

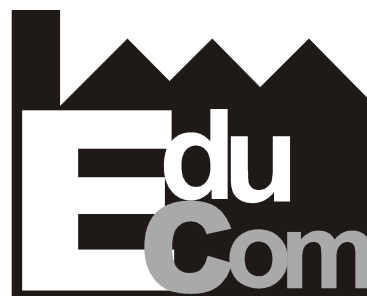


Tento materiál vznikl jako součást projektu EduCom, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem ČR.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TEPLO A TEPLoty PŘI OBRÁBĚNÍ OPOTŘEBENÍ ŘEZNÝCH NÁSTR.

Jan Jersák
Technická univerzita v Liberci



EDUCATION COMPANY

Technologie III - OBRÁBĚNÍ

**Technická univerzita v Liberci a partneři
Preciosa, a.s. a TOS Varnsdorf a.s.**

TU v Liberci



PRECIOSA



OBSAH PŘEDNÁŠKY

1. Teplo při obrábění
2. Teploty při obrábění
3. Procesní (řezné) kapaliny
4. Inovace v oblasti použití procesních kapalin
5. Opatření řezných nástrojů

Teplo při obrábění

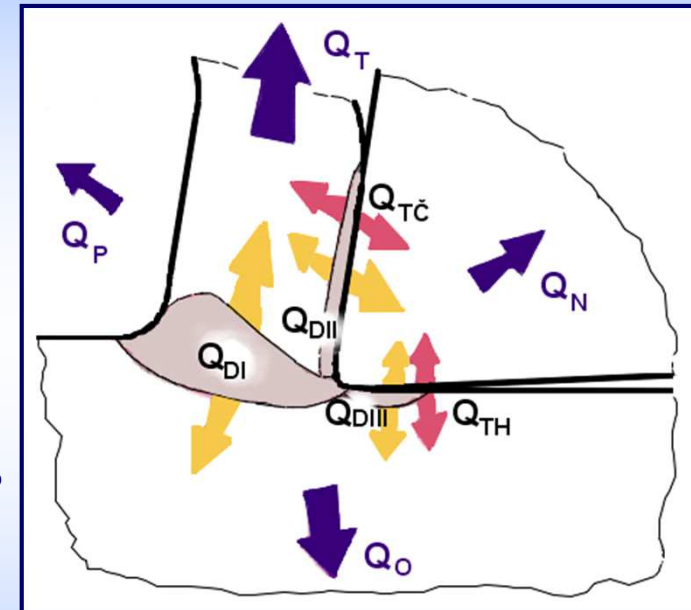
Při třískovém obrábění se až 99% energie mění v teplo, které má vliv na přesnost obrobku, na vlastnosti povrchové vrstvy obrobku, vlastnosti nástroje ap.

Tepelná bilance procesu obrábění

- obecná rovnice tepelné bilance :

teplo vzniklé = teplo odvedené

$$Q_{DI} + Q_{DII} + Q_{DIII} + Q_{TC} + Q_{TH} = Q_T + Q_O + Q_N + Q_P$$



Q_{DI} ... teplo vzniklé v oblasti primárních plastických deformací
 Q_{DII} ... teplo vzniklé v oblasti sekundárních plastických deformací
 Q_{DIII} ... teplo vzniklé v oblasti terciálních plastických deformací
 Q_{TC} ... teplo vzniklé třením třísky na čele nástroje
 Q_{TH} ... teplo vzniklé třením třísky na hřbetu nástroje

Q_T ... teplo odvedené třískou
 Q_O ... teplo odvedené obrobkem
 Q_N ... teplo odvedené nástrojem
 Q_P ... teplo odvedené prostředím

Teplo při obrábění

Charakter tepelné bilance

- je závislý na :

