

Analiza stanu czynnej powierzchni ściernic impregnowanych węglem amorficznym po procesie szlifowania stopu Titanium Grade 2[®] z użyciem mikroskopii elektronowej i spektroskopii rentgenowskiej (SEM-EDS)

Analysis of the state of amorphous carbon treated grinding wheel active surface after grinding of Titanium Grade 2[®] using SEM-EDS technique

KRZYSZTOF NADOLNY
WALERY SIENICKI
MICHAŁ WOJTEWICZ
KRZYSZTOF ROKOSZ
WOJCIECH KAPŁONEK
MARION WIENECKE
JAN HEEG*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.270

Przedstawiono wybrane rezultaty analizy składu pierwiastkowego na czynnej powierzchni ściernic impregnowanych węglem amorficznym po procesie szlifowania stopu Titanium Grade 2[®], wykonanej z zastosowaniem spektroskopii dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (SEM-EDS). Uzyskane wyniki wskazują na skuteczne wprowadzenie impregnatu bezpośrednio do strefy styku aktywnych wierzchołków skrawających z materiałem obrabianym.

SŁOWA KLUCZOWE: impregnacja ściernic, szlifowanie stopów tytanu, SEM-EDS

In the paper the selected results of analysis of the state of amorphous carbon treated grinding wheel active surface after grinding of Titanium Grade 2[®] using SEM-EDS technique were presented. The obtained results indicate the effective input of impregnating substance directly into the contact zone between abrasive grains and workpiece surface.

KEYWORDS: grinding wheel impregnation, grinding of titanium alloys, SEM-EDS

Podstawowymi czynnikami mającymi wpływ na szlifowalność tytanu i jego stopów są: duża ciągliwość, wysokie wartości współczynników tarcia, podatność na umocnienie podczas szlifowania – pod wpływem wysokiej temperatury – oraz reakcje chemiczne zachodzące między powierzchnią przedmiotu a ziarnem ściernym. Duża ciągliwość powoduje, że podczas szlifowania stopów tytanu tworzą się ciągliwe wióry o dużych rozmiarach i nieregularnych kształtach. Tego typu wióry, powstające w warunkach wysokiej temperatury (powyżej 1000 °C), charakteryzują się podatnością na zalepianie czynnej powierzchni narzędzi ściernych. To niekorzystne zjawisko jest dodatkowo potęgowane przez dużą intensywność zużycia ściernego (termicznego i termo-zmęczeniowego) wierzchołków ziaren ściernych [1÷4].

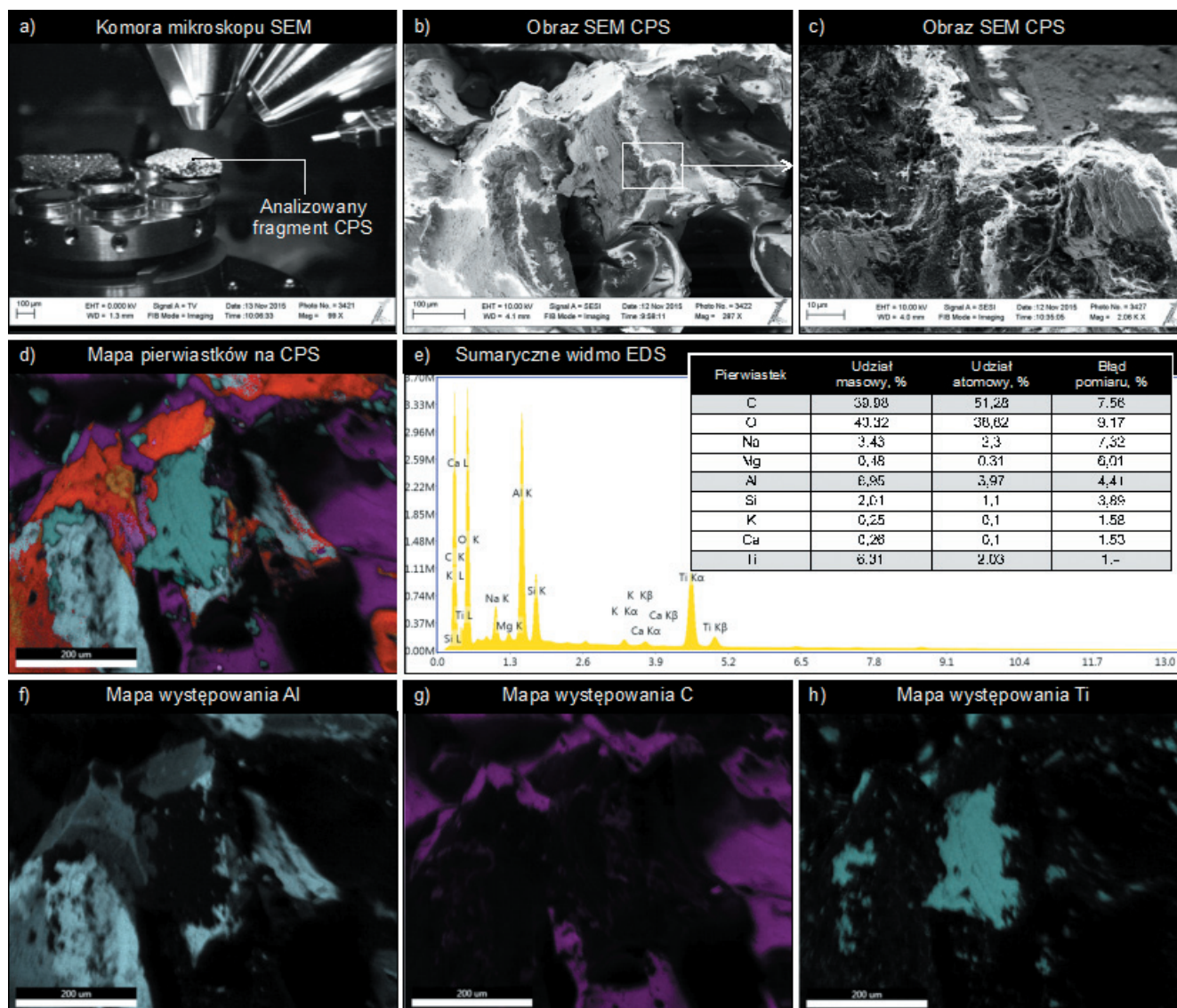
Aby minimalizować wpływ niekorzystnych zjawisk występujących podczas procesu szlifowania tytanu, redukuje się prędkość obrotową ściernicy, stosuje intensywne chłodzenie strefy kontaktu ściernicy z materiałem obrabianym lub modyfikuje konstrukcję ściernic. Takie modyfikacje polegają głównie na stosowaniu ściernic wielkoporowych lub impregnacji ściernic substancjami smarnymi i antyadhezyjnymi. Ściernice wielkoporowe charakteryzują się znacząco zwiększonymi objętościami przestrzeni międzyziarnowych, co ułatwia transport długich, ciągliwych wiórów poza strefę szlifowania, a jednocześnie pomaga w doprowadzeniu do niej płynów chłodziwo-smarujących [5÷7]. Z kolei impregnacja ściernic ma wpływ na warunki chemiczne i tribologiczne w strefie kontaktu aktywnych wierzchołków ziaren ściernych z powierzchnią przedmiotu obrabianego [8, 9]. W literaturze przedmiotu można znaleźć wiele opisów stosowania substancji impregnujących (m.in. siarki, wosku, parafiny, grafitu, dwusiarczku molibdenu lub silikonu), wprowadzanych w pory ściernicy metodami grawitacyjnymi lub ciśnieniowymi [10÷12].

We wcześniejszych pracach autorów przedstawiono możliwości ograniczenia zjawiska zalepiania czynnej powierzchni ściernicy (CPS) w procesie szlifowania stopu Titanium Grade 2[®] za pomocą ściernicy impregnowanej węglem amorficznym [13]. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki analizy stanu CPS o oznaczeniu technicznym 1-35 × 10 × 10-SG/F46G10VTO po procesie szlifowania.

Wybrane rezultaty analizy

Na rysunku pokazano przykładowe wyniki jednej z czterech analiz CPS przeprowadzonych z użyciem spektrometru rentgenowskiego Octane plus firmy Edax (USA), zintegrowanego z elektronowym mikroskopem skaningowym Auriga firmy Zeiss (Niemcy). Badania przeprowadzono w Instytucie Powierzchni i Technologii Cienkich Warstw Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Uniwersytetu w Wismarze (Niemcy). Otrzymane wyniki mikroanaliz EDS przedstawiają mapę rozkładu poszczególnych pierwiastków chemicznych na badanym fragmencie CPS, ich procentowy udział masowy i atomowy.

