

УДК 681.518.54

Голінько О.В. аспірант спеціальності 122 Комп'ютерні науки
Науковий керівник: Алексєєв М. О. д.т.н., професор кафедри програмного
 забезпечення комп'ютерних систем
 (Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

АНАЛІЗ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕСПЕЧЕННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ВИБУХОЗАХИСТУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Широке впровадження сучасних цифрових технологій в пристроях для контролю та керування машинами, механізмами та технологічними процесами дозволяє не тільки поліпшити якісні показники цих пристроїв та їх надійність, а і реалізувати принципово нові функції, наприклад в частині діагностики їх стану. Нині системи діагностики активно розробляються і впроваджуються в самих різних галузях виробництва та побуту, у тому числі і в гірничодобувній галузі, наприклад для діагностики технічного стану конвеєрів [1, 2]. Проте, незважаючи на впровадження системи автоматичної діагностики на гірничих підприємствах, нині при діагностиці стану стаціонарних аналізаторів метану в системах вибухозахисту вугільних шахт контроль їх чутливості здійснюється працівниками шахт в ручному режимі - шляхом подачі до виносних датчиків аналізаторів метану суміші метану з повітрям відомої концентрації з балонів. Здійснити таку перевірку в автоматичному режимі складно. В свою чергу такий контроль є досить затратним, а відсутність регулярного контролю, зважаючи на складні умови експлуатації вимірювальних засобів в гірничих виробках шахт, суттєво збільшує вірогідність виникнення вибухів метаноповітряних сумішей.

Питанню автоматизації процесу контролю чутливості термокatalітичних датчиків аналізаторів метану присвячена робота [3], авторами якої було запропоновано здійснювати діагностику чутливості аналізаторів шляхом аналізу зміни відносного значення амплітуди сплеску вихідної напруги вимірювального моста після паузи постійної тривалості, під час якої вимірювальний міст аналізатора переводиться в режим роботи коли на робочому елементі не відбувається окислення метану.

За умови контролю довибухових концентрацій метану термокatalітичним датчиком, коли лімітуючим агентом у метаноповітряній суміші є метан, а перебіг реакції окислення на робочому елементі здійснюється в дифузійній області, потік метану до поверхні кatalітично активного елемента лінійно залежить від концентрації метану C_{mk} в реакційній камері та ефективної провідності елемента γ_e [4], тобто

$$Q_m = \gamma_e C_{mk}, \quad (1)$$

У свою чергу, концентрація метану в реакційній камері, виконаної у вигляді металокерамічного фільтра, пов'язана з концентрацією метану в навколишній атмосфері C_{ma} співвідношенням [4] і дифузійної провідності фільтра γ_ϕ

$$C_{mk} = \kappa_m C_{ma} = C_{ma} \frac{\gamma_\phi}{\gamma_e + \gamma_\phi}, \quad (2)$$

За постійних параметрів живлення термоелементів датчика ефективна дифузійна провідність однозначно визначає активність робочого елемента. Зміна параметрів живлення призводить до зміни ефективної дифузійної провідності елемента і, відповідно, зміни концентрації метану в реакційній камері.

Сутність запропонованого в [3] метода діагностики активності робочого елемента шляхом керування режимом живлення термоелементів полягає в тому, що за час, коли напругу живлення термокatalітичного датчика знижують до величини, за якої

температура початкового розігріву каталітично активного елемента є недостатньою для протікання окислення метану на його поверхні, в реакційній камері не відбувається вигорання метану, тому після паузи його концентрація в камері буде вищою, ніж до неї. Після розігріву робочого елемента та відновлення процесу горіння метану до встановлення стаціонарного режиму вихідна напруга вимірювального моста буде більшою, ніж до паузи.

В цьому випадку протягом паузи тривалістю t відбувається зміна концентрації метану в камері зі швидкістю

$$\frac{dC_{mk}}{dt} = \frac{\gamma_{\phi}}{V_p} (C_{ma} - C_{mk}), \quad (3)$$

де V_p – об'єм реакційної камери, m^3 .

Рішення рівняння (3) з урахуванням початкових умов має вигляд:

$$C_{mk} = C_{mko} + (C_{ma} - C_{mko}) \left[1 - \exp\left(-\frac{\gamma_{\phi}}{V_p} t\right) \right]. \quad (4)$$

Експериментально визначені значення параметрів серійного датчика [3] складають близько $\gamma_e = 10^{-7} m^3/c$, $\gamma_{\phi} = 10^{-7} m^3/c$, $V_p = 4 \cdot 10^{-7} m^3$. Аналіз виразу (4) показує, що при таких значеннях параметрів за тривалості паузи до 20 с концентрація метану в реакційній камері практично досягне концентрації метану у навколишньому атмосфері.

