

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Кафедра прикладної математики

04-01-45

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи
«Вивчення конструкції та принципу роботи сенсорів газу
на прикладі газоаналізатора ГЛ-1122»
з навчальної дисципліни
«Сенсори і виконавчі елементи»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Інтернет речей»
спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»
денної форми навчання

Рекомендовано

науково-методичною радою з якості
ННІ Автоматики, кібернетики та
обчислювальної техніки
протокол №8 від 29.04.2020 р.

Рівне – 2020

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Вивчення конструкції та принципу роботи сенсорів газу на прикладі газоаналізатора ГЛ-1122» з навчальної дисципліни «Сенсори і виконавчі елементи» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Інтернет речей» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» денної форми навчання [Електронне видання] / Клімов С. В. – Рівне : НУВГП, 2020. – 24 с.

Укладач: Клімов С. В. – завідувач кафедри гідроінформатики к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск: Мартинюк П. М. – завідувач кафедри прикладної математики, д.т.н., доцент.

Керівник групи забезпечення спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» _____ Жуковська Н. А.

Зміст		
	Розділ	стор.
1	Вступ	3
2	Призначення ГЛ	4
3	Технічна характеристика ГЛ	5
4	Конструкція і принцип роботи ГЛ	6
5	Конструкція і робота складових частин ГЛ	10
6	Підготовка до роботи ГЛ	14
7	Порядок проведення вимірів	15
8	Можливі несправності ГЛ	18
	Технічне обслуговування ГЛ	18
	Додатки	19

© Клімов С. В., 2020

© НУВГП, 2020

Лабораторна робота № 2

Мета: 1. Ознайомлення з принципом дії, конструктивними особливостями та правилами технічної експлуатації газоаналізатора ГЛ 1122 (в подальшому ГЛ). 2. Ознайомлення з принципами та технологією визначення вмісту відпрацьованих газів ДВЗ.

Обладнання і інструмент: 1. Газоаналізатор ГЛ 1122, 2. Лабораторна установка – карбюраторний ДВЗ 3. Набір інструменту; 4. Методичні вказівки для виконання роботи.

Вимоги безпеки

1 Під час проведення вимірювання треба дотримуватися вимог безпеки за ДНАОП 0.00-1.28-97.

2 Приміщення, призначені для вимірювання вмісту оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах машин, повинні бути обладнані примусовою та природною вентиляцією, що забезпечує санітарно-гігієнічні вимоги до повітря в зоні вимірювання згідно з ГОСТ 12.1.005.

3 Рівень шуму в зоні проведення вимірювання згідно з ГОСТ 12.1.003.

4 Рівень вібрації в зоні проведення вимірювання згідно з ГОСТ 12.1.012.

5 Під час підготування та проведення вимірювання заборонено торкатися рухомих частин двигуна та нагрітих частин системи випускання відпрацьованих газів.

6 Під час вимірювання треба вжити заходів, що запобігають самочинному руху машини.

7 Перед увімкненням приладів у мережу змінного струму напругою 220 В переконатись у наявності заземлення приладу.

8 Під час роботи з приладами, що працюють від мережі напругою 220 В, треба дотримуватися правил безпечної експлуатації електроустановок за ДНАОП 0.00-1.21 та вимог безпеки, зазначених у документах з експлуатації цих приладів.

1. Вступ

В методичних вказівках використовуються наступні умовні позначення та скорочення:

АЦП – аналогово – цифровий перетворювач;

БО – блок оптичний;

БЖ – блок живлення;

ПГС – повірочна газова суміш;

ПЗУ – постійний запам'ятовуючий пристрій;

СП – система пробопідготовки;

ПВЗ – пристрій вибірки та зберігання опорного та робочого каналів;

ПП – підсилювач приймача;

ФПП – фотоприймаючий пристрій;
ЦАП – цифро – аналоговий перетворювач;
ЦДП – цифродрукуючий пристрій;
ЕСОІ – електронна система обробки інформації.

ГЛ підлягає державній первинній та періодичній державній перевіркам. Періодичність перевірки 1 раз в рік.

2. Призначення ГЛ

Газоаналізатор (рис. 1) призначений для визначення вуглеводнів у відпрацьованих газах двигунів, з іскровим запалюванням. Застосовується в науково-дослідних інститутах і на підприємствах, зв'язаних з розробкою, виробництвом, ремонтом і регулюванням двигунів.

Умови роботи:

1. Температури суміші, яка аналізується на штуцері “ВХОД ПРОБЫ” не більше 50°C ;
2. Витрата суміші, яка аналізується $(5\pm 1,5)\cdot 10^{-5}\text{ м}^3/\text{с}$;
3. Склад і концентрація суміші, яка аналізується в об'ємних долях, %:
компоненти, які вимірюються:
 - вуглеводні (по гексану) $(0-0,5)\cdot 10^4\text{ млн}^{-1}$;

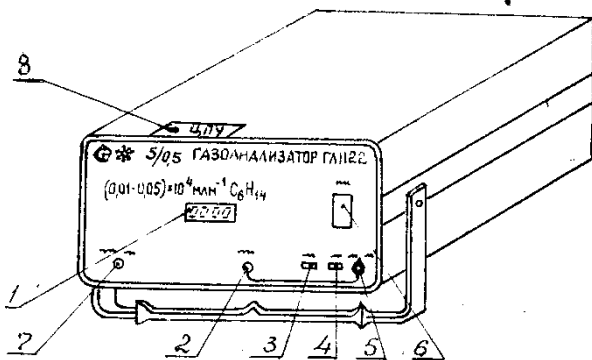


Рис. 1 а. Загальний вигляд газоаналізатора ГЛ-1122 (вид спереду):

- 1 – цифровий індикатор; 2 - потенціометр КАЛИБРОВКА; 3 – кнопка СЕТЬ;
4 – кнопка НАСОС; 5 – перемикач режиму роботи; 6 – індикатор забрудненості фільтра; 7 – потенціометр УСТАНОВКА НУЛЯ; 8 - вихід на ЦПУ.

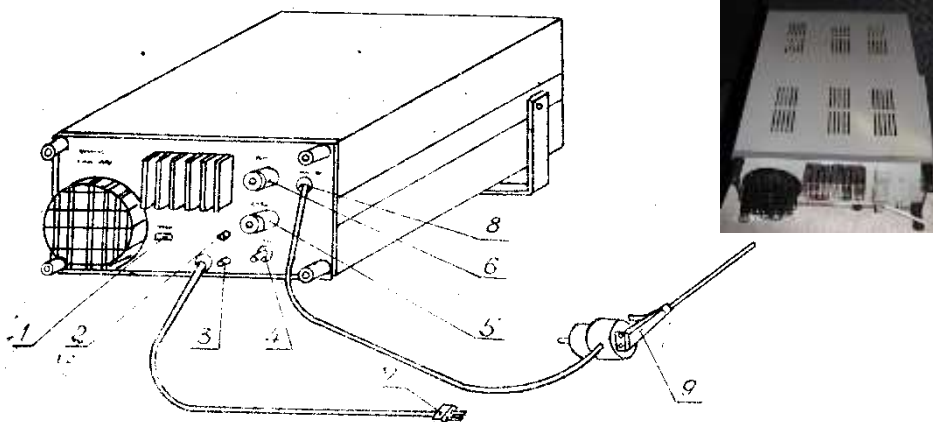


Рис. 1 б. Загальний вигляд газоаналізатора ГЛ-1122 (вид ззаду)

1 – вихід на самописець; 2 – запобіжник; 3 – клемма заземлення; 4 – вихід проби; 5 – вхід ПГС; 6 – фільтр; 7 – мережений шнур; 8 – вхід проби; 9 – пробозабірник.

