

## Ütemterv

a **Nyomástartó rendszerek tervezése 2. c.** tárgyhoz (GEVGT306M) vegyipari gépészeti  
specializáció mesterszakos hallgatók részére  
(2 óra előadás + 1 óra gyakorlat)

Hét	Előadás	Gyakorlat
1	Vastagfalú és a héjszerkezetű nyomástartó edények tervezési határai, vastagfalú hengerek feszültségállapota, Lamé egyenletek.	Vastagfalú hengerek feszültségeinek számítása
2	Hengeres héj belső és külső nyomásterheléssel. Vastagfalú gömb feszültségállapota.	Vastagfalú hengerek, gömbök feszültségeinek számítása
3	Autofretage eljárással készített és túlfedéssel illesztett csövek összehasonlítása, gyártási eljárások.	Autofretage gyakorlati számítása
4	Vastagfalú testek szerkezeti kialakítása, nagynyomású készülékek bontható zárófelületei	Vastagfalú testek szerkezeti kialakítása, nagynyomású készülékek bontható zárófelületei
5	Profilos szalaggal tekercselt testek gyártása, mechanikai modellje, magcső igénybevétele, axiális és kerületi irányú nyúlások.	Profilos szalaggal tekercselt testek gyártása, mechanikai modellje, magcső igénybevétele, axiális és kerületi irányú nyúlások.
6	Kettősfalú, túlfedéssel illesztett csövek, lemezből rétegelt Smith-testek	Kettősfalú, túlfedéssel illesztett csövek, lemezből rétegelt Smith-testek
7	Hőmérséklet szerepe a nyomástartó edények szerkezeti anyagának kiválasztása szempontjából. Külső kényszer okozta hőfeszültségek.	Hőtágulások gyakorlati számítása
8	Hőmérséklet szerepe a nyomástartó edények szerkezeti anyagának kiválasztása szempontjából. Külső kényszer okozta hőfeszültségek.	Hőtágulások gyakorlati számítása
9	Különleges szerkezeti anyagú készülékek alapanyagainak előállítása, szerkezeti kialakítások, jellemző szerelvények.	Különleges szerkezeti anyagú készülékek alapanyagainak előállítása, szerkezeti kialakítások, jellemző szerelvények.
10	Csőköteges hőcserélők csőkötegfalának méretezése. Behengerelt csövek járulékos igénybevétele.	Csőköteges hőcserélők csőkötegfalának méretezése. Behengerelt csövek járulékos igénybevétele. Gyakorlati számítás bemutatása
11	Ébredő hőfeszültségek csökkentésének módjai. Kompenzátorok méretezése.	Ébredő hőfeszültségek csökkentésének módjai. Kompenzátorok méretezése.
12	Csővezetékek	Csővezetékek
13	Csővezetékek	Csővezetékek
14	Acélszerkezetek tűzvédelme	Acélszerkezetek tűzvédelme

**Nyomástartó rendszerek tervezése II.**  
**Vizsgadolgozat (Minta)**  
**2019.**

**Név:** \_\_\_\_\_

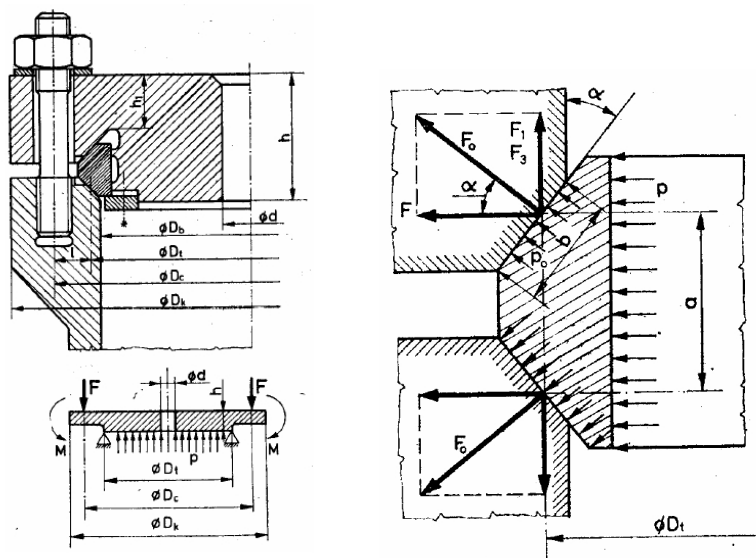
**Neptun kód:** \_\_\_\_\_

---

1. Nagynyomású szerkezetek kettős kúpos zárófelülete (rajz, erőhatások, leírás).
2. Ábrázolja belső és külső nyomással terhelt vastagfalú cső főfeszültségeit, feltüntetve a jellemző feszültségértékeket a külső és belső köpenyen  $k = 0,5$  átmérőarány esetén. Írja fel a jellemző összefüggéseket. Ügyeljen a feszültségek arányos ábrázolására ( $k!!!$ ).
3. Csőkötegfal méretezésének terhelési esetei merev csőköteg és U-csöves esetben.
4. Írja fel a rugalmas elemet tartalmazó mereven befogott egyenes csővezeték szakaszban fellépő hőfeszültség értékét! Adja meg a képletben szereplő mennyiségek nevét is!
5. Zománcozás.
6. Milyen tűzvédelem létezik acélszerkezetnél?
7. Kompenzátorok főbb típusai, lencsekompenzátor méretezési elve (gondolatjeles felsorolás).

