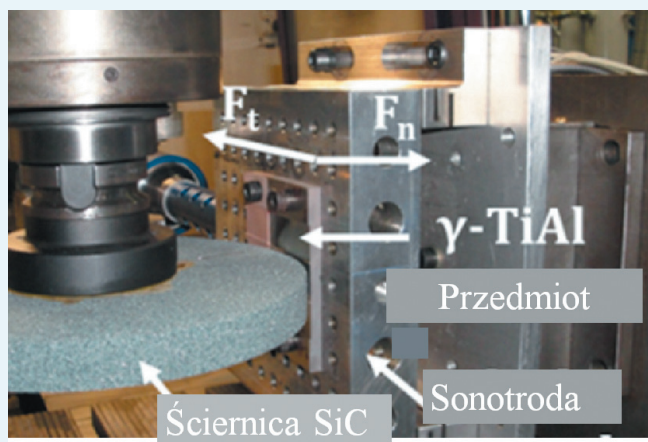


Hybrydowe szlifowanie stopów tytanu i glinu na osnowie z fazy gamma

Chociaż nowa klasa żaroodpornych stopów tytanu i aluminium na osnowie z fazy gamma (γ -TiAl) mogłaby z powodzeniem zastąpić cięższe superstopy na bazie niklu, np. w łopatkach turbin, to jej zastosowanie jest ograniczone ze względu na bardzo złą obrabialność. Aby temu zaradzić, proponuje się obróbkę hybrydową: wspomaganie ultradźwiękowo szlifowanie głębokie z posuwem pełzającym (*ultrasonic assisted creep feed grinding – UACFG*).

W badaniach wykorzystano prostopadłościanny o wymiarach $100 \times 55 \times 7$ mm ze stopu γ -TiAl: Ti–45Al–2Mn–2Nb+0.8% TiB₂XD o twardości ~ 365 HV₃₀. Przedmiot był zamocowany na sonotrodzie, a ta z kolei – na siłomierzu Kistler 9257A (rys. 1). Sonotroda była połączona z przetwornikiem ultradźwiękowym, co umożliwiło uzyskanie drgań w kierunku posuwu, o częstotliwości ~ 20 kHz i amplitudzie (bez obciążenia) 8 μ m. Stosowano dwie ściernice: konwencjonalną z SiC ze spoiwem ceramicznym oraz diamentową na podłożu stalowym.



Rys. 1. Stanowisko badawcze

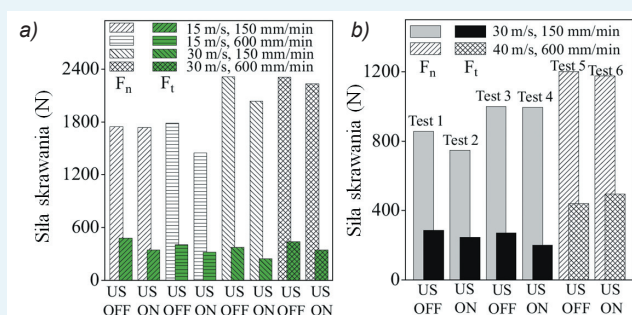
Na pierwszym etapie użyto ściernicy SiC do pełnego eksperymentu czynnika: wykonano osiem prób z prędkością ściernicy $v_s = 15$ i 30 m/s, posuwem $v_w = 150$ i 600 mm/min, ze wspomaganie drganiami i bez niego. Głębokość skrawania była stała: $a_e = 1$ mm, a szlifowanie było współbieżne, bez wyiskrzania. Przed każdą próbą ściernica była obciążana.

Na drugim etapie użyto ściernicy diamentowej. Wykonano po dwa testy bez wspomaganie drganiami (CFG) i ze wspomaganie (UACFG), przy stałych parametrach: $v_s = 30$ m/s, $v_w = 150$ mm/min i $a_e = 1$ mm.

Dodatkowe dwie próby przeprowadzono z podwyższonymi parametrami: $v_s = 40$ m/s, $v_w = 600$ mm/min.

Wyniki pomiaru sił szlifowania w przypadku ściernicy SiC (rys. 2a) wskazują, że maksymalne siły normalne F_n wahały się między ~ 1450 a 2300 N, przy czym siła rosła wraz z prędkością szlifowania bez wspomaganie drganiami (US OFF). Wspomaganie drganiami (US ON) z reguły powodowało spadek sił. Siła styczna F_t natomiast malała wraz ze wzrostem prędkości ściernicy i zastosowaniem drgań.

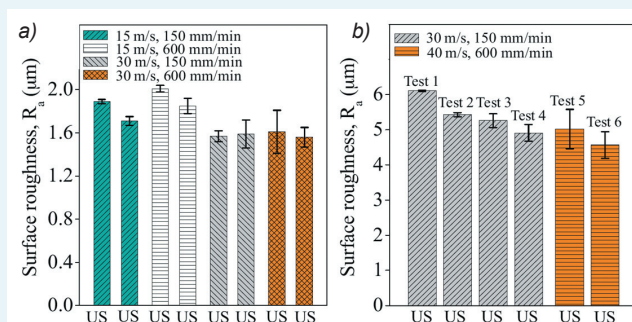
Przy szlifowaniu ściernicą diamentową (rys. 2b) siła normalna F_n wzrosła na skutek zużycia ściernicy – z 857 do 1200 N (test 1 i 3). Dalszy wzrost tej siły o 200 N w teście



Rys. 2. Zależność sił szlifowania od warunków szlifowania ściernicą: a) z SiC, b) diamentową; US OFF – konwencjonalne szlifowanie głębokie z posuwem pełzającym (CFG); US ON – szlifowanie głębokie z posuwem pełzającym wspomaganie ultradźwiękowo (UACFG)

cie 5 wynika z wyższych parametrów obróbki. Zastosowanie drgań generalnie nie miało wpływu na siłę normalną, co przypisano innej charakterystyce dynamicznej diamentowej ściernicy na podłożu stalowym w porównaniu ze ściernicą SiC ze spoiwem ceramicznym.

Średnie chropowatości powierzchni (R_a), uzyskane ściernicą z SiC, wahały się między $1,56$ a 2 μ m (rys. 3a). Zwiększenie prędkości posuwu ze 150 do 600 mm/min powoduje wzrost chropowatości, osłabiony podwyższeniem prędkości skrawania. Chropowatości uzyskane ściernicą diamentową były istotnie wyższe. Malały one stopniowo od testu 1 do 4 (rys. 3b) ze względu na rosnącą liczbę czynnych ziaren. W teście 5 chropowatość wzrosła ze względu na wzrost posuwu, ale już w kolejnej próbie była niższa.



Rys. 3. Chropowatość powierzchni stopu γ -TiAl po szlifowaniu ściernicą: a) z SiC, b) diamentową

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Bhaduri Debajyoti, Soo Sein Leung, Aspinwall David K., Novovic Donka, Bohr Stefan, Harden Peter, Webster John A. "Ultrasonic assisted creep feed grinding of gamma titanium aluminide using conventional and superabrasive wheels". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 66 (2017): s. 341–344. ■