

Obróbka wykończeniowa Inconelu 718 smarowana MQL z elektrycznie naładowanym dwusiarczkiem wolframu

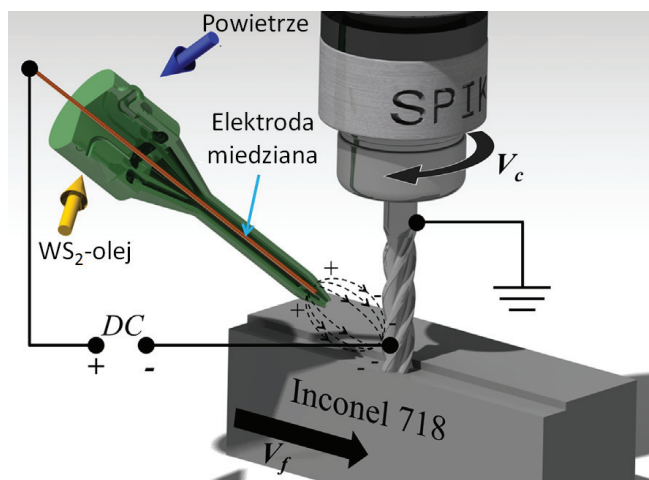
Przedstawiono wyniki frezowania czołowego Inconelu 718 z zastosowaniem nowo zaprojektowanego i wykonanego systemu dostarczania minimalnej ilości smaru (MQL) w postaci elektrycznie naładowanej zawiesiny nanocząstek dwusiarczku wolframu (WS_2) w oleju roślinnym.

Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 1. Frezowano wzdłużnie blok Inconelu 718 o wymiarach $50 \times 50 \times 150$ mm czteroostrowym frezem pełnowęglkowym powlekanym TiSiN, o średnicy $\varnothing 12$ mm. Dysza MQL była skierowana na obszar styku narzędzia z przedmiotem obrabianym, stycznie do obwodu narzędzia skrawającego, w odległości 25 mm.

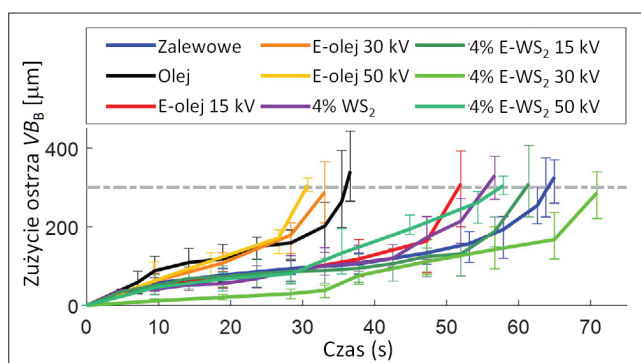
Nowa dysza wykonana metodą druku 3D ma kryzę wylotową o średnicy 2 mm oraz dwa oddzielne wloty – dla sprężonego powietrza i zawiesiny WS_2 w oleju rzepakowym. Cząstki WS_2 mają wielkość $0,6 \mu m$ i są zbudowane z blaszek o heksagonalnej strukturze krystalicznej S-W-S, o słabych wiązaniach z sąsiednimi warstwami. Pozwala to na uzyskanie niskiego poślizgu tarcowego pomiędzy warstwami.

Wewnętrzna elektroda miedziana służy do elektrycznego ładowania zawiesiny podczas wylotu z dyszy. Zawiesina jest dostarczana do dyszy z natężeniem przepływu 150 ml/h, ciśnienie powietrza wynosi $P = 0,3$ MPa przy natężeniu przepływu $3,8$ m³/h. Do chłodzenia zalewowego zastosowano 7% roztwór emulsji w wodzie i standardowy system dostarczania chłodziwa obrabiarki.

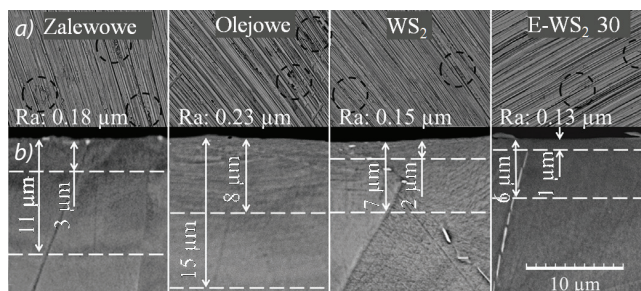
Na rys. 2 pokazano przebieg zużycia narzędzi przy: $v_c = 40$ m/min, $a_p = 1$ mm, $a_e = 2$ mm, $f_z = 0,03$ mm/ostrze, uzyskany przy różnych metodach chłodzenia/smarowania: zalewowej, olejowej, elektrycznie naładowanym olejem (E-olej) z różnymi napięciami, 4% zawiesiną WS_2 w oleju (WS_2) oraz tą zawiesiną z ładowaniem elektrycznym (E- WS_2) przy różnych



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego



Rys. 2. Przebiegi zużycia ostrza przy zastosowaniu różnych sposobów chłodzenia/smarowania



Rys. 3. Obrazy mikroskopowe powierzchni ze średnią chropowatością (a), mikrostruktura warstwy wierzchniej w przekroju poprzecznym pokazująca głębokość odształceń podpowierzchniowych (b)

napięciach. Jak widać, najwyższą trwałość ostrza $T = 71$ min uzyskano dla E- WS_2 30 kV.

Na rys. 3 pokazano chropowatości powierzchni i mikrostruktury warstw wierzchnich uzyskanych przy różnych sposobach chłodzenia. Ponownie najkorzystniejsze okazało się chłodzenie E- WS_2 30 kV.

Stwierdzono, że elektrycznie naładowana nanociecz WS_2 poprawia odprowadzanie ciepła, redukuje tarcie i siły skrawania, zwiększa trwałość narzędzia i znacząco poprawia jakość warstwy wierzchniej.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Alborz Shokrani, Joseph Betts, I.S. Jawahir. "Improved performance and surface integrity in finish machining of Inconel 718 with electrically charged tungsten disulphide MQL". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 71 (2022): 109-112, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2022.04.068>. ■