

3.3 HODNOTENIE ŠTRUKTÚRY SPEKANÝCH MATERIÁLOV

Prášková metalurgia umožňuje vyrábať viaceré principiálne nové materiály, ktoré nemožno získať klasickými technologickými postupmi. Patria medzi ne aj spekané materiály zo zmesí kovových a keramických práškov.

Prášková metalurgia zahŕňa štyri základné výrobné operácie:

- 1) príprava kovového prášku,
- 2) zhutnenie kovového prášku (lisovanie, tvarovanie),
- 3) spekanie,
- 4) dodatočné spracovanie (kovanie, kalibrovanie, tepelné spracovanie).

Súčasný sortiment spekaných materiálov a výrobkov je možné rozdeliť s ohľadom na možnosť vyrobiť danú súčiastku klasickými výrobnými postupmi, alebo práškovou metalurgiou na dve skupiny:

1. *Prvú skupinu* tvoria materiály a výrobky, pri výrobe ktorých *musí byť použitá prášková metalurgia*, pretože je jediným možným postupom výroby (napr. spekané klzné ložiská, kovové filtre, kovokeramické trecie materiály - brzdové obloženia, spekané nástrojové materiály - spekané karbidy, disperzne spevnené zliatiny niklu a hliníka).
2. *Druhú skupinu* tvoria materiály a výrobky, pri výrobe ktorých *môže byť použitá prášková metalurgia*, teda nie je jediným možným spôsobom výroby (napr. spekané uhlíkové a legované ocele, spekané zliatiny titánu, spekaná meď, bronz, spekané superzliatiny niklu).

Pri prvej skupine výrobkov *prášková metalurgia* rozšírila sortiment konštrukčných materiálov a pri druhej skupine priniesla kvalitatívnu zmenu v spôsobe výroby strojných súčiastok, spolu s ekonomickým zvýhodnením oproti klasickým spôsobom výroby.

Z prvej skupiny materiálov sa budeme podrobnejšie venovať spekaným nástrojovým materiálom (spekaným karbidom) a z druhej skupiny materiálov sa zameriame na hodnotenie kovových práškov (kap.3.4), ktoré sa používajú ako surovina na výrobu spekaných materiálov na báze železa, spekanej medi a mosadze.

3.3.1 Hodnotenie mikroštruktúry a charakteristika spekaných karbidov

Spekané karbidy, inak nazývané tiež tvrdokovy, sú charakterizované ako materiály s vysokými hodnotami pevnostných vlastností, vysokou oteruvzdornosťou, obsahujúce karbidy ťažkotaviteľných kovov spolu so spojujúcim kovom. Základom v súčasnosti používaných spekaných karbidov sú čiastočky vysokotvrdých karbidov volfrámu a titánu, ktoré sa spájajú prostredníctvom kobaltu. Dostatočná pevnosť a zníženie krehkosti spekaných karbidov sa dosiahne vtedy, ak jednotlivé karbidické čiastočky nepresiahnu veľkosť niekoľko μm a pohybuje sa najčastejšie v rozsahu 0,5 až 10 μm .

Všetky spekané karbidy je možné rozdeliť do nasledujúcich systémov:

- a) systém WC-CO, najstarší známy systém,
- b) systém WC-TiC-Co,
- c) systém WC-ToC-TaC-Co,
- d) systém TiC-Ni, kde spojujúcim kovom TiC karbidov je Ni, ktorý je z ekonomického hľadiska výhodnejší ako Co.

Podľa normy ISO sa spekané karbidy pre obrábanie rozdeľujú do troch hlavných skupín použitia (tab.1):

- a) skupina použitia P - pre dlhodobé opracovanie materiálov (ocele),
 b) skupina použitia K - pre krátkodobé opracovanie materiálov (liatiny, neželezné kovy, umelé hmoty, keramika),
 c) skupina použitia M - pre opracovanie všetkých druhov materiálov.

Tab. 1

Označenie a zloženie spekaných karbidov

Označenie		Chemické zloženie (%)					Použitie
ISO	STN	WC	Co	TaC	TiC	Cr ₃ C ₂	
PO1	F1	76	6	-	20	-	Obrábanie materiálov s dlhou trieskou pri vysokých rezných rýchlostiach
P10	S1	78	6	-	16	-	
P20	S2	78	8	-	14	-	
P30	S3	84	8	-	8	-	
P40	S4	85	9	2	4	-	
P50	S5	85	12	3	3	-	
M10	U1	86,5	7	1	5	0,5	Pre ťažko obrábateľné materiály
M20	U2	81	10	3	5	1	
M30	U3	78,5	15	3	2	1,5	
K01	H3	97	8	-	-	-	Pre materiály s krátkou trieskou
K10	H1	95	5	-	-	-	
K20	G1,1	92	8	-	-	-	
K30	G2	89	11	-	-	-	

V tomto štandarde nie sú zahrnuté spekané karbidy pre časti strojov a pre nástroje pre tvárnenie. Hlavné skupiny použitia sa ďalej členia číslicami do podskupín, pričom nízke číselné hodnoty charakterizujú nízku pevnosť v ohybe a vysokú tvrdosť a vysoké číselné hodnoty naopak vysokú pevnosť v ohybe a nízku tvrdosť.

V procese obrábania môže dôjsť na hrote sústružníckeho noža k zvýšeniu lokálnej teploty až na 1 100 °C. Pri tejto teplote okrem mechanického namáhania dochádza aj k oxidačným a difúznym procesom medzi povrchom spekaného karbidu, obrábaným materiálom a okolitou atmosférou. Z tohto dôvodu sú kladené extrémne požiadavky na mechanické a fyzikálne vlastnosti spekaných karbidov. Z fyzikálnych vlastností je dôležitá predovšetkým tepelná vodivosť z hľadiska prestupu tepla, difúzných a chemických reakcií v procese obrábania a je závislá od obsahu spojujúceho kovu (Co, resp. Ni). Tepelná vodivosť ovplyvňuje tepelnú stálosť spekaných karbidov, na ktorú kladne vplyvajú vysoké hodnoty pevnostných vlastností, nízke hodnoty modulu pružnosti a nízke hodnoty koeficienta tepelnej rozťažnosti. Na zvýšenie odolnosti spekaných karbidov voči opotrebeniu (pri zachovaní iných vlastností) sa používa nanášanie veľmi tenkých povlakov na tieto materiály. Povlaky majú hrúbku cca 5 µm a môžu byť tvorené karbidmi TiC, TaC, nitridom TiN, nekovovými oxidmi (Al₂O₃). V prípade požiadavky súčasnej vysokej odolnosti voči opotrebeniu a vysokej chemickej stability sa používa Cr₃C₂ s 12 % Ni ako spojivo (vysoká odolnosť voči H₂SO₄). Všetky tieto vrstvy sú vysokotvrde, majú nižší koeficient trenia a použitím vymeniteľných platničiek zo spekaných karbidov s tvrdým povlakom sa trvanlivosť nástrojov zvyšuje na viac ako trojnásobok.

Praktická časť cvičenia sa zaoberá hodnotením mikroštruktúry wolfrámových spekaných karbidov podľa STN 42 0892. Mikroštruktúra týchto spekaných karbidov pozostáva z nasledujúcich štruktúrnych fáz:

- a) α -fáza - karbid wolfrámu,
- b) β -fáza - spojujúca fáza (napr. na báze Co, Ni, Fe),
- c) γ -fáza - tuhý roztok karbidov s kubickou mriežkou (napr. Ti, W)C; (Ti, W, Ta)C),
- d) η -fáza - tuhý roztok karbidov, skladajúci sa z wolfrámu a kovov spojujúcej fázy.

Hodnotenie mikroštruktúry wolfrámových spekaných karbidov podľa STN 42 0892 spočíva v stanovení prítomnosti a morfológie uvedených štruktúrnych fáz a v prípade α -fázy a γ -fázy tiež v stanovení ich zrnitosti. Jednotlivé štruktúrne fázy si vyžadujú špecifický spôsob leptania. Preto pre správnu identifikáciu štruktúrnych súčastí wolfrámových spekaných karbidov je dôležitá voľba správneho spôsobu leptania metalografického výbrusu. Samotné hodnotenie potom spočíva v porovnávaní reálnej mikroštruktúry s etalónovými radmi v norme. Spôsob stanovenia zrnitosti α -fázy a γ -fázy je podrobne rozpracovaný v norme STN 42 0892 - časť 10.

3.3.2 Postup práce na cvičení

1. Z mikrofotografií wolfrámového spekaného karbidu H1 vyhodnoťte mikroštruktúru α -fázy podľa STN 42 0892 a porovnajte ju s etalónmi v uvedenej norme. Pozorovanú mikroštruktúru schematicky zakreslite, štruktúrne popíšte a uveďte jej rozmerovú charakteristiku zistenú z normy.
2. Vyhodnoťte zrnitosť α -fázy spekaného karbidu H1 podľa STN 42 0892. Meranie je potrebné uskutočniť na mikrofotografiách troch zorných polí. Namerané a vypočítané hodnoty spracujte do tabuľky, zostavte frekvenčný histogram tried zrnitosti, vypočítajte a zapíšte hodnoty aritmetického priemeru, výberovej smerodajnej odchýlky, smerodajnej odchýlky a zakreslite ich do histogramu.

3.3.3 Kontrolné otázky

1. Vymenujte štyri základné výrobné operácie práškovej metalurgie a charakterizujte ich.
2. Charakterizujte spekané karbidy a ich použitie.
3. Uveďte rozdelenie spekaných karbidov podľa základných stavebných (systémových) zložiek a podľa normy ISO.
4. Popíšte spôsob zvýšenia odolnosti spekaných karbidov voči opotrebeniu.
5. Akými štruktúrnymi fázami je tvorená štruktúra wolfrámových spekaných karbidov a definujte ich.
6. V čom spočíva hodnotenie mikroštruktúry spekaných karbidov?

3.3.4 Použitá literatúra

- [1] Skočovský, P.: Materiály a technológia 2 – kovové a keramické materiály, plasty a kompozity., skriptá, TRIAN, Banská Bystrica, 1998
- [2] Skočovský, P.: Nové konštrukčné materiály, skriptá IPV ZVL, Žilina, 1984.
- [3] Šalák, A.: Prášková metalurgia. Skriptá IPV, ZVL Žilina, 1986.