



Organizator:
Politechnika Warszawska
Instytut Techniki Wytwarzania

Przewodniczący:
Lucjan Dąbrowski
ld@meil.pw.edu.pl
http://snoe.meil.pw.edu.pl

Szkoła Naukowa Obróbek Erozyjnych

SNOE

Artykuły naukowe z 2015 r.

Patronat naukowy: SEKCJA PODSTAW TECHNOLOGII KOMITETU BUDOWY MASZYN POLSKIEJ AKADEMII NAUK

Badania składu chemicznego wybranych próbek po stopowaniu elektroiskrowym

Examination of the chemical composition of selected samples after electro-discharge alloying

AGNIESZKA DMOWSKA*

DOI: 10.17814/mechanik.2015.12.540

Artykuł prezentuje badania nad składem chemicznym warstwy wierzchniej po obróbce stopowaniem elektroiskrowym EDA. Celem badań była ocena skuteczności EDA w zakresie transportu masy z anody na katodę w specyficznych warunkach stopowania tj. z zastosowaniem elektrod monolitycznych, w ośrodkach ciekłych, przy zastosowaniu generatorów tranzystorowych oraz analiza porównawcza skuteczności tego typu stopowania.

SŁOWA KLUCZOWE: stopowanie elektroiskrowe, warstwa wierzchnia, skład chemiczny, transport masy.

The paper presents research over chemical composition of a surface layer after electrodischarge alloying (EDA). The aim of the study was to evaluate the effectiveness of the EDA in the range of mass transport from anode to the cathode in the specific conditions of alloying i.e. use of monolith electrodes, liquid media, use of transistor generators as well as comparative analysis of the effectiveness of this type of alloying.

KEYWORDS: electrodischarge alloying, surface layer, chemical composition, mass transport.

Zawartość pierwiastków przetransportowanych z anody na katodę, w typowych warunkach stopowania elektrodami drgającymi z zastosowaniem generatorów RC w ośrodkach gazowych, wynosi w WW katody maksymalnie 50 – 90 %. Natomiast przy stosowaniu elektrod obrotowych zawartość pierwiastków stopowych wynosi do 20 – 30 % [1, 2].

Celem badania składu chemicznego warstw wierzchnich po stopowaniu elektroiskrowym była ocena skuteczności EDA w zakresie transportu masy z anody na katodę w specyficznych warunkach stopowania tj. z zastosowaniem elektrod monolitycznych, w ośrodkach ciekłych oraz przy

zastosowaniu generatorów tranzystorowych. Badania składu chemicznego próbek obrobionych wybranymi parametrami z użyciem elektrod monolitycznych zostały przeprowadzone na Wydziale Inżynierii Materiałowej z użyciem elektronowego mikroskopu skaningowego S - 3500 N firmy HITACHI. Do badań wykorzystano próbki stopowane elektrodami monolitycznymi z następujących materiałów:

- stal 1H18N9,
- wolfram,
- węgiel wolframu.

Udział pierwiastków stopowych oraz temperatury topnienia poszczególnych elektrod zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1 Zawartość pierwiastków w elektrodach.

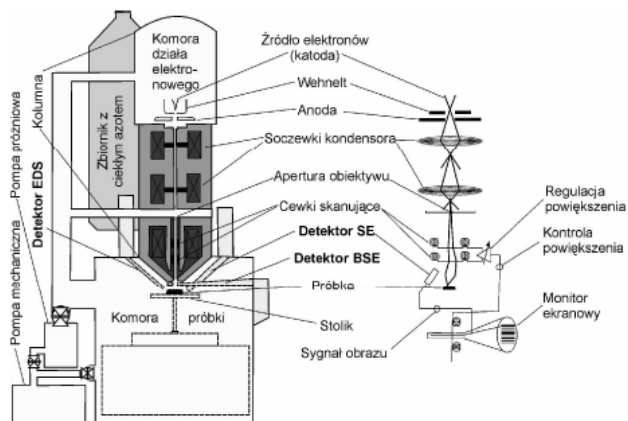
| Elektroda | Pierwiastki - udział % | | | | | | | | | | | |
|-----------|------------------------|------|----|-----|-------|------|-------------|------------|------|----|----|-----|
| | Ttop | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | W | WC | Co | TiC |
| 1H18N9 | 1830°K | 0,12 | 2 | 0,8 | 0,045 | 0,03 | 17,0 - 19,0 | 8,0 - 10,0 | - | - | - | - |
| Wolfram | 3410°C | - | - | - | - | - | - | - | 99,9 | - | - | - |
| WC | 2870°C | - | - | - | - | - | - | - | - | 78 | 6 | 16 |

