

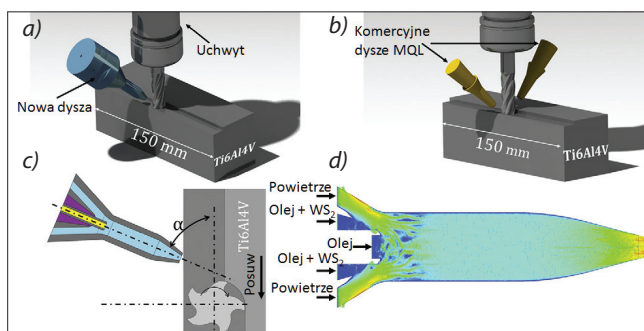
Dysza do minimalnego smarowania podczas obróbki materiałów trudnoobrabialnych

Podczas obróbki materiałów trudnoobrabialnych, takich jak stopy tytanu czy niklu, konieczne jest stosowanie cieczy chłodząco-smarujących, jednak stanowi to poważne obciążenie dla środowiska. Bardziej ekologiczne jest smarowanie minimalne (MQL), gdzie ilość chłodziwa jest zredukowana, zwłaszcza z wykorzystaniem olejów roślinnych. Jednakże przenikalność medium do strefy skrawania i właściwości chłodzące są w tym przypadku niskie, co jest najbardziej odczuwalne przy frezowaniu szybkościowym. Sytuację poprawia dodanie do oleju dwusiarczku molibdenu (WS_2) oraz zastosowanie specjalnej dyszy.

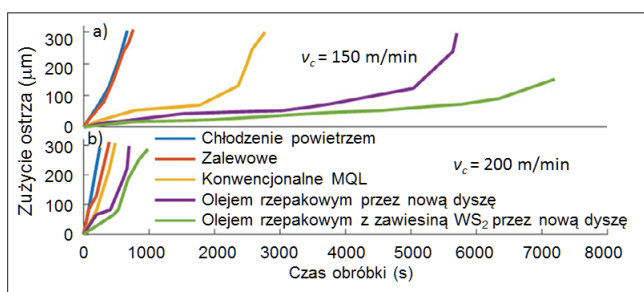
Na rys. 1 zestawiono dyszę komercyjną z nową dyszą na stanowisku badawczym. Dysze były skierowane na strefę skrawania prostopadle do krawędzi skrawającej, poziomo pod zmiennym kątem α (rys. 1c). Nowa dysza (rys. 1d) miała kryzę wylotową o średnicy $\varnothing 1$ mm i trzy oddzielne wloty: na sprężone powietrze, olej rzepakowy i zawieszinę WS_2 w oleju rzepakowym o stężeniu 1%, oraz dwie komory mieszające. Olej i zawieszina były dostarczane z wydatkiem 50 ml/godzinę, a powietrze – pod ciśnieniem 5 bar z wydatkiem 6,1 m³/godz.

Dysza konwencjonalna miała kryzę wylotową o średnicy $\varnothing 2,5$ mm, a emulsja olejowa o stężeniu 7% była podawana z wydatkiem 100 mm/godz. pod ciśnieniem 6 bar.

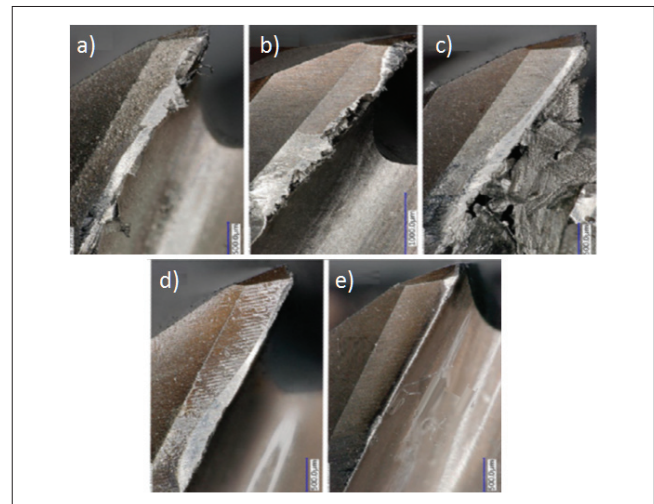
W trakcie prób trwałościowych obrabiano blok ze stopu tytanu Ti6Al4V jednolitym frezem pięcioostrzowym z węglików powlekanych TiSiN, o średnicy $\varnothing 12$ mm. Na rys. 2 pokazano zużycie ostrza przy chłodzeniu: powietrzem (okres trwałości $T = 11$ min), zalewowym ($T = 14,5$ min), konwencjonalnym MQL ($T = 46$ min), olejem rzepakowym przez nową dyszę ($T = 95$ min) i olejem rzepakowym z zawiesziną WS_2



Rys. 1. Stanowisko badawcze: a) z nową dyszą oraz b) z konwencjonalnymi dyszami MQL; c) orientacja dyszy, d) szczegóły nowej dyszy



Rys. 2. Zużycie ostrza w zależności od sposobu chłodzenia



Rys. 3. Stan ostrzy po próbach prowadzonych z prędkością $v_c = 150$ m/min i z chłodzeniem: a) powietrzem, b) zalewowym, c) konwencjonalnym MQL, d) olejem rzepakowym przez nową dyszę, e) olejem rzepakowym z zawiesziną WS_2 przez nową dyszę

przez nową dyszę (próbę przerwano po 120 min przy zużyciu ostrza zaledwie 150 μm), przy prędkości skrawania $v_c = 150$ m/min i dla $v_c = 200$ m/min. Stosowano kąt $\alpha = 54^\circ$, który okazał się najbardziej korzystny.

Na rys. 3 przedstawiono stan ostrzy po próbach prowadzonych z prędkością $v_c = 150$ m/min. Przy chłodzeniu powietrzem i konwencjonalnym MQL dominowało przypawanie wiórków do powierzchni natarcia. Przy chłodzeniu zalewowym wystąpiły krater oraz wykruszenia krawędzi skrawającej. Przy chłodzeniu olejem rzepakowym przez nową dyszę dominowało zużycie powierzchni przyłożenia. Najmniejsze zużycie wystąpiło przy chłodzeniu olejem rzepakowym z zawiesziną WS_2 przez nową dyszę.

Wyniki dobitnie wykazują wyższość nowej dyszy wykorzystanej do dwóch chłodziw – samego oleju rzepakowego i oleju z zawiesziną WS_2 . Wyraźnie pozytywny był też wpływ zawiesziny WS_2 na trwałość ostrza.

Opracował: prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Shokrani Alborz, Betts Joseph. "A new hybrid minimum quantity lubrication system for machining difficult-to-cut materials". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 69 (2020): 73–76, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.04.027>. ■