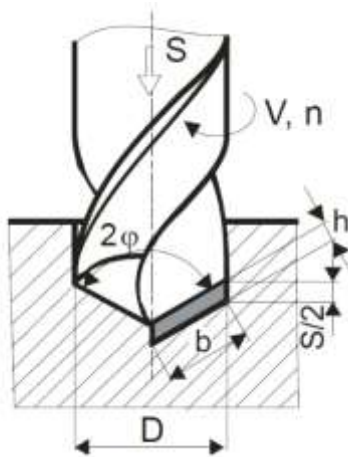


## OBRADA BUŠENJEM

Bušenje je postupak izrade i obrade otvora i rupa.



**Glavno kretanje** pri obradi bušenjem je obrtno i uglavnom ga izvodi alat. **Pomoćno kretanje** je aksijalno i njime se ostvaruje potreban pomak radi zauzimanja dubine rezanja.

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  $V_p$  [mm/min].

**Režimi rezanja** u obradi bušenjem su brzina rezanja -  $V$  odnosno broj obrtaja -  $n$ , korak  $s$  a ređe brzina pomoćnog kretanja  $V_p$ .

$$V = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{1000}, [m/min] \quad n = \frac{1000 \cdot V}{D \cdot \pi}, [o/min]$$

$$V_p = n \cdot s, [mm/min]$$

\*Vrednosti brzine rezanja se kreću od 6 do 120 m/min.

\*  $D$  – prečnik alata u mm

\*  $s$  – aksijalno pomeranje alata u o/mm

Na osnovu parametara režima obrade proračunava se i glavno vreme obrade:

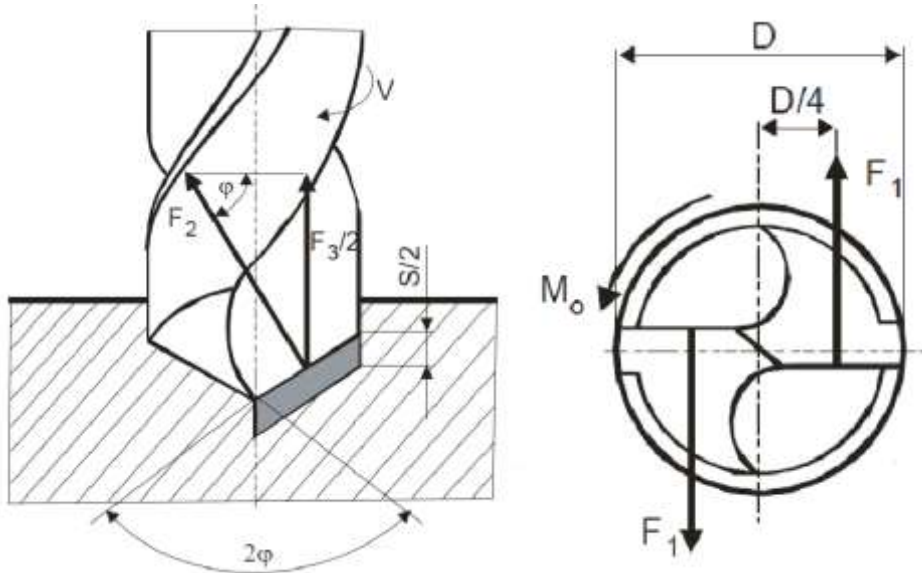
$$t_g = \frac{L}{n \cdot s}, [min] \quad , \text{ gde je } L \text{ hod alata i izračunava se kao:}$$

$$L = l + e + l_1, [mm]$$

U ovoj formuli  $l$  je dubina obrade [mm],  $e$  prilaz alata  $e = 2 \div 5$  [mm] i  $l_1$  izlaz alata  $l_1 \approx D/3$  [mm].

