

BÖLÜM I. MAKİNA ELEMANLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

1. MAKİNA ELEMANLARI HAKKINDA GENEL BİLGİ

$$K_a < K_o$$

$$S = \frac{K_o}{K_a} > 1$$

$$L_{hi} \leq L_{hf} \quad \text{veya} \quad S_h = \frac{L_{hf}}{L_{hi}} \geq 1$$

1.8. Makina Konstrüksiyonunda Mukavemet Hesap Yönteminin Esasları

1.8.1. Gerilmeler

$$\text{Gerilme} = \frac{\text{Kuvvet}}{\text{Alan}}, \quad \text{Gerilme} = \lim_{\Delta A_x \rightarrow 0} \frac{\Delta F}{\Delta A_x} \quad \text{veya}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Emniyet fikrine:

$$\sigma \leq \frac{\sigma^*}{S}; \quad \tau < \frac{\tau^*}{S}$$

$$\sigma_{em} = \frac{\sigma^*}{S}; \quad \tau_{em} = \frac{\tau^*}{S};$$

$$\sigma \leq \sigma_{em}; \quad \tau \leq \tau_{em}.$$

S'nin değerleri aşağıdaki gibi seçilebilir:

S = 1,5 ... 2 - Nispeten sabit çevre şartları altında çalışan ve kolayca tespit edilen kuvvet ile gerilmeler maruz kalan ve özellikleri çok iyi bilinen malzemeler için.

S = 2,5 ... 3 - Normal çevre şartlarında çalışan ve tespit edilebilen kuvvet ile gerilmelere maruz kalan orta kaliteli malzemeler için.

S = 3 ... 4 - Belirsiz çevre şartlarında çalışan veya belirsiz gerilmeler maruz kalan malzemeler için.

S ≥ 5 - Burkulamaya zorlanan malzemeler için.

1.8.2. Zorlama ve Yükleme Şekilleri

Degisken dinamik gerilmeler:

$$\sigma_0 = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} \quad \text{veya} \quad \tau_0 = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2}$$

$$\sigma_g = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} \quad \text{veya} \quad \tau_g = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2}$$

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \sigma_g \quad \text{ve} \quad \sigma_{min} = \sigma_0 - \sigma_g$$

$$\tau_{max} = \tau_0 + \tau_g \quad \text{ve} \quad \tau_{min} = \tau_0 - \tau_g$$

1. Statik gerilme veya yükleme:

$$\sigma_{max} = \sigma_{min}; \quad \sigma_0 = \sigma_{max} = \text{sabit}; \quad \sigma_g = 0.$$

2. Tam degişken gerilme veya yükleme:

$$\sigma_{max} = -\sigma_{min}; \quad \sigma_0 = 0; \quad \sigma_g = \sigma_{max}.$$

3. Genel degişken gerilme veya yükleme

$$\sigma_{max} \neq \sigma_{min}; \quad \sigma_0 = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}; \quad \sigma_g = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$$

4. Titreşimli gerilme:

$$\sigma_{min} = 0; \quad \sigma_0 = \sigma_g = \frac{\sigma_{max}}{2}$$

1.9. Nominal Gerilmeler

1. Basit Gerilmeler Hali:

a. Çekme (σ_c) ve Basma (σ_b):

$$\sigma_c = \frac{F}{A}; \quad \sigma_b = -\frac{F}{A}.$$

b. Kesme (τ_m):

$$\tau_m = \frac{F}{A}.$$

c. Eğilme (σ_e):

$$\sigma_e = \frac{M_e}{W}; \quad W = \frac{I}{e_{max}}$$

$$W_p = \pi d^3 / 32$$

d. Burulma (τ):

$$\tau = \frac{T}{W_p}; \quad W_p = \frac{I_p}{e_{max}}; \quad T = \frac{P}{\omega}, \text{ Nm}$$

$$W_p = \pi d^3 / 16$$

2. Bileşik Gerilmeler

a. Nominal gerilmeler. Eleman çekme - eğilmeye zorlandığı varsayırlırsa

$$\sigma_{c,top} = \sigma_{max} = \sigma_c + \sigma_e = \frac{F}{A} + \frac{M_e}{W}$$

$$\sigma_{b,top} = \sigma_{min} = \sigma_b - \sigma_e = \frac{F}{A} - \frac{M_e}{W}$$

Basma - eğilmeye zorlandığı durumda toplam gerilmeler

$$\sigma_{b,top} = \sigma_{min} = \sigma_b - \sigma_e = \frac{F}{A} - \frac{M_e}{W}$$

ve

$$\sigma_{b,top} = \sigma_{max} = \sigma_b + \sigma_e = \frac{F}{A} + \frac{M_e}{W}$$

