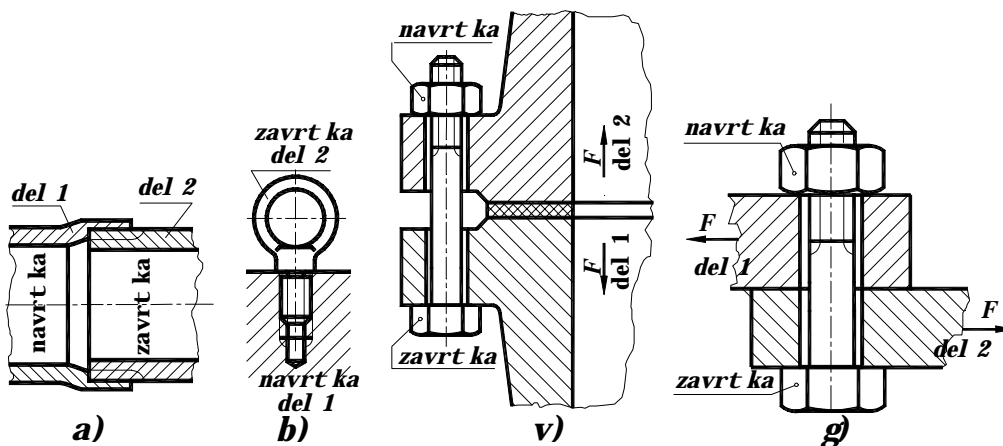


5.5 Navojni vrski

Navojne vrste se razdeljujejo na razdvojljive vrste na mehanskih delih, ki se ostvarujejo s pomočjo navoja. Navojno združevanje se ostvarjuje samo v obeh smereh: na ostvarjevalni vrstki. V obeh smereh, zavrtka in navrtka, se naložijo relativno mirne sile. Vrsta je lahko ostvarljiva, a ko je to potrebno, ne morejo ti delovi leso se razdvojati, brez kakršne koli pomoči. Navojne vrste morajo biti *neposredni, posredni i posebni*.

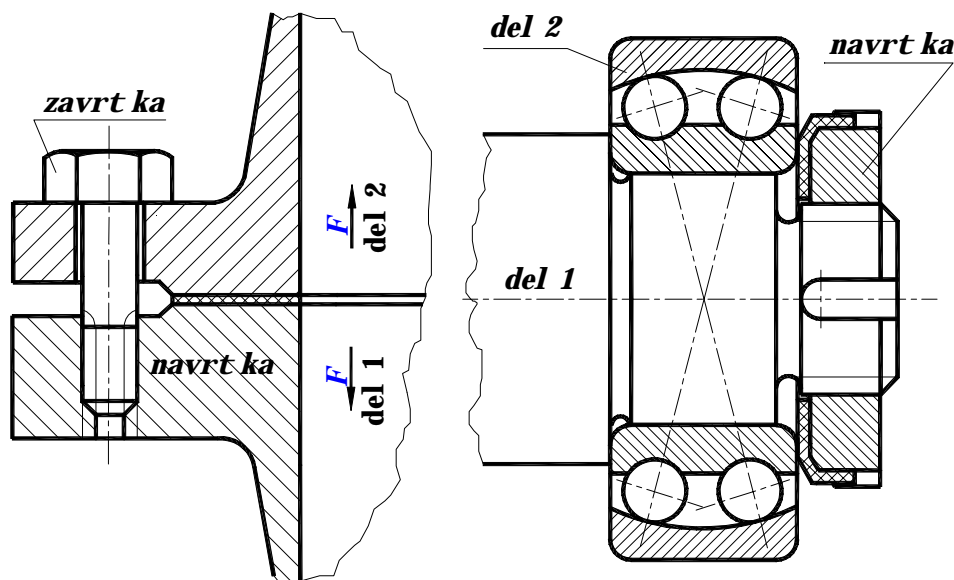
Neposredni se ostvarjujejo s *nadvreženim navojem (zavrtka)* na eni strani in *vnatrenjnim (navrtka)*, na drugi strani mehanskega dela. Takšne navojne vrste se uporabljajo pri združevanju cevi, zatvornikov in dr. (sl. 5.17 a i b).

Posredni navojni vrsti na dva mehanska dela se ostvarjujejo s pomočjo zavrtki in navrtki, zaradi česar se narekujejo vrste zavrtki. Tudi spoji vrstki na dve cevi so pri rabni celi, vrste na različnih stopnjah (sl. 5.17 v i g), velikih tupocevnih klopnicah in motorih so vnotrežno sogorljive in dr.



Sl. 5.17 Neposredni (a i b) i posredni (v i g) navojni vrsti

Posebni te navojni vrski se preodni re{ enija kade { to ulogata na navrtkata odnosno zavrtkata ja prezema edni ot od elemente kako { to e pri ka` ano na sl.5.18.



Sl.5.18 Posebni navojni vrski

5.5.1 Zavrt ki, navrt ki i pridru` ni element i na navojnat a vrska

Zavrt kat a i navrt kat a pretstavuvaat par ma{ inski delovi svrzani so navoen spoj. Na vakvi ot spoj naj~esto mu pripa|a i *normalnat a podlo` na plo~ka* (podlo{ ka).

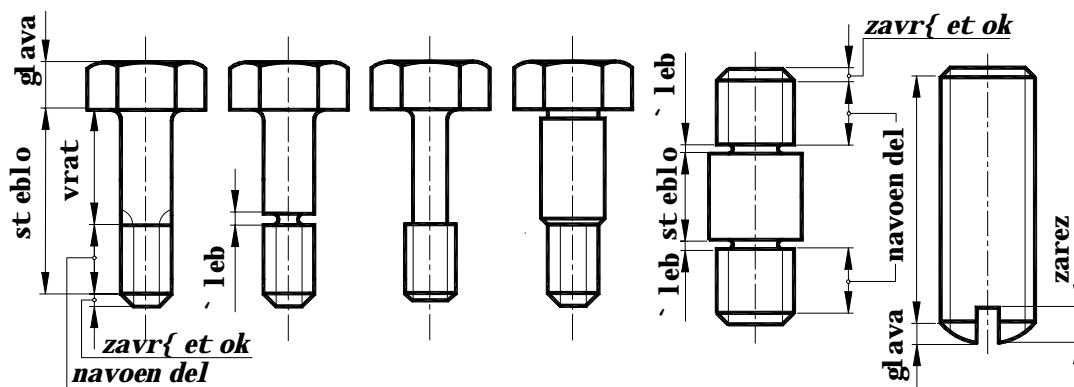
5.5.1.1 Zavrt ki

Element ot na navojni ot par koj i ma nare` an nadvore{ en navoj se vika zavrt ka. Na sl.5.19 se pri ka` ani nekol ku obl i ci na standardni zavrtki. Vo op{ t slu~aj, zavrtkata se состоi od *glava* i *st eblo*, pri { to st ebloto se состоi od *vrat i navoen del* na zavrtkata. Preodni ot del od vratot kon navojni ot del na zavrtkata treba da obezbedi izlez na no` ot pri izrobotka na navojot, poradi { to ~esto se izveduva vo standardi zi ran obl i k na `leb

