

**Whitworthovi navoji.** Teoretski profil tih navoja (sl. 24) jest istokračni trokut s kutom profila od  $55^\circ$ . Temeljna jedinica dimenzija vijaka s Whitworthovim navojem jest engleski col (inch = 25,4 mm). Npr. Whitworthov navoj od  $15/8''$  ima vanjski promjer 41,277 mm. Međutim, u zemljama koje se služe metričkim sustavom mjera samo se vanjski promjer tih vijaka zadaje u colima, a sve ostale dimenzije u milimetrima. U upotrebi su dvije vrste Whitworthovih navoja: normalni i cijevni. Obično se pod nazivom Whitworthov navoj podrazumijeva normalni, dok se drugi obično nazivaju cijevnim navojima.

**Whitworthovi cijevni navoji** imaju navoj malih dimenzija. Npr., pri nazivnom promjeru cijevi od  $2''$ , uspon i dubina profila normalnog Whitworthovog navoja iznose 5,645 mm, odnosno 3,614 mm, kod cijevnog navoja iznose svega 2,309 mm, odnosno 1,479 mm. Zbog toga što ti navoji znatno manje oslabljuju materijal i osim toga imaju puni profil pa dobro brtve, oni su prikladni za spajanje cijevi (odatle im i naziv) koje redovno imaju tanke stijenke, pa bi ih normalni Whitworthov navoj kod narezivanja jednostavno prosjekao. Oni se upotrebljavaju i za spajanje drugih dijelova koji ne smiju biti odviše oslabljeni navojem. Whitworthovi cijevni navoji označavaju se slovom R ispred dimenzije nazivnog promjera, npr. R  $2''$ . Uvođenjem trokutastog ISO-profila opada upotreba Whitworthovih navoja. JUS ne dopušta upotrebu Whitworthovih navoja u novim konstrukcijama.

**Metrički navoji s trokutastim ISO-profilom.** Teoretski profil tih navoja jest istostranični trokut s kutom profila  $\alpha = 60^\circ$ . Njihov uspon zadaje se u milimetrima, a nazivni promjer srednjim promjerom ( $d$  odnosno  $D$ ). Oni su postavljeni od Međunarodne organizacije za standardizaciju ISO (odatle im i naziv). To su tri skupine standarda: normalni, sitni i konični navoji s trokutastim ISO-profilom.

Normalni navoj s trokutastim ISO-profilom prikazan je na sl. 24. Označava se slovom M i nazivnim promjerom ispred broja standarda, npr. M20 JUS. M. BO. 12 znači normalni metrički navoj s trokutastim ISO-profilom i nazivnim promjerom od 20 mm.

Sitni navoji upotrebljavaju se u općem strojarstvu, u preciznoj mehanici i optici. Označavaju se slovom M, nazivnim promjerom i usponom ispred broja standarda, npr. M30  $\times$  2 JUS M.B.O. 016.

Konični metrički navoji odlikuju se time što njihova središnjica i os zatvaraju kut od  $1^\circ 47' 23''$ , što odgovara konicitetu od 1 : 16. Ti se navoji upotrebljavaju za izravno međusobno spajanje cijevi (bez posredstva drugih elemenata za spajanje) kao i za druge slične namjene. Označavaju se slovom M, nazivnim promjerom, usponom i kraticom kon. ispred broja standarda; npr.: M20  $\times$  1,5 kon. JUS M.B.O.017.

**Trapezni navoj** prikazan je na sl. 24. Njegov teoretski profil je istokračni trokut s kutom profila od  $30^\circ$ , a stvarni, istokračni trapez. Najviše se upotrebljava na vretenima za prijenos kretanja i snage. Za pričvršćivanje upotrebljava se samo na onim vijcima koji služe za naročito opterećene vijčane spojeve, ili one koji se često rastavljaju (trapezni navoji manje se troše). Oni se izrađuju u tri izvedbe, i to u normalnoj, sitnoj i krupnoj. Označavaju se oznakom Tr, nazivnim promjerom i usponom ispred broja standarda, npr. oznake Tr 48  $\times$  8, Tr 48  $\times$  3, Tr 48  $\times$  12 znače promjer puta normalni, odnosno sitni i krupni uspon, u milimetrima. Trapezni navoji mogu biti i viševojni.

**Kosi (pilasti) navoj** prikazan je na sl. 24. Njegov teoretski profil je pravokutni trokut s kutom profila od  $30^\circ$ , a stvarni, trapez s različito zakošenim krakovima. Upotrebljava se za prenošenje velikih aksijalnih sila, ali samo onih koje djeluju u jednom smjeru.

Pilasti navoji također se izrađuju u normalnoj, sitnoj i krupnoj izvedbi. Označavaju se slovom S, nazivnim promjerom i usponom, npr. oznake S 48  $\times$  8, S 48  $\times$  3, S 48  $\times$  12 znače kose navoje, promjer  $\times$  normalni, odnosno sitni i krupni uspon, u milimetrima. Također se upotrebljavaju za viševojne vijke.

**Obli navoj** prikazan je na sl. 24. Njegov teoretski profil je istokračni trokut s kutom profila od  $30^\circ$ , ali su vrhovi i korijeni stvarnog profila tog navoja na jezgri vijka i u matici vrlo zaobljeni, a između vrha navoja vijka i korijena navoja matice je zračnost. Ti su navoji prikladni za grube uvjete, jer su manje osjetljivi na

oštećenja i rđu. Standardizirani su i označavaju se slovima Rd, nazivnim promjerom (u mm) i usponom u colima. Npr. Rd 40  $\times$   $+ 1/6''$  znači obli navoj s nazivnim promjerom od 40 mm i usponom od  $1/6''$ .

Postoje još neki standardi oblih navoja koji se upotrebljavaju kod željeznica (npr. za spojna vretena i kočničke motke), ali se smatraju zastarjelima.

**Edisonov navoj** za grla žarulja prikazan na sl. 24, također je obli navoj, i označen je po JUS vanjskim promjerom, zaokružanim na cijeli broj milimetara. Postoji samo pet veličina: E 10, E 14, E 27, E 33 i E 40.

Osim opisanih navoja postoje još i drugi njihovi oblici, i to standardizirani navoji za oklopne cijevi, vijke za lim, drvo, bicikle i dr.

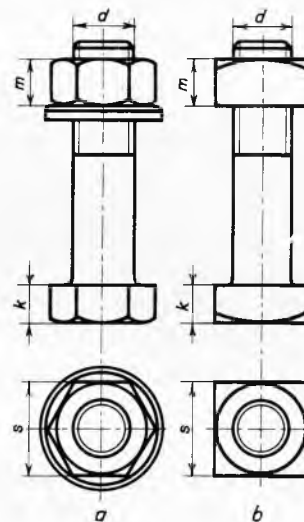
### Vrste vijaka

Vijci se obično dijele prema namjeni u dvije osnovne skupine, i to u vijke za pričvršćivanje i vijke za prijenos gibanja.

Za neke vijčane spojeve uz vijke potrebni su i drugi elementi koji se zbog toga također razmatraju u ovom članku.

**Vijci za pričvršćivanje.** Unutar te skupine vijci se dijele, također prema namjeni, na matične, zatične, specijalne i vijke s glavom.

**Matični vijci** prikazani su na sl. 25. Njihove glave najčešće su šesterostrane (sl. 25 a), rjeđe četverostrane (sl. 25 b) i obično

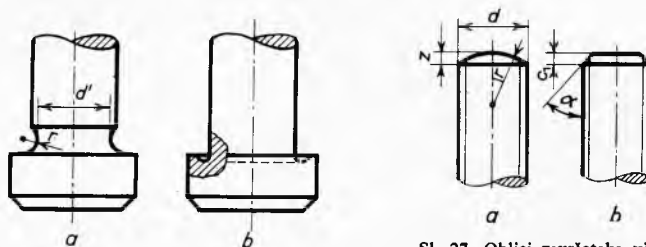


Sl. 25. Matični vijak sa šesterostranom glavom (a) i četverostranom glavom (b)

su izrađene zajedno sa svornjakom u jednom komadu. Uz te temeljne oblike glava postoje i druge, npr. cilindrične, konične, zaobljene. Postoje i matični vijci s upuštenim glavama. Visina glave matičnih vijaka obično je  $0,7d$  ( $d$  je vanjski promjer).

Da bi se smanjila koncentracija naprezanja vijka u vijčanom spoju na mjestu prijelaza njegovog svornjaka u glavu, taj prijelaz ne smije biti oštar. Obično se zaobljuje ojačanjem svornjaka na tom mjestu, ili se izrađuju utori za rasterećenje na svornjaku ili na glavi (sl. 26).

Završeci vijaka mogu biti različiti. Najčešće su zaobljeni ili stožasti (sl. 27), a ponekad mogu biti i ravni.

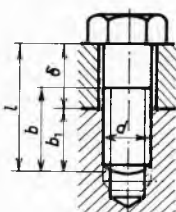


Sl. 26. Utori za rasterećenje na vijcima: a na svornjaku, b na glavi

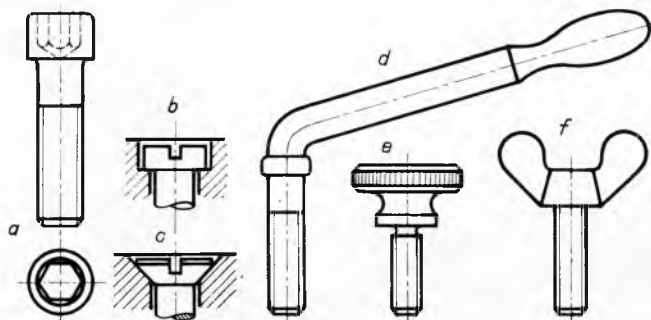
Sl. 27. Oblici završetaka vijaka: a zaobljeni, b stožasti

*Vijci s glavom* (glavati vijci) upotrebljavaju se u slučajevima kad kroz materijal nije moguće provrtati rupu, npr. zbog velike debljine predmeta ili nepristupačnosti predmeta s druge strane. Kako je prikazano na sl. 28, maticu u tim slučajevima zamjenjuje uvert s navojem u donjem većem ili debljem dijelu vijčanog spoja.

Glave tih vijaka namijenjenih za uvijanje i odvijanje s pomoću ključeva najčešće su šesterostrane. Neki posebni oblici glava tih vijaka prikazani su na sl. 29.



