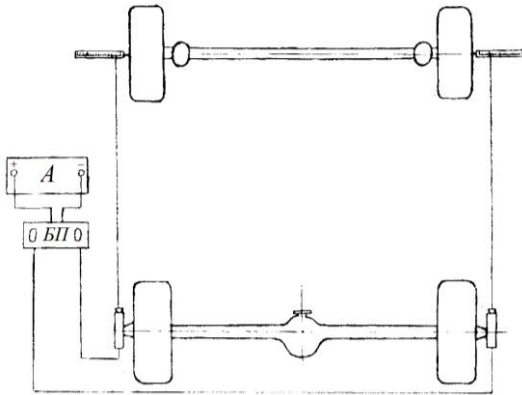


Рисунок 5.5 – Схема установки электрооптического прибора для проверки заднього моста автомобіля

5.2.2 Контроль тиску повітря в шинах

Перевірити тиск повітря в шинах за допомогою шинного манометра. Величина тиску в передніх і задніх колесах повинна відповідати даним таблиці результатів.

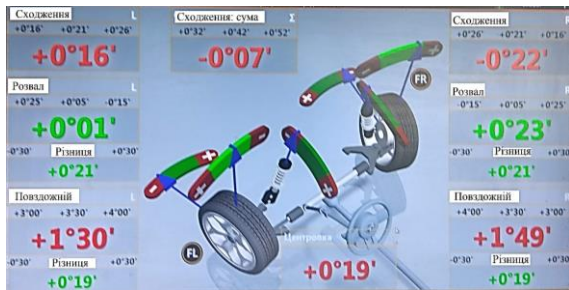
Зазначена вище методика визначення кутів встановлення коліс з використанням приладу «Оптимет-2» не передбачає одночасної обробки результатів вимірювань і потребує певного часу. Але з навчальної точки зору методика є інформативною.

Більш сучасне обладнання передбачає використання програмного забезпечення та комп'ютеризованої обробки даних з їх одночасним відображенням, наприклад, 3D стенд Hofmann Megaline Logik 8 розвал сходження для ями або підйомача з 8 CCD камерами, (рис. 5.6). Стенд має сучасний інтерфейс користувача з максимальною оглядовістю та швидким доступом. Графічний процесор виконує надточні обчислення у часі. Хмарне програмне забезпечення працює за принципом «хмари», де до серверної частини з графічним процесором приєднуються термінали для зчитування даних. Оператор може бачити дані на моніторі, планшеті чи телефоні одночасно. Автоматичні оновлення ПЗ та бази даних автомобілів виконуються за допомогою онлайн-з'єднання.

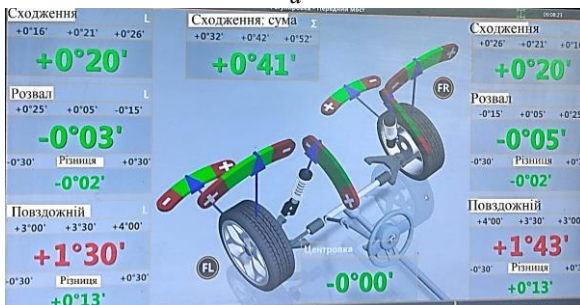


Рисунок 5.6 – 3D стэнд Hofmann Megaline Logik 8

На рисунку 5.7 наведено зображення кутів встановлення коліс автомобіля ВА3-21063 при виконанні діагностичних та регульовальних операцій.



а



б

а – до регулювання; б – після регулювання

Рисунок 5.7 – Результати визначення кутів встановлення керованих коліс автомобіля ВА3-21063

5.2.3 Балансування коліс

Дослідження показують, що в середньому через 2–6 тис. км після проведення балансування величина дисбалансу збільшується в 2–3 рази внаслідок нерівномірності зносу протектора і перерозподілу нерівноважених мас. Знос протектора у незбалансованих коліс на 25–30% вище а довговічність деталей підвіски в 1,5–2 рази нижче. Балансування коліс із зняттям їх з автомобіля дає більш високу точність, однак при цьому не враховується можливий дисбаланс маточини і гайок коліс.

Перед проведенням статичного балансування перевіряють радіальне та вістове биття колеса. Згідно ДСТУ 8816:2018 биття шин повинно бути не більше [10]:

- для радіальних шин з посадочним діаметром 1–14 дюймів: радіальне – 1,0 мм, бокове – 1,5 мм, з посадочним діаметром 15–16 дюймів радіальне – 1,5 мм, бокове – 2,0 мм;
- для діагональних шин всіх позначень: радіальне – 2,0 мм; бокове – 3,0 мм.

Зняти колесо з автомобіля, очистити його від бруду і встановити на валу 1 станка для балансування за допомогою опорної шайби цангового затискача. Висувна стрілка станка 2 повинна співпадати з канавкою для кріплення балансувальних вантажів. Обертанням вправо гайки цангового затискача надійно закріпити колесо на валу станка (рис. 5.8).

Виконати статичне балансування. Важіль 3 поставити в робоче положення, хитнути колесо і дати йому змогу повернутися в стан спокою. При цьому важка частина колеса буде знаходитись внизу. Відмітити крейдою на внутрішній стороні верх колеса і методом підбору встановити на диск такий вантаж, при якому буде забезпечено балансування колеса.

Провести динамічне балансування.

У вікні 13 верхньої панелі стенда шляхом обертання барабанчика 12 встановити відповідний розмір шини. Рукояткою 6 ввімкнути електродвигун в положення «Вперед», важелем 7 підвести барабан 8, що обертається, до колеса і розігнати його. При цьому важіль 3 повинен знаходитись в «робочому» положенні.

Потім вимкнути мотор, поставити важіль 3 в «вільне» положення і дати колесу змогу вільно обертатися де тих пір, поки лінійка 11 індикатора 10 не перестане переміщуватися вниз.

Поставити важіль 3 в «робоче» положення, ввімкнути двигун рукояткою 6 в положення «реверс» і прижати барабан 8 до колеса, яке обертається.

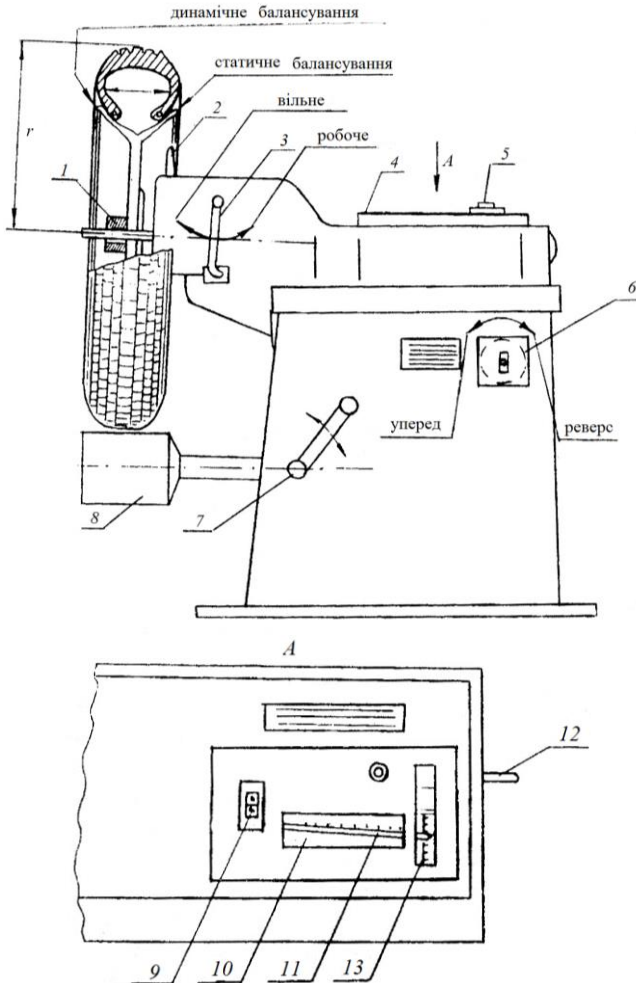


Рисунок 5.8 – Загальний вигляд станка і панелі приладів для балансування коліс автомобіля

Стрілка лінійки 11 покаже величину дисбалансу у вікні 13. Встановити у верхній точці зовнішньої сторони колеса вантаж масою, яка відповідає показам стрілки. Площина встановлення вантажу повинна відповідати показам стрілки, що вибила вниз лінійку індикатора. Вибір номера площини проводиться у вікні 9.

