

Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A3: Tvorba nových profesně zaměřených studijních programů

NPO_TUL_MSMT-16598/2022



Třískové technologie



Ing. Pavel Brabec, Ph.D. - Ing. Robert Voženílek, Ph.D.

OBRÁBĚNÍ

Obrábění je technologická operace, při které se z polotovaru odebírá materiál ve formě třísek tak, abychom získali obrobek, jehož tvar, rozměry, přesnost a jakost povrchu odpovídají požadavkům výkresové dokumentace.

Nástroje s definovaným břitem (soustružení-soustružnický nůž, frézování-vícebřitý nástroj, vrtání, vyhrubování, vystružování, řezání závitů, hoblování, obrážení, protahování a protlačování).

Nástroje s nedefinovaným břitem (broušení, honování, lapování a superfinišování)..

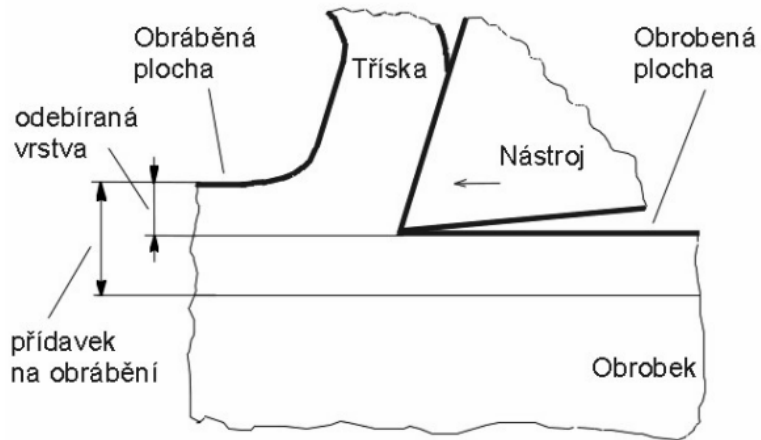
Nekonvenční metody (elektroerozivní obrábění, obrábění laserem, vodním paprskem, paprskem elektronů a ultrazvukem).

Drsnosti povrchu: Základním parametrem je veličina R_a – střední aritmetická odchylka nerovností od střední úrovně profilu. Obvyklé hodnoty R_a jsou pro

Hrubování	R_a	12,5 až 50
Načisto		1,6 až 12,5
Jemně		0,4 až 1,6

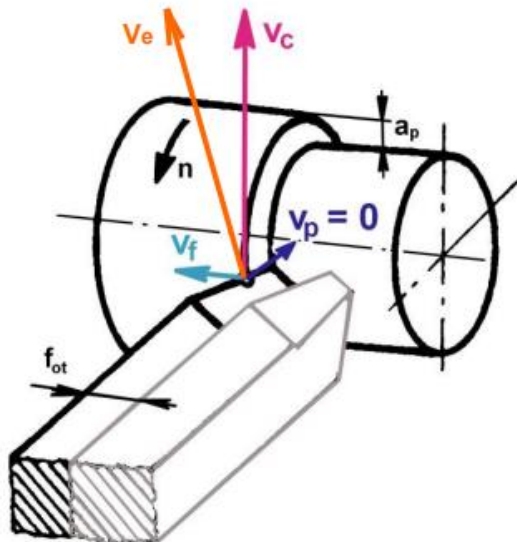
- kování, neobrobený povrch litiny	400 μm
- frézování, hoblování	6,3 až 50 μm
- vrtání	6,3 až 25
- soustružení	1,6 až 25
- jemné frézování	0,8 až 6,3
- broušení	0,2 až 12,5
- lapování	0,012 až 0,2
- leštění	0,025 až 0,1

Technologie obrábění



Technologie obrábění pojednává o procesech při kterých v soustavě STROJ - NÁSTROJ - OBROBEK - PŘÍPRAVEK (S-N-O-P) odebráním třísek vzniká z daného polotovaru obrobek žadaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu.

Při obrábění koná v soustavě S-N-O-P nástroj vůči obrobku zpravidla takový vzájemný pohyb, který umožňuje vnikání klínovité části nástroje (břitu) do odebírané vrstvy materiálu obrobku, přičemž dochází k odřezávání částic materiálu ve formě třísek.

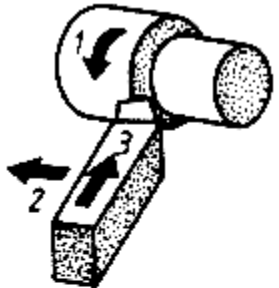
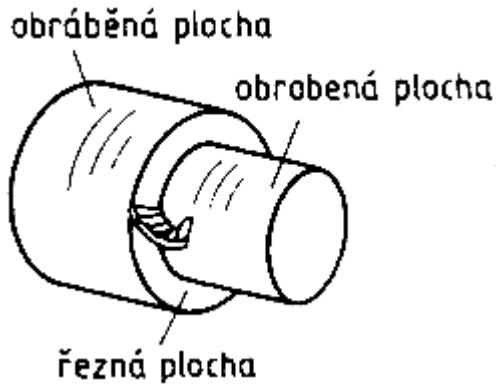


Řezné podmínky :

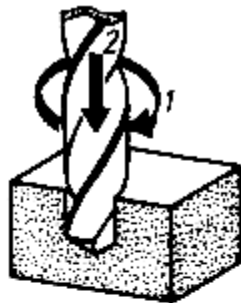
- v_c ... řezná rychlost [m/min] / (n ... otáčky [1/min])
- v_f ... rychlost posuvu [m/min]
- v_p ... rychlost přísvuvu [m/min]
- v_e ... rychlost výsledného řezného pohybu [m/min]
- f_{ot} ... posuv za otáčku [mm/ot]
- f_z ... posuv na zub [mm]
- a_p ... hloubka záběru [mm]
- D ... průměr obrobku

