

ZUŻYCIE OSTRZA NARZĘDZIA, A ZMIANA PARAMETRÓW TOCZENIA W KOLEJNYCH ZABIEGACH

THE WASTE OF TOOL BLADE, AND A CHANGE OF TURNING PARAMETERS IN NEXT CUTS

W artykule przedstawiono krótki przegląd podstaw teoretycznych zużycia narzędzi skrawających oraz wybrane wyniki badań wstępnych zużycia ostrza narzędzia w aspekcie zmian parametrów toczenia w kolejnych zabiegach.

Słowa kluczowe: toczenie, zużycie narzędzia

In article was introduced the short review of theoretical bases' of cutting tools waste and the chosen results of preliminary investigation of waste blade tool in aspect of turning parameters changes in next cuts.

Keywords: turning, tool waste

1. Wprowadzenie

Obróbka skrawaniem jest najstarszą ze znanych i stosowanych do dzisiaj form procesów wytwarzania w budowie maszyn. Wszystko wskazuje na to, że jeszcze przez długie lata nie jest w stanie wyprzeć jej z procesów wytwarzania inna metoda. Należy przypuszczać, że jej udział stale będzie wzrastał, zwłaszcza w obróbce dokładnej. Daje się to łatwo zauważyć obserwując postęp zarówno w budowie maszyn technologicznych opartych na procesie obróbki skrawaniem, jak również w powstawaniu nowych konstrukcji i materiałów stosowanych do produkcji narzędzi skrawających. Bardzo wyraźnie można to było zobaczyć chociażby na Międzynarodowych Targach Poznańskich MACHTOOL 2004, które odbywały się w dniach 14-17 czerwca 2004r. Targi te zgromadziły krajową i światową czołówkę producentów maszyn, narzędzi i oprzyrządowania niezbędnego w obróbce skrawaniem.

Proces obróbki skrawaniem stanowi zespół wzajemnie powiązanych i oddziałujących na siebie zjawisk warunkujących przebieg procesu dekohezji obrabianego przedmiotu. Szczególną rolę w procesie dekohezji materiału odgrywa narzędzie skrawające a zwłaszcza jego odpowiednie fragmenty - część ostrza biorąca bezpośredni udział w skrawaniu. Na rodzaj i intensywność oddziaływań prowadzących do zdjęcia nadmiaru wpływa szereg czynników. Do najistotniejszych zalicza się:

1. własności fizyczne współpracującej pary materiał ostrza - materiał obrabiany tj. struktura, twardość, wytrzymałość, plastyczność, przewodnictwo cieplne i elektryczne,
2. cechy geometryczne ostrza,
3. parametry technologiczne skrawania - posuw, prędkość i głębokość skrawania,
4. własności mechaniczne układu obrabiarka - uchwyt – narzędzie (w szczególności zachowanie się układu obróbkowego w warunkach zmiennych obciążeń dynamicznych),
5. intensywność i stan zużycia ostrza.

Zmiana jednego z powyższych czynników prowadzi do ilościowych i jakościowych zmian charakterystyk stanu przedmiotu obrabianego i narzędzia.

Proces zużywania się narzędzia skrawającego jest tematem wielu publikacji i rozpraw naukowych. W literaturze przedmiotu można wyróżnić dwa zasadnicze kierunki badań. Pierwszy z nich, poznawczy zajmuje się przede wszystkim zjawiskami i mechanizmami warunkującymi przebieg procesu zużycia ostrzy. Drugi kierunek obejmuje głównie problemy doboru cech konstrukcyjnogeometrycznych narzędzi, wyboru wskaźników zużycia i kryteriów stopienia ostrzy oraz zaleceń eksploatacyjnych. Podział ten nie ma ostrej granicy ze względu na to, że wymienione kierunki badań są ze sobą ściśle powiązane i uzupełniają się.

2. Kierunki badań

Badania nad procesem skrawania jak i zużywania się narzędzi skrawających mają istotne znaczenie szczególnie w obecnej dobie. Obserwowany rozwój automatyzacji procesów wytwarzania a zwłaszcza systemów automatycznego sterowania powoduje korzystanie zarówno z narzędzi jak i obrabiarek o wysokiej jakości i niezawodności. W rozwoju ubytkowego kształtowania materiałów wysoką pozycję zajmuje obróbka z dużymi prędkościami skrawania HSC (High Speed Cutting). Stosowanie tego rodzaju obróbki daje konkretne korzyści ekonomiczno-technologiczne. Do jej zalet zaliczyć można: większą wydajność procesu obróbki, lepszą jakość powierzchni, zredukowane siły skrawania, korzystniejsze właściwości cieplne [1]. Stosując konwencjonalne sposoby obróbki, można uzyskiwać skracanie czasów wytwarzania tylko w bardzo uwarunkowanym zakresie. Główne możliwości oszczędności czasu realizacji stwarza obecnie obróbka z dużymi prędkościami. Relatywnie ogromne prędkości przesuwu, zapewnione przez napędy liniowe najnowszych HSC-centrów obróbkowych, umożliwiają skrócenie nieproduktywnych czasów pomocniczych oraz zwiększoną prędkość i elastyczność manipulowania narzędziami z wykorzystaniem jednoczesnego nadzorowania stanu narzędzi przed każdą ich wymianą.

