ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1975

Seria: Mechanika z. 57 Nr kol. 445

Jan Darlewski, Jacek Baran

Instytut Budowy Maszyn
Politechniki Śląskiej

ZUŻYCIE OSTRZY FREZÓW PRZY OBRÓBCE CELULOIDU

Streszczenie. Przy obróbce celuloidu frezami palcowymi jednoostrzowymi stwierdzono zużycie ostrzy polegające na starciu powierzchni przyłożenia i zaokrągleniu krawędzi skrawającej. Zużycie to powoduje promieniowe skrócenie ostrza freza, pogarszające dokładność wymiarowo-kształtową wyrobu. Ma to istotne znaczenie dla obróbki na frezarko-kopiarkach, gdzie zaleca się stosować narzędzia z ostrzami z węglików spiekanych metali zamiast narzędzi ze stali szybkotnącej.

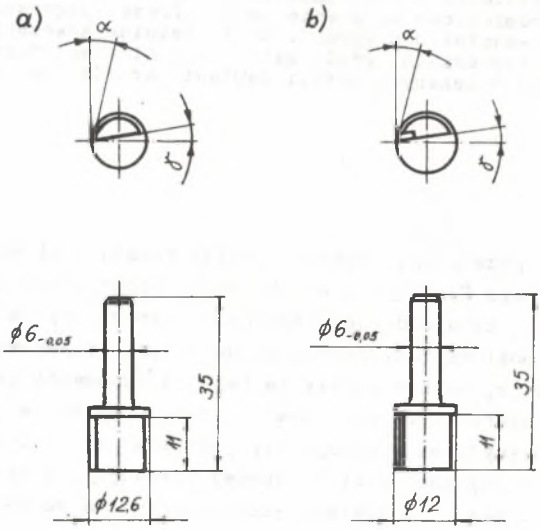
Wstęp

Zagadnienie przebadania zużycia ostrzy frezów wynikło z pracy prowadzonej na zlecenie Śląskich Zakładów Mechaniczno-Optycznych w Katowicach. W Zakładach tych celuloid jest używany do wyrobu opraw okularowych. Istnieje również możliwość wykonania opraw metodą wtryskową z octanu celulozy lub poliamidów, jednak oprawy te mają zastosowanie głównie do okularów przeciwsłonecznych. W przeważającej liczbie przypadków oprawy do okularów ze szkłami korekcyjnymi wykonuje się jednak z płyt celuloidowych ze względu na walory estetyczne. Kształt oprawy uzyskuje się na drodze frezowania małym frezem palcowym na frezarko-kopiarce automatycznej lub frezarko-kopiarce z posuwem ręcznym.

W przemyśle krajowym do obróbki celuloidu stosowano początkowo frezy palcowe o liczbie ostrzy $z = 3 \div 6$. W czasie obróbki takimi frezami występowało niekiedy zaklejanie wiórami rowków międzyzębnych. Następstwem tego był wzrost tarcia o powierzchnię przedmiotu obrabianego, wydzielanie się nadmiernej ilości ciepła, dymienie celuloidu, a nawet wybuchowe zapalenie. Jak widać kształt freza nie zapewniał odpowiednich warunków bezpieczeństwa i higieny pracy. Z tego względu ostatnio zastosowano narzędzia jednoostrzowe z wklęsłą powierzchnią natarcia, w których wiór zostaje odrzucony i zjawisko zaklejania rowka wiórowego nie występuje. Frezy te wykonywane są ze stali NWC lub SW18, jednak dobór materiału narzędziowego, jak również parametrów stereometrycznych ostrza nie jest poparty żadnymi badaniami. Z tego powodu postanowiono przebadać proces zużycia ostrzy frezów przy obróbce celuloidu.

