

WPLYW STRUKTURY MATERIAŁU STYKOWEGO W-Ag NA CHARAKTER ZNISZCZEŃ EROZYJNYCH PRZY PRACY ZWARCIOWEJ

¹⁾ Kazimierz Kaliszuk, ²⁾ Jacek Senkara

Przedstawiono wyniki badań materiału stykowego W-Ag50 o dwu różnych typach struktury po próbie zwarciowej zdolności łączenia. Wykazano, iż wielkość ziaren szkieletu wywiera znaczący wpływ na charakter i zasięg zniszczeń erozyjnych.

WSTĘP

Współczesne powietrzne wyłączniki zwarciove charakteryzują się brakiem rozdziału funkcji przewodzącej i opalnej styków. Oznacza to, że ta sama nakładka stykowa przy różnych warunkach pracy musi sprostać różnym obciążeniom. W wyłączniku zwarciowym na przykład, w stanie zamkniętym styków, przewodzi prąd nominalny. W warunkach zwarcia przewodzi prąd zwarciowy w czasie potrzebnym do zadziałania wyzwalaczy termicznych. Ponadto rozłącza i załącza obwód w stanie nominalnym oraz w stanie zwarciowym przyjmując przy otwieraniu i zamykaniu styków obciążenie cieplne łuku elektrycznego. Konieczność równoczesnego wypełniania tych funkcji wymaga odpowiedniego doboru składu i struktury materiału stykowego.

Niektóre aspekty zmian strukturalnych materiałów kompozytowych na osnowie wolframu (W-Ag, W-CuSb) podczas badania trwałości łączeniowej (co odpowiada nominalnym warunkom pracy łącznika) oraz zwarciowej zdolności łącze-

¹⁾ Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
ul. Wólczyńska 133, 01-919 Warszawa

²⁾ Politechnika Warszawska, Zakład Spawalnictwa
ul. Narbutta 85, 02-524 Warszawa

nia przedstawiono uprzednio w pracach własnych [1,2]. Wykazano tam, iż mimo pewnego podobieństwa, mechanizm erozji łukowej materiału styków w warunkach nominalnej i zwarciowej pracy łącznika elektrycznego jest odmienny [1]. Procesy metalurgiczne, (rozumiane jako zmiany struktury materiału stykowego pod wpływem wysokich temperatur), zachodzące w tym czasie są złożone, ich klasyfikacja i dyskusja prowadzi do wniosku, iż nie ma takiego materiału stykowego, który spełniałby wszystkie wymagania [3]. Każdy dobór materiału na nakładki stykowe musi być wobec tego rezultatem pewnego kompromisu, uwzględniającego jednakże dominujący charakter pracy danego aparatu elektrycznego. W przypadku energetycznych wyłączników powietrznych będą to parametry zwarciove.

Struktura fazy trudno topliwej jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o właściwościach i obszarze zastosowania kompozytowego materiału stykowego. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań charakteru zniszczeń strukturalnych dwu rodzajów materiałów stykowych w trakcie zwarciowego cyklu łączeniowego w powietrznym energetycznym wyłączniku niskonapięciowym. Stanowiły one kontynuację wspomnianych wcześniej prac.

