

# Spiekanie iskrowo-plazmowe węgliku spiekane WC-5Co-wytwarzanie i właściwości

## Spark Plasma Sintering WC-5Co cemented carbides- production and properties

Piotr Siwak\*, Dariusz Garbiec\*\*

\*Usługi Ślusarskie mgr inż. Paweł Siwak, ul. Ostrowska 147a, 63-405 Sieroszewice

\*\*Instytut Obróbki Plastycznej, ul. Jana Pawła II 14, 61-139 Poznań

W pracy przedstawiono analizę możliwości efektywnego zastosowania metody *Spark Plasma Sintering* (SPS) do wytwarzania płytek z węglików spiekanych. Podczas wytwarzania płytek stosowano różne wartości parametrów procesu spiekania (czas i temperaturę). Do oceny wybranych właściwości technologicznych zastosowano urządzenie firmy Fischer nanointender Picodentor HM 500.

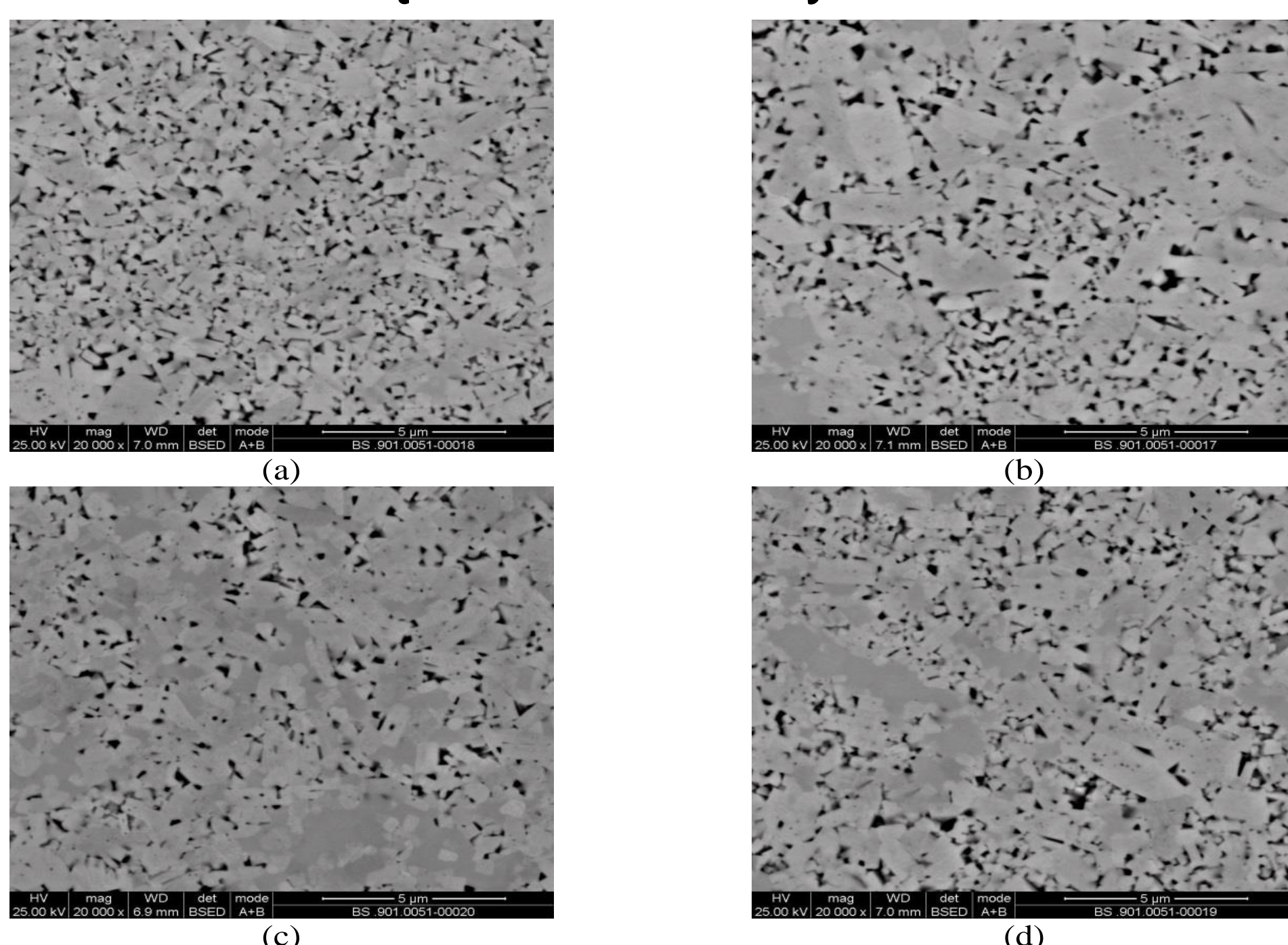
### METODYKA BADAŃ

W badaniach zastosowano dwa rodzaje mieszanin proszków. Pierwsza to ultradroboziarniste WC-6Co o średniej średnicy cząstek 100-200nm, natomiast druga to nanokrystaliczny węgiel