a) druhu obrábění

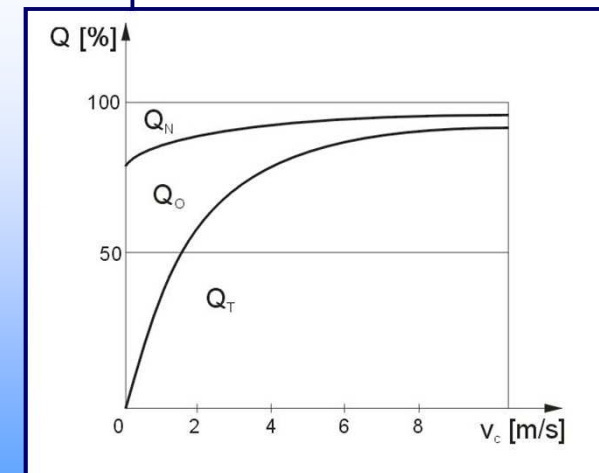
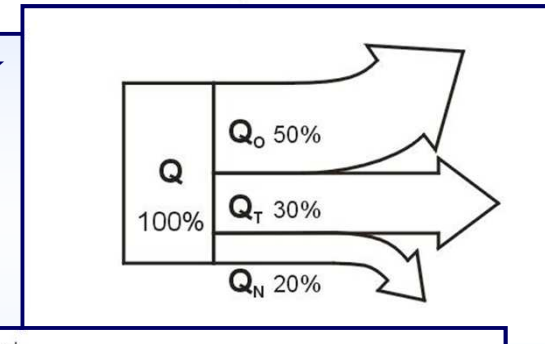
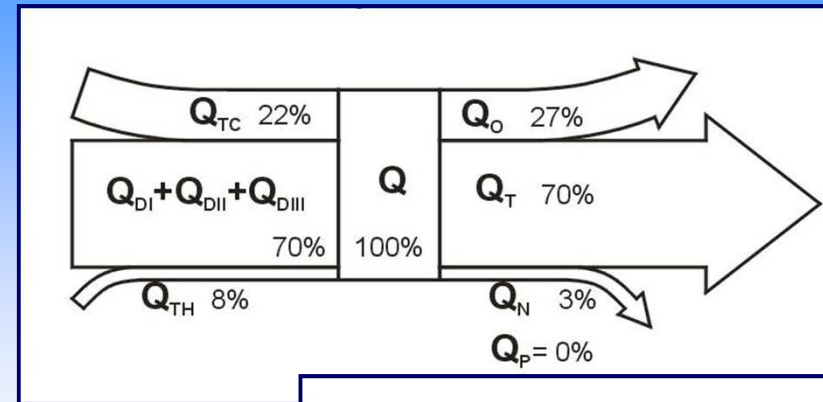
- *Procentuální podíly tepelných toků pro případ soustružení*
- platí pro soustružení oceli 12060,
 $v_c = 0,5 \text{ m/s}$, $f_{ot} = 0,3 \text{ mm/ot}$, $a_p = 4 \text{ mm}$
- *Procentuální podíly tepelných toků pro případ vrtání*

b) řezných podmínkách

- zvláště na řezné rychlosti v_c
- pokud se v_c zvyšuje, pak se zvyšuje % podíl Q_T v %

c) tepelné vodivosti materiálu nástroje i obrobku

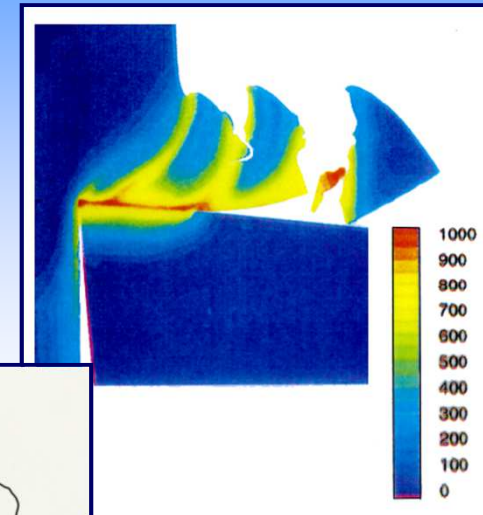
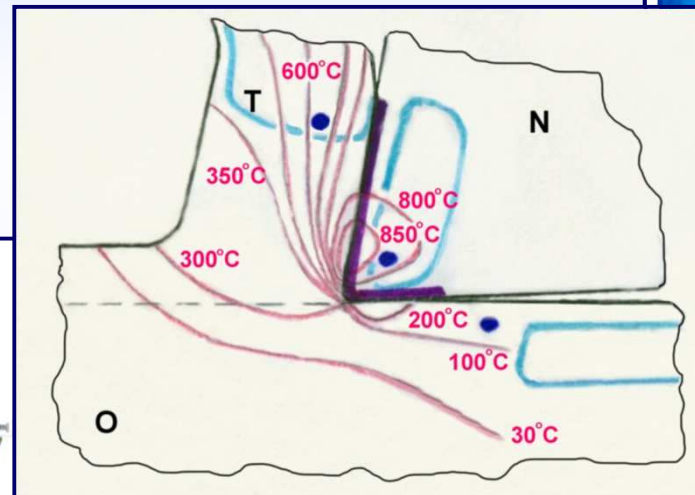
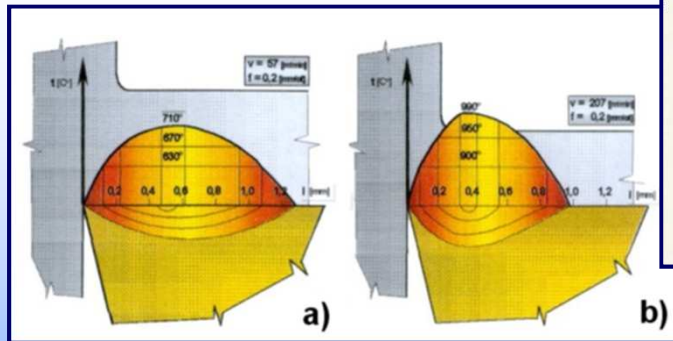
d) geometrii nástroje



