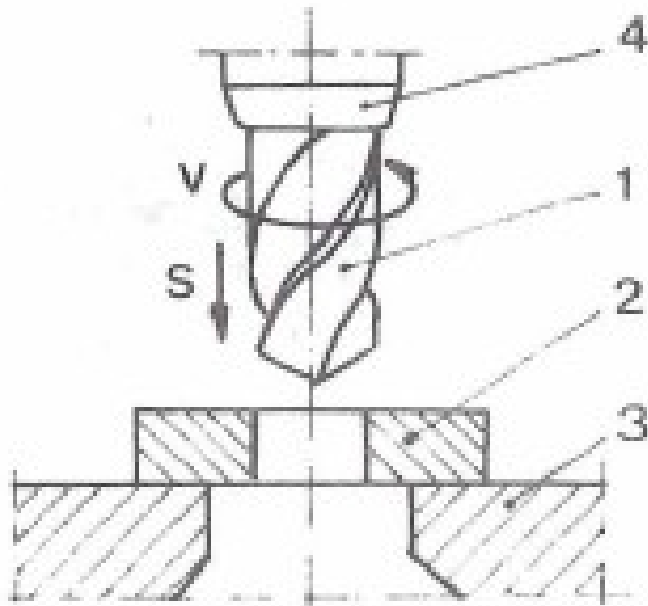


BUŠENJE

Bušenje je postupak izrade i obrade otvora i rupa.

Glavno obrtno i pomoćno pravolinijsko kretanje izvodi alat. Glavno kretanje je definisano brzinom rezanja ($V, m/min$) ili brojem obrta ($n, o/min$), a pomoćno korakom ($S, mm/o$ – aksijalnim pomeranjem alata za jedan obrt alata) ili brzinom pomoćnog kretanja ($V_p = n \cdot S, mm/min$).

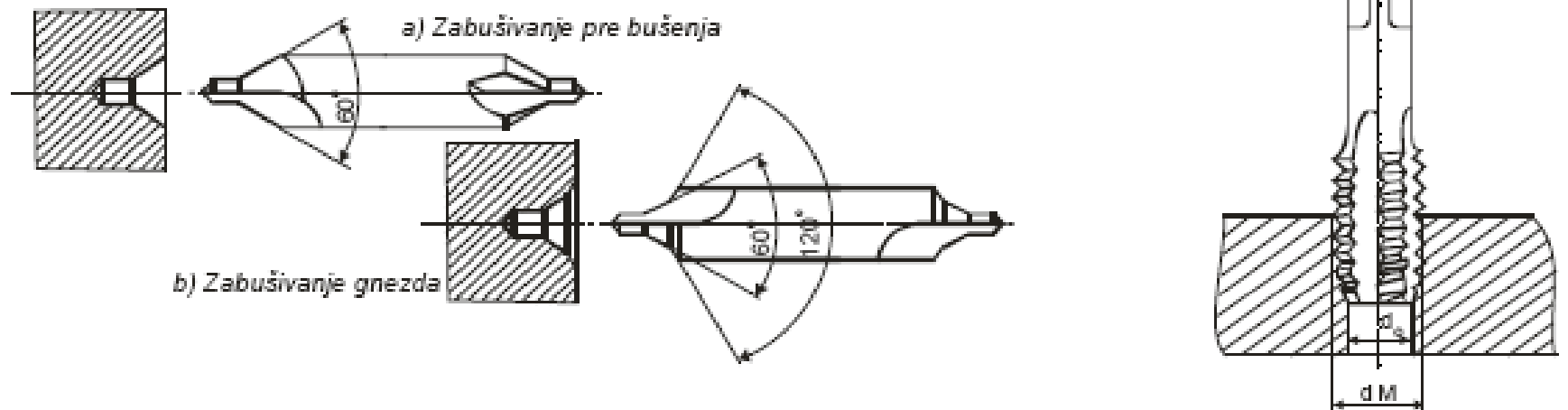
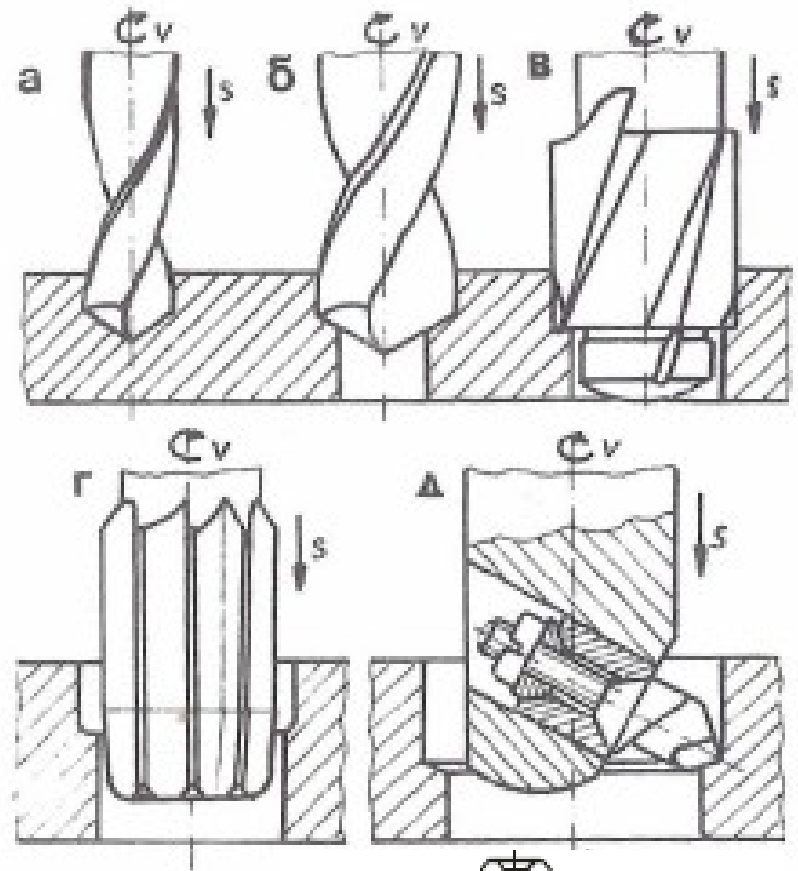


Osnovne operacije obrade na bušilici su:

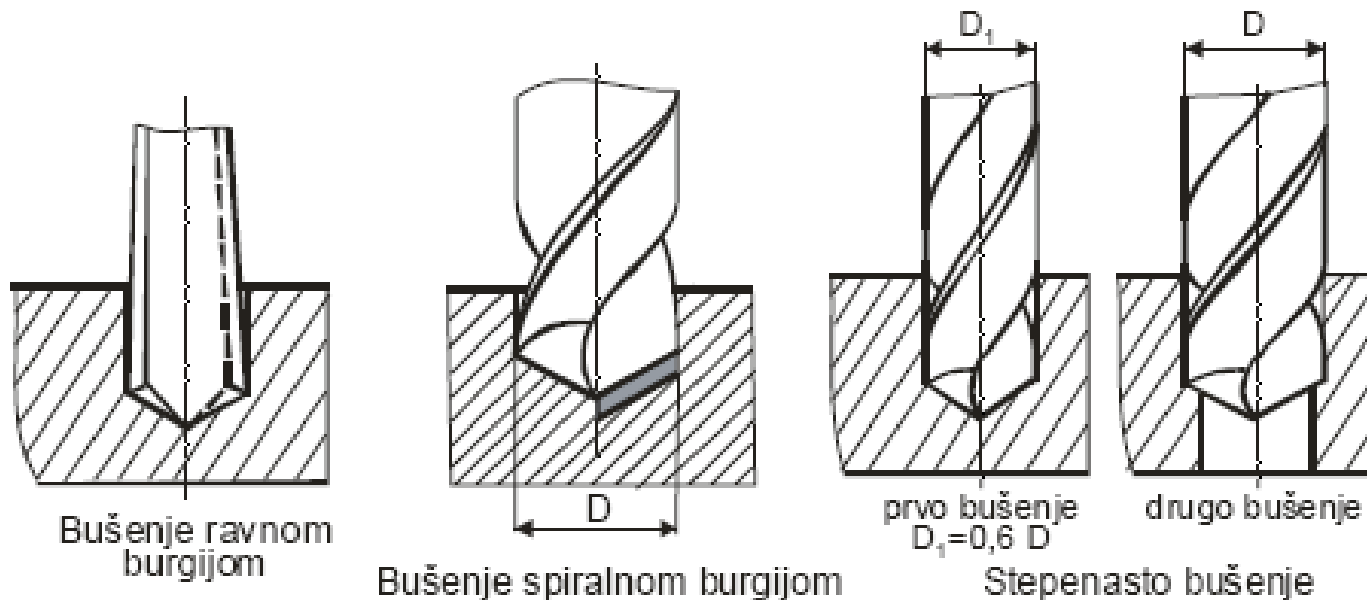
- bušenje – a, б
- upuštanje - в
- razvrtanje - г i
- proširivanje - д.

Pored osnovnih operacija, bušenjem se mogu realizovati i druge operacije izrade i obrade otvora i rupa, kao što su:

- zabušivanje,
- bušenje dubokih otvora (duboko bušenje) i
- izrada navoja.

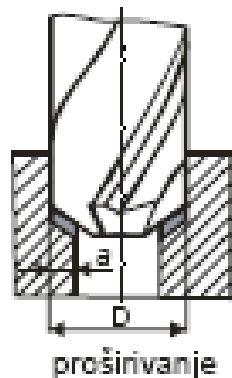


Bušenje otvora i rupa se izvodi u punom materijalu jednim alatom ili, kod većih prečnika, stepenasto u nekoliko faza, burgijama različitog prečnika.

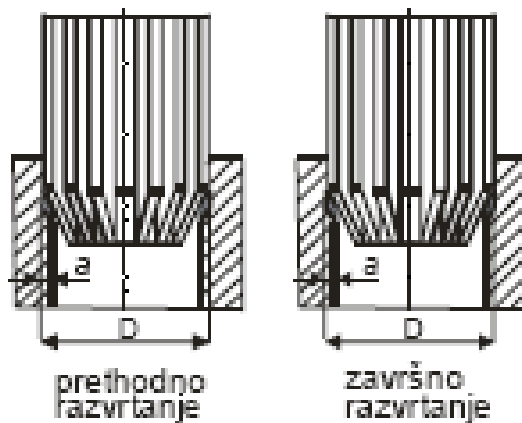


Bušenje otvora spiralnim burgijama je efikasno kod otvora manje dubine (odnosa dubine i prečnika otvora $l/D \leq 5$). Za otvore veće dubine primenjuje se postupak **dubokog bušenja**, korišćenjem burgija za duboko bušenje (topovske burgije).

Proširivanje je operacija kojom se vrši obrada već postojećeg otvora i obezbeđuje se postizanje njegovih zadatih dimenzija.

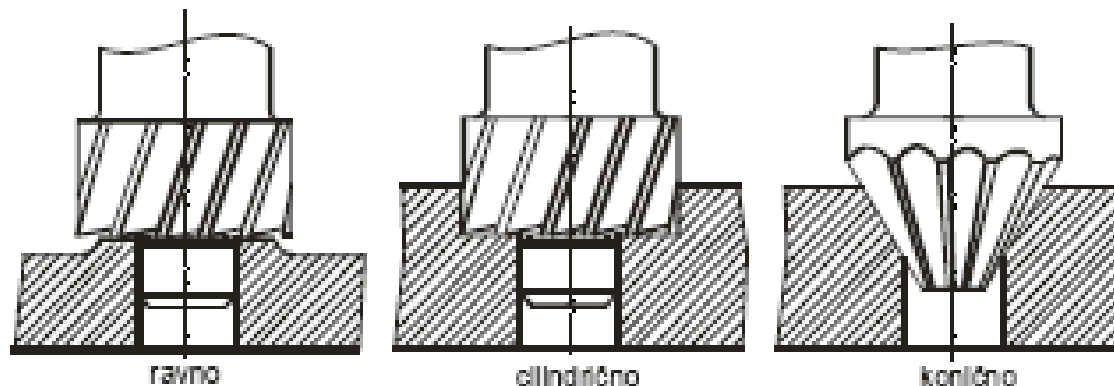


Razvrtanje je završna obrada bušenjem, kojom se postojeći otvor dovodi do konačnih dimenzija i propisanog kvaliteta površina.



Upuštanjem se izvodi obrada krajeva otvora.

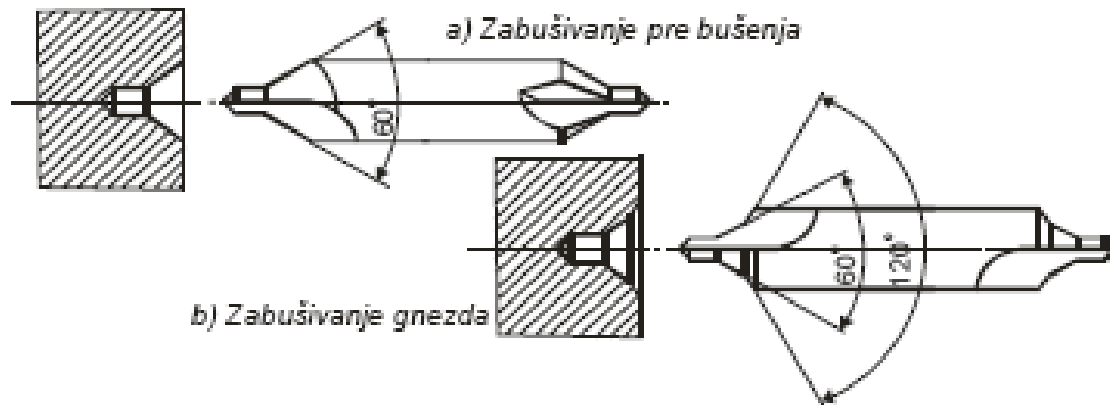
Sve operacije upuštanja imaju za cilj obezbeđenje pravilnog naleganja vijaka različitog tipa (poravnavanje čeone površine i upuštanje glave vijaka). Ravno upuštanje se primenjuje za obradu čeone površine otvora kroz koji prolazi vijak sa ravnim sedištem (šestougaone glave i sl.), cilindrično za imbus vijak, a konično za vijak sa konusnom glavom.



Zabušivanje pre bušenja otvora ili gnezda za centriranje se koristi pre bušenja ili pre obrade osovina i vratila.

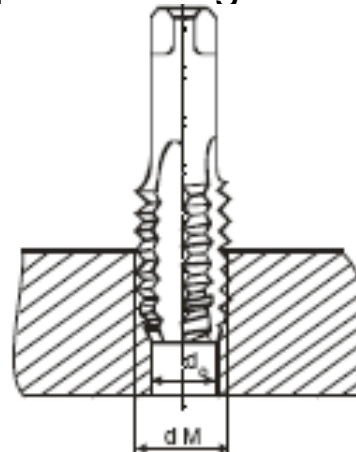
Zabušivanje pre bušenja obezbeđuje centriranje i pravilno vođenje spiralne burgije. Izvodi se zabušivačima sa jednostrukim konusom.

Zabušivanje gnezda za centriranje, na vratilima i osovinama, obezbeđuje pravilno centriranje i stezanje osovina i vratila u obradi struganjem i brušenjem.



Izrada unutrašnjeg navoja se ostvaruje korišćenjem jednostrukih ureznika.

Pre izrade navoja buši se otvor čiji prečnik odgovara unutrašnjem prečniku navoja.



ALATI U OBRADI BUŠENJEM

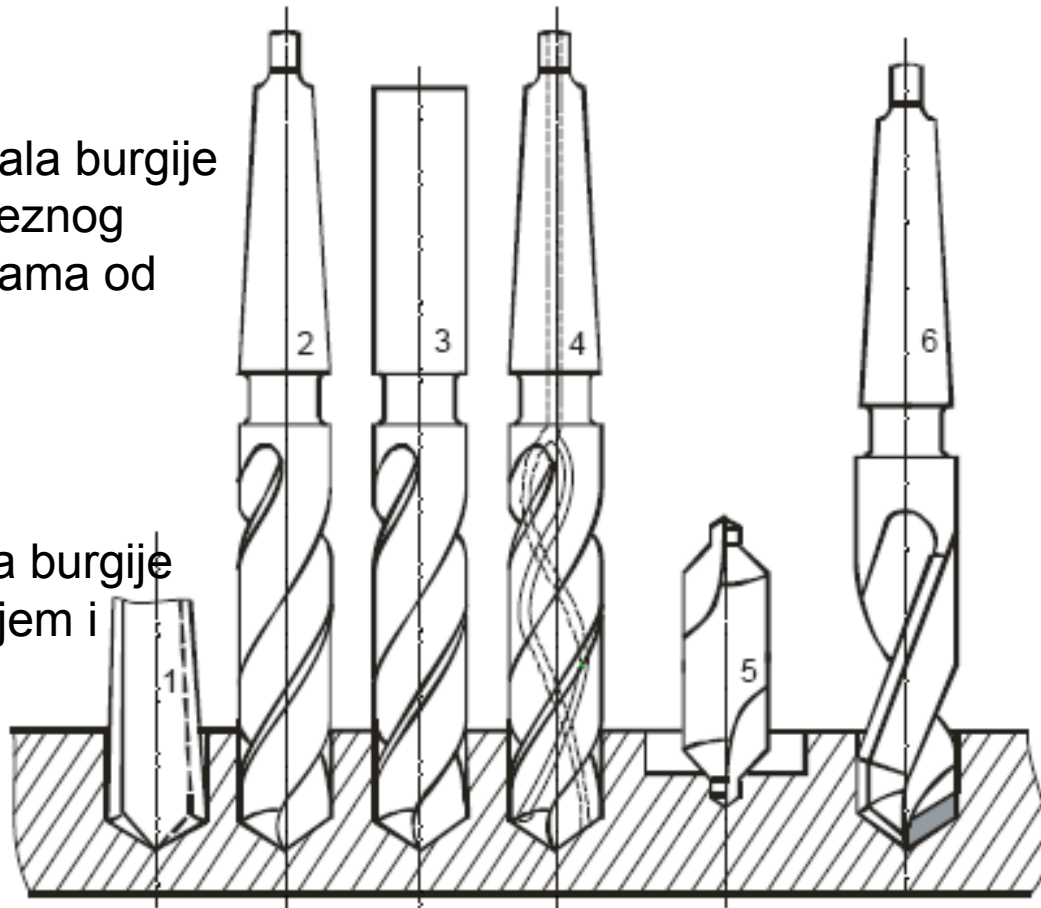
Za bušenje otvora i rupa koriste se **burgije, zabušivači i burgije za duboko bušenje.**

Prema obliku dele se na ravne i spiralne (sa cilindričnom i koničnom drškom), specijalne i sl.

Prema vrsti alatnog materijala burgije se dele na burgije od brzoreznog čelika i na burgije sa pločicama od tvrdog metala.

Alati za bušenje

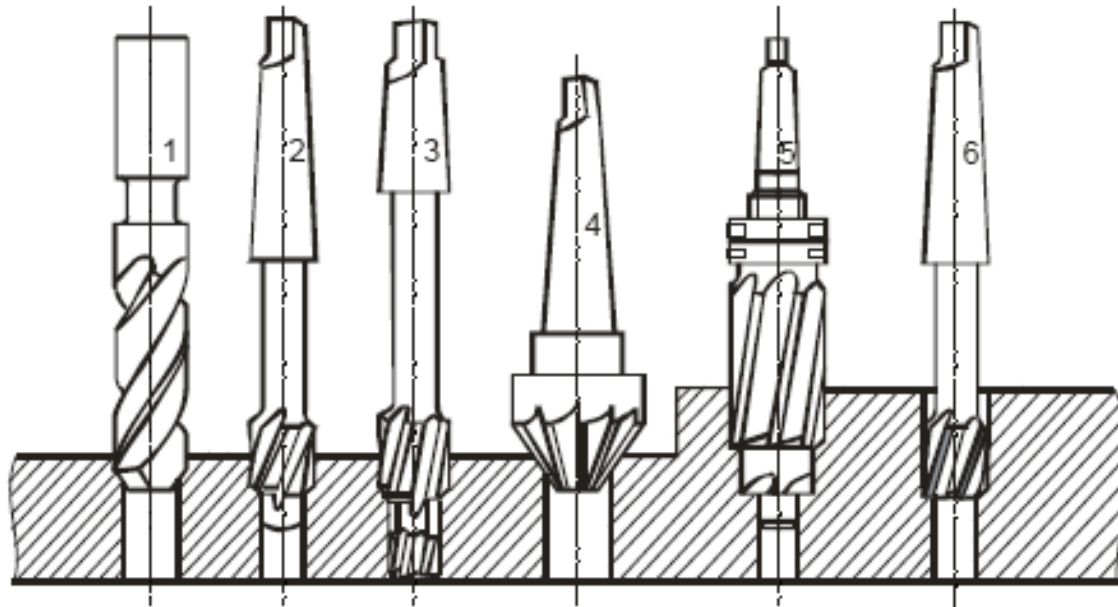
Prema postupku izrade - na burgije izrađene glodanjem, valjanjem i brušenjem.



1-ravna burgija; 2-spiralna burgija sa koničnom drškom; 3-spiralna burgija sa cilindričnom drškom; 4-specijalna spiralna burgija za dovod SHP; 5-zabušivač; 6-spiralna burgija sa pločicom od tvrdog metala

Za proširivanje i upuštanje otvora koriste se proširivači i upuštači.

Prema obliku razvrstavaju se na: spiralne proširivače sa cilindričnom i koničnom drškom, vratne, sa vođicama, nasadne, sa pločicom od tvrdog metala, specijalne i sl. odnosno cilindrične, konične, specijalne upuštače itd.



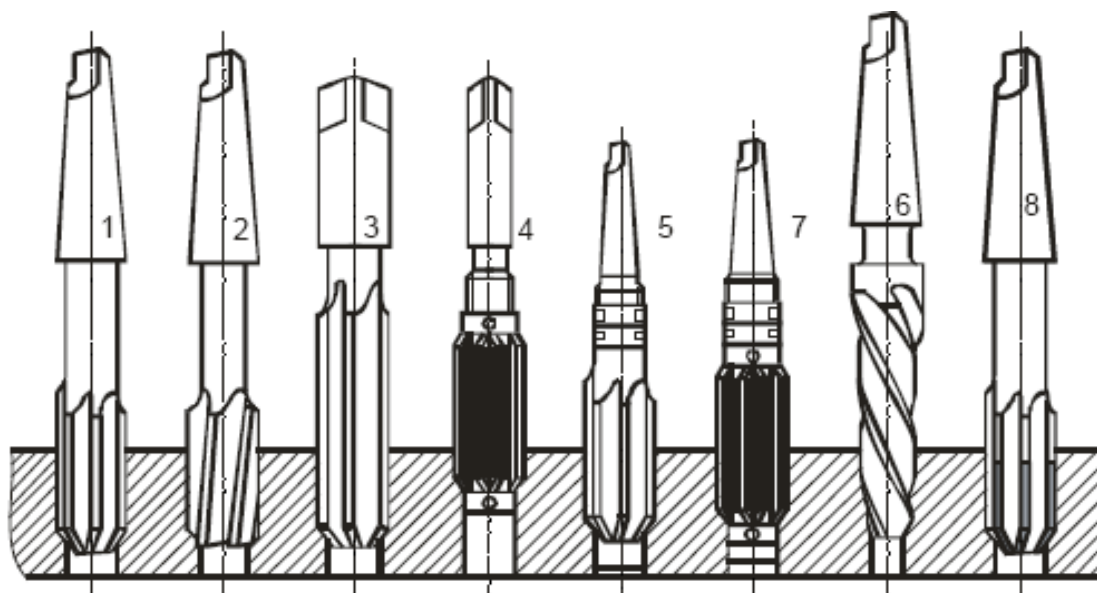
1- sa cilindričnom drškom; 2- sa koničnom drškom; 3-vratni proširivači; 4-konični upuštač; 5-nasadni proširivač; 6-proširivač sa pločicom od tvrdog metala
Alati za proširivanje i upuštanje otvora

Razvrtači se dele na ručne i mašinske.

Prema konstrukciji dele se na podešljive i nepodešljive.

Prema vrsti alatnog materijala dele se na razvrtače od brzoreznog čelika i sa pločicama od tvrdog metala.

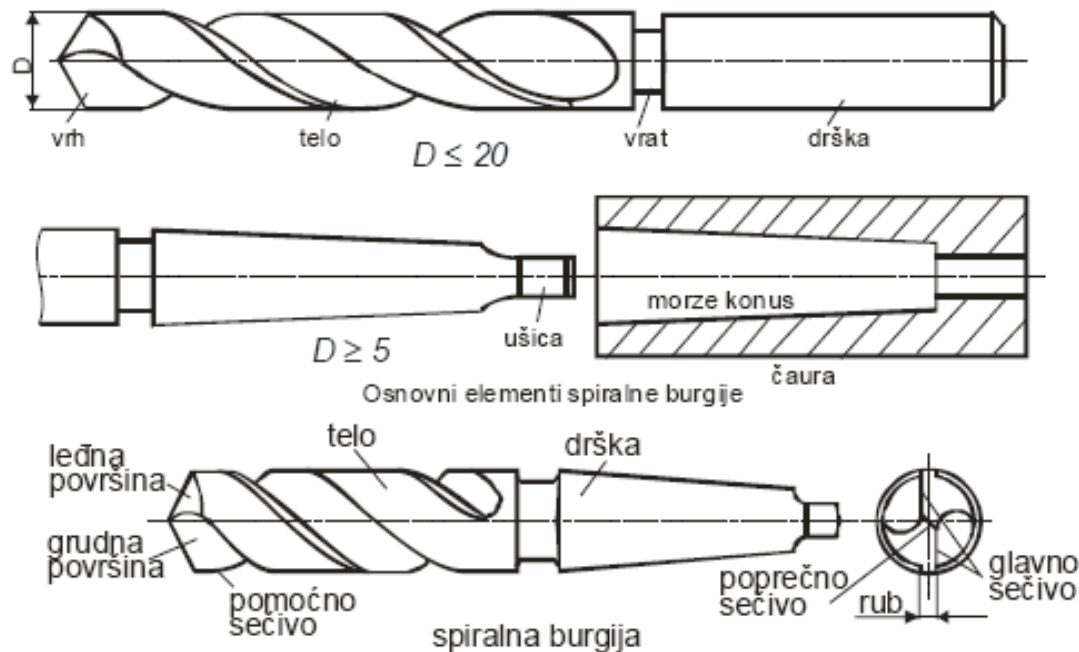
Prema obliku dele se na cilindrične i konične.



1-razvrtač sa koničnom drškom; 2-razvrtač sa zavojnim zubima; 3-ručni razvrtač;
4-ručni podešljivi razvrtači; 5 i 7-nasadni razvrtači; 6-konični razvrtač; 8-razvrtač sa
pločicom od tvrdog metala

Alati za razvrtanje

Svi alati za obradu otvora sastoje se od **držke, vrata, tela i vrha**. **Drška** obezbeđuje pozicioniranje, centriranje i stezanje burgije. Može biti cilindrična (za burgije prečnika do 20 mm) ili konična (za burgije prečnika preko 5 mm). **Vrat** se koristi za upisivanje osnovnih karakteristika burgije (materijal i prečnik). **Telo** čini cilindrični deo, koji odgovara nominalnom prečniku burgije. Na telu se nalaze dva naspramna zavojna žljeba za odvođenje strugotine. **Vrh burgije** se formira pomoću dva konusa brušenjem na specijalnom uređaju za oštrenje burgija. Na reznom vrhu se uočavaju **dve grudne i dve leđne površine**.



Osnovni konstruktivni elementi

REŽIM OBRADE U OBRADI BUŠENJEM

Režim obrade u obradi bušenjem je određen **brzinom rezanja V** , odnosno **brojem obrtaja alata n** i **korakom S** - pomeranjem alata za jedan obrt alata, a ređe i **brzinom pomoćnog kretanja V_p** .

Preporučena vrednost koraka bira se u zavisnosti od prečnika burgije, materijala predmeta obrade i alata i drugih parametara, na osnovu preporuka proizvođača alata za bušenje ili iz drugih literaturnih izvora (priručnici, fabrički normativi i sl.).

Provera koraka se izvodi obzirom na:

- ◆ *otpornost spiralne burgije,*
- ◆ *mogućnost odvođenja strugotine i*
- ◆ *vrednost kinematskog leđnog ugla.*

Pod **brzinom rezanja** u obradi bušenjem podrazumeva se obimna brzina alata na spoljašnjem prečniku. Izbor brzine rezanja se vrši na bazi:

- preporuka ili proračunom.*

Proračun (provera) brzine rezanja se izvodi s obzirom na iskorišćenje:

- postojanosti alata i snage mašine.*

MAŠINE U OBRADI BUŠENJEM

Prema položaju glavnog vretena bušilice se dele na:

- ***horizontalne i***
- ***vertikalne bušilice.***

Prema broju glavnih vretena bušilice se dele na:

- ***jednovretene i***
- ***više vretene bušilice.***

Jednovretene bušilice

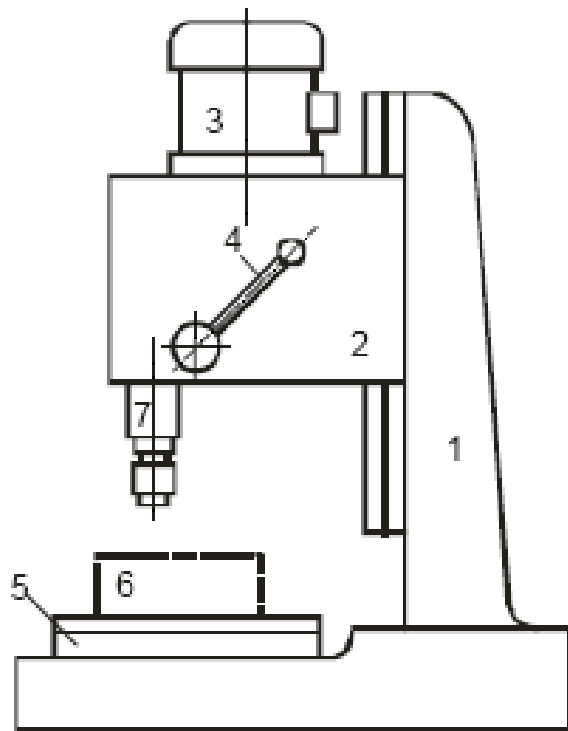
Jednovretene bušilice su namenjene pojedinačnoj i serijskoj proizvodnji.

Ovoj grupi bušilica pripadaju:

- ***stone,***
- ***stubne,***
- ***radijalne,***
- ***univerzalne radijalne i***
- ***koordinatne bušilice.***

Stona bušilica

se sastoji od nosećeg stuba, konzole sa pogonskim agregatom (ektromotor i prenosnik za glavno kretanje) i radnog stola. Ručicom se ostvaruje ručno aksijalno pomoćno pravolinijsko kretanje radnog vretena sa reznim alatom. Predmet obrade se postavlja na radni sto bušilice.

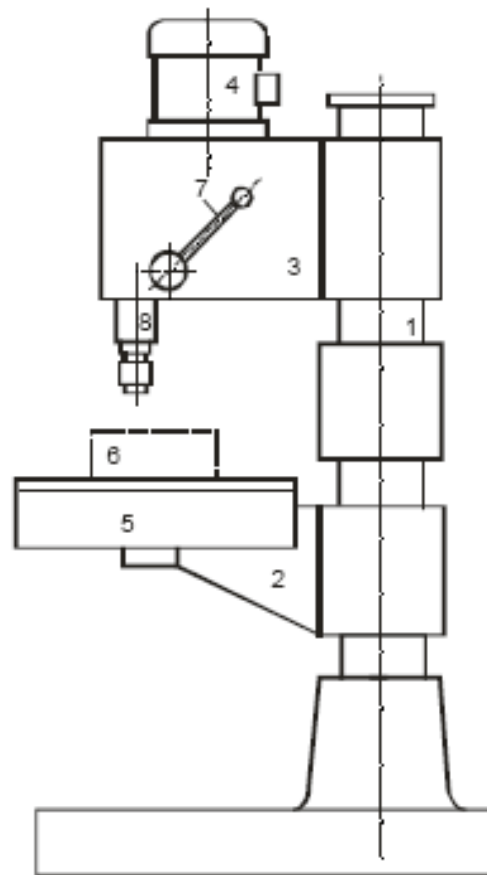


- 1- noseći stub
- 2- konzola
- 3- elektromotor
- 4- ručica
- 5- radni sto
- 6- predmet obrade
- 7- radno vreteno

Šema stone bušilice

Stubna bušilica

je bušilica kod koje se na nosećem stubu nalaze konzola radnog stola i konzola pogonskog agregata, sastavljenog od elektromotora i prenosioca za glavno i pomoćno kretanje. Posredstvom ručice se obezbeđuje automatsko ili ručno pravolinijsko pomoćno kretanje radnog vretena sa alatom. Radni predmet se postavlja na radni sto mašine.

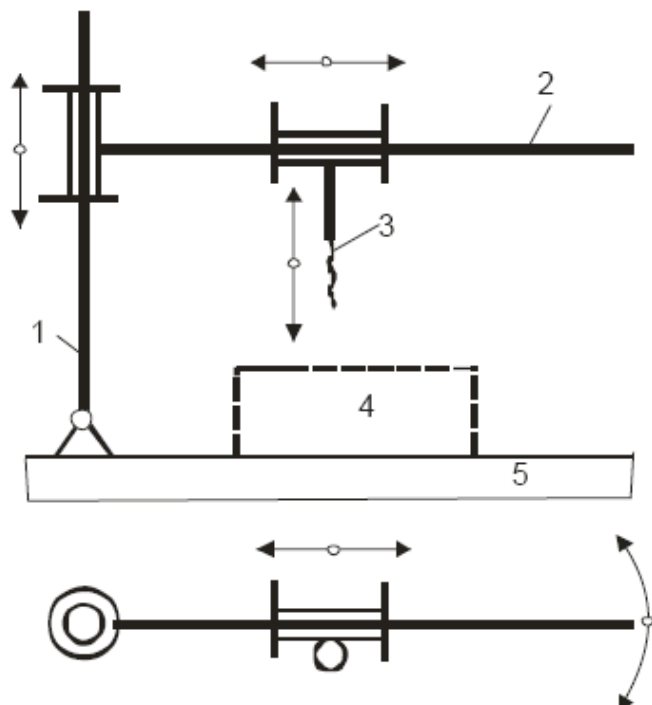


- 1- noseći stub
- 2- konzola radnog stola
- 3- konzola pogonskog agregata
- 4- elektromotor
- 5- radni sto
- 6- radni predmet
- 7- ručica
- 8- radno vreteno sa alatom

Šema stubne bušilice

Radijalna bušilica

se sastoji od nosećeg stuba na kome se nalazi verikalno pomerljiva konzola sa pogonskim agregatom (elektromotorom, prenosnicima za glavno i pomoćno kretanje i radnim vretenom). Bušilica obezbeđuje zakretanje konzole u horizontalnoj ravni, vertikalno pomeranje konzole duž nosećeg stuba i horizontalno pomeranje pogonskog agregata duž konzole, čime je obezbeđeno dovođenje alata u radnu poziciju pri bušenju predmeta obrade postavljenog na radni sto mašine. To je posebno značajno kod bušenja predmeta većih gabarita.

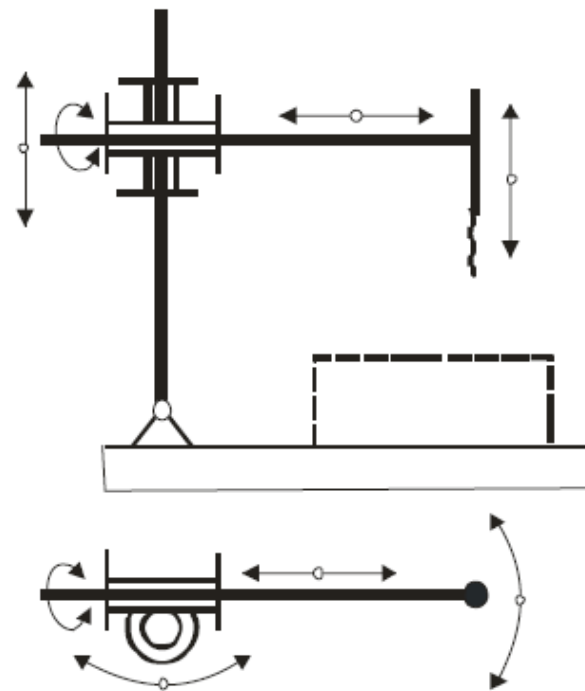


- 1- noseći stub
- 2- vertikalno pomerljiva konzola sa pogonskim agregatom
- 3- radno vreteno
- 4- predmet obrade
- 5- radni sto mašine

Radijalna bušilica

Univerzalna radijalna bušilica

je slična radijalnoj bušilici, s tom razlikom što obezbeđuje i zakretanje konzole oko svoje ose, čime je obezbeđeno bušenje otvora pod uglom.



Univerzalna radijalna bušilica

Koordinatna bušilica

obezbeđuje bušenje odnosno obradu prema zadatim koordinatama centra otvora, u skladu sa programom utvrđenim koordinatama. Zahteva posebne uslove, u pogledu mikroklima, i obezbeđuje visok kvalitet obrade.

Viševretene bušilice

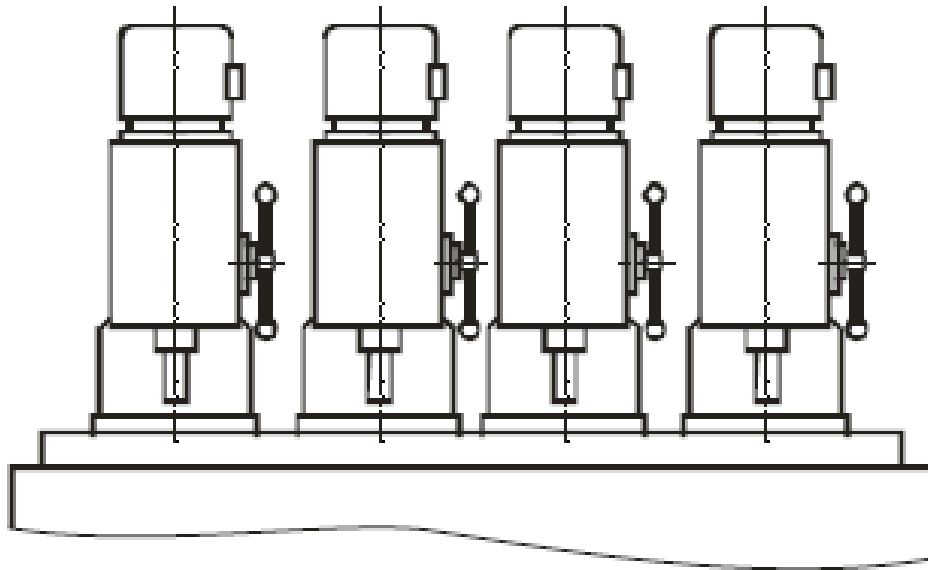
Viševretene bušilice su namenjene masovnoj proizvodnji.

To su:

- ***redne,***
- ***bušilice sa viševretenom glavom i***
- ***viševretene bušilice.***

Redne bušilice

su bušilice sa većim brojem radnih jedinica (pozicija) za istovremenu obradu, u skladu sa tehnološkim postupkom izrade i obrade otvora (na primer, na prvoj bušenje otvora, drugoj proširivanje, trećoj razvrtanje, četvrtoj izrada navoja itd.).



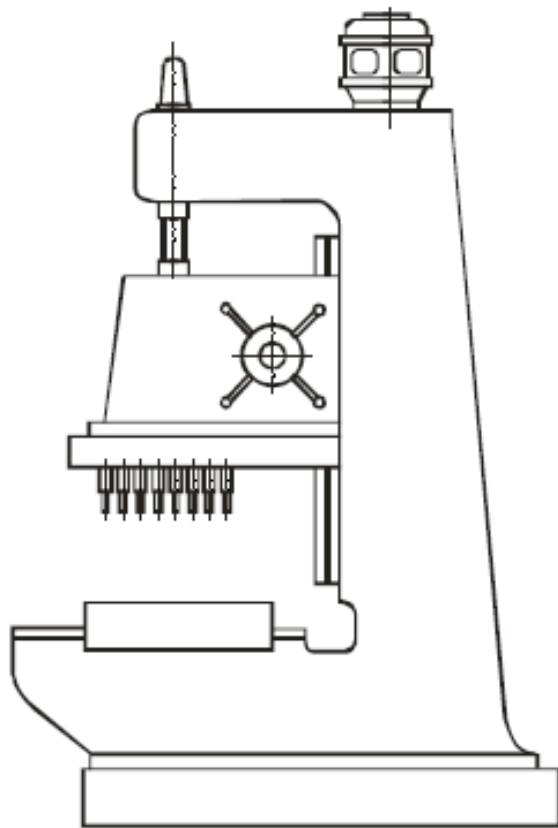
Šematski prikaz redne bušilice

Bušilice sa viševretenom glavom

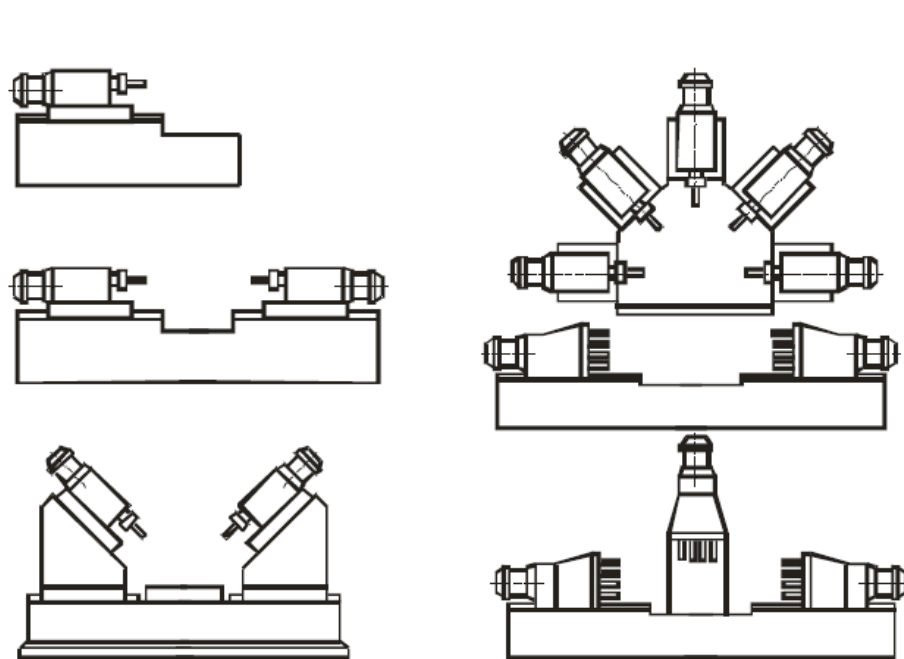
su bušilice koje obezbeđuju istovremenu izradu i/ili obradu većeg broja otvora. Na radno vreteno bušilice postavlja se viševretena glava, sa većim brojem radnih vretena raspoređenih u skladu sa rasporedom otvora na predmetu obrade.

Viševretene bušilice

su bušilice sa većim brojem radnih vretena raspoređenih u zavisnosti od namene (konfiguracije predmeta obrade). Posebna grupa viševretenih bušilica su **agregatne bušilice** sa većim brojem različito postavljenih agregata (jednovretenih i/ili viševretenih).



Šema viševretene bušilice



Neke od šema agregatnih bušilica