компоненти, які не вимірюються:

- окис вуглецю 0-10
- двоокис вуглецю 0-15
- окис азоту 0-0,8
- азот до 100
- кисень 0-20
- водень 0-5
- сажа 0-0,0002 мг/м³
- вода 0-0,015 мг/м³.

4. Температура суміші, яка аналізується на вході в пробозабірник – не більше 200^oC.

5. Коефіцієнт інтенсивності експлуатації ГЛ – не більше 0,24.

3. Технічна характеристика

Діапазон вимірів концентрацій пропану (0,01... 0,50)×10⁴ млн⁻¹. Межа припустимої відносної основної погрішності (i) ±5%. Припустима зміна показань за 8 годин безупинної роботи 0,5 од. Номінальний час установлення показань (5±1) с.

Відносна основна похибка повинна знаходитись в межах:

$$\delta = \pm (5+0,5(C_{\text{к}}/C-1)), \%$$
 (1)

де δ – відносна основна похибка, %;

$C_{\text{к}}$ – верхній діапазон вимірів, об'ємна доля ×10⁴ млн⁻¹;

C – значення концентрації, яка вимірюється, об'ємна доля ×10⁴ млн⁻¹.

ГЛ обладнано оптичним калібруванням, що дозволяє контролювати його чутливість при продувці газового тракту навколишнім повітрям, без застосування контрольної газової суміші.

Живлення - від однофазної мережі перемінного струму напругою 220 В, частотою 50 Гц. Споживана потужність не більш 60 В-А. Час прогріву не більш 30 хв. Габаритні розміри не більш 470x340x153 мм. Маса не більш 10 кг. Установлений термін служби газоаналізатора не менш 8 років. Середній наробіток на відмову не менш 20 000 год.

У комплект постачання входять: газоаналізатор у зібраному виді, ремонтна плата, трубка і пробозабірник у розібраному виді, редуктор, перевірна газова суміш у балоні, експлуатаційна документація.

4. Конструкція та принцип роботи ГЛ

4.1. Принцип роботи ГЛ.

В основу принципу дії покладений метод прямого поглинання інфрачервоного випромінювання досліджуванним газом. Степінь поглинання газом променевої енергії (відповідно до закону Ламберта-Бугера) описується формулою:

$$I = I_0 \times \exp(-\alpha \cdot C \cdot L)$$

I – величина потоку випромінювання, що пройшло;

I_0 – величина падаючого потоку випромінювання;

α – коефіцієнт поглинання;

C – концентрація досліджуваної проби;

L – товщина досліджуваної проби.

Структурна схема приладу приведена на рис. 2.

Газоаналізатор являє собою однопроменевий двоканальний ІЧ аналізатор.

Потік ІЧ випромінювання проходить через кювету, інтерференційні світлофільтри, що переключуються за допомогою вузла зміни фільтрів, і попадає на блок приймача. За допомогою світлофільтрів виділяються дві довжини хвиль: робоча $\lambda_r=3,4\text{мкм}$, що відповідає смузі поглинання вуглеводнів, і опорна $\lambda_o=3,9\text{мкм}$, у якій відсутнє поглинання аналізованою сумішшю.

Однопроменева багатоканальна схема аналізатора передбачає циклічне послідовне знімання інформації з виходу фотоприйомного пристрою про величину поглинання аналізованою газовою сумішшю в спектральних інтервалах опорного і робочого каналів, запис інформації про амплітуду сигналів у пристроях аналогової пам'яті, спільну обробку інформації робочого й опорного каналів і її вивід на вбудований цифровий індикатор ГЛ.

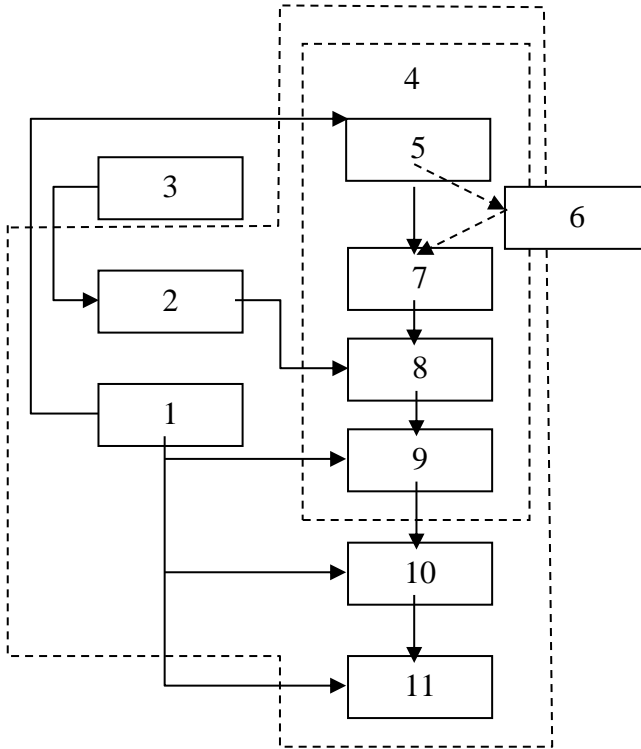


Рис 2. Структурна схема газоаналізатора типу ГЛ 1122 1-блок живлення, 2-система пробопідготовки, 3-пробозабірник, 4-блок оптичний, 5-випромінювач, 6-калібровочна кювета, 7 - кювета, 8-модулятор, 9- блок приймача, 10-електронна система обробки інформації, 11-цифровий індикатор.

4.2. Конструкція і робота ГЛ

В склад ГЛ входять: системи пробопідготовки (СП), оптичний блок (БО), електронна система обробки інформації (ЕСОІ) та блок живлення.

СП включає в себе: пробовідбірник, відстійник, фільтр, індикатор та активатор.

Газова суміш, яка відбирається для аналізу з вихлопної труби двигуна пробовідбірником, в якому виконується грубе попереднє очищення від сажі, пилу та вологи. По з'єднувальній трубці проба надходить у внутрішній відстійник, в якому додатково відбувається конденсація вологи. З верхньої частини відстійника проба, яка аналізується, прокачується через фільтр тонкої очистки однієї з камер мембранного активатора витрати проби. Далі вона надходить через індикатор в вимірювальну газову кювету та викидається в атмосферу. Конденсат, який накопичується в нижній

частині відстійника відсмоктується другою камерою активатора та викидається в атмосферу.

