

## 8. Třískové obrábění

Třískovým obráběním rozumíme výrobu strojních součástí z polotovarů, kdy je přebytečný materiál odebrán řezným nástrojem ve formě třísek. Dynamický vývoj technologií s sebou přinesl zavádění fyzikálních technologií obrábění, vhodných především pro náročnější operace těžko obrobitelných materiálů. Přesto zůstává třískové obrábění ve strojírenské výrobě stále nejpoužívanějším způsobem výroby strojních součástí.

Historie strojního obrábění sahá až do roku 1475, kdy Leonardo da Vinci sestrojil první soustruh s vřetenem, které se otáčelo jedním směrem. Bouřlivý rozvoj strojního obrábění přineslo 18. století s nástupem průmyslové revoluce. Přelom 19. a 20. století pak znamenal nástup strojů poháněných vlastním elektromotorem a též velký rozvoj nástrojových materiálů. Začínají se používat nástrojové uhlíkové a rychlořezné oceli, od 30. let minulého století se dostávají do výroby i první břitové destičky ze slinutých karbidů. Současné trendy ve výrobě sledují především hospodárnost a efektivnost výroby, zavádění nových řezných materiálů, zvyšování řezných rychlostí, využívání výpočetní techniky a inovaci konstrukčních řešení obráběcích strojů a center.

### **Nástrojové materiály**

Nástrojové materiály ovlivňují produktivitu a hospodárnost obrábění. Jsou charakterizovány souhrnem vlastností, které souhrnně nazýváme řezivost. Řezivost je dána tvrdostí, pevností, houževnatostí, odolností proti otěru a tepelnou odolností.

### **Nástrojové oceli**

**Nástrojové oceli nelegované** jsou vhodné pro ruční nástroje jako závitníky, pily, dláta, pilníky apod. Jejich vlastnosti jsou závislé na obsahu uhlíku. Při obsahu 1 až 1,5%C mají oceli dostatečnou houževnatost i tvrdost po zakalení.

**Nástrojové oceli legované** dělíme podle legujících prvků:

- ✚ **nástrojové oceli manganové** zůstávají i po kalení rozměrově velmi stálé a jsou proto vhodné pro závitníky, závitové čelisti, závitové frézy či měřidla
- ✚ **nástrojové oceli chromové** mají zvýšenou tvrdost, otěruvzdornost a houževnatost a používají se k obrábění velmi tvrdých materiálů; jsou vhodné pro šroubové vrtáky, výstružníky, tvarové frézy i protahovací trny
- ✚ **nástrojové oceli wolframové** si zachovávají vysokou tvrdost i při vyšších teplotách a jsou vhodné k obrábění nejtvrdších materiálů; krom obráběcích nástrojů jsou vhodné i pro nástroje chirurgické.

**Rychlořezné oceli** jsou legované wolframem, chromem, vanadem a molybdenem. Obsah uhlíku je pod 1%C. Jsou vhodné pro nejvíce namáhané nástroje k obrábění těžko obrobitelných materiálů.

**Rychlořezné oceli vyráběné slinováním** jsou lisované a spékané z ocelových prášků s přísadou legujících prvků jsou sice dražší, mají však homogenní strukturu, jsou houževnatější a lépe se brousí. Jsou vhodné pro všechny druhy nástrojů a způsoby obrábění.

**Oceli na lité nástroje** jsou vhodné pro výrobu odlévaných nástrojů, jako jsou frézy a výhrubníky apod. Obsah legujících prvků je obdobný jako u ocelí rychlořezných.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. č. 53: Nástroje z nástrojových ocelí



### Slinuté karbidy

Slinuté karbidy jsou vyráběny práškovou metalurgií spékáním karbidů wolframu WC, titanu TC, tantalu TaC a niobu NbC, jako slinovací kov se používá kobalt. Jsou velmi tvrdé, houževnaté a odolné proti otěru. Mísením karbidů v různých poměrech můžeme měnit i vlastnosti výrobků ze slinutých karbidů. Pro obrábění železných slitin je dělíme do tří základních skupin:







- ✚ **skupina K** - WC + Co - jsou vhodné pro obrábění materiálů s tvorbou elementární třísky, jako je litina, bronz apod.
- ✚ **skupina M** - WC + TiC + Co - jsou vodné pro obrábění ocelí, tvárných litin a lehkých kovů s třískou plynulou tvářenou
- ✚ **skupina P** - WC + TiC + TaC/NbC + Co - se používají k obrábění těžkoobrobitelných ocelí a slitin

Slinuté karbidy se nejčastěji používají ve formě břitových destiček. Ty se upevňují k tělu nástroje buď pájením, nebo mechanicky. Mechanicky upínané vyměnitelné břitové destičky mají normalizované tvary a rozměry a většinou mají více ostří. Po opotřebení řezné hrany se již neostří.

Pro zvýšení řezných rychlostí a zlepšení řezných schopností se vyměnitelné břitové destičky povlakuji, nejčastěji plynnou fází karbidů a nitridů titanu TiC, TiN, TiCN, oxidem hliníku Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> či diamantovým povlakem. Podle technologie nanášení rozlišujeme:

- ✚ Chemické povlakování CVD
- ✚ Fyzikální povlakování PVD

Obr. č. 54: Použití slinutých karbidů pro materiály dle ISO 513

<b>P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uhlíkové (nelegované) oceli tříd 10, 11, 12,</li> <li>- uhlíková ocelolitina sk. 26 (42 26..)</li> <li>- nízko a středně legované ocelolitiny sk. 27 (42 27..)</li> <li>- nástrojové oceli uhlíkové (19 1.., 19 2.., 19 3..),</li> <li>- legované nástrojové oceli (19 3.. až 19 8..)</li> <li>- nízko a středně legované oceli tř. 13 (13 0., 13 1., 13 2.., 13 ..3)</li> <li>- legované oceli tříd 14, 15, 16,</li> <li>- feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (tř. 17 a lité 42 29..)</li> </ul>	
<b>M</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- austenitické a feriticko-austenitické oceli korozivzdorné, žáruvzdorné a žárupevné</li> <li>- oceli nemagnetické a otěruvzdorné</li> </ul>	
<b>K</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sedlá litina nelegovaná i legovaná (42 24..)</li> <li>- tvárná litina (42 23..) a temperovaná litina (42 25..)</li> </ul>	
<b>N</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- slitiny Al a Cu a ostatní neželezné kovy</li> </ul>	
<b>S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- speciální žárupevné slitiny na bázi Ni, Co, Fe a Ti</li> </ul>	
<b>H</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zušlechtěné oceli HRC 48 - 60</li> <li>- tvrzené kokilové litiny HSh 55-85</li> </ul>	

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Cermety

Cermety (CERamic-METal) jsou tvrdé řezné materiály vyráběné práškovou metalurgií, kdy jsou slinovány keramické částice TiC, TiN, TiCN v kovovém pojivu Ni, Mo, Co. Mají vysokou pevnost za tepla, jsou odolné proti opotřebení. Jsou vhodné pro jemné obrábění tvrdých ocelí a ocelolitín.

Obr. č. 55: Břitové destičky z cernetů.



### Keramické řezné materiály

Základní surovinou pro výrobu tvrdých keramických řezných materiálů je oxid hlinitý  $Al_2O_3$ . Řezné destičky jsou lisovány a slinovány z prášků podobně jako slinuté karbidy. Mají malou pevnost v ohybu a nízkou houževnatost, jsou ale odolné proti otěru a mohou pracovat při teplotách až  $1200^\circ C$ . Pro zlepšení vlastností se do keramických prášků přidávají karbidy kovů TiC,  $Mo_2C$ , WC, oxidy MgO,  $ZrO_2$  nebo se zpevňují jemnými vlákny z karbidu křemíku  $SiC_w$  (whiskery). Neoxidická keramika se vyrábí např. z nitridu křemíku  $Si_3N_4$ . Keramické řezné materiály nejsou vhodné pro přerušovaný řez a velký průřez třísky. Používají se pro obrábění žárupevných a žáruvzdorných slitin, kalených ocelí, tvárné i šedé litiny. Mohou pracovat při vysokých řezných rychlostech.

Obr. č. 56: Břitové destičky z řezné keramiky.



