

Badania odporności na zużycie ściernie węglkowych ostrzy skrawających

Test of abrasion wear resistance of carbide cutting tools

PIOTR SIWAK
PIOTR JABŁOŃSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.384

W pracy zaprezentowano opracowaną metodę oceny zużycia narzędzi skrawających. Badania zostały wykonane na stanowisku do badań tribologicznych Brucker UMT-2. Przeprowadzone badania dotyczyły określenia odporności na zużycie ściernie ostrzy skrawających z węglków spiekanych bez powłok oraz z powłoką przeciwzużyciową.

SŁOWA KLUCZOWE: badania tribologiczne, narzędzia skrawające, węglki spiekane

In this paper, developed method for wear testing of cutting tools was described. Presented research was performed with Brucker UMT-2 tribology testing station. Conducted test referred to frictional wear resistance of cutting tools edges fabricated of sintered carbides, both with and without anti-wear coatings.

KEYWORDS: tribology test, cutting tools, sintered carbide

Można zaobserwować intensywny rozwój w obszarze spiekanych materiałów narzędziowych, w tym głównie węglków, ceramiki i materiałów supertwardych [1÷2]. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod wytwarzania materiałów narzędziowych można poprawić właściwości materiałów stosowanych na narzędzia skrawające i tym samym zwiększyć opłacalność obróbki [3]. Możliwość wydłużenia czasu pracy narzędzia bez przestojów spowodowanych jego zużyciem pozwala obniżyć koszty, zwłaszcza w warunkach produkcji seryjnej. Prace rozwojowe nad nowymi materiałami narzędziowymi prowadzą do konieczności wdrożeń nowych metod badań do oceny właściwości tribologicznych materiałów narzędziowych.

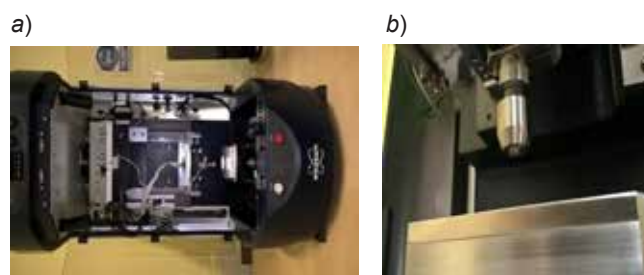
Laboratoryjna metoda badania zużycia materiałów narzędziowych

Do głównych zalet metod badań tribologicznych przeprowadzanych w laboratorium w porównaniu z eksploatacyjnymi badaniami narzędzi wykonywanych na obrabiarkach należy przede wszystkim zaliczyć powtarzalność warunków badawczych, sił i innych parametrów mających wpływ na mechanizmy zużycia (obecność środków smarnych, np. mgły olejowej). W związku z tym wyniki takich badań mogą być szerzej interpretowane a dzięki możliwości dokładnego powtórzenia warunków, można przeprowadzać szerokie badania porównawcze. Co więcej, poważną wadą badań eksploatacyjnych narzędzi jest ich niszczący charakter, zarówno w odniesieniu do narzędzia, jak i materiału obrabianego.

W związku z powyższym przedstawiono laboratoryjną metodę oceny właściwości tribologicznych materiałów stosowanych na narzędzia skrawające. Zaproponowana

metoda zakłada zastosowanie w badaniach wielopróbkowego stanowiska do badań tribologicznych Brucker UMT-2.

Za pomocą stanowiska przeprowadzono badania tribologiczne o zróżnicowanej kinematyce, w zakresie sił obciążających próbkę od 1 do 200 N. Budowę urządzenia przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Stanowisko badawcze UMT-2 Brucker (a) oraz przeciwpróbka zastosowana w badaniach (b)

W trakcie badań analizowano i wyznaczano następujące wielkości:

- siły działające na przeciwpróbkę – F_x (siłą tarcia) i F_z (siłą obciążającą),
- prędkości i położenia napędów,
- poziom emisji akustycznej AE.

W pracy omówiono laboratoryjną, nieniszczącą metodę badania zużycia materiałów stosowanych na ostrza narzędzi skrawających. Celem badań jest ocena charakteru zużycia i jego zmienności w czasie.

