

5. Vrski so navoj – navojni parovi

5.1 Vrski kaj ma{inski te delovi – op{to

Za da mo`e edna ma{ina pravilno da funkcionira i uspe{no da ja izvr{uva rabotata i funkcijata {to ja zamislil nejzini ot konstruktor, site delovi, sklopovi i grupi delovi vo nea treba da bi dat me|usebno povrzani so razni vidovi *vrski*. Osnovna zada~a na sekoja vrska e da go prenese optovaruvaweto od eden na drug del od ma{inata, a pritoa nejzinata cvrstina da ne bi de pomala od cvrstinata na delovite {to taa gi povrzuva.

Zavisno od funkcijata, vrskata mo`e da bi de *podvi`na* ili *nepodvi`na*, *kruta* ili *elast i~na*, *razdvojliva* ili *nerazdvojliva*. ^esto pati od nea se bara *hermet i~nost*, dokolku povrzuva dva dela vo koi vladee pritisok od razni fluidi, kako {to se cevki ni vodovi, rezervoari i sl. Pokraj toa, vrskite na ma{inski te delovi mo`at da bi dat *posredni* ili *neposredni*.

Podvi`nite vrski ovozmo`uvaat izvesno dvi`ewe na edni ot vo odnos na drugi ot ma{inski del (*cilindri~en zglob ili oski~ka*, *sferi~en zglob* ili *t op~est rakavec* i dr.), za razlika od *nepodvi`nite* kaj koi vo tekot na rabotata vrskata ne ovozmo`uva pomestuvawe na edni ot vo odnos na drugi ot ma{inski del. Poseben vid na *podvi`nite vrski* pretstavuvaat *elast i~nite vrski* koi se ostvaruvaat so pomo{ na pru`ini.

Nepodvi`nite vrski ovozmo`uvaat cvrsto spojuvawe na ma{insките delovi, sklopovi i grupi vo edna cvrsta celina i se izveduvaat kako *razdvojlivi* ili *nerazdvojlivi*. Razdvojlivite vrski ovozmo`uvaat razdvojuvawe na svoite sostavni delovi bez razurnuvawe t.e. bez o{tetuvawe, za razlika od nerazdvojlivite kaj koi razdvojuvaweto ne mo`e da se ostvari bez o{tetuvawe ili pak celosno razurnuvawe na nivnite sostavni delovi. Razdvojlivite vrski naj~esto se ostvaruvaat kako *posredni* so pomo{ na posebni elementi za vrska kako {to se razni vidovi zavrtki i navrtki, klinovi, ~ivii i dr. Kako primer za nerazdvojlivi *nepodvi`ni vrski* mo`e da se navedat me|usebno povrzanite *~eli~ni profili* kaj *~eli~nite konstrukcii* na kranovite i mostovite.

Konstruiraweto na vrskite e mnogu odgovorna rabota bidej{i naj~esto vrskite se najopasnite mesta vo edna konstrukcija. Eksperimentite {to se izveduvani poka`uvaat deka naj~esto krutosta na vrskata e pomala od ona

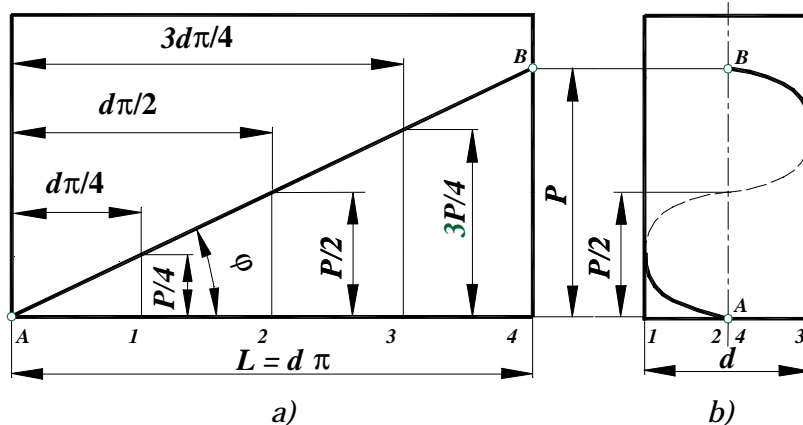
na sestavnite delovi na konstrukcijata. So ogled na { i rokata primena, postojat i se standardizirani gol em broj vrski , kako { to se vrski te so navoj, vrski te so kl i novi , vrski te so pru ` i ni , vrski te so spojni ci i dr.

5.2 Element i kaj vrski t e so navoj

Vrski t e so navoj sodr ` at navoen par kako osnoven element na skl opot. Navojni ot par e sprega od dva ma{ inski elementa { to se ostvaruva preku navojna povr{ ina koja se zasnova na navojnat a linija ili, ednostavno ka ` ano, navojni ca. Vrskata so navoj e cvrsta razdvojliva vraska { to se ostvaruva preku nadvoref en (zavrt ka) i vnat re{ en (navrt ka) navoj, kako osnovni elementi na vrskata so navoj.

5.2.1 Navojna linija, navojna povr{ ina i navoj

Na sl.5.1 e prik a ` ana navojna linija kako prostorna geometri ska linija { to se dobiva koga edna to-ka istovremeno vr{ i ramnomerno kru ` no dvi `ewe okolu oskata na cilindarot ili konusot i ramnomerno pravol i ni sko dvi `ewe paral el no so oskata na cil indarot ili konusot.



Sl.5.1 Leva navojna linija (navojni ca) po cil indar so pre- ni kd (b) i razvi en cil indar po izvodni cata AB (a)

So razvivawe na cilindarot po izvodnicata AB navojnata linija se razviva vo prava linija, so agol ϕ vo odnos na osnovat a (perimet ar na bazisot od cilindarot) i pomestuvawe na po- etnata to-ka za vrednost na

~ekorot P , paralelno so oskata na cilindarot { to se dobiva za edno zavrtuvawe.

O~i gl edno e deka i zrazot za presmetka na vrednosta na agol ot na nakl o~not na navojni cata gl asi

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P}{d \pi} \quad 5.01$$

Spored *brojot na po~et ocit e* navojot vo op{ t slu~aj mo` e da bide so eden i so pove}e po~etoci koi po~nuvaat od zaedni ~ka osnova, a se zavrteni za $360 / n^\circ$, kade { to n e brojot na po~etocite. Spored toa se razli kuvaat *ednooden* pri $n = 1$ ili *povekeoden* (*dvooden* $n = 2$, *tri oden* $n = 3$) navoj pri $n > 1$.

Spored *nasokat a na dvi`ewet o* navojnata linija mo` e da bide *desna*, ako gl edano vo pravec na oskata na cilindarot to~kata se oddal e~uva so vrtewe vo nasoka na strelkata od ~asovnikot ili *leva*, ako toa go pravi so vrtewe obratno od nasokata na strelkata (*sl. 5.1b*).

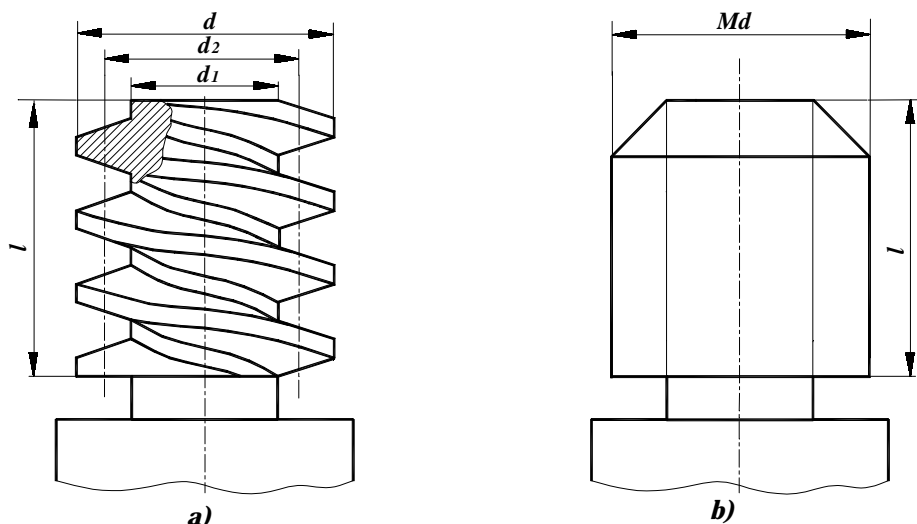
Spored *format a* navojot mo` e da bide *cilindri~en* ako le`i na cilindri~na ili *konusen*, ako le`i na konusna povr{ ina.

Navojna povr{ ina pretstavuva helikoid { to se dobiva koga otse~ka se dvi`i po navojna linija pri { to site nejzini to~ki opi{ uvaat po edna navojna linija, a site zaedno ja so~i nuvaat navojnata povr{ ina.

Navoj se dobiva koga geometrijska slika (*kvadrat*, *krug* no naj~esto *triagolnik*) se dvi`i po edna navojna linija. Pritoa site to~ki { to pripa|aat na taa geometrijska slika se dvi`at po sopstveni navojnici koi imaat zaedni ~ka oska i ista vrednost na ~ekorot, no poradi razli~nite pre~nici na cilindrite po koi se dvi`at vrednosta na agolot na navojnicite e razli~na. Isto kako navojnata linija i povr{ inata, taka i navojot mo` e da bide *lev* ili *desen*, *cilindri~en* ili *konusen*, *ednooden*, *dvooden* ili pak *pove}eoden*. Pritoa geometrijskata slika go defini ra *teoret ski ot profil* na navojot. Vo zavisnost od toa dali teoretski ot profil na navojot le`i na nadvore{ nata strana od cilindarot odnosno konusot ili, pak, na vnatre{ nata strana na { upliv cilindar odnosno konus, standardizirani se *nadvore{ en* (*zavrt ka*) i *vnatre{ en* cilindri~en odnosno konusen navoj (*navrt ka*). Pod profil na navojot se podrazbira fakti~kata geometrijska slika { to se dobiva so presek na navojot so ramni na { to minuva niz oskata na navojot i e normalna na popre~niot

preseka na cilindrot, kako { to e prikano na *sl.5.2* za nadvoren (zavrtka) i na *sl.5.3* za vnatren navoj (navrtka).

Vo ponatamo{ ni ot tekst *nadvoren* { *ni ot* odnosno *vnatren* { *ni ot* navoj



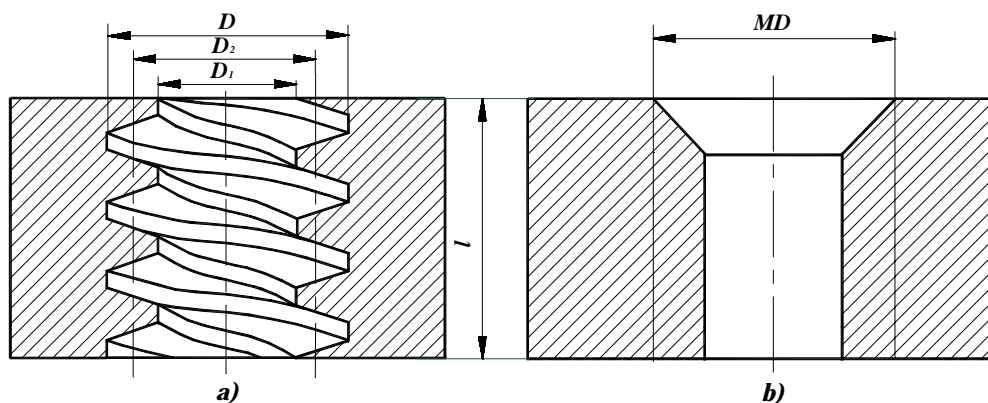
naj-esto } e se spomnuvat kako *zavrtka* odnosno *navrtka*.

Sl.5.2 I zgl ed (a) i pravi lno (uprost eno) (b) pret st avuvawe na nadvoren en navoj (zavrtka) vo t ehni -kat a dokument acija

Sl.5.3 I zgl ed (a) i pravi lno (uprost eno) (b) pret st avuvawe na vnatren en navoj (navrtka) vo t ehni -kat a dokument acija

5.2.2 Element i i golemi ni na navojni ot par

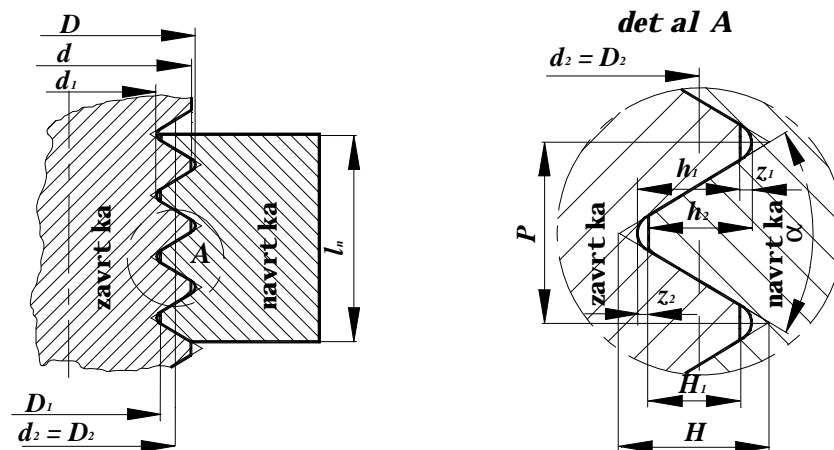
Sklop od nadvoren (zavrtka) i vnatren navoj (navrtka), pri { to bokovite na dvata navoja se dopiraat se narekuva *navoen par*. Navovite koi vleguvaat vo sostav na eden navoen par se narekuvaat *spregnati* navovi. Osnovna funkcija na navojni ot par e prenesuvawe na aksijalnata sila od nadvoren (zavrtka) na vnatren navoj (navrtka) ili obratno. Navovni te vrski mo`at da bidat *podvini* i *nepodvini*.



Podvi`nit e navojni parovi slu`at za prenesuvawe sila so dvi`ewe na edni ot vo odnos na drugi ot del i pri toa vrtlivoto dvi`ewe na edni ot go pretvoraat vo pravolinisko na drugi ot del ili obratno, t.e. vrte`ni ot moment go pretvaraat vo aksijalna sila ili obratno. Vakvi te navojni parovi se narekuvaat *navojni prenosni ci*.

Nepodvi`nit e navojni parovi slu`at za prenesuvawe sila od zavrtkata na navrtkata ili obratno, bez relati vno dvi`ewe na zavrtkata vo odnos na navrtkata ili obratno vo tekot na rabotata. Vakvi te navojni parovi se narekuvaat *navojni vrski*.

Glavni el ementi na navojni ot par se (sl.5.4):



Sl.5.4 Element i i golemi ni na navojni ot par

- d – nominal en (najgol em, nadvore{ en) pre~ni k na zavrtkata,
- D – nominal en (najgol em, vnat re{ en) pre~ni k na navrtkata,
- d_1 – pre~ni k na jadroto na zavrtkata (najmal),
- D_1 – najmal (nadvore{ en) pre~ni k na navrtkata,
- $d_2 = D_2$ – sreden pre~ni k na navojni ot par,
- P – ~ekor na navojni ot par,
- φ – agol na nakl onot na navojot na pre~ni k $d_2 = D_2$
- α – agol na vrvot na prof il ot od navojot,
- H – teoretska dl abo~i na na navojni ot par,
- H_1 – dl abo~i na na nosewe na navojni ot par,
- h_1 – dl abo~i na na navojot od zavrtkata,
- h_2 – dl abo~i na na navojot od navrtkata,
- A_1 – povr{ i na na presekot na jadroto od zavrtkata.

Spored *sl. 5.4* vrednosta na dlabo~inata na nosewe na navojni ot par e

$$H_1 = \frac{d - D_1}{2} \quad \mathbf{5.02}$$

povr{inata na popre~ni ot presek na jadroto od zavrtkata e

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \quad \mathbf{5.03}$$

Zjajot na vrvot od prof il ot na zavrtkata e

$$z_1 = \frac{D - d}{2} \quad \mathbf{5.04}$$

a zjajot na vrvot od prof il ot na navrtkata

$$z_2 = \frac{D_1 - d_1}{2} \quad \mathbf{5.05}$$

Dol`inata na nosewe na navojni ot par l_n pretstavuva aksijalno rastojanie na krajnite to~ki pome|u koi postoji dopir na bokovite od navojot na zavrtkata i navojot na navrtkata i iznesuva

$$l_n = z_n P \quad \mathbf{5.06}$$

kade {to

z_n e brojot navoi na vkupnata dol`ina na nosewe na navojni ot par.

5.3 Vidovi navoi

Obl i kot na navojot mo`e da bi de najrazli~en, vo zavisnost od obl i kot na povr{inata {to vr{ i navojno dvi`ewe. So standardizacijata brojot na oblicite na navojot e ograni~en, taka {to vo op{toto ma{instvo naj-esto se sre}avaat *metri~ki ot (milimetarski)*, *whitvorth-ovi ot (cevkin)*, *trapezni ot* i *obli ot* navoj.