Mukavemet Varsayımları

1. Maksimum normal gerilme varsayımlı:

$$\sigma_B = 0,5\sigma + 0,5 \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

$$M_B = 0,5M_e + 0,5 \sqrt{Me^2 + 4Mb^2}$$

2. Maksimum kayma gerilmesi varsayımlı:

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

$$M_B = \sqrt{Me^2 + 4Mb^2}$$

$$\sigma = 2\tau \quad \text{veya} \quad \tau = 0,5\sigma$$

3. Maksimum biçim değiştirme enerjisi varsayımları:

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad M_B = \sqrt{Me^2 + 0,75Mb^2}$$

$$\sigma = 1,73 \tau \text{ veya } \tau = \frac{1}{1,73}\sigma = 0,577\sigma$$

1.10. Mukavemet Sınırları

Çeşitli malzemelerin E, G ve ν değerleri Cetvel 1.1. DİN ve TS standartlarına göre çeşitli malzemelerin çekme, akma ve çekme - kopma sınırları Cetvel 1.2 ... 1.6.

1.11. Parça Mukavemet Sınırlarını Etkileyen Faktörler

1.11.1. Centik Etkisi

$$\sigma_{max} = k_t \sigma \quad k_t = \sigma_{max}/\sigma$$

k_t değerleri: - Çekme veya basmaya çalışan elemanlar için Şekil 1.19 ... 1.23'de; - eğilmeye çalışan elemanlar için Şekil 1.24 ... 1.30'de; - burulmaya çalışan elemanlar için Şekil 1.31 ... 1.33'de verilmiştir (teoriktir).

$$k_c = 1 + q(k_t - 1)$$

Centik hassasiyet faktörünün değerleri Cetvel 1.7'den veya q değerleri Şekil 1.34 ve Şekil 1.35'de verilmiş olan diyagamlardan da seçilebilir.

1.11.2. Yüzey Pürüzlülüğü

k_y - Yüzey düzgünliği faktörü Şekil 1.36.

1.11.3. Boyut Etkisi

k_b - Büyüklük faktörü Cetvel 1.8.

1.12. Yorulma Olayı

1.12.1. Sonlu ve Sonsuz Ömür İçin Mukavemet Esasları

$N = 10^3$ yük değişme sayısı için $\sigma_G = \sigma_{ZD} \approx 0,9\sigma_K$.

$N \geq 10^3$ yük değişme sayısı için $\sigma_G = \sigma_D \approx 0,5\sigma_K$.

$N \leq 10^3$ 'de hesap statik mukavemetlere göre yapılır.

a) $10^3 < N < 10^6$ için hesap zamana bağlı mukavemete göre yapılır. Bu durumda Wöhler diyagramı kullanılır.

b) $N \geq 10^6$ olduğu takdirde hesap sürekli mukavemet sınırlarına göre yapılır ve Soderberg veya Smith-Goodman diyagamları kullanılır.

Kopma mukavemeti $\sigma_K \leq 1400$ MPa olan çelikler için $\sigma_D \approx 0,5\sigma_K$.

Kopma mukavemeti $\sigma_K > 1400$ MPa olan çelikler için $\sigma_D = 700$ MPa.

$N = 10^3$ için $\sigma_{ZD} \approx 0,9 \sigma_K = 0,9 \cdot 500 = 450$ MPa.

$N = 10^6$ için $\sigma_D \approx 0,5 \sigma_K = 0,5 \cdot 500 = 250$ MPa

1.12.1. Yorulma Olayını Etkileyen Faktörler

Makine elemanlarının sürekli mukavemet sınırları:

$$\sigma_D^* = \frac{k_y k_b}{k_c} \sigma_D \quad \text{ve} \quad \tau_D^* = \frac{k_y k_b}{k_{ct}} \tau_D$$

k_y - Yüzey düzgünliği faktörü Şekil 1.36,

k_b - Büyüklük faktörü Cetvel 1.8,

k_c - Normal gerilmelerdeki centik faktörü

k_{ct} - Burulmadaki centik faktörü

1.13. Makina Elemanlarının Mukavemet Sınırları

1. Statik Zorlamma:

a. *Sinek malzemeler.* Akma sınırı için Cetvel 1.2'de verilen en küçük değer σ_{AK} seçilirse

$$\sigma^* = \sigma_{AK};$$

$$\tau^* = \tau_{AK},$$

en büyük değer seçilirse

$$\sigma^* = k_b \sigma_{AK};$$

$$\tau^* = k_b \tau_{AK}.$$

b. *Çok gevrek malzemeler.* Kopma sınırı σ_K için en küçük değer seçilirse

$$\sigma^* = \frac{\sigma_K}{k_c};$$

$$\tau^* = \frac{\tau_K}{k_c},$$

en büyük değer seçilirse

$$\sigma^* = \frac{k_b}{k_c} \sigma_K,$$

$$\tau^* = \frac{k_b}{k_c} \tau_K.$$

2. Tam Değişken Zorlamma: Sonsuz ömür

a. Çekme - Basma:

$$\sigma_{cD}^* = \frac{k_y k_b}{k_c} \sigma_{cD}.$$

b. Eğilme:

$$\sigma_{eD}^* = \frac{k_y k_b}{k_c} \sigma_{eD}.$$

c. Burulma ve Kesme:

$$\tau_D^* = \frac{k_y k_b}{k_c} \tau_D.$$

1.14. Makina Elemanlarının Mukavemet Hesabının Esasları

$$\sigma < \sigma^* \quad \text{veya} \quad \tau < \tau^*$$

1. Baytalandırmada ve 2. Kontrol hesap tarzı:

$$S = \frac{\sigma^*}{\sigma} \geq S_s.$$

3. Yük taşıma kabiliyeti:

$$F = \frac{A \sigma^*}{S}$$

BÖLÜM 2. PERCİN BAĞLANTILARI

2.1. Percin Bağlantılarının Özellikleri

Percin deliginin çapı d_1 , percinin çapı d 'ye esasen cetvelden seçilir veya yaklaşık olarak şu bağıntı tavsiye edilir:

1. Percin çapı:

$$d \approx 2s.$$

2. Percin adımı:

$$t_1 \approx (3 \dots 6) d_1.$$

3. Percinin levha kenarına olan uzaklığı:

$$e_1 \approx (1,6 \dots 3) d_1.$$

4. Percin sıraları arasındaki uzaklık:

$$e_2 \approx (1,5 \dots 3) d_1;$$

5. Ek levhanın (kapagın) kalınlığı:

$$s_1 \approx (0,5 \dots 0,8) s.$$

6. Bir sırada yerleşen percin sayısı:

$$z_1 = b/t_1.$$

7. Adımın gerçek değeri:

$$t = b/z_1.$$

8. Percinlerin yerleştirilmesi için gerekli genişlik:

$$b_0 = 2 e_1 + (z - 1) t.$$

9. Percinin çıkış uzunluğu:

$$l_1 = 1,5 d_1.$$

10. Percinin tam uzunluğu :

$$l_B = \sum s + l_1.$$

2.4. Hesap Yöntemi

1. Percin veya percin deliginin yüzey basinci ile zorlanması:

$$p = \frac{F}{z A_b} = \frac{F}{z s d_1} \leq p_{em}.$$

2. Percin gövdesinin kesilmeye zorlanması:

$$\tau = \frac{F}{z n A_k} = \frac{4F}{z n \pi d_1^2} \leq \tau_{em}.$$

a) Parçalar çekmeye zorlanırlar:

$$\sigma_c = \frac{F}{s_{min} (b - d_1 m)} \leq s_{em}.$$

Percin delikleri dolayısıyla sacın mukavemet bakımından zayıflaması

$$\gamma = \frac{s(t - d)}{st} = \frac{t - d}{t} < 1$$

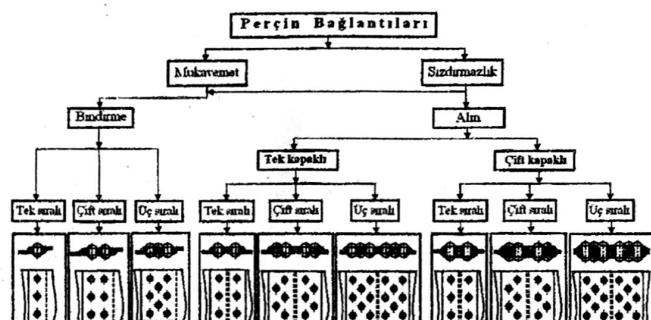
$$\nu = 0,75 \dots 0,85$$

$$A \geq \frac{F}{\nu \sigma_{em}}$$

Hafif metal konstrüksiyonlardaki percin için şu bağıntılar tavsiye edilir:

$$d \approx 1,5 s + 2 \text{ mm}; t \approx (2,5 \dots 6) d;$$

$$e_1 \approx 2 d; e_2 \approx 2 d.$$



1. Basit Gerilme Hal: a. Statik zorlanma:

– Çekme zorlanmasında:

$$A \geq \frac{F}{\sigma^*/S}; \sigma_g = \frac{F}{A} \leq \sigma_{em} \text{ veya } S = \frac{\sigma^*}{\sigma_g} \geq S_s$$

burada $\sigma_{em} = \sigma^*/S_s$.

– Eğilme Zorlanmasında

$$W \geq \frac{M_e}{\sigma_{em}}; \sigma_e = \frac{M_e}{W} \leq \sigma_{em} \text{ veya } S = \frac{\sigma^*}{\sigma_e} \geq S_s$$

– Burulma Zorlanmasında:

$$W_p \geq \frac{T}{\tau^*/S}; \tau = \frac{T}{W_p} \leq \tau_{em} \text{ veya } S = \frac{\tau^*}{\tau} \geq S_s$$

b. Tam Değişken Zorlanmada:

$$F = F_g = F_{max}; M_e = M_{eg} = M_{e max}; T = T_g = T_{max}$$

$$\sigma_{gd}^* = \frac{k_y k_b}{k_g} \sigma_{gd}; \sigma_{egd}^* = \frac{k_y k_b}{k_g} \sigma_{eg};$$

$$\tau_{gd}^* = \frac{k_y k_b}{k_g} \tau_{gd}.$$

c. Genel Değişken Zorlanmada:

$$\sigma_{gd} = \sigma_0 + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} \sigma_g; \tau_{gd} = \tau_0 + \frac{\tau_{AK}}{\tau_D^*} \tau_g$$

$$\sigma_o = \frac{F_o}{A}; \sigma_g = \frac{F_g}{A}; \sigma_{eg} = \frac{M_{eg}}{W}; \sigma_{eo} = \frac{M_{eo}}{W};$$

$$\tau_g = \frac{T_g}{W_p}; \tau_o = \frac{T_o}{W_p}$$

$$F_{gd} = F_0 + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} F_g; M_{egd} = M_{eo} + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} M_{eg};$$

$$T_{gd} = T_0 + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} T_g$$

Boyutlandırma ve kontrol bağlantıları sırasıyla:

– Çekme zorlanmasında:

$$A \geq \frac{F_{gd}}{\sigma_{AK}/S} = \frac{F_{gd}}{\sigma_{gem}}; \sigma_{gd} \leq \sigma_{em}; S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{gd}} \geq S_s.$$

– Eğilme zorlanmasında:

$$W \geq \frac{M_{egd}}{\sigma_{AK}/S} = \frac{M_{egd}}{\sigma_{em}}; \sigma_{egd} \leq \sigma_{em}; S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{egd}} \geq S_s.$$

– Burulma zorlamasında:

$$W_p \geq \frac{T_{gd}}{\tau_{AK}/S} = \frac{T_{gd}}{\tau_{em}}; \tau_{gd} \leq \tau_{em}; S = \frac{\tau_{AK}}{\tau_{gd}} \geq S_s.$$

2. Bileşik Gerilme Halı.

**III. Maksimum kayma gerilmesi varsayımlı.
Eşdeğer gerilme ve eşdeğer moment:**

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, M_B = \sqrt{M_e^2 + T^2}, \tau = 0,5\sigma.$$

IV. Maksimum biçim değiştirme enerjisi varsayımlı:

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}, M_B = \sqrt{M_e^2 + 0,75T^2},$$

$$\tau = 0,577\sigma \approx 0,58\sigma.$$

Bunlar esas alınarak boyutlandırma ve kontrol hesapları:

$$W \geq \frac{M_B}{\sigma_{AK}/S} = \frac{M_B}{\sigma_{em}};$$

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau^2} \leq \sigma_{em}; S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_B} \geq S_s.$$

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_{egd}^2 + 3\tau_{gd}^2}, M_B = \sqrt{M_{egd}^2 + 0,75T_{gd}^2}$$

$$\sigma_o = 0; \tau_o = 0; M_{eo} = 0 \text{ ve } T_g = 0$$

$$\sigma_{gd} = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} \sigma_g; \tau_{gd} = \tau; M_{egd} = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} M_{eg}; T_{gd} = T.$$

$$M_B = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} M_{eg}\right)^2 + 0,75T^2};$$

$$\sigma_B = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{AK}}{\sigma_D^*} \sigma_g\right)^2 + 3\tau^2}.$$

BÖLÜM 3. KAYNAK BAĞLANTILARI

3.3. Kaynak Dikişlerinin Hesabı

3.3.2. Kaynak Bağlantılarının Hesabı

3.3.2.1. Alın kaynağı

$$l_k = l - 2a$$

a. Çekme kuvveti ile zorlanan elemanlar:

$$\sigma_{\text{çk}} = \frac{F}{al_k} = \frac{F}{sl_k} \leq \tau_{\text{kem}},$$

b. Eğilme momenti ile zorlanan elemanlar:

$$\sigma_{\text{ek}} = \frac{M_e}{W_k} = \frac{M_e}{sl_k^2} = \frac{6M_e}{sl_k^2} \leq \tau_{\text{kem}}$$

