

Općenito o alatnim strojevima

Strojevi koji rade alatom zovu se alatni strojevi .

Njihov je zadatak da zamjene ljudski rad, povećaju produktivnost, ekonomičnost i točnost proizvodnje. Strojevi, alati i sprave sastoje se od osovina, prirubnica, zupčanika i drugih elemenata. Proizvode se na alatnim strojevima i zovu se **predmet obrade**.

Predmetima obrade treba dati ravan, cilindričan i koničan oblik. Na njima se izrađuju navoju, glođu zupci ili se izrađuju utori.

Pojedini uređaji alatnih strojeva omogućuju brzo i sigurno učvršćivanje predmeta obrade a alata u stroj. Oni daju i reguliraju potrebna gibanja predmeta i alata. Moraju imati snažnu konstrukciju da bi mogli podnijeti sile koje djeluju za vrijeme obrade materijala.

Želimo li da alatni strojevi rade dugo i da im proizvodi budu točni, s njima treba rukovati pažljivo. Oni su precizni, skupi i osjetljivi, pa treba poznavati opće upute o rukovanju s njima.

Opće je pravilo da osoba koja nije upoznala rad na stroju ne smije stroj puštati u pogon i vršiti radove na njima, jer bi se mogla dogoditi radna nezgoda ili bi se stroj mogao oštetiti.

Stroj treba podmazivati svakog dana i to čistim i prikladnim uljem. **Kad se stroj pušta u pogon, treba provjeriti da li su sve ručke u ispravnom položaju** i sve mazalice zatvorene. Stroj treba pažljivo čistiti od strugotina. Ako strugotina zađe između vodilica suporta ili između navojnih vretena, ti se dijelovi brzo oštete i istroše pa je rad na takvom stroju netočan. Ležaji na stroju smiju biti za vrijeme rada samo toliko topli da ih možete rukom dotaknuti. Voda para ili prašina ne smiju doći u elektromotor .

Ima li smetnji na elektromotoru i kvarova na električnim instalacijama stroj treba odmah zaustaviti i pozvati nastavnika.

Alatni staroj treba često čistiti. Stroj se na smije čistiti pomoću stlačenog zraka jer strugotina ili prašina mogu doći među dijelove koji se međusobno dodiruju i rade i tako ih oštetiti. Osobito je **važno da se i najmanji kvarovi prijave** i da se točno primjene upute zaštite na radu.

Čišćenje stroja za vrijeme pogona gruba je povreda propisa zaštite na radu.

Prije rada treba provjeriti jesu li predmet koji se obrađuje i alat dobro pričvršćeni.

Ne preopterećujte stroj, održavajte red na stroju i u alatnom ormaru!

Ne odstranjujte zaštitne poklopce sa stroja i nosite propisano radno odijelo, zakopčano na prsima, vratu i rukavima.

Opasnosti i zaštita na radu kod alatnih strojeva

-Tokarski stroj-

- opasnost od rotiranja predmeta obrade
- opasnost od strugotine
- opasnost od sudara suporta sa steznom glavom
- opasnost od odbacivanja
- opasnost od izbočina
- opasnost od rotiranja stezne glave
- opasnost od nehotičnog uključivanja glavnog vretena
- opasnost na mjestima gdje su moguća prignječenja
- opasnost od tokarskog noža i strugotine
- opasnost od ključam za steznu glavu
- opasnost od vučnog i navojnog vretena
- opasnost od neispravne elektroinstalacije

-Glodalica-

- opasnost od rotacije alata i radnog vretena
- opasnost od pucanja alata
- opasnost od nepravilnog stezanja predmeta obrade
- opasnost od prijenosa
- opasnost od sudara radnog stola(predmeta obrade) i glodala
- opasnost od zakrćenja radnog mjesta
- opasnost od prljavog, masnog ili mokrog poda
- opasnost od letećih čestica strugotine
- opasnost od neispravne elektroinstalacije
- opasnost od naginjanja nad strojem u radu

