

Termomechaniczna analiza obróbki przerywanej Ti6Al4V w różnych warunkach chłodzenia

Chłodzenie kriogeniczne jest zwykle badane w kontekście obróbki ciągłej, natomiast wciąż brakuje wiedzy o zastosowaniach tej techniki w obróbce przerywanej, np. we frezowaniu. W artykule porównano siły i temperaturę w strefie skrawania podczas obróbki przerywanej stopu tytanu Ti6Al4V na sucho oraz z chłodzeniem zalewowym i kriogenicznym.

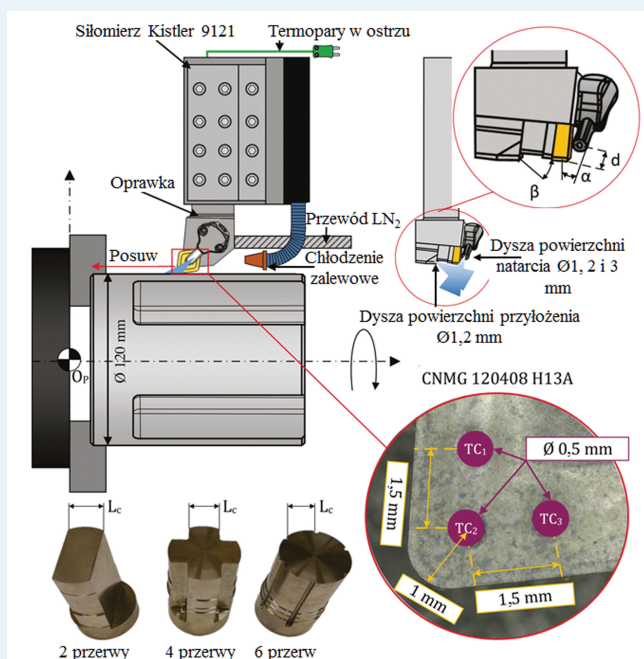
Stanowisko badawcze, narzędzie i przedmioty obrabiane przedstawiono na rys. 1. Ciekły azot (LN_2) był dostarczany do strefy skrawania dwiema dyszami – od strony powierzchni przyłożenia ($\varnothing 1,2$ mm) i natarcia ($\varnothing 1, 2$ i 3 mm). Siły skrawania mierzono siłomierzem Kistler 9121, a temperaturę na powierzchni natarcia – w trzech punktach za pomocą termopar TC_1 , TC_2 i TC_3 . Wykonano dwa typy eksperymentów – ciągle toczenie wzdłużne oraz toczenie przerywane z dwiema, czterema i sześcioma przerwami na obrót, symulującymi frezowanie frezem o średnicy 40 mm. Wszystkie próby prowadzono z głębokością skrawania $a_p = 1$ mm.

Jak widać na rys. 2, wzrostowi wydatku LN_2 towarzyszy wzrost sił skrawania i spadek mierzonej temperatury. Najbardziej wrażliwe okazały się siła odporowa F_p i tempera-

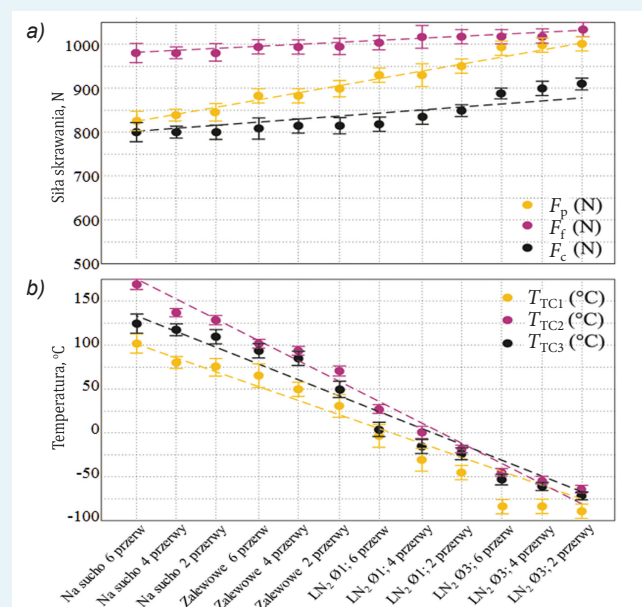
tura T_{TC2} , więc w dalszych analizach posłużono się tylko tymi wielkościami.

Na rys. 3 przedstawiono maksymalną temperaturę T_{TC2} w funkcji liczby przerw i techniki chłodzenia oraz parametrów skrawania. Można zauważyć, że temperatura zawsze wzrasta wraz z liczbą przerw, niezależnie od techniki chłodzenia i parametrów skrawania. Wynika to z rosnącej ilości generowanego ciepła i coraz krótszego czasu chłodzenia. Ponadto najniższa temperatura występuje w przypadku chłodzenia LN_2 z najwyższym wydatkiem, przy najniższym posuwie i prędkości skrawania. Jest to efekt mniejszej ilości ciepła generowanego przy tych parametrach i lepszego odprowadzania ciepła przy wyższym wydatku LN_2 .

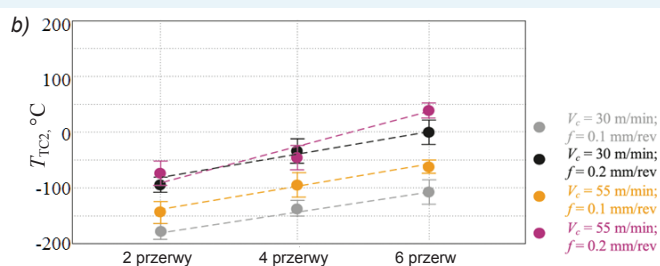
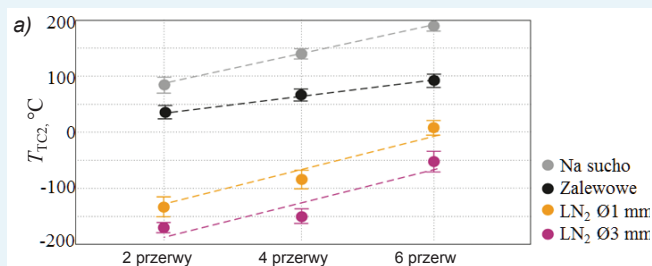
Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak



Rys. 1. Budowa stanowiska badawczego



Rys. 2. Maksymalne siły skrawania (a) i maksymalna temperatura (b), zarejestrowane podczas toczenia przerywanego ($v_c = 55$ m/min, $f = 0,2$ mm/obr)



Rys. 3. Maksymalna temperatura T_{TC2} w funkcji liczby przerw dla różnych: a) warunków chłodzenia ($v_c = 55$ m/min, $f = 0,2$ mm/obr), b) parametrów skrawania (LN_2 z dyszą $\varnothing 3$ mm)

LITERATURA

Lequien P., Poulachon G., Outeiro J.C. "Thermomechanical analysis induced by interrupted cutting of Ti6Al4V under several cooling strategies". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 67, 1 (2018): s. 91–94.