Повторювати операцію динамічного балансування до тих пір, поки лінійка індикатора не буде виходити нижче зеленої поділки шкали у вікні 13.

Статична невірноваженість колеса звичайно виражається моментом:

$$M_{ст.н} = C \cdot r, \text{ г}\cdot\text{см},$$

де C – величина статичного невірноваженого вантажу, г;

r – відстань невірноваженого вантажу від осі обертання колеса, см (приблизно r можна приймати рівним зовнішньому радіусу колеса).

Динамічна невірноваженість колеса виражається моментом

$$M_{д.н} = D \cdot b, \text{ г}\cdot\text{см},$$

де D – величина динамічного невірноваженого вантажу, г;

b – ширина покриття, см.

Згідно ДСТУ 8816:2018 статичний дисбаланс шин для легкових автомобілів повинен бути не більш 0,35% від помноження маси шини на її вільний радіус. Для шин легких вантажних автомобілів та автобусів особо малої місткості не більш 0,5% від помноження маси шини на її вільний радіус [10]. Для нових шин допускається статичний дисбаланс не більше 500 г·см (для шин 6,45-13); для шин 7,35-14 – не більше 1000 г·см. Динамічний дисбаланс відповідно 300 і 600 г·см.

Для розрахунку величини статичного дисбалансу необхідно масу зрівноваженого вантажу помножити на зовнішній радіус колеса, а динамічного – покази стрілки індикатора у вікні 13 на ширину покриття по боковинам.

Зазначена вище методика визначення кутів встановлення коліс з використанням розглянутого станка для балансування коліс не передбачає одночасної обробки результатів вимірювань і потребує певного часу. Але з навчальної точки зору методика є інформативною.

Більш сучасне обладнання передбачає використання програмного забезпечення та комп'ютеризованої обробки даних з їх одночасним відображенням, наприклад, це застосовано у балансувальному верстаті ShiningBerg W60NB. Верстат призначений для роботи з колесами вагою до 65 кг (рис. 5.9).



а – загальний вигляд; *б* – панель керування
Рисунок 5.9 – балансувальному верстаті ShiningBerg W60NB

Верстат має наступні загальні технічні особливості:

- максимально допустимий діаметр колісних дисків до 24 дюймів;
- вбудований світлодіодний дисплей створює компактний зовнішній вигляд верстата;
- стандартні програми для балансування коліс на металевих дисках, легкосплавних дисках, колесах мотоциклів потрібні додаткові адаптери;
- нескладна процедура калібрування для швидкого оновлення точності показань;
- всі параметри колеса вводяться вручну оператором;
- старт процесу вимірювання під час опускання кожуха;

- балансувальний верстат має вал діаметром 40 мм;
- час проведення вимірювання дисбалансу 7 секунд;
- завдяки заводським параметрам на верстаті можна обслуговувати різні колеса діаметром до 1000 мм;
- місце закріплення вантажу необхідної ваги вказує на дисплей, що біжить, доріжку.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які розрізняють кутів нахилу шворня (осі повороту колеса) та яке їх значення?
2. Що розуміється під розвалом коліс та у чому полягає методика його визначення?
3. Що розуміється під сходженням коліс та у чому полягає методика його визначення?
4. Назвіть оптимальні значення кутів установки передніх коліс легкових автомобілів.
5. Яка допустима величина дисбалансу коліс легкових автомобілів?

Література: [1], с. 290–296; [3], с. 200–204; [5], с. 125–139; [6], с. 74–76; [9], с. 87–89.

Звіт
до лабораторної роботи № 5
Діагностика ходової частини автомобіля

Мета роботи: _____

Інструмент, прилади, обладнання: _____

Модель двигуна: _____

Таблиця 5.1 – Результати діагностики ходової частини автомобіля

Діагностичні параметри	Значення параметрів для автомобілів			
	ГАЗ-3221	ЗАЗ-1102	ВАЗ-2107,05	ВАЗ-2109
1. Сходження передніх коліс, мм: – нормативне – фактичне	0...3	-(1...3)	2...4	0±1
2. Кут розвалу, град: – нормативний – фактичний	1°±15'	0°±20'	0°30'±20'	0°±30'
3. Продовжний кут нахилу осі повороту колеса, град: – нормативний – фактичний	3°28'±30'	3°	4°±30'	1°30'±30'
4. Поперечний кут нахилу осі повороту колеса, град: – нормативний – фактичний	8°±15'	15°	6°	
5. Кут перекосу заднього моста, град: – нормативний – фактичний	0°	0°	0°	0°
6. Тиск повітря в шинах, МПа: <i>передніх коліс:</i> – нормативний – фактичний <i>задніх коліс:</i> – нормативний – фактичний	175/75R16 175/75R16 0,3 ^{+0,01} 0,3 ^{+0,01}	155/70R13 0,18...0,20 0,18...0,20	175/70R13 (165/70R13) 0,17 (0,16) 0,20 (0,19)	175/70R13 0,19 0,19
7. Величина дисбалансу коліс: <i>статичного</i> , г: – нормативна – фактична <i>динамічного</i> , г: – нормативна – фактична	<40			

Висновки: _____.

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6. ДІАГНОСТИКА ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Мета роботи – вивчити принципи дії стенда для випробування гальм та засвоїти методику діагностування гальмівних якостей автомобіля.

6.1 Загальні відомості

Гальмівні якості автомобіля – один з найважливіших показників їх технічного стану в широкому діапазоні умов експлуатації. Основними показниками гальм системи автомобіля являються: величина гальмівного шляху, сповільнення при гальмуванні і рівномірність гальмування коліс автомобіля. Ефективність дії гальм залежить від багатьох причин, і в першу чергу від якості регулювання самих гальм та їх приводів, яка порушується в результаті зносу деталей.

В процесі експлуатації автомобіля параметри гальмівної системи змінюються швидше, ніж параметри інших систем, агрегатів і механізмів. Тому необхідна систематична перевірка стану гальм.

В дорожніх умовах ефективність гальмівної системи оцінюється наступними параметрами:

- величиною гальмівного шляху;
- синхронністю початку гальмування всіма колесами;
- максимальним сповільненням автомобіля.

Однак об'єктивність результатів, що отримують при цьому, залежить від якості дороги, стану шин і ряду інших факторів.

За останні роки широкого розвитку набуло стендове діагностування гальмівних систем автомобілів. Стенди дають змогу на нерухомому автомобілі виміряти гальмівний шлях, сповільнення, гальмівні сили на кожному колесі при деякому зусиллі на гальмівній педалі, час спрацьовування гальма кожного колеса, наявність блокування, зусилля вільного кочення коліс, нерівномірність зносу гальмівних барабанів.

Найбільшого розповсюдження набули стенди для кінематичних випробувань, коли обертання коліс нерухомого автомобіля здійснюється біговими барабанами (роліками) стенда.

Інструмент, прилади, обладнання:

- стенд гальмівний діагностичний моделі К-208;
- автомобіль, що перевіряється;
- плакати по конструкції і технічному обслуговуванню гальмівної системи з гідроприводом.

6.2 Порядок виконання роботи**6.2.1 Вивчення будови стенда К-208 для діагностики гальмівної системи***Конструкція стенда*

Принципова схема стенда показана на рисунку 6.1. Автомобіль, що перевіряється, встановлюється колесами однієї з осей на блок роликів. Пульт керування та реєстрації підключений до електроапаратної шафи.

