

KNVF - ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI OBRÁBĚNÍ



ŠKODA
SIMPLY CLEVER



Jaroslav Porubský
ŠKODA Akademie
10.06.2017



Řezné podmínky při obrábění

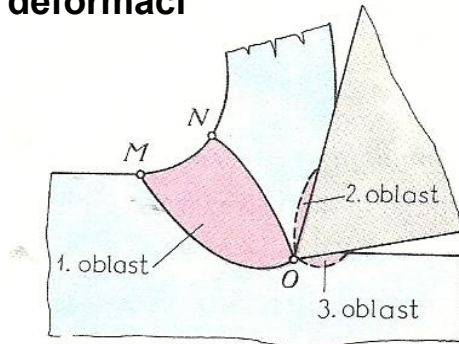
Podstata tvoření třísky

Při vnikání břitu nástroje do obrobku je materiál odřezávané vrstvy značně namáhán a deformován. Deformace probíhají převážně v oblasti OMN. Podle poměru pevností v tahu a ve smyku obráběného materiálu mohou nastat následující případy:

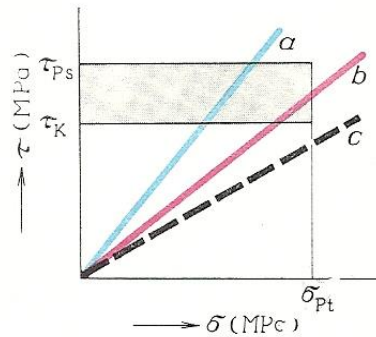
- Tečné napětí dosáhne meze kluzu R_{es} a meze pevnosti ve smyku R_{ms} dříve než normálové napětí meze pevnosti v tahu R_m – materiál odřezávané vrstvy se intenzivně plasticky tváří a pak se odděluje. Vzniká soudržná celistvá tříska, která může být plynulá nebo článkovitá. Je typická pro oceli, hliník, měď a jejich slitiny – pro houževnaté kovové materiály. Tříska je na čele hladká.
- Normálové napětí dosáhne meze pevnosti v tahu R_m dříve než tečné napětí meze pevnosti ve smyku R_{ms} , ale později než meze kluzu ve smyku R_{es} – materiál je před odtržením částečně tvářen. Vzniká elementární tvářená tříska, typická pro litiny, bronzы a křehké kovové materiály.
- Normálové napětí dosáhne meze pevnosti v tahu R_m dříve než tečné napětí meze kluzu R_{es} tj. materiál je odtržen, aniž by byl tvářen. Tříska vzniká štěpením bez tváření, je to tříska elementární typická pro dřevo, sklo, plasty.