Řezný nástroj a obrobek vykonávají během obrábění relativní pohyby, které zajišťují oddělování třísky:

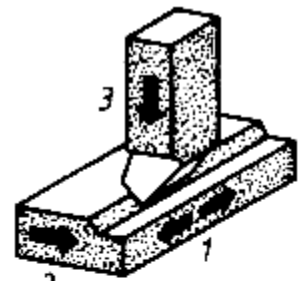
- hlavní řezný pohyb 1
- posuv 2
- přířuv 3



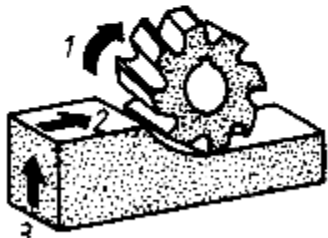
soustružení



vrtání



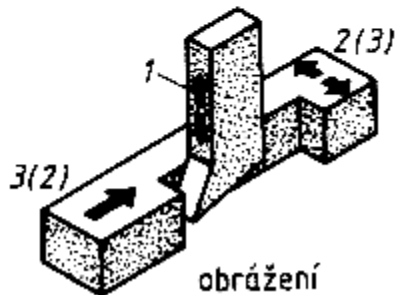
hoblování



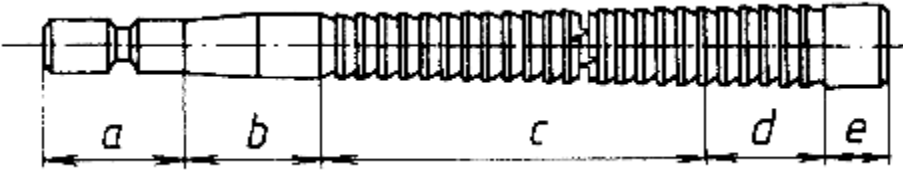
frézování



broušení

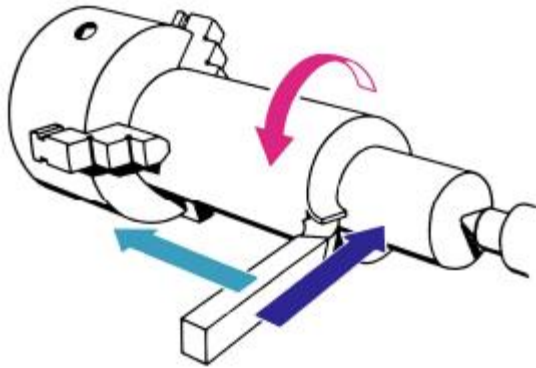


obrážení

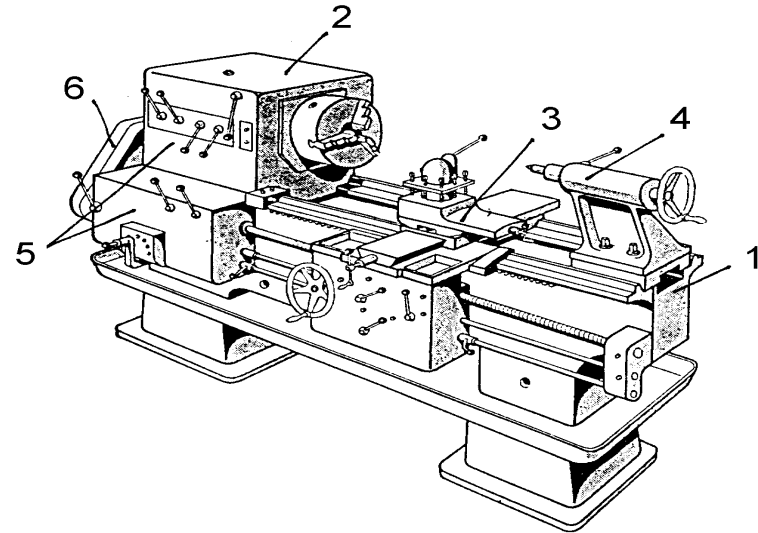


Protahovací trn: upínací část, přední vedení, řezací část, kalibrovací část, zadní vedení

Soustružení

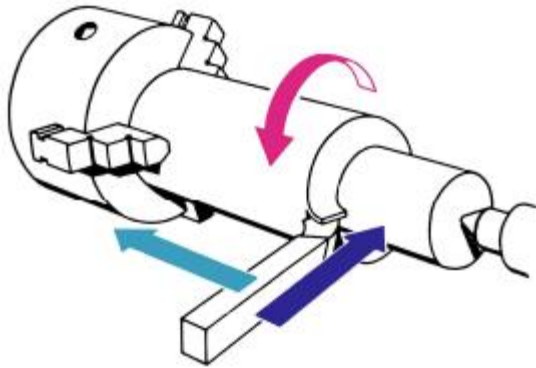


- hlavní řezný pohyb
- posuv
- přisuv



Univerzální hrotový soustruh: Stojan s ložem (1), vřeteník (2) s vřetenem a sklíčidlem pro upnutí obrobku, po vedení lože se pohybují suporty (3) s nožovou hlavou pro upínání nástrojů a koník (4). Soustruh je poháněn elektromotorem (6) a otáčky vřetene a posuvy jsou řazeny pomocí převodovek (5).