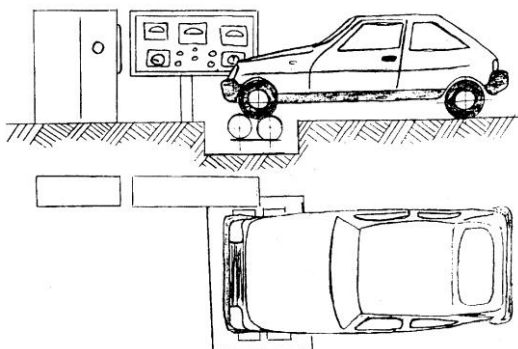


Рисунок 6.1 – Принципова схема гальмівного стенда

Механічна частина стенда складається з двох аналогічних по конструкції блоків роликів (рис. 6.2). Привід ведучого ролика здійснюється від балансирного мотор-редуктора, який складається з електродвигуна А02-41-4 фланцевого виконання і двоступінчастого планетарного редуктора 2. Швидкість обертання вихідного валу мотор-редуктора рівна 160 хв^{-1} . Через ланцюгову передачу 4 обертальний момент з вихідного валу передається на відомий ролик 5.

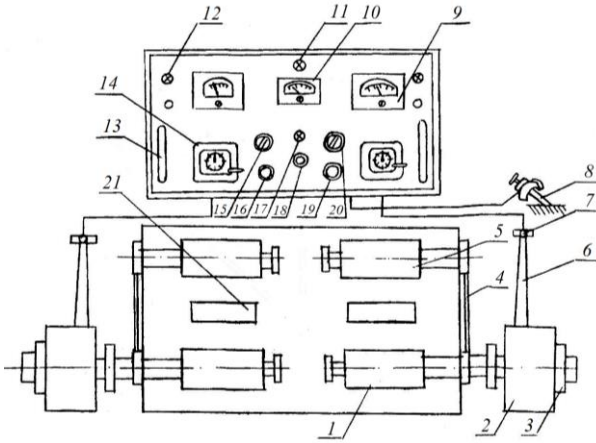


Рисунок 6.2 – Схема силового агрегату і панелі приладів гальмового стенда К-208

Корпуси мотор-редукторів підвішені балансирне. Виникаючі на них реактивні моменти при гальмуванні коліс через важелі 6 сприймаються тензометричними датчиками 7 і передаються на вимірюючі прилади 9 панелі приладів.

Для зміни зусилля на гальмівній педалі має місце змінюючий силу устрій 8 (педометр), який встановлюється на гальмівну педаль. Тензометричний датчик педометра передає зусилля, що прикладається до гальмівної подалі на вимірювальний прилад 10.

Площадковий підйомник 21 двосторонньої дії забезпечує підйом маси автомобіля до 1,6 т при в'їзді та з'їзді автомобіля зі стенда. Тиск повітря в магістралі підйомника – 6 кгс/см².

На панелі приладів крім того розміщені: лампи зеленого кольору 12 готовності до пуску лівого і правого блоків роликів; секундоміри 14 для фіксування одночасності та часу спрацювання гальмівних механізмів; галетний перемикач 15 для вимірювання границь гальмівних сил від 50 до 500 кгс; кнопка складання показів приладів 16; лампа зеленого кольору 17 готовності до пуску секундомірів; кнопка ввімкнення лампи готовності секундомірів 18; кнопка зупинки секундомірів 19; галетний перемикач 20 для вимірювання границь сили на гальмівній педалі від 20 до 40 кгс.

Панель приладів змонтована на важільному стояку, який обертається і за допомогою ручок 13 може бути встановлений в зручне для роботи положення.

На пульті дистанційного керування стенда (рис. 6.3) розміщені кнопки 1 і 3 ввімкнення блоків роликів, кнопка 2 зупинки роликів, тумблер 4 ввімкнення електромагніту повітря розподільного клапану пневмодійомника та кнопка 5 скидання сил на реєструючих приладах.

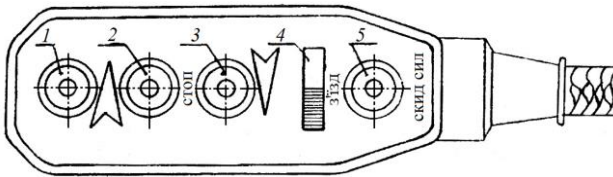


Рисунок 6.3 – Пульт дистанційного керування стенду К-208

На кафедрі «Автомобілі» розроблений вимірник зусилля на педалі, що складається з датчика й електронного блоку з підсилювачем і індикатором (рис. 6.4). Датчик зусилля на педалі складається з пружних чутливих елементів 1 і 2 у вигляді мембран з наклеєними тензорезисторами, підстави 3 з пружиною 4 для кріплення на опорній площадці педалі й кришки 5, що сприймає зусилля від ноги водія.

Принцип дії стенда

В основу стенда покладений принцип «зворотності руху». Автомобіль, що випробовується, встановлюється нерухомо, а «дорога» рухається з заданою швидкістю. При цьому роль дороги виконують ролики. При частоті обертання роликів 160 хв^{-1} імітується швидкість руху автомобіля близько 6 км/год.

Зусилля гальмування від коліс автомобіля передається мотор-редуктору, а від нього через важіль і тензометричний датчик – до фіксуєючих мікроамперметрів на панелі приладів.

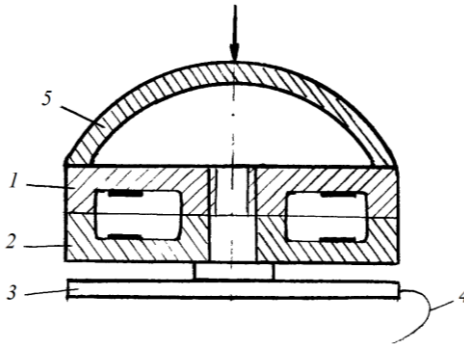


Рисунок 6.4 – Вимірник зусилля на педалі

6.2.2 Підготовка стенду до роботи

Ввімкнути тумблер, розміщений на правій стінці апаратної шафи. При цьому загориться червона сигнальна лампа на дверях шафи.

Тумблером на боковій стінці панелі приладів подати напругу на всі системи стенда. При цьому загоряться дві зелені лампи готовності до пуску електродвигунів блоків роликів. Після 3-х хвилинної стабілізації приладів натисканням кнопок дистанційного пульта керування провести пробний запуск електродвигунів і дати попрацювати їм 1–2 хв.

Відкрити загальний кран подачі стисненого повітря від магістралі компресора до пневмопідйомника стенда.

Включити стенд «з'їзд» на пульта дистанційного керування і встановити площадки пневмопідйомників у верхнє положення.

Автомобіль, який перевіряється, з чистими і сухими шинами встановити мостом, що випробовується, на площадки пневмопідйомників.

Перемикнути тумблер «з'їзд» пульта дистанційного керування. Колеса автомобіля при цьому стануть на ролики стенда і не повинні торкатися площадок.

6.2.3 Виконання комплексу діагностичних операцій

Почергово ввімкнути електродвигуни блоків роликів. При цьому повинні затухнути зелені сигнальні лампи 12 на панелі приладів.

Реєструючи прилади 9 покажуть величину опору коченню 10...15 кгс в залежності від типу і стану шин. Одночасно можна визначити, чи не підгальмовують колодки гальмівних механізмів.

На гальмівну педаль встановити педометр і натисканням на п'яту педометра загальмувати колеса на 20...30 с з невеликим зусиллям для прогрівання і просушування гальмівних накладок та барабанів.

Перемикач 20 границь значень зусилля на гальмівну педаль встановити в положення «40 кгс». Зняти покази гальмівних сил для кожного колеса при 4 гальмуваннях, з кроком 10 кгс по приладу 10 зусилля на гальмівній педалі.

При цьому стрілки реєструючих приладів не фіксуються і електродвигуни не зупиняються.

Провести випробування з фіксацією стрілок реєструючих приладів. Для цього перемикач 20 встановити з положення «20 кгс». Натиснути на педометр до досягнення зусилля, при якому загорається лампа 11 червоного кольору, при цьому фіксуються стрілки реєструючих приладів і зупиняються електродвигуни.

Перевірити одночасність гальмування коліс і час спрацювання гальмівного приводу. Для цього на гальмівну педаль встановити контактний датчик ввімкнення секундомірів. Натиснути на кнопку 18 панелі приладів, при цьому загорається лампа зеленого кольору 17 готовності секундомірів до замірювання. Стрілки секундомірів встановити важелями на «0».