Наявність вищої концентрації метану в камері після паузи призводить до початкового сплеску вихідної напруги моста, нормоване значення якого буде:

$$\frac{\Delta U_{вих}}{U_{вих.о.}} = \frac{C_{mk} - C_{mko}}{C_{mko}}. \quad (5)$$

З врахуванням виразу (2) маємо

$$\frac{\Delta U_{вих}}{U_{вих.о.}} = \frac{\gamma_{\phi} + \gamma_e}{\gamma_{\phi}}. \quad (6)$$

Таким чином, при значній тривалості паузи і стабільній концентрації метану нормоване значення сплеску вихідної напруги моста після паузи однозначно не характеризує каталітичну активність елемента, а залежить від відношення сумарної провідності елемента і фільтра до дифузійної провідності фільтра, яка може змінюватися в процесі експлуатації внаслідок забруднення фільтра пилом чи заливання водою.

За незначної тривалості паузи (до 2 с) сплеск вихідної напруги вимірювального моста незначний, він суттєво спотворений перехідними тепловими процесами, що виникають в результаті охолодження та нагрівання термоелементів. Це ускладнює можливість діагностування чутливості за сплеском вихідного сигналу датчика за такого режиму.

Виконаний аналіз методу діагностики чутливості аналізаторів метану шляхом аналізу зміни відносного значення амплітуди сплеску вихідної напруги вимірювального моста після паузи постійної тривалості, під час якої вимірювальний міст аналізатора переводиться в режим роботи коли на робочому елементі не відбувається окислення метану, однозначно не дозволяє здійснювати контроль чутливості аналізаторів. Зважаючи на це, з метою впровадження сучасних цифрових технологій в гірничодобувній галузі, необхідно здійснювати подальший пошук методів діагностики стану систем контролю вибухонебезпечності вугільних вахт.

Список використаних джерел:

1. Ефіменко Л.І. Тиханський М.П. Принципи побудови автоматизованої системи діагностики технічного стану конвеєра. *Вісник КТУ*. 2010. Вип. 25. С. 163-167.

2. М.П. Тиханський, Л.І. Ефіменко, А.М. Тиханська (2019) Прогнозування працездатності конвеєрної установки. *Гірничий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 160-163.

3. Голинько В.И., Котляров А.К. Разработка метода контроля чувствительности термодаталитических датчиков метана. *Гірничая електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб.* 2004. Вип. 73. С. 54-60.

УДК 004.75

Лактіонов І.С., д-р техн. наук, доцент, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем

Євстратьєв М.А., аспірант спеціальності 122 Комп'ютерні науки

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ПРОГРАМНО-АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ

У сьогоденних умовах динамічного технологічного розвитку та зростання кількості промислових підприємств, які використовують радіоактивні речовини у своїй діяльності, розробка комп'ютерних систем і інформаційних технологій прецизійного радіаційного онлайн-моніторингу є важливим аспектом задля забезпечення безпеки населення та довкілля. Це обумовлено тим, що радіаційне випромінювання негативно впливає на фізичний стан людей у короткостроковій та довгостроковій перспективі, призводить до розвитку ракових захворювань, генетичних мутацій та інших проблем [1].

З метою попередження наслідків негативного впливу радіації можуть використовуватись системи інтелектуального радіаційного моніторингу. Такі системи реалізують вимірювальний онлайн-моніторинг рівня радіації у різних зонах із підтримкою прийняття рішень, що дозволяє оперативно та надійно детектувати підвищення радіаційного фону та застосовувати відповідні безпекові протоколи.

Інтернет речей (IoT) може бути використаний для покращення ефективності моніторингу радіації [2]. Технологія IoT передбачає встановлення інтелектуальних сенсорів для вимірювання рівня радіації у міських районах, на промислових дільницях, енергетичних станціях та ін. Вимірювальні дані надсилаються до хмарних сервісів та аналізуються засобами штучного інтелекту в реальному часі. Такий аналіз доцільно використовувати для виявлення та прогнозування можливих надзвичайних ситуацій.

Основною метою розробки системи радіоактивного моніторингу є [3]:

– забезпечення оперативного збору, інтелектуалізованого аналізу та надійної передачі вимірювальних даних про рівень радіаційного випромінювання до центрів реагування та прийняття рішень;

– автоматизована інтелектуальна оцінка ризику радіаційного впливу на здоров'я населення;

– забезпечення безпеки населення та навколишнього середовища від негативного впливу радіаційного випромінювання;

– контроль та своєчасне виявлення потенційних випадків радіаційного зараження.

Перелік апаратних компонент та базових функцій програмного забезпечення для побудови інформаційної технології IoT-моніторингу радіаційного фону наведено в таблиці 1. Структурну схему цієї технології в загальному вигляді представлено на рисунку 1 [4, 5].