

ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ СЕРІЙНИХ КОНТАКТІВ

В. В. Козирський, доктор технічних наук

І. В. Радько, кандидат технічних наук

Представлені результати досліджень структури робочих поверхонь серійних контактів після випробування їх на електроерозійну стійкість.

Напилення, плазмотрон, електричний апарат, пускач, вимикач, контактор, контакт-деталь.

Постановка проблеми. Поглиблене вивчення фізичних процесів, які відбуваються на робочій поверхні контактів у процесі експлуатації, створює передумови для дальшої боротьби з електричною ерозією, яка є однією з основних причин руйнування електричних контактів.

Аналіз останніх досліджень. Мікроструктура є одним із головних факторів, що впливає на властивості електричного контакту.

Мікроструктура залежить від технології виробництва, властивостей вихідних матеріалів, конструктивних особливостей апарату, енергії електричної дуги, складу навколишньої атмосфери [1, 4, 5].

Об'єкт досліджень – контакти комутаційних апаратів, що експлуатуються в електроустановках тваринницьких ферм і комплексів.

Мета досліджень – розробити наукові принципи дослідження робочої поверхні контактів методом металографічного та рентгеноспектрального аналізу структури робочих поверхонь композиційних контактних матеріалів.

Методи досліджень – проведено металографічний та рентгеноструктурний аналіз робочих поверхонь серійних контактів після випробування їх на електроерозійну стійкість.

Результати досліджень. На рис. 1 приведена вихідна мікроструктура контактного матеріалу типу СrН-10 електромагнітного пускача ПМЛ-1100А після 1×10^5 комутацій.

По мірі наближення до робочої поверхні розміри зерен срібної та нікелевої фази збільшуються, внаслідок термічної дії дуги. Робоча поверхня збіднена срібною складовою, яка випарувалась, оскільки температура випаровування срібла (2210°) значно нижча температури випаровування нікелю (2730°) (рис. 1).

На робочій поверхні з'являються мілкі пори й раковини, де було срібло й скупчення зерен тугоплавкої складової нікелю.

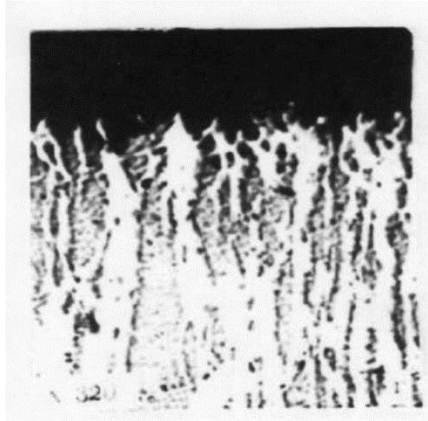


Рис. 1. Мікроструктура рухомого контакту із матеріалу CrH-10 електромагнітного пускача ПМЛ-1100А після 1×10^5 комутацій, $\times 320$.

Глибина шару в якому відбуваються мікроструктурні зміни досягає 0,05-0,08 мм. Нікель безпосередньо на контактній поверхні й на глибині до 0,05 мм окислюється.

Під час роботи електричного контакту відбувається плавлення та інтенсивне випаровування легкоплавкої складової - срібла з робочої поверхні катоду, внаслідок чого формується дискретна, бугриста поверхня (рис. 2) ступінь шорсткості залежить від сили струму та числа комутацій. На ерозійній поверхні з'явилися крупні виступи, у поглибленнях структури розташовані світлі включення, які по даним рентгеноспектрального аналізу являють собою чисте срібло (3). Хімічний аналіз приповерхневого шару показав, що кількість нікелю на робочій поверхні значно збільшується (від 10 до 20-25%), що свідчить про першочерговість випаровувань срібла з поверхні контакту в процесі комутації електричного струму.

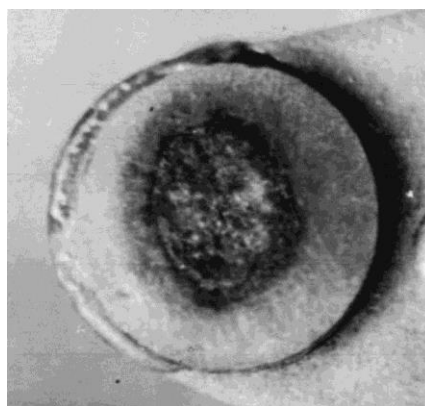
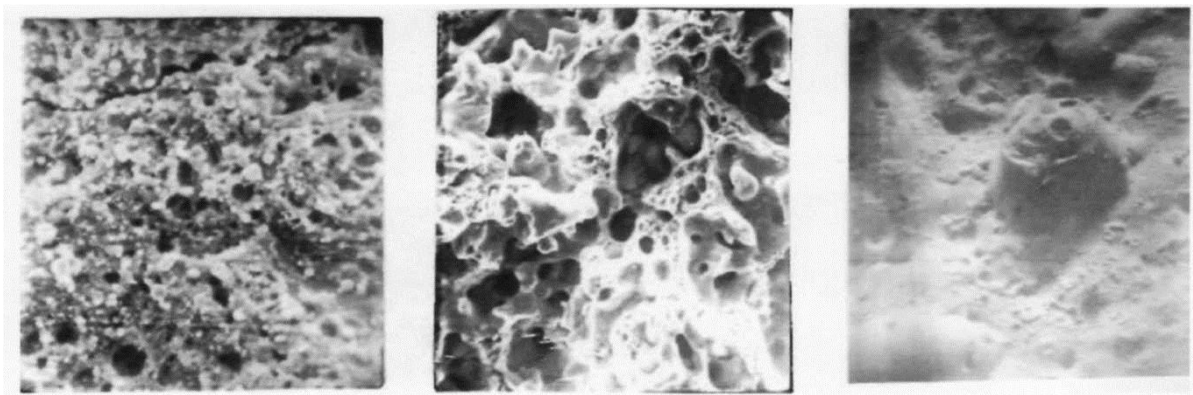


Рис. 2 Зовнішній вид рухомого контакту з матеріалу CrH-10 електромагнітного пускача ПМЛ-1100А після 1×10^5 комутацій, $\times 13$.

Детальне дослідження робочої поверхні контактів дозволило встановити, що внаслідок дії дуги плавиться не тільки легкоплавка композиція – срібло, але також і зерна нікелю (рис. 3, а), що підтвер-

джується наявністю характерних ступенів затвердіння по краям нікелевих зерен (рис. 3, б). Загуслі зерна нікелю мають форму конуса, що типowo для мостикового переносу (рис. 3, в).



а) x85

б) x300

в) x400

Рис. 3. Електронно-мікроскопічні знімки поверхні контактів SrH-10 після 1×10^5 комутацій.

Отримані результати дають змогу стверджувати, що контактування в останній момент здійснюється по точках тугоплавкої складової, яка й визначає нахил матеріалу до зварювання.

Найнижчою електроерозійною стійкістю володіють контакти з матеріалу SrM-0,2 [1], хімічний склад якого відповідає: Cu – 0,1-0,5 %; Ni – 0,005-0,2 %, Ag – решта [2].

При комутації струму 4; 6,3; 10 А контактами із цього матеріалу спостерігається обгоряння та оплавлення робочих поверхонь контактів. Металографічний аналіз показав, що в процесі роботи мікроструктура поверхневих шарів суттєво змінюється.

Із рис. 4 видно, що при комутації струму матеріал, який переноситься на нерухомий, нагрівається до температури кипіння, частково переноситься на поверхню більш холодного нерухомого контакту, а решта осідає знову на поверхню рухомого, утворюючи порожнини (на рис. 4 чорні кратери) і стовпчасті зерна перпендикулярні до робочої поверхні контакту.

Мікроструктура нерухомого й рухомого контакту різна по своїй будові. На рис. 5 поверхня аноду покрита дрібними зернами парів металу катоду, які кристалізувались при гасінні електричного розряду [5]. Також на поверхні, де осіли пари металів, можна бачити збільшенні зерна срібла, що утворилися внаслідок рекристалізації під дією температури парів металу.

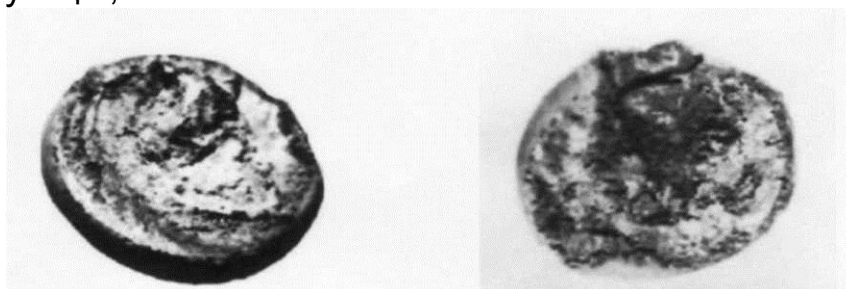
При комутації постійного струму відбувається направлений перенос матеріалу з рухомого контакту на нерухомий. Внаслідок цього на катоді утворюється кратер, а на аноді виступ.



Рис. 4 Мікроструктура контакту із матеріалу CrM-0,2 після 1×10^5 комутацій, $\times 200$.



Рис. 5 Мікроструктура аноду контакту з матеріалу CrM-0,2 після 1×10^5 комутацій, $\times 200$.



а) $\times 7$

б) $\times 7$

Рис. 6. Зовнішній вигляд контактів із матеріалу CrM-0,2 електромагнітного пускача ПМЛ-1100В після 1×10^5 комутацій ($I=6,3A$, а – анод, б – катод).

Висновки

1. Визначена структурна схема керування кінетикою утворення фізико-механічних властивостей, відновлення зношених поверхонь контакт-деталей електричних апаратів. Частинки матеріалу розподіляються по діаметру круга, а товщина покриття визначається згідно розподілу Гауса.

2. Встановлені функціональні залежності впливу сили струму, характеру навантаження, параметрів навколишнього середовища, фізико-механічних властивостей матеріалу (температура плавлення, твердість і тлі.) на процеси руйнування робочих поверхонь контактів та показники надійності контактування.

Список літератури

1. Буткевич Г. В. Дуговые процессы при коммутации электрических цепей / Г. В. Буткевич. – М.: Энергия, 1973. – 172 с.
2. ГОСТ 403-73. Аппараты электрические на напряжение до 1000 В. Допустимые температуры нагрева частей аппаратов.
3. Намитков К. К. Испытания аппаратов низкого напряжения / К. К. Намитков. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.
4. Тушинский Л. И. Исследование структуры и физико-механических свойств покрытий / Л. И. Тушинский, А. В. Плохов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 196 с.
5. Экспериментальные и теоретические исследования по созданию нового поколения магнитных пускателей на токи до 160 А. – Чебоксары: Наука, 1989. – 115 с.

Представлены результаты исследований структуры рабочих поверхностей серийных контактов после испытания их на электроэрозионную устойчивость.

Напыление, плазмотрон, электрический аппарат, пускатель, выключатель, контактор, контакт-деталь.

The results of studies of working surfaces' structure of serial contacts after electroerosion sustainability testing are presented.

Spraying, plasma, electrical apparatus, switch, contactor, pin-details.

УДК. 631.334

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ГЛИБОКОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

***П. М. Кухаренко, кандидат технічних наук
Дніпропетровський державний аграрно-економічний
університет***

Запропоновані напрямки зменшення енергоємності глибокого обробітку ґрунту.

Агрегат, засіб, енергонасиченість, ротаційні органи.

© П. М. Кухаренко, 2015