



## VSTUPNÍ ČÁST

Název modulu

Prášková metalurgie (slinuté karbidy)

Kód modulu

23-m-2/AE85

Typ vzdělávání

Odborné vzdělávání

Typ modulu

odborný teoretický

Využitelnost vzdělávacího modulu

Kategorie dosaženého vzdělání

E (dvouleté, EQF úroveň 2)

H (EQF úroveň 3)

Skupiny oborů

23 - Strojírenství a strojírenská výroba

Komplexní úloha

Prášková metalurgie

Obory vzdělání - poznámky

23-51-H/01 Strojní mechanik

23-52-H/01 Nástrojař

23-55-H/01 Klempíř

23-56-H/01 Obráběč kovů

23-68-H/01 Mechanik opravář motorových vozidel

21-53-H/01 Modelář

Délka modulu (počet hodin)

24

Poznámka k délce modulu

Platnost modulu od

30. 04. 2020

Platnost modulu do

Vstupní předpoklady

Nejsou požadovány.

# JADRO MODULU

## Charakteristika modulu

Žáci získají odborné vědomosti z oblasti výroby a použití slinutých karbidů, jako výrobků, zpracovaných technologií práškové metalurgie, materiálů a výrobků, se kterými se budou dále setkávat při studiu i praktické činnosti v oboru.

Modul směřuje k získání znalostí o vzájemných vztazích mezi technickými kovovými a obráběcími břitovými materiály a výrobky a jejich použití ve strojní výrobě.

## Očekávané výsledky učení

Žák:

- orientuje se v technických materiálech, v návaznosti na kovové materiály, používaných ve strojírenské výrobě, jejich vlastnostech a možnostech použití
- rozezná nejpoužívanější druhy konstrukčních, nástrojových a pomocných materiálů, používaných ve strojírenství a při provozu strojů, nebo k jejich určení provádí jednoduché zkoušky
- posoudí u běžných materiálů jejich vhodnost pro dané či zamýšlené použití
- určí jednotlivé druhy konstrukčních materiálů a materiálů vhodných pro výrobu obráběcích nástrojů podle jejich označení a vyčte z něho jejich základní charakteristiky, nebo je vyhledá v tabulkách
- určí uskutečněním jednoduchých zkoušek nejpoužívanější druhy konstrukčních a obráběcích materiálů
- posoudí u běžných nástrojových materiálů jejich vhodnost, pro obrábění daných konstrukčních materiálů
- volí pro daný účel vhodné nástroje, úpravu jejich břitů, pomocné materiály- maziva a řezné chladící kapaliny
- respektuje při používání a údržbě nástrojů jejich materiál popř. způsob jejich tepelného zpracování
- vyjmenuje technologické zásady použití slinutých karbidů a nástrojů s hroty a destičkami z SKI pro jejich použití a zpracování a řídí se jimi
- dbá při používání nekovových, pomocných a provozních materiálů na minimalizaci možných ekologických rizik
- volí vhodný druh a rozměry nástrojů a břitových destiček pro hroty obráběcích nástrojů pro daný druh obráběných materiálů a polotovarů
- posoudí příčiny koroze materiálů, součástí a konstrukcí a volí pro dané provozní a klimatické podmínky jednoduchý způsob protikorozi ochrany strojní součásti nebo konstrukce včetně nástrojů.
- vybírá a provádí vhodné způsoby přípravy materiálu před jejich povrchovou úpravou včetně používaných nástrojů

## Obsah vzdělávání (rozpis učiva)

### Prášková metalurgie:

#### Prášková metalurgie, pojem, historie :

metoda výroby polotovarů z prášků kovů, oxidů, karbidů kovů a nekovových materiálů a jejich zpracování (rozemletí, lisování a spékání- slinování).