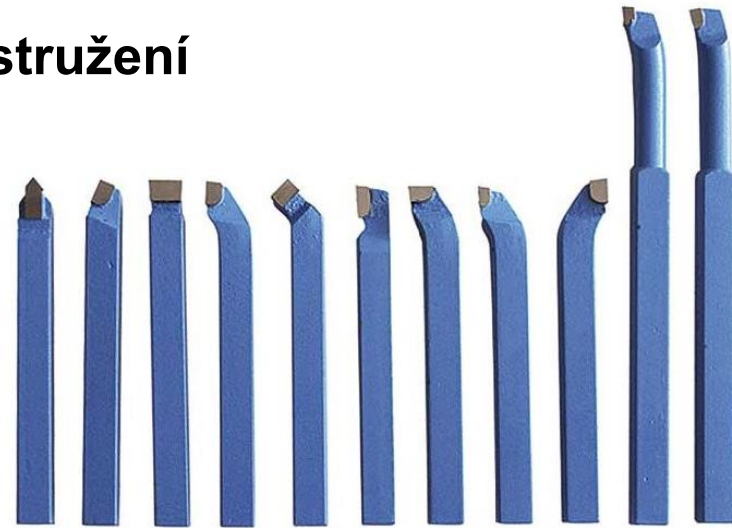
Soustružení



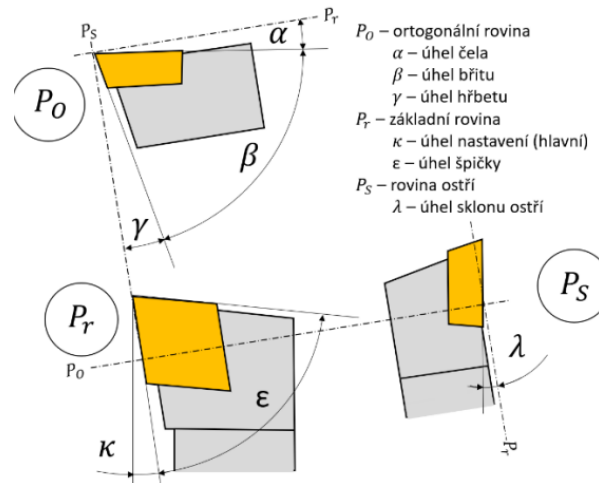
- hlavní řezný pohyb
- posuv
- přísuv

Obráběné plochy :

- válcové rotační - vnější - vnitřní
- kuželové
- rovinné (čelní rotační)
- tvarové - obecné plochy- zápichy - závity

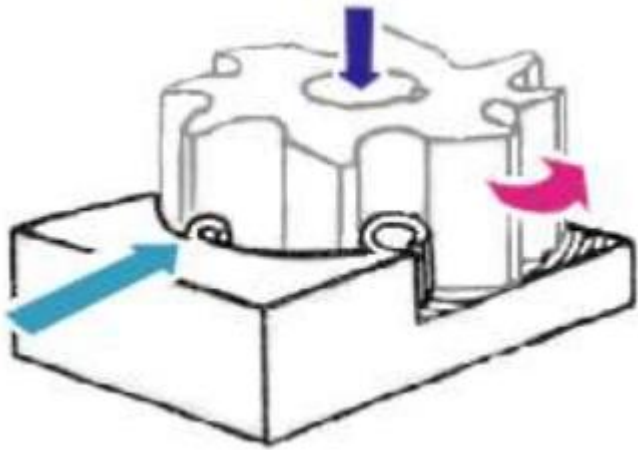


Soustružnické nože

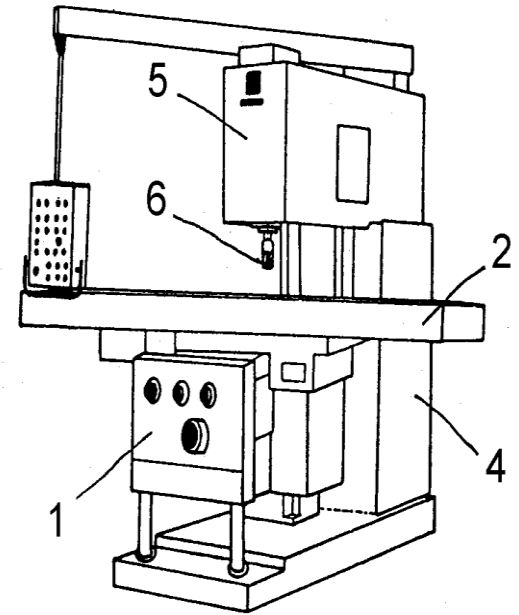


Geometrie nástroje

Frézování

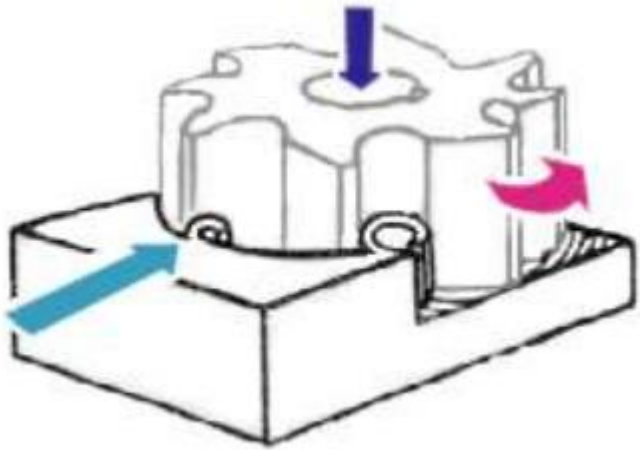


- hlavní řezný pohyb
- posuv
- přířuv



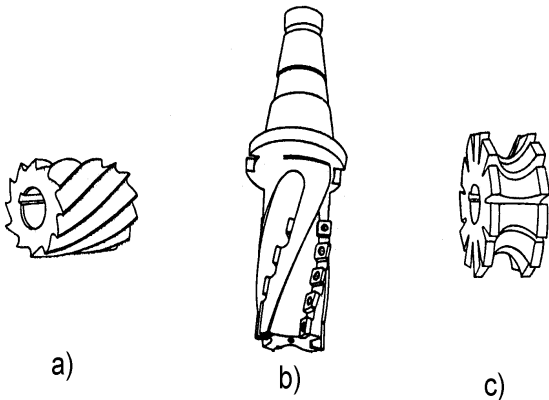
Konzolová svislá frézka: Na stojanu (4) je vřeteník (5) s motorem a převodovkou otáček. Po vedení stojanu se pohybuje konzola (1) s motorem a převodovkou posuvu a na ni je příčný a podélný pracovní stůl (2).