Řezné podmínky při obrábění

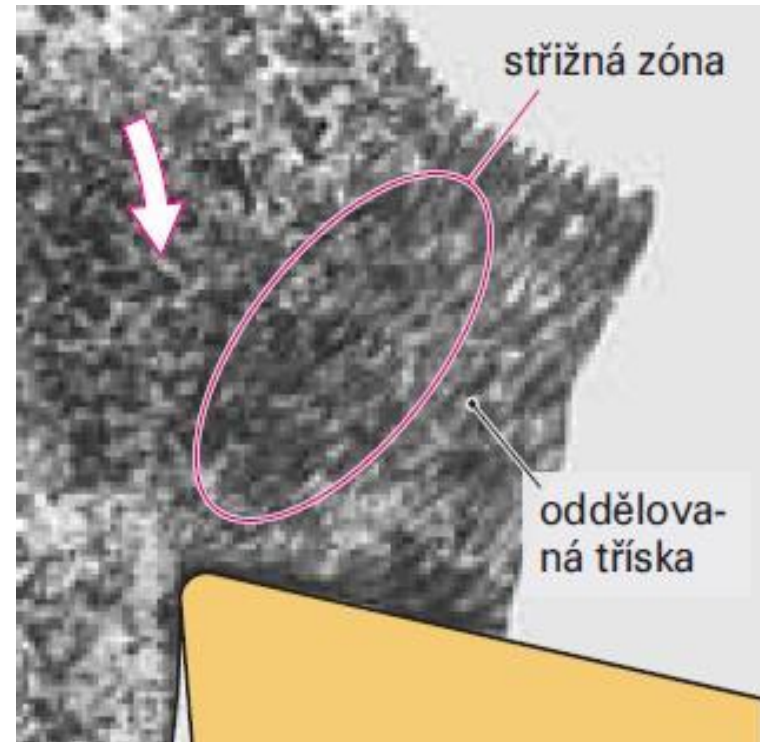
Oblast plastických deformací



Způsoby namáhání

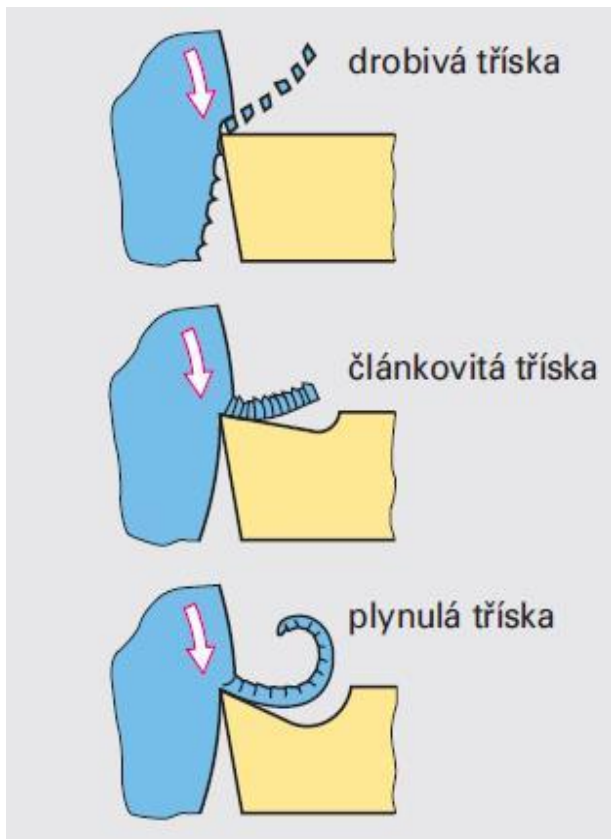


Tvoření třísky

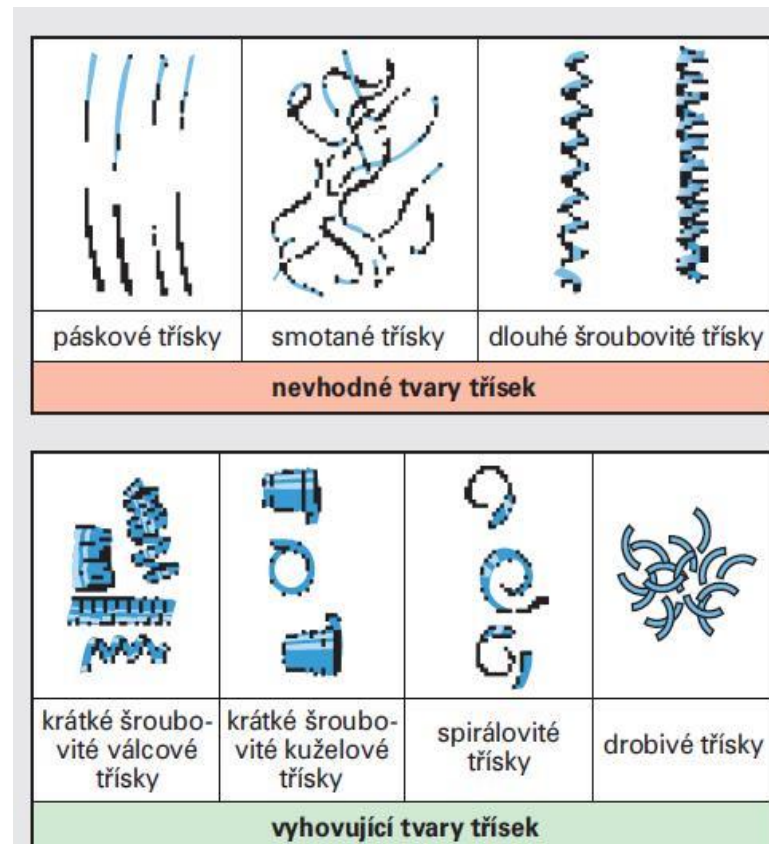


Řezné podmínky při obrábění

Druhy třísek



Tvary třísek



Řezné podmínky při obrábění

Chlazení a mazání při obrábění

Nepříznivý vliv tepla a teploty lze snížit volbou vhodného prostředí. Prostedí při obrábění mohou být kromě okolního vzduchu, řezné kapaliny, mlhoviny i některé plyny. Úkolem řezného prostředí je:

- odvádět teplo z oblasti jeho tvoření,
- snížit práci vlivem tření,
- snížit intenzitu otupování nástroje,
- zlepšit jakost obrobené plochy,
- odvádět třísky z místa řezu.

Účinky řezného prostředí lze shrnout na účinek chladící a mazací. Chladící účinek snižuje teplotu a snižuje tak opotřebení nástroje, u RO až na pětinu proti obrábění za sucha. Mazací účinek se projevuje snížením tření na činných plochách nástroje a usnadňuje plastické deformace třísky. Řezný odpor se tak snižuje až o 25 %, u malých průřezů třísky i více. Účinkem mazání se tedy zlepší jakost obrobené plochy.

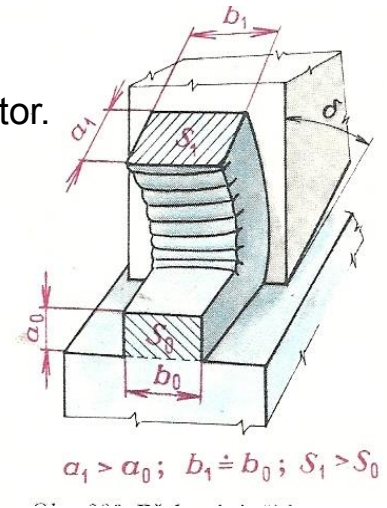
Řezné podmínky při obrábění

Pěchování třísky

Vlivem plastických deformací mění odřezávaná vrstva při přeměně v třísku své rozměry. Rozměry průřezu odcházející třísky jsou vždy větší než průměr odřezávané vrstvy a délka třísky je naopak menší než délka odřezávané vrstvy. Tomuto jevu se říká **pěchování třísky**. Součinitel pěchování třísky je označován **K** a je závislý na původní délce třísky a konečné délce třísky. Objemový součinitel třísky slouží k vyjádření velikosti objemu, který třísky zaujmají po obrábění. Je to poměr mezi objemem třísky po obrobení a objemem materiálu před obrobením.

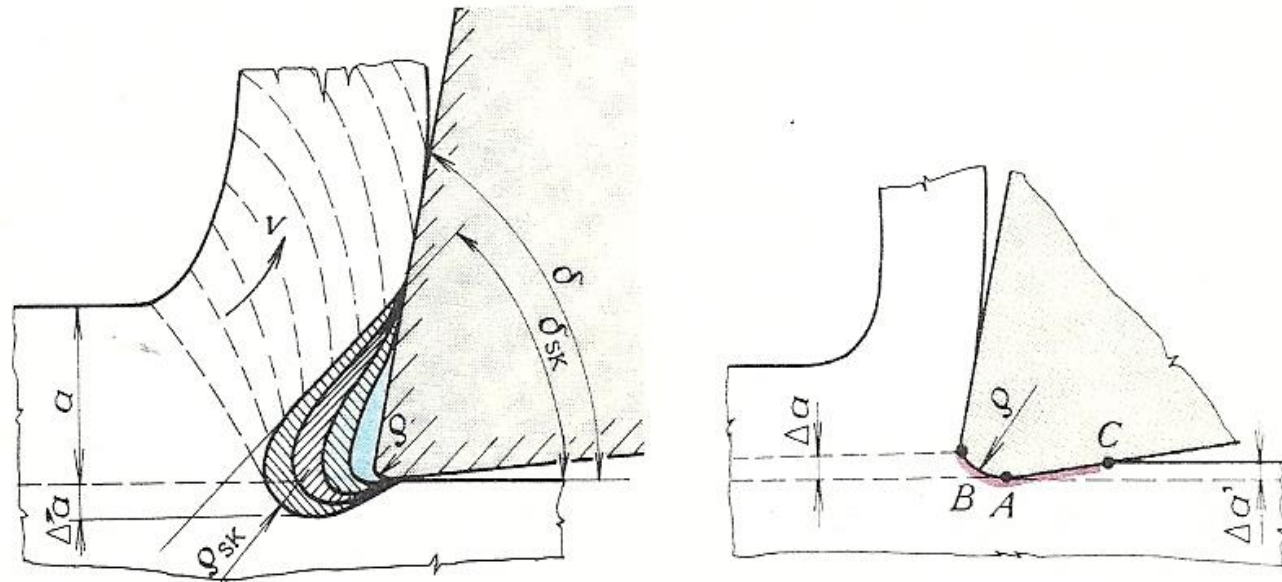
Při nevhodné geometrii a řezných podmínkách zaujmají třísky značný prostor. Způsoby ke snížení jsou následující:

- volba vhodného materiálu (drobivá tříska),
- změna geometrie břitu a řezných podmínek,
- použití lamačů a utvářečů třísek.



Řezné podmínky při obrábění

Tvorba nárůstku



V místě styku nástroje s třískou jsou ideální podmínky ke vzniku mikrosvarů – vysoká teplota, vysoké tlaky, kovově čisté povrchy. V těchto místech dochází k navařování třísky k čelu nástroje. Tento návar se nazývá **nárůstek**, který se vyznačuje vysokou pevností a tvrdostí (2 až 5krát vyšší než základní materiál) – může nahradit břit nástroje. Hodnoty R_e a R_m se zvyšují, R_e roste rychleji než R_m , proto dochází ke vzniku křehkého lomu a odlomení části nárůstku. Pak nárůstek znovu roste a ulamuje se s frekvencí 25 až 300 Hz.

Řezné podmínky při obrábění

Zbytkové pnutí po obrábění

Při obrábění, kde je velké mechanické zatížení a nízká teplota, převažuje vliv plastických deformací nad teplotou a v povrchové vrstvě vzniká tlakové napětí. Při obrábění, kde je vysoká teplota obráběné vrstvy (např. obrábění SK, broušení), převládá vliv teploty a povrch se vlivem ochlazování smršťuje, jádro zachovává objem – vzniká tahové napětí. Pnutí v povrchové vrstvě ovlivňují především mez únavy. Tlaková pnutí mez únavy zvyšují, tahová napětí ji snižují a jsou příčinou vzniku trhlin a lomů.



Řezné podmínky při obrábění

Práce a síla řezání

Práce vynaložená při řezání je závislá na těchto parametrech:

A_p – práce plastických deformací (až 80 %) – je vynaložena na plastické deformace obráběného materiálu

A_e – práce elastických deformací (do 2 %) – je spotřebována na pružné deformace materiálu

$A_{tč}$ – práce tření na čele nástroje (až 35 %) – souvisí s odvodem třísek

A_d – pasivní deformační práce – vzniká vlivem poloměru zaoblení, její velikost je zanedbatelná

$A_{tř}$ – pasivní práce tření – vlivem tření plochy hřbetu po ploše řezu

Řezné podmínky při obrábění

Řezná síla

Řezná síla **F** je síla, kterou působí nástroj na obrobek, aby se oddělovala tříska. Můžeme ji nahradit třemi složkami, které jsou navzájem kolmé.

F_z – tečná na směr hlavního řezného pohybu. Dimenzujeme podle ní příkon potřebný k obrábění, nástroj zatěžujeme kombinovaně.

F_x – rovnoběžná se směrem vedlejšího řezného pohybu – posuvu. Dimenzujeme podle ní síly posuvového mechanismu, nástroj zatěžuje kombinovaně.

F_y – kolmá na osu rotace obrobku nebo nástroje. Dimenzujeme podle ní tuhost soustavy SNO, nástroj namáhá na tlak.

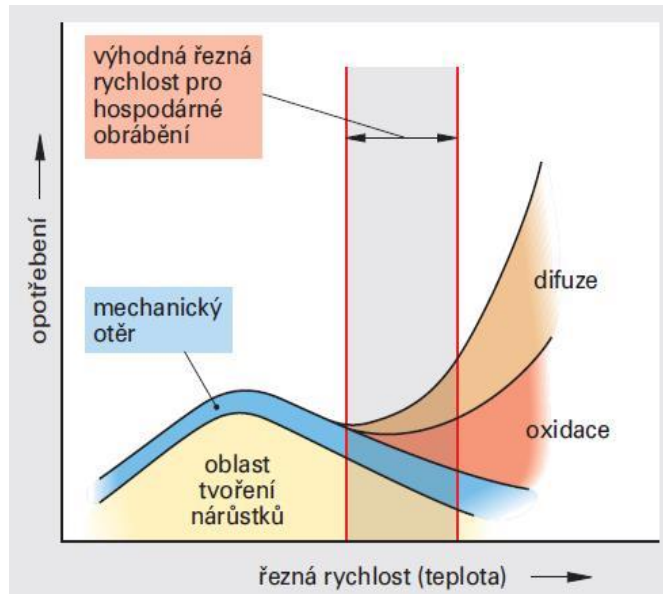


Řezné podmínky při obrábění

Trvanlivost břitu

Je definována jako doba, po kterou nástroj pracuje od svého naostření do přípustného otupení. Trvanlivost břitu je základní veličinou, která určuje vztah řezných podmínek k hospodárnosti obrábění.

Opotřebení hřbetu



Opotřebení břitu



Řezné podmínky při obrábění

Volba optimálních řezných podmínek

Při volbě řezných podmínek je nutné vycházet ze skutečnosti, že pro každý případ obrábění existuje pouze jediná kombinace řezných podmínek (hloubka řezu, posuv a řezná rychlost), při nichž probíhá obrábění nejehospodárněji. Optimální řezné podmínky lze stanovit:

a/ výpočtem

b/ z tabulek

c/ pomocí nomogramů

d/ pomocí kalkulátorů

e/ pomocí normativů



Řezné podmínky při obrábění

Složky řezných podmínek – frézování

Posuv – s : (mm/min), (m/min)

Je to draha, kterou urazí nástroj za určitou časovou jednotku.

