

2010 Mart

www.guven-kutay.ch

CIVATALAR TABLOLAR ve ÖRNEKLER

08d

Özet

M. Güven KUTAY

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Çeşitli tablolar ve örnekler | 3 |
| 1.1 | Tablolar | 4 |
| 1.2 | Çeşitli cıvata bağlantıları | 17 |
| 1.2.1 | Eksen dışı yük ve moment etkisindeki rulman flanş bağlantısı | 17 |
| 1.2.1.1 | Çözüm | 17 |
| 1.2.1.2 | Cıvatanın seçimi | 18 |
| 1.2.1.3 | Bağlantının kaba kontrolü | 18 |
| 1.2.1.4 | Bağlantının detaylı kontrolü | 20 |
| 1.2.1.5 | Mukavemet değerlerinin kontrolü | 24 |
| 1.2.1.6 | Emniyet katsayıları | 25 |
| 1.2.2 | Eksen dışı yük ve moment etkisindeki konsol bağlantısı | 26 |
| 1.2.2.1 | Çözüm | 27 |
| 1.2.2.2 | Cıvatanın seçimi | 27 |
| 1.2.2.3 | Bağlantının hassas kontrolü | 28 |
| 1.2.2.4 | Mukavemet değerlerinin kontrolü | 28 |
| 1.2.2.5 | Emniyet katsayıları | 29 |
| 1.2.3 | Eksen dışı yük ve moment etkisindeki makaralı travers konsol bağlantısı | 30 |
| 1.2.3.1 | Çözüm | 31 |
| 1.2.3.2 | Cıvatanın seçimi | 31 |
| 1.2.3.3 | Bağlantının hassas kontrolü | 32 |
| 1.2.3.4 | Mukavemet değerlerinin kontrolü | 32 |
| 1.2.3.5 | Emniyet katsayıları | 33 |
| 1.2.4 | Eksen dışı yük ve moment etkisindeki vinç başlığı bağlantısı | 34 |
| 1.2.4.1 | Çözüm | 35 |
| 1.2.4.2 | Cıvatanın seçimi | 35 |
| 1.2.4.3 | Bağlantının hassas kontrolü | 36 |
| 1.2.4.4 | Mukavemet değerlerinin kontrolü | 36 |
| 1.2.4.5 | Emniyet katsayıları | 37 |
| 1.2.5 | Eksen dışı yük ve boyuna ısı etkisindeki flanş bağlantısı | 38 |
| 1.2.5.1 | Çözüm | 38 |
| 1.2.5.2 | Cıvatanın tablo ile ölçülendirilmesi | 38 |
| 1.2.5.3 | Bağlantının hassas kontrolü | 40 |
| 1.2.5.4 | Yeni cıvata seçimi | 44 |
| 1.2.5.5 | Mukavemet değerlerinin kontrolü | 50 |
| 1.2.5.6 | Emniyet katsayıları | 51 |
| 1.2.6 | Eksen dışı yük, moment ve ısı etkisinde flanş bağlantısı | 53 |
| 1.2.6.1 | Bağlantının hassas kontrolü | 53 |
| 1.2.7 | Montaj aparatı | 65 |
| 1.2.7.1 | Çözüm | 66 |

1 Çeşitli tablolar ve örnekler

Cıvatalar teknikte, aynı cinsten veya başka cinslerden iki veya daha fazla parçayı birleştiren ve istenildiğinde tekrar bağlanabilecek şekilde çözülebilen en mühim bağlantı elemanlarıdır.

Bağlantının işletmede fonksiyonunu yapabilmesi için cıvatanın ve konstruksiyonun gerekli tecrübe ve teknik bilgiyle hesaplanması ve konstruksiyonunun yapılması gerekmektedir.

Bu kitapta verilen bilgilerin yanında diğer literatür ve hesap esaslarından faydalanılması akıllıca bir karardır. Bu kitapta önerilen kaynaklardan başka, bir sürü diğer dillerle yazılmış yardımcı kaynağın olduğuda unutulmamalıdır.

Cıvatayı tam ve hassas olarak hesaplamak günlük konstruksiyonda yapılmaz ve hesabı yapılsada kazanç getirmez. Pratikte tablolar yardımı ile cıvata seçilir ve kullanılır. Gerekirse detaylı ve hassas kontrol yapılır. Burada günlük imalat uygulamalarında yapılan bir kaç örnek verilmiştir. Hesabın nasıl yapılacağı konstrüktörün kendisine bırakılmıştır.

Hesaplama yolu

İlk olarak bir cıvataya gelen yük bulunur. Cıvatanın seçimi için zorlama durumu, cıvatayı zorlayan boyuna kuvvet ve cıvata malzeme kalitesine göre tablodan cıvatanın annma çapı seçilir.

Kontroller:

1. Bağlanan parçaların montajda cıvatayı sıkan max. ön germe kuvvetinin etkisinde yüzey basıncına dayanıp dayanmadığı kontrol edilir. Eğer bağlanan parçalar yüzey basıncına dayanamıyorlarsa, alınacak önlemin seçilmesi gerekir. Örneğin: Yüzey basınç değeri daha yüksek olan malzemeden yapılmış rondela kullanmak gibi (GG 20).
2. Bağlatı temas yüzeylerinin ayrılmaması için gereken sıkıştırma kuvveti bulunur ve bu değer cıvata ile erişilecek sıkıştırma kuvveti ile karşılaştırılır. Eğer yeterli değilse, yeterli olan cıvatanın seçimi ve hesabın tekrar baştan yapılması gerekir.
3. Cıvatanın kabaca kontrolü.
4. Eğilme geriliminin etkisinin hesabı.

Burada hassas kontrol için gereken tecrübe ve bilgiyi aktarabilmek için bir çok örnekte hesap yolu ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Eğer cıvatanın vidası ovalama usulü ile açılmamışsa, bunun hesabı cıvata hesap esaslarına göre katiyen yapılmaz. Bu çentikli çubuk olup, hesabının çentikli çubuktaki mukavemet hesabı olarak yapılması gereklidir.

Yardımcı olabildiğime inanarak sizlere başarılar dilerim.

1.1 Tablolar

Tablo 1, Tablo 1.1, Vidada hatve

| I | II | III | ISO | ISO İnce | | ISO-Vida | | | | Köşe | Geçiş deliği çapı d _G | | | Kk tol. |
|-----|-----|-----|-----|----------|-----|----------|-----|-----|-----|-----------------|----------------------------------|------|------|------------|
| | | | | | | | | | | | Hassas | Orta | Kaba | |
| 1 | | | 0.3 | | | | | | | kırma | 1.1 | 1.2 | 1.3 | |
| | 1.1 | | | | | | | | | | | 1.2 | 1.3 | |
| 1.2 | | | 0.3 | 0.4 | | | | | | 0,1x45° | 1.3 | 1.4 | 1.5 | |
| | 1.4 | | | | | | | | | | | | 1.5 | |
| 1.6 | | | 0.4 | | | | | | | 0,15 | 1.7 | 1.8 | 2 | |
| | 1.8 | | | | | | | | | | | 2 | 2.1 | |
| 2 | | | 0.4 | 0.3 | | | | | | 0,2x45° | 2.2 | 2.4 | 2.6 | |
| | 2.2 | | | | | 0.3 | | | | | | | 2.4 | |
| 2.5 | | | 0.5 | 0.4 | | | | | | 0,3x45° | 2.7 | 2.9 | 3.1 | |
| | 3 | | | | | 0.4 | | | | | | | 3.2 | |
| 4 | | | 0.7 | | | 0.5 | | | | + IT14 / - IT12 | 3.7 | 3.9 | 4.2 | |
| | 3.5 | | | | 0.4 | | | | | | | | 4.3 | |
| 5 | | | 0.8 | | | 0.5 | | | | 0,15 | 4.8 | 5 | 5.3 | |
| | 4.5 | | | | | | | | | | | | 5.3 | |
| 6 | | | 1 | | | 0.8 | | | | 0,2x45° | 6.4 | 6.6 | 7 | |
| | | 7 | | | | | | | | | | | 7.4 | |
| 8 | | | 1.3 | 1 | | 0.8 | | | | 0,3x45° | 8.4 | 9 | 10 | |
| | | 9 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | 1.5 | 1 | 1.3 | 0.8 | | | | 0,15 | 10.5 | 11 | 12 | |
| | | 11 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | 1.8 | 1.3 | 1.5 | 1 | | | | 0,2x45° | 13 | 13.5 | 14.5 | |
| | 14 | | | | | | | 2 | 1.8 | | | 1 | 1.3 | |
| 16 | | | 2 | 1.5 | | 1 | | | | 0,3x45° | 17 | 17.5 | 18.5 | |
| | 18 | | | | | | 2.5 | 1.5 | 2 | | 1 | | | |
| 20 | | | 2.5 | 1.5 | | 1 | 2 | | | 0,15 | 21 | 22 | 24 | |
| | 22 | | | | | | | 2.5 | 1.5 | | | 1 | 2 | |
| 24 | | | 3 | 1.5 | 2 | 1 | | | | 0,2x45° | 25 | 26 | 28 | |
| | 27 | | | | | | | 3 | 1.5 | | 2 | 1 | | |
| 30 | | | 3.5 | 1.5 | 2 | 1 | 1.5 | 3 | | 0,3x45° | 31 | 33 | 35 | |
| | 33 | | | | | | | | | | 3.5 | 2 | | |
| 36 | | | 4 | 2 | | 1.5 | | | | 0,15 | 37 | 39 | 42 | |
| | 39 | | | | | | 4 | 2 | | | 1.5 | | 3 | |
| 42 | | | 4.5 | | | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 0,2x45° | 43 | 45 | 48 | |
| | 45 | | | | 4.5 | | | | | | | | 1.5 | |
| 48 | | | 5 | | | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 0,3x45° | 50 | 52 | 56 | |
| | 52 | | | | 5 | | | | | | | | 1.5 | |
| 56 | | | 5.5 | | | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 0,15 | 58 | 62 | 66 | |
| | 60 | | | | 5.5 | | | | | | | | 1.5 | |

Tablo 2, Tablo 1.2, Metrik ISO-İnce dişli vidalar, (ISO 68 ; DIN 13 T12 ; TS61/5-13), Ölçüler mm dir.

$$D_2 = D_2 = d - 0,64952 P \quad H = 0,86603 P$$

$$D_1 = d - 1,08253 P \quad H_1 = 0,54127 P$$

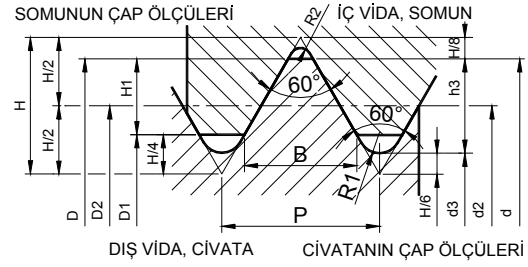
$$d_3 = d - 1,22687 P \quad h_3 = 0,61343 P$$

$$R_1 = H/6 = 0,14434 P \quad d_s = (d_2 + d_3)/2$$

$$R_2 = H/12 = 0,07217 P \quad \tan \varphi = P/(\pi \cdot d_2)$$

Matkap çapı $D_M : D_M = d - P$

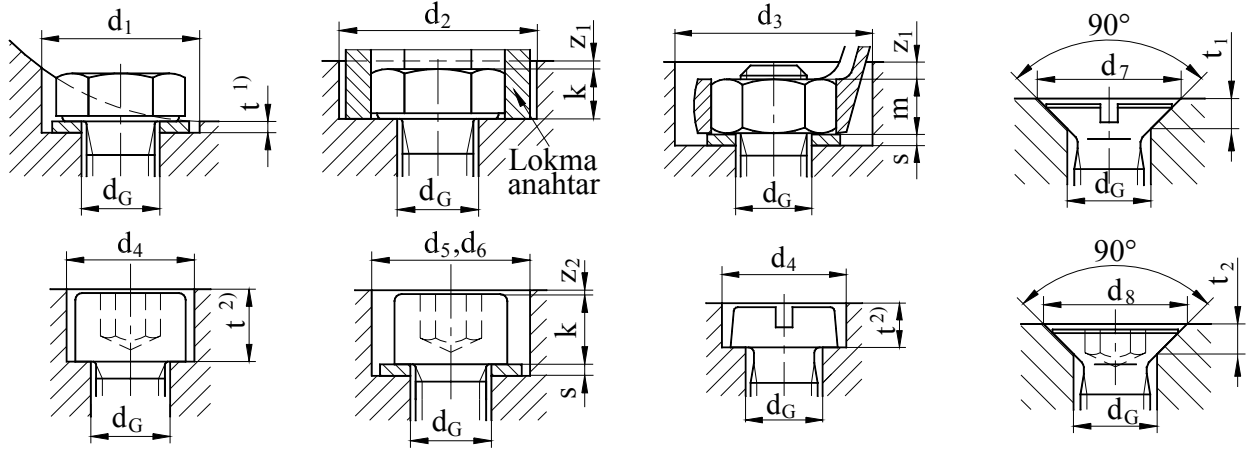
Gösterilmesi : Anma çapı 12 mm ve hatvesi 1,25 olan civata M 12x1,25



