

МАШИНСКИ ЕЛЕМЕНТИ

НАВОЈНИ СПОЈЕВИ

др Милош Ристић



Да ли сте знали да:

•Авион Boeing 747 има око 2,5 милиона елемената за остваривање машинских спојева (завртњева, навртки, подлошки, закивака,...);

- 70000 тих елемената је од титанијума и кошта 150000 долара;
- 400000 других елемената кошта око 250000 долара;
- 30000 закивака коштају сваки по 50 центи.

Веза два или више машинских делова остварена посредством навоја представља **навојни спој**.

Навојни спојеви припадају групи **раздвојивих машинских спојева** (спојени делови се могу раздвојити и поново спојити без оштећења).

Помоћу навојних спојева се обезбеђује:

- Жељени положај спојених делова,
- Преношење оптерећења,
- Међусобно притискивање и заптивање машинских делова,
- Прецизно померање и подешавање код мерних уређаја,
- Међусобно релативно кретање спојених делова,
- Претварање обртног кретања у праволинијско кретање,...

ЕЛЕМЕНТИ ЗА ОСТВАРИВАЊЕ НАВОЈНИХ СПОЈЕВА



завртњи



навртке



подлошке

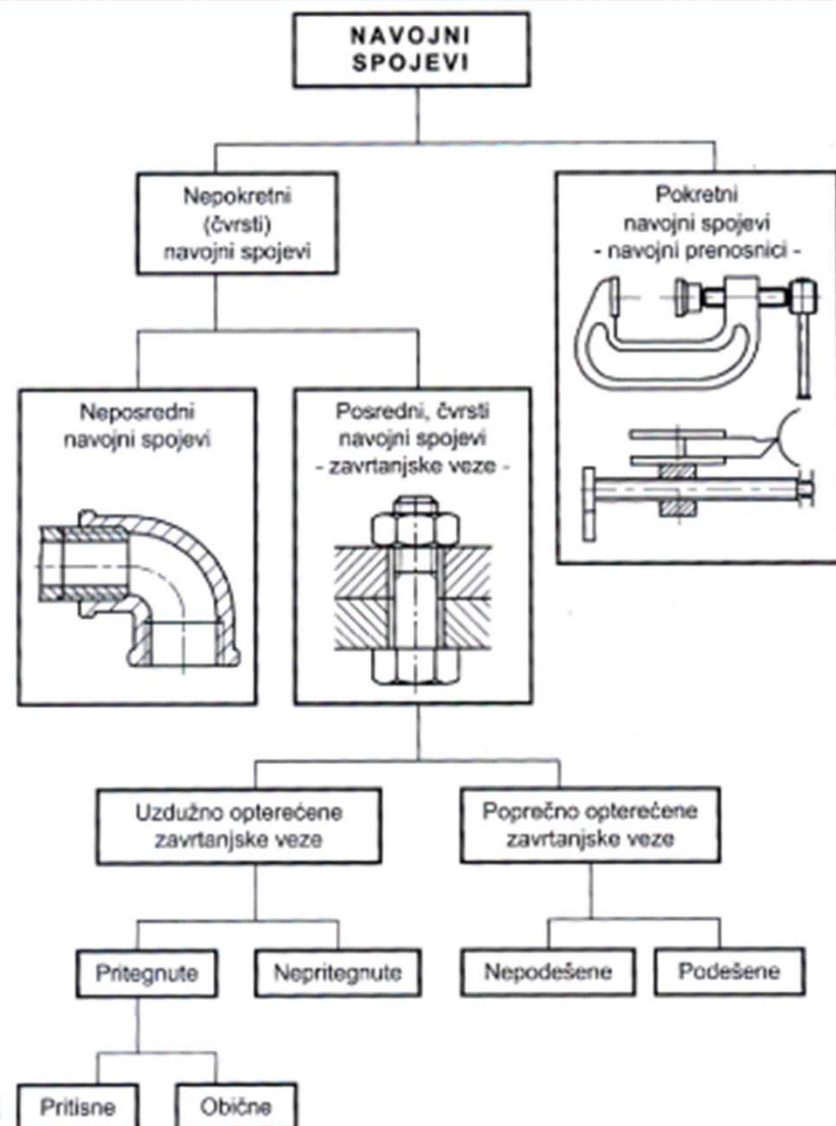
слајд бр. 4



чивије, расцепке,...



ПОДЕЛА НАВОЈНИХ СПОЈЕВА

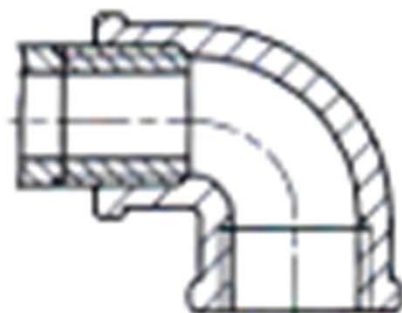


слајд бр. 5

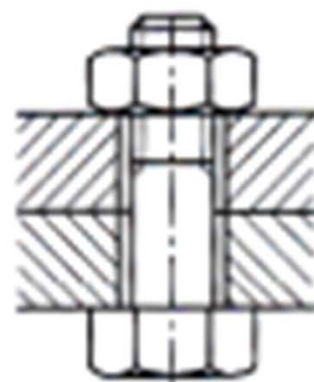
NAVOJNI SPOJEVI

Nepokretni
(čvrsti)
navojni spojevi

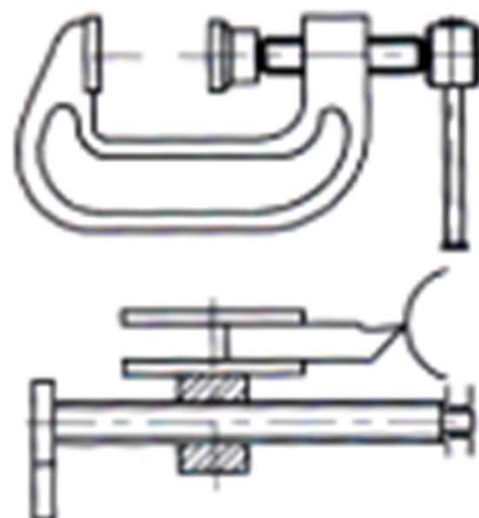
Neposredni
navojni spojevi



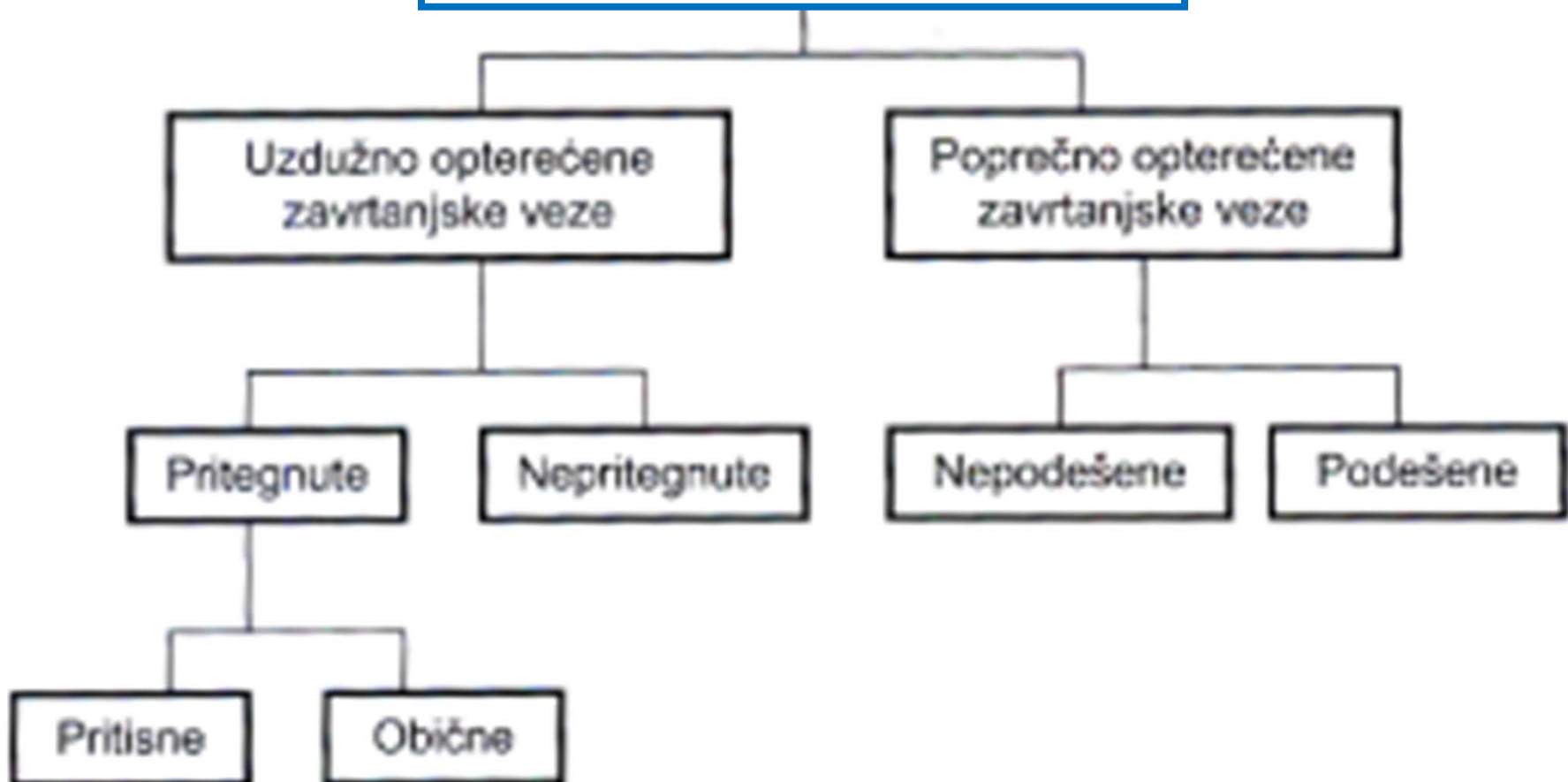
Posredni, čvrsti
navojni spojevi
- zavrtanjske veze -



Pokretni
navojni spojevi
- navojni prenosniki -

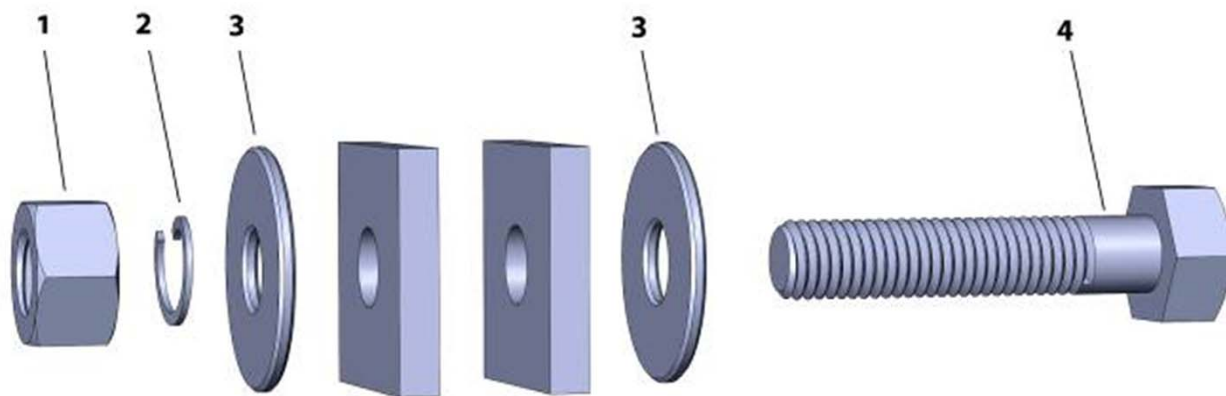


Posredni navojni spojevi – zavrtanjske veze –

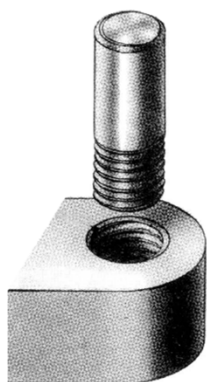


Завртањска веза

- Завртањска веза представља навојни спој остварен посредством завртња и навртке.
- Изузетно, навртка може да изостане ако се унутрашњи навој изради у једном од делова који се спајају.
- Завртањску везу чине спојени делови: завртањ, навртка и елементи за осигурање и заптивање.



Спој помоћу завртња 1 шестострана навртка; 2 еластични прстен као осигурач завртња; 3 прстенасти подметач; 4 завртањ;

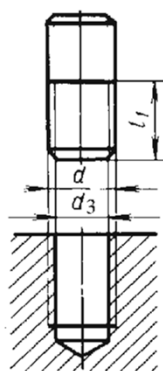
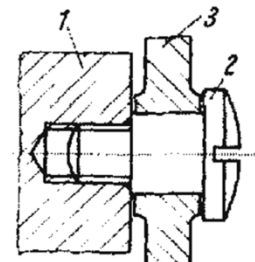
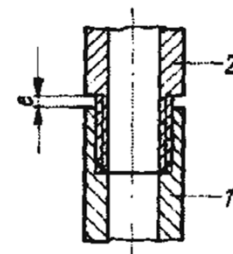
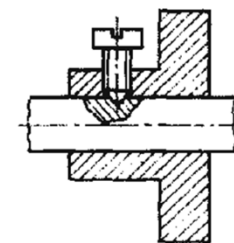
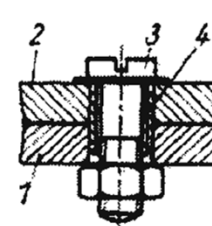


**НАВОЈНИ
ПАР**

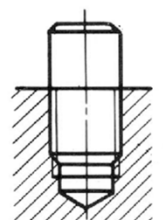
*Нейокрећан
навојни сїој*

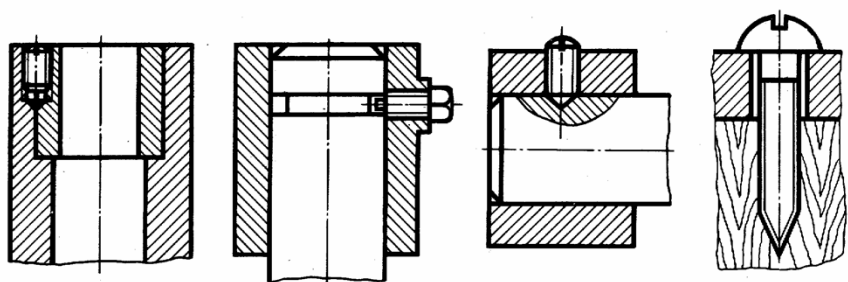
Посредна

Непосредна



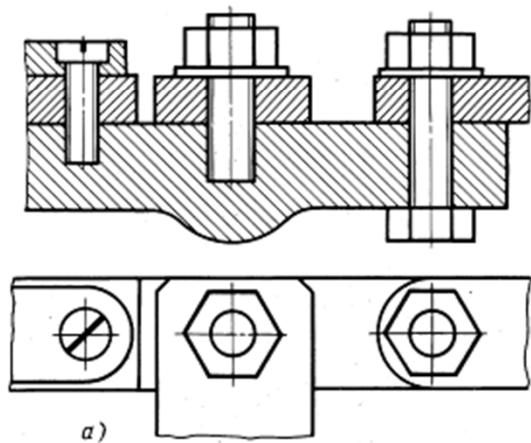
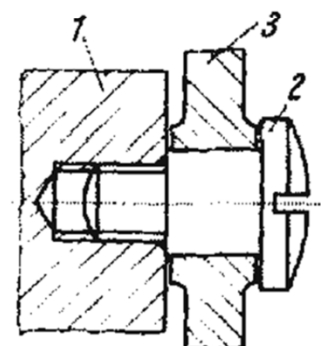
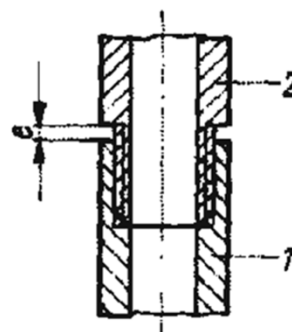
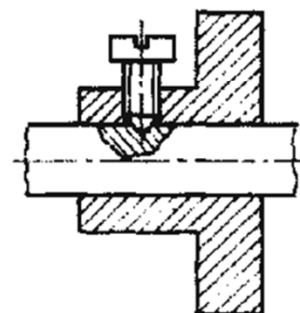
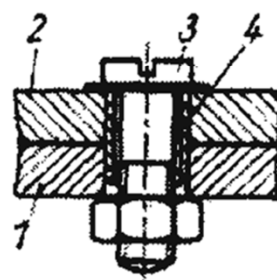
*Покрећан
навојни сїој*

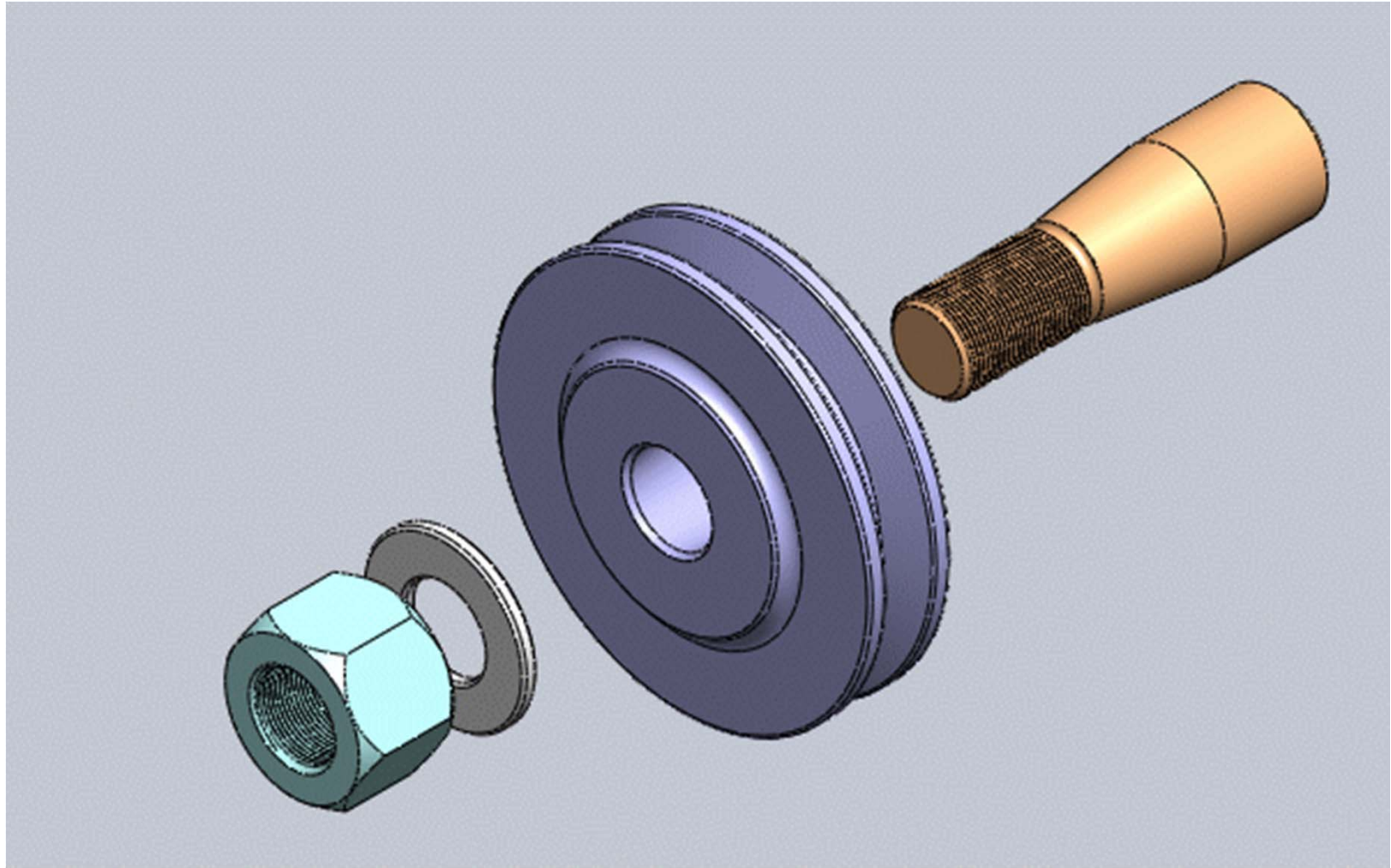




Посредна

Непосредна



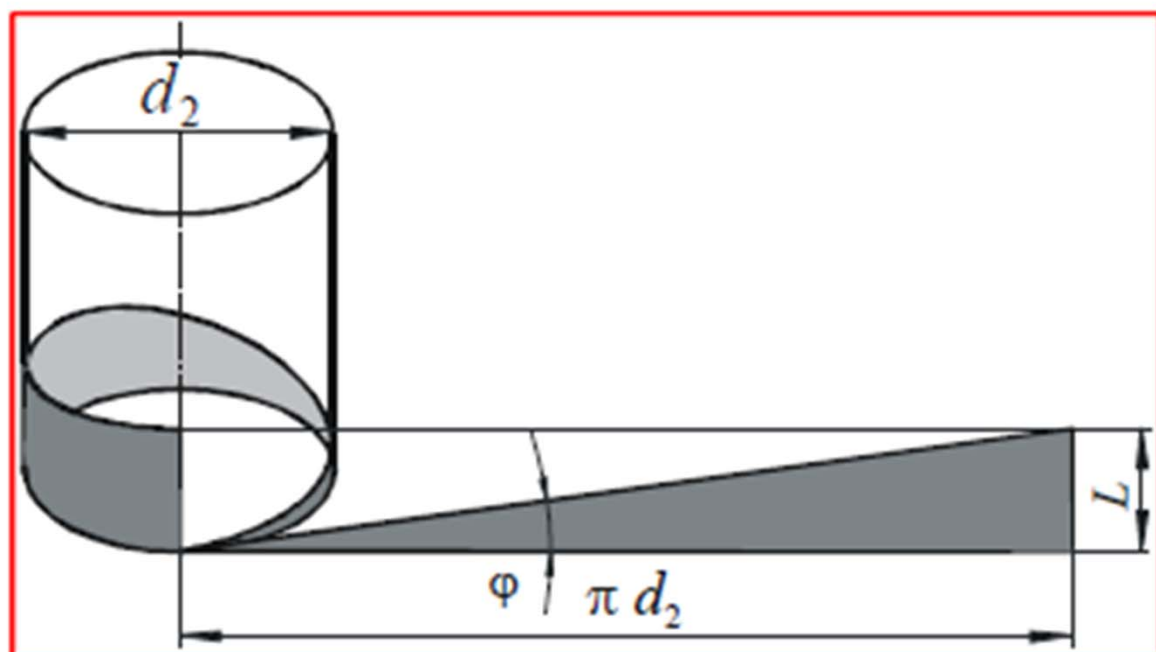


ПАРАМЕТРИ НАВОЈА

Завојна линија настаје завојним кретањем правоуглог троугла око цилиндра. Хипотенуза овог троугла оцртава завојницу (завојну линију).

При завојном кретању правоуглог троугла око цилиндра реч је о цилиндричној завојници.

Постоји и конична завојница која настаје завојним кретањем правоуглог троугла око конуса.

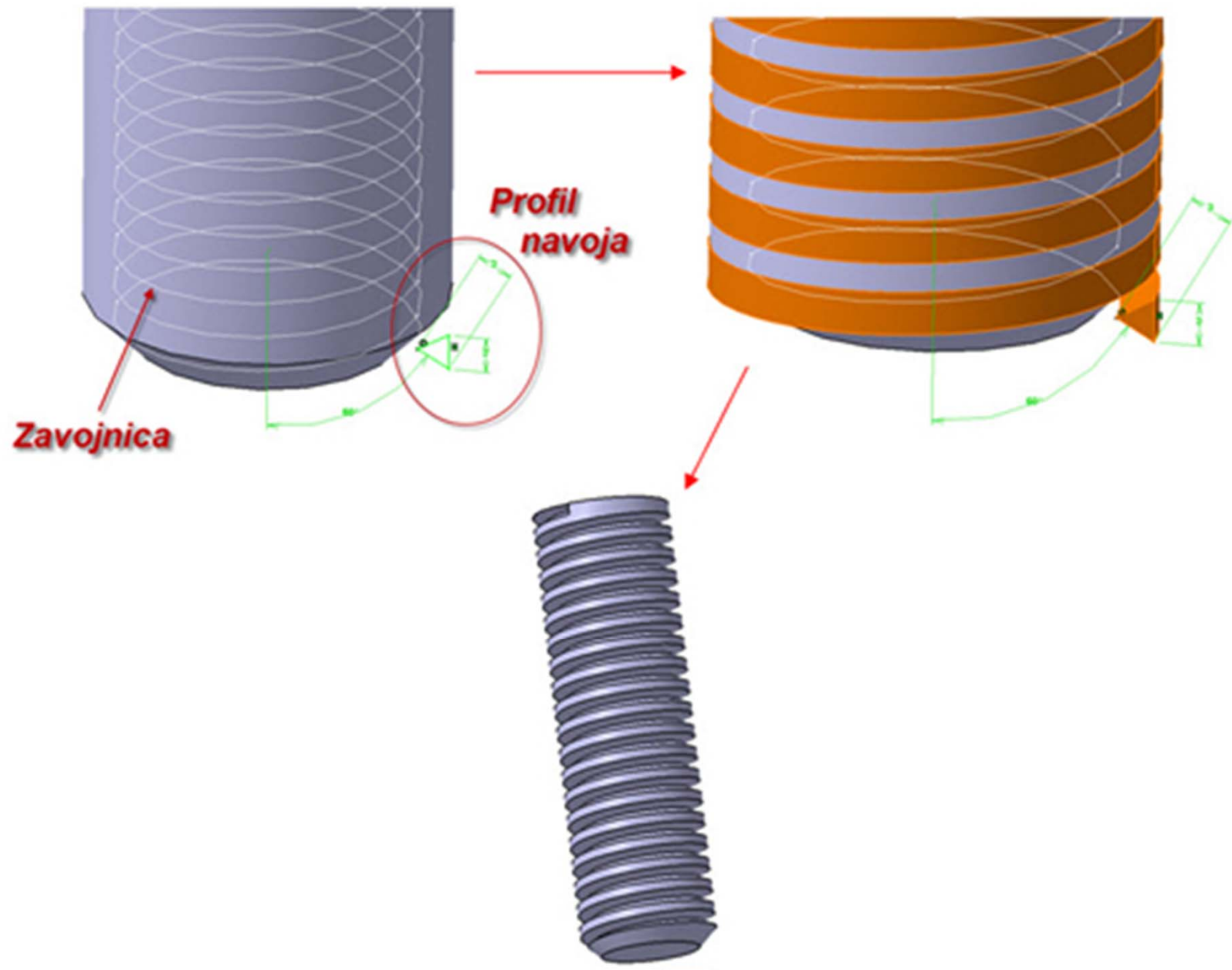


Нагиб завојне линије

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L}{\pi d_2}$$

d_2 – пречник цилиндра (средњи пречник завојнице)

L – катета правоуглог троугла (ход завојнице)



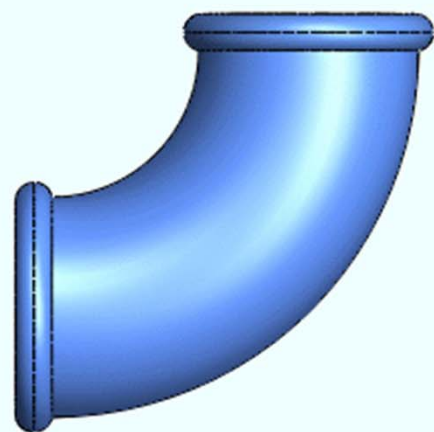
Ход завојнице L је аксијално растојање крајњих тачака једног завојка.

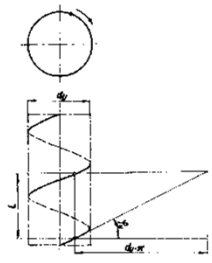
Корак навоја P представља аксијално растојање било које две карактеристичне тачке суседних навојака.

Навоји могу бити:

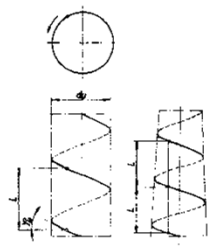
Једноструки (једновојни), **двоструки** (двовојни), **троструки** (тровојни) и **вишеструки** (вишевојни).

Ход завојнице је: $L = n P$



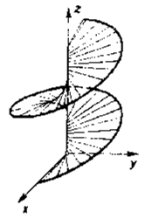


Кружна завојница

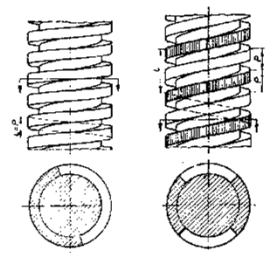


Конусна завојница

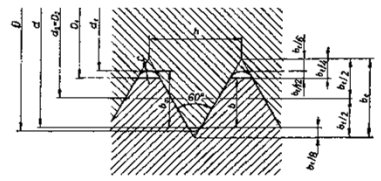
**ПОДЕЛА
НАВОЈА
ПРЕМА
ПРОФИЛУ**



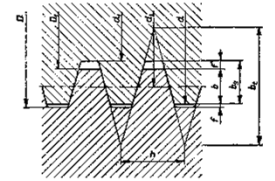
Завојна површина



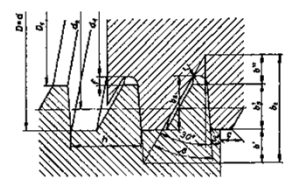
Метрички навој
JUS M.BO.011
ознака: Md x P



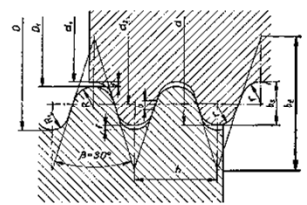
Трайезни навој
JUS M.BO.061
ознака: Trd x P



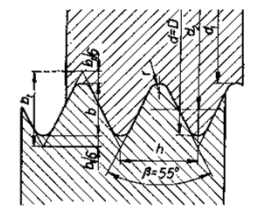
Коси навој
JUS M.BO.070
ознака: Sd x P



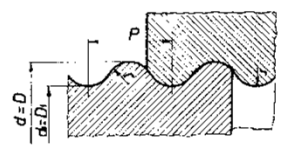
Обли навој
JUS M.BO.081
ознака: Rd x P



Вийворйов навој
JUS M.BO.056
ознака: d'' x P''

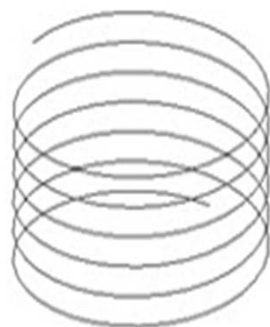


Едисонов навој
ознака: Ed x P

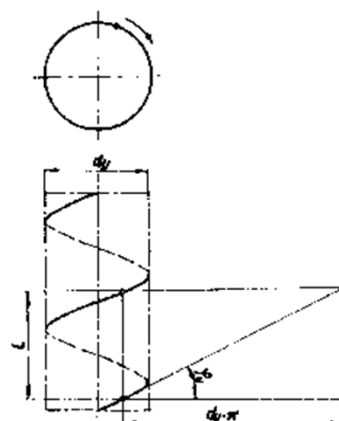


За железничка возила JUS M.B0. 082 ознака RdxP

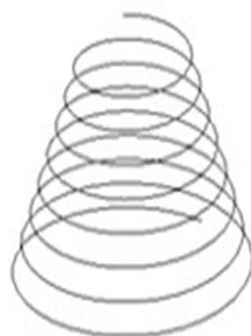
Венили инеумайика ознака Vn



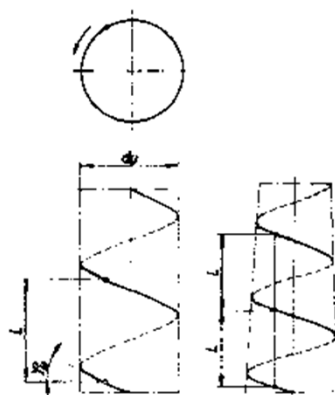
Cilindrična zavojnica



Кружна завојница



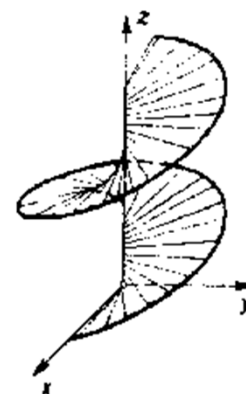
Konusna zavojnica



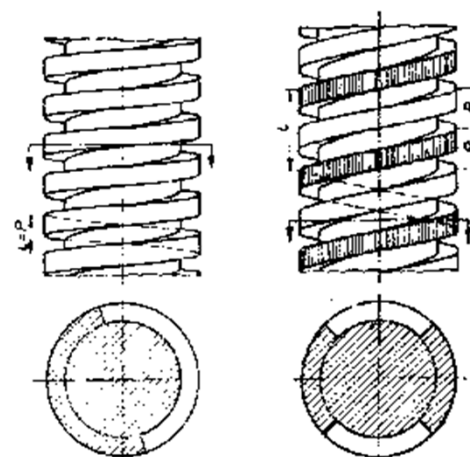
Конусна завојница

**ПОДЕЛА
НАВОЈА
ПРЕМА
ПРОФИЛУ**

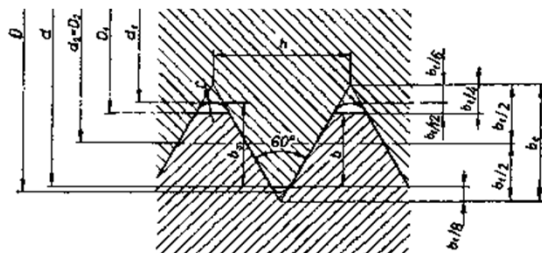
**ПОДЕЛА
НАВОЈА
ПРЕМА
ПРОФИЛУ**



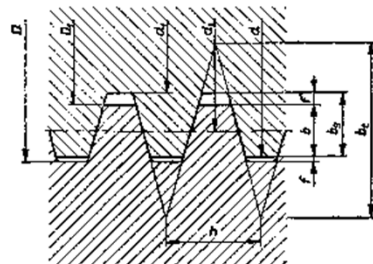
Завојна површина



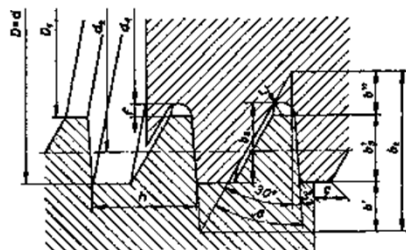
Метрички навој
JUS M.BO.011
ознака: Md x P



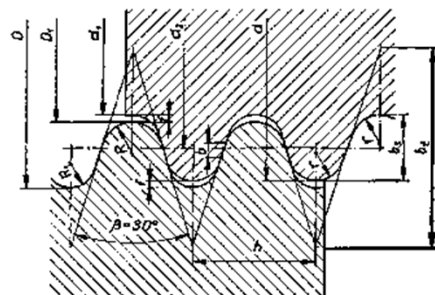
Трајезни навој
JUS M.BO.061
ознака: Trd x P



Коси навој
JUS M.BO.070
ознака: Sd x P

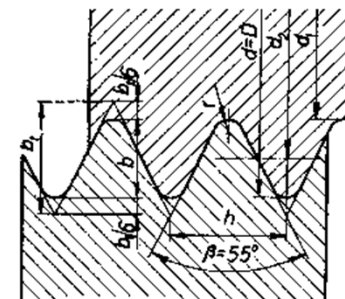


Обли навој
JUS M.BO.081
ознака: Rd x P

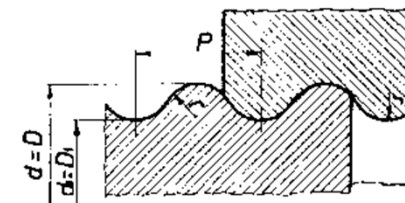


ПОДЕЛА НАВОЈА Према профилу

Витвортов навој
JUS M.BO.056
ознака: d" x P"



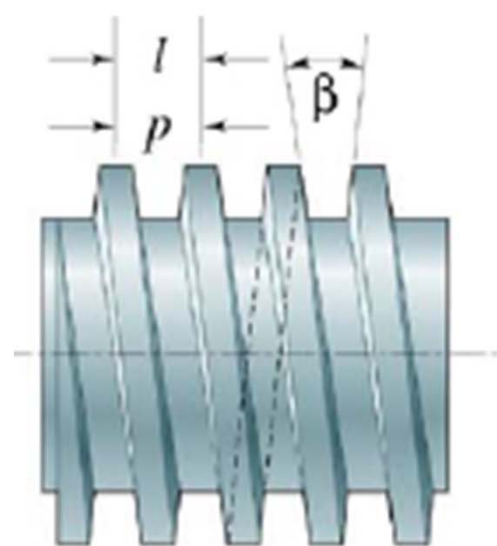
Едисонов навој
ознака: Ed x P



За железничка возила JUS M.B0. 082 ознака Rd x P

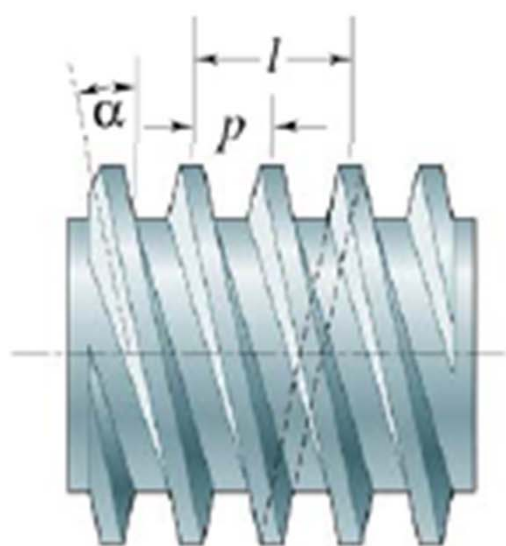
Витили инеуматика ознака Vn

ПОДЕЛА НАВОЈА Према профилу



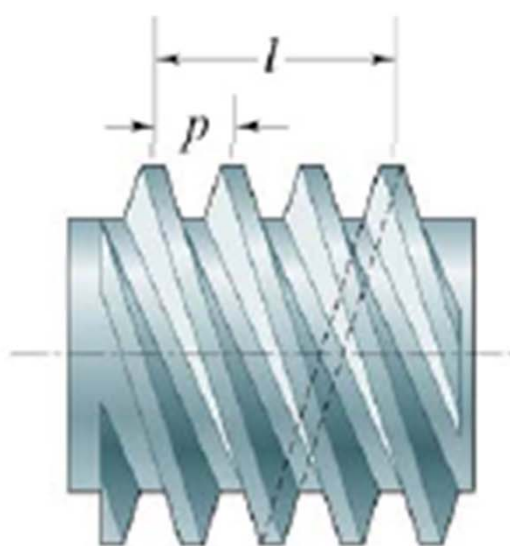
(a)

једноструки



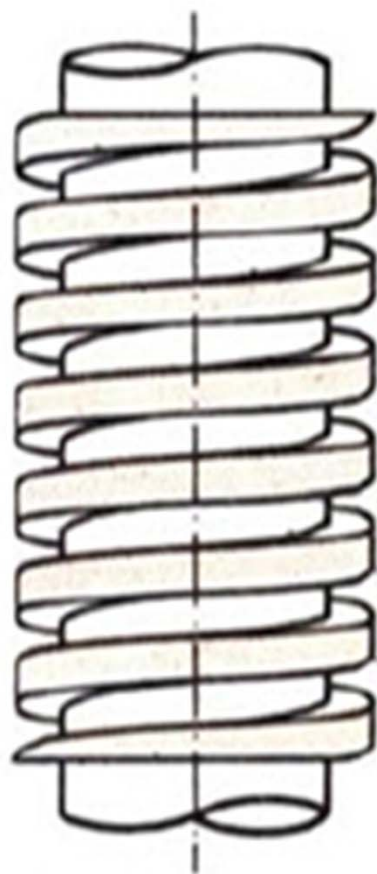
(b)

двоструки

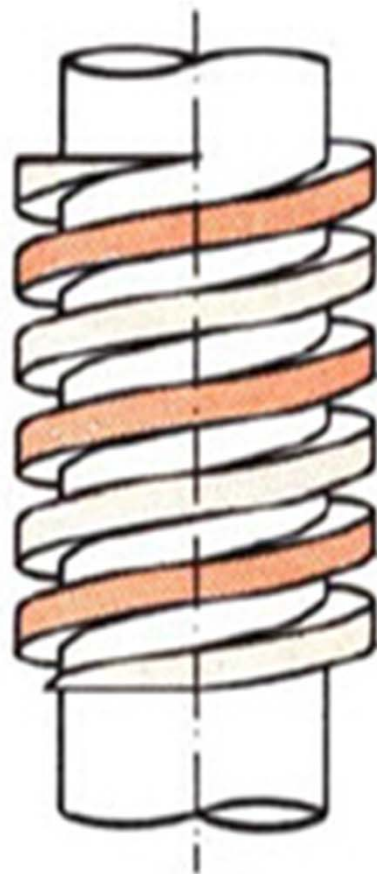


(c)

троструки



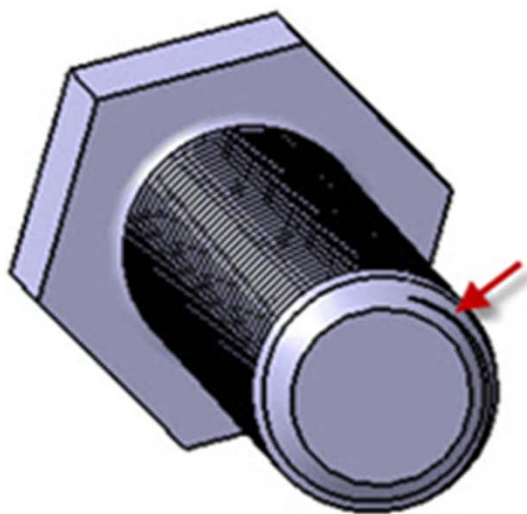
Једноходни



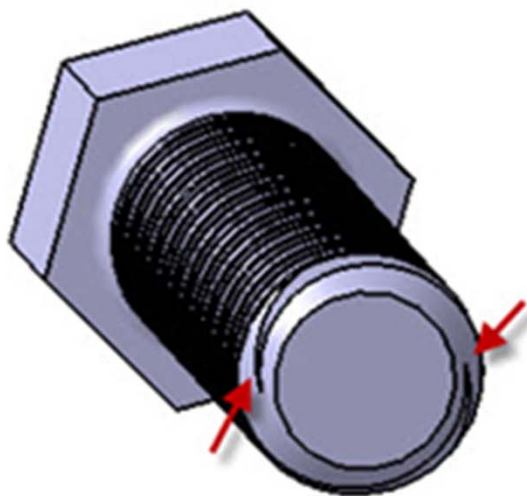
Двоходни



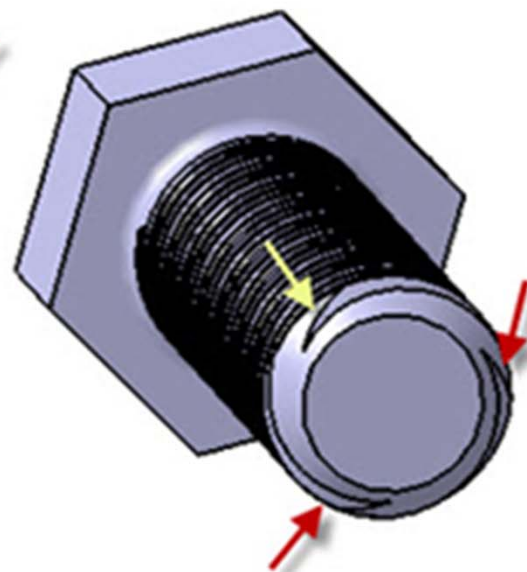
Троходни



Једноходни



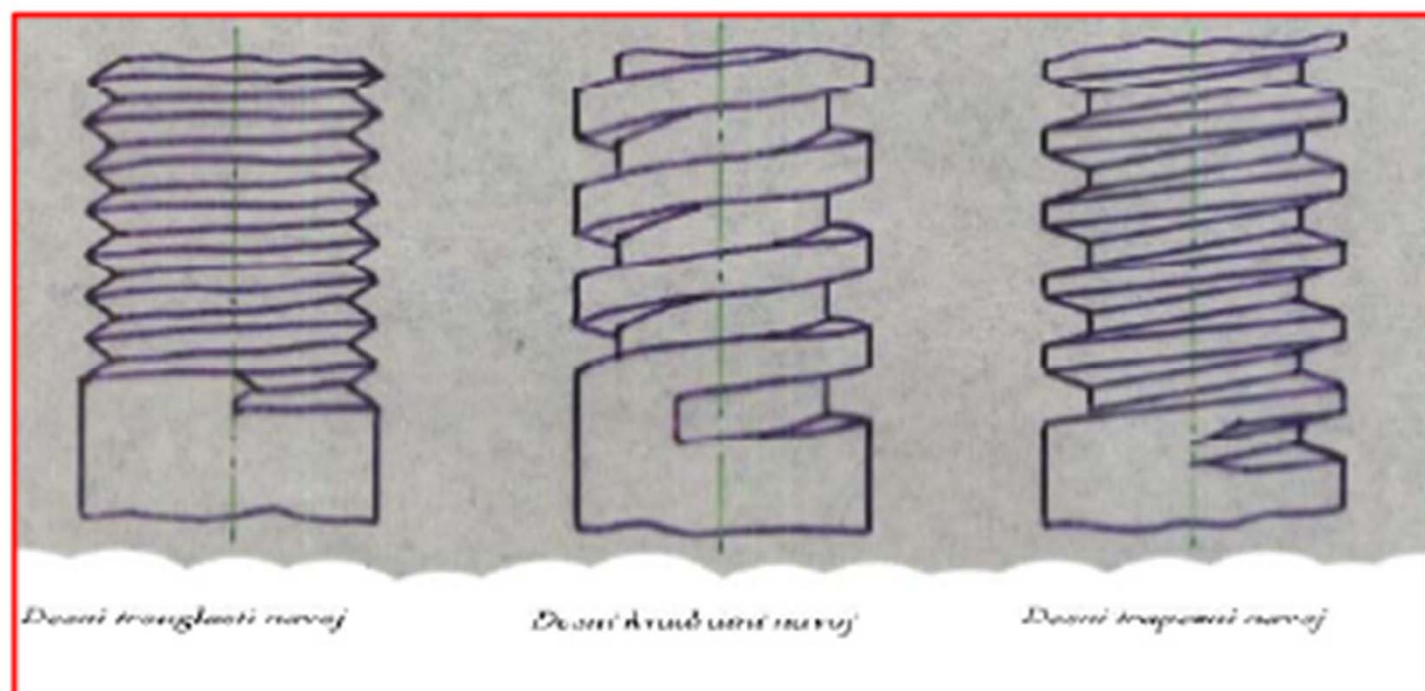
Двоходни

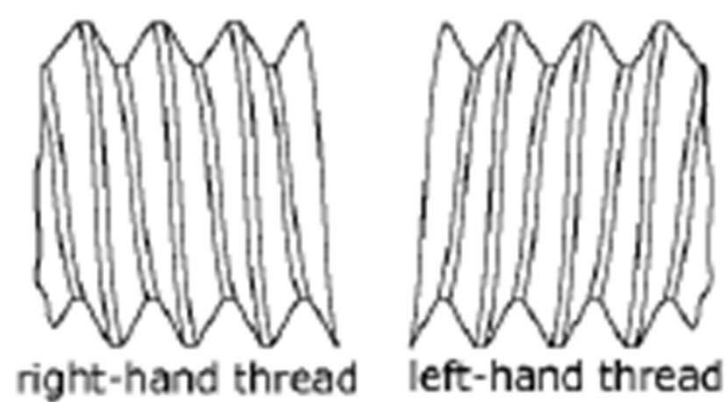


Троходни

Смер завојнице (навоја) је **десни**, а изузетно **леви**.

Код **десног** навоја, уочена тачка на завојници се **удаљава** од посматрача када кружи око непомичне осе у смеру казаљке на часовнику.



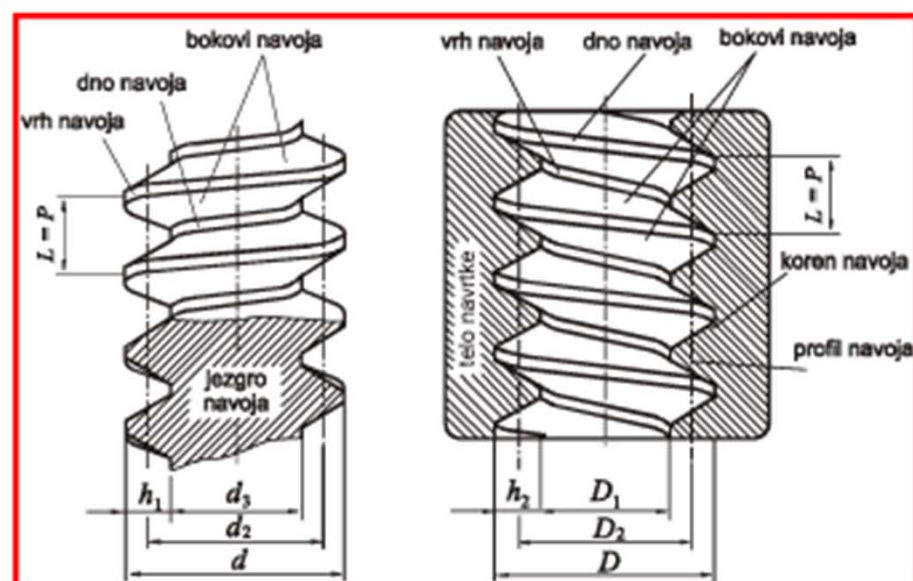


десни и леви навој



леви навој

Спољашњи навој се израђује на **спољашњој** површини цилиндра.
Унутрашњи навој се израђује на **унутрашњој** површини **шупљег** цилиндра.



D, d – номинални (називни) пречник, ($D > d$);
 D_2, d_2 – средњи пречници;
 d_3 – пречник језгра спољашњег навоја;
 D_1 – пречник малог цилиндра унутрашњег навоја;
 P – корак навоја;
 α – угао профила навоја;
 h_1, h_2 – дубине спољашњег и унутрашњег навоја.

Навојни пар је спој унутрашњег и спољашњег навоја:

- истог профила,
- истог номиналног пречника,
- истог корака,
- истог смера завојнице,
- истих средњих пречника.

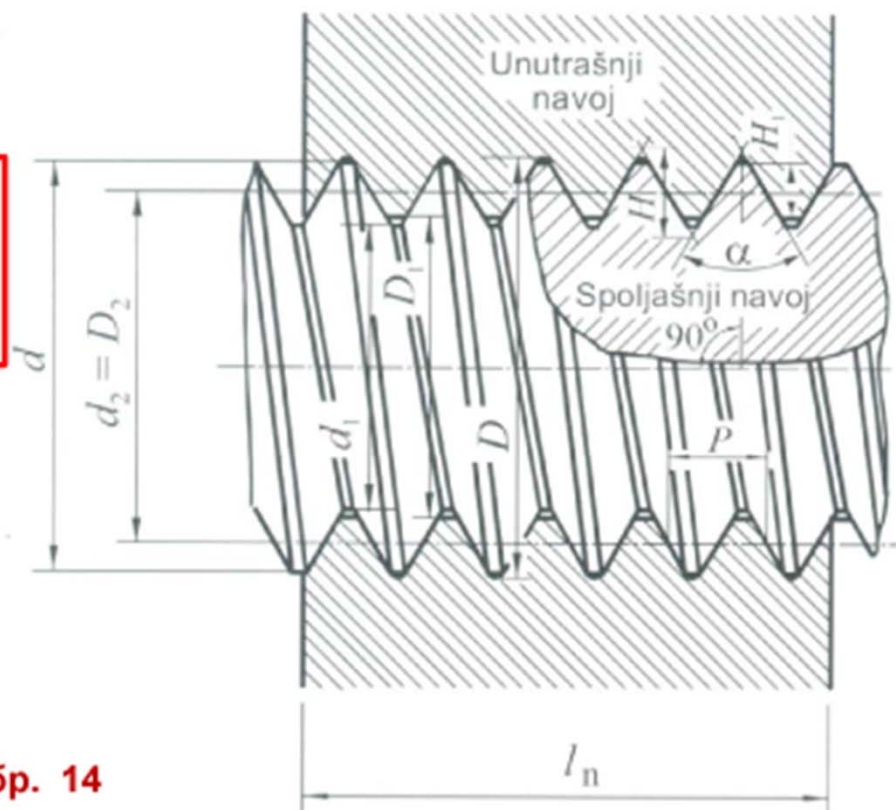
l_n – дужина ношења;

H – висина теоријског профила навоја;

H_1 – дубина ношења.

Број навојака:

$$z_n = \frac{l_n}{P}$$



слајд бр. 14

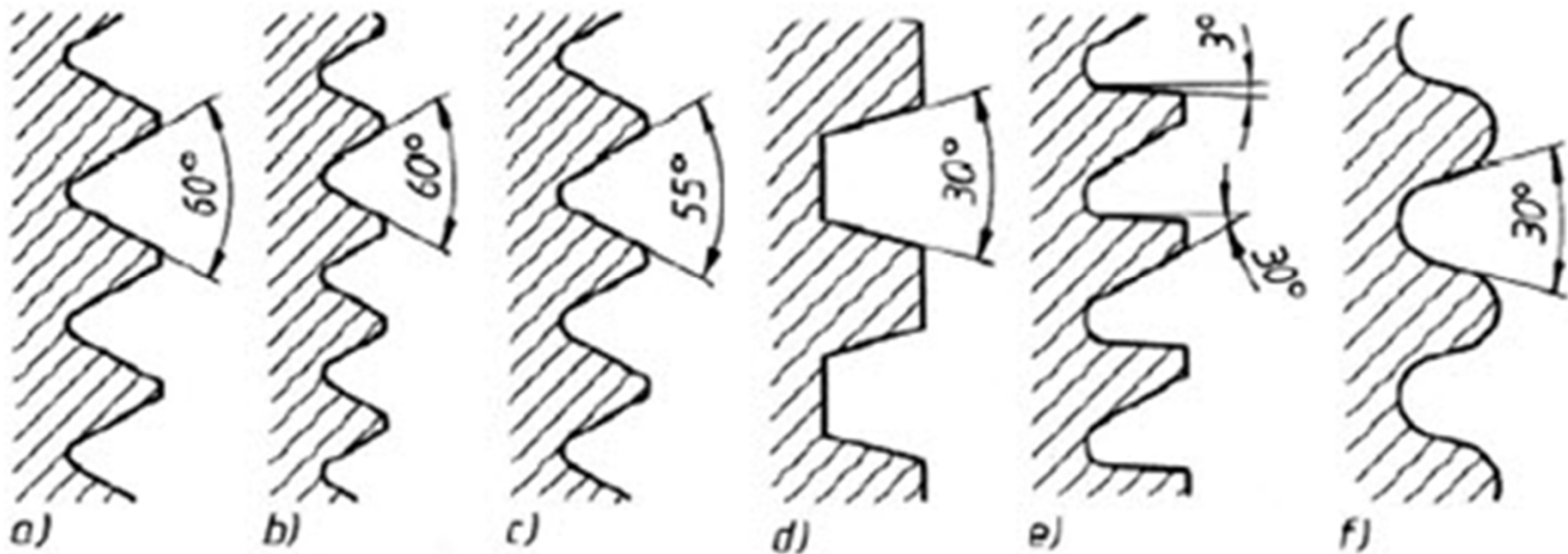
СТАНДАРДНИ ПРОФИЛИ НАВОЈА

Троугао је теоријски профил навоја.
Профили навоја су стандардизовани.

Постоји велики број различитих стандардних навоја:

1. **Метрички навој са троугластим ISO прфилом** (SRPS M.B0.011, SRPS M.B0.012),
2. **Трапезни метрички навој** (SRPS M.B0.061),
3. **Коси навој** (SRPS M.B0.070, SRPS M.B0.071),
4. **Обли навој** (SRPS M.B0.081, SRPS M.B0.082, SRPS M.B0.083, SRPS M.B0.085),
5. **Витвортов (цоловни) навој** (SRPS M.B0.056, SRPS M.B0.057),.....

слајд бр. 15

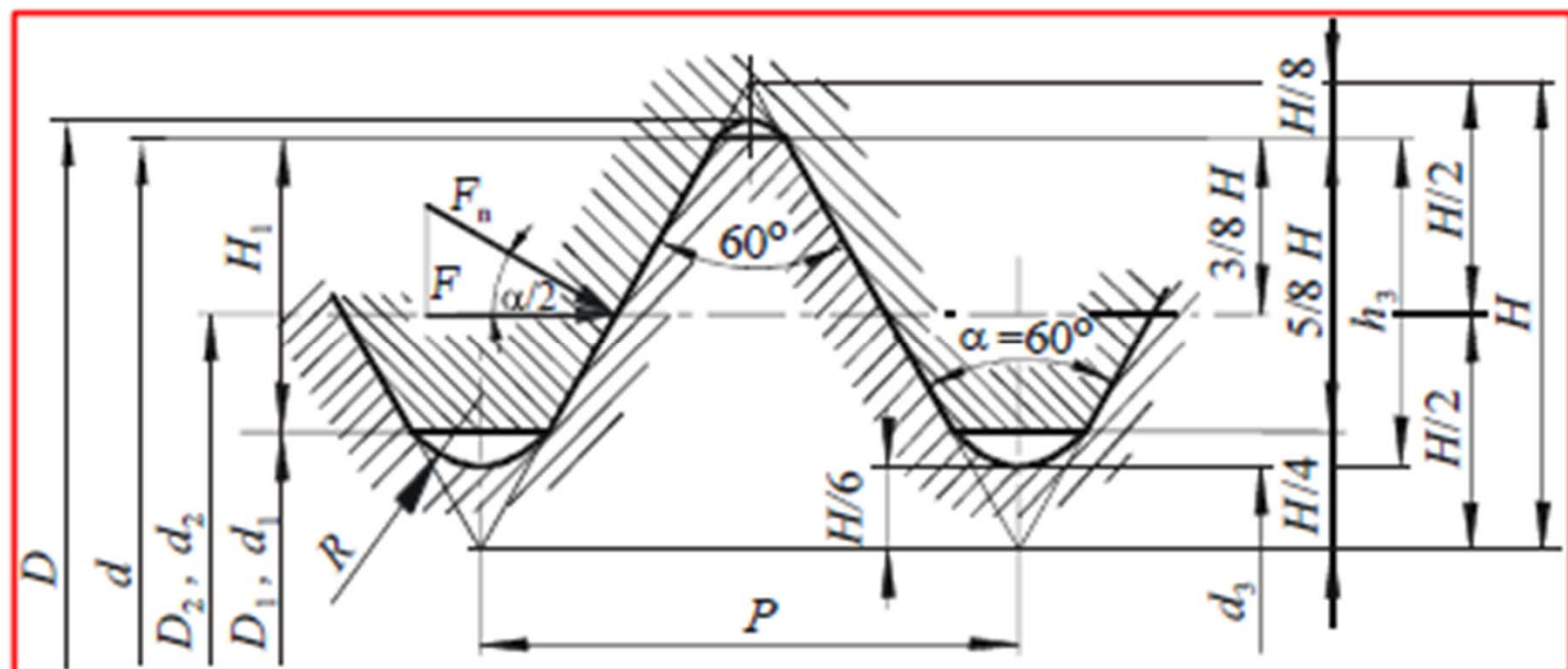


- a) Метрички навој
- b) Фини метрички навој
- c) Withworth-ов цевни навој
- d) Трапезни навој
- e) Коси или пластични навој
- f) Обли навој

МЕТРИЧКИ НАВОЈ СА ТРОУГЛАСТИМ ISO ПРОФИЛОМ

Потиче још од 1898. године.

То је први навој дефинисан у метричком систему јединица.



Велика вредност еквивалентног коефицијента трења!

$$\alpha = 60^\circ \rightarrow \mu_n = 1,1547 \mu$$

Ознака метричког навоја крупног корака: **Md**

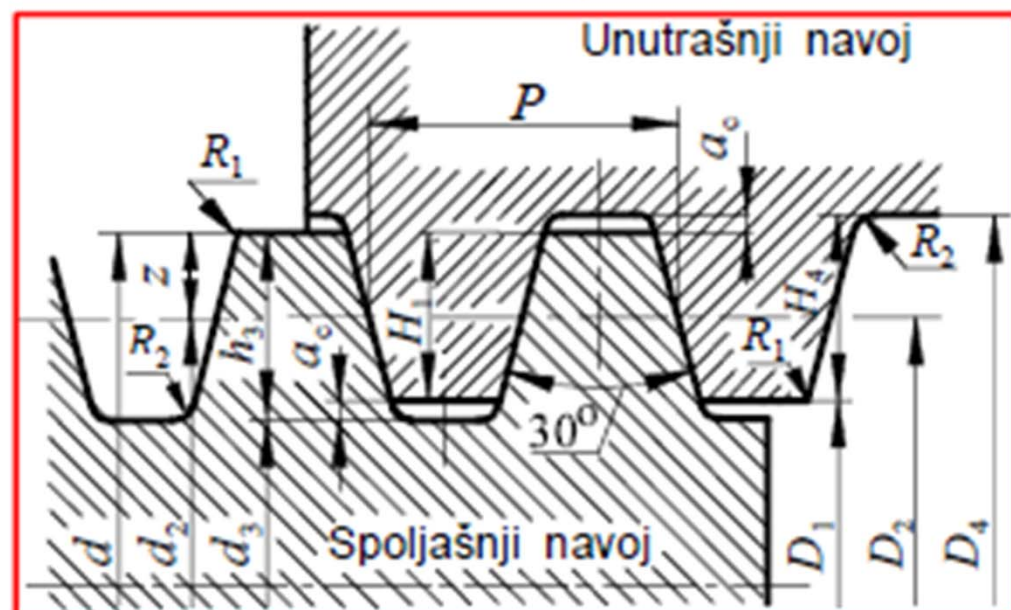
Ознака метричког навоја финог корака: **MdxP**

ТРАПЕЗНИ МЕТРИЧКИ НАВОЈ

Теоријски профил овог навоја је једнакокраки троугао са углом при врху $\alpha = 30^\circ$.

Није погодан за велика оптерећења.

Користи се код покретних навојних спојева.



$$\mu_n = \mu / \cos(\alpha/2) = 1,035 \mu$$

Ознака: $Tr\ dxP$

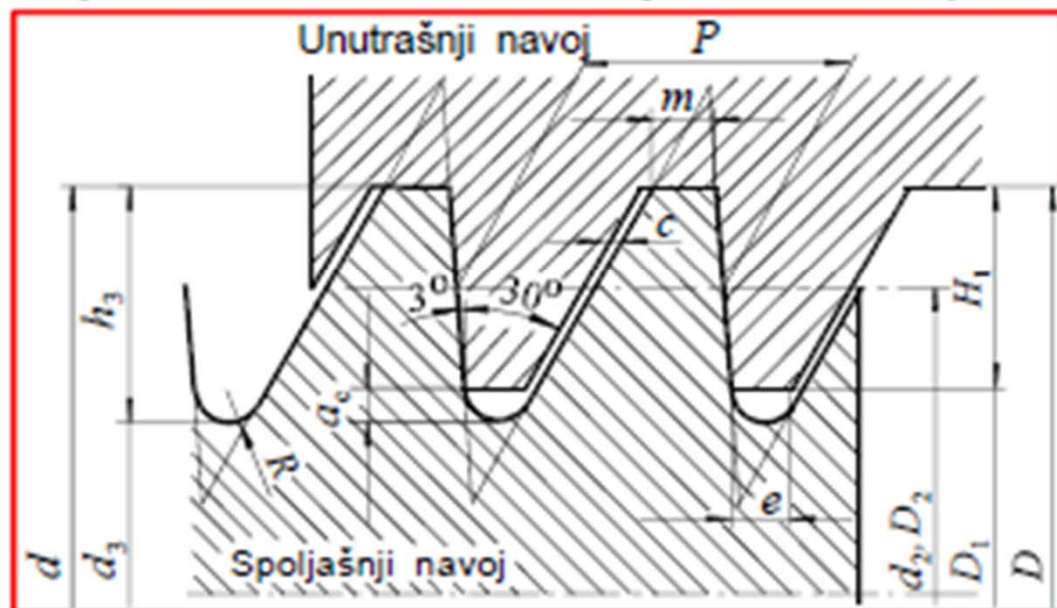
КОСИ МЕТРИЧКИ НАВОЈ

Теоријски профил је приближно правоугли троугао.

Профил је несиметричан.

У контакту се налазе само бокови са мањим нагибом.

Преноси велика аксијална оптерећења у једном смеру.

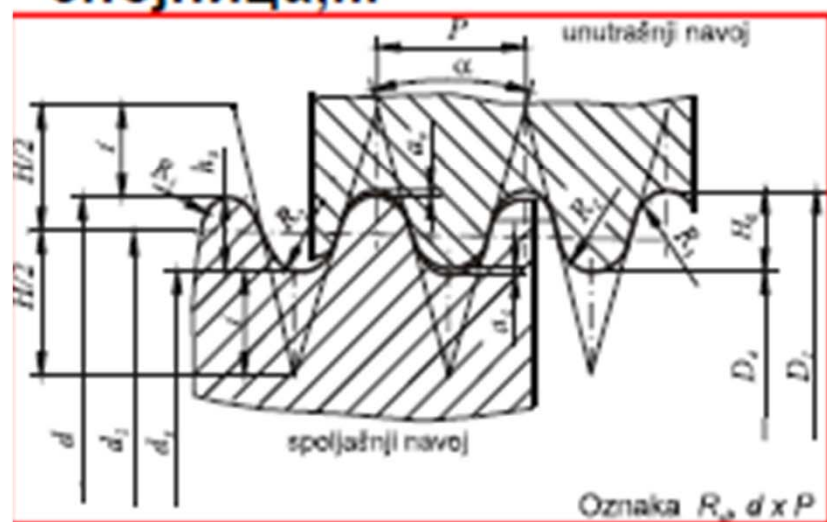


$$\mu_n = \mu / \cos 3^\circ = 1,0013 \mu$$

Ознака: $S dxP$

ОБЛИ НАВОЈ

- Теоријски профил овог навоја је једнакокраки троугао са углом при врху $\alpha = 30^\circ$.
- Носивост овог навоја је веома мала.
- Отпоран је на нечистоће.
- Користи се код ватрогасне опреме, црева, вагонских спојница,...

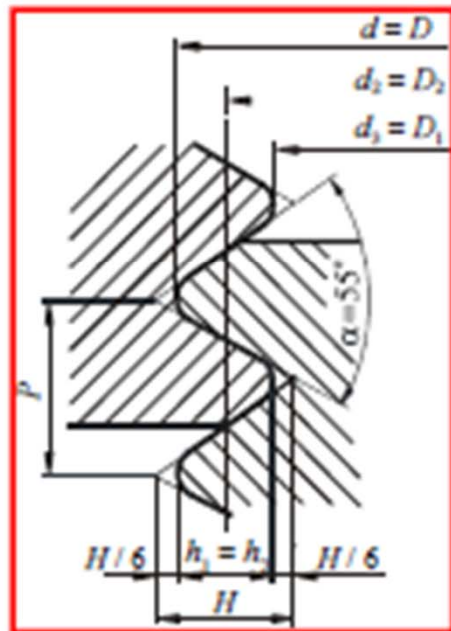


Ознака: $R_d d \times P$

ВИТВОРТОВ НАВОЈ



- Потиче још из 1845. године.
- Димензије навоја су дате у цолима (1 col = 25,4 mm).
- Теоријски профил навоја је једнакокраки троугао са углом при врху од 55° .
- Користи се код водоводних цеви, вентила,...



Карактеристична величина за Витвортов навој је број ходова или завојака на дужини од 1".

Ознака: $R d''$

Постоји и Витвортова фина завојница.

DIA.	TPH	PITCH (IN)	DEPTH (IN)	TOP FLAT (IN)	CLEARANCE (IN)
1/8"	22	.0450	.0475	No. 22 .004 in	4.9 mm
1/4"	20	.0500	.0525	No. 20 .005 in	5.7 mm
3/8"	18	.0556	.0583	No. 18 .006 in	6.6 mm
1/2"	14	.0714	.0750	No. 14 .008 in	7.5 mm
5/8"	12	.0833	.0875	No. 12 .010 in	8.1 mm
3/4"	10	.0938	.1000	No. 10 .012 in	9.7 mm
7/8"	9	.1094	.1150	No. 9 .014 in	11.3 mm
1"	8	.1250	.1300	No. 8 .016 in	12.7 mm
1 1/8"	7	.1429	.1500	No. 7 .018 in	14.6 mm
1 1/4"	6	.1667	.1750	No. 6 .020 in	16.5 mm
1 3/8"	5	.2000	.2125	No. 5 .024 in	19.3 mm
1 1/2"	4	.2500	.2625	No. 4 .030 in	23.8 mm
1 7/8"	3	.3333	.3500	No. 3 .040 in	30.5 mm
2"	2	.5000	.5125	No. 2 .060 in	45.7 mm
2 1/4"	1	1.0000	1.0125	No. 1 .120 in	91.4 mm

Материјал за израду навојних делова

- Материјал за израду завртњева и навртки је конструктиван челик и челик за побољшање.
- Према **ISO898**, односно **EN20898**, ознаке материјала за израду завртњева састоје се од два броја међусобно одвојена тачком.
- На пример, класа чврстоће 5.6
- Први број помножен са 100 је показатељ затезне чврстоће материјала $R_m = 5 \cdot 100 = 500 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.
- Други број је показатељ границе течења материјала и представља десетоструки производ првог и другог броја $10 \cdot 5 \cdot 6 = 300 = R_{p0,2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

Материјал за израду навојних делова

- Ознака материјала за израду завртњева од нерђајућег челика и челика отпорног на киселине састоји се од слова и три бројна знака. Словна ознака показује:
- А – аустенит, М – мартензит, и F – феритни чалик.
- Први број означава тип легуре, а друга два помножени са 10 дају затезну чврстоћу. На пример:
- A2 -70, $R_m = 70 \cdot 10 = 700 \text{ (N/mm}^2\text{)}$.

МАТЕРИЈАЛИ ЗА ИЗРАДУ НАВОЈНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Од материјала за израду навојних елемената се очекује:

- Велика издржљивост, чврстоћа и жилавост,
- Добре радне карактеристике на повишеним и сниженим радним температурама,
- Отпорност на хемијска и електрохемијска дејства,...

Означавање материјала навртки: 4, 5, 6, 8, 10, 12, и 14.

Пример: 4

Ознака материјала **x** 100 = R_m (затезна чврстоћа).

$$4 \times 100 = 400 \text{ MPa} = R_m$$

Означавање материјала завртњева: 4.6, 5.6, 5.8, 9.8,

Пример: 4.6

Први број ознаке материјала **x** $100 = R_m$ (затезна чврстоћа).

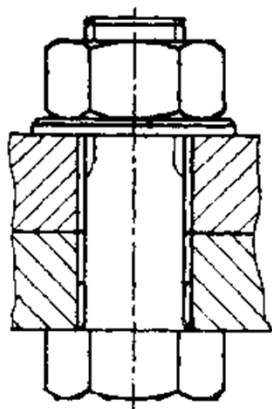
$$4 \times 100 = 400 \text{ MPa} = R_m$$

Први број ознаке материјала **x** други број ознаке материјала **x**
x $10 = R_e$ (граница течења).

$$4 \times 6 \times 10 = 240 \text{ MPa} = R_e$$

$$R_{eM} = R_e \xi_l \xi_T$$

Навоји се израђују **резањем** и **ваљањем** у топлом и хладном стању.



**ЕЛЕМЕНТИ
ЗАВРТАЊСКЕ
ВЕЗЕ**

Завршањ

са четвороугаон
главом

JUS M.B1.090÷094

увртни

JUS M.B1.270÷291

са посебним
обликом главе

JUS M.B1.101÷161

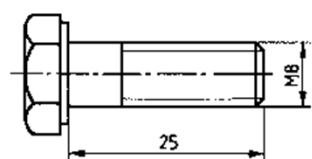
за лим
и дрво

JUS M.B1.457÷530

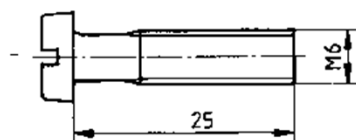
Навртња

Подмешач

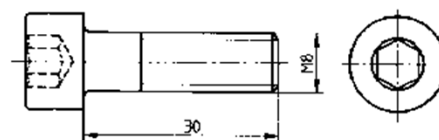
Осијурач



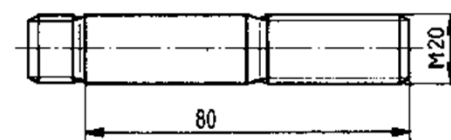
ISO 4014
са шестоугаоном
главом



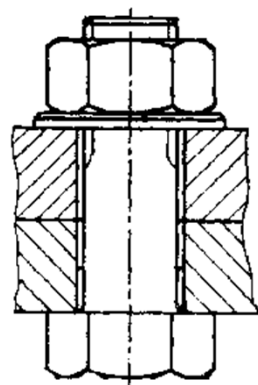
ISO 1207
са цилиндричном
главом



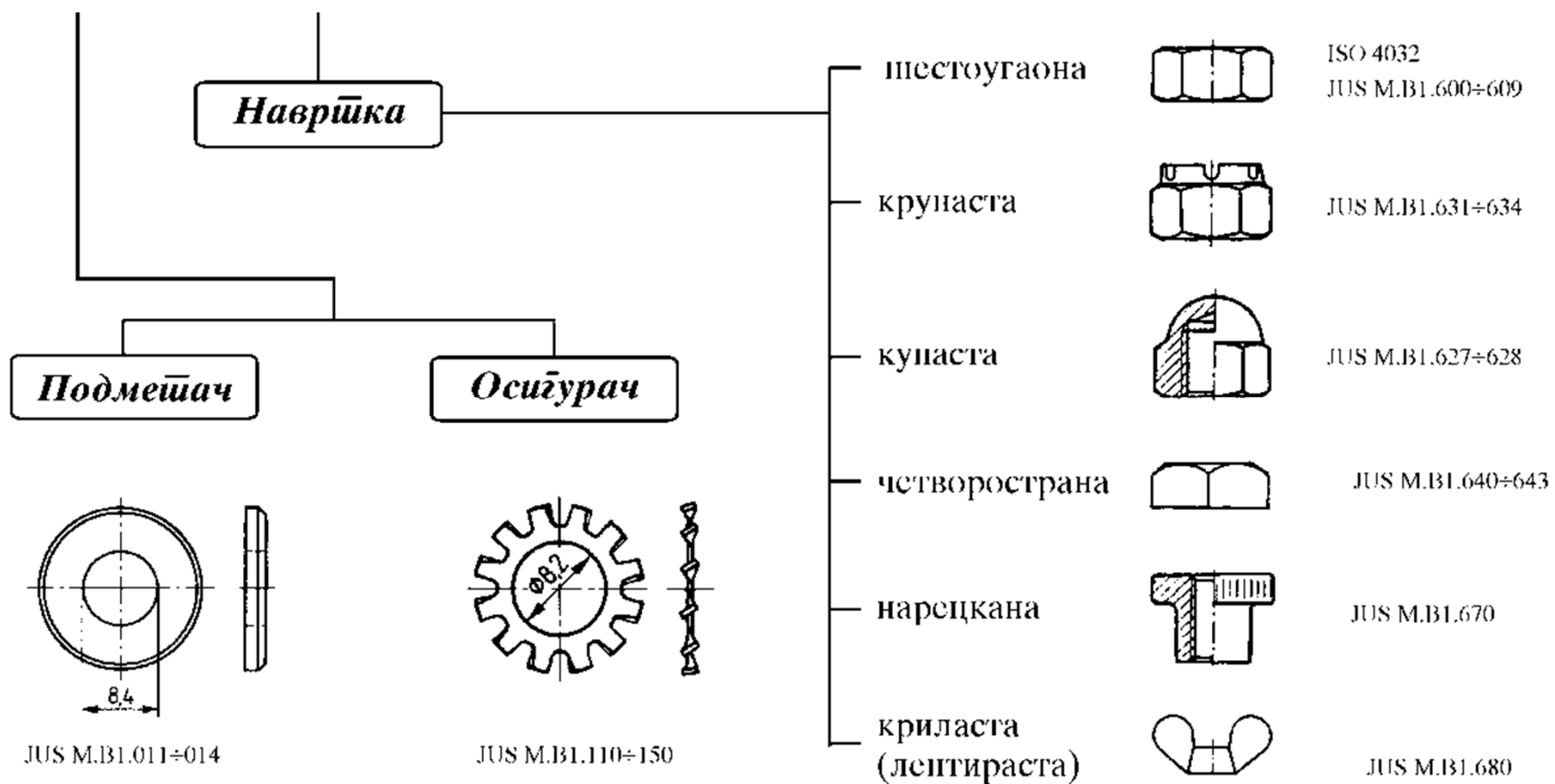
ISO 4762
са цилиндричном
главом

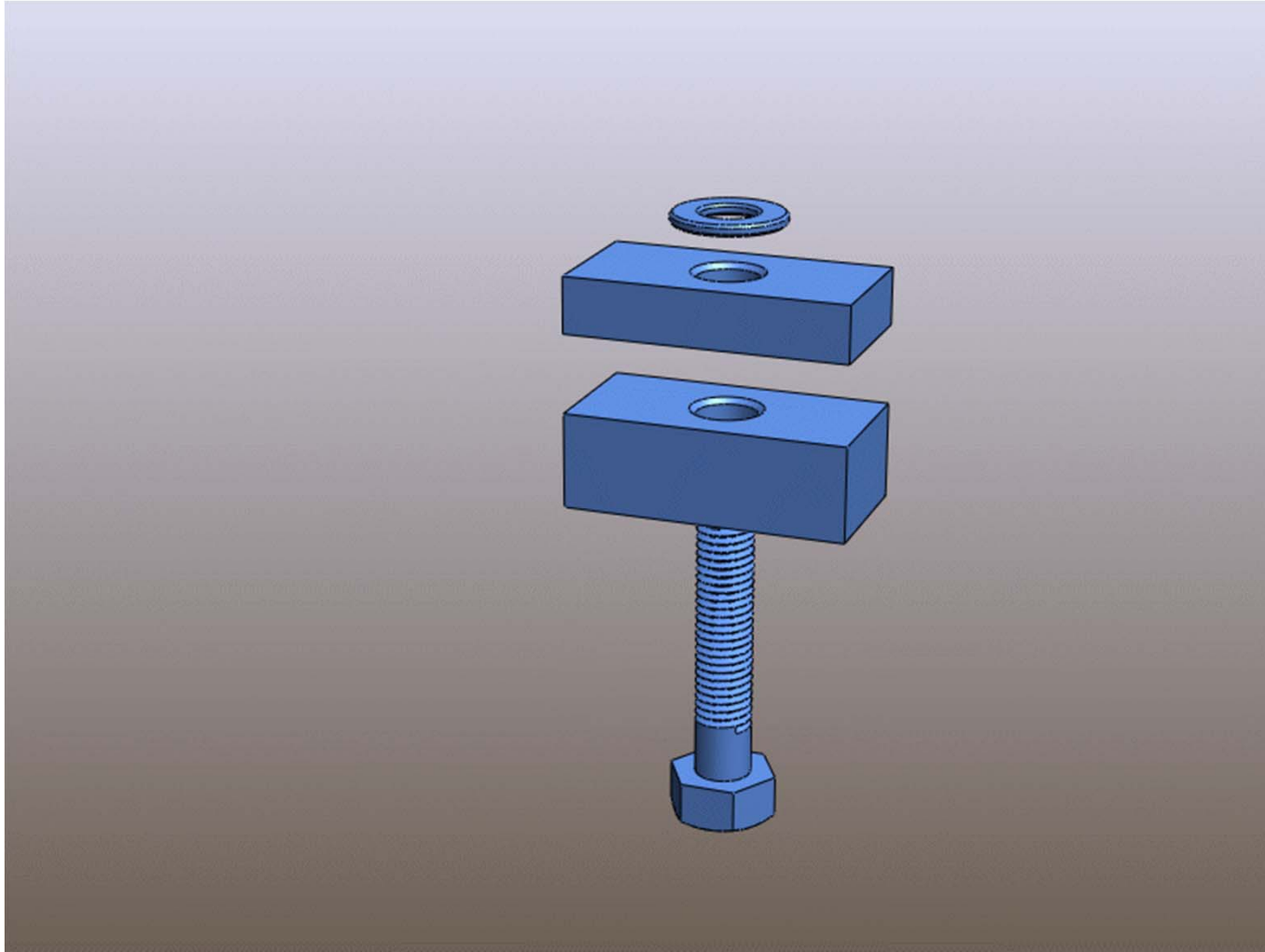


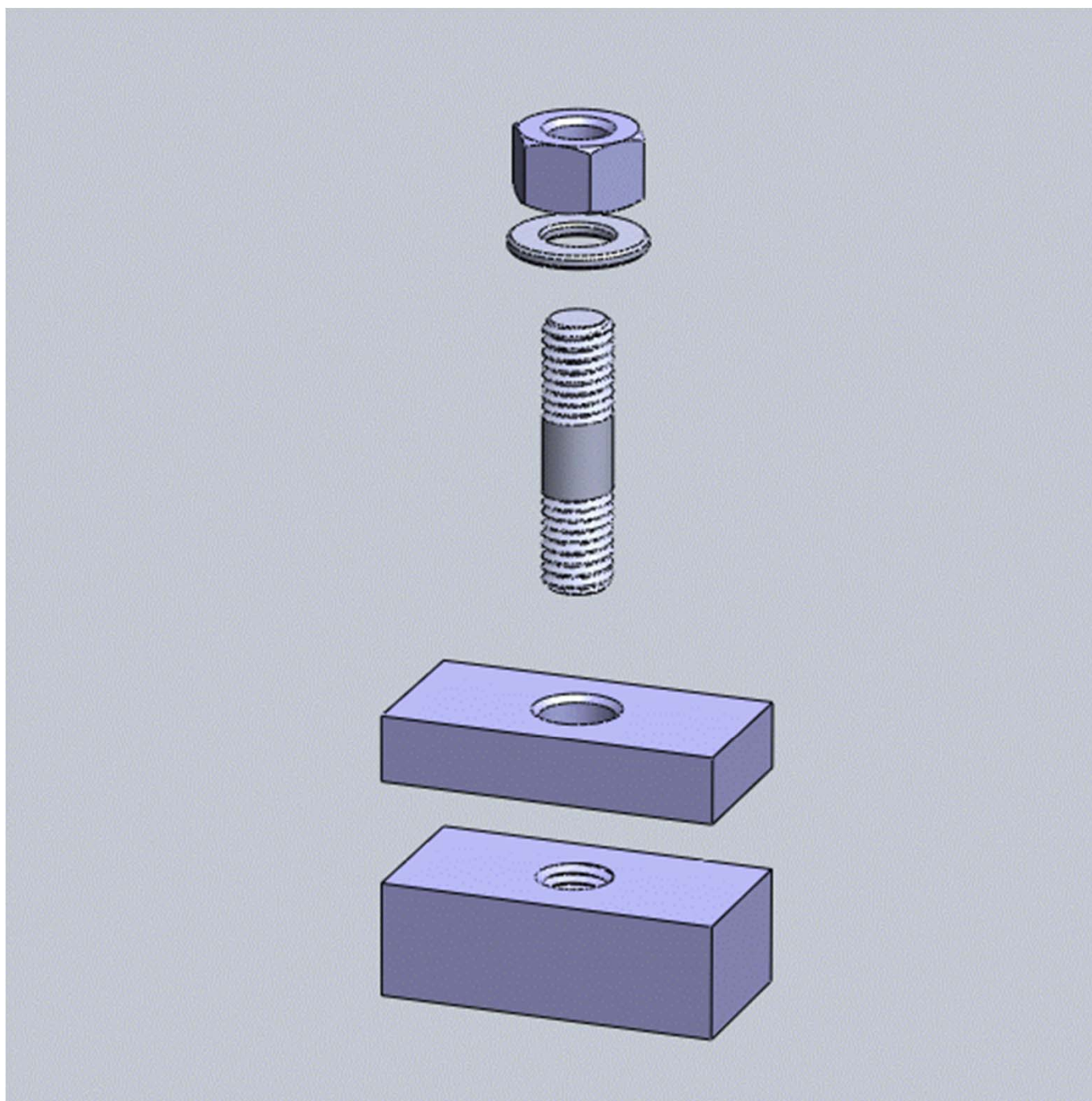
JUS M.B.1.260÷262
усадни



Завршањ

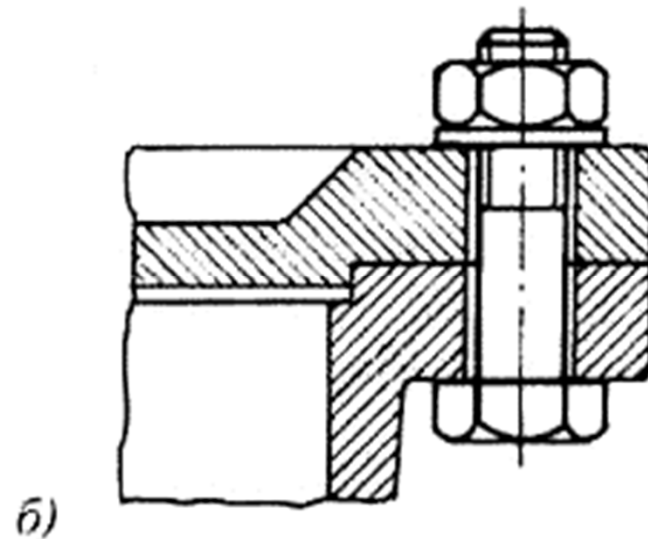
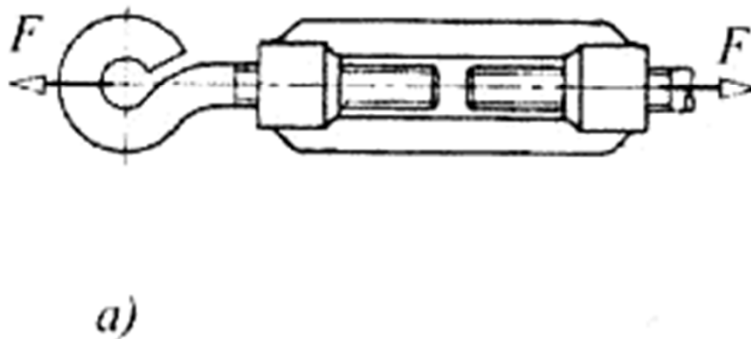




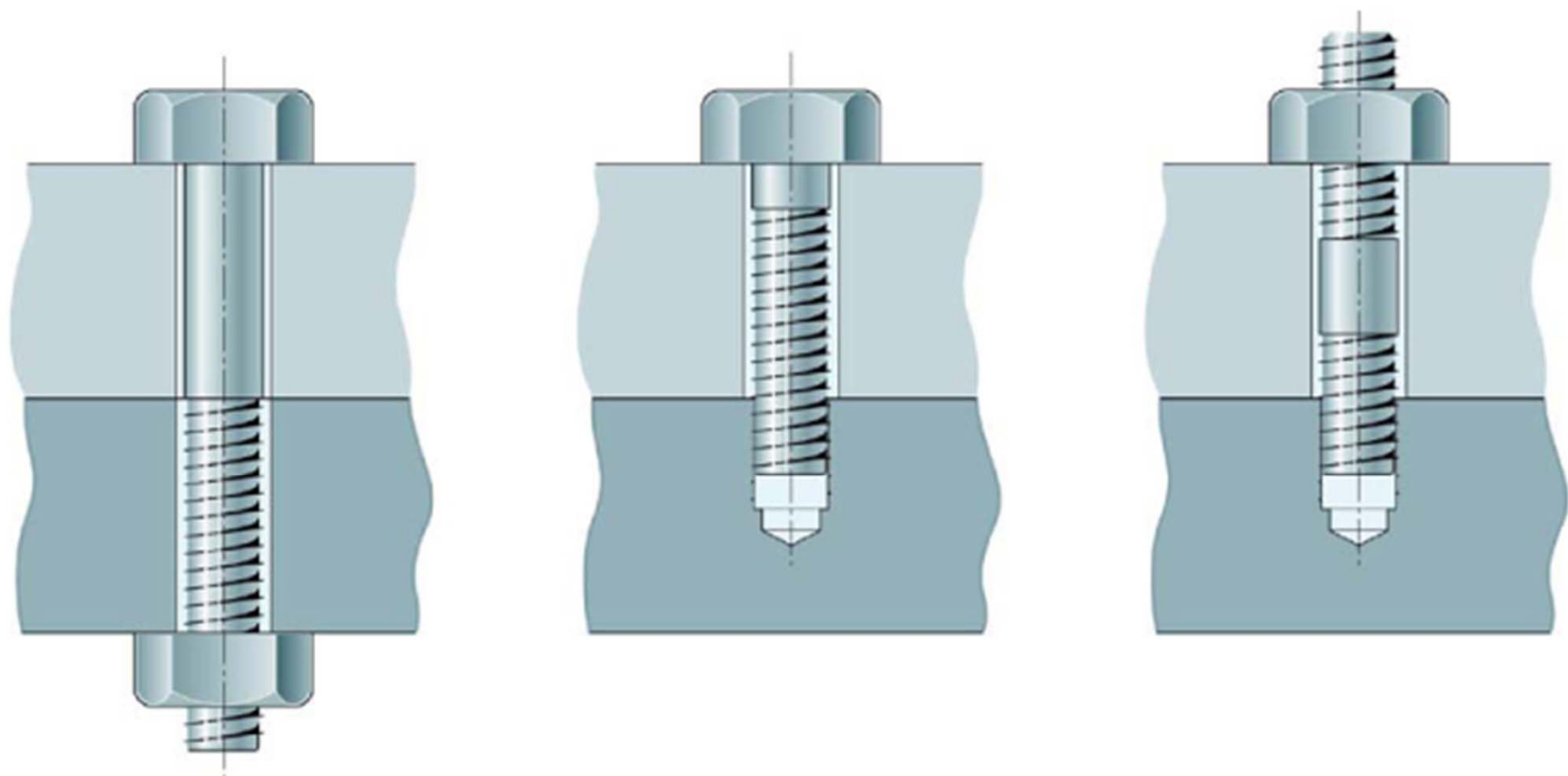


Завртањску везу чине завртањ, навртка и делови који се везују. *Према начину остваривања разликују се:*

- **Непритегнуте завртањске везе (а)**, код којих је завртањ пре деловања спољашње радне силе неоптерећен, односно није претходно притегнут. Непритегнуте завртањске везе ретко се у пракси примењују, на пример код затега.
- **Претходно притегнуте завртањске везе (б)**, код којих је веза пре деловања радне силе F_r већ оптерећена силом F_p , дакле претходно притегнута. Ове везе се најчешће примењују у пракси.

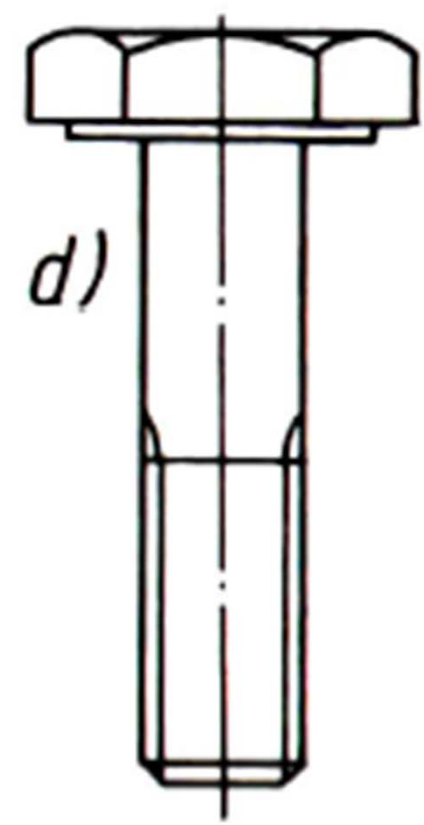
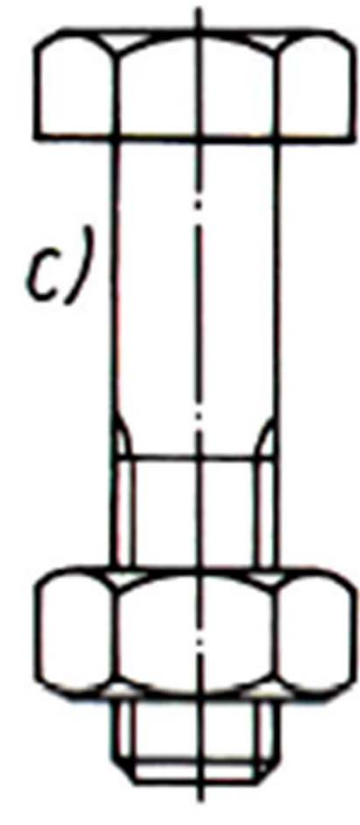
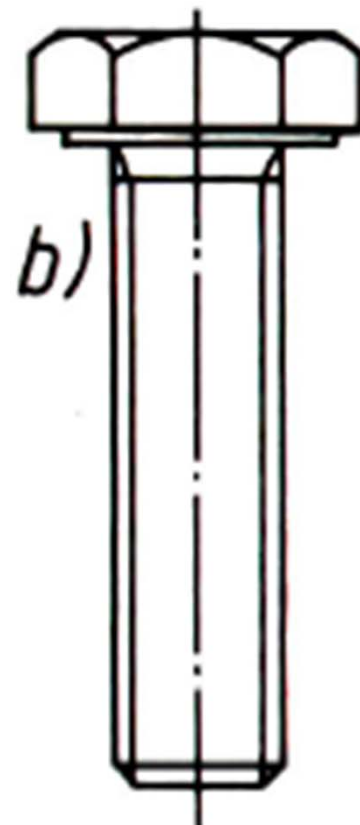
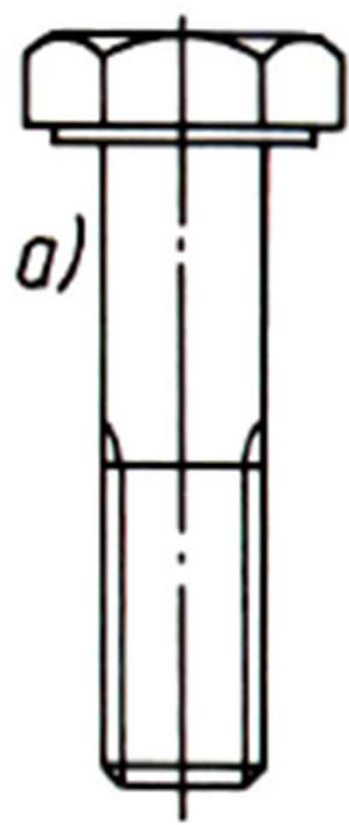


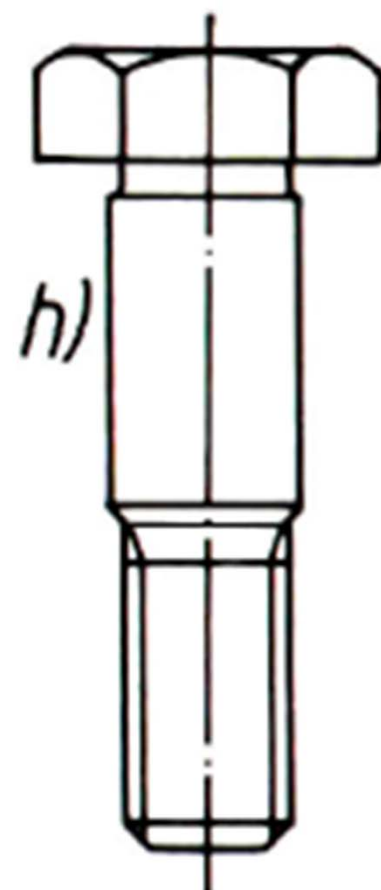
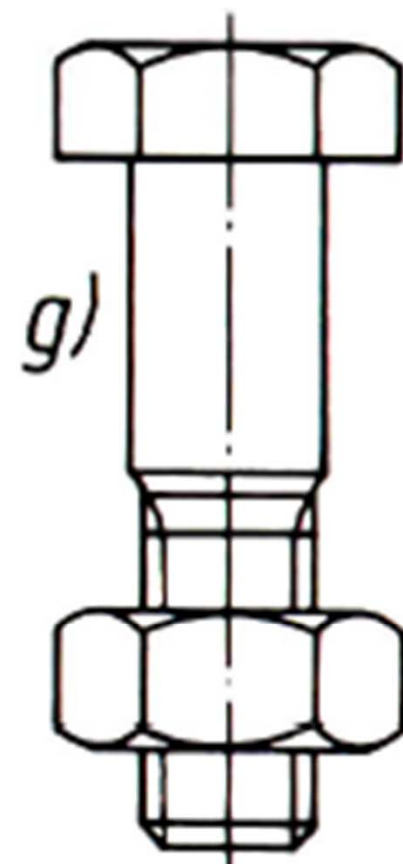
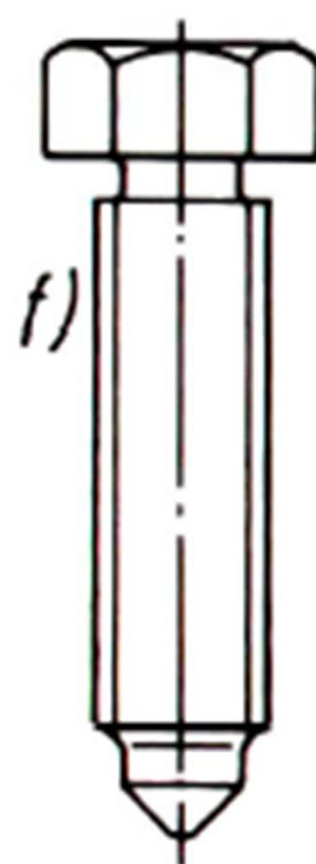
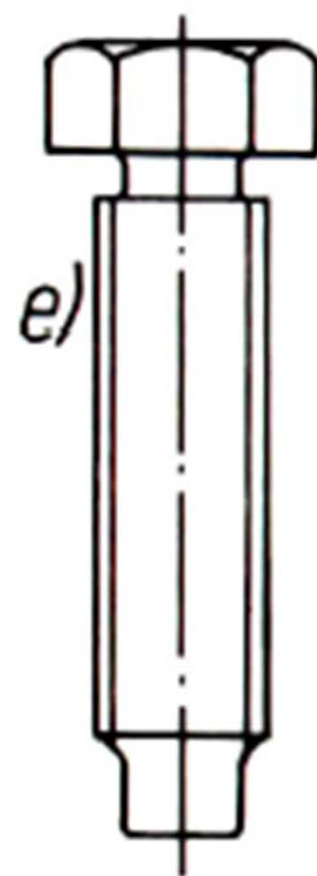
ВРСТЕ ЗАВРТАЊСКИХ ВЕЗА

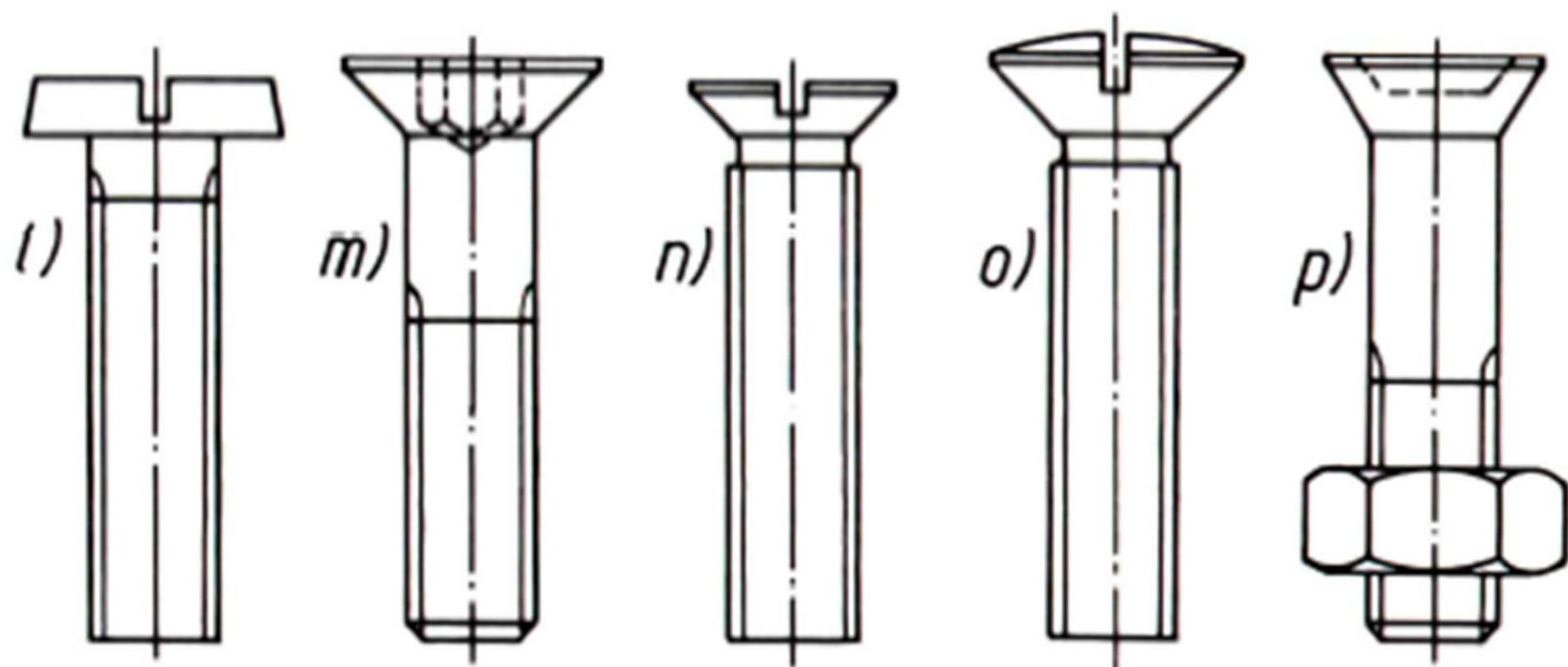


ОБЛИЦИ ЗАВРТЊЕВА

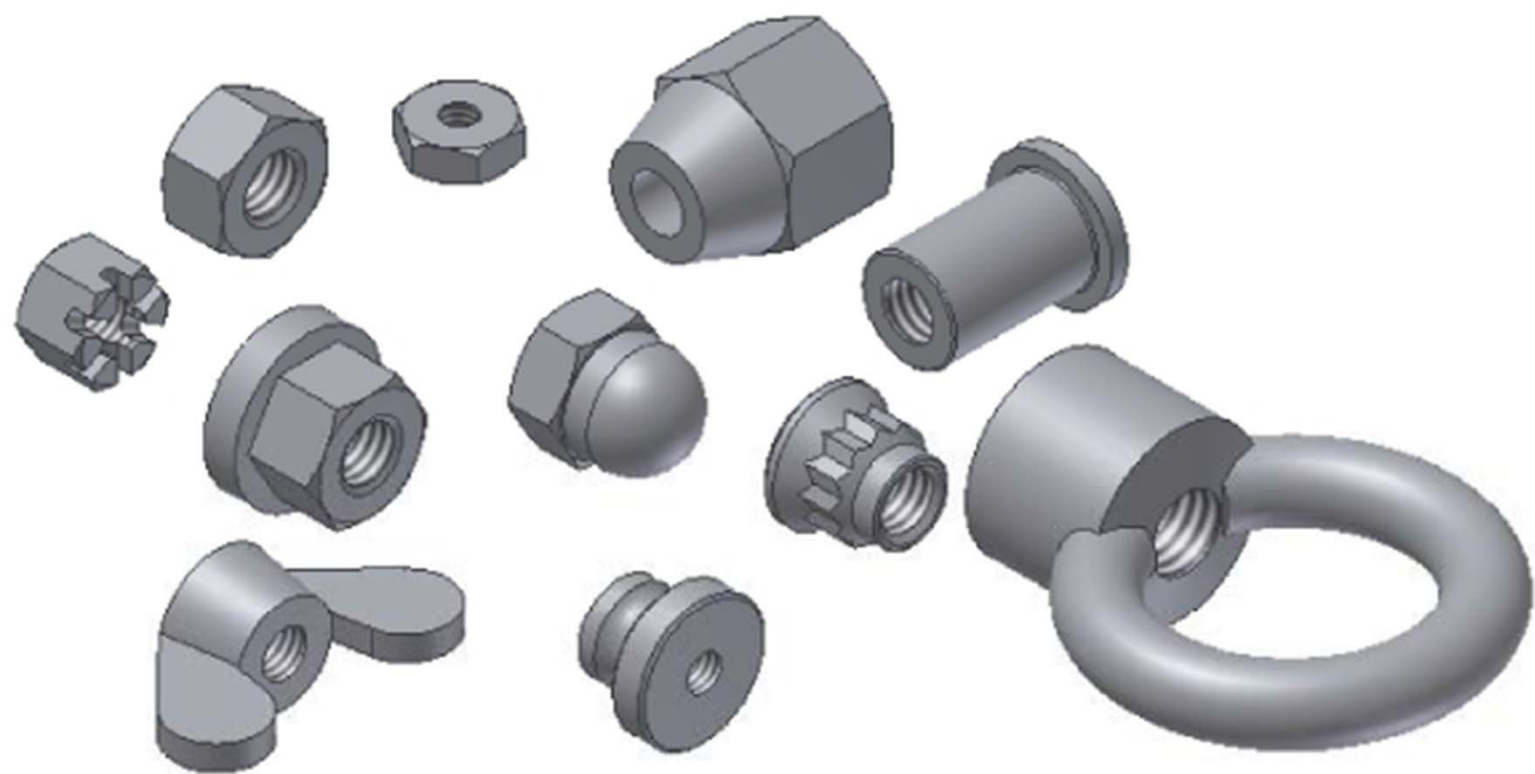


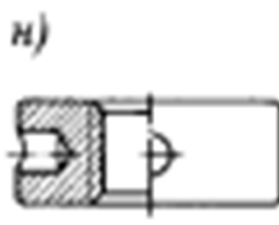
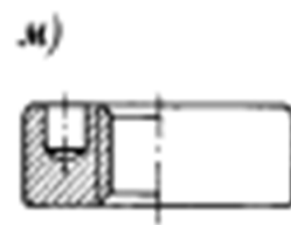
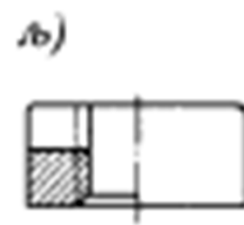
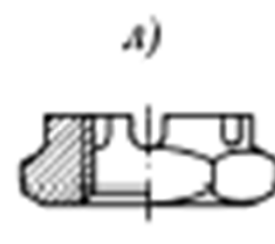
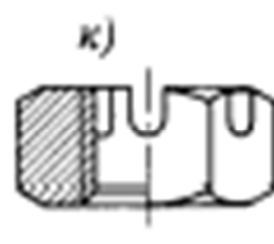
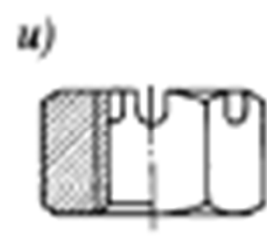
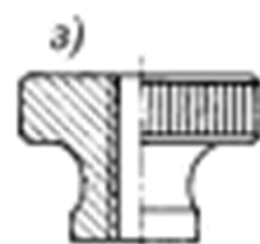
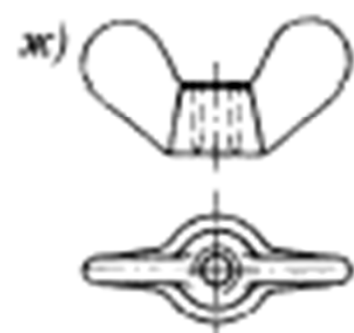
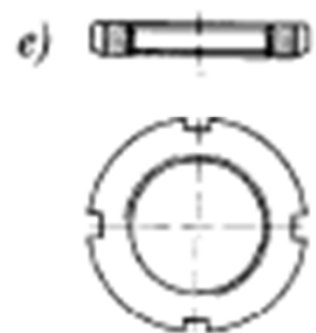
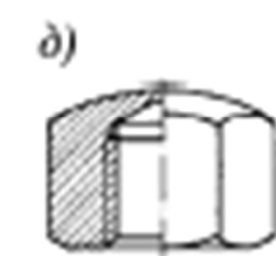
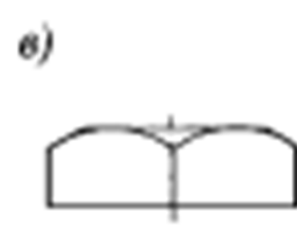
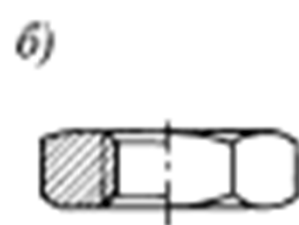






ОБЛИЦИ НАВРТКИ



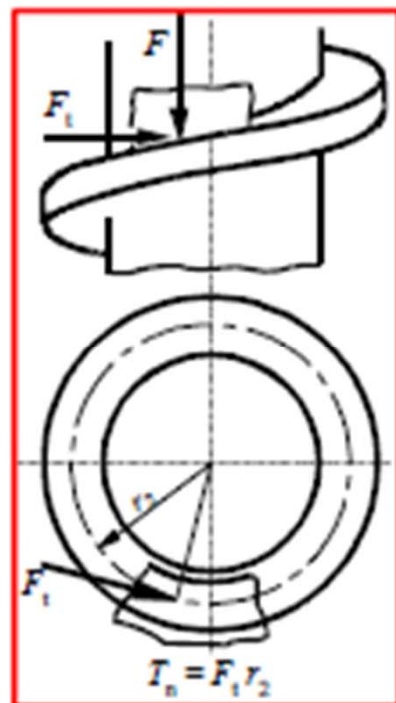


АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА У НАВОЈНОМ ПАРУ

Навојни пар се апроксимира моделом **стрме равни**.

Оптерећења навојног пара: аксијална сила и обртни момент.

У стању мировања момент је једнак нули.



а) Када се занемари трење:

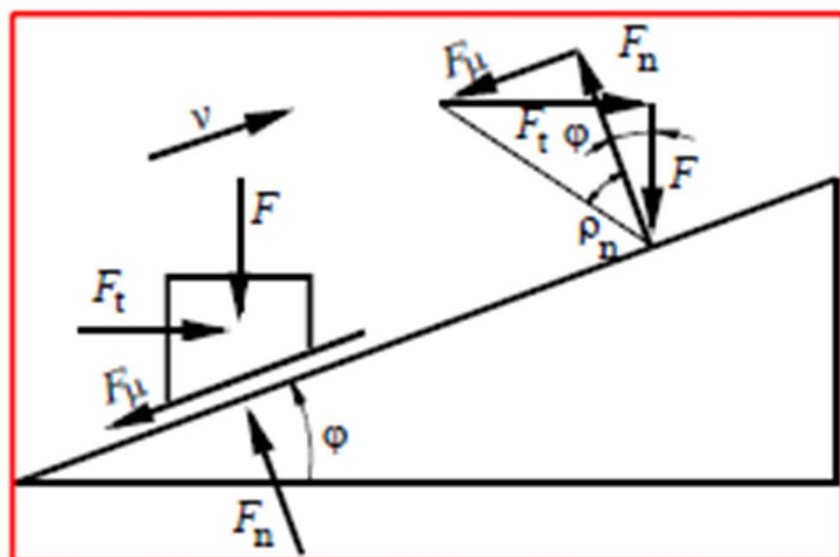
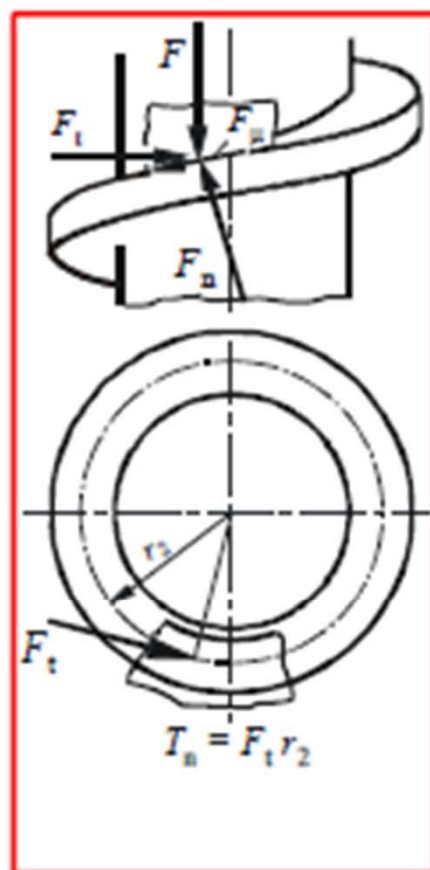
Обимна сила:

$$F_t = \frac{F L}{d_2 \pi} = F \operatorname{tg} \varphi$$

Момент отпора
у навојном пару:

$$T_n = F_t \cdot \frac{d_2}{2} = F_t \cdot r_2$$

б) Када се трење узме у обзир (реалан случај):



Угао трења:

$$\rho_n = \arctg \mu_n$$

Обимна сила: $F_t = \pm F \operatorname{tg} (\varphi \pm \rho_n)$

Момент отпора
у навојном пару:

$$T_n = F_t \frac{d_2}{2} = \pm F \frac{d_2}{2} \operatorname{tg} (\varphi \pm \rho_n)$$

$\rho_n > \varphi$ - Навој је самокочив

$\rho_n = \varphi$ - Навој је на граници самокочења

$\rho_n < \varphi$ - Навој није самокочив



РАСПОДЕЛА ОПТЕРЕЋЕЊА У НАВОЈНОМ ПАРУ

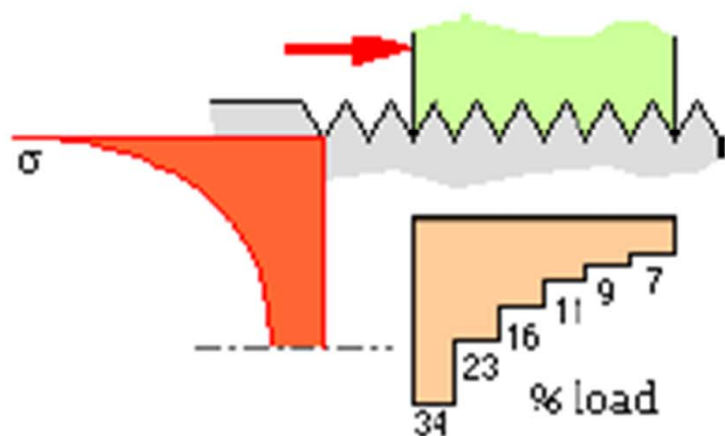
Навојни пар је оптерећен аксијалном силом F , а при кретању једног дела у односу на други и обртним моментом.

Услед разлике у корацима завртња и навртке, као и услед различитих деформација поменутих делова, расподела оптерећења на навојке је неравномерна.

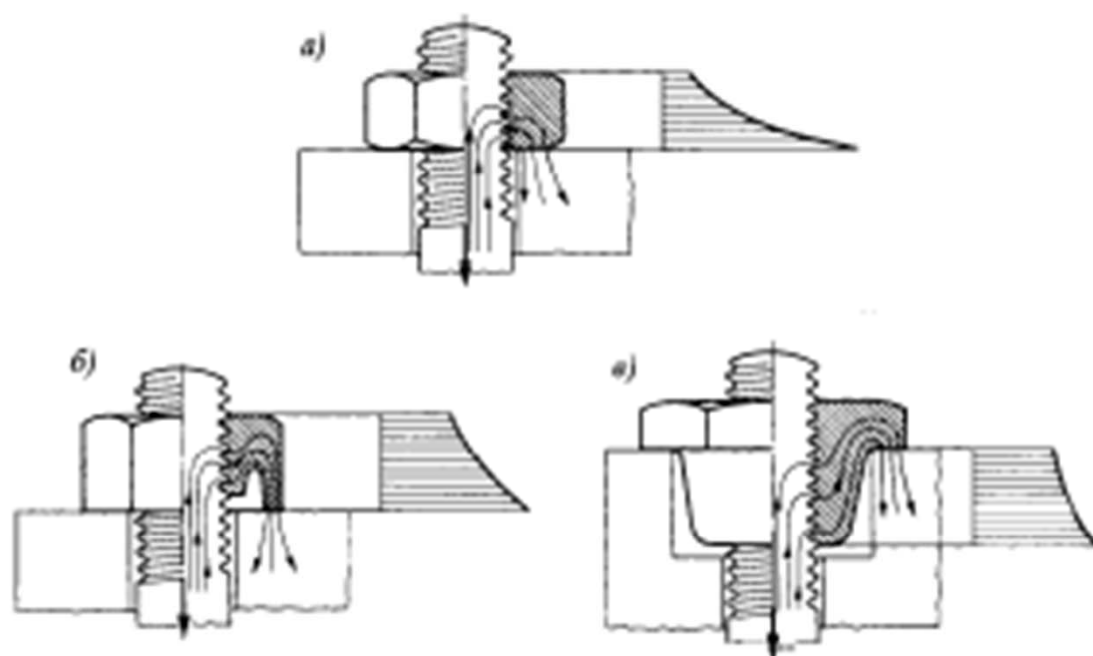
Сила у најоптерећенијем навојку:

$$\Delta F_1 = \frac{F}{z} \xi_r$$

ξ_r -фактор неравномерности
расподеле оптерећења



Расподела оптерећења се може побољшати повећањем еластичности тела навртке.



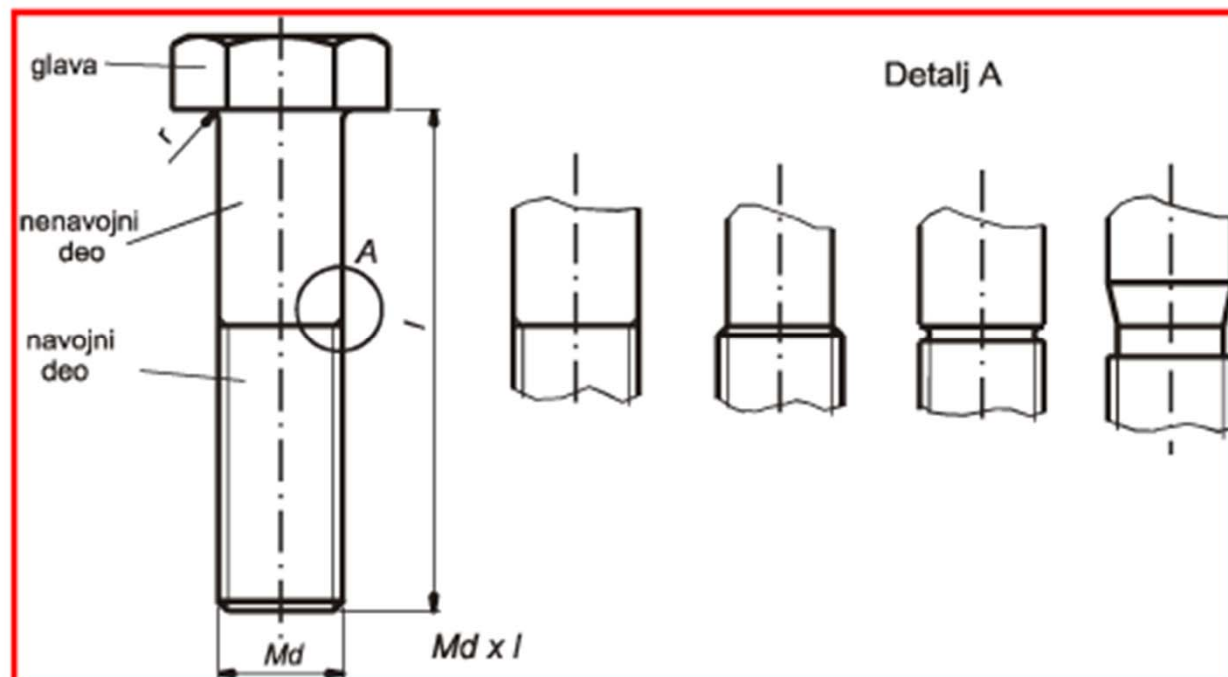
а), б) – завртањ и навртка су супротносмерно напрегнути,
в) – завртањ и навртка су истосмерно напрегнути

НАПРЕЗАЊА И НАПОНИ У НАВОЈНОМ ПАРУ

Напони у језгру навоја

Нормални напон на затезање:

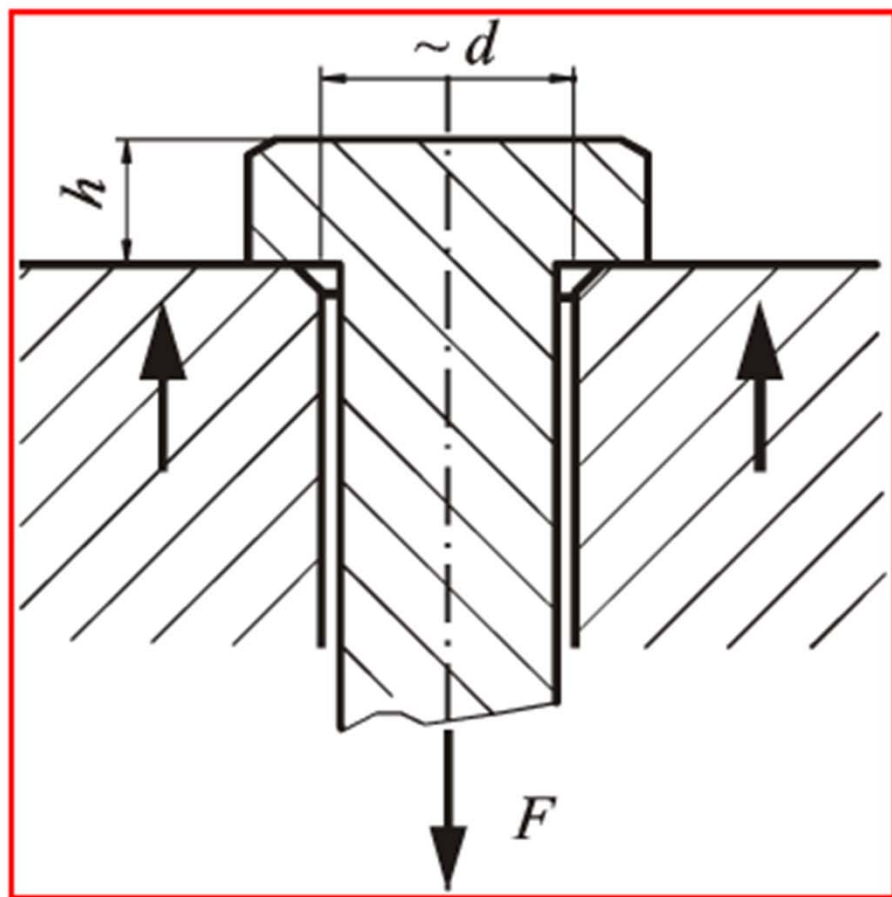
$$\sigma_z = F / A_{\min}$$



Напони у глави завртња

- Притисак
- Савијање
- Смицање

$$p = \frac{F}{A_p} \leq p_{\text{doz}}$$



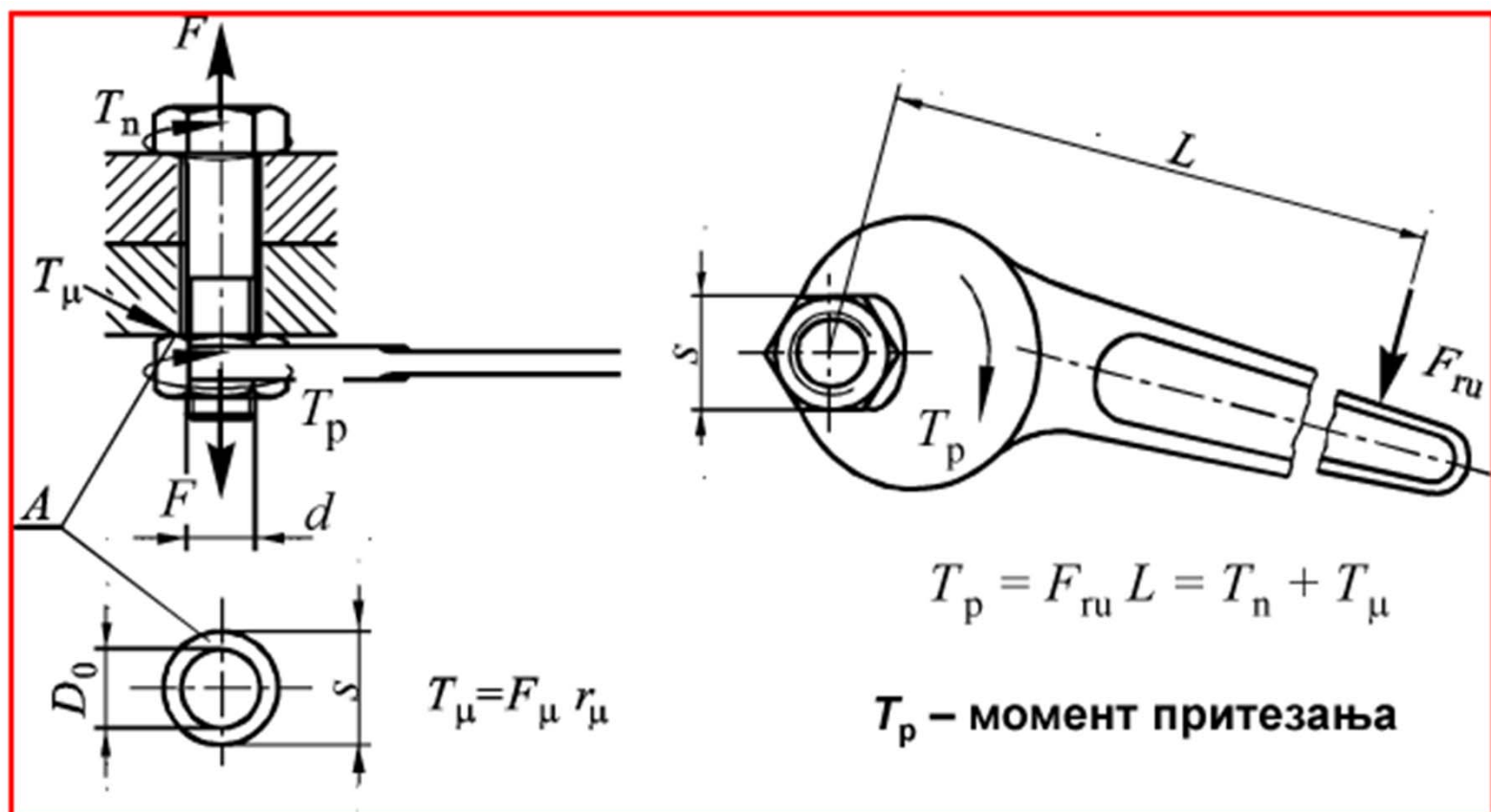
ОСТВАРИВАЊЕ ПОСРЕДНИХ ЧВРСТИХ НАВОЈНИХ СПОЈЕВА

Остварити завртањску везу значи обезбедити услове за пренос оптерећења и жељени положај спојених делова.

Треба остварити отпор клизању између спољашњих и унутрашњих навојака који не дозвољава раздвајање једном оствареног споја, нити релативно кретање спојених делова.

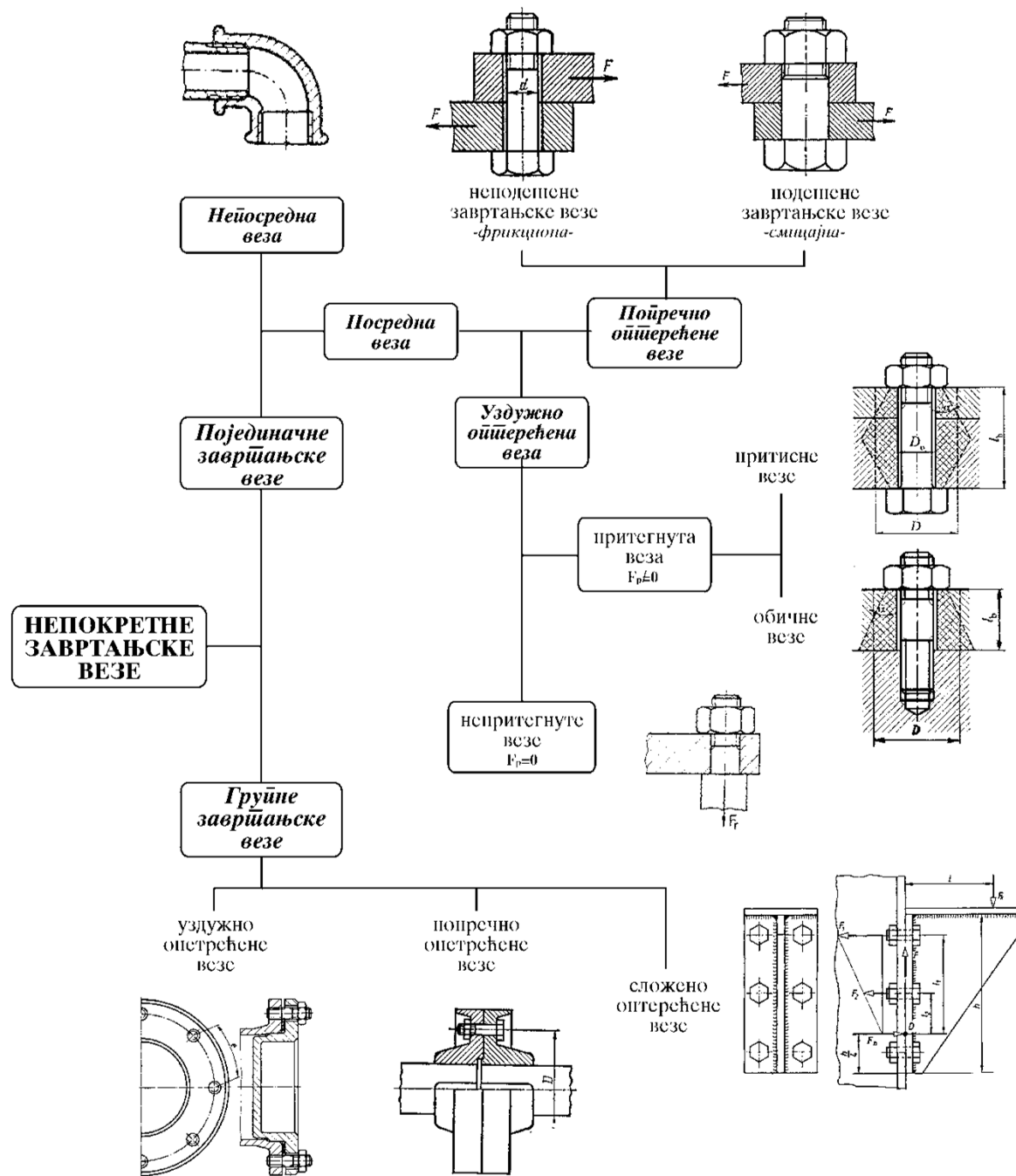
Да би се отпор појавио и обављао своју функцију, потребно је остварити довољно велику силу притезања F_p .

Значи, пре почетка дејства радне силе, веза је увек оптерећена силом F_p .



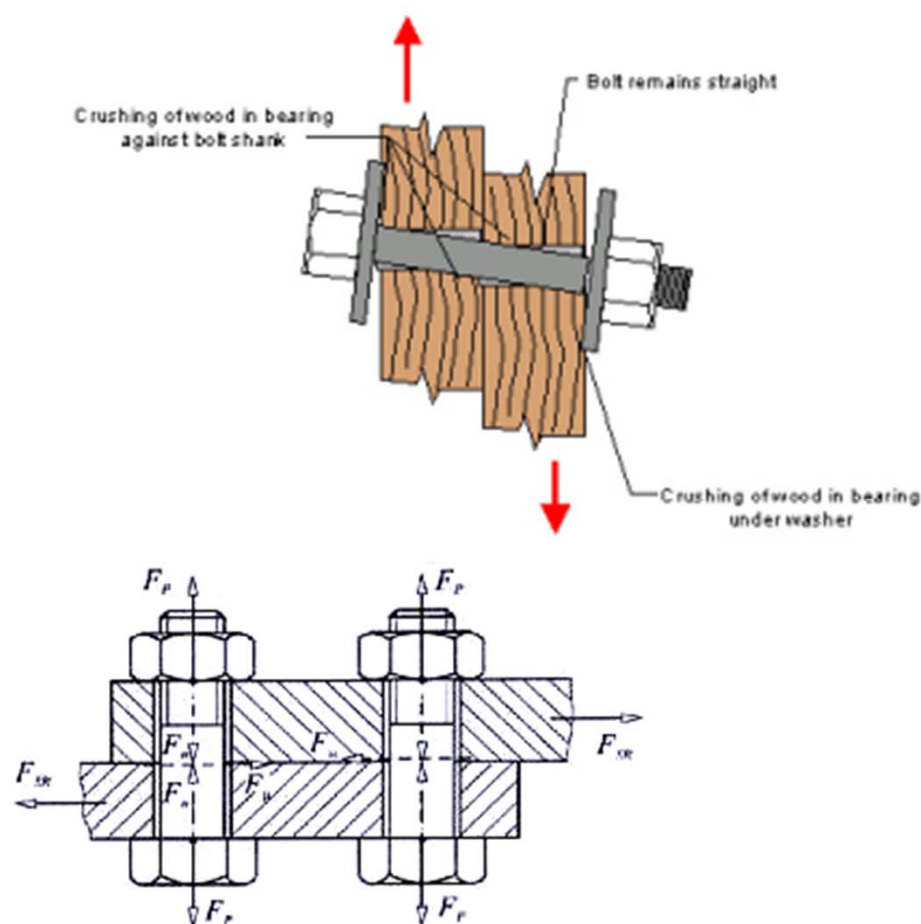
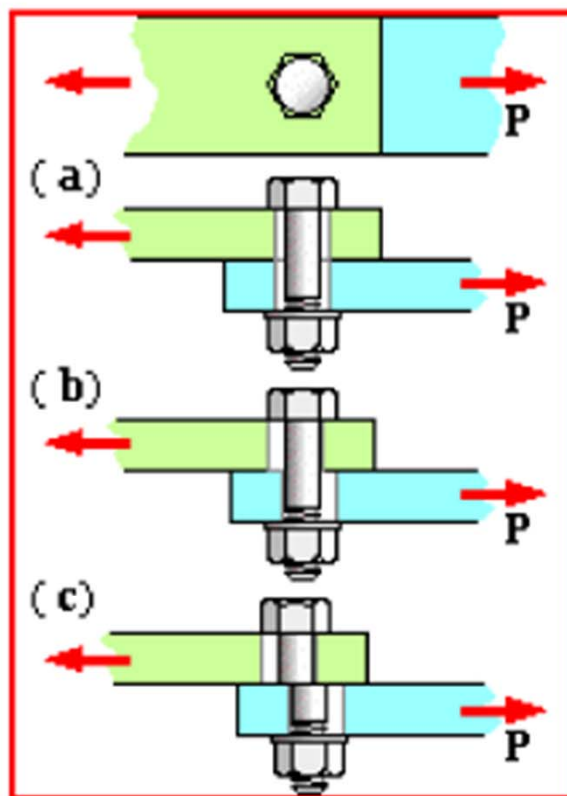
T_n – момент отпора у навојном пару

T_μ – момент отпора трења на додиру навртке и подлоге

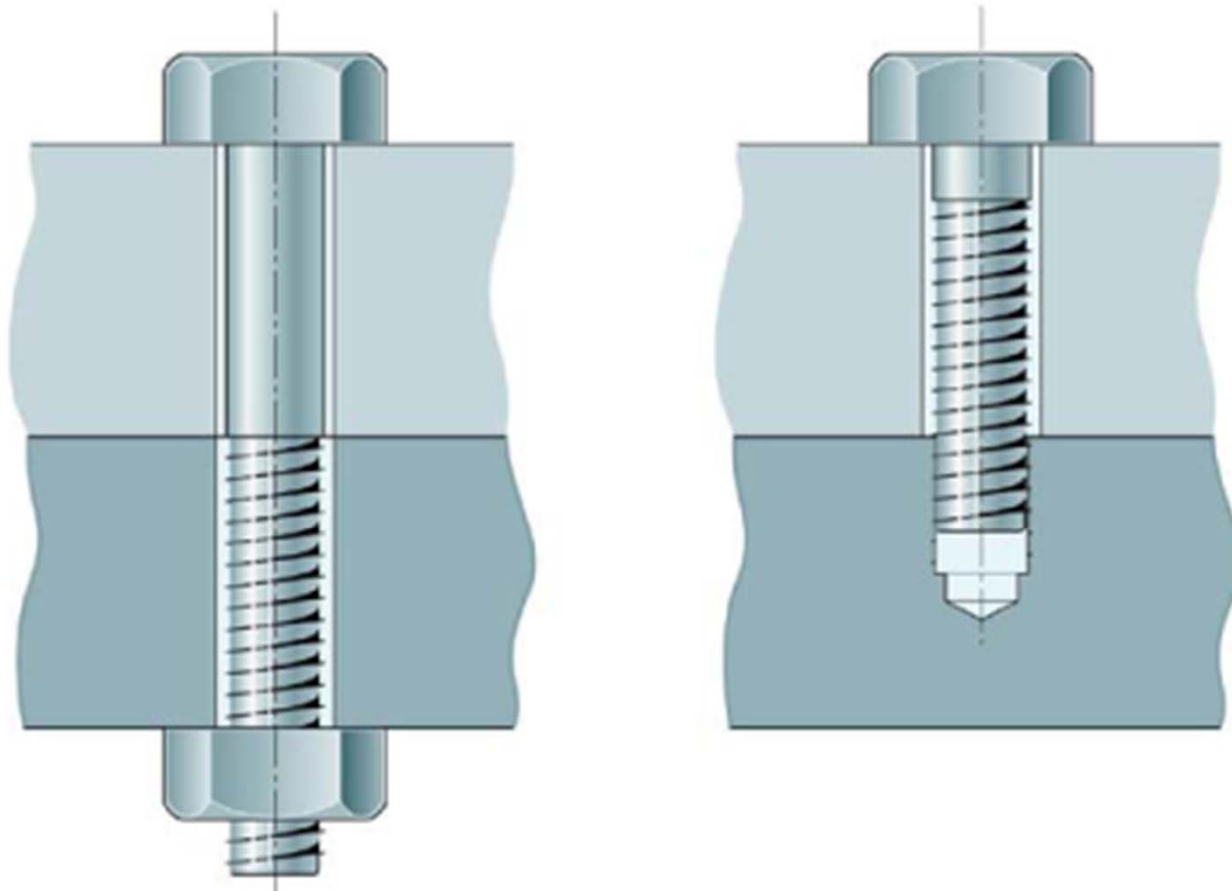


ПОПРЕЧНО ОПТЕРЕЋЕНЕ ЗАВРТАЊСКЕ ВЕЗЕ

Радно оптерећење код попречно оптерећене завртањске везе делује управно на осу завртња.



НЕПОДЕШЕНЕ ЗАВРТАЊСКЕ ВЕЗЕ



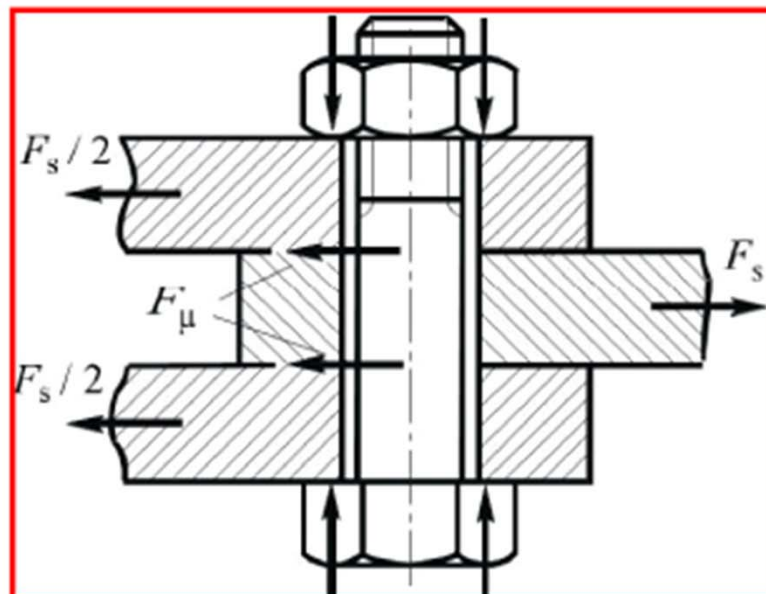
Радно оптерећење се преноси преко **навојног дела** завртња везе

Радно оптерећење (сила F_s) се код неподешених завртањских веза преноси **отпором трења** између додирних површина спојених делова.

Сила притиска F_b и сила притезања F_p

$$F_{\mu} > F_s$$

$$F_b = \frac{S_{\mu} F_s}{i \mu_0} : F_p = \xi_p F_b$$



S_{μ} - степен сигурности против клизања

μ_0 - коефицијент трења на дод. површинама

i - број додирних површина

ξ_p - фактор притезања

слајд бр. 48

$\xi_p = 1,5 \div 2$ - Статичко оптерећење $\xi_p = 2 \div 4$ - Динамичко оптерећење

Напон на затезање

$$\sigma = \frac{F_p}{A_s} \leq \sigma_{\text{doz}}$$

A_s - ефективна површина п.п.

$$A_s = \frac{\pi d_s^2}{4}$$

$$d_s = \frac{d_2 + d_3}{2}$$

Степен сигурности

$$S_\sigma = \frac{R_{eM}}{\sigma} = \frac{R_e \xi_T \xi_1}{\sigma}$$

ξ_T - фактор утицаја пластичног ојачања у корену навоја, $\xi_T \geq 1$

ξ_1 - фактор величине попречног пресека

Напон на увијање

$$\tau = \frac{T_n}{W_p} = \frac{T_n}{0,2 d_s^3}$$

$$W_p = \frac{\pi d_s^3}{32} \approx 0,2 d_s^3$$

Степен сигурности

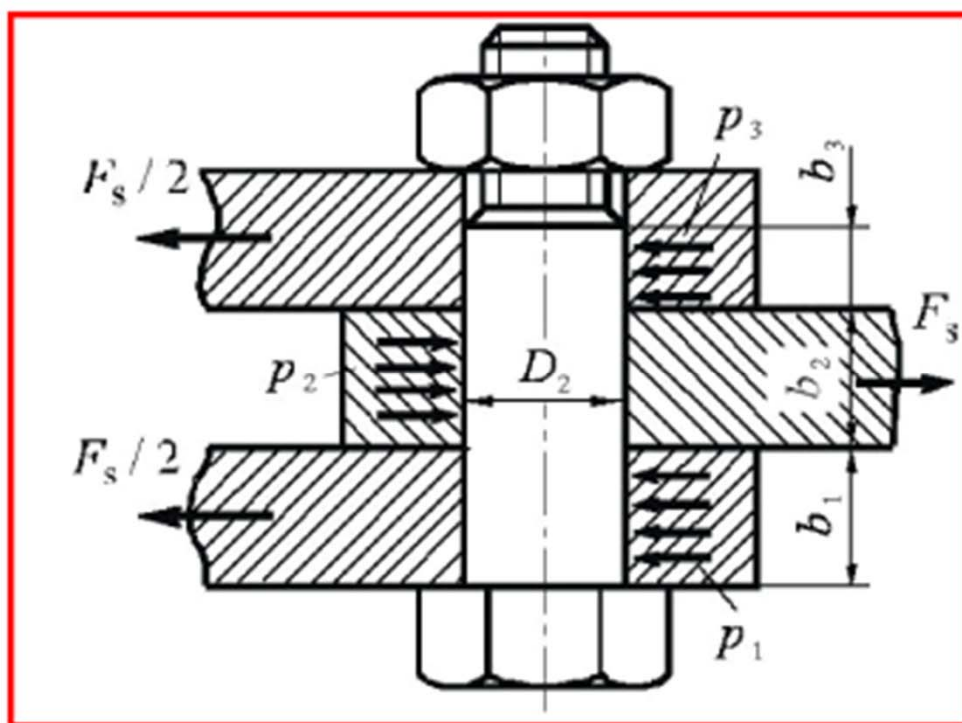
$$S_\tau = \frac{\tau_{TM}}{\tau} = \frac{\tau_T \xi_T \xi_1}{\tau}$$

Укупни степен сигурности

$$S = \frac{S_\sigma S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq 1,25 \div 1,6$$

ПОДЕШЕНЕ ЗАВРТАЊСКЕ ВЕЗЕ

Код подешених завртањских веза радно оптерећење се преноси преко ненавојног дела завртња који је изложен напону на **смицање** и напону на **површински притисак**.



Напон на смицање

$$\tau_s = \frac{F_s}{i A_{sm}} \leq \tau_{sdoz}$$

$$A_{sm} = \frac{\pi d_{sm}^2}{4}$$

$$d_{sm} = D_2 - 2 \cdot 0,1$$

A_{sm} – површина попречног пресека завртња изложена смицању

d_{sm} – пречник смичуће површине

τ_{sdoz} – дозвољени напон при смицању

i – број смичућих површина

Дозвољени напон при смицању за:

Статичко оптерећење:

$$\tau_{\text{sdoz}} \approx 0,6 R_e$$

Једносмерно променљиво динамичко оптерећење:

$$\tau_{\text{sdoz}} \approx 0,5 R_e$$

Наизменично променљиво динамичко оптерећење:

$$\tau_{\text{sdoz}} \approx 0,4 R_e$$

Напон на површински притисак

$$p_1 = \frac{F_s}{2 d_{sm} b_1}$$

$$p_2 = \frac{F_s}{d_{sm} b_2}$$

$$p_3 = \frac{F_s}{2 d_{sm} b_3}$$

Степен сигурности

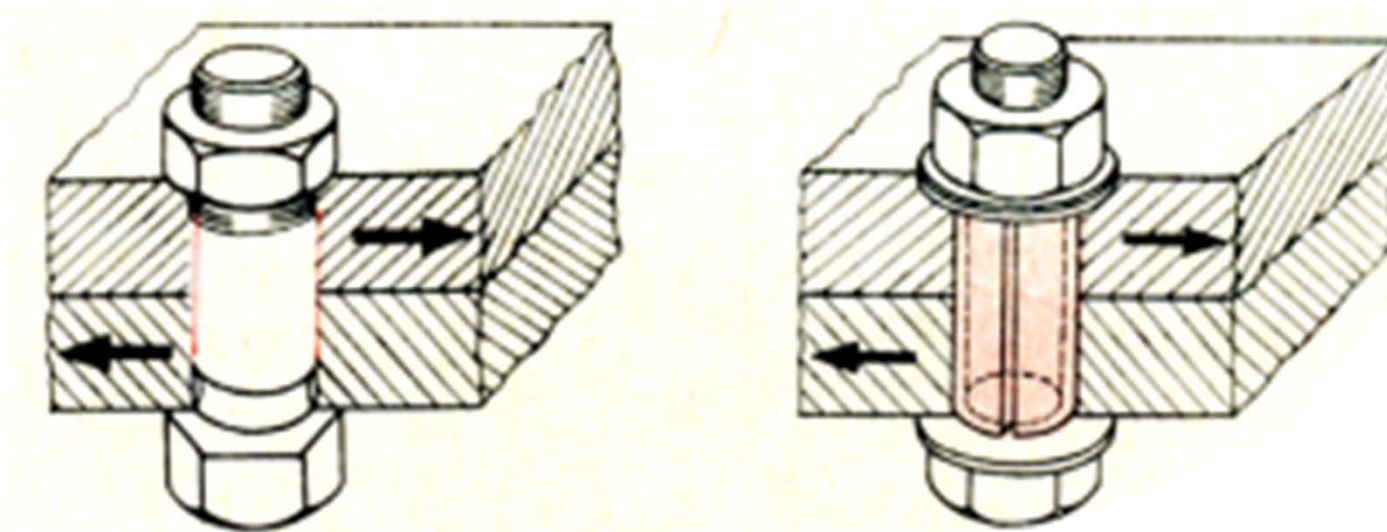
$$S_T = \frac{p_T}{p} = \frac{1,2 R_e}{p}$$

$$S_T = 2 \div 3$$

R_e – граница течења за слабији материјал у контакту

Нежељено напрезање на смицање стабла завртња !

Уколико постоји опасност од померања конструкционих делова, онда се померање може спречити помоћу подесивог завртња (једно од решења)

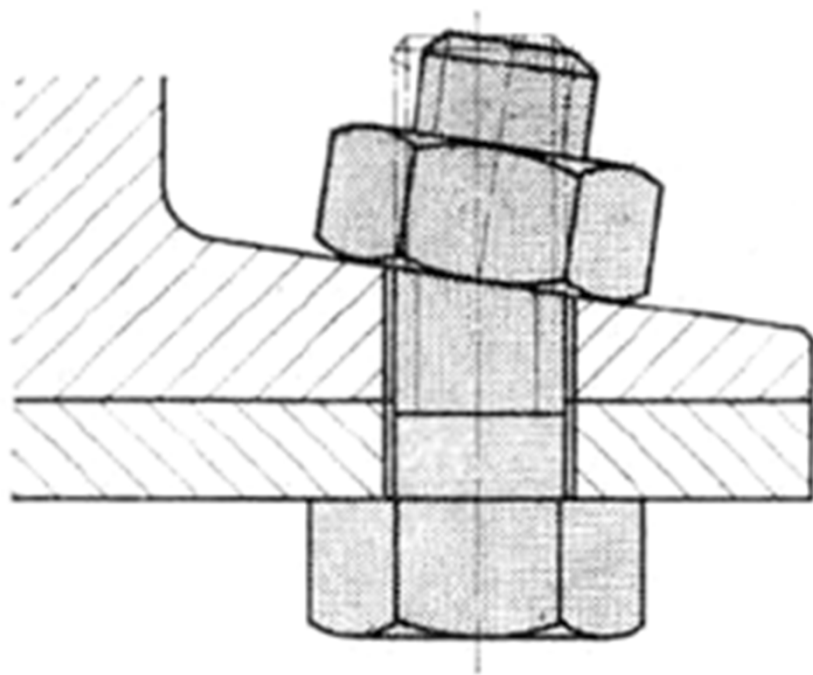


Конструктивне мере против напрезања на смицање код споја оствареног помоћу завртња:

а) подесиви завртањ;

б) стезна чаура

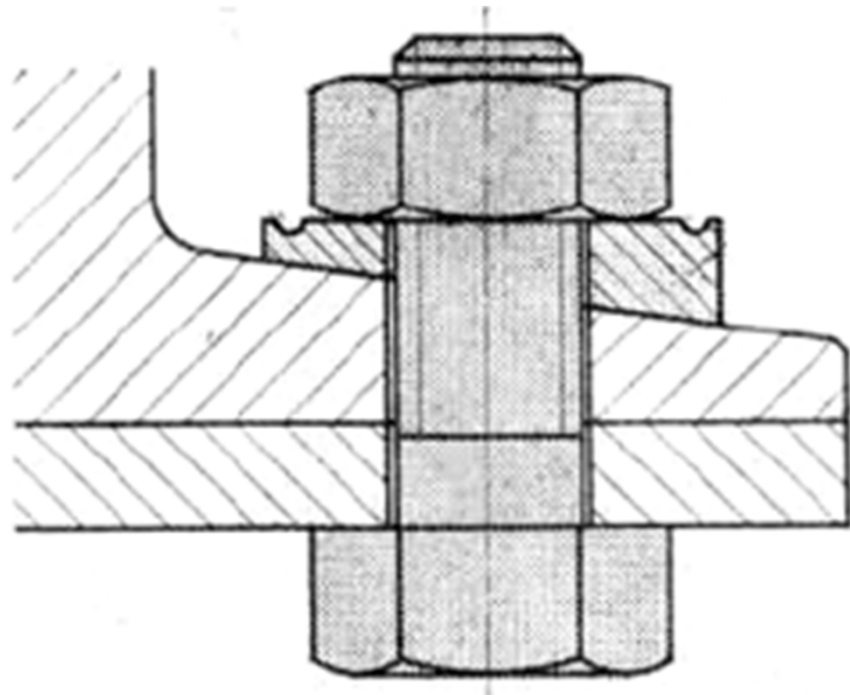
Наслон за главу завртња мора бити под правим углом у односу на уздужну осу завртња. Уколико то није случај, онда се стабло завртња напреже на савијање. Долази до суперпозиције напрезања на истезање и напрезања на савијање која могу довести до ломљења стабла завртња.



*Напрезање на
савијање завртња
када навртка
належе укосо*

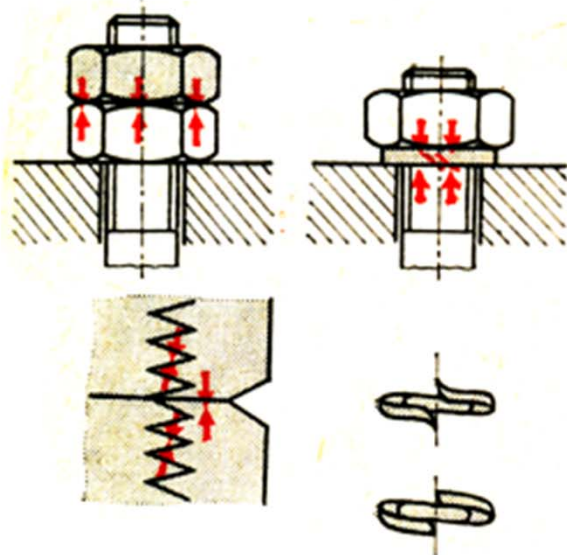
- Из тог разлога се површине наклањања морају увек пажљиво припремити како би стајале под правим углом у односу на отвор. Уколико то није могуће, онда се неодговарајући угао мора изједначити (компензирати) косим прстенастим подметачем.

*Изједначавање косе
површине наклањања
помоћу **косог
прстенастог
подметача***

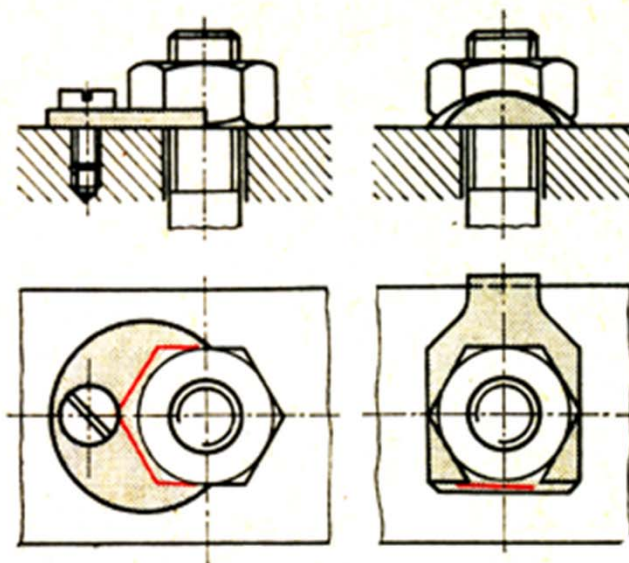


Сигурносни елементи за завртњеве у зависности од врсте споја два елемента

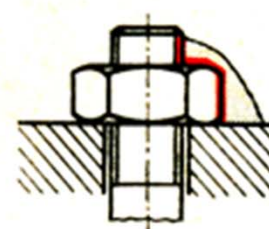
спој остварен
механичким силама



сигурносни елементи за завртњеве
спој остварен обликом



спој остварен
сједињавањем материјала



*Против
самоодвртања*

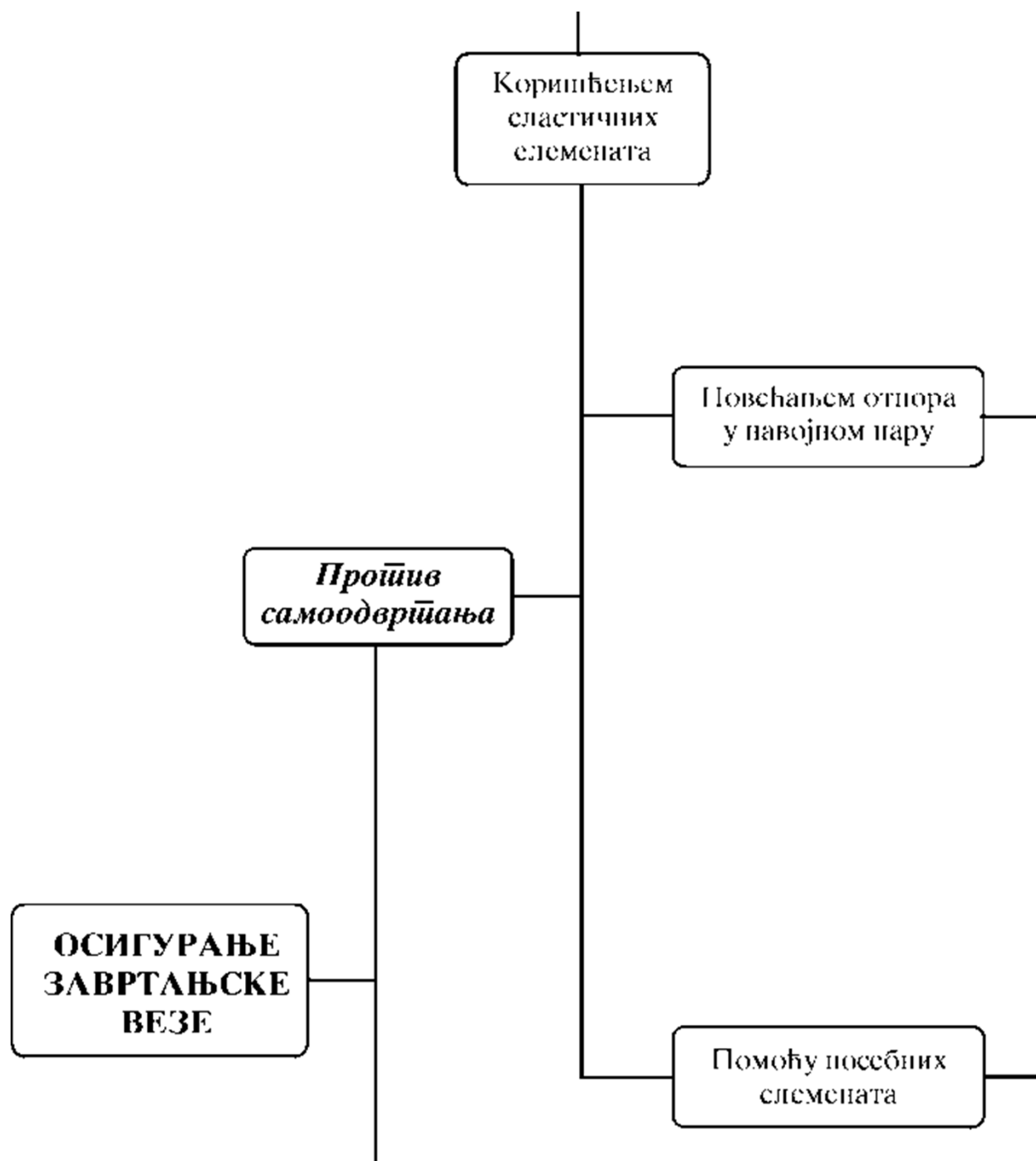
$\rho_n > \varphi$ - Навој је самокочив

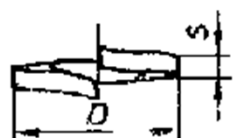
$\rho_n = \varphi$ - Навој је на граници самокочења

$\rho_n < \varphi$ - Навој није самокочив

**ОСИГУРАЊЕ
ЗАВРТАЊСКЕ
ВЕЗЕ**

*Осигурање
положаја*





еластична
подлошка



еластични тањирасти
осигурач



еластични увијени
осигурач

Коришћењем
еластичних
елемената

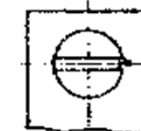
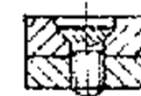
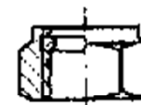
Повећањем отпора
у навојном пару

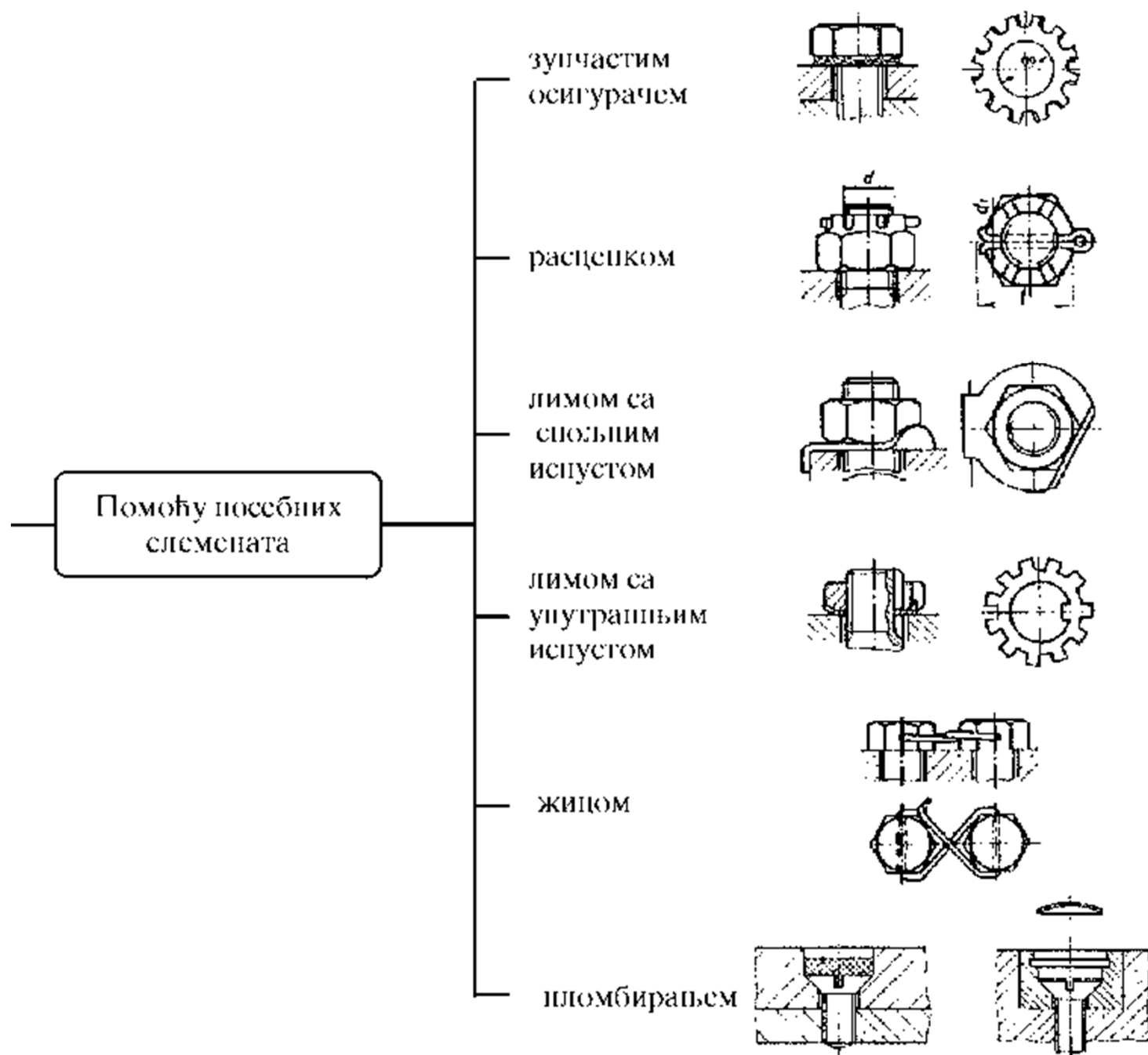
двострука навртка

уметак од завојне
еластичне жице

навртка са уметком
од пластичне масе

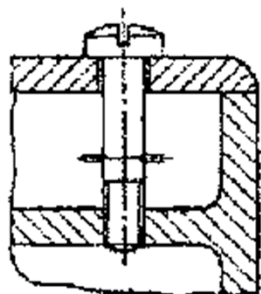
осигурање
деформисањем
дела у споју



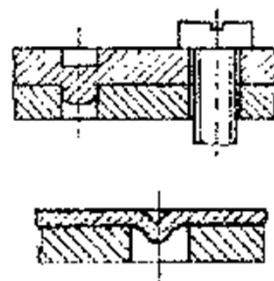


**Осигурање
положаја**

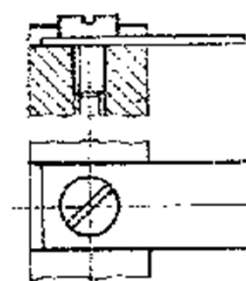
чивијом



убадањем
утискивањем



постављањем у
жлеб



савијањем
ивица

