Z DZIAŁALNOŚCI

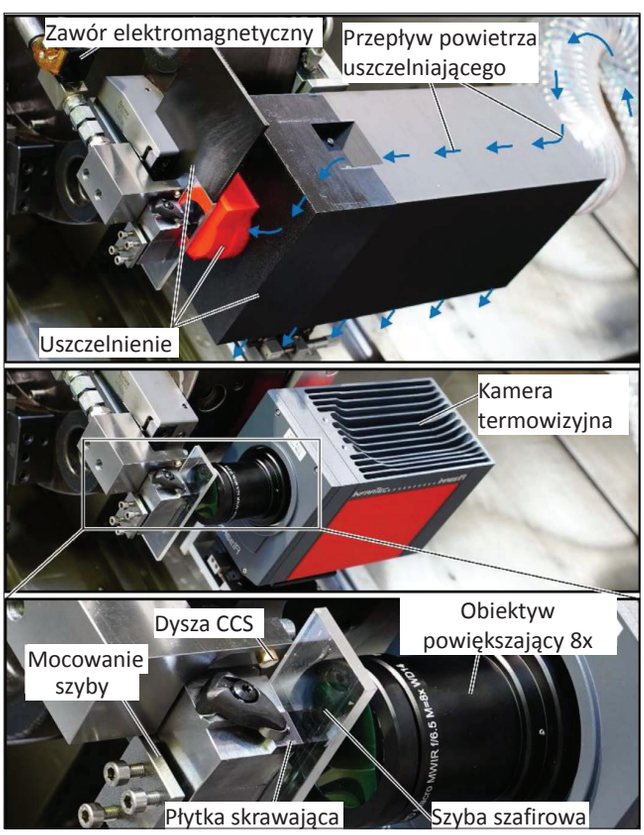
THE INTERNATIONAL ACADEMY FOR PRODUCTION ENGINEERING
MIĘDZYNARODOWA AKADEMIA INŻYNIERII PRODUKCJI

Pomiar obciążeń cieplnych ostrza podczas obróbki z cieczą chłodząco-smarującą

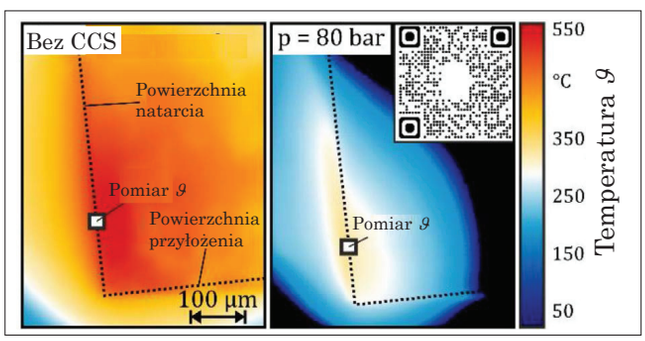
Znajomość obciążeń cieplnych ostrza jest kluczowa przy doborze strategii podawania cieczy chłodząco-smarującej (CCS). Dotychczas termowizyjny pomiar temperatury ostrza był niemożliwy przy obróbce na mokro, bo ciecz wnikająca w pole widzenia kamery zaburza promieniowanie cieplne. Autorzy opracowali metodę umożliwiającą taki pomiar także przy wysokociśnieniowym podawaniu CCS, do 80 bar.

Kluczowym elementem stanowiska jest szyba (borokrzemianowa lub szafirowa), do której dociskane są narzędzie i przedmiot obrabiany podczas toczenia ortogonalnego – chroni ona powierzchnię pomiarową przed penetracją cieczy (rys. 1). Kamera termowizyjna (1,9 µm/piksel, 670 Hz) rejestruje temperaturę pomocniczej powierzchni przyłożenia. Metodę skalibrowano i zwalidowano pirometrem dwubarwnym oraz symulacją MES, co pozwoliło przeliczać ją na temperaturę maksymalną, występującą w środku szerokości warstwy skrawanej wewnątrz materiału ostrza.

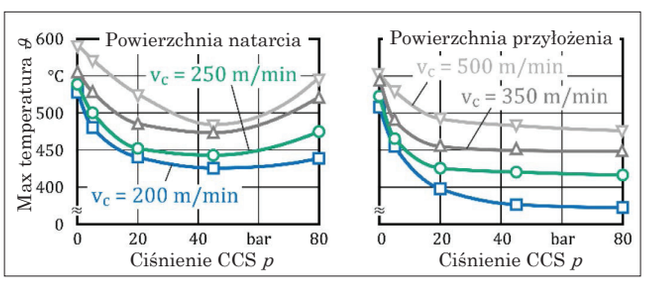
Porównanie termogramów obróbki na sucho i na mokro ($p = 80$ bar) potwierdza skuteczność metody: mimo obecności cieczy uzyskano czytelny obraz temperatury, z widocznym silnym jej obniżeniem pod wpływem chłodzenia (rys. 2). Wzrost ciśnienia CCS skraca długość kontaktu wióra z ostrzem, przesuwając maksimum temperatury w stronę krawędzi skrawającej. Do 45 bar temperatura na powierzchni natarcia systematycznie maleje, a przy wyższym ciśnieniu



Rys. 1 Integracja kamery termowizyjnej z obrabiarką



Rys. 2. Termogram skrawania stali AISI4140+QT ($vc = 200$ m/min, $h = 0{,}1$ mm): z lewej obróbka na sucho, z prawej na mokro ($p = 80$ bar, $d = 1$ mm)



Rys. 3. Wpływ ciśnienia CCS na maksymalną temperaturę powierzchni natarcia i przyłożenia dla różnych prędkości skrawania *vc* (AISI4140+QT, $h = 0{,}1$ mm, $d = 1$ mm)

ponownie rośnie, gdyż ta sama moc cieplna skupia się na mniejszej powierzchni kontaktu (rys. 3). Na powierzchni przyłożenia spadek jest monotoniczny, lecz powyżej 45 bar już minimalny (ok. 1%), mimo znacząco większego zużycia energii przez pompę.

Wykazano też, że korzyść cieplna z podwyższania ciśnienia zależy od średnicy dyszy: maksymalne obniżenie temperatury daje dysza, której strumień obejmuje całą szerokość warstwy skrawanej – szerszy strumień nie poprawia już chłodzenia, tylko zwiększa zużycie energii. Autorzy rekomendują więc ciśnienie ok. 45 bar wraz z dopasowaniem średnicy dyszy do szerokości skrawania jako rozwiązanie minimalizujące zarówno obciążenie cieplne ostrza, jak i zużycie energii układu chłodzenia.

LITERATURA

B. Denkena, B. Bergmann, M. Kraeft, J. Schenzel, Measurement of thermal tool loads in machining with cutting fluids, *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 75 (2026) 119–123, https://doi.org/10.1016/j.cirp.2026.04.077

Opracował: prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak