

УДК 621.762

## ДОСЛІДЖЕННЯ КОНТАКТІВ АВТОМАТИЧНИХ ВИМИКАЧІВ СЕРІЇ ВА-47-29

*А. М. Мрачковський, кандидат технічних наук*

*В автоматичних вимикачах серії ВА 47-29 використовуються контакти типу КМК-А 10м, матеріал яких у своєму складі має оксид кадмію, що відноситься до 1-го класу токсично небезпечних речовин. Для заміни матеріалу з оксидом кадмію розроблено екологічно безпечні контактні матеріали з добавками оксиду олова і іншими інгредієнтами. Застосування екологічно безпечної різнорідної контактної пари в автоматичних вимикачах ВА 47-29 дозволило підвищити електроерозійну стійкість у 1,5 – 2 рази.*

***Контакти, оксид кадмію, токсичність, оксид олова, екологічна безпечність.***

**Мета досліджень** – застосування в контакт-деталях автоматичних вимикачів нових композиційних матеріалів, які не містять токсичних речовин.

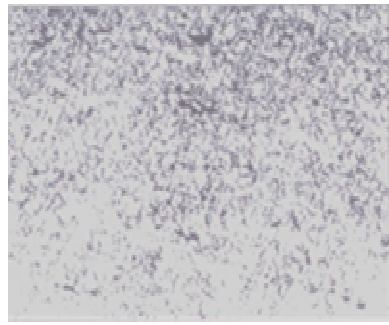
**Матеріали та методика досліджень.** В електроустановках сільського господарства широко застосовуються автоматичні вимикачі серії ВА 47-29 з номінальним струмом до 63 А і напругою електромережі 380 В. Контакти автоматичних вимикачів повинні надійно відключати електричні кола в умовах перевантаження і короткого замикання та бути здатними до протидії зварюванню в замкнутому стані і при комутації. Контакт-деталі автоматичних вимикачів виготовлені із композиційного матеріалу Ag – 15% (мас.) CdO. Недоліком даного матеріалу є токсичність оксиду кадмію, який відноситься до 1-го класу токсично небезпечних речовин, які небезпечні для здоров'я людини.

Під дією електричної дуги, яка виникає при комутації електричного кола, оксид кадмію при температурі 900 °С розкладається на кадмій і кисень та при температурі 1559 °С сублимує і потрапляє у навколишнє середовище.

**Результати досліджень.** Численні дослідження [1, 2] показали можливість застосування в контакт-деталях замість оксиду кадмію оксидів цінних металів, серед яких особливу увагу привертає оксид олова. Оксид олова – не токсичний, підвищує твердість композиційного матеріалу за рахунок розташування дрібних частинок SnO<sub>2</sub> біля 1900 °С, при якій не розкладається олово і кисень. Недолік SnO<sub>2</sub> полягає у тому, що при довготривалому проходженні струму окислюються робочі поверхні. Це призводить до перегріву матеріалу контактів та значного підвищення перехідного опору, що знижує надійність та термін служби автоматичних вимикачів. Для усунення цього недоліку розроблений матеріал [1], який включає наступні інгредієнти (% (мас.)): 82Ag + 11,5SnO<sub>2</sub> + 4In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 2Zr + 0,5WO<sub>3</sub>.

Запобігання окисненню робочої поверхні контакту забезпечує введення оксиду вольфраму WO<sub>3</sub> в кількості 0,5% (мас.). Розплавлені частинки WO<sub>3</sub>

( $T_{пл} = 1470\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) обволікають тверді частинки  $\text{SnO}_2$  і утворюють волокнистість розплавленого срібла, де волокнами є частинки  $\text{SnO}_2$ , покриті  $\text{WO}_3$ .



x 150

**Рис.1. Мікроструктура дослідного матеріалу нерухомого контакту автоматичного вимикача ВА 47-29**

Введення оксиду індію  $\text{In}_2\text{O}_3$  дозволяє рівномірно розподіляти дрібнозернистий оксид олова в срібній матриці і прискорювати дифузію олова в зерна срібла при виготовленні контактного матеріалу. Введення цирконію підвищує електроерозійну стійкість контактного матеріалу за рахунок поглинання кисню із розплавленого срібла при дії електричної дуги, що призводить до зниження часу горіння дуги та розбризкування рідкого срібла. Виготовлення дослідних зразків проводили методами внутрішнього окиснення та порошкової металургії. Суміш срібла з оксидами піддавали відновленню в атмосфері водню. Температура відновлення коливалась в інтервалі  $600 - 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , час витримки становив  $1 - 2,5$  год. Охолоджену суміш протирали через сито № 1. Отримані порошки сплавів срібло – олово – індію піддавали внутрішньому окисненню, порошок розподілявся тонким шаром  $1 - 1,5$  мм. Лодочку із нержавіючої сталі завантажували в трубчасту піч, через яку пропускався кисень. Температура окиснення складала  $700 - 750\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Із окиснених порошків пресувалися контакти, тиск перевищував  $2 - 2,5$  МПа.

Контакти спікали в повітряній атмосфері при  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$  протягом 1 год, допресовували під тиском 6 МПа. Потім повторно спікали при  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  1 год, калібрували при тиску 9 МПа і відпалювали при  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$  1 год.

Мікроструктурний аналіз дослідного матеріалу на основі срібла з оксидними добавками дозволив виявити загальну картину їх розподілу в срібній матриці (рис. 1).

В автоматичного вимикача серії ВА 47-29 досліджено електроерозійну стійкість різнорідної контактної пари, де нерухомою контакт-деталлю був екологічно безпечний дослідний матеріал, а рухомою – серійний матеріал КМК-А30М. Дана контактна пара має більш високу електроерозійну стійкість в порівнянні з серійними, стабільний перехідний опір і високу стійкість до зварювання. Висока електроерозійна стійкість контактної пари пояснюється стабілізацією опорної плями дуги на частинках оксиду олова  $\text{SnO}_2$ , температура кипіння якого становить  $2273\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вибіркова взаємодія електричної дуги з частинками  $\text{SnO}_2$ , які є найменш тепло- і електро-провідними, викликає їх ерозію. Внаслідок цього електрична дуга переміщується з однієї частинки  $\text{SnO}_2$  на іншу і відбувається дисипація енергії дуги та зменшується

кількість енергії, яка поглинається матеріалом контактів. Оксиди олова підвищують дугогасильний ефект, перешкоджають зварюванню контактів при комутації струму в нормальних і аварійних режимах.

У рухомому контакті ерозійна стійкість обумовлена стабілізацією опорної клеми дуги на нікелі з більш високою температурою кипіння, яка становить 2730 °С. Нікель охолоджується випаровуванням срібла з нижчою температурою кипіння 2210 °С.

### **Висновки**

1. Використання оксиду олова в контакт-деталях автоматичних вимикачів стабілізує перехідний опір і підвищує стійкість до зварювання.

2. Використання екологічно безпечної різнорідної контактної пари в автоматичних вимикачах серії ВА 47-29 дозволяє підвищити її електроерозійну стійкість в 1,5—2 рази, що забезпечує економію срібла і підвищує економічну ефективність використання автоматичних вимикачів.

### **Список літератури**

1. Мерл В. Электрический контакт. Теория и применение на практике. — М. — Л.: Госэнергиздат, 1969. — 79 с.

2. Мастеров В. А., Саксонов Ю. В. Серебро, сплавы и биметаллы на его основе: (Справ.). — М.: Прогресс, 1979. — 296 с.

3. ГОСТ 12.1.005–88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

4. Пат. 21469 України. Контактна пара низьковольтного електричного апарату / С. П. Коханівський, В. О. Коханівський. — Опубл. 15.03.2007.

*В автоматических выключателях серии ВА 47-29 применяются контакты типа КМК-А 10м, материал которых в своем составе имеет оксид кадмия. Оксид кадмия относится к 1-му классу токсично опасных веществ. Для замены материала с оксидом кадмия разработан экологически безопасный контактный материал с добавками оксида олова и другими ингредиентами. Применение экологически безопасной разнородной контактной пары в автоматических выключателях ВА 47-29 позволило повысить электроэрозионную стойкость в 1,5 – 2 раза.*

***Контакты, оксид кадмия, токсичность, оксид олова, экологическая безопасность.***

*In the circuit breakers of series ВА 47–29 are used the contacts of type КМК-А 10m, material of which the oxide of cadmium has in the composition, that belongs to 1-th class toxically hazardous substances. For replacement of material with the oxide of cadmium was worked out ecologically safe pin material with additions of oxide of tin and other ingredients. Application ecologically safe heterogeneous pin pair in the circuit breakers ВА 47–29 allowed to promote electro-erosive firmness in 1,5 – 2 times.*

***Contacts, oxide of cadmium, toxicity, oxide of tin, ecological safety.***