

Tadeusz MIKOŁAJCZYK

e-mail: tami@utp.edu.pl

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

Niekonwencjonalny nóż tokarski z odtwarzaniem własności skrawnych ostrza

Wprowadzenie

Obniżenie kosztów produkcji można osiągnąć m.in. przez zmniejszenie kosztów narzędzi - doskonalenie konstrukcji istniejących i wprowadzenie nowych odmian narzędzi, rozwijanie materiałów narzędziowych [Cichosz, 2006; Grzesik, 2010]. Istotnym kierunkiem rozwoju jest stosowanie narzędzi jednokrawędziowych [Cichosz, 2006; Latoś i Mikołajczyk, 1981; Latoś i Mikołajczyk 1988], których konstrukcja i sposób eksploatacji była przedmiotem zgłoszeń patentowych [Mikołajczyk, 1986; Mikołajczyk, 1987].

Narzędzia jednokrawędziowe umożliwiają działania prowadzące do wzrostu okresu trwałości ostrza, czy też innych wskaźników przydatności ostrza do skrawania [Grzesik, 2010; Latoś, Mikołajczyk, 1988]. Wśród istotnych działań jest odtwarzanie własności skrawnych narzędzia poprzez odpowiednią manipulację krawędzią skrawającą ostrza po jego zużyciu zapewniającą ponowne skrawanie [Latoś H., Mikołajczyk T. 1988, Mikołajczyk T. 1987, 2006, 2008, 2010]. Jest to możliwe dla ostrzy punktowych z płytkami okrągłymi oraz dla ostrzy jednokrawędziowych zarówno z ostrzami prostoliniowymi jak i płytkami okrągłymi.

Specyfika skośnego skrawania umożliwia częściową wymianę zużytego odcinka krawędzi skrawającej [Latoś i Mikołajczyk, 1988; Mikołajczyk, 1987; Mikołajczyk, 2006; Mikołajczyk, 2008], przy nieznacznym skróceniu okresu trwałości ostrza. Pozwala to, szczególnie przy odpowiedniej konstrukcji narzędzia, na znaczne zwiększenie okresu trwania ostrza [Latoś i Mikołajczyk, 1986].

Prowadzone analizy i badania [Mikołajczyk, 2008; Mikołajczyk, 2010] wskazują na teoretyczne możliwości odtworzenia własności skrawnych ostrza w skrawaniu ortogonalnym jednokrawędziowymi ostrzami o łuku okręgu, najczęściej w postaci okrągłych płytek.

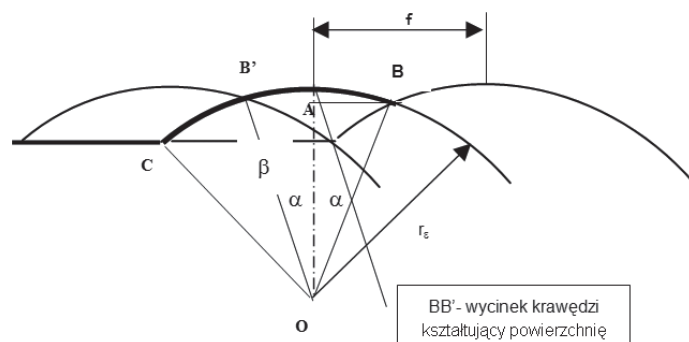
W pracy przedstawiono podstawy teoretyczne odtwarzania zużytego odcinka krawędzi skrawającej w skrawaniu ortogonalnym ostrzami o łuku okręgu, z płytkami okrągłymi oraz rozwiązanie konstrukcyjne niekonwencjonalnego narzędzia składanego z cylindrycznym elementem skrawającym, umożliwiającym stosowanie zasady odtwarzania zużytego fragmentu krawędzi skrawającej.

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 [Cichosz, 2006; Grzesik, 2010; Mikołajczyk, 2008; Mikołajczyk, 2010]. Umożliwiają one wydajną obróbkę powierzchni zapewniając uzyskanie niskiej chropowatości z uwagi na duży promień zaokrąglenia krawędzi skrawającej.