Sl. 28. Vijak sa šesterostranom glavom



Sl. 29. Oblici vijaka s glavom: a sa šesterokutnom rupom u glavi, b i c s utorom za uvijanje, d s ručicom, e s narovašenom glavom, f s krilnom glavom

*Zatični (svorni) vijci.* Neki od tih vijaka prikazani su na sl. 30; upotrebljavaju se za vijčane spojeve koji se često rastavljaju. Oni imaju navoje na oba kraja svornjaka. Jedan kraj vijka čvrsto se uvija u otvor koji ima unutrašnji navoj. Prilikom rastavljanja vijčanog spoja vijak se više ne izvija.

Specijalni vijci i matice upotrebljavaju se za posebne namjene. To su temeljni, distancijski, uvrtni, zatezni, zglobovi, vijci za zavješanje, vijci za zatvaranje, te oni sa specijalnim oblicima. U tu skupinu ubrajaju se i vijci za drvo.

*Temeljni (sidreni) vijci* služe za pričvršćenje strojeva i aparata za njihove betonske temelje. Neki od njih prikazani su na sl. 31.

*Spreznjaci (distancijski vijci)* služe za spoj, gdje je potrebno održavanje dvaju ili više strojnih dijelova na određenoj udaljenosti

jednoga od drugoga. Neki od tih vijaka prikazani su na sl. 32. Njihova funkcija može biti osigurana ojačanom izvedbom svornjaka na cijelom rasponu udaljenosti koju treba održavati (sl. 32 a), ili samo na njegovim krajevima (sl. 32 b), odnosno potrebni se razmak održava s pomoću distancijske ljske (sl. 32 c).

*Uvrtni vijci (vijci za fiksiranje)* služe za stezanje, fiksiranje međusobnog položaja i podešavanje međusobne udaljenosti dvaju dijelova. Neki od njih prikazani su na sl. 33. Najčešće imaju navoj po čitavoj dužini svornjaka i četvrtastu glavu (sl. 33 a, b). Za uvijanje neki imaju utor (sl. 33 c), a neki šesterokutnu rupu za ključ (sl. 33 d).

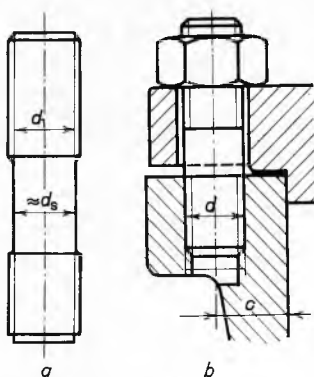
*Zateznice ili stezaljke* su strojni dijelovi koji služe za spajanje i podešavanje dužine i napetosti zateznih štapova (sl. 34 a) ili užeta (sl. 34 b). Za tu svrhu imaju na jednom kraju desni a na drugom lijevi navoj.

*Zglobni vijci* upotrebljavaju se za spajanje dijelova koji se često otvaraju. Takvi slučajevi pojavljuju se npr. kod poklopaca autoklava (sl. 35). Tada se na priрубnicama namjesto provrta nalaze prorezi. Namjesto glave zglobni vijci imaju oko kroz koje prolazi svornik oko kojeg se vijak može okretati kad je krilna matica odvijena.

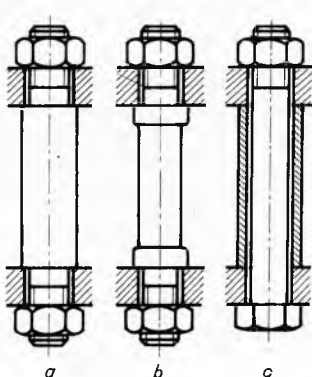
*Vijci s nareznicom* (sl. 36) upotrebljavaju se za uvrtnje u bušene rupe u kojima sami urezuju ili bolje rečeno uvaljuju navoj, obično pri spajanju dijelova od tanjih limova. Na mjestu na takav način izrađenog navoja povećava se debljina dijela koji se spaja. Ti se vijci izrađuju obično od čelika i kale. Njihove glave su šesterokutne, cilindrične, polukuglaste ili upuštene, a navoj im pokriva čitavu površinu struka.

*Vijci i matice specijalnih oblika* primjenjuju se tamo gdje je potrebno da se spriječi njihovo uvijanje ili odvijanje od neovlašćenih osoba, time što je za to potreban specijalni alat. Najčešće su to vijci s trobridnom glavom (sl. 37) ili maticom, ili s utorima posebnog oblika (sl. 38).

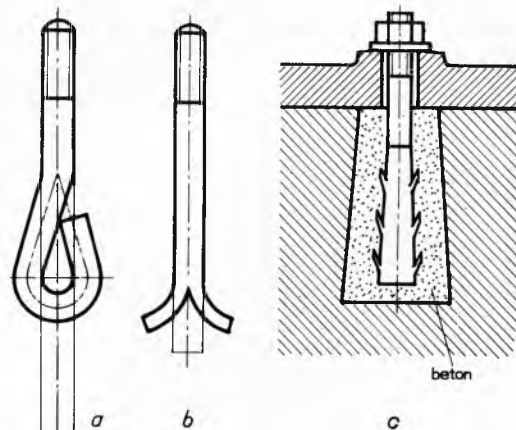
*Vijci za drvo* (sl. 39) služe za spajanje drvenih dijelova međusobno i s dijelovima drugih materijala. Navoj je urezni. U smjeru prema glavi dubina njihovih navoja opada. Glave im mogu biti šesterokutne i četverokutne, polukuglaste, lečaste i upuštene s utorom. Vijci za drvo izrađuju se od čelika, mesinga i slitina aluminijuma.



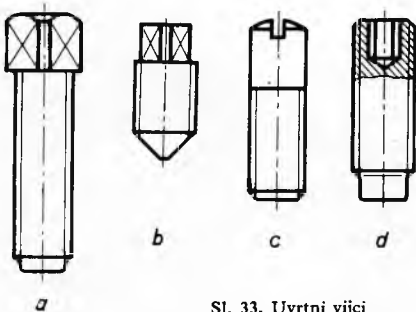
Sl. 30. Zatični vijci



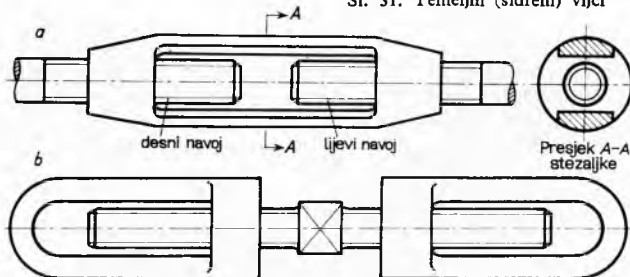
Sl. 32. Spreznjaci: a s ojačanim svornjakom, b s ojačanim krajevima svornjaka, c s distancionom ljskom



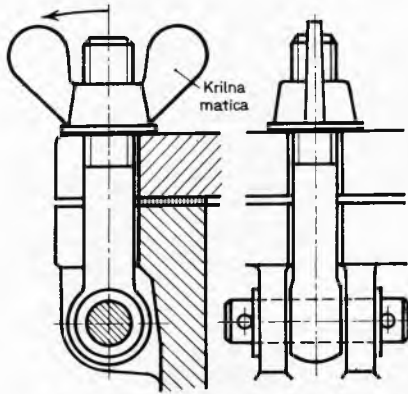
Sl. 31. Temeljni (sidreni) vijci



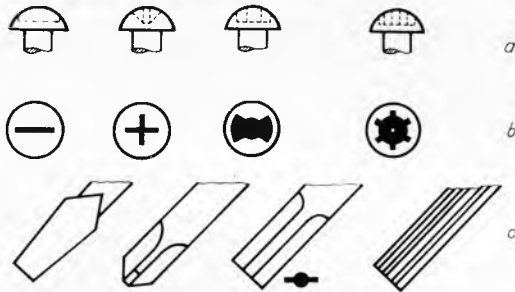
Sl. 33. Uvrtni vijci



Sl. 34. Zateznice



Sl. 35. Zglobni vijak s krilnom maticom

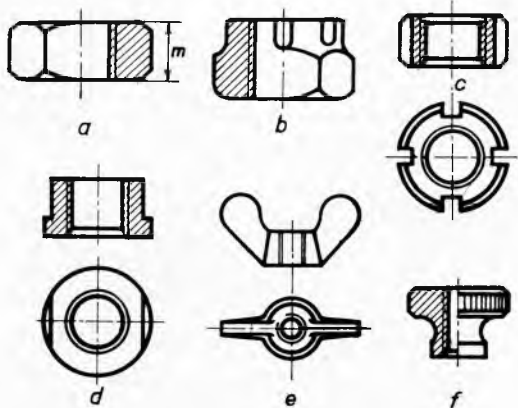


Sl. 38. Glave vijaka specijalnog oblika. a Bokokrt, b pogled odozgo, c alat za odvijanje

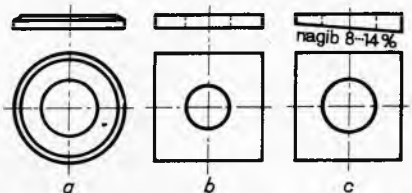
Ostali elementi vijčanih spojeva. U već spomenute elemente koji su uz vijke potrebni za određene vijčane spojeve ubrajaju se matice, podlošnice i elementi za osiguranje od odvijanja.

Matice su najčešće oblika prikazanih na sl. 40. Među njima najviše je rasprostranjen šesterokutni oblik (sl. 40 a). Visina je matice za normalni navoj  $m \approx 0,8 d$ . Visina slabo opterećenih matice može biti i manja (polovica od toga).

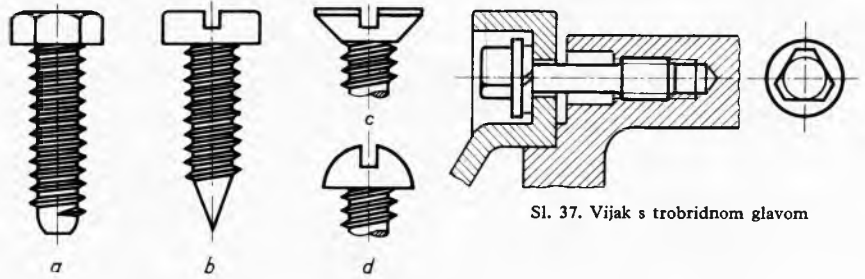
Podlošnice (podložne pločice, podloške) su strojni elementi koji se stavljaju pod matice kad njihov pritisak na dosjednu plohu treba raspodijeliti na veću površinu (npr. kad matica dosjeda na meki materijal, kao što je drvo, koža, fiber i sl.), kad treba izbjeći



Sl. 40. Najčešći oblici matice: a šesterokutna, b krunasta s izrezima za rascjepku, c s izrezima za specijalni ključ, d s dvije paralelne plohe, e krilna, f narovašena

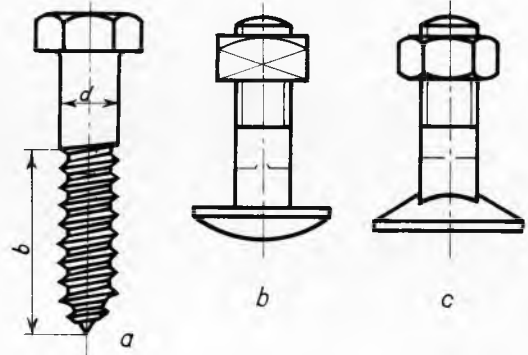


Sl. 41. Podlošnice: a okrugla, b četvrtasta, c s nagibom (za valjane profile)



Sl. 36. Vijci s nareznicom: a sa šesterokutnom glavom; b, c, d s cilindričnom, upuštenom i poluokruglom glavom s utorom za uvrtnje

Sl. 37. Vijak s trobridnom glavom



Sl. 39. Vijci za drvo: a sa šesterokutnom glavom, b s lečastom glavom, c s upuštenom glavom

trenje matice o dosjednu plohu (npr. kad se matica često odvrtne), ili kad je dosjedna površina hrapava. Obično su to pločice od čeličnog lima ili od okruglog šipkastog materijala (sl. 41 a), a rjeđe četvrtastog oblika (sl. 41 b, c). Mogu biti i s nagibom (sl. 41 c). Podlošnice se izrađuju također i od aluminijuma, bakra, mesinga, bronce.

Elementi za osiguranje vijčanih spojeva. Iz već prije spomenutih uvjeta za samokočnost može se izračunati da su vijčani spojevi samokočni i pri razmjerno malim vrijednostima koeficijenta trenja. Tako su npr. vijci s metričkim navojem, čije su veličine kuta uspona  $\sim 2,5^\circ$ , samokočni sve dok je  $\mu = \tan \varphi' = 0,044$ . Taj je uvjet osiguran pri mirnom opterećenju, pa se pri tome vijčani spojevi ne mogu olabaviti sami od sebe.

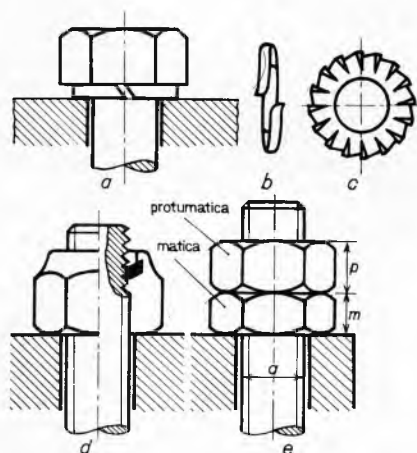
Međutim, pri udarnim i titrajnim opterećenjima to svojstvo ne predstavlja dovoljno osiguranje od odvrtnja, jer tada često nastaju deformacije dijelova vijčanih spojeva, koje imaju za posljedicu slabljenje steznih sila i time trenja. Zbog toga se vijci koji su izloženi takvim opterećenjima posebno osiguravaju. Glavni je cilj osiguranja da se spriječi odvrtnje i gubitak matice. Radi toga povećava se u spoju moment trenja koji se suprotstavlja tom odvrtnju silom, ili se primjenjuju elementi specijalnih oblika koji onda onemogućavaju relativno pomicanje matice. Prema načinu osiguranja ti se elementi dijele na elemente za osiguranje vijčanih spojeva silom i osiguranja oblikom. Budući da takvih elemenata postoji vrlo mnogo, u ovom članku bit će prikazani samo oni najpoznatiji, odnosno oni koji se najčešće upotrebljavaju.

Elementi za osiguranje silom. Veličina trenja u vijčanom spoju posljedica je aksijalne sile u vijku stvorene stezanjem. Izmjenična i udarna opterećenja vijčanog spoja smanjuju tu silu, a prema tome i trenje. Elementi za osiguranje vijčanih spojeva koji povećavaju aksijalnu silu u vijku prikazani su na sl. 42.

Prstenaste rasječene elastične podlošnice, tzv. Growerovi prstenovi (sl. 42 a, b) sprečavaju odvrtnje matice (ili vijka kad se nalaze pod njegovom glavom) time što svojim opruženjem elastično tlače dosjedne površine, i na taj način ne dopuštaju smanjenje aksijalne sile u vijku. Te se podlošnice izrađuju od čelika za opruge, kale se i popuštaju.

Na sličan način djeluju zupčaste i lepezaste podlošnice čiji je jedan oblik prikazan na sl. 42 c. One su također izrađene od čelika za opruge.

Elastični prsten u matici prikazanoj na sl. 42 d (tzv. »Elastic-Stop«-matica) izrađen je od fibera ili od specijalne plastične mase i čvrsto je usađen. Pri stezanju stiže se između navoja vijka i tako elastično koči maticu. Istovremeno djeluje kao brtva, i k tome još štiti navoj od vlage.



Sl. 42. Elementi za osiguranje vijčanih spojeva povećanjem aksijalne sile: a i b elastičnom podložnicom, c ozubljenom prstenastom podložnicom, d prstenom od fibera usađenim u maticu, e maticom i protumaticom

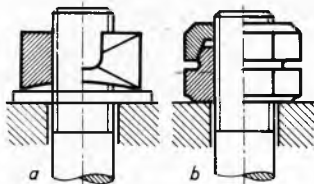
Jedan od najjednostavnijih načina osiguranja vijčanih spojeva je stavljanje protumatrice (sl. 42 e). Pri tome visina  $p$  protumatrice mora biti veća od visine  $m$  matice, jer protumatica preuzima uzdužnu silu u vijku, dok matica osigurava pa zbog toga može imati manju visinu. Normalna visina protumatrice iznosi prema standardu 0,8  $d$ .

Za osiguranje vijčanih spojeva silom primjenjuju se i elementi za stvaranje radijalnog ili radijalnog i aksijalnog tlaka navoja matice na navoj vijka. Postoje mnoge različite izvedbe. Kod vibrirajućeg opterećenja vijčanog spoja, što je česti slučaj u strojarstvu, pouzdane su tzv. samokočne matice. Tako npr. četvrtasta matica (sl. 43 a) s konkavnom dosjednom površinom i prerezom deformira se stezanjem, tako da njen navoj tlači na navoj vijka radijalno i aksijalno. Protumatica dvodijelne matice prikazane na sl. 43 b stvara te tlakove s pomoću površina na kojima se dodiruje s maticom.

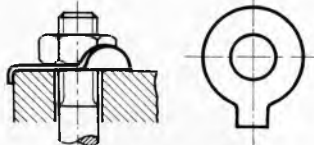
Plastične mase u tekućem stanju (prije otvrdnjenja) upotrebljavaju se u novije vrijeme za osiguranje vijčanih spojeva silom, tako da se pusti da djelovanjem kapilariteta prodru među površine unutrašnjeg i vanjskog navoja i da se nakon toga očvrstnu. Prednost takvog osiguranja ujedno je i brtvljenje spoja.

**Elementi za osiguranje vijčanih spojeva oblikom.** Za ta osiguranja mogu se upotrijebiti i zatici, ali obično za to služe rascjepke (zavlake), podložnice s produžecima ili pločice s jezičcima.

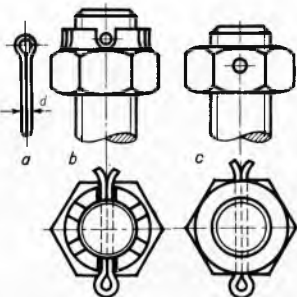
Rascjepka (sl. 44 a) je obično od čelične žice promjera  $d$ , uzdužnonapola presiječena. Ona se provlači kroz struk vijka (sl. 44 b), ili kroz struk i maticu (sl. 44 c), pa se s druge strane izvučeni krajevi račvasto rašire.



Sl. 43. Samokočne matice: a četvrtasta s konkavnom dosjednom površinom, b dvodijelna s konusom



Sl. 44. Rascjepka (zavlake)



Sl. 45. Podložnica s produžetkom

Obične podložnice za osiguranje vijčanih spojeva jesu čelične pločice koje imaju jedan produžetak (nos) (sl. 45), katkada mogu imati i dva. Nakon podmetanja pod maticu (ili pod glavu vijka) i stezanja spoja, taj se produžetak savije uz brid spojenog dijela, a rub podložnice uz jednu stranu matice ili glave vijka.

Prednost osiguranja vijčanih spojeva rascjepkama i podložnicama s produžecima jest u njihovoj jednostavnosti. Njihov nedostatak je u tome što ne dopuštaju fino podešavanje položaja matice.

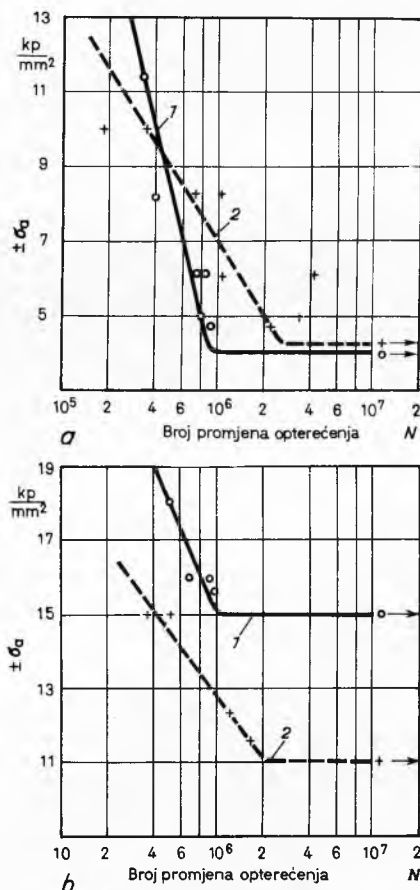
Ako se želi samo spriječiti gubitak matice, može se jednostavno malo raskovati kraj vijka iznad matice, ili upotrijebiti zavlatu na već prikazani način.

**Vijci za prijenos gibanja.** Za razliku od vijaka za pričvršćivanje, koji djeluju statički, vijci za prijenos gibanja (često zvani kretni vijci) djeluju dinamički, tj. giblju se u elementima koji su na njih navijeni, ili obrnuto, kad se ti elementi giblju, vijci su nepomični.

Pri tom gibanju nastaje klizanje navoja po navojima, a kao posljedica međusobno trenje i, dosljedno tome, istrošenje tih navoja, što zahtijeva primjenu čvršćih oblika navoja. To su trapezni, pilasti ili kosi i obli navoji. Prednost kosih navoja u kretnim vijcima je u tome što imaju manje trenje. Međutim, primjena pilastog navoja ograničena je na slučajeve, gdje aksijalne sile djeluju samo u jednom smjeru.

Najčešći su slučajevi primjene kretnih vijaka tamo gdje se gibanje pretvara iz kružnog u pravocrtno (npr. u vijčanim prešama, dizalicama, ventilima, alatnim strojevima, kočnicama). Rjeđe se upotrebljavaju za pretvaranje pravocrtnog u kružno gibanje.

**Materijal, izrada i kakvoća vijaka i matice.** Mehanička i druga svojstva koja vijci i matice moraju imati, ovisna su o materijalu od kojega su izrađeni. Zbog toga su svojstva materijala



Sl. 46. Wöhlerove krivulje vijka M 10 x 1 x 57 C 4131. a Vijak izrađen normalnim postupkom (1) i nakon izrade poboljšan u solnoj kupci (2); b vijak predvaljan, poboljšan i nakon toga hladno valjan navoj (1) i poboljšan s prethodno valjanim navojem (2)

vijaka i matica točno određena i propisana standardima. Najvažniji među tim materijalima jesu čelici, mesing i aluminijumske legure.

Svojstva materijala čeličnih vijaka i matica određuje JUS, dok su im oznake Čv 40, Čv 50, Čv 60, Čv 80, Čv 100 i Čv 120. Prema tome vijci i matice izrađuju se u 6 kvaliteta. Vijci i matice za specijalne namjene, npr. postojani na visokim temperaturama, prema kemijskim utjecajima, otporni prema dinamičkim naprezanjima na niskim temperaturama, moraju se izrađivati od čelika za to prikladnih svojstava. Svojstva materijala vijaka od mesinga i drugih metala određena su također općim propisima standarda za te materijale.

Uz osnovni materijal za upotrebu vijaka i matica često je mjeorodavna i kakvoća njihove izrade, što je obuhvaćeno potrebnim tolerancijama i klasama hrapavosti površine. Kvaliteta vijaka i matica ovisi također i o postupku izrade. Iz prikaza te ovisnosti Wöhlerovim krivuljama na sl. 46 vidi se, kako o tome zavisi njihovo svojstvo, tj. njihova mehanička čvrstoća, odnosno izdržljivost.

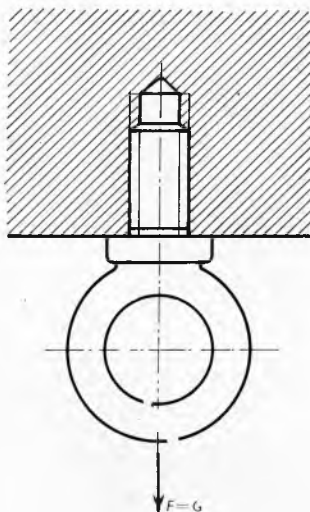
Od vijaka i matica koji su uz mehanička opterećenja izloženi i djelovanju korozije (naročito u obalskim postrojenjima, na brodovima, u vlažnim prostorijama), a nisu napravljeni od antikorozijskih materijala, traži se da budu još i zaštićeni. Zaštita vijčanih spojeva od korozije izvodi se s pomoću površinskih filmova od kemijski otpornijih tvari. Ti filmovi mogu se stvarati nanašanjem ili difuzijom.

U postupke zaštite od korozije spadaju npr. fosfatiranje i elektrolitičke metode (galvanizacija niklom, kromom, kadmijem, cinkom), uronjavanje (npr. u talinu cinka) i dr. Difuzijski postupak primjenjuje se npr. uspješno pri kromiranju čeličnih vijaka. Kod svih takvih postupaka dobiju se vrlo tanki zaštitni površinski slojevi  $\sim 1\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$ .

### Proračunavanje vijaka

Sile koje djeluju na vijke i koje stvaraju u njima naprezanja mogu biti privremene, trajne i izvanredne. Npr. sila je na ključu kojom se priteže matica privremena jer prestane kada se matica pritegne. Trajna sila je npr. sila tlaka pare koja protječe kroz cjevovod, a djeluje na vijke, što spajaju na priрубnicama niz cijevi u jednu cjelinu. To je trajna ili radna sila, jer djeluje na vijke kada para struji kroz cjevovod. Izvanredne sile su takve, koje se javljaju katkada iznenada, npr. od udara ili trenutnih vibracija kao posljedice neispravne montaže, ili su rezultat visokih temperatura. Sve navedene sile stvaraju u vijcima privremena ili trajna naprezanja, kojih je poznavanje važno za proračunavanje vijaka. S obzirom na međusobni odnos tih sila i naprezanja, vijci se dijele u četiri osnovne skupine, od kojih svaka ima svoje značajke, a prema tome i svoj način proračunavanja.

