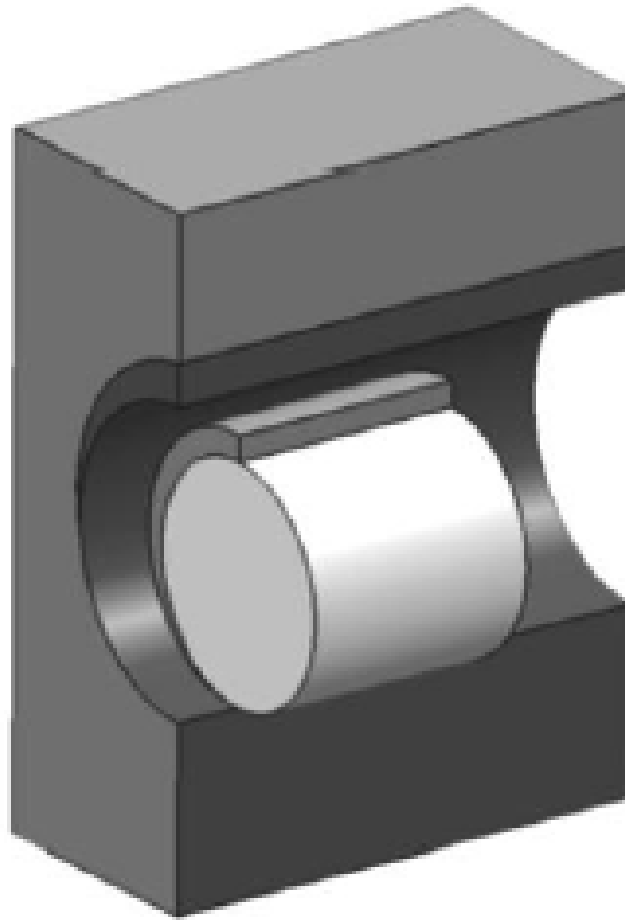
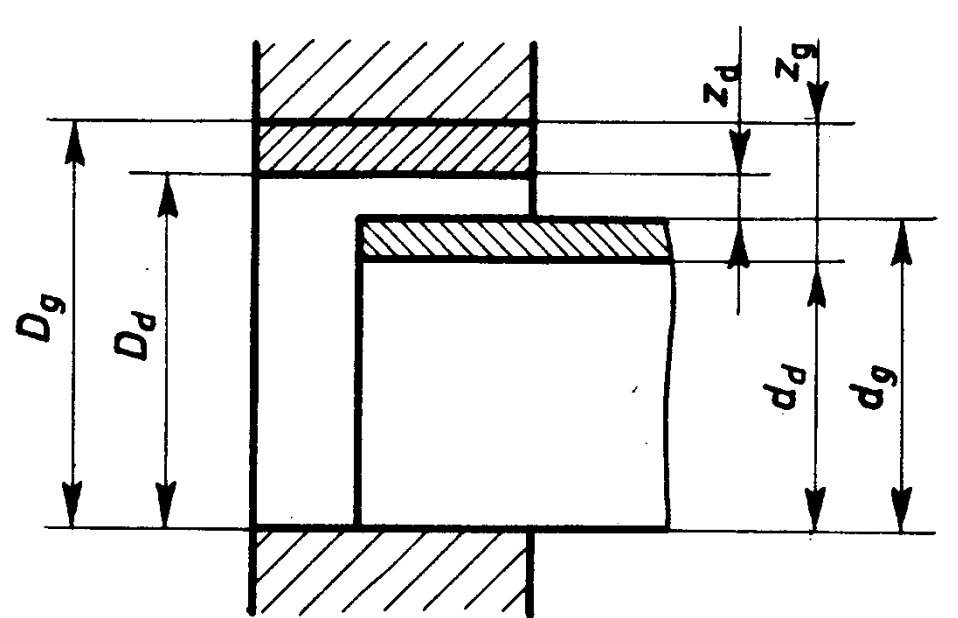
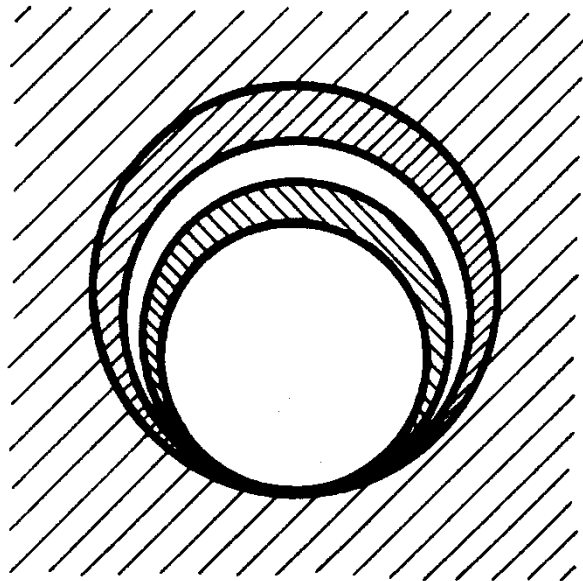


■ Лабаво налегање – ЗАЗОР



■ Лабаво налегање – ЗАЗОР



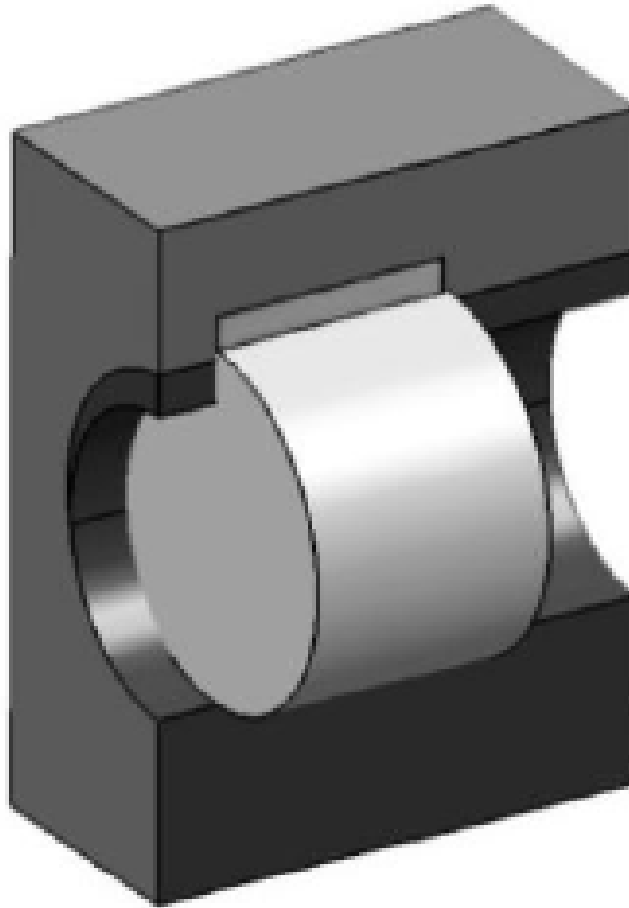
$$Z_g = D_g - d_d = ES - ei$$

$$Z_d = D_d - d_g = EI - es$$

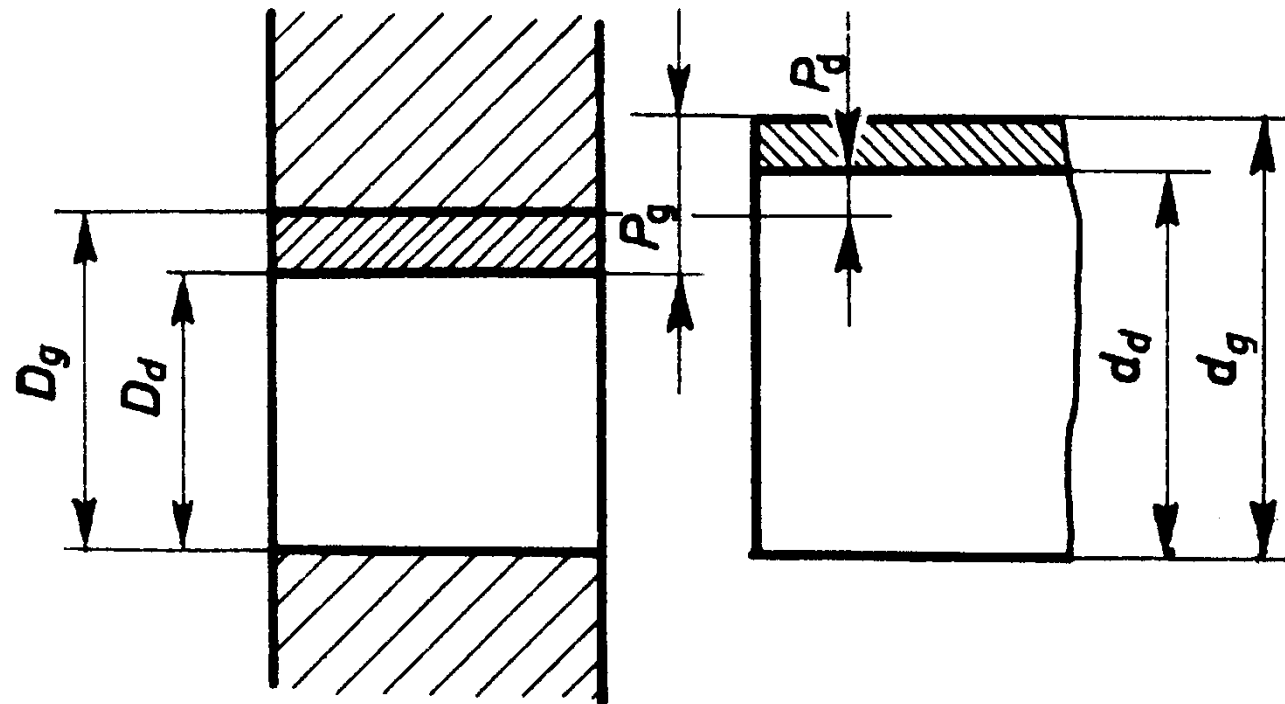
$$T_n = T + t$$

$$T_n^* = Z_g - Z_d$$

■ Чврсто налегање – ПРЕКЛОП



■ Чврсто налегање – ПРЕКЛОП



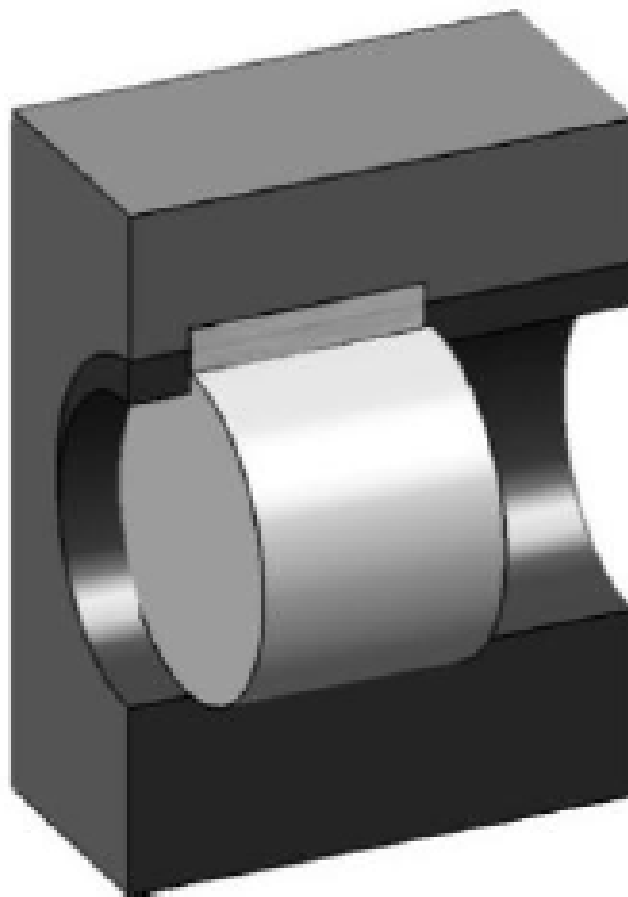
$$P_g = D_d - d_g = EI - es$$

$$P_d = D_g - d_d = ES - ei$$

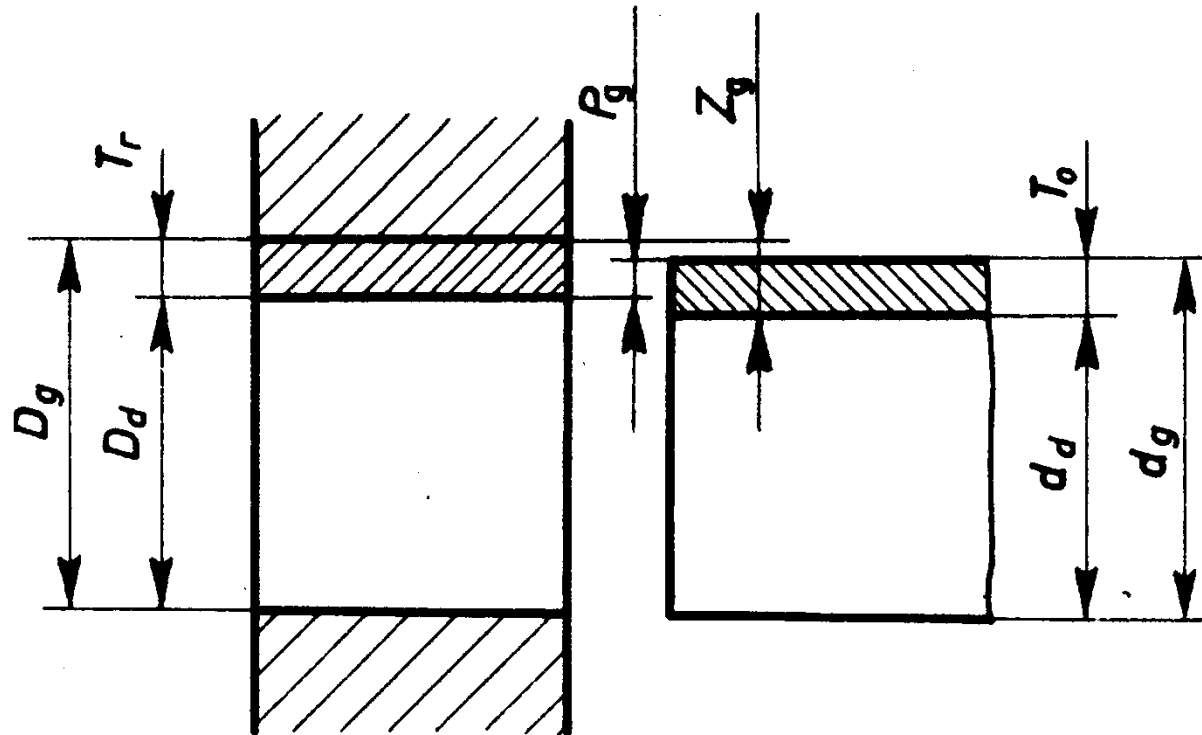
$$T_n = T + t$$

$$T_n^* = |P_g| - |P_d|$$

■ Неизвесно налегање



■ Неизвесно налегање



$$P_g = D_d - d_g = EI - es$$

$$Z_g = D_g - d_d = ES - ei$$