Перемикач 15 гальмівних сил встановити в положення, що відповідає 70–80% максимальної гальмівної сили, зафіксованої в минулому випробуванні. Провести швидке і сильне гальмування. Педаль утримувати до тих пір, поки не зупиняться обидва секундоміри. По різниці їх показів зробити висновок про одночасність спрацювання гальмівних механізмів.

За ДСТУ UN/ECE R 13-H-00-2002 нерівномірність гальмівної сили між правим і лівим колесом, а також неодноразність спрацювання гальмівних механізмів, не повинна перевищувати 15%.

Провести аналогічні випробування гальм задніх коліс автомобіля.

Всі данні випробувань занести в таблицю 6.1 звіту до лабораторної роботи.

6.2.4 Результати діагностування гальмівної системи за допомогою стенда VAST-RT3500 (Німеччина)

Графічні данні, які можуть бути отримані при діагностуванні гальмівної системи автомобіля на сучасному обладнанні з використанням комп'ютерної техніки, наведені на рисунку 6.5. При цьому на рисунку 6.6 наведено максимальні гальмівні сили та вага.



а



б



в

а – опорні ролики, б – привід ролика, в – вимірювальний комплекс
Рисунок 6.5 – Елементи конструкції стенду VAST-RT3500

Комплект гальмівного стенду оснащений:

- майданчиком, з гальмівними валами, з металевими захисними кришками для легкового стенду або пневматичними підйомними майданчиками для вантажного стенду;
- комплектом для вимірювання навантаження на вісь (зважування) високопродуктивним індустріальним комп'ютером на

базі ASUS і процесора Intel i7 (суцільнометалевий корпус системного блоку);

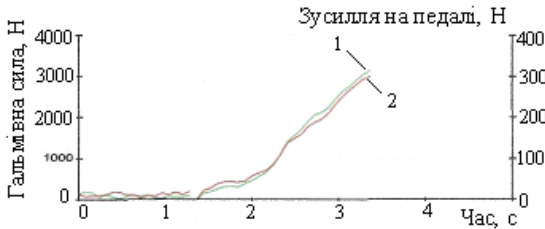
- металевою стійкою, що закривається на ключ;
- бездротовою (bluetooth) педаллю для визначення зусиль на педаль і часу спрацьовування гальмівної системи;
- кольоровим принтером HP;
- бездротовим пультом дистанційного керування стендом;
- LCD монітором LG/SAMSUNG-22;
- ліцензійним Windows XP;
- інструментом для калібрування (перевірки);
- методикою атестації.



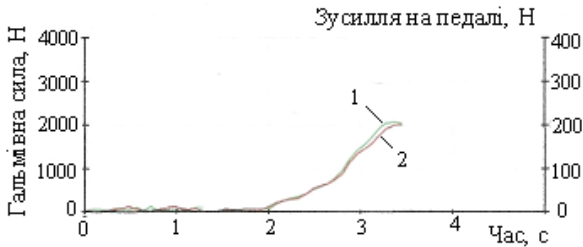
Рисунок 6.6 – Загальне зображення автомобіля, що діагностується, на прикладі Skoda-Oktavia

Також на моніторі є можливість спостерігати графічні залежності гальмівних сил від зусилля на гальмівній педалі за час діагностування гальмівної системи автомобіля Skoda-Oktavia (рис. 6.7). Наприклад, для автомобіля VW Golf отримано наступні данні:

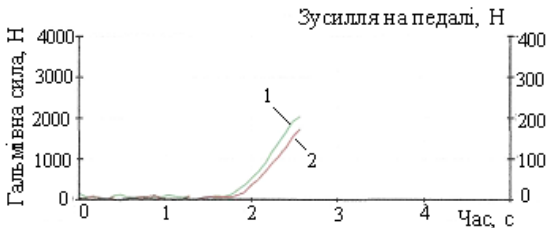
- загальна вага 1338 кг;
- гальмівна сила передньої осі зліва 2290 Н, праворуч 2310 Н;
- гальмівна сила задньої осі зліва 2310 Н, праворуч 2240 Н;
- стоянкове гальмо зліва 1280 Н, праворуч 1390 Н.



а



б



в

а – передня вісь; б – задня вісь; в – стоянкове гальмо;

1 – гальмівна сила ліва сторона; 2 – гальмівна сила права сторона

Рисунок 6.7 – Графіки зміни гальмівної сили автомобіля Skoda-Oktavia

6.2.5 Визначення ефективності гальм автомобіля, що випробується

Ефективність гальм оцінити по трьох параметрах:

- умови виконання заданої ефективності гальмування;
- теоретичному гальмівному шляхові S_r , м;
- теоретичному сповільненню автомобіля j_T , m/c^2 .

Умови виконання заданої ефективності гальмування для автомобіля визначаються наступним виразом

$$\frac{P_{r_1 \max} + P_{r_2 \max}}{G_H} \cdot g \geq 1,05 j_p,$$

де $P_{r_1 \max}$, $P_{r_2 \max}$ – максимальні гальмові сили відповідно передньої й задньої осі навантаженого автомобіля, Н;
 G_H – вага навантаженого автомобіля, Н;
 j_p – регламентоване сповільнення, $j_p = 3 \text{ м/с}^2$.

Теоретичний гальмівний шлях

$$S_r = 3,6 A_r \cdot V_{\max} + \frac{V_{\max}^2}{j_p} \cdot 0,5,$$

де $A_r = 0,1$ – для автомобілів і автопоїздів категорії М₁;
 V_{\max} – максимальна швидкість автомобіля, м/с.

Теоретичне сповільнення

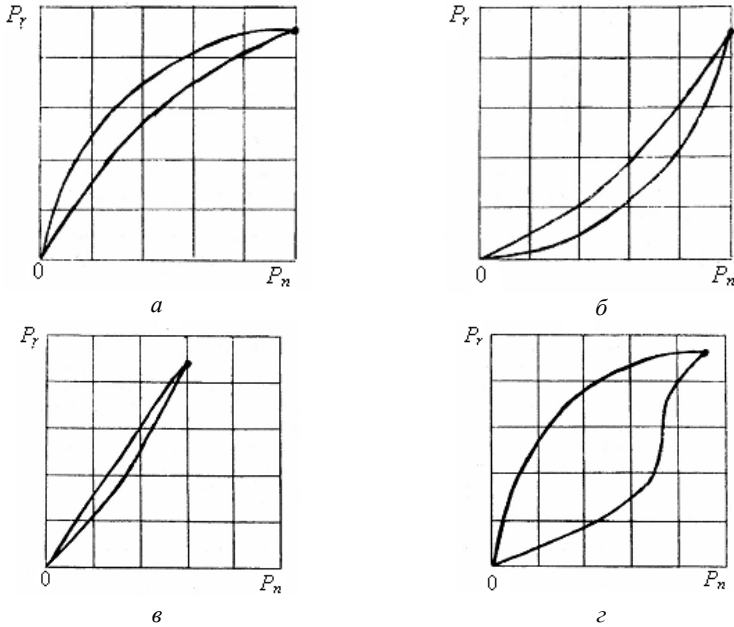
$$j_T = j_p + 0,05 \cdot j_p.$$

Дані розрахунку ефективності гальмівної системи, гальмівного шляху і сповільнення занести у відповідні графи таблиці звіту до лабораторної роботи зусилля.

6.2.6 Оцінка характеристики працездатності гальмівної системи

При діагностуванні гальм з гідравлічним приводом цим методом визначають залежність зміни гальмівної сили P_r на кожному колесі автомобіля від величини тиску на гальмівну педаль P_n . На рисунку 6.8 наведено типові гальмівні залежності, які дають достатньо повну характеристику працездатності гальмівної системи.

