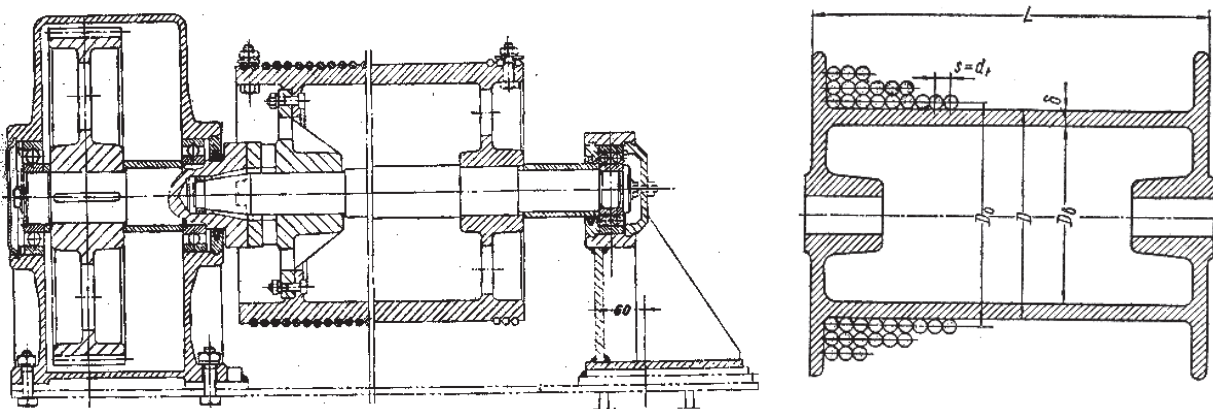


2.4 BUBANJ (DOBOŠ)

Bubanj (doboš) služi da pretvori obrtno kretanje dijelova mehanizma za dizanje u translatorno kretanje tereta. Doboši normalno imaju cilindričan oblik. Mogući su i konusni oblici bubnja u slučaju kada se opterećenje užeta koje se namotava na bubanj mijenja po određenom zakonu. U većini slučajeva uža se namotava na bubanj u jednom sloju. Moguće je namotavanje i u više slojeva naročito kod velikih visina dizanja ali je tada veće habanje užeta.



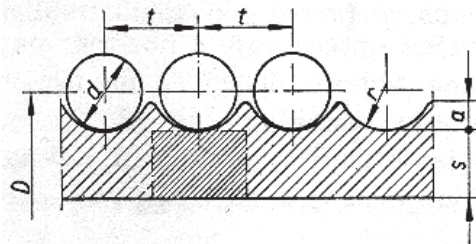
Slika 2.31 - Doboš (bubanj) a) sa narezanim žljebom i namotavanjem u jednom sloju, b) namotavanje u više slojeva

Bubanj se izrađuje od livenog gvožđa rjeđe od čeličnog liva i od čelika zavarivanjem. Prečnik doboša se određuje saglasno JUS M.D1.070 u ovisnosti od prečnika užeta a a njihov odnos je dat u tabeli 2.9.