Badania własne

Próby przeprowadzono przy użyciu jednoostrzowych frezów trzpieniowych o średnicy 12 mm, posiadających płaską powierzchnię natarcia. Przyjęcie takiej powierzchni ułatwiło wykonanie frezów oraz kontrolę rzeczywistych wartości kątów ostrzy. Badania przeprowadzono przy zastosowaniu frezów ze stali szybkotnącej SW18 oraz węglików spiekanych H10. Frezy ze stali szybkotnącej wykonano jako frezy jednolite (rys. 1a), których twardość po obróbce cieplnej była nie mniejsza od 63 HRC. Ostrzenie frezów przeprowadzono na szlifierce narzędziowej za pomocą ściernicy elektrokorundowej garnkowej o ziarnistości 100 [16].



Rys. 1. Frez stosowany do badań
a) ze stali szybkotnącej, b) z ostrzem ze spiekanych węglików metali

Frezy z nalutowanymi ostrzami z węglików spiekanych (rys. 1b) ostrzono na szlifierce narzędziowej za pomocą ściernicy garnkowej z nasypem diamentowym. Kontrolę stereometrii ostrzy frezów przeprowadzono na mikroskopie warsztatowym. Odchylenia wartości kątów od wartości założonych nie przekraczały w żadnym przypadku $\pm$ 30. W czasie badań używano frezów o następujących wartościach parametrów geometrycznych ostrzy ($\gamma = 0^{\circ}, 10^{\circ}, 20^{\circ}$; $\alpha = 15^{\circ}, 20^{\circ}, 25^{\circ}, 30^{\circ}$).

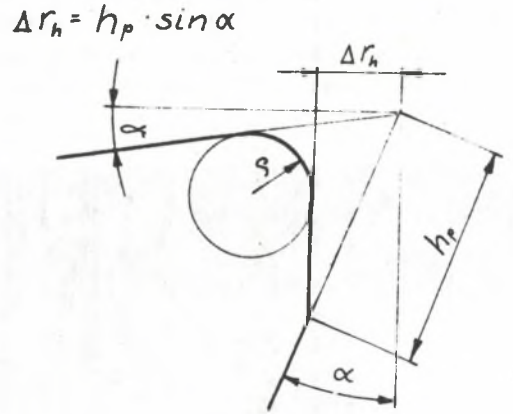
Parametry skrawania dla obu rodzajów frezów wynosiły:

szybkość skrawania	v = 465 m/min = [7,75 m/s]
posuw czasowy	p_t = 294 mm/min = [49 mm/s]
prędkość obrotowa freza	n = 12400 obr/min = [206 obr/s]

posuw na ostrze	p_z = 0,24 mm/ostrze
głębokość skrawania	g = 6 mm
szerokość skrawania równa grubości skrawanej płyty	B = 6 mm.

Do prób skrawania przystosowano dwustojakową strugarkę wzdłużną. Na jednym z jej suportów umieszczono specjalny wrzeciennik napędzany za pośrednictwem płaskiego paska stylonowego przez silnik, umieszczony w pozycji pionowej na drugim suporcie strugarki. Moc silnika wynosiła 0,6 kW, zaś jego prędkość obrotowa 2840 obr/min. Przez dobór średnic kół pasowych uzyskano prędkość obrotową wrzeciona wynoszącą 12600 obr/min. przy biegu luzem oraz 12400 obr/min. przy obciążeniu w czasie frezowania. Prędkość ta była kontrolowana w czasie prób za pomocą obrotomierza.

Frezowane płyty celuloidowe o grubości 6 mm i długości 1380 mm mocowano w uchwycie specjalnym na stole strugarki, pozwalającym na ustawienie stałej głębokości skrawania dla kolejnych przejść. Ruch posuwowy płyty frezowanej był ruchem wzdłużnym stołu strugarki. Przez zastosowanie oddzielnego silnika elektrycznego i odpowiedniego przełożenia przekładni pasowej z paskami klinowymi uzyskano stałą szybkość wspomnianego ruchu, wynoszącą 48 mm/s. Stanowisko badawcze wyposażono dodatkowo w urządzenie służące do pomiaru zużycia ostrza freza. Zużycie ostrza mierzono za pomocą mikroskopu umieszczonego na stałe na suporcie strugarki, naprzeciw freza. Wartość elementarnej działki skali mikroskopu wynosiła 0,001 mm.

