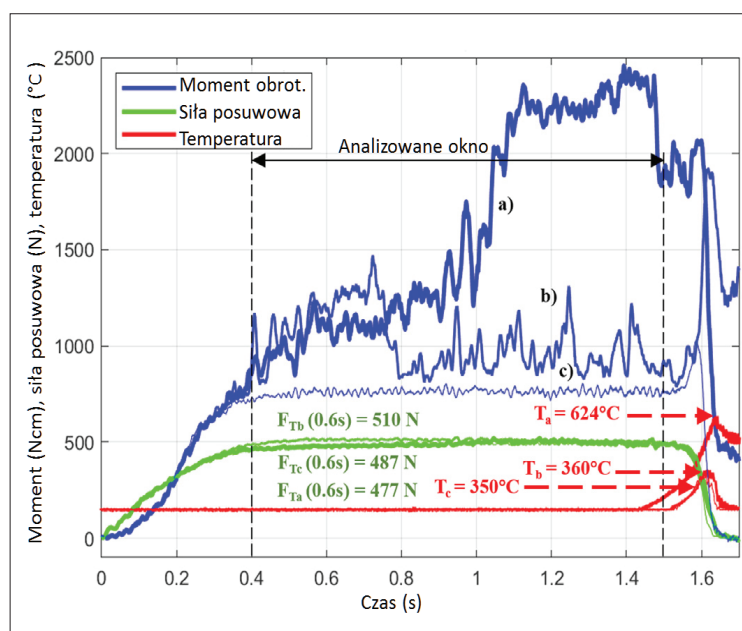


Wpływ chłodzenia ciekłym CO₂ i MQL na efektywność wiercenia

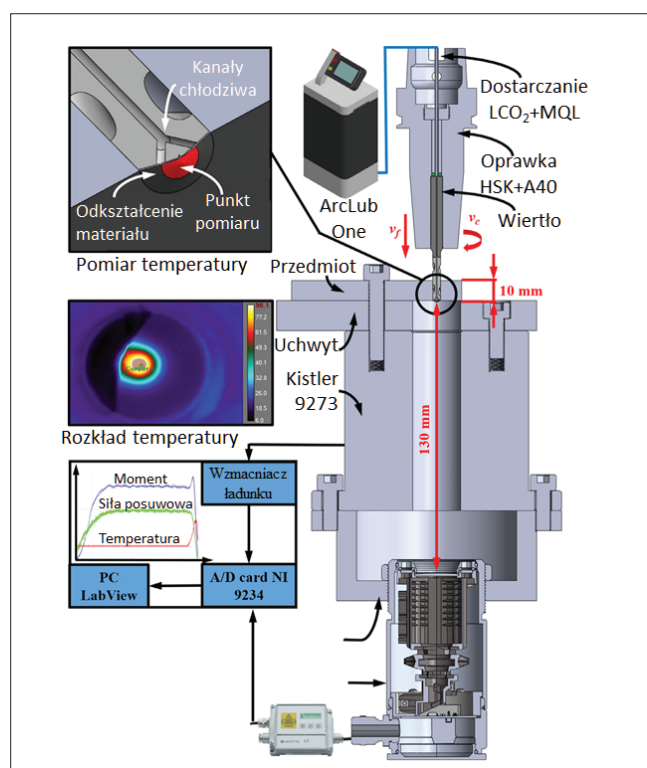
Podczas wysoko wydajnego wiercenia narzędziami z węglików stosuje się zwykle chłodzenie emulsją dostarczaną pod wysokim ciśnieniem przez narzędzie. Konieczność odchodzenia od płynów obróbkowych na bazie oleju mineralnego powoduje poszukiwanie rozwiązań oferujących optymalne chłodzenie i smarowanie. Jednym z nich może być minimalne chłodzenie ciekłym dwutlenkiem węgla (LCO₂) wstępnie zmieszany z olejem.

Tu przedstawiono badania wpływu prędkości skrawania, natężenia przepływu LCO₂ i smarowania minimalnego (MQL) na moment obrotowy, siłę posuwową i temperaturę podczas wiercenia stali chromowo-molibdenowej. Umożliwiły one analizę efektu chłodzenia i smarowania indywidualnie lub łącznie.

Zastosowano wiertła węglikowe z powłoką AlCrTiN i wewnętrznymi kanałami chłodzącymi ($D = 4$ mm; $\kappa_r = 140^\circ$) mocowane w oprawce HSK-A40 dostosowanej do zasilania LCO₂ + MQL przez jednokanałowy system ArcLub One, wyposażony w dwa masowe kontrolery przepływu Coriolisa. Wiercono przelotowo stal 42CrMo4 (31 HRC) o grubości 10 mm. Stosowano prędkość skrawania $v_c = 30, 50$ i 70 m/min, posuw $f = 0,1$ mm/obr, szybkości przepływu $q_{LCO_2} = 0, 125, 250$ g/min; $q_{MQL} = 0, 50$ i 100 ml/godz. Stanowisko badawcze wyposażone w siłomierz Kistler 9273 i pirometr Optris CTlaser 3MHCF2 przedstawiono na rys. 1.



Rys. 2. Wyniki badań otrzymane przy $v_c = 50$ m/min: a) na sucho, b) $q_{LCO_2} = 125$ g/min; $q_{MQL} = 0$ ml/godz, c) $q_{LCO_2} = 125$ g/min; $q_{MQL} = 100$ ml/godz



Rys. 1. Stanowisko badawcze

Przykładowe wyniki pomiarów pokazano na rys. 2. Zmienność momentu obrotowego, bardzo znaczna przy wierceniu na sucho (rys. 2a), maleje po wprowadzeniu chłodzenia LCO₂ (rys. 2b), które wspomaga odprowadzanie wiórów. Jednak głównym elementem przyczyniającym się do redukcji i stabilizacji momentu obrotowego jest MQL, który jednocześnie smaruje zarówno strefę skrawania, jak i kanały odprowadzania wiórów (rys. 2c). Wpływ LCO₂ i MQL na siłę posuwową nie jest tak wyraźny, jednak LCO₂ może obniżyć temperaturę wiercenia, zwłaszcza przy wyższych natężeniach przepływu. Najwyższa temperatura 624°C wystąpiła przy wierceniu na sucho. Chłodzenie MQL okazuje się bardziej skuteczne przy niższych prędkościach skrawania. LCO₂ ma najwyższą wydajność chłodzenia, utrzymując temperaturę poniżej 350°C dla wszystkich testowanych prędkości skrawania. Połączenie LCO₂ + MQL zapewnia najniższe temperatury.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Sterle Luka, Krajnik Peter, Pušavec Franci, "The effects of liquid-CO₂ cooling, MQL and cutting parameters on drilling performance". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 70 (2021): 79–82, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.04.007>. ■