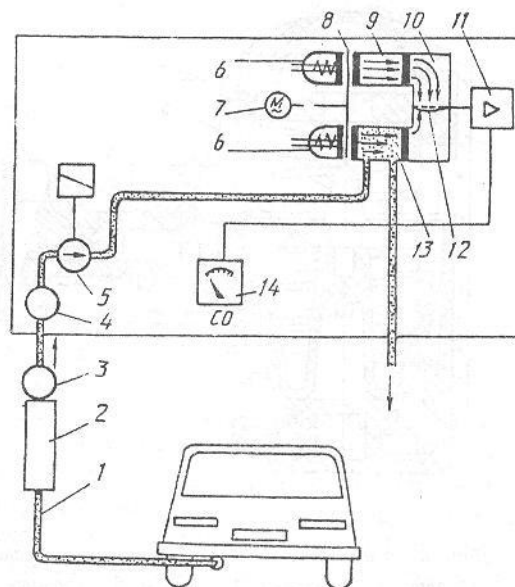


СУЧАСНІ МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

Баканін Є.О., студент групи Ам-54

Величини контролю викидів відпрацьованих газів для автомобілів виражаються в грам/км. або грам/милю. Щоб отримати ці величини, вимірюється об'єм відпрацьованих газів (типовий спосіб - це метод CVS) і коли визначається щільність, газу, можуть використовуватися хімічні формули для розрахунку стандартних значень.

Найбільше розповсюдження при аналізі відпрацьованих газів по CO і CH знайшли газоаналізатори з використанням інфрачервоного випромінювання. У таких газоаналізаторах аналіз оксиду і діоксиду вуглецю проводиться за допомогою не дисперсійних інфрачервоних променів. Фізичний сенс процесу полягає в тому, що ці гази поглинають інфрачервоні промені з певною довжиною хвилі. Так, наприклад, оксид вуглецю поглинає інфрачервоні промені з довжиною хвилі 4,7 мкм, а діоксид вуглецю - 4,3 мкм. Отже, за допомогою детектора, чуткого до інфрачервоних променів з певною довжиною хвилі, визначається ступінь їх поглинання при проходженні аналізованої проби, внаслідок чого стає можливим встановлення концентрації того або іншого компонента. Схема газоаналізатора, що працює за принципом інфрачервоного випромінювання, показана на рис. 1.



1 - газозаборний зонд; 2 - віддільник конденсату; 3 - фільтр тонкої очистки; 4 - захисний фільтр; 5 - мембранний насос; 6 - джерело інфрачервоного випромінювання з параболічним дзеркалом; 7 - синхронний електродвигун; 8 - обтюратор; 9 - кювета порівняння; 10 - отримувач інфрачервоного випромінювання; 11 - підсилювач; 12 - мембранний конденсатор; 13 - вимірювальна кювета; 14 - індикатор

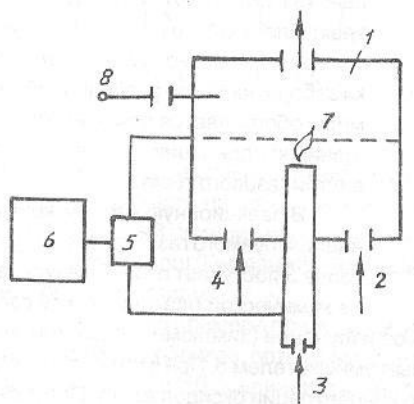
Рисунок 1 - Схема газоаналізатора

Відпрацьовані гази за допомогою мембранного насоса 5 через газоогорожний зонд поступають у віддільника конденсату, де осідає вода. Потім відбувається очищення відпрацьованих газів від твердих домішок у фільтрах 3 і 4, після чого гази поступають в робочу камеру вимірювальної кювети.

Камера порівняння 9 заповнена інертним газом (N_2) і закрита. Від джерел інфрачервоного випромінювання з параболічним дзеркалом потік випромінювання, що періодично переривається обтюратором, що приводиться в обертання від синхронного електродвигуна, проходить через робочу і порівняльну камери. У робочій камері відбувається поглинання інфрачервоного випромінювання певного компонента відпрацьованих газів (в даному випадку CO і CH) залежно від його концентрації, в порівняльній же камері цього не відбувається із-за поглинання певної частини інфрачервоних променів в лучеприемнике, виникає різниця температур і тиску обох камер.

Внаслідок цього розташований між камерами лучеприемника мембранний конденсатор 12 змінює свою ємність. Сигнал з конденсатора подається на підсилювач 11 і далі на реєструючий прилад. За таким принципом працюють газоаналізатори типу ГИАМ 27-01, Автотест СН-СН-Т (Росія), ЕТТ фірми Бош (Німеччина) і ін. Точнішим і інформативним методом визначення змісту вуглеводнів у відпрацьованих газах є іонізаційно-плазмовий метод. Він застосовується в науково-дослідних цілях в основному для визначення сумарної кількості СН у відпрацьованих газах. На відміну від інфрачервоних газоаналізаторів іонізаційно-плазмова апаратура не чутлива до змісту CO_2 і пари H_2O . Це забезпечує вищий ступінь точності при оцінці змісту сумарної кількості СН у відпрацьованих газах.