Równoległe z wprowadzaniem i rozwojem HSC prowadzone są badania i wdrożenia obróbki wysokowydajnej HPC (High Performance Cutting, High Productive Cutting). Obróbka HPC prowadzona jest z mniejszymi niż HSC prędkościami skrawania, ale za to z większymi wartościami posuwu. Podczas gdy HSC wymaga maszyn dysponujących dużą prędkością obrotową wrzecion i dużymi prędkościami przesuwów w poszczególnych osiach. HPC jest ukierunkowana również na wzrost wydajności ubytkowej uzyskiwanej na istniejących, konwencjonalnych obrabiarkach. Obróbka wysokowydajna HPC łączy zalety obróbki HSC w odniesieniu do obróbki wykańczającej z dużą wydajnością ubytkową uzyskiwaną podczas obróbki zgrubnej, dzięki stosowaniu średnich prędkości skrawania i dużych posuwów narzędzia.

3. Charakterystyka procesu zużycia

Zużywanie się ostrzy narzędzi determinowane jest szeregiem czynników i zjawisk składających się na proces skrawania. Przebiega ono w warunkach wysokich temperatur i nacisków powierzchniowych. Sumarycznie, zużycie ostrza skrawającego jest wynikiem nakładania się oraz wzajemnych interakcji kilku, a czasami kilkunastu, elementarnych procesów zużycia. Do nich zaliczane są między innymi zużycie me-

chaniczne, adhezyjne, dyfuzyjne, chemiczne, cieplne itd. Procesy te występują w określonych warunkach, reprezentowanych przez określone wartości technologicznych parametrów procesu skrawania i temperatury. Objawami zużycia narzędzia mogą być: zmiany kształtu i geometrii ostrza, pęknięcia, ubytki materiału, zmiany właściwości warstwy wierzchniej itp. W odniesieniu do przedmiotu obrabianego zużywanie narzędzia objawia się pogorszeniem stanu powierzchni obrabianej oraz dokładności wymiarowokształtowej (wzrost chropowatości powierzchni, przekroczenie zadanych granic tolerancji wymiarów oraz kształtu, zmiany postaci i kształtu wióra). Zużycie ostrza narzędzia identyfikowane może być przez jeden lub więcej wskaźników (geometrycznych, technologicznych, fizykalnych, ekonomicznych) [2]. Znajomość charakteru i rozwoju zużycia ostrzy skrawających ma pewne wymierne korzyści. Pozwala na wyznaczenie trwałości ostrza narzędzia, której estymacja umożliwia: ustalenie strategii wymiany, uniknięcie przyspieszonego zniszczenia narzędzia, kompensację zużycia w trybie on-line, optymalizację procesu w oparciu o kryterium ekonomiczności itp. System prognozowania rozwoju zużycia ostrza narzędzia skrawającego powinien więc w swojej strukturze uwzględniać: właściwości fizyczne, geometryczne i cieplne ostrza narzędzia i materiału obrabianego, mechanizm tworzenia i splotu wióra, poziom sił, mocy i temperatury skrawania, naprężenia, zjawiska generowania drgań oraz sygnałów emisji akustycznej itp.

4. Okres trwałości narzędzi

Trwałość ostrza narzędzia charakteryzuje się w sposób bezpośredni czasem skrawania lub pośredni liczbą wykonanych operacji, części bądź długości drogi skrawania do osiągnięcia stanu stopienia ostrza. W przypadku ciągłego styku ostrza z obrabianym przedmiotem okres trwałości ostrza jest równocześnie okresem trwałości narzędzia [3].

Stopień noża może osiągnąć takie wartości, że następuje utrata właściwości skrawnych narzędzia i proces obróbki nie może być prowadzony. Stopień zużycia ostrza jest oceniany za pomocą wielu kryteriów, które można podzielić warunkowo na cztery grupy:

- kryteria technologiczne - to jest grupa, która prowadzi najpierw do zmiany mikro i makro geometrycznych parametrów przedmiotu obrabianego (chropowatość, niedokładność wymiarów, kształtu) a po drugie - do utrudnionego (niebezpiecznego) ruchu wióra podczas obróbki. Ta grupa kryteriów związana jest z uszkodzeniem powierzchni przyłożenia i natarcia.
- kryteria fizykalne - to jest grupa, która prowadzi do zmiany parametrów towarzyszących proce-

sowi skrawania (siły, moment i moc skrawania, temperatura).

- kryteria ekonomiczne - wskaźniki stopnia ostrza tej grupy związane są z kosztami eksploatacyjnymi i uwzględniamy je w produkcji masowej.
- kryteria geometryczne - zmiana wymiarów ostrza noża charakteryzowana jest przez szereg wskaźników, które w Polsce określa norma PN-83/M-58350 „Badania trwałości noży tokarskich”. Należy tutaj wymienić rodzaje zużycia: mechaniczne, chemiczne, adhezyjne, dyfuzyjne.