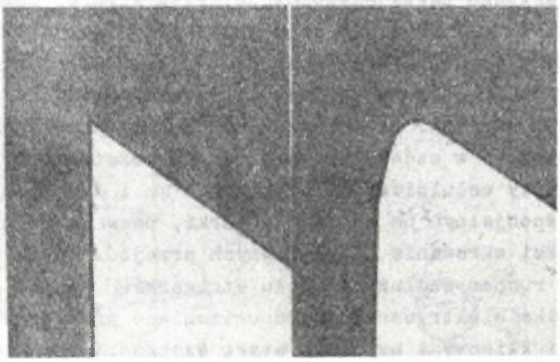


Rys. 2. Parametry zużycia ostrza freza

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że ostrze freza w miarę upływu czasu skrawania ulega ścieraniu na powierzchni przyłożenia, przy jednoczesnym zwiększeniu promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej ρ (rys. 2 i 3). Jako miarę zużycia powierzchni przyłożenia przyjęto wielkość starcia h_p, mierzoną w płaszczyźnie przyłożenia od początkowego położenia krawędzi skrawającej, zachowanej na niepracującym odcinku ostrza.

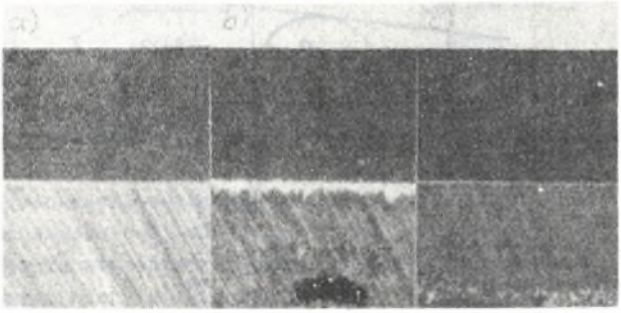
Na skutek zużycia h_p występuje również promieniowe skrócenie ostrza Δr_h (rys. 2), którego wartość wyraża się wzorem:

$$\Delta r_h = h_p \cdot \sin\alpha .$$



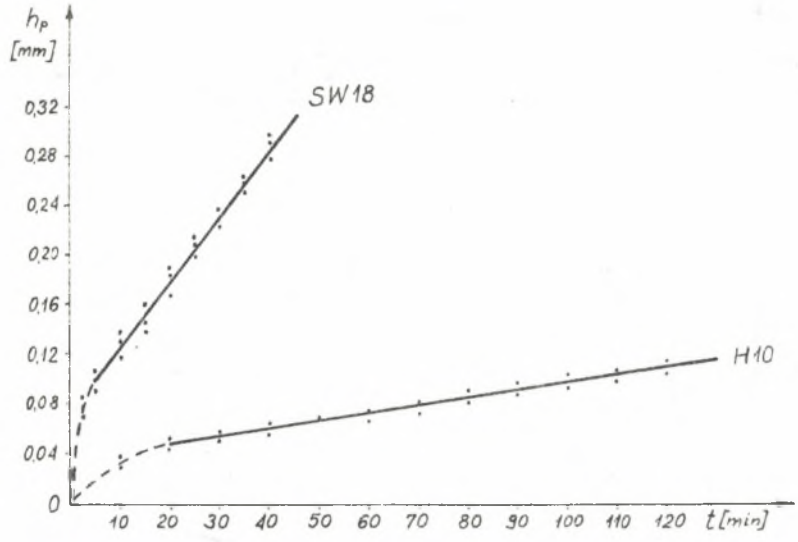
Rys. 3. Przekrój poprzeczny ostrza freza ze stali szybkotnącej SW18 w powiększeniu 100x
a) po naostrzeniu, b) po próbie skrawania trwającej około 40 min.

Szerokość starcia h_p na powierzchni przyłożenia freza mierzono w regularnych odstępach czasu, ustawiając frez przed obiektywem mikroskopu w odpowiednim położeniu kątowym. Obraz startej części powierzchni przyłożenia przedstawia rys. 4. Szerokość starcia h_p na powierzchni przyłożenia



Rys. 4. Widok powierzchni przyłożenia ostrza freza
a) ostrze po naostrzeniu, b) ostrze stępione ze stali szybkotnącej SW18, c) ostrze stępione z węglików spiekanych H10

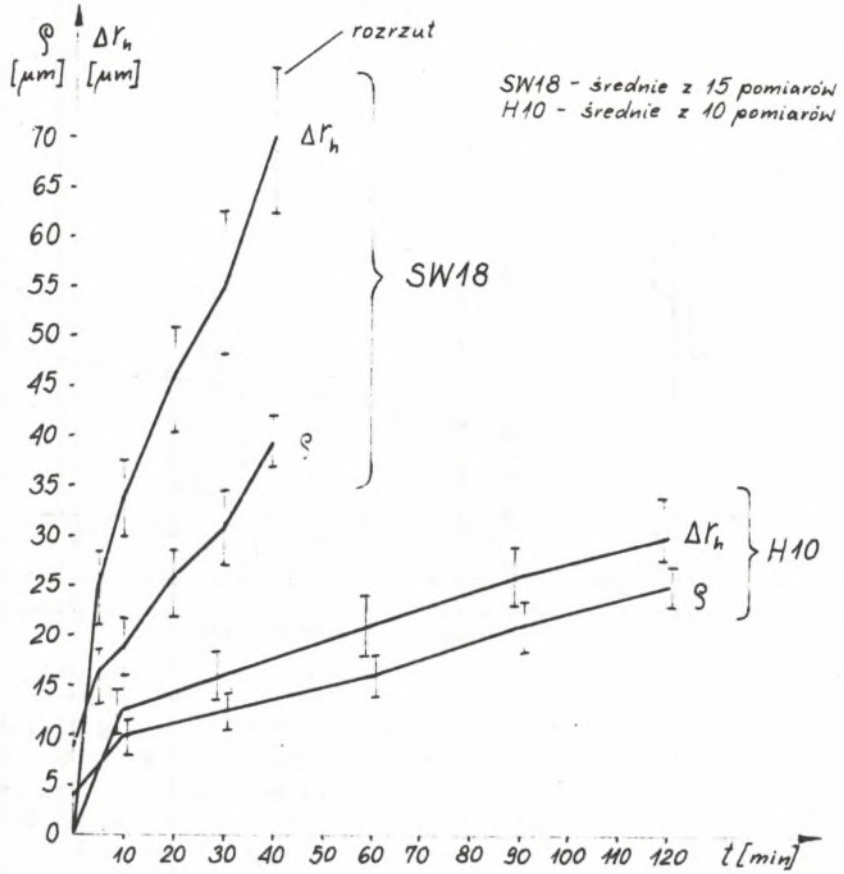
narasta intensywnie w początkowym okresie pracy (rys. 5). Dalszy przyrost zużycia jest znacznie wolniejszy i proporcjonalny do przyrostu czasu skrawania.



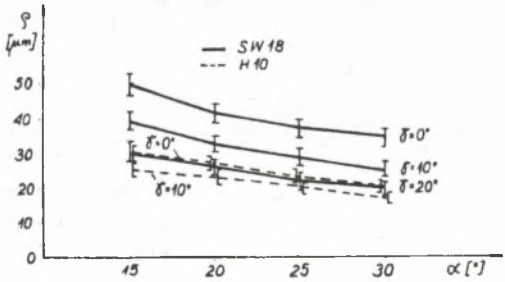
Rys. 5. Zależność szerokości starcia powierzchni przyłożenia h_p od czasu skrawania t dla ostrzy o geometrii $\gamma = 10^o$, $\alpha = 15^o$ sporządzonych ze stali szybkotnącej SW18 i węglików spiekanych H10