Hloubka řezu – h (a_p) : (mm)

Je závislá na způsobu obrábění – hrubujeme nebo frézujeme na čisto

Řezná rychlost – v : (m/min)

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] \rightarrow n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} \left[\frac{1}{\text{min}} \right]$$

Pokud nelze otáčky přesně nastavit, nastavuji se otáčky nejbližší nižší

Řezné podmínky při obrábění

Posuv

Dráha v mm, kterou urazí při pohybu do záběru obrobek za 1 min, otáčku,...

Velikost posuvu se udává:

- mm/z, posuv na zub frézy
- mm/ot, posuv za 1 otáčku frézy
- mm/min, minutový posuv
- mm na jeden zdvih (dvojzdvih – při obrážení)

Na konvenčních frézkách se nastavuje posuv minutový; číslicově řízené frézky mohou využít podle volby jak minutový , tak posuv na otáčku.

Z hlediska směru pohybu může být posuv

- podélný
- příčný
- složený (frézování tvarových ploch)

Posuv může být:

- a) plynulý - probíhá současně s hlavním pohybem
- b) po přítržích - obrobek nebo nástroj vykonává posuvný pohyb v době, v níž se hlavní pohyb nekoná; posuv nastává v úvratích mezi pracovními zdvihy (hoblování, obrážení)



Řezné podmínky při obrábění

Řezná rychlost v – je obvodová rychlost frézy a platí pro ni vztah: $v = \pi \times D \times n$ [m.min⁻¹]

kde: D je průměr frézy v metrech, n jsou otáčky obrobku za minutu

Posuv f – je při frézování dán rychlostí posuvu stolu frézy. Vzhledem k rozmanitosti používaných nástrojů je nutné při jeho určení vycházet z hodnoty posuvu na jeden zub nástroje fz

Posuv na otáčku f_{ot} – udává dráhu, kterou urazí obrobek za jednu otáčku frézy. Posuv na otáčku určíme z hodnoty posuvu na jeden zub: $fz \times z = f_{ot}$ [mm.ot⁻¹] kde:

fz je posuv na zub v mm, z je počet zubů frézy

Posuv za minutu f_{min} – následně určíme z vypočteného posuvu na otáčku:

$f_{min} = f_{ot} \times n$ [mm.min⁻¹]

Plocha třísky S_z – je při frézování válcovou frézou proměnlivá, v průběhu záběru se mění tloušťka třísky. Maximální průřez třísky je dán maximální tloušťkou třísky.

$S_z = a \times b \times z = a \times b \times z \times \sin \alpha$ [mm²] kde: a je maximální tloušťka třísky v mm, b je šířka třísky v mm

Při frézování čelní frézou je plocha třísky na jeden zub:

$S_z = a \times h$ [mm²] kde: a je tloušťka třísky v mm, h je hloubka řezu v mm



Řezné podmínky při obrábění

Složky řezných podmínek – soustružení

Jako příklad je uveden vztah pro určení řezné rychlosti při soustružení kde

v_T je řezná rychlost při žádané trvanlivosti ostří

T je žádaná trvanlivost ostří

t je hloubka záběru

s je posuv na otáčku obrobku

C_v je konstanta určující vliv způsobu práce, tj. například hrubování, práce na čisto, vnější soustružení, vnitřní soustružení, čelní soustružení, soustružení válcové plochy atd.

m je exponent určující vliv materiálu břitu na trvanlivost ostří

x je exponent určující vliv hloubky záběru na řeznou rychlost

y je exponent určující vliv posuvu na

K_κ je konstanta určující vliv úhlu nastavení hlavního ostří κ na řeznou rychlost Δ

K_{κ_1} úhlu nastavení vedlejšího ostří κ_1 na řeznou rychlost

K_r je konstanta určující vliv poloměru zaoblení špičky nože na řeznou rychlost

K_{ch} je konstanta určující vliv způsobu chlazení nástroje a obrobku na řeznou rychlost

K_m je konstanta určující vliv materiálu obrobku na řeznou rychlost

K_n je konstanta určující vliv materiálu břitu nástroje na řeznou rychlost

K_Δ je konstanta určující vliv dovoleného opotřebení břitu na řeznou rychlost.



Řezné podmínky při obrábění

Samotný výpočet řezné rychlosti z uvedeného vztahu není při současné úrovni výpočetní techniky náročný. Velmi náročné je ale zjištění všech faktorů ve vzorci vystupujících. To představuje ohromné množství experimentálních měření v proměnlivých podmínkách.

Z uvedeného vyplývá, že tento způsob určení řezných podmínek se vyplatí pouze ve velkosériové a hromadné výrobě, kdy dosažené zvýšení produktivity práce převáží náklady spojené s náročným určením řezných podmínek.

$$v_T = \frac{C}{T^m \cdot f^p \cdot S^q} \cdot K_E \cdot K_{K1} \cdot K_r \cdot K_{ch} \cdot K_m \cdot K_n \cdot K_d$$



Řezné podmínky při obrábění

Obráběné materiály

Symbole označující druhy tvrdých řezných materiálů:

Slinuté karbidy (tvrdokovy):

HW Nepovlakovaný slinutý karbid, obsahuje převážně karbidy wolframu (WC).

HT Nepovlakovaný slinutý karbid, zvaný také cermet, obsahuje převážně karbidy titanu (TiC) nebo nitridy titanu (TiN) nebo obojí.

HC Slinuté karbidy, stejné jako výše uvedené, ale s povlakem.

Řezná keramika:

CA Oxidová keramika obsahující převážně oxid hlinitý (Al_2O_3).

CM Smíšená keramika, především z oxidu hlinitého (Al_2O_3) obsahuje ovšem i jiné složky, než oxidy.

CN Nitridová keramika, obsahuje převážně nitrid křemíku (Si_3N_4).

CC Keramika, stejná jako výše uvedená, ale s povlakem.

Diamant:

DP Polykrystalický diamant ¹⁾

Nitrid bóru:

BN Polykrystalický kubický nitrid bóru ¹⁾

¹⁾ Polykrystalický diamant a polykrystalický kubický nitrid bóru se také nazývají supertvrde řezné materiály.