Tabela 2.9 – Određivanje prečnika doboša

Pog. klasa	D_b/d
1	18
2	20
3	22
4	24

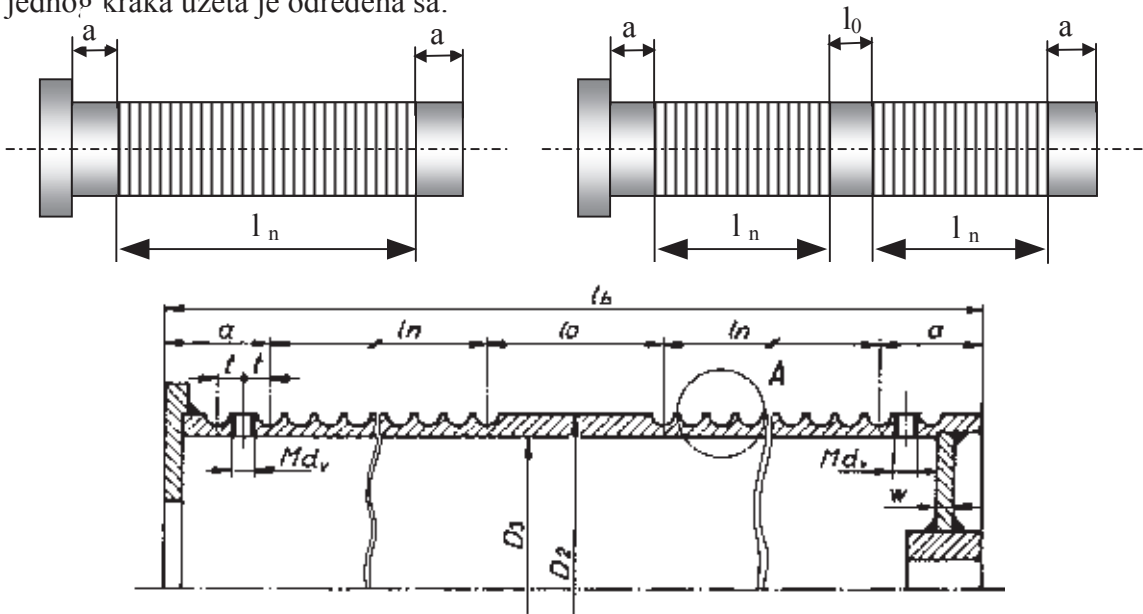
Kod motornih pogona uža se vodi po zavojnom žlijebu narezanom po površini. Da bi habanje i naprezanje užeta bilo što manje definisane su optimalne dimenzije žlijeba za vođenje užeta i one iznose (slika):



Slika 2.32 - Dimenzije žlijeba

poluprečnik žlijeba $r = 0.53 d$
 korak $t = 1.15d$ ili
 $t = d + (1.5 \div 3 \text{ mm})$
 dubina žlijeba $b = 0.125 d$

Bubnjevi na koje se navija jedan krak užeta imaju jedan žljeb desni, a ako se namotavaju dva kraka užeta postoji i lijevi i desni navojni žlijeb. Dužina narezanog dijela bubnja za namotavanje jedno σ kraka užeta je određena sa:



Slika 2.33 - Dimenzije bubnja

$$l_n = n \cdot t$$

n- broj koraka zavojnice žlijeba , t- korak

pri čemu je broj koraka određen maksimalnom visinom dizanja H tereta i iznosi:

$$n = \frac{p_k \cdot H}{D \cdot \pi} + (3 \div 4)$$

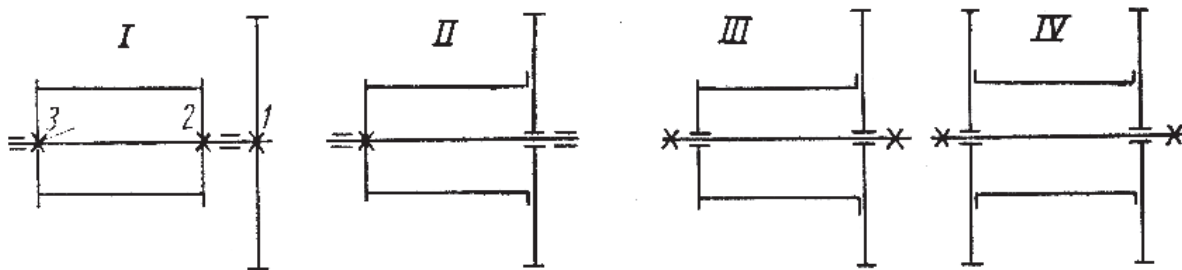
p_k -prenosni odnos užetnika,

D- prečnik bubnja.

Dodatna 3 ÷ 4 koraka se dodaju zbog istežanja užeta (1 ÷ 2), te zbog vezivanja užeta za bubanj. Dužina bubnja na koga se namotavaju dva kraka užeta je određena izrazom (slika 2.33):

$$l_b = 2(l_n + a) + l_0 ; \quad l_0 = (6 \div 10)t ; \quad a = (4 \div 6)t$$

Pogon bubnja se može ostvariti na više načina kao što prikazuju sljedeće slike (2.34).



Slika 2.34 – Načini pogona bubnja: I- preko zupčanika i vratila, II – preko zupčanika i plašta, III – preko plašta i zupčanika na osovini, IV- preko para zupčanika i plašta na osovini

2.4.1 Proračun debljine stijenke bubnja

Debljina stijenke bubnja određuje se na osnovu iskustvenih podataka prema sljedećim formulama:

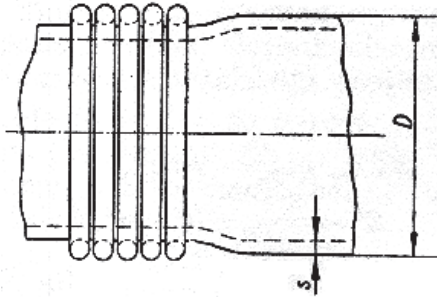
$$s = (0.6-0.8)d \quad - \text{ za zavarene izvedbe bubnja,}$$

$$s \geq 0.9d \text{ ili } s = 0.03D + 5\text{mm} \geq 10 \div 12\text{mm} \quad - \text{ za bubnjeve od sivog liva.}$$

Stijenka bubnja je u radu opterećena na :

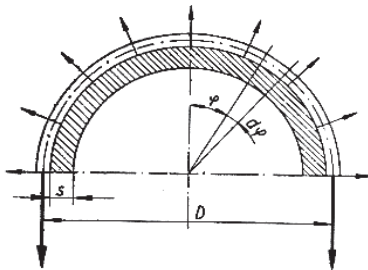
- uvijanje
- savijanje
- prolom.

Uvijanje stijenke bubnja se može zanemariti, jer je naprezanje najčešće maleno. Savijanje bubnjeva dolazi do izražaja u slučaju dugačkih bubnjeva čija dužina prelazi 1500 mm. Opterećenje na prolom bubnja nastaje usljed stezanja bubnja opterećenim užetom, te bubanj ima tendenciju unutrašnjeg prolamanja (sl.).



Slika 2.35 – Opterećenje bubnja na prolom

Stijenku bubnja je neophodno dimenzionirati prema naprezanju koje odatle slijedi. Zamislimo isječak iz gornje polovine bubnja širine jednake razmaku šljebova t , kao što je prikazano na sl. . Uticaj užeta pripadajuće donje polovine bubnja nadomješten je silama S . Lokalna naprezanja bubnjeva kod kojih je $l_b \leq 1500\text{mm}$ proračunavaju se na sljedeći način :



Slika 2.36 – Opterećenje bubnja

a) površinski pritisak užeta na bubanj je

$$p = \frac{2S}{Dt}$$

b) cirkularni napon usljed stezanja teoretski se proračunava kao za debelostijenu cijev opterećenu vanjskim pritiskom i iznosi:

$$\sigma_{\varphi} = \frac{DS}{(D-s) \cdot ts} \cong \frac{S}{ts}$$

Prema istraživanjima *Ernsta* naprezanje bubnja u cirkularnom pravcu usljed stezanja užeta nešto je manje od teorijskog naprezanja i iznosi:

$$\sigma_{\varphi} = 0.85 \frac{S}{st}$$

Razlog tome je taj što uže na mjestu namotavanja nije još potpuno steglo bubanj. Tek sljedeći namptaji bubnja promatrano mjesto bubnja potpuno stegnu. Usljed tog naknadnog stezanja bubnja uže se skрати a sila se u njemu smanji. Prema tome i naprezanje je manje.

Na mjestu namotavanja užeta ta su naprezanja prema Ernstu još manja jer su na tom mjestu i deformacije bubnja manje i iznose:

$$\sigma_{\varphi} = 0.5 \frac{S}{st}$$

c) Budući da je na mjestu namotavanja užeta stijenka bubnja savijena tu postoje i naprezanja na savijanje koja se prema Ernstu mogu odrediti iz izraza

$$\sigma_x = 0.96S \cdot \sqrt{\frac{1}{Ds^2}} \quad / \frac{N}{mm^2}$$

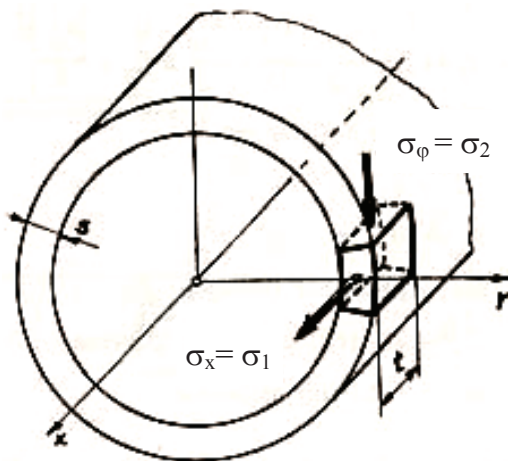
Glavna naprezanja na mjestu namotavanja užeta na bubanj su prema tome:

$$\sigma_1 = \sigma_x = 0.96S \cdot \sqrt{\frac{1}{Ds^2}} ; \quad \sigma_2 = 0 ; \quad \sigma_3 = \sigma_{\varphi} = -0.5 \frac{S}{st}$$

Za dugačke bubnjeve ($l_b > 1500$ mm) napon na savijanje na mjestu namotavanja silom S se računa prema izrazu:

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_c}$$

gdje je W_0 otporni moment površine poprečnog presjeka bubnja (prstenasti presjek), a M_0 moment savijanja u kritičnom presjeku bubnja.



Uzimajući u obzir i ovaj napon vrši se provjera stvarnog naprezanja u stijenci bubnja prema idealnom naponu određenom po jednoj od hipoteza o razaranju materijala. Ovaj idealni napon mora biti manji od dozvoljenog napona. Dozvoljeni naponi se mogu odrediti i prema sljedećim preporukama :

a) za čelični bubanj (Č 0545)

$$\sigma_{xdoz} \leq 50MPa ; \sigma_{\varphi} \leq 100MPa$$

b) za bubanj od sivog liva

$$\sigma_{xdoz} \leq 20 \div 25MPa ; \sigma_{\varphi} \leq 60MPa$$

c) za zavareni spoj stijenke bubnja

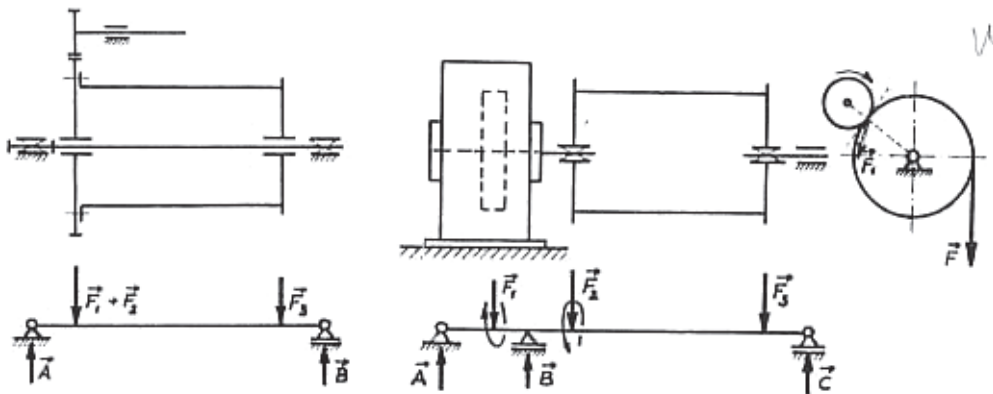
$$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_x + \sigma_\varphi \leq \sigma_{doz} = \frac{\sigma_v}{\nu}$$

gdje je σ_v napon na granici razvlačenja materijala a $\nu = 2 \div 3$ stepen sigurnosti.

2.4.2 Proračun ostalih elemenata bubnja

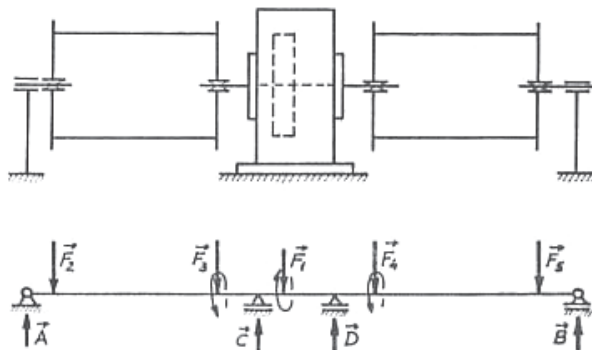
Osovina

Na sledećim slikama (slike 2.38) prikazane su karakteristične šeme vezivanja bubnja u mehanizmu za dizanje. Zavisno od konstruktivne izvedbe osovina može biti statički određen ili statički neodređen nosač opterećenja savijanje ili savijanje sa uvijanjem.



Da bi se izbjegla statička neodređenost osovine izvodi se u posljednje vrijeme spoj bubnja sa osovinom u obliku zglobne veze. Pri tome se koriste najčešće spojnice sa bačvastim elementima odnosno zupčasta spojnica.

Proračun osovine bubnja treba sprovesti prema odgovarajućem statičkom modelu opterećenja osovine u konkretnoj konstruktivnoj izvedbi (savijanje ili savijanje sa uvijanjem).



Primjer:

$$\sigma_{fdoz} = 80 \div 120 MPa \text{ za čelike sa } \sigma_v = 400 \div 600 MPa$$

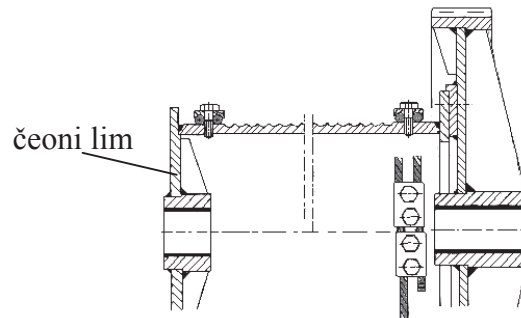
Ležaji

Ležajevi mogu biti klizni ili kotrljajni. Ako su ležajevi klizni onda se mora proračunati ležajna čaura prema dozvoljenom pritisku tj.

$$p = \frac{S}{dl} \leq p_{doz} \quad p_{doz} = 9 \div 12 MPa$$

Koeficijent korisnog dejstva bubnja ako se uzme u obzir i trenje u ležištima iznosi $\eta \cong 0.95$.

Čeoni lim bubnja



Slika 2.37 – Zavareni bubanj

Čeoni lim zavarenog bubnja se obično radi od čeličnog lima čvrstoće od 400 - 500 MPa. Potrebno ga je provjeriti na dozvoljeni pritisak između lima i kućišta ležaja po formuli

$$p = \frac{F_{\max}}{\delta \cdot D_1} \leq p_{doz} = 100 \div 120 MPa$$

Pored toga čeoni lim može biti izložen i savijanju usljed kosog zatezanja užeta. Horizontalna komponenta kose sile se prema Ernstu može uzeti da iznosi 10% od ukupne sile zatezanja užeta tj. $F_h = 0.1S$ a najveće naprezanje čeonog lima usljed ovog savijanja je određeno (prema Ernstu) sljedećom formulom :

$$\sigma = 1.44 \left(1 - \frac{2}{3} \cdot \frac{D_1}{D}\right) \cdot \frac{F_h}{\sigma^2} \leq \sigma_{doz} = \frac{\sigma_v}{\nu} \quad ; \quad \nu = 2 \div 3$$

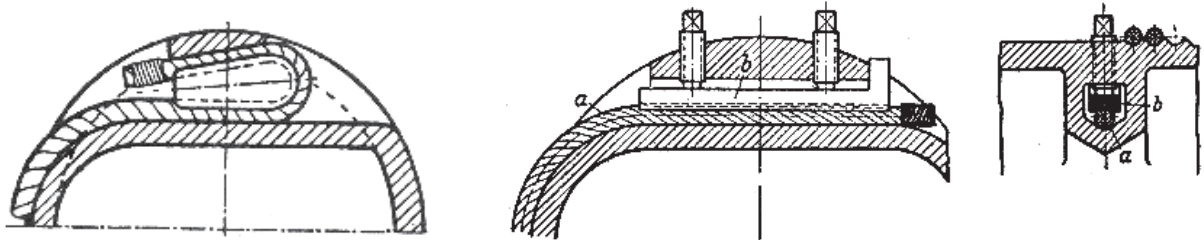
Ovdje je D promjer bubnja. Ovaj čeoni lim se može pojačati radijalnim rebrima naročito u slučaju ako je kućište lezaja ekscentrično postavljeno u odnosu na čeoni lim bubnja. U slučaju livenog bubnja se obično uzima da je debljina čeonog lima jednaka debljini zida plašta bubnja.

Konstrukcija bubnja mora obezbijediti da uže ni u slučaju olabavljanja ne može da spadne sa bubnja. Ako je bubanj u tom cilju snabdjeven prirubnicom visina prirubnice mora biti takva da

nadvisuje najviši sloj užadi najmanje $1,5d$ (d prečnik užeta). Ugao koji zaklapa uže sa osom žljeba na bubnju odnosno užnici (koturu) ne smije biti veći od 5°

Veza užeta sa bubnjem

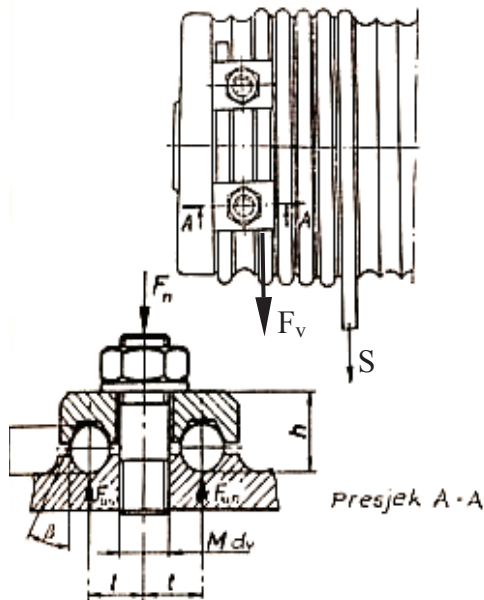
Pričvršćenje čeličnih užadi na bubanj treba biti tako izvedeno da se uže može lako zamijeniti. Na sl. je prikazano učvršćenje užeta na bubanj pomoću klina, a na sl. učvršćenje stezanjem užeta pomoću vijaka. Veza užeta sa bubnjem treba biti proračunata na osnovu najveće sile zatezanja u užetu kod nazivnog opterećenja uzimajući u obzir užetno trenje sa $\mu = 0.1$.



Slika 2.38 – Učvršćenje užeta na bubanj: a) pomoću klina, b) stezanjem pomoću vijaka

Kod najnižeg položaja kuke trebaju na bubnju ostati još dva navoja užeta, ne računajući navoje koji služe za pričvršćenje užeta, tj. stvarna sila F_v u užetu na mjestu veze s bubnjem je:

$$F_v = Se^{-\mu\varphi} = Se^{-0.14\pi} = 0.285S$$



Slika 2.39 – Veza užeta sa bubnjem pomoću vijčanog stezača

Standard JUS M.D1.070 propisuje da veza užeta sa bubnjem mora biti proračunata sa 2.5 puta većom vrijednošću od sile F_v tj. proračunska sila F_{vr} mora biti:

$$F_{vr} = 2.5F_v = 0.71S$$

Ako je veza užeta sa bubnjem izvedena pomoću stezača sa vijcima, onda je računaska sila zatezanja F_{vr} jednaka zbiru sila trenja užeta ispod stezača i sile trenja između užeta, bubanja i stezača tj.:

$$F_{\mu_1} = (\mu + \mu_1) \cdot F_{un}$$

- sile trenja stezača na prvom navoju,

$$F_{\mu_2} = (\mu + \mu_1) \cdot F_{un}$$

- sile trenja stezača na drugom navoju

$$F'_{\mu_1} = F_{\mu_1} + F_{\mu_b} = F_{\mu_1} e^{\mu\alpha}$$

- sila trenja na prvom stezaču (F_{μ_1}) plus sila trenja užeta o bubanj između stezača ($\alpha = 2\pi$),

- F_{un} - normalna komponenta sila pritiska stezača na jedan navoj užeta

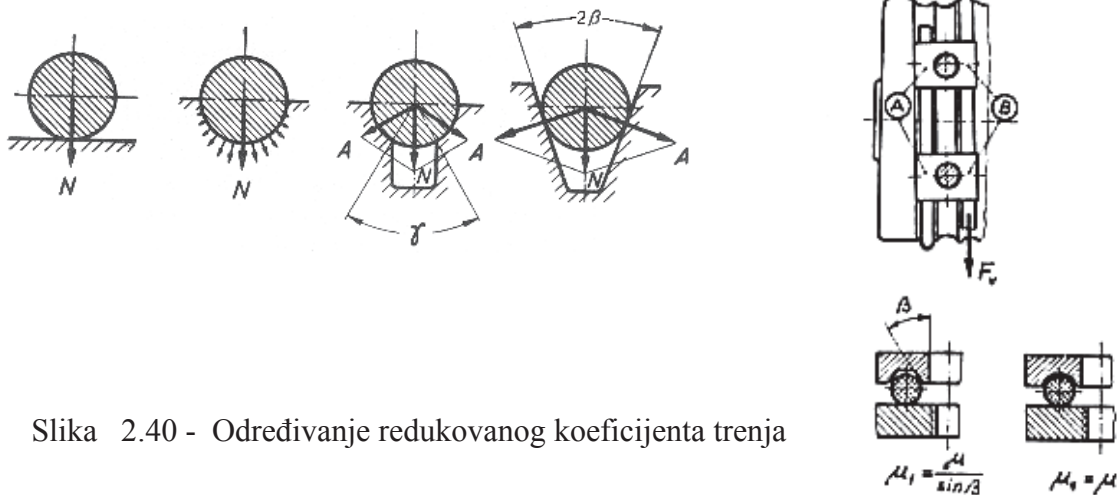
Ukupna računaska sila zatezanja užeta je sada jednaka:

$$F_{vr} = F'_{\mu_1} + F_{\mu_2} = F_{un}(\mu + \mu_1)(1 + e^{\mu\alpha})$$

Oдавde se dobiva potrebna sila pritiska na svaki navoj užeta ispod stezača koja iznosi:

$$F_{un} = \frac{F_{vr}}{(\mu + \mu_1)(1 + e^{\mu\alpha})}$$

Ovdje je μ_1 koeficijent trenja između užeta i žlijeba bubnja ili stezača redukovan na normalnu silu N (sl. 2.40) te u zavisnosti od oblika žlijeba iznosi :



Slika 2.40 - Određivanje redukovanog koeficijenta trenja

- za koničan žlijeb: $\mu_1 = \frac{\mu}{\cos \beta}$ $\Leftrightarrow (N \mu_1 = 2A \mu = \mu 2N \cos \beta)$
- za polukružni žlijeb $\mu_1 = \mu \frac{4}{\pi}$