По даним таблиці 6.1 вимірювань побудувати гальмівні залежності гальмівної сили від зусилля на педалі для гальмівного механізму кожного колеса. Зробити аналіз працездатності гальм.



a – гальма справні; *б* – привід спрацьовує; *в* – малий зазор між поверхнями тертя; *г* – розгальмування незадовільне
Рисунок 6.8 – Типові гальмові залежності

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Якими параметрами оцінюється технічний стан гальмівної системи автомобіля?
2. Назвіть основні несправності, які виникають в гальмівній системі в процесі експлуатації автомобіля.
3. Що таке ефективність гальмівної системи?
4. Які фактори впливають на величину гальмівного шляху при русі по сухій рівній дорозі?
5. Назвіть еталонні значення основних діагностичних параметрів при контролі гальмівної системи.
6. Розкажіть про принцип дії реєструючої апаратури стенда для поелементної діагностики гальмівної системи.

Література: [2], с. 325–329; [3], с. 209–220; [8], с. 39–41; [9], с. 63–64.

Звіт
до лабораторної роботи № 6
Діагностика гальмівної системи автомобіля

Мета роботи: _____
 Інструмент, прилади, обладнання: _____
 Марка автомобіля _____ Пробіг _____ тис. км.
 Маса спорядженого автомобіля _____ кг.

Таблиця 6.1 – Результати діагностики гальмівної системи автомобіля

Діагностичні параметри	Зусилля на педалі, кгс (Н)			
	10 (100)	20 (200)	30 (300)	40 (400)
1	2	3	4	5
1. Гальмівна сила на колесах, кгс (Н): – передньому лівому – передньому правому – задньому лівому – задньому правому				
2. Сума гальмових сил $\sum P_r$, кгс (Н)				
3. Час спрацювання гальм, с – переднього лівого – переднього правого – заднього лівого – заднього правого				
4. Неодночасне спрацювання гальм, % – передніх коліс – задніх коліс				
5. Теоретичний гальмів. шлях S_T , м				
6. Теоретичне сповільнення j_T , м/с ²				

Висновки: _____ .

7 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ (CO) У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ АВТОМОБІЛЬНОГО БЕНЗИНОВОГО ДВИГУНА

Мета роботи – вивчити і практично засвоїти вимірювання концентрації оксиду вуглецю (CO) у відпрацьованих газах автомобільного бензинового двигуна за допомогою газоаналізаторної апаратури.

7.1 Загальні відомості

У ДВЗ джерелом шкідливих речовин є відпрацьовані і картерні гази, а також паливо. Вони утворюють понад 200 токсичних речовин (токсичними називають речовини, що шкідливо впливають на живі організми). Багато з них не впливають на людину та навколишнє середовище, оскільки вони утворюються у невеликих кількостях.

Дані про середній склад токсичних домішок у відпрацьованих газах технічно-справних бензинових двигунів ранніх років випуску наведено у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Дані про середній склад токсичних домішок у відпрацьованих газах технічно-справних бензинових двигунів.

Токсична домішка		Склад у відпрацьованих газах
Оксид вуглецю	CO, %	6,0
Оксиди азоту	NO _x , %	0,45
Вуглеводи	C _n H _m , %	0,40
Сажа	C, мг/л	0,05
Діоксид сірки	SO ₂ , %	0,007
Альдегіди	H ₂ CO, %	0,20
Бенз α - пірен	C ₂₀ H ₁₂ , г/м ³	0,00002

Аналіз даних таблиці 7.1 свідчить про те, що найбільшу частку шкідливих домішок у відпрацьованих газах, токсичну дію яких треба урахувувати, мають: оксид вуглецю CO, оксиди азоту NO_x, вуглеводні сполуки C_nH_m, де n і m – середній вміст атомів вуглецю і водню в молекулі палива відповідно.

Найбільша концентрація шкідливих домішок у відпрацьованих газах, таких, як CO, NO_x, C_nH_m і т.п. утворюється при роботі двигуна на обертах холостого ходу, на перехідних режимах і форсованих режимах на збагачених сумішах.

Таким чином контроль за токсичністю відпрацьованих газів необхідно проводити саме на цих режимах.

Зменшити величину шкідливих викидів в атмосферу можна встановленням спеціальних пристроїв у вигляді фільтрів, нейтралізації токсичних речовин у відпрацьованих газах на виході в термічних, каталітичних чи адсорбційних нейтралізаторах і т.п.

Другою мірою може бути: підігрівання впускного тракту, оптимізація конструкції камери згоряння, рециркуляція відпрацьованих газів на випуску, застосування електронних систем впорскування палива і керування двигунами, застосування принципово нових вирішень – перехід на малотоксичні газові, водневі палива.

Але всі перераховані вище міри потребують значних витрат.

Радикальною мірою може служити контроль за станом системи живлення і запалювання двигуна, його якісним регулюванням і усуненням несправностей, які виникають в процесі експлуатації. Діагностування шкідливих домішок у відпрацьованих газах з метою зниження їх концентрації регламентується рядом нормативних документів.

В Україні наказом № 14 від 31.01.04 р. Держспоживстандартом затверджено ДСТУ 4277:2004 «Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі».

Вимоги цього стандарту щодо екологічних показників автомобілів, двигуни яких працюють на бензині, відповідають вимогам Директиви Європейського Союзу 96/96/ЄС «Про гармонізацію законів країн учасниць щодо випробування автомобілів та їх причепів на придатність до експлуатації».

Згідно цього стандарту вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних системами нейтралізації відпрацьованих газів (далі – нейтралізатори), не повинен перевищувати меж, які наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.2 – Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних нейтралізаторами.

Паливо, на якому працює двигун	Частота обертання	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, мгл ⁻¹ , для двигунів з числом циліндрів	
			до 4 включно	більше ніж 4
Бензин	<i>n</i> _{мін.}	3,5*	1200	2500
	<i>n</i> _{підв.}	2,0	600	1000
Газ природний	<i>n</i> _{мін.}	1,5	600	1800
	<i>n</i> _{підв.}	1,0	300	600
Газ нафтовий зріджений	<i>n</i> _{мін.}	3,5	1200	2500
	<i>n</i> _{підв.}	1,5	600	1000

*Для автомобілів, виготовлених до 1 жовтня 1986 р., допустимий вміст оксиду вуглецю становить 4,5%.

Примітка. Для автомобілів, які проходять обкатку (пробігом до 3 тис. км.), допустимий вміст вуглеводнів у відпрацьованих газах збільшується на 20% порівняно з даними таблиці 7.2.

Вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині й обладнані нейтралізаторами не повинен перевищувати меж, які наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, обладнаних нейтралізаторами.

Частота обертання	Автомобілі з окислювальними нейтралізаторами		Автомобілі з трикомпонентними нейтралізаторами	
	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, мгл ⁻¹	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, мгл ⁻¹
<i>n</i> _{мін.}	1,0	600	0,5	100
<i>n</i> _{підв.}	0,6	300	0,3	100

Таким чином, ДСТУ приписує проводити перевірку на вміст шкідливих домішок у відпрацьованих газах оксиду вуглецю (СО) і вуглеводнів (СН) на режимах холостого ходу при двох частотах

обертання колінчастого валу: при мінімально можливій і підвищеній. Величини цих частот обертання і відсоткового вмісту шкідливих викидів устанавлюються заводом-виробником і вони повинні бути вказані в технічних умовах і інструкціях по експлуатації автомобіля, але не перевищувати норм, запропонованих ГОСТ і іншими нормативними документами.

Норми викиду оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів категорії M1 наведено в таблиці 7.4.

Для визначення вмісту CO використовуються прилади, що визначають кількість теплоти від згорання CO на каталітично активній платиновій спіралі. До об'єму газу, що відбирається для аналізу, у визначеному співвідношенні подається чисте атмосферне повітря. Гази, що відпрацьовали, спалюють, нагріваючи платинову нитку. Підвищення їхньої температури в цей час за певних умов пропорційне вмісту CO у газах, що відпрацьовали. До таких приладів відносяться: вітчизняний індикатор моделі I-CO, прилад «Елкон S-100» (Угорщина) і деякі інші газоаналізатори, вбудовані у двигун-тестори. Точність виміру в цих приладах недостатня для кваліфікованих досліджень токсичності газів, що відпрацьовали. Їх можна використовувати тільки при регулюванні системи паливоподачі.

Таблиця 7.4 – Норми вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобілів категорії M1

Етап	Дата	Назва речовини					
		CO, г/км	HC, г/км	HC-NO _x , г/км	NO _x , г/км	PM, г/км	PN, #/км
Дизельний двигун							
Euro 1	1992.07	2.72 (3.16)	–	0.97 (1.13)	–	0.14 (0.18)	–
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	–	0.7	–	0.08	–
Euro 2, DI	1996.01	1.0	–	0.9	–	0.10	–
Euro 3	2000.01	0.64	–	0.56	0.50	0.05	–
Euro 4	2005.01	0.50	–	0.30	0.25	0.025	–
Euro 5a	2009.09	0.50	–	0.23	0.18	0.005	–
Euro 5b	2011.09	0.50	–	0.23	0.18	0.005	6.0×10 ⁻¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	–	0.17	0.08	0.005	6.0×10 ⁻¹¹
Бензиновий двигун							
Euro 1	1992.07	2.72 (3.16)	–	0.97 (1.13)	–	–	–
Euro 2	1996.01	2.2	–	0.5	–	–	–
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	–	0.15	–	–
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	–	0.08	–	–
Euro 5	2009.09	1.0	0.10	–	0.06	0.005 (DI)	–
Euro 6	2014.09	1.0	0.10	–	0.06	0.005 (DI)	–

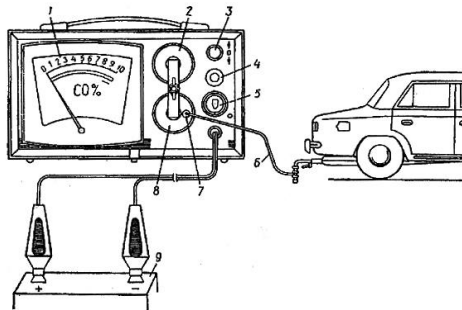
Примітка: IDI – дизельні двигуни з розділеними камерами згорання; DI – двигуни з безпосереднім впорскуванням палива; PM – маса вагомих твердих часток; PN – кількість твердих частинок.

У теперешній час найбільш поширені більш точні газоаналізатори, що працюють за принципом інфрачервоного випромінювання. Дія таких газоаналізаторів заснована на принципі виборчого поглинання інфрачервоних променів у визначених областях довжин хвиль (інфрачервоне випромінювання являє собою частину електромагнітного спектра в діапазоні довжин хвиль 2...8 мкм). CO поглинає інфрачервоні промені з довжиною хвиль 4,7 мкм, а CO₂ – 4,3 мкм.

На цьому принципі працюють газоаналізатори «Елкон S-105» (Угорщина), «Інфраліт-1100», 121 ФА-01.

Принцип роботи газоаналізаторів

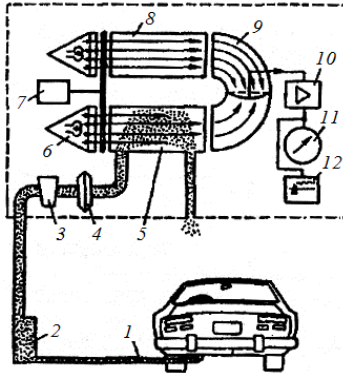
Принцип роботи газоаналізатора «Елкон S-105» заснований на недісперсійній інфрачервоній адсорбції (рис. 7.1). Це прилад безупинної дії, який дозволяє контролювати утримання CO в газах, що відпрацювали, у дорожніх умовах. Діапазон виміру складає 0...8%, похибка – менше 0,5%. Прилад настроєний на діапазон адсорбції CO довжиною хвилі 4,66 мкм. По точності, надійності роботи і габаритним розмірам він відповідає міжнародним вимогам.



- 1 – стрілочний прилад; 2 – повітряний фільтр; 3 – ручка потенціометра занулення приладу; 4 – перемикач напруги живлення 6 або 12 В; 5 – запобіжник; 6 – трубка підведення газів від випускної труби глушителя; 7 – зонд; 8 – газовий фільтр; 9 – акумуляторна батарея

Рисунок 7.1 – Газоаналізатор «Елкон S-105»

В умовах автотранспортних підприємств токсичність газів, що відпрацювали, перевіряють також переносним приладом «Інфраліт-1100» (рис. 7.2).

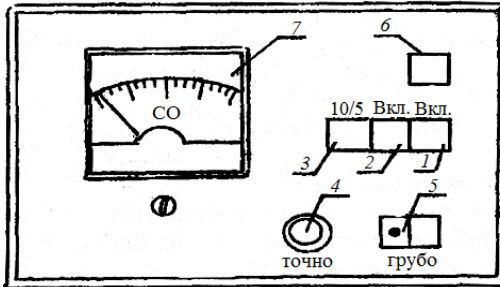


1 – газовідбірний зонд; 2 – відокремлювач конденсату; 3 – фільтр; 4 – мембранний насос; 5 – робоча камера; 6 – джерело інфрачервоного випромінювання; 7 – обтюратор з електродвигуном; 8 – камера порівняння; 9 – приймач випромінювання; 10 – підсилювач; 11, 12 – відповідно стрілочний і реєструючий прилади

Рисунок 7.2 – Газоаналізатор «Інфраліт-1100»

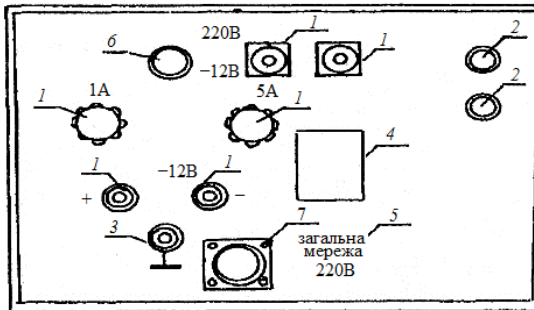
Газоаналізатор «Інфраліт-1100» працює на принципі поглинання різними газовими компонентами інфрачервоних випромінювань із визначеною довжиною хвилі. Принцип роботи газоаналізатора наступний. Два джерела 6 інфрачервоного випромінювання через параболічні лінзи й обтюратор 7 створюють пучок, що направляєтся в робочу камеру 5 і камеру порівняння 8, що заповнена повітрям, не поглинаючим інфрачервоне випромінювання. У робочій камері газ проходить під дією мембранного насоса 4 і поглинає з загального спектра інфрачервоне випромінювання з довжинами хвиль 4,7 мкм. У приймач випромінювання 9 надходить два потоки різної інтенсивності. Чутлива мембрана приймача, що розділяє його камери, випробує різницю тиску двох потоків випромінювань, прогинаючись у бік меншого тиску. Переміщення мембрани сприймається підсилювачем і далі передається в стрілочний (індикаторний) і записуючий прилади.

На рисунках 7.3 і 7.4 показані передня і задня панелі газоаналізатора 121 ФА-01 з розташуваними на них органами керування і контрольними приладами.



- 1 – кнопка вмикання живлення; 2 – кнопка вмикання насоса газоаналізатора;
3 – кнопка перемикачів діапазонів виміру; 4 – ручка точної установки нуля;
5 – патенціометр грубого настроювання нуля; 6 – індикаторна лампочка вмикання мережі; 7 – показуючий прилад

Рисунок 7.3 – Передня панель газоаналізатора 121 ФА-01



- 1 – вхідний і вихідний штупери («+», «-»), запобіжники клеми для підключення джерела живлення постійного струму 12 В; 2 – роз'єм підключення зовнішнього вимірювального приладу; 3 – клема заземлення; 4 – кронштейн кріплення фільтра; 5 – кабель живлення від мережі перемінного струму 220 В; 6 – кнопка перемикачів роду живлення, яка при живленні від мережі 220 В повинна бути віджата; 7 – роз'єм живлення

Рисунок 7.4 – Задня панель газоаналізатора 121 ФА-01

Газ із випускної труби автомобіля (або іншого джерела) засмоктується в газозабірник, де попередньо охолоджується (температура газів, що відпрацювали, на виході може досягати 200°C) і надходить у фільтр. Газ засмоктується за допомогою діафрагменного насоса, встановленого в прилад. У результаті охолодження газу в забірнику утворюється конденсат, що разом із газом надходить у фільтр.