1. Nagynyomású szerkezetek kettős kúpos zárófelülete (rajz, erőhatások, leírás).

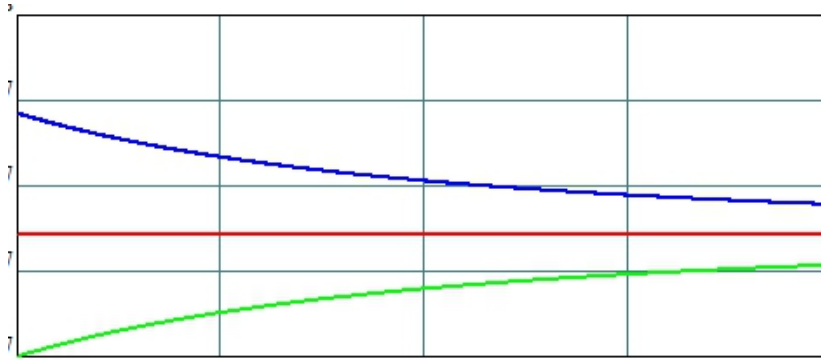
Megoldás:



- terhelése a  $D_t$  átmérőn ható belső nyomás és a fedélleszorító csavarok által kifejtett erő
- a terhelésekből származó radiális és kerületi feszültségek összege a fedél középpontjában a legnagyobb
- a kúpos tömítés anyaga szénacél a köpeny, ill. fedél anyagával egyezik meg
- a tömítőfelületekbe 1-2 mm széles hornyokat esztergálnak, amelyekbe a tömítőhatás növelése céljából a felületek közé helyezett lágyfém tömítés benyomódik
- a tömítőfelületeket fényesre kell csiszolni, mert a kifújó közeg a felületeket erodálja. Az így keletkező hiba a csavarok utánhúzásával nem szüntethető meg
- öntömítő jellegű
- a csavarokkal létrehozandó érintkezési nyomás  $p_0 \geq 0,5 \cdot P$
- a kezdeti tömítési nyomást létrehozó erő:  $F_0 = D_t \pi \cdot b \cdot p_0$  amelynek függőleges komponense:  $F_1 = F_0 \cdot \sin(\alpha + \rho)$
- belső nyomásból származó erő:  $F_2 = \frac{D_t^2 \cdot \pi}{4} \cdot p$
- a gyűrű belső felületére ható nyomásból:  $F_3 = \frac{D_t^2 \cdot \pi \cdot a}{2} \cdot p \cdot \tan(\alpha - \rho)$
- a csavarokat terhelő erő:  $F_c = F_1 + F_2 + F_3$
- a csavarok száma az erő, a csavar keresztmetszet és a csavar anyagának megengedett feszültsége alapján számítható

2. Ábrázolja belső és külső nyomással terhelt vastagfalú cső főfeszültségeit, feltüntetve a jellemző feszültségértékeket a külső és belső köpenyben  $k = 0,5$  átmérőarány esetén. Írja fel a jellemző összefüggéseket. Ügyeljen a feszültségek arányos ábrázolására ( $k!!!$ ).

Megoldás:



3. Csőkötegfal méretezésének terhelési esetei merev csőköteg és U-csöves esetben.

*Megoldás:*

- lyukasztott, rendszerint körlemez alakú szerkezet
- a furatok jelenléte megzavarja a fal feszültségi állapotát-a csőkötegfal a karima szerepét is betölti
- a köpeny  $s_2$  vastagságú közdarabbal illeszkedik, szerepe a csőkötegfal és a köpeny csatlakozásánál fellépő peremzavarásból származó feszültségek csökkentése
- a csőkötegfal a ráható nyomáskülönbség és a hőmérséklet-különbség miatt nyomással terhelt hajlított körlemez
- minden méretezési módszer a csőkötegfalat rugalmas körlemeznek tekinti

4. Írja fel a rugalmas elemet tartalmazó mereven befogott egyenes csővezeték szakaszban fellépő hőfeszültség értékét! Adja meg a képletben szereplő mennyiségek nevét is!

