

Tervezési segédlet– gépészet (szilárdsági méretezés)

1. KÜLÖNBÖZŐ SZILÁRDSÁGI MÉRETEZÉSEK

A vonali (MSZ EN ISO 3183 illetve MSZ EN 10208-2) csövek méretezésénél az MSZ EN 1594: 2013 előírásait kell alkalmazni.

Állomási (MSZ EN 10216-3, MSZ EN 10217-3) csövek és csővezetéki tartozékok méretezését viszont az MSZ EN 13480-3 szerint végezzük.

A méretezésben jelentkező különbség, hogy az EN 13480 szabvány a folyáshatár mellett, a szakítószilárdság figyelembe vételét is megköveteli, valamint a modellezésből, képlet levezetéséből következik, hogy a nyomással terhelt felület számításánál az átmérő a falvastagság középátmérőjével van figyelembe véve, ami jobban megközelíti a vékonyfalú hengeres köpeny valóságos igénybevételét, ellentétben az MSZ EN 1594–gyel, ahol ez a külső átmérőre van értelmezve.

Vonali csövek méretezése

Az MSZ EN 1594:2013 szabvány 7.2. pontja az alábbi számítási formula alkalmazását írja elő a belső túlnyomással terhelt cső, belső túlnyomásból eredően szükséges falvastagságának kiszámítására.

Méretezési képlet

$$T_{\min} = \frac{DP \times D}{20 * f_0 * R_{t0,5}(\theta)} \quad \text{ahol}$$

T_{\min} = a szilárdságilag szükséges minimális falvastagság [mm]

DP = a tervezési nyomás [bar]

D = a cső külső átmérője [mm]

ha D_i adott, akkor $D = D_i + 2T_{\min}$, ahol D_i a cső belső átmérője [mm]

f_0 = a tervezési tényező

$R_{t0,5}(\theta)$ = a megadott minimális folyáshatár a tervezési hőmérsékleten [N/mm²]

60°C és annál kisebb hőmérsékleten $R_{t0,5}(\theta) = R_{t0,5}$

60°C -nál nagyobb hőmérsékleten a megadott minimális folyáshatár értékét az adott hőmérsékletre korrigálni kell

$R_{t0,5}$ = 5% teljes (rugalmas és maradó) nyúláshoz tartozó minimális folyáshatár környezeti hőmérsékleten [N/mm²], (lásd az EN 10002-1-t)

A megengedett feszültség meghatározása

A megengedett feszültséget a folyáshatár és a tervezési tényező szorzata adja, az alábbiak szerint.

A tervezési tényező (f_0) értéke, belső nyomásra a következő:

- vonali szakaszon $f_0 = 0,72$

- állomási részen $f_0 = 0,58$

Állomási csövek méretezése

A méretezési képletek

Tekintettel arra, hogy az MSZ EN 10216 és 10217 csövek leginkább hasonlítanak az ipari csővezetékek technológiai csöveihez, az állomási csövek méretezését az EN 13480-3:2018 szabvány szerint kell végezni.

Az EN 13480-3:2018 szabvány 6.1 pontja az alábbi számítási formula alkalmazását írja elő a belső túlnyomással terhelt cső, belső túlnyomásból eredően szükséges falvastagságának kiszámítására:

ha D_o / D_i kisebb 1,7 akkor

$$e = \frac{p_c * D_o}{2 * f * z + p_c}$$

ha D_o / D_i nagyobb 1,7 akkor

$$e = \frac{D_o}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{f * z - p_c}{f * z + p_c}} \right)$$

$$f = \min \left\{ \frac{R_{eHt}}{1,7} \text{ vagy } \frac{R_{p0,2t}}{1,7}; \frac{R_m}{2,4} \right\} \quad \text{ahol:}$$

- e = a szilárdságilag szükséges (minimális) falvastagság (gyártási-, korróziós- és egyéb tűrések nélkül) [mm]
- P_c = tervezési nyomás [MPa] (az összetartozó nyomás/hőmérséklet értékekből)
- D_o = cső külső átmérője [mm]
- D_i = cső belső átmérője [mm]
- f = megengedett feszültség [N/mm²]
- R_{eHt} = egyezményes folyáshatár a tervezési hőmérsékleten [N/mm²]
- $R_{p0,2t}$ = 0,2% maradó nyúláshoz tartozó folyáshatár a tervezési hőmérsékleten [N/mm²]
- R_m = szakító szilárdság [N/mm²]

z = varrat jóságfok

Pótlékok és meghatározásuk

A csővezeték „s” falvastagságának méretezésekor, számítással meghatározott „T” (e) szilárdságilag szükséges minimális falvastagságot „c” pótlékkal kell növelni, majd a szabványos, névleges falvastagság értékre kell kerekíteni.

$s \geq T_{\min} (e) + c$

ahol

s = a kiválasztott falvastagság

c = c₁+c₂+c₃, ahol

c = az Összes falvastagság pótlék

c₁- korróziós és eróziós pótlék (a tervező határozza meg a szállított közeg kémiai hatása, szennyezettsége, sebessége, korrózió védelem, felületvédelem, bevonatok, tervezett élettartam figyelembe vételével) 0,5-1 mm

c₂ - a cső negatív gyártási tűrését kiegyenlítő pótlék (a cső alakszabványa tartalmazza)

c₃- alapanyag gyártástechnológiai pótlék (gyártási utasítás és alapanyag szabvány tartalmazza)

2. NYOMÁSALATTI HEGESZTÉSNÉL MEGENGEDHETŐ NYOMÁS SZÁMÍTÁSA

Nyomás alatt álló csővezetéken hegesztést csak csökkentett üzemi nyomáson szabad végezni. A hegesztés alatt megengedhető maximális üzemi nyomást az alábbi képlettel kell meghatározni (ASME B 31.8 szerint):

$$p = \frac{2 * Re * h * (t - c)}{D * n}$$

Ahol:

p a csővezeték maximális üzemi nyomása a hegesztés alatt MPa

Reh a csővezeték alapanyagára jellemző folyáshatár N/mm²

t alapcső falvastagsága mm

c beolvadási mélység (3/32"~2,4 mm) mm

n biztonsági tényező 2

D alapcső külső átmérője mm