Řezné podmínky při obrábění

DCMT 11T308E-UR ;8030

DCMT 11T308E-UR ;8030
84000005

5445

Qty 10



	STEEL	STAINLESS	CAST IRON	NON-FERROUS	SUPERALLOYS	HARD MATERIAL
GROUP	P25-P40	M20-M35	K20-K40	N15-N30	-	-
V_c (m/min)	150-80	90-45	140-75	525-120	-	-
f_n	0,10-0,36	0,10-0,27	0,10-0,36	0,10-0,36	-	-
a_p (mm)	1,0-3,3	1,0-2,5	1,0-3,3	1,0-3,3	-	-

V_c – řezná rychlost (m/min)

f_n - posuv (mm/ot)

a_p - hloubka třísky (mm)



Řezné podmínky při obrábění

Povlakovaný slinutý karbid

CVD povlaky

PVD povlaky

Slinutý karbid



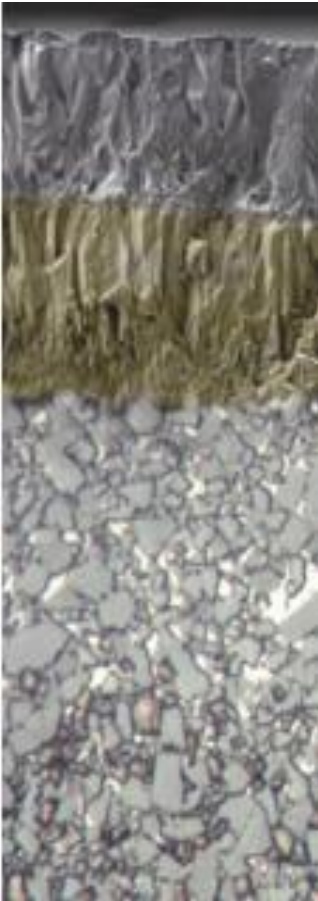
V současnosti reprezentují slinuté karbidy 80-90% veškerých břitových destiček používaných pro obráběcí nástroje. Jejich úspěch, jakožto nástrojového materiálu, je dán jejich unikátní kombinací odolnosti proti opotřebení a houževnatosti, ale také jejich schopností nechat se formovat do složitých tvarů.

Povlakované slinuté karbidy představují kombinaci slinutého karbidu s povlakem. Společně tvoří třídu, která je přizpůsobena pro daný způsob aplikace.

Třídy povlakovaných slinutých karbidů představují první volbu pro široké spektrum nástrojů a aplikací.

Řezné podmínky při obrábění

CVD povlaky



MT-Ti(C,N) - Jeho tvrdost zajišťuje odolnost proti opotřebení otěrem, což má za následek menší opotřebení hřbetu.

CVD-Al₂O₃ - Chemicky inertní s nízkou tepelnou vodivostí, což jej činí odolným proti opotřebení ve tvaru žlábků. Rovněž plní úlohu tepelné clony a pomáhá zlepšit odolnost proti plastické deformaci.

CVD-TiN - Zlepšuje odolnost proti opotřebení a je také využíván pro zjištění stupně opotřebení.

Postupy následného zpracování - Zlepšují houževnatost při přerušovaném řezu a snižují tendence k ulpívání materiálu obrobku na břitu.

Třídy s CVD povlakem představují první volbu v širokém spektru aplikací, kde má klíčový význam odolnost proti otěru. S takovými aplikacemi je možné se setkat při všeobecném soustružení a vyvrtávání v oceli, tam, kde je odolnost proti opotřebení ve tvaru žlábků poskytována CVD povlakem velké tloušťky, při všeobecném soustružení korozivzdorné oceli a u tříd pro frézování v materiálech ISO P, ISO M, ISO K. Pro vrtání se třídy s CVD povlakem obvykle používají pro obvodové břitové destičky.

Řezné podmínky při obrábění

PVD povlaky



PVD-TiN - Nitrid titanu byl prvním povlakem nanášeným metodou PVD. Má univerzální vlastnosti a zlatou barvu.

PVD-Ti(C,N) - Karbonitrid titanu je tvrdší než TiN a zvyšuje odolnost proti opotřebení hřbetu.

PVD-(Ti,Al)N - Titan aluminium nitrid má vysokou tvrdost, spolu s vysokou odolností proti oxidaci, což celkově přispívá ke zvýšení odolnosti proti opotřebení.

PVD-oxidický - Je využíván vzhledem k jeho chemické netečnosti a zvýšené odolnosti proti opotřebení ve tvaru žlábků.

Třídy s PVD povlakem se doporučují pro houževnaté, ale přesto ostré břity, stejně jako pro obrábění materiálů ulpívajících na břitu. Takové aplikace jsou velmi rozšířené a zahrnují rovněž všechny monolitní karbidové frézy a vrtáky a většinu tříd pro zapichování, řezání závitů a frézování. Třídy povlakované metodou PVD jsou také široce používané pro dokončovací aplikace nebo jako třída pro středové břitové destičky pro vrtání.

Řezné podmínky při obrábění

Slinutý karbid

Slinuté karbidy jsou materiály vyráběné práškovou metalurgií; jsou směsí částic karbidu wolframu (WC) a kovového pojiva bohatého na kobalt (Co). Slinuté karbidy používané pro obráběcí operace obsahují více než 80% částic tvrdé fáze WC. Další důležitou součástí jsou příměsi kubického karbonitridu titanu, zvláště u gradientně slinovaných tříd.

Tvar těla nástroje ze slinutého karbidu je vytvářen buď lisováním prášku, nebo metodou vstřikování do formy a takto vytvořený polotovár je dále slinován až na plnou hustotu.

Střední až velká velikost zrn WC.

Zrna WC střední až velké velikosti poskytují slinutým Karbidům skvělou kombinaci vysoké tvrdosti za zvýšených teplot a houževnatosti. Toho se využívá v kombinaci s CVD a PVD povlaky u tříd pro všechny oblasti použití.



Řezné podmínky při obrábění

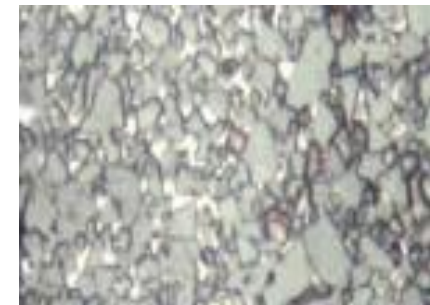
Malá nebo submikroskopická velikost zrn WC

Malá až submikroskopická velikost zrna WC se využívá u ostrých břitů s PVD povlakem pro další zvýšení pevnosti ostré řezné hrany. Výhodou je také jejich vynikající odolnost proti tepelným trhlinám a mechanickému cyklickému zatěžování. Typické aplikace představují monolitní karbidové vrtáky, monolitní karbidové stopkové frézy, břitové destičky pro upichování a zapichování, karbidové třídy pro frézování a pro dokončování.