Badania składu chemicznego zostały przeprowadzone na specjalnie w tym celu przygotowanych próbkach po obróbce stopowaniem elektroiskrowym. Zostały wykonane zględy metalograficzne w kierunku prostopadłym do obrabianej powierzchni. Badania prowadzono w warunkach próżni metodą skanowania powierzchni próbki skupioną wiązką elektronów o dużej energii. Oddziaływanie pomiędzy wiązką a próbką pozwala na otrzymanie wielu sygnałów włączając elektrony wtórne (SE), elektrony wstecznie rozproszone (BSE) i promienie rentgena (X – rays). Elektrony wtórne mają niską energię i są skupione. Oddziałują one z atomami próbki, powodując powstawanie sygnału, który można zidentyfikować w postaci standardowego obrazu. Elektrony wstecznie rozproszone mają wysoką energię i tworzą obraz o atomowej rozdzielczości. Natomiast promienie rentgena umożliwiają badanie składu chemicznego. Widmo promieni rentgena pozwala na identyfikację pierwiastków chemicz-

*mgr inż. Agnieszka Dmowska (agdowska@meil.pw.edu.pl),

nych w badanej próbce. Określa się je na podstawie spektrum energii.

Badanie składu chemicznego próbek przebiega według określonej procedury. Wyselekcjonowane do badania próbki są odtłuszczane i umieszczone na stoliku w komorze próbki elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) (rys. 1). Przy użyciu pompy próżniowej z komory usuwane jest powietrze w celu wytworzenia próżni. Następnie próbka bombardowana jest wiązką elektronów skanującą jej powierzchnię linia po linii.



Rys. 1. Schemat budowy elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) [3].

Przykładowe wyniki badań składu chemicznego WW dla wybranych punktów oraz wykresy obrazujące przebieg zawartości pierwiastków w WW w funkcji odległości od powierzchni zostały przedstawione na rys. 2, 3 i 4. Wykres powstaje z rozkładów zawartości wybranych pierwiastków uzyskanych w wyniku mikroanalizy wzdłuż linii zaznaczonej na zdjęciu WW badanej próbki. Początek wykresu oznacza miejsce najbardziej zbliżone do powierzchni próbki. Oś X wykresu określa odległość od krawędzi próbki do określonego punktu w WW. Podstawowe pierwiastki podlegające analizie to te, których obecności można się spodziewać np.: Fe, Cr, Ni, dla próbek stopowanych elektrodą 1H18N9 i W dla elektrody wolframowej oraz elektrody z węglików spiekanych (WC). Nie należy brać pod uwagę przy tej analizie zawartości węgla, gdyż przy stosowanej aparaturze i procedurze badań wyniki jego zawartość są niewiarygodne.

Ze względu na czasochłonność każdego badania i co za tym idzie koszt, do badań wytypowano próbki dla których spodziewane były wyniki charakterystyczne, czyli próbki stopowane parametrami tak zwanymi twardymi – zgrubna obróbka, łagodnymi – obróbka wykańczająca, jak również parametry pośrednie. Kolejnym kryterium wyboru próbek do badań był stan otrzymanej WW.

Spośród próbek obrobionych elektrodą 1H18N9 do badań zostały wybrane te poddane stopowaniu następującymi parametrami:

I = 48 A, czas impulsu T_i = 1600 μ s.

