

Wpływ zużycia narzędzia na kierunek spływu wióra w czołowym toczeniu rowków

Influence of tool wear on chip flow direction in face grooving process

WOJCIECH ZĘBALA
GRZEGORZ STRUZIKIEWICZ *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.405

Artykuł opisuje badania toczenia czołowego stali AMS6265 i AMS5643. Stwierdzono wpływ zużycia ostrza na kierunek spływu oraz sposób formowania wiórów. W ramach badań przeprowadzono pomiary zużycia ostrza, klasyfikację postaci wiórów oraz rejestrację procesu toczenia czołowego z zastosowaniem kamery szybkoobrotowej wraz z analizą ruchu formowanego wióra.

Słowa kluczowe: toczenie czołowe, wióry, zużycie ostrza

The paper describes the study of AMS6265 and AMS5643 steel facing with grooving. The influence of the tool wear on the forming and flow direction of chips was investigated. Measurements of tool wear, classification of chip forms and turning process recordings were performed by means of a high speed camera. Computer program was used for chips creation and motion analysis.

Key words: grooving, turning, chips, tool wear

Jakość procesu obróbki oraz czynniki wpływające na proces obróbkowy są obecnie w głównym obszarze zainteresowań prowadzonych badań i analiz. Jest to szczególnie widoczne w przypadku wytwarzania części dla szeroko pojmowanego przemysłu lotniczego. W tej gałęzi przemysłu stosuje się często materiały, których właściwości (np. twardość, zdolność do umocnienia) powodują, że są one trudne w obróbce skrawaniem.

Częstym obszarem badań jest wpływ parametrów skrawania na stan (chropowatość) powierzchni obrobionej lub wartości sił skrawania [1, 2]. Ważnym czynnikiem jest powiązanie doboru parametrów skrawania i kosztów wytwarzania [1, 3]. Z kolei w operacjach tokarskich istotnym czynnikiem jest uzyskanie korzystnej postaci wiórów. Jest to związane z kształtem powierzchni natarcia płytki, a właściwie kształtem łamacza (zwijacza), który ma zasadniczy wpływ na postać wióra [4, 5].

Podawany przez producentów narzędzi skrawających obszar pracy zwijacza (łamacza) wiórów jest istotny dla końcowego procesu doboru parametrów skrawania. Jest to szczególnie ważne w przypadku obróbki materiałów stosowanych w przemyśle lotniczym [1, 3, 6]. Sterowanie postacią wiórów jest równie istotne, ponieważ niekorzystna postać wiórów może mieć niszczący wpływ na powierzchnię obrobioną i sam proces skrawania. Jest to trudny proces, uzależniony od szeregu czynników (np. posuw, właściwości materiału obrabianego i narzędzia, lokalne warunki obróbki).

Stale stosowane w przemyśle lotniczym (w tym stal AMS6265 i AMS5643) są odporne na temperaturę i ko-

rozję. Ich składniki stopowe mogą powodować szybkie zużycie narzędzia [1]. Najczęstszymi formami zużycia są zużycie na powierzchni przyłożenia oraz powstający krater na powierzchni natarcia. Interesującym zagadnieniem jest wpływ zużycia narzędzia na postać oraz sposób formowania wiórów. Zużycie zmienia geometrię narzędzia, zwłaszcza kąt natarcia, co prowadzi do zmiany geometrii łamacza wióra.

Analiza przemieszczania się punktu opisuje ruch ciała za pomocą takich parametrów jak odległość, przemieszczenie, prędkość i kąt w funkcji czasu. Jednym z nowych i wciąż rozwijających się rozwiązań jest kamera szybkoobrotowa, służąca do rejestracji obrazów szybkozmiennych w czasie. W badaniach podjęto próbę zastosowania kamery szybkoobrotowej oraz analizy ruchu punktu do wyznaczenia kąta płynięcia wióra w zależności od stanu zużycia ostrza skrawającego.

Obszar badań

Jako materiał obrabiany stosowano stal AMS6265 i AMS5643. Są to materiały wykorzystywane w przemyśle lotniczym, np. w przekładniach samolotów i helikopterów. Skład chemiczny materiałów przedstawiono w tabl. I i II.

TABLICA I. Skład chemiczny stali AMS6265

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	B	Cu
0,13	0,35	0,70	0,015	0,015	1,40	0,15	3,50	0,001	0,35

TABLICA II. Skład chemiczny stali AMS5643

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
0,07	1,0	1,0	0,04	0,03	17,5	5,0	0,35

W badaniach stosowano płytkę skrawającą firmy ISCAR o symbolu HFPR6004, wykonaną z węglików spiekanych gatunku IC808 z powłoką TiAlN [7] oraz płytkę A3G0500M-05P04DF wykonaną z węglików spiekanych KC5010 firmy Kennametal. Przeprowadzono analizę obrazów szybkoobrotowych uzyskanych podczas dwóch etapów rowkowania czołowego, tj. przy zastosowaniu nowego oraz zużytego narzędzia skrawającego ($VB_B \approx 0,4$ mm). Na rys. 1 przedstawiono fotografie mikroskopowe powierzchni natarcia oraz przyłożenia narzędzia zużytego.



Rys. 1. Fotografie zużycia płytki HFPR6004: a) na powierzchni natarcia, b) na powierzchni przyłożenia ($VB_{B, \text{red.}} = 0,37$ mm)

* Prof. dr hab. inż. Wojciech Zębala (zebala@mech.pk.edu.pl), dr inż. Grzegorz Struzikiewicz (struzikiewicz@mech.pk.edu.pl) – Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny

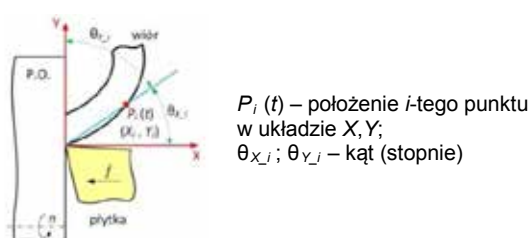
Rejestracje obrazów szybkozmiennych procesu toczenia przeprowadzono dla ustawienia kamery szybkozmiennych prostopadłe do powierzchni przyłożenia płytki skrawającej. Rejestrację prowadzono przy częstotliwości 1000 i 3100 klatek na sekundę i rozdzielczości 512×512 pikseli. Do rejestracji obrazów szybkozmiennych stosowano kamerę szybkozmiennych Phantom v5.2 wyposażoną w obiektyw makro Nikon AF Mikro-Nikkor 200. Podczas rejestracji kamera była usytuowana w odległości 100 cm od obserwowanej strefy skrawania. Przy rejestracji obrazów szybkozmiennych stosowano oświetlenie składające się z dwóch reflektorów światła zimnego firmy DedoCool umieszczonych w odległości 30 cm od strefy skrawania.

Do rejestracji obrazów stosowano program Phantom 663, a do analizy ruchu program Tracker. Podczas skrawania nie stosowano cieczy obróbkowej w celu przeprowadzenia rejestracji obrazów szybkozmiennych w odpowiednio dobrej jakości.

Analiza kierunku płynięcia wióra

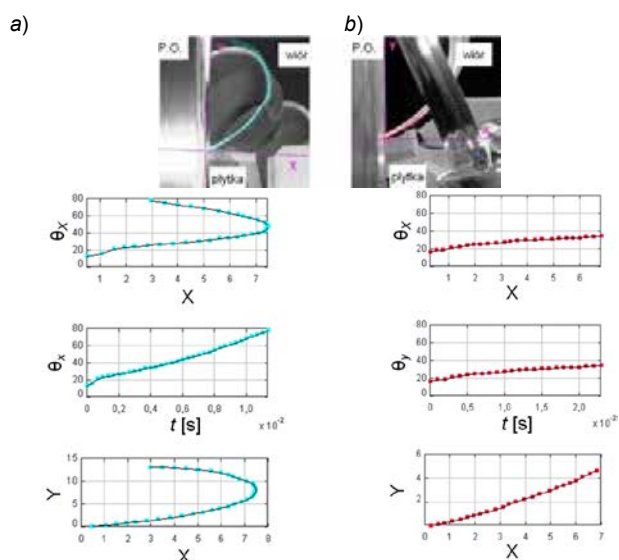
Wióry powstające przy obróbce zostały sklasyfikowane jako wióry długie wstęgowe lub spiralne.

Badania wykazały typowe formy zużycia płytki skrawającej jednakże zużycie ściernie na powierzchni przyłożenia było dominujące. Ponadto zaobserwowano zużycie ścianki zwijacza wiórów na powierzchni natarcia (rys. 1a).



$P_i(t)$ – położenie i -tego punktu w układzie X, Y ;
 $\theta_{X,i}$; $\theta_{Y,i}$ – kąt (stopnie)

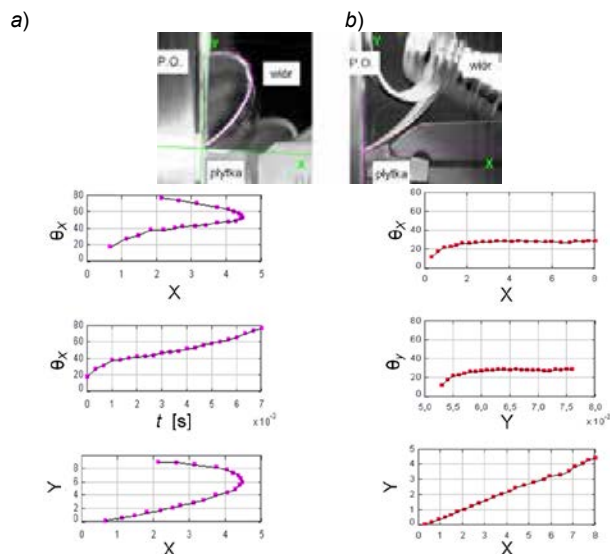
Rys. 2. Schemat analizy ruchu punktu



Rys. 3. Analiza kąta splywu oraz przemieszczeń wióra dla płytki nowej
a) stal AMS6265, b) stal AMS5643; $v_c = 120$ m/min, $f = 0,038$ mm/obr

Do przeprowadzenia analizy ruchu punktu wybrano narzędzie typu „Point Mass” dostępne w programie Tracker. Wyznaczano położenia i -tego punktu w czasie w przyjętym układzie XY oraz wartości kątów $\theta_{X,i}$ oraz $\theta_{Y,i}$. Na rys. 2 przedstawiono schemat obrazujący sposób realizacji pomiarów kąta splywu wióra natomiast na rys. 3 i 4 przed-

stawiono przykłady analiz dotyczących kąta splywu oraz przemieszczeń wióra dla procesu toczenia płytką nową i zużytą. Na fotografiach zaznaczono także kolejne położenia śledzonego punktu w czasie formowania się wióra.



Rys. 4. Analiza kąta splywu oraz przemieszczeń wióra dla płytki zużytej ($VB_B \approx 0,4$ mm): a) stal AMS6265, b) stal AMS5643

Analizując uzyskane wyniki, można stwierdzić, że zużycie ostrza wpływa na wartość kąta splywu wióra. Przy toczeniu stali AMS6265 płytką zużytą ($VB_B \approx 0,4$ mm) przyrost wartości kąta splywu wióra mieścił się w przedziale $8 \div 12^\circ$. Z kolei dla przypadku toczenia stali AMS5643 zaobserwowano zmianę kąta splywu o około $3 \div 6^\circ$.

Podsumowanie

Wyniki badań doprowadziły do wniosku, że stopień zużycia ostrza wpływa na zmianę (wzrost) wartości kąta splywu wióra przy toczeniu czółowym zarówno stali AMS6265, jak i AMS5643. Jest to czynnik, który może mieć wpływ na zmianę postaci wiórów – w tym przypadku z wstęgowej na spiralną. Tego typu badania mogą być przydatne do weryfikacji modeli symulacyjnych.

Badania przeprowadzono w ramach programu IN-NOLOT, umowa numer INNOLOT/II/9/NCBR/2013 „Zaawansowane techniki wytwarzania kadłuba silników lotniczych”, współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

LITERATURA

- Ezugwu E.O., Wang Z.M., Machado A.R. „The machinability of nickel based alloys: a review”. *Journal of Materials Processing Technology*. No 86 (1999): pp. 1÷16.
- Zebala W., Kowalczyk R. „Cutting Data Influence on Cutting Forces and Surface Finish During Sintered Carbide Turning”. *Key Engineering Materials*. Vol. 581 (2014): pp. 148÷153.
- Sandvik Coromant. „Aerospace Engine – application guide”. Sandvik Coromant (2004).
- Moraiti M., Belis T., Pappa M., Kyratsis P., Maravelakis E., Antoniadis A. „Chip formation characteristics in high speed machining utilizing high speed microvideography”. *Academic journal of manufacturing engineering*. Vol. 12 (2010): pp. 175÷180.
- Słodki B., Struzikiewicz G. „Zmiana postaci wióra w procesie zużycia ostrza z węglików spiekanych w toczeniu wzdłużnym stopu Inconel 625”. *Obróbka skrawaniem, nauka a przemysł*. Red. W. Grzesik. Opole: Wydawnictwo Sutoris (2011): s. 158÷167.
- Sandvik Polska Sp. z o.o. „Superstopy żaroodporne – poradnik” (2007).
- Catalog ISCAR. „Turning tools”. 2008: p. H37.