

8. Pru` ini

8.1 Op{ t i karakt erist iki na pru` inite

Pru` inite se ma{ inski elementi ~ija glavna odlika e elasti~nosta, odnosno gol emata def ormabilnost, spored { to se razli kuvaat od si te drugi vidovi ma{ inski elementi. Za razlika od drugite vidovi ma{ inski elementi, def ormaciite kaj pru` inite se vidlivi i merlivi so najobi~ni merila, no sepak vo dovol eni te granci na elasti~nosta na materijal ot od koj se izraboteni. Kako rezultat na takvite golemi def ormacii, ~ija golemi na i vid zavisi od ni vnata namena i f unkcija { to ja obavuvaat vo edna ma{ inska konstrukcija, vo ni vni ot merodaven preseki se javuvaat soodvetno golemi naponi. Zatoa pru` inite se kori stat za elasti~no povrzuvawe na ma{ inski te del ovi pri { to e potrebno del ot { to vo tekot na rabotata se pomestil, po prestanokot na dejstvoto na silata vo pru` inata da se vrati vo svojata prvobitna polo` ba. Spored vidot na rabotata { to ja vr{ at vo ma{ inski te konstrukcii, pru` inite naj~esto se kori stat za:

- *akumulirawe na pot encijalna energija* (~asovnici, udarna igla kaj pu{ kata, ventil za brzo zatvorawe, igra~ki i dr.);
- *amort izacija na udari* (pru` ini za vozila, potpori na ma{ ini { to vi bri raat, vagonski odbojnic i, elasti~ni spojnic i dr.);
- *regul acija* (regul aci oni i sigurnosni ventili);
- *merewe na sila* (dinamometri i vagi so pru` ina)
- *prinudno dvi`ewe na nekoj ma{ inski element i* (ventili vo motorite so vnatre{ no sogoruvawe);
- *elasti~no pritiskawe na del ovi* (bravi za zaklu~uvawe i dr.).

Prakti~no, *pru` inite se ma{ inski del ovi sposobni mehani~kat a rabot a da ja pret vorat vo pot encijalna energija i obrat no*. Spored dejstvoto na nadvorenite sili, pru` inite mo` at da bidat optovareni na pritiosok, istegawe, usukuvawe, svitkuvawe ili, pak, kombinirano.

Zavisno od *naponot* { to se javuva vo ni vni ot preseki, tie se delat na

- *fleksioni* (so preseki napregnat na svitkuvawe) i
- *torzioni* (so preseki napregnat na usukuvawe).

Spored *konstrukci vni ot oblik*, pru` inite mo` at da bidat: *lisni* (svitkuvawe), *navojni* (usukuvawe), *prst enest i*, *spiralni i ~iniest i*.

8.2 Mat erijal za pru`inite

Materijalot za pru`ini treba da ima golema stati~ka i dinami~ka cvrstina, da bide otporen na udarni optovaruvawa, da ima stabilni elasti~ni svojstva vo dolg vremenski period i da e termi~ki dobro obraboten. Za pru`inite { to treba da rabotat pri povisoki temperaturi, kako i za pru`ini { to treba da rabotat vo korozi vni sredini, materijalot treba da bide otporen i na takvi vlijanja.

Za izработка na torzionite pru`ini naj~esto se upotrebuvaat `ici od jaglerodni ili legirani ~elici so silicium (Si), mangan Mn, ili hrom Cr-vanadium V ~elici (tab.3.6), koi { to za sporedni celi se izvlekuvaat vo ladna sostojba, a za odgovorni nameni termi~ki se obrabotuvaaat pred ili, podobro, po izработkata na pru`inata. Limovite za lisnite pru`ini se valaat vo ladna sostojba. Vakvite ~elici se odlukuvaat so visoka granica na elasti~nost i ne se zavaruvaaat.

Modulot na elasti~nost za ovie ~elici iznesuva $E = 215000 \text{ [N/mm}^2\text{]}$, a dovol eni te naponi na svi tkuvawe σ_{ds} i usukuvawe τ_{dt} se opredeluvaaat spored preporaki te dadeni vo poglavjeto 4.2 od ovoj materijal (kriti~en napon za stati~ko optovaruvawe na pru`inata) i tab.3.6 (legirani ~elici za pru`ini).

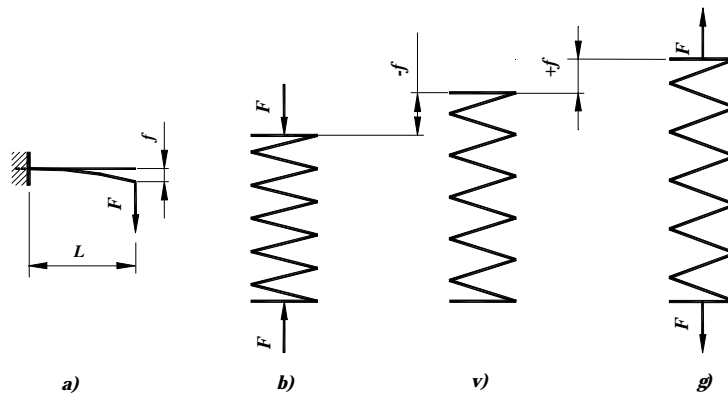
Kako materijal za pru`inite ponekoga{ mo`at da se upotrebati nekoi vidovi bronzi i mesing~ii karakteristiki se navedeni vo tab.8.1.

Tab.8.1 Karakteristiki na bronzata i mesingot

	bronz a	mesing
zat egnuva~ka cvrst ina $R_m \text{ [N/mm}^2\text{]}$	900	700
modul na elasti~nost $E \text{ [N/mm}^2\text{]}$	110000	97000
modul na lizgawe $G \text{ [N/mm}^2\text{]}$	45000	36000

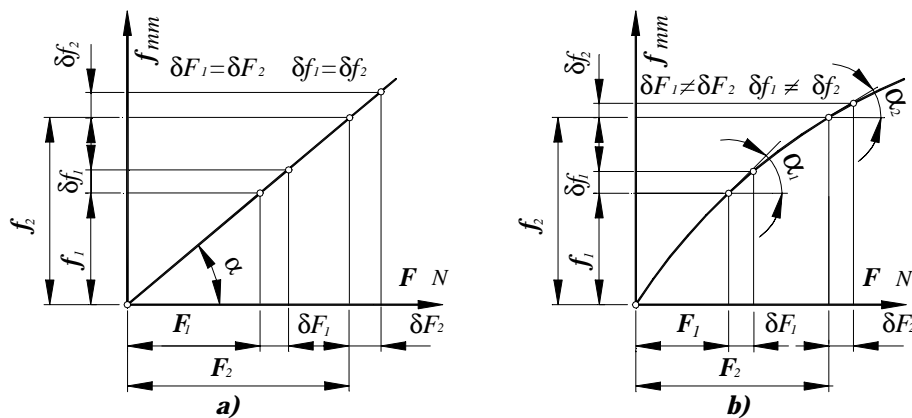
8.3 Glavni obele`ja na pru`inite

Pod dejstvo na optovaruvaweto, pru`inite gi karakterizira relativno gol emata elasti~na deformacija, koja kaj *fleksionite* pru`ini e izrazena preku *otklonot* f , kaj *torzionite* *pritisni* preku *skratuvaweto* δ , a kaj *torzionite* *zat egnuva~ki* *izdol`uvaweto* na pru`inata δ . Na sl.8.1 {ematski se prikani *fleksiona*, *torziona pritisna* i *torziona zat egnuva~ka pru`ina* so nivnite elasti~ni deformacii f pod dejstvo na optovaruvaweto F .



Sl.8.1 [emat ski prikaz na a) prost a fleksi ona, b) t orzi ona pri t i sna - opt ovarena, v) t orzi ona pri t i sna - neopt ovarena i g) t orzi ona zat egnuva~ka - opt ovarena pru`ina

Odnosot pome|u deformacijata f [mm] i optovaruvaweto F [N] se narekuva *karakt erist ika* na pru`inata C [mm/N] (*elast i~nost*) i ja poka`uva vrednosta na deformacijata f [mm] { to vo pru`inata } e ja predizvika sila $F = 1$ [N]. Reci pro~nata vrednosta na karakterist ikata se narekuva *krut ost* na pru`inata c [N/mm] i taa ja poka`uva vrednosta na optovaruvaweto F [N] { to e potrebna vo pru`inata da bide predizvikana deformacija $f = 1$ [mm]. Normalno kaj site pru`ini, so iskluk na ~iniestite, vo slu~aj na elasti~ni deformacii vo materijal ot, karakterist ikata na pru`inata e *pravol inija*, kako { to e pri ka`ano na sl.8.2a.



Sl.8.2 a) pravol iniska i b) kri vol iniska karakt erist ika na pru`init e

Spored *sl.8.2a pravol i ni skat a karakteri sti ka e def i ni rana so i zrazot*

$$C = \frac{f_1}{F_1} = \frac{f_2}{F_2} = \frac{f_2 - f_1}{F_2 - F_1} = \frac{\delta f_1}{\delta F_1} = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{const} \quad \mathbf{8.01}$$

a spored *sl.8.2b kri vol i ni skat a karakteri sti ka na pru` i nata e opredel e-na so ravenkata*

$$C = \operatorname{tg} \alpha \neq \operatorname{const} \\ C_1 = \frac{f_1}{F_1} = \operatorname{tg} \alpha_1 \neq \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{f_2}{F_2} = C_2 \neq \frac{f_2 - f_1}{F_2 - F_1} = \frac{\delta f_1}{\delta F_1} \neq \operatorname{const} \quad \mathbf{8.02}$$

kade { to

α – agol na karakteri sti kata na pru` i nata

Krutosta na pru` i nata so pravol i ni ska karakteri sti ka e

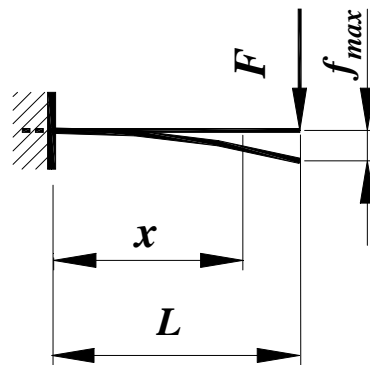
$$c = \frac{1}{C} = \frac{F_1}{f_1} = \frac{F_2}{f_2} = \frac{F_2 - F_1}{f_2 - f_1} = \frac{\delta F_1}{\delta f_1} = \operatorname{const} \quad \mathbf{8.03}$$

a krutosta na pru` i nata so kri vol i ni ska karakteri sti ka e

$$c \neq \operatorname{const}$$

8.4 Fleksi oni pru` i ni

Ovie pru` i ni, { to po svojata konstrukcija mo` at da bi dat *prost i i slo`eni*, go dobile imeto spored dominantnoto optovaruvawe na *svit kuvawe (fleksi ja)* vo nivniot opasen preseka. Karakteristi -en pretstavnik na ovie pru` i ni e lisnata pru` ina { to se primenuva kaj vozilata.



Sl.8.3 St at i -ki model na prost a fleksi ona pru` i na