Gradientní slinuté karbidy

Obou vlastností získaných díky gradientu je možné, v kombinaci s CVD povlakem, s výhodou využít u mnoha tříd první volby pro soustružení a upichování a zapichování v oceli a korozi-vzdorné oceli.



Řezné podmínky při obrábění

Nepovlakované slinuté karbidy

Třídy z nepovlakovaných slinutých karbidů tvoří pouze velmi malou část celkového sortimentu. Tyto třídy se buď skládají přímo z WC/Co nebo obsahují velké množství kubických karbonitridů.



Typickými aplikacemi jsou obrábění HRSA (žárovzdušných slitin) nebo titanových slitin a soustružení tvrdých materiálů při nízkých řezných rychlostech.

Rychlost opotřebení je u tříd z nepovlakovaných slinutých karbidů značná, ale kontrolovaná, přičemž se u nich projevuje samoostřicí schopnost.

Řezné podmínky při obrábění

Cermet

Cermet je slinutý karbid tvořený tvrdými částicemi na bázi titanu. Název cermet je kombinací slov keramika (ceramic) a kov (metal). Původně se cermety skládaly z TiC a niklu. Moderní cermety nikl neobsahují a jejich důmyslné složení je tvořeno, jakožto základním stavebním prvkem, částicemi karbonitridů titanu Ti(C,N), částicemi sekundárních tvrdých fází (Ti,Nb,W)(C,N) a pojivem bohatým na kobalt.

Ti(C,N) poskytuje příslušné třídě vyšší odolnost proti otěru, sekundární tvrdé fáze zvyšují odolnost proti plastické deformaci, podíl kobaltu má rozhodující vliv na houževnatost.

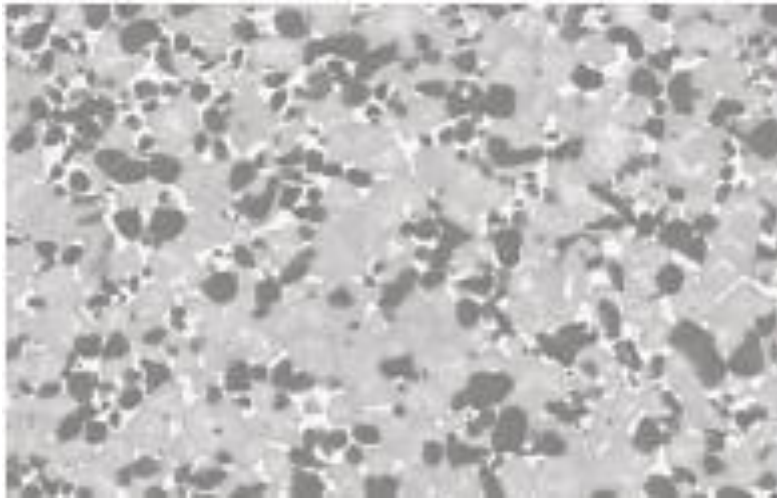
Ve srovnání s běžnými slinutými karbidy má cermet vyšší odolnost vůči otěru a menší tendence k ulpívání materiálu obrobku na břit. Na druhou stranu, cermet má také nižší úroveň vnitřních tlakových pnutí a z toho důvodu i nižší odolnost proti vzniku tepelných trhlin. Za účelem zvýšení jejich odolnosti proti otěru, je cermety rovněž možné povlakovat metodou PVD.



Řezné podmínky při obrábění

Použití cermetových tříd je vhodné u aplikací, kde dochází k ulpívání materiálu obrobku na břitu a kde činí problémy tvorba nárůstku. Jejich typický způsob opotřebení se samoostřicí schopností umožňuje udržení nízké úrovně řezných sil, dokonce i pro velmi dlouhé časy v řezu. Jejich použití pro dokončovací operace přispívá k dosažení dlouhé životnosti nástroje a úzkých tolerancí a projevuje se vysokým leskem obrobené plochy.

Typické příklady použití jsou dokončování korozivzdorných ocelí, nodulární litiny, nízkouhlíkových ocelí a feritických ocelí. Cermety je rovněž možné použít pro řešení potíží při obrábění všech materiálů na bázi železa.



GC1525 Houževnatá povlakovaná cermetová třída pro přerušované řezy při soustružení.

CT5015 Cermetová třída odolná proti opotřebení, pro spojité řezy při soustružení.

CT530 Třída pro frézování s vysokým leskem obrobené plochy.

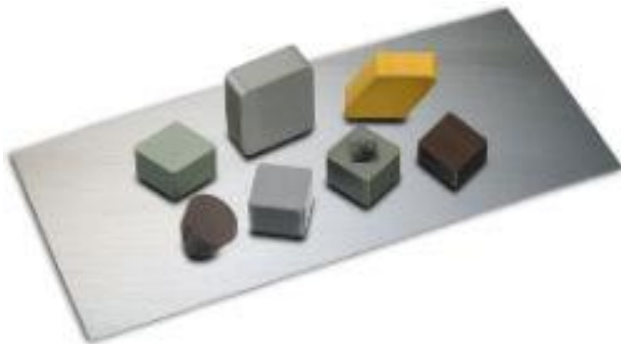
CT525 Třída pro dokončovací operace při upichování a zapichování.

Řezné podmínky při obrábění

Řezná keramika

Veškeré obráběcí nástroje využívající řeznou keramiku se vyznačují mimořádnou odolností proti otěru při použití vysokých řezných rychlostí. Existuje celá řada tříd řezné keramiky vhodných pro širokou oblast aplikací.

Oxidová keramika, se skládá z oxidu hlinitého (Al_2O_3), s přísadou oxidu zirkoničitého (ZrO_2), která brání vzniku a šíření trhlin. Takto vytvořený materiál je chemicky velice stabilní, ale postrádá odolnost proti tepelným šokům.



Řezné podmínky při obrábění

Smíšená keramika je vyztužená částicemi, konkrétně přísadou kubických karbidů nebo karbonitridů (TiC , $Ti(C,N)$). Tím je dosaženo zvýšení houževnatosti a zlepšení tepelné vodivosti.