**Vijci opterećeni na vlak** (I skupina) uvijaju se u neopterećenom stanju, odnosno matice se navrću neopterećene. Primjer takvog slučaja može biti vijak s okom za dizanje tereta (sl. 47). Vijak se uvije ručnom silom i ne pritegne se snažno, pa su zato unutarnje sile i naprezanja u vijku vrlo male, te se mogu zanemariti. Kada se oko opteretit obješenim teretom  $G$ , koji djeluje kao trajna vanjska sila, onda će vijak biti izložen uzdužnoj sili  $F$ . Ta će sila izazvati u njegovoj jezgri naprezanja na vlak



Sl. 47. Vijak s okom za vješanje tereta

$$\sigma_v = \frac{F}{A_1} = \frac{F}{\pi d_1^2 / 4},$$

gdje je  $F = G$ ,  $d_1$  unutarnji promjer navoja, odnosno zavojnice, koji treba odrediti iz tog izraza. Međutim, najprije kod proračuna svih vijaka treba izabrati materijal vijka, a prema

materijalu uzeti iz tablica odgovarajuće dopušteno naprezanje. U tom slučaju dopušteno naprezanje  $\sigma'_{v dop}$  treba pomnožiti s korekcijskim faktorom  $\xi_1 < 1$  koji obuhvaća koncentraciju naprezanja u jezgri i netočnosti kod izrade zavojnice. Obično je  $\xi_1 = 0,7\text{--}0,9$ , a prema tome je stvarno dopušteno naprezanje  $\sigma_{v dop} = \xi_1 \cdot \sigma'_{v dop}$ .

Onda se za proračun vijaka opterećenih jedino vlačnom silom  $F$ , uzima izraz

$$A_1 = \frac{F}{\sigma_{v dop}},$$

pa se iz površine jezgre  $A_1$  nađe u tablici odgovarajući standardni promjer za izabrani oblik zavojnice. Poslije toga preporučljivo je provjeriti površinski pritisak na navojima  $p$ . On se izračunava iz

$$p = \frac{0,5 F}{d_2 H},$$

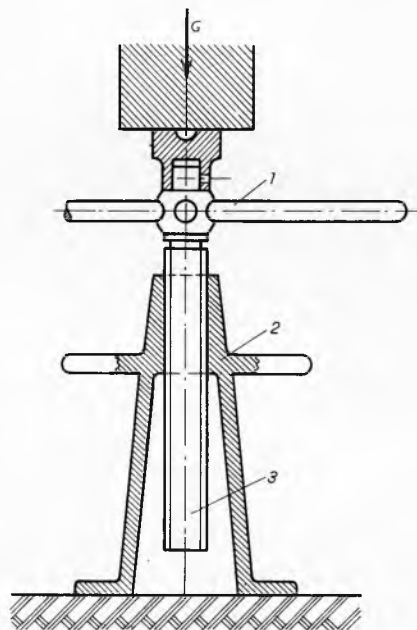
gdje je  $d_2$  srednji promjer zavojnice,  $H$  visina matice ili, kad nema matice visina tzv. »zamišljene matice«. Taj stvarni površinski pritisak mora biti u dozvoljenim granicama, tj.  $p \leq p_{dop}$ , gdje se vrijednosti  $p_{dop}$  uzimaju iz tablica u priručnicima.

Za kontrolu površinskog pritiska može poslužiti i opći izraz

$$p = \frac{F}{z \pi d_2 b} \leq p_{dop},$$

gdje je  $z$  broj aktivnih zavoja,  $b$  korisna širina zavojnice.

**Vijci opterećeni na vlak, odnosno na tlak i na torziju određenom silom** (II skupina) uvijaju se pod stanovitim opterećenjem, odnosno matice se pritežu pod opterećenjem. Kao primjer takvog slučaja može poslužiti vijak ručne dizalice (sl. 48).



Sl. 48. Ručna vijčana dizalica. 1 Poluga, 2 kućište s maticom, 3 vijak

Uzdužna sila  $F$  koja se stvara u vijku kod dizanja tereta  $G$ , jest točno određena privremena vanjska sila, tj.  $F = G$ . Ona uzrokuje u jezgri vijka naprezanje na tlak

$$\sigma_p = \frac{F}{A_1} = \frac{E}{\pi d_1^2 / 4},$$

i naprezanje uslijed torzije zbog trenja i zbog djelovanja torzijskog momenta

$$\tau_t = \frac{M_t}{W_p} = \frac{F d_2 \tan(\varphi + \varrho)}{2 \pi d_1^3 / 16},$$

gdje je  $d_1$  i  $d_2$  unutarnji, odnosno srednji promjer navoja,  $W_p = \frac{d_1^3}{16}$  polarni moment otpora presjeka jezgre vijka i  $M_t$  moment