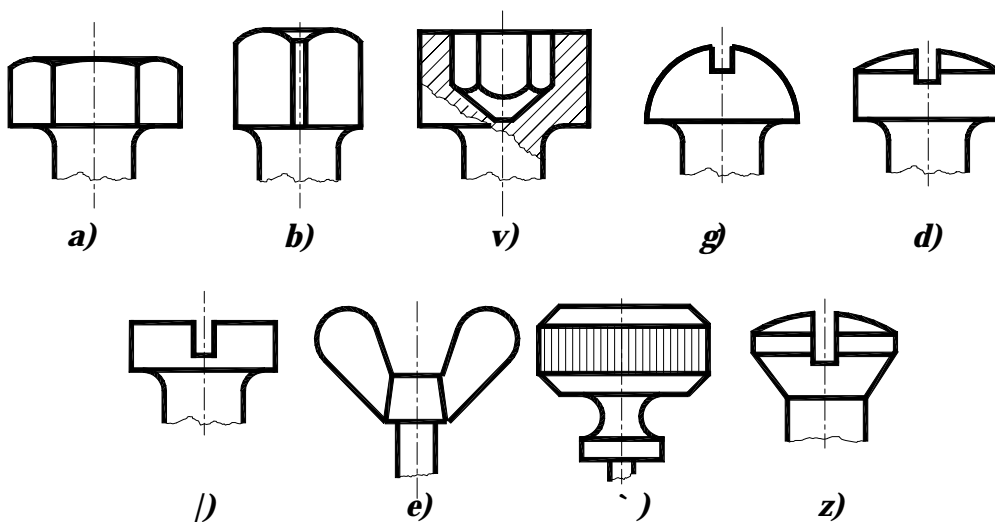
ili nekoja druga standardizirana forma na *izlez*. Navojni ot del na zavrtkata pretstavuva eden od standardnite vidovi navoj, a glavata na zavrtkata mo`e da ima isto taka najrazli~ni standardizirani oblisci pri { to { eststranata glava e naj~esto vo upotreba.

Postojat i taka nare~eni *goli* zavrtki (*nemaat glava*), *anker* zavrtki koi mo`at da imaat i slobodna konstrukcija vo pogled na steblo to, no ne i vo navojni ot del.

Na *sl.5.20* se prikani pove}e standardni oblisci na glavi za standardnite zavrtki.



Sl.5.19 Element i kajneki standardni oblisci na zavrtki

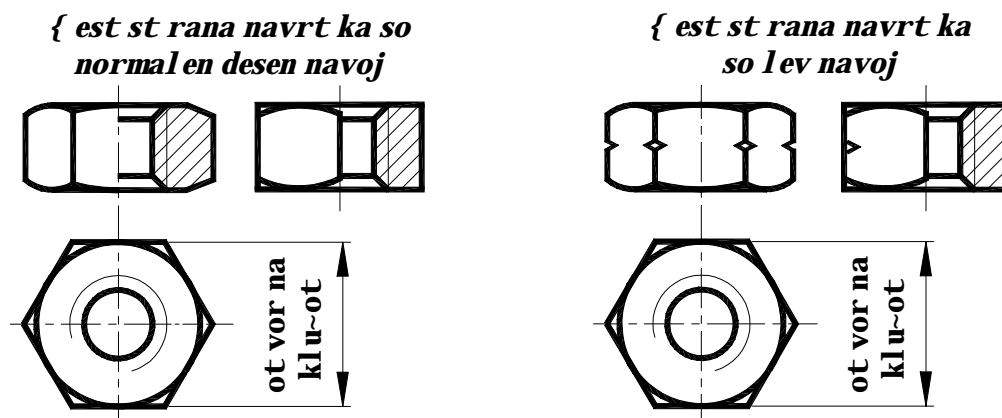


Sl.5.20 Standardni oblici glavi za zavrtki

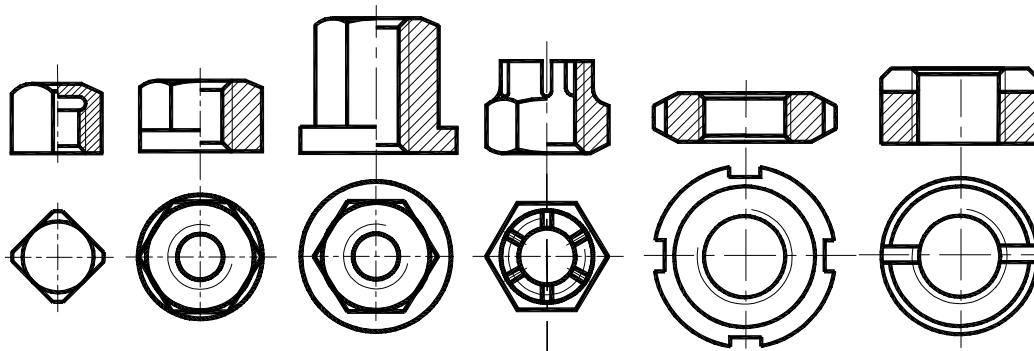
5.5.1.2 Navrtki

Element ot na navojni ot par koji ma nare`an vnat re{ en navoj se vi ka navrt ka. Naj~esto oblikot na navrtkata e definiran so oblikot na nejzinite bokovi. Na sl.5.21 e prikana { eststrana navrtka, a na sl.5.22 nekolku vidovi standardni navrtki.

Za standardnite zavrtki i navrtki normalno e propi{ an metri~ki ot desen (milimetarski) navoj, a dokolku navojot e lev, toga{ i glavata na zavrtkata i teloto na navrtkata mora da bidat posebno ozna~eni so `leb (sl.5.21).