Teploty při obrábění

Teplo vznikající při obrábění (velikost závislá zejména na řezných podmínkách) způsobuje ohřev třísky, obrobku, nástroje i vnějšího prostředí.

Teplota závisí zejména na řezných podmínkách, na vzdálenosti od zdroje tepla a na tepelné vodivosti materiálu; může dosahovat hodnot v rozsahu $300 \div 1\ 200^\circ\text{C}$.



- Simulace teplotního pole metodou konečných prvků
- Teplotní pole při soustružení

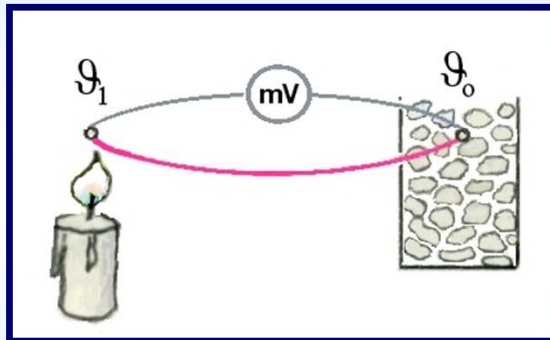
- Teplotní pole na čele soustružnického nože při různých řezných rychlostech

Teplotní pole charakterizuje rozložení teplot v nástroji, obrobku a tříске a je tvořeno izotermami, tj. křivkami, které spojují místa o stejné teplotě.

Teploty při obrábění

Měření teploty TERMOČLÁNKY

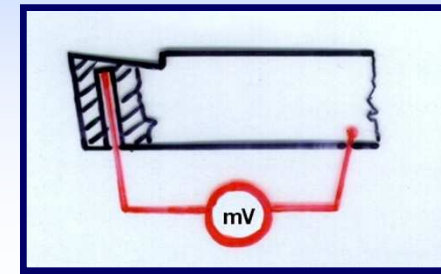
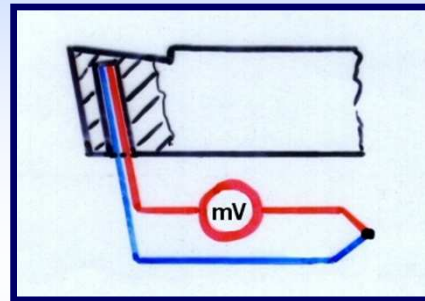
Princip měření :



- rozdílné teploty,
 - dva drátky z různých kovů (např. Fe - konstantan; NiCr - Ni)
- ⇒
- termoelektrická síla - TES,
 - měříme milivoltmetrem,
 - nutná kalibrace .

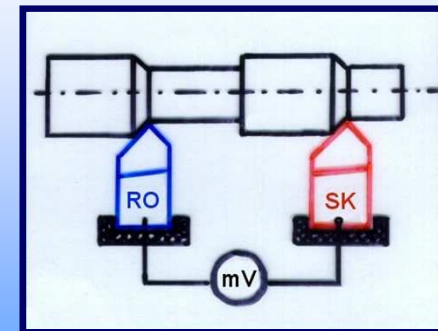
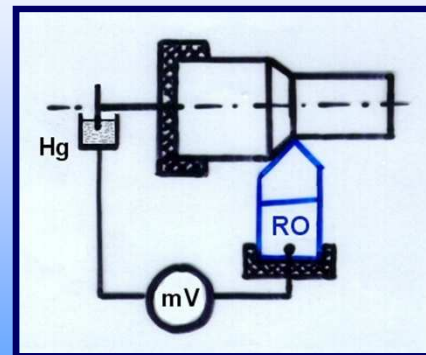
UMĚLÉ TERMOČLÁNKY - měření okamžité teploty