Slinuté karbidy (SK) jako materiál: složení, princip, způsob jejich výroby. Z historie výroby SK: r.1907 Stellite (fy Haynes-USA) wolframová nástrojová slitina obsahovala cca 50% vysokotavitelných karbidů, r. 1926 fy Krupp (Essen- Německo) první slinuté karbidy jako náhrada diamantu -wie Diamant= jako diamant - odtud počestěný název Vidia nebo také Tvrdokov, spolu se slitinou Stellite

#### Složení, vlastnosti, výhody nevýhody :

SK jako karbidy vysokotavitelných kovů (teplota tavení kovů nad 2000°C-výroba forem pro odlitky a odlévání drahé a složité). SK tvořeny jemnými práškovými částicemi tvrdých karbidů kovů (W, Ti, Ta), navzájem pojeny kovovým kobaltem (Co), dále slisované a poté spékání- slinované, proto název SK). Poměr jednotlivých složek ovlivňuje vlastnosti SK. Výhody: mnohem tvrdší než rychlořezná ocel (SK: 8,5-9 Mohsovy stupnice, diamant má tvrdost 10). Tvrdost zachovávají i za vyšších teplot. Nevýhody: křehké-dá se upravit složením (sníží se tvrdost) nebo konstrukcí a upevněním břitových destiček a nástrojů.

#### Výroba slinutých karbidů :

Výroba kovových prášků –

metody fyzikální: mletí (kulové, vibrační, nebo vířivé mlýny - stříhání vláken (roztavený kov vytlačován pod tlakem tryskami malého průměru - rozprašování- proud tekutého kovu rozbíjen na kapičky proudem plynu, páry nebo mechanicky žebrovaným kotoučem

metody fyzikálně chemické: rozprašováním, okysličováním, žíháním a redukováním (jakostní čistý prášek)

metody elektrochemické: elektrolýzou vodních roztoků – kovový povlak na katodě, rozemletím vznikne velmi jakostní kovový prášek.

Zpracování prášků : lisování ve formě - jednostranné, oboustranné, všestranné - vznikne soudržné těleso –hranolek. – spékání (slinování) výlisků při teplotě 1600°C(nižší než teplota tavení kovu)v el. odporové průběžné peci s ochrannou atmosférou.

Konečné opracování SK tvářením: kování, válcování, tažení a obráběním-broušení.

### **Rozdělení SK na skupiny podle účelu použití :**

Rozdělení SK podle ISO na 2 hlavní skupiny:

- jednodobová soustava: WC-Co : karbid wolframu a kobaltové pojivo. Řada G a H : k obrábění litiny, neželezných kovů a slitin plastických hmot a jiných materiálů.
- dvoukarbidové soustavy: WC – TiC + Co (karbid wolframu, karbid titanu + kobaltové pojivo. Řada S a F. Výhradně pro všechny druhy ocelí a litiny. Řada U - univerzální – pro těžko obrobitelné kovy a slitiny.

Karbid wolframu (WC), jeho vlastnosti a použití-

bezokyslíkatá keramická látka (WC), hustota 15,8 kg/dm<sup>3</sup>, tvrdost 8,5-9, teplota tavení 2870°C, dobrá elektrická vodivost, šedý prášek lze lisovat a slinovat dá se brousit a leštit jen nejtvrdějším materiálem (diamant)

Semikarbid wolframu (W2C) - práškový- brusivo, slinutý ve formě břitové destičky nebo celé řezné nástroje.

Další možnosti použití WC a SK: hroty protipancéřových projektilů, kuličky do psacích per, šperky (pánské snubní prsteny) – řadí se mezi keramiku.

Kobalt (Co) - namodralý feromagnetický tvrdý kov, pevnější než ocel, hustota 8,9kg/dm<sup>3</sup>, teplota tání 1495°C, tvrdost 5, pro slitiny a SK, barvení skla, v defektoskopii (izotop <sup>60</sup>)

Titan(Ti) -stříbřitě šedý nebo bílý, tvrdý odolný korozi i ve slané vodě, součást slitin (titanzinek) a SK, lehký –hustota 4,5 kg/dm<sup>3</sup>, teplota tání 1495 °C, tvrdost 6, supravodivý.

Tantal(Ta) - modrošedý, vzácný, korozivzdorný, tvrdost 6, hustota 16,69 kg/dm<sup>3</sup>, teplota tání 3017°C, elektrosoučástky, SK, výroba chirurgických nástrojů a implantátů.