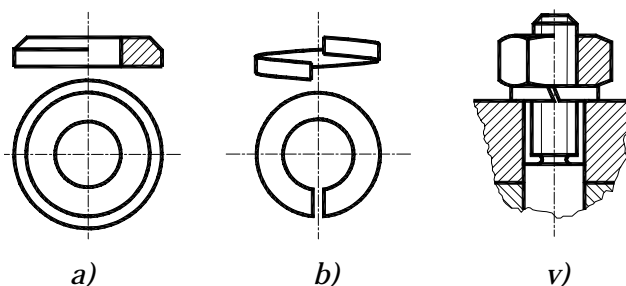
Sl.5.21 [est strana navrtka so desen i lev navoj



Sl.5.22 Nekolku vidovi standardni navrtki

5.5.1.3 Podložni pločki (podložki)

Podložna pločka (podložka a) ima uloga da ja namali opasnost od kontaktnite deformacii na podlogata ili, pak, koga navojnata vrška e izložena na udari, potresi ili promenlivi aksijalni sili da ja obezbedi vrškata od odvrtuvawe (elastična podložka) (Sl.5.23b i v).

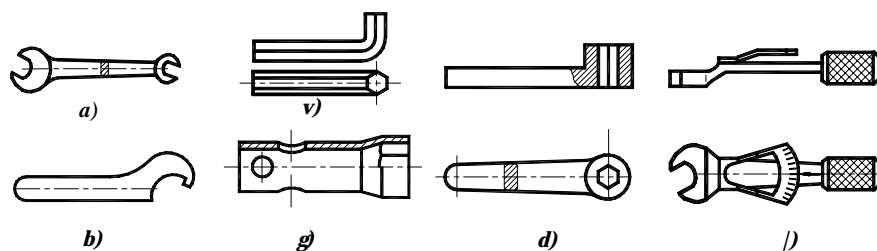


Sl.5.23 Normalna i elastična podložka poedine i elastična podložka vo sklop

Podložnite pločki se označuvaaat so nazivot, tipot i nominalni otvornapodložkata. Elastičnite podložki se izrabotuvaaat od elik za pružini, voobičeno od Č.2130.

5.5.1.4 Pribor za rabotaso navojnite parovi

Za zavrtuvawe i odvrtuvawe na zavrtkite i navrtkite se upotrebuvaat razni vidovi klu~evi i odvrtki vo zavisnost od oblikot na glavata na zavrtkite i navrtkite, kako i od raspolo`livi ot prostor za rabota. Taka, na *sl.5.24a*) e prika`an *ot voren klu~*, pod *b) klu~ so kuka*, *v) imbus klu~*, *g) ~elen (cev~est) klu~*, *d) st rani ~en cev~est klu~* i *l) naprava za merewe na moment ot na pri t egnuvawe*.



Sl.5.24 Nekolku oblici klu~evi

5.5.2 Materijal za elementite na navojnat a vrska

Osnoven materijal za elementite na navojnite vrske e ~elikot, a poretko predvidmo`e da dojdati drugi materijali kako mesing, bakar, aluminum, pa i nemetalite kako staklo, plastmasi, drvo i dr. Vo *tab.5.4* se dadeni neкои od standardnite oznaki na ~elini te materijali za zavrtki.

Tab.5.4 ^elici za standardni zavrtki

Oznaka	Zat egnuva~ka cvrstina R_m [N/mm ²]	Granicata te-e- we [N/mm ²]		Zabeleška
		R_e	R_p	
bez oznaka	340			<i>zavrtki bez propi { ani mehani ~ki karakt erist iki</i>
4.6	400	240		zavrtki za odgovorni ma{inski konstrukcii so propi { ani mehani ~ki karakt erist iki
4.8		320		
5.6	500	300		
5.8		400		
6.6	600	360		
6.8		480		
6.9	600		540	

8.8	800		640	
10.9	1000		900	
12.9	1200		1080	
14.9	1400		1260	

I zborot na materijal ot e prepu{ ten na proizvodi tel ot, bi dej}i propi { ani te mehani ~ki osobenosti na standardni te zavrтки i navrtki mo` e da se postignat so pri mena na razni vi dovi ~eli ci. Kval i tetot na materijal ot za zavrтки te se ozna~uva so dve brojki koi me|usebno se razdvoeni so to~ka. Proizvodot od prvata brojka i brojot 100 ja dava vrednosta na zategnuva~kata cvrstina na materijal ot R_m [N/mm^2], desetkratni ot proizvod od dвете brojki vo oznakata ja ozna~uva vrednosta na grani cata na te~ewe R_e odnosno R_p [N/mm^2], a drugata brojka pomno` ena so deset go odreduva odnosot na grani cata na te~ewe R_e odnosno R_p [N/mm^2]i zategnuva~kata cvrstina vo procenti.

Materijal ot za navrtki te se obel e` uva so edna brojka koja pomno` ena so 100 ja dava vrednosta na zategnuva~kata cvrstina na ~eli kot R_m . Po pravi lo, za navrtki te se upotrebuva materijal so eden stepen ponizok kval i tet od materijal ot na soodvetnata zavrтка. Nekoi od ovie ~eli ~ni materijali nameneti za standardni te navrtki se navedeni vo *t ab.5.5*.

Tab.5.5 ^el i ci za st andardni navrt ki

Oznaka	Zat egnuva~ka cvrst i na R_m [N/mm^2]	Zabele{ ka
bez oznaka	340	<i>navrt ki bez propi { ani mehani ~ki karakt erist i ki</i>
4	400	<i>navrt ki so propi { ani mehani ~ki karakt erist i ki za odgovorni ma{ i nski konst rukci i</i>
5	500	
6	600	
8	800	
10	1000	
12	1200	
14	1400	

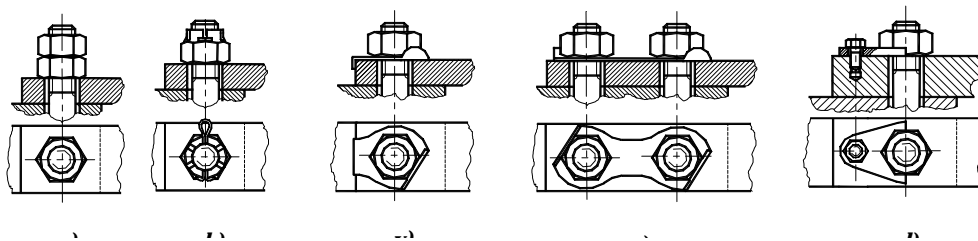
Spored potrebite, navojnite elementi se za{tituvaat od mo`nata koroziija i od drugite nepo`elni hemiski vlijaniija so pomo{ na razni prevlaki kako { to se poci nkuvawe, ni kl uvawe, hromi rawe i bruni rawe.