wolframu WC o rozmiarze 30-50µm oraz proszek kobaltu Co o średnicy 4µm. Próbkę spiekano w temperaturze 1450°C, przy czasach nagrzewania 300 i 600°C/min oraz pod ciśnieniem 50 MPa. Po 3 i 6 min trwania procesu spiekania, spieki szybko chłodzono do temperatury pokojowej.

Dla przygotowanych próbek o wymiarach Ø20x3 mm wykonano pomiary nanotwardości ( $H_{IT}$ ), modułu elastyczności ( $E_{IT}$ ), podatności na kruche pękanie i pracę pękania ( $W_t$ ), zgodnie z normą EN ISO 14577-1:2002 stosując urządzenie Picodentor HM500 (Fisher, Germany). Pomiary wykonano wgłębnikiem Vickersa przy obciążeniu 300 mN zadany w czasie 5 s. Mikrostrukturę materiałów spiekanych metodą plazmowo-iskrową obserwowano za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego.

### WYNIKI BADAŃ

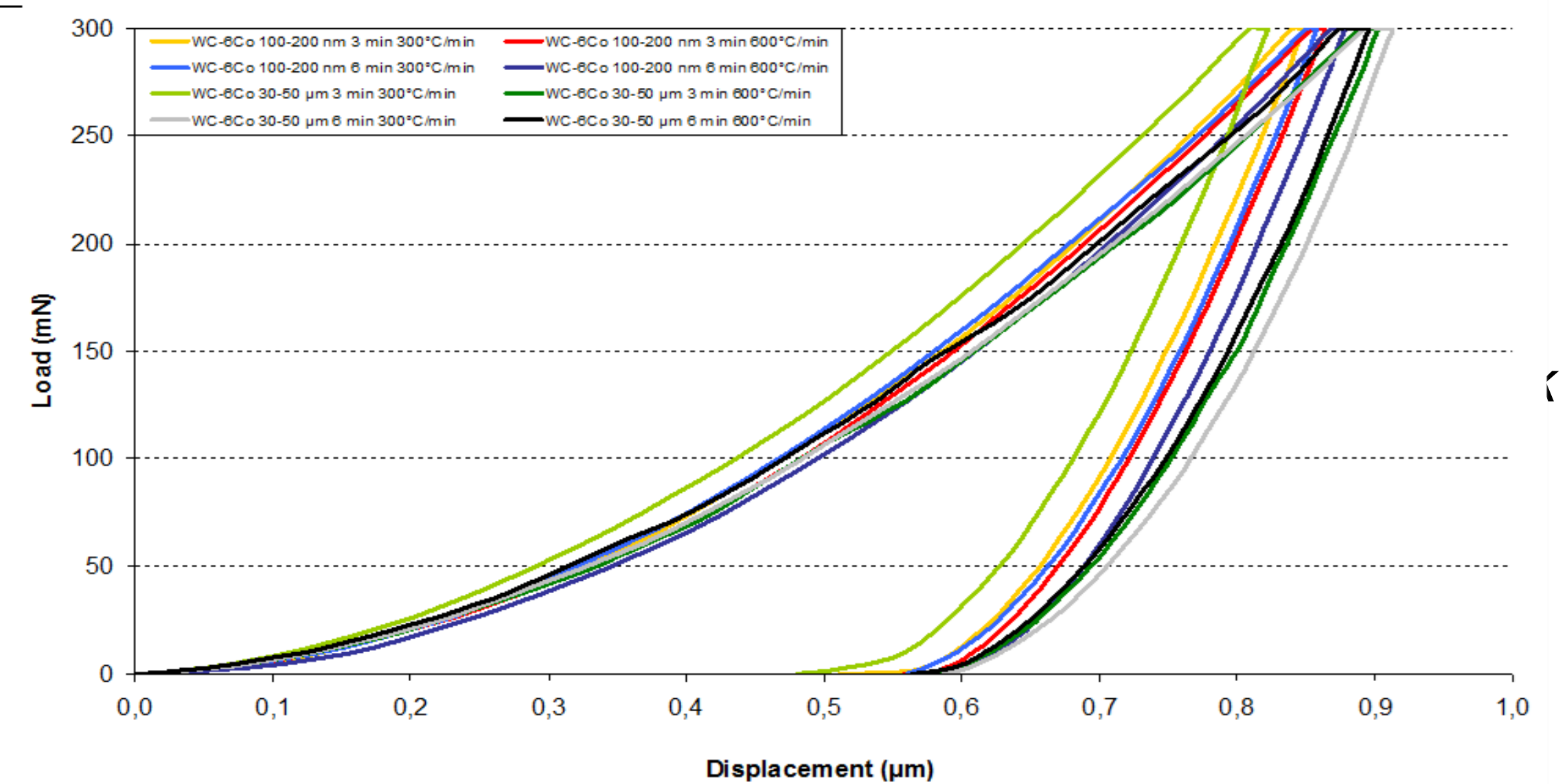
Na rys. 1 przedstawiono mikrofotografie SEM w kontraście elektronów wstecznie rozproszonych na których widoczne są mikrostruktury WC-6Co.



