

УДК 621.384.3:622.412

РОЗРОБЛЕННЯ ШВИДКОДІЮЧОГО АНАЛІТИЧНОГО ПРИЛАДУ КОНТРОЛЮ КОНЦЕНТРАЦІЇ МЕТАНУ У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

О.В. Вовна, А.А. Зорі, М.Г. Хламов
Донецький національний технічний університет

Швидкодія приладу забезпечується відкритими оптичними вимірювальними каналами, а необхідні показники точності досягаються за рахунок виконання компенсації впливу вугільного пилу на результати вимірювання концентрації метану.

Загальна постановка проблеми. Одним з основних напрямів «Програми науково-технічного розвитку Донецької області на період до 2020 року» передбачено нарощування видобутку вугілля на основі технічного переоснащення вугільних шахт та впровадження прогресивних технологій. Рішення цієї задачі пов'язане із подальшим підвищенням інтенсивності гірничих робіт та інтенсифікацією процесу вуглевидобування, а також із прискореним переходом робіт на глибші горизонти. Із зростанням глибини розробок збільшується газоносність вироблень, температура пластів, а також частота та інтенсивність газодинамічних проявів. Для створення безпечних умов праці гірників, у поєднанні із зростаючою потребою у видобутку вугілля на пластах, які небезпечні за раптовими викидами вугільного пилу та газу, необхідне детальне вивчення газодинамічних явищ, що неможливе без широких експериментальних досліджень. У зв'язку з цим необхідна розробка нових та доробка існуючих стаціонарних швидкодіючих аналітичних приладів контролю концентрації метану в атмосфері підземних вироблень вугільних шахт.

Постановка задачі дослідження. В основу розробленого аналітичного приладу поставлена задача вдосконалення вимірювальних пристроїв концентрації метану, в яких за рахунок обліку та компенсації впливу вугільного пилу на результати вимірювань забезпечується швидкодія вимірювань концентрації метану не більш 0,8 с при необхідній точності контролю не більш 0,2^{об.о}%, що призводить до зменшення вірогідності виникнення вибухонебезпечної ситуації при раптових викидах пилу та газу у вугільній шахті.

Рішення задачі та результати досліджень. Недоліком існуючих вимірювачів є те, що при роботі в умовах запиленості рудничної атмосфери для забезпечення необхідних показників точності

вимірювачів [1] використовуються фільтри, які очищують досліджувану атмосферу від вугільного пилу. При використанні фільтрів значно знижується швидкодія вимірювачів до рівня 15 – 20 с, при необхідному показнику 0,8 с. Для вирішення поставленої задачі розроблено спосіб вимірювання концентрації метану у рудничній атмосфері [2], в основу якого покладено оптико-абсорбційний метод контролю концентрації газових компонент. Для отримання необхідних показників точності приладу, що розробляється, введена компенсація впливу вугільного пилу, який осідає на вікнах оптичних каналів та розсіює оптичне випромінювання у відкритих оптичних вимірювальних каналах аналітичного вимірювача.

Для реалізації розробленого способу вимірювання концентрації метану аналітичний прилад оснащено додатковим компенсаційним джерелом випромінювання, інтенсивність випромінювання якого знаходиться поза максимумом ($3,20 \div 3,45$ мкм) інтенсивності поглинання метану інфрачервоного випромінювання із запропонованою довжиною хвилі у діапазоні $2,20 \div 3,10$ мкм. Обидва вимірювальні канали, як основний, так і компенсаційний, виконано відкритими. Причому на одній стороні вимірювальних каналів встановлені джерела інфрачервоного випромінювання, а на іншій стороні встановлені фотодетектори оптичного випромінювання. Використання двох відкритих каналів, в кожному з яких знаходиться досліджувана руднична атмосфера, дозволяє збільшити швидкодію приладу, а використання двох джерел інфрачервоного випромінювання із різної довжиною хвилі дозволяє реалізувати компенсацію впливу запиленості рудничної атмосфери на результати вимірювання концентрації метану.

В якості джерела інфрачервоного випромінювання у приладі використовуються світловипромінюючі діоди: для основного вимірювального каналу із довжиною хвилі випромінювання, яка відповідає максимуму поглинання метану у діапазоні довжин хвиль $3,20 \div 3,45$ мкм LED34–TEC–PR–1 [3], а довжина хвилі випромінювання компенсаційного джерела знаходиться поза максимумом поглинання метану у діапазоні довжин хвиль $2,20 \div 3,10$ мкм LED29–TEC–PR–1 [3]. В якості фотодетекторів оптичного випромінювання у приладі використовуються фотодіоди PD36–03–TEC1–PR [3], спектральні характеристики яких перекривають спектри обох джерел випромінювання.

На рисунку 1 наведено структурну схему швидкодіючого аналітичного приладу контролю концентрації метану у вугільних шахтах, де 1 і 2 – джерела інфрачервоного випромінювання основного

і компенсаційного оптичних каналів; 3 і 4 – відкриті оптичні вимірювальні канали; 5 і 6 – фотодетектори оптичного випромінювання з підсилювачами; 7 і 8 – функціональні перетворювачі електричних сигналів; 9 – блок індикації та реєстрації; 10 – арифметичний блок; 11 – блок управління; 12 – цифровий канал зв'язку; 13 – система аерогазового захисту вугільних шахт.