Na rys. 1 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 analizę taką można przeprowadzić dla warunków jak założono na szkicu, tzn. umiejscawiając poszczególne położenia krawędzi skrawającej (odległe o wartość posuwu) w jednej płaszczyźnie.

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_s o kącie $\alpha + \beta$. Fragment łuku BB' o rozpiętości 2α jest decydujący o stanie powierzchni obrabianej. Jest to zakres odwzorowania geometryczno



Rys. 1. Odwzorowanie kinematyczno-geometryczne ostrza z krawędzią skrawającą w postaci łuku okręgu (2α – zakres konstytuowania powierzchni obrabianej)

kinematycznego (GK). W zakresie tym następuje kształtowanie chropowatości powierzchni.

Wartości kątów α i β można wyznaczyć z zależności [Mikołajczyk, 2008]:

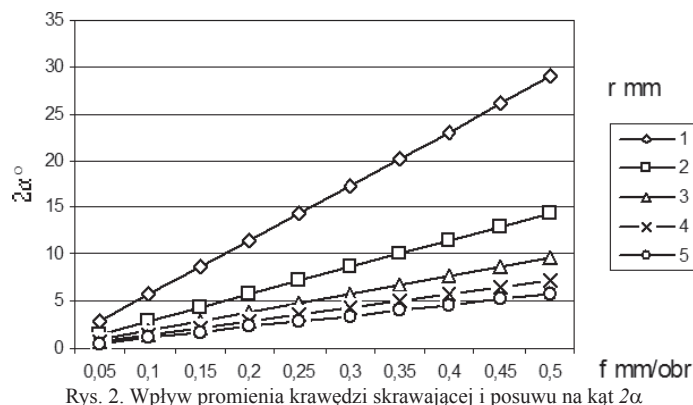
$$\alpha = \arcsin\left(\frac{f}{2r_s}\right) \quad (1)$$

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

Całkowitą wymianę zużytego fragmentu krawędzi skrawającej można uzyskać poprzez obrót płytki o kąt $\alpha + \beta$ (Rys. 1) – czyli kąt styku ostrza z powierzchnią skrawania. Liczbę ostrzy możliwą do uzyskania w takim przypadku skrawania można wyznaczyć ze wzoru [Mikołajczyk, 2008]:

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

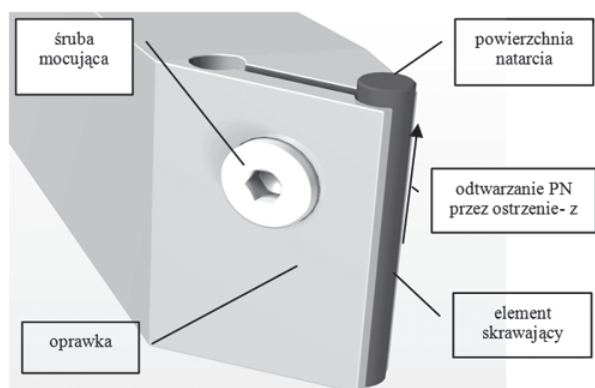
Ze względu na odwzorowanie GK ostrza, teoretyczne odtworzenie warunków kształtowania powierzchni można uzyskać poprzez obrót zużytego ostrza o kąt 2α zapewniający wymianę fragmentu krawędzi skrawającej kształtującego chropowatość powierzchni (Rys. 2).