Kaynak dikişindeki eğilme ve kayma gerilmeleri:

- Eğilme gerilmesi

$$\sigma_{\text{ek}} = \frac{M_e}{W_k} = \frac{M_e}{sl_k^2} = \frac{6FL}{sl_k^2},$$

- Kayma gerilmesinde ise

$$\tau_k = \frac{F}{A_k} = \frac{F}{sl_k}.$$

$$\sigma_{kB} = 0,5 \left(\sigma_{\text{ek}} + \sqrt{\sigma_{\text{ek}}^2 + 4\tau_k^2} \right) \leq \tau_{\text{kem}},$$

veya

$$\sigma_{kB} = \sqrt{\sigma_{\text{ek}}^2 + 4\tau_k^2} \leq \tau_{\text{kem}}.$$

c. Çekme ve eğilme ile zorlanan elemanlar:

$$\sigma_{k\text{top}} = \sigma_{\text{çk}} + \sigma_{\text{ek}} = \frac{F}{sl_k} + \frac{6M_e}{sl_k^2} \leq \tau_{\text{kem}}.$$

3.3.2.2. Köşe kaynağı

I. Yan kaynak köşe kaynağı.

1. Çekme kuvveti ile zorlanan elemanlar

($a \approx 0,7s$):

$$\tau_k = \frac{F}{2al_k} = \frac{F}{1,4sl_k} \leq \tau_{\text{kem}},$$

2. Eğilme momenti ile zorlanan elemanlar:

a. Yaklaşık çözüm tarzı :

$$F = \frac{M_e}{b+s},$$

$$\begin{aligned} \tau_k &= \frac{F}{al_k} = \frac{M_e}{2al_k(b+s)} = \\ &= \frac{M_e}{2 \cdot 0,7sl_k(b+s)} \leq \tau_{\text{kem}}. \end{aligned}$$

b. Tam çözüm tarzında

$$\tau_k = \frac{M}{I_{pk}} r$$

1

Şekil 3.11b'den I_{pk}

$$\begin{aligned} I_{pk} &= I_{pk_0} + A_k r_0^2 = \\ &= \frac{A_k l_k^2}{12} + A_k r_0^2 = A_k \left(\frac{l_k^2}{12} + r_0^2 \right), \end{aligned}$$

$$A_k = al_k; I_{pk_0} = \frac{al_k^3}{12} = \frac{A_k l_k^2}{12} - \text{Cetvel 3.1.}$$

3. Kaynak bağlantısı F kuvveti ile eleman eksenine dik olarak etki gösterirse: -kaynak dikişinde $M = FL$ momenti meydana gelir ve τ_{kM}, τ_{kF} gerilmeleri:

$$\tau_{k\text{top}} = \tau_{kF} + \tau_{kM} = \frac{F}{1,4sl_{kF}} + \frac{M}{I_{pk}} r \leq \tau_{\text{kem}}$$

a. Alın köşe kaynağı

1. Çekme kuvveti ile zorlanan elemanlar:

$$\tau_k = \frac{F}{2al_k} = \frac{F}{1,4sl_k} \leq \tau_{\text{kem}}.$$

2. Moment etkisi altında bulunan elemanlar:

$$|\tau_k| = \frac{M_e}{2W_k} = \frac{M_e}{2al_k^2} = \frac{6M_e}{1,4sl_k^2} \leq |\tau_{\text{kem}}|.$$

3. Kaynak bağlantısı eğilme ve kayma etkisinde olan elemanlar

kaynak dikişinde $M = FL$ momenti meydana gelir ve τ_{kM}, τ_{kF} gerilmeleri:

$$\tau_{kM} = \frac{6FL}{1,4sl_k^2}, \quad \tau_{kF} = \frac{F}{1,4sl_k},$$

$$\tau_{k\text{top}} = \sqrt{\tau_{kF}^2 + \tau_{kM}^2} \leq \tau_{\text{kem}}.$$

$$\sigma_B = \frac{1}{2} [\sigma_{\text{ek}} + \sqrt{\sigma_{\text{ek}}^2 + 4(\tau_{k\text{top}})^2}]$$

4. Çekme kuvveti ve moment etkisi altında bulunan elemanlar:

$$\tau_{kM} = \frac{6F_2 L}{1,4sl_k^2}; \quad \tau_{kF_1} = \frac{F_1}{1,4sl_k}; \quad \tau_{kF_2} = \frac{F_2}{1,4sl_k}$$

$$\tau_{k\text{top}} = \tau_k = \sqrt{(\tau_{kF_1} + \tau_{kM})^2 + \tau_{kF_2}^2} \leq \tau_{\text{kem}}.$$

$$\sigma_B = \sqrt{(\sigma_{\text{çk}} + \sigma_{\text{ek}})^2 + 3(\tau_{k\text{top}})^2}$$

