

STRUŽENJE

Struženje uvrščamo med konvencionalne, enorezilne, neprekinjene postopke odrezavanja.

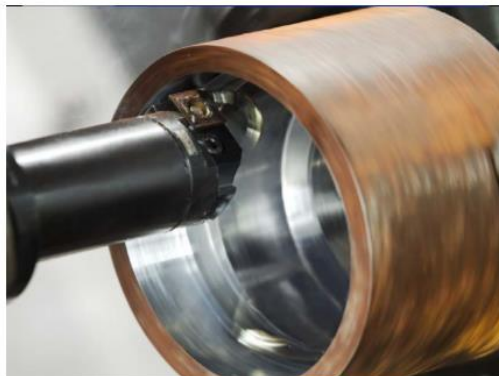
Struženje je najbolj razširjen postopek odrezavanja za obdelavo obdelovancev valjastih oblik, možno pa je stružiti tudi ravne ploskve in celo nekatere neokrogle oblike, če orodje med delom niha. Rotacijsko površino obdelujemo tako, da se obdelovanec vrti, orodje pa se giblje vzporedno ali pravokotno glede na obdelovanec in iz njega odrezuje odvečen material. Pri struženju poljubne oblike, lahko orodje sledi neki krivulji. Za struženje velja, da je to enorezilen postopek odrezovanja, kar pomeni, da je orodje sestavljeno samo iz enega rezila. Struženje zavzema približno 40 % celotne obdelave z odrezavanjem, zato je najnatančnejše raziskan postopek.

Glavno gibanje je vrtilno in ga vedno opravlja obdelovanec. Podajalno gibanje opravlja orodje.

VRSTA STRUŽENJ

Glede na lego orodja ločimo:

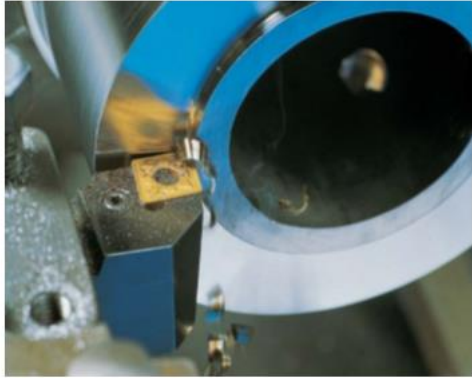
- Zunanje ali notranje vzdolžno struženje



Glede na gibanje orodja ločimo:

- Prečno
- Vz dolžno
- Po konturah

- Prečno struženje



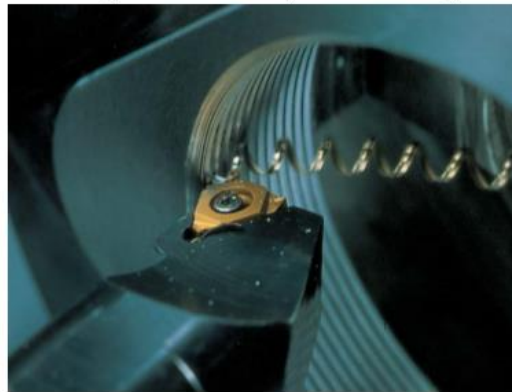
- Oblikovno struženje



- Zarezovanje in odrez



- Notranje in zunanje struženje navojev



Glede na kvaliteto površine ločimo:

- Grobo struženje (kvaliteta obdelave površine N11)
- Srednje struženje (kvaliteta obdelave površine N9)
- Fino struženje (kvaliteta obdelave površine N7)

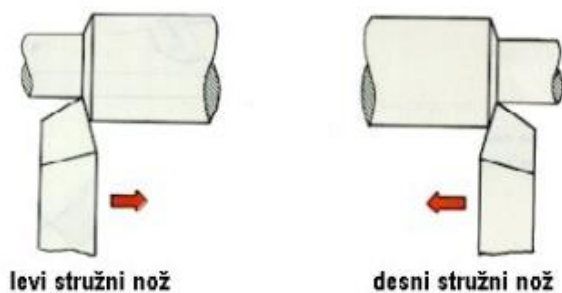
POSTOPKI STRUŽENJA

Po standardu DIN 8589 postopke struženje delimo glede na kinematiko gibanja obdelovanca in orodja in obliko obdelovancev.

Postopki struženja se delijo na zunanje in notranje struženje. Lahko se izvedejo v vzdolžni in prečni smeri.

- Čelno struženje
- Vzdolžno struženje
- Zarezovalno struženje
- Kopirno struženje
- Profilno struženje
- Struženje navojev

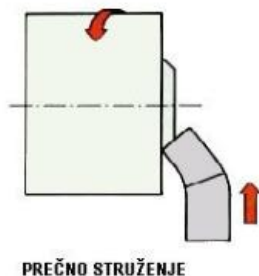
Glede na smer gibanja orodja lahko ločimo pri večini nožev med levim in desnim stružnim nožem. Desni nož pušča na valju sledi v obliki desne vijačnice, levi pa v obliki leve vijačnice.



Med profilnimi orodji so standardizirana samo orodja za vrezovanje navoja, vsa druga orodja pa je potrebno od primera do primera posebej konstruirati in izdelati. Za majhne serije lahko profilno orodje izbrusimo kar iz stružcev, pri veliki seriji pa takšno orodje ni primerno, ker pri večkratnem brušenju hitro postane neuporabno. V tem primeru rajši uporabljamo tangencialne in krožne profilne nože.

ČELNO STRUŽENJE

Pri čelnem struženju se orodje giblje prečno na os obdelovanca.



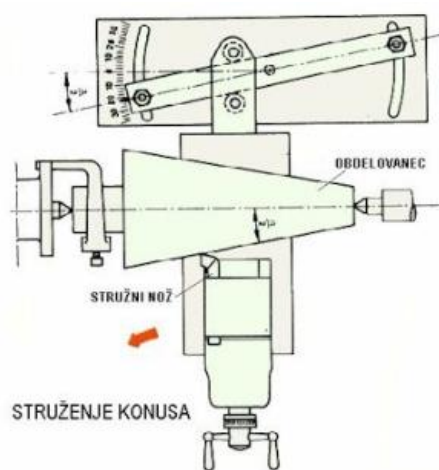
VZDOLŽNO STRUŽENJE

Pri vzdolžnem struženju se orodje premika vzporedno z osjo obdelovanca.



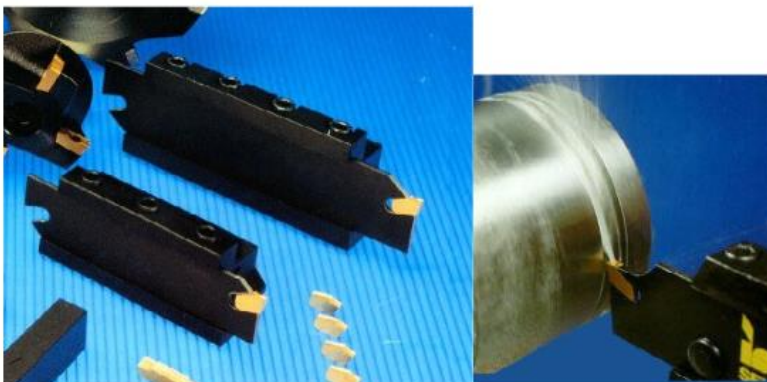
STRUŽENJE KONUSOV

Če je podajalno gibanje premočrtno, vendar poševno na os obdelovanca, dobimo stožčaste oblike. To velikokrat izkoristimo za izdelavo različnih poševnin in konusov.



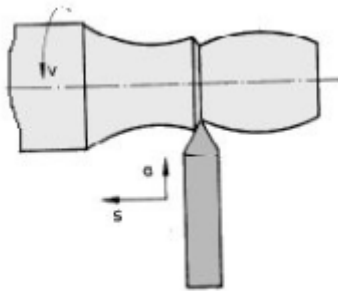
ZAREZOVALNO STRUŽENJE

Z zarezovalnim struženjem lahko obdelovance odrežemo ali pa samo izdelamo zareze. Uporabljamo posebne zarezovalne nože z izmenljivimi ploščicami.



KOPIRNO STRUŽENJE

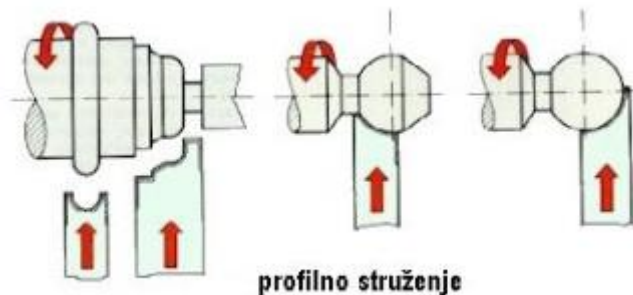
Pri kopirnem struženju se oblika obdelovanca prekopira iz šablone. Povezava med tipalom, ki sledi obliki šablone in stružnim nožem je izvedena preko mehanske povezave ali s pomočjo hidravlike. Večino kopirnega struženja je sedaj nadomestila CNC obdelava, kjer željeno obliko obdelovanca zapišemo v programu in ni treba izdelovati šablone.



KOPIRNO STRUŽENJE

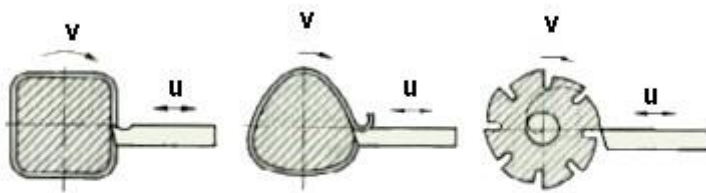
PROFILNO STRUŽENJE

Poljubno rotacijsko obliko je možno dobiti pri krajših obdelovancih tudi s posebno obliko čelnega struženja, pri kateri ima orodje rezalni rob ustrezne oblike. Tako struženje imenujemo oblikovno ali profilno.



STRUŽENJE NEOKROGLIH OBLIK

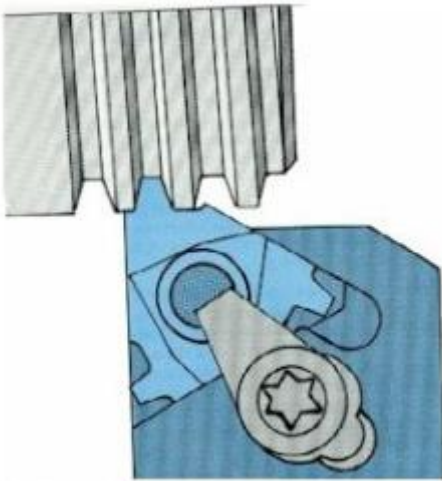
Pri struženju neokroglih oblik orodje še dodatno niha v radialni smeri. **Podstruževanje** uporabljamo za izdelavo profilnih frezal.



neokroglo struženje

STRUŽENJE NAVOJEV

Za izdelavo navoja morata biti vrtenje obdelovanca in podajalno gibanje v konstantnem sorazmerju. Stružni noži za navoje imajo profil navoja, ki ga izdelujejo.