БО складається з випромінювача, кювети, модулятора, калібрувальної кювети, блока приймача та датчика.

В якості джерела ІЧ випромінювання використовується мініатюрна лампа розжарювання ТРШ 1500-2300 ТУ 16-535.847-88.

Тіло накалювання розміщено у фокальній площині коліматорної лінзи (див. додаток 1). Паралельний пучок випромінювання, пройшовши через газову кювету, потрапляє в модулятор, де за допомогою інтерференційних світлофільтрів виділяються спектральні області робочого та опорного каналів. З виходу модулятора випромінювання потрапляє на лінзу об'єктива, яка збирає випромінювання на приймальній площадці ФПП, встановленого в його фокальній площині.

Калібрування ГЛ здійснюється введенням калібрувальної кювети в оптичний тракт.

При цьому покази на індикаторі повинні відповідати значенням, вказаним в паспорті ГЛ.

БО перетворює потік випромінювання в електричні сигнали, які далі надходять в ЕСОІ.

ЕСОІ працює наступним чином.

ФПП видає електричні імпульси, які підсилюються ПП та надходять на входи ПВЗ. Формувач синхроімпульсів керує ввімкненням ПВЗ в періоди, які відповідають плоскій ділянці вершини сигналу опорного та робочого каналів.

Інвертований підсилений сигнал опорного каналу надходить на вхід опорної напруги мікросхеми АЦП, не інвертований підсилений сигнал робочого каналу надходить на вимірювальний вхід мікросхеми АЦП. На виході АЦП формується дванадцятирозрядне двійкове число, пропорційне відношенню сигналів опорного та робочого каналів. Це число використовується в якості адреса ПЗУ. З виходу ПЗУ знімається чотирьохрозрядне число в двійково-десятковому кодї, яке надходить через регістри виводу на чотирьохрозрядний індикатор на семисегментних елементах та на мультиплексор виводу на друк, а також лінеаризоване восьмирозрядне двійкове число для наступного цифроаналогового перетворення та виводу на самописець.

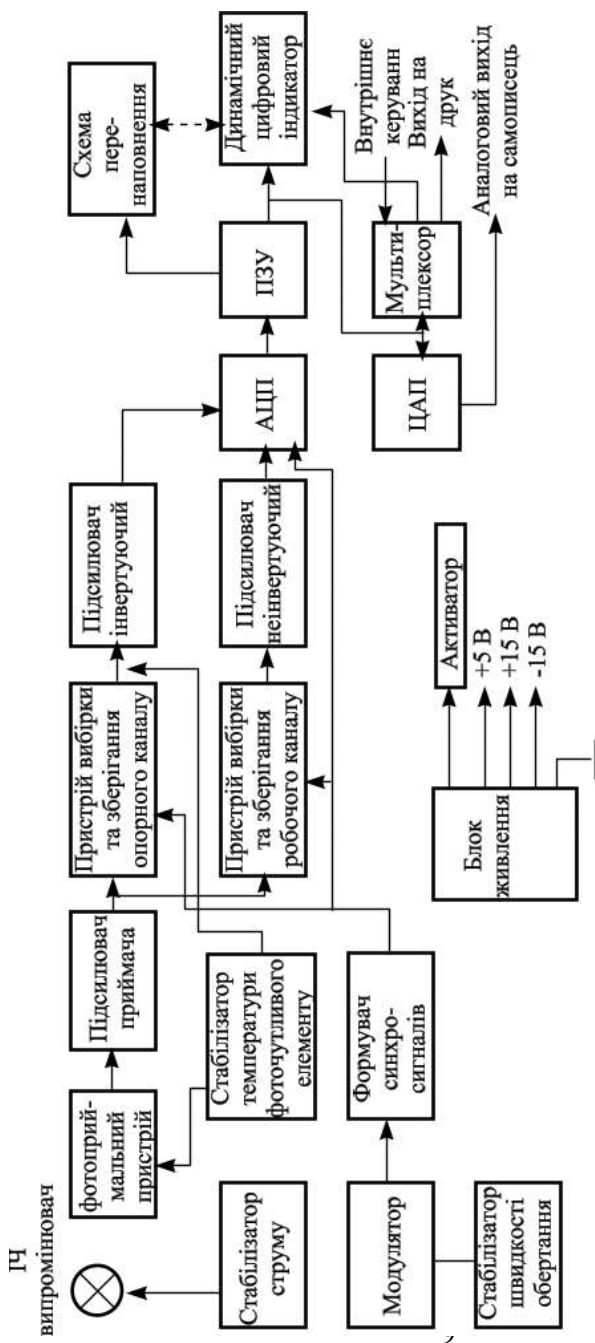


Рис. 3 Схема електрична структурна ГЛ 1122

5. Будова та робота складових частин ГЛ.

Будова СП (рис. 4)

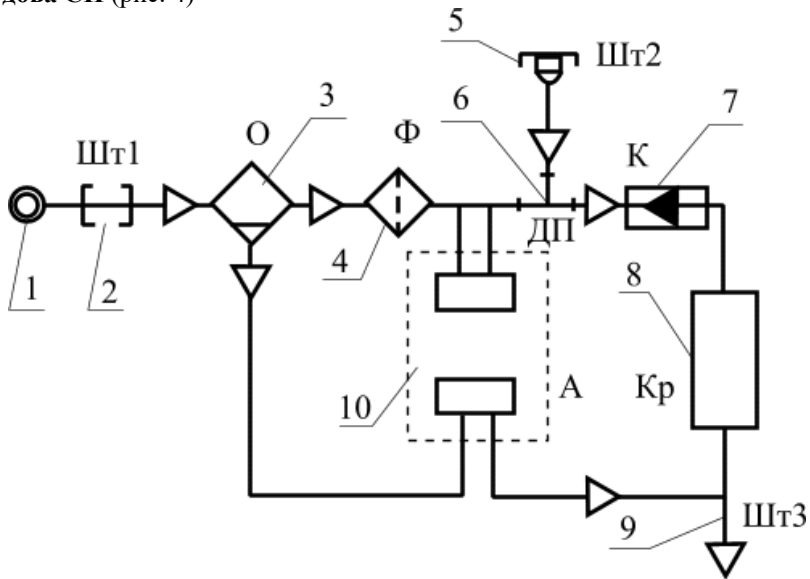


Рис. 4. Газова схема ГЛ з пробозабірником. 1 – пробозабірник; 2 – вхідний штуцер; 3 – відстійник; 4 – фільтр; 5 – штуцер входу ПГС; 6 – трійник; 7 – індикатор; 8 – кювета; 9 – вихідний штуцер; 10 – активатор.