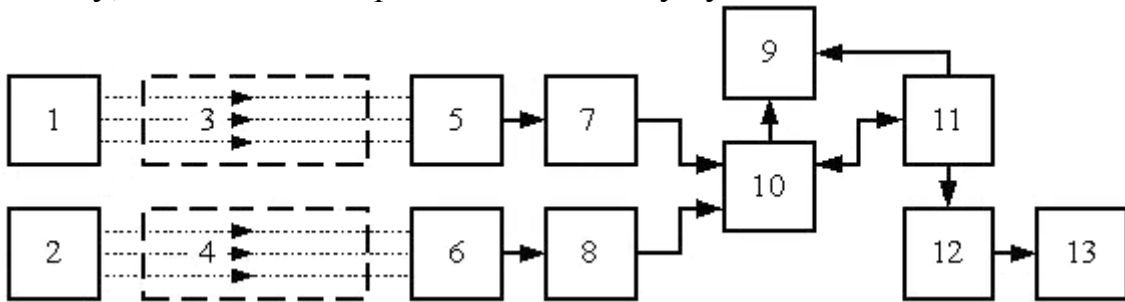


Рис. 1. Структурна схема швидкодіючого приладу контролю концентрації метану у вугільних шахтах

Робота приладу здійснюється під управлінням блоку 11 та полягає у наступному. Потoki інфрачервоного випромінювання від джерел випромінювання 1 і 2 одночасно поступають у відкриті вимірювальні оптичні канали 3 і 4, в яких знаходиться руднична атмосфера з вимірюваною концентрацією метану. Вимірювання інтенсивностей інфрачервоного випромінювання, що пройшли через обидва вимірювальні канали 3 і 4 перетворюється в електричні сигнали фотодетекторами інфрачервоного випромінювання з підсилювачами 5 і 6. Електричні сигнали від фотодетекторів з підсилювачами 5 і 6 поступають на функціональні перетворювачі 7 і 8. Ці блоки забезпечують рівність вихідних сигналів вимірювальних оптичних каналів при нульовій концентрації метану в них, а також здійснюють масштабування вихідного сигналу, яке полягає у наступному: максимальний вихідний сигнал відповідає максимальному значенню діапазону вимірювання концентрації метану, а нуль – мінімальній концентрації. Електричні сигнали від блоків 7 і 8 передаються в арифметичний блок 10, в якому за розробленим алгоритмом компенсації впливу вугільного пилу розраховується значення концентрації метану у рудничній атмосфері. Під управлінням блоку 11 дані про концентрацію метану виводяться на блок індикації та реєстрації 9 і за допомогою засобів цифрового каналу зв'язку 12 передаються у систему аерогазового захисту вугільної шахти 13.

За період з 2006 по 2009 роки під час виконання науково-

дослідних робіт Д–15–06 «Розробка швидкодіючих методів і засобів виміру концентрації метану у рудничній атмосфері вугільної шахти» (№ 0106U001267) та Д–14–07 за договором № ДЗ/364–2007 «Розроблення швидкодіючого вимірювача концентрації метану для системи газового захисту вугільних шахт» (№ 0107U007159) розроблено та досліджено макетний зразок швидкодіючого вимірювального приладу концентрації метану. Дослідження розробленого діючого макетного зразка у лабораторіях кафедри електронної техніки Державного вищого навчального закладу «Донецький національний технічний університет», а також у виробничих умовах Державного підприємства «Петровський завод вугільного машинобудування», показали, що прилад має швидкодію не більш 0,1 с при абсолютній похибці вимірювання концентрації метану не більш 0,1^{об.}%. У порівнянні із термokatалітичними вимірювачами, які набули широке поширення та використання у системах газового захисту, розроблений оптичний аналітичний прилад має на порядок вищу швидкодію при інших рівних метрологічних показниках.

Висновки

1. Розроблений аналітичний прилад дозволяє підвищити швидкодію при вимірюванні концентрації метану у вугільних шахтах, за рахунок використання відкритих оптичних вимірювальних каналів, в яких знаходиться руднична атмосфера. Необхідні показники точності забезпечуються за рахунок виконання компенсації впливу вугільного пилу на результат вимірювання концентрації метану.

2. Використання розробленого приладу в умовах вугільної шахти дозволить знизити вірогідність виникнення вибухонебезпечної ситуації при раптових викидах вугільного пилу та газу.

Бібліографічний список

1. ГОСТ 24032 – 80. Приборы шахтные газоаналитические. Общие требования, методы испытания. – Введ. 01.01.1981 /Межгосударственный стандарт. – М.: Издательство стандартов, 1980. – 36 с. – (Угольная промышленность).
2. Пат. 46197. Україна, МПК G 01 N 21 / 31. Спосіб вимірювання концентрації метану у рудничній атмосфері / О.В. Вовна, А.А. Зорі, В.Д. Коренев, М.Г. Хламов; Донец. нац. техн. ун-т (Україна). – № u200906578; заявл. 23.06.2009; опубл. 10.12.2009.
3. Ioffe Physico-Technical Institute [Електронний ресурс] / Mid-IR Diode Optopair Group (MIRDOG). – Електронні дані. – Режим доступу: <http://mirdog.spb.ru>. – Дата доступу: січень 2010. – Загл. з екрану