I = 32 A, czas impulsu T_i = 6400 μ s

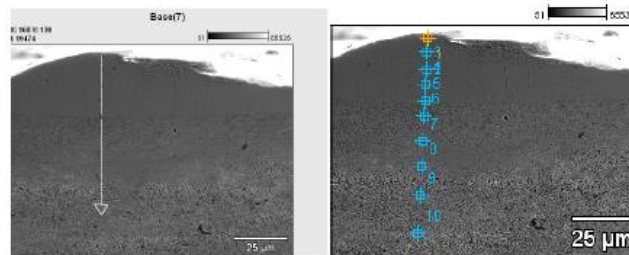
I = 32 A, czas impulsu T_i = 25 μ s

Wyniki analizy składu chemicznego próbki ze stali 45 stopowanej elektrodą 1H18N9 zostały przedstawione na rys. 2. Prąd impulsu I = 48 A, czas impulsu T_i = 1600 μ s. Analiza obejmowała warstwę stopowaną (białą), jak również strefę wpływów cieplnych i realizowana była w próżni wzdłuż linii prostopadłej do powierzchni próbki w głąb WW. Z analizy tej wynika, że grubość warstwy przetopionej o

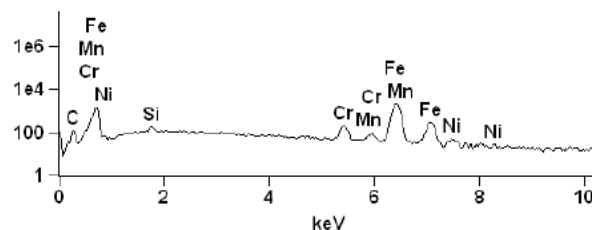
wysokiej zawartości pierwiastków stopowych wynosi około 100 μ m, a udział wagowy w stopowanej warstwie przetopionej jest następujący:

- żelazo (Fe - 84,2 %),
- chrom (Cr – 6,7%),
- nikiel (Ni – 2,8 %)
- mangan (Mn - 1,66 %).

Nikiel oraz chrom pochodzą z materiału elektrody natomiast węgiel w części z nafty, a pozostała część z rodzimego materiału próbki. Stosunek sumarycznej zawartości Cr i Ni do Fe wynosi $9,4/84,2 = 0,11$, a zawartość Cr oraz Ni w stali 1H18N9 wynosi 27 %. Przy założeniu że transport Fe, Ni oraz Cr zachodzą proporcjonalnie można wysnuć wniosek, że średnia zawartość materiału anody w warstwie przetopionej katody wynosi około 35 %.



Log full scale counts: 2042 19P_pt2



| | C-K | Si-K | Cr-K | Mn-K | Fe-K | Ni-K |
|----------|------|------|------|------|-------|------|
| 19P_pt1 | 3,50 | 0,54 | 3,50 | 1,13 | 89,07 | 2,26 |
| 19P_pt2 | 2,36 | 0,48 | 3,67 | 1,28 | 89,88 | 2,34 |
| 19P_pt3 | 2,81 | 0,43 | 3,89 | 1,50 | 88,76 | 2,61 |
| 19P_pt4 | 2,45 | 0,33 | 3,32 | 1,08 | 90,97 | 1,86 |
| 19P_pt5 | 1,36 | 0,40 | 1,49 | 1,18 | 95,21 | 0,37 |
| 19P_pt6 | 1,83 | 0,29 | 0,38 | 0,95 | 96,16 | 0,39 |
| 19P_pt7 | 2,56 | 0,38 | 0,10 | 0,86 | 95,97 | 0,12 |
| 19P_pt8 | 1,31 | 0,32 | 0,05 | 1,01 | 97,31 | 0,00 |
| 19P_pt9 | 3,29 | 0,36 | 0,29 | 1,12 | 94,63 | 0,32 |
| 19P_pt10 | 2,15 | 0,42 | 0,07 | 0,86 | 96,34 | 0,17 |

Rys. 2. Fot. SEM badanego zglądu z zaznaczeniem analizowanego odcinka. Fot. SEM badanego zglądu z zaznaczeniem analizowanego odcinka dla analizy punktowej. Analiza składu chemicznego WW (wyniki analizy punktowej) dla stopowania elektrodą 1H18N9 w nafcie. Prąd impulsu I = 32 A, czas impulsu T_i = 6400 μ s.