Keramika vyztužená whiskery, jmenovitě whiskery karbidu křemíku (SiC_w), se vyznačuje razantním nárůstem houževnatosti a umožňuje použití rezné kapaliny. Řezná keramika vyztužená whiskery je ideální pro obrábění slitin niklu.



Keramika z nitridu křemíku (Si_3N_4) představuje další skupinu keramických materiálů. Krystaly podlouhlého tvaru tvoří materiál se schopností "samovyztužení" a s vysokou houževnatostí. Třídy na bázi nitridu křemíku jsou velmi vhodné pro obrábění šedé litiny, ale nedostatečná chemická stabilita limituje jejich použití pro ostatní typy obráběných materiálů.



Řezné podmínky při obrábění

Sialon (SiAlON) jsou třídy, které kombinují pevnost “samovyztužitelné” sítě z nitridu křemíku a vysokou chemickou stabilitu. Sialonové třídy jsou ideální pro obrábění žárovzdorných slitin (HRSA).

Keramické třídy je možné použít pro široký okruh aplikací a materiálů; nejčastěji jsou využívány pro vysokorychlostní soustružnické operace, ale také pro zapichování a frézování. Při jejich správném použití umožňují specifické vlastnosti jednotlivých keramických tříd dosažení vysoké produktivity. Pro dosažení úspěšných výsledků jsou velice důležité znalosti o tom, kdy a jak keramické třídy používat.

Hlavními nedostatky řezné keramiky jsou její nízká odolnost proti tepelným trhlinám a malá lomová houževnatost.



Řezné podmínky při obrábění

CC620 Oxidická keramika pro vysokorychlostní dokončování šedé litiny za stabilních podmínek a za sucha.

CC6050 Smíšená keramika pro lehké, spojité dokončování v tvrzených materiálech.

CC650 Smíšená keramika pro vysokorychlostní dokončování šedé litiny a tvrzených materiálů a pro polodokončovací operace v žárovečných slitinách s nízkými nároky na houževnatost.

CC670 Keramika s mimořádnou houževnatostí vyztužená whiskery, určená pro soustružení, zapichování a frézování slitin na bázi Ni. Její použití je také možné pro soustružení tvrzených součástí za nepříznivých podmínek.

CC6190, CC6090 Třída na bázi nitridu křemíku pro hrubovací až dokončovací soustružení a vysokorychlostní frézování šedé litiny, perlitické nodulární litiny a tvrzené litiny, vždy za sucha.

GC1690 Povlakovaná třída na bázi nitridu křemíku pro lehké hrubovací až dokončovací soustružení litiny.

CC6060 Sialonová třída (na bázi SiAlON) umožňující optimalizovat výkonnost při soustružení předobrobených žárovzdorných slitin (HRSA) za stabilních podmínek. Předvídatelné opotřebení díky velmi dobré odolnosti proti opotřebení ve tvaru vrubu.

CC6065 Částicemi vyztužená sialonová keramika pro soustružnické operace v žárovzdorných slitinách (HRSA) náročné na houževnatost břitové destičky.



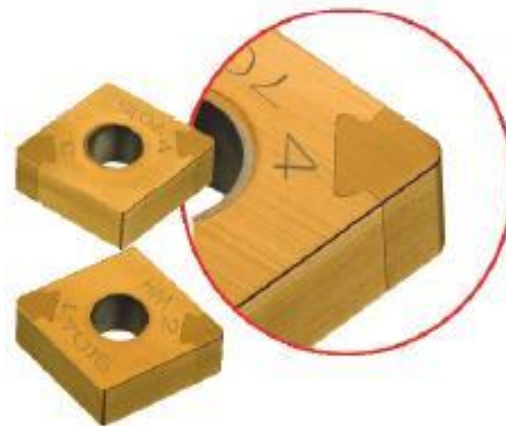
Řezné podmínky při obrábění

Polykrystalický kubický nitrid bóru

Polykrystalický kubický nitrid bóru, CBN, je materiál s mimořádně vysokou tvrdostí za tepla, který lze používat při velmi vysokých řezných rychlostech. Vyznačuje se také velmi dobrou houževnatostí a odolností proti tepelným rázům.

Moderní CBN řídy jsou keramické kompozity s obsahem CBN 40-65%. Keramické pojivo zvyšuje odolnost CBN, který je jinak náchylný k opotřebení chemickým otěrem, proti opotřebení. Další skupinou jsou třídy s vysokým obsahem CBN, s 85% až s téměř 100% CBN. Tyto třídy mohou obsahovat kovové pojivo zvyšující jejich houževnatost.

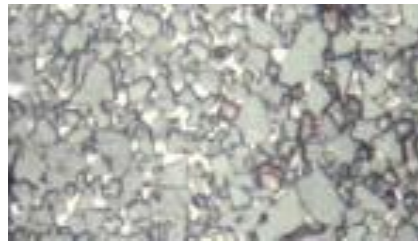
Břítovou destičku tvoří hrot z CBN připájený na nosič ze slinutého karbidu. Technologie Safe-Lok™ pak u negativních břitových destiček ještě dále posiluje spojení funkční části z CBN s nosičem.



Řezné podmínky při obrábění

CBN třídy se používají zejména pro dokončovací soustružení tvrzených ocelí o tvrdosti nad 45 HRC. Nad hodnotou 55 HRC je CBN jediným nástrojovým materiálem, který může nahradit tradičně používané metody broušení. Měkčí oceli, pod 45 HRC, obsahují vyšší množství feritu, který má negativní vliv na odolnost CBN proti otěru.

CBN umožňuje použití také pro vysokorychlostní hrubování šedé litiny při soustružnických i frézovacích operacích.



CB7015 Třída CBN s keramickým pojivem a s PVD povlakem pro spojitě řezy při soustružení a lehké přerušované řezy v tvrzených ocelích.

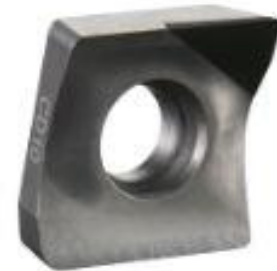
CB7025 Třída CBN s keramickým pojivem pro přerušované řezy a pro soustružení tvrzených ocelí s vysokými nároky na houževnatost.

