

ФОТОМЕТРИЧНА СИСТЕМА ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГАЗІВ ТА РІДИН

Адаменко І.О., Губар В.Г.

Факультет електроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: ira_adamenko@ukr.net, s.gubar@kpi.ua

Photometric system for measuring gas and liquid parameters

As of today, there is a large number of optical methods applications for measuring of object's parameters. During the passage of electromagnetic radiation through a solution or dispersed medium, part of the light flux is spent on absorption, reflection and scattering in the substance. The proposed model of device for measuring of the size and amount of impurities has an increased sensitivity of the equipment. Also, in the aforementioned model, the source of electromagnetic radiation and the photodetector are on the same straight line, forming the first channel for measuring the intensity of the output light flux. An additional photodetector forms a second channel, where the scattering intensity is determined. Comparison of values obtained through two channels with the reference gives the final result.

Під час проходження електромагнітного випромінювання через розчин або газ, частина світлового потоку витрачається на поглинання, віддзеркалювання та розсіювання у речовині. Оптичні методи вимірювання [1], а саме турбідиметричний, нефелометричний, абсорбційної фотометрії широко використовуються у хімічних, харчових, машинобудівних, медичних галузях.

У більшості випадків вимірювання параметрів дисперсного середовища базуються на одному з обраних методів. Оскільки, для різних видів домішок, які і визначають основні параметри досліджуваного зразка, треба використовувати різні принципи дослідження. Це пов'язано, у першу чергу, з фізичними властивостями, оскільки поведінка світлового променя буде визначатись, насамперед, довжиною хвилі освітлювача та розміром домішок. Наприклад, молекулярні розчини містять частки розміром менше 10^{-9} м. Грубодисперсні - розмір часток більше 10^{-6} м. Середньої дисперсності 10^{-6} - 10^{-7} м. Колоїдні дисперсні системи містять домішки 10^{-7} - 10^{-9} м. Для кожного випадку використовується різна апаратура.

Головною метою даної роботи є створення універсальної оптичної системи, яка дозволить визначати кількість та параметри домішок у всьому можливому діапазоні.

Проаналізувавши існуючі фотоколориметри, спектрофотометри [2], нефелометри [3] можна визначити основні недоліки:

- суб'єктивна оцінка оптичного коефіцієнту пропускання об'єкта контролю, що пов'язана із візуальною оцінкою рівності світлових потоків вимірювального і компенсаційного каналів;
- похибка на основі освітленості, що створена сторонніми джерелами;
- наявність постійних засвічувань при вимірюваннях, що значно знижує точність результатів;
- втрата світла в системі формування світлового потоку та у вимірювальній камері;

- обмежений діапазон виміру змісту речовин.

Поєднання декількох методів вимірювань, а саме вимірювання інтенсивності вихідного променя, розсіюваного та поглиненого світла, модуляції світлового потоку, розширення кількості каналів вимірювань, використання конструктивних елементів, які містять освітлювач та приймач, на кожній площині кювети зі спрямованою характеристикою випромінювання в різних областях видимого спектра.

Принцип дії полягає у наступному (Рис.1).