5.5.3 Osi guruvawe na navojni t e vrski

Poradi opasnosta vo tekot na rabotata navojnata vraska da se razdvoi, a so toa da dojde do katastrofalni posl edici po ma{ inski ot skl op, pa duri i p cel ata ma{ ina, navojnite vrski mora da bi dat obezbedeni od odvrtuvawe.

Treba da se ka`e deka kaj si te navojni vrski optovareni so aksijalna sila postoi izvesen stepen na samosopirawe, t.e. vrskata e obezbedena od odvrtuvawe. No ~estopati, poradi promenlivost na optovaruvaweto, udari ili vibracii, mo`e da dojde do pa|awe na vrednosta na aksijalnata sila na nula, poradi { to doa|a do samoodvrtuvawe i razdvojuvawe na vrskata. Vo takov slu-aj e potrebno da se spre~i samovolnoto razdvojuvawe, za { to postojat pove}e konstruktivni re{ enija od koi najednostavno e dobroto pri tegnuvawe na vrskata.

Na sl.5.25 se prika`ani nekolku pokarakteristi~ni i po~esto upotrebuвани na~ini na osi guruvawe na navojnata vraska od odvrtuvawe kako { to se: a) dve me|usebno dobro pri t egnat i navrt ki, b) krunest a navrt ka osi gurena so rascepka, v) specijalna plo~ka g) dve zavrt ki osi gureni so specijalna plo~ka i d) specijalna plo~ka osi gurena so zavrt ka.



Sl.5.25 Nekolku na~ini na osi guruvawe od odvrtuvawe na navojnata vraska

5.5.4 Presmet ka na navojni t e vrski

Na~elno, navojnite vrski mo`at da bi dat optovareni so nadol`ni ili so popre~ni sili. Nadol`nite sili go optovaruvaaat presekot na jadroto na zavrtkata (pre~nik d_1) na zat egnuvawe (ekst enziija), a popre~nite sili go optovaruvaaat presekot na steblo to na zavrtkata (pre~nik d) na smol knuvawe (sekciija) za nagodenite ili na zat egnuvawe (ekst enziija) na jadroto od

zavrtkata (pre~nik d_1), za *nenagodenit e* navojni vrski. Spored toa, vo zavisnost od na~inot na optovaruvaweto, se razlikuvaat *nadol`no* i *popre~no opt ovareni* navojni vrski.

Vo presmetkite na navojnite vrski kako kriti~en napon se zema *grani cat a na t e~ewet o* na materijal ot na zavrtki te R_e odnosno R_p , bi dejki nejzi noto pre~ekoruvawe }e predi zvi ka vo merodavni ot preseka na zavrtkata pl asti ~ni def ormaci i koi ne smeat da bi dat dozvol eni.

5.5.4.1 Nadol`no opt ovareni navojni vrski

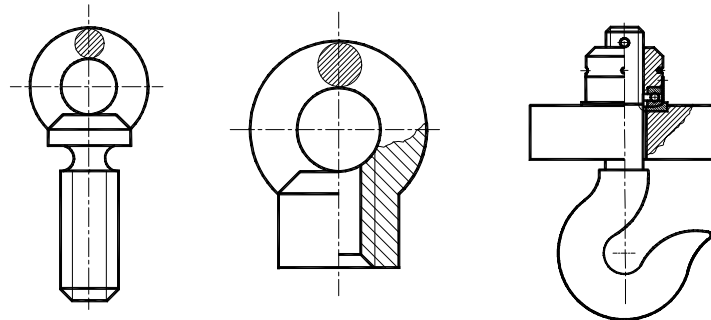
Vo zavisnost od prirodata na nadol`nata sila { to ja optovaruva zavrtkata (*st at i ~ka i li di nami ~ka*), ovi e navojni vrski se del at na

- *Navojni vrski bez pret hodno pri t egnuvawe (I grupa)*
- *Obi ~ni nadol`no opt ovareni navojni vrski (II grupa)*
- *Odgovorni nadol`no opt ovareni navojni vrski (III grupa)*

Vo prodol`enie }e bide izlo`ena postapkata za presmetka na ovi e podgrupi nadol`no optovareni navojni vrski.

5.5.4.1.1 I grupa – navojni vrski bez pret hodno pri t egnuvawe

Karakteristi~ni primeri za ova a grupa navojni vrski se zavrtki (*sl.5.26a*) i navrtki so u{ ka (*sl.5.26b*), koi slu`at za prenesuvawe na ma{inski te del ovi i li konstrukci i, kako i kukata na di gal kata (*sl.5.26 v*).



Sl.5.26 Zavrt ka i navrt ka so u{ ka, navojna vrska na kuka kaj di gal ka

Vo si te nabroeni slu~ai, jadroto na navojot od zavrtkata e optovareno so postojana (*statisti~ka*) aksijalna sila F_x i ja vrednost e ednakva so rabotnata F_r pa i so merodavnata vrednost na optovaruvaweto F_v .

Spored toa za merodavnata sila $\{$ to go optovaruva jadroto na zavrtkata na zategnuvawe mo`e da se napi { e

$$F_v = F_r = F_x$$

pa od i zrazot za naponot na zategnuvawe vo jadroto na zavrtkata

$$\sigma = \frac{F_v}{A_l} = \frac{4 F_v}{\pi d_1^2} \leq \sigma_{dz} \quad 5.40$$

za potrebni otmi ni malen pre~nik od jadroto na navojot na zavrtkata sl eduva

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 F_v}{\pi \sigma_{dz}}} \quad 5.41$$

kade { to

$F_v [N]$ e merodavna nadol`na sila vo zavrtkata,

$\sigma_{dz} = \frac{R_e}{S} [N / mm^2]$ e dozvol en napon na zategnuvawe na zavrtkata,

$R_e [N / mm^2]$ e grani ca na te~ewe za materijal ot na zavrtkata (*t ab.5.3*),

$S = 2,5$ do $3,0$ e stepen na sigurnosta vo rabotata na zavrtkata

So vaka presmetani ot minimalen potreben pre~nik na jadroto na zavrtkata, od *t ab.5.1* se izbira onoj metri~ki (*milimetarski*) navoj, ~ij pre~nik na jadroto od navojot e najblisku i, voedno, pogolem od presmetani ot. Ovdreba da se napomene deka pre~nikot na vratot na zavrtkata ne smee da bide pomal od presmetani ot pre~nik od jadroto na zavrtkata, bidej}i rabotni ot napon na zategnuvawe vo toj presek }e bide pogolem od dozvol enata vrednost σ_{dz} .