-Brusilica-

- opasnost od letećih čestica otkrnutih od obrađivanog predmeta ili brusne ploče
- opasnost od sitne prašine
- opasnost od rasprsnuća brusne ploče
- opasnost od dodira sa rotirajućom brusnom pločom
- opasnost od zaglavljivanja predmeta obrade između brusne ploče i oslonca
- opasnost od pretjerane sile prilikom brušenja
- opasnost od neispravne elektroinstalacije

-Bušilica-

- opasnost od rotacije radnog vretena, stezne glave , svrdla i strugotine
- opasnost od strugotine- oštra i vruća
- opasnost od zakretanja i izljetanja predmeta obrade
- opasnost od pucanja svrdla
- opasnost od neispravne elektroinstalacije

-Tračna pila-

- opasnost od ozljeda zahvaćanjem lista pile
- opasnost od prignječenja ispod okvira lista pile
- opasnost od iskakanja predmeta obrade
- opasnost od napuknutog ili labavog lista pile
- opasnost od naginjanja nad strojem u radu
- opasnost od preopterećenja lista pile
- opasnost od zakrćenja radnog mjesta
- opasnost od prljavog, masnog ili mokrog poda
- opasnost od neispravne elektroinstalacije

Univerzalni tokarski stroj

Tokarenje je postupak strojne obrade skidanjem strugotine koji se koristi pri obradi predmeta kružnog oblika. Predmet koji tokarimo se okreće (glavno gibanje) a noževi idu prema predmetu i skidaju strugotinu, tj. vrše obradu(pripremno i dostavno gibanje)

Prema vrsti radova na tokarskom se stroju vrši : **uzdužno,poprečno** ili plansko tokarenje,nadalje nutarnje tokarenje,tokarenje konusa,kugle i nepravilnih oblika,profilno tokarenje,odrezivanje i rezanje navoja

Univerzalni tokarski stroj sastoji se od sljedećeg:

- postolje tokarskog stroja(1)**-nosi sve dijelove stroja i daje mu potrebnu stabilnost
- elektromotor(2)**-pogonski motor stroja
- kućište s prijenosom za glavno gibanje(3)**-omogućava izbor brojeva okretaja radnog vretena
- kućište s prijenosom za pomoćno gibanje(4)**-prenosi gibanje preko navojnog i poteznog vretena na suport.
- navojno vreteno(5)**-služi za vođenje noža pri izradi navoja
- potezno ili vučno vreteno(6)**-služi za automatsko tokarenje(uzdužno i poprečno)
- vreteno za uključivanje i isključivanje stroja(7)** i promjenu smjera gibanja
- stezna glava(8)**-služi za pritezanje predmeta obrade
- suport:-**uzdužni suport(9)**; **poprečni suport(10)**; **okretni suport(11)**; **nosač alata(12)** i **držač noža(13)**
- konjić(14)**-služi za pridržavanje predmeta obrade i svrdla kojim se vrši bušenje te za tokarenje malih i dugačkih konusa
- klizne staze(15)**-služe za vođenje i kretanje suporta i konjića
- zubna letva(16)**-služi za ručno pomicanje suporta
- posuda za skupljanje strugotine(**17**)
- uređaj za hlađenje (**18**)

Kao pomoćna sredstva za rad služe nam **šiljci, kruta(23)** i **pomična lineta(24)**. One nam služe za pritezanje dugih predmeta. **Čeljusna glava(25)** i **planska ploča(26)** služe za pritezanje nesimetričnih predmeta obrade. Predmete obrade možemo pričvrstiti **s tri(27) (okrugle i šesterokutne profile)** ili sa **četiri čeljusti(28) (kvadratne i osmerokutne profile)**. **Muške(manji promjer)** i **ženske(veći promjer)** čeljusti koristimo ovisno o načinu obrade i predmetu obrade. **Redukcijske čahure** nam služe za prihvat svrdala i **šiljaka** raznih veličina u konjić.

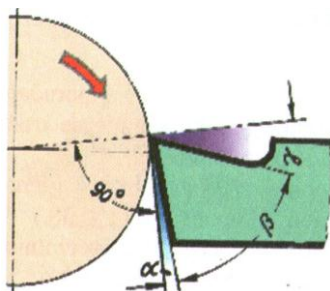
- svijetlo (19)
- digitalno očitavanje(20)
- zaštitni poklopac stezne glave(21)
- stop tipka(gljiva)(22)
- kruta lineta(23)
- pomična lineta(24)



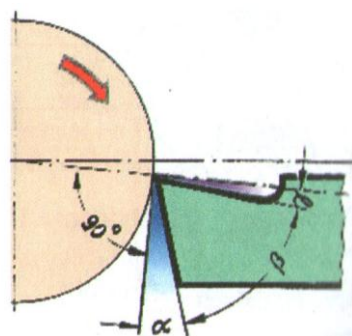
Pritezanje i centriranje tokarskog noža

Uvjet dobre obrade je da je tokarski nož pritegnut točno u os vrtnje.

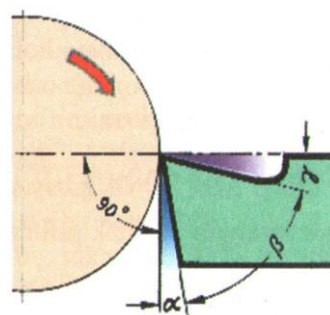
Ukoliko je oštrica **iznad osi vrtnje** (središta), velika je dodirna površina noža i predmeta obrade što ima za posljedicu: trenje, povišenju temperaturu i **brzo tupljenje oštrice noža**. Sama površina predmeta obrade je loša, svijetla i zaglađena. Prilikom poprečnog tokarenja u središtu ostaje izdanak kojeg nož ne može skinuti.



Kad je oštrica noža **ispod osi vrtnje** (središta), za posljedicu imamo vibraciju, pa je obrađena površina gruba i hrapava, zagasito sive boje a **oštrica puca**. Ukoliko je suviše tanak predmet obrade, može doći do naskakanja predmeta obrade, što može izazvati lom noža ili predmeta obrade. Prilikom poprečnog tokarenja u središtu ostaje izdanak kojeg nož ne može skinuti.



Kad je oštrica noža **u središtu** okretanja imamo najbolju obradu i **najduži vijek trajanja oštrice**.



Vrste tokarskih noževa prema materijalu oštrice

1. Alatni čelik (250-350°C)
2. Brzorezni čelik (670°C)
3. Tvrde slitine (900-1100°C)
4. Rezna keramika(1250°C)
5. Specijalni materijali (1800°C)

1. Alatni čelik(ugljični i legirani) – materijal je čelik sa visokim postotkom ugljika, zakaljene oštrice i kao takav može izdržati temperature od 250-350°C i brzine rezanja od 25-40m/min.
2. Brzorezni čelik – najčešće se upotrebljava visokolegirani brzorezni čelici sa kromom, kobaltom i vanadijem. Oštrica može izdržati temperature do 670°C i brzine rezanja do 80 m/min.
3. Tvrde slitine – sinterizirani karbidi koji su spečeni pod visokim tlakom. Oštrica može izdržati temperaturu do 1100°C i brzine rezanja do 500m/min. Pločice mogu biti tvrdo zalemljene ili mehanički učvršćene na držače.
4. Rezna keramika . Pločice su mehanički učvršćene na držače.
5. Specijalni materijali – noževi od umjetnog dijamanta i drugi.

Vrste tokarskih noževa prema radnim operacijama

- Noževi za uzdužno tokarenje(vanjsko i unutarnje)
- Noževi za poprečno ili čeono tokarenje(vanjsko i unutarnje)
- Noževi za profilno tokarenje-oblikovanje(vanjsko i unutarnje)
- Noževi za odrezivanje i usijecanje
- Noževi za izradu navoja(vanjski i unutarnji)

Geometrijski oblik oštrice alata

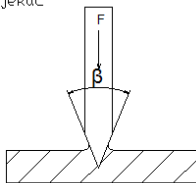
Obrada metala skidanjem strugotine dijeli se na ručnu i strojnu. Za ručno skidanje strugotine upotrebljavaju se razni alati npr. sjekači, pile, turpije, škare itd.

Za strojno skidanje strugotine koristimo tokarske noževe, noževe za blanjanje, glodala, svrdla, nareznice itd.

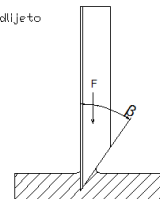
Oštrice svih vrsta alata za ručno i strojno skidanje strugotine imaju oblik klina.

Kut klina β (slika 1) ovisi o vrsti materijala koji se obrađuje.

Sl.1. Sjekač



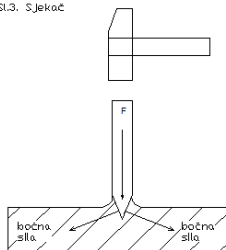
Sl.2. Ollje to



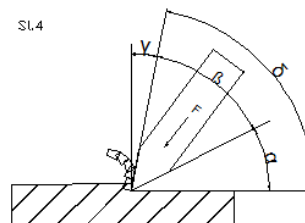
U načelu ti su kutovi manji za obradu mekših materijala npr. drvo (slika 2), jer veći kut daje pri sječenju i veći otpor, prodiranje je teže pa je zato potrebna veća sila tj. jači udarac čekićem.

Kad se udara čekićem po sjekaču (klinu) sila udarca rastavlja se u dvije komponente koje pritiskuju na stranice i rastavljaju materijal (slika3). O kutu oštrice sjekača (klina) β ovisi efikasnost sječenja. Kod istih jačina udarca dublje prodire onaj sjekač kojem je oštrica uža.

Sl.3. Sjekač



Sl.4



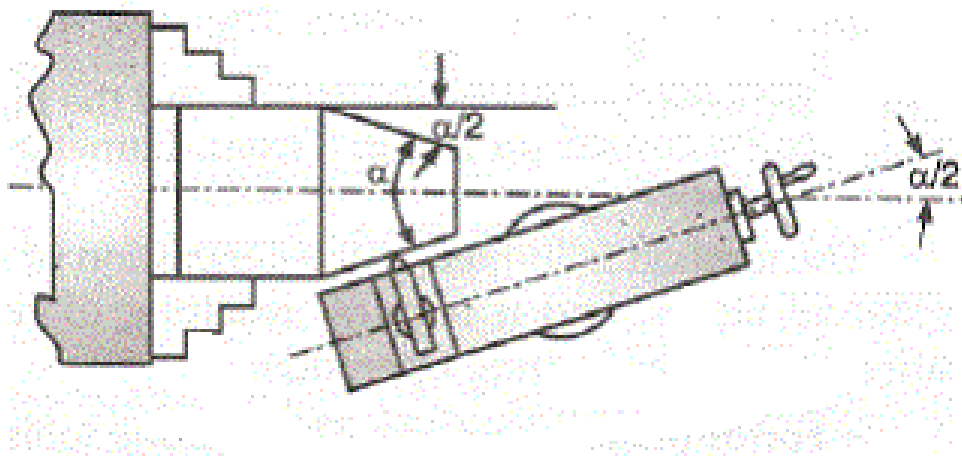
Kada sjekač nakosimo tada materijal više ne presjecamo nego skidamo strugotinu. (slika 4).

Kutovi koje sjekač pri tome zatvara jesu α , β , γ . Zbroj tih kutova uvijek je 90°

Tokarenje konusa na tokarskom stroju

1. tokarenje konusa zakretanjem suporta- kratki konusi
2. tokarenje konusa povodnim ravnalom- tanki konusi do 10°
3. tokarenje konusa pomicanjem šiljka konjića- dugi i blagi konusi

Tokarenje konusa zakretanjem suporta izvodi se najviše kod kratkih konusa, jer se pomak noža mora voditi rukom pa ne ostaje glatka površina. Okretni suport stroja može se okretati i na taj način namjestiti odgovarajući kut. Ako je kut nekog konusa 30° , onda zakrenemo okretni suport za polovinu od toga, dakle 15° .



Glodanje

Glodanje je nakon tokarenja najvažniji postupak obrade materijala skidanjem čestice. Tim postupkom možemo obraditi ravne plohe, prizmatične žljebove i utore, zupčanike, navoje itd.

Glodanje je postupak obrade skidanjem čestice kod kojeg alat obavlja glavno gibanje.

Posmično gibanje je uvijek pod nekim kutom u odnosu na os rotacije alata i obavlja ga ili obradak ili alat.

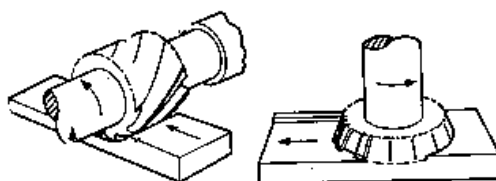
Postoje vodoravne i horizontalne glodalice što ovisi o radnom vretenu koje može biti vodoravno ili horizontalno. Univerzalna glodalica ima i jedno i drugo vreteno.

Gloda se alatima sa više jednakih oštrica ili sa sastavljenim alatima. Sve oštrice toga alata nisu istodobno u zahvatu. Zato je glodanje složenija operacija od tokarenja ili bušenja – zbog većeg broja oštrica alata i zbog promjenjivog presjeka strugotine koju skida pojedini zub za vrijeme obrade. Zubi glodala dolaze jedan za drugim u zahvat sa materijalom i za vrijeme zahvata jako se mijenja opterećenje zuba.

Prema kombinaciji glavnog i posmičnog gibanja glodanje se dijeli na:

(a) obodnoglodanje

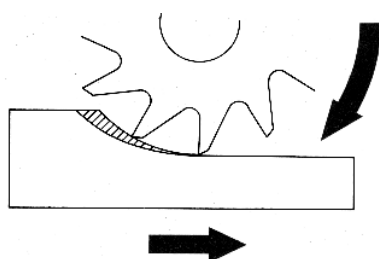
(b) Čeono glodanje



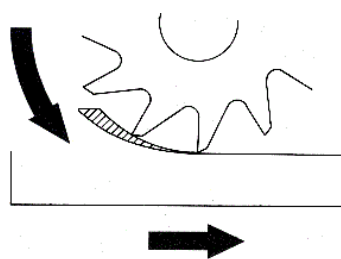
↖ ne treba crtati

a) **OBODNO GLODANJE** koje može biti:

Protusmjerno



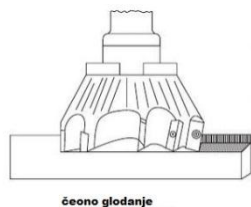
Istosmjerno



Protusmjerno gibanje-manje preporučljivo Oštrica prije zahvata klizi po obrađenoj površini što ostavlja valovite udubine. Glodalo nastoji predmet podignuti pa ga treba dobro učvrstiti. Oštrica zahvaća materijal postupno pa je opterećenje na oštricu u početku manje

Istosmjerno gibanje-povoljnije. Oštrica može imati veći grudni kut ,pa se može povećati brzina rezanja ili posmak što znači veći radni učinak. Oštrice odmah u početku zahvaćaju strugotinu s najvećim presjekom što je nedostatak

b) ČEONO GLODANJE



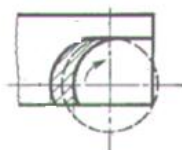
↖ ne treba crtati

Čeono glodanje skida čestice materijala zubima koji su smješteni na čelu glodala ili glave alata i može biti

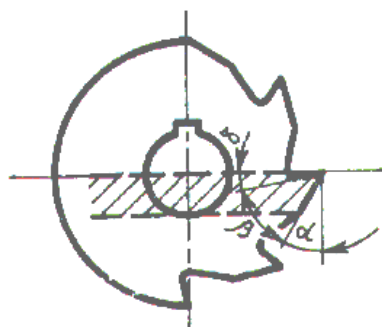
Simetrično



Nesimetrično



Glodalo –kutovi alata



Na slici se vidi usporedba između glodala i tokarskog noža .Proces rezanja glodalom ima velike sličnosti s rezanjem pomoću tokarskih noževa jer su im oštrice slične. Razlika je

samo u tome što je pri rezanju nožem jedna oštrica uvijek u zahvatu,a pri glodanju u zahvatu je više oštrica naizmjenično. Zbog tako raspoređenog zahvata opterećenje oštrice kod glodala je znatno manje .Na slici se vidi **leđni kut α ,grudni kut γ i kut klina β ,**

a svi zajedno kod oštrice glodala i oštrice noža čine 90°

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Vrste glodala

Glodala služe za raznoliku upotrebu, pa se i njihova podjela može napraviti na više načina .

Nama najinteresantniji je **prema obliku tijela** čime je najčešće definirana i njihova upotreba:

- valjkasta glodala
- valjkasta čeona glodala
- valjkasto glodalo za ozubljenje
- valjkasto glodalo za navoje
- pločasta (plosnata) glodala
- pilasta glodala
- profilna glodala
- modulna glodala
- glave za glodanje
- vretenasta glodala
- konusna glodala
- specijalna glodala

Sve vrste glodala se izrađuju za rezanje u lijevom ili desnom smjeru okretanja.

ne treba crtati ↓



valjkasto glodalo



valjkasto čeono glodalo



valjkasto glodalo za ozubljenje



pilasto glodalo



Valjkasto glodalo za navoje

- pločasta (plosnata) glodala

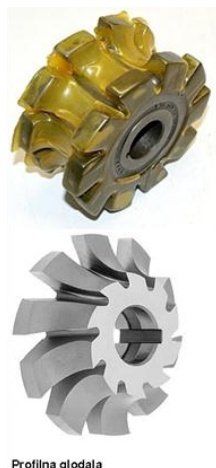


- pločasto glodalo s umetnutim zupcima

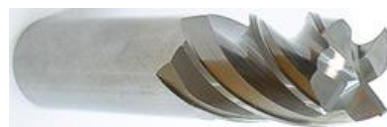




glave za glodanje



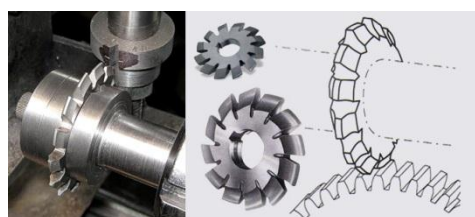
Profilna glodala



vretenasto(prstasto)glodalo



specijalna glodala



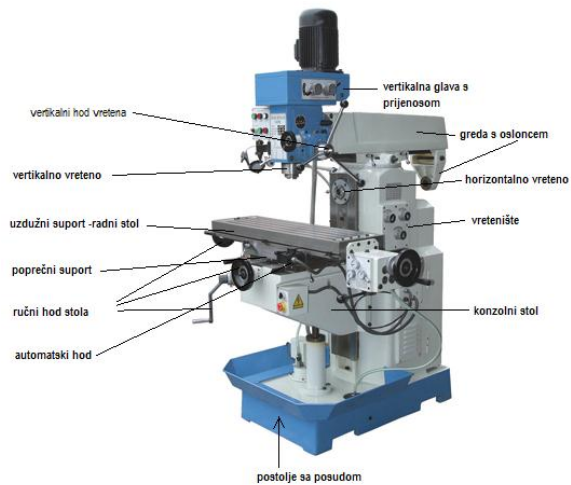
modulna glodala



glodala u radu

↗ ne treba crtati

Glodalica-glavni dijelovi



↖ ne treba crtati

1. postolje s posudom za strugotinu
2. vretenišče s prijenosom za horizontalno vreteno
3. vertikalna glava s prijenosom za vertikalno vreteno
4. greda s pomočnim osloncem
5. vertikalno radno vreteno
6. horizontalno radno vreteno
7. konzolni stol
8. poprečni suport
9. uzdužni suport-radni stol
10. upravljačka ploča sa digitalnim očitanjem
11. ručke za ručni hod stola
12. ručke za automatski hod stola

a)

b)

c)

d)

-pribor za rad sa glodalicom:

a-diobena glava

b-stezna glava

c-strojni škripac

d-konjič sa šiljcima

e-okretni stol

f-stezne čahure

g-trnovi



e)

f)

g)

↖ ne treba crtati

Brušenje

Tek nakon nekog razvitka serijske i automatske proizvodnje i traženja sve užih mjernih tolerancija počele su se u tvornicama pored tokarenja osnovati i brusionice.

Najprije se brušenje uvelo radi ubrzanja rada pri ručnoj obradi, npr: pri čišćenju odljevaka u ljevaonicama, da bi se zamjenila turpija i sječenje. Osim toga dragocjene usluge pruža brušenje pri montažnim radovima s pomoću ručnih električnih brusilica.

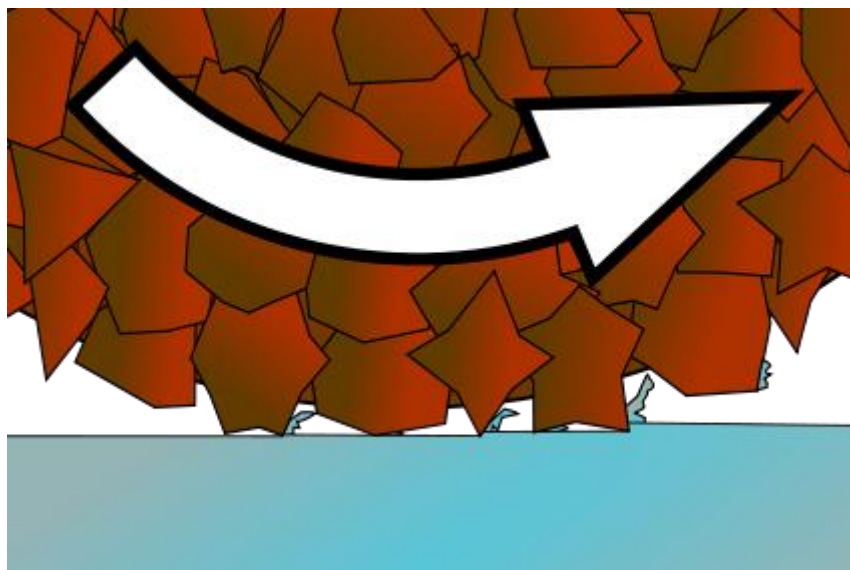
Tehnologija obrade metala znatno se izmjenila i unaprijedila, a najveći napredak opaža se kod tehnologije brušenja, koja potiskuje klasične načine obrade. Taj napredak očituje se u tome što se brušenjem metali obrađuju brže, točnije i jeftinije nego drugim sredstvima. Obrada kaljenog čelika, koja se sve više zahtijeva gotovo je jedino moguća pomoću brušenja.

Već smo se pri strojnoj obradi upoznali s alatom koji ima geometrijski određene oštrice. Pri obradi metala brušenjem služimo se brusnim sredstvima kojima geometrijski oblik nije određen.

Brušenjem se skida fini sloj strugotine pa su sile koje tu nastaju dosta male, te se broj okretaja vretena i pomak stola mogu uzeti znatno veći nego pri tokarenju i glodanju. Zrnca brusne ploče su međusobno povezane veznim sredstvom. Svaka pojedino zrnce djeluje kao oštrica.

Brusna ploča okreće se i skida mnogo sitnih cestica s alata i materijala koji se brusi. S vremenom kad se zrnca istope i sila trenja navlada silu koja veže brusna zrnca, brusna zrnca ispadaju sama iz brusne ploče. Tada se oslobađaju novi slojevi oštih brusnih zrnaca, pa se na taj način brusne ploče same bruse.

Često zbog istrošenosti brusne ploče gube pravilan oblik, pa je točnost brušenja otežana. Takve brusne ploče treba izravnati pomoću dijamanta ili valovitih čeličnih kotačića. Za vrijeme ravnjanja brusne ploče radnik mora obavezno nositi zaštitne naočale, brusna podloga mora biti što bliže brusnoj ploči, a zaštitni lim pravilno postavljen.



Alati za brušenje imaju razne oblike i dimenzije i razlikuju se prema veličini zrnaca, tvrdoći veziva i poroznosti.

Tvrdoća brusne ploče ovisi o sredstvu za vezanje brusnih zrnaca pa tako imamo tvrde i mekane brusne ploče. Tvrde brusne ploče imaju čvršće vezivo, stupanj tvrdoće označuje se slovima. Istrošena brusna zrnca teže se oslobađaju, pa se zbog toga upotrebljavaju:

1. Mekane brusne ploče za tvrde metale.

2. Tvrde brusne ploče za mekane metale.

Veća dodirna površina utječe na trošenje zrnaca pa se za ravna i unutrašnja brušenja uzimaju mekše brusne ploče, a za vanjska, okrugla tvrde.