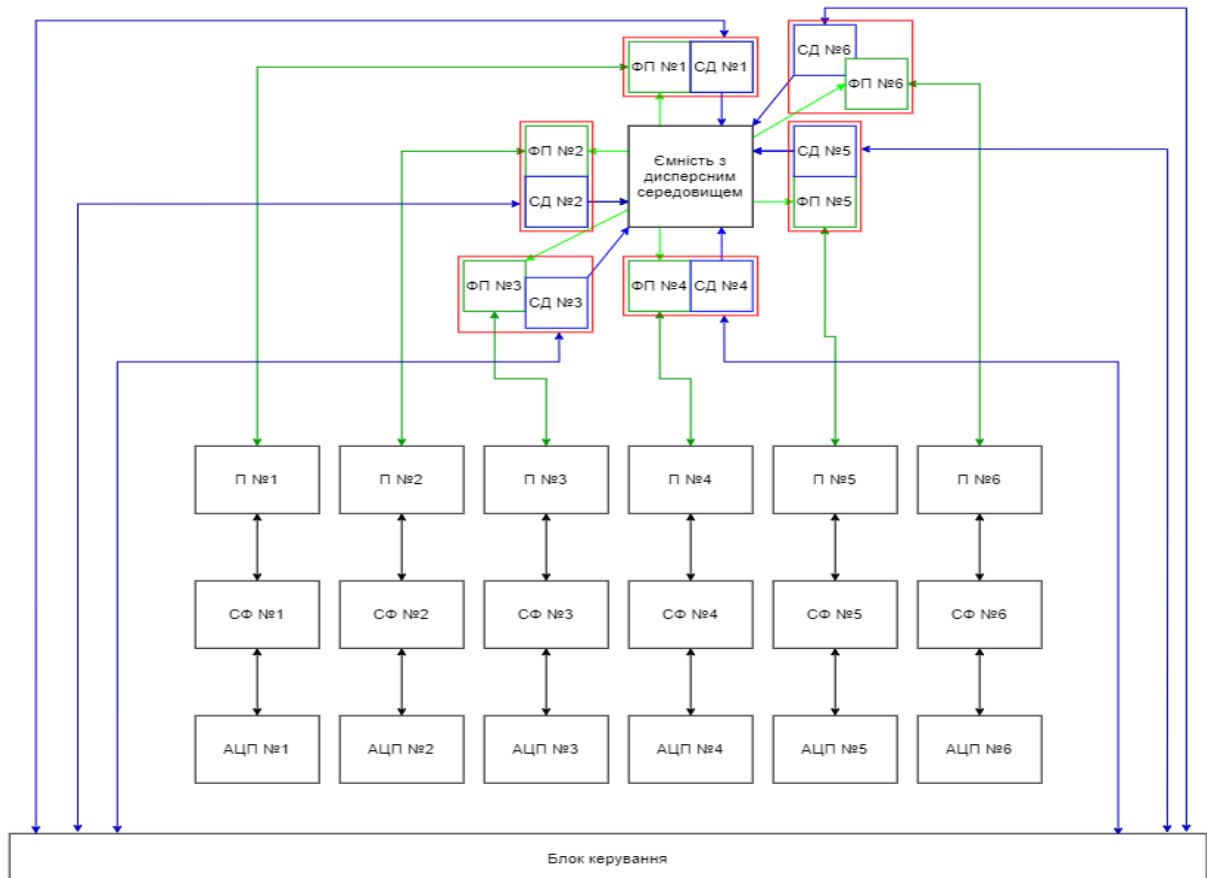


Рис.1. Модель пристрою для визначення розміру та концентрації домішок.

Фотометрична система містить:

- фотоприймач (ФП)
- 4 світлодіоди (СД)
- ємність з досліджуваною рідиною
- підсилювач (П)
- смуговий фільтр (СФ)
- аналого-цифровий перетворювач (АЦП)
- блок керування

Конструктивні елементи, які мають відокремлені і захищені один від одного освітлювальний елемент (4 світлодіоди, різних кольорів) та фотоприймач працюють парами та запускаються блоком керування у визначені часові проміжки, з визначеною частотою.

Перший режим – вимірювання інтенсивності вихідного променя. Використовуються пари конструктивних елементів, які знаходяться один

навпроти другого (№1 та №4; №2 та №5; №3 та №6). Другий режим – вимірювання розсіяного світла. У цьому режимі використовуються усі інші пари конструктивних елементів, які розташовано під прямим кутом один до одного.

В якості джерела світла використовуємо 4 світлодіоди (червоного, синього, зеленого, фіолетового кольорів) та оптичний вузол, який формує на виході чіткий паралельний промінь світла, направлений на ємність з рідиною. Окремий для кожного оптичного каналу таймер генерує коливання з заданою частотою, які з виходів мікроконтролера поступають на освітлювач. Світлові коливання з блоку монохроматичних освітлювачів йдуть на бокову поверхню ємності з досліджуванним середовищем, яке містить домішки, концентрацію та розмір яких потрібно дослідити.

Сигнали з фотоприймачів підсилюються окремими операційними підсилювачами та передаються на смугові фільтри, які виділяють задану частоту. Фільтр складається з двох послідовно ввімкнутих смугових фільтрів, які прибирають стороннє освітлення. Таким чином, пристрій сприймає саме те світло, яке йде з необхідного освітлювача. Отримані сигнали потрапляють на входи аналого-цифрових перетворювачів. З кожного каналу відбувається зчитування значень вимірювань й виконується накопичення змінних. Результат вимірювання розраховується як середнє значення з усіх вимірів.

Мікроконтролер виконує обробку значень, а саме - порівняння результатів отриманих з обох режимів з еталонним значенням. Кінцевий результат надходить на блок інтерфейсу, для зчитування оператором.

Висновок. Запропонована модель фотометричної системи має збільшену чутливість приладу, яка обумовлена використанням освітлювача та фотоприймача з різною довжиною хвилі. У першому режимі джерело електромагнітного випромінювання та фотоприймальний пристрій знаходяться на одній прямій, для вимірювання інтенсивності вихідного світлового потоку. Таке розташування дає змогу зменшити втрати світла, які виникають при встановленні джерела та приймача під кутом 90° . Вимірювання у другому режимі, коли освітлювач та фотоприймач знаходяться під кутом 90° , визначає інтенсивність розсіювання. Порівняння значень отриманих по двом каналам з еталонним дає кінцевий результат.

Література

1. Карякин А. В., Грибовская И. Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод, Москва : Химия, 1987, с. 304.
2. Щупляк И. А. Спектрофотометр. СФ-46, Ленинград, 1992.
3. Багатоканальний вимірювач інтенсивності світлового потоку: пат. 123116 Україна. № 201708720; заявл. 29.08.2017; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3
4. Chanson N., Takeuchi M., Trevethen M. Using turbidity and acoustic backscatter intensity as surrogate measures of suspended sediment concentration in a small subtropical estuary, 2007. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.07.009
5. Гершун А. А. Теория светового поля: Избранные труды по фотометрии и светотехнике. ИТМО:Годы и люди: Часть первая, СПб., 2000, с. 284.