4. Profil demir bağlantısı:

$$\tau_k = \frac{F}{2al_k} = \frac{F}{1,4sl_k} \leq \tau_{\text{kem}},$$

$$l_{k1} = l_k \frac{e_1}{e_1 + e_2}, \quad l_{k2} = l_k \frac{e_2}{e_1 + e_2}, \quad l_k = l_{k1} + l_{k2}.$$

5. Burulmaya maruz kalan elemanlar:

$$\tau_k = \frac{M_b}{W_{pk}} = \frac{M_b}{\frac{\pi}{16} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D}} \leq \tau_{\text{kem}},$$

$$Q_{\text{sayı}} \quad n = \frac{2AB\pi d^2 L}{$$

3.4. Kaynak Dikişi İçin Emniyet Gerilmesinin Tayini

1. Statik Zorlanma Hali: Çekme ve eğilmeye, burulmada :

$$\sigma_{kem} = \varphi_0 \cdot \varphi_1 \cdot \sigma_{AK}/S$$

$$\tau_{kem} = \varphi_0 \cdot \varphi_1 \cdot \tau_{AK}/S$$

$$\tau_{AK} = 0,5\sigma_{AK} \quad \text{veya} \quad \tau_{AK} = 0,577\sigma_{AK}.$$

2. Dinamik Zorlanma Hali:

$$\sigma_{kem} = \varphi_0 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \sigma_{AK}/S$$

$$\tau_{kem} = \varphi_0 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \tau_{AK}/S$$

3. Değişken Zorlanma Hali:

$$\sigma_{kD}^* = k_k \frac{k_y k_b}{k_{kç}} \sigma_D,$$

$$\sigma_{ko} + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{kD}^*} \sigma_{kg} \leq \frac{\sigma_{AK}}{S} \quad \text{ve}$$

$$S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{ko} + \left(\frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{kD}^*} \right) \sigma_{kg}},$$

$$\sigma_{ko} + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{kD}^*} \sigma_{kg} \leq \frac{\sigma_{AK}}{S},$$

$$S = \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{ko} + \frac{\sigma_{AK}}{\sigma_{kD}^*} \sigma_{kg}}.$$

4. Tam değişken:

5. Burulma zorlanmaları:

$$\tau_{kg} \leq \frac{\tau_{kD}^*}{S} ; \quad S = \frac{\tau_{kD}^*}{\tau_{kg}}$$

veya

$$\tau_{kD em} = \frac{\tau_{kD}^*}{S} = k_k \frac{k_y k_b}{k_{kç}} \cdot \frac{\tau_D}{S}$$

σ_{AK} , τ_{AK} , σ_D , τ_D – Cetvel 1.2; k_y – Şekil 1.36; k_b – Cetvel 1.8; $k_{kç}$ – Cetvel 3.3.

3.5. Basınç Kaynağı

Kayma gerilmeleri

$$\tau_k = \frac{F}{z A_k} = \frac{F}{z \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4F}{z \pi d^2} \leq \tau_{kem}$$

$$A = \pi d^2 / 4.$$

Nokta kaynakları için çaplar ve diğer boyutlar Cetvel 3.4

Cetvel 3.1. Çeşitli kaynak dikişlerinin kutupsal eylemsizlik momentleri

Kaynak dikişinin kesit şekli					
Kutupsal eylemsizlik momenti I_{pk_0}	$\frac{al_k^3}{12}$	$\frac{a^3 l_k}{12}$	$\frac{al_k(3b^2 + l_k^2)}{6}$	$\frac{al_k(l_k^2 + 3b^2)}{6}$	$\frac{a(l_k1 + l_k2)^3}{6}$

Cetvel 3.2. Kaynak kalite faktörü k_k değerleri

Kaynak kalite faktörü	Kaynak kalitesi		
	I. kalite	II. kalite	III. kalite
k_k	1,0	0,8	0,5

BÖLÜM 4. CİVATA BAĞLANTILARI

4.2. Vidanın Özellikleri ve Genel Boyutları

Eğim açısı:

$$\tan \beta = \frac{h}{\pi d_2} \quad \text{veya} \quad \beta = \arctan \frac{h}{\pi d_2}$$

Cok ağızlı vidaların adımı veya stroku:

$$h_1 = z_0 h \quad \text{veya} \quad p_1 = z_0 p$$

4.3 Malzeme Ve Teknoloji

Civata ve somunlar çelikten imal edilir ve çeliklerin bütün cinsleri kullanılır (Cetvel 4.1).

