

Cienkie warstwy metaliczne na tkaninach

Ryszard Mania¹, Konstanty Marszałek²,

¹DMA Sp z o.o., Bielsko Biała

²Wydział Informatyki, Elektroniki i Telekomunikacji, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

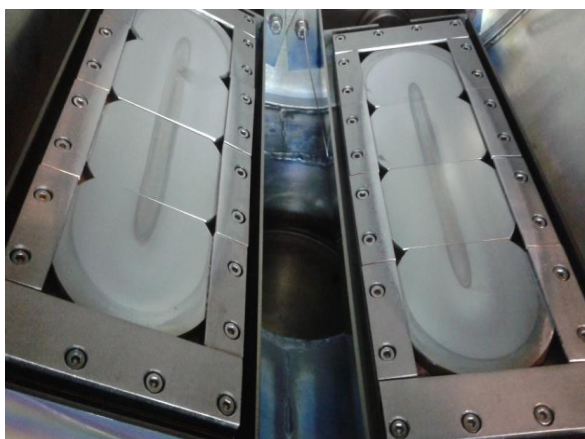
email: rmania@diabmed.eu, marszale@agh.edu.pl

STRESZCZENIE: W pracy opisano proces nanoszenia technika magnetroną cienkich warstw tytanowo-krzemowych na tkaniny użytkowe. Metalizacja tkanin wykonywana jest również innymi metodami np. chemicznymi [1]. Proces prowadzono w komorze próżniowej wykorzystując dwa magnetry liniowe zasilane impulsowym napięciem o częstotliwości 160 kHz. Materiałem rozpylanym były spieki tytanu z krzemem. Przy użyciu elektronowego mikroskopu skaningowego wykonano obserwację uzyskanych pokryć.

SŁOWA KLUCZOWE: jonowe rozpylanie, warstwy metaliczne, tkaniny

1. Wyrzutnie magnetrone

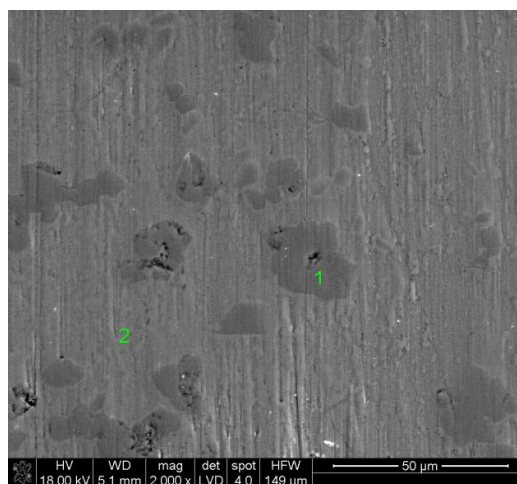
Cienkie warstwy metaliczne były nanoszone na materiały tekstylne, specjalnego zastosowania, metodą jonowego rozpylania MF. Jako źródło nakładanego materiału zastosowano segmentowe tarcze ze spieków metalicznych umieszczone w dwóch wyrzutniach magnetronech przedstawionych na rys. 1.



Rys. 1. Widok zespołu dwóch wyrzutni magnetronech z segmentowymi tarczami ze spieków metalicznych

Spieki otrzymano metodą prasowania na gorąco (Hot Pressing). Jako wsad do prasowania w grafitowych matrycach użyto dobrze homogenizowanej mieszaniny mikroproszków tytanu i krzemu. Mieszanina zawierała 10% at. Si i 90% at. Ti. Na rys. 2 przedstawiono obraz powierzchni spieku tytanowo-krzemowego. Na zdjęciu (rys. 2) widoczne są dwa obszary różniące się stopniem szarości. Obszary jaśniejsze zajmują większą powierzchnię, a obszary ciemniejsze mniejszą. Korzystając z mikroanalityzatora przeprowadzono analizę składu chemicznego spieku w wybranych miejscach. Numerem „1” oznaczono ciemniejszy obszar o przeciętnym wymiarze ok. 20 μm , numerem „2” – przeważający ilościowo obszar jasny. Przeprowadzona analiza wykazała, że obszary „ciemniejsze” zawierają znaczne ilości krzemu, natomiast w obszarach jaśniejszych ilość krzemu jest niewielka. Obserwacje te potwierdza przeprowadzona analiza ilościowa. W obszarze ciemnym ilość Ti w %at. wynosiła 62,35 przy ilości Si 37,65 % at. co odpowiada składowi

