

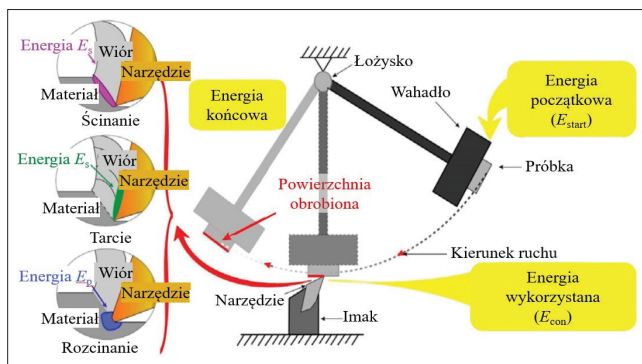
Szybkie wyznaczanie granicznych parametrów skrawania ze względu na jakość warstwy wierzchniej

Jakość warstwy wierzchniej, będąca krytycznym parametrem skrawalności materiałów lotniczych, jest związana z parametrami skrawania. Badania tej zależności są czasochłonne i kosztowne. W tym przypadku usprawnieniem jest test skrawania oparty na wahadle – PBCT (*pendulum-based cutting test*). Dzięki niemu jakość warstwy wierzchniej można szybko skorelować z odpowiadającymi jej poziomami energii skrawania. Test jest szybki i wymaga bardzo niewielkiej ilości materiału, a jednocześnie pozwala na szczegółowe monitorowanie procesu skrawania z różnymi parametrami.

Stanowisko do przeprowadzenia testu PBCT składa się z wahadła o zmiennej masie, do którego jest przymocowany badany materiał obrabiany, oraz z podstawy o regulowanej wysokości, na której

zamocowany jest imak narzędzia (rys. 1).

Zmienny kąt zwolnienia wahadła pozwala na regulację zarówno prędkości skrawania v_c , jak i energii początkowej E_{start} .



Rys. 1. Zasada działania testu skrawania opartego na wahadle oraz rozkład energii

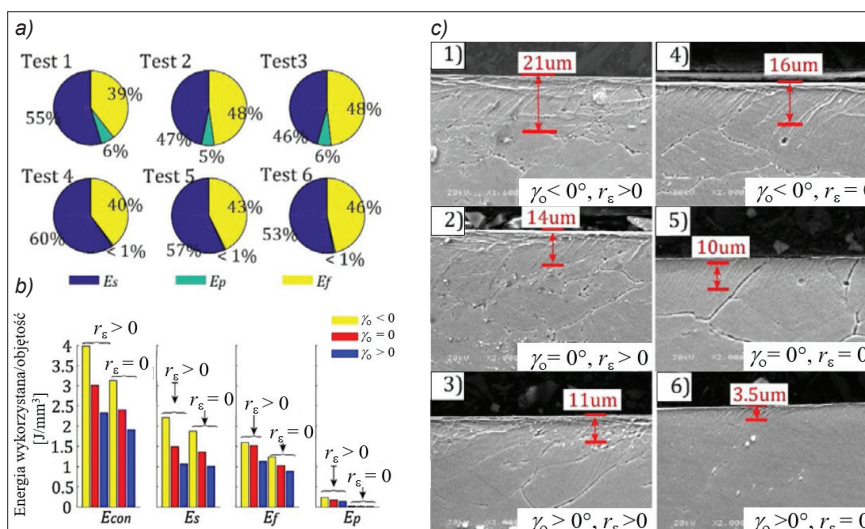
Energia wykorzystana w procesie skrawania E_{con} może być podzielona na energię tworzenia wióra (ścianienia) E_s , energię tarcia wióra o powierzchnię natarcia E_f oraz energię oddziaływania krawędzi skrawającej na materiał (rozcinięcia) E_p . Zwłaszcza energia ścinienia E_s i energia rozcinięcia E_p są bezpośrednio związane z uszkodzeniami warstwy wierzchniej.

Prędkość skrawania v_c maleje w czasie skrawania próbki, dlatego rejestrowano ją za pomocą szybkiej kamery. Uchwyt narzędzia umieszczono na siłomierzu Kistler 9257A. Badanym materiałem był Inconel 738. Prowadzono próby z krawędzią zaokrągloną ($r_\epsilon > 0$ – testy 1, 2 i 3) i ostrą ($r_\epsilon = 0$ – testy 4, 5 i 6), kolejno z kątem natarcia $\gamma_o < 0^\circ$, $\gamma_o = 0^\circ$ i $\gamma_o > 0^\circ$.

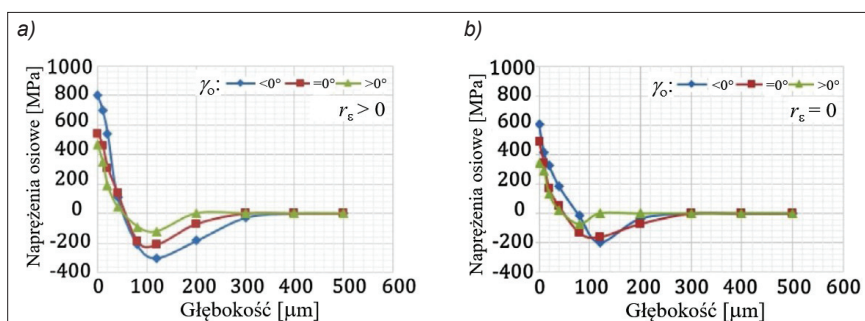
Na rys. 2 przedstawiono rozkład energii E_{con} w poszczególnych testach. Przykładowo dla zaokrąglonej krawędzi i ujemnego kąta natarcia ($\gamma_o < 0^\circ$) 55% stanowi E_s , 39% – E_f , a 6% – E_p . Wraz ze wzrostem kąta natarcia (od $\gamma_o < 0^\circ$ do $\gamma_o > 0^\circ$) udział E_s maleje, natomiast udział E_f rośnie, a udział E_p pozostaje niezmienny (ok. 6%). Te same prawidłowości zaobserwowano dla krawędzi ostrej, lecz w tym przypadku udział E_p to zaledwie ok. 1%. Zdjęcia SEM (rys. 2c) ilustrują głębokość deformacji warstwy wierzchniej. Wyraźnie widać, że ta głębokość – zarówno dla krawędzi ostrej, jak i zaokrąglonej – wykazuje podobną tendencję malejącą wraz z rosnącym kątem natarcia. Można to zauważyć również na profilach naprężeń resztkowych pod powierzchnią obrabianą (rys. 3).

Opracował:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak



Rys. 2. Rozkład energii wykorzystanej całkowitej (a) i względnej (b) oraz stan warstwy wierzchniej po testach (c)



Rys. 3. Rozkład naprężeń resztkowych po obróbce ostrzem zaokrąglonym (a) i ostrym (b)

LITERATURA

Dongdong Xu, Zhirong Liao, Dragos Axinte, Mark Hardy, Rachid M'Saoubi. "A quick method for evaluating the thresholds of workpiece surface damage in machining". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 68 (2019): 61–64. ■