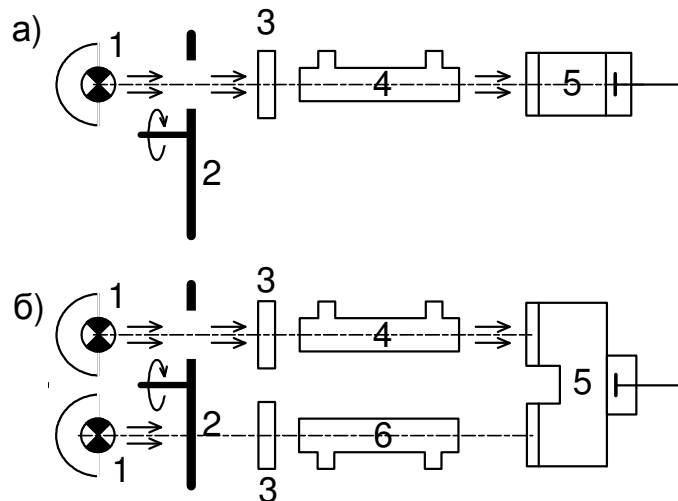


4.7 Розробка приладу контролю витоку

Існують дві основні схеми недисперсійних ОАГ: одноканальні і двохканальні (рис.4.1). У першому варіанті випромінювання від джерела світла 7, модульоване обтюратором 2 (звично дисковим з прорізами у вигляді щілин або сегментів) і що пройшло фільтруючі елементи 3 (газонаповнені кювети або фільтри кольорових стекел), пропускається через робочу кювету абсорбції 4 з аналізованим газом і потрапляє в лучепріємную камеру 5 ОАП, заповнену визначуваним компонентом аналізованої газової суміші. ОА–сигнал в приймачі пропорційний селективно поглинальній енергії випромінювання, що пройшло робочу кювету. Одноканальний ОАГ дозволяє або реєструвати зміну змісту визначуваного компонента в потоці аналізованого газу, або (при попередньому градуюванні) визначати абсолютну концентрацію поглинаючого газу в робочій кюветі. Основними недоліками цієї схеми є велика погрішність визначення і істотний вплив зовнішніх умов. Удосконалення одноканальних ОАГ досягається за рахунок підвищення стабільності, селективності і надійності роботи їх елементів.

Точнішими і стабільнішими є двохканальні ОАГ (рис. 4.18, б), істотною відмінністю яких від розглянутої вище схеми є наявність каналу, що формує опорний сигнал порівняння. Розглянемо роботу

такого типа ОАГ на прикладі деяких його варіантів [11].



Бакалаврська робота Алдохіної А.С.

„Детектор витоку природного газу з магістрального газопроводу”

Рисунок 4.18 – Основні схеми одно– (а) і двохканального (б)

недисперсійного ОАГ: 1 – джерело світла; 2 – обтюратор; 3 – фільтри; 4 – кювета абсорбції; 5 – камери ОАП; 6 – кювета порівняння.

У оптико-акустичному аналізаторі інфрачервоне випромінювання із звуковою частотою поперемінно пропускається через кювету порівняння і через кювету з аналізованою пробою. У кюветі порівняння або знаходиться той же газ, який аналізується, або який-небудь газ, не поглинаючий випромінювання джерела. У останньому випадку аналізований компонент може бути напущений в камеру оптико-акустичного перетворювача (ОАП). У будь-якому випадку забезпечується ситуація, в якій в одному з пучків пропускання випромінювання постійне, а в іншому пучку пропускання змінюється при зміні концентрації вимірюваного компоненту. У оптико-акустичному приймачі міститься газ, поглинаючий інфрачервоне випромінювання. Якщо тепер таку систему задіювати, то залежно від вмісту вимірюваного компоненту в пробі в оптико-акустичному приймачі газ по різні сторони від мембрани мікрофону нагріватиметься по-різному. Мікрофон зареєструє звуковий сигнал на частоті роботи модулятора 3. Амплітуда цього сигналу однозначно пов'язана з концентрацією вимірюваного компоненту. Підбором наповнення кювет і ОАП, а також підбором параметрів електронної вимірювальної схеми добиваються лінійності величини аналітичного сигналу залежно від концентрації. Сучасні оптико-акустичні газоаналізатори мають цифровий вихід.

На практиці існують оптико-акустичні газоаналізатори самих різних модифікацій. Основна мета конструктивних ускладнень схем таких приладів полягає в забезпеченні селективності їх роботи. Оскільки в інфрачервоній області поглинають випромінювання практично всі прості молекули, проблема обліку у вимірюваннях компонентів, що заважають, залишається основною в забезпеченні метрологічних характеристик таких приладів. З цієї причини створені складні системи модуляції, складні електронні вузли, використовується так званий негативний оптико-акустичний ефект. Суть останнього полягає у тому, що як джерела випромінювання використовується тіло, що не нагрівається, а холодильник. Якщо в точці розташування джерел світла, зображених на рис. 4.19, поставити охолоджувану рідким азотом поверхню, то максимум випромінювання останньої зміститься в далеку інфрачервону область. Короткохвильова частина інфрачервоного спектру з довжинами хвиль 1яю&6

„Детектор витoku природного газу з магістрального газопроводу” мкм «отрежется» і не даватиме істотний внесок у формування оптико-акустичного сигналу. Відповідно, ті, що заважають компоненти, що мають смуги поглинання в цій області, не братимуть участь у формуванні аналітичного сигналу.

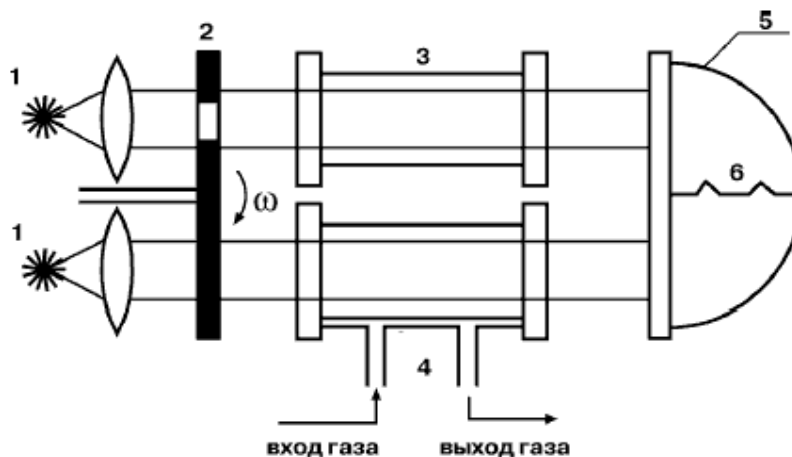


Рисунок 4.19 – Схема оптико-акустичного газоаналізатора: 1 - джерела ГИК випромінювання; 2 - модулятор; 3 - кювета порівняння; 4 - кювета для напуску проби; 5 - оптико-акустичний приймач (ОАП); 6 – мікрофон

Основною перевагою оптико-акустичного методу газового аналізу є його висока чутливість. Фізична суть цього полягає у тому, що закон Ламберта-

Бугера-Бера для поглинання електромагнітного випромінювання $I_{\lambda} = I_0 e^{-\delta_{\lambda} N l}$, в цьому випадку працює для всього спектру поглинання. Аналітичний сигнал формується по інтегральному поглинанню випромінювання на всіх частотах, присутніх в діапазоні випромінювання джерела світла. Підсумовуються як обертально-коливальні, так і електронні переходи в молекулах, т. е. рівняння вимірювання має вигляд:

$$N = \frac{1}{\delta_{\lambda} l} \int \ln \frac{I_0}{I_{\lambda}} d\lambda. \quad (4.18)$$

Тут позначені величини ті ж, що в $I_{\lambda} = I_0 e^{-\delta_{\lambda} N l}$, концентрація виражається числом частинок в одиниці об'єму (звично в $1/\text{см}^3$), а інтеграція ведеться по всіх лініях поглинання, що знаходиться в робочому діапазоні джерела випромінювання.

Бакалаврська робота Алдохіної А.С.

„Детектор витоку природного газу з магістрального газопроводу”

Висока чутливість оптичної частини оптико-акустичного приладу в реальних конструкціях доповнюється високими якість сучасних методів і пристроїв для реєстрації акустичних сигналів - мікрофонів, підсилювачів і спеціальної техніки.

На відміну від інтегральних оптичних методів газового аналізу, спектрофотометричеськіє методи відрізняються дуже високою вибірковістю, тобто можна з готувати прилад, який зафіксує не тільки наявність даної молекули або атома, але і наявність певного ізотопу (мононукліда) якого-небудь елемента. Досягається це високої монохроматизацією випромінювання, що формує аналітичний сигнал[12].

У зв'язку зі сказаним, пристрій визначення витоку природного газу має два канали. Канал вимірювання параметрів витоку природного газу, і канал вимірювання довжини траси (дальності).

Канал визначення параметрів витоку повинен містити наступні основні структурні елементи:

1. Джерело випромінювання з схемою усунення і стабілізації потужності випромінювання.

Вимірювання побудуємо по методу порівняння, для чого, окрім основного вимірювального каналу вводиться порівняльний канал, в який теж входить напівпровідниковий лазер з схемою усунення. Робота основного і порівняльного каналу повинна здійснюватися поперемінно. Для цієї мети вводиться генератор перемикання каналів на базі мультівібратора з частотою 10Гц.

2. Оптико-акустичний детектор (ОАД) з мікрофоном диференціально-місткості.

ОАД повинен містити 2 кювети:

- для основного вимірювального каналу;
- для порівняльного каналу.

Бакалаврська робота Алдохіної А.С.
„Детектор витоку природного газу з магістрального газопроводу”

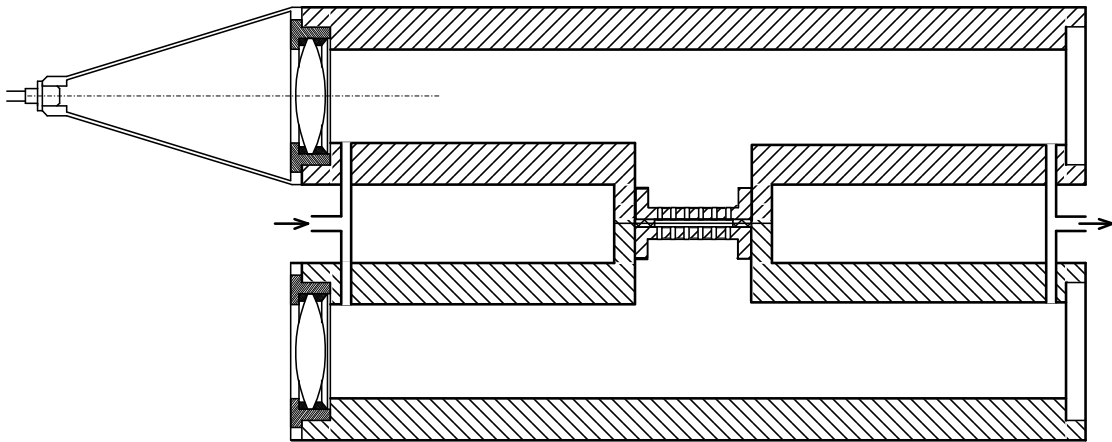


Рисунок 4.20 – Конструкція оптико–акустичного детектора.

Поперемінне включення джерел випромінювання основного і порівняльного каналів викликають поперемінні пульсації тиску в кюветах, що викликають відхилення центрального електроду диференціальної місткості в різні боки. Центральний електрод виконаний у вигляді металізованої діафрагми.

Диференціальний мікрофон повинен бути включений в реактивний вимірювальний міст, живлення моста повинне здійснюватися від генератора синусоїдальної напруги 10кГц. Вихідний АМ сигнал вимірювального моста заздалегідь посилюється диференціальним вимірювальним підсилювачем. Інформації полягає в зміні амплітуди АМ сигналу. Для виділення інформації вихідний сигнал диференціального підсилювача демодулюється амплітудним детектором і фільтром низьких частот, виділяючим синусоїдальний сигнал 10 Гц. У синусоїдальному сигналі 10Гц інформації представлено в зміні амплітуди. Подальше виділення інформації вимагає випрямлення і фільтрації синусоїдального сигналу 10 Гц, що реалізується другим амплітудним детектором та другим фільтром низьких частот із смугою пропускання 0,5 Гц. Інформаційний сигнал постійного струму подається на АЦП і далі інформація вводиться в Мікро-ЕВМ.

Канал вимірювання дальності включає:

Джерело випромінювання – напівпровідниковий лазер з довжиною хвилі $\lambda=0,68$ мкм, з схемою управління і генератором модулюючим потік випромінювання з частотою $f =9$ МГц. Фотоприймач - швидкодійний рпн-фотодіод, включений в схему попереднього підсилювача.

Бакалаврська робота Алдохіної А.С.
„Детектор витоку природного газу з магістрального газопроводу”

Вимірювальний RC-підсилювач, за допомогою якого виділяється сигнал 9 Міліграму з вихідного сигналу фотодіода.

Вихідний сигнал диференціального підсилювача подається на обмежувач амплітуди, формується сигнал близький до прямокутного з шпаруватістю 2 і частотою 9МГц.

Сигнал поступає на перший вхід схеми збігу, на другий вхід схеми збігу поступає сигнал від генератора 9МГц що пройшов через ланцюжок - підсилювач, що погоджує, обмежувач. Вихідний сигнал схеми поєднання є прямокутними імпульсами з тривалістю рівної часу запізнювання сигналу дальності.

Вихідний сигнал схеми збігу подається на інтегратор. Інтегратор працює в двох режимах, режим накопичення (прямий хід інтегратора) має 4096 імпульсів різниці і режим розряду (зворотного ходу інтегратора).

Вихідний сигнал інтегратора подається на перший вхід електронного компаратора, другий вхід електронного компаратора підключається до загальної шини пристрою, а вихідний сигнал компаратора формує прямокутний імпульс рівний часу зворотного ходу інтегратора. Цей сигнал поступає на перший вхід схеми збігу, на другий вхід поступають тактові імпульси з частотою 383,8 МГц. З вихідної схеми збігу серія тактових імпульсів поступає на 15 розрядний двійковий лічильник. Двійковий код лічильника, відповідний циклу роботи генератора є еквівалентом дальності. Максимальне дальності $L = 500\text{м}$ відповідає повне заповнення двійкового лічильника. Роздільна здатність вимірника дальності 0,2мм.

Після закінчення циклу вимірювання двійковий код, у вигляді двобайтового слова вводиться в МІКРО-ЕВМ.

При масштабуванні даних вимірника витоку значення дальності вводиться як параметр, через який розраховується величина витоку.

Структурні схеми детектору наведені на рис.4.21:

Бакалаврська робота Алдохіної А.С.
„Детектор витоку природного газу з магістрального газопроводу”