Podobne badania przeprowadzono dla próbki ze stali 45 stopowanej w podobnych warunkach, to jest elektrodą 1H18N9 w nafcie. Próbka ta była stopowana z zastosowaniem mniejszego natężenia prądu impulsu I = 32 A i dłuższym czasie impulsu T_i = 6400 μ s, w stosunku do próbki pierwszej. Wagowy udział pierwiastków w tej próbce jest niższy niż w analizowanym uprzednio przypadku (dla parametrów 48 A, 1600 μ s), również grubość warstwy wierzchniej jest prawie o połowę mniejsza. Spadł głównie udział wagowy pierwiastków pochodzących jedynie z elektrody. Udział wagowy chromu jest mniejszy o 2,36% (4,3 % Cr), a niklu o 1,22 % (1,18 % Ni). Udział materiału anody w warstwie przetopionej wynosi w tym przypadku około 20 % Świadczyć to może o istotności wpływu natężenia prądu impulsu na transport masy. W warstwie przetopionej po stopowaniu przy parametrach I = 32 A, T_i = 25 μ s zawartość Cr wynosi około 5,5 % a Ni około 2,6 %, a więc jest wyższy

niż dla pierwszego przypadku, może to świadczyć o tym, że bardziej sprzyjające warunki do transportu masy występują przy krótszych czasach wyładowań.

Próbka stopowana elektrodą 1H18N9 z zastosowaniem parametrów $I = 32$ A, $Ti = 25$ μ s również została poddana analizie zawartości pierwiastków chemicznych. Ich średnia zawartość w warstwie przetopionej wynosi:

- żelazo (Fe – 87,4%),
- chrom (Cr – 5%),
- nikiel (Ni – 2,42 %)
- mangan (Mn – 1,2 %).

Wagowy udział pierwiastków w tej próbce jest niższy niż w analizowanym uprzednio przypadku, również grubość warstwy wierzchniej jest prawie o połowę mniejsza. Spadł głównie udział wagowy pierwiastków pochodzących jedynie z elektrody. Udział wagowy chromu jest mniejszy o 1,7 % od zawartości chromu w próbce stopowanej elektrodą 1H18N9 przy parametrach 48A, 1600 μ s, natomiast większy o 0,7 % od próbki stopowanej z zastosowaniem parametrów 32 A, 6400 μ s. (5 % Cr). Podobnie udział niklu jest nieznacznie mniejszy niż w przypadku pierwszej stopowanej próbki o 0,4 %, natomiast większy niż w przypadku użycia 1,24 % (2,42 % Ni). Udział materiału anody w warstwie przetopionej wynosi w tym przypadku około 27 %.

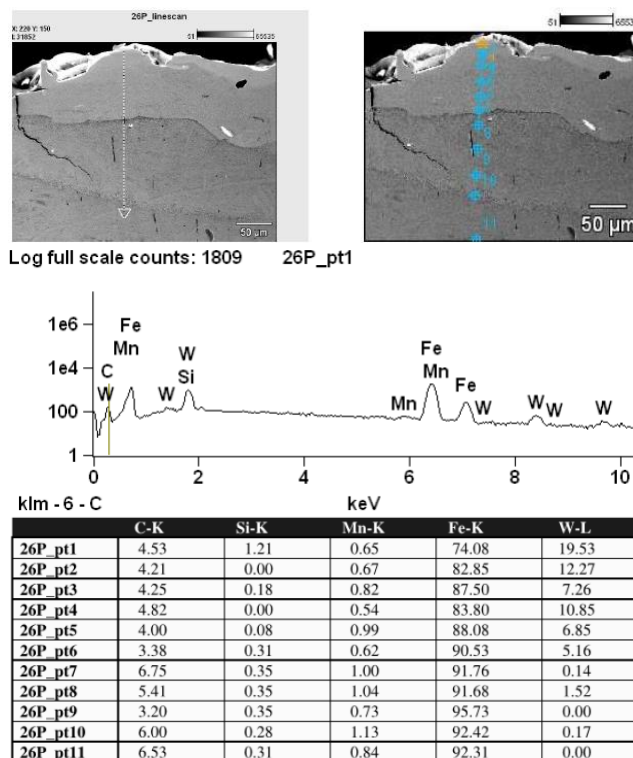
Podsumowując zawartość chromu i niklu w WW stopowanych elektrodą 1H18N9 przy typowych parametrach wynosi Cr = 3.8 – 6.7%; Ni = 1.2 – 3.2%.

| Próbka | Cr [%] | Mn [%] | Fe [%] | Ni [%] |
|--------------------|----------|--------|-------------|----------|
| 48 A, 1600 μ s | 6,7 | 1,66 | 84,22 | 2,8 |
| 32 A, 6400 μ s | 4,3/3,68 | 1,30 | 89,75/89,24 | 1,18/2,4 |
| 32A, 25 μ s | 5 | 1,2 | 87,4 | 2,42 |

Nasylenie pierwiastkami pochodzącymi z elektrody roboczej przy użyciu elektrody 1H18N9 jest największe po zastosowaniu parametrów $I = 48$ A, oraz $Ti = 1600$ μ s. Nasylenie warstwy wierzchniej pierwiastkami pochodzącymi z elektrody roboczej zmniejsza się przy zastosowaniu natężenia prądu impulsu na poziomie 32 A. Można także wywnioskować, że na transport masy, ma wpływ również czas impulsu. Jego zwiększenie przy zastosowaniu prądu impulsu na poziomie 32 A wpływa na zmniejszenie udziału wagowego pierwiastków. Liczba przeprowadzonych eksperymentów jest jednak zbyt mała do wyciągnięcia ogólnych wniosków na temat wpływu parametrów obróbki na skład chemiczny.

Podczas analizy jakościowej identyfikacji podlegają poszczególne pierwiastki w widmie charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego. Poniżej zamieszczono wykresy przedstawiające zawartość pierwiastków bezpośrednio przy powierzchni (badanie obrobionej powierzchni) oraz w WW w funkcji odległości od powierzchni (uzyskane w wyniku mikroanalizy rozkładów zawartości wybranych pierwiastków w WW wzdłuż linii zaznaczonej na zdjęciu próbki). Podstawowe pierwiastki podlegające analizie to te, których obecności można się spodziewać dla próbek stopowanych elektrodą z wolframu tj. Fe, W. Procentowy udział masy wolframu w WW reprezentuje wielkość – W%.

Zawartość wolframu w WW próbki stopowanej elektrodą wolframową z zastosowaniem parametrów prądowych: prąd impulsu $I = 24$ A, czas impulsu $Ti = 400$ μ s określona została na poziomie niemal 15 %.



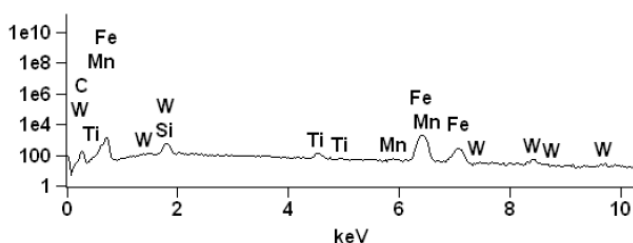
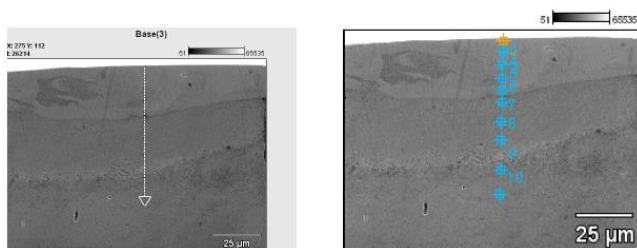
Rys. 3. Fot. SEM badanego zglądu z zaznaczeniem analizowanego odcinka. b) Fot. SEM badanego zglądu z zaznaczeniem analizowanego odcinka dla przebiegu analizy punktowej, c, d) analiza składu chemicznego WW (wyniki analizy punktowej) dla stopowania elektrodą wolframową w nafcie. Prąd impulsu $I = 48$ A, czas impulsu $Ti = 1600$ μ s.

Mikroanaliza składu chemicznego warstwy przetopionej po stopowaniu elektrodą z wolframu przy zastosowaniu parametrów: $I = 48$ A, $Ti = 1600$ μ s wykazała że zawartość wolframu w tej warstwie wynosi od około 7 do niemal 20% na małej głębokości warstwy wierzchniej. Wysoka zawartość tego pierwiastka jest czynnikiem determinującym bardzo wysoką mikrotwardość WW (do 1200 μ HV). Średnia zawartość wolframu w warstwie białej wynosi ok. 11%. Wzrost natężenia prądu impulsu oraz czasu trwania pojedynczego impulsu prądowego (porównanie do próby z zastosowaniem parametrów: $I = 24$ A, $Ti = 400$ μ s) transport masy jest mniejszy, a udział materiału elektrody w WW zmniejsza się o 4 punkty procentowe.