a) se dvěma cizími kovy b) s jedním cizím kovem



PŘIROZENÉ TERMOČLÁNKY - měření teploty řezání

a) s jedním nožem b) se dvěma noži



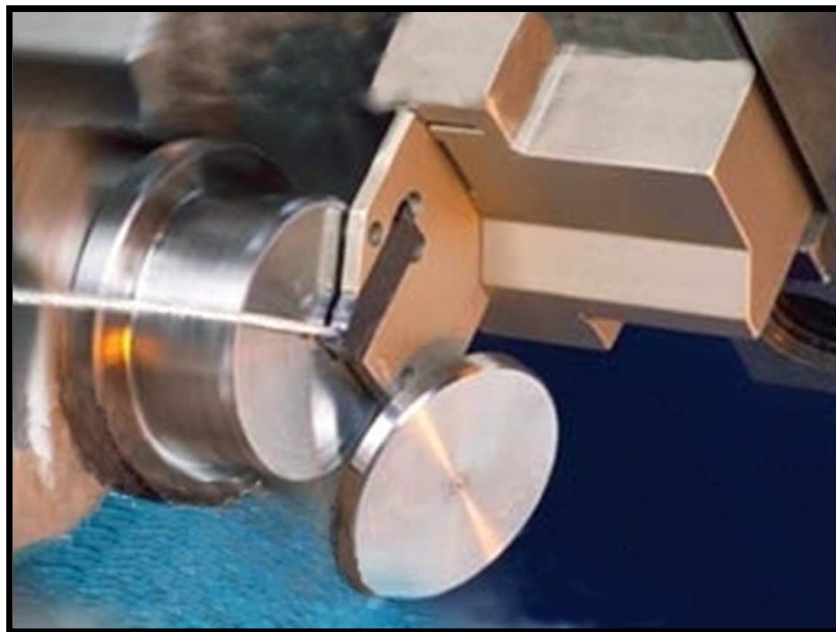
Procesní (řezné) kapaliny

- Účinky procesní kapaliny :
 - chladicí - odvádění tepla,
 - mazací - snížení množství vzniklého tepla,
 - čisticí - odstraňování produktů obrábění,
 - vliv na tvorbu nárůstků, vlastnosti povrchové vrstvy obrobku ap.,
 - teplotní stabilizace obrobku.
- Druhy procesních kapalin :
 - vodní roztoky chemických sloučenin,
 - olejové emulze,
 - řezné oleje,
 - syntetické kapaliny.
- Zásada :
dostatečné množství procesní kapaliny
do místa řezu => menší tření,
=> lepší odvod tepla.
- Pokud je to z hlediska kvality obrobku možné, pak je trendem :
 - obrábění bez procesní kapaliny => snížení nákladů,
 - obrábění s minimálním množstvím procesní kapaliny - metoda MQL.



Inovace v oblasti použití procesních kapalin

PŘÍVOD PROCESNÍ KAPALINY TĚLESEM VBD



- **oboustranná vyměnitelná břitová destička,**
- **procesní kapalina přiváděna kanálkem do oblasti řezání nástroje,**



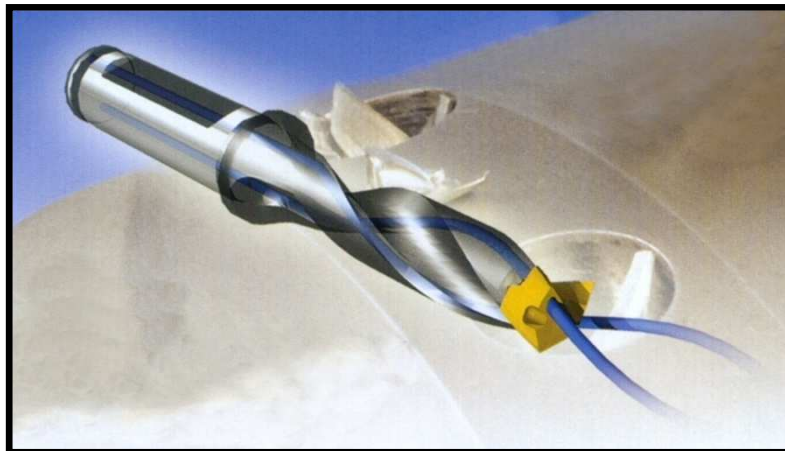
- *VBD s otvory pro přívod procesní kapaliny*

- **velmi hluboké upichování,**
- **vysoký výkon**
- **velký posuv ve velké hloubce.**