CB7050 Třída s vysokým obsahem CBN a s kovovým pojivem vhodná pro provádění těžkých přerušovaných řezů v tvrzených ocelích a pro dokončování šedé litiny. Třída s PVD povlakem.

Řezné podmínky při obrábění

Polykrystalický diamant

PCD se skládá z diamantových částic slinutých dohromady pomocí kovového pojiva. Diamant je nejtvrdší, a tudíž proti otěru nejodolnější, ze všech materiálů. Jako nástrojový materiál má velmi dobrou odolnost proti otěru, ale postrádá chemickou stabilitu za zvýšených teplot a má vysokou afinitu k železu.



Použití nástrojů z PCD je omezeno na neželezné materiály, jako například slitiny hliníku s vysokým obsahem křemíku, kompozity s kovovou maticí (MMC) a plasty vyztužené uhlíkovými vlákny (CFRP). S dostatečně bohatým přívodem řezné kapaliny lze použít PCD také pro velmi jemné dokončovací operace (superfinašování) v titanu.

CD10 PCD třída pro dokončovací a polodokončovací soustružení a frézování neželezných nekovových materiálů.

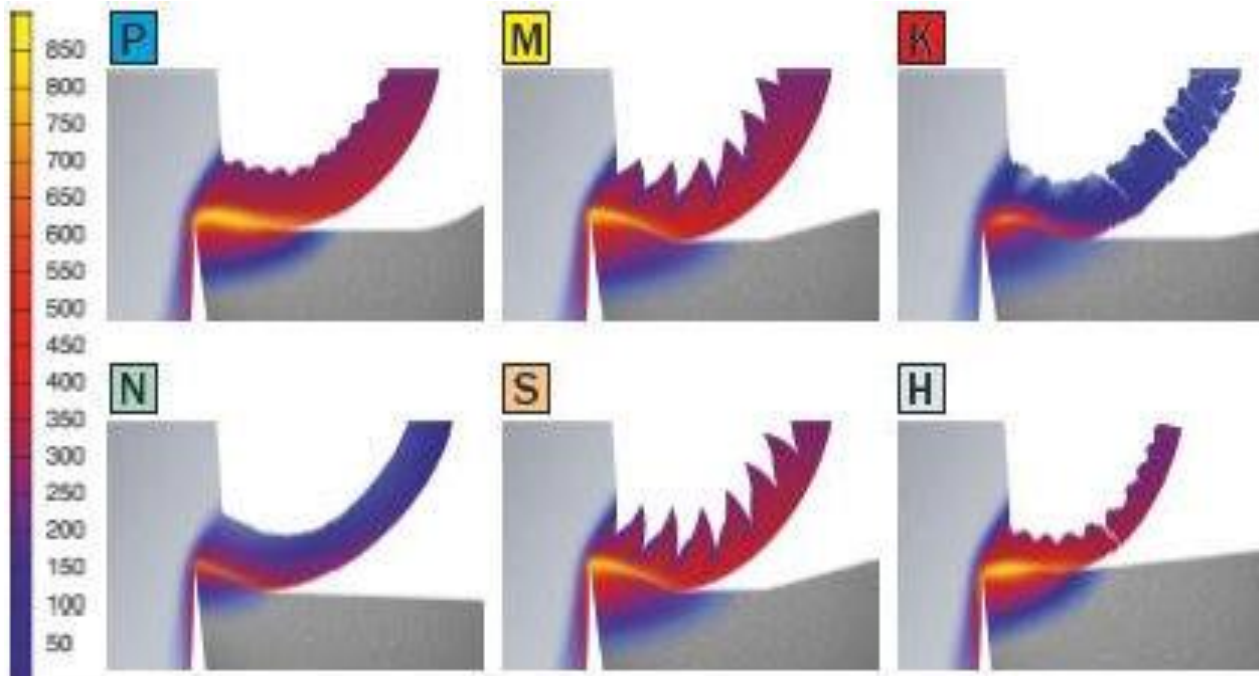
Řezné podmínky při obrábění

Skupiny obráběných materiálů

<p>P</p>  <p>Ocel</p>	<p>M</p>  <p>Korozivzdorná ocel</p>	<p>K</p>  <p>Litina</p>
<p>N</p>  <p>Hliník</p>	<p>S</p>  <p>Žárovzdorné slitiny</p>	<p>H</p>  <p>Tvrzená ocel</p>

Řezné podmínky při obrábění

Obrobitelnost



Řez břitovou destičkou ze slinutého karbidu při obrábění různých materiálů. Teploty jsou uvedeny ve stupních Celsia.

Obsah

Podstata tvoření třísky	str. 2
Oblast plastických deformací	str. 3
Druhy a tvary třísek	str. 4
Chlazení a mazání při obrábění	str. 5
Pěchování třísky, tvorba nárůstku	str. 6 -7
Zbytkové pnutí po obrábění	str. 8
Práce a síla řezání	str. 9 - 10
Trvanlivost bříty	str. 11
Volba optimálních řezných podmínek	str. 12
Složky řezných podmínek	str. 13 - 17
Obráběné materiály	str. 18 - 19
Povlakovaný slinutý karbid	str. 20 - 24
Nepovlakovaný slinutý karbid	str. 25
Cerment	str. 26 - 27
Řezná keramika	str. 28 - 31
Polykrystalický kubický nitrid bóru	str. 32 - 33
Polykrystalický diamant	str. 34
Skupiny obráběných materiálů, obrobitelnost	str. 35 - 36



Doporučená a použitá literatura

Mádl J. a kol.: Technologie obrábění, ČVUT Praha 2002

Mouka E. a kol.: Teorie obrábění, VUT Brno 1980

VACH, Josef. Frézař: Technologie pro 1. ročník OU a UŠ. 3. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n. p., 1966

ČSN 01 0115. *Mezinárodní slovník základních a všeobecných termínů v metrologii*. Praha: Český normalizační institut, 1996.

Dillinger, J. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa Sobotáles, s.r.o. 2007

Hluchý, M. Modráček, O. Paňák, R. *Strojírenská technologie*. 3. vydání, Praha: Scientia

Nedbal, R. *Strojírenská technologie – pracovní sešit pro 2. ročník*. Vydání pro SPŠ Zlín

Všechna neocitovaná autorská díla jsou dílem autora.

