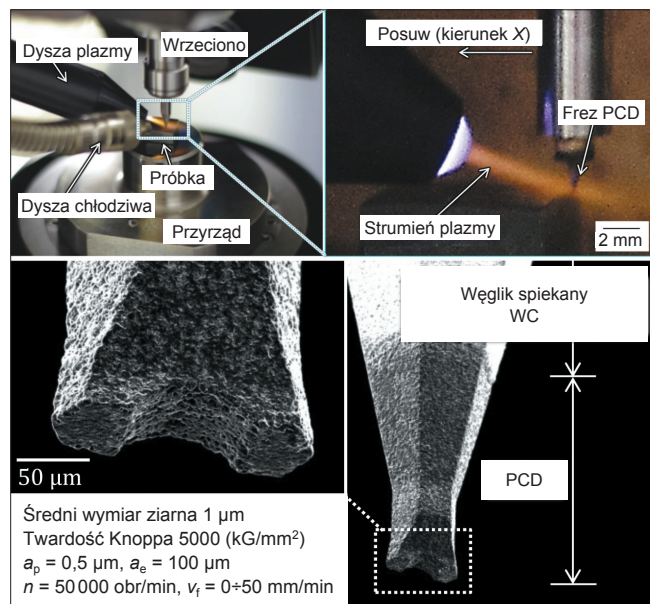




## Chłodzenie narzędzia z PCD podczas mikrofrezowania SiC wspomaganego strumieniem plazmy

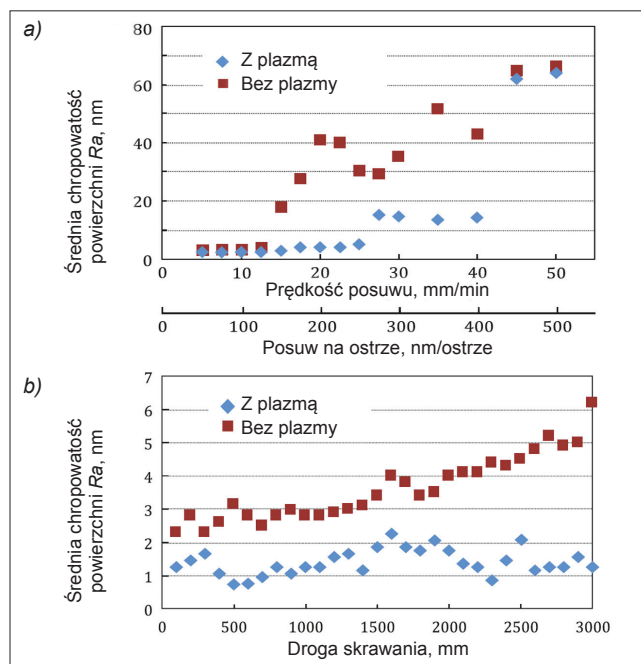
Twarde i kruche materiały – np. szkło, ceramika, a zwłaszcza węgiel krzemu (SiC) – mają szerokie zastosowanie, co wynika z ich dużej stabilności termicznej i odporności na zużycie. Z drugiej strony wysoka twardość i kruchość czyni SiC materiałem trudno skrawalnym. Na szczęście wciąż są opracowywane nowe metody mikroobróbki, umożliwiające kształtowanie małych przedmiotów z SiC o zadowalającej dokładności geometrycznej i jakości powierzchni.

Mikrofrezowanie narzędziami z diamentu polikrystalicznego (PCD) jest atrakcyjnym sposobem wytwarzania struktur trójwymiarowych z twardych i kruchych materiałów – takich jak SiC. Nierównomiernie rozłożone, ostre, diamentowe ziarna ostrza mikrofrezu działają jak oddzielne krawędzie skrawające, co wywołuje efekt zbliżony do mikroszlifowania i pozwala na uzyskanie powierzchni o wysokiej jakości. W takich operacjach dobór warunków chłodzenia jest bardzo trudny ze względu na zanieczyszczenie powierzchni narzędzia wiórami i mikronarostami, które mogą prowadzić do pogorszenia jakości powierzchni obrabianej. Wyraźną poprawę wyników obróbki węgla krzemu o wysokiej czystości za pomocą dwuostrzowego mikrofrezu z PCD o średnicy  $\varnothing 0,1$  mm można osiągnąć przez dodanie strumienia plazmy do konwencjonalnego chłodzenia mgłą olejową (rys. 1). Plazma jest generowana z azotu (podawanego pod ciśnieniem 0,1 MPa) przez elektrodę umieszczoną u wylotu kwarcowej dyszy. Temperatura plazmy wynosi ok.  $40\pm 45$  °C, więc nie dochodzi do uszkodzeń termicznych narzędzia i przedmiotu obrabianego.

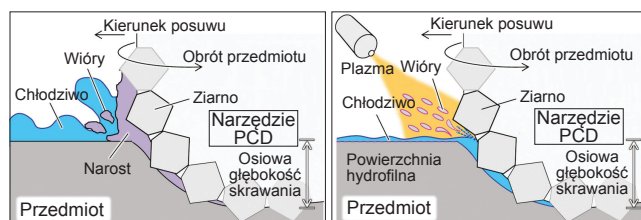


Rys. 1. Stanowisko badawcze (wyżej) oraz zastosowany mikrofrez i parametry skrawania (niżej)

Na rys. 2a przedstawiono średnią chropowatość powierzchni obrabianych z wykorzystaniem chłodzenia wspomaganego plazmą i bez tego wspomagania. Zastosowanie plazmy dało korzystny efekt w przypadku wszystkich posuwów za wyjątkiem  $f_z > 400$  nm/ostrze. Niska chropowatość (na poziomie  $1\pm 2$  nm) utrzymuje się do 3000 mm drogi skrawania, podczas gdy chropowatość powierzchni obrabianej bez tego wspomagania stopniowo rośnie wraz z tą drogą (rys. 2b).



Rys. 2. Wpływ wspomaganego chłodzenia strumieniem plazmy na chropowatość powierzchni obrabianej w funkcji: a) posuwu, b) drogi skrawania



Rys. 3. Wpływ oddziaływania strumienia plazmy na strefę kontaktu narzędzia i przedmiotu obrabianego podczas mikrofrezowania narzędziem PCD

Mechanizm oddziaływania strumienia plazmy na warunki chłodzenia wyjaśniono następująco: plazma powoduje powstawanie na powierzchni obrabianego krzemu warstewki  $\text{SiO}_2$  o grubości kilku angstromów i silnych właściwościach hydrofilnych. Dzięki temu chłodziwo lepiej przylega do przedmiotu i wnika między przedmiot a powierzchnię narzędzia (rys. 3). Ponadto strumień plazmy usuwa wióry zanieczyszczające narzędzie i strefę skrawania oraz zapobiega powstawaniu mikronarostów, które powodują pogorszenie chropowatości powierzchni.

Opracował: prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak

### LITERATURA

Kazutoshi Katahira, Hitoshi Ohmori, Shogo Takesue, Jun Komotori, Kazuo Yamazaki. "Effect of atmospheric-pressure plasma jet on polycrystalline diamond micro-milling of silicon carbide". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 64/1 (2015): pp. 129-132. ■