

Wpływ emisji do atmosfery substancji chłodzących i smarujących na koszty obróbki skrawaniem

Ciecze chłodząco-smarujące stosowane w obróbce skrawaniem powodują wiele zagrożeń dla środowiska i zdrowia ludzi, ponieważ uwalniają zanieczyszczenia do wody, gleby i powietrza. Koszty produkcji, użytkowania i utylizacji chłodziw emulsyjnych mogą stanowić do 15% kosztów produkcji.

Wybrano studium przypadku wiercenia CFRP/Ti6Al4V, ponieważ obejmuje kilka niebezpiecznych źródeł emisji do powietrza. Nawet przy stosowaniu zrównoważonych sposobów chłodzenia, jak smarowanie minimalne (MQL) lub ciekłym dwutlenkiem węgla (LCO_2), mogą powstawać wysokie stężenia mgły olejowej lub niedobór tlenu w miejscu pracy. Dodatkowo ultradrobne wióry powodują również choroby płuc. Wykorzystano wiertła SECO SD203A-10.0-31-10R1-T z parametrami $v_c = 75 \text{ m/min}$ i $f = 0,1 \text{ mm/obr.}$

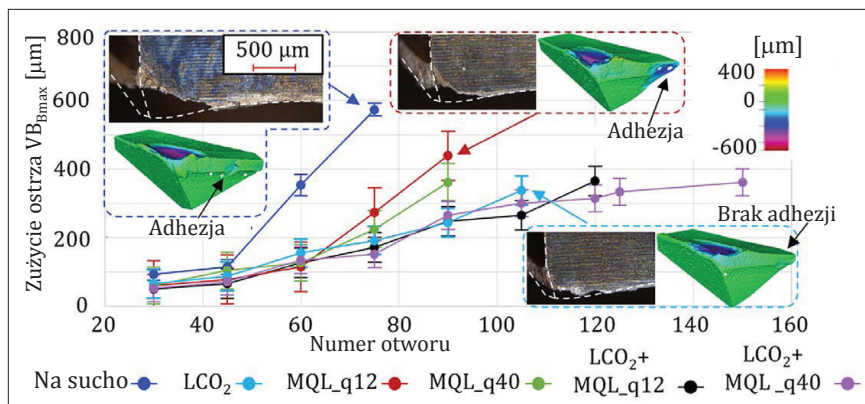
MQL stosowano z dwiema prędkościami przepływu: 12 i 40 ml/godz. (MQL_q12 i MQL_q40).

Do pomiaru liczby i stężenia masowego cząstek o rozkładzie wielkości od nano do mikro, zastosowano nowatorską komorę do oceny aerozoli. Użyto spektrometrów EEPS 3090 i OPS 3330. Przetestowano różne scenariusze chłodzenia/smarowania i wyciągu powietrza oraz zmierzono stężenie cząstek. W komorze do oceny aerozoli mierzono masę i liczbę cząstek wraz z ich rozkładem wielkości, a także stężenie CO_2 co sekundę,

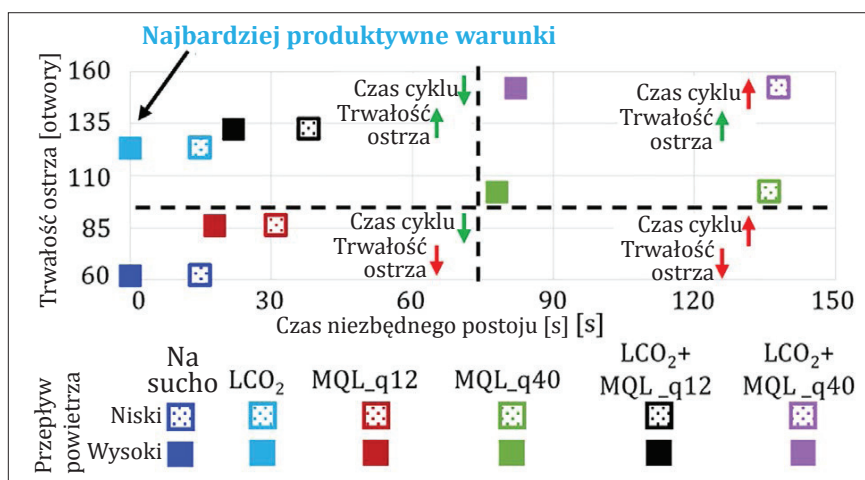
a całkowite stężenie liczby cząstek zostało obliczone przez całkowanie obszaru pod taką krzywą.

Na rys. 1 pokazano zużycie narzędzia podczas wiercenia z różnymi chłodziwami. Wiercenie na sucho dało najgorszą trwałość narzędzia, przekraczającą $VB_{\text{Bmax}} = 300 \mu\text{m}$ po 60 otworach. Zastosowanie LCO_2 i $\text{LCO}_2 + \text{MQL}$ pomogło znacznie wydłużyć żywotność narzędzia, ponieważ niska temperatura LCO_2 zapobiegła zużyciu adhezyjnemu na krawędzi i łysince wiertła. Może to być spowodowane zmniejszonym skurczem termicznym podczas wiercenia fazy Ti6Al4V z chłodzeniem poniżej zera.

Na rys. 2 przedstawiono produktywność każdego z zastosowanych warunków chłodzenia ocenianą na podstawie trwałości ostrzy i czasu postoiu niezbędnego do bezpiecznego otwarcia drzwi obrabiarki. Chociaż wysokie natężenia przepływu MQL zapewniały długą żywotność narzędzia, powodowały również długie czasy postoiu. Czyste chłodzenie LCO_2 lub chłodzenie/smarowanie $\text{LCO}_2 + \text{MQL}$ przy prędkości przepływu 12 ml/godz. (MQL_q12) są potencjalnie najbardziej wydajne. Nawet jeśli nie osiągnięto najdłuższej żywotności narzędzia, była ona dwukrotnie wyższa niż w przypadku wiercenia na sucho, a krótkie czasy postoiu były możliwe przy zastosowaniu wysokiego przepływu powietrza.



Rys. 1. Przebieg zużycia ostrza podczas wiercenia dla każdej techniki chłodzenia i smarowania



Rys. 2. Porównanie trwałości narzędzia i czasu postoiu niezbędnego do bezpiecznego otwarcia drzwi obrabiarki

LITERATURA

I. Rodriguez I. et al. "The impact of airborne emissions from coolants and lubricants on machining costs", *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 73 (2024): 77-80. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2024.04.056>.

Opracował:
prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak