

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ВИМІРЮВАЧА ЗАПИЛЕННЯ РУДНИЧНОЇ АТМОСФЕРИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

*Злідниченко Я. С., магістрант, e-mail: Yasok1111@gmail.com;
Вовна О. В., д.т.н., проф., e-mail: Oleksandr.Vovna@donntu.edu.ua
Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний
технічний університет», м. Покровськ, Україна*

Актуальність досліджень

Одною з основних і найбільш небезпечних аварій на вугільних підприємствах є вибух метану та вугільного пилу, тому розробка вимірювача концентрації пилу в атмосфері вугільних шахт є актуальною. До сьогодні не було можливості створити швидкодіючі вимірювачі концентрації вугільного пилу, які забезпечували необхідну точність та метрологічні характеристики [1]. На сьогоднішній день цю проблему можна розв'язати за допомогою новітніх систем оптоелектронного вимірювального контролю концентрації метану та пилу в гірничих виробленнях вугільних шахт. Проте недостатній розвиток теоретичної бази вимірювачів концентрації пилогазових компонент перешкоджає створенню сучасних засобів аерогазового контролю в шахтах.

Мета та задачі дослідження

Метою є розробка вимірювача концентрації пилу, який є інваріантним до зміни температури та дисперсного складу вугільного пилу. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- обґрунтувати та розробити структуру вимірювача концентрації пилу;
- розробити технічні вимоги до вимірювача.

Результати досліджень

Для вимірювального контролю запилення у шахтах необхідно розробити структурну схему оптоелектронного вимірювача, який би працював у жорстких умовах рудничної атмосфери. Для того щоб вимірювач пилу мав високі метрологічні характеристики, необхідна відповідність його основним вимогам, що пред'являються до сучасних вимірювачів:

- безперервність вимірювань концентрації пилу;
- похибка вимірювань не повинна перевищувати $\pm 10 \%$;
- нечутливість до зовнішніх дестабілізуючих факторів (тиск, температура та вологість навколишнього середовища).
- діапазон вимірювань від 0 до 3000 мг/м³.
- номінальний час встановлення вихідного сигналу не більше 10 с.

Структурну схему вимірювача концентрації пилу, що розробляється, наведено на рис. 1. Цей варіант є різновидом двопроменевої конфігурації, в якій один з каналів є вимірювальним, а другий дає прив'язку до нульового рівня оптичного поглинання. Як нульовий рівень оптичного поглинання виступає закрита кювета з нульовою концентрацією пилу. Це дає змогу компенсувати похибку від зміни дисперсійного складу вугільного пилу.

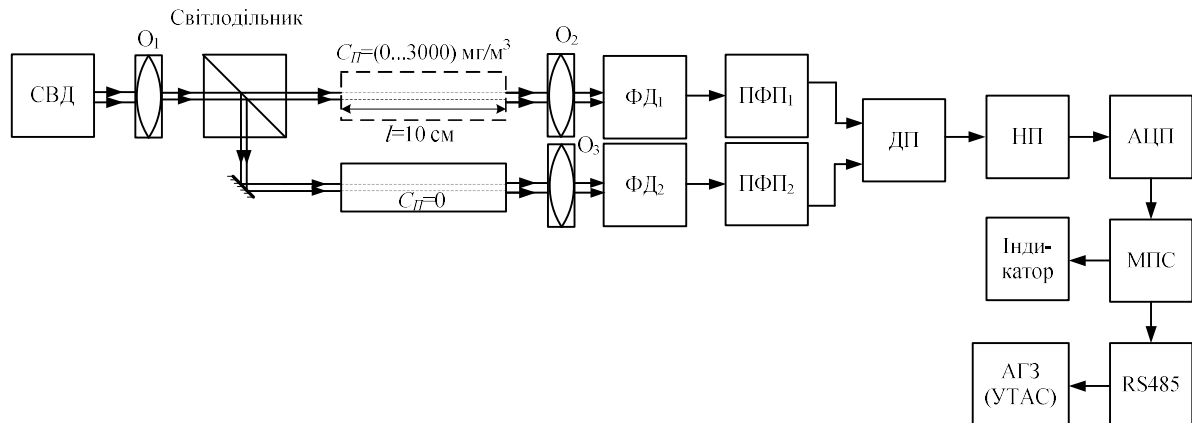


Рис.1. Структурна схема вимірювача концентрації пилу

Випромінювання від СВД формується у вузький паралельний пучок. Після цього проходить крізь ділник оптичної потужності, який здійснює розгалуження пучка на два канали випромінювання: вимірювальний і еталонний. Це забезпечує усунення дрейфів у оптико-електронній схемі на кожному циклі вимірювань. Надалі оптичне випромінювання з обох каналів надходить до чутливого елементу – кремнієвого фотоприймача ФД.

