**KIFÁRADÁS kisfeladat**

Mintafeladat

# 1. Célkitűzés

Méretezési eljárás gyakorlása állandó amplitúdójú, szinuszos terhelésmodell esetén, adott **N > 2⋅106 = áll**. élettartamra.

# 2. Feladat

Hengeres átmenti keresztmetszet (tengelyváll “**A**”-alak) biztonsági tényezőjének meghatározása számítással és szerkesztéssel, szinuszosan változó:

- tiszta hajlító igénybevétel (M = Mm + Ma⋅sin t),

- tiszta csavaró igénybevétel (T = Tm + Ta⋅sin t),

- azonos fázisú és frekvenciájú egyidejű hajlítás és csavarás (összetett igénybevétel)

esetén, adott N = 2⋅106 ciklusszámra.

# 3. Kiinduló adatok

## 3.1 Geometria

d = 30 mm D = 40 mm Ra = 3.2 m

r = 0.5 mm t = 5 mm

## 3.2 Terhelések

Hajlító nyomaték: **M = 300 + 150⋅sin t**

Csavaró nyomaték: **T = 150 + 150⋅sin t**

## 3.3 Alaktényező

Az átmeneti keresztmetszeti **Kt** **alaktényezője** diagram formában (GÉPELEMEK I. Feladatok: 2. fejezet 2.19 és 2.20 ábra), valamint az ****k **érzékenységi tényező** diagram és analitikus formában (GÉPELEMEK I. Feladatok: 2. fejezet 2.28 ábra).

## 3.4 Alapanyag határállapot jellemzői

A vizsgált tengely anyaga: **Fe 235**.

##### Statikus anyagjellemzők

|  |  |
| --- | --- |
| Folyáshatár: | ReH = 215 MPa, |
| Szakítószilárdság: | Rm = 380 MPa, |
| Folyáshatár hajlításra: | Fh = 258 MPa, |
| Folyáshatár csavarásra: | F = 135 MPa. |

***Kifáradási határ-amplitúdók adott középfeszültségekhez,***

***állandó amplitúdójú terhelésmodell esetén***

|  |  |
| --- | --- |
| Tiszta váltakozó határ-amplitúdó hajlításra: | V(M=0) = 170 MPa |
| Tiszta váltakozó határ-amplitúdó csavarásra: | V(M=0) = 94 MPa |
| Határ-amplitúdó adott középfeszültséghez, hajlításra: | A(M=126) = 126 MPa |
| Határ-amplitúdó adott középfeszültséghez, csavarásra: | A(M=50) = 85 MPa |

# 4. Kidolgozás

## 4.1 Az adott keresztmetszet ábrázolása

|  |
| --- |
|  |

## 4.2 Az adott terhelési függvények ábrázolása az idő függvényében

|  |
| --- |
|  |

## 4.3 Névleges feszültségek számítása

**Keresztmetszeti tényezők**

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

**Közepes feszültségek**

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

**Feszültség-amplitúdók**

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

4.4 Gátlástényezők számítása

**Alaktényező hajlításra:** **Kt** = ***f* (d/D=0.75, r/t=0.1)**

Kt = **3** → 1. diagramból (GÉPELEMEK I. Feladatok: 2.19 ábra)

**Alaktényező csavarásra:** **Kt** = ***f* (d/D=0.75, r/t=0.1)**

Kt = **2** → 2. diagramból (GÉPELEMEK I. Feladatok: 2.20 ábra)

|  |  |
| --- | --- |
| 1. diagram | 2. diagram |

**Érzékenységi tényező (hajlításra, csavarásra):k** = ***f* (ReH/Rm=0.565, r=0.5)**

k = **0.45** → 3. diagramból (GÉPELEMEK I. Feladatok: 2.28 ábra)

|  |
| --- |
| 3. diagram |

**Gátlástényező hajlításra:** **Kf** = ***f* (Kt, k)**

Kf = (Kt - 1)⋅k + 1 = (3 - 1)⋅0.45 + 1 = **1.9**

**Gátlástényező csavarásra:** **Kf** = ***f* (Kt, k)**

Kf = (Kt - 1)⋅k + 1 = (2 - 1)⋅0.45 + 1 = **1.45**

## 4.5 Biztonsági területek szerkesztése az adott alapanyagra

A szerkesztés az *1. ábrán* látható.

(1) V=170-ből egyenest húzunk a [M=126; A=126] ponton keresztül;

(2) hF=258-ból 45°-os egyenest húzunk

(3) V=94-ből egyenest húzunk a [M=50; A=85] ponton keresztül;

(4) F=135-ből 45°-os egyenest húzunk

## 4.6 Biztonsági területek szerkesztése az adott keresztmetszetre

**Mérettényező (hajlításra, csavarásra): ** = ***f* (d=30)**

 = **0.9** → 4. diagramból (Kabai: Gépelemek I. 10. ábra, “**b**” görbe)

|  |
| --- |
| 4. diagram |

**Felületi érdesség tényező:**

**** =***f* (ReH/Rm=0.565, Rz=4.5⋅Ra=14.4)**

|  |  |
| --- | --- |
|  =  =  = **0.98**  5. diagramból (Kabai: Gépelemek I. 11. ábra) → | 5. diagram |

**Tiszta váltakozó határ-amplitúdó hajlításra (átmeneti keresztmetszetre):**



A biztonsági terület szerkesztése az *1. ábrán* látható.

A VK=78.9-ból induló, az alapanyag határoló görbével párhuzamos egyenes, illetve a folyáshatártól Fh=-ből induló 45°-os egyenes definiálná, de mivel ezeknek az egyeneseknek nincs metszéspontja -M ++ tér-negyedben,esetünkben megegyezik az egyszerűsített biztonsági területtel.

Az egyszerűsített biztonsági terület (5) szerkesztése az *1. ábrán* látható.

(5) VK=78.9-ből egyenest húzunk a hF=258 pontba.

**Tiszta váltakozó határ-amplitúdó csavarásra (átmeneti keresztmetszet):**



A biztonsági terület szerkesztése az *1. ábrán* látható.

Határoló egyenesek: VK=57.1-ból induló, az alapanyag határoló görbével párhuzamos egyenes, illetve a folyáshatártól F=135-ből induló 45°-os egyenes. Itt van metszéspont a -M ++ tér-negyedben.

Az egyszerűsített biztonsági terület (6) szerkesztése az 1. ábrán látható.

(6) VK=57.1-ből egyenest húzunk a F=135 pontba.

## 4.7 Biztonsági tényező számítása egyszerű igénybevételre

**Közepes feszültség biztonsági tényezője**

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

**Feszültség-amplitúdó biztonsági tényezője**

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

**Eredő biztonsági tényező**

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
| (nem felel meg) | (megfelel) |

**Szerkesztéssel**

A szerkesztés az *1. ábrán* látható.

(7) A **P** pont megszerkesztése [m=113; a=56.5] koordinátákkal.

Az **O** és **P** pontokat összekötve az (5)-el való metszéspontot **P’**-vel jelölve a biztonsági tényező hajlításra:

 (nem felel meg)

(8) A **K** pont megszerkesztése [m=28.3; a=28.3] koordinátákkal.

Az **O** és **K** pontokat összekötve az (6)-el való metszéspontot **K’**-vel jelölve a biztonsági tényező csavarásra:

 (megfelel)

## 4.8 Biztonsági tényező összetett igénybevételre

Folyáshatár-viszony: 

#### Redukált középfeszültség

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

#### Középfeszültségek rész-biztonsági tényezői

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

#### Határa-amplitúdó az adott redukált feszültségekhez

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

#### Rész-biztonsági tényező

|  |  |
| --- | --- |
| hajlításra: | csavarásra: |
|  |  |

**Eredő biztonsági tényező**

 (nem felel meg)

**Szerkesztéssel**

A szerkesztés az *1. ábrán* látható.

A biztonsági terület (9) szerkesztése összetett igénybevétel esetén az *1. ábrán* látható.

(9) Az ellipszis pontok általános koordinátái: (”AK, ”AK), akkor az ellipszis egyenlete:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Ebből ”AK-t kifejezve: |  |

Mivel (’AK)2 = 40.592 = 1648 (MPa)2

és (’AK)2 = 29.382 = 863 (MPa)2,

így az ellipszis néhány pontja számítható:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ”AK  [MPa] | 10 | 20 | 30 |
| ”AK [MPa] | 28.5 | 25.6 | 19.8 |

**A biztonsági tényező szerkesztéssel** (összetett igénybevétel esetén):

A szerkesztés az *1. ábrán* látható.

(10) A **C** pont megszerkesztése [a=56.5; a=28.3] koordinátákkal.

Az **O** és **C** pontokat összekötve az (10)-el való metszéspontot **C’**-vel jelölve a biztonsági tényező összetett igénybevétel esetén:

 (nem felel meg)



Alapanyag

biztonsági terület