

УДК 614.841

Дослідження причетності електричних мереж до виникнення пожеж на шахтах

Наведено результати досліджень зміни вмісту кисню у мідних провідниках під час протікання струмів різної величини та різних умов охолодження на основі методу локального рентгеноспектрального аналізу за принципом індивідуальності спектрів. За результатами досліджень встановлено особливості зміни структури електричних провідників при різних температурних режимах. Показано ефективність цього методу під час встановлення причетності кабельних виробів до виникнення пожеж.

Ключові слова: коротке замикання, електричні мережі, мікроструктура провідника, ізоляційні матеріали, процеси нагрівання провідників.

Контактна інформація: nazarovets.oleg@gmail.com, тел. (097) 7201763

На багатьох промислових об'єктах, у тому числі й підземних розробках, для підведення і розподілу електричної енергії використовують кабельні вироби багатодротикової конструкції з мідними жилами.

Внаслідок непередбачуваних перевантажень та коротких замикань у шахтних електричних мережах виникають перегрівання провідників, які здебільшого призводять до виникнення пожеж, вибухів, значних руйнувань середовища та несучих конструкцій шахт, а також людських жертв.

Відомо [1], що через наявність електричних джерел на шахтах усіх категорій, і особливо небезпечних по газу чи пилу, в гірничій промисловості виникає до 6 % усіх аварій.

Для обліку цього небезпечного явища використовують різні методики, які не завжди дають однозначну відповідь про причину виникнення вибуху чи пожежі і тому досить актуальною потребою [2] є їх удосконалення.

Постановка проблеми. Враховуючи нинішній рівень технічного забезпечення та методів дослідження структур металів, а також останні науково-технічні досягнення, з'явилася можливість удосконалення сучасних методів визначення причетності електромереж, зокрема до виникнення пожеж.

Виходячи з цього на теперішньому етапі перспективним є локальний рентгеноспектральний аналіз мідних провідників, які піддавалися впливу полум'я і температури у різній послідовності.

Розв'язання проблеми. Відомо, що мідні провідники під впливом температури й середовища, в якому вони перебувають, здатні змінювати свою структуру й хімічний склад [3]. Зміни можна дослідити методами, які значно знижують ризик помилки під час дослідження оплавлень у цих провідниках.

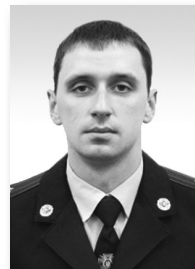
Суть експериментального дослідження полягає у визначенні впливу полум'я пожежі на мікроструктуру провідників,



В. І. ГУДИМ,
доктор техн. наук
(Львівський державний ун-тет
безпеки життєдіяльності,
Краківська політехніка)



А. Г. МНУХІН,
доктор техн. наук (Запорізька
державна інженерна академія)



О. Б. НАЗАРОВЕЦЬ,
канд. техн. наук
(Львівський державний ун-тет
безпеки життєдіяльності)



В. В. ЯНКІВ,
інж. (Львівський державний ун-тет
безпеки життєдіяльності)

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА

Таблиця 1

| Температура t модельного вогнища, °C | Час перебування провідника в модельному вогнищі, хв | Температура t охолодження, °C | |
|--|---|---------------------------------|-------|
| | | повітрям | водою |
| 20 | - | 20 | - |
| 20 | - | - | 10 |
| 400 | 10 | 20 | - |
| 400 | 10 | - | 10 |
| 600 | 15 | 20 | - |
| 600 | 15 | - | 10 |
| 800 | 20 | 20 | - |
| 800 | 20 | - | 10 |
| 750-800 | 30 | 20 | - |
| 750-800 | 30 | - | 10 |

Таблиця 2

| № з/п | Температура нагріву після КЗ, °C | Охолодження мідних провідників | | Вміст кисню в мікроструктурах провідників, % | |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------------|--------|--|--------------|
| | | повітрям | у воді | $\omega(O)$ | $\omega(Cu)$ |
| <i>Спектр 1</i> | | | | | |
| 1 | 20 | + | | 0,96 | 99,04 |
| 2 | 20 | | + | 1,53 | 98,47 |
| 3 | 400 | + | | 1,01 | 98,99 |
| 4 | 400 | | + | 1,71 | 98,29 |
| 5 | 600 | + | | 1,75 | 98,25 |
| 6 | 600 | | + | 2,18 | 97,82 |
| 7 | 800 | + | | 1,75 | 98,25 |
| 8 | 800 | | + | 2,59 | 97,41 |
| 9 | 750-800 | + | | 1,95 | 98,05 |
| 10 | 750-800 | | + | 2,60 | 97,40 |
| <i>Спектр 2</i> | | | | | |
| 1 | 20 | + | | 4,75 | 95,25 |
| 2 | 20 | | + | 12,47 | 87,53 |
| 3 | 400 | + | | 2,05 | 97,95 |
| 4 | 400 | | + | 2,36 | 97,64 |
| 5 | 600 | + | | 2,55 | 97,45 |
| 6 | 600 | | + | 4,27 | 95,73 |
| 7 | 800 | + | | 1,21 | 98,79 |
| 8 | 800 | | + | 4,79 | 95,21 |
| 9 | 750-800 | + | | 2,31 | 97,69 |
| 10 | 750-800 | | + | 10,56 | 89,44 |