Rys. 1. Mikrofotografie SEM materiałów WC-6Co spiekanych metodą plazmowo-iskrową (a) 3 min i 300°C/min, (b) 3 min i 600°C/min, (c) 6 min i 300°C/min, (d) 6 min i 600°C/min

W tabeli 1 przedstawiono wyniki wybranych właściwości technologicznych próbek uzyskanych przy różnych parametrach procesu spiekania metodą plazmowo-iskrową, a na rys. 2. krzywą obciążenie-odkształcenie.

	Twardość Vickersa ( $H_{IT}$ ) [ $HV_{0.031}$ ]	Moduł elastyczności ( $E_{IT}$ ) [GPa]	Podatność na kruche pękanie [ $\mu\text{m}/\text{N}$ ]	Praca pękania ( $W_t$ ) [ $\mu\text{J}$ ]
WC-6Co (100-200 nm)				
3 min / 300°C/min	2144 ± 55	673 ± 10	0.60 ± 0.01	0.09 ± 0.00
3 min / 600°C/min	2089 ± 45	654 ± 13	0.59 ± 0.01	0.09 ± 0.00
6 min / 300°C/min	2096 ± 30	652 ± 18	0.59 ± 0.01	0.09 ± 0.00
6 min / 600°C/min	1912 ± 150	649 ± 6	0.57 ± 0.02	0.09 ± 0.00
WC-6Co (30-50 µm)				
3 min / 300°C/min	1982 ± 245	674 ± 56	0.57 ± 0.01	0.09 ± 0.01
3 min / 600°C/min	1739 ± 139	607 ± 52	0.57 ± 0.03	0.10 ± 0.01
6 min / 300°C/min	1487 ± 240	550 ± 85	0.57 ± 0.04	0.11 ± 0.01
6 min / 600°C/min	1382 ± 360	541 ± 97	0.53 ± 0.03	0.13 ± 0.03



Rys. 2. Krzywa obciążenie-odkształcenie materiałów spiekanych metodą plazmowo-iskrową

### PODSUMOWANIE

Wykazano, że nanotwardość, moduł elastyczności i praca pękania zwiększa się wraz ze skróceniem czasu spiekania i zmniejszeniem szybkości nagrzewania. Najlepszy wynik nanotwardości (2144  $HV_{0.031}$ ), modułu elastyczności (673 GPa), podatności na kruche pękanie (0.60  $\mu\text{m}/\text{N}$ ) i pracy pękania (0.09  $\mu\text{J}$ ) uzyskano dla materiału WC-6Co spiekane 3 min o czasie nagrzewania 300°C/min wykonanego z proszków o rozmiarach 100-200 nm.

### PODZIĘKOWANIE

Prace badawcze prowadzono w ramach uzyskanego dofinansowania „Innowacyjne technologie wykonywania mieszanin proszkowych stosowanych jako nowej generacji materiał narzędziowy w przedsiębiorstwie USŁUGI ŚLUSARSKIE mgr inż. Paweł SIWAK”, realizowanego ze środków Wielkopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2014-2020 (Oś priorytetowa 1: Innowacyjna i konkurencyjna gospodarka; Działanie 1.2.Wzmocnienie potencjału innowacyjnego przedsiębiorstw wielkopolski). Nr projektu RPWP.01.02.00-30-0110/17.