Фільтр газоаналізатора складається з фільтра грубого і тонкого очищення і відстійника, де газ ще більше охолоджується з утворенням додаткового конденсату. Весь конденсат накопичується у відстійнику і періодично повинен вилучатися з нього. Далі, відпрацьовані гази, через фільтр грубого очищення, у якому затримуються частки сажі й інші великі компоненти, у тому числі і залишки конденсату, надходять у фільтр тонкого очищення, де затримуються більш м'які фракції.

Після очищення суміш газів, що містить CO, надходить у вимірювальний перетворювач, де концентрація аналізованого компонента перетворюється в електричний сигнал, який обробляється в електронному блоці вторинного опрацювання інформації (ВОІ) і надходить на прилад 7 (рис. 7.3).

У відпрацьованих газах міститься також багато різних вуглеводнів СН. Контроль утримання СН здійснюють за допомогою недисперсних інфрачервоних випромінювань. Кількість СН перераховують на легкий вуглеводень – n-гексан. Це найбільш простий спосіб. Він надійний у роботі і має достатній ступінь точності для практичних цілей.

Є прилади, в одному з яких змонтовані пристрої для визначення CO і СН. До таких приладів можна віднести японські газоаналізатори «Рікен» P1-503A, UREX-201 та ін.

Газоаналізатор «Рікен» P1-503A обладнаний двома шкалами. Шкала CO нижнього діапазону відповідає 0...2% вмісту CO у відпрацьованих газах, а високого 0...10%. Вуглеводні оцінюють по трьох шкалах: низький діапазон 0...500 млн⁻¹, середній 0...2000 млн⁻¹ і високий 0...5000 млн⁻¹.

Робота газоаналізатора UREX-201 заснована на інфрачервоному випромінюванні. Прилад має стрілочну індикацію з великогабаритною шкалою. Діапазон виміру СН – 0...800 ppm (низький діапазон) і 0...2000 ppm (високий діапазон); CO – 0...5% (низький діапазон) і 0...10% (високий діапазон).

Інструмент, прилади, обладнання:

- діагностичний стенд двигун-тестер «Палтест-ІТ-251»;
- газоаналізатори «Елкон S-105», 121 ФА-01, «Інфраліт-1100»;
- двигун ВАЗ-2101;
- плакати по конструкції і технічному обслуговуванню карбюраторних двигунів.

7.2 Порядок виконання роботи

Технічні дані газоаналізатора 121 ФА-01 надані у Додатку А.

7.2.1 Підготовка газоаналізатора до роботи

Установити прилад у горизонтальне положення з припустимим відхиленням $\pm 5\%$.

Перевірити положення перемикача варіантів джерела живлення. При живленні від мережі 220 В перемикач відтиснути, при живленні від мережі 12 В – натиснути.

Установити фільтр на задній панелі приладу, попередньо злити конденсат і перевірити фільтруючий елемент. При необхідності елемент, що фільтрує, замінити.

З'єднати забірник газової суміші шлангом із вхідним штуцером фільтра.

Включити кнопку «живлення приладу» (на панелі повинна зайнятися сигнальна лампа).

Прогріти газоаналізатор протягом 20 хв.

Включити кнопку насоса.

Через 1 хв перевірити положення показуючої стрілки приладу, і установити її на нульову оцінку шкали потенціометром тонкої установки нуля. При цьому повинна бути натиснута одна з кнопок вибору піддіапазону виміру. Якщо стрілка не встановлюється, то вивести ручку потенціометра грубого регулювання нуля і за допомогою викрутки, плавно обертаючи потенціометр, установити стрілку в нульове положення. Після зазначених операцій газоаналізатор готовий до роботи.

При знятті показань газоаналізатора необхідно зробити корекцію по атмосферному тиску. Для цього необхідно порівняти значення атмосферного тиску, зняте з барометра зі значенням 101,5 кПа (760 мм Hg). Якщо різниця між показаннями барометра і значенням 101,5 кПа (760 мм Hg) буде більше, ніж 0,7 кПа (± 5 мм Hg),

то необхідно ввести поправку. Показання газоаналізатора множать на коефіцієнт K , що відповідає атмосферному тиску в момент виміру по формулі:

$$R = K \cdot П,$$

де R – справжнє значення концентрації газу;

$П$ – показання газоаналізатора;

K – коефіцієнт залежності показань від атмосферного тиску, що береться з графіка (рис. 7.5) або по таблиці, яка розташована на корпусі приладу.

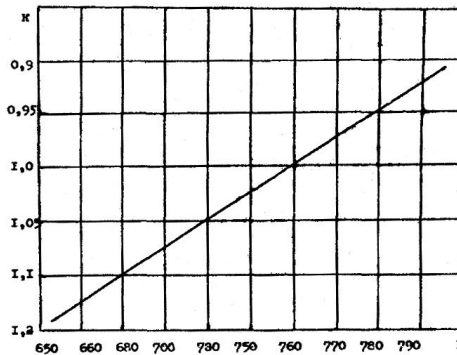
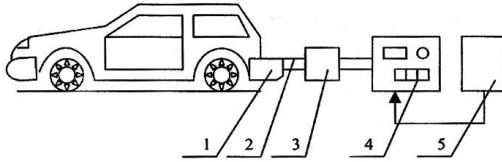


Рисунок 7.5 – Графік залежності показань газоаналізатора від атмосферного тиску

7.2.2 Експериментальна частина

Прогріти двигун автомобіля або лабораторної установки до температури, не нижче робочої температури охолоджуючої рідини або мастила, установити важіль переключення передач у нейтральне положення, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом, заглушити двигун, установити газозбірник у випускні трубу автомобіля (установки).

Схема виміру вмісту окису вуглецю CO у газах, що відпрацювали, за допомогою газоаналізатора 121 ФА-01 на автомобілі показана на рисунку 7.6 або на лабораторній установці для випробування двигунів на токсичність і димність (рис. 7.7).



1 – випускна труба автомобіля; 2 – зонд приладу для відбору проби газу; 3 – фільтр з відстійником; 4 – газоаналізатор; 5 – джерело живлення газоаналізатора
Рисунок 7.6 – Схема виміру вмісту CO у відпрацьованих газах автомобіля

Запустити двигун автомобіля (стенда). Включити кнопку насоса газоаналізатора і через 1 хв. зробити виміри. Якщо стрілка покажчика приладу зашкалює, перейти на діапазон виміру від 0 до 10%, при необхідності зробити корекцію показань по атмосферному тиску.

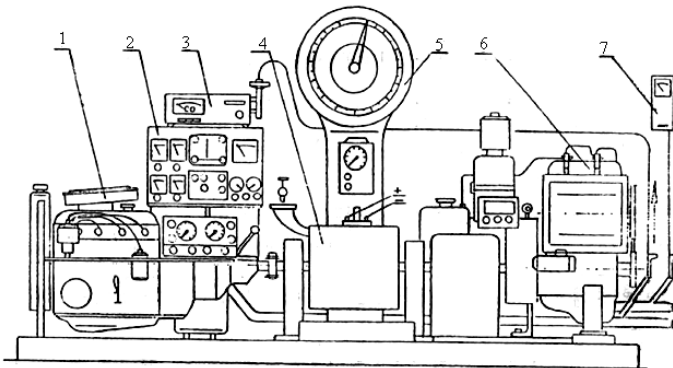
Заглушити двигун, вийняти газозабірник із випускної труби.

Після встановлення стрілки на нульовій оцінці шкали виключити кнопку насоса газоаналізатора.

Заміряти концентрацію CO у випускній трубі автомобіля (двигуна на стенді) на вільних оборотах двигуна, на малих, середніх і 0,75 від максимальних. На кожному режимі зробити не менше 3-х вимірів. Результати записати в таблицю протоколу звіту.

Обчислити поправку показань приладу на атмосферний тиск.

Зробити оцінку похибки газоаналізатора в реальних умовах відповідно до формули оцінки.



