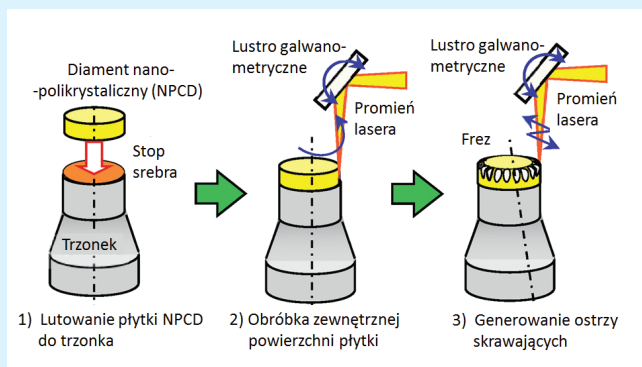


Mikrofrezy z nano-polikrystalicznego diamentu do precyzyjnej obróbki węgla krzemu

Szybko rośnie zastosowanie szklanych mikrosoczewek sferycznych w przemyśle samochodowym. Wykonuje się je przez prasowanie w matrycach ceramicznych z węgla krzemu w temperaturze $400\div 800^{\circ}\text{C}$. To wymusza poszukiwanie efektywnych metod obróbki takich matryc.

Konwencjonalne mikronarzędzia z diamentu monokrystalicznego (SCD – *single crystalline diamond*) są wykorzystywane do wykonywania matryc z węgla wolframu (WC). Węgiel krzemu (SiC) jest jednak twardszy, dlatego narzędzia z SCD szybko się zużywają podczas jego obróbki. Nowym materiałem jest diament nano-polikrystaliczny (NPCD – *nano-polycrystalline diamond*), który składa się z bardzo drobnych ziaren (o wymiarach rzędu dziesiątków nanometrów) i nie zawiera żadnej fazy wtórnej ani materiału spoiwa, które mogłyby obniżać jego właściwości mechaniczne i stabilność termiczną. Twardość NPCD jest znacznie wyższa niż SCD, zwłaszcza w wysokiej temperaturze. Jest on ponadto bardziej wytrzymały i ma mniej anizotropowe właściwości mechaniczne.

Na rys. 1 przedstawiono wytwarzanie mikrofrezów z NPCD. Płytkę z tego materiału jest lutowana do trzonka stopem srebra, a następnie nadawany jest jej kształt cylindryczny z użyciem lasera. Na koniec wykonywane są ostrza frezu.

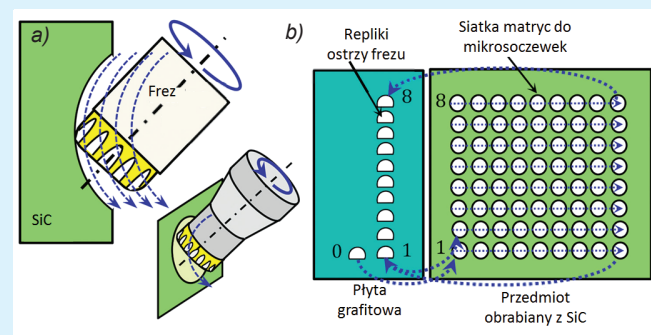


Rys. 1. Wytwarzanie mikrofrezów z NPCD

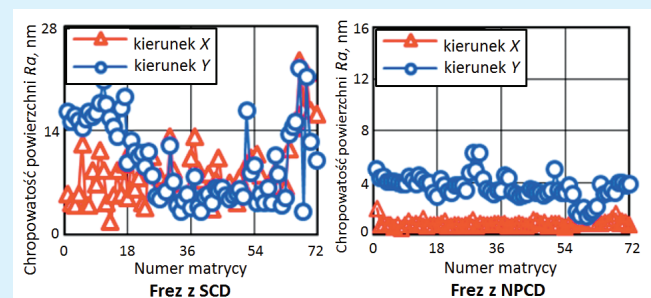
Na rys. 2 widać sposób wykonywania siatki matryc sferycznych z SiC oraz metodykę oceny zużycia ostrza. Przed obróbką oraz po wykonaniu każdego z pięciu matryc frez obrabia jedynie posuwem wglębny prostą wnątkę w płytce grafitowej, odwzorowując w ten sposób zarys ostrzy. Analiza tych wnątek pozwala na ocenę zużycia ostrzy.

Na rys. 3 zaprezentowano porównanie chropowatości powierzchni matryc wykonanych tradycyjnym narzędziem z SCD i matryc wykonanych nowym narzędziem – z NPCD. Nowy materiał narzędziowy zapewnia uzyskanie znacznie mniejszej chropowatości. Z kolei na rys. 4 zestawiono odchylenia od eliptycznego kształtu matryc wykonywanych tymi narzędziami. Także tu nowe narzędzia

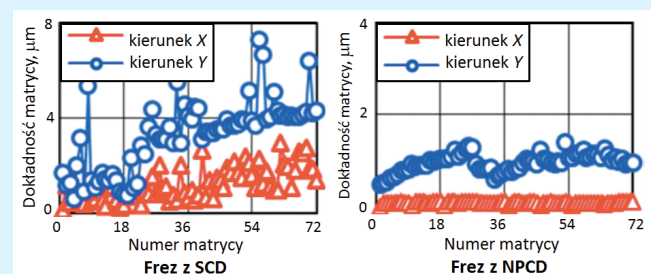
okazały się znacznie lepsze. W obu przypadkach wynika to z dużo mniejszego zużycia ostrzy narzędzi z NPCD.



Rys. 2. Sposób obróbki pojedynczej matrycy (a), metodyka wykonywania siatki matryc do mikrosoczewek i repliki ostrzy do pomiaru zużycia (b)



Rys. 3. Zmienność chropowatości powierzchni matryc wykonywanych narzędziami z SCD i NPCD



Rys. 4. Zmienność dokładności obrabianej eliptycznej powierzchni matryc wykonywanych narzędziami z SCD i NPCD

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Suzuki H., Okada M., Asai W., Sumiya H., Harano K., Yamagata Y., Miura K. "Micro milling tool made of nano-polycrystalline diamond for precision cutting of SiC". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 66 (2017): s. 93–96. ■