Пробозабірник 1 призначено для відбору газової проби з вихлопної труби двигуна. Проба засмоктується через трубку 1 (див. рис. 5) та потрапляє в фільтр для попереднього очищення 5, який запобігає потраплянню в газовий тракт сажі та вологи. Волокнистий фільтр 7 вловлює частинки пилу.

Після очищення в пробозабірнику проба по з'єднувальній трубці надходить через вхідний штуцер 2 (рис.4) у відстійник 3, який призначено для відділення рідких компонентів, які утворились в газовій суміші при її охолодженні.

З верхньої частини відстійника проба потрапляє в фільтр 4. Фільтр захищає робочу кювету від потрапляння в неї сажі та пилу. Ступінь забруднення фільтрів контролюється індикатором 7. При забрудненні фільтра створюється розрідження в газовому тракті, і поплавок індикатора опускається вниз, що і вказує на необхідність заміни фільтра 4 новим.

Пройшовши через елементи пробопідготовки, проба надходить до кювети 8, після чого через вихідний штуцер 9 випускається в атмосферу.

Конденсат, який накопичився у нижній частині відстійника відсмоктується за допомогою активатора 10 та викидається в атмосферу.

Активатор 10 двокамерний, мембранного типу. Одна з камер активатора призначена для примусового прокачування газової суміші, що досліджується через СП

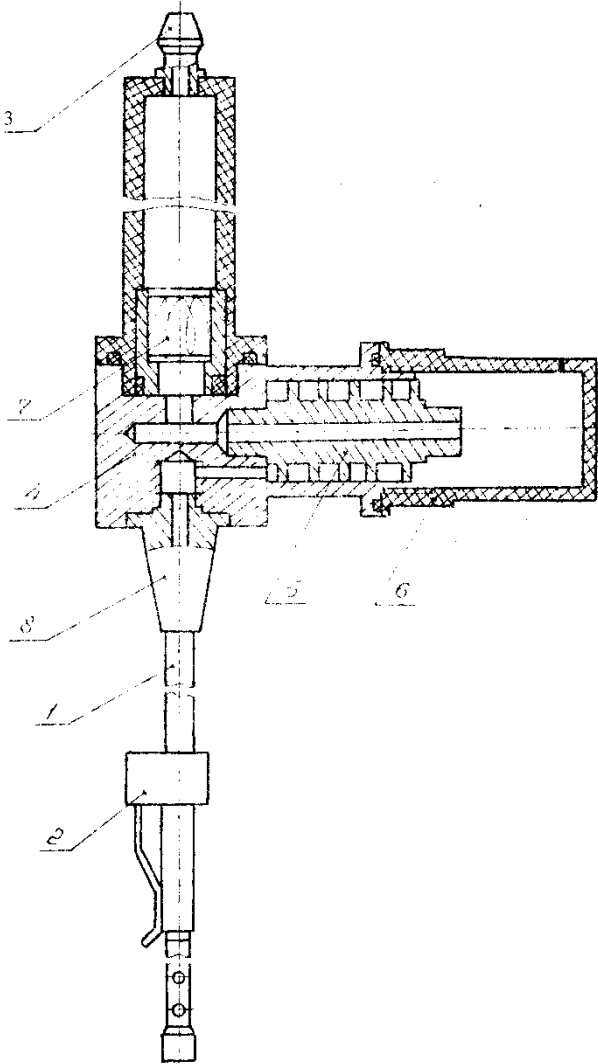


Рис. 5. Пробозабірник. 1 – трубка; 2 – затиск; 3 – штуцер; 4 – корпус; 5 – фільтр (попереднього очищення); 6 – відстійник; 7 – фільтр (волоконистий); 8 – гайка.

та кювету 8. друга камера активатора призначена для відсмоктування конденсату з відстійника. Живлення активатора здійснюється напругою 127 В.

Конструкція фільтра представлена на рис. 6.

Для калібрування та вивірки ГЛ використовують перевірочні газові суміші (ПГС). В цьому випадку газова суміш подається, обходячи елементи СП, через штуцер входу ПГС 5, трійник 6, індикатор 7 (рис. 4) безпосередньо в кювету 8.

Конструкція БО.

БО (див. рис. 7) конструктивно виконано за блочним принципом, що дозволяє виготовляти, виконувати збирання, налаштувати, юстирувати та встановлювати кожний функціональний вузол незалежно від інших.

Основні функціональні вузли БО представлені на рис. 7.

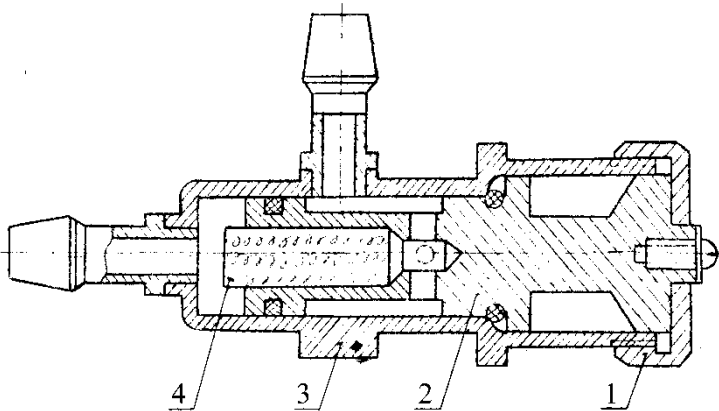


Рис. 6. Фільтр. 1 – гайка; 2 – тримач; 3 – корпус; 4 – мундштук фільтруючий паперовий.

Кювета БО 3 швидкознімна (для періодичного чищення оптики) встановлюється на кронштейн та кріпиться хомутами. Блок 6, датчик 2 та модулятор 5 кріпляться до кутника.

Всі елементи оптичної схеми конструктивно розміщені на одній оптичній вісі та кріпляться до основи 7, що забезпечує просте юстирування елементів в межах кожного вузла та вузлів між собою.

В якості випромінювача використовується лампа 11 типу ТРШ 1500-2300, яка працює в режимі біля нижнього діапазону потужності (2 Вт), з колірною температурою розжарювання 1500 °К. У випромінювачі 1 знаходиться колімаційна лінза, у фокусі якої знаходиться тіло розжарювання лампи, яке випромінює потік ІЧ випромінювання.

Кювета 3 являє собою трубку з алюмінієвого сплаву, з обох сторін герметично закриту вікнами 8 та ущільнену гумовими кільцями 9. Кювета має вхідний та вихідний штуцери 14 для входу та виходу досліджуваного газу.

Калібрувальна кювета 4, заповнена ПГС, закріплена в поворотному механізмі, що дозволяє вводити її в оптичний тракт в режимі “контроль”.

Блок приймача 6 складається з корпусу з вбудованим об’єктивом, ФПП типу ФУО-614-5 ОЖО.468.234 ТУ та охолоджуючого радіатора 12. На блоці приймача встановлена плата ПП 10, яка призначена для підсилення сигналів з ФПП.

Модулятор 5 являє собою диск, який обертається за допомогою електродвигуна 13, в якому розміщені опорний та робочий вузькосмугові фільтри. Диск модулятора має кодову доріжку для керування оптичною парою. Швидкість обертання диску – 300 об/хв. Передача обертання вала двигуна на диск модулятора здійснюється при допомозі паска.

Датчик 2, який складається зі світлодіоду та фотодіоду, призначений для керування роботою пристрою реєстрації.

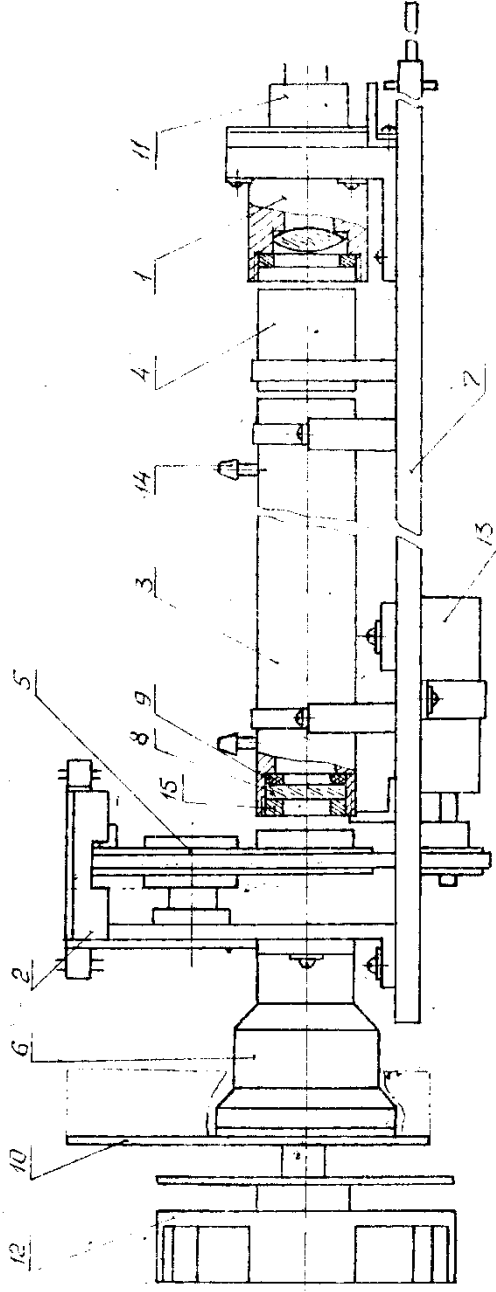


Рис. 7. Блок оптичний.

1 – випромінювач; 2 – датчик; 3 – кювета; 4 – калібрувальна кювета; 5 – модулятор; 6 – блок приймача; 7 – рама;
 8 – вікна; 9 – гумові кільця; 10 – плата ПП; 11 – лампа ТРП 1500-2300; 12 – радіатор; 13 – електродвигун ДП 20;
 14 – вхідний та вихідний штупери; 15 – кільце.

ЕСОІ виконано на наступних платах друкованого монтажу: підблок керування, ПП, підблок АЦП, підблок ПЗУ, підблок індикації, БЖ. ПП змонтовано на БО.

Підблок керування призначено для генерації імпульсів керування всіма функціональними вузлами ЕСОІ, а також для стабілізації швидкості модулятора, регулювання температури ФПП та стабілізації струму випромінювача.

ПП призначено для підсилення сигналів з виходу вбудованого в ФПП попереднього підсилювача, для захисту наступних каскадів від напруги, яка перевищує гранично-допустимі, для живлення попереднього підсилювача приймача, слідування за постійною складовою сигналу та формування синхроімпульсів.

Підблок АЦП призначено для перетворення аналогових сигналів робочого та опорних каналів в дванадцятирозрядне двійкове число, рівне співвідношенню згаданих сигналів.

Підблок ПЗУ призначено для перетворення одинадцяти розрядних двійкових чисел в чотирнадцятирозрядні двійково-десятькове число, яке рівне концентрації компонента газу, що вимірюється, для виводу на цифрову індикацію та друк, або через ЦАП на самопишучий прилад.

Мультиплексор призначено для організації динамічної індикації.

6. Підготовка до роботи

Увага! Перед початком роботи необхідно витримати ГЛ в упаковці протягом не менше 2 год. в нормальних умовах. Після тривалого зберігання ГЛ в умовах підвищеної вологості витримати його перед включенням в нормальних умовах не менше 8 годин.

1. Перевірити наявність в ГЛ фільтра тонкого очищення.
2. Приєднати пробозабірник через з'єднувальну газову трубку до вихідного штуцера ГЛ.
3. Заземлити ГЛ. Кнопки НАСОС та СЕТЬ повинні бути вимкнені.
4. Ввімкнути ГЛ в мережу електроживлення 220 В.
5. Натиснути кнопку СЕТЬ, повинні засвітитись цифрові індикаторі.
6. Натиснути кнопку НАСОС. Буйок поплавкового ИНДИКАТОРА повинен знаходитись вище червоної риски.
7. Прогріти ГЛ протягом 6 хв.
8. Натиснути кнопку НАСОС. Прокачати чисте повітря через кювету. На цифровому індикаторі повинні встановитись нульові значення. Якщо значення відмінні від нульових, то потенціометром УСТАНОВКА НУЛЯ встановити нульові показники, при цьому допускається короточасне висвітлення "ком" у всіх розрядах індикатора.
9. Перевірка працездатності калібратора.

Встановити перемикач режиму роботи в положення КОНТРОЛЬ та зняти показники, які повинні відповідати паспортним даним. Якщо показники завищені (занижені), то вони регулюються потенціометрами УСТАНОВКА НУЛЯ і КАЛІБРОВКА. Перемкнути ГЛ з режиму КАЛІБРОВКА в режим ИЗМЕРЕНИЯ.

10. Робота ГЛ із зовнішніми приладами (опція).

7. Порядок проведення випробувань

7.1.1 Під час випробовування машини для живлення двигуна треба застосовувати бензин або газове паливо і мастильні матеріали, що передбачені документами з експлуатації машини і відповідають вимогам чинних нормативних документів на їх виготовлення.

7.1.2 Випускна система машини повинна бути у повній комплектності, не мати прогарів, механічних пробіів та нещільностей у з'єднаннях, які призводять до витoku відпрацьованих газів і підсмоктування повітря, що його визначають зовнішнім оглядом.

7.1.3 Перед вимірюванням двигун повинен бути прогрітим так, щоб температура охолоджувальної рідини (або моторної оливи для двигунів з повітряним охолодженням) була в межах діапазону робочих температур за рекомендаціями підприємства-виробника або, якщо такі дані відсутні - не менше ніж +80 °С.

7.1.4 Контролювання температурного режиму здійснюють за штатними показниками машини або з використанням додаткових засобів вимірювання.