Rys. 2. Wpływ promienia krawędzi skrawającej i posuwu na kąt 2α

Możliwość taką stwierdzono w skrawaniu ostrzami jednokrawędziowymi [Latoś i Mikołajczyk, 1988]. Hipotetyczna liczba ostrzy w takim wypadku wynosi (Rys. 3):

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



Rys. 3. Model wirtualny narzędzia zapewniającego odtwarzanie własności skrawnych przez wymianę zużytego fragmentu krawędzi skrawającej i ostrzenia

Odtwarzanie krawędzi skrawającej w zakresie odwzorowania GK ostrza nie zapewnia jednak przemieszczenie krawędzi skrawającej w zakresie skoncentrowanego zużycia ostrza od strony powierzchni obrabianej [Grzesik, 2010]. W badaniach wstępnych [Mikołajczyk, 2010] skrawania ostrzem o łuku okręgu stwierdzono, że pełne odtworzenie własności skrawnych ostrza zapewniające uzyskanie początkowej chropowatości powierzchni uzyskuje się przy obrocie zużytego ostrza o podwójną wartość kąta 2α .

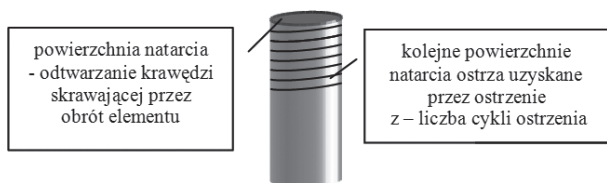
Konstrukcja noża tokarskiego z odtwarzaniem własności skrawnych ostrza

Przedstawiona koncepcja zwiększenia okresu trwania ostrza przez odtwarzanie własności skrawnych ostrza poprzez częściową wymianę zużytego fragmentu krawędzi skrawającej może być wykorzystana praktycznie z użyciem istniejących narzędzi z płytkami okrągłymi. Produkowane elementy skrawające z krawędzią skrawającą o łuku okręgu posiadają jednak znaczny promień krawędzi skrawającej r_e .

Opracowano zatem oryginalną konstrukcję narzędzia składanego umożliwiającą stosowanie elementów skrawających o mniejszym promieniu [Mikołajczyk, 2011]. Proponowane rozwiązanie wyposażono w walcowy element skrawający mocowany w oprawce (Rys. 3).

Opracowana konstrukcja umożliwia obrót elementu skrawającego w gnieździe. Zapewnia to odtwarzanie własności skrawających przez wymianę całkowitą lub częściową zużytego fragmentu krawędzi skrawającej.

Użycie elementu walcowego umożliwia dodatkowo cykliczne odtwarzanie własności skrawnych przy zużyciu całej krawędzi przez jej przeostrzenie (Rys. 4). Zastosowano element walcowy o średnicy 3 mm ($r_e = 1,5$ mm) i długości 40 mm. Dla proponowanej konstrukcji ostrza umożliwia to uzyskanie około $z = 30$ przeostrzeń ostrza z uwzględnieniem części elementu niezbędnej do zamocowania w oprawce.

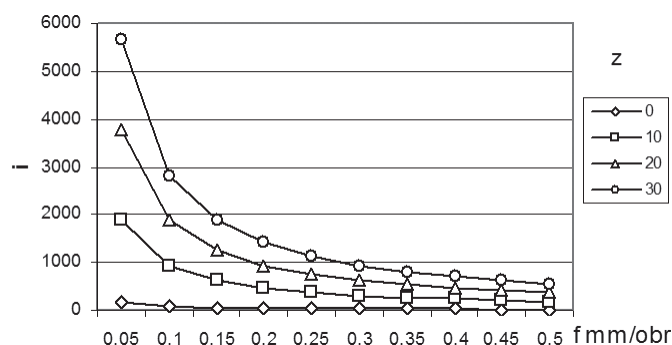


Rys. 4. Istota odtwarzania własności skrawnych ostrza z walcowym elementem skrawającym przy zastosowaniu ostrzenia

Zapewnia to wielokrotne zwiększenie hipotetycznej liczby ostrzy możliwych do uzyskania z odtwarzaniem własności skrawnych przez częściową wymianę zużytego fragmentu krawędzi skrawającej. Umożliwia również odtwarzanie całej krawędzi skrawającej na drodze ostrzenia powierzchni natarcia zapewniając powtórzenie cyklu odtwarzania. Wyraża to zależność

$$i = \frac{360z}{2\alpha} \quad (5)$$

a jej wykres przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Wpływ posuwu na hipotetyczną liczbę ostrzy z obrotem ostrza o kąt 2α przy różnej liczbie cykli ostrzenia z dla elementu o promieniu $r_e = 1,5$ mm