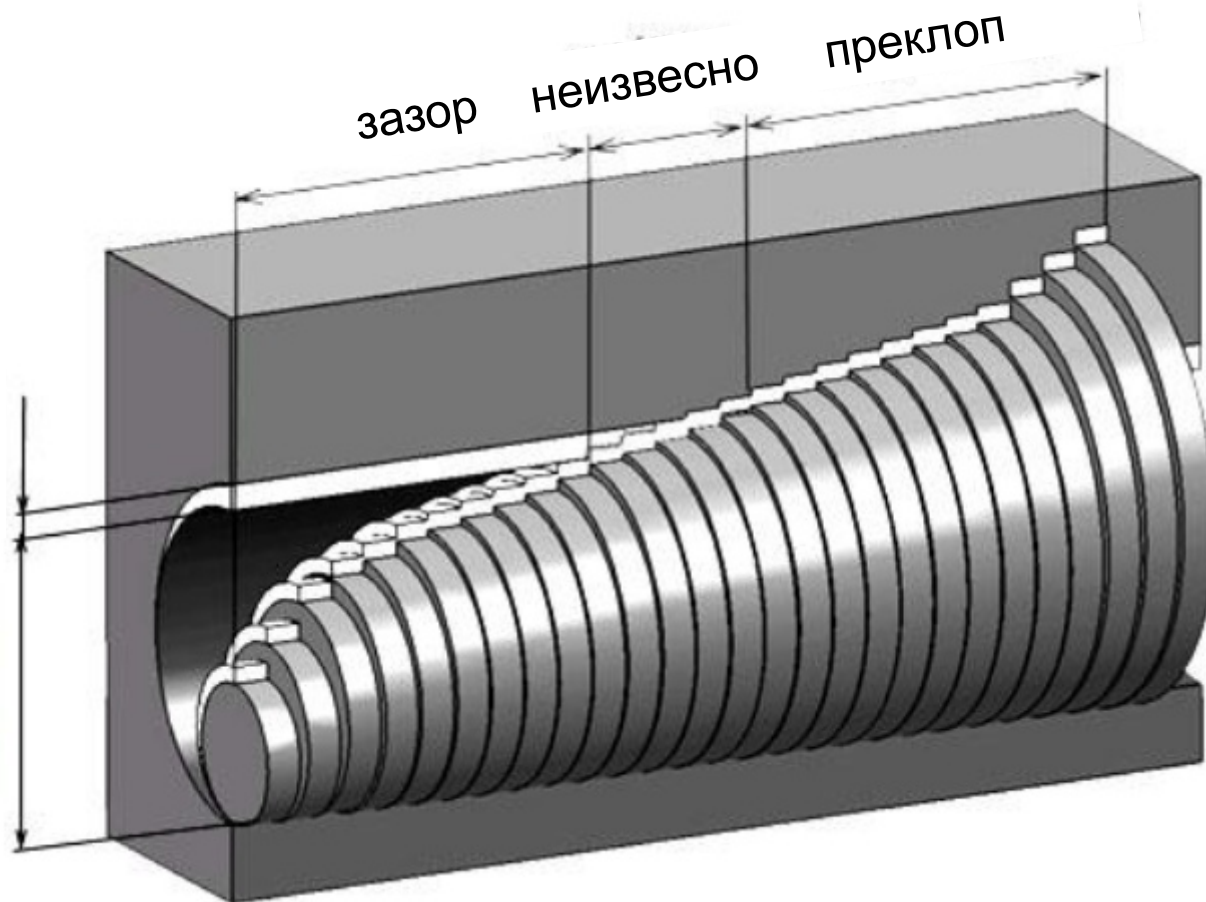
$$T_n = T + t$$

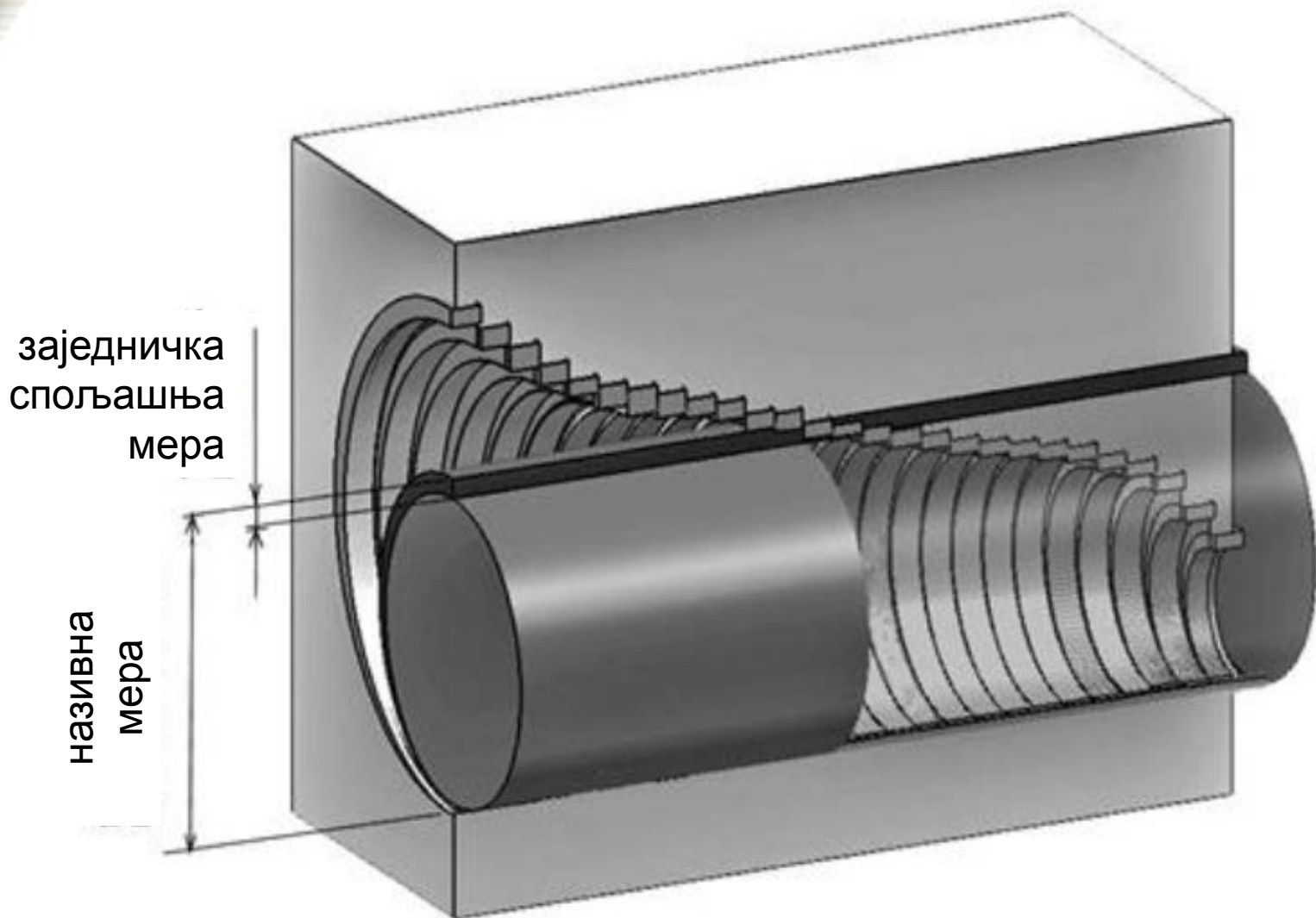
$$T_n^* = |P_g| + |Z_g|$$



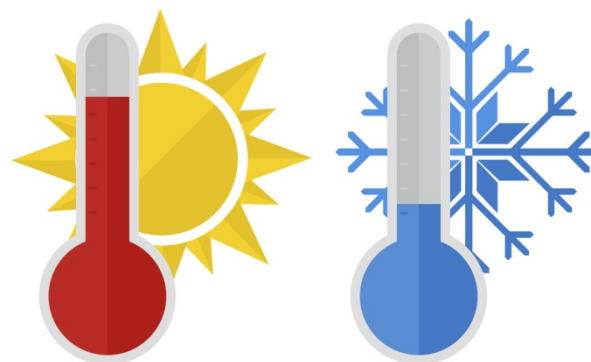
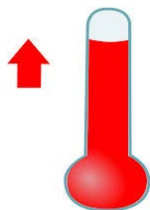
заједничка
унутрашња
мера

називна
мера





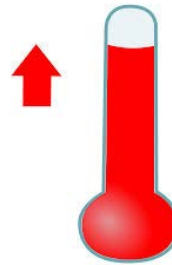
Утицај промене температуре на промену налегања



Утицај промене температуре на промену налегања

ϑ_0, l

ϑ, l_ϑ



Δl



- Промена температуре утиче на промену димензија делова (Δl) која се израчунава:

$$\Delta l = \alpha l \Delta \vartheta$$

l - укупна дужина дела,

α - коефицијент линеарног ширења
(таб.2.1/12.стр.)

$\Delta \vartheta$ - температурска разлика

$$\Delta \vartheta = \vartheta - \vartheta_0$$

ϑ - радна температура дела

ϑ_0 - нормална температура дела ($\vartheta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)

Утицај промене температуре на промену налегања

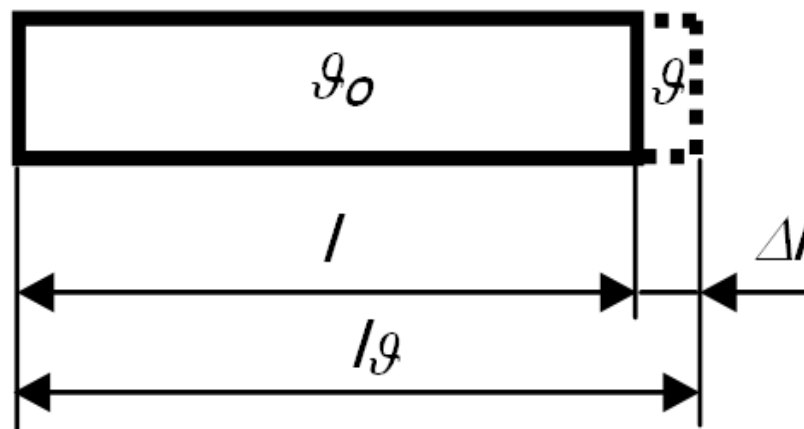
Табела 2.1: Коefицијенти линеарног ширења

| Материјал | $\alpha \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ за температуре у $^\circ\text{C}$ | | | |
|----------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | од -180° до 0° | од 0° до 100° | од 0° до 200° | од 0° до 300° |
| Челик | - 8,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| Челични лив | - 8,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| Инвар челик | | 1,5 | 3,8 | 5,3 |
| Сиви лив | - 8 | 10 | 11 | 11,6 |
| Алуминијум | - 18 | 23,8 | 24,5 | 25,3 |
| Ал. легуре | - 18 | 23,5 | 24,5 | 26 |
| Бакар | - 14 | 16,5 | 16,9 | 17,2 |
| Бронза калајна | - 15 | 17,5 | 18 | 18,3 |
| Цинк | - 10 | 16,5 | | |
| Калај | - 22 | 27 | | |
| Магнезијум | - 21 | 26 | 27 | 28 |
| Магн. легуре | - 21 | 26 | | |
| Месинг | - 16 | 18,4 | 19,3 | 20,1 |
| Никл | - 10 | 13 | 13,8 | 14,3 |
| Константан | - 12 | 15,2 | 15,6 | 16 |
| Олово | - 26,7 | 29 | 29,7 | 31,1 |
| Порцелан | - 1,7 | 3 | 3,3 | 3,4 |

| | | |
|----------------------|---------------|------------------------|
| Бакелит | од 21 до 36 | до 200°C |
| Текстолит | од 20 до 40 | до 120°C |
| Полиамид П/68 | 120 | до 130°C |
| Поликарбонат | 60 | до 140°C |
| Полиуретан | од 100 до 150 | до 240°C |
| Капрон | 140 | до 180°C |
| Дрвнослојна пластика | од 3 до 4 | до 180°C |
| Полиформалдехид | од 45 до 80 | до 180°C |
| Полипропилен | 110 | до 80°C |

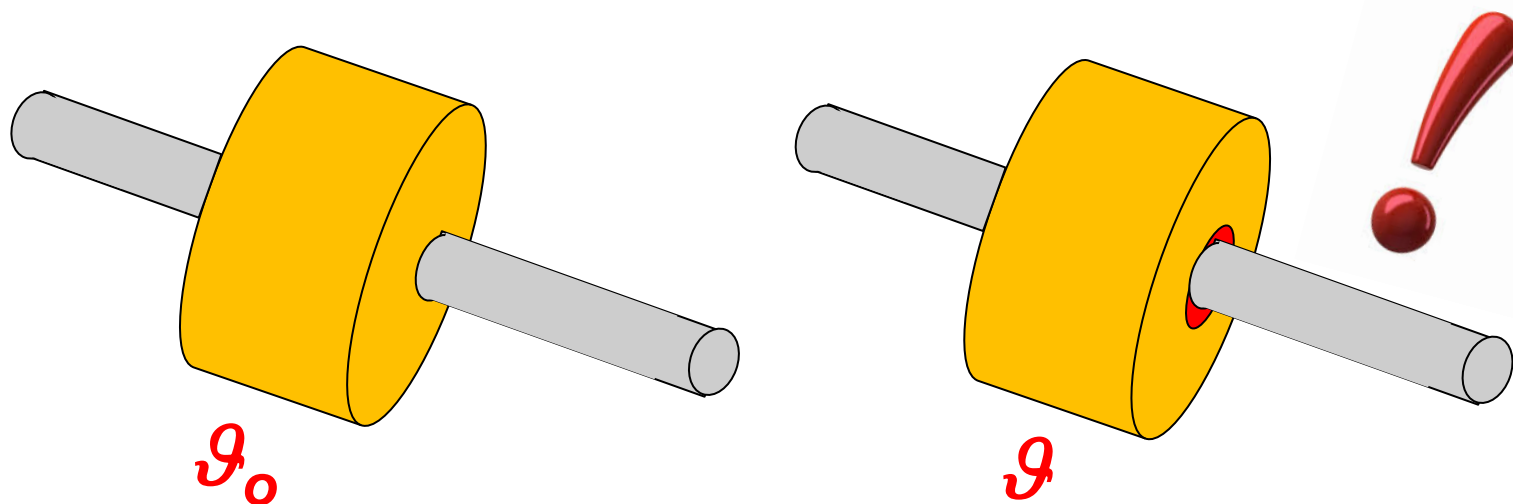
- Укупна дужина дела на некој радној температури:

$$l_g = l + \Delta l$$

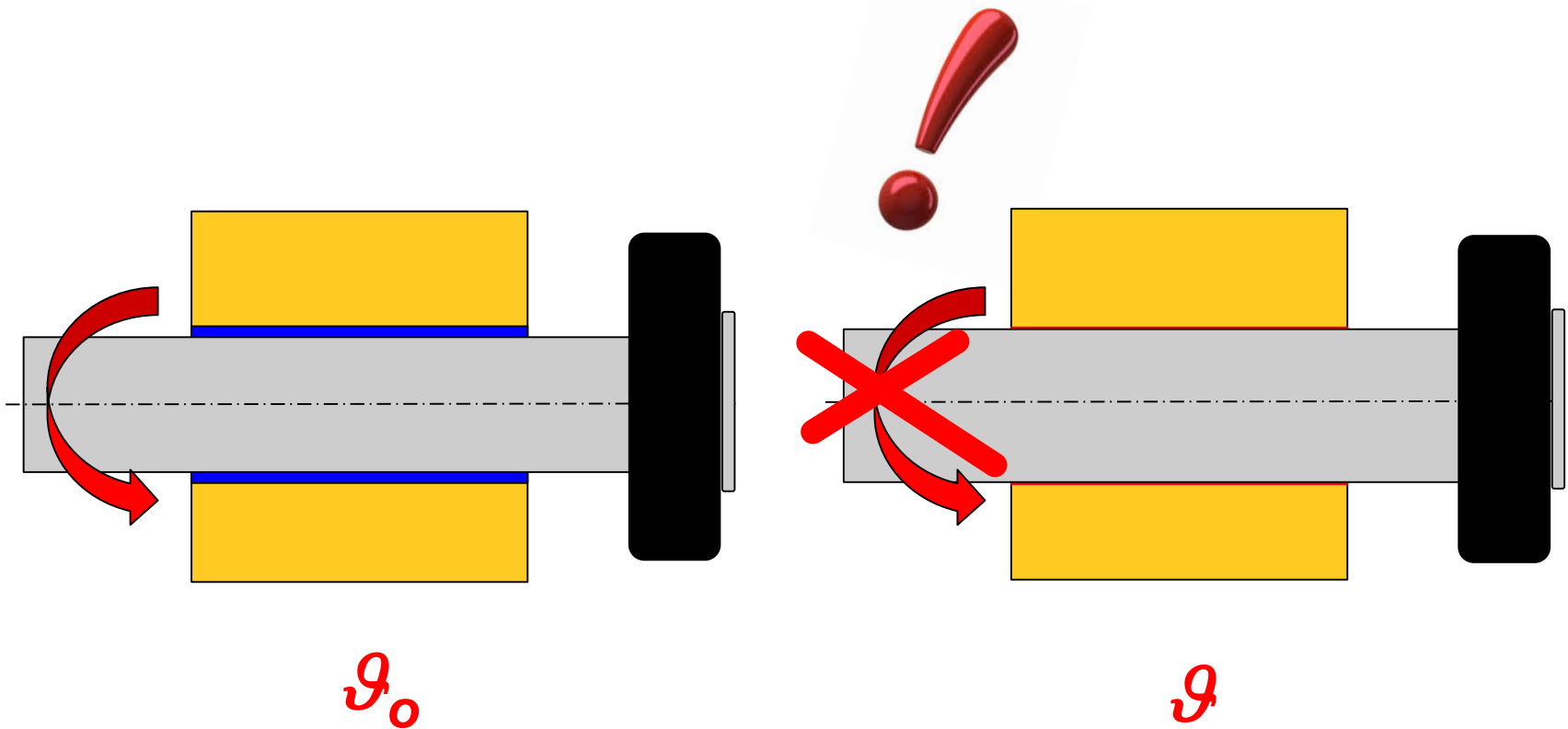


Промена димензија може да узрокује промену налегања (зазора и/или преклопа):

■ повећањем зазора, повећавају се одступања од саосности чиме настаје могућност већег дебаланса, тј. могућност појаве већих центрифугалних сила, које могу да узрокују веће вибрације и, тиме, неправилан рад па чак и разарање машине, темеља и/или суседних машина.

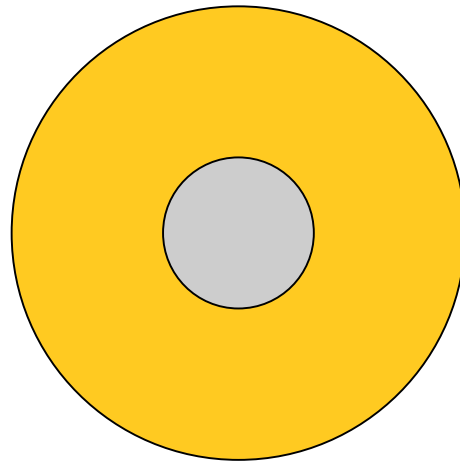


■ смањењем зазора може се, поред осталог, узроковати повећање отпора у лежајевима, па чак и немогућност њиховог обртања.



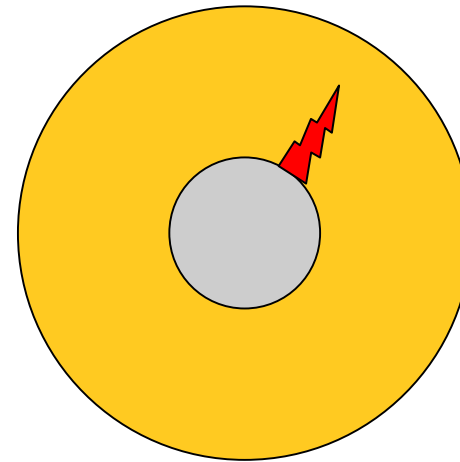
■ повећањем преклопа настаје појава непредвиђеног оптерећења и, тиме, могућност оштећења једног од делова склопа.

Благо преклоп



\varnothing_0

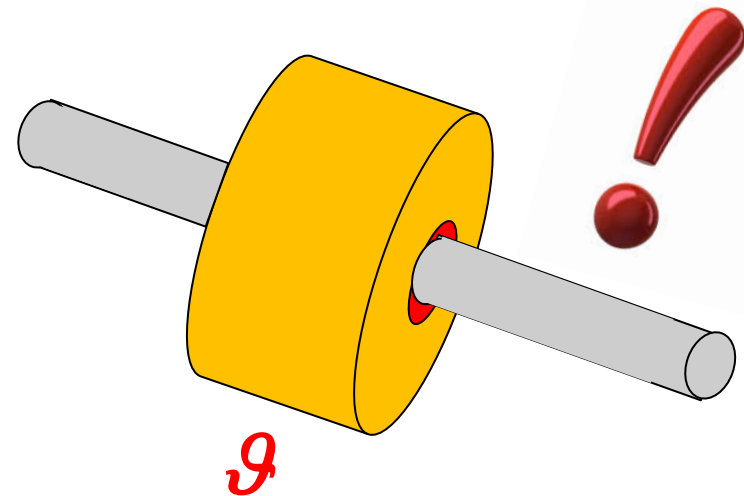
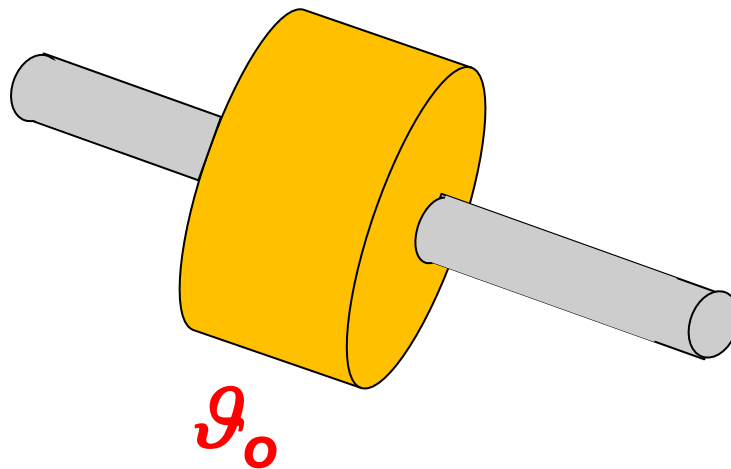
Велики преклоп



\varnothing



- смањењем преклопа смањује се, мада може чак и да престане, носивост дотичног склопа.