Frézování



- hlavní řezný pohyb
- posuv
- přísuv

Příklady fréz: a - válcová, b - čelní válcová, c - tvarová

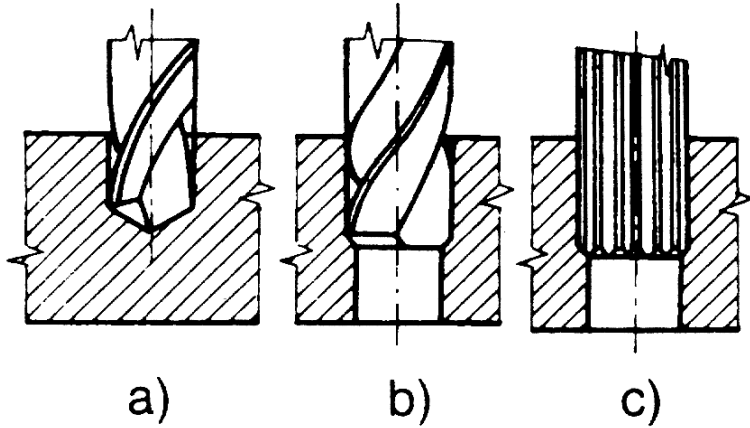


Obráběné plochy :

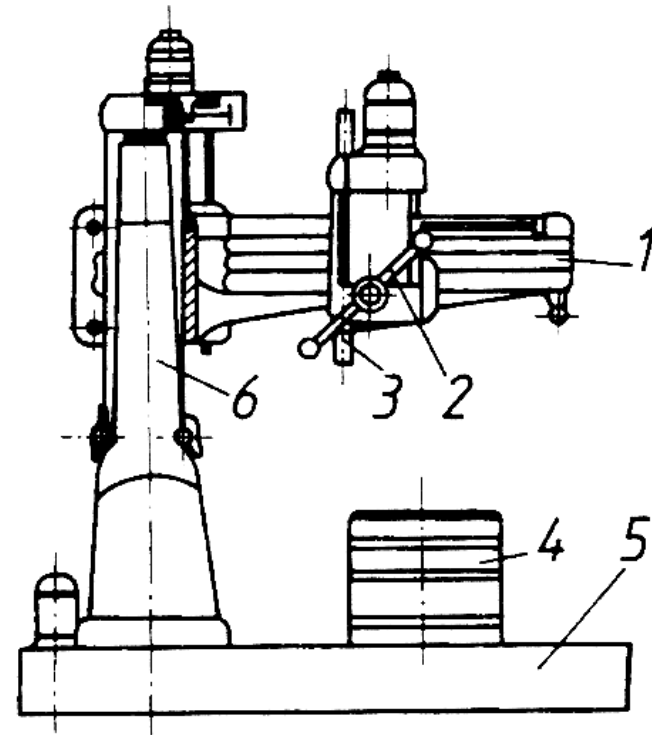
- rovinné
- tvarové
- drážky
- úkosy
- šroubovice
- ozubená kola



Vrtání



Postup obrábění přesné díry: a) vrtání, b) vyhrubování, c) vystružování



Sloupová radiální vrtačka: 1 – rameno, 2 – vřeteník, 3 – vřeteno, 4 – upínací kostka, 5 – základní deska, 6 – sloup



Vrtání

Výhrubování, vystružování

dokončovací technologie po vrtání

- pohyby jako vrtání

Výhrubníky

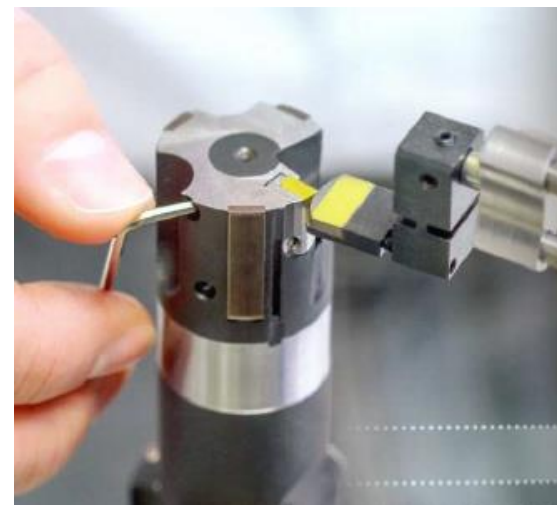
- zpravidla 3 - 4 břity (min.1 břit - VBD)
- dosahovaná přesnost: IT 10 - IT 9