Analiza opracowanego narzędzia pokazuje zalety nowego rozwiązania wykazując możliwości odtwarzania własności skrawnych jego ostrza. Wymaga to jednak potwierdzenia w badaniach eksperymentalnych. Jednocześnie należy podkreślić przydatność przedstawionego rozwiązania ze względu na uzyskanie narzędzia ze stosunkowo małym, znacznie mniejszym od handlowych, promieniem krawędzi skrawającej r_e . Stwarza to nowe możliwości do kształtowania powierzchni ostrzami z krawędzią skrawającą o łuku okręgu. Rozwiązanie cechuje prosta konstrukcja zapewniająca znaczące obniżenie kosztów narzędziowych.

Podsumowanie i wnioski

Odtwarzanie własności skrawnych ostrzy o krawędzi skrawającej w kształcie łuku okręgu w skrawaniu ortogonalnym stwarza możliwość znacznego obniżenia kosztów narzędzi. Zagadnienie to nawiązuje do problemów ekologicznych współczesnej techniki ograniczając zużycie elementów w procesach produkcyjnych [Styp-Rekowski, 2006].

Ważne jest również poznanie mechaniki zużywania ostrza przy przemieszczaniu obszaru zużycia względem powierzchni skrawania. Szczególnie istotne jest poznanie zakresu penetracji obszaru zużycia ostrza względem zakresu wycinka odwzorowania GK krawędzi skrawającej. Celowe jest prowadzenie dalszych badań w celu określenia trwałości tak odtworzonej krawędzi skrawającej w powiązaniu z cechami uzyskanej powierzchni obrobionej.

Ponadto warto poszukiwać nowych rozwiązań konstrukcyjnych 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

- Cichosz P., 2006. *Narzędzia skrawające*. WNT, Warszawa
- Grzesik W., 2010. *Podstawy skrawania materiałów konstrukcyjnych*. Wyd. II, WNT, Warszawa
- Latoś H., Mikołajczyk T., 1981. Badanie chropowatości powierzchni przy toczeniu wzdłużnym stali 1H18N9T ostrzami jednokrawędziowymi o prostoliniowej krawędzi skrawającej. *Prace Nauk. Inst. TBM Pol. Wrocl.*, 27, Wrocław
- Latoś H., Mikołajczyk T., 1988. *Zwiększenie okresu trwania ostrzy jednokrawędziowych*, III Intersymposium – Badania narzędzi '88, Kraków
- Mikołajczyk T., 1986. *Nóż tokarski zwłaszcza do obróbki wykończającej*. Zgł. patent. ATR Bydgoszcz, nr P-263554, data zgł. 31.12.1986
- Mikołajczyk T., 1987. *Sposób zwiększenia trwania ostrzy jednokrawędziowych*. Zgł. patent. ATR Bydgoszcz, nr P-268078, data zgł. 24.09.1987
- Mikołajczyk T., 2006. Recyrkulacja płytek wielostrzowych w skrawaniu jednokrawędziowym. *Inż. Ap. Chem.*, 45, nr 3s, 57-59
- Mikołajczyk T., 2008. Skrawanie ortogonalne z recyrkulacją ostrza o łuku krawędzi. *Inż. Ap. Chem.*, 47, nr 4, 53-54
- Mikołajczyk T., 2010. Odtwarzanie własności skrawnych ostrza z krawędzią skrawającą o łuku okręgu. *Inż. Ap. Chem.* 49, nr 5, 81-82
- Mikołajczyk T., 2011. *Nóż tokarski*. Zgłoszenie wzoru użytkowego. UTP Bydgoszcz, data zgłoszenia, 11.02.2011
- Styp-Rekowski M., 2006. Ekologiczne aspekty działań inżynierskich. *Inż. Ap. Chem.*, 45, nr 3, 76-77