W analizie próbki stopowanej elektrodą wolframową z parametrami obróbki na poziomie $I = 32$ A, $Ti = 25$ μ s (stopowanie z bardzo krótkim czasem trwania impulsu) zawartość wolframu w otrzymanej WW wynosi około 2%. Badania jednak należałoby powtórzyć, a także rozszerzyć o inne warianty, gdyż na podstawie pojedynczego wyniku nie można wyprowadzać uogólnień, że przy krótkich impulsach prądowych transport masy jest nieefektywny. Porównując zawartość chromu 6.66% i niklu 2.2% w WW po stopowaniu elektrodą 1H18N9 z zawartością wolframu w WW po stopowaniu elektrodą z wolframu można wnioskować, że ponieważ w pierwszym przypadku pierwiastki stopowe stanowią 27% materiału elektrody roboczej natomiast w WW jest ich około 9% więc WW w 66% składa się z materiału próbki i około 30 % z materiału elektrody. Po stopowaniu wolframem zawartość materiału elektrody w WW jest znacznie niższa i w najlepszym przypadku jest zbliżona do 20%, pozostałą część materiału WW stanowi materiał rodzimy próbki. Z tych danych wynika, że w przypadku stopowania elektrodą 1H18N9 transport masy z anody na katodę jest bardziej efektywny niż w przypadku stopowania elektrodą z wolframu. Efekt ten może być związany z wyższą temperaturą

topnienia wolframu i związanymi z tym gorszymi warunkami transportu masy podczas wyładowania iskrowego.

Wybrane próbki stopowane elektrodą z węgla wolframu zostały przebadane pod kątem składu chemicznego. Zaprezentowane wyniki oraz wykresy przedstawiające zawartość pierwiastków bezpośrednio przy powierzchni (badanie obrabianej powierzchni) oraz w WW w funkcji odległości od powierzchni (uzyskane w wyniku mikroanalizy rozkładów zawartości wybranych pierwiastków w WW wzdłuż linii zaznaczonej na zdjęciu próbki). Podstawowe pierwiastki podlegające analizie to te, których obecności można się spodziewać dla próbek stopowanych elektrodą z węgla wolframu tj. W, Ti.



| | C-K | Si-K | Ti-K | Mn-K | Fe-K | W-L |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|
| 32L+ pt1 | 4.88 | 0.08 | 1.19 | 0.92 | 81.60 | 11.32 |
| 32L+ pt2 | 4.90 | 0.55 | 0.86 | 0.96 | 84.31 | 8.43 |
| 32L+ pt3 | 5.02 | 0.32 | 0.94 | 0.66 | 83.74 | 9.31 |
| 32L+ pt4 | 3.75 | 0.29 | 0.23 | 1.00 | 90.97 | 3.76 |
| 32L+ pt5 | 3.88 | 0.00 | 0.75 | 0.92 | 87.71 | 6.74 |
| 32L+ pt6 | 2.86 | 0.25 | 0.00 | 0.64 | 95.96 | 0.29 |
| 32L+ pt7 | 3.48 | 0.37 | 0.00 | 0.76 | 93.85 | 1.54 |
| 32L+ pt8 | 2.89 | 0.38 | 0.00 | 0.75 | 94.99 | 0.98 |
| 32L+ pt9 | 3.48 | 0.32 | 0.00 | 0.92 | 95.29 | 0.00 |
| 32L+ pt10 | 3.55 | 0.31 | 0.00 | 0.84 | 95.29 | 0.00 |

Rys. 4. Fot. SEM badanego zglądu z zaznaczeniem analizowanego odcinka. Fot. SEM badanego zglądu z zaznaczeniem analizowanego odcinka dla przebiegu analizy punktowej. Analiza składu chemicznego WW (wyniki analizy punktowej) dla stopowania elektrodą z węglików spiekanych w nacie. Prąd impulsu I = 32 A, czas impulsu Ti = 100 µs.

Analiza składu chemicznego warstwy wierzchniej wykazała, że zawartość podstawowych pierwiastków w WW, które są do niej wprowadzane w procesie stopowania elektrodą ze spiekanych węglików wolframu jest podobna, jak po stopowaniu elektrodą wolframową i wynosi około 10% wolframu. Na uwagę zasługuje zawartość w WW tytanu (Ti około 1%); pochodzącego podobnie jak wolfram z elektrody roboczej. Zawartość TiC w elektrodzie WC jest na poziomie 16 %. Zawartość składników stopowych maleje wraz ze wzrostem odległości od powierzchni.

Podsumowanie

Artykuł przedstawia wyniki badań składu chemicznego WW dla wybranych próbek z zastosowaniem EDS (Energy Dispersion Spectroscopy). Mikroanaliza promieniowania rentgenowskiego umożliwia prowadzenie jakościowych i ilościowych analiz rozkładu pierwiastków, polegających na automatycznym skanowaniu:

- określonego mikroobszaru powierzchni (tzw. analiza punktowa),
- wzdłuż wybranej linii,

- określonego obszaru powierzchni (tzw. mapping).
- Przeprowadzone badania miały na celu wstępną analizę wpływu parametrów stopowania elektroiskrowego na transport masy z elektrody roboczej na obrabianą powierzchnię i konstituowanie WW.

Tabela 2 Zestawienie składu chemicznego WW w zależności od parametrów stopowania elektroiskrowego – elektroda 1H18N9.

| Material elektrody | parametry | | skład chemiczny | | | | zawartość materiału anody w WW % |
|--------------------|-----------|---------|-----------------|------|-------|------|----------------------------------|
| | I [A] | Ti [µs] | Cr | Mn | Fe | Ni | |
| 1H18N9 | 32 | 25 | 4,99 | 1,2 | 87,39 | 2,42 | 27 |
| 1H18N9 | 32 | 100 | 5,69 | 0,91 | 87,38 | 2,39 | 30 |
| 1H18N9 | 32 | 400 | 3,85 | - | 91,62 | 1,68 | 20 |
| 1H18N9 | 32 | 1600 | 4,83 | 1,23 | 85,48 | 2,48 | 27 |
| 1H18N9 | 32 | 6400 | 4,30 | 1,30 | 89,75 | 1,18 | 20 |
| 1H18N9 | 48 | 1600 | 6,66 | 1,66 | 84,22 | 2,80 | 35 |

Tabela 3 Zestawienie składu chemicznego WW w zależności od parametrów stopowania elektroiskrowego – elektroda W.

| Material elektrody | parametry | | skład chemiczny | | zawartość materiału anody w WW |
|--------------------|-----------|---------|-----------------|---|--------------------------------|
| | I [A] | Ti [µs] | Fe | W | |
| Wolfram | 24 | 400 | - | - | 14,6 |
| Wolfram | 48 | 1600 | - | - | 13 |
| Wolfram | 64 | 400 | - | - | 5,5 |

Tabela 4 Zestawienie składu chemicznego WW w zależności od parametrów stopowania elektroiskrowego – elektroda WC.

| Material elektrody | parametry | | skład chemiczny | | | zawartość materiału anody w WW |
|--------------------|-----------|---------|-----------------|----|-------|--------------------------------|
| | I [A] | Ti [µs] | Ti | Fe | W | |
| WC | 32 | 100 | - | 1 | 83,22 | 9,69 |
| WC | 32 | 1600 | - | - | 91,47 | 2,55 |

Uzyskane wyniki należy traktować jako wstępne ze względu na zbyt małą liczbę prób, która wynikała z ograniczeń finansowych. Pozwalają one jednak na stwierdzenie iż możliwe jest efektywne konstituowanie WW metodą EDA przy zastosowaniu generatorów tranzystorowych w ośrodku pochodzących z elektrody roboczej przy zastosowaniu typowych parametrów obróbkowych I - 24 ÷ 48 [A], Ti – 25 ÷ 1600 [µs] na poziomie do 10 % dla elektrody WC, 6 – 15 % przy zastosowaniu elektrody wolframowej i 20 – 35 % dla elektrody 1H18N9.

LITERATURA

1. Pierzynowski R., „Badania elektroiskrowego stopowania powierzchni elektrodami szczotkowymi”, Rozprawa doktorska Politechnika Warszawska, Warszawa 2001
2. Radek N. „Tworzenie powłok o zróżnicowanych własnościach wybranymi technologiami: elektroiskrową i laserową”, Rozprawa doktorska Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2005.
3. Teper E. „Podstawy mikroskopii skaningowej” <http://www.kgmip.wnoz.us.edu.pl>