

Analiza wpływu powłok przeciwzużyciowych na trwałość narzędzi z nowoczesnych kompozytów WCCo-cBN

Analysis of wear resistant coatings influence on tool life of cutting tools made of WCCo-cBN composite

PIOTR JABŁOŃSKI
 RAFAŁ TALAR
 SZYMON WOJCIECHOWSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.383

We wstępie pracy scharakteryzowano kompozyt WCCo-cBN i jego właściwości eksploatacyjne. W ramach badań porównano trwałość ostrzy wykonanych z kompozytu WCCo-cBN oraz z tradycyjnych węglików spiekanych podczas toczenia rowków w żeliwie sferoidalnym. Badania powtórzone dla materiału ostrza powlekanego i bez powłok przeciwzużyciowych. **SŁOWA KLUCZOWE:** kompozyt WCCo-cBN, powłoki PVD, TiN, TiAlN, trwałość ostrzy

In the introduction of this paper the exploitation properties of the WCCo-cBN tools are described. As part of research, the comparison of tool life obtained for the investigated composite and traditional sintered carbides during groove turning tests of the spheroidal iron is presented. Tests were performed both for coated and uncoated tools.

KEYWORDS: WCCo-cBN composite, PVD coating, TiN, TiAlN, tool life

Nowoczesne technologie przetwarzania materiałów narzędziowych pozwalają jeszcze lepiej wykorzystać potencjał aplikacyjny materiałów supertwardych. Możliwości wytwarzania kompozytów pozwalają ograniczyć wady materiałów supertwardych związane z ich właściwościami fizycznymi (niską udarnością) oraz obniżyć koszty wdrożenia związane z wysoką ceną wytwarzania ostrzy. Powłoki przeciwzużyciowe, które sprawdziły się w przypadku narzędzi z szeroko stosowanych węglików spiekanych, w ocenie autorów mogą jeszcze bardziej rozszerzyć obszar zastosowania narzędzi z materiałów supertwardych, np. z sześciennego azotku boru.

Charakterystyka badanego materiału narzędziowego

Regularny azotek boru (ang. *cubic boron nitride* – cBN) obok polikrystalicznego diamentu, jest jednym z najtwardszych materiałów stosowanych obecnie na ostrza narzędzi skrawających. Na tle innych szeroko stosowanych materiałów spiekanych (węglików), regularny azotek boru cechuje się wyższą twardością, odpornością na zużycie ściernie i chemiczne oraz wysoką odpornością na pracę w podwyższonej temperaturze [1]. Właściwości fizyczne azotku boru o strukturze regularnej prezentuje tabl. I [2, 3]. Zestawiono w niej właściwości dla azotku boru o strukturze regularnej.

TABLICA I. Wybrane właściwości fizyczne azotku boru o strukturze regularnej

Właściwości	Wartości
Gęstość, g/cm ³	3,45÷3,49
Moduł Younga, GPa	909
Twardość HV, GPa	60÷75

Sześcienny azotek boru posiada jednak pewne wady ograniczające możliwości jego zastosowania na narzędzia skrawające. Należą do nich przede wszystkim: niska udarność, wysokie koszty produkcji i trudności technologiczne w obróbce narzędzi związane z wysoką twardością tego materiału. Rozwiązaniem wychodzącym naprzeciw tym problemom są materiały kompozytowe, składające się z azotku boru i osnowy z odmiennego materiału. W przypadku badanego materiału osnowę stanowi WCCo. Kompozyt WCCo-cBN wytworzony został przy pomocy impulsowego spiekania plazmowego [4]. Znane są zastosowania kompozytów narzędziowych opartych o cBN i inne materiały [5].

Potrzeba stosowania powłok odpornych na zużycie

Jednym ze sposobów zwiększenia odporności na zużycie narzędzi skrawających jest stosowanie powłok przeciwzużyciowych. Znane powłoki z materiałów odpornych na zużycie, nanoszone metodami PVD i CVD, jak np. TiN lub TiAlN, znajdują szerokie zastosowanie w przypadku ogólnie wykorzystywanych narzędzi skrawających z węglików spiekanych. Powłoki te pozwalają zwiększyć trwałość narzędzi z węglików spiekanych poprzez podniesienie ich odporności m.in. na zużycie ściernie, chemiczne i adhezyjne [6, 7].