Semboller: eski 4A, 4D, 4S, 5D ve yeni: 3.6, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.6. Civataların mukavemet sınırları Cetvel 4.2'de verilmiştir.

4.4 Civata Bağlantılarının Teorisi

4.4.1 Sıkma Momenti

$$M_{Stop} = M_S + M_{SA}$$

4.4.1.1. M_S -Momentinin Tayini

Kare vidalarda:

$$\mu = \tan \rho, \quad F_t = F_{on} \frac{\tan \beta + \tan \rho}{1 - \tan \rho \tan \beta},$$

veya

$$F_t = F_{on} (\rho + \beta).$$

Üçgen ve trapez vidalarda:

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}, \quad \mu' = \tan \rho', \quad F_{t\Delta} = F_{on} \tan(\beta + \rho')$$

Somunu çözerken:

$$F^1_{t\Box} = F_{on} \tan(\beta - \rho), \quad F^1_{t\Delta} = F_{on} \tan(\beta - \rho').$$

Esas sıkma momenti :

$$M_{S\Box} = F_{on} \frac{d_2}{2} \tan(\beta + \rho), \quad M_{S\Delta} = F_{on} \frac{d_2}{2} \tan(\beta + \rho')$$

$$M_{S\Delta} = F_{on} \frac{d_2}{2} \frac{\tan \beta + \mu'}{1 - \tan \beta \mu'},$$

$$\tan \beta = \frac{p}{\pi d_2}, \quad \mu' \tan \beta \ll 1 \text{ olduğundan,}$$

$$M_{S\Box} \approx F_{on} \frac{d_2}{2} \left(\frac{h}{\pi d_2} + \mu \right), \quad M_{S\Delta} \approx F_{on} \left(\frac{h}{\pi d_2} + \mu' \right)$$

Çözme momenti ise:

$$M^1_{S\Box} \approx F_{on} \frac{d_2}{2} \tan(\beta - \rho), \quad M^1_{S\Delta} \approx F_{on} \frac{d_2}{2} \tan(\beta - \rho')$$

4.4.1.2. M_{SA} Momentinin Tayini

$$M_{SA} = \mu_0 F_{on} \frac{d_0}{2}, \quad d_0 = (D_0 + d_D)/2;$$

$$d_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{D_0^3 - d_D^3}{D_0^3 - d_D^3}. \quad \text{Pratikte } d_0 \approx 1,4 d.$$

4.4.1.3 Toplam Sıkma Momenti

$$M_{Stop} = F_{on} d \left[\frac{d_2}{2d} \tan(\beta + \rho') + \mu_0 \frac{d_0}{2d} \right]$$

$$k_0 = \frac{d_2}{2d} \tan(\beta + \rho') + \mu_0 \frac{d_0}{2d} \text{ alınırsa,}$$

$$M_{Stop} = k_0 F_{on} d$$

Standart vidalar için $\mu \approx \mu_0 \approx 0,12 \dots 0,2$; $k_0 = 0,18 \dots 0,22$,

$$M_{Stop} = (0,18 \dots 0,22) F_{on} d$$

$k_0 = 0,2$ ortalama değer için

$$M_{Stop} = 0,2 F_{on} d.$$

Daha hassas hesaplarda μ değerleri Cetvel 4.3.

4.4.1.4. Sonuçlar

Kilitleme veya otoblokaj şartı:

$$M^1_{S\Box} \leq 0 \text{ veya } M^1_{S\Delta} \leq 0 \text{ veya}$$

$$\beta \leq \rho \text{ ve } \beta \leq \rho'$$

Bu halde çözüm momenti :

$$M'_S = F_{on} \frac{d_2}{2} \tan(\rho' - \beta)$$

4.4.2 Ön Gerilme Teorisi

$$k_c = \tan \varphi = \frac{F_{on}}{\delta_c} = \frac{E_c A_c}{l_c}, \quad k_p = \tan \psi = \frac{F_{on}}{\delta_p} = \frac{E_p A_p}{l_p}$$

F_{is} işletme kuvvetinin etkisi altında δ^1 ise :

$$\delta_{c,top} = \delta_c + \delta', \quad \delta_{p,top} = \delta_p - \delta',$$

$$F_{top} = F_{on} + F_z, \quad F'_{on} = F_{on} + F_o,$$

$$F_z = \delta' \tan \varphi = \delta' k_c, \quad F_o = \delta' \tan \psi = \delta' k_p,$$

$$F_{is} = F_z + F_o = \delta' (k_c + k_p), \quad \delta' = F_{is} \frac{1}{k_c + k_p},$$

$$F_z = F_{is} \frac{k_c}{k_c + k_p}, \quad F_o = F_{is} \frac{k_p}{k_c + k_p} F_{is},$$