- Одређивање зависности између, на пример, зазора на нормалној ($\vartheta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)

$$Z_g = D_g - d_d$$

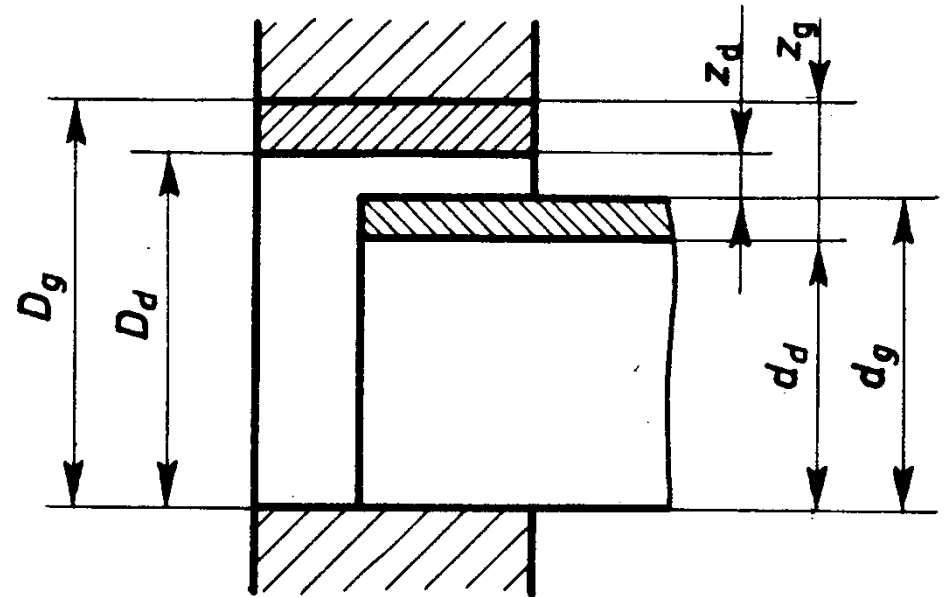
и радној температури (ϑ):

$$Z_{g\vartheta} = D_{g\vartheta} - d_{d\vartheta}$$

$$Z_{g\vartheta} = (D_g + \Delta D) - (d_d + \Delta d)$$

$$Z_{g\vartheta} = (D_g - d_d) + \Delta D - \Delta d$$

$$Z_{g\vartheta} = Z_g + \Delta D - \Delta d$$



где је:

$$\Delta D = \alpha_D D \Delta \vartheta_D$$

$$\Delta d = \alpha_d d \Delta \vartheta_d$$

- Одређивање зависности између, на пример, зазора на нормалној ($\vartheta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) и радној температури (ϑ)

$$Z_g + \Delta D - Z_{g\vartheta} - \Delta d = 0$$

$$Z_d + \Delta D - Z_{d\vartheta} - \Delta d = 0$$

$$P_g + \Delta D - P_{g\vartheta} - \Delta d = 0$$

$$P_d + \Delta D - P_{d\vartheta} - \Delta d = 0$$

где је:

$$\Delta D = \alpha_D D \Delta \vartheta_D$$

$$\Delta d = \alpha_d d \Delta \vartheta_d$$

α_D - коефицијент линеарног ширења материјала у којем је израђен отвор,

α_d - коефицијент линеарног ширења материјала од којег је израђена осовина,

$\Delta\vartheta_D = \vartheta_D - \vartheta_0$ - промена температуре материјала у којем је израђен отвор,

$\Delta\vartheta_d = \vartheta_d - \vartheta_0$ - промена температуре материјала од којег је израђена осовина,

ϑ_D - температура дела у којем се налази отвор,

ϑ_d - температура осовине,

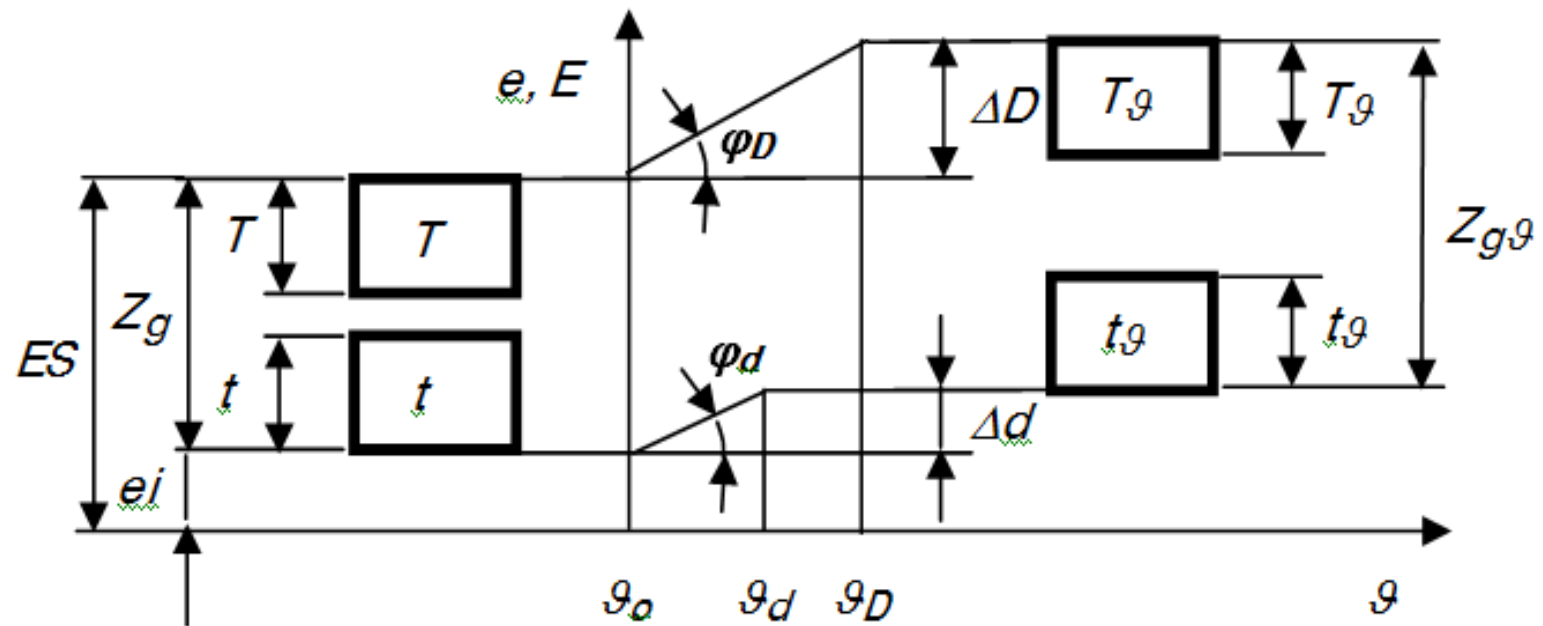
ϑ_0 - нормална температура ($\vartheta_0 = 20^\circ\text{C}$)

Утицај промене температуре на промену налегања

Табела 2.1: Коефицијенти линеарног ширења

| Материјал | $\alpha \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ за температуре у $^\circ\text{C}$ | | | |
|----------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | од -180° до 0° | од 0° до 100° | од 0° до 200° | од 0° до 300° |
| Челик | - 8,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| Челични лив | - 8,5 | 12 | 12,5 | 13 |
| Инвар челик | | 1,5 | 3,8 | 5,3 |
| Сиви лив | - 8 | 10 | 11 | 11,6 |
| Алуминијум | - 18 | 23,8 | 24,5 | 25,3 |
| Ал. легуре | - 18 | 23,5 | 24,5 | 26 |
| Бакар | - 14 | 16,5 | 16,9 | 17,2 |
| Бронза калајна | - 15 | 17,5 | 18 | 18,3 |
| Цинк | - 10 | 16,5 | | |
| Калај | - 22 | 27 | | |
| Магнезијум | - 21 | 26 | 27 | 28 |
| Магн. легуре | - 21 | 26 | | |
| Месинг | - 16 | 18,4 | 19,3 | 20,1 |
| Никл | - 10 | 13 | 13,8 | 14,3 |
| Константан | - 12 | 15,2 | 15,6 | 16 |
| Олово | - 26,7 | 29 | 29,7 | 31,1 |
| Порцелан | - 1,7 | 3 | 3,3 | 3,4 |