Celem przeprowadzonych badań była ocena możliwości podniesienia skrawności narzędzi wykonanych z nowoczesnych kompozytów WCCo-cBN poprzez zastosowanie powłok odpornych na zużycie. Znane wyniki badań procesów zużycia narzędzi na bazie cBN wskazują na znaczny udział zjawisk chemicznych i adhezyjnych w ogólnym zużyciu ostrza [8]. W związku z tym, zastosowanie powłok zmniejszających ryzyko wystąpienia tych zjawisk powinno pozytywnie wpłynąć na trwałość narzędzi z kompozytu WCCo-cBN.

Metodyka badań

Celem wyznaczenia przebiegu zużycia badanego materiału kompozytowego oraz wpływu zastosowania powłok odpornych na zużycie na trwałość narzędzia przeprowadzono szereg prób toczenia poprzecznego rowków. Materiałem obrabianym było żeliwo sferoidalne EN GJS 400-15. Toczenie było prowadzone z zastosowaniem ostrzy skrawających do nacinania rowków obwodowych. Pojedynczy rowek miał szerokość 2,8 mm oraz głębokość 3 mm.

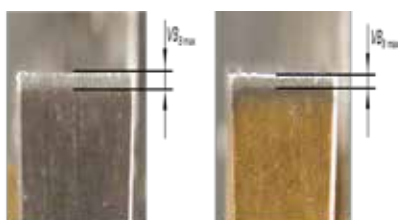
* Mgr inż. Piotr Jabłoński (piotr.le.jablonski@doctorate.put.poznan.pl), dr inż. Rafał Talar (rafal.talar@put.poznan.pl), dr inż. Szymon Wojciechowski (szymon.wojciechowski@put.poznan.pl) – Instytut Technologii Mechanicznej, Politechnika Poznańska



Rys. 1. Widok płytki skrawającej zastosowanej w badaniach eksploatacyjnych

Główny kąt przystawienia ostrza wynosił 90° , a promień naroża $0,1\text{ mm}$. Na rys. 1 przedstawiono zdjęcie płytki skrawającej wykorzystanej w badaniach.

Badaniom przebiegu zużycia poddano kompozytowy materiał WCCo-cBN oraz ogólnie stosowane węgliki spiekane o grupach zastosowań K03 i K10 według normy ISO 513. Materiał kompozytowy został poddany badaniom zużycia w postaci niepowlekanego oraz z powłokami TiN i TiAlN. Węgliki spiekane o grupach zastosowań K10 i K03 zostały przebadane w stanie niepowlekanym oraz z powłoką TiAlN. Jako wskaźnik zużycia przyjęto maksymalną szerokość starcia na powierzchni przyłożenia ostrza – $VB_{B\max}$. Rysunek 2 przedstawia sposób pomiaru i wyznaczenia wskaźnika zużycia. Pomiar zużycia przeprowadzono przy pomocy mikroskopu warsztatowego MWM oraz podstawki pomiarowej do zamocowania narzędzia specjalnej konstrukcji. Obróbkę przeprowadzono na tokarce TUR 560E.



Rys. 2. Sposób pomiaru wybranego geometrycznego wskaźnika zużycia

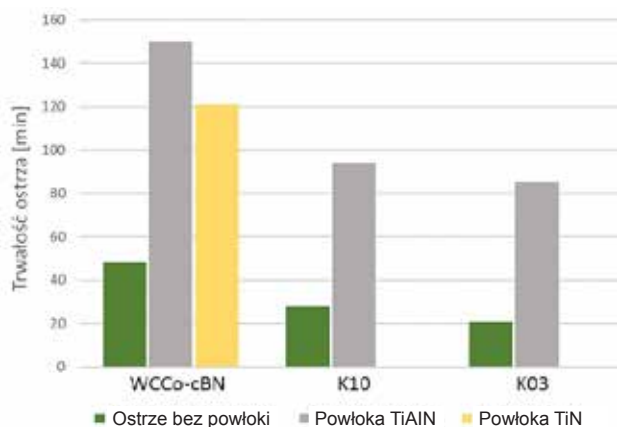
Celem umożliwienia późniejszego porównania wyników otrzymanych dla różnych kombinacji materiału narzędziowego i powłok parametry i warunki obróbki były niezmiennie w trakcie całego eksperymentu. Tablica II przedstawia parametry zastosowane podczas badań eksploatacyjnych. Za krytyczną wartość wskaźnika zużycia $VB_{B\max}$ przyjęto $0,15\text{ mm}$. Wartości zużycia większe od tej wartości powodują cofnięcie krawędzi skrawającej na tyle duże, że nie jest możliwe utrzymanie wymiarów obrabianego detalu w zadanych tolerancjach. Okres trwałości ostrza wyznaczono jako sumę czasów skrawania rowków, aż do osiągnięcia krytycznego zużycia.