Примітка. З 1.01.2005 року запроваджують обов'язкове інструментальне визначення температури моторної оливи в системі змащування двигунів (як з рідинним, так і з повітряним охолодженням), яка повинна бути в діапазоні робочих температур за рекомендаціями підприємства-виробника або, якщо такі дані відсутні - від +80 °С до +100 °С (для двигунів з повітряним охолодженням верхня межа робочих температур не повинна перевищувати +120 °С).

7.1.5 Вимірювання необхідно проводити в такій послідовності:

- встановити важіль перемикання передач (вибирач швидкості для автомобілів з автоматичною коробкою передач) у нейтральне положення;
- загальмувати машину стоянковим гальмом;
- підкласти під колеса машини упорні колодки;
- зупинити двигун (якщо він працював);
- відкрити капот моторного відсіку;
- під'єднати тахометр;
- Ввести пробозабірник у вихлопну трубу машини на глибину не менше ніж 300 мм від зрізу (у разі косоого зрізу заміряють від короткої кромки зрізу) та закріпити затиском 2.
- запустити двигун;
- ввімкнути кнопку НАСОС.
- повністю відкрити повітряну заслінку;
- збільшити частоту обертання вала двигуна до $n_{\text{підв}}$ і витримати цей режим протягом не менше ніж 30 с;
- встановити мінімальну частоту обертання вала двигуна і після стабілізування показів газоаналізатора, але не пізніше ніж через 60 с, виміряти вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів (за результат вимірювання беруть середнє арифметичне зна-

чення між максимальним і мінімальним показами приладу за інтервал вимірювання);

- показники ГЛ знімаються не раніше, ніж через 30 с. з моменту ввімкнення кнопки НАСОС.

Примітка: При значенні концентрації вуглеводнів в газовій пробі вище $0,5 \cdot 10^4$ млн⁻¹ старший розряд цифрового індикатора працює в періодичному режимі.

- встановити підвищену частоту обертання вала двигуна $n_{\text{підв}}$ і після стабілізування показів газоаналізатора, але не пізніше ніж через 60 с, виміряти вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів (за результат вимірювання беруть середнє арифметичне значення між максимальним і мінімальним показами приладу за інтервал вимірювання);
- Примітка 1. Якщо машина має декілька випускних труб, то вимірювання необхідно проводити в кожній з них окремо. За результат вимірювання беруть більший із одержаних результатів вимірювання вмісту оксиду вуглецю і вуглеводнів у кожній із випускних труб.
- Примітка 2. Для проведення вимірювання або регулювання двигуна в закритому приміщенні газівідвід, з'єднаний з випускною системою машини, повинен мати отвір, що його можна закривати, куди вводять пробовідбірник газоаналізатора. Якщо неможливо встановити пробовідбірник на глибину 300 мм, треба скористатися додатковим патрубком.
- Після вимірів зняти пробозабірник з вихлопної труби. Перед наступним ввімкненням ГЛ пропустити через ГЛ протягом 10 хв. чисте повітря.

7.1.6 За результатами вимірювання вмісту оксиду вуглецю і вуглеводнів заповнюють протокол (таблиця 1).

Протокол випробування

ПРОТОКОЛ № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.

вимірювання вмісту вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобіля

Назва підприємства і місце проведення вимірювання _____

Марка і модель автомобіля _____

Номер шасі (кузова), державний номер автомобіля _____

Наявність нейтралізатора і його тип: окиснювальний/трикомпонентний _____

Марка, модель, зав.номер, рік випуску газоаналізатора, дата перевірки _____

Таблиця 1.

Результати вимірювання вмісту оксиду вуглецю і вуглеводнів

Частота обертання	Результати вимірювання вмісту		Гранично допустимий вміст	
	оксиду вуглецю, %	вуглеводнів, млн ⁻¹	оксиду вуглецю, %	вуглеводнів, млн ⁻¹
$n_{\text{мін}}$				
$n_{\text{підв}}$				

Висновок про відповідність вимогам ДСТУ

Підвищений зміст СН – у більшості випадків це пропуски в системі запалювання, паливо не згоряє і проходить у вихлопну трубу. Можливі несправності:

- брудні свічі;
- несправна котушка чи модуль запалювання;
- неправильний кут випередження запалювання;
- несправність високовольтних проводів;
- занадто бідна суміш, що погано спалахує. При цьому потрібно шукати несправності, що впливають на склад суміші – підсмоктування повітря, малий тиск бензонасоса, забруднення форсунок, несправність датчиків температури двигуна чи витрати повітря.

Підвищений зміст СО – означає, що в циліндрах надлишок палива чи недостатньо кисню. Утвориться багата суміш і паливо згоряє не цілком. На рис. 8 представлені залежності змісту вихлопних газів від співвідношення повітря/паливо (ідеальне співвідношення 14,7:1). Ми бачимо, що при збагаченні суміші росте С, тому цей газ можна вважати непрямим індикатором багатой суміші. Причини збільшення С:

- підвищений тиск палива;
- забитий повітряний фільтр;
- заливають форсунок (не може закритися клапан);
- несправні датчики масової витрати, тиску, температури.

Підвищений зміст O₂ – індикатор роботи двигуна на збідненій суміші див рис.8.

Вміст CO₂ – міра ефективності процесу згоряння палива в двигуні. При стехіометричному складі суміші (14,7:1) вміст CO₂ максимальний і складає 12-17%. При бідній чи багатій суміші CO₂ знижується див рис.8. Але для більш точного визначення складу суміші потрібно враховувати показання CO, CH і O₂.

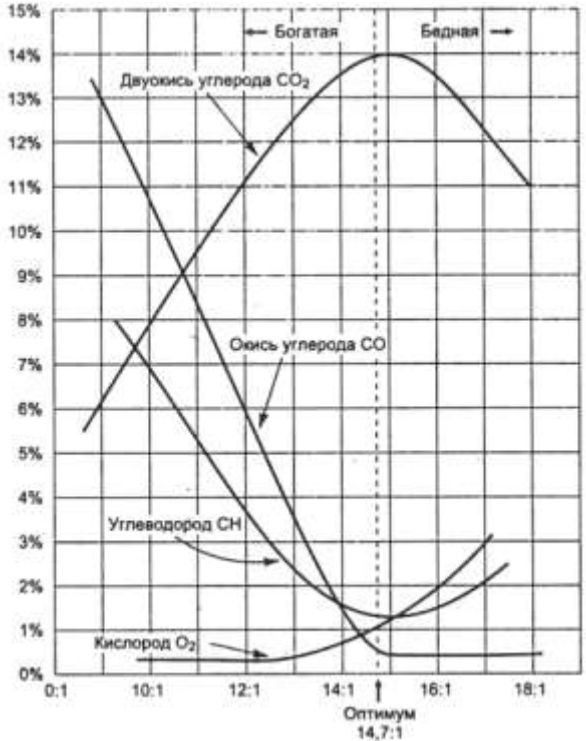


Рис. 8. Залежність вмісту вихлопних газів від співвідношення повітря\паливо

8. Можливі несправності та способи їх усунення

У випадку несправності вимкнути ГЛ. Впевнитись в справності мереженого шнура та запобіжника (на задній панелі ГЛ).