| d = D mm | P mm | d ₂ = D ₂ mm | Diş dibi çapı mm d ₃ | Diş yükseklği mm D ₁ | Diş yüksekliği mm h ₃ | H ₁ | A _{GE} mm ² | A ₃ mm ² | Helis φ |
|-------------|---------|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 8 | 1 | 7.350 | 6.773 | 6.917 | 0.613 | 0.541 | 39.167 | 36.030 | 2.480° |
| 12 | 1 | 11.350 | 10.773 | 10.917 | 0.613 | 0.541 | 96.104 | 91.154 | 1.606° |
| 16 | 1 | 15.350 | 14.773 | 14.917 | 0.613 | 0.541 | 178.174 | 171.410 | 1.188° |
| 20 | 1 | 19.350 | 18.773 | 18.917 | 0.613 | 0.541 | 285.376 | 276.798 | 0.942° |
| 10 | 1.25 | 9.188 | 8.466 | 8.647 | 0.767 | 0.677 | 61.199 | 56.297 | 2.480° |
| 12 | 1.25 | 11.188 | 10.466 | 10.647 | 0.767 | 0.677 | 92.072 | 86.037 | 2.037° |
| 16 | 1.5 | 15.026 | 14.160 | 14.376 | 0.920 | 0.812 | 167.248 | 157.470 | 1.820° |
| 20 | 1.5 | 19.026 | 18.160 | 18.376 | 0.920 | 0.812 | 271.503 | 259.004 | 1.438° |
| 24 | 1.5 | 23.026 | 22.160 | 22.376 | 0.920 | 0.812 | 400.891 | 385.671 | 1.188° |
| 30 | 1.5 | 29.026 | 28.160 | 28.376 | 0.920 | 0.812 | 642.097 | 622.796 | 0.942° |
| 36 | 1.5 | 35.026 | 34.160 | 34.376 | 0.920 | 0.812 | 939.851 | 916.469 | 0.781° |
| 42 | 1.5 | 41.026 | 40.160 | 40.376 | 0.920 | 0.812 | 1294.154 | 1266.691 | 0.667° |
| 48 | 1.5 | 47.026 | 46.160 | 46.376 | 0.920 | 0.812 | 1705.005 | 1673.462 | 0.582° |
| 24 | 2 | 22.701 | 21.546 | 21.835 | 1.227 | 1.083 | 384.416 | 364.614 | 1.606° |
| 30 | 2 | 28.701 | 27.546 | 27.835 | 1.227 | 1.083 | 621.201 | 595.957 | 1.271° |
| 56 | 2 | 54.701 | 53.546 | 53.835 | 1.227 | 1.083 | 2300.718 | 2251.895 | 0.667° |
| 64 | 2 | 62.701 | 61.546 | 61.835 | 1.227 | 1.083 | 3031.121 | 2975.043 | 0.582° |
| 72 | 2 | 70.701 | 69.546 | 69.835 | 1.227 | 1.083 | 3862.055 | 3798.721 | 0.516° |
| 80 | 2 | 78.701 | 77.546 | 77.835 | 1.227 | 1.083 | 4793.519 | 4722.931 | 0.463° |
| 90 | 2 | 88.701 | 87.546 | 87.835 | 1.227 | 1.083 | 6099.222 | 6019.565 | 0.411° |
| 100 | 2 | 98.701 | 97.546 | 97.835 | 1.227 | 1.083 | 7562.004 | 7473.278 | 0.370° |
| 110 | 2 | 108.701 | 107.546 | 107.835 | 1.227 | 1.083 | 9181.866 | 9084.071 | 0.336° |
| 125 | 2 | 123.701 | 122.546 | 122.835 | 1.227 | 1.083 | 11906.18 | 11794.78 | 0.295° |
| 36 | 3 | 34.051 | 32.319 | 32.752 | 1.840 | 1.624 | 864.937 | 820.382 | 1.606° |
| 42 | 3 | 40.051 | 38.319 | 38.752 | 1.840 | 1.624 | 1205.976 | 1153.260 | 1.366° |
| 48 | 3 | 46.051 | 44.319 | 44.752 | 1.840 | 1.624 | 1603.564 | 1542.686 | 1.188° |
| 56 | 4 | 53.402 | 51.093 | 51.670 | 2.454 | 2.165 | 2143.958 | 2050.239 | 1.366° |
| 64 | 4 | 61.402 | 59.093 | 59.670 | 2.454 | 2.165 | 2850.781 | 2742.552 | 1.188° |
| 72 | 4 | 69.402 | 67.093 | 67.670 | 2.454 | 2.165 | 3658.136 | 3535.396 | 1.051° |
| 80 | 4 | 77.402 | 75.093 | 75.670 | 2.454 | 2.165 | 4566.021 | 4428.771 | 0.942° |
| 90 | 4 | 87.402 | 85.093 | 85.670 | 2.454 | 2.165 | 5842.249 | 5686.862 | 0.835° |
| 100 | 4 | 97.402 | 95.093 | 95.670 | 2.454 | 2.165 | 7275.557 | 7102.032 | 0.749° |
| 125 | 4 | 122.402 | 120.093 | 120.670 | 2.454 | 2.165 | 11546.05 | 11327.18 | 0.596° |

Bu tablodaki değerler, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanmıştır. Burada bulunmayan vida değerleri, yukarıda verilmiş olan formüllerle hesaplanır.