Утицај промене температуре на промену дужинских мера, може се приказати и графички:



Због мале разлике у промени димензија толеранцијских поља, при промени температура, промена величине толеранцијског поља се занемарује, тј. рачуна се да је

$$T_g = T \text{ и } t_g = t$$

На промену налегања велики утицај има врста материјала и температуре на које се загревају (хладе) поједине компоненте склопа, тако да се могу јавити следећи случајеви:

(1) $\alpha_D = \alpha_d$; $\vartheta_D = \vartheta_d$

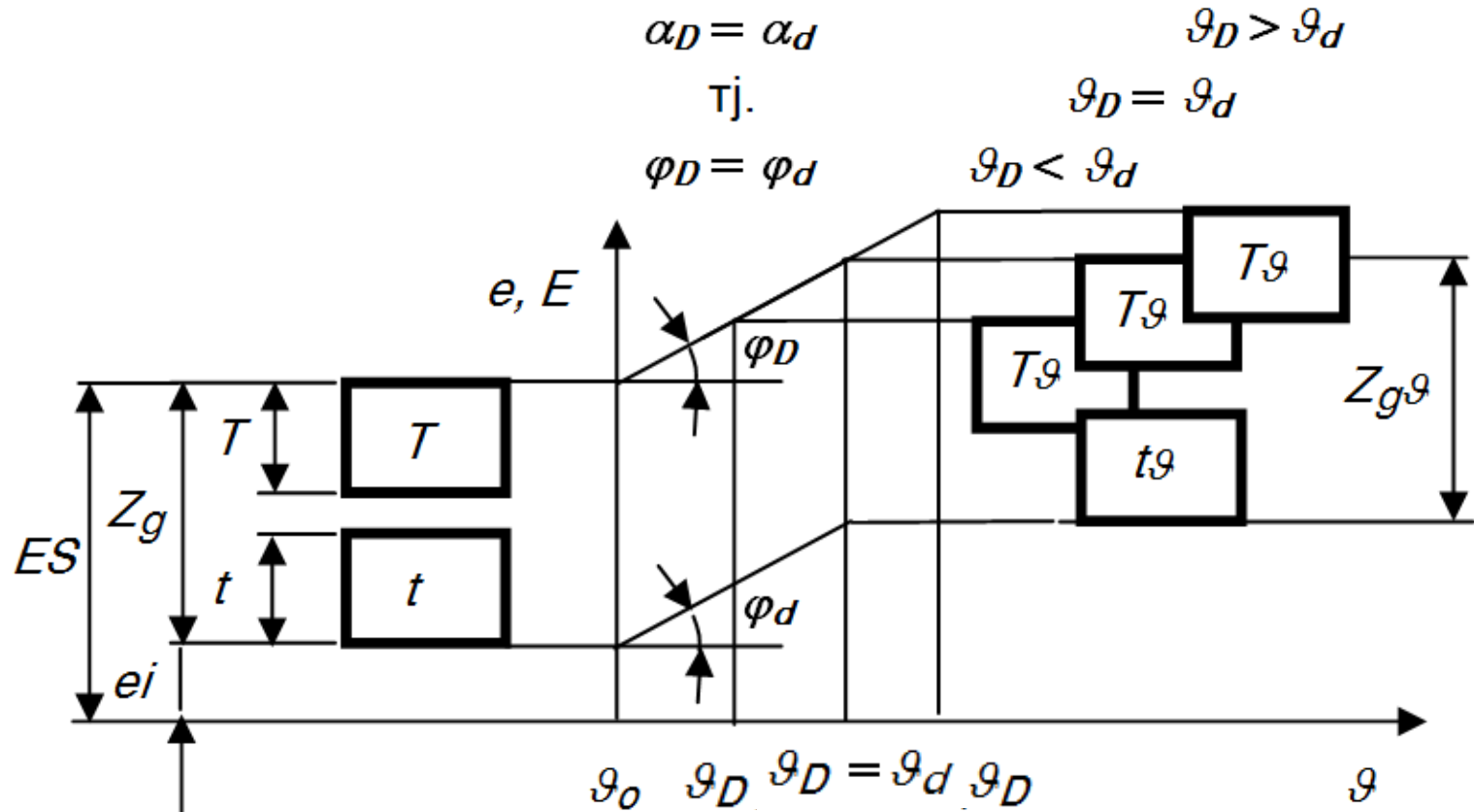
(2) $\alpha_D = \alpha_d$; $\vartheta_D \neq \vartheta_d$,

при чему је $\vartheta_D > \vartheta_d$ или $\vartheta_D < \vartheta_d$ (сл.1)

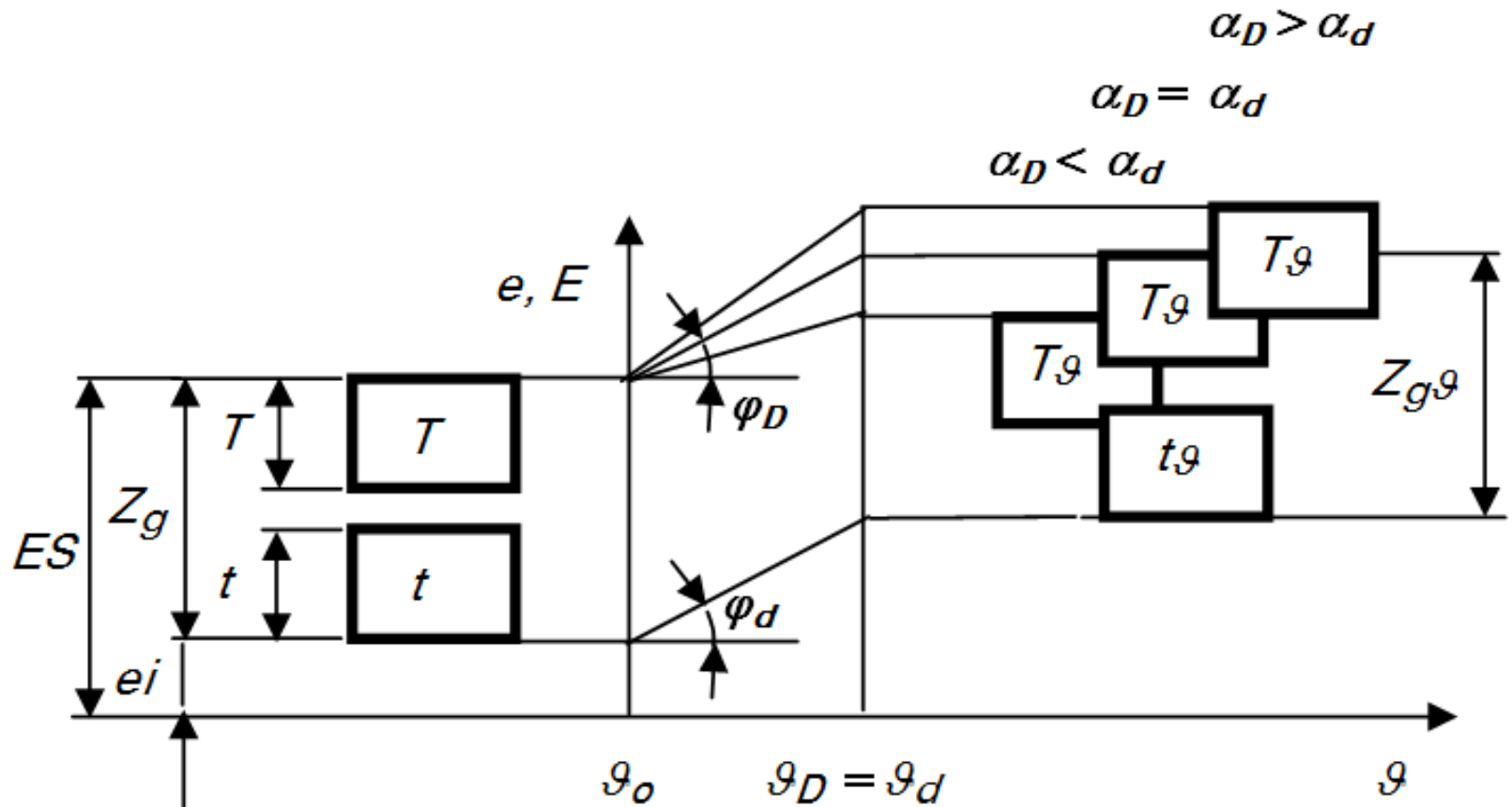
(3) $\alpha_D \neq \alpha_d$; $\vartheta_D = \vartheta_d$,

