

Tadeusz MIKOŁAJCZYK

e-mail: tami@utp.edu.pl

Zakład Inżynierii Produkcji, Wydział Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Technologiczno Przyrodniczy, Bydgoszcz

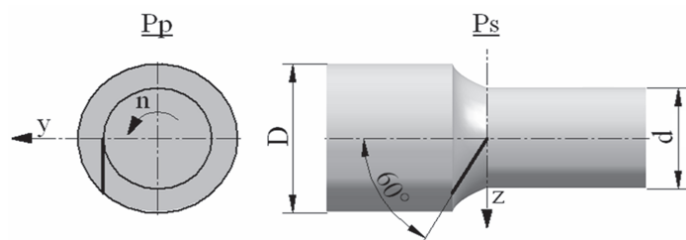
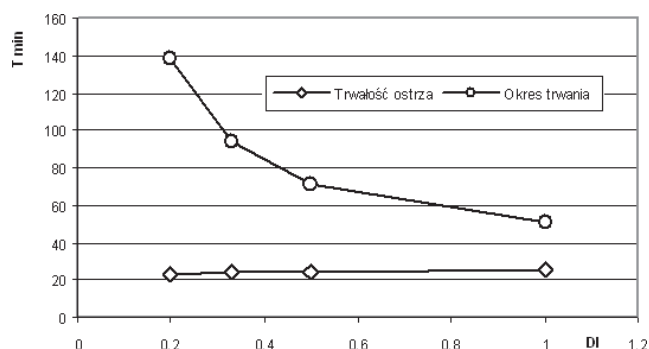
Odtwarzanie własności skrawnych ostrza z krawędzią skrawającą o łuku okręgu

Wstęp

Problemy ekologiczne współczesnej techniki związane są szczególnie z wysoką energochłonnością zarówno w procesach produkcji poszczególnych wyrobów jak i narzędzi do ich wytwarzania. Wymaga to globalnego spojrzenia na zagadnienie wytwarzania narzędzi i ich eksploatacji. Koszty narzędzi do obróbki wiórowej stanowią istotny składnik kosztów produkcji. Obniżenie tych kosztów osiąga się przez doskonalenia narzędzi [1–3], materiałów narzędziowych [1, 2], wprowadzanie nowych odmian narzędzi, wśród nich narzędzi jednokrawędziowych [1, 4–8].

Obniżeniu kosztów narzędzi służą działania prowadzące do wzrostu trwałości ostrza [1, 2], czy też innych wskaźników przydatności ostrza do skrawania [5]. Wśród istotnych działań jest wdrażanie recykulacji ostrza poprzez odpowiednią manipulację krawędzią skrawającą ostrza po jego zużyciu zapewniającą ponowne skrawanie [5, 7–9]. Jest to możliwe dla ostrzy punktowych z płytkami okrągłymi oraz dla ostrzy jednokrawędziowych zarówno z ostrzami prostoliniowymi (Rys. 1) jak i płytkami okrągłymi.

Specyfika skośnego skrawania umożliwia częściową wymianę zużytego odcinka krawędzi skrawającej [5–8], przy nieznacznym obniżeniu okresu trwałości ostrza (Rys. 2). Pozwala to, szczególnie przy odpowiedniej konstrukcji narzędzia, na znaczne zwiększenie trwania ostrza (Rys. 2) [5, 8].

Rys. 1. Toczzenie wzdłużne ostrzem jednokrawędziowym prostoliniowym dla $\lambda_s = 60^\circ$ Rys. 2. Wpływ przemieszczenia krawędzi skrawającej na okres jej trwania w skrawaniu skośnym ($\lambda_{sN} = 60^\circ$, $\gamma_{sN} = 0^\circ$, $\alpha_{sN} = 11^\circ$, $v = 200$ m/min, $f = 0,13$ mm/obr, $a_p = 0,25$ mm, mat. ostrza S20S, mat. obrabiany 45 [7])