Na podstawie wyników pomiarów zużycia ostrzy obliczono linie regresji $h_p = f(t)$, zaznaczone linią ciągłą na rys. 5. Zależności $\varrho = f(t)$ i $\Delta r_h = f(t)$ wyznaczono dla frezów ze stali SW18 i H10 o geometrii ostrza $\gamma = 10^o$ i $\alpha = 15^o$. W pozostałych próbach, tj. dla frezów o innej geometrii, mierzono ϱ i Δr_h po zakończeniu próby (t = 40 min. dla SW18 i t = 120 min. dla H10). Pomiary zaokrąglenia krawędzi skrawającej ϱ przeprowadzono metodą przekroju świetlnego na mikroskopie Schmaltza, wykorzystując repliki ołowiowe. Pomiary promieniowego skrócenia ostrza Δr_h przeprowadzono na mikroskopie warsztatowym. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 6 do 8. Przebiegi zależności zmian parametrów ostrza od czasu skrawania $\varrho = f(t)$ i $\Delta r_h = f(t)$ (rys. 6) są podobne do zużycia ostrza $h_p = f(t)$, tzn. przyrosty ϱ i Δr_h po dotarciu ostrza narzędzia są proporcjonalne do przyrostów czasu skrawania.

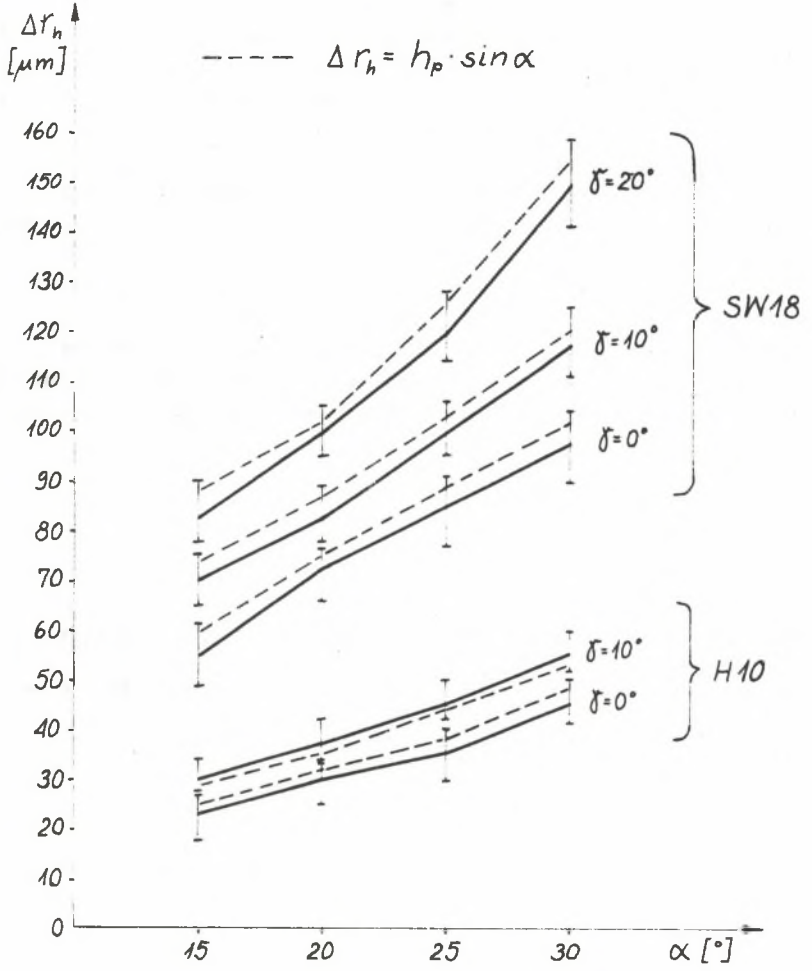
Analizując zależności $\varrho = f(\alpha)$ dla SW18 i H10 (rys. 7) widać, że przy wzroście kąta γ lub kąta α względnie obu tych kątów promień ϱ maleje. Promieniowe skrócenie ostrza Δr_h, przedstawione liniami ciągłymi na rys. 8, rośnie ze wzrostem kąta γ i kąta α. Jak widać na tym rysunku linie obliczeniowe Δr_h (linie kreskowe) leżą w obszarze rozrzutów wielkości rzeczywistych Δr_h, co potwierdza słuszność przyjętych założeń.



Rys. 6. Zależność promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej ϱ i promieniowego skrócenia ostrza Δr_h od czasu skrawania t dla ostrzy o geometrii $\gamma = 10^o$, $\alpha = 15^o$ sporządzonych ze stali szybkotnącej SW18 i węglików spiekanych H10



Rys. 7. Zależność promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej ostrza ϱ od kąta przyłożenia α przy różnych kątach natarcia γ dla stali szybkotnącej SW18 po czasie skrawania t = 40 min. i dla węglików spiekanych gatunku H10 po czasie skrawania t = 120 min.



Rys. 8. Zależność promieniowego skrócenia ostrza Δr_h od kąta przyłożenia α przy różnych kątach natarcia γ dla stali szybkotnącej SW18 po czasie skrawania t = 40 min. i dla węglików spiekanych gatunku H10 po czasie skrawania t = 120 min. Linie przerywane przedstawiają zależność $\Delta r_h = h_p \cdot \sin\alpha$

Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że zużycie ostrza ma charakter ścierny, typowy dla większości przypadków obróbki skrawaniem tworzyw sztucznych. Porównując przebiegi zużycia ostrzy wykonanych z badanych materiałów narzędziowych stwierdzono, że ostrza z węglików spiekanych gatunku H10 wykazują wielokrotnie mniejsze skrócenie promieniowe od ostrzy ze stali szybkotnącej i nadają się szczególnie na frezy kształtowe oraz do obróbki kopiowej. Również zwiększenie się promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej ϱ jest dla ostrzy z węglików spiekanych kilkakrotnie mniejsze, co pozwala na dłuższą pracę tych frezów bez obawy niebezpiecznego wzrostu temperatury skrawania wywołanego wzrostem sił skrawania.

Szczególnie niekorzystne zużycie ostrza, polegające na skróceniu promieniowym i zaokrągleniu krawędzi skrawającej, uzależnione jest od kątów ostrza w sposób przeciwstawny. Dla obróbki kopiowej i kształtowej decydujące znaczenie ma możliwie małe promieniowe skrócenie ostrza, z tego względu zalecane jest stosowanie frezów o małych wartościach kątów ostrza, jak np. kąta przyłożenia $\alpha = 15^{\circ}$ i natarcia $\gamma = 0^{\circ}$.

LITERATURA

[1] J. Kaczmarek: Podstawy obróbki wiórowej, ściernej i erozyjnej. Warszawa, WNT, 1970.

[2] K. Bącal: Zeszyty Naukowe Politechniki Wrocławskiej, Mechanika 164, 1967.

[3] J. Szyrajew, J. Stryczek: Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Mechanika 5, 1958.

ИЗНОС РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ФРЕЗЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЦЕЛЛУЛОИДА

Р е з ю м е

При обработке целлулоида пальцевой фрезой с одной режущей кромкой был обнаружен износ режущей кромки состоящей в износе задней поверхности и закруглении режущей кромки.

Этот износ вызывает радиальное сокращение режущей кромки фрезы, ухудшающее размерно-форменную точность изделия. Этот факт имеет существенное значение в случае обработки на фрезерно-копировальных станках, где рекомендуется применять инструмент с режущими кромками из твердосплавных плиток вместо инструмента из быстрорежущей стали.

ABRASIVE WEAR OF MILLING CUTTER EDGES WHILE CELLULOID MACHINING

S u m m a r y

While celluloid machining with single-bit slotting cutters the wear of cutter edges has been stated depending on abrasion on a flank face and rounding of cutting edge. The wear causes a radial shortening of the cutter impairing a shape-dimension accuracy of a product. The latter has a real importance for machining on tracer milling machines, where use of tools with inserted metal carbide blades instead of high speed steel is recommanded.