Zaproponowana metoda badawcza

Badania przeprowadzono na opisanym w pracy stanowisku firmy Brucker UMT-2. Eksperyment został przeprowadzony w układzie *Pin-on-flat* (trzcienie po płaszczyźnie). Badania te polegają na cyklicznym przemieszczaniu ruchem posuwisto-zwrotnym przeciwpróbki po badanym materiale, pod określonym, stałym obciążeniem. W opisywanym badaniu próbkę stanowiła płytka skrawająca, a przeciwpróbkę – trzcienie z kulką. W tablicy przedstawiono charakterystyczne wielkości opisujące badania w układzie *Pin-on-flat* [4].

Badaniom poddano następujące gatunki węglków spiekanych: P10, P15, H10, H20S (według ISO 513). Płytkę wykonaną z węglka z gatunku P15 została pokryta powłoką przeciwzużyciową z azotku tytanu (TiN) metodą CVD.

W trakcie badań dokonano oceny następujących wielkości: siły pionowej obciążającej przeciwpróbkę, siły tarcia (siły o kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu przeciwpróbki) oraz poziomu emisji akustycznej (AE). Emisja akustyczna była mierzona czujnikiem piezoelektrycznym o zakresie pomiarowym 100÷450 kHz. Pomiar poziomu emisji akustycznej AE pozwala ocenić intensywność drgań

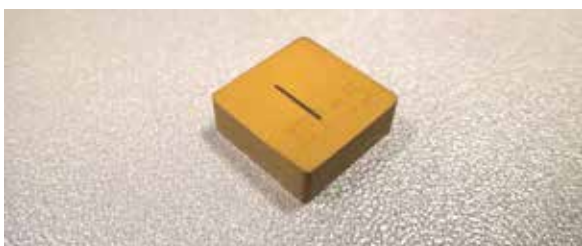
* Dr inż. Piotr Siwak (piotr.siwak@put.poznan.pl), mgr inż. Piotr Jabłoński (piotr.le.jablonski@doctorate.put.poznan.pl) – Instytut Technologii Mechanicznej, Politechnika Poznańska

powstających w trakcie współpracy dwóch materiałów. Wielkość ta jest szeroko stosowana w diagnostyce urządzeń i budowni celem określenia intensywności występowania destruktywnych zjawisk, takich jak: mikropęknięcia, zużycie i korozja [5, 6]. W przypadku opisanych badań poziom emisji akustycznej jest wyrażany w woltach. Na podstawie znanych przebiegów siły obciążającej próbkę oraz siły tarcia wyznaczono przebieg zmienności współczynnika tarcia kinetycznego.

TABLICA. Wielkości charakteryzujące badania tribologiczne w układzie Pin-on-flat

Przeciwpółka	Kulka z WCCo o średnicy ¼ cala
Siła obciążająca, N	50 ± 1
Amplituda ruchu posuwisto-zwrotnego, mm	7
Liczba cykli	4000
Prędkość ruchu przeciwpółki, mm/s	2
Całkowity czas badania, min	480
Całkowity dystans tarcia, m	456

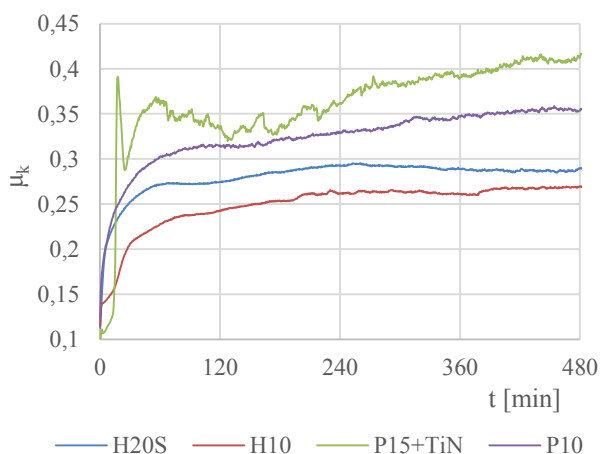
Opisane badania zostały przeprowadzone dla każdej z płytek skrawających wykonanych z różnych gatunków węgla. Rysunek 2 przedstawia ślad zużycia na powierzchni płytki po wykonanych badaniach. Parametry, z którymi przeprowadzono badania, przedstawiono w tabelicy.