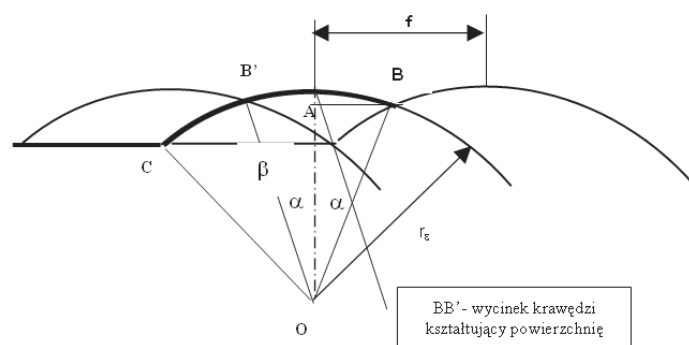
Prowadzone analizy wskazują na teoretyczne możliwości odtworzenia własności skrawnych ostrza w skrawaniu ortogonalnym jednokrawędziowymi ostrzami o łuku okręgu [9].

W pracy przedstawiono analizę teoretyczną i wstępne wyniki prób praktycznych odtwarzania własności skrawnych ostrza w skrawaniu ortogonalnym ostrzami o łuku okręgu, z płytkami okrągłymi.

Analiza styku ostrza z powierzchnią obrabianą w skrawaniu ortogonalnym

W skrawaniu ortogonalnym ostrzami o łuku okręgu występuje skrawanie jednokrawędziowe. Narzędzia takie stosuje się coraz powszechniej z ostrzami w postaci płytek okrągłych. Zapewniają one wydajną obróbkę powierzchni o niskiej chropowatości z uwagi na duży promień zaokrąglenia krawędzi skrawającej.

Na rys. 3 przedstawiono szkic, dogodny do analizy styku ostrza o krawędzi w kształcie łuku okręgu z powierzchnią obrabianą w skrawaniu ortogonalnym. W zakresie małych wartości kąta pochylenia krawędzi skrawającej można przeprowadzić taką analizę dla warunków jak założono na szkicu, tzn. umiejscawiając poszczególne położenia krawędzi skrawającej odległe o wartość posuwu w jednej płaszczyźnie.

Rys. 3. Odwzorowanie kinematyczno-geometryczne ostrza z krawędzią skrawającą w postaci łuku okręgu – 2α – zakres konstytuowania powierzchni obrabianej

Krawędź skrawająca ostrza w postaci łuku okręgu styka się z powierzchnią obrabianą na łuku ograniczonym punktami CB. Odpowiada to kątowemu wycinkowi krawędzi skrawającej o promieniu naroża r_ϵ o kącie $\alpha + \beta$. Fragment łuku BB' o rozpiętości 2α jest decydujący o stanie powierzchni obrabianej – w tym zakresie następuje kształtowanie chropowatości powierzchni.

Wartości kątów α i β można wyznaczyć z zależności [9]:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{f}{2r_\epsilon}\right) \quad (1)$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{\sqrt{2a_p r_\epsilon - a_p^2}}{r_\epsilon}\right) \quad (2)$$

Całkowitą wymianę zużytego fragmentu krawędzi skrawającej można uzyskać poprzez obrót płytki o kąt $\alpha + \beta$ (Rys. 3) – czyli kąt styku ostrza z powierzchnią skrawania. Liczbe ostrzy możliwą do uzyskania w skrawaniu takim ostrzem można wyznaczyć ze wzoru [9]:

$$i = \frac{360}{\alpha + \beta} \quad (3)$$

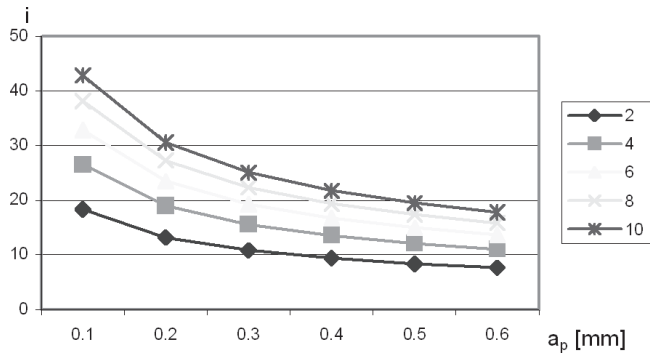
Dogodne teoretycznie warunki kształtowania powierzchni ostrzem wstępnie zużytym, można uzyskać poprzez obrót ostrza o kąt 2α zapewniający wymianę fragmentu krawędzi skrawającej kształtującego chropowatość powierzchni. Możliwość taką stwierdzono w skrawaniu ostrzami jednokrawędziowymi [7], gdzie jednak na skutek specyfiki skrawania skośnego po przemieszczeniu ostrza dochodziło do wytworzenia wtórnego kąta przyłożenia pomiędzy powierzchnią zużycia ostrza, a powierzchnią skrawania. Możliwość odtworzenia własności

skrawnych w skrawaniu ortogonalnym wymaga przeprowadzenia badań.

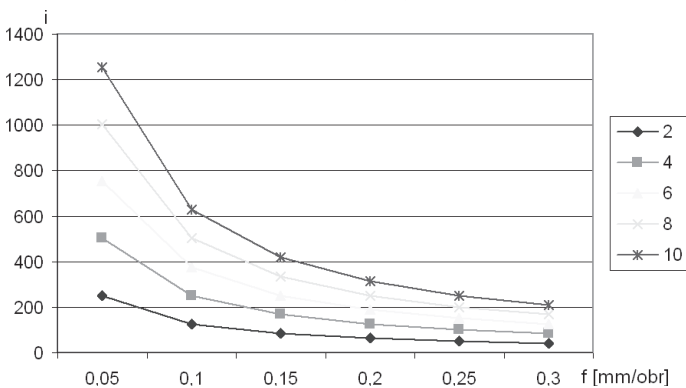
Hipotetyczna liczba ostrzy w takim wypadku wynosi:

$$i = \frac{360}{2\alpha} \quad (4)$$

Taka wymiana ostrza nie zapewni jednak przemieszczenia krawędzi skrawającej w zakresie skoncentrowanego zużycia ostrza od strony powierzchni obrabianej [2]. Wykresy zależności (3, 4), dla różnych promieni r_e , przedstawiono na rys. 4 i 5.



Rys. 4. Wpływ głębokości skrawania i promienia krawędzi skrawającej na hipotetyczną liczbę ostrzy dla pełnej wymiany zużytego fragmentu krawędzi skrawającej ($f=0,2$ (mm/obr))



Rys. 5. Wpływ posuwu i promienia krawędzi skrawającej na hipotetyczną liczbę ostrzy przy wymianie zużytego fragmentu krawędzi skrawającej o kąt 2α

Przedstawione zależności wskazują na celowość podjęcia badań nad możliwością odtwarzania własności skrawnych ostrza poprzez przemieszczanie zużytego fragmentu ostrza w kierunku wymiany fragmentu krawędzi uczestniczącej w formowaniu chropowatości powierzchni.

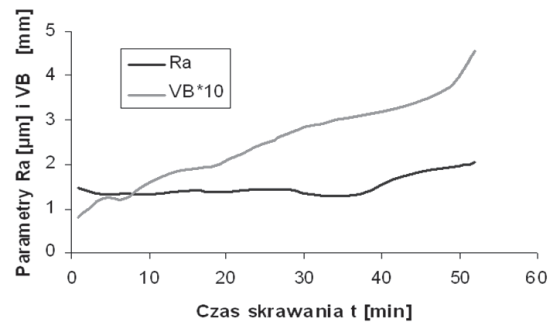
Badania zużycia ostrza

Przeprowadzono wstępne badania możliwości odtworzenia własności skrawnych ostrza o krawędzi łuku okręgu w skrawaniu ortogonalnym.

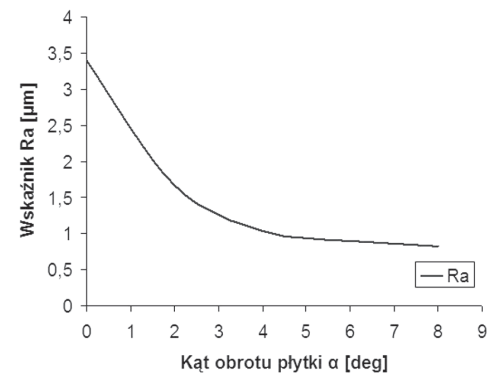
Skrawano materiał C 45 $v_c = 200$ m/min, $f = 0,2$ mm/obr, $d = 150$ mm, $a_p = 0,25$ mm, $r_e = 6$ mm (nóż SRDCN 2525-12 -PAFANA). Dla tych warunków skrawania wyznaczono z zależności (1,2) wartości kątów: $\beta = 16^\circ 30'$, $\alpha = 57^\circ$. Teoretyczna wartość kąta 2α obrotu płytki, niezbędna do wymiany wycinka BB' wynosi więc około 2° .

Wyniki badań zużycia ostrza oraz zmian parametru chropowatości powierzchni przedstawiono na rys. 6. Na rys. 7 pokazano natomiast wyniki pomiarów chropowatości powierzchni po obróbce ostrzem użytym obróconym o określony kąt δ .

Rezultaty badań wskazują na poprawę stanu powierzchni obrabianej w porównaniu ze skrawaniem ostrzem użytym po obrocie ostrza o kąt $\delta = 2^\circ$ odpowiadający wartości 2α . Stosowanie większych wartości kąta obrotu płytki δ umożliwi dalsze obniżenie chropowatości powierzch-



Rys. 6. Wyniki badań zużycia ostrza i stanu powierzchni



Rys. 7. Wyniki badań zużycia ostrza i stanu powierzchni

ni obrabianej. Wytlumaczenie takiego przebiegu zależności może być związane z plastycznym charakterem oddziaływania, a także powstająca w długotrwałym skrawaniu strefa skoncentrowanego zużycia krawędzi [2], która zwiększa obszar zużycia krawędzi wskazany wartością kąta 2α jedynie teoretycznie. Celowe jest przeprowadzenie dalszych badań dla określenia trwałości tak odtworzonej krawędzi skrawającej, a także poznanie mechaniki zużywania ostrza w tych warunkach.

Podsumowanie

Przedstawione zagadnienie odtwarzania własności skrawnych ostrzy o krawędzi skrawającej w kształcie łuku okręgu w skrawaniu ortogonalnym stwarza możliwość osiągnięcia znacznych efektów finansowych w zakresie kosztów narzędzi. Wstępna weryfikacja możliwości częściowej wymiany zużytego fragmentu krawędzi skrawającej wskazuje na potrzebę kontynuowania badań zjawisk fizycznych przy skrawaniu ostrzem częściowo użytym.

Celowe jest poszukiwanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych takich narzędzi, uwzględniających możliwość obrotu ostrza o określony kąt, w tym rozwiązań samoczynnych z diagnostyką stanu ostrza. Byłoby to szczególnie dogodne w warunkach obróbki dużych powierzchni.

LITERATURA

- [1] P. Cichosz: Narzędzia skrawające. Warszawa, WNT, 2006.
- [2] W. Grzesik: Podstawy skrawania materiałów metalowych, WNT Warszawa, 1998.
- [3] H. Latoś: Elastyczność geometryczno-kinematyczna narzędzi skrawających. Wyd. Ucz. ATR, Bydgoszcz, 1997.
- [4] H. Latoś, T. Mikołajczyk: Prace Nauk. Instytutu TBM Politechniki Wrocławskiej, 27, Wrocław, (1981).
- [5] H. Latoś, T. Mikołajczyk: III Intersymposium, Badania narzędzi, Kraków, (1988).
- [6] Nóż tokarski zwłaszcza do obróbki wykończającej. Zgł. Patent. ATR Bydgoszcz, twórca: T. Mikołajczyk, nr P-263554, data zgłoszenia 31.12.1986.
- [7] Sposób zwiększenia trwania ostrzy jednokrawędziowych. Zgł. patent. ATR Bydgoszcz, twórca: T. Mikołajczyk, nr P-268078, data zgłoszenia 24.09.1987.
- [8] T. Mikołajczyk: Inż. Ap. Chem., 45, nr 3, 57 (2006).
- [9] T. Mikołajczyk: Inż. Ap. Chem., 47, nr 4, 53 (2008).
- [10] M. Styp-Rekowski: Inż. Ap. Chem., 44, nr 3, 76 (2005).