Tablo 3, Tablo 1.3, Çeşitli cıvatalar için yardımcı konstruksiyon ölçüleri. Ölçüler mm dir.



| Vida anma çapı d | 6 köşe başlı cıvata ve somun için gerekli dayanma yüzeyi | | | | Silindir başlı cıvata için hücre boyutları | | | | 90° Havşa başlı cıvata için konik oturma yuvası | | | |
|---------------------------|---|----------------|----------------|------------------------------|---|----------------|----------------|------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|
| | d ₁ | d ₂ | d ₃ | z ₁ ²⁾ | d ₄ | d ₅ | d ₆ | z ₂ ²⁾ | d ₇ | t ₁ | d ₈ | t ₂ |
| M1,6 | 5 | --- | --- | --- | 3,5 | --- | --- | 0,4 | 3,7 | 9,9 | --- | --- |
| M 2 | 6 | --- | --- | --- | 4,4 | 5,5 | 6 | 0,4 | 4,6 | 1,1 | --- | --- |
| M2,5 | 8 | --- | --- | --- | 5,5 | 6 | 7 | 0,4 | 5,7 | 1,3 | --- | --- |
| M 3 | 9 | 11 | 11 | 0,4 | 6,5 | 7 | 9 | 0,4 | 6,5 | 1,5 | 6,6 | 1,6 |
| M 4 | 10 | 13 | 15 | 0,4 | 8 | 9 | 10 | 0,4 | 8,6 | 1,9 | 9 | 2,3 |
| M 5 | 11 | 15 | 18 | 0,4 | 10 | 11 | 13 | 0,4 | 10,4 | 2,3 | 11 | 2,8 |
| M 6 | 13 | 18 | 20 | 0,4 | 11 | 13 | 15 | 0,4 | 12,4 | 2,7 | 13 | 3,2 |
| M 8 | 18 | 24 | 26 | 0,6 | 15 | 16 | 18 | 0,6 | 16,4 | 3,7 | 17,2 | 4,1 |
| M10 | 22 | 28 | 33 | 0,6 | 18 | 20 | 24 | 0,6 | 20,4 | 4,7 | 21,5 | 5,3 |
| M12 | 26 | 33 | 36 | 0,6 | 20 | 24 | 26 | 0,6 | 23,9 | 5,2 | 25,5 | 6 |
| M16 | 33 | 40 | 46 | 0,6 | 26 | 30 | 33 | 0,6 | 31,9 | 7,2 | 31,5 | 7 |
| M20 | 40 | 46 | 54 | 0,6 | 33 | 36 | 40 | 0,6 | 40,4 | 9,2 | 38 | 8 |
| M24 | 48 | 58 | 73 | 0,8 | 40 | 43 | 48 | 0,8 | --- | --- | 41 | 13,5 |
| M30 | 61 | 73 | 82 | 1,0 | 50 | 54 | 61 | 1,0 | --- | --- | --- | --- |
| M36 | 73 | 82 | 93 | 1,0 | 58 | 63 | 69 | 1,0 | --- | --- | --- | --- |

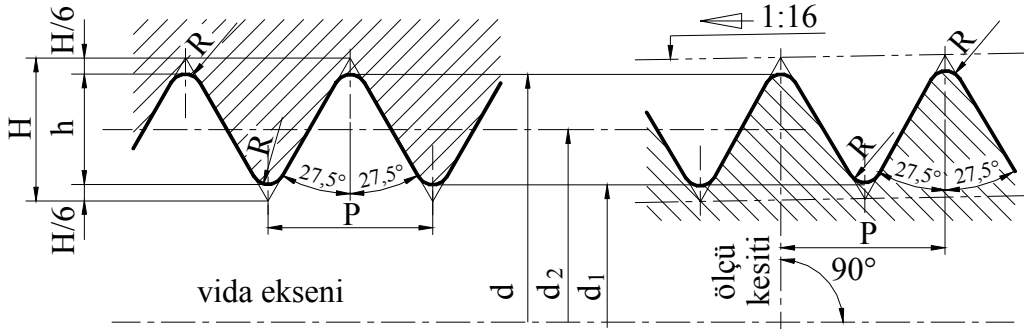
- 1) Temiz düzlem derinliği cıvata eksenine dik yeterli cıvata oturma yüzeyi verecek kadar olmalıdır.
- 2) İşleme derinliği konstruksiyona göre olmalıdır. Bunun için bir reçete yoktur. Öneri olarak şu formül alınabilir: $t = k_{\max} + s_{\max} + z$ (bu konstruksiyon payı z_1 veya z_2 olabilir)

Burada bulunmayan değerler diğer tablolardan seçilir veya akli selim (sağ duyu) ile standartlardan seçilir.

Tablo 4, Tablo 1.4, Boru vidaları profil ölçüleri, ISO 7-1, ISO 228-1, TS 61. Ölçüler mm dir.

Silindirik iç vida ¹⁾
ISO 7-1 , ISO 228-1

|| konik dış vida
|| ISO 7-1



$$H = 0,960491.P$$

$$R = 0,137329.P$$

$$h = 0,640327.P$$

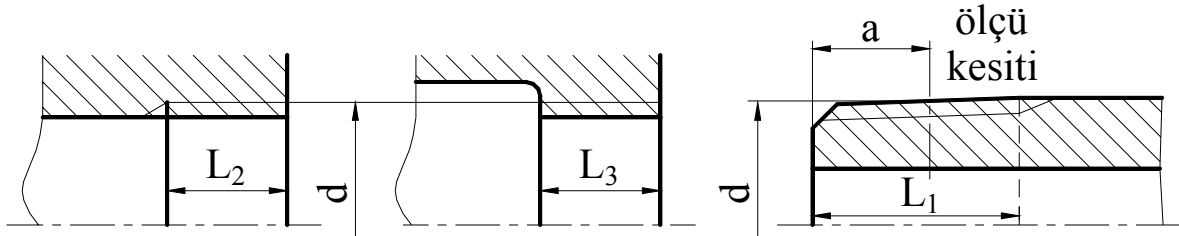
$$P = 25,4 / z$$

$$H = 0,960237 . P$$

$$R = 0,137278 . P$$

$$h = 0,640327 . P$$

$$P = 25,4 / z$$



Silindirik iç vida

Konik dış vida

a) Anma büyüklüğü 1/2 inch olan boru vidanın gösterilmesi

| Standart | iç vida | dış vida |
|-----------|-------------------|-----------------------------|
| ISO 7-1 | Silindirik Rp 1/2 | Konik R 1/2 |
| ISO 228-1 | Silindirik G 1/2 | Konik G 1/2 A ²⁾ |

b) Ölçüler

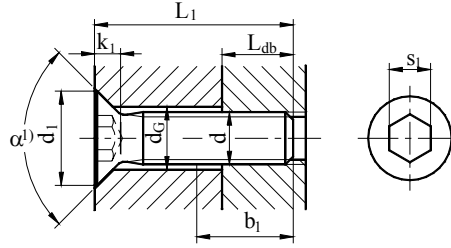
| vida anma çapı | Boru çapı ³⁾ | ölçme düzlemi mesafe a ³⁾ | çaplar | | | | Hatve P | Parmak ta dış sayısı z | vida boyu ³⁾ | | |
|----------------|-------------------------|--------------------------------------|---------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|---------|------------------------|-------------------------|---------------------------|--|
| | | | dış d=D | bölüm d ₂ =D ₂ | iç d ₁ =D ₁ | L ₃ min | | | L ₂ min | kullanılan L ₁ | |
| 1/8 | 6 | 4 | 9,728 | 9,147 | 8,566 | 0,907 | 28 | 4,5 | 7,4 | 6,5 | |
| 1/4 | 8 | 6 | 13,157 | 12,301 | 11,445 | 1,337 | 19 | 6,8 | 11,0 | 9,7 | |
| 3/8 | 10 | 6,4 | 16,662 | 15,806 | 14,950 | 1,337 | 19 | 7,1 | 11,4 | 10,1 | |
| 1/2 | 15 | 8,2 | 20,955 | 19,793 | 18,631 | 1,814 | 14 | 9,2 | 15,0 | 13,2 | |
| 3/4 | 20 | 9,5 | 26,441 | 25,279 | 24,117 | 1,814 | 14 | 10,2 | 16,3 | 14,5 | |
| 1 | 25 | 10,4 | 33,249 | 31,770 | 30,291 | 2,309 | 11 | 11,6 | 19,1 | 16,8 | |
| 1 1/4 | 32 | 12,7 | 41,910 | 40,431 | 38,952 | 2,309 | 11 | 13,5 | 21,4 | 19,1 | |
| 1 1/2 | 40 | 12,7 | 47,803 | 46,324 | 44,845 | 2,309 | 11 | 13,5 | 21,4 | 19,1 | |
| 2 | 50 | 15,9 | 59,614 | 58,135 | 56,656 | 2,309 | 11 | 16,9 | 25,7 | 23,4 | |

1) İç ve dış vida profili ISO 228.1 de aynı ölçülere sahiptir.

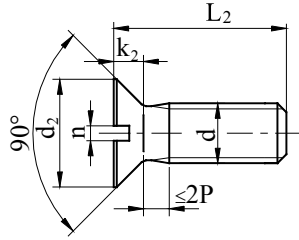
2) Bölüm çapı toleransları A veya B dir. A ile B toleransı bağıntısı B = 2A

3) Burada yalnız ISO 7-1 değerleri verilmiştir.

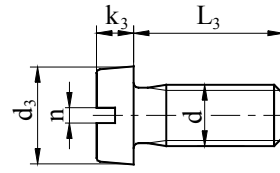
Tablo 5, Tablo 1.5, Çeşitli cıvatalara genel bakış. Ölçüler mm dir.



Havşa başlı iç altı köşe



Havşa başlı yarıklı



Basık başlı

| d | d ₁ | d ₂ | d ₃ | s ₁ | n | k ₁ | k ₂ | k ₃ | b ₁ | L ₁ ¹⁾ | L ₂ ¹⁾ | L ₃ |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| M1,6 | | | 3 | | 0,4 | | 1 | 1,1 | | | | |
| M 2 | | | 3,8 | | 0,5 | | 1,2 | 1,4 | | | | |
| M2,5 | | | 4,5 | | 0,6 | | 1,5 | 1,8 | | | | |
| M 3 | 6 | 5,6 | 5,5 | 2 | 0,8 | 1,7 | 1,6 | 2,0 | 12 | 8-30(20) | 4-30(22) | 4-30 |
| M 4 | 8 | 7,5 | 7 | 2,5 | 1,2 | 2,3 | 2,2 | 2,6 | 14 | 8-40(25) | 5-40(25) | 5-40 |
| M 5 | 10 | 9,2 | 8,5 | 3 | 1,2 | 2,8 | 2,5 | 3,3 | 16 | 8-50(30) | 6-50(30) | 6-50 |
| M 6 | 12 | 11 | 10 | 4 | 1,6 | 3,3 | 3,0 | 3,9 | 18 | 8-50(35) | 8-50(35) | 8-60 |
| M 8 | 16 | 14,5 | 13 | 5 | 2,0 | 4,4 | 4,0 | 5,0 | 22 | 10-60(40) | 10-55(40) | 10-80 |
| M10 | 20 | 18 | 16 | 6 | 2,5 | 5,5 | 5,0 | 6,0 | 26 | 12-70(40) | 12-60(50) | 12-80 |
| M12 | 24 | 22 | 18 | 8 | --- | 6,5 | 6,0 | --- | 30 | 20-70(50) | 20-80(60) | --- |
| M14 | 27 | 25 | 21 | 10 | --- | 7 | 7,0 | --- | 34 | 25-80(50) | 22-80(60) | --- |
| M16 | 30 | 29 | 24 | 10 | --- | 7,5 | 8,0 | --- | 38 | 30-90(60) | 25-100(70) | --- |
| M20 | 36 | 36 | 30 | 12 | --- | 8,5 | 10 | --- | 46 | 35-100(70) | 30-100(80) | --- |
| M24 | 39 | --- | 36 | 14 | --- | 14 | --- | --- | 54 | 50-100(90) | --- | --- |
| M30 | --- | --- | 45 | --- | --- | --- | --- | --- | 66 | --- | --- | --- |

Burada bulunmayan değerler veya den alınmalıdır.

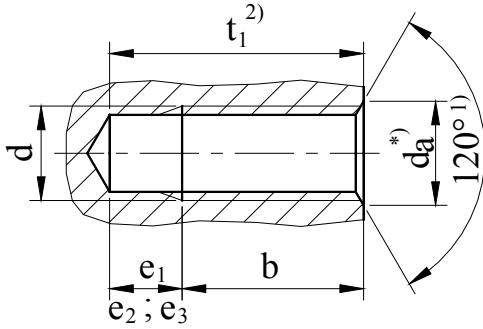
Boy basamağı bak , L_{db} bak

Tablo 9, Tablo 1.9

1) Parantez içindeki değerler uygulamada seçilen max boylardır ve havşa başlı cıvatalarda vida bütün şaft boyundadır.

Tablo 6, Tablo 1.6, İç vidada cep somun konstruksiyon ölçüleri

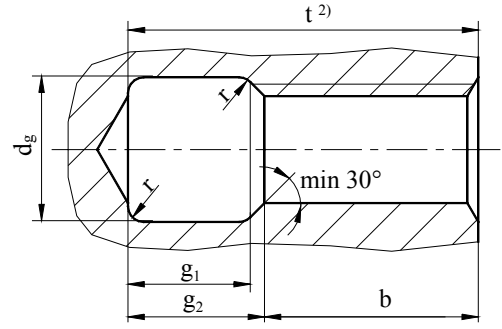
Vidanın kör matkap deliği



$$d_{amin} = 1 \cdot d$$

b = Teknik şartlara göre verimli hatve boyu.