Концентрація вуглеводнів визначається вимірюванням струму іонізації, який змінюється при згоранні речовин (рис. 2). При згоранні чистого водню його полум'я не утворює струму іонізації. Якщо в цьому полум'ї згорають інші речовини, то утворюється іонізаційний струм, сила якого пропорційна масі згорілих компонентів. У іонізаційну камеру (мал.) подаються під тиском водень і повітря. За допомогою пристрою 8 водень спалахнення.

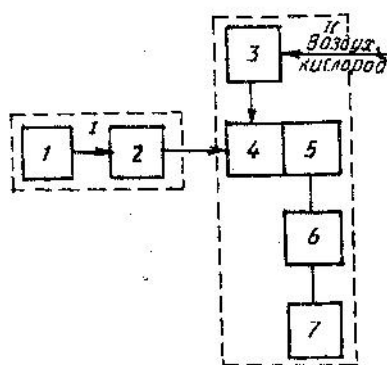


- 1 - іонізаційна камера; 2 - аналізована проба; 3 - водень; 4 - повітря;
5 - підсилювач; 6 - самописець; 7 - плазма водню; 8 - пристрій для
займання водню

Рисунок 2 - Схема іонізаційно-плазмового детектора

При введенні в полум'я водню аналізованої проби утворюється струм іонізації, який подається на підсилювач і реєструється самописцем або реєструючим приладом. Детектор чутливий тільки до речовин органічного походження. При цьому забезпечується лінійна залежність між концентрацією в аналізованій пробі органічних речовин і вихідними сигналами.

Газоаналізатор працює таким чином (рис. 3) аналізований газ за допомогою гнучкого газовідбірника, що обігрівается, 1 подається в пристрій пробоподготовки 2, де проводиться його попереднє і остаточне очищення. Очищений газ поступає через газовий тракт блоку БА-101 в реакційну камеру 4. Весь газовий тракт від точки огорожі проби до реакційної камери обігрівается для запобігання конденсації водяної пари усередині газового тракту.



--- електричні з'єднання; → газові з'єднання

Рисунок 3 - Структурна схема газоаналізатора 344-ХЛ01

У реакційну камеру, окрім аналізованого газу, з генератора озону 3 поступає озон. В результаті хімічної реакції між озоном і оксидом азоту виникає світлове випромінювання (хімлюминесценція), яке сприймається фотоелектронним помножувачем 5. При цьому кількість випромінюваної енергії пропорційна концентрації оксидів азоту. Отриманий сигнал поступає на підсилювач постійного струму 6, а потім на вимірювальний цифровий прилад 7.

Ці прилади застосовуються для визначення димності відпрацьованих газів дизелів. Одним з перших методів вимірювання димності був візуальний метод зіставлення кольору відпрацьованих газів з еталонними типовими шкалами. Ступінь чорноти диму зіставлявся з найбільш близьким по ступеню чорноти спектром за димовою шкалою. Проте із-за можливих помилок (до 20%) цей метод не знайшов широкого розповсюдження.

Подальшим удосконаленням візуального спостереження став метод «димового чаду». Проти потоку відпрацьованих газів, що виходять з вихлопної труби, на певний час поміщається фільтрувальний папір. Оценку ступеня чорноти проводиться або порівнянням кольору паперу, що потемніла, з еталоном, або шляхом вимірювання на фотометрі кількості світла, відображення робочою поверхнею паперу.

Вказані методи служать в основному для якісної оцінки. У цей час найширше використовуються методи вимірювання димності відпрацьованих газів, засновані на визначенні ступеня поглинання світла стовпом газу певної довжини або ступеня віддзеркалення світла поверхнею фільтру, покритого сажею.

При вимірюванні димності методом просвічування частина газу з випускного трубопроводу підводиться через вхід 6 до мірної труби 3 (рис. 4), проходить через неї і викидається в атмосферу через вихід 7. Промінь світла від джерела 1 проходить через захисне скло 2 і стовп газу, а потім потрапляє на фотоелемент 4, розташований на протилежному кінці мірної труби. Залежно від щільності диму вимірюється ступінь проходження світла, падаючого на фотоелемент. Потік реєструється мікроамперметром. Подібний принцип використовується в димомерах ДО-1 (Білорусь), 3.010, 3.011 фірм Бош (Німеччина), КИД-2, Гаро (Росія) і в більшості димомірів інших фірм.