Inovace v oblasti použití procesních kapalin

PŘÍVOD PROCESNÍ KAPALINY TĚLESEM VYMĚNITELNÉHO BŘITU

- vrtáky s otvory pro procesní kapalinu na hlavním hřbetu - v rozsahu průměrů od 14 do 24 mm a vrtacích délkách 2D - 4D



- *otvory pro přívod procesní kapaliny ve šroubovici po celé délce tělesa nástroje*

- *výměnný břit s otvory pro přívod procesní kapaliny*

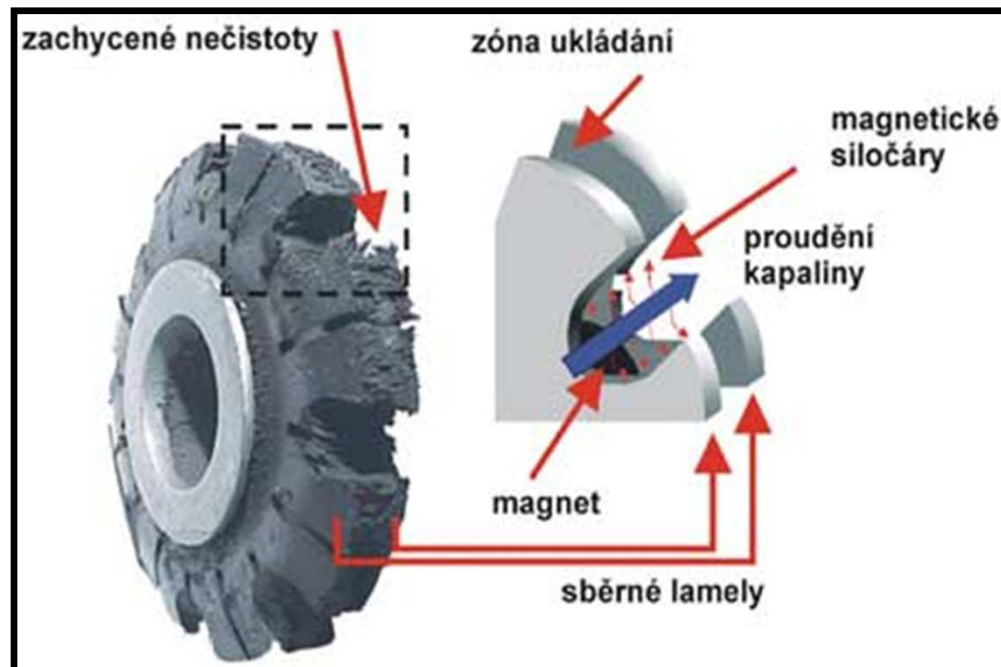


- **zvýšení pevnosti jádra - otvory pro procesní kapalinu ve šroubovici oproti dřívějšímu vedení středem nástroje**
- **drážky se zvětšeným průřezem pro bezproblémový odvod třísky z místa řezání**

Inovace v oblasti použití procesních kapalin

SPECIÁLNÍ FILTR

Unikátní ultrafiltrační technologie čištění chladicích kapalin MAGNOM



- nežádoucí abrazivní částice procházejí magnetickým polem,
- odstraňování feromagnetických i paramagnetických částic velikosti od 0,000 07 mm z procesních kapalin
- použití pro brusky, elektroerozivní stroje ap.

Opotřebení řezných nástrojů

Břit řezného nástroje je při řezání extrémně zatěžován, proto dochází k jeho opotřebení a otupení po několika minutách práce.