Таблиця 2.

Несправність	Можлива причина	Спосіб усунення
ГЛ не вмикається	Перегорів запобіжник FU1; несправна кнопка SB1; обрив шнура живлення	замінити
При ввімкненні кнопки НАСОС поплавков індикатора знаходиться нижче нижньої червоної риски	Забруднено фільтр тонкого очищення; забруднено волокнистий фільтр пробозабірника; порушена герметичність газового тракту ГЛ.	Замінити фільтри; замінити прокладки пробозабірника, тримача фільтра, штуцера вводу ПГС, кюветі.

9. Технічне обслуговування ГЛ

Зливати конденсат з відстійника 6 пробозабірника (рис. 5) по мірі накопичення.

Раз за зміну перевіряти стан фільтра 6 (рис. 1 б). Для перевірки або заміни фільтра 4 (рис. 6) відкрутити гайку 1, вийняти тримач 2, провести заміну фільтра. Збирати в оберненій послідовності. Кнопка НАСОС повинна бути вимкнена.

Раз на місяць проводиться промивання пробозабірника та з'єднувальної газової трубки теплою мильною водою, зняти попередньо пробозабірник. Після промивання продукти стисненим повітрям.

Раз на рік проводити чищення вікон 8 кювети 3 БО (рис. 7). Для цього зняти кронштейни, вийняти кювету та викрутити кільці 15, вийняти вікна 8, слідкувати за тим, щоб не випали ущільнюючі гумові кільця 9. Вікна промиваються спирто - ефірною сумішшю та протираються батистовою тканиною. Збирання проводиться у зворотному порядку. Перевірити герметичність кювети.

Додаток 1.

Колілятор (від collimo, перекручування правильного лат. collinco — направляю по прямої лінії), оптичний пристрій для одержання пучків рівнобіжних променів.

Додаток 2.

Спектрометр - прилад, що дозволяє вимірювати розподіл енергії джерела світла по частотах випромінювання.

Типова оптична схема спектрометра зображена на рис. 8. Тут S- джерело світла, L1- конденсорна лінза, SP - вхідна щілина спектрометра, L2- коліляторна лінза, P- призма, L3- об'єктив, R- репер, L4 - окуляр.

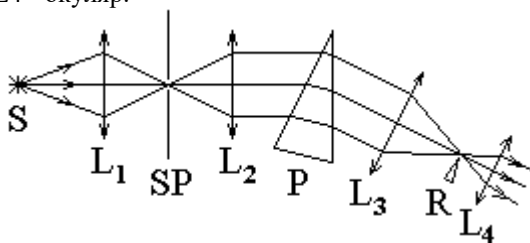


Рис. 8. Схема спектрометра

Призначення елементів оптичної схеми і з яких розуміння вибирається положення кожного елемента схеми.

Конденсорна лінза L1 збирає світло на вхідну щілину спектрометра SP. Її положення вибирається так, щоб зображення джерела світла S в цій лінзі знаходилося в площині вхідної щілини SP. Цього можна домогтися при різних положеннях джерела світла S. Положення джерела світла S, у свою чергу, вибирається так, щоб промені, що проходять через краї конденсорної лінзи L1, після вхідної щілини SP попадали на краї коліматорної лінзи L2. Конструкція спектрометра повинна дозволити це проконтролювати. Заповнення світлом усієї коліматорної лінзи L2 зменшує дифракційне розширення спектральних ліній. За краї коліматорної лінзи L2 світло не повинне попадати, щоб уникнути помилкових сигналів від паразитних відображень (відблисків).

Ширина вхідної щілини спектрометра, з одного боку, не повинна бути занадто мала, тому що в цьому випадку спектрометр пропускає мало світла і минулий світло важко реєструвати. З іншого боку, зі збільшенням ширини щілини падає спектральний дозвіл приладу. Ширину щілини вибирають у такий спосіб. Широку щілину звужують доти поки звуження щілини приводить до звуження зображення монохроматичних спектральних ліній на виході спектрометра. Починаючи з деякої ширини щілини, що називають нормальною шириною щілини, ширина зображення спек-

тральних ліній перестає зменшуватися, тому що визначається дифракцією на лінзах L2, L3 і призмі P, а не шириною вхідної щілини.

Коліматорна лінза L2 формує рівнобіжний пучок променів, щоб усі промені мали однаковий кут падіння на призму P. Однаковість кутів падіння променів світла важлива тому, що кут повороту лучачи призмою P залежить не тільки від частоти світла, але і від кута падіння. Неоднаковість кутів падіння приводить до розширення зображень монохроматичних спектральних ліній і до падіння спектрального дозволу. Щоб коліматорна лінза L2 створювала рівнобіжний пучок променів потрібно, щоб вхідна щілина спектрометра (SP) знаходилася у фокальній площині лінзи L2. Цього домагаються, підбираючи положення коліматорної лінзи L2 уздовж оптичної осі, при якому ширина зображень спектральних ліній мінімальна.

Положення призми P не критично. Вона просто повинна потрапити в пучок світлових променів. Звичайно кут падіння на передню грань призми роблять близьким до кута виходу світла через задню грань.

Показник переломлення призми залежить від частоти світла, тому після призми P світло кожної частоти йде рівнобіжним пучком променів у своєму напрямку. У фокальній площині об'єктива L3 формуються кольорові зображення вхідної щілини спектрометра. Кожна монохроматична спектральна лінія джерела світла дає своє зображення. Це і є спектр, який ресструється.

Спостерігати зображення спектральних ліній зручно через окуляр L4. Положення окуляра L4 щодо репера R вибирається так, щоб око без напруги бачило репер. Положення репера разом з окуляром уздовж оптичної осі вибирається спочатку (грубо) так, щоб бачити різкі обриси спектральних ліній. Остаточо (точно) положення окуляра з репером вибирається так, щоб площина зображення спектральних ліній збігалася з площиною репера. При цьому переміщення ока перпендикулярно оптичної осі не приводить до видимого зсуву репера щодо спектральних ліній.

Якщо переміщати окуляр L4 разом з репером R поперек лучачи, то можна переходити від спостереження однієї спектральної лінії до спостереження іншої лінії.

Повертати призму P конструктивно простіше, ніж переміщати окуляр L4 поперек лучачи. Поворот призми P приводить до переміщення кольорових зображень спектральних ліній щодо репера. Чи вістря хрест (репер), що видні через окуляр L4, дозволяють зіставити кожної спектральної лінії показання барабана, що повертає призму P.

Додаток 3.

