

TEHNOLOGIJA PLASTIČNOG DEFORMISANJA

VALJANJE

VALJANJE

Valjanje je kontinualni ili diskontinualni proces deformisanja kod koga se koristi jedan ili više okretnih alata (valjaka). Preko ovih alata materijalu se saopštavaju pritisni naponi koji dovode do njegovog tečenja tj. deformisanja.

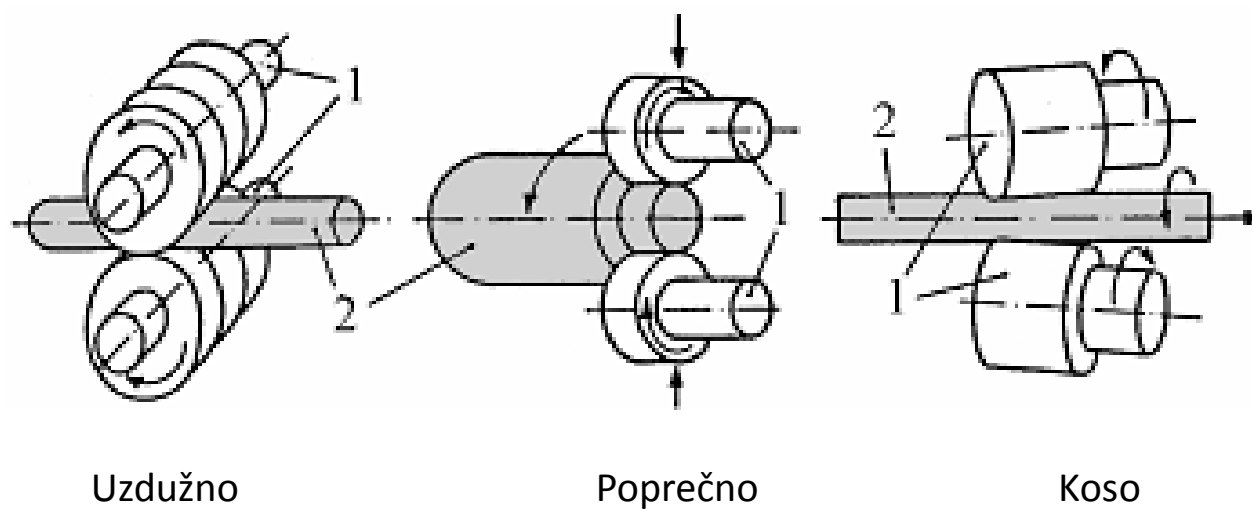
Valjanjem mogu da se dobiju

- Valjaonički poluproizvodi (blum, slab, gredice,..)
- Valjaonički proizvodi (profili, šipke, cevi, ..)
- Mašinski elementi (vijci, ozubljeni i nažlebljeni elementi, prstenasti oblici)

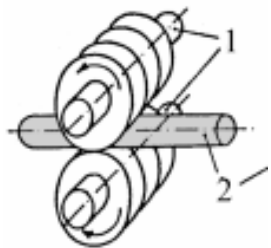
Valjanjem se obrađuju kako čelični materijali, tako i obojeni metali i njihove legure.

Postoje sledeće vrste valjanja

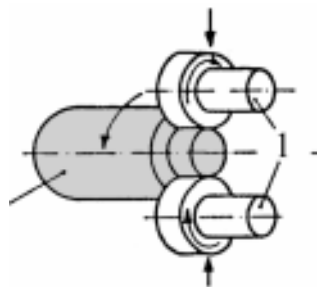
- Uzdužno
- Poprečno
- Koso



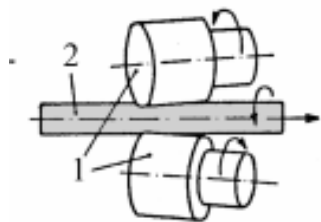
1 – valjci 2 - obradak



Kod uzdužnog valjanja materijal se kreće u pravcu normalnom na ose valjaka. Pri tome materijal izvodi pravolinijsko kretanje.






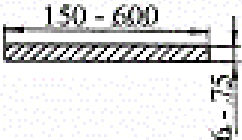
Poprečno valjanje okarakterisano je obrtnim kretanjem materijala koji se valja, bez njegovog aksijalnog kretanja. Alat (valjci) pored obrtnog može vršiti i radijalno kretanje.

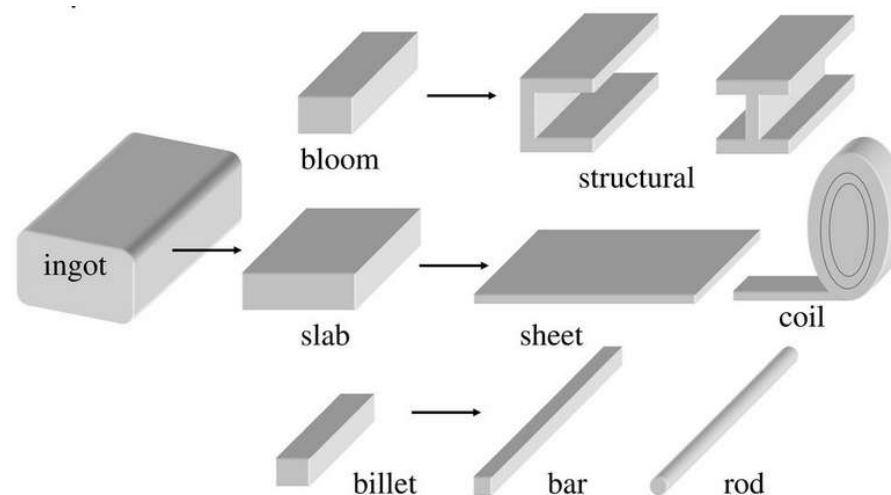


Koso valjanje predstavlja kombinaciju prethodna dva vida valjanja. Kod kosog valjanja osa materijala je pod određenim uglom u odnosu na osu valjaka. Materijal se kreće uzdužno, ali se istovremeno okreće i oko svoje ose.