chemicznemu krzemku tytanu o wzorze Ti_5Si_3 . Obszary jaśniejsze charakteryzują się składem chemicznym: 96,43% at Ti i 3,57 % at. Si, co bardzo dobrze konweniuje z przewidywaną obecnością roztworu stałego krzemu w tytanie. Podobne obserwacje dotyczące występowania fazy Ti_5Si_3 w spiekach zawierających tytan i krzem potwierdzili autorzy pracy [2].

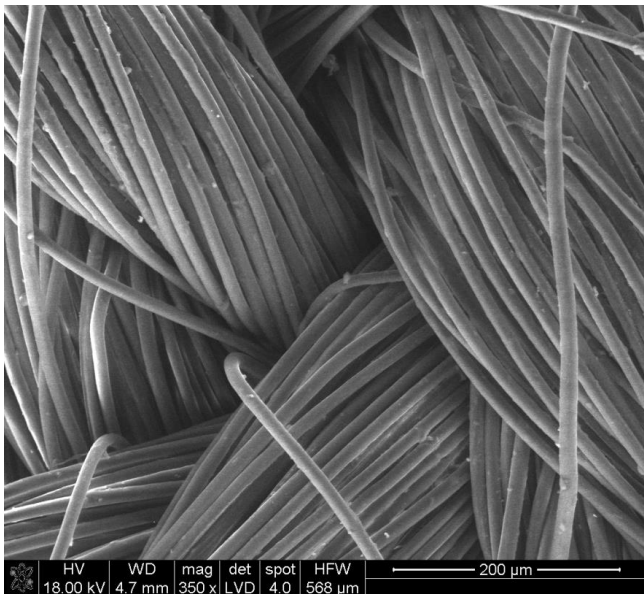


Rys. 2. Obraz powierzchni spieku tytanowo-krzemowego

Do nanoszenia warstw wykorzystano technikę magnetrone korzystając z zasilaczy impulsowych o częstotliwości 160 kHz. W komorze próżniowej aparatury opisanej np. w pracy [3] zainstalowano dwa magnetry liniowe każdy o długości tarczy 20cm. Proces prowadzono przy różnych warunkach określonych wymaganiami pokrycia. Podczas pracy magnetrone występuje silny proces termalizacji. Dla przykładu, zainstalowane dwa magnetry podczas procesu rozpylania przy prądzie katodowym 2,5A i mocy efektywnej 1,9kW każdy, nagrzewają podłoże umieszczone w odległości 15cm do temperatury ok. 120°C już po 5 minutowej depozycji. Przedstawione fakty potwierdzają konieczność chłodzenia podłoża przeznaczonych do nanoszenia na nie warstw – szczególnie tych które nie są odporne na temperaturę lub gdy istnieje potrzeba zapewnienia niższej temperatury ze względu na mikrostrukturę powłok i ich funkcjonalność, np. reflektory promieniowania X [4] lub ekranowanie promieniowania elektromagnetycznego [5].

2. Mikroskopowe badania warstw metalicznych

Nażłone warstwy miały grubości z zakresu 50 do 240 nm. Grubość powłoki dla stałych warunków procesu (napiecie, prąd ciśnienie była funkcją czasu trwania procesu. Przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) wyposażonego w mikroanalizator rentgenowski (EDS) przeprowadzone obserwacje powierzchni naniesionych na tkaniny warstw oraz wykonano badania ich składu chemicznego. Dla ilustracji na rys. 3 przedstawiono zdjęcie mikroskopowe tkaniny bawełnianej pokrytej warstwą Ti-Si. Przy niewielkim powiększeniu (350X) widoczny jest splot badanej tkaniny. Warto w tym miejscu podkreślić, że badana próbka nie wymagała specjalnego przygotowania do wykonania obserwacji, pomimo faktu, że tkanina bawełniana jest izolatorem elektrycznym pokrycie jej warstwą Ti-Si było wystarczającym zabiegiem umożliwiającym odprowadzenie ładunku elektrycznego i wykonanie obserwacji w mikroskopie elektronowym. Na rys. 4 przedstawiono obraz tej samej powierzchni tkaniny bawełnianej uzyskany przy większym powiększeniu (2000x). Łatwo zauważyć, że warstwa ściśle przylega do włókien tkaniny. Widoczne są „mostki” utworzone przez nanoszoną warstwę w miejscach w których włókna znajdowały się blisko siebie. Symbolem „1” zaznaczono miejsce w którym wykonano badania składu chemicznego metodą EDS. Wynik badań warstwy pod względem składu chemicznego jest zgodny z badaniem rozpylanego spieku.