Примітка. Знак «+» означає спосіб охолодження зразка.

в яких відбулося коротке замикання (КЗ) з подальшим загорянням. У реальних умовах провідник, нагрітий струмом КЗ, може викликати загоряння й пожежу, розвиток якої супроводжуватиметься підвищенням та підтриманням температури, у якій перебуває провідник.

Як елементи електричних мереж використовувалися мідні провідники завдовжки 1 м та різного поперечного перерізу, у яких протікали струми КЗ. Температурні режими створювалися за допомогою модельного вогнища класу А з температурними межами 20–800 °C. Дослідження проводилося в послідовності, наведений у табл. 1.

Зміни хімічного складу провідників під час КЗ досліджували методом локального рентгеноспектрального аналізу в зоні утворення оплавлень (на поверхні провідника) та основного металу [4].

Локальні рентгеноспектральні дослідження виконували за допомогою скануючого електронного мікроскопа ZEISS EVO 40XVP з системою рентгенівського мікроаналізу INCA Energy, який дає змогу вивчати зразки при різних збільшеннях, а також окремі ділянки (спектри).

З метою встановлення залежностей зміни вмісту кисню у структурі мідних провідників, які струмами КЗ нагрівалися до температури плавлення, було відібрано 10 зразків. У подальшому на ці зразки діяло полум'я модельного вогнища температурою 400, 600, 750–800 °C.

Дослідження відібраних зразків здійснювалося у двох спектрах, зокрема спектр 1 – зона основного металу, а спектр 2 – зона оплавлень, які утворилися внаслідок КЗ.

На (рис. 1, а) наведено зображення структури та спектрограму основного провідника нагрітого струмом КЗ із подальшим охолодженням повітрям, а на (рис. 1, б) аналогічні результати зони оплавлення.

Для виявлення впливу води, що потрапляє на провідники під час гасіння пожежі, виконано дослідження в аналогічних умовах що й попередні, але охолодження провідників здійснювалися у воді (рис. 1, в, г).

Результати досліджень визначення вмісту кисню у провідниках, які перебували у наведених умовах, подано в табл. 2. Основний показ-