Výhrubníky s VBD

Výstružníky - zpravidla 4 - 18

- břítů (min.1 břit - VBD) -
- dosahovaná přesnost: IT 8 - IT 6

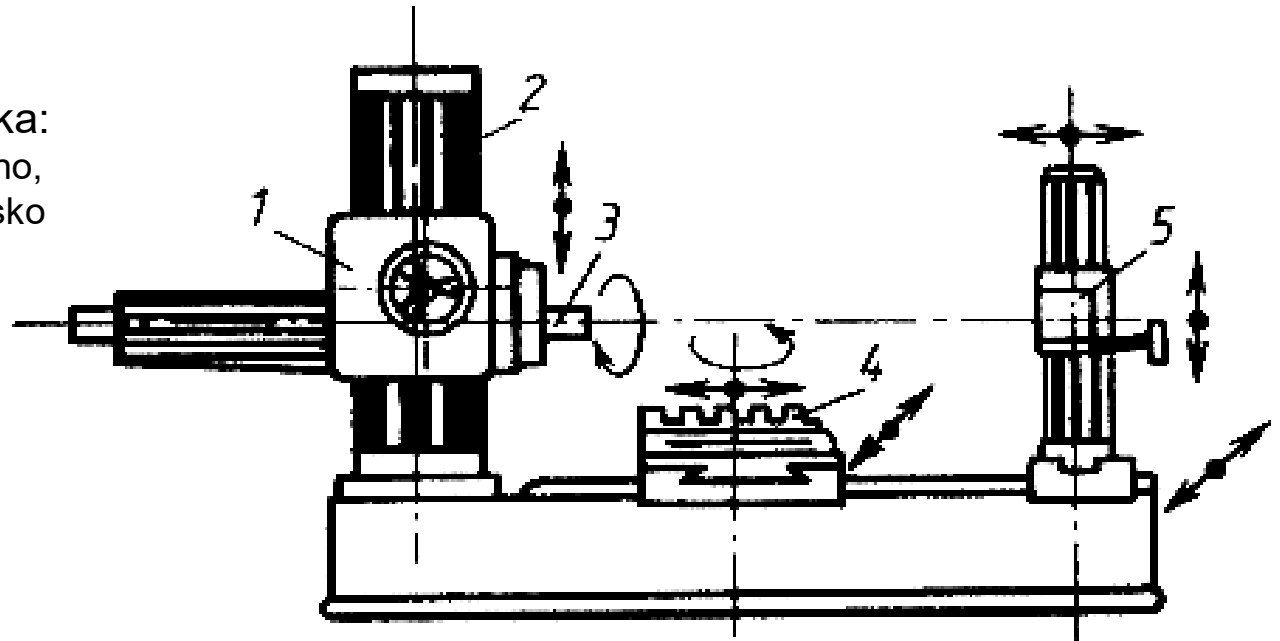


Seřizování moderního
jednobřitého výstružníku

Vrtání

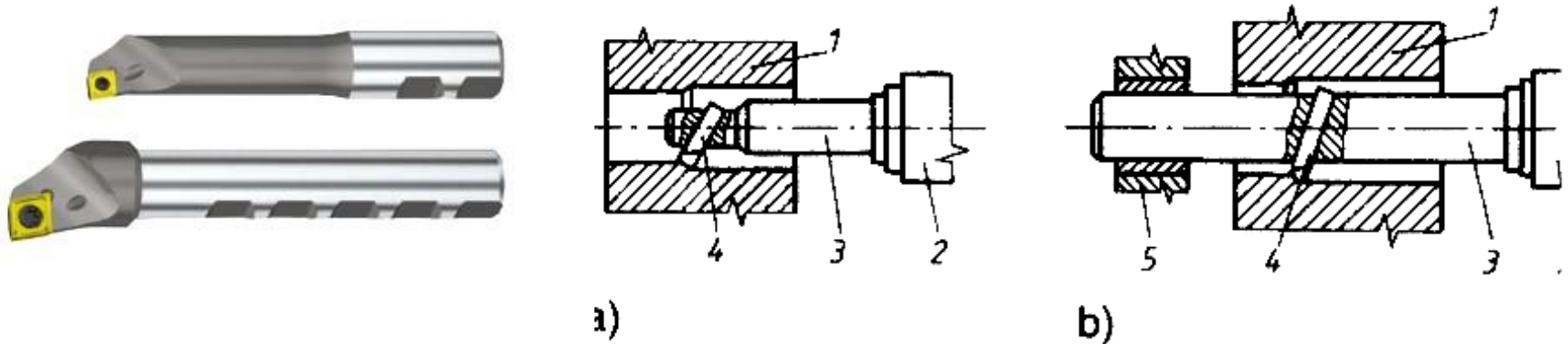
Vodorovná stolová vyvrtávačka:

1 – vřeteník, 2 – stojan, 3 – vřeteno, 4 – pracovní stůl, 5 – opěrné ložisko



Vyvrtávací tyč: a) letmo uložená b) podepřená ložiskem

1 – obrobek, 2 – vřeteno, 3 – vyvrtávací tyč, 4 – vyvrtávací nůž, 5 – opěrné ložisko



Dělení materiálu

Operace uplatňovaná při výrobě polotovarů z tyčového materiálu, pásů, desek a při odstraňování nálitků a otřepů při výrobě odlitků nebo výkovků.

Způsoby :

- rozřezávání materiálu pilami,
- rozbrušování materiálu řezacími kotouči,
- dělení materiálu frikčními pilami.

Nejpoužívanější způsob dělení materiálu je rozřezávání.

Pro rozřezávání se používají nástroje :

- pilový list,
- pilový pás,
- pilový kotouč.