*Megoldás:*

- egyenes csőszakaszba épített rugalmas kompenzátor esetén a rúd tengelyirányú hőfeszültsége:
- a kompenzátorok rugóállandója katalógusokban található

$$\Delta L_0 = \Delta L - \Delta L_r = L\alpha\Delta t - \sigma_0 A c$$

$$\varepsilon_0 = \frac{\sigma_0}{E} = \alpha\Delta t - \frac{\sigma_0 A c}{L} \rightarrow \sigma_0(t) = -\frac{\alpha E \Delta t}{1 + \frac{A}{L} c E}$$

- $E$  rugalmassági modulus [GPa]
- $L$  hosszúság [m]
- $\Delta t$  hőmérséklet változás [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- $A$  keresztmetszet terület [ $\text{m}^2$ ]
- $\alpha$  hőtágulási tényező [ $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ]
- $c$  rugóállandó [N/m]

5. Zománcozás.

*Megoldás:*

Zománchevonat tulajdonságai:

- anizotróp keverék, kémiai, fizikai-kémiai lényegét tekintve üveg
- minden szervetlen és szerves savnak ellenáll  $200^{\circ}\text{C}$ -ig, kivéve a hidrogén-fluorid és sói, és a tömény foszforsav ( $120^{\circ}\text{C}$ -ig jó)
- gyártása: mechanikailag homogenizált nyersanyagkeveréket 2,5...3 órán át  $1250 \dots 1350^{\circ}\text{C}$ -ig olvasztják

- fontosabb jellemzői: savállóság 0,03 mm/év, lúgállóság 0,2 mm/év,  $E=7 \cdot 10^4$  MPa,  $\alpha=90 \cdot 10^{-7}$  K, húzószilárdsága 60...70 MPa, nyomószilárdsága 1000 MPa

Zománczott készülékek tervezése, méretezése

- az alaplemezek és a zománcretegek együtt kell alakváltoznia, ha az alaplemez jobban nyúlik a réteg lepattog
- az alaplemezben ébredő feszültség:

$$\sigma_{t,acél} = \frac{E_{acél}}{E_{zománc}} \cdot \frac{2 - \nu_{zománc}}{2 - \nu_{acél}} \cdot \sigma_{t,zománc}$$

- Mivel  $f_{m,zománc}=16$  MPa, ha az acélban kb. 43 MPa-nál nagyobb feszültség ébred, a zománc sérül, emiatt a zománczott készülékek jelentősen túlméretezettek
- az alaplemez széntartalma nem haladhatja meg a 0,1...0,13%-ot
- nem alkalmazhatók éles sarkok, letörések
- forgácsolással kialakított lekerekítési sugár min. 10...15mm, sajtolásnál min. 15...30mm
- nem lehet hirtelen anyag- és tömegváltozás
- főkarimáknak könnyített kivitelőnek kell lennie
- csonkok kihúzottak vagy behegesztettek lehetnek készülékcsonkok lazakarimásak - zománcozás

6. Milyen tűzvédelem létezik acélszerkezetnél?

*Megoldás:*

Tűznek kitett acélszerkezet elemeire mechanikai és termikus hatások egyidejűleg érvényesülhetnek. A mechanikai terhelések, amik például az önsúlyból, járulékos terhelésekből származnak, már a tűz kitörése előtt hatnak a szerkezetre. A tűz hatására a gázhőmérsékletek növekednek, amik az acélszerkezet hőmérsékletének növekedését fogják okozni. Ez a hőmérséklet-növekedés az alapanyag hőtágulását, anyagkárosodást és a szilárdsági jellemzők romlását fogja előidézni. A csővezetékknél már bemutattuk, hogy a gátolt hőtágulásból származó feszültségek a mechanikai terhelésből származó feszültségekre szuperponálódnak, és ez, valamint a folyáshatár-csökkenés miatt a szerkezetben olyan súlyos alakváltozások is bekövetkezhetnek, aminek hatására helyi vagy teljes összeomlás is bekövetkezhet.

Tűzállóság függ:

- a tűzállóság időtartamától;
- az alkalmazott védelem típusától pl.: burkolat, festék, habarcs stb.
- a tűz hatásának kitett acél területétől;
- az acélszelvény alakjától és méreteitől;
- az acélelem kritikus hőmérsékletétől

7. Kompenzátorok főbb típusai, lencsekompenzátor méretezési elve (gondolatjeles felsorolás).

*Megoldás:*

Főbb típusai:

- merevítetlen U alakú kiegyenlítő
- merevített U alakú kiegyenlítő
- hullámlemez kompenzátorok
- axiál, angulár, laterál, univerzál kompenzátorok
- tömszelencés kiegyenlítők
- lencsés kiegyenlítők

Méretezési elve:

A hőtágulásból eredő feszültségek felvétele ugyanis elvileg kétféle módszerrel történhet:

- a csővezeték nyomvonalvezetésével
- kompenzátor szerkezetekkel

A csővezetékknél is – mint minden más anyagnál — a hőmérsékletváltozás térfogatváltozást eredményez. A térfogatváltozásnál az átmérőváltozás általában nem okoz gondot. Gondot inkább a hosszirányú változás jelent. Ennek felvételéről gondoskodni kell. A csővezeték építésének alapszabálya, hogy szakaszonként a csövet fixálni kell. A táguló cső a fixpontoknak támaszkodik. A tervezésnél, mindig az a törekvés, hogy a fixponti erők a lehető legkisebbek legyenek.