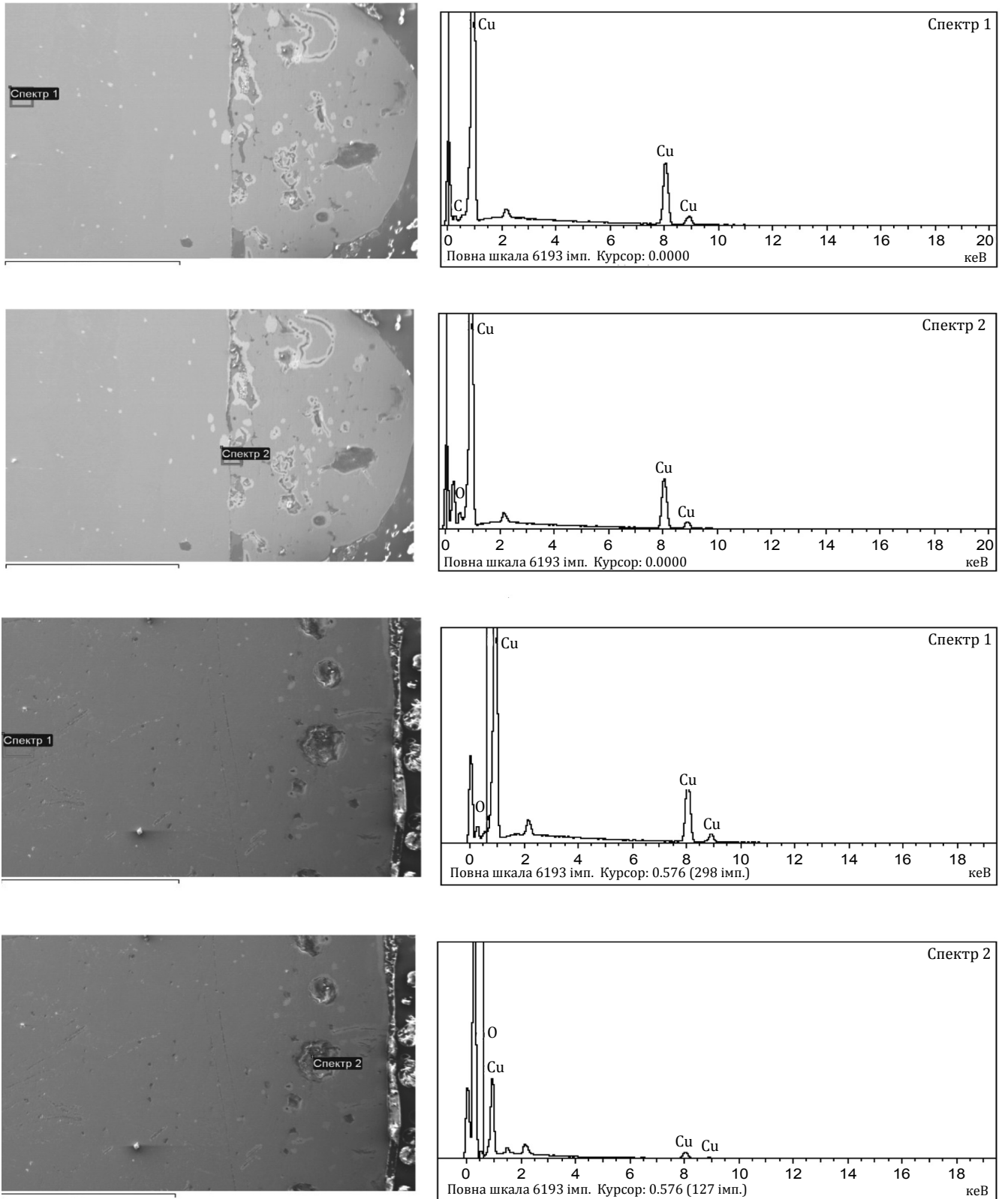


Рис. 1. Ділянки провідників і спектри, які нагрівалися та охолоджувалися за різних температурних умов.

ник цього дослідження – масова частка ω кисню на поверхні досліджуваного провідника.

Аналіз результатів, поданих у табл. 2, свідчить, що висновки про причетність струму КЗ до виникнення пожежі доцільно робити на основі даних про вміст кисню в зоні основного металу.

Висновки. Дослідження методом локально-го рентгеноспектрального аналізу дають змогу визначити вміст кисню мідних провідників за принципом індивідуальності спектрів. Це один з ефективних, точних, чутливих та інформативних видів якісного аналізу досліджуваних металів.

Багаторазові вимірювання сприяли отриманню середнього квадратичного значення вмісту кисню у зразках, на основі чого встановлено похибку вимірювання, яка в нашому разі не перевищувала 10 %. Такий метод дає достатньо точні дані про вміст кисню, який є в структурі провідника залежно від умов [5].

Розроблена методологія дає право однозначно визначити джерело виникнення пожежі на вугільних шахтах, шляхи її розвитку,

що особливо важливо під час розслідування складних техногенних аварій у вугільній промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Левкин Н. Б.* Предотвращение аварий и травматизма в угольных шахтах Украины / Н. Б. Левкин. – Макеевка: МакНИИ, 2002. – 392 с.
2. *Гудим В. І.* Аналіз існуючої бази методів дослідження причетності аварійних режимів електромережі до виникнення пожежі / В. І. Гудим, О. Б. Назаровець // Техногенна безпека: теорія, практика, інновації: зб. тез II Міжнарод. наук.-практ. конф. – Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – С. 67–69.
3. *Лахтин Ю. М.* Метериаловедение / Ю. М. Лахтин, В. П. Леоньева. – [3-е изд., перераб., и доп.] – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
4. *Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия* / [Я. С. Уманский, Ю. А. Скаков, А. Н. Иванов, Л. Н. Расторгуев]. – М.: Металлургия, 1982, – 632 с.
5. *Гудим В. І.* Особливості формування методу виявлення причин загорянь від електромереж / В. І. Гудим, О. Б. Назаровець // Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів: Зб. наук. праць I Міжнарод. наук.-техн. конф. викладачів, аспірантів і студентів, 17–18 жовтня 2013 р. – Донецьк: ДНТУ, 2013. – С. 31–33.

ПО МАТЕРИАЛАМ ЖУРНАЛА «УГОЛЬ УКРАИНЫ» ПРОШЛЫХ ЛЕТ