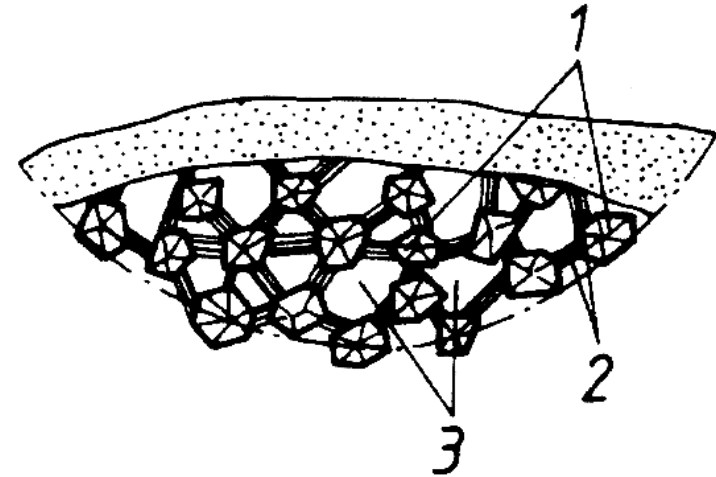


Broušení

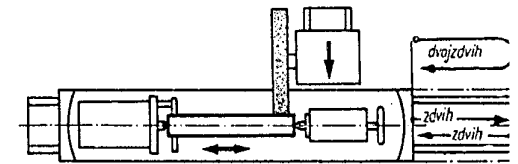
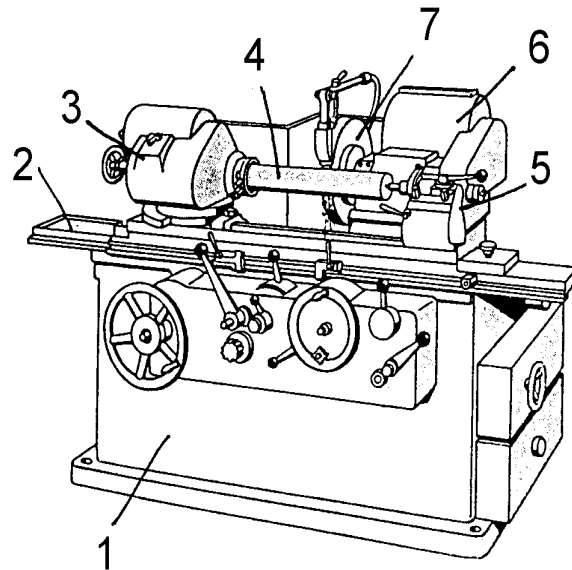
Zrna brusiva jsou v broušicím nástroji náhodně rozložena a jsou spojena vhodným pojivem, přičemž zrna mohou být

- volná (broušící a lešticí pasty)
- vázaná (broušící kotouče, pásy apod.)

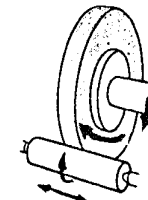
Materiály brusiva: umělý korund Al_2O_3 , karbid křemíku SiC, diamant, kubický karbid bóru



Hrotová bruska: Na stojanu (1) je umístěno lože s pracovním stolem (2), na kterém je uložen pracovní vřeteník (3), ve kterém je upnut obrobek (4) opřený koníkem (5). Na loži je umístěn pracovní vřeteník (6) s broušicím kotoučem (7).



b)



c)

a)

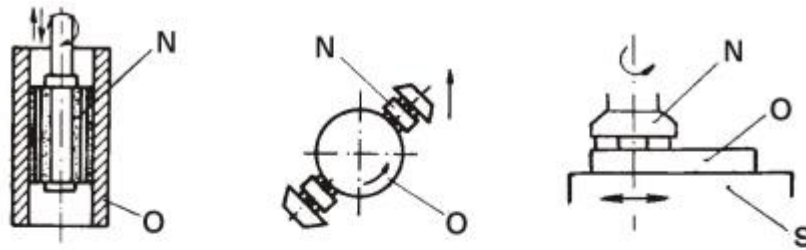
Honování, lapování, superfinišování

Jedná se o speciální dokončovací metody obrábění

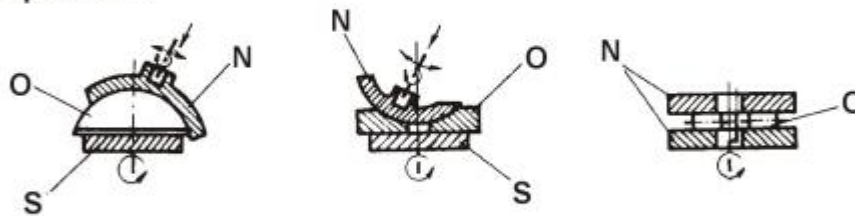
Cílem metod je zvýšení jakosti obrobeného povrchu zejména :

- snížení drsnosti povrchu,
- zlepšení geometrické přesnosti,
- ovlivnění zbytkového napětí v povrchové vrstvě obrobku.

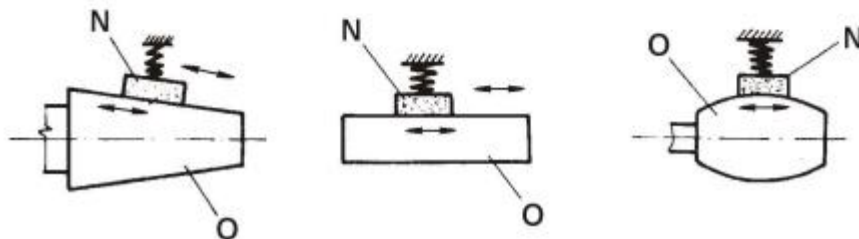
Honování



Lapování

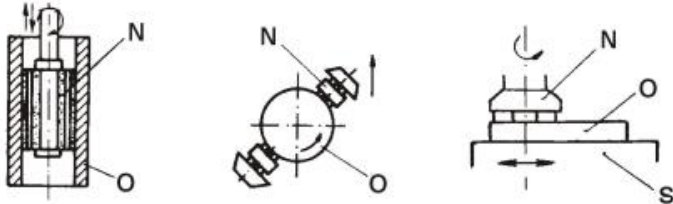


Superfinišování



Honování, lapování, superfinišování

Honování

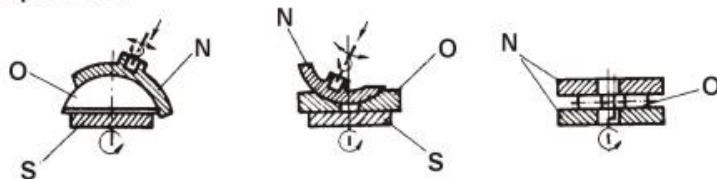


Honování

metoda jemného broušení honovací hlavou s jemnými honovacími kameny

- nástroj vykonává šroubovitý pohyb
- malá řezná rychlost
- nutný přítlak honovacích kamenů vůči obráběnému povrchu
- do místa řezu se přivádí procesní kapalina

Lapování

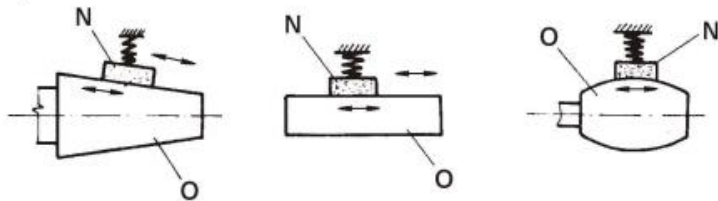


Lapování

vyhlazování povrchu obrobku volnými zrny brusiva rozptýlenými v oleji, petroleji nebo v lapovací pastě

- nástroj tvaru desky, trnu nebo protikusu vykonává obecný pohyb vůči obrobku
- nutný přítlak nástroje vůči obrobku

Superfinišování

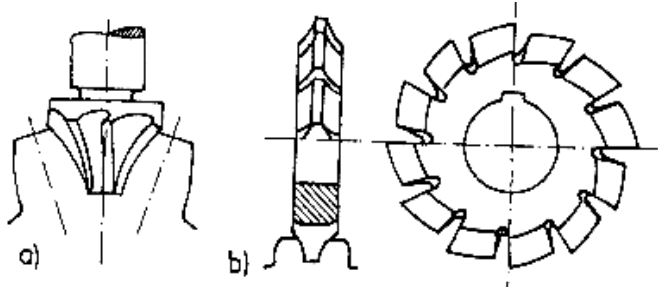


Superfinišování

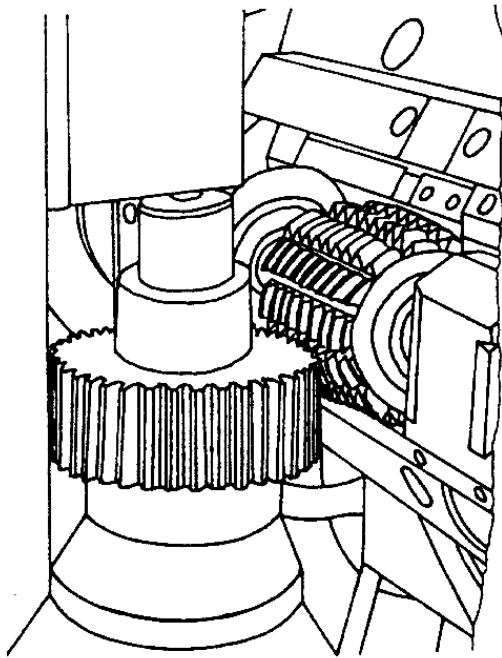
jemné broušení superfinišovacími kameny jež vykonávají kmitavý pohyb

- kameny mají tvar protikusu, který se otáčí nebo posouvá
- nutný přítlak nástroje vůči obrobku
- přivádí se procesní kapalina