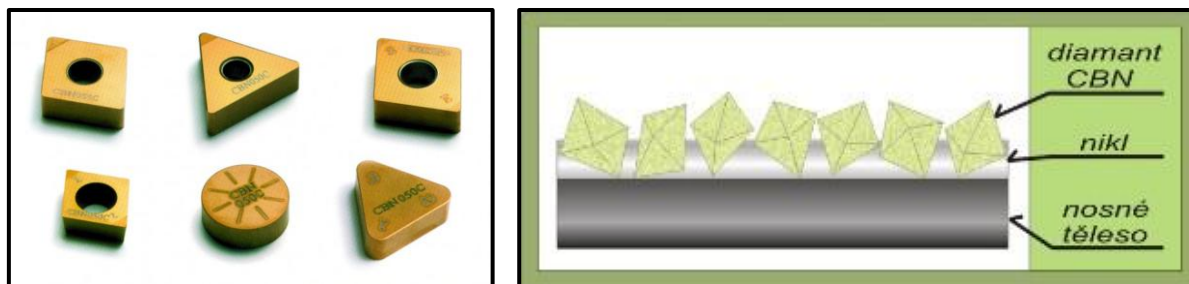
### Polykrystalický kubický nitrid bóru

Kubický nitrid boritý CBN patří spolu s diamantem k supertvrdým materiálům. Vyrábí se synteticky a je vhodný k obrábění velmi tvrdých materiálů jako kalených ocelí, slinutých karbidů, superslitin apod. Zachovává si své vlastnosti i při teplotách řezání do  $1600^\circ C$ , je chemicky stabilní k železným kovům.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

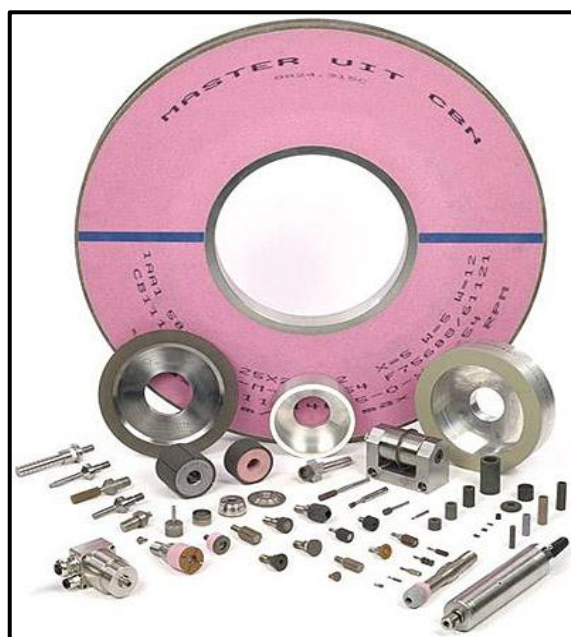
Povrch obrobek CBN je vysoce kvalitní, proto se dokončovací operace obráběním CBN používají často místo broušení.

**Obr. č. 57: Povlakované břitové destičky z CNB**



### Technický diamant

Diamant je nejtvrďší přírodní materiál. Používají se přírodní diamanty a diamanty syntetické. Syntetické diamanty jsou levnější než přírodní, mají izotropní vlastnosti, jejich krystaly jsou však poměrně malé a nedají se mechanicky upínat. Proto se syntetické polykrystalické diamanty nanáší práškovou metalurgií na podložku z houževnatého slinutého karbidu (kompakty) nebo se nanáší chemickou depozicí – povlakováním na řezné materiály ve formě diamantových fólií. Diamant je v podstatě čistý uhlík, který při vyšších teplotách afínuje k železu. Proto se nehodí k obrábění ocelí. Používá se k přesnému obrábění neželezných kovů, nekovových materiálů, tvrzené pryže, plastů a materiálů s nízkou tepelnou vodivostí.



**Obr. č. 58: Nástroje osazené diamanty**

### Brusné materiály

Brousící materiály se používají k výrobě brousících nástrojů. Ty jsou složeny z brusiva a pojiva. Jako brusivo se používají ostrohranná zrna různých velikostí přírodní i syntetická. Jsou to např.:

- ✚ oxid hlinitý  $Al_2O_3$
- ✚ oxid ceričitý  $Ce_2O_3$
- ✚ umělý korund – tavený  $Al_2O_3$
- ✚ karbid křemíku  $SiC$
- ✚ karbid bóru  $B_4C$
- ✚ syntetický i přírodní diamant
- ✚ kubický nitrid boru  $KNB$

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pojivo slouží ke stmelení brusiva a dává brousícím nástrojům tvar. Používají se brousící kotouče, brousící kameny, brusné pasty apod.

**Obr. č. 58: Brousící nástroje**



### Otázky a úkoly k procvičení tématu:

1. Jaké materiály používáme k výrobě nástrojů?
2. Vysvětli pojem řezivost.
3. Jaké používáme nástrojové oceli?
4. Co jsou to slinuté karbidy?
5. Které materiály používáme jako brusivo?
6. Jaké materiály jsou vhodné k obrábění tvrdých materiálů?