при чему је $\alpha_D > \alpha_d$ или $\alpha_D < \alpha_d$ (сл.2)

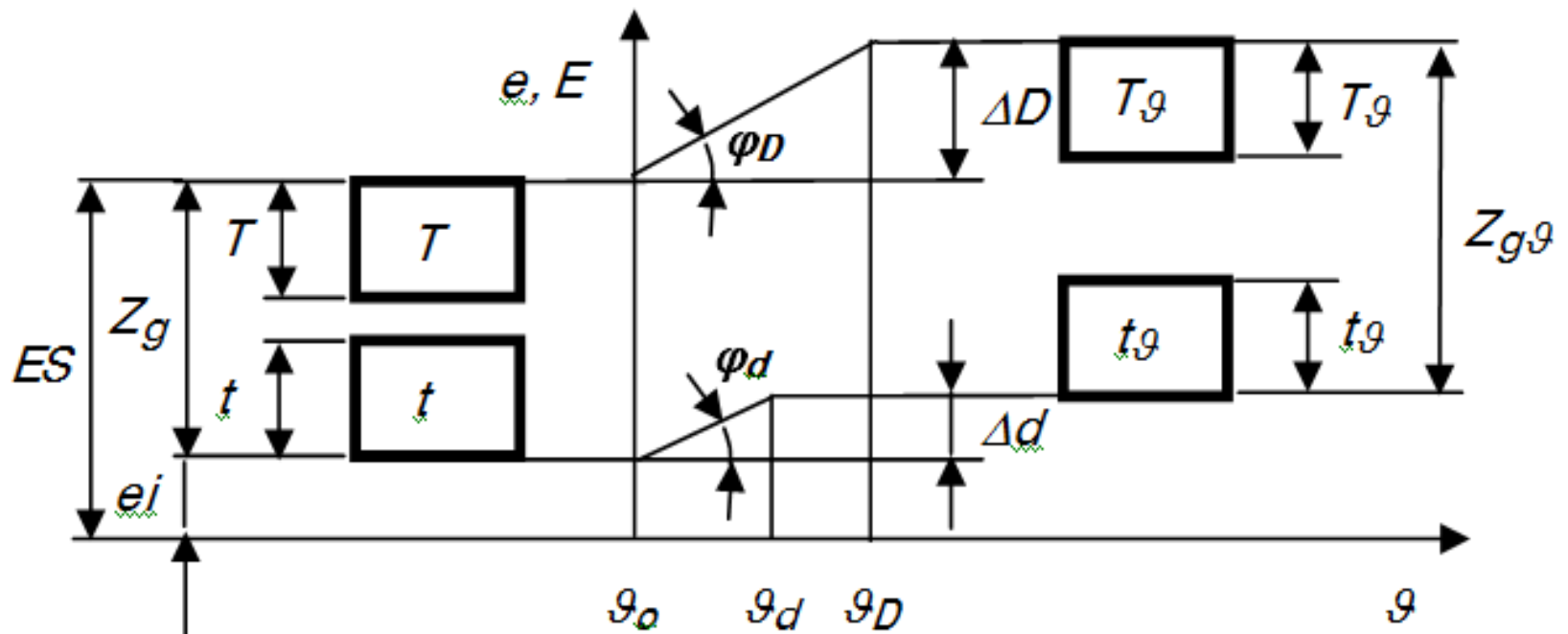
(4) $\alpha_D \neq \alpha_d$; $\vartheta_D \neq \vartheta_d$



$$\alpha_D = \alpha_d ; z_D \neq z_d$$



$$\alpha_D \neq \alpha_d ; \vartheta_D = \vartheta_d$$



- Угао пораста дужине (φ) може се израчунати из услова

$$\varphi_d = \operatorname{arctg} \frac{\Delta d}{\Delta \vartheta_d} = \operatorname{arctg} \alpha_d d \quad \text{јер је } \Delta d = \alpha_d d \Delta \vartheta_d$$

Контрола тачности прорачуна врши се посредством толеранција налегања, при чему вредност толеранције налегања, изражене преко суме толеранција

$$T_n = T + t$$

треба да буде једнака вредности толеранције налегања, изражене преко одговарајућих налегања,

- за склоп са зазором

$$T'_n = Z_g - Z_d = |Z_g| - |Z_d|$$

- за склоп са преклопом

$$T'_n = P_d - P_g = |P_g| - |P_d|$$

- за склоп са неизвесним налегањем

$$T'_n = Z_g - P_g = |Z_g| + |P_g|$$

При чему треба да је

$$T_n = T'_n$$

Наведени обрасци важе и у случају да се налегања остварују на некој радној температури ϑ , с тим што тада у обрасцима фигурише и индекс ϑ , тј.

- за склоп са зазором

$$T'_{n\vartheta} = Z_{g\vartheta} - Z_{d\vartheta} = |Z_{g\vartheta}| - |Z_{d\vartheta}|$$

- за склоп са преклопом

$$T'_{n\vartheta} = P_{d\vartheta} - P_{g\vartheta} = |P_{g\vartheta}| - |P_{d\vartheta}|$$

- за склоп са неизвесним налегањем

$$T'_{n\vartheta} = Z_{g\vartheta} - P_{g\vartheta} = |Z_{g\vartheta}| + |P_{g\vartheta}|$$

При чему треба да је

$$T_{n\vartheta} = T'_{n\vartheta}$$

Услед промене температура, може доћи до појаве великих оптерећења машинских делова, па чак и до појаве њиховог разарања. Вредности тих оптерећења се могу веома једноставно израчунати посредством Хуковог закона, који важи у области пропорционалности, и који гласи

$$\sigma = \varepsilon E$$

σ - напон у материјалу

($\sigma = F/A$, где је F - сила а A - површина попречног пресека),

ε - јединично издужење

($\varepsilon = \Delta l / l$, где је Δl - издужење а l - укупна дужина),

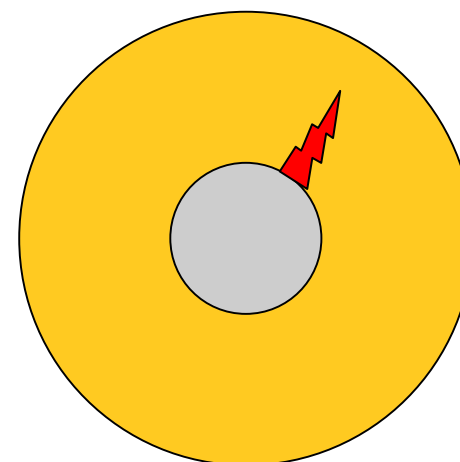
E - модул еластичности (карактеристика материјала)

Услед промене температура, може доћи до појаве великих оптерећења машинских делова, па чак и до појаве њиховог разарања. Вредности тих оптерећења се могу веома једноставно израчунати посредством Хуковог закона, који важи у области пропорционалности, и који гласи

$$\sigma = \varepsilon E$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{\Delta l}{l} \cdot E = \frac{\alpha l \Delta \vartheta}{l} \cdot E$$

$$F = \alpha A E \Delta \vartheta$$



Питања ...