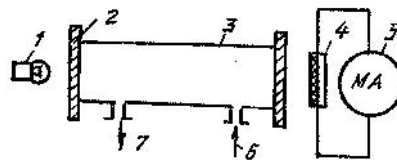
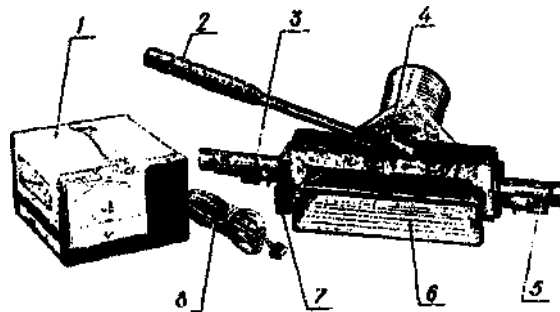


Рисунок 4 - Схема димоміра

Як приклад приводиться пристрій димоміра ДО -1. Димомір складається з двох блоків: оптичного детектора (ОД) 6 (рис. 5) і вимірника диму (ВД). ОД і ВД з'єднуються між собою за допомогою кабелю 8. Підключення ВД до мережі змінного струму (220 В) або до мережі постійного струму (12 або 24В). ОД є патрубком з прямокутним перетином в робочій зоні. Патрубок виконаний у вигляді литого корпусу, з протилежних торцевих сторін якого на одній оптичній осі розташовані вузол випромінювача 5 і вузол приймача 3 з їх оптичними елементами.



1 - вимірник диму; 2 - ручка; 3 - вузол приймача; 4 - кронштейн; 5 - вузол випромінювача; 6 - детектор оптичний; 7 - оправа; 8 - кабель сполучний

Рисунок 5. - Димомір ДО-1

Вимірювання димності проводиться порівняльним методом по еталонному рівню димності, який визначається коефіцієнтом пропускання світлофільтру.

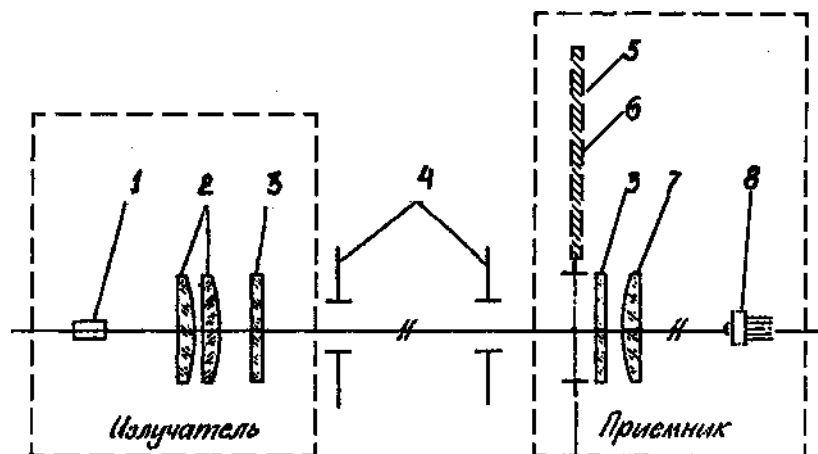
ОД служить для перетворення зміни світлового потоку, проходящего крізь відпрацьовані гази, в електричні сигнали, а також для аеродинамічного формування потоку відпрацьованих газів з метою забезпечення постійності фотометричної бази і ефективного захисту оптики.

Як джерело світла 1 (рис.5.6) використовується індикатор одиничний КМ. Ал307 з довжиною хвилі $\lambda = 675 \pm 5$ нм. Світло від джерела формується конденсатором 2 в паралельний пучок, проходить через потік відпрацьованих газів, потрапляє в лінзу 7, яка збирає потік, що прийшов, на фотодіод 8.

По ходу променя, перед лінзою, встановлюють контрольний світлофільтр 6 з коефіцієнтом пропускання $0,74 \pm 0,005$, який служить для контролю димоміра. Для захисту оптичних елементів детектора встановлюють захисні стекла 3.

ОД призначений для перерахунку електричного сигналу і приведення індикатора димності до стандартної фотометричної бази, рівної 0,43 м, а також індикації температури відпрацьованих газів при досягненні ними величини понад 70°C .

При вимірюванні димності методом фільтрування частина відпрацьованих газів проходить через паперовий фільтр. Потім фільтр покритий сажею, вміщуються в спеціальний пристрій вимірника прилад з фотоелементом, що фіксує відбите від пробного фільтру світло. З димомірів цього типу найбільшого поширення набули прилади «Bosch». Варіанти таких димомірів передбачають використання замість змінних паперових фільтрів-шайб рулонної стрічки. Прилади типу «Bosch» придатні тільки для вимірювань димності на сталих режимах



- 1 - джерело світла; 2 - конденсатор; 3 - захисне скло; 4 - діафрагма;
5 - заслінка; 6 - світлофільтр; 7 - лінза; 8 – фотодіод

Рисунок 6 - Оптична схема димоміра ДО-1

Вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ) регламентують два стандарти: ДСТУ 4277:2004 “Охорона природи. Атмосфера. Норми і методи вимірів вмісту окису вуглецю та вуглеводнів у ВГ автомобілів з

бензиновими двигунами, які працюють на бензині та газовому паливі” і ДСТУ 4276:2004 “Атмосфера. Норми і методи вимірів димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями”. За ДСТУ 4277:2004 вміст СО і СН перевіряється на двох режимах холостого ходу: при мінімальній частоті обертання коленвала (ЧО) $n_{\min}$ і підвищеної ЧО $n_{\text{пов}}=2200 \text{ хв}^{-1} \pm 100 \text{ хв}^{-1}$.

Науковий консультант: Сараєва І.Ю., к.т.н., доцент кафедри ТЕСА