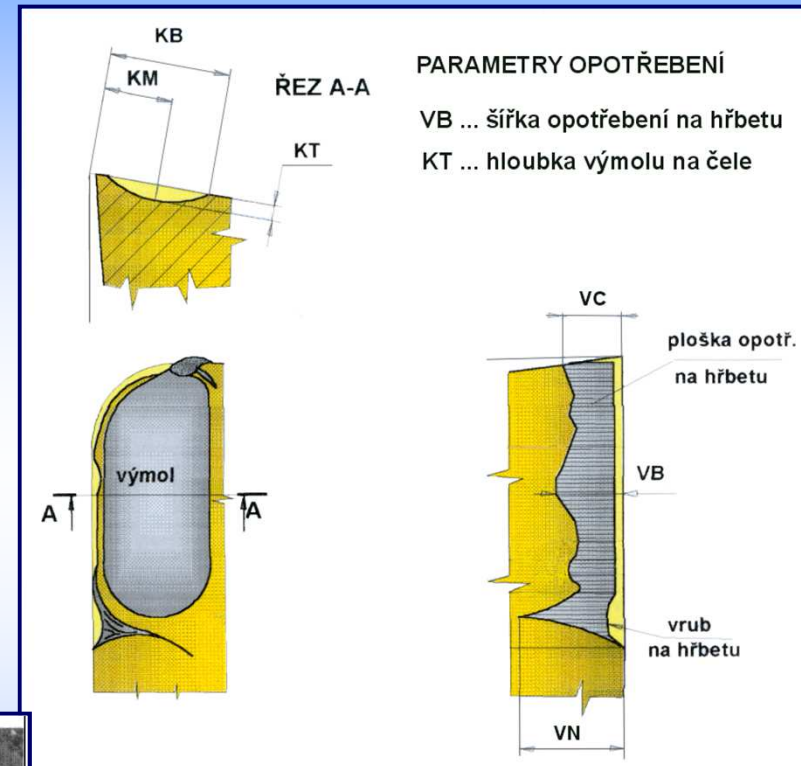
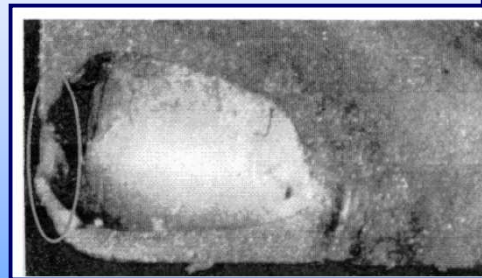
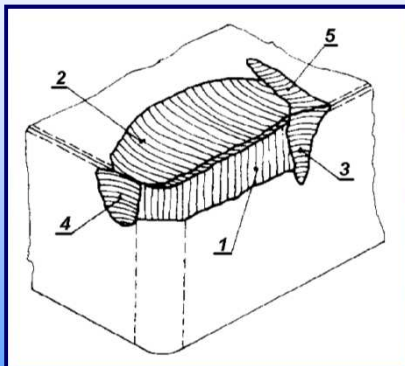
Formy opotřebení:

I. Otěrem -

- abrazní (brusný) otěr ,
- adhezní otěr ,
- difuzní otěr ,
- chemický otěr .

II. Plastickou deformací .

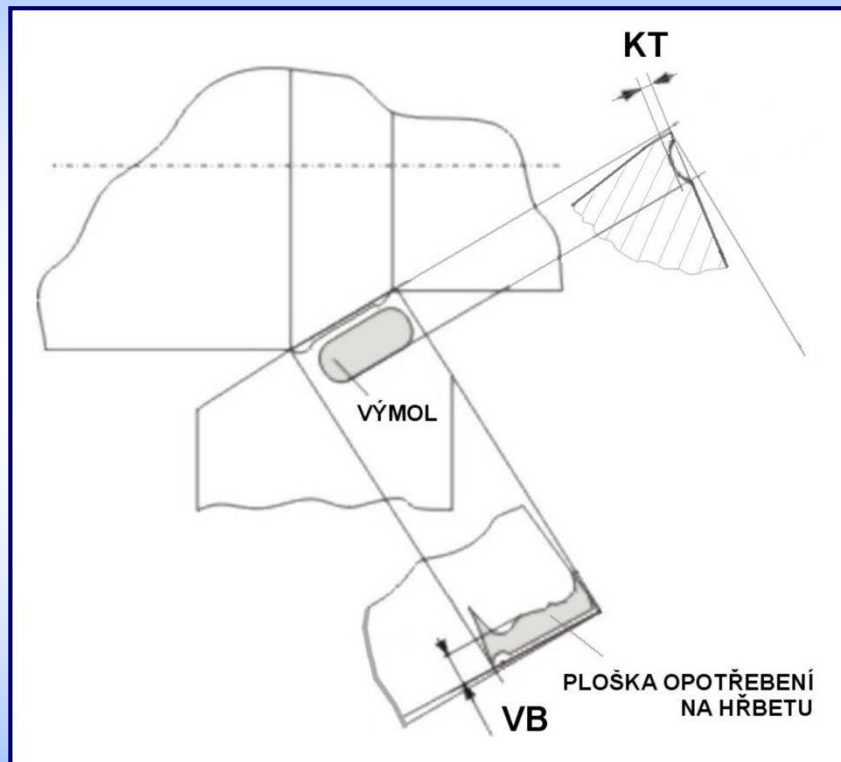
III. Křehkým lomem .



Projevem opotřebení je úbytek materiálu na břitu nástroje.