STRUŽENJE TRAPEZNEGA NAVOJA

PARAMETRI ODREZAVANJA

Napotke za izbiro parametrov obdelave vsebuje standard DIN 6850. Za postopek struženja so pomembni naslednji parametri odrezovanja:

Glavna hitrost odrezovanja: $v_c = \frac{\pi \times d \times n}{1000}$ (m/min)

Premer surovca: d (mm)

Vrtljaji glavnega vretena: (min^{-1})

Prerez odrezka: $A = b \times h \approx a \times f$ (mm^2)

Širina odrezka: $b = \frac{a}{\sin \kappa}$ (mm)

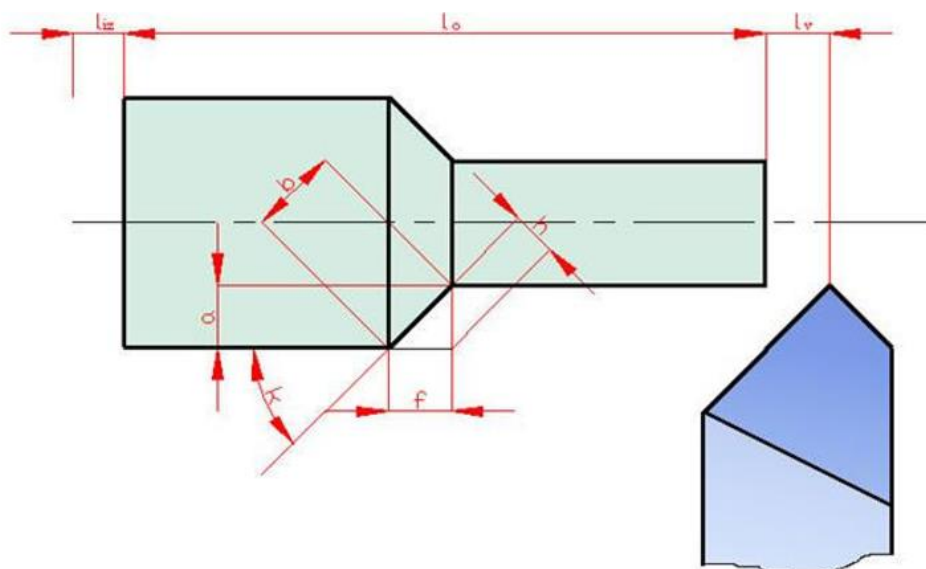
Globina rezanja: a (mm)

Debelina odrezka: $h = f \times \sin \kappa$ (mm)

Nastavni kot: κ ($^\circ$)

Podajanje: f (mm)

Hitrost pomika: $v_f = f \times n$ (mm/min)



Glavna rezalna sila: $F_c = h^{1-c} \times k_{c \text{ lxl}} \times b$ (N)

Koeficient glavne sile: $k_{c \text{ lxl}}$ (N/mm²)

EkspONENT Kienzlejeve enačbe: c

Moč motorja: $P_B = \frac{F_c \times v_c}{6000 \times \eta}$ (W)

F_c (N)

v_c (m/min)

Izkoristek: η (%)

Obdelovalni čas: $t = \frac{L \times i}{f \times n}$ (min)

Število prehodov: i

Dolžina obdelave: $L = l_v + l_o + l_{iz}$ (mm)

Dolžina vteka: l_v

Dolžina obdelovanca: l_o

Dolžina izteka: l_{iz}

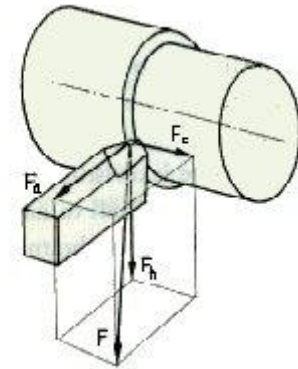
REZALNE SILE

Za približno izbiro delovnih pogojev je treba vsaj približno poznati velikost in smer rezalnih sil. To je predvsem pomembno za:

- konstruiranje (dimenzioniranje) obdelovalnih strojev
- določitev rezalnih parametrov
- oceno izdelovalne natančnosti
- oceno in pojasnitev obrabe
- analizo dogajanj v rezalni coni

Za oceno ustreznosti posameznih delovnih pogojev navadno zadoščajo dobljene vrednosti zbrane v literaturi. Zaradi spremenljive kvalitete posameznih materialov tako dobljene vrednosti vsekakor odstopajo in v izrednih primerih je potrebno realne vrednosti določiti s preizkusom.

Ker ima rezalna sila neko splošno smer v prostoru, z njo ni mogoče neposredno računati, zato jo razstavimo na tri komponente :



SILE PRI STRUŽENJU

- glavna sila F_h , deluje v smeri rezalne hitrosti.
- odrivna sila F_a , deluje nasproti pristani orodja.
- podajalna sila F_s , deluje v nasprotni smeri podajalnega gibanja.

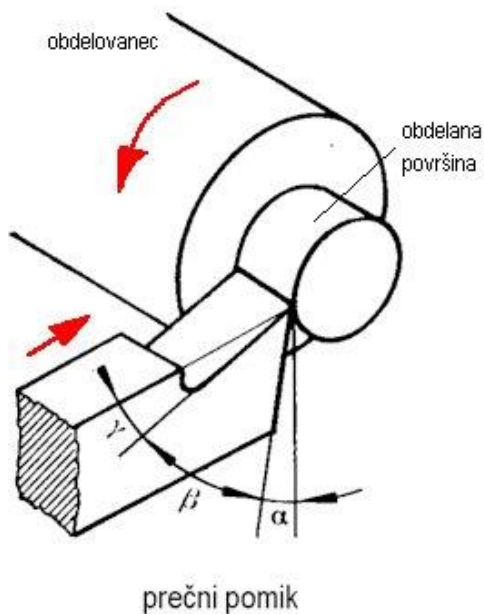
VPLIVNE VELIČINE NA REZALNE SILE:

1. Vpliv obdelovanega materiala - s povečano natezno trdnostjo obdelovanega materiala se večajo (ne sicer proporcionalno) tudi rezalne sile.

2. Vpliv oblike rezalnega robu na orodju

cepilni kot γ - Pri vsakem povečanju cepilnega kota za eno stopinjo se rezalna sila pri jeklenih obdelovancih zniža za 1-2%. Pri tem kaže omeniti, da prevelik cepilni kot oslabi klin orodja in tako škoduje trdnosti orodja.

Prosti kot α vpliva na rezalne sile le tedaj, ko je premajhen. Čim manjši bo prosti kot, tem večje bo »zaviranje« na prosti ploskvi, kar neogibno povečuje rezalne sile. Prevelik prosti kot pa zmanjšuje kot klina β in povečuje nevarnost za lom orodja.

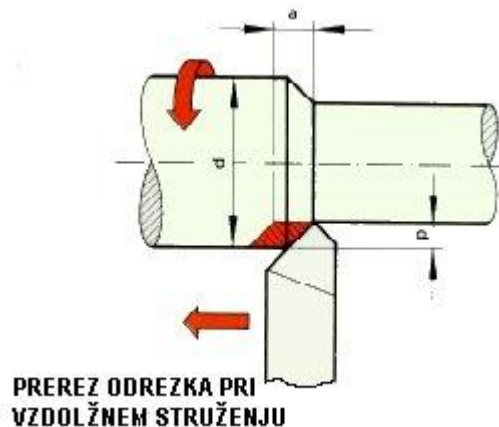


Pri premajhnem nastavnem kotu κ pričenja nož drdrati; površina obdelovanca bo raščpana. Če povečujemo nastavni kot, se glavna sila nekoliko zmanjša do $\kappa = 60^\circ$, nato pa se zopet poveča. Pri večjem nastavnem kotu se povečuje tudi podajalna sila F_s , zmanjšuje pa se odrivna sila F_a .

Velik vpliv na rezalne sile ima tudi stanje rezalnega robu. Med obrabo do dopustnega obrabnega roba se lahko rezalne sile povečajo tudi do 25%. Hrapava površina zadržuje odtekanje odrezka in rezalne sile se večajo. Velja pravilo: pri vsakem povečanju obrabe za 0,1 mm se poveča rezalna sila za 10%.

Zaokrožitev rezalnega robu prav tako vpliva na rezalne sile. Če se večja zaokrožitev konice, se večata glavna in odrivna sila, podajalna sila pa se zmanjšuje.

3.Vpliv prereza odrezka - čim večji je prerez odrezka, tem večje so rezalne sile. Podvojitvev podajanja s vodi do večanja rezalne sile za cca. 20-85%, podvojitvev globine rezanja a pa povzroči podvojitvev rezalne sile. Pri konstantnem prerezu odrezka ima tako prerez z večjim razmerjem n.pr. $a:s = 20:1$ večjo glavno silo, kakor prerez z manjšim razmerjem n.pr. $a:s = 2:1$.



4. Vpliv rezalne hitrosti - rezalno hitrost računamo po enačbi $v = d \pi n$

Rezalna sila ima v določenem področju rezalne hitrosti maksimum (pri jeklih od 50 - 80 m/min) in nato pade zaradi večje plastičnosti materiala.

5. Vpliv hlajenja in mazanja - preizkusi so pokazali, da hladilno-mazalna sredstva le malo vplivajo na rezalne sile. Ugodnejše je mazanje s šobami, kjer se rezalne sile nekoliko zmanjšajo, saj se pri običajnem mazanju cepilne ploskve mazilno sredstvo le težko vriva pod odrezek ali pa sploh ne. Vsekakor ne hladimo in ne mažemo zaradi zmanjšanja rezalnih sil, temveč zaradi povečanja obstojnosti orodja ali zaradi odvajanja odrezkov.

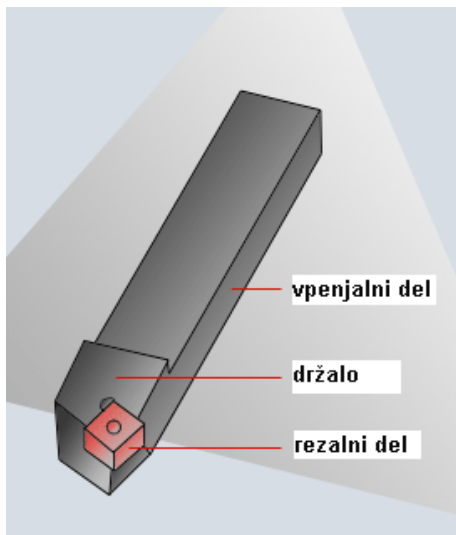
6. Rezalni material - oslojeni rezalni materiali so fino zrnati in zato povzročajo manjše trenje in s tem so rezalne sile manjše. Tudi fino obdelane rezalne površine z ostrimi robovi povzročajo manjše rezalne sile.

ORODJA ZA STRUŽENJE

Orodja za struženje so sestavljena iz treh delov:

- rezalni del - služi odrezavanju materiala,
- držalo orodja - služi za pričvrstitev rezalnega dela,
- povezovalni del - služi za povezavo z vpenjalom za orodja,
- levi in desni,
- presek držaja (kvadratni, pravokotni, okrogli, trapezni).

Manjša orodja so lahko narejena v celem iz hitroreznega jekla, ki jih zbrusimo iz stružcev. Tudi stružce lahko vpnemo v posebne držaje, če jih hočemo ekonomično izkoristiti.



VPENJANJE PALIČIC IZ HSS JEKLA (STRUŽCEV)

Sestava stružnega noža

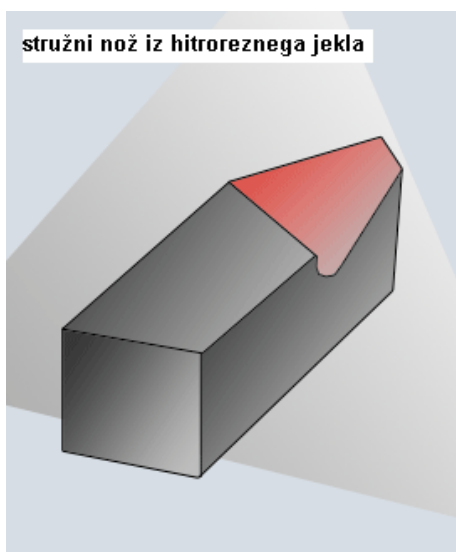
VRSTE ORODIJ ZA STRUŽENJE

Za struženje je bilo razvitih zelo veliko orodij. To je posledica različnih del, ki jih lahko opravljamo s struženjem. Stružne nože iz hitroreznega jekla (HSS) se vse bolj zamenjuje z orodji, ki imajo prispajkano rezalno ploščico iz karbidne ali druge trdine. Največ orodij za struženje pa predstavljajo specialna držala, ki z različnimi vpenjalnimi sistemi omogočajo vpenjanje rezalnih ploščic.

Še vedno srečujemo tudi posebne stružne nože, ki jih izdelujemo za točno določen namen.

STRUŽNI NOŽI IZ HITROREZNEGA JEKLA

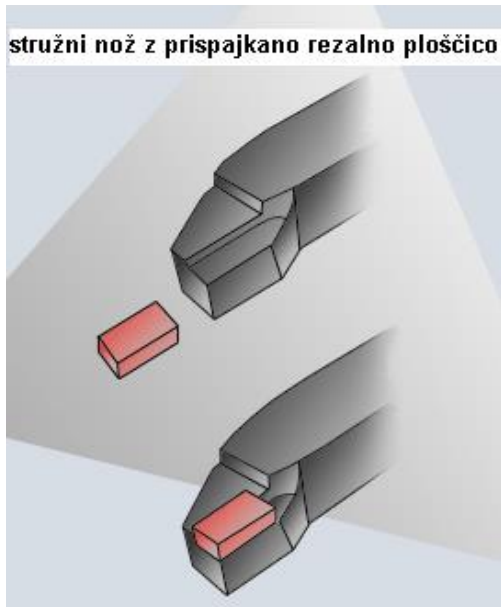
Stružni noži iz hitroreznega jekla so sestavljeni iz enega samega dela. Izdelujemo različne oblike stružnih nožev, ki imajo lahko ravne ali ukrivljene rezalne robove.

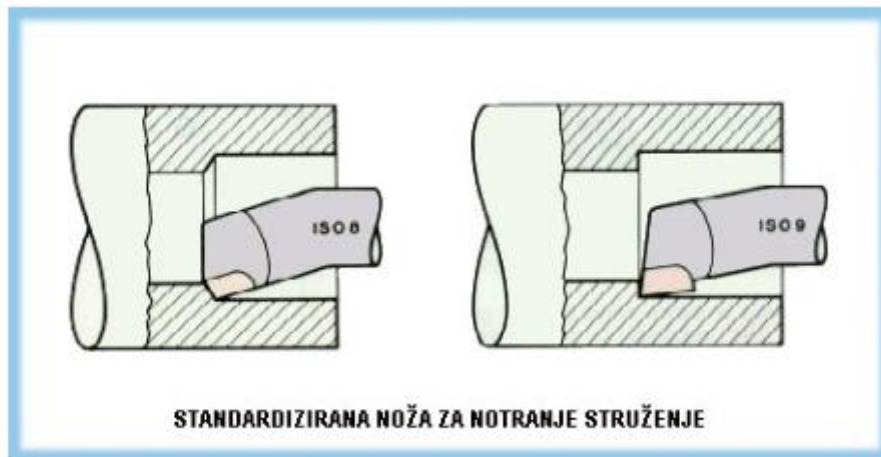
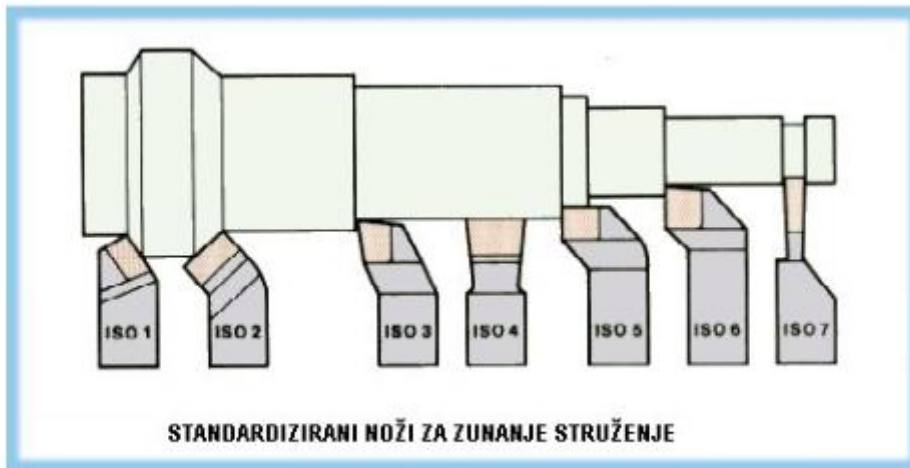


STRUŽNI NOŽI S PRISPAJKANO KARBIDNO TRDINO

Stružni noži s prispajkano karbidno trdino so podobni nožem iz hitroreznega jekla. Na osnovno držalo na koncu prispajkamo rezalno ploščico iz karbidne trdine. Te stružne nože definira standard DIN 4982.

Stružni noži s prispajkano karbidno trdino imajo večjo obrabno odpornost kot klasični noži iz hitroreznega jekla in so imeli v preteklosti velik pomen pri struženju.



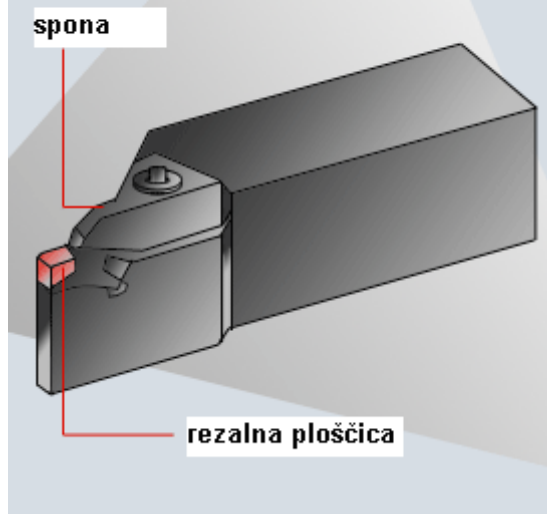


STRUŽNI NOŽI Z VPETO REZALNO PLOŠČICO

Za rezalne ploščice iz karbidne kovine ali keramike se uporabljajo posebna stružna orodja - držala. Na držalu imamo poseben sistem za pozicioniranje ter vpetje rezalne ploščice. Sistem največkrat omogoča tudi enostavno obračanje rezalne ploščice. Držala so po DIN 4984 deljena glede na osnovno obliko rezalne (trikotnik, kvadrat, romb ...) kot tudi po njihovi geometrični razporeditvi ter kaj bomo z nožem odrezovali.

Po DIN 4985 obstajajo tudi kratka držala orodij, ki imajo manjše dimenzije in tako vpenjanje na manjšem prostoru.

stružni nož z pritjeno rezalno ploščico



OZNAČEVANJE ORODNIH DRŽAL

Oznaka držala po standardu DIN 4983 vsebuje:

- način pritrdjevanja
- osnovne oblike rezalne ploščice
- oblike držala in pozicija glavnega rezalnega roba
- prosti kot rezalne ploščice
- desni ali levi način dela
- dimenzije in odstopanja



Primer oznake držala orodja:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
C	T	E	N	R	32	25	M	16

C - pripet na vrhu (s konico)

T - trikotna rezalna ploščica

E - držalo 60 °C

N - prosti kot rezalne ploščice 0°

R - desno nož

32 - višina osi 32 mm

25- širina osi 25 mm

M- dolžina orodja 150 mm

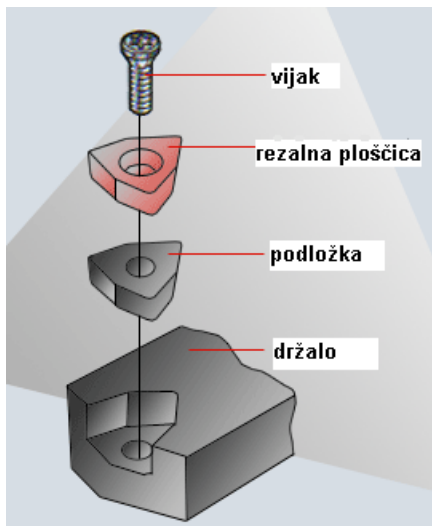
16- dolžina rezalnega roba 16 mm

PRITRJEVALNI SISTEMI ZA REZALNE PLOŠČICE

Rezalna ploščica mora biti na držalo togo vpeta. To omogoča stabilnost in s tem kvalitetno obdelavo. Pritrjevalni sistem mora onemogočiti vse morebitne premike rezalne ploščice. To je zelo pomembno pri grobi obdelavi, kjer nastopajo velike rezalne sile.

Stabilnost pritrjevanja je zelo pomembna za keramične rezalne ploščice. Če le te niso ustrezno pritrjene, sploh ni možno izkoristiti vseh možnosti, ki nam jih nudijo.

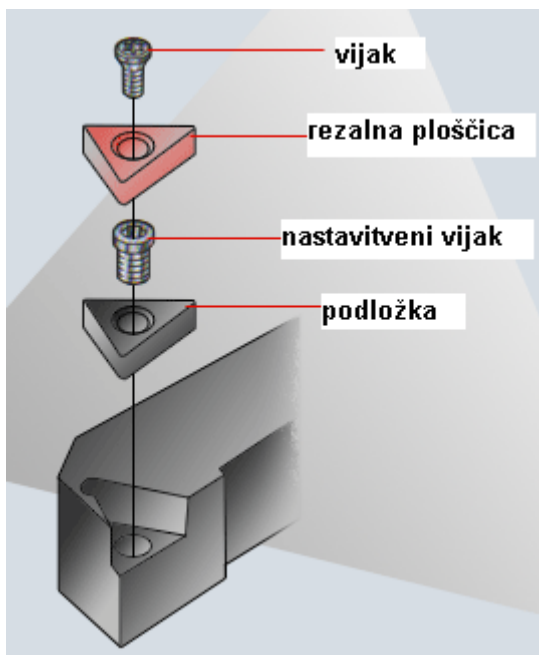
Pritrjevalni sistem mora biti konstruiran tako, da omogoča ustrezno zaščito pred odrezki. Pritrjevalni sistemi se ne smejo poškodovati v primeru zloma rezalne ploščice.



Elementi za pritrnitev rezalne ploščice

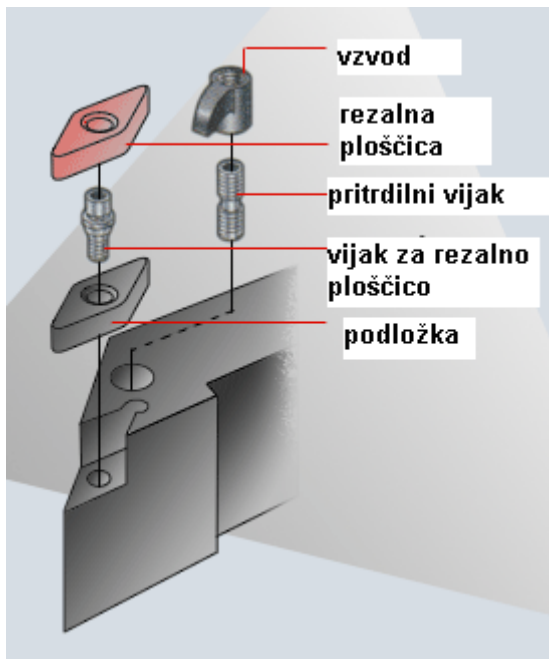
Pritrjevalni sistem z vijakom

Pritrjevalni sistem z vijakom je zelo stabilen. Omogoča uporabo različnih oblik rezalnih ploščic. Rezalne ploščice za pritrjevanje v tem sistemu morajo imeti luknje.



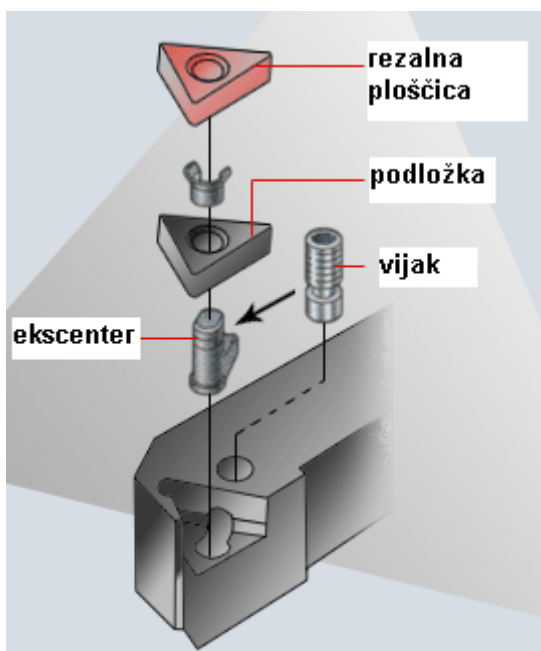
Pritrjevanje s pomočjo vzvoda

Tudi ti sistemi omogočajo veliko stabilnost in varnost pritrjene rezalne ploščice. Primerni so tudi za postopke s prekinjenim rezanjem.



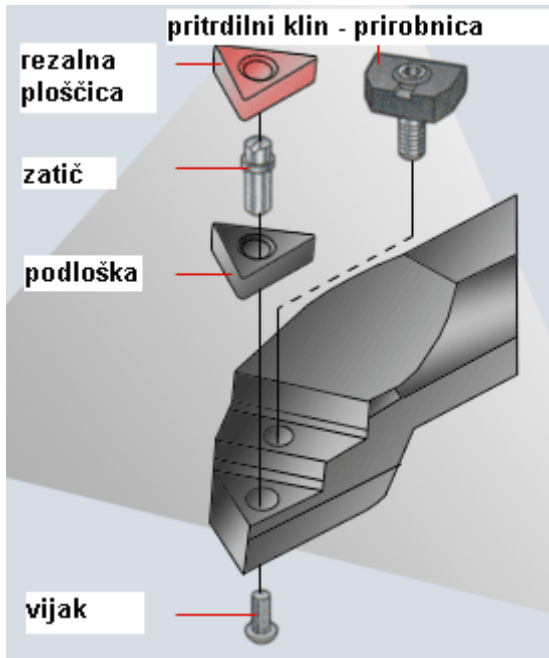
Pritrjevanje s pomočjo ekscentra

Pritrjevanje s ekscentrom je hitro. Omogoča tudi hitro zamenjavo rezalne ploščice.



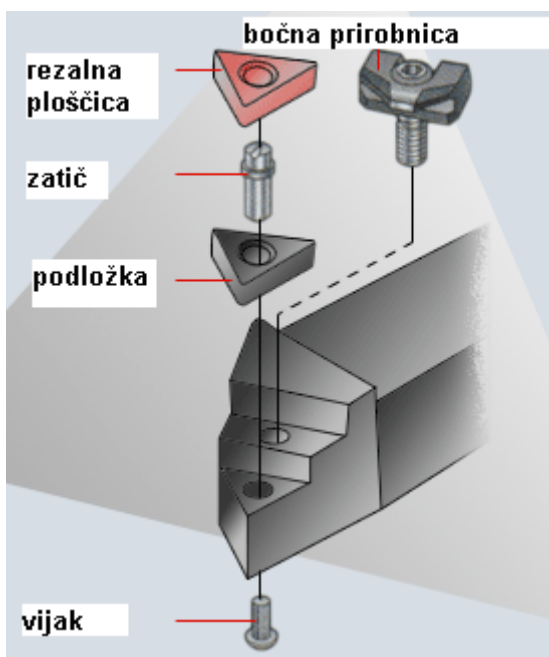
Pritrjevanje s prirobnico

Pritrjevanje rezalnih ploščic s prirobnico je primerno za rezalna orodja, ki jih uporabljamo za notranjo obdelavo. Ta sistem ni primeren za zunanjo obdelavo in postopke, kjer je prekinjen rez.



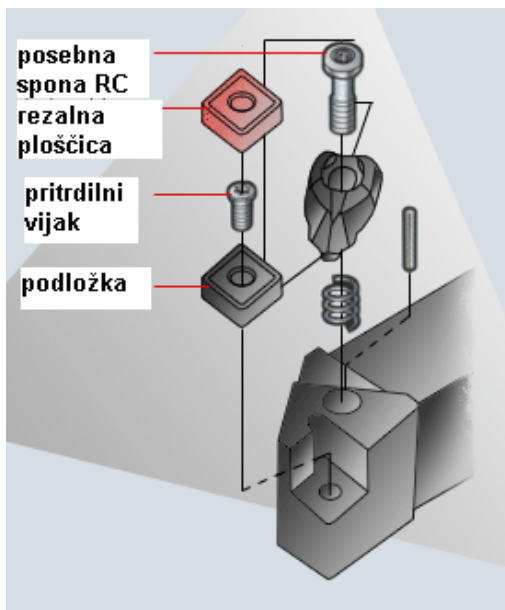
Pritrjevanje z bočno prirobnico

V tem primeru izboljšamo pritrjevanje s prirobnico. Rezalna ploščica je nataknjena skozi luknjo na čep. Ko z vijakom pritismo prirobnico navzdol, le ta pritisne ploščico ob čep in jo tako vpne.



RC pritrjevalni sistem

Če želimo izkoristiti rezalne sposobnosti keramike in CBN rezalnih ploščic, moramo zagotoviti stabilno vpetje. RC pritrjevalni sistem podjetij Sandvik in Coromant omogoča stabilno in varno pritrjevanje za tiste vrste rezalnih ploščic z ali brez luknje. Priporočljiv je za obdelavo pri velikih rezalnih silah in pri nihajočih rezalnih silah. RC pritrjevalni sistemi imajo dobre upogibne lastnosti in ne povzročajo velikih obrab cepilnih ploskev.



IZBIRA STRUŽNEGA ORODJA

Pri izbiri optimalnega stružnega orodja moramo upoštevati:

- vrsto obdelave (notranja ali zunanja obdelava),
- vrsto rezalne ploščice,
- velikost rezalne ploščice,
- geometrijo rezalne ploščice.

Da zagotovimo čim večjo stabilnost orodja, izbiramo orodje z držalom, ki ima čim večji premer. Da zmanjšamo vpliv rezalne sile na orodje, vedno izbiramo obliko orodja, ki omogoča ugoden potek prenosa rezalne sile - če je možno, naklon 90° na rezalni rob.



Osnovni tipi stružnih nožev

Vrsta rezalne ploščice

Izbrana vrsta rezalne ploščice je odvisna od vrste obdelave:

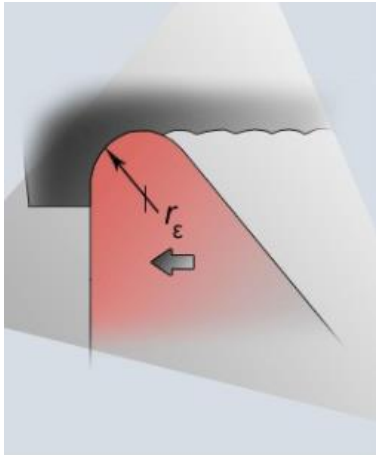
- vzdolžno struženje
- oblikovno struženje
- čelno struženje
- profilno struženje
- struženje navojev

Oblika ploščic je standardizirana.



Geometrija rezalne ploščice

Geometrijo rezalne ploščice izbiramo glede na vrsto obdelave. Od vrste obdelave so odvisne oblike rezalnih robov, rezalni koti in zaokrožitve. Zelo pomembna je tudi vrsta materiala, ki ga obdelujemo. Najbolj pomemben parameter je zaokrožitev rezalnega roba, ki definira stabilnost v primeru grobe obdelave oziroma kvaliteto v primeru fine obdelave.



STROJI ZA STRUŽENJE - STRUŽNICE

STRUŽNICE

Skupna značilnost stružnic je vrtilno gibanje obdelovanca in podajalno premočrtno gibanje orodja.

Poznamo več tipov stružnic, ki se razlikujejo glede na:

- število osi in njihovih položajev
- položaj glavne osi
- možnost uporabe orodij in število orodij
- postopke obdelave, ki jih lahko izvajajo
- glede na krmiljenje (klasično ali NC)

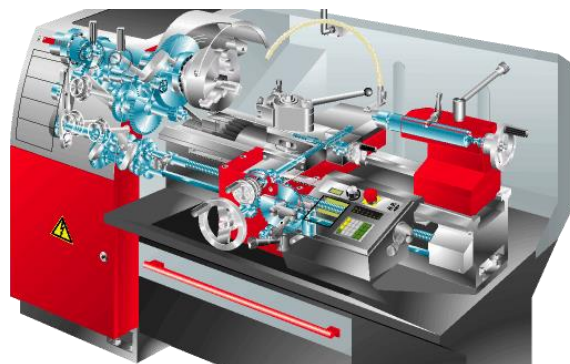
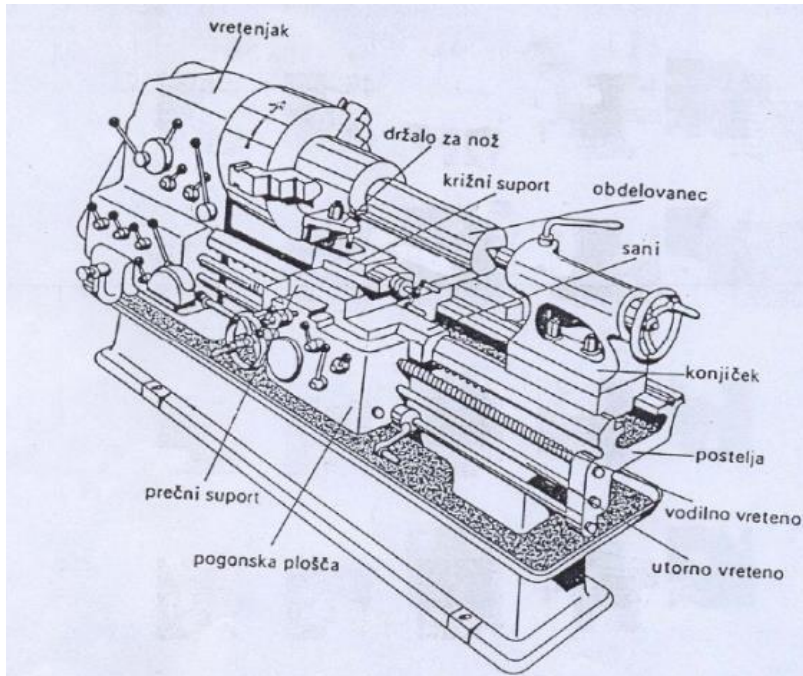
Glede na velikost proizvodnje (število komadov) delimo stružnice na:

- posamične (univerzalna, čelna, karuselna, dolgohodna)
- serijske (revolverske, kopirne, enovretenske avtomatske)

VRSTE STRUŽNIC

Univerzalna stružnica

Na univerzalni stružnici lahko izvedemo veliko različnih obdelav (struženje, vrtanje, rezkanje, pehanje). Uporabljamo lahko skoraj vsa razpoložljiva orodja.



GLAVNI SESTAVNI ELEMENTI STRUŽNICE

Najbolj pomembni elementi stružnic so:

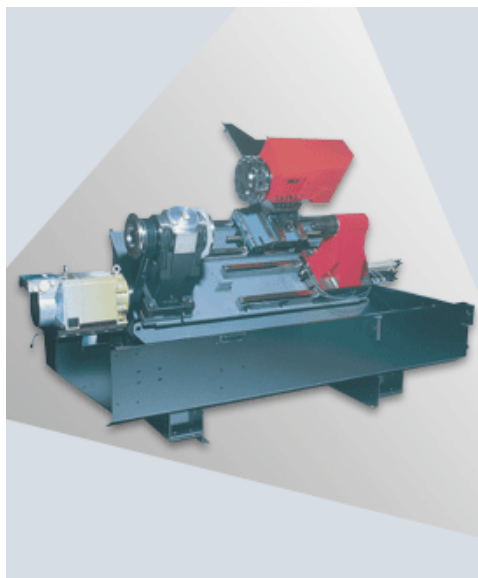
- postelja (okvir)
- vodila
- pogoni
- vretenjak
- sani in suporti
- konjiček
- linete

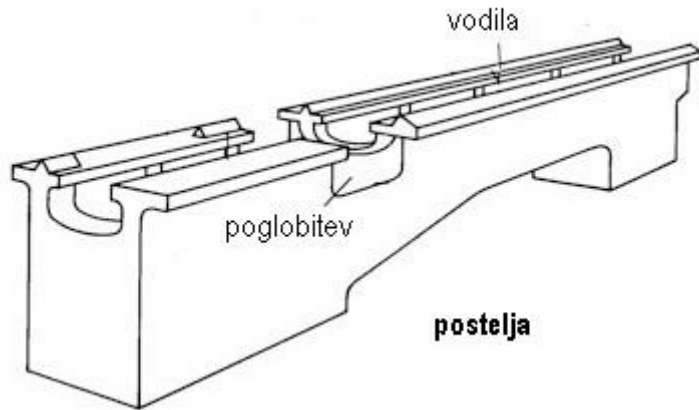
Postelja

Osnovni okvir stružnice imenujemo postelja. Postelja je lahko zvarjena ali ulita (siva litina). Zagotavljati mora dovolj veliko togost. Samo dovolj togi stroji omogočajo natančno in zanesljivo odrezovanje. Omogočati mora enostavno in natančno obdelavo, da lahko ustrezno montiramo vodila in druge dele.

Postelja povezuje glavne sestavne dele v celoto. Skoraj vedno je iz sive litine, ker ima ta material dobre livne sposobnosti in ker ima ogljik v obliki grafita, kar daje sivi litini dobre drsne lastnosti. V bistvu imamo na postelji obdelanih dvoje ploskev: drsne in nosilne ploskve. Drsne ploskve predstavljajo vodila, po katerih drse sani s suporti in na drugi strani še konjiček. Vodila so tudi ustrezno termično obdelana. Postelja mora biti ustrezno toga, odstranjevanje odrezkov naj bo lahko, vodila pa morajo biti zaščitena pred padajočimi odrezki. Postelja ima lahko tudi posebno poglobitev v bližini vretenjaka, da lahko stružimo tudi krajše predmete z velikim premerom.

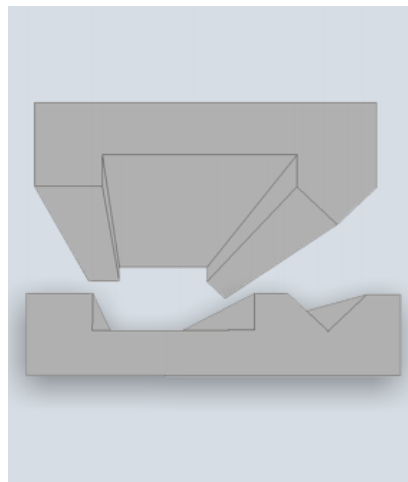
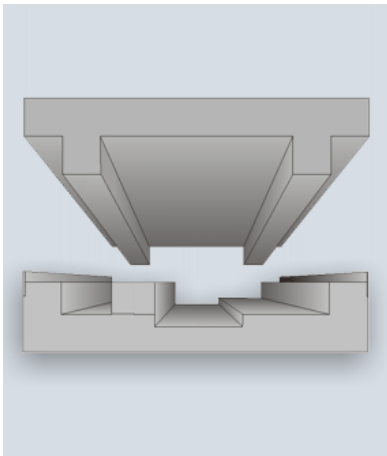
Standardne dolžine postelje 750, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000,... Sestavni del postelje je tudi kad za odrezke.





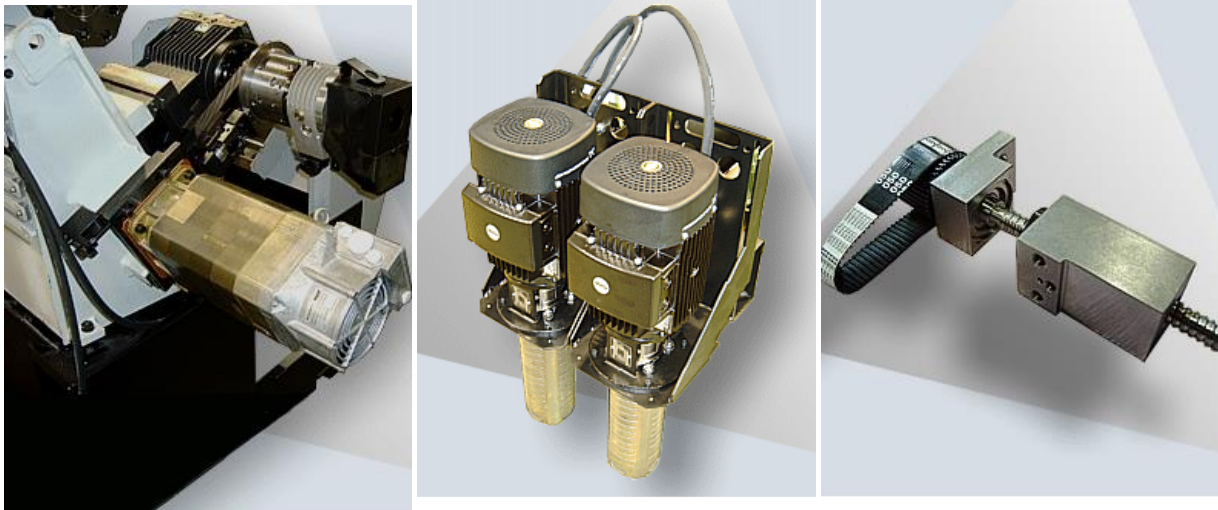
Vodila

Vodila omogočajo gibanja, ki so potrebna pri odrezovanju. Lahko jih izvedemo kot drsna vodila, lahko so tudi kotalna. Za največje hitrosti gibanj in najbolj natančna gibanja pa uporabimo hidrostatična vodila. Vodila so brušena in površinsko kaljena.

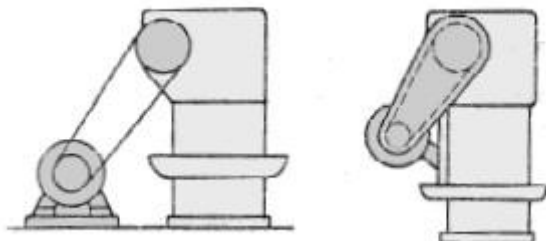


Pogoni stružnice

Stružnica ima po navadi več pogonov. Razlikujemo glavni pogon, ki zagotavlja glavno gibanje, ki ga potrebujemo za odrezavanje in pomožne pogone, ki skrbijo za vsa ostala gibanja.



Elektromotor je pritrjen na postelji ali nogi stroja na tak način, da je mogoče jermen primerno zategovati. Da se vibracije elektromotorja ne prenašajo na stroj, je lahko elektromotor na posebnem temelju, kar pa je za prakso neprimerno.



različni načini postavitve EM

Vretenjak

Vretenjak poskrbi za ustrezno prilagajanje pogona na zahtevane hitrosti glavnega vretena. Ker na stružnicah obdelujemo različne obdelovance iz različnih materialov z različnimi orodji, mora vretenjak zagotavljati zelo majhne vrtilne hitrosti in tudi zelo velike vrtilne hitrosti. Spreminjaje vrtilnih hitrosti lahko zagotovimo z mehanskimi menjalniki ali s pomočjo hidravličnih pogonov. V novejšem času uporabljamo tudi različne oblike elektronske regulacije.

V vretenjaku je glavno vreteno s svojimi ležaji. Glavno vreteno dobiva pogon od menjalnika, ki je v celoti vgrajen v vretenjak. Najpogostejši so menjalniki s pomičnimi zobmi, ker je ta vrsta najcenejša in porabi malo moči. Stružnica ima tudi mehanizem

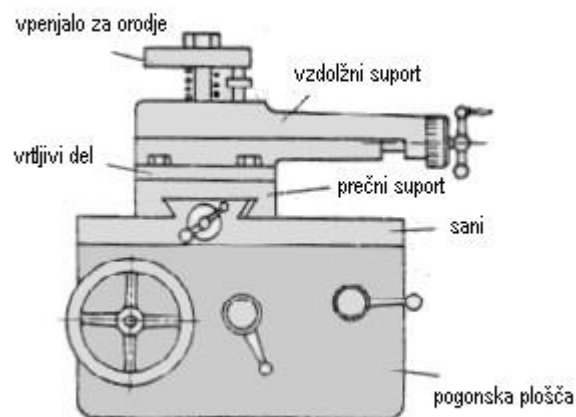
za predhodno izbiranje števila vrtljajev, s katerim želimo delati v naslednji operaciji. Mehanizem je lahko mehaničen ali električen.

Spredaj ima glavno vreteno grobi zunanji desni navoj ali pa standardiziran konus, na katerega pritrdimo vpenjala. Na notranji strani glavnega vretena je konus, v katerega vstavimo sredilno konico ali v izjemnih primerih vrtalno glavo.

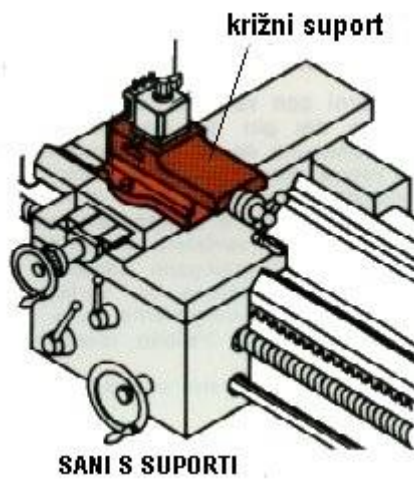
Glavno vreteno je zelo togo, največji povprečni upogib zaradi upogiba je manjši od 0,001mm, če vreteno obremenimo s silo 250N. Ležaji glavnega vretena so največkrat kotalni s povečano natančnostjo.



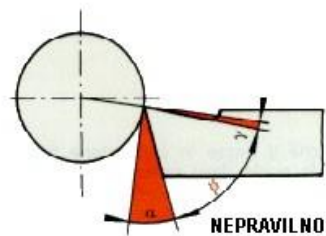
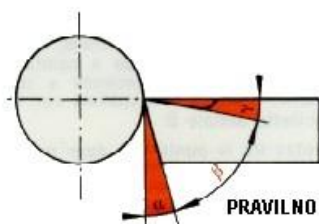
Sani s suporti



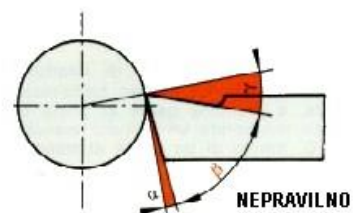
sani s suporti

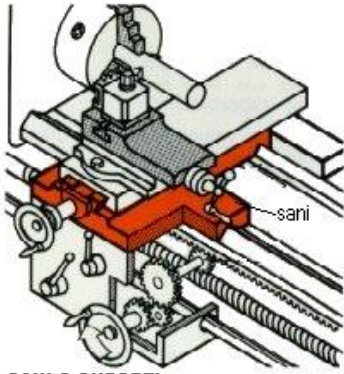


Sani drsijo po ustreznih vodilih na postelji. Omogočajo nam različna podajalna gibanja noža, ki je vpet na vrhu križnega suporta. Križni suport lahko premikamo samo ročno v vzdolžni ali poševni smeri.



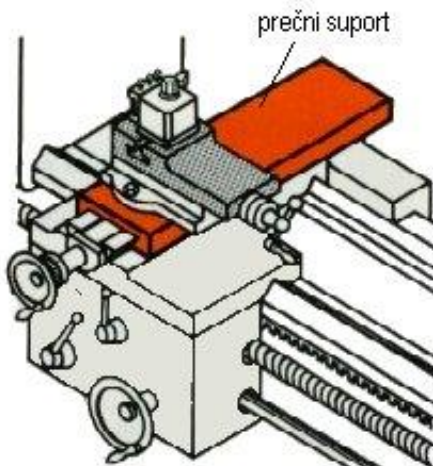
Paziti moramo na pravilno vpetje noža.





SANI S SUPORTI

Vzdolžno podajanje nam omogoča gibanje sani po vodilih postelje,

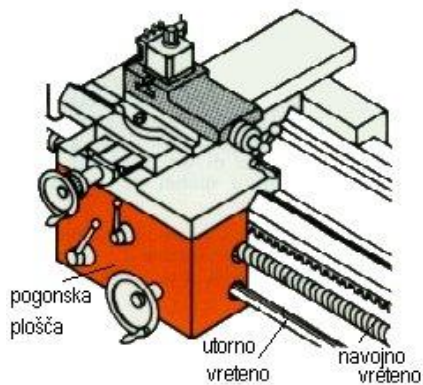


SANI S SUPORTI

prečni suport pa je potreben za prečno podajanje.

Kadar želimo stružiti stožčasto, obrnemo vrtljivi del za ustrezen kot. Glavne vzdolžne sani in prečni suport lahko premikamo tako ročno kot strojno in sicer neodvisno od glavnega pogona.

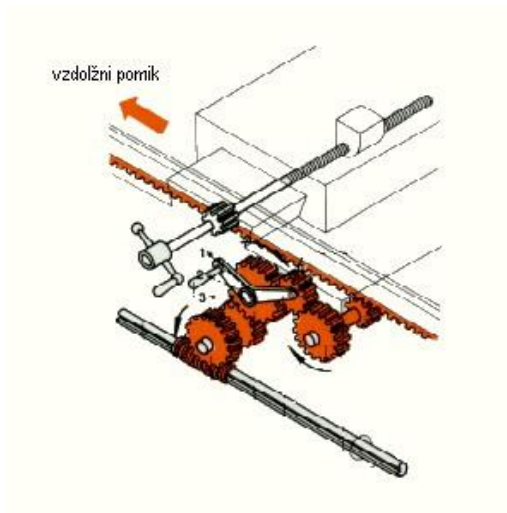
SANI S SUPORTI



Na spodnji strani je pogonska plošča, v kateri so določeni elementi,



ki nam določajo prečni

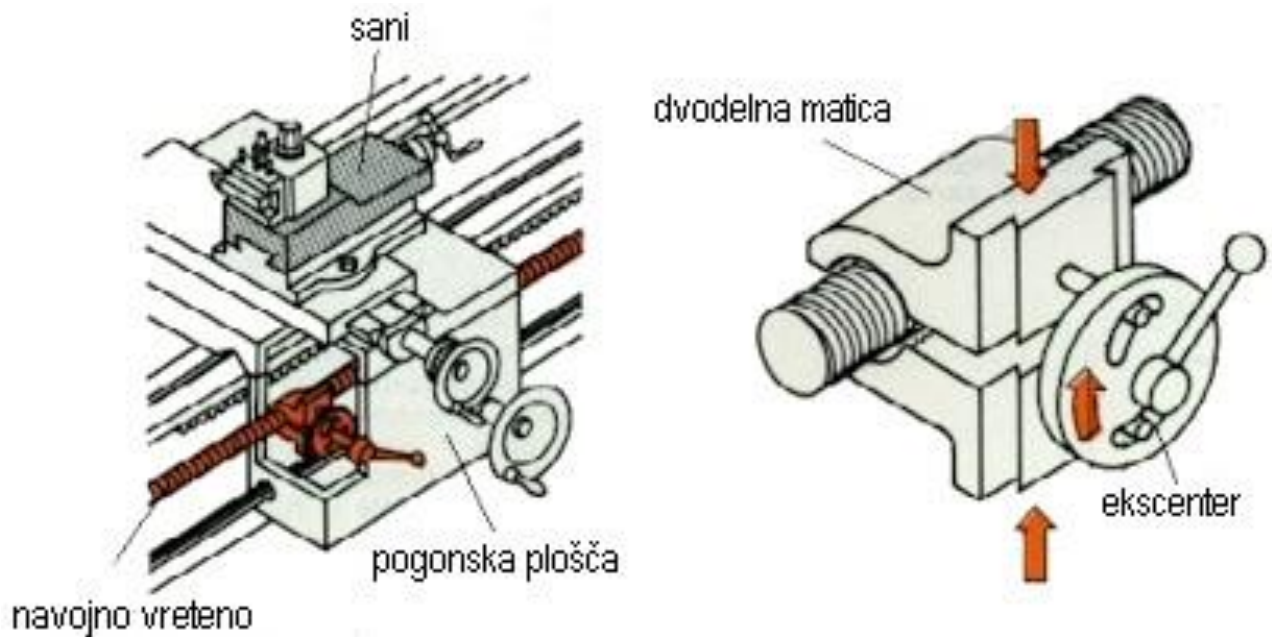


in vzdolžni pomik.

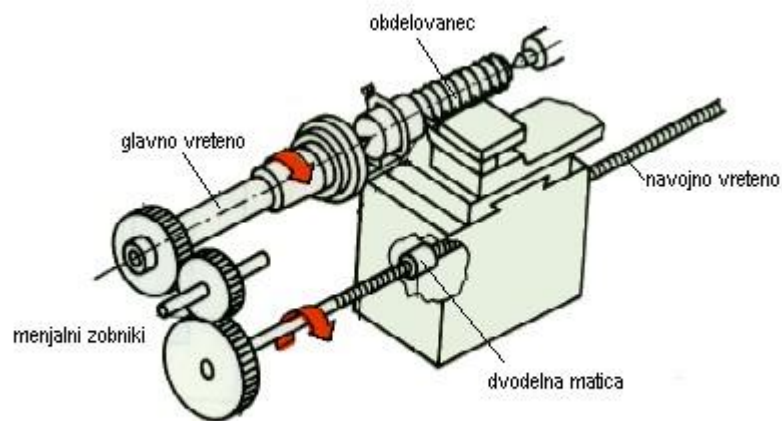
Vzdolžno podajanje dosežemo z vrtenjem zobnika po zobati letvi, ki je pritrjena na spodnji strani vodil postelje, prečno podajanje pa s pomočjo prečnega vretena in matice.

Utorno in navojno vreteno

Podajalni menjalnik poganja utorno in navojno vreteno. Kadar režemo navoj, se vrti navojno vreteno in preko dvodelne matice - ki jo stisnemo preko ekscentra - vleče sani z zahtevano hitrostjo.



Pri tem morata biti gibanji glavnega in navojnega vretena med seboj usklajeni. Med enim vrtljajem obdelovanca se mora nož premaknit za en korak navoja naprej.

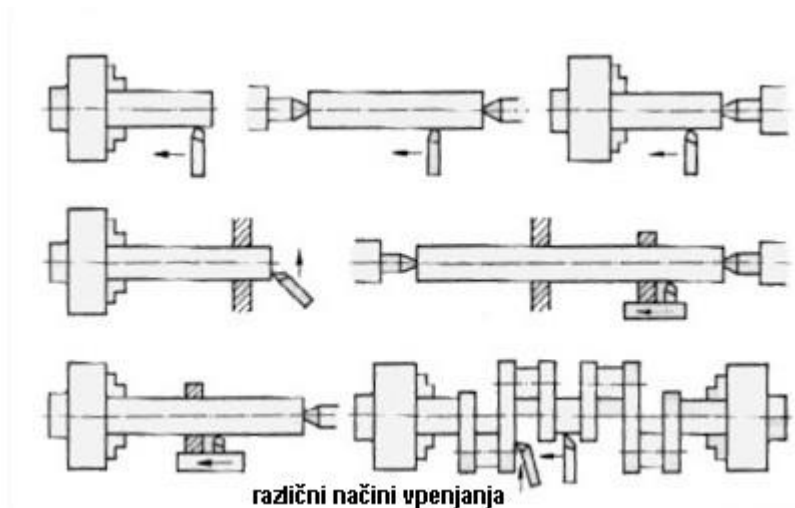


STRUŽENJE NAVOJA

Da se ne bi navojno vreteno in dvodelna matica prehitro izrabila uporabljamo za običajno podajanje v vzdolžni in prečni smeri utorno vreteno, ki preko polža poganja dele v pogonski plošči.

Vpenjanje obdelovancev

Obdelovanec je pri struženju lahko vpet na različne načine :



samo enostransko v vpenjalni glavi ali v vpenjalni stročnici

med dvema konicama

enostransko in na drugi strani podprt s konicico

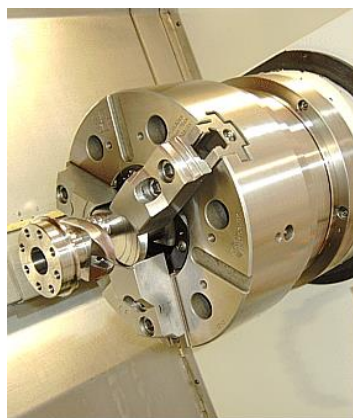
enostransko in blizu druge strani podprt z lineto

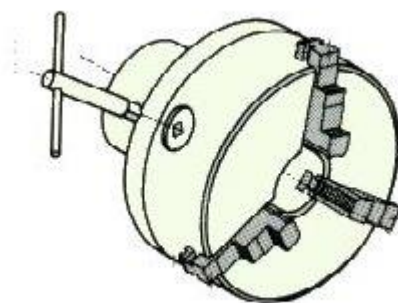
med dvema konicama in vmes dodatno podprt z eno ali več linetami

enostransko in na drugi strani podprt s konicico, vmes pa še dodatno podprt z lineto

Vpenjanje z vpenjalno glavo

Vpenjalna glava ima tri ali štiri čeljusti, ki omogočajo vpenjanje obdelovancev z različnimi premeri. Čeljusti se lahko razmikajo mehansko s pomočjo vijaka. Sodobni stroji imajo hidravlične ali pnevmatične pogone za vpenjalne glave.





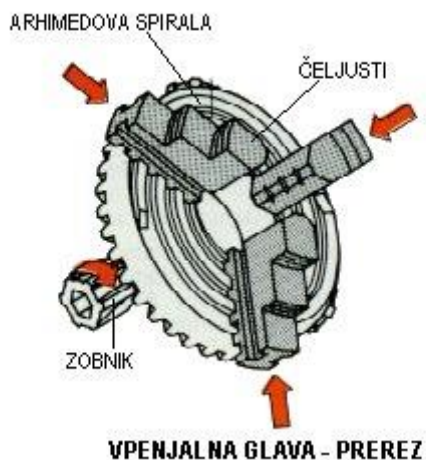
VPENJALNA GLAVA

Hitro vpenjanje obdelovancev, čeprav ne najnatančnejše, opravimo na stružnici s pomočjo tri ali štiri čeljustnih obdelovalnih glavah . Vpenjalno glavo privijemo ročno na glavo glavnega vretena.



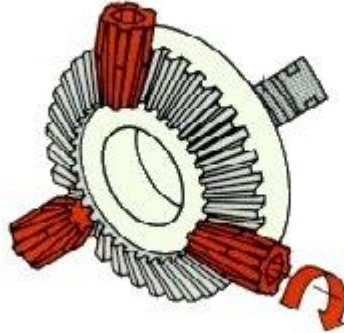
vpenjalne glave

Vpenjalna glava ima v notranjosti arhimedovo spiralo, ki pomika čeljusti.



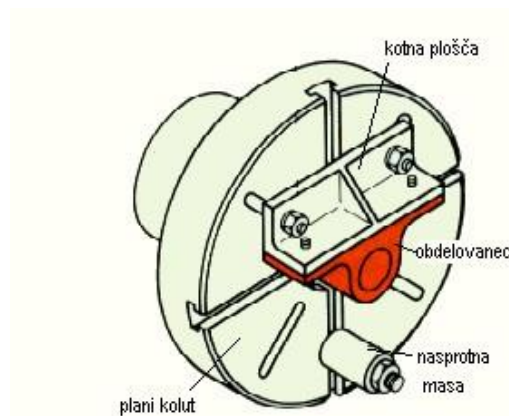
VPENJALNA GLAVA - PREREZ

Arhimedovo spiralo vrtimo s pomočjo stožčastega zobnika. Slabost te glave je obraba spirale, zato postane lahko sčasoma netočna. Prednost pa je v tem, da dobimo veliko vpenjalno silo.



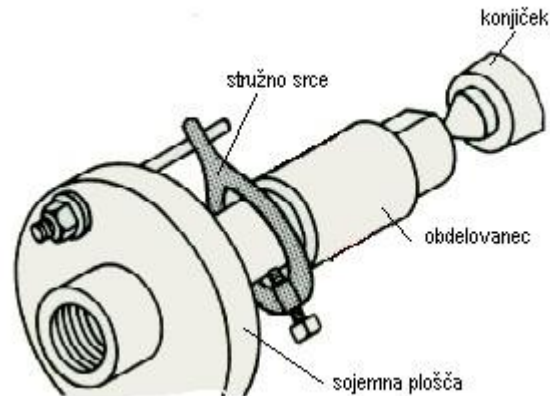
VPENJALNA GLAVA - POGLED OD ZADAJ

Vpenjanje nesimetričnih obdelovancev

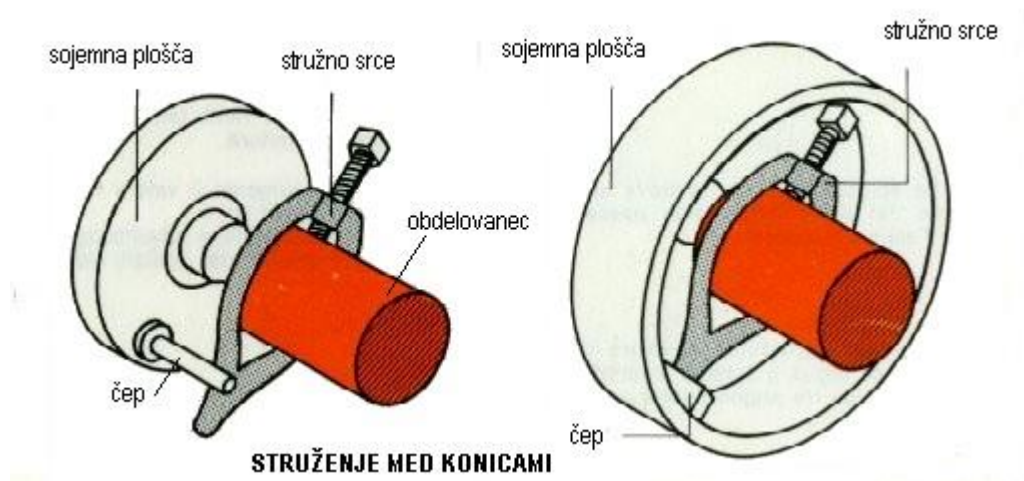


Včasih obdelujemo tudi nesimetrične obdelovance, ki jih vpenjamo v plano ploščo. Na glavo glavnega vretena jo privijemo kot vpenjalno glavo. Na plati plošči so štiri (za razliko od vpenjalne glave) med seboj neodvisne čeljusti, ki jih lahko premikamo vsako zase. Nasprotna masa nam služi za balansiranje.

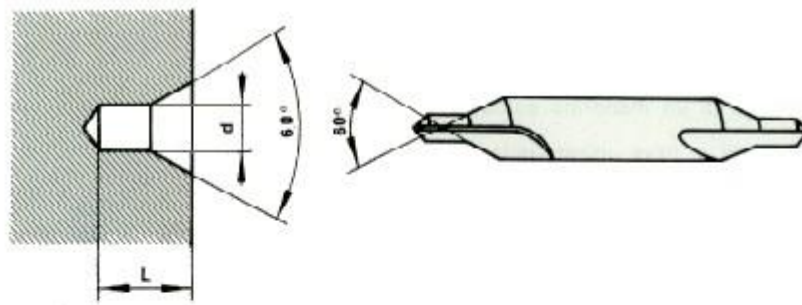
Vpenjanje med konicami



Ta način vpenjanja uporabljamo za dolge valjaste obdelovance. Na obdelovanec pritrdimo stružno srce, ki se z enim delom naslanja na sojemno ploščo s čepom. Prek čepa se vrtilno gibanje iz delovnega vretena prenaša na obdelovanec.

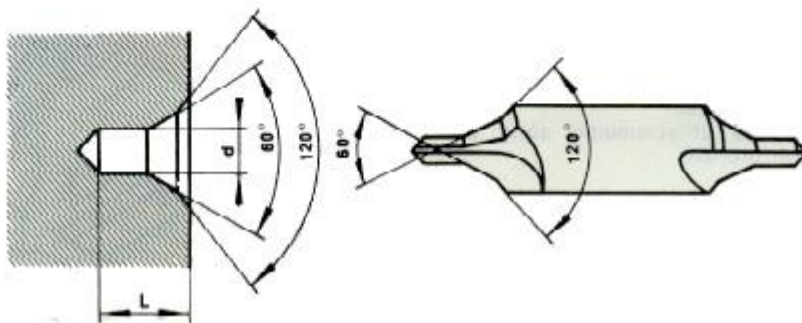


Če hočemo stružiti obdelovance med konicami, moramo obdelovancu izvrtati središčno gnezdo, le-ta pa so standardizirana. Središčno gnezdo sestoji iz luknje in vgreznine, ki ima pri lažjih obdelovancih kot 60° pri težjih pa 90° . Naredimo jih s pomočjo središčnega svedra.



središčno gnezdo

centrirni sveder



Na drugi strani pa se obdelovanec naslanja na konico v konjičku.

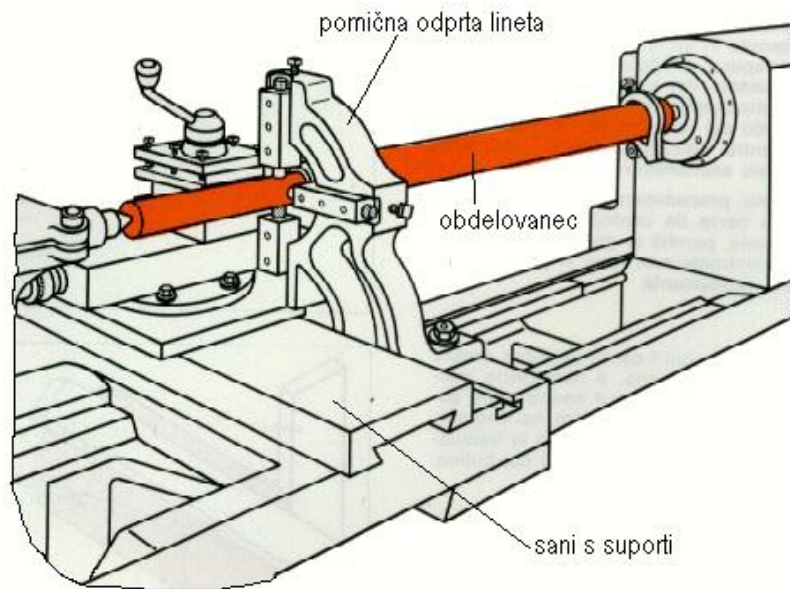
Vpenjanje med konicami je natančnejše od vpenjanja v vpenjalni glavi, je pa zato zamudnejše.

Linete

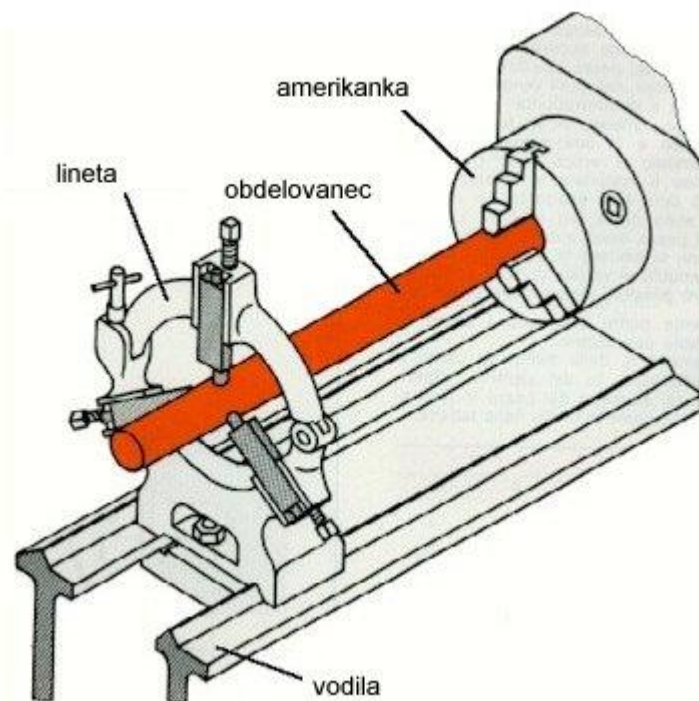
Linete uporabljamo za vmesno podporo pri struženju daljših obdelovancev. Dodatna podpora omogoča natančnejše delo, saj bistveno zmanjšamo upogibne napetosti, ki se pojavijo pri daljših obdelovancih. Lineta je lahko premična skupaj s sanmi, ali pa jo samostojno namestimo in z njo podpiramo obdelovanec.

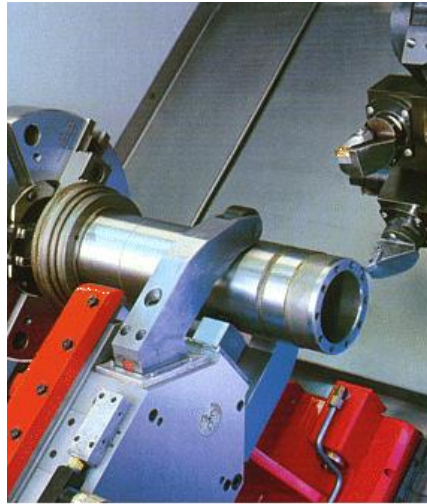


Dolge obdelovance dodatno podpremo tudi z linetami. Poznamo pomične, ki jih pritrdimo na sani. Te so ponavadi odprte, kar pa ni nujno.



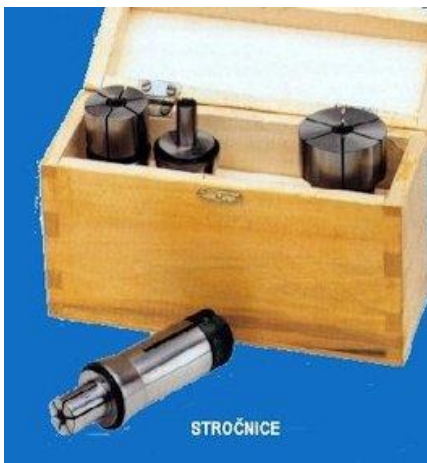
Fiksne linete, ki jih pritrdimo na posteljo, so običajno zaprte.



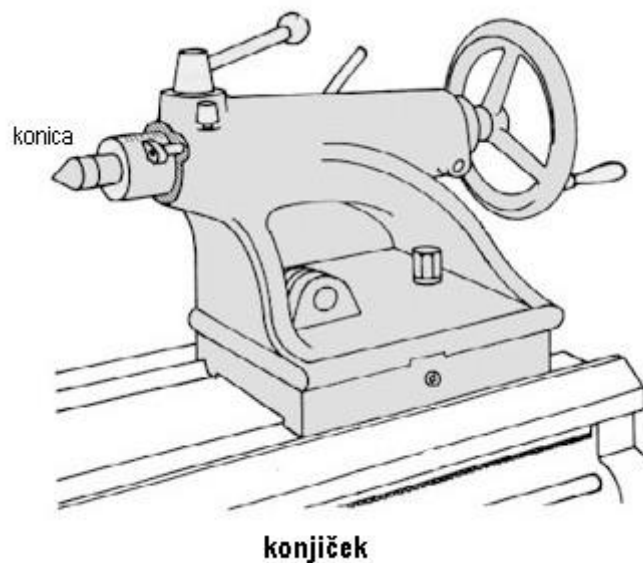


Vpenjanje s pomočjo stročnic

Stročnice uporabljamo bolj na avtomatskih stružnicah - za vpenjanje materiala, ki je v palicah. Uporablja se za velike serije. Prednost tega vpenjanja je, da ni potrebno vedno znova vstavljati novega materiala, zato je obdelava samo za preproste majhne obdelovance. Delovanje je podobno delovanju tehničnemu svinčniku.

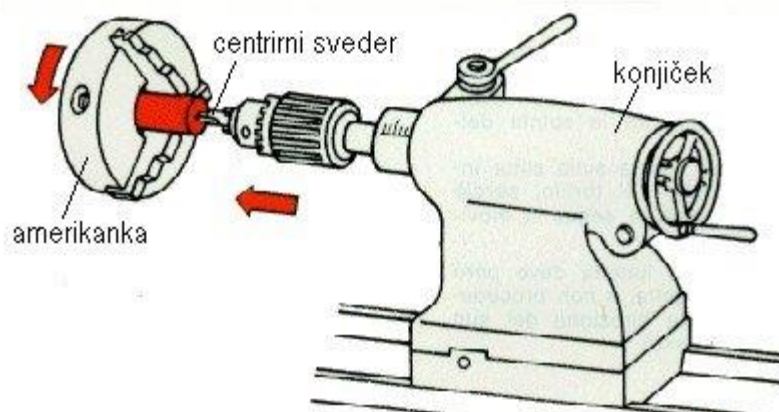


Konjiček



Je opora, če podpiramo dolge obdelovance, ki jih vpenjamo med konicami. Poleg konice lahko v konjička vpenjamo tudi razno orodje, največkrat svedre pa tudi grezila in povrtala, ki jim konjiček omogoča ročno podajalno gibanje. Konjiček lahko ročno pomikamo po vodilih postelje in ga z ročico zaustavimo in pritrdimo na željeno mesto. Važno je da je konica konjička in konica v glavnem vretenu v isti osi .

Je obvezen pri univerzalnih stružnicah in je pritrjen na posteljo. Omogoča podpiranje daljših obdelovancev. V konjiček lahko vpenemo tudi svedre in s tem na stružnici tudi vrtamo. Po postelji je premičen po posebnih vodilih, kar mu omogoča podpiranje različno dolgih obdelovancev.



Konjiček lahko premaknemo za nekaj mm tudi v prečni smeri, kar nam omogoča tudi struženje stožcev z majhnim kotom.

VPENJALNI DELI STRUŽNIC

Vpenjalni sistemi za obdelovance morajo omogočati stabilno in zanesljivo vpenjanje obdelovanca na glavno vreteno. Vpenjanje mora biti hitro in enostavno.

Čelne plošče

Čelne plošče omogočajo posamično vpetje zahtevnejših obdelovancev. Na njih lahko vpenemo tudi večje premere obdelovancev. Primerne so za vpenjanje obdelovancev, ki nimajo velikih dolžin in jih čelno obdelujemo. Na čelne plošče lahko vpenjamo tudi obdelovance nepravilnih rotacijskih oblik.



Vpenjalne stročnice

Vpenjalne stročnice imajo konus, ki omogoča hitro in zanesljivo vpenjanje. Pri izpenjanju se stročnica razpne, pri vpenjanju pa jo z aksialno silo stisnemo in obdelovanec vpenemo. Z vpenjalnimi stročnicami lahko vpenjamo tudi orodja, ki imajo cilindrični vpenjalni del. Vpenjalne stročnice lahko tudi enostavno avtomatiziramo.

Vpenjalne konice

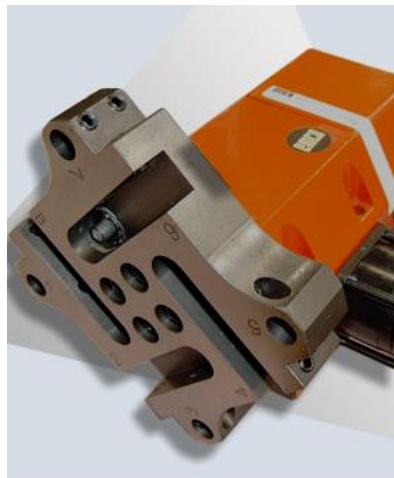
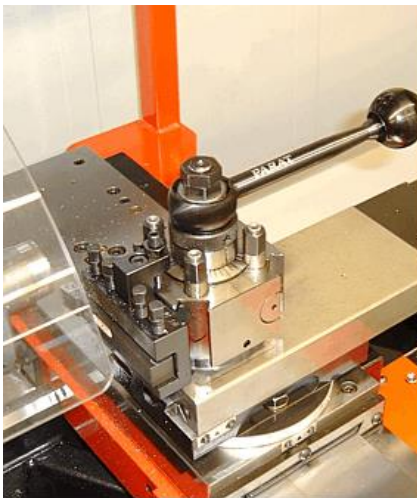
Vpenjalne konice omogočajo vpenjanje daljših obdelovancev. Vpenjalna konica omogoča vrtenje obdelovanca. Vpenjalno konico lahko namestimo v konjiček, lahko pa tudi v glavno vreteno.



VPENJANJE ORODIJ

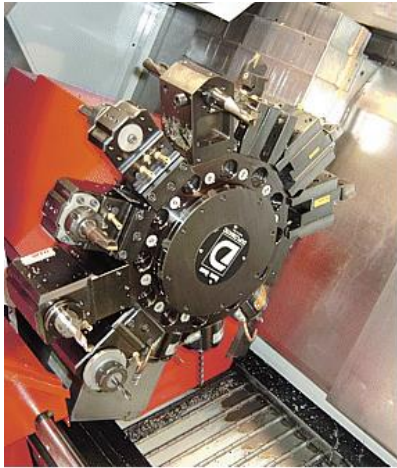
Vpenjalna glava

Univerzalne stružnice imajo obračalno vpenjalno glavo za orodja, ki omogoča enostavno hitro menjavanje treh ali štirih orodij. Orodja so lahko na posebnih nosilcih vpeta že prej. Na obračalno glavo jih pritrdimo s posebnim ekscentrom.



Revolverska vpenjalna glava

Revolverska vpenjalna glava omogoča vpenjanje več orodij do 12 ali celo več. Orodja morajo biti že prej nastavljena. S tem pridobimo veliko časa pri obdelavi, saj ni izgube časa zaradi menjavanja orodij. Sodobni stroji imajo več revolverskih glav, v katerih so lahko klasična enostavna orodja.

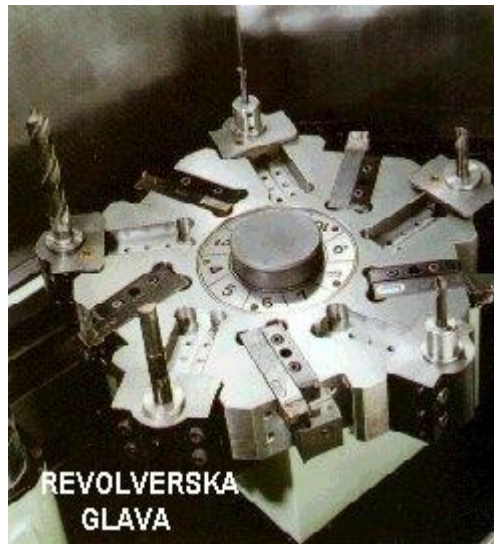


REVOLVERSKÉ STRUŽNICE

Revolverske stružnice so uporabljene za izdelavo večjih serij različnih obdelovancev. Imajo večje število orodij, ki so vpeta v revolverski glavi. Le ta omogoča hitro menjavo orodij. Revolversko stružnico lahko krmilimo ročno ali avtomatično. Razlikujemo jih glede na lego osi delovnega vretena glede na os revolverске glave:

- z bobnasto glavo (ima izvrtine za vpetje 12 – 18 orodij. Uporaba izključno za obdelavo paličastega materiala premera do 80 mm. Podajanje materiala je avtomatsko. Vsled optimalnega izkoriščanja časa obdelave so električno krmiljene).
- z zvezdasto glavo (glava je nameščena na prečnem suportu. Primerene za obdelavo ulitkov, kjer imamo opravka z različnimi premeri. Možnost uporabe 4 do 6 orodij).
- s poševno glavo (poševna glava omogoča prostorsko postavitev več orodij, da si niso v napoto. Predstavlja osnovni koncept CNC stružnic).
- glava s križem (pomik je hidravlični, kjer je glava na batu hidravličnega cilindra. Omogoča zelo kvalitetno obdelavo tudi ulitkov).

Uporabljamo jih za serijsko obdelavo takšnih obdelovancev, pri katerih je treba delati z različnimi orodji: raznimi noži, svedri, povrtali itd., pri čemer se morajo ta orodja razvrstiti v določenem zaporedju. Orodja so spravljena v skladišče, ki ga imenujemo revolverska glava.



V glavo vpnemo orodja že pred delom, zato jih med delom ni potrebno snemati in ponovno vpenjati, ampak glavo zavrtimo za določen kot, da pride sledeče orodje v delovni položaj. Zahtevani premer obdelovanca je določen že z samim položajem orodja v revolverski glavi in zato posebno nastavitveno gibanje ni potrebno.

Glavni deli so enaki kot pri univerzalni stružnici, razen revolverске glave.

Najvažnejše naloge revolverске glave:

- Skladiščenje - v njej so pritrjena orodja kot v skladišču.
- Centriranje orodja - da vsako orodje kar najbolj natančno vrača vedno v isti položaj.
- Pozicioniranje orodja - za vsako orodje mora biti natančno določen kotni položaj glave.



Poznamo zvezdasto



in bobnasto revolversko glavo



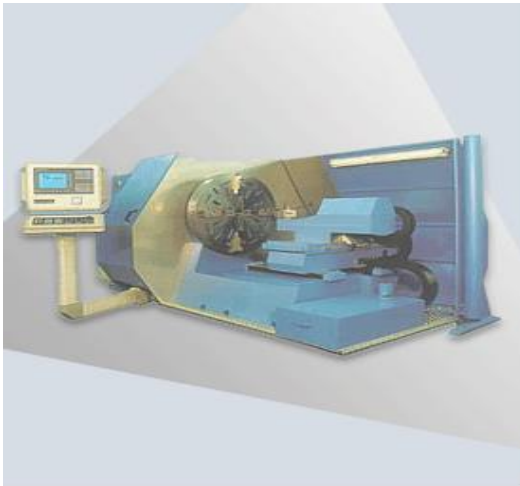
Revolverska glava

Revolverske stružnice so lahko delno avtomatizirane – CNC revolverske stružnice.



ČELNE STRUŽNICE

Uporabljamo jo za obdelavo predmetov, ki imajo večji premer (1500 mm in več) in majhno debelino (do 400mm). Glavno vreteno je vodoravno, sani in postelja sta lahko ločeni od vretenjaka. Prednost je v tem, da imamo dober pregled nad delom in odstranjevanje ostružkov ni težavno. Glavni pomanjkljivosti sta, da je vpenjanje velikih predmetov težko ter da ni posebno natančna, ker je glavno vreteno neugodno obremenjeno.



Čelna stružnica



VERTIKALNE STRUŽNICE - KARUSELSKE STRUŽNICE

Glavno vreteno je navpično, delovna miza pa v vodoravnem položaju. Posledica tega je lažje vpenjanje velikih predmetov v primerjavi s čelno stružnico, večja natančnost, odstranjevanje ostružkov in pregled nad delom pa sta težja. Delovna miza lahko meri od 600mm pa vse do 25m. Uporablja se jo predvsem za obdelavo velikih rotacijskih predmetov v serijski proizvodnji. Za maloserijsko proizvodnjo pa je koristneje uporabljati karuselne stružnice, ki imajo širšo možnost uporabe – n.pr. delovna miza naj ima možnost premikanja pod različnimi koti, z raznim dodatnim priborom pa naj ima še možnost rezkanja brušenja, izdelava zobnikov...



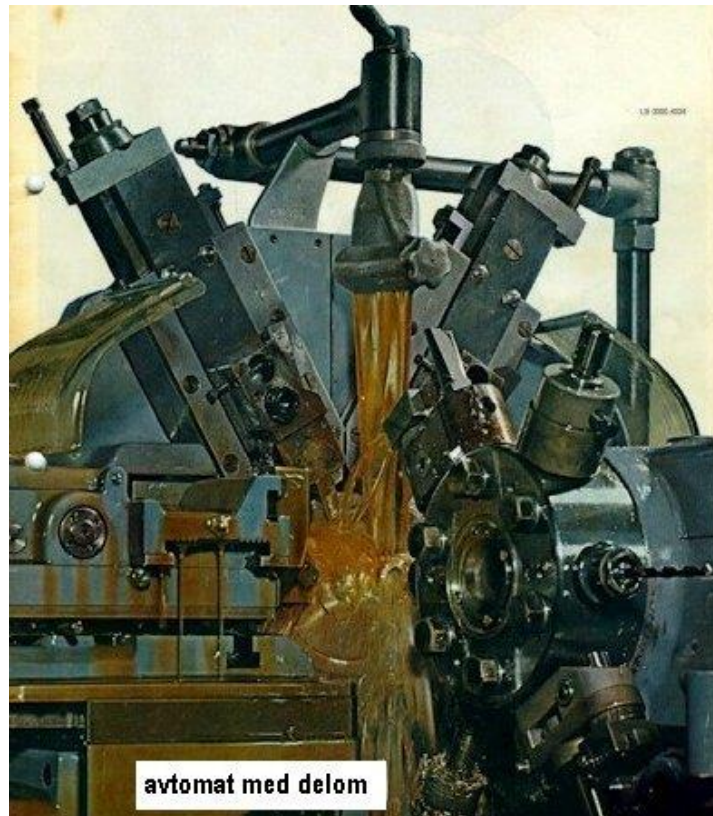
Karuselska stružnica



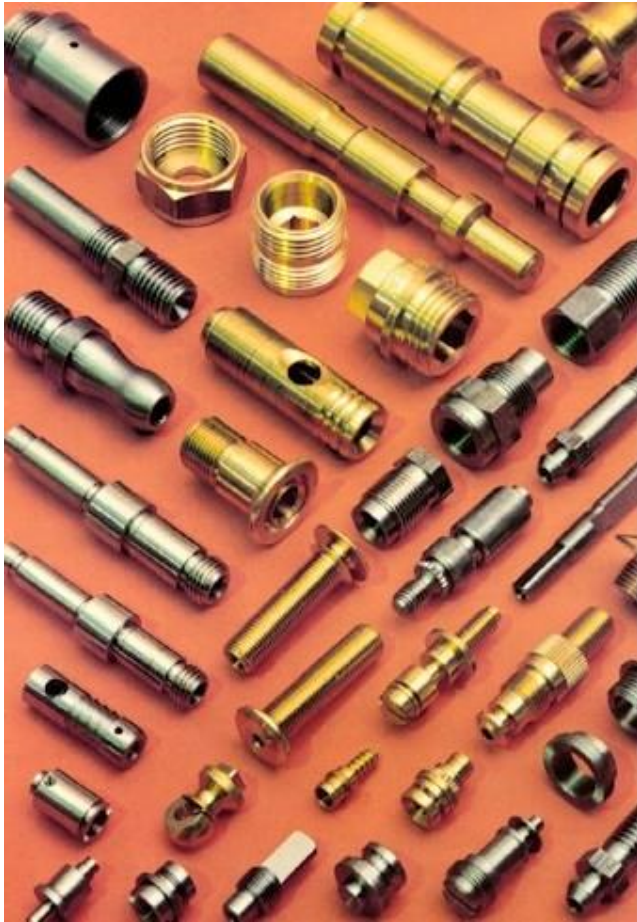
AVTOMATSKE STRUŽNICE



Avtomati so predvideni za velikoserijsko in masovno proizvodnjo, saj imajo vse gibe avtomatizirane .



Neproductivni časi so izredno kratki. Za nastavljanje stroja je potrebno veliko časa in delo na njih je ekonomsko opravičeno le za velike serije.



Material je v obliki žice ali v obliki palic, izdelki avtomatov so drobni komplicirani izdelki.

Vpenjamo s pomočjo stročnic. Najpogosteje obdelujemo paličast material, ki ga dovajamo v stroj s pomočjo vodilne cevi, nerodno pa je če palica povzroča v cevi ropot. Ostre meje med posameznimi stroji danes ni več. Avtomatske stružnice so lahko avtomatizirane oz. krmiljene na različne načine: mehanično s pomočjo krivulj (





ali s pomočjo računalnika – CNC avtomati.

CNC STRUŽNICA

CNC je kratica za računalniško numerično kontrolo. Poznamo enovretenske in večvretenske avtomate. Kolikor več vreten ima stroj (štiri, pet, šest pa tudi osem), toliko produktivnejši je.

Glavne prednosti CNC stružnice:

- prilagodljivost - programiranje dela,
- celotni program za delo lahko pripravimo vnaprej,
- enostavno je spremljanje obdelave,
- obdelovalni proces lahko prilagajamo,
- optimiziramo lahko rezalne parametre,
- programe lahko shranimo,
- poskrbimo lahko za ustrezno dokumentiranje orodij in njihovih nastavitev,
- lahko povežemo načrtovanje in izvedbo obdelave (CAD/CAM...),
- povežemo lahko obdelavo z kontrolnimi sistemi

Glavni podatki za karakteristiko CNC stružnice so:

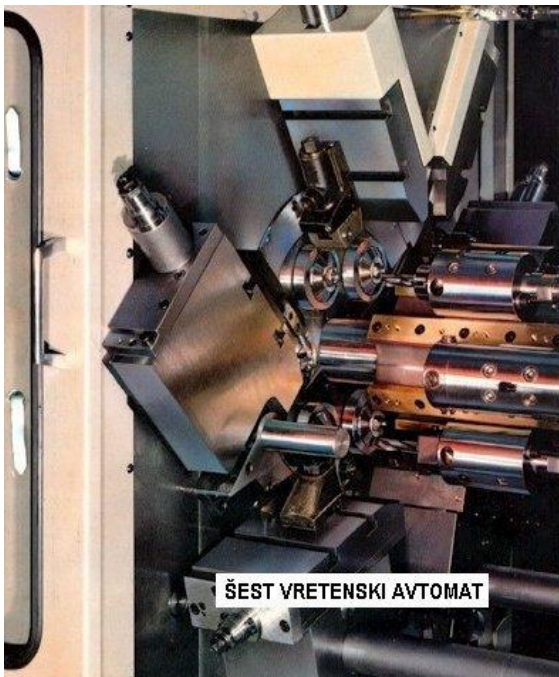
- število delovnih osi
- število programskih osi
- izvedba postelje
- izvedba vpenjanja in število orodij, ki jih lahko vpneemo
- izvedba krmiljenja



CNC stružnica



CNC-AVTOMAT



ŠEST VRETENSKI AVTOMAT