

SI. 11.3. — Gasni membranski akumulator

## 12. VEZIVNI ELEMENTI

Vezivni elementi, cevovodi, crevovodi i priključci su komponente hidrauličkog sistema koji povezuju ostale komponente i služe za prenos hidrauličke energije, odnosno radne tečnosti pod pritiskom. Izbor dimenzija i oblika vezivnih elemenata je veoma značajan, jer od njega zavise ukupni gubici u sistemu. Vezivni elementi su standardizovani.

### 12.1. CEVOVODI

Cevovodi su krute metalne cevi. U hidrauličkom sistemu se koriste bešavne cevi, cevi od bakra, aluminijuma i njihovih legura.

Proračun cevovoda obuhvata određivanje unutrašnjeg prečnika cevi i debljine zida cevi.

Unutrašnji prečnik cevovoda izračunava se prema zatom protoku,  $Q$ , ( $m^3/s$ ) i brzini strujanja radne tečnosti  $V$  ( $m/s$ ). Iz jednačine kontinuiteta  $Q = A \cdot V$  izračuna se površina  $A$  poprečnog preseka cevovoda:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Zamenom  $A = \frac{D^2 \times \pi}{4}$  i sređivanjem dobija se obrazac za izračunavanje unutrašnjeg prečnika cevovoda:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} [m]$$

gde je  $V$  preporučena brzina strujanja, objašnjena u poglavlju 4.7. Otpori strujanju tečnosti. Računski prečnik se standardizuje.

Debljine  $\delta$  zida cevovoda proračunava se prema **Mariotovom** obrascu:

$$\delta = \frac{D \times p}{2\sigma_{ed}} [m]$$

gde je  $D$  unutrašnji prečnik cevovoda,  $p$  najveći pritisak radne tečnosti koji se javlja u posmatranom delu cevovoda, a  $\sigma_{ed}$  dozvoljeni napon na istezanje materijala cevovoda.

Ovako izračunata debljina zida cevovoda obično se uvećava za koeficijent  $K$ , koji uzima u obzir koroziju, način izrade cevovoda i uslove eksploatacije. Koeficijent  $K$  najčešće iznosi 0,5 mm.

Zbog mogućih mehaničkih oštećenja debljina zida cevi od čelika ne sme da bude manja od 0,5 mm, a onih od aluminijuma, bakra i njihovih legura ne sme biti manja od 1 mm.

Cevovodi prečnika do 25 mm oblikuju se na hladno. Cevovodi većeg prečnika mogu se oblikovati i na hladno i u toplom stanju. Cevovodi oblikovani u toplom stanju moraju posle oblikovanja da budu očišćeni i zaštićeni. Za savijanje cevovoda postoje iskustvene norme o dozvoljenim poluprečnicima savijanja. Pri savijanju cevi se ispunjavaju rastresitim materijalom, kao što su pesak, sitne olovne kuglice i drugo, da se na mestu savijanja ne bi smanjio poprečni presek cevi. Cevovodi se pričvršćuju objumicama. Rastojanje između objumica zavisi od prečnika i debljine zidova cevi.

## 12.2. CREVOVODI

Crevovodi su elastični cevni vodovi koji povezuju pokretne delove hidrauličkog sistema, kao i delovi koji vibriraju pri radu. Izrađuju se od prirodne ili sintetičke gume, koja se spolja ojačava pamučnim ili metalnim omotačem. Ređe se koriste crevovodi od gumirane tkanine, teflona i metala. Dužina crevovoda treba da je veća od rastojanja delova koji se spajaju, kako bi se omogućilo njihovo kretanje. Postoje iskustvene vrednosti poluprečnika savijanja crevovoda kojih se treba pndržavati. Crevovodi se koriste samo kada je neophodno, jer im je vek trajanja relativno kratak. Osetljivi su na spoljna oštećenja, vibracije, visoke pritiske i visoke temperature.

## 12.3. PRIKLJUČCI

Zadatak priključaka je da medusobno povezuju cevi, kao i da povezuju cevi sa ostalim komponentama hidrauličkog sistema.

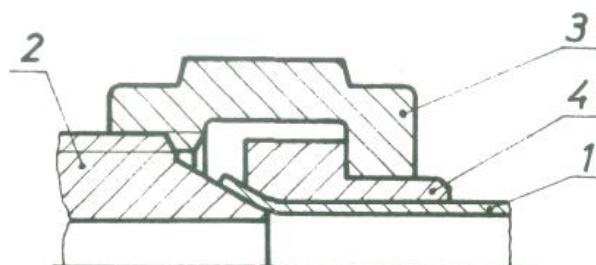
Ukoliko se spojevi u toku rada ne rastavljaju, cevi se spajaju zavarivanjem ili lemljenjem (sl. 12.1) i povijanjem ivica- proširivanjem (sl. 12.2). Pri zavarivanju ili lemljenju cevi se najčešće spajaju pomoću prelaznih čaura koje se zavare ili tvrdo zaleme za cev. Zavareni spoj može da bude upravan ili kos u odnosu na uzdužnu osu cevi. Zavarivanje i lemljenje se primenjuje za cevi prečnika iznad 30 mm i za visoke pritiske.

Proširivanje se primenjuje za povezivanje cevi prečnika manjih od 30 mm i male debljine zida, jer se krajevi cevi proširuju u hladnom stanju (sl. 12.2).

Označeni delovi na slici 12.2 su: 1 - proširena cev, 2 - cev sa spoljnim navojem, 3 - spojna navrtka i 4 - čaura.

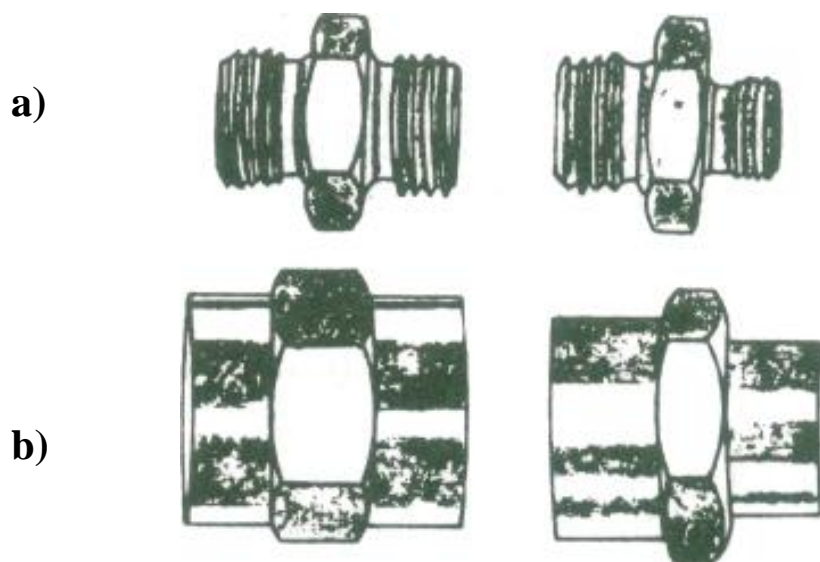


SI. 12.1. - Spajanje zavarivanjem



SI. 12.2. - Spajanje proširivanjem

Ukoliko se spojevi u toku rada povremeno rastavljaju, cevi se spajaju priključcima sa navojem i prirubnicama. U uljnoj hidraulici cevi prečnika do 40 mm uglavnom se spajaju pomoću priključaka sa navojem. Na slici 12.3a prikazani su priključci sa spoljašnjim navojem, pri čemu se levim priključkom spajaju cevi istog prečnika, a desnim - cevi različitog prečnika. Na slici 12.3b prikazani su priključci sa unutrašnjim navojem, pri čemu levi priključak spaja cevi istog prečnika, a desni spaja cevi različitog prečnika.

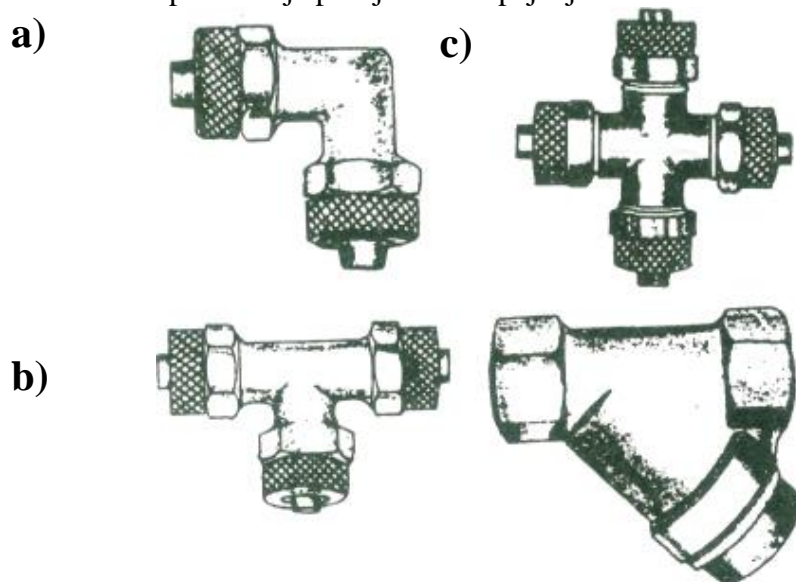


SI. 12.3. - Priključci sa navojem

Na slici 12.4a prikazan je priključak za spajanje dve cevi pod pravim uglom.

Na slici 12.4b prikazani su priključci pomoću kojih se spajaju tri cevi. Na levoj slici treća cev je pod pravim uglom u odnosu na prve dve, a na desnoj slici treća cev je postavljena pod kosim uglom.

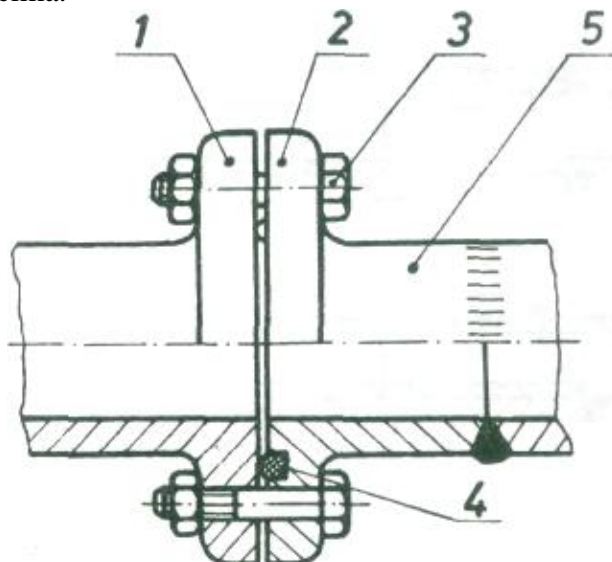
Na slici 12.4c prikazan je priključak za spajanje četiri cevi.



SI. 12.4. - Priključci sa navojem

Za spajanje cevi prečnika preko 40 mm koriste se prirubnice (sl. 12.5). Označeni delovi na slici su: 1 - prirubnica, 2 - prirubnica, 3 - vijak sa navrtnom, 4 - zaptivni gumeni prsten i 5 - cev.

Za niske pritiske cevi i prirubnice se spajaju pomoću navoja, a za visoke pritiske zavarivanjem, kao na slici. Proizvođači cevi često ih izrađuju sa prirubnicama. Prirubnice se međusobno spajaju vijcima.



SI. 12.5. - Spajanje prirubnicom

### 13. ZAPTIVKE

Zaptivke su elementi kojima se sprečava curenje radne tečnosti u hidrauličkim sistemima. Curenje, odnosno malo isticanje radne tečnosti nastaje zbog zazora i neravnina na spoljnim delovima, kao i zbog pritiska radne tečnosti. Površine koje se zaptivaju treba da imaju visok kvalitet obrade. Zaptivanje se ostvaruje postavljanjem zaptivki između površina koje se zaptivaju, čime se ostvaruju spojevi bez zazora ili sa malim zazorom.

Zaptivke, pored toga što sprečavaju curenje radne tečnosti, treba da imaju i sledeća svojstva: da ne dozvole ulazak prašine i vodene pare, da ne dovode do promena svojstava radne tečnosti, da se lako i brzo menjaju i održavaju uz najmanje troškove.

Dobro zaptivanje obezbeđuje hidrauličkom sistemu efikasnost, pouzdanost u radu i dug vek trajanja. U praksi se razlikuju dve vrste zaptivanja:

- zaptivanje nepokretnih spojeva i
- zaptivanje pokretnih spojeva. Pri zaptivanju nepokretnih spojeva mogu da se pojave sledeći slučajevi:

Nepokretni spojevi koji se pri eksploataciji i održavanju ne razdvajaju, najjednostavnije i najpouzdanije se zaptivaju zavarivanjem ili tvrdim lemljenjem delova koji se spajaju.

Nepokretni spojevi koji se pri eksploataciji i održavanju povremeno razdvajaju, zaptivaju se popunjavanjem praznog prostora između zaptivnih površina zaptivkama koje se lako deformišu i tako neutrališu uticaj neravnina i oštećenja zaptivnih površina.

Zaptivanje pokretnih spojeva je teži zadatak uljne hidraulike, jer istovremeno treba da ispuni dva suprotna zahteva:

- zaptivanje bez propuštanja radne tečnosti
- i što manje trenje između zaptivke i mašinskog dela.

Optimalno rešenje ovog zadatka je da se spreči propuštanje radne tečnosti i da se obezbedi stalni tanki sloj radne tečnosti između zaptivke i površine mašinskog dela, jer bi suvo trenje brzo uništilo zaptivku i prouzrokovalo bi veliki gubitak energije.

### 13.1.MATERIJALI ZA ZAPTIVKE

Materijali za zaptivke treba da imaju sledeća svojstva:

- čvrstocu,
- elastičnost,
- otpornost na habanje i temperaturske promene i da pod dejstvom radne tečnosti ne menjaju svoja svojstva.

Materijali koji se koriste za zaptivke mogu se razvrstati u tri grupe:

- metali,
- elastomeri i
- termoplastični materijali.

**Metalne zaptivke.** - za visoke pritiske izrađuju se od čelika, a za srednje i niske pritiske od bakra, aluminijuma i njihovih legura.

**Elastomeri.** - To su materijali na bazi kaučuka. Tu spadaju prirodna i veštačka guma, nitrilni kaučuk, hloropren-kaučuk, stiro-butadijen-kaučuk, fluor-kaučuk, silikon-kaučuk i drugi.

**Elastomeri imaju sledeća dobra svojstva:** elasticnost, čvrstocu, otpor na habanje, malu specifičnu masu, mali koeficijent trenja i dobro podnose niske i srednje temperature.

Bubrenje je loše svojstvo i predstavlja promenu zapremine zaptivke koja nastaje za vreme dužeg stajanja u radnoj tečnosti. Zavisi od vrste materijala elastomera i vrste radne tečnosti.

**Termoplastični materijali.** - Termoplastični materijali ili termoplasti se mnogo koriste za izradu zaptivki. U ove materijale spadaju: politetra-fluoretlen, poznat pod nazivom teflon, poliamid, poliacetol, polikarbonat, polipropilen, polietilen i drugi. U praksi se najviše koristi teflon, čije se osobine poboljšavaju armiranjem staklenim vlaknima, grafitom, bronzom i drugim specijalnim materijalima.

Teflon dobro podnosi niske i visoke temperature, ima mali koeficijent trenja i hemijski je otporan prema radnim tečnostima, ali pri radu se plastično deformise.

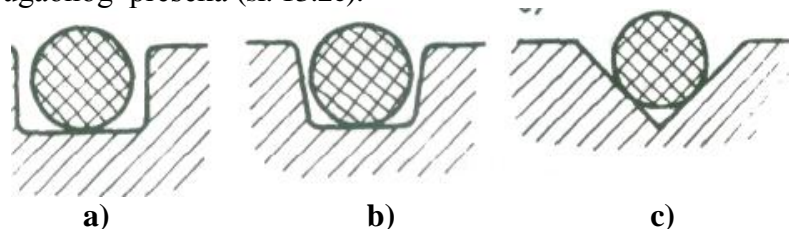
Bubrenje termoplasta zavisi od vrste materijala od koga je napravljen i vrste radne tečnosti.

### 13.2.OBLICI ZAPTIVKI

Zaptivke, prema obliku, mogu biti prstenaste i zaptivke specifičnih oblika.

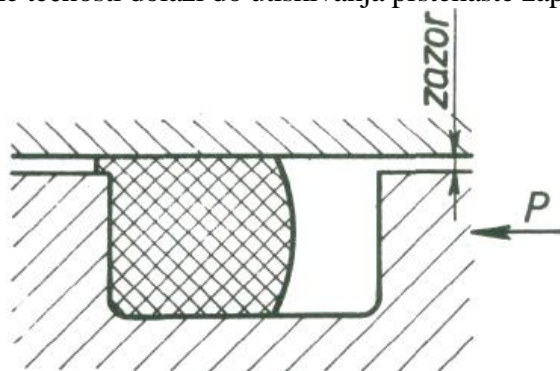
**Prstenasta zaptivka kružnog preseka.** - Izrađuju se od elastomera i termoplasta. Pogodne su za zaptivanje pokretnih i nepokretnih spojeva i imaju veliku oblast primene. Dobra svojstva ovih zaptivki su: dobro zaptivno dejstvo u oba smera, mali ugradni prostor, jednostavnost oblika, jeftine su i lako se ugrađuju.

Zaptivanje prstenastom zaptivkom zasniva se na kontrolisanoj deformaciji poprečnog preseka prstena. Pod dejstvom pritiska površi koje se zaptivaju, poprečni presek prstena se deformiše približno obliku profila žleba. Prsten se ugrađuje u žleb, koji je najčešće pravougaonog preseka sa zaobljenjima (sl. 13.2a), trapeznog preseka sa zaobljenjima (sl. 13.2b), a ređe ugaonog preseka (sl. 13.2c).



SI. 13.2. - Žlebovi za prstenaste zaptivke

Pri velikim pritiscima radne tečnosti dolazi do utiskivanja prstenaste zaptivke u zazor (sl. 13.4).

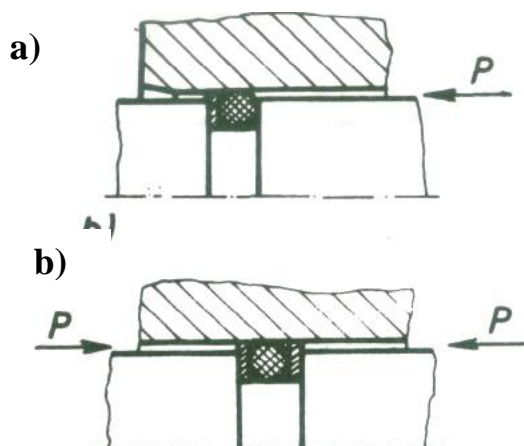


Sl. 13.4. - Utiskivanje zaptivke

Da bi se sprečilo utiskivanje prstenaste zaptivke u zazor, primenjuju se zaštitni prstenovi od termoplasta, najčešće od teflona pravougaonog poprečnog preseka i standardnih dimenzija.

Ako je zaptivni sloj izložen pritisku samo sa jedne strane (sl. 13.5a), u žleb se ugrađuje jedan zaštitni prsten nasuprot smeru delovanja pritiska.

Ako je zaptivni sloj izložen pritisku naizmenično sa jedne i sa druge strane (sl. 13.5b), u žleb se ugrađuju zaštitni prstenovi sa obe strane prstenaste zaptivke. Koriste se i zavojni zaštitni prstenovi standardnih dimenzija.

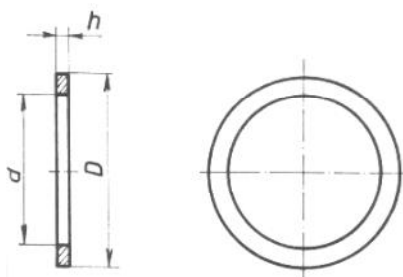


Sl. 13.5. - Zaštitni prstenovi

Prstenaste zaptivke pravougaonog preseka **standardizovane** su prema spoljašnjem prečniku  $D$ , unutrašnjem prečniku  $d$  i širini  $h$  i prikazane su na slici 13.6.

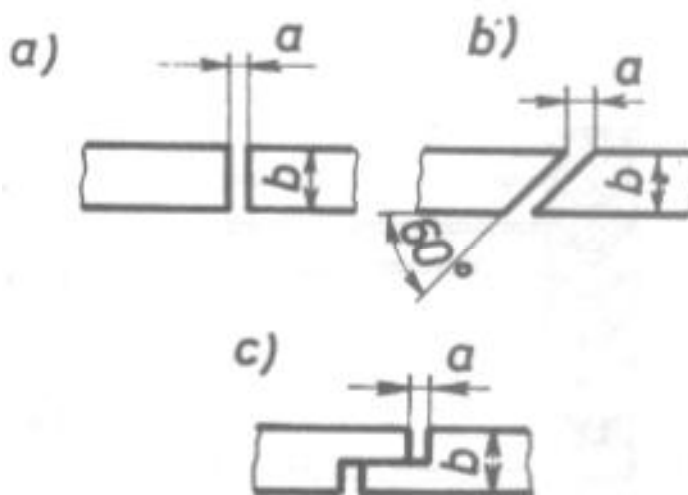
Prstenaste zaptivke pravougaonog preseka od elastomera i termoplasta uglavnom se koriste za zaptivanje grublje obrađenih ravnih površi, kao što su priрубnice, poklopci rezervoara i kućista hidrauličkih komponenti i drugo.

Metalne prstenaste zaptivke pravougaonog preseka koriste se za visoke pritiske, a mogu da budu neelastične i elasticne.



Sl. 13.6. – Prstenaste pravougaone zaptivke

Elastični prstenovi presečeni su ravno, koso i stepenasto (sl. 13.7), čime je omogućeno podešavanje prečnika.

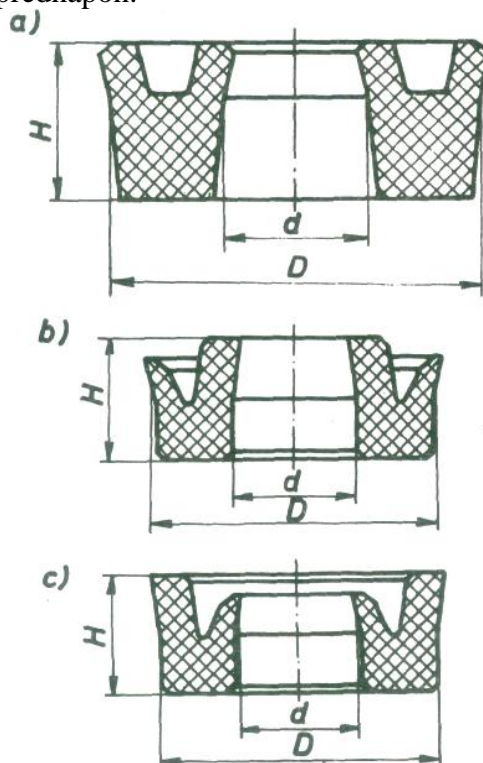


Sl. 13.7. – Preseci elastičnih prstenova

**Manžetne.** - To su elastični ili neelastični prstenovi specifičnog oblika preseka. Na slici 13.8 prikazane su: a) jednakostrana manžetna, b) manžetna sa spoljnom zaptivnom usnom i c) manžetna sa unutrašnjom zaptivnom usnom. Ove manžetne su standardizovane prema unutrašnjem prečniku  $d$ , visini  $H$  i spoljašnjem prečniku  $D$ .

Jednakostrane manžetne uglavnom se koriste u hidraulici za srednje i visoke pritiske, a nejednakostrane manžetne se koriste u hidraulici za niske pritiske i u pneumatici. **Izrađuju** se od elastomera i termoplasta. Manžetna pod dejstvom pritiska radne tečnosti prijanja uz površi koje zaptiva, čime se povećava efikasnost zaptivanja.

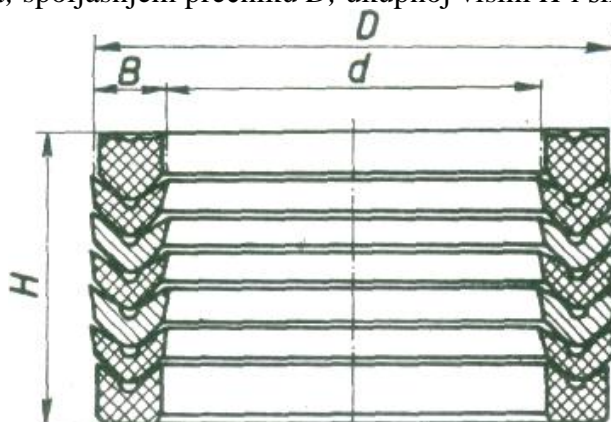
Manžetna se ugrađuje u žleb koji je najčešće pravougaonog preseka i koji treba da obezbedi da manžetna ima prednapon.



Sl. 13.8. – Manžetne

## MAŠINSKA ŠKOLA PANČEVO

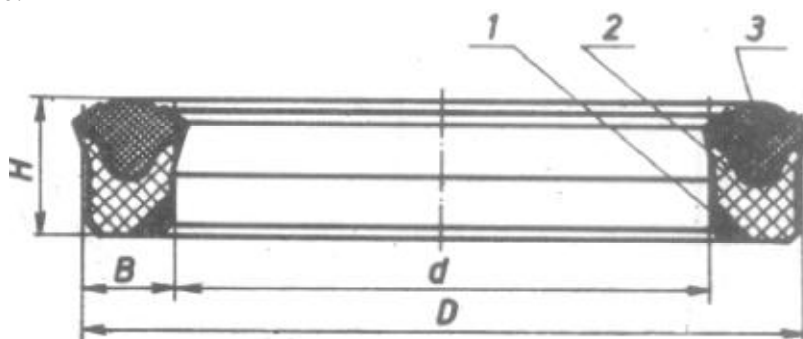
**Zaptivni komplet manžetni.** - Koristi se za zaptivanje pokretnih spojeva, za visoke pritiske i teške uslove rada, kada postoje udarna opterećenja, vibracije i hidraulički udari. Veći broj manžetni u kompletu amortizuje udare i vibracije, pa se postiže dobro zaptivanje. Na slici 13.9 prikazan je komplet manžetni. Kompleti manžetni su standardizovani prema unutrašnjem prečniku  $d$ , spoljnjem prečniku  $D$ , ukupnoj visini  $H$  i širini preseka  $B$ .



Sl. 13.9. - Komplet manžetni

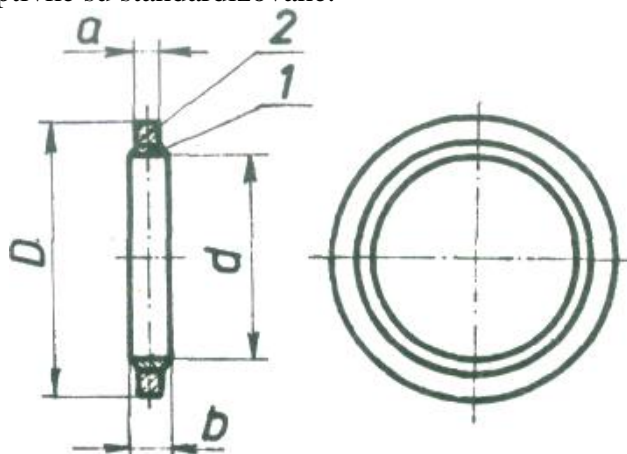
**Kombinovane zaptivke.** - To su celine izrađene iz dva ili više slojeva raznih zaptivnih materijala, čime se poboljšavaju njihova svojstva.

Na slici 13.10 prikazana je kombinovana zaptivka sa označenim pozicijama: 1 - zaštitni prsten od teflona, 2 - manžetna od elastomera i 3 - ojačanje od pamučnog platna. Ove zaptivke su standardizovane.



SI. 13.10. - Kombinovana zaptivka

Na slici 13.11 prikazana je kombinovana zaptivka sa oznacenim pozicijama: 1 - metalni prsten i 2 - elastomer. Površinska zaštita metalnog prstena vrši se prevlakom kadmijuma debljine 5  $\mu\text{m}$ . Ove zaptivke su standardizovane.



SI. 13.11. - Kombinovana zaptivka