

РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ РАНЬОГО ВИЯВЛЕННЯ ПОЖЕЖО- І ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОЇ СИТУАЦІЇ У ВУГІЛЬНИХ ШАХТАХ

Вовна О.В., доц., к.т.н. (Ph.D.); Лактіонов І.С., студент
Донецький національний технічний університет
(м. Донецьк, Україна)

Загальна постановка проблеми. Протипожежний захист вугільних шахт повинен бути спроектований та виконаний із умов, щоб запобігти можливості пожежі, а у разі її виникнення у всіх технологічних процесах, при експлуатації гірничошахтного устаткування, проведення ремонтів та в аварійних ситуаціях забезпечити ефективну локалізацію та гасіння на початковій стадії [1]. Боротьба із пожежами та вибухами на вугільних шахтах проводиться за декількома напрямками [2]:

- вдосконалення технологічних процесів видобутку вугілля, зменшення пилоутворення, виключення потенційних джерел спалаху (перегріву);
- використання спеціального вибухозахищеного устаткування та спеціальних будівельних конструкцій;
- проведення організаційно-технічних заходів на виробництві, які пов'язані, перш за все, із зміцненням виробничої дисципліни;
- використання спеціальних автоматичних систем протипожежного захисту та вибухоподавлення.

Слід зазначити, що більшість заходів, які проводяться за цими напрямками, не дає належного ефекту. Єдиним напрямком, розвиток якого може дати істотне підвищення рівня пожежної безпеки вугільних шахт у порівнянні із невеликими витратами на впровадження, є застосування автоматичних електронних систем протипожежного захисту.

Постановка задачі дослідження. Ефективність роботи електронних систем протипожежного захисту залежить від надійності всіх її елементів, але головну роль виконують засоби виявлення, від яких залежить швидке та надійне виявлення вогнища пожежі (тління, вибуху).

Головною вимогою, яка пред'являється до засобів виявлення вогнища пожежі, слід вважати мінімальну інерційність, тобто проміжок часу від виникнення вогнища до його реєстрації, крім того до технічних засобів електронної системи раннього виявлення пожежо- і вибухобезпечної ситуації у вугільних шахтах пред'являються ряд особливих вимог:

- висока перешкодозахищеність від електромагнітних та електричних імпульсних перешкод;
- підвищена пило- і волозахищеність;
- стійкість до механічних вібрацій та до дії повітряних потоків;
- вандалостійкість.

Рішення задачі та результати дослідження. Оптичні сповіщувачі полум'я

є малоінерційними пристроями виявлення вогнища пожежі, вони дозволяють скоротити до мінімуму загальний час виявлення пожежі. До недавнього часу вважалось [3], що при тліючому горінні інтенсивність вогнища випромінювання настільки мала, що достовірне виявлення його на фоні теплового випромінювання навколишніх предметів неможливе. Сучасний розвиток нових високочутливих інфрачервоних детекторів дозволив вирішити цю проблему.

Для виявлення вогнища пожежі інфрачервоним детектором необхідно виконання наступних умов:

- вогнище повинно знаходитись у межах кута огляду (зони чутливості);
- чутливість детектору повинна бути достатньої для реєстрації різниці температур поверхневого вогнища та фону;
- для детекторів полум'я горіння повинно бути непостійним у часі, полум'я повинне «пульсувати» із характерною частотою від 2 до 20 Гц.

Для підвищення показників швидкодії, точності і чутливості електронної системи, що розробляється, а також із урахуванням економічних витрат та показників метрологічної надійності пропонується вибрати в якості детектору фотоприймальний пристрій (ФПП) із спектральною чутливістю, яка відповідає більшості продуктів повного та неповного згорання вугілля. Максимум спектральної густини випромінювання сірого тіла при температурах тління доводиться на обмежений діапазон інфрачервоного випромінювання від 2,5 до 5 мкм, що сприяє ослабленню різного роду оптичних перешкод.

Для підвищення перешкодостійкості у роботі запропоновано використання двоканальної оптичної схеми випромінювача полум'я. При цьому потік випромінювання від вогнища спалаху поступає на оптичну схему електронної системи, що розробляється, структурну схему якої приведено на рис. 1.