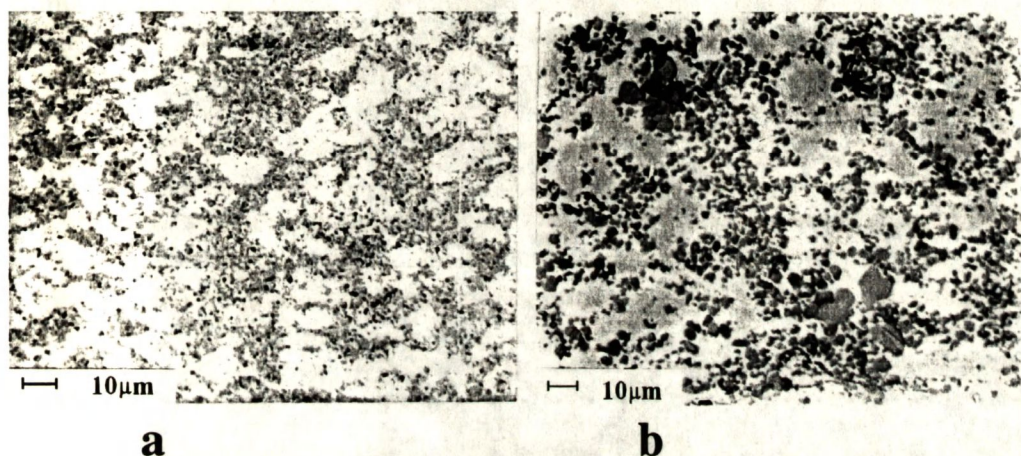
MATERIAŁY I BADANIA

Do badań zastosowano kompozytowy materiał stykowy W-Ag50, otrzymany według uprzednio opracowanej technologii spiekania porowatego szkieletu wolframowego i nasycania ciekłym srebrem [4]. Technologia ta umożliwia sterowanie strukturą fazy trudno topliwej w różnych etapach procesu. Spośród potencjalnych możliwości kształtowania struktury, co przedyskutowano uprzednio w pracy [5], wybrano operację spiekania jako szczególnie znaczącą i odpowiedzialną z punktu widzenia właściwości fazy trudno topliwej kompozytu.

Wykonano dwie serie próbek o odpowiednim kształcie w formie nakładek styku ruchomego i nieruchomego, o jednakowym składzie chemicznym, stosując te same proszki wyjściowe. Obie partie materiału różniły się natomiast zasadniczo strukturą fazy trudno topliwej. Odmienną strukturę szkieletu uzyskano poprzez odmienne prowadzenie procesu spiekania obu serii próbek. Otrzymano materiał o identycznej porowatości całkowitej i otwartej. Oba rodzaje szkieleatów nasycano srebrem w jednakowych warunkach.

Struktury materiałów przedstawiono na Rys. 1 a, b. W pierwszym z nich

średnica ziaren wolframu tworzącego szkielet nie przekracza 1 mikrometra, próbki te dalej będą określane jako "drobnoziarniste". W drugiej wersji kompozytu średnice ziaren szkieletu są rzędu kilku do kilkunastu mikrometrów (próbki "grubozarniste"). W obu przypadkach pomiędzy ziarnami wolframu obserwuje się "szyjki", świadczące o zbliżonym stopniu spieczenia. Podobna jest również wielkość pól fazy srebrnej na szlifie metalograficznym, aczkolwiek w przypadku próbki drobnoziarnistej są one bardziej rozgałęzione.



Rys. 1 Struktura kompozytu W-Ag przed badaniami zwarciovymi.

Faza jasna to srebro, szara - wolfram.

- a) próbka drobnoziarnista,
- b) grubozarnista.

Nakładki stykowe obu rodzajów zamontowano parami (tzn. z odpowiadających sobie materiałów) w trzech torach prądowych seryjnych wyłączników FB-150 produkcji Ema-Elester w Łodzi i poddano badaniom zwarciovym. Próby zwarciovej zdolności łączenia przeprowadzono w cyklu P-1 według PN-74/E-06151. Parametry badania były następujące:

napięcie łączeniowe	550 V
współczynnik mocy	0,3
spodziewany prąd zwarciovym	10 kA
rzeczywisty prąd zwarciovym	12 - 18 kA

Cykl pracy wyłącznika (W-t-ZW) obejmował zewnętrzne włączenie prądu zwarciovej przy zamkniętych zestykach wyłącznika, wyłączenie go po

chwili przez badany wyłącznik po zadziałaniu wyzwalaczy termicznych, włączenie obwodu w stanie zwarcia po przerwie 3 min. i ponowne samoczynne wyłączenie. A zatem nakładki stykowe dwukrotnie przewodziły pełny prąd zwarciaowy przez krótki okres, jednokrotnie go załączały i dwukrotnie wyłączały.

Po testach zwarciaowych nakładki stykowe poddano badaniom zewnętrznym i wykonano z nich zgłady metalograficzne prostopadłe do powierzchni styku.



a

b

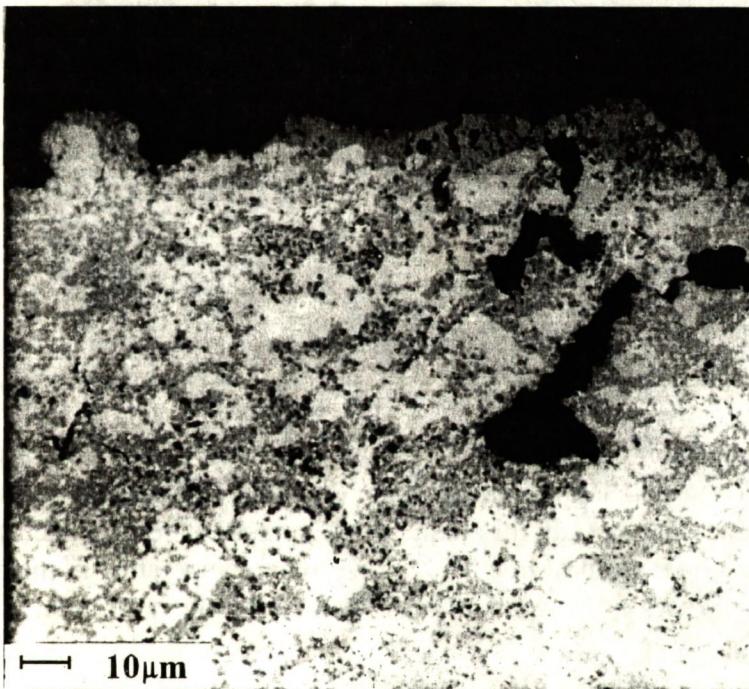
Rys. 2 Powierzchnie robocze styków W-Ag50 po próbie zwarciaowej:

- a) styk o szkielecie drobnoziarnistym,
- b) styk o szkielecie gruboziarnistym.

WYNIKI BADAŃ

Rys. 2 a,b przedstawiają powierzchnie robocze obu rodzajów styków po wyżej opisanej próbie zwarciaowej. Można zaobserwować na nich wiele otwartych porów, z których całkowicie odparowało srebro. Materiał ma charakter specyficznej gąbki: obok porów widoczne są obszary o dużym stopniu spiecz-

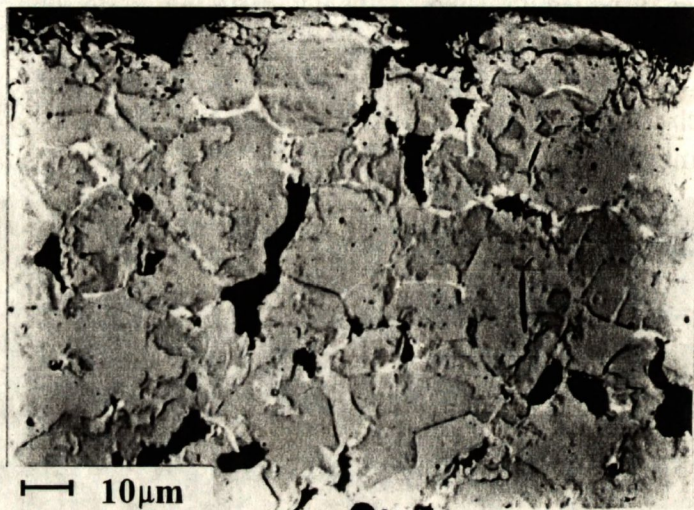
nia, a także liczne rejony powierzchni w kształcie zestalonych kropelek, w których wolfram znajdował się niewątpliwie w stanie ciekłym. Mechanizm powstawania tego rodzaju zniszczeń erozyjnych podczas łączenia prądów zwarciowych zaproponowano uprzednio [1]. Jednak charakterystyczną, zasadniczą różnicą pomiędzy badanymi dwoma typami materiałów jest obecność głębokich pęknięć na powierzchni nakładki o szkielecie gruboziarnistym i ich zupełny brak w nakładce drobnoziarnistej. Należy wspomnieć także, iż nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy stykami ruchomymi i nieruchomymi wykonanymi z tej samej serii materiału.



Rys. 3 Przekrój nakładki stykowej o szkielecie drobnoziarnistym po badaniach zwarciowych. Faza szara - wolfram, jasna - srebro.

Przekroje poprzeczne nakładek stykowych przedstawiono na kolejnych Rys. 3 i 4. W materiale o szkielecie drobnoziarnistym obszar zniszczeń strukturalnych jest ograniczony do warstwy bliskiej powierzchni. W głębi nakładki stykowej widoczne są tylko sporadycznie występujące pory, natomiast struktura materiału pozostaje zasadniczo niezmienną. Nie występuje zmiana wiel-

kości ziaren szkieletu. Natomiast w materiale stykowym o szkielecie gruboziarnistym zasięg zniszczeń erozyjnych jest znacznie większy i dochodzi nawet do strefy złącza nakładki z podstawą styku. Widoczne są znaczne ubytki srebra w całej objętości i duże pory.



Rys. 4 Struktura gruboziarnistej nakładki stykowej po badaniach zvarciowych. Widoczne niewielkie pozostałości srebra (faza jasna) w szkielecie wolframowym.

Porównanie struktur przed i po próbie zvarciowej (Rys. 1b i 4) wykazuje znaczny rozrost ziaren szkieletu wolframowego. Charakter zniszczeń erozyjnych (pęknięcia powierzchniowe, ubytki srebra, pory, rozrost ziaren szkieletu) i ich zasięg wskazują na występowanie lokalnie wysokiej temperatury w materiale gruboziarnistym, znacznie wyższej niż dla styków drobnoziarnistych.

WNIOSKI

1. Wielkość ziaren fazy trudno topliwej kompozytu W-Ag50 ma znaczący wpływ na charakter i zasięg erozji materiału stykowego podczas pracy zvarciowej wyłącznika.
2. W materiale stykowym o drobnoziarnistej strukturze szkieletu występuje mniejszy ubytek srebra niż w materiale o szkielecie gruboziarnistym.
3. W materiale gruboziarnistym występuje dalszy rozrost wielkości ziaren przy pracy zvarciowej, nie występuje on natomiast w materiale drobnoziarnistym.

K. Kaliszuk, J. Senkara

4. Zasięg zniszczeń erozyjnych jest wielokrotnie większy w materiale gruboziarnistym, obejmując całą wysokość nakładki stykowej, podczas gdy w materiale drobnoziarnistym jest on ograniczony do warstwy przyległej do powierzchni roboczej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Kaliszuk K., Senkara J.: Analiza zjawisk zachodzących w kompozytowych materiałach stykowych w łuku elektrycznym. *Mat. Elektroniczne*, 1989, 3 39-42
- [2] Senkara J.: Analysis of sintering process during the function of two-phase electrical contacts. *Sci. Sint.* 19, 1987, 133-142
- [3] Michal R., Saeger K. E.: Metallurgical aspects of silver-based contact materials for air-break switching devices for power engineering. *IEEE Trans. CHMT* 12, 1989, 71-81
- [4] Kaliszuk K., Senkara J., Bucholc W., Frydman K., Dulaska A.: Opracowanie technologii partii prototypowej materiału stykowego W-Ag, przeznaczonego do wyłącznika FB. Sprawozdanie wewnętrzne ITME. 1986. Nie publikowane.
- [5] Kowalczyk J., Senkara J.: On the possibilities of shaping refractory phase structure of composite contact materials. *International Conf. on Electrical Contacts, Beijing (China) 1989. Conf. Proc.* 589-597