* Dr hab. inż. Krzysztof Nadolny (krzysztof.nadolny@tu.koszalin.pl), dr hab. Walery Sienicki (walery.sienicki@tu.koszalin.pl), mgr inż. Michał Wojtewicz (michal.wojtewicz@tu.koszalin.pl), dr hab. inż. Krzysztof Rokosz (krzysztof.rokosz@tu.koszalin.pl), dr inż. Wojciech Kapłonek (wojciech.kaplonek@tu.koszalin.pl) – Politechnika Koszalińska; prof. Marion Wienecke (marion.wienecke@hs-wismar.de), dr Jan Heeg (jan.heeg@hs-wismar.de) – Hochschule Wismar



Rys. Wybrane rezultaty analiz stanu czynnej powierzchni ściernicy 1-35×10×10SG/F46G10VTO impregnowanej węglem amorficznym w procesie szlifowania stopu Titanium Grade 2[®] przeprowadzonych z użyciem spektrometru rentgenowskiego Octane plus firmy Edax (USA), zintegrowanego z elektronowym mikroskopem skaningowym Auriga firmy Zeiss (Niemcy): a) widok komory mikroskopu, b-c) obrazy mikroskopowe SEM analizowanego fragmentu CPS, d) wynik mikroanalizy EDS w postaci mapy pierwiastków, e) sumaryczne widmo EDS, f) mapa występowania Al na CPS, g) mapa występowania C na CPS, h) mapa występowania Ti na CPS

Podsumowanie

Uzyskane wyniki potwierdziły znaczący udział impregnatu na CPS – również po procesie szlifowania. Świadczy to o dużej skuteczności zastosowanej metody impregnacji i pozwala wnioskować, że węgiel amorficzny znajdujący się w wolnych przestrzeniach międzyziarnowych może oddziaływać na warunki tribologiczne kontaktu aktywnych wierzchołków ziaren ściernych z powierzchnią przedmiotu obrabianego. Zaprezentowane wyniki analiz SEM-EDS są również dowodem występowania obszarów CPS pokrytych stopem Titanium Grade 2[®]. Były to zalepienia wierzchołków ziaren ściernych wiórami materiału obrabianego. Ich obecność świadczy o ograniczonym działaniu antyadhezyjnym wprowadzonego impregnatu, który najskuteczniej ogranicza powstawanie rozległych zalepień przestrzeni międzyziarnowych CPS.

LITERATURA

- Yang X., Liu C.R. "Machining titanium and its alloys". *Machining Science and Technology*. Vol. 3, No. 1 (1999): pp. 107-139.
- Neslušán M., Czán A. "Machining of titanium and nickel alloys". Žilina: EDIS, 2001.
- Xu X., Yu Y., Huang H. "Mechanisms of abrasive wear in the grinding of titanium (TC4) and nickel (K417) alloys". *Wear*. Vol. 256, No. 7-12 (2003): pp. 1421-1426.
- Teicher U., Ghosh A., Chattopadhyay A.B., Künanz K. "On the grindability of titanium alloy by brazed type monolayered superabrasive grinding wheels". *International Journal of Machine Tools and Manufacturing*. Vol. 46, No. 6 (2006): pp. 620-622.
- Kremen Z.I. "A new generation of high-porous vitrified cBN wheels". *Industrial Diamond Review*. Vol. 63 (2003): pp. 53-56.
- Davis T.D., DiCorleto J., Sheldon D., Vecchiarelli J., Erkey C.A. "Route to highly porous grinding wheels by selective extraction of pore inducers with dense carbon dioxide". *The Journal of Supercritical Fluids*. Vol. 30 (2004): pp. 349-358.
- Nuslusan M. "Grinding of Ni-based alloys with grinding wheels of high porosity". *Advances in Production Engineering & Management*. Vol. 4 (2009): pp. 29-36.
- Webster J., Tricard M. "Innovations in abrasive products for precision grinding". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. Vol. 53 (2004): pp. 597-617.
- Chirkov G.V. "Characteristics of the grinding wheel impregnation processes". *Russian Engineering Research*. Vol. 27 (2007): pp. 387-389.
- Kitajima M., Unno K., Takehara H., Kono T., Soma S. "Segmented grinding wheel and manufacturing method therefor". Patent 2010/0261420 A1, USA, 2010.
- Wu M., Carman L.A., Aspensjo L. "High speed grinding wheel". Patent 6047278, USA, 2000.
- Nadolny K., Sienicki W., Wojtewicz M. "The effect upon the grinding wheel active surface condition when impregnating with non-metallic elements during internal cylindrical grinding of titanium". *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 15, No. 1 (2015): pp. 71-86. ■