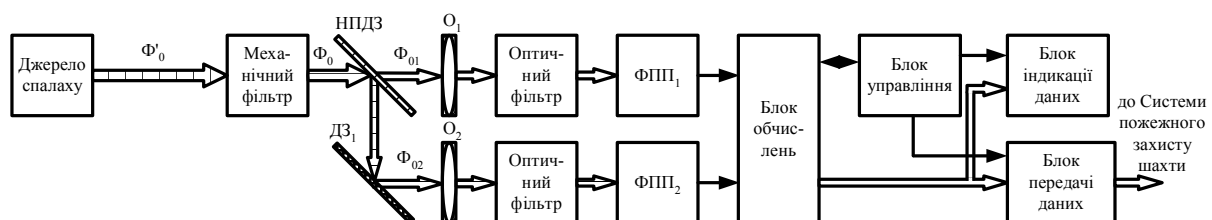


Рисунок 1 – Структурна схема електронної системи раннього виявлення пожежо- і вибухобезпечної ситуації у вугільних шахтах

За допомогою оптичної системи дзеркал для забезпечення необхідних показників швидкодії виконується просторове розділення потоку Φ'_0 від вогнища спалаху. Електронна система, що проектується, повинна мати високий рівень пиле- та вологозахисності, при цьому характеристики і параметри вимірювального блоку системи не повинні залежати від властивостей пилегазового середовища, тому у системі використовується малодисперсійний механічний фільтр. Потік інфрачервоного випромінювання від вогнища пожежі поступає на оптичну систему, яка виконує просторове розділення потоку випромінювання Φ_0 за допомогою напівпрозорого дзеркала НПДЗ і ДЗ₁. Одержані при цьому два потоки оптичного випромінювання Φ_{01} і Φ_{02} фокусуються на систему оптичних

фільтрів та об'єктиви фотоприймальних пристроїв (ФПП). Доцільно використання ФПП, у яких область спектральної чутливості знаходиться у діапазоні, що відповідає більшості продуктів повного і неповного згорання вугілля від 2,5 до 5 мкм. Відомо також, що спектральні характеристики вогнища пожежі залежать від хімічного складу та агрегатного стану матеріалів, що горять. Також температура тління пилу знаходиться у межах від 350 до 500°C. Отже необхідно вибирати ФПП із максимум спектральної чутливості у діапазоні від 3,52 до 4,65 мкм. При виборі ФПП необхідно враховувати різного роду перешкоди. З урахуванням вищесказаного можна зробити висновок, що оптимальний діапазон спектральної чутливості для ФПП проектованої системи знаходиться у межах від 2,5 до 5 мкм. Для використання в якості чутливого елемента підходять декілька типів ФПП, робоча температура яких повинна бути не нижча ніж 300°C, отже не можуть бути застосовані ФПП із GeAu, HgCdTe, InSb, SiGa. Найбільш відповідними ФПП на основі халькогенідів свинцю (PbSe) є ФР-188Б [4].

Висновки. При аналізі розглянутої проблеми та задачі дослідження було розроблено наступні технічні вимоги до проектованої електронної системи раннього виявлення пожежо- і вибухонебезпечної ситуації у вугільних шахтах:

1. Для підвищення достовірності виявлення вогнища спалаху та чутливості системи необхідно вибрати оптимальне місце встановлення вхідних вимірювальних перетворювачів та їх кількість.

2. Для зниження інерційності вимірювача необхідно використовувати ФПП із робочою температурою більше ніж 300°C та робочим діапазоном довжин хвиль від 2,5 до 5 мкм.

3. Для вирішення питання термостабілізації та перешкодозахисту пропонується використовувати двоканальний вимірювальний оптичний блок.

4. Для поліпшення характеристик, які пов'язані із розпізнаванням помилок («помилкова тривога», «пропуск тривоги») пропонується використовувати мікропроцесорний блок, алгоритм роботи якого побудовано на базі теорії статистичних рішень, із програмним забезпеченням на основі реальних статистичних даних про вибухи на вугільних шахтах.

Перелік посилань

1. ДНАОП 10.0-1.01-05 Правила безпеки у вугільних шахтах: [нормативний акт про охорону праці у вугільній промисловості України] / Міністерство вугільної промисловості України. – К.: Основа, 2004. – 420 с.

2. Захаренко Д.М. Проблемы раннего обнаружения очагов пожаров, тления, взрывов угольной пыли / Д.М. Захаренко // Сибирский вестник пожарной безопасности. – Красноярск, 2000. – Выпуск 4. – С. 36–47.

3. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний / Ф.И. Шаровар. – М.: Стройиздат, 1988. – 336 с.

4. ЦКБ «РИТМ» [Електронний ресурс]: ВАТ «ЦКБ «Ритм». – Електронні дані. – Режим доступу: <http://ckb-rhythm.narod.ru/fotorezPbS.htm>. – Дата доступу: березень 2010. – Загл. з екрану.