TABLICA II. Parametry obróbki w trakcie badań zużycia

Parametry	Wartości
Prędkość skrawania, m/min	175±5
Posuw poprzeczny, mm/obr	0,12
Początkowa średnica, mm	150
Chłodzenie,	Emulsja wodno-olejowa 30%

Wyniki i analiza badań

Na rys. 3 zamieszczono wykres przedstawiający wartości trwałości ostrzy z różnych materiałów i z różnymi powłokami podczas toczenia rowków.



Rys. 3. Porównanie trwałości badanych ostrzy

Wyniki badań eksploatacyjnych pokazują różnice w trwałości ostrzy z różnych materiałów i z różnymi powłokami. W przypadku materiałów niepowlekanych kompozyt WC-Co-cBN charakteryzował się dwukrotnie większą trwałością w stosunku do tradycyjnych węglików o grupach zastosowań K03 i K10. Zastosowanie powłoki TiN na ostrzu kompozytowym pozwoliło wydłużyć czas pracy o 140%. Obserwacja ta dowodzi zasadności stosowania powłok odpornych na zużycie na materiałach supertwardych. Jeszcze lepsze efekty dało zastosowanie powłoki TiAlN. W przypadku ostrza kompozytowego czas pracy został wydłużony trzykrotnie, a w przypadku węglików K10 i K03 – odpowiednio o 230 i 300%.

Wnioski

We wszystkich zbadanych przypadkach zastosowanie powłok na ostrza dało bardzo zadowalające rezultaty w zakresie zwiększenia trwałości ostrza. Efekt ten należy przypisać m.in. wysokiej odporności materiałów powłok na zużycie adhezyjne. Bardzo krótki czas trwałości ostrza z węgla K03 bez powłoki prawdopodobnie jest związany właśnie ze zużyciem adhezyjnym. Intensywne tworzenie i zrywanie szczipień adhezyjnych może prowadzić do destabilizacji warunków obróbki i w efekcie do wykruszenia ostrza z materiału o niskiej udamności.

LITERATURA

- Poulachon G., Moisan A., Jawahir I.S. "Tool-wear mechanisms in hard turning with polycrystalline cubic boron nitride tools". *Wear*. Vol. 250, No. 1 (2001): pp. 576÷578.
- Vel L., Demazeau G., Etourneau J. "Cubic boron nitride: synthesis, physicochemical properties and applications". *Materials Science and Engineering*. Vol. 10, No. 2 (1991): pp. 149÷164.
- Wentrof R.H. "Cubic Form of Boron Nitride". *The Journal of Chemical Physics*. Vol. 26, No. 4 (1957): pp. 956÷962.
- Rosinski M., Michalski A. "WCCo/cBN composites produced by pulse". *Journal of Materials Science*. Vol. 47, No. 20 (2012): s. 7064÷7071.
- Klimczyk P., Figiel P., Petrusha I., Olszyna A. "Cubic boron nitride based composites". *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. Vol. 44, No. 2 (2011): pp. 198÷204.
- Jindal P., Santhanam A., Schleinkofer U., Shuster A. "Performance of PVD TiN, TiCN, and TiAlN coated cemented carbide tools in turning". *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. Vol. 17, No. 1 (1999), pp. 163÷170.
- Aihua L., Jianxin D., Haibing C., Yangyang C., Jun Z. "Friction and wear properties of TiN, TiAlN, AlTiN and CrAlN PVD nitride coatings". *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. Vol. 31, No. 12 (2012): pp. 82÷88.
- Poulachon G., Bandyopadhyay B.P., Jawahir I.S., Pheulpin S., Seguin E. "Wear behavior of CBN tools while turning various hardened steels". *Wear*. Vol. 256, No. 3 (2004): s. 302÷310. ■