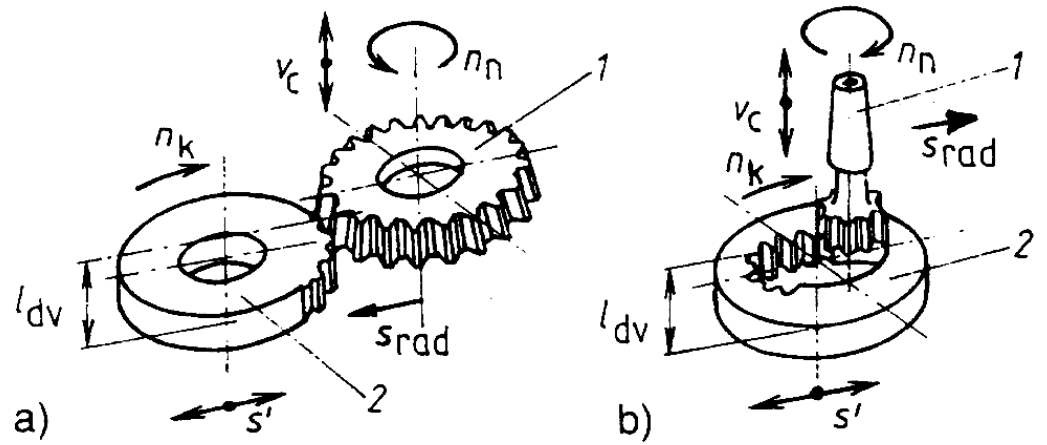
Výroba ozubených kol



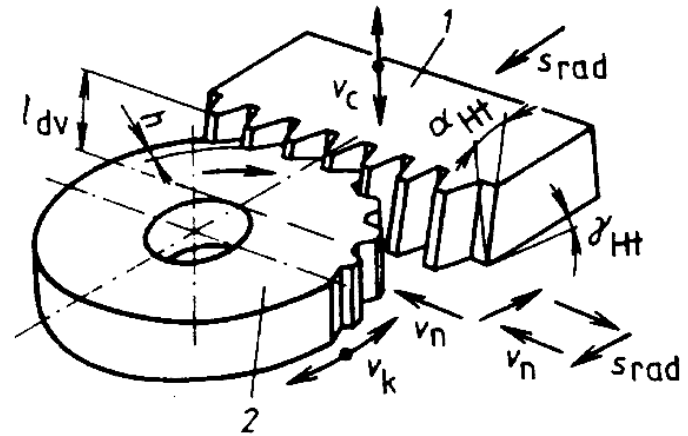
Frézování ozub.kola dělicím způsobem



Frézování ozub.kola odvalováním

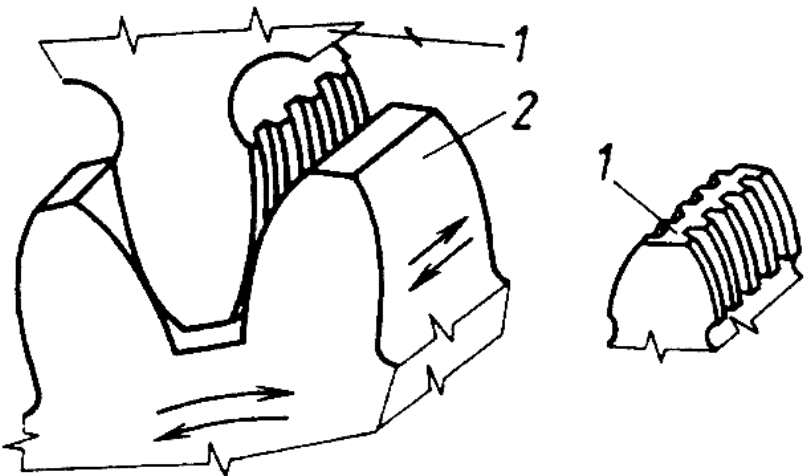


Obrázení ozubení kotoučovým obrážecím nožem

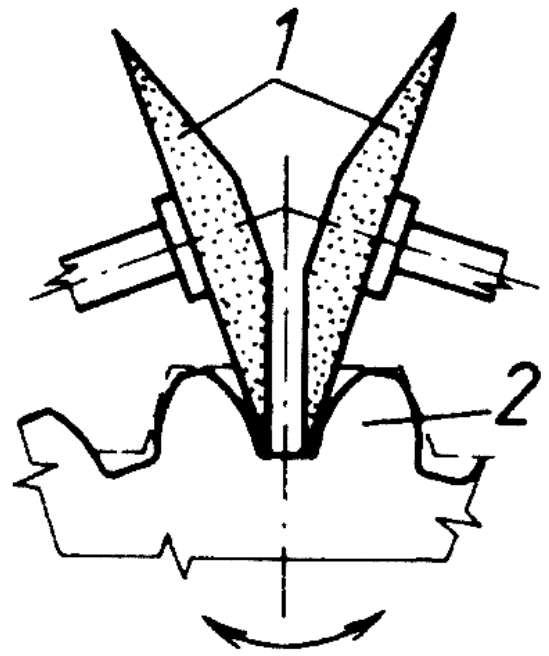


Obrázení ozubení hřebenovým obrážecím nožem

Dokončovací operace výroby ozubených kol: ševingování, broušení, lapování, zaběhávání



Ševingování: ševingovací kolo má tvar přesného ozubeného kola, jeho zuby mají na bocích břity



Broušení boků zubů odvalem

Nástrojové materiály:

Nástrojové oceli: uhlíkové, nízkolegované, vysocelegované (rychlořezné).

Slinuté karbidy: rozdělení podle ISO, P (pro obrábění ocelí), K (pro obrábění materiálů tvořících krátkou třísku např. litin), M (univerzální slinuté karbidy, zejména pro obrábění těžkoobrobitelných materiálů).

Keramické řezné materiály: používají se zejména pro obrábění litin a obrábění bez rázů.

Diamant: používá se zejména pro obrábění neželezných kovů a jako brusivo.

Kubický nitrid bóru: používá se pro obrábění velmi tvrdých materiálů – kalených ocelí apod.

Nástrojový materiál	řezné rychlosti [m/min]	max. teploty [°C]
Nástrojové oceli rychlořezné	35 – 60	600
Slinuté karbidy	40 – 300	1000
Řezná keramika	100 – 1000	1800
Kubický nitrid bóru	60 – 200	1400
Diamant	300 – 1000	700

Vysoké řezné rychlosti způsobují velký vývin tepla v místě řezu a na břitu nástroje. Ve většině případů se proto musí používat chladicí kapalina, která:

- Odvádí část tepla, vzniklého při obrábění
- Snižuje tření v místě řezu a tím omezuje množství vzniklého tepla, zvyšuje životnost břitu
- Odplavuje třísky z řezné plochy a z partie břitu

Nekonvenční technologie obrábění

Charakteristické rysy :

- lze obrábět nejpevnější a nejtvrďší materiály
- působí nepatrné (nebo žádné) řezné síly
- na obrobek působí nepatrné (nebo žádné) teplo
- lze obrábět nepatrné rozměry i velké plochy
- vysoká energetická náročnost
- objemový výkon procesu obrábění zpravidla velmi malý

Rozdělení metod :

- tepelné působení elektrického proudu
 - elektroerozivní obrábění
- chemické působení elektrického proudu
 - elektrochemické obrábění
- mechanické působení elektrického proudu
 - obrábění ultrazvukem
- obrábění paprskem elektronů
 - fotonů (laser), iontů (plazma), vody