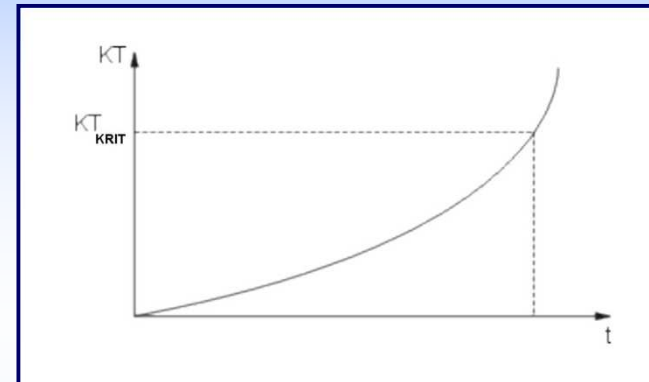
Opotřebení řezných nástrojů

Projevy úbytku materiálu nástroje

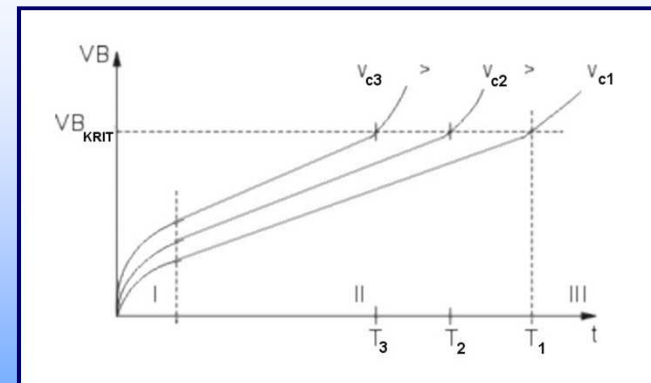


- VB ... šířka opotřebení na hřbetu
- KT ... hloubka výmolu na čele

Průběh opotřebení v závislosti na čase



- opotřebení na čele

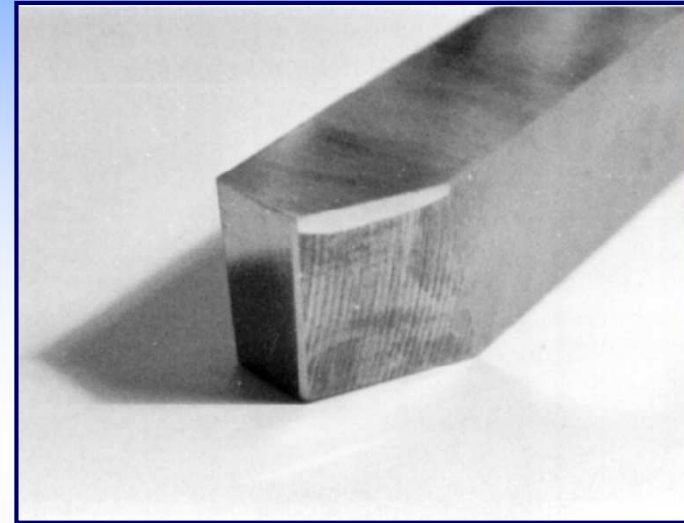


- opotřebení na hřbetu

Opotřebení řezných nástrojů

Trvanlivost je doba, po kterou nástroj pracuje od naostření do otupení.

Závislost trvanlivosti nástroje na řezných podmínkách při obrábění vyjadřuje TAYLORŮV VZTAH.



a) Taylorův vztah v základním tvaru :

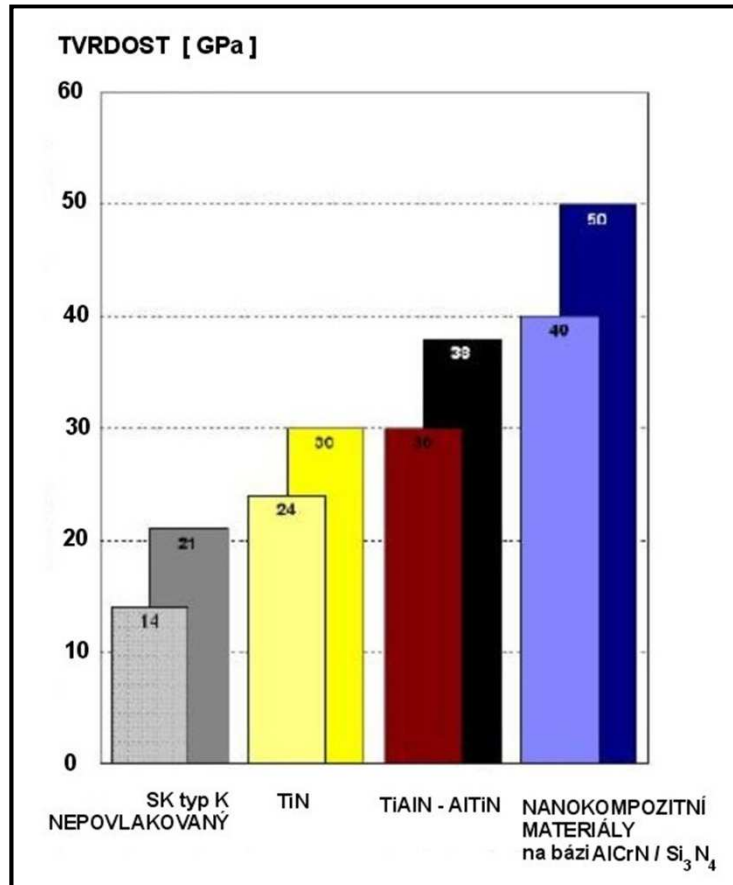
$$T = \frac{C_T}{v_c^m} \quad v_c = \frac{C_V}{T^{\frac{1}{m}}}$$

b) Taylorův vztah v komplexním tvaru :

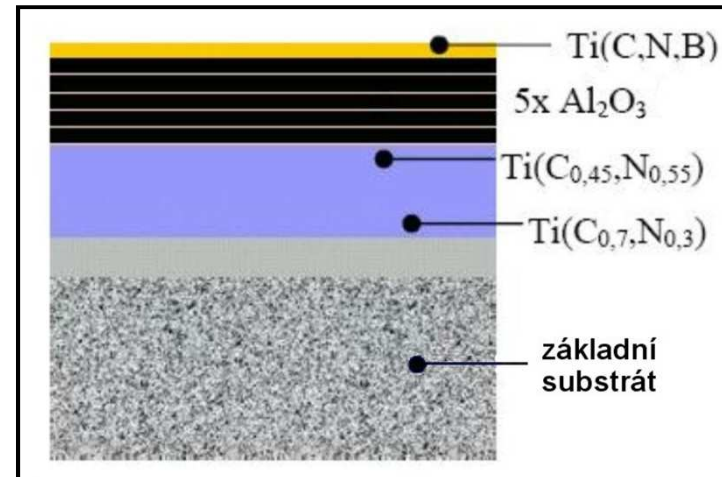
$$T = \frac{C_T'}{v_c^m \cdot a_p^x \cdot f^y} \quad v_c = \frac{C_V'}{T^{\frac{1}{m}} \cdot a_p^{x_v} \cdot f^{y_v}}$$

T ... trvanlivost nástroje / min /
v_c ... řezná rychlost / m.min⁻¹ /
a_p ... hloubka záběru / mm /
f ... posuv / mm.ot⁻¹ /
C_T ... konstanta Taylorova vztahu
C_V ... konstanta Taylorova vztahu
m ... exponent Taylorova vztahu
x ... exponent Taylorova vztahu
y ... exponent Taylorova vztahu

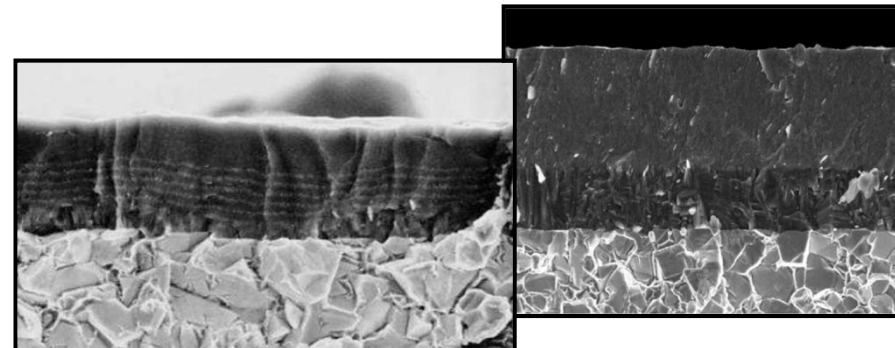
Zvýšení trvanlivosti rezných nástrojů - povlakování



- zvyšování povrchové mikrotvrdosti aplikací progresivních tenkých vrstev



- povlaky deponované moderními technologiemi umožňují vytvářet přesně definované struktury s požadovanými vlastnostmi



Děkuji za pozornost



Tato přednáška byla inovována v rámci projektu EduCom
CZ.1.07/2.2.00/15.0089

EduCom - Inovace studijních programů s ohledem na
požadavky a potřeby průmyslové praxe zavedením inovativního
vzdělávacího systému "Výukový podnik"