Kao što je već rečeno valjanjem se mogu dobiti valjaonički poluproizvodi, gotovi valjaonički proizvodi, kao i mašinski elementi.

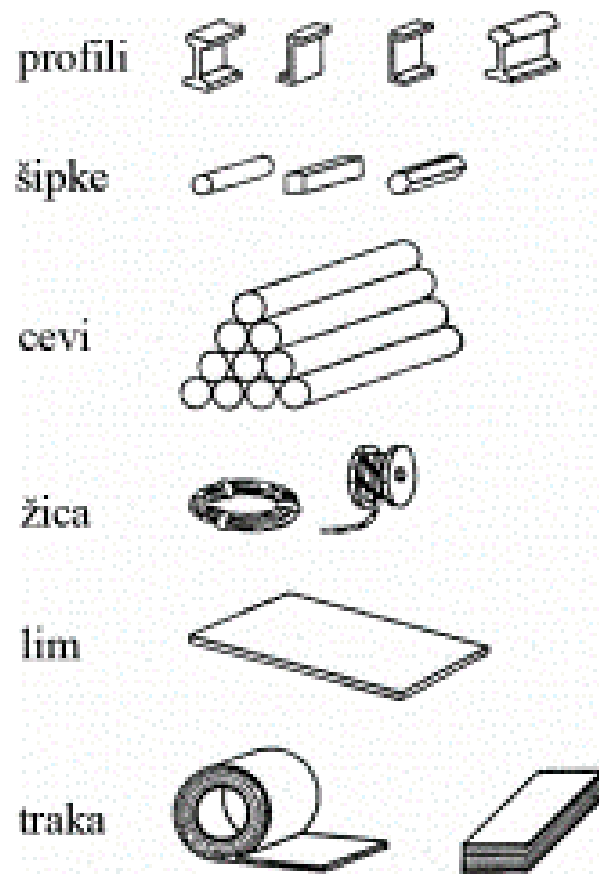
Poluproizvodi koji se dobijaju valjanjem su: blumovi, gredice, slabovi i platine. Svi ovi poluproizvodi imaju kvadratni ili pravougaoni poprečni presek i različite su dužine. Približne dimenzije ovih poluproizvoda date su na slici. Oni se koriste kao polazni materijal za valjanje gotovih valjaoničkih proizvoda.

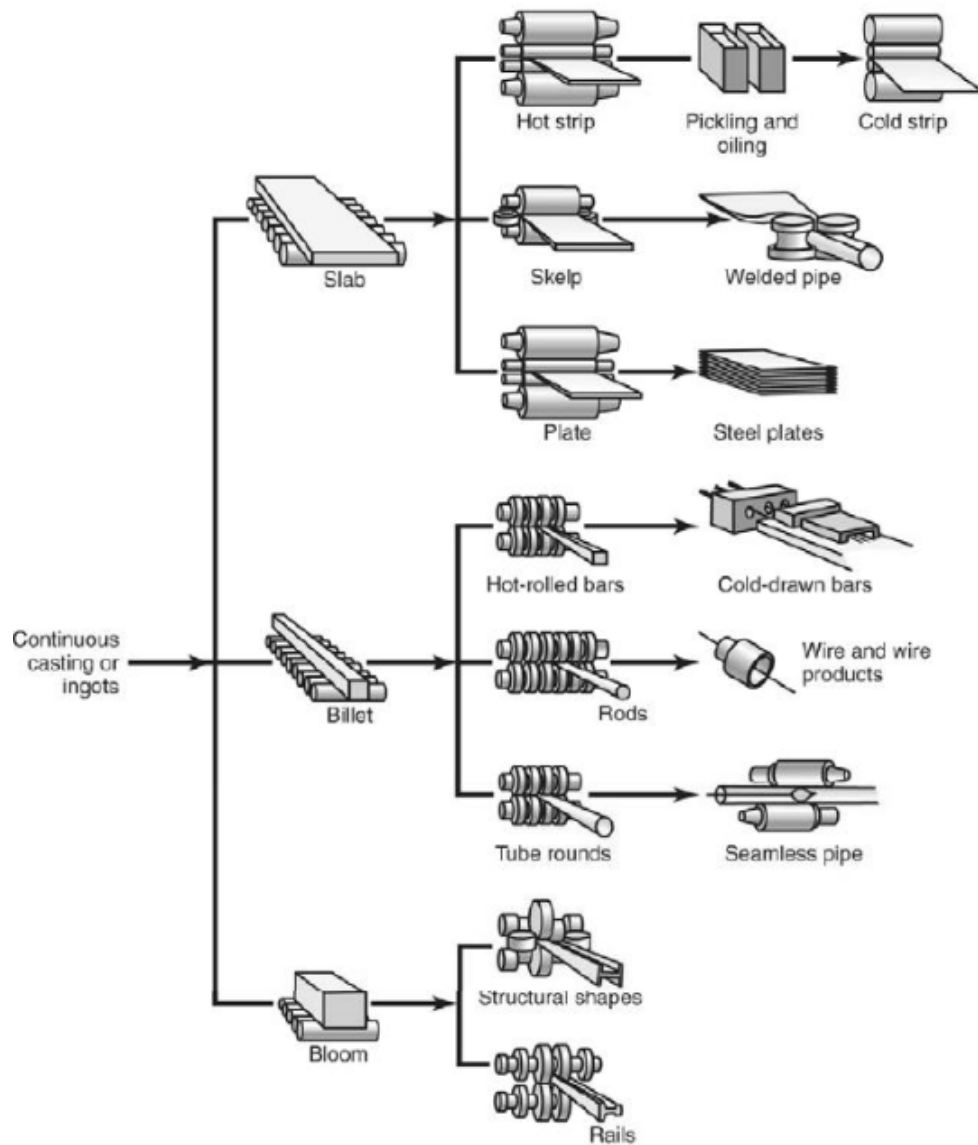
blum		150 x 150 do 300 x 300
gredice		40 x 40 do 150 x 150
slab		600 x 1900 75x400 600x2500
platina		150 - 600 6 - 75



Gotovi valjaonički proizvodi su: profili, šipke, cevi, žica, limovi i trake. Ovi proizvodi su gotovi u valjaoničkom smislu, jer se njihova dalja obrada ne vrši u valjaonicama.

Za korišćenje ovih proizvoda najčešće je neophodna dodatna obrada.





Poluproizvodi i gotovi valjaonički proizvodi

Mašinski delovi mogu takođe da se izrađuju valjanjem. Tu pre svega spadaju: vijčana roba, ozubljeni i nažlebljeni elementi raznih oblika i veličina, prstenasti oblici i dr.

Ovi proizvodi u procesu valjanja dobijaju svoj konačni geometrijski oblik, a za njihovu ugradnju (korišćenje) nije potrebna nikakva naknadna obrada sem, eventualno, obrada nekih pomoćnih površina.

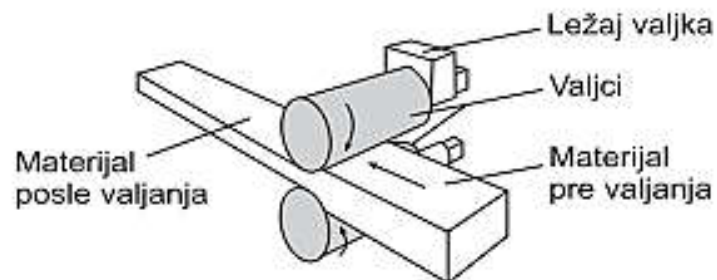


Valjanje ravnih proizvoda

Ovom vrstom valjanja dobijaju se limovi i trake različitih dimenzija. Limovi i trake su proizvodi pravougaonog poprečnog preseka kod kojih je jedna dimenzija (debljina) znatno manja u odnosu na druge dve. Valjanje limova i traka je najrasprostranjeniji vid valjanja. Od ukupne količine svih valjanih proizvoda, preko 50% su limovi i trake.

Najviše je zastupljeno valjanje čeličnih limova i traka, ali i valjanje ravnih proizvoda od aluminijuma i bakra ima veliki značaj.

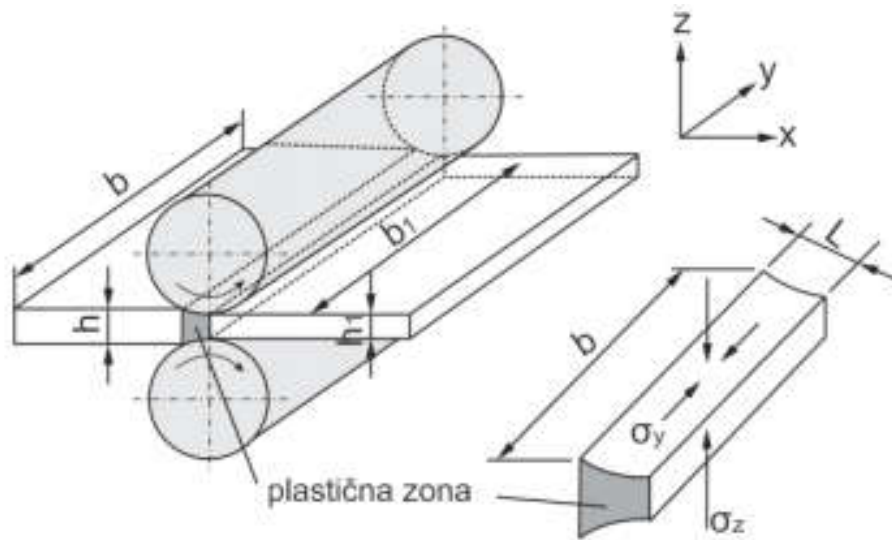
Valjanje limova i traka moguće je u hladnom i u toplom stanju. Hladnim valjanjem dobijaju se veće tačnosti, bolji kvalitet i visoke mehaničke i tehnološke osobine valjanih proizvoda. Ovim načinom valjaju se limovi i trake manjih debljina. Valjanje debelih limova i traka vrši se u toplom stanju.



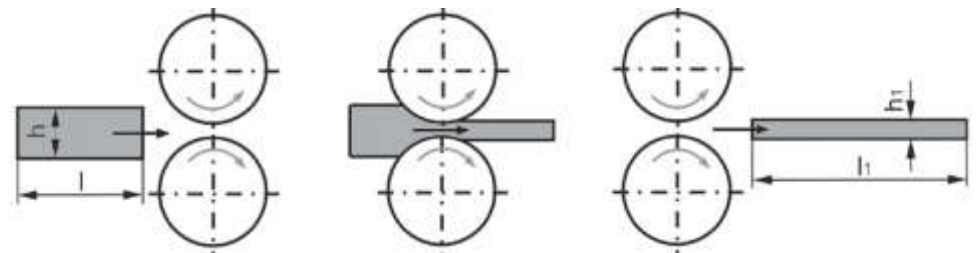
Proces ravnog uzdužnog valjanja

Ravno uzdužno valjanje je metoda koja se najčešće primenjuje od svih spomenutih procesa valjanja.

Na početku valjanja materijal se postavi ispred valjaka koji se obrću u naznačenom smeru. Usled sila trenja materijal se od strane valjaka uvlači u prostor između njih gde se odvija deformacija. Pri tome se materijalu smanjuje debljina a povećava dužina.



Proces je završen kada sav materijal sa leve strane valjaka prođe kroz valjke na desnu stranu.



Da bi proces valjanja mogao početi neophodno je da na materijal deluju sile koje će ga uvući u zonu deformisanja.

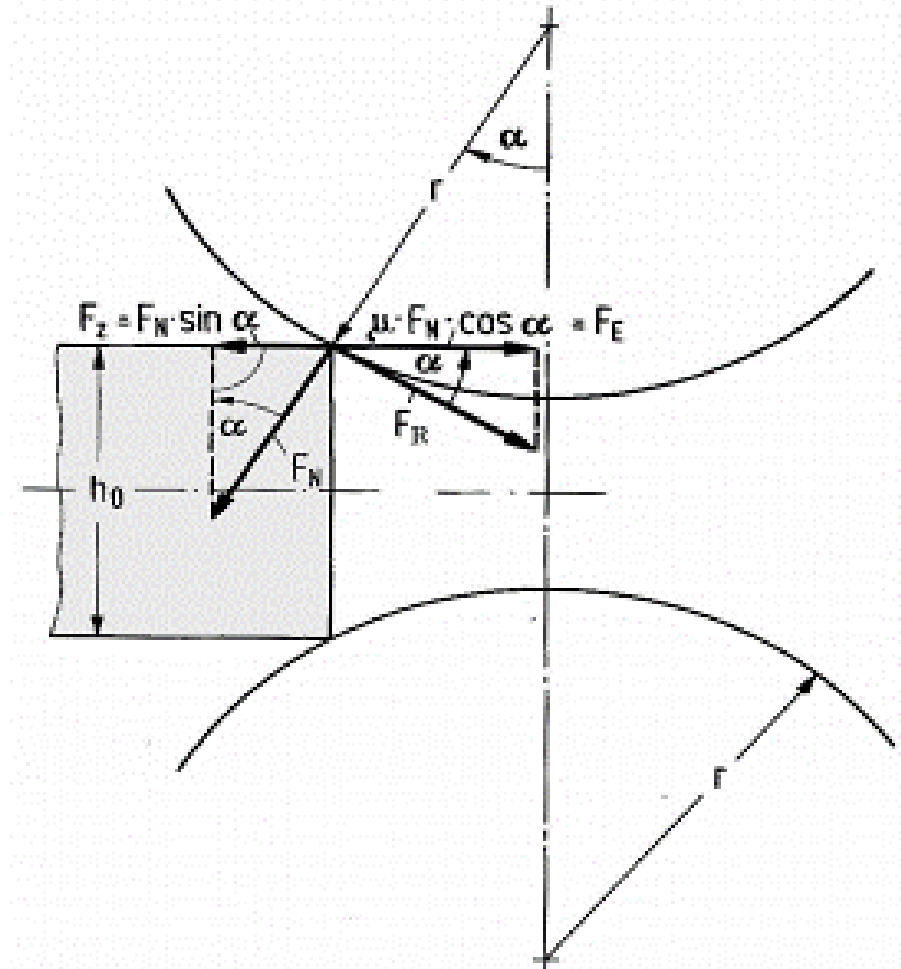
Na slici je prikazan trenutak kada materijal dolazi u dodir sa valjcima (analizira se samo gornja polovina zahvata).

Na materijal u tom trenutku deluju dve sile:

- pritisna sila od strane valjka (F_N)
- sila trenja koja se pojavljuje između valjaka koji se obrću i materijala (F_R)

Sila F_R se može izraziti kao

$$F_R = \mu \cdot F_N$$



Sa slike se vidi da je horizontalna komponenta sile trenja ta koja uvlači materijal u zonu deformisanja.

Da bi proces mogao da počne neophodno je da je ispunjen sledeći uslov:

$$F_E > F_Z$$

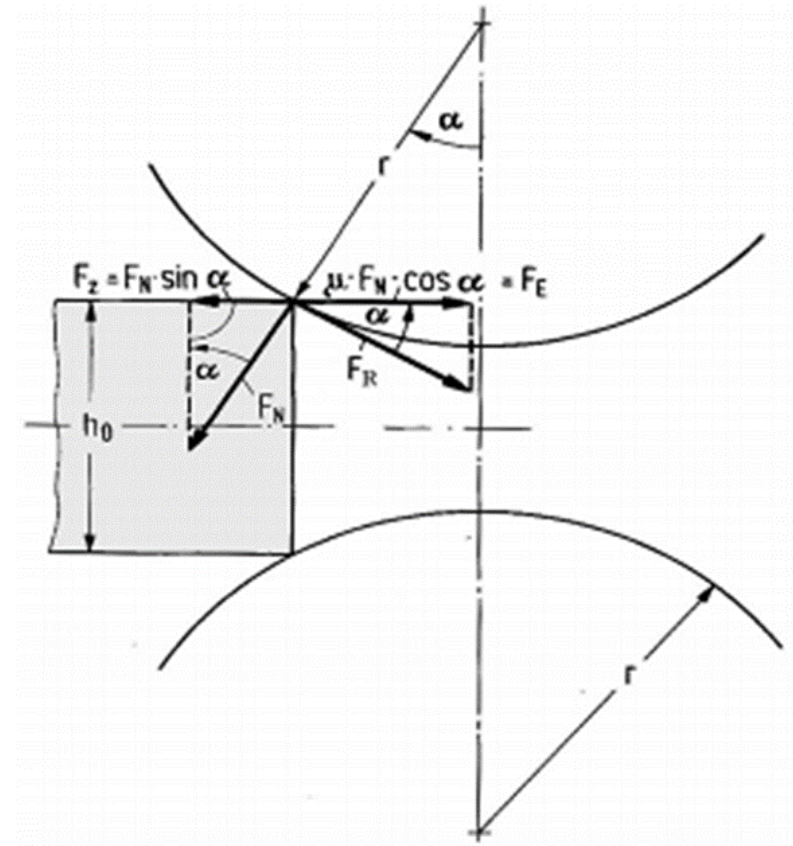
odnosno

$$F_R \cos \alpha > F_N \sin \alpha$$

$$\mu \cdot F_N \cos \alpha > F_N \sin \alpha$$

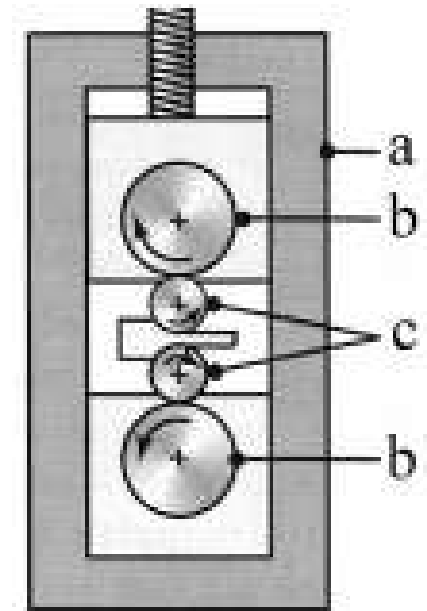
$$\mu > \tan \alpha \quad \mu - \text{koeficijent trenja, } \alpha - \text{ugao zahvata}$$

Poslednji izraz naziva se **uslov valjanja**.



Valjanje se obavlja na valjaoničkim mašinama koje se nazivaju valjaonički stanovi. Valjaonički stan se sastoji iz dva nosača u kojima se nalaze uležišteni radni i potporni valjci.

Tehnološki proces valjanja limova i traka najčešće se projektuje tako da se ukupna redukcija debljine ulaznog materijala postiže ne u jednom, već u većem broju prolaza materijala kroz valjaonički stan. Nakon svakog prolaza, razmak između valjaka se smanjuje za određeni iznos, sve dok se ne postigne željena, finalna debljina valjanog proizvoda.

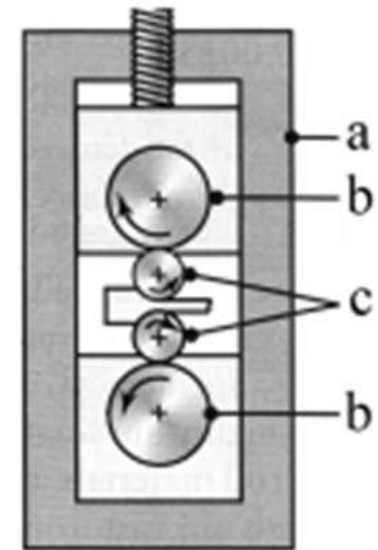


*a) kućište; b) potporni valjak
c) radni valjci*

Valjaonički stan sa 4 valjka

Broj valjaka jednog valjaoničkog stana može biti različit (2, 3, 4 i više), ali je najčešća varijanta valjaoničkog stana sa 4 valjaka (tzv. “quarto” valjaonički stan).

Dva su u direktnom kontaktu sa valjanim materijalom i oni su pogonjeni. Druga dva valjka su tzv. potporni valjci koji imaju zadatak da povećaju krutost celog valjaoničkog stana i da smanje savijanje radnih valjaka.



*a) kućište; b) potporni valjak
c) radni valjci*

Valjanje navoja

Za serijsku i visokoserijsku proizvodnju elemenata sa navojem danas se skoro isključivo koristi tehnologija hladnog valjanja.

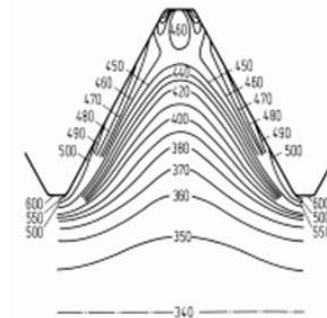
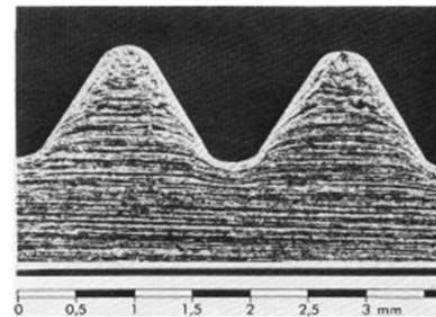
Izrada navoja na ovaj način vrši se oblikovanjem spoljašnje površine rotaciono simetričnih oblika i to tako da se u toku procesa u materijal utiskuje reljef izrađen na površini alata koji odgovara navoju.



Elementi sa navojem dobijeni hladnim valjanjem odlikuju se poboljšanim mehaničkim svojstvima u odnosu na iste takve delove dobijene tehnologijom skidanja strugotine, jer u procesu njihovog dobijanja ne dolazi do prekidanja vlakana materijala, a istovremeno dolazi i do ojačavanja materijala.

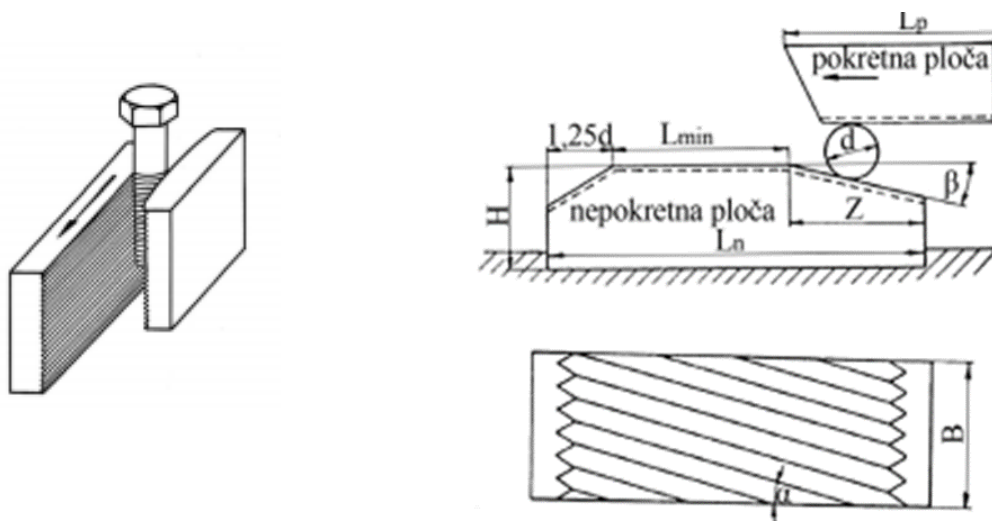
Valjanje navoja moguće je na više načina:

- valjanje pomoću ravnih profilisanih ploča
- valjanje pomoću segmenata
- valjanje pomoću valjaka

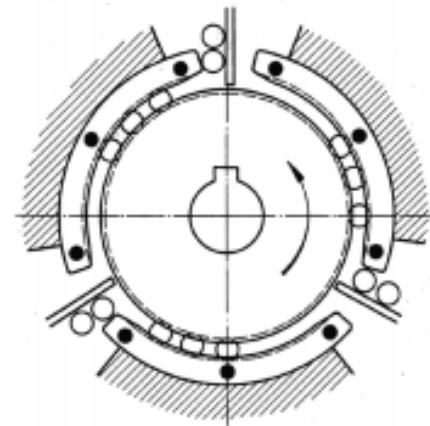
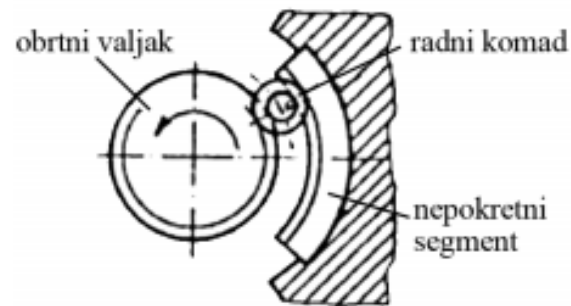


Slika 6.12 – Tok vlakana i raspored tvrdoće kod navoja izrađenog valjanjem

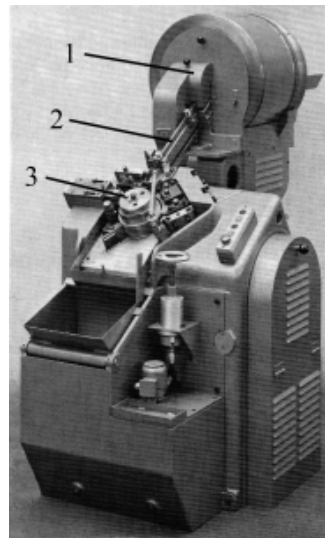
Najstariji način valjanja navoja je pomoću ravnih profilisanih ploča. Alat za ovu vrstu valjanja sastoji se iz jedne nepokretne i jedne pokretne ploče. Pravolinijskim kretanjem ploče vrši se izrada navoja. Ovim načinom dobijaju se navoji manje tačnosti. Produktivnost ovakvog načina izrade navoja ograničena je obzirom na reverzibilnost kretanja pokretne ploče.



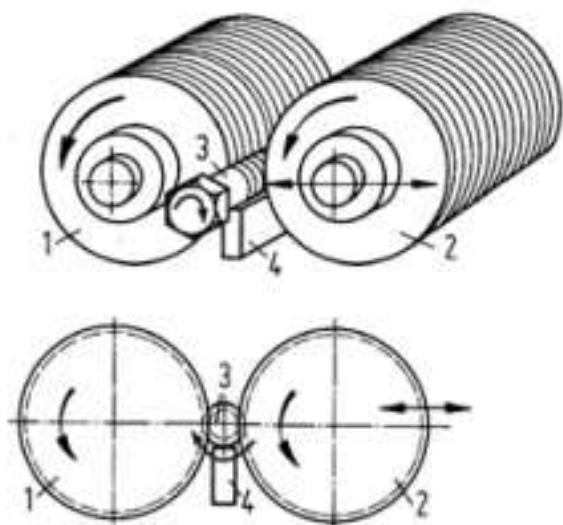
Veća produktivnost pri proizvodnji navoja postiže se primenom principa valjanja pomoću obrtnog valjka i segmenta. Između nepokretnog segmenta i valjka koji se obrće postavlja se radni komad na kome treba izraditi navoj. Obrtni valjak kao i segment imaju na svojim radnim površinama profile navoja.



Mašina za valjanje navoja pomoću segmenata prikazana je na slici. Centralni deo mašine predstavlja valjak sa segmentima (3). Polufabrikati se iz magacina (1) do radnog prostora dopremaju preko posebnih vođica (2).



Navoji se mogu izrađivati i valjanjem između valjaka. Osa radnog predmeta i ose oba valjka su paralelne. Valjci vrše obrtno kretanje, a jedan od njih ima i radijalni pomak. Profil navoja izrađen je na valjcima pod uglom koji odgovara željenom navoju. U toku procesa, usled radijalnog pomaka jednog od valjaka, vrši se utiskivanje profila navoja u radni predmet. Radni predmet vrši samo obrtno kretanje i to usled trenja koje se pojavljuje između valjaka i njega.



Valjanje ozubljenih i nažlebljenih elemenata

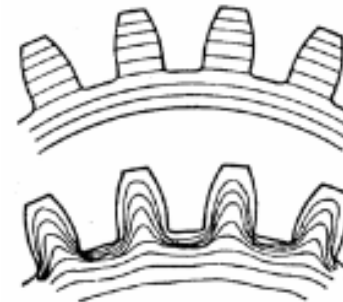
Tehnologija valjanja može da se primeni i u izradi ozubljenih i nažlebljenih elemenata. Ovo se posebno odnosi na proizvodnju zupčanika u uslovima visokoserijske i masovne proizvodnje.

Slično kao i kod valjanja navoja i ovde se reljef izrađen na spoljnoj površini alata utiskuje na spoljašnje površine aksijalno simetričnih radnih komada.



Osnovne prednosti ove tehnologije u izradi navedenih elemenata u odnosu na obradu rezanjem su:

- kraće vreme izrade
- ušteda u materijalu
- povoljan tok vlakana materijala
- visoki kvalitet obrađene površine.

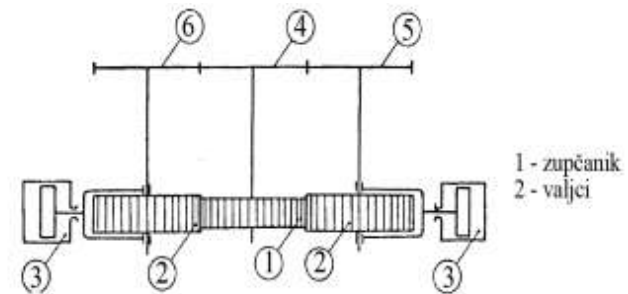
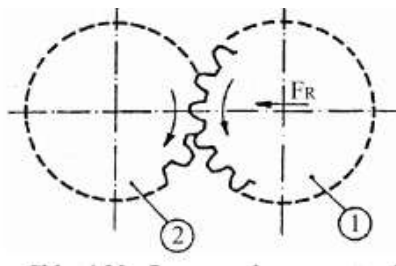


Ograničenja primene ove tehnologije odnose se pre svega na geometriju ozubljenja, vrstu materijala i veličinu serije.

Postoje različite mogućnosti izrade nazubljenih i ozubljenih elemenata metodom valjanja.

One se međusobno razlikuju prema geometriji alata kao i prema kinematici procesa.

Jedan od najranije primenjivanih načina valjanja zupčanika bazira na principu relativnog kotrljanja. Alat je u vidu zupčanika i relativnim obrtanjem između alata i materijala, uz dodatnu radijalnu silu, ostvaruje se utiskivanje profila alata u materijal. Radi poništenja radijalnih sila, moguće je valjanje izvesti sa dva alata.



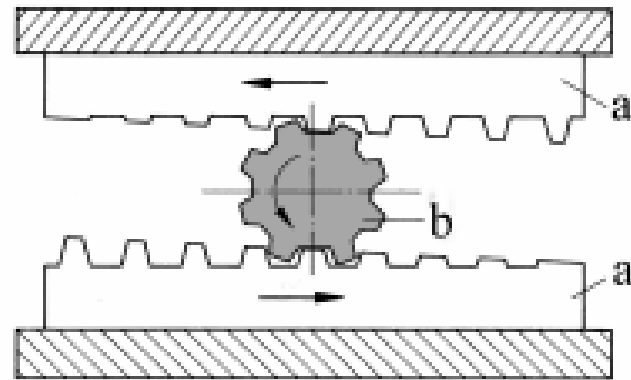
1 - zupčanik
2 - valjci

1 - zupčanik, 2 - valjci

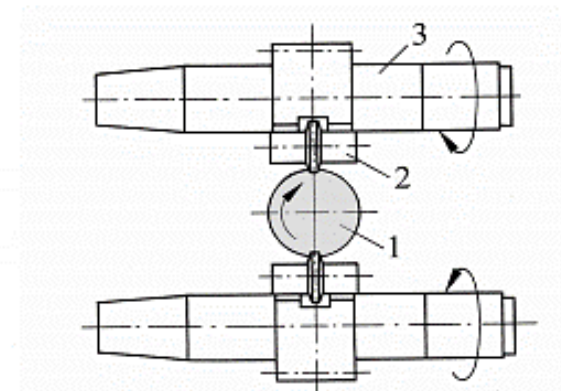
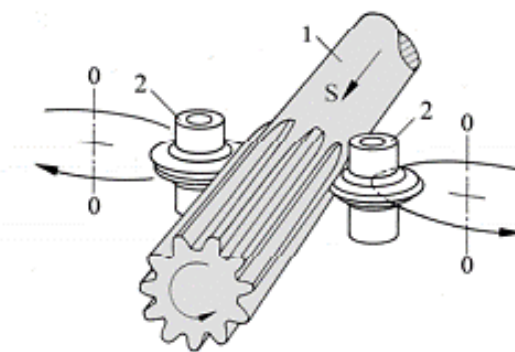
Slika 6.21 - Šema valjanja zupčanika sa dva alata (valjka) [29]

a
Sli

Valjanje ozubljenja preko dve nazubljene ploče prikazano je na slici. Ove ploče (a) pravolinijski se kreću u suprotnim smerovima, a radni komad (b) se nalazi između njih, vršeći obrtno kretanje. Kretanje ploča vrši se preko hidrauličnog pogona.



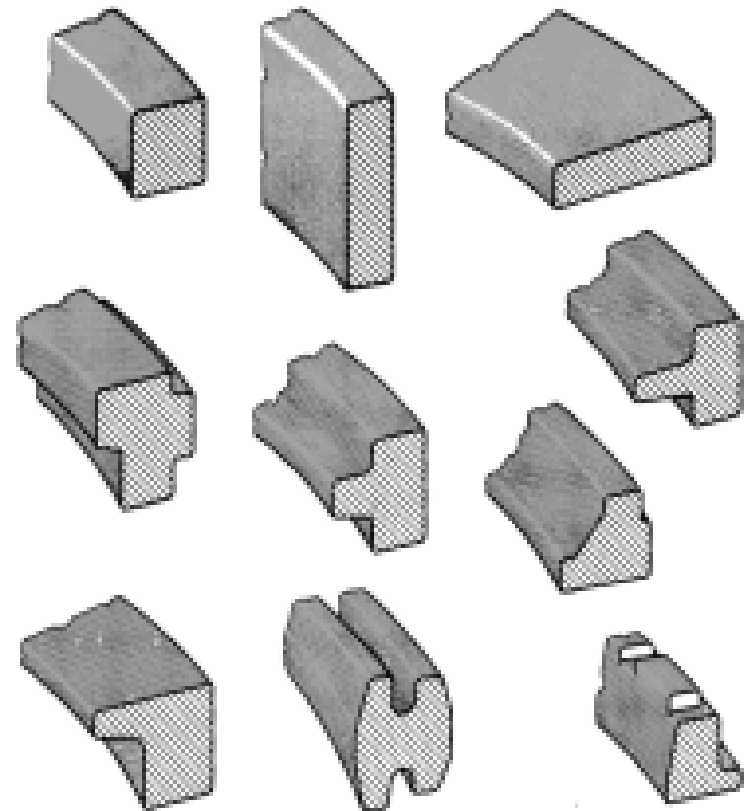
Posebnu vrstu valjanja zupčanika i nažljebljenih elemenata predstavlja tzv. Grob postupak. Osnovni princip ovog postupka je da se ceo proces izrade ozubljenja (ožljebljenja) izvodi parcijalnim deformisanjem materijala. Alati u obliku dva profilisana valjčića (2) rotiraju oko ose 0-0 i oko sopstvene ose i kod svakog obrtaja dolaze u kontakt sa materijalom (1). Materijal se takođe obrće oko svoje ose. Brzina obrtanja materijala i obrtanja alata oko ose 0-0 sinhronizovana je u skladu sa brojem zuba koji se izrađuje. Za svaki obrtaj alata oko ose 0-0, materijal se okrene oko svoje ose za veličinu podele zuba, što znači da se kompletno ozubljenje izradi za jedan puni obrtaj (360°) radnog komada oko svoje ose. Materijal se istovremeno kreće i u aksijalnom pravcu čime se omogućuje izrada profila na određenu dužnu.



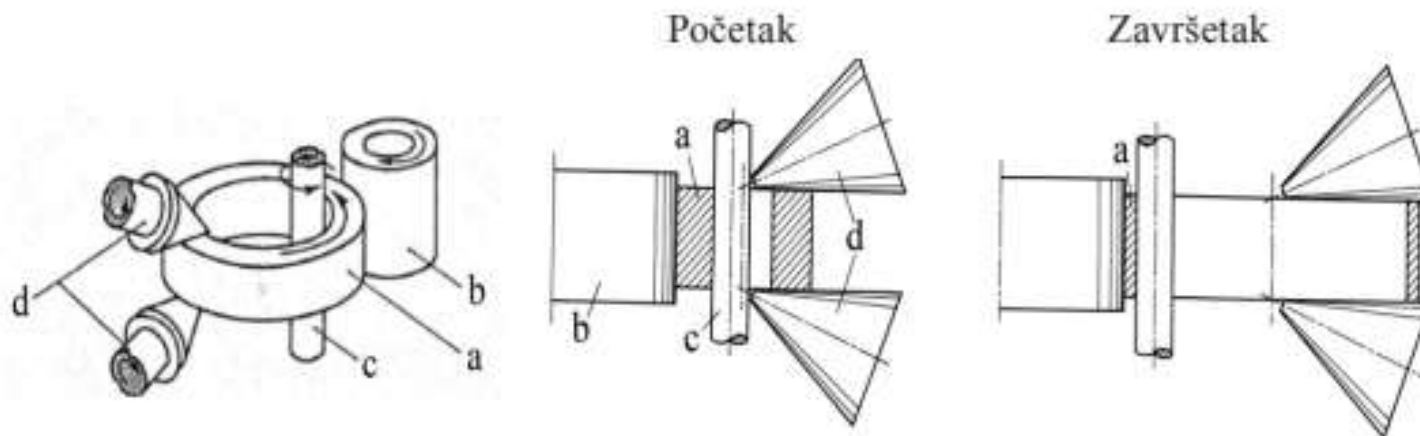
Valjanje prstenastih profila

Ovim postupkom valjanja dobijaju se delovi čiji oblik u osnovi ima oblik prstena ili čaure (šupljeg valjka male visine i tankog zida). Ovi delovi mogu biti različitih dimenzija, mada se najviše primenjuju za delove čiji je spoljni prečnik 300-700 mm. Težine ovih delova idu od 1 kg do 100 tona.

Postupak se izvodi najčešće u toplom stanju mada se sitniji delovi rade i na hladno.



Princip valjanja prstenastih profila sastoji se u tome da se pripremu za vreme obrade smanjuje poprečni presek a povećava njegov obim. Kao pripremak koristi se valjak u kome se na odgovarajući način proizvede kružni otvor, tako da se dobije debelozidni šuplji valjak. Takav polufabrikat postavi se u mašinu sa sistemom valjaka koji svojim okretanjem i delovanjem na pripremak vrši njegovu deformaciju, tj. izradu prstenastog oblika.



Na slici je prikazan najčesće primenjivani sistem valjanja prstenastih oblika: od dva cilindrična valjka (alata), jedan je fiksiran (b) i okreće se samo oko svoje ose. On je u kontaktu sa spoljnim omotačem pripremk (a). Unutrašnji cilindrični valjak (c) vrši obrtno kretanje oko svoje ose ali i pravolinijsko kretanje ka spoljašnjem cilindru, delujući pri tome na unutrašnji omotač pripremk. Dva alata u vidu kupe (d) takodje se okreću oko svojih osa definišući pri tome geometriju budućeg obradka u aksijalnom pravcu (visina obratka).