1 – бензиновий двигун; 2 – мотор-тестер «Полтест-JT251»; 3 – газоаналізатор; 4 – електродинамічний гальмовий двигун; 5 – вимірювальний пристрій крутного моменту двигуна; 6 – дизельний двигун; 7 – димомір ІДП-2

Рисунок 7.7 – Пристрій для випробування двигунів на токсичність і димність газів

Оцінку похибки газоаналізатора в реальних умовах δ_{py} розраховують по формулі:

$$\delta = \delta_n + \sqrt{\left(\delta_{t_0} \frac{t-t_0}{10}\right)^2 + \left(\delta_p \frac{p-p_0}{3,3 \cdot 10^3}\right)^2},$$

де δ_n – основна абсолютна похибка газоаналізатора для діапазону від 0 до 5% – $\pm 0,2\%$, для діапазону від 0 до 10% – $\pm 0,4\%$;

δ_{t_0} – додаткова похибка від зміни температури в усьому робочому діапазоні $\pm 0,1\%$ на кожні 10°C ;

δ_p – додаткова похибка від зміни атмосферного тиску навколишнього середовища в усьому робочому діапазоні тисків на кожні 3,3 кПа (25 ммНг) – $0,24\%$;

t_0 – температура в нормальних умовах, 20°C ;

p_0 – атмосферний тиск, по розміру найближче до атмосферного тиску в реальних умовах, вибираємо з ряду таблиці на корпусі газоаналізатора, кПа;

t – температура в реальних умовах, $^\circ\text{C}$;

p – атмосферний тиск у реальних умовах, кПа.

Приклади проведення розрахунків

$t = 26^\circ\text{C}$; $p = 732$ мм Нг; $p-p_0 = 732-730 = 2$ мм Нг ($0,264 \cdot 10^3$ кПа);

$$\delta = 0,2 + \sqrt{\left(0,1 \frac{26-20}{10}\right)^2 + \left(0,24 \frac{0,264 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^3}\right)^2} = 0,26\%.$$

Максимальна похибка в реальних умовах буде:

$t = 45^\circ\text{C}$; $p-p_0 = 2,5$ мм Нг ($0,33 \cdot 10^3$ кПа);

$$\delta = 0,2 + \sqrt{\left(0,1 \frac{45-20}{10}\right)^2 + \left(0,24 \frac{0,33 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^3}\right)^2} = 0,45\%.$$

Зробити висновок по обстеженню двигуна на утримання СО.

Перевірити систему запалювання. Зробити регулювання системи живлення бензинового двигуна для приведення вмісту оксиду вуглецю у відпрацьованих газах, до норми відповідно до вимог ДСТУ 4277: 2004.

Контрольні запитання для самоперевірки

1. Які токсичні речовини входять в склад відпрацьованих газів бензинових двигунів?
2. Назвіть нормативні документи по обмеженню викидів шкідливих речовин ДВЗ в навколишнє середовище?
3. Який принцип дії приладів для виміру шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів?
4. Чим відрізняються норми ДСТУ від норм «Евро-2», «Евро-3», «Евро-4», «Евро-5», «Евро-6»?
5. Які шляхи зниження токсичності бензинових двигунів існують?

Література: [3], с. 106–108; [5], с. 44–46.

Звіт

до лабораторної роботи № 7

«Вимірювання концентрації оксиду вуглецю (СО) у відпрацьованих газах автомобільного бензинового двигуна»

Мета роботи: _____

Обладнання і прилади: _____

Модель двигуна: _____

Марка автомобіля: _____

Рік випуску двигуна (автомобіля): _____

Тип системи запалювання: _____

Тип системи живлення двигуна: _____

Скласти таблицю 7.4 результатів вимірів СО і оцінки похибки газоаналізатора в реальних умовах.

Зробити висновки.

Таблиця 7.4 – Результати вимірювань CO і оцінки похибки газоаналізатора реальних умовах

Заміри	Показання газоаналізатора CO, %	Діапазон		$p_{атм}$, кПа	p_0 , кПа	K	R , %	t_0 , °C	$t_{реал}$, °C	δ , %
		0...5%	0...10%							
1	$n_{ххmin}$									
2										
3										
CO% сеп										
1	0,25 n_{max}									
2										
3										
CO% сеп										
1	0,5 n_{max}									
2										
3										
CO% сеп										
1	0,75 n_{max}									
2										
3										
CO% сеп										

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник ; 6-те вид. К. : Либідь, 2006. 400 с.
2. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник. Знання-Прес, 2003. 511 с.
3. Технічна експлуатація автомобілів : навч. посіб. / В. М. Дембіцький, В. І. Павлюк, В. М. Придюк – Луцьк : Луцький НТУ, 2018. – 473 с.
4. Електричне та електронне обладнання автомобілів : навч. посіб. / Ю. І. Пиндус, Р. Р. Заверуха – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – Ч.1. – 145 с.
5. Чернета О. Г. Основи технічної діагностики: навчальний посібник / О. Г. Чернета, Б. П. Серета, В. І. Кубіч – Кам'янське : ДДТУ, 2024. – 216 с.
6. Митрофанов О. С. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. / О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін. – Миколаїв : вид. Торубара В. В., 2018. – 152 с.
7. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підручник / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін – Київ : Літера ЛТД, 2017. – 224 с.
8. Захарчук О. В. Технічне обслуговування і ремонт АТЗ: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Олег Вікторович Захарчук – Луцьк : РВВ Луцького НТУ, 2015. – 140 с.
9. ДСТУ 8816:2018. Шини пневматичні для легкових автомобілів та причепів до них. Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79569
10. ДСТУ 4277:2004 «Норми і методи вимірювань вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів з двигунами, що працюють на бензині або газовому паливі».

Додаток А

Технічні дані газоаналізатора 121 ФА-01

1. Діапазон виміру об'ємної частки оксиду вуглецю CO – 0...5% і 0...10%.
2. Ціна розподілу шкали, що показує прилад – 0,2%.
3. Температура навколишнього повітря від 0 до 45°C.
4. Відносна вологість навколишнього повітря до 98%.
5. Тиск навколишнього середовища від $86,4 \times 10^3$ до $104,6 \times 10^3$ Па.
6. Припустимі вібрації амплітудою до 0,1 мм і частотою до 25 Гц.
7. Робоче положення – горизонтальне, із припустимим відхиленням $\pm 5^\circ$.
8. Температура газів, що відпрацювали, на вході в газоаналізатор до 200°C.
9. Склад аналізованої газової суміші на вході в трубопровід в об'ємних частках:

Двоокис вуглецю	до 12%
Окис вуглецю	до 10%
Окис азоту	до 1,6%
Оцтовий альдегід	до 0,02%
Метан	до 0,8%
Азот	до 70%
Кисень	до 20%
Водень	до 5%
Пари води	до 0,1...0,15 мг/м ³
Сажа	до 0,2 мг/м ³

10. Межі основної абсолютної похибки газоаналізатора, що допускаються, для діапазону 0...5% $\pm 0,2\%$, для діапазону 0...10% $\pm 0,4\%$.
11. Дрейф «нуля» $\pm 0,08\%$ за 12 годин для діапазону 0...5%. Дрейф «чутливості» $\pm 0,1\%$ за 24 години.
12. Час прогріву газоаналізатора – 20 хв.
13. Додаткові похибки газоаналізатора для діапазону від 0 до 5%.

14. При зміні температури в усьому робочому діапазоні $\pm 0,1\%$ на кожні 10°C .

15. При зміні тиску навколишнього середовища в усьому робочому діапазоні тисків на кожні $3,3 \text{ кПа}$ (25 ммHg) $0,24\%$.

16. При зміні об'ємної частки двоокису вуглецю від 0 до 12% – $\pm 0,05\%$.

17. Газоаналізатор витримує збільшення концентрації окису вуглецю в аналізованій пробі до 13% протягом 30 хв . Час відновлення нормальної роботи після перевантаження не більш 2 хв .

18. Витрата аналізованої суміші через насос не менше $0,06 \text{ м}^3/\text{ч}$.