Як СВД запропоновано використовувати СВД фірми CREE типу C503B-BAN ($\lambda = 0,470$ мкм), C503B-GAN ($\lambda = 0,527$ мкм) і C503B-RAN ($\lambda = 0,624$ мкм) [2]. Ці СВД мають максимальну силу світла від 23500 мкд (C503-BCN і C503-RAN) до 46100 мкд (C503-GCN) під час живлення постійним струмом з амплітудою 100 мА. Як ФД запропоновано використовувати фотодіоди фірми Vishay Semiconductors – BPW21 [3], які мають максимальний коефіцієнт просторового та спектрального узгодження з обраними СВД. ФД типу BPW21R має високу інтегральну чутливість (не менше 0,82 А/Вт) до спектра випромінювання з довжинами хвиль від 0,347 до 0,813 мкм при високих показниках швидкодії (не більше 3 мкс).

Сигнали надходять до схеми електронної обробки, яка включає попередні підсилювачі фотодіодів (ПФП₁ і ПФП₂), потім сигнал з еталонного та робочого вимірювальних каналів надходять до диференціального підсилювача (ДП). Різниця напруги надходить до нормуючого підсилювача (НП), аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та мікропроцесора (МПС), що реалізує обробку сигналів у цифровому вигляді на основі алгоритму лінійного багатокомпонентного аналізу. Одержані дані щодо концентрації пилу у вугільних шахтах надходять до системи індикаторів та за протоколом RS485 до системи аерогазового контролю (АГЗ) шахт УТАС [4].

У вимірювачі використовується двопроменевий оптико-абсорбційний метод, який дозволяє в режимі реального часу отримувати спектральні коефіцієнти пропускання на різних довжинах хвиль зондуючого випромінювання. Використання мікропроцесорного блоку в складі запропонованого вимірювача дозволяє розрахувати параметри функції розподілу частинок, масову концентрацію пилу та її дисперсність[4].

Висновки

Проаналізовано необхідність розробки сучасного вимірювача запилення. Для вимірювального контролю концентрації пилу у вугільних шахтах розроблено структурну схему оптоелектронного вимірювача, який відповідає сучасним вимогам точності та швидкодії. Як СВД запропоновано використовувати світлодіоди фірми CREE, а як ФД продукцію фірми Vishay Semiconductors. У вимірювачі використовується двопроменевий оптико-абсорбційний метод, який дозволяє в режимі реального часу отримувати спектральні коефіцієнти пропускання на різних довжинах хвиль і при цьому забезпечує високу точність.

Література

1. Перепелица В.К. Контроль состава рудничной атмосферы переносными способами / В.К. Перепелица, И.П. Скляренко. – М.: ГОСГОРТЕХИЗДАТ, 1960. – 52 с.
2. Продукція підприємства «CREE»: СВД високої яскравості [Електронний ресурс]: MSC Technologies. – Режим доступу: <http://www.cree.com/~media/Files/Cree/LED%20Components%20and%20Modules/HB/Data%20Sheets/C503B%20BAS%20BAN%20BCS%20BCN%20GAS%20GAN%20GCS%20GCN%201094.pdf>. – Назва з титулу. екрану.
3. Технічна документація на фотодіод серії BPW21R [Електронний ресурс]: Vishay Semiconductors. – Режим доступу: <http://www.vishay.com/docs/81519/bpw21r.pdf>. – Назва з титулу екрану.
4. Вовна О.В. Оптоелектронні вимірювальні системи концентрації метану та пилу в рудничній атмосфері шахт: / О.В. Вовна – Покровськ (Красноармійськ): ДВНЗ «ДонНТУ », 2016. – 336 с.

Анотація

Обґрунтовано та розроблено структурну схему вимірювача концентрації пилу в атмосфері вугільних шахт. У вимірювачі використовується двопроменевий оптико-абсорбційний метод, який дозволяє в режимі реального часу отримувати спектральні коефіцієнти пропускання на різних довжинах хвиль і при цьому забезпечує високу точність і швидкодію.

Ключові слова: вугільний пил, концентрація, оптичний метод, структура, вимірювальна система.

Аннотация

Обоснована и разработана структурная схема измерителя в атмосфере угольных шахт. В измерителе используется двухлучевой оптико-абсорбционный метод, который позволяет в режиме реального времени получать спектральные коэффициенты пропускания на разных длинах волн и при этом обеспечивает высокую точность и быстродействие.

Ключевые слова: угольная пыль, концентрация, оптический метод, структура, измерительная система.

Abstract

Proved and developed a system block diagram measuring dust concentration in the atmosphere of coal mines. In the two-ray meter using optical absorption method that allows real-time to obtain spectral transmittance at different wavelengths and thus ensures high accuracy and speed.

Keywords: coal dust concentration, optical method, structure, measuring system.