ДСТУ 4277:2004

Національний стандарт України. 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 "On the approximation of the laws of the Member States relating to roadw-

"fitness tests for motor vehicles and their trailers" ("Про гармонізацію законів країн-учасниць щодо випробовування автомобілів та їхніх причепів на придатність до експлуатації"). Вимоги щодо екологічних показників автомобілів, двигуни яких працюють на газовому паливі, вводять уперше.

Цей стандарт вводить вимоги до автомобілів, обладнаних системами нейтралізації відпрацьованих газів, які також відповідають вимогам Директиви 96/96/ЄС. Для автомобілів, обладнаних системами нейтралізації відпрацьованих газів окиснювального типу, вимоги вводять уперше.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт поширюється на автомобілі з двигунами, які працюють на бензині або газовому паливі (далі - автомобілі): нові і ті, що перебувають в експлуатації.

Стандарт установлює норми і методи вимірювання вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів під час роботи двигуна в режимах холостого ходу.

Стандарт не поширюється на автомобілі, повна маса яких менша ніж 400 кг, або максимальна швидкість не перевищує 50 км/год, на автомобілі з двотактними двигунами та газодизелями.

2. НОРМИ ВМІСТУ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ВУГЛЕВОДНІВ І РЕЖИМИ ЇХ КОНТРОЛЮВАННЯ

2.1 Режими роботи двигуна під час вимірювання

Вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів визначають під час роботи двигуна в режимі холостого ходу для двох частот обертання колінчастого вала (далі - вала) - мінімальної ($n_{\text{мін}}$) і підвищеної ($n_{\text{підв}}$), що встановлені виробником.

Якщо значення цих частот не встановлено підприємством-виробником у технічних умовах чи документах з експлуатації автомобіля, то перевіряння здійснюють за $n_{\text{мін}} = 800 \text{ хв}^{-1} \pm 100 \text{ хв}^{-1}$ і $n_{\text{підв}} = 2200 \text{ хв}^{-1} \pm 100 \text{ хв}^{-1}$.

Примітка. Перевіряння автомобілів, які працюють на бензині, в режимі підвищеної частоти обертання здійснюють лише в разі обладнання двигуна карбюратором.

2.3 Норми вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів

2.3.1 Вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, не обладнаних системами нейтралізації відпрацьованих газів (далі - нейтралізатори), не повинен перевищувати межі, наведені у таблиці 1.

Примітка. Для автомобілів, які проходять обкатку (пробігом до 3000 км), допустимий вміст вуглеводнів у відпрацьованих газах збільшується на 20% порівняно з даними таблиці 1.

Таблиця 1

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, млн ⁻¹ , для двигунів з числом циліндрів	
			до 4, включно	більше ніж 4
Бензин	n _{мін}	3,5*	1200	2500
	n _{підв}	2,0	600	1000
Газ природний	n _{мін}	1,5	600	1800
	n _{підв}	1,0	300	600
Газ нафтовий зріджений	n _{мін}	3,5	1200	2500
	n _{підв}	1,5	600	1000

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

2.3.2 Вміст оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, які працюють на бензині й обладнані нейтралізаторами, не повинен перевищувати межі, наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Гранично допустимий вміст оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів, обладнаних нейтралізаторами

Частота обертання	Автомобілі з окиснювальними нейтралізаторами		Автомобілі з трикомпонентними нейтралізаторами	
	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн ⁻¹	Оксид вуглецю, об'ємна частка, %	Вуглеводні, об'ємна частка, млн ⁻¹
n _{мін}	1,0	600	0,5	100
n _{підв}	0,6	300	0,3	100

2.3.3 Автомобілі, які можуть працювати на двох видах палива, причому одна із систем живлення двигуна є основною, друга – резервною, перевіряють лише за роботи на основному паливі.

2.3.4 Автомобілі, які працюють на двох видах палива, причому обидві системи живлення є рівноцінними, перевіряють під час контролювання відповідно до 4.2 (а – д) за роботи на обох видах палива. Під час контролювання відповідно до 4.2 (е) автомобіль перевіряють на тому паливі, на якому він працював на момент перевіряння.

3.2 Засоби вимірювання

3.2.1 Засоби вимірювання повинні бути повірені відповідно до вимог ДСТУ 2708.

3.2.2 Для визначання вмісту оксиду вуглецю і вуглеводнів у відпрацьованих газах автомобілів необхідно застосовувати газоаналізатори безперервної дії зі стрілочними, цифровими чи іншими пристроями, що реєструють результати вимірювання, працюють за принципом інфрачервоної спектроскопії і мають сталу часу разом з системою відбирання відпрацьованих газів, якою комплектують газоаналізатор, не більше ніж 30 с.

У разі застосування газовідбірної магістралі, конструкція якої призводить до зростання сталої часу, необхідно скоригувати на відповідну величину тривалість режимів підготування та вимірювання відповідно до 5.1.5.

3.2.4 Вимоги до газоаналізаторів оксиду вуглецю.

3.2.4.1 Шкала газоаналізатора оксиду вуглецю повинна бути проградуйована за бінарною газовою сумішшю (оксид вуглецю в повітрі чи азоті) в об'ємних частках, визначених у відсотках оксиду вуглецю.

3.2.5 Вимоги до газоаналізаторів вуглеводнів.

3.2.5.1 Шкала газоаналізатора вуглеводнів повинна бути проградуйована за бінарною газовою сумішшю (пропан в азоті) в об'ємних частках, визначених в частках на мільйон гексану (млн^{-1}).

3.2.6 Газоаналізатори оксиду вуглецю та вуглеводнів, виготовлені після 1.01.2005 року, повинні забезпечувати можливість для під'єднання пристрою документального фіксування результатів вимірювання. З 1.01.2007 року газоаналізатори, що перебувають в експлуатації, повинні мати в комплекті такий пристрій.

Література:

1. Колчин А. В., Бобков Ю. К. Новые средства и методы диагностирования авто-тракторных двигателей. Москва : Колос, 1982. 111 с.
2. Колчин А. В. Датчики средств диагностирования машин. Москва : Машиностроение, 1984. 120 с.
3. Технические средства диагностирования : справочник / В. В. Клюев и др.; Под общ. ред. В. В. Клюева. Москва : Машиностроение, 1989. 672 с.
4. Экологическая безопасность автомобилей : практикум / А. А. Пивоварчик, Е. В. Пивоварчик. Гродно : ГрГУ, 2016. 58 с. URL: <https://elib.grsu.by/katalog/550868pdf.pdf?d=true>
5. Афанасьев Д. С., Бардакова Е. А., Быстряков Д. С. Аналитический обзор датчиков летучих веществ для интернета вещей. *Информационные технологии и телекоммуникации*. 2016. Том 4. № 4. С. 1–12. URL: <http://www.sut.ru/doci/nauka/review/20164/1-12.pdf> .
6. Кованько В. В., Древецкий В. В., Христюк А. О. Загальнотехнічні вимірювання і прилади [Интернет]. Рівне, Україна: НУВГП; 2013. 189 с. Доступний у: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2397/>