

6. Cermetale narzędziowe

6.1. Ogólna charakterystyka cermetali narzędziowych

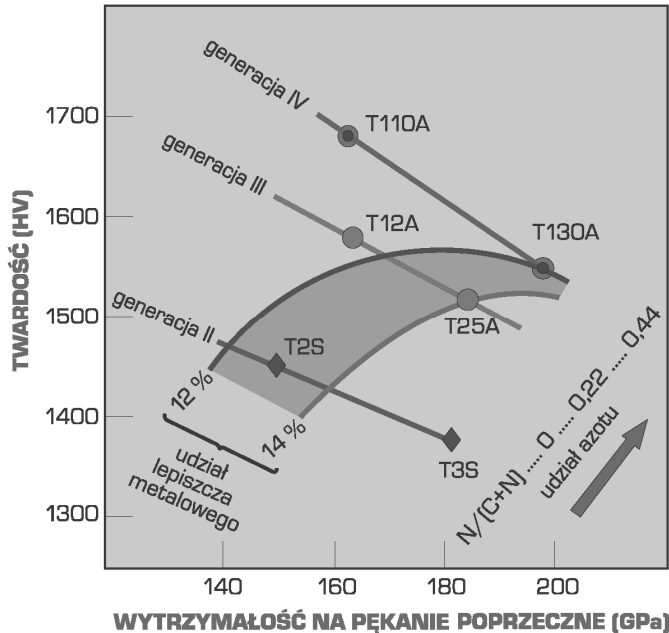
INFORMACJE OGÓLNE

Do nowoczesnych spiekanych materiałów narzędziowych, o szybko rosnącym znaczeniu w technologii obróbki skrawaniem należą cermetale narzędziowe. Cermetale narzędziowe stanowią samodzielną grupę spiekanych materiałów narzędziowych. Komponentami współczesnych cermetali narzędziowych oprócz cząstek ceramicznych węgliku tytanu TiC, azotku tytanu TiN i węglikoazotku tytanu Ti(C,N) odpowiadających za twardość spieku są inne dodatki węglików i azotków często złożonych: (Ti,Ta)N, (Ti,Mo)C, (Ti,W)C, (Ti,Ta,W)C, (Ti,Ta,Mo,W,Nb)(C,N) oraz faza wiążąca składająca się najczęściej z kobaltu i niklu.

Pierwsze cermetale narzędziowe zostały wyprodukowane już w 1931 roku (Metallwerk Plansee), lecz nie znajdują obecnie szerszego zastosowania z powodu zbyt dużej kruchości i złej lutowalności.

Następną generację cermetali narzędziowych wprowadzono w latach pięćdziesiątych XX wieku w firmie Ford Motor Co. W tych cermetalach narzędziowych jako nośnik twardości wykorzystano ceramiczne cząstki TiC stapiane z Mo₂C w trakcie procesu spiekania z fazą ciekłą, z fazą wiążącą zawierającą również nikiel. Kolejną generację cermetali narzędziowych, zawierających azotek tytanu TiN, zwanych spiekami spinoidalnymi Rudy'ego (firma Teledyne) wprowadzono w 1974 roku. W spiekach spinoidalnych przybliżony stosunek N/(C+N) jest mniejszy niż 0,3. Dodatek twardych cząstek TiN powoduje wzrost odporności na zużycie oraz zmniejszenie odkształcenia plastycznego ostrzy skrawających.

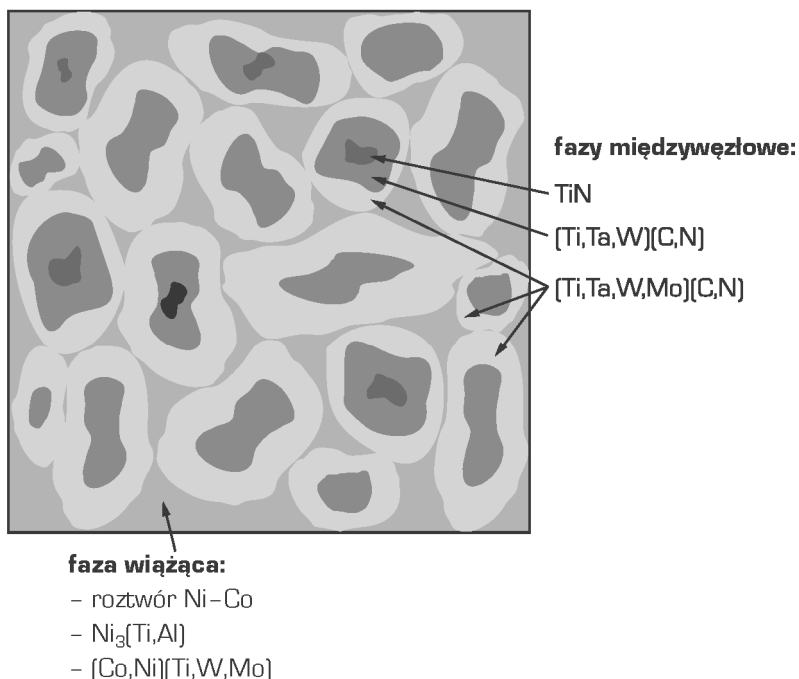
Cermetale narzędziowe produkowane w latach osiemdziesiątych XX wieku charakteryzują się większym niż 0,3 stosunkiem N/(C+N). Dodatek kobaltu do fazy wiążącej oraz tantalu i/lub niobu do złożonych węglikoazotków wpływa na poprawę własności skrawnych cermetali narzędziowych. Rozwój cermetali narzędziowych związany był głównie z optymalizacją składu chemicznego zarówno fazy wiążącej, jak i odpowiedzialnych za twardość spieku złożonych faz o maksymalnej twardości i modyfikowanym składzie chemicznym, związanym m.in. z podnoszeniem stężenia azotu (rys. 6.1) oraz zmniejszaniem wielkości ziarn.



Rysunek 6.1. Zależność twardości i wytrzymałości na pękanie różnych generacji spiekanych cermetali narzędziowych (oznaczenia gatunków według firmy Sumitomo)

STRUKTURA I WŁASNOŚCI CERMETALI NARZĘDZIOWYCH

Cermetale, podobnie jak inne spiekane materiały narzędziowe, np. węgliki spiekane, wytwarzane są metodą metalurgii proszków (rys. 5.1). Formowanie jest najczęściej przeprowadzane przez jednoosiowe prasowanie, natomiast spiekanie, zależnie od składu chemicznego, przebiega w temperaturze 1400-1550°C (z udziałem fazy ciekłej) w piecu próżniowym. W celu polepszenia własności (zmniejszenia porowatości spieku) stosowane jest izostatyczne spiekanie na gorąco HIP (j. ang.: *Hot Isostatic Pressing*). Dla spiekanych cermetali narzędziowych typową jest struktura rdzeniowo-płaszczowa (rys. 6.2) będąca nośnikiem twardości, powodująca że cermetale są niewrażliwe na rozrost ziarn podczas spiekania, uzyskując w efekcie drobnoziarnistą strukturę. Niklowo-kobaltowa faza wiążąca zapewnia odpowiednią zwilżalność cząstek ceramicznych, powodując stabilne wiązanie poszczególnych ziarn oraz wymaganą ciągliwość. Zwiększanie stężenia kobaltu w fazie wiążącej powoduje jednak wyraźne zmniejszenie odporności na zużycie ciernie spiekanych cermetali narzędziowych.



Rysunek 6.2. Schematyczna struktura cermetu narzędziowego (według M. Wysieckiego)

Jedną z charakterystycznych cech spiekanych cermetali narzędziowych jest ich gęstość, zawierająca się najczęściej w granicach 6-7,5 g/cm³, wynikająca z obecności azotków i węglików tytanu. Wytwarzanie cermetali narzędziowych o polepszonych właściwościach, takich jak wytrzymałość na zginanie, powoduje szersze zainteresowanie tym materiałem w obróbce skrawaniem. W porównaniu z węglkami spiekanymi, współczesne spiekane cermetale narzędziowe wykazują większą wytrzymałość na zginanie i dużą ciągliwość.

Cermetale narzędziowe charakteryzują się następującymi właściwościami:

- małą gęstością,
- niskim współczynnikiem tarcia,
- dużą twardością i odpornością na zużycie (dobry spływ wiórów i brak tendencji do tworzenia się narostu),
- dużą wytrzymałością na zginanie, świadczącą o dużej ciągliwości,
- wystarczająco dużą odpornością na pękanie,
- dużą stabilnością krawędzi skrawających,

- ograniczoną wrażliwością na szoki termiczne,
- dużą odpornością na utlenianie w podwyższonej temperaturze,
- dużą odpornością chemiczną,
- dobrą jakością powierzchni obrabianych elementów,
- relatywnie niską ceną głównych składników (TiC, Ni) w porównaniu z podstawowymi składnikami węglików spiekanych (WC, Co).

6.2. Zastosowanie cermetali narzędziowych

ZASTOSOWANIE CERMETALI NARZĘDZIOWYCH

Zastosowanie płytek wieloostrzowych wykonanych ze spiekanych cermetali narzędziowych może wpływać na różne aspekty procesu skrawania (tabl. 6.1).

W porównaniu z węglnikami spiekanymi, ostrza ze spiekanych cermetali narzędziowych wykazują wyższą twardość w podwyższonej temperaturze oraz odporność na utlenianie zapewniającą im wymaganą stabilność w wyższej temperaturze i przy wyższych prędkościach skrawania. Spiekane cermetale narzędziowe stwarzają możliwość skrawania na sucho, bez udziału cieczy chłodząco-smarujących, w wyniku mniejszej przewodności cieplnej niż węgliki spiekane. Mała przewodność cieplna spiekanych cermetali narzędziowych powoduje odprowadzanie znacznej części ciepła powstającego w procesie skrawania z wiórami i nie jest

Tablica 6.1. Charakterystyka i efekty procesu skrawania ostrzami ze spiekanych cermetali narzędziowych

Własności procesu lub narzędzia	Charakterystyka oddziaływania
Małe tarcie Mała skłonność do dyfuzji	wysoka jakość obrabianej powierzchni
Mała przewodność cieplna ostrza	możliwa obróbka na sucho, małe nagrzewanie się obrabianego przedmiotu
Wysoka sprawność	niepotrzebne zaokrąglanie krawędzi, ostre ostrze
Duża wytrzymałość cieplna	duża prędkość skrawania, zmniejszony czas obróbki
Długi okres trwałości ostrza	niski koszt wymiany narzędzi
Niewielka ścieralność powierzchni przyłożenia ostrza	wysoka stałość i powtarzalność wymiarów, mały koszt regulacji
Przystosowany łamacz wiórów	łamanie wiórów również przy ich małych przekrojach

odbierana przez obrabiany materiał. Duża wytrzymałość cieplna cermetali oraz stabilność wymiarowa związana z zachowaniem ostrych krawędzi skrawających, pozwala na znaczące zwiększenie prędkości skrawania, bez utraty wysokiej jakości obrobionych powierzchni.

Cermetale narzędziowe, mimo tak dobrych właściwości, wykazują wady, w porównaniu np. do węglików spiekanych, do których należą przede wszystkim:

- mniejsza odporność na kruche pękanie,
- mniejsza odporność na odkształcenia, związana z mniejszą przewodnością tych materiałów oraz
- możliwość pęknięć cieplnych podczas przerywanego skrawania, w wyniku większej rozszerzalności cieplnej.

Współcześnie główny zakres zastosowania spiekanych cermetali narzędziowych związany jest z obróbką skrawaniem stali niestopowych i wysokostopowych, np. stali nierdzewnych i kwasoodpornych oraz żeliw sferoidalnych, a także stali automatowych i stopów metali nieżelaznych. Głównym sposobem obróbki spiekanyymi cermetami narzędziowymi, oprócz toczenia jest także wytaczanie, rowkowanie, toczenie gwintów oraz frezowanie, gdzie szczególnie wymagana jest wysoka stabilność wymiarowa.