

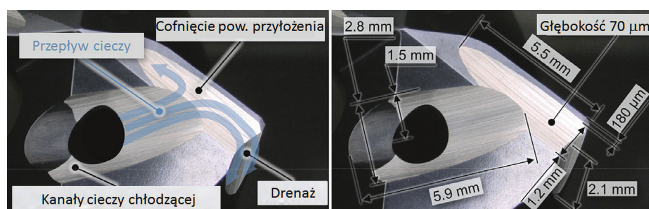
Zmodyfikowane wiertło do trudno obrabialnych materiałów lotniczych

Stopy niklu i tytanu, często stosowane w przemyśle lotniczym, są trudno obrabialne. Największy problem stanowi ich wiercenie ze względu na występujące obciążenia termiczne. Zmodyfikowane wiertło kręte znacznie poprawia chłodzenie oraz smarowanie głównych i pomocniczych krawędzi skrawających i pozwala zwiększyć wydajność produkcji.

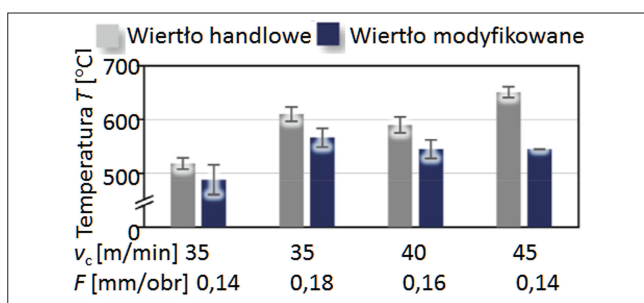
Punktem wyjścia było dostępne komercyjnie wiertło kręte o średnicy $\varnothing 14$ mm, z węglików spiekanych, powlekane wielowarstwowo TiN i TiAlN. Zmodyfikowane wiertło przedstawiono na rys. 1. Kanały doprowadzające ciecz chłodzącą zostały tak zaprojektowane, aby kierować ją w kierunku głównej krawędzi skrawającej. Cofnięcie powierzchni przyłożenia tworzy obszerny kanał cieczy za tą krawędzią, co poprawia dostęp chłodziwa. Aby zapobiec powstawaniu stref stagnacji odprowadzającego chłodziwa, za pomocniczą krawędzią skrawającą utworzono drenaż, który ułatwia jego odpływ.

Standardowo do wiercenia Inconelu 718 stosuje się prędkości skrawania rzędu $v_c = 10\div 40$ m/min. Wprowadzona modyfikacja umożliwiła znaczne zwiększenie tych prędkości. Do zbadania jej wpływu na trwałość użyto emulsji 9% pod ciśnieniem 55 bar, długość otworu wynosiła $L = 42$ mm, posuw $f = 0,14$ mm/obr. Za kryterium stępienia przyjęto $VB_{max} = 300$ μm lub pojawienie się widocznych pęknięć albo wykruszeń krawędzi skrawającej.

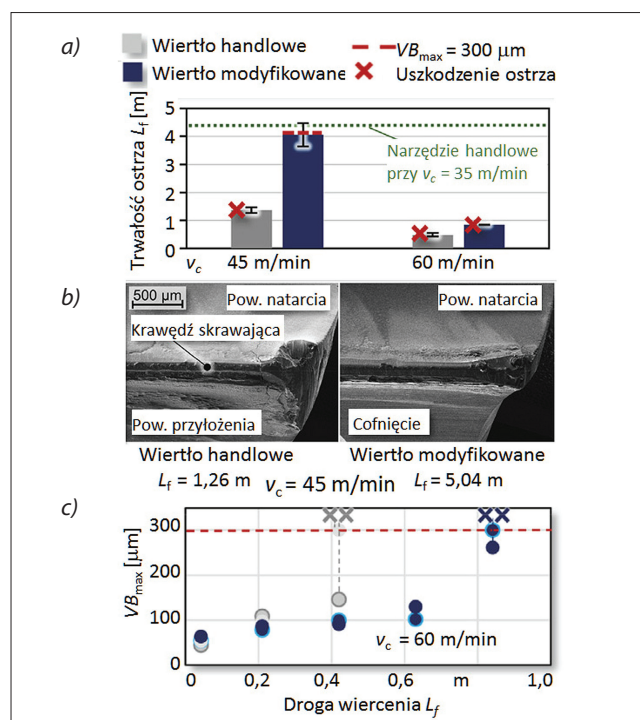
Przeprowadzono badanie zależności temperatury naroża od posuwu i prędkości skrawania dla obu narzędzi. Wyniki (rys. 2) wykazały znaczny wpływ modyfikacji geometrii ostrza na tę temperaturę, zwłaszcza przy $v_c = 45$ m/min, kiedy modyfikacja pozwoliła na obniżenie tej temperatury z $T \approx 651^\circ\text{C}$ do $T \approx 544^\circ\text{C}$. Przy prędkości $v_c = 35$ m/min różnica wynosiła tylko



Rys. 1. Elementy zmodyfikowanej geometrii wiertła



Rys. 2. Porównanie temperatury naroża przy różnych posuwach i prędkościach skrawania



Rys. 3. Droga skrawania osiągnięta przez narzędzie handlowe i zmodyfikowane przy podwyższonych prędkościach skrawania (a), stan narzędzi po osiągnięciu kryterium stępienia po skrawaniu z prędkością $v_c = 45$ m/min (b) i porównanie przebiegów zużycia wiertła zmodyfikowanego z handlowym przy skrawaniu z prędkością $v_c = 60$ m/min (c)

$\Delta T \approx 30^\circ\text{C}$. Prowadzi to do wniosku, że modyfikacja narzędzi może być szczególnie korzystna przy podwyższonych temperaturach w strefie skrawania.

Na rys. 3a przedstawiono porównanie osiągniętych trwałości ostrza przy prędkości skrawania wynoszącej $v_c = 45$ m/min i 60 m/min, zestawiając je ze standardową trwałością osiąganą przy $v_c = 35$ m/min. Przewaga ostrza zmodyfikowanego jest największa przy niższej prędkości $v_c = 45$ m/min, co widać także na rys. 3b, gdzie pokazano stany obu narzędzi po osiągnięciu kryterium stępienia. Przy prędkości skrawania $v_c = 60$ m/min przewaga ta jest mniejsza, lecz w dalszym ciągu wyraźna (rys. 3c).

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Iovkov I., Bucker M., Biermann D. "A modified tool design for the drilling of high-performance aerospace materials". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 70, 1 (2021) 83-86, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.04.024>.