W rzeczywistych warunkach powinno występować jedno kryterium obejmujące wszystkie czynniki. Oczywiście geometryczna ocena stopnia noża jest najbardziej wygodna dla tych celów. Określenie liczbowych wartości parametrów zużycia ostrza może być prowadzone trzema sposobami:

1. geometryczny - przez określenie maksymalnej wartości zmiany „zużywanego” geometrycznego parametru,
2. czasowy - przez określenie maksymalnego czasu pracy narzędzia bez remontu,
3. kombinowany - z wykorzystaniem dwóch pierwszych z uwzględnieniem intensywności zużycia.

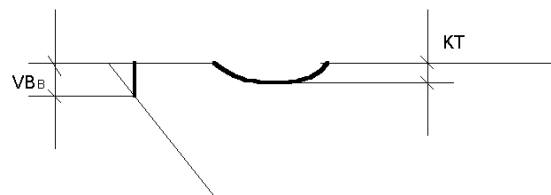
Najważniejsze wskaźniki geometrycznej oceny zużycia noża przedstawia rys. 1.

Widniejące na rys. 1 wskaźniki to:

VB_B - średnia szerokość pasma zużycia,

KT - największa głębokość rowka.

Wartości wskaźników zużycia geometrycznego ostrza zostały znormalizowane i stabelaryzowane. Polska Norma PN-83/M-58350 określa te wartości na określonym poziomie. Przedstawia je tabela 1.



Rys. 1 Parametry oceny zużycia ostrza noża tokarskiego [3]

Wg zaleceń ISO trwałość ostrza należy określać z krzywej naturalnego zużycia, uzyskanej z pomiarów wskaźnika zużycia.

5. Wstępne wyniki badań

W ramach badań nad zużyciem ostrza narzędzia w aspekcie zmian parametrów toczenia w kolejnych zabiegach przeprowadzono szereg pomiarów zmian siły skrawania i stopnia ostrza. Badania prowadzone były na próbkach wykonanych ze stali 45 w stanie znormalizowanym o średnicy $\phi=48\text{mm}$. Próbka była wstępnie przetoczona z posuwem 1,5 mm/obr w celu uzyskania dużej chropowatości powierzchni. Proces skrawania prowadzony był przy użyciu noża składanego z wymienną płytką typu SNMM 120404 S30S/P30 firmy Baildonit. Badania prowadzono dla trzech prędkości obrotowych: 710, 1000 i 1400 obr/min. Dla każdej z prędkości obrotowych prowadzono pomiary w trzech zakresach posuwu: 0,75mm/obr, 0,5 mm/obr, 0,25 mm/obr i 0,15 mm/obr. Pomiary prowadzono ze stałą głębokością skrawania $a_p=0,5\text{mm}$. W wyniku przeprowadzonych badań wstępnych uzyskano następujące wielkości stopnia ostrza w kolejnych przejściach narzędzia przy zmianie parametrów toczenia (tab. 2).

Tab. 1. Wielkości stopnia ostrza wg PN-83/M-58350

Materiał ostrza	Wskaźnik stopnia						Inne
	VB_B [mm]	VB_{max} [mm]	VB_N [mm]	KT [mm]	KE [mm]	R_a [μm]	
Stal szybko tnąca	0,3	0,6	nie ustala się				Zużycie katastroficzne
Węglik spiekany	0,3	0,6	1,0	0,06÷0,3f f- posuw	0,4 IT	0,4 0,8 1,6 3,2 12,5	Gwałtowne pogorszenie jakości powierzchni, zużycie katastroficzne
Ceramika czysta	0,3	0,6	nie ustala się				Zużycie katastroficzne

Tab. 2. Przykładowe wyniki badań wstępnych.

Prędkość obrotowa próbki [obr./min]	Posuw [mm/obr]	I przejście	II przejście	III przejście	IV przejście
710	0,75	0,811	0,162	0,287	0,316
1000	0,75	0,237	0,194	0,197	0,229
1400	0,75	0,535	0,291	0,232	0,298

6. Literatura

- [1] Oczóś K.: *Ogólna charakterystyka tendencji rozwojowych w zakresie obróbki ubytkowej*. Materiały z seminarium: Nowe technologie obróbki metali. Współpraca między sferą B + R a polskim przemysłem maszynowym i odlewniczym. Agencja techniki i technologii Warszawa 1998, str. 5-28
- [2] Bernat P., Grzesik W., Kwiatkowska E.: *Akwizycja i analiza informacji o procesie skrawania z wykorzystaniem wielosensorowego systemu pomiarowego*, Materiały Sekcji Podstaw Technologii KBN nr 54, Opole, s. 33-42, 1995
- [3] Grzesik W.: *Podstawy skrawania materiałów metalowych*, WNT, W-wa 1998

Mgr inż. Andrzej WARTACZ

Katedra Stereomechaniki Inżynierskiej
Politechnika Lubelska

Dr hab. inż. Antoni ŚWIĆ prof. PL

Dr inż. Jarosław ZUBRZYCKI

Instytut Technologicznych Systemów Informatycznych
Politechnika Lubelska
e-mail: j.zubrzycki@pollub.pl
