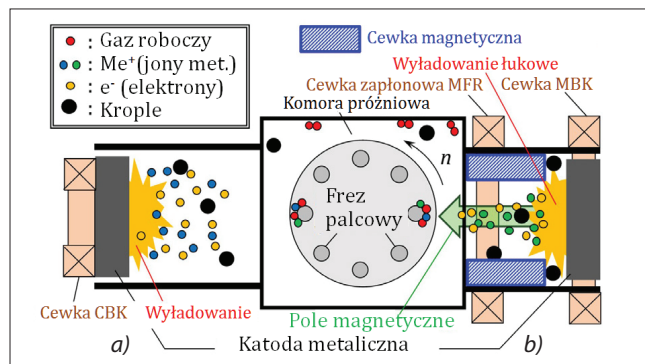


Powlekanie frezów wielowarstwową powłoką smarującą i odporną na wysoką temperaturę

Materiały trudnoobrabialne – jak stopy tytanu i superstopy niklu – mają skłonność do umacniania i niską przewodność cieplną, dlatego ich obróbce towarzyszą bardzo wysokie temperatury i siły skrawania. Adhezja materiału obrabianego do ostrza dodatkowo powoduje zużycie ostrza i pogorszenie jakości obrabianej powierzchni. Do obróbki tych materiałów trzeba więc stosować odpowiednio powlekaną narzędzia.

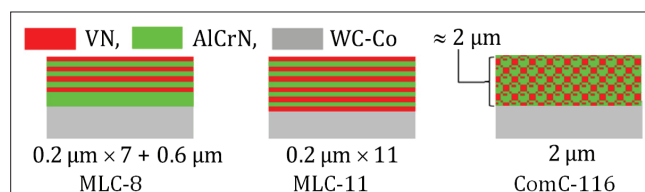
Zastosowano powłoki wielowarstwowe VN/AlCrN (azotek wanadu VN ma właściwości smarujące, a AlCrN jest odporny na wysoką temperaturę) nanoszone metodą łukowo-plazmową (*arc ion plating* – AIP) z podwójnym źródłem próżniowym. Pierwsze z nich to standardowe źródło katodowego odparowania w łuku próżniowym, drugie zaś jest źródłem prostoliniowym, wyposażonym w cewki magnetyczne umożliwiające przenoszenie jonów plazmy z katody na podkład bez rozpraszania (rys. 1).



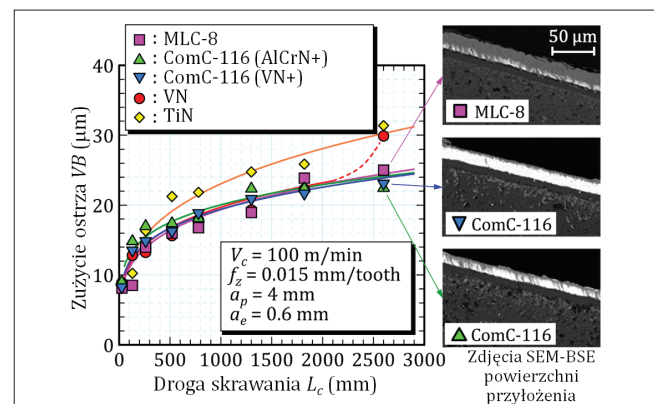
Rys. 1. Dwukatodowe powlekanie jonowo-plazmowe: a) standardowe źródło, b) prostoliniowe źródło filtrowane magnetycznie

Wykonano dwa warianty powłok z przemienne nakładanymi warstwami: ośmiowarstwową MLC-8 i 11-warstwową MLC-11, oraz 116-warstwową powłokę kompozytową ComC-116 (rys. 2). W tej ostatniej VN i AlCrN były nanoszone jednocześnie, jednak z przewagą jednego ze składników, co oznaczono jako VN+ lub AlCrN+.

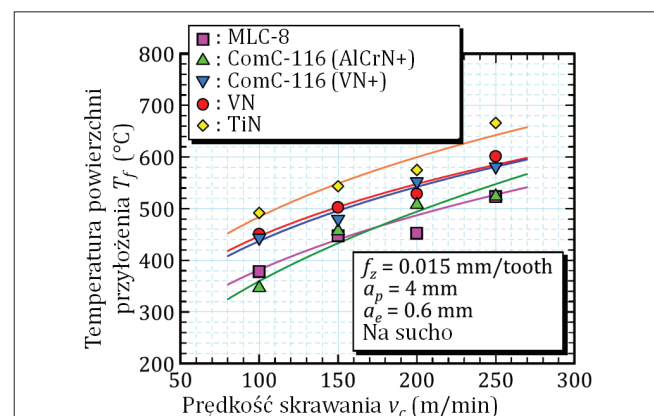
Na rys. 3 przedstawiono przebiegi zużycia powierzchni przyłożenia dwuostrzowych frezów palcowych o średnicy $\varnothing 6$ mm z pięcioma różnymi powłokami. Klasyczna powłoka TiN okazała się mniej odporna od pozostałych, zawierających twardy azotek wanadu, jednak powłoka z samego VN zmięknęła pod wpływem wysokiej temperatury po przejściu drogi skrawania $L_c = 2600$ mm, co nie wystąpiło w przypadku frezów powlekanymi VN/AlCrN.



Rys. 2. Struktura powłok wielowarstwowych VN/AlCrN



Rys. 3. Zużycie powierzchni przyłożenia frezów z różnymi powłokami w funkcji drogi skrawania



Rys. 4. Zależność temperatury powierzchni przyłożenia od prędkości skrawania w przypadku frezów z różnymi powłokami

Na rys. 4 pokazano zależność temperatury powierzchni przyłożenia od prędkości skrawania. Ponownie powłoka z TiN okazała się najgorsza (najwyższa temperatura) z powodu swoich właściwości tribologicznych. Narzędzia powlekanymi VN osiągnęły temperaturę o $60 \div 70^\circ\text{C}$ niższą, podobną do uzyskiwanej przy powłoce ComC-116 VN+, a w przypadku powłoki MLC-8 i ComC-116 AlCrN+ temperatura była jeszcze niższa. Wskazuje to na pozytywny, synergiczny efekt złożenia odporności na zużycie AlCrN i smarujących właściwości VN.

Opracował: prof. dr hab. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

Hosokawa Akira, Saito Ryo, Ueda Takashi. "Milling characteristics of VN/AlCrN-multilayer PVD coated tools with lubricity and heat resistance". *CIRP Annals – Manufacturing Technology*. 69 (2020): 49–52, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2020.04.026>. ■