Rys. 3. Obraz SEM materiału pokrytego cienką warstwą metaliczną

3. Podsumowanie

Zbudowano aparaturę próżniową oraz przeprowadzono nanoszenie cienkich warstw metalicznych na materiały metodą jonowego rozpylania MF. Proces prowadzono z użyciem tarcz segmentowych. Otrzymano cienkie warstwy metaliczne pokrywające włókna materiału i zmieniające jego właściwości użytkowe.

1) Wniosek 1.

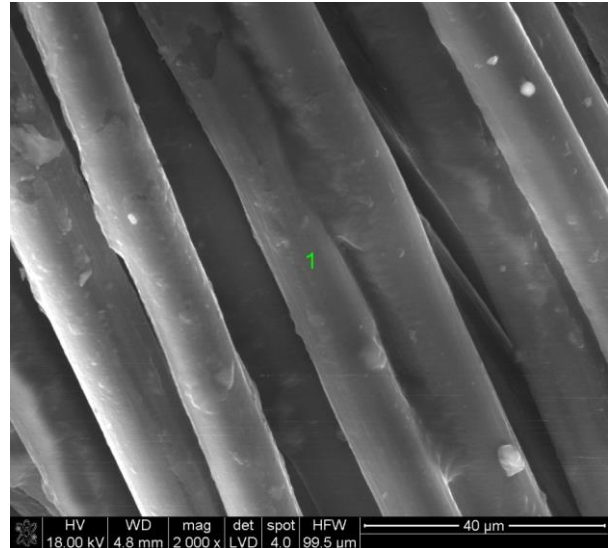
Technika jonowego rozpylania MF pozwala pokryć materiały tekstylne cienkimi warstwami metali i ich związków

2) Wniosek 2.

Badania właściwości pokryć cienkowarstwowych potwierdziły skład fazowy warstw zgodny ze składem rozpylanych tarcz

3) Wniosek 3.

Prowadzone procesy nanoszenia pozwoliły wytworzyć ciągłą warstwę metaliczną na powierzchni włókien o składzie identycznym jak wyjściowy materiał tarczy.



Rys. 4. Pojedyncze włókna tkaniny pokryte cienką warstwą metaliczną

Praca została wykonana w ramach projektu Nr DOB-BIO6/04/104/2014, finansowanego przez NCBiR.

Literatura

- [1] T.Onggar, M. A. Shayed, R.-D. Hund, C. Cherif, Silvering of three-dimensional polyethylene terephthalate textile material by means of wet-chemical processes, *Textile Research Journal*, Vol. 85(6), 658-670, 2015.
- [2] M. Goral, I. Swadźba, G. Moskal, M. Hetmańczyk, T. Tetsu; „Si-modified aluminid coatings on Ti46Al7Nb alloy by slurry metod” , *Intermetallics* **17** (2009) 965-967
- [3] K. Marszałek, J. Stepień, R. Mania, *Computer controlled system for magnetron sputtering deposition of the metallic multilayers*, *Intl. Journal of Electronics and Telecommunications*, 2014, VOL. 60, NO. 4, PP. 291– 298
- [4] H. A. Maghrabi, A.Vijayan, P. Deb, L. Wang, Bismuth oxide-coated fabrics for X-ray shielding, *Textile Research Journal*, Vol. 86(6), pp. 649–658, 2016.
- [5] V. Safarova, M. Tunak, M. Truhlar J. Militky, A new method and apparatus for evaluating the electromagnetic shielding effectiveness of textiles, *Textile Research Journal*, Vol. 86(1), pp. 44–56, 2016.