Vidanın arka kör boşluğuna



| Hatve P ³⁾ | vida anma çapı d ³⁾ | Vidanın kör matkap deliğine geçiş ölçüleri | | | Vidanın arka kör boşluğuna geçiş ölçüleri | | | | | |
|--------------------------|---|---|----------------|----------------|---|---------------------------|------|----------------------------|------|------|
| | | e ₁ | e ₂ | e ₃ | d _g | g ₁ minimum | | g ₂ maksimum | | r |
| | | normal | kısa | uzun | H 13 | normal | kısa | normal | kısa | ≈ |
| 0,25 | M 1 | 1,5 | 1,0 | 2,4 | d+0,1 | 1,0 | 0,6 | 1,4 | 1,0 | 0,12 |
| 0,35 | M 1,6 | 2,1 | 1,3 | 3,3 | d+0,2 | 1,4 | 0,9 | 1,9 | 1,4 | 0,16 |
| 0,4 | M 2 | 2,3 | 1,5 | 3,7 | d+0,2 | 1,6 | 1,0 | 2,2 | 1,6 | 0,2 |
| 0,45 | M 2,5 | 2,6 | 1,6 | 4,1 | d+0,2 | 1,8 | 1,1 | 2,4 | 1,7 | 0,2 |
| 0,5 | M 3 | 2,8 | 1,8 | 4,5 | d+0,3 | 2,0 | 1,25 | 2,7 | 2,0 | 0,2 |
| 0,7 | M 4 | 3,8 | 2,4 | 6,1 | d+0,3 | 2,8 | 1,75 | 3,8 | 2,75 | 0,4 |
| 0,8 | M 5 | 4,2 | 2,7 | 6,8 | d+0,3 | 3,2 | 2,0 | 4,2 | 3,0 | 0,4 |
| 1 | M 6 | 5,1 | 3,2 | 8,2 | d+0,5 | 4,0 | 2,5 | 5,2 | 3,7 | 0,6 |
| 1,25 | M 8 | 6,2 | 3,9 | 10,0 | d+0,5 | 5,0 | 3,2 | 6,7 | 4,9 | 0,6 |
| 1,5 | M10 | 7,3 | 4,6 | 11,6 | d+0,5 | 6,0 | 3,8 | 7,8 | 5,6 | 0,8 |
| 1,75 | M12 | 8,3 | 5,2 | 13,3 | d+0,5 | 7,0 | 4,3 | 9,1 | 6,4 | 1,0 |
| 2 | M16 | 9,3 | 5,8 | 14,6 | d+0,5 | 8,0 | 5,0 | 10,3 | 7,3 | 1,0 |
| 2,5 | M20 | 11,2 | 7,0 | 17,9 | d+0,5 | 10,0 | 6,3 | 13,0 | 9,3 | 1,2 |
| 3 | M24 | 13,1 | 8,2 | 21,0 | d+0,5 | 12,0 | 7,5 | 15,2 | 10,7 | 1,6 |
| 3,5 | M30 | 15,2 | 9,5 | 24,3 | d+0,5 | 14,0 | 9,0 | 17,7 | 12,7 | 1,6 |
| 4 | M36 | 16,8 | 10,5 | 26,9 | d+0,5 | 16,0 | 10,0 | 20,0 | 14,0 | 2,0 |
| 4,5 | M42 | 18,4 | 11,5 | 29,4 | d+0,5 | 18,0 | 11,0 | 23,0 | 16,0 | 2,0 |
| 5 | M48 | 20,8 | 13,0 | 33,3 | d+0,5 | 20,0 | 12,5 | 26,0 | 18,5 | 2,5 |

1) 120° standarttır. Özel hallerde, eğer açı 90° veya 60° alınacaksa bu resimde belirtilmelidir.

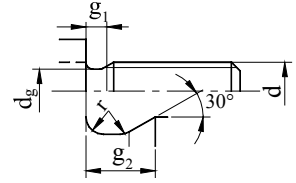
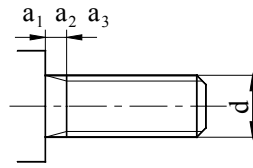
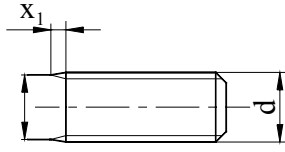
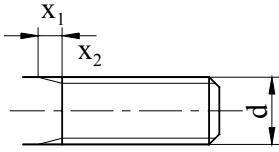
2) Konstruksiyona göre " t " değeri hesaplanır. " t " değerinin toleransı maksimum " +0,5 . P " ve minimum olarak " 0 " alınır.

3) Burada verilen vida büyüklükleri semboliktir. Burada verilmiyen diğer vida büyüklükleri ve ince dişli vidalar için ölçü çıkış değeri Hatvedir. Kontruksiyon ölçüleri hatveye göre seçilir.

Tablo 7, Tablo 1.7, Dış vidada konstruksiyon ölçüleri

Vidanın düz şafta çıkış ölçüleri

Vidanın ökçeli şafta veya oluklu araya çıkış ölçüleri



| Hatve P ¹⁾ | vida anma çapı d | Vida çıkışı | | açıklık | | | Vidanın şafta geçiş ölçüleri | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|------------------------------|----------------|------|----------------|------|------|
| | | x ₁ | x ₂ | a ₁ | a ₂ | a ₃ | d _g ⁴⁾ | g ₁ | | g ₂ | | r |
| | | maksimum | | maksimum | | | h 13 | minimum | | maksimum | | ≈ |
| | | kısa | normal | kısa ²⁾ | normal | uzun ³⁾ | | normal | kısa | normal | kısa | |
| 0,25 | M 1 | 0,3 | 0,6 | 0,5 | 0,75 | - | d-0,4 | 0,55 | 0,25 | 0,9 | 0,6 | 0,12 |
| 0,35 | M 1,6 | 0,45 | 0,9 | 0,7 | 1,05 | - | d-0,6 | 0,7 | 0,4 | 1,2 | 0,9 | 0,16 |
| 0,4 | M 2 | 0,5 | 1,0 | 0,8 | 1,2 | - | d-0,7 | 0,8 | 0,5 | 1,4 | 1,0 | 0,2 |
| 0,45 | M 2,5 | 0,6 | 1,1 | 0,9 | 1,35 | - | d-0,7 | 1 | 0,5 | 1,6 | 1,1 | 0,2 |
| 0,5 | M 3 | 0,7 | 1,25 | 1 | 1,5 | - | d-0,8 | 1,1 | 0,5 | 1,75 | 1,25 | 0,2 |
| 0,7 | M 4 | 0,9 | 1,75 | 1,4 | 2,1 | - | d-1,1 | 1,5 | 0,8 | 2,45 | 1,75 | 0,4 |
| 0,8 | M 5 | 1 | 2,0 | 1,6 | 2,4 | 3,2 | d-1,3 | 1,7 | 0,9 | 2,8 | 2,0 | 0,4 |
| 1 | M 6 | 1,25 | 2,5 | 2 | 3 | 4 | d-1,6 | 2,1 | 1,1 | 3,5 | 2,5 | 0,6 |
| 1,25 | M 8 | 1,6 | 3,2 | 2,5 | 3,75 | 5 | d-2,0 | 2,7 | 1,5 | 4,4 | 3,2 | 0,6 |
| 1,5 | M10 | 1,9 | 3,8 | 3 | 4,5 | 6 | d-2,3 | 3,2 | 1,8 | 5,2 | 3,8 | 0,8 |
| 1,75 | M12 | 2,2 | 4,3 | 3,5 | 5,25 | 7 | d-2,6 | 3,9 | 2,1 | 6,1 | 4,3 | 1,0 |
| 2 | M16 | 2,5 | 5,0 | 4 | 6 | 8 | d-3,0 | 4,5 | 2,5 | 7 | 5,0 | 1,0 |
| 2,5 | M20 | 3,2 | 6,3 | 5 | 7,5 | 10 | d-3,6 | 5,6 | 3,2 | 8,7 | 6,3 | 1,2 |
| 3 | M24 | 3,8 | 7,5 | 6 | 9 | 12 | d-4,4 | 6,7 | 3,7 | 10,5 | 7,5 | 1,6 |
| 3,5 | M30 | 4,5 | 9,0 | 7 | 10,5 | 14 | d-5,0 | 7,7 | 4,7 | 12 | 9,0 | 1,6 |
| 4 | M36 | 5 | 10,0 | 8 | 12 | 16 | d-5,7 | 9 | 5 | 14 | 10,0 | 2,0 |
| 4,5 | M42 | 5,5 | 11,0 | 9 | 13,5 | 18 | d-6,4 | 10,5 | 5,5 | 16 | 11,0 | 2,0 |
| 5 | M48 | 6,3 | 12,5 | 10 | 15 | 20 | d-7,0 | 11,5 | 6,5 | 17,5 | 12,5 | 2,5 |

- 1) Burada verilen vida büyüklükleri semboliktir. Burada verilmeyen diğer vida büyüklükleri ve ince dişli vidalar için ölçü çıkış değeri Hatvedir. Kontruksiyon ölçüleri hatveye göre seçilir.
- 2) Açıklık a₂ yarık ve yıldız başlı cıvatalarda teknik yönden kısa ölçü gerektiğinde kullanılır.
- 3) Açıklık a₃ yalnız imalat sınıfı C içindir.
- 4) Anma çapı 3 mm kadar vidalarda tolerans h 12 dir.

Tablo 8, Tablo 1.8, Standart cıvataların malzeme ve mekanik değerleri

| Standart adı, (cıvatanın kalitesi) | Malzeme ve ısıl işlemi | Çekme mukavemeti ²⁾ R _m N/mm ² | Akma mukavemeti ²⁾ R _{p0,2} N/mm ² | Kopma gerilmesi A ₅ % minimum |
|---------------------------------------|--|---|---|--|
| 3.6 ¹⁾ | Az C-alışımli çelikler Örneğin: QSt 36.2 | 300 (330) | 180 (190) | 25 |
| 4.6 ¹⁾ | Az veya orta değer C-alışımli çelikler. Örneğin: UQSt 38.2 | 400 | 240 | 22 |
| 4.8 ¹⁾ | | 400 (420) | 320 (340) | 14 |
| 5.6 ¹⁾ | Az veya orta değer C-alışımli çelikler Örneğin: Cq22,Cq35 | 500 | 300 | 20 |
| 5.8 ¹⁾ | | 500 (520) | 400 (420) | 10 |
| 6.8 ¹⁾ | | 600 | 480 | 8 |
| 8.8 | Su verilmiş ve tavlanmış az veya orta değer C-alışımli vede ek metalli (Bor, Mn, Cr) çelikler. Örneğin: 22B2, Cq45 | 800 | 640 | 12 |
| | | 800 (830) | 640 (660) | |
| 9.8 | | 900 | 720 | 10 |
| 10.9 | Su verilmiş ve tavlanmış az veya orta değer C-alışımli vede ek metalli ³⁾ (Bor, Mn, Cr) çelikler. Örneğin: 35B2, 34Cr4 | 1000 (1040) | 900 (940) | 9 |
| 12.9 | Alışımli, su verilmiş ve tavlanmış çelikler. Örneğin: 34CrMo4 | 1200 (1220) | 1080 (1100) | 8 |

1) Otomat çelikleri S ≤ 0,34 % , P ≤ 0,11 % , Pb ≤ 0,35 % ile malzeme olarak kullanırlar.

2) Parantez içi () değerler hesaplanan değerden farklı olanlar için verilmiştir.

3) Az miktarda C-alışımli Bor ile takviyeli çelikler kalitenin altı çizilmelidir. Örneğin: 10.9

Tablo 9, Tablo 1.9, Cep somunda diş (vida) boyu L_{db}

| Sıkılan parçaların malzemesi | | Cıvata malzemesine göre cep somun vida boyu L_{db} ²⁾ | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--|-----------|---------|---------|
| | | 3.6 / 4.6 | 4.8 / 6.8 | 8.8 | 10.9 |
| Çelik R_m i N/mm^2 olarak | ≤ 400 | 0,8 . d | 1,2 . d | --- | --- |
| | $> 400 \dots 600$ | 0,8 . d | 1,2 . d | 1,2 . d | --- |
| | $> 600 \dots 800$ | 0,8 . d | 1,2 . d | 1,2 . d | --- |
| | > 800 | 0,8 . d | 1,2 . d | 1,0 . d | 1,2 . d |
| Kır döküm | | 1,3 . d | 1,5 . d | 1,5 . d | 1,0 . d |
| Bakır alışımları | | 1,3 . d | 1,3 . d | --- | --- |
| Hafif metal ¹⁾ | Al-Döküm alışımları | 1,6 . d | 2,2 . d | --- | --- |
| | Saf aliminyum | 1,6 . d | --- | --- | --- |
| | Al-alış. sertleştirilmiş | 0,8 . d | 1,2 . d | 1,6 . d | --- |
| | sertleştirilmemiş | 1,2 . d | 1,6 . d | --- | --- |
| Yumuşak metal, suni maddeler, v.b. | | 2,5 . d | --- | --- | --- |

1) Dinamik yüklemelerde L_{db} boyu %20 daha uzun alınmalıdır.

2) İnce diş vidada L_{db} boyu %25 daha uzun alınması önerilir.

Tablo 10, Tablo 1.10, Cıvata bağlantısında boşalma faktörü k_{bo}
(Bauer & Schaurte Karcher firmasına göre)

| Sıkışma anma faktörü L_{S1} / d | | Cıvata bağlantısında boşalma faktörü k_{bo} | | | | | | | | | | | statik yük Hep si |
|--|---------------|---|-----|-----|-----|-----|----------|-----|-----|--------|-----|-----|----------------------------|
| | | dinamik yükleme ve gruplar | | | | | | | | | | | |
| | | A | | B | | | C | | | D | | | |
| | | M4 | M10 | M4 | M10 | M18 | M4 | M10 | M18 | M4 | M10 | M18 | |
| | | M8 | M30 | M8 | M16 | M30 | M8 | M16 | M30 | M8 | M16 | M30 | |
| kısa | 1 | 3 | | - | 2 | 1,5 | - | 5 | 2 | - | - | 3,5 | 1,2 |
| | $>1 \dots 3$ | 2 | 1,5 | 3 | 2 | 1,5 | 3 | 2 | - | 4 | 2,5 | | |
| orta | $>3 \dots 4$ | 1,5 | 1,3 | 2 | 1,4 | 1,4 | 4 2,5 | 1,6 | 1,6 | --- | 2 | 1,6 | |
| uzun | $>6 \dots 8$ | 1,4 | 1,3 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 2 | 1,4 | 1,4 | 4 3 | 1,6 | 1,6 | |
| | $>8 \dots 10$ | | | | | | | | | | | | |

A dan D ye kadar grupların bulunması

| Kuvvet yönü | malzeme kalitesi | 8.8 kadar | | 10.9 ve 12.9 | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | Parçanın yüzey pürüzlüğü | | | |
| boyuna | Bağlantıda aralık sayısı | $\sqrt{R_Z 6,3}$ | $\sqrt{R_Z 25}$ | $\sqrt{R_Z 6,3}$ | $\sqrt{R_Z 25}$ |
| | | 3 aralığa kadar | | B | C |
| 3 aralıktan fazla | | C | D | B | C |
| enine | 3 aralığa kadar | C | D | B | C |
| | 3 aralıktan fazla | D | --- | C | D |

Tablo 11, Tablo 1.11-a) Vidada sürtünme katsayısı μ_{Vi} (Strelow a göre)

| | | Dış vida (Cıvata) | | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------|---------------------|----------------|--------------------|-------------|---|-------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------|------------|-------|
| | | Malzeme | | Çelik | | | | | | | | | |
| | | Malzeme | Yüzey durumu | Yüzey durumu | | siyah menevişli (islah edilmiş) veya fosfatlanmış | | çinko ile galvanizli (Zn6) | | Kadmiyumla galvan (Cd6) | | Yapışkanlı | |
| | | | | Vidanın imal şekli | haddelenmiş | | | talaşlı imalat | talaşlı imalat veya haddelenmiş | | | | |
| | | | | | Yağ-lama | kuru | yağlı | MoS ₂ | yağlı | kuru | yağlı | kuru | yağlı |
| İç vida (Somun) | Çelik | parlak | talaşlı imalat | kuru | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,10 | -- | 0,10 | | 0,08 | 0,16 |
| | | | | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| | | | | | 0,18 | 0,16 | 0,12 | 0,16 | -- | 0,18 | | 0,14 | 0,25 |
| | | 0,10 | | | -- | -- | -- | 0,12 | 0,10 | -- | -- | 0,14 | |
| | | ... | | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| | | 0,16 | | | -- | -- | -- | 0,20 | 0,18 | -- | -- | 0,25 | |
| | Kadmiyumlu | 0,08 | | -- | -- | -- | -- | -- | 0,12 | 0,12 | -- | | |
| | | ... | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | | |
| | | 0,14 | | -- | -- | -- | -- | -- | 0,16 | 0,14 | -- | | |
| | 1) | parlak | | -- | 0,10 | -- | 0,10 | -- | 0,10 | -- | 0,08 | -- | |
| | | | | -- | 0,18 | -- | 0,18 | -- | 0,18 | -- | 0,16 | -- | |
| | AlMg | parlak | | -- | 0,08 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| -- | | | 0,20 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | | |

1) kır veya temper döküm

Tablo 11-b) Cıvata başaltı veya somun altı sürtünme katsayısı μ_B (Strelow a göre)

| Temas yüzeyi | | Temas yüzeyi | | Cıvata başaltı veya somun altı | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|----------------|-----------|---|------------------|-------|------------------|-------|----------------|------------------|------|------------------|------|----|
| | | Malzeme | | Çelik | | | | | | | | | | |
| | | Yüzey | | siyah menevişli (islah edilmiş) veya fosfatlanmış | | | | | | Galvanizli (Zn6) | | Kadmiyumlu (Cd6) | | |
| | | İmalat | | preslenmiş | | | tornalı | | taşlan- mış | preslenmiş | | | | |
| | | yağla- ma | kuru | yağlı | MoS ₂ | yağlı | MoS ₂ | yağlı | kuru | yağlı | kuru | yağlı | | |
| Basılan karşıt parça | Çelik | parlak | taşlanmış | -- | 0,12 | -- | 0,10 | -- | 0,16 | 0,10 | -- | 0,08 | -- | |
| | | | | -- | ... | -- | ... | -- | ... | 0,18 | -- | ... | 0,16 | -- |
| | | | | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,10 | 0,08 | -- | 0,10 | 0,18 | 0,08 | 0,08 | |
| | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 0,18 | ... | ... | ... | | |
| | | 0,18 | 0,18 | 0,12 | 0,18 | 0,12 | -- | ... | ... | 0,16 | 0,14 | | | |
| | | 0,10 | 0,16 | -- | 0,10 | -- | 0,10 | 0,16 | 0,10 | -- | -- | | | |
| | kadmiumlu | talaşlı imalat | ... | -- | 0,16 | -- | 0,16 | -- | 0,18 | 0,20 | 0,18 | -- | -- | |
| | | | 0,08 | ... | 0,16 | ... | ... | ... | -- | -- | 0,12 | 0,12 | | |
| | | | -- | -- | -- | -- | -- | 0,10 | ... | 0,18 | ... | 0,08 | -- | |
| | kır veya temper döküm | parlak | taşