

Materiały stykowe w przełącznikach

W projektowaniu współczesnych przełączników stosowane są materiały, które można podzielić na trzy główne grupy: srebro/tlenek kadmu, srebro/tlenek cyny i srebro/nikiel. Jako materiał bazowy dla materiałów kontaktowych w inżynierii niskonapięciowej stosuje się srebro ze względu na to, że ma ono najwyższą elektryczną i termiczną przewodność ze wszystkich metali, prawie nie utlenia się i wykazuje dobrą odporność na korozję.

W zależności od zadań stawianych przed różnymi typami przełączników, różne własności materiałów są istotne, a zanotowane zmiany w zachowaniu materiałów kontaktowych podczas przełączania są powiązane z ich ogólnymi właściwościami metalurgicznymi. Wymagania dla materiałów kontaktowych można podzielić według zadań stawianych przełącznikom w następujący sposób:

- załączanie obciążenia - odporność na zgrzewanie, małe zużycie styków;
- trwałe obciążenie - mała rezystancja zestyków, mały przyrost temperatury, odporność na zgrzewanie;
- wyłączanie obciążenia - małe zużycie styków, duża wytrzymałość na działanie łuku elektrycznego, dobre właściwości gaszenia łuku.

Jako materiał stykowy ogólnego zastosowania najbardziej popularny do niedawna był AgCdO ze względu na swą doskonałą odporność na erozję (powodowaną łukiem elektrycznym) i zgrzewanie oraz wysoką przewodność elektryczną i termiczną.

AgNi cechuje się większą tendencją do zgrzewania, małą odpornością na działanie prądów udarowych,

większa jest też tendencja do przenoszenia materiału z jednego styku na drugi w aplikacjach stałoprądowych. Dlatego też materiał ten jest głównie stosowany w przełącznikach pomocniczych, mających zastosowanie w aplikacjach niskoprądowych (np. R4). Z kolei AgNi wykazuje również zadowalające własności w miniaturowych przełącznikach RM84/RM85/RM87, w aplikacjach zmiennoprądowych z obciążeniem rezystancyjnym.

Kadm, będący składnikiem materiału AgCdO, był od dawna krytykowany ze względu na jego rakotwórcze działanie. Wobec rosnącej w ostatnich latach świadomości ekologicznej, używanie kadmu w stykach zostało poważnie ograniczone na świecie. Z tego powodu od wielu już lat prowadzone są prace rozwojowe mające na celu znalezienie materiału alternatywnego do AgCdO.

Najważniejszą grupę stanowią dziś materiały AgSnO. Nie były one dotąd powszechnie stosowane z powodu formowania się warstw tlenku cyny na powierzchni styków podczas pracy łączeniowej oraz znacznych przyrostów temperatury zestyków pod dużym obciążeniem, wynikających ze wzrostu rezystancji. Obecnie AgSnO jest dostępny w bardzo dużej liczbie odmian. Materiały z tej grupy wykazują znakomite właściwości zarówno przy obciążeniach z dużymi prądami udarowymi, jak i niskimi prądami stanu ustalonego oraz mają dobrą odporność na erozję styków i zgrzewanie. Jednak duży wpływ na osiągi zestyków ma poziom tlenku w związku, jak też metoda wytwarzania i obecność domieszek, które zaczęto stosować głównie w celu obniżenia rezystancji zestyków i podniesienia odporności na przenoszenie materiału.

Europejscy producenci materiałów stykowych wytwarzają AgSnO metodą mieszania proszków w różnego rodzaju procesach metalurgii proszkowej, stosując jako domieszki tlenki różnych metali, np. wolframu, bizmutu, miedzi czy indu. Producenci japońscy preferują metodę oksydacji wewnętrznej stopu srebra z metalem, wykorzystując tlenek indu do aktyw-

wowania konwencjonalnego procesu wewnętrznego utleniania stopów srebro-metal. Poprzez środki domieszkujejące ustala się także wielkość cząsteczek tlenków co, jak wykazały badania, ma ogromny wpływ na zachowanie łączeniowe materiału.

Jednym z nowych materiałów Ag-SnO testowanych w laboratorium Relpolu był AgSnO 8PX dostarczony przez firmę AMI Doduco, która wytwarza ten materiał przez mieszanie srebra z proszkiem tlenku cyny domieszkowanego w procesie napylania reakcyjnego. Jako domieszki stosuje się CuO oraz Bi₂O₃, które dodawane są, aby poprzez zwiększenie kruchości (łamliwości materiału) wpłynąć na zmniejszenie sił potrzebnych do rozerwania zgrzanego zestyku - przy niewielkich siłach zgrzewających przełącznik poradzi sobie z rozrywaniem zestyku. Domieszkami wpływa się na wielkość ziarenek proszku oraz na gęstość spieku. Poprawiają one także zachowanie materiału w wysokich temperaturach. Metoda wytwarzania stosowana przez AMI Doduco jest odmianą metalurgii proszkowej - polega na mieszanii proszków: srebra i domieszkowanego w niekonwencjonalny sposób tlenku cyny. Materiał ten wykazuje dobre zachowanie przy obciążeniach lampowych, które charakteryzują się dużymi prądami udarowymi - przełączniki serii RM83 (fot. 1) pracujące pod obciążeniem żarówek o łącznej mocy 3000W (U=230VAC) zdolne są do wykonania ponad 30000 załączeń. Przełącznik RM83 doskonale spisywał się z tym materiałem również wtedy, kiedy jako obciążenie zastosowano świetlówki. Warunki próby i przebieg prądu przy załączaniu były następujące:

- typ testowanego przełącznika: RM83-3021-25-1024,
- obciążenie: 20 świetlówek 40W każda, U=230VAC, cosφ=0,5,
- temperatura otoczenia: +60°C,
- cykl pracy przełącznika: 6s załączony/4s wyłączony (jak na rys. 1).

Podczas testu wszystkie badane przełączniki wykonały założoną liczbę 50000 łączeń. W ani jednym przypadku nie stwierdzono zgrzania się zestyku.



Fot. 1.



Fot. 2.

Podobne badania przeprowadzono na miniaturowym przekaźniku RM85 (fot. 2), który pracował w takiej samej aplikacji, przy prawie dwukrotnie większej mocy świetlówek. Przekażniki wykonywały średnio ok. 30000 łączy do wystąpienia zgrzania zestyku.

Zadowolające rezultaty dała również próba obciążenia zestyku przekaźnika lampami halogenowymi o mocy 1000W oraz próby według kategorii DC13 (obciążenie indukcyjne). Jak wykazały badania, materiał AgSnO₈ 8PX bardzo dobrze zachowuje się w aplikacjach, gdzie występują duże prądy udarowe. Wykazuje on swe zalety również przy obciążeniach indukcyjnych, nie jest natomiast najlepszą alternatywą dla AgCdO przy obciążeniach rezystancyjnych.

Bardziej uniwersalnym materiałem z grupy srebro/tlenek cyny jest AgSnO₂In₂O₃, dostarczony do badań przez jednego z producentów japońskich. Oprócz dobrych wyników uzyskanych w próbach przy obciążeniach lampowych, materiał ten odznacza się doskonałym zachowaniem przy obciążeniach rezystancyjnych, gdzie z powodzeniem może zastąpić AgCdO. Materiały wewnętrznie utlenione posiadają generalnie większą gęstość i wyższe wartości twardości niż materiały wytworzone przez metalurgię proszkową. Wynika to z większej drobnoziarnistości. Zapewniają one więc wyższą odporność na erozję powodowaną przez łuk elektryczny. Przeszkodą przed powszechnym stosowaniem AgSnO₂In₂O₃ jest jego cena, znacząco wyższa od ceny materiałów AgSnO produkowanych metodami metalurgii proszkowej, a te i tak są zdecydowanie wy-



Fot. 3.

ższe niż AgCdO. Ten fakt stanowi o tym, że materiały wytwarzane metodą utleniania wewnętrznego mają nikłe szanse na szersze zastosowanie w przekaźnikach. Dlatego oprócz ciągłego udoskonalania materiałów AgSnO wytwarzanych przez mieszanie proszków, producenci materiałów stykowych prowadzą badania zachowań innych materiałów srebro-tlenek metalu tj. AgZnO oraz AgFe₂O₃. Zwłaszcza ten pierwszy ma szansę zastąpić AgCdO w przekaźnikach ogólnego zastosowania. Zawiera on wolframian srebra ewentualnie molibdenian srebra jako domieszkę znacząco poprawiającą właściwości łączeniowe. Poprzez domieszkowanie uzyskuje się przede wszystkim pożądaną wielkość ziaren oraz poprawia zachowanie materiału w wysokich temperaturach. Badania opublikowane przez dr Thomasa Schopfa (Tyco) pokazują, że materiał AgZnO jest bardzo wrażliwy na zawartość domieszki, a uzyskując większą drobnoziarnistość domieszki, można uzyskać kilkukrotny wzrost trwałości łączeniowej przekaźnika pracującego pod obciążeniem z dużym prądem udarowym. Za najbardziej obiecujący i oferujący najlepsze rezultaty przy różnych kategoriach obciążeń uznano materiał AgZnO₈ z 0,25% zawartością domieszki Ag₂WO₄. Materiał ten, oprócz jednego z nowych AgSnO, będzie wykorzystany w badaniach przekaźników miniaturowych RM96 (fot. 3), które przeznaczone są głównie do przelączania indukcyjnych obciążeń prądu przemiennego. Właśnie w kategorii łączeniowej AC15, materiał AgZnO najbardziej pokazuje swoje zalety - oferuje nawet kilkukrotny wzrost trwałości łączeniowej w stosunku do AgCdO. Oczywiście wyniki badań przeprowadzonych na jednym typie przekaźnika nie przekładają się bezpośrednio na trwałości osiągnane przez inne konstrukcje, niemniej jednak przewaga nowoczesnych odmian materiałów AgSnO czy AgZnO nad konwencjonalnym AgCdO jest bardzo wyraźna. Dodatkowym atutem materiału srebro/tlenek cynku są jego stosunkowo niskie koszty produkcji (niższe od AgSnO), co zachęca do jego dalszej optymalizacji, a wobec faktu, że jest on nieszkodliwy dla środowiska, ma szansę stać się głównym zamiennikiem AgCdO w przekaźnikach ogólnego zastosowania.

inż. Tomasz Ochocki
Dział Konstrukcyjny Relpol SA

Artykuł powstał w oparciu o materiały firmy Relpol, tel.: (68) 374-30-21 w. 308, fax: (68) 374-38-66.