5.5.4.1.2 II grupa – obi~ni navojni vrski

Vo ova grupa spa|aat navojni te vrski koi se izlo`eni na postojani ili malku promenlivi ednonaso~ni optovaruvawa, { to ne baraat posebno propi { ana vrednost na silata na pri tegnuvawe. Tuka spa|aat najgol em broj nadol`no optovareni navojni vrski kako kapaciteta i ku}i { ta,

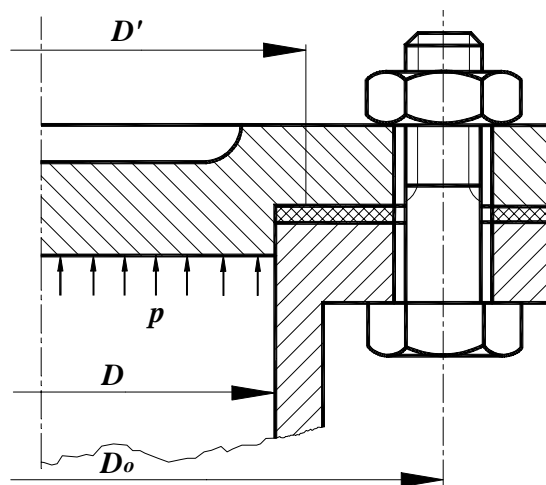
vrski na razni osnovi i konzoli i sl. Vrednosta na merodavnata sila za presmetka na navojnata vrska F_v se procenuva vo zavinsnost od vrednosta na rabotnata sila F_r i toa vo sledni te grani ci

$$F_v = (1,5 \text{ do } 3,0) F_r \quad 5.42$$

a ponatamo{ nata presmetka za dimenzi onirawe na navojnata vrska e identi ~na so postapkata iznesena vo navojnite vrski od I grupa, so taa razlika { to poradi nedefinirana vrednosta na silata na prethodnoto pritegnuvawe F_p , a i poradi zanemaruvaweto na naponot od usukuvawe, stepenot na sigurnosta e mal ku pogol em i i znesuva $S = 3,0$ do $4,0$. Pogol emi -te vrednosti za merodavnata sila za presmetkata i za stepenot na sigurnosta se usvojuvaat za navojni te vrski so pomali nomi nal ni pre~ni ci, bi dej}i ti e se pozagrozeni od nekontrol i ranoto pri tegnuvawe na vrskata.

5.5.4.1.3 III grupa – odgovorni navojni vrski

Vo ova a grupa spa|aat vrski te koi slu`at za povrzuvawe na kapaci te od sadovi te pod pri ti sok (sl.5.27), vrski te so pri rabni ci kaj cevki ni te vodovi, vrski te na glavata so blokot od motorite so vnatre{ no sogoruvawe ili kl i pni te kompresori, vrski te so zavrтки kaj kl i pni ci te i dr.



Sl.5.27 Kapak i sad pod pri ti sok vrzani so zavrt ki

Vakvite navojni vrski se izlo`eni na periodi ~no promenlivi optovaruvawa. Zaradi namaluvawe na promenlivi ot del na silata vo zavrtkata kako i za obezbeduvawe na hermeti ~nost na vrskata, od ni v se bara

određene na opredeljena minimalna vrednost na silata na pritisk na doprini te površini na plošni tevo teko na rabotata.

Navojnata vrška od III grupa može da bide optovarena so rabotnoto optovaruvawe F_r duri po završeno to pritegnuvawe koga e obezbedeno miruvawe na navrtkata vo odnos na završkata. Merodavnata sila za presmetka (dimenzi onirawe) na završkata e maksimalnata vrednost na silata vo rabota $F_v = F_{r1}$.

$$F_{rz} = F_p + \Delta F_z = F_v \quad 5.43$$

pri što za sadovi pod pritisk (sl.5.27), približnata vrednost na rabotnata sila vo edna od završki te se presmetuva spored ravenkata

$$F_{r1} = \frac{A p_z}{z} = \frac{\pi D'^2}{4 z} p \quad 5.44$$

kade što

$D' = \xi'(D_0 - D) + D$ e presmetkovna vrednost na prečni kot na sadot, zgolemena poradi prodora na pritisok vo završkata;

$\xi' = 0,2$ do $0,3$ e koeficient na zgolemuvawe;
 p [N/mm^2] e raboten pritisok vo sadot,

$z = \frac{\pi D_o}{e}$ e broj završki za vrška na kapakot so sadot pri

$e \leq 120$ [mm] = e_{max} - lano rastojani e pomelju završki te, neophodno zaradi postignuvawe na hermetičnost na vrškata

Prečni kot na jadroto od završkata se presmetnuva spored empirijski otobrazec

$$d_1 \approx \xi \sqrt{F_{r1}} + 5 \quad [mm] \quad 5.45$$

pri što

$\xi = 0,4$ - faktor za precizna izrabotka na navojot i navojnata vrška

$\xi = 0,45$ - za prosečna izrabotka na navojot i navojnata vrška i

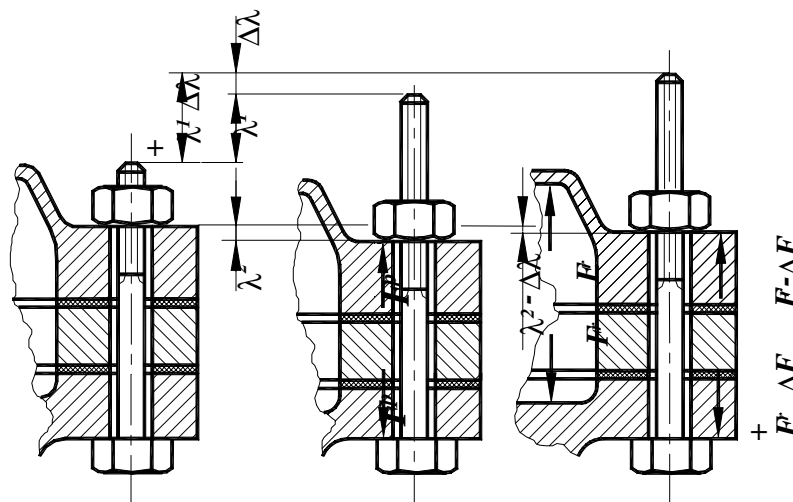
$\xi = 0,5$ - za nedovolno precizna (gruba) izработка na navojot i navojnata vrska

Spored *tab.5.1* se izbiraju standardna zavrtka so vrednost na pre-ni kot od jadroto na zavrtkata najbliska do prethodno presmetanata, a potoa se vr{i kontrola i se crta deformacioni ot dijagram na navojnata vrska.

Problematikata so analiza na optovaruvawata i naponite vo ovie navojni vrski e dosta kompl icirana i zatoa ovde }e bidat izneseni samo osnovni te tol kuvawa, dodeka za inf ormacioni , vo soodvetnata l i teratura.

Sostojbata so vakvata navojna vrska pred optovaruvaweto, po optovaruvaweto so sila od prethodnoto pri tegnuvawe F_p i vo tekot na rabotata koga, vo sadot e vospostaven rabotni ot prit isok p e prik a` ana na slednata *sl.5.28a,b i v*.

Pod dejstvo na silata od prethodnoto pri tegnuvawe F_p (*sl.5.28 b*) zavrtkata }e se izdol` i za vrednost λ_1 , a podlogata }e se skusi za vrednost λ_2 . So po~etokot na dejstvuvaweto na silata vo rabota F_r zavrtkata dopolnitelno }e se izdol` i za $\Delta\lambda$, a podlogata }e se ra{i ri za istata vrednost $\Delta\lambda$.



Sl.5.28 Deformacija na zavrtkata i podlogata kaj odgovorna nadol`no optovarena navojna vrska

a izrazot za izdol`uvaweto na zavrtkata i skratuvaweto na plo~ite od taasil a e def i ni ran kako { to sl eduva:

$$\lambda_1 = \frac{F_p}{c_1} = \frac{F_p \sum_1^i l_i}{E \sum_1^i A_i} \quad \text{i} \quad \lambda_2 = \frac{F_p}{c_2} = \frac{F_p l_b}{E_b A_b} \quad 5.48$$

kade { to

c_1 i c_2 - pretstavuvaat krutost na zavrtkata odnosno podl ogata;

E e modul na el asti ~nosta za materi jal ot na zavrtki te;

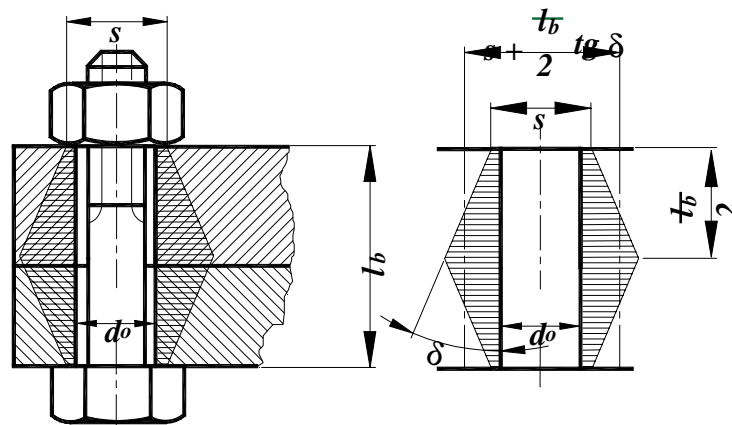
A_i e povr{ i na na popre~ni ot preseka na oddel ni te del ni ci na zavrtkata;

l_i e dol` i na na oddel ni te del ni ci na zavrtkata;

l_b e vkupna dol` i na na pome|u gl avata na zavrtkata i navrtkata;

E_b e modul na el asti ~nosta za materi jal ot na plo~i te (*sadot i kapakot*).

Merodavnata povr{ i na na plo~i te { to e izlo` ena na priti sok se pretstavuva deka e osnovata od cilindarot ~ija dol` ina e l_b , a negovi ot pre~nik e ednakov so srednata vrednost na pre~ni kot na takanare~eni te "vlijat el ni konusi" (sl.5.30).



Sl.5.30 Vlijat el ni konusi kaj navojni t e vrski od III grupa

Od sl.5.30 se gl eda deka taa povr{ i na se presmetuva spored i zrazot

$$A_b = \frac{\pi}{4} \left[\left(s + \frac{l_b}{2} \operatorname{tg} \delta \right)^2 - d_0^2 \right] \quad 5.49$$

kade { to δ - e agol na vli jatelj ni ot konus, za kogo eksperi mental no se utvr-
deni sledni te odnosi

$\operatorname{tg} \delta = 0,20$ - za ~el i ~ni plo~i;

$\operatorname{tg} \delta = 0,25$ - za plo~i od si vo leano ` el ezo i

$\operatorname{tg} \delta = 0,33$ - za plo~i od lesni metal i

i va ` at za $\frac{l_b}{d} \geq 3$.

Pod dejstvo na si l ata vo rabota F_r , zavrtkata }e se izdol ` i dopol ni tel -
no za vrednost $\Delta\lambda$, a si l ata vo zavrtkata }e se zgolemi dopol ni tel no za
vrednost

$$\Delta F_z = \Delta\lambda c_1 \quad 5.50$$

Vo i sto vreme podl ogata }e se ra{ i ri za i stata vrednost $\Delta\lambda$ i poradi toa
vrednosta na si l ata }e se namal i za

$$\Delta F_{pl} = \Delta\lambda c_2 \quad 5.51$$

Za dobi vawe podobra pretstava, vo def ormaci oni ot di jagram (sl.5.29) ni z
to~kata A_l e povl e~ena paral el na prava so $\overline{OA_2}$.

$$F_p = \xi_p (F_b + \Delta F_b + \Delta F_p) - \Delta F_{pt} \quad 5.52$$

pri { to

$\xi_p = 1,05$ do $1,1$ - za pri tegnuvawe na zavrtki te so di namometarski kl u~ so ne-
posredno ~i tawe;

$\xi_p = 1,45$ - za pri tegnuvawe na zavrtki te so di namometarski kl u~ so prol iz-
guvawe

5.5.4.2 Popre~no opt ovareni navojni vrski

Sporod konstruktivnata su{ ti na, zavrtkata e ma{ i nski el ement { to e
predodreden, pred sé, da pri ma nadol ` ni si l i. Sepak, ponekoga{ taa mo ` e da

bide optovarena so popre~ni sili, koi spored vidot na takvata popre~no optovarena navojna vraska, zavrtkata ja izlo`uvaat na napregnuvawe od istegnuvawe, svi tkuvawe ili smol knuvawe.

Zavisno od na~inot na dejstvoto, se razlikuvaat dve grupi: *nagodeni* i *nenagodeni popre~no optovareni navojni vrski*.

5.5.4.2.1 IV grupa – Navojni vrski so nagodeni zavrtki

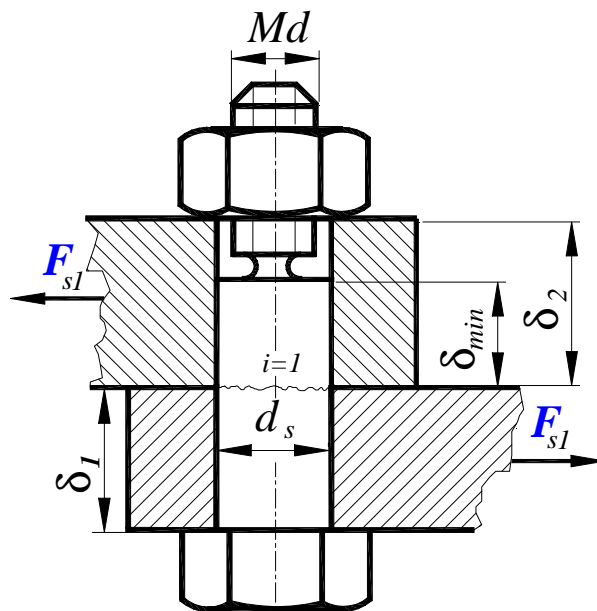
Kako { to se gleda od *sl.5.31*, karakteristi~no za ovie navojni vrski e toa { to popre~nata sila F_s zavrtkata ja prima so presekot na stbloto, ~ij pre~nik d_s ima pogol ema vrednost od vrednosta na nominalni ot pre~nik na navojot i taa e ednakva so nominalnata vrednost na pre~ni kot na otvorot vo plo~ite. Stebloto na zavrtkata i otvorot vo plo~ite formiraat nekoje od prednite t.e. nezvesni nal egnuvawa (H/j do H/m).

Zavrtkite kaj ovie navojni vrski ne se napregnati na istegnuvawe, tuku na smol knuvawe od popre~nata sila F_{s1} { to pretstavuva del od vkupnata popre~nata sila { to optovaruva edna od zavrtkite, ili

$$F_{s1} = \frac{F_s}{z} \quad 5.53$$

kade { to

z e broj zavrtki { to ja pri maat vkupnata vrednost na popre~nata sila F_s



Sl.5.31 Poprečno optovarena navojna vrška so nagodena zavrtka

Sporod toa, tangencialni otnapon vo presekot na steblo to od zavrtkata { to ne smee da bi de pogol em od dovol enata vrednost na napregnuvaweto od smol knuvawe za materijal ot na zavrtkata, e def i ni ran so ravenkata

$$\tau = \frac{F_{s1}}{A \cdot i} \leq \tau_{sd} \quad 5.54$$

kade { to

$A = \frac{\pi d_s^2}{4}$ - povr{ i na na popre~ni ot presek na steblo to od zavrtkata,

i - broj povr{ i ni od steblo to na zavrtkata, i zl o` eni na smol knuvawe,

$\tau_{sd} = \frac{R_\tau}{S_\tau} \approx \frac{0,8 R_e}{S_\tau}$ - dovol ena vrednost na naponot od smol knuvawe za mate-

ri jal ot na zavrtkata,

R_τ - grani ca na te~ewe pri smol knuvawe za materijal ot na zavrtkata,

R_e - grani ca na te~ewe pri zategnuvawe za materijal na zavrtkata (t ab.5.4)

$S_\tau \geq 2,0$ do $2,5$ - stepen na sigurnosta od plasti~ni deformaciji pri smolknuvawe na zavrtkata.

Spored toa, ako vrednosta na tangencialni ot napon od smolknuvawe vo presekot na steblo to od zavrtkata τ se izedna~i so dozvoleni ot napon od smolknuvawe za materijal ot na zavrtkata τ_{sd} i pritoa se zeme predvid i izrazot za povr{inata na popre~ni ot presek na steblo to od zavrtkata, za pre~ni kot od steblo to se dobi va sledni ot i zraz

$$d_s = \sqrt{\frac{4 F_{s1}}{\pi \tau_{ds}}} = 2 \sqrt{\frac{F_{s1}}{\pi \tau_{ds}}} \quad 5.55$$

Vaka dobiejata vrednost na pre~ni kot od steblo to na zavrtkata se standardizira, a zaradi spre~uvawe na o{tetuvaweto na navojot pri monta`ata, nominalni ot (standarden) pre~nik na navojot (*vi di sl. 5.31*) se usvojuva spored

$$d \approx d_s - (1,0 \text{ do } 2,0) \quad [mm] \quad 5.56$$

Preseci te {to se izlo`eni na smolknuvawe ne smeat da minuvaat niz navojni ot del, bi dej}i vo takov slu~aj }e dojde do smolknuvawe na presekot na jadro to od zavrtkata.

Popre~nata sila F_{s1} spored ~ija vrednost e izvr{eno di menzi oni raweto, ja optovaruva zavrtkata i na povr{inski pritiosok na dopirnatapovr{ina na steblo to i na delovi te {to se povrzuvaat so nea.

Spored *sl.5.31* srednata vrednost na povr{inski ot pritiosok na dopirnatapovr{ina pome|u steblo to na zavrtkata i plo~ite se presmetuva so sledni ot i zraz

$$p = \frac{F_{s1}}{A_p} = \frac{F_{s1}}{d_s \delta_{min}} \quad 5.57$$

kade {to

δ_{min} e najmalata dol`ina na dopir pome|u steblo to na zavrtkata i plo~ite.

Stepenot na sigurnosta od povr{insko razurnuvawe e daden so slednata ravenka

$$S_p = \frac{p_e}{p} \approx 1,2 \frac{R_e}{p} \quad 5.58$$

kade {to

$p_e \approx 1,2 R_e$ - grani ca na gme~eweto za posl abi ot materijal i

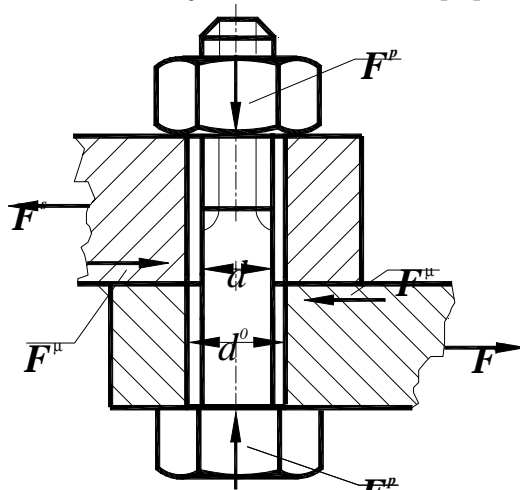
R_e - grani ca na te~eweto za posl abi ot materi jal

Zavrtekata e dobro di menzi oni rana, ako presmetanata vrednot na stepe-
not na si gurnosta e vo grani ci te i li pak pogol ema od 2,0 do 2,5.

5.5.4.2.2 V grupa – Navojni vrski so nenagodeni zavrt ki

Vrski te od ova a grupa go dobi le i meto zatoa { to pre~ni kot na stebel oto
od zavrtki te d e pomal od pre~ni kot na otvorite vo plo~ite d_0 taka { to
pome|u tel oto na zavrtkata i otvorot vo plo~ite postoji zjaj (sl.5.32), { to vo
tekot na rabotata na vrskata ne smee da bide anul i ran, bidej}i vo takov
slu~aj bi do{ lo do smol knuvawe (se~ewe) na stebel oto od zavrtkata i do
popu{ tawe na vrskata.

Za da ne dojde do toa, plo~ite treba da bidat dovol no pritegnati so
navrtkata pri { to tel oto na zavrtkata se optovarua na istegnuvawe so
sil ata od prethodno pri tegnuvawe F_p , a pome|u plo~ite se sozdava sil a na
tri ewe F_μ koja treba da bi de najmal ku ednakva na popre~nata sil a F_s .



Sl.5.32 Popre~no opt ovarena navojna vrska so nenagodena zavrt ka

Zatoa zavrtki te od ova a grupa vo rabotata se optovareni samo so sil ata
na prethodno pri tegnuvawe F_p , taka { to nema potreba da se vr{ i presmetka
na krutosta na zavrtkata i plo~ite. Vo tekot na pri tegnuvaweto, zavrtkata e
optovarena i so momentot na torzi ja T_v .

Popre~nata sil a { to otpa|a na edna zavrtka e:

$$F_{s1} = \frac{F_s}{z} \quad 5.59$$

pri { to

z e vkupe n broj zavrtki vo vrskata.

Spored toa silata od tri eweto { to otpalana edna zavrtka e def i ni rana so sledni ot i zraz

$$F_{\mu 1} = \mu F_p \quad i \geq S_\mu F_{s1} \quad 5.60$$

kade { to e

$\mu = 0,1$ do $0,2$ e koef i ci ent na tri eweto pome |u plo~i te

i e broj parovi dopi rni povr{ i ni preku koi se prenesuva popre~noto optovaruvawe;

$S_\mu = 1,2$ do $1,8$ e stepen na sigurnosta od prol i zguvawe me |u plo~i te.

Za silata na prethodno pri tegnuvawe, od i zrazot 5.57 se dobi va slednata ravenka

$$F_p \geq S_\mu \frac{F_{s1}}{i \mu} \quad 5.61$$

Vo ovoj slu~aj merodavnata sila F_v za presmetka na pre~ni kot na navojot e silata od prethodno pri tegnuvawe F_p { to jadroto na zavrtkata go optovaruva na zategnuvawe, pa sl eduva

$$F_v = F_r = F_p \quad 5.62$$

a od i zrazot za naponot na i stegnuvawe vo jadroto od zavrtkata

$$\sigma = \frac{F_v}{A_1} = \frac{4 F_p}{\pi d_1^2} \leq \sigma_{dz} \quad 5.63$$

sl eduva i zrazot za mi ni mal ni ot pre~ni k od jadroto na navojot na zavrtkata

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 F_p}{\pi \sigma_{dz}}} \quad 5.64$$

kade { to

$F_p[N]$ e merodavnata vrednost na nadol ` nata sila vo zavrtkata;

$\sigma_{dz} = \frac{R_e}{S} [N/mm^2]$ e dovoljeni ot napon na zategnuvawe za materijal ot na zavrtkata;

$R_e [N/mm^2]$ e granicata na teewe za materijal ot na zavrtkata (*t ab.5.3*);

$S = 2,5$ do $3,0$ e stepenot na sigurnosta vo rabotata na zavrtkata.

So vaka presmetani ot potreben prenik na jadroto na zavrtkata, od *t ab. 5.4* se izbira onoj metriki (*milimetarski*) navojija vrednost na prenikot na jadroto od navojot e najbliska, a voedno i pogolema od presmetanata. Ovde treba da se napomene deka standardni ot prenik na vratot na zavrtkata ne smee da bide pomal od presmetanata vrednost na prenikot od jadroto na zavrtkata, bi deji rabotni ot napon na zategnuvawe vo toj presek e bide pogolem od dovoljenata vrednost σ_{dz} .

Vrednosta na silata na prethodno pri tegnuvawe F_p mora da bide vnesena na crte` ot i da bide kontrolirana pri monta`ata na zavrtkite.

Virtuelni ot napon vo presekot od jadroto na navojot e daden so slednata ravenka

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_z^2 + (\alpha_0 \tau_t)^2} \quad \mathbf{5.65}$$

a stepenot na sigurnosta e definiiran so izrazot

$$S = \frac{R_e}{\sigma_v} \geq 1,1 \text{ do } 1,4 \quad \mathbf{5.66}$$

Zavrtkite { to se nameneti za ovie navojni vrski se izrabotuvaa kako elastični od rastegliv materijal, a konstruktivno se izveduvaa so prenik na stebloto pomal duri od nominalni ot prenik na navojot.