Přehled nástrojových materiálů:

Druhy: SK - slinuté karbidy, KM –řezné keramiky, RO – rychlořezná ocel, CT-cermet, KBN -kubický nitrid bóru, PKD – syntetický diamant

Povrchová úprava SK povlakováním (provádí se od r. 1969) povlakování karbidem titanu-zvýšení obráběcího výkonu u většiny nástrojů, hlavně monolitních.

Další použití SK: Samomazná ložiska, hranolky, válečky a pouzdra kluzných ložisek broušené i nebroušené (popř. se zalisovaným jádrem v ocelové objímce nebo ocelový nosič upevněn pájením či lepením.)

### **Nástrojové materiály, druhy břitových SK destiček :**

Oceli třídy 19 : význam 3. číslice: 0-2 nelegované, 3-7 legované, 8-rychlořezné, 9-speciální např. vytvrzované (Ni-Co-Mo-Ti)

Příklady vybraných nástrojových ocelí: Pro ruční nástroje = uhlíkové nelegované 0,45-1,0 C, ke kalení ve vodě, tvárné za tepla, tvrdost HRC 58-66 (19 083.4 , 19 132.4 , 19 152.4, 19 192.4). Pro strojně obráběcí a tvářecí nástroje = oceli legované, tvrdost HRC min 63, žíhané, kalené/ olej, vzduch, popouštěné, (vysokolegované: 19 312.4, 19 422.4, 19 436.4, 19 642.4, rychlořezné wolframové s přídatkem vanadu: 19 802.4 , 19 824.4 , 19 830.4 , 19 852 , 19 856, 19 858).

Slinuté karbidy- pro obrábění rozdělení a označení:

označení skupiny=písemný symbol-pomlčka-označení hlavní skupiny obrábění a použití. (příklad : HW-P10 , HC-K20 )

Písemné symboly ( HW= nepovlakované SK na bázi WC, HT=nepovlakované SK na bázi TiC nebo TiN nebo obou, HC= SK povlakované jak HW, tak HT. (P= pro obrábění oceli a ocelolitiny, M= pro obrábění korozivzdorných ocelí, legované, temperované a žáruvzdorné litiny, K = pro obrábění litiny tvrzené a temperované, kalené oceli, neželezných kovů, plastů a dřeva.

Vlastnosti a složení SK-podle druhů (viz. Str. tabulky) Tvrdost 900 – 1900 HV, hustota 11 -15 kg/dm<sup>3</sup>, obsah WC: 61- 95 %, Co: 3-15 % (max. 25 %),TiC nebo TaC : 2-13 %.

Doporučené použití (dle způsobů obrábění-soustružení nebo frézování bez povlaku a povlakované, pro beztržiskové obrábění.

Keramické řezné materiály: Označení= písemný symbol- pomlčka-označení hlavní skupiny obrábění a použití.

CA: oxidická keramika na bázi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CC: povlakovaná keramika následujících druhů: CN: neoxidická keramika na bázi nitridu křemíku Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, CM: směsná keramika na bázi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> s přísadou neoxidických složek (např. Disal 100 (CA), Disal 400 (CN).

Supertvrdé řezné materiály: kubický nitrid bóru PKBN (BN), (polykrystalický), polykrystalický diamant PKD (DP), hustota 3,5kg/dm<sup>3</sup>, mikrotvrdost. BN – 45 HV, DP – 90 HV, použití: BN soustružení a frézování: kalená ocel, bílá a legovaná litina, stelit. DP: obrábění neželezných slitin, keramiky a abrazivních PH, LTD.

### **Vyměnitelné břitové destičky z SK :**

Označení : (4 písmena velké abecedy, 3 dvojčíslí ,2velká písmena) : tvar destičky, úhel hřbetu, tolerance, provedení destičky, rozměr destičky, pracovní tloušťka, poloměr zaoblení špičky, provedení řezné hrany, směr posuvu, zvl. Údaje výrobce).

Tvar břitové destičky: H – šestihran, O – osmihran, P – pětihran, R – kruh, S – čtverec, T – tříhran, L – obdélník, nestejnouhlé: kosočtverec, kosodélník a šestihran – písmena dle úhlu špičky (viz tab.). Úhel hřbetu: A – O: 3-11°

Provedení destičky: N,A,R,M,F,G,-podle utvářeče třísky a otvoru

Provedení řezné hrany: F-ostře, E-zaoblené, T – s fazetkou , S – s fazetkou a zaoblené. Směr posuvu: R – pravý, L – levý, N – levý i pravý. Výrobci fy: RS Iscar, Pramet Tools, SK Tech, Pilart, Leitz, Leuco a další.

Učební činnosti žáků a strategie výuky

Základní teoretické znalosti jsou prezentovány formou přednášek, výkladu učiva, doplněné o názorné ukázky vzorků jednotlivých materiálů (druhů kovů, slitin, SK destiček, LTD, plastů a dalších materiálů a výrobků z nich), doplněny o videoukázky zpracování a použití nástrojových materiálů pro obrábění kovů, keramiky, plastů a dalších materiálů. Výuka je doplněna praktickým procvičením práce s katalogy a technickými listy výrobců při vyhledávání výrobků požadovaných parametrů.

Teoretická část:

- odborný výklad a prezentace na téma:
- význam slinutých karbidů v návaznosti na kovové materiály, používaných ve strojírenské výrobě, jejich vlastnosti a možnosti použití
- druhy slinutých karbidů pro daný druh obráběných materiálů a polotovarů
- význam technologických zásad použití slinutých karbidů a nástrojů s hroty a destičkami z SKI pro jejich použití a zpracování
- prezentace ukázky návrhu použití vhodného druhu a rozměrů nástrojů a břitových destiček pro hroty obráběcích nástrojů
- ukázka vhodných druhů slinutých karbidů pro výrobu obráběcích nástrojů podle jejich označení a vyčtení z něho jejich základní charakteristiky, nebo jejich vyhledání v Strojnických tabulkách

Praktická část:

- žák provede volbu vhodného druhu slinutých karbidů pro výrobu obráběcích nástrojů
- žák provede vyhledání potřebných údajů v normě a strojnických tabulkách pro návrh polotovaru
- diskuze žáků k významu práškové metalurgie, pojem a historie
- samostatná práce žáků na zadané seminární práci na odborné téma druhy a rozměry nástrojů a břitových destiček pro hroty obráběcích nástrojů pro zadaný druh obráběného materiálu a polotovaru

Exkurze:

- exkurze žáků do výrobního podniku

Zařazení do učebního plánu, ročník

1. ročník

## VÝSTUPNÍ ČÁST

Způsob ověřování dosažených výsledků

Ústní zkoušení:

- prověření získaných odborných vědomostí otázkami na popis vlastností jednotlivých kovových a nekovových materiálů včetně nástrojových a výrobků, jejich fyzikálních, mechanických a technologických vlastností. Rozpoznání druhů materiálů.

Písemné zkoušení:

- test, písemné otevřené otázky, vyhledávání konkrétních zadaných druhů materiálů v katalogu.

Kritéria hodnocení

Správnost a výstižnost formulace odpovědí v písemné a ústní zkoušce a přesné vyhledání v katalogu a rozpoznání konkrétních materiálů se hodnotí podle % zastoupení správných odpovědí, které lze podle počtu otázek přepočítat na body.

Hodnocení:

- Výborně: 100 – 85 % správných odpovědí
- Chvalitebně : 84 – 70 % správných odpovědí
- Dobře: 69 – 50 % správných odpovědí
- Dostatečně : 49 – 30 % správných odpovědí
- Nedostatečně : 29 – 0 % správných odpovědí

Doporučená literatura

ŘASA, GABRIEL: Strojírenské technologie, Scientia Praha 2005, ISBN 80-7183-337-1

ČERNOCH: Strojně technická příručka, SNTL Praha, 04-224-68

LEINVEBER, VÁVRA : Strojnické tabulky, Albra, Úvaly 2008, ISBN 978-80-7361-051-7

Poznámky

Obsahové upřesnění

OV RVP - Odborné vzdělávání ve vztahu k RVP

*Materiál vznikl v rámci projektu Modernizace odborného vzdělávání (MOV), který byl spolufinancován z Evropských strukturálních a investičních fondů a jehož realizaci zajišťoval Národní pedagogický institut České republiky. Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Zdeňka Tvrdá. [Creative Commons CC BY SA 4.0](#) – Uveďte původ – Zachovejte licenci 4.0 Mezinárodní.*