$$k_e = \frac{k_c}{k_c + k_p}, \quad F_z = k_e F_{is}, \quad F_o = (1 - k_e) F_{is},$$

$$F_{top} = F_{on} + k_e F_{is}, \quad F'_{on} = F_{on} - (1 - k_e) F_{is}$$

4.5. Bağlama Civatalarının Pratik Hesap Yöntemleri

4.5.1 Ön Gerilmesiz Bağlanan Civatalar

Civata $F_{is} = F$ çekmeye zorlanır:

$$\sigma_f = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi d_1^2}{4}} \leq \sigma_{em}, \quad \sigma_{em} = \sigma_{AK}/S, \quad d_1^3 \sqrt{\frac{4F}{i\pi s_{em}}}.$$

4.5.2 Ön Gerilme İle Bağlanan Civatalar

Cekme gerilmesi:

$$s_f = \frac{4F_{on}}{\pi d_1^2}.$$

Burulma gerilmesi:

$$t = \frac{16M_s}{\pi d_1^3}.$$

Bileşik gerilme:

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_f^2 + 3t^2} \leq \sigma_{em}, \quad \sigma_{em} = \frac{\sigma_{AK}}{S}.$$

4.5.3 Enine Kuvvete Maruz Kalan Civatalar

1. Boşluk ile Bağlanan Civatalar

$$c_o = 1,1 \dots 1,6; \quad F_{on} = \frac{c_o F}{mi}; \quad M_s \approx 0,2 F_{on} d; \quad T = M_s;$$

$$\sigma_f = \frac{4F_{on}}{\pi d_1^2}; \quad t = \frac{16T}{\pi d_1^3}; \quad s_B = \sqrt{s_f^2 + 3t^2} \leq s_{em}.$$

Boyutlandırmada burulma etkisi de göz önüne alınırsa, hesap ($c_b = 1,2 \dots 1,5$) $c_b F_{on}$ kuvvetine göre yapılır.

$$\sigma_f = \frac{4c_b F_{on}}{\pi d_1^2} \leq \sigma_{em}; \quad \sigma_{em} = \sigma_{AK}/S; \quad d_1^3 \sqrt{\frac{4 c_b F_{on}}{p s_{em}}}.$$

2. Deliğe Boşluksuz Geçen Civatalar

Bu halde civatalar perçinler gibi kesmeye

$$t = \frac{4F}{i\pi p d_1^2} \leq t_{em}; \quad \tau_{em} = \frac{\tau_{AK}}{S}$$

$$p = \frac{F}{isd} \leq p_{em} \text{ veya } s_{ez} = \frac{F}{isd} \leq s_{em}$$

3. Çelik Konstrüksiyonda Kullanılan Civatalar

$$F_{on} \gg (0,7 \dots 0,8) \frac{p d_1^2}{4} S_{AK}, \quad M_{Stop} \approx 0,2 F_{on} d,$$

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4c_b F_{on}}{\pi \sigma_{em}}}, \quad s_f = \frac{4c_b F_{on}}{\pi d_1^2} \leq s_{em},$$

$$\sigma_B = \sqrt{\sigma_f^2 + 3t^2} \leq \sigma_{em}.$$

$$t = \frac{4F}{i\pi p d_1^2} \leq t_{em}, \quad d^3 \sqrt{\frac{4F}{i\pi p t_{em}}},$$

$$p = \frac{F}{isd} \leq p_{em} \text{ veya } s_{ez} = \frac{F}{isd} \leq s_{ez}.$$

4.4.3 Vidanın Zorlanması

Yüzey Basıncı:

$$p = \frac{F_1}{\frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2)} \leq p_{em} \text{ veya } p = \frac{F}{z\pi d_2 t_2} \leq p_{em}.$$

Kesme Gerilmesi:

$$\tau = \frac{F}{z\pi d_1 (ah)} \leq \tau_{em},$$

kare vidalar için $a = 0,5$

trapez vidalar için $a = 0,65$

üçgen civata için $a = 0,75$

üçgen somun için $a = 0,85$

$$z \geq \frac{4F}{\pi(d^2 - d_1^2)p_{em}}$$

Somun yüksekliği:

$$m = z p = \frac{4Fp}{\pi(d^2 - d_1^2)p_{em}}$$

Pratikte bağlama civataları için somun yükseklikleri;

-Çelik, dökme, veya bronz: $m = (0,8 \dots 1) d$, $p_{em} = \sigma_{AK}/4$,

-Dökme demir: $m = 1,3 d$, $p_{em} =$

$\sigma_{AK}/6,67$,

-Hafif metal: $m = 2 d$, $p_{em} = \sigma_{AK}/10$,

Çelik standart somunlarda $m = 0,8 d$.