**Glavni otpor rezanja** se može razložiti na tri komponente, a to su:

- F1 - glavni otpor rezanja,
- F2 - otpor prodiranja i
- F3 - otpor pomoćnom kretanju.



$$F_1 = K_s \cdot A,$$

$$F_2 = (0,7 \div 0,9) \cdot F_1,$$

$$F_3 = 2 \cdot F_2 \cdot \sin \varphi$$

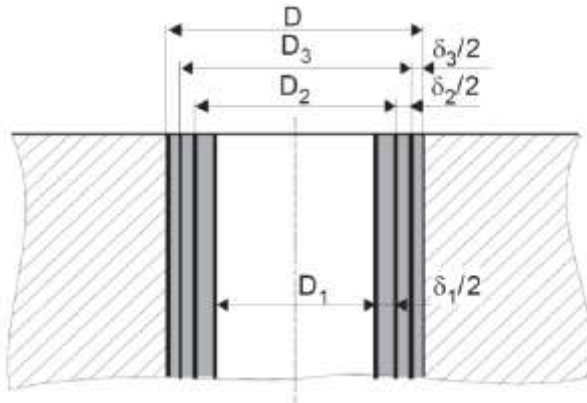
$$M_o = K_s \cdot \frac{D^2 \cdot s}{8}$$

Detaljnijom analizom je utvrđeno da su osnovne komponente rezultujućeg otpora rezanja:

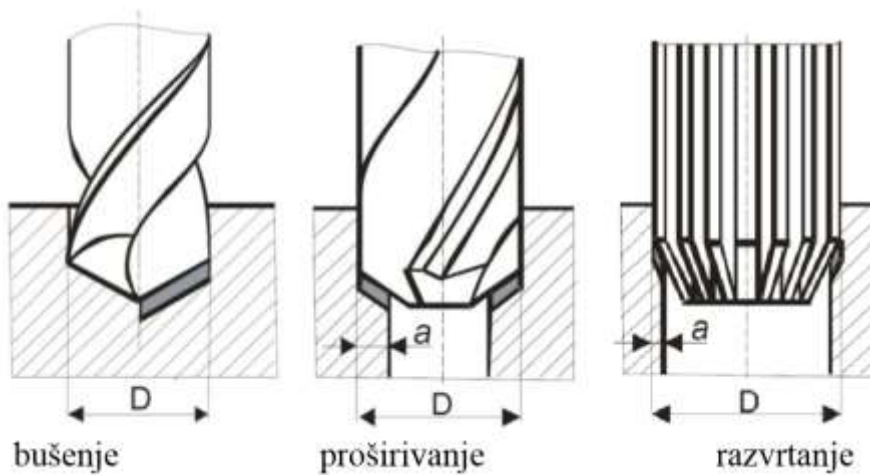
- Otpor pomoćnom kretanju F3 i
- Obrtni moment  $M_o$ .

**Dodaci za obradu otvora su:**

- $\delta_1$  - dodatak za obradu proširivanjem,
- $\delta_2$  - dodatak za obradu grubim razvrtanjem i
- $\delta_3$  - dodatak za obradu finim razvrtanjem.



**Osnovne operacije u obradi bušenjem** su bušenje, proširivanje, upuštanje i razvrtanje.

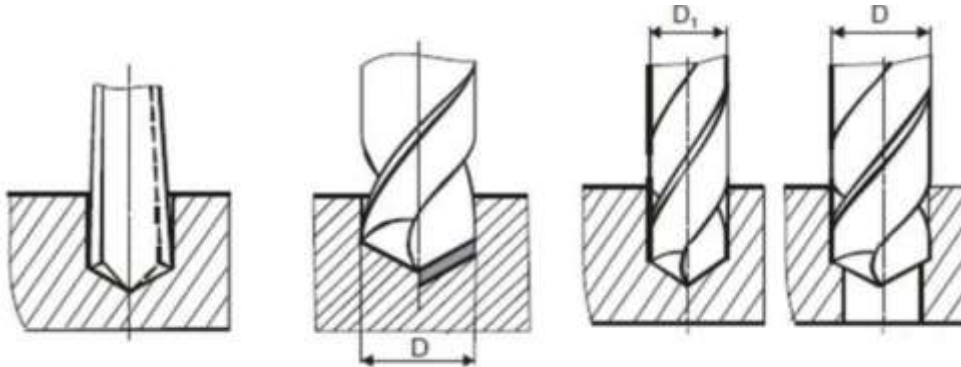


Pored njih bušenjem se mogu realizovati i druge operacije izrade i obrade otvora i rupa kao što su: zabušivanje, bušenje dubokih otvora (duboko bušenje) i izrada navoja.

## ALAT ZA BUŠENJE

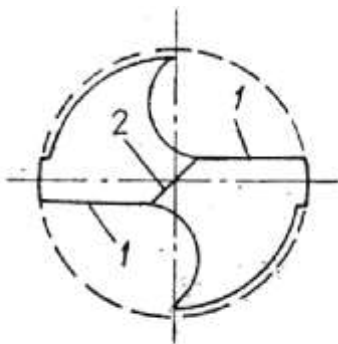
Bušenja otvora i rupa se izvodi u punom materijalu jednim alatom ili, kod većih prečnika postepeno u više faza burgijama različitih prečnika od tanjih ka debljim.

Spiralnim burgijama je moguće bušenje otvora manje dubine (odnos dubine i prečnika  $\leq 5$ ). Za veće dubine koriste se tzv. topovske burgije za dubinsko bušenje.



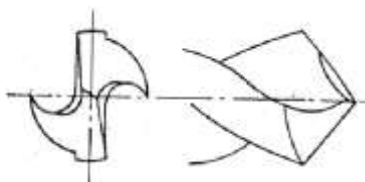
Za bušenje se najviše upotrebljavaju zavojne burgije zbog dobrog vođenja, dobrog izbacivanja strugotine i zbog konstantnog prečnika koji se ne menja oštrenjem.

Na vrhu burgije postoji jedno poprečno i dva glavna sečiva. Glavna sečiva vrše rezanje, dok poprečno sečivo gnječi materijal, usled čega se povećava otpor prodiranja i smanjuje postojanost burgije.



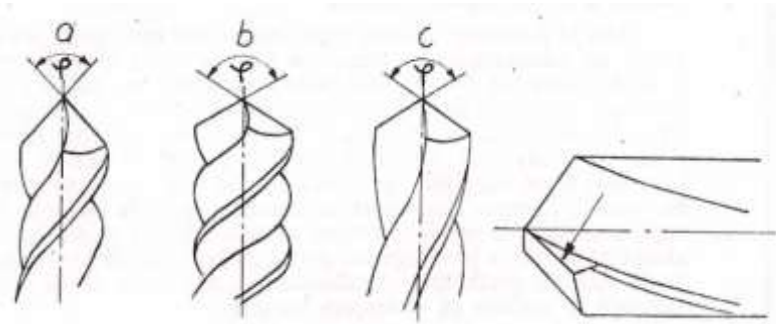
Glavna i poprečna sečiva – 1. glavna, 2. poprečno sečivo.

Negativan uticaj poprečnog sečiva može da se umanja podesnim podoštavanjem vrha burgije.



Podoštavanje vrha burgije radi skraćenja poprečnog sečiva.

Ugao vrha burgije zavisi od materijala koji se buši. Za čelik on iznosi  $118^\circ$ , za aluminijum  $140^\circ$  a za mesing  $130^\circ$ . Ugao nagiba zavojnog žljeba za legirani čelik iznosi  $25-30^\circ$ , za niki I hrom niki čelik  $35-40^\circ$ , za aluminijum  $40-45^\circ$ , za mesing  $18-20^\circ$ .



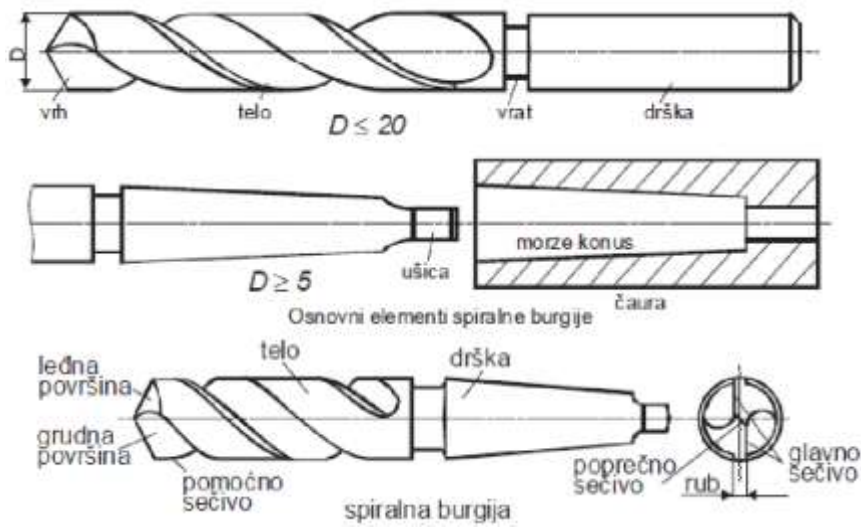
- Izgled burgije za čelik ( a ) za aluminijum, ( b ) i za mesing ( c ) i podoštavanje vrha burgije radi smanjenja grudnog ugla

Burgije mogu da budu sa cilindričnom i konusnom drškom. Radni deo burgije može da bude od brzoreznog čelika ili sa pločicama od tvrdog metala.

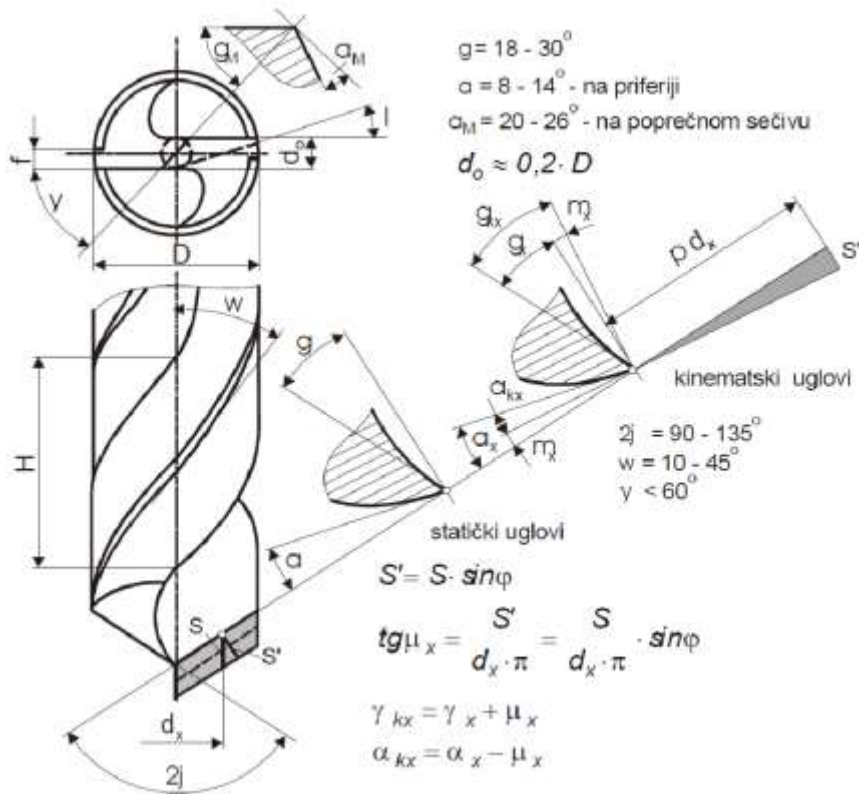
Svi alati u procesu bušenja sastoje se od:

- 1) drške – obezbeđuje pozicioniranje, centriranje i stezanje. Može biti cilindrična za burgije  $D < 20\text{mm}$  ili konična za  $D > 5\text{mm}$ ;
- 2) vrata – koristi se za upisivanje osnovnih karakteristika burgije: materijal i prečnik;
- 3) tela - čini ga cilindrični deo koji odgovara normalnom prečniku burgije na kome se nalaze dva naspramna zavojna žljeba za odvođenje strugotine.
- 4) vrha - formira se pomoću dva konusa brušenjem na uređaju za oštrenje burgij. Na reznom vrhu se nalaze dve grudne i dve leđne površine s tim da se grudne poklapaju sa površinama zavojnih žljebova. Presekom grudnih i leđnih površina dobijaju se dva glavna sečiva. Glavna sečiva povezana su sa pomoćnim sečivom koje nastaje presekom leđnih površina.

Osnovni konstruktivni elementi spiralne burgije:

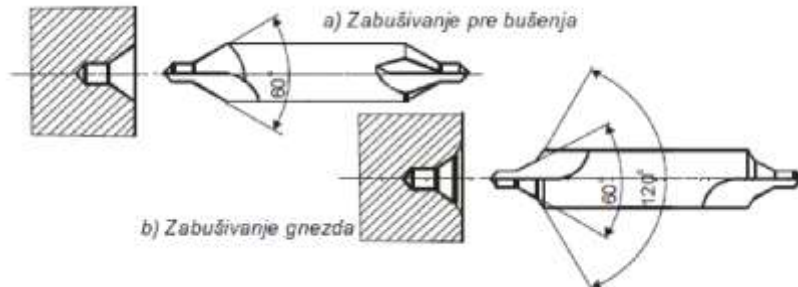


Geometrija sečiva spiralne burgije:



## ALAT ZA ZABUŠIVANJE

Zabušivanje pre bušenja je proces koji se koristi za izradu posebnih rupa za centriranje koje predstavljaju pomoćne tehnološke baze pri obradi cilindričnih delova (vratila i osovine), obezbeđuju pravilno centriranje i stezanje u obradi struganja i brušenja.

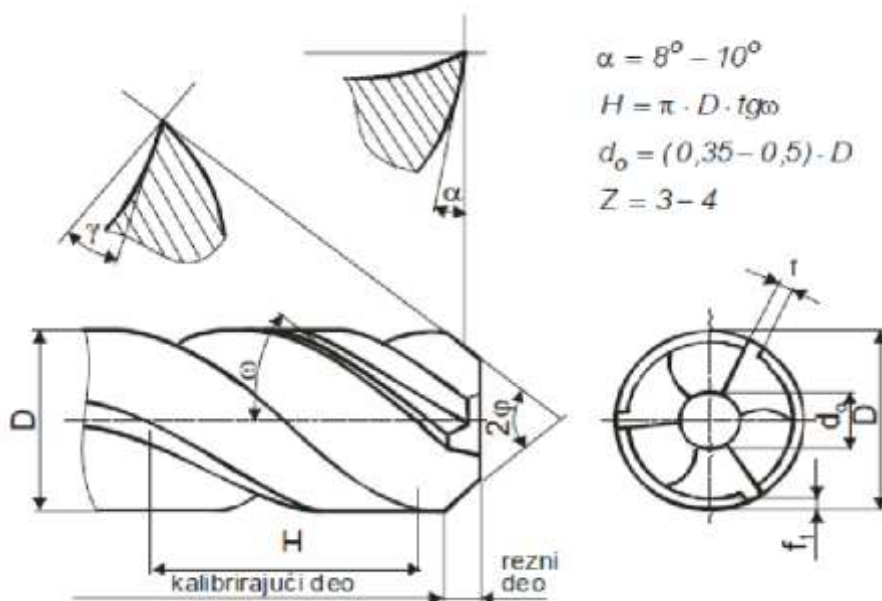


## ALAT ZA PROŠIRIVANJE

Obrada proširivanjem i razvrtanjem obezbeđuje zadate dimenzije i kvalitet površine.

Proširivač i razvrtač se sastoje od dva dela:

- 1) Rezni deo u vidu konusa sa uglom vrha  $2\varphi$  koji pbezbeđuje uklanjanje viška materijala
- 2) Kalibrirajući deo koji služi za vođenje alata, kalibrisanje otvora (davanje tačne dimenzije) i održavanje dimenzija  $D$  alata nakon oštrenja (pomeranjem reznog dela prema dršci alata)



Proširivači se izrađuju od brzoreznog čelika ili sa umecima od tvrdog metala.

## ALAT ZA RAZVRTANJE

Razvrtači mogu da budu sa pravim i zavojnim zubima. Razvrtači sa zavojnim zubima obezbeđuju veći kvalitet površinske obrade i primenjuju se tada kada u rupi postoje uzdužni žljebovi. Ovi razvrtači imaju levu ili desnu zavojnicu.

Broj zuba zavisi od prečnika razvrtača i kreće se obično između 6 i 18. Razvrtači imaju većinom nejednak korak zuba da zubi ne bi zasecali uvek na istom mestu.

Razvrtač reže samo prednjim delom. Cilindrični deo razvrtača vrši samo glačanje i služi za vođenje. Kombinovani razvrtači svojim prednjim delom vrše proširivanje a zadnjim razvrtanje.

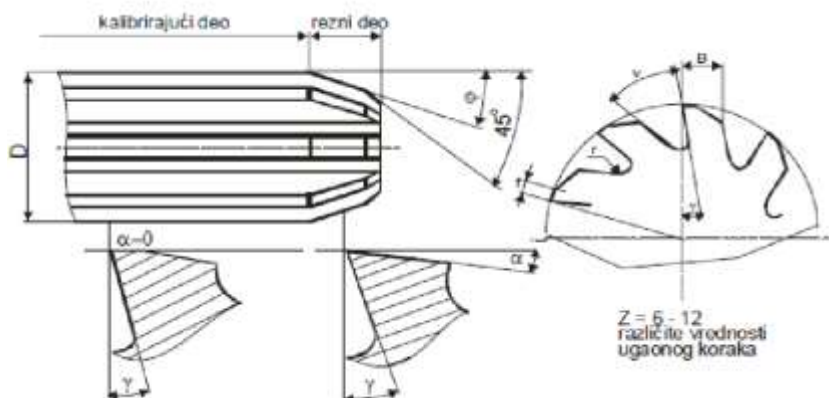
Pri razvrtanju rupa koje imaju precizno međusobno rastojanje, primenjuju se stezni alati sa vođicama za razvrtače.

Rezni deo razvrtača je od brzoreznog čelika, ili sa pločicama od tvrdog metala.

Razvrtači se koriste za finu obradu rupa i otvora tako što izrađuju zahtevani kvalitet obrađene površine. Postoje različite konstrukcije:

- a) Ručni i mašinski
- b) Sa pravim i zavojnim žljebovima
- c) Cilindrične i konične
- d) Sa drškom i nasadni
- e) Sa umecima od tvrdog metala
- f) Podešljivi (sa podešavanjem prečnika obrade) i dr.

Geometrija sečiva razvrtača:

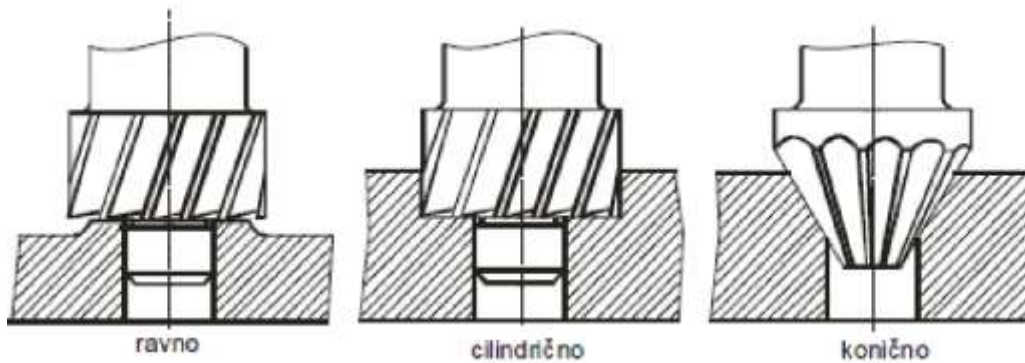




### **ALATI ZA OBRADU UPUŠTANJEM**

Upuštanje je obrada otvora koja ima za cilj pravilno naleganje zavrtnjeva različitog tipa i može biti:

- ravno upuštanje za zavrtnj sa šestougaonom glavom (ravno naleganje),
- cilindrično upuštanje za imbus zavrtnj,
- konično za zavrtnj sa konusnom glavom.



Primenjuju se za dalju obradu predhodno izbušenih, odlivenih ili otkovanih rupa i otvora. Oni mogu da imaju dva, tri ili više sečiva.

Upuštači sa zavojnim žljebovima imaju veći učinak i njima je moguće postići veći kvalitet površinske obrade.

Njima se vrši i obrada dna rupe posle bušenja ili čeona obrada površine na koju treba da nalegne recimo, glava zavrtnja.

Upuštači se uglavnom izrađuju od brzoreznog čelika ili se ubacuju pločice od tvrdog metala.