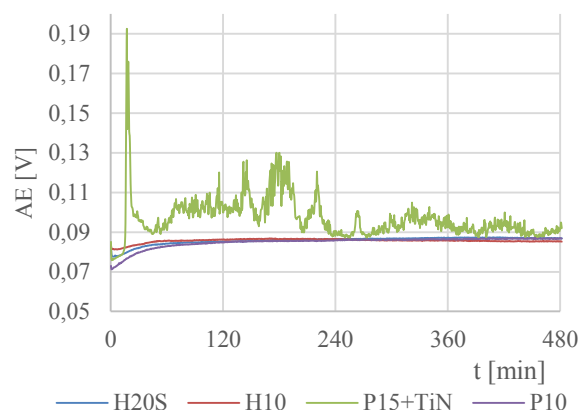
Rys. 2. Ślad zużycia powłoki TiN na płytce skrawającej po badaniu tribologicznym na urządzeniu UMT-2

Wyniki badań

Na rys. 3 przedstawiono wykres współczynnika tarcia obliczonego na podstawie zarejestrowanych wartości sił dla każdego z przebadanych gatunków węglików. Wartości współczynnika tarcia kinetycznego μ_k zaprezentowane na wykresie (rys. 3) dotyczą kinetycznego współczynnika tarcia pomiędzy określonym gatunkiem węgla a przeciwpółką (patrz tablica). Rysunek 4 przedstawia zmienność poziomu emisji akustycznej AE w czasie badania dla poszczególnych próbek.



Rys. 3. Zmienność współczynnika tarcia kinetycznego dla przebadanych gatunków węglików i materiału przeciwpółki



Rys. 4. Zmienność poziomu emisji akustycznej AE w trakcie badania

Wnioski i podsumowanie

- W przypadku płytki z gatunku węgla H10 zaobserwowano najmniejszą wartość współczynnika tarcia kinetycznego oraz jego najwolniejszy wzrost w początkowej fazie zużycia. W przypadku wartości sygnału AE dla tego materiału zaobserwowano najmniejszą zmienność wartości, co świadczy o stabilnym przebiegu zużycia. Wysoka, stała wartość sygnału AE jest związana z dużą twardością materiału; zrywanie mikronierówności powoduje większą emisję akustyczną niż w przypadku materiałów o mniejszej twardości.
- Dla materiału z naniesioną powłoką przeciwozużyciową TiN na wykresach (rys. 3, 4) można zauważyć, że we wstępnej fazie zarówno współczynnik tarcia, jak i emisja akustyczna mają małą wartość. W późniejszej fazie występuje nagle zmiana tych wartości, związana z przerwaniem powłoki przeciwozużyciowej. Niejednorodność na granicy materiału podłoża i powłoki powoduje zarejestrowany niestabilny przebieg współczynnika tarcia i sygnału AE.
- Przeprowadzone badania oraz otrzymane wyniki pozwoliły określić przebieg zużycia w sposób pośredni, na podstawie zmienności wartości współczynnika tarcia kinetycznego i emisji akustycznej. Dodatkowo dzięki nieniszczącemu charakterowi badań metodę można uznać za ekonomiczną i stanowiącą potencjalne narzędzie w ocenie właściwości tribologicznych spiekanych materiałów narzędziowych.

LITERATURA

1. Yang Q., Senda T., Ohmori A. "Effect of carbide grain size on microstructure and sliding wear behavior of HVOF-sprayed WC-12% Co coatings". *Wear*. Vol. 254, No. 1+2 (2003): pp. 23+34.
2. Zak Fang Z., Wang X., Ryu T., Sup Whang K., Sohn H. "Synthesis, sintering, and mechanical properties of nanocrystalline cemented tungsten carbide – A review". *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*. Vol. 27, No. 2 (2009): pp. 288+299.
3. Liu H., Wan D., Hu D. "Microstructure and wear behavior of laser-textured and micro-alloyed Co-based WC and TiC composite sintered-carbide coating". *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 209, No. 2 (2009): pp. 805+810.
4. Saikko V. "Wear and friction properties of prosthetic joint materials evaluated on a reciprocating pin-on-flat apparatus". *Wear*. Vol. 166, No. 2 (1993): pp. 169+178.
5. Ravindra H., Srinivasa Y., Krishnamurthy R. "Acoustic emission for tool condition monitoring in metal cutting". *Wear*. Vol. 212, No. 1 (1997): pp. 78+84.
6. Lim G. "Tool-wear monitoring in machine turning". *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 51, No. 1+4 (1995): pp. 25+36.