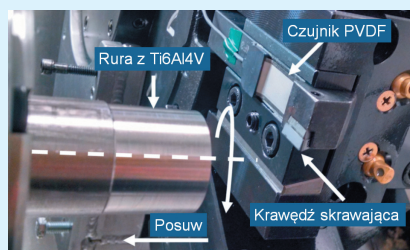


## Wykorzystanie czujnika PVDF do badania segmentacji wiórów przy skrawaniu Ti6Al4V

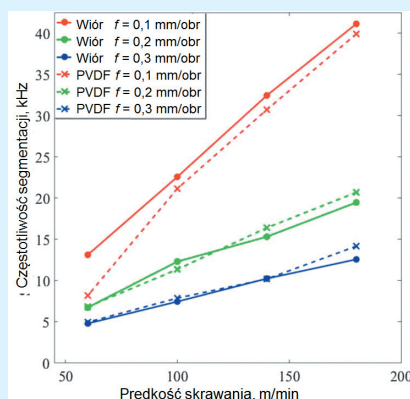
Stop tytanu Ti6Al4V jest bardzo chętnie stosowany ze względu na niski ciężar i wytrzymałość w wysokiej temperaturze. Jego skrawalność jest bardzo ograniczona, ponieważ w trakcie obróbki powstają wióry o wyraźnie zaznaczonych segmentach, co wywołuje znaczne wahania sił skrawania oraz skutkuje złą jakością powierzchni i niską dokładnością wymiarową. Monitorowanie segmentacji wiórów jest możliwe przez pomiar sił skrawania.

Stosowane do tego celu siłomierze są drogie, trudno je zainstalować blisko krawędzi skrawającej, a co gorsza ich pasmo przenoszenia nie przekracza zwykle 4 kHz, a to zdecydowanie nie wystarcza do badania segmentacji wiórów. Nguyen i in. (patrz literatura) zaproponowali wykorzystanie czujnika będącego cienką warstwą polifluorku winylidenu (PVDF) napyłonego na folię polimerową, nałożoną na chwyt noża tokarskiego (rys. 1). Czujnik jest bardzo tani (kosztuje ok. 5 dolarów) i ma częstotliwość rezonansową powyżej 10 MHz.

Badania segmentacji wiórów powstających podczas toczenia ortogonalnego Ti6Al4V przeprowadzono z wykorzystaniem rury o grubości 2 mm. Stosowano prędkość skrawania  $v_c = 60, 100, 140$  i  $180$  m/min oraz posuw  $f = 0,1; 0,2$  i  $0,3$  mm/obr. Każdą próbę wykonywano z użyciem ostrego narzędzia. Oprócz sygnałów z czujnika analizowano morfologię powstających wiórów. Z odstępu segmentów i prędkości skrawania wynikała częstotliwość segmentacji, którą porównano z wartością otrzymaną z analizy widmowej sygnału (rys. 2). Zgodność była zadowalająca. Częstotliwość segmentacji rosła liniowo wraz ze wzrostem prędkości skrawania i malała ze wzrostem posuwu.



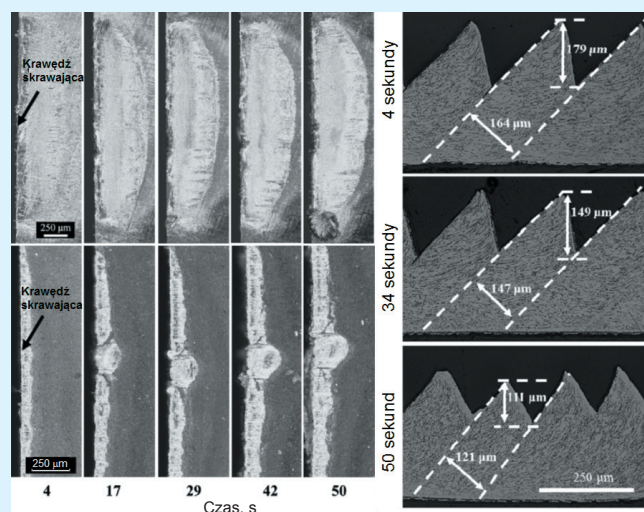
Rys. 1. Stanowisko badawcze wyposażone w foliowy czujnik sił PVDF



Rys. 2. Porównanie częstotliwości segmentacji wiórów, otrzymanej z ich geometrycznej analizy oraz widma sygnału z czujnika PVDF

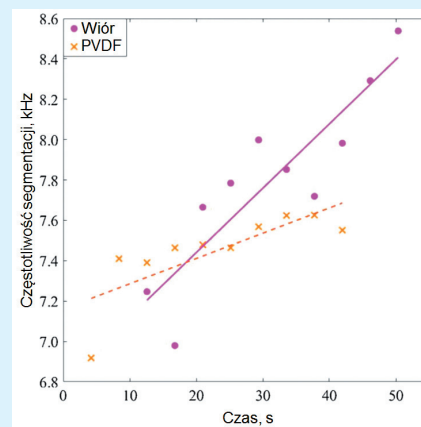
Przeprowadzono także badanie wpływu zużycia ostrza na proces segmentacji wiórów (rys. 3). Zauważono wzrost częstotliwości segmentacji towarzyszący przyrostowi zużycia, spowodowany wzrostem rozpraszania energii w strefie tworzenia się wióra (rys. 4). Odpowiadający mu wzrost temperatury w strefie skrawania powodował mięknienie materiału, co sprzyjało ścinaniu materiału

i wzrostowi częstotliwości segmentacji. Zaobserwowane za pomocą czujnika PVDF niższe częstotliwości (niż wynikające z analizy morfologii wiórów) są efektem wzrostu tłumienia procesu skrawania towarzyszącego przyrostowi zużycia ostrza.



Rys. 3. Przebieg zużycia ostrza i jego wpływ na proces segmentacji wiórów

Rys. 4. Wpływ zużycia ostrza na częstotliwość segmentacji wiórów



Zaprezentowany czujnik może być wykorzystany do badania wpływu zużycia ostrza na charakterystykę segmentacji. W praktyce w skrawaniu ukośnym wpływ na to zużycie będą miały oczywiście inne czynniki, np. kierunek spływu wióra, dlatego analiza segmentacji w takich warunkach powinna być przedmiotem dalszych badań.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

### LITERATURA

Vinh Nguyen, Patxi Fernandez-Zelaia, Shreyes N. Melkote. "PVDF sensor based characterization of chip segmentation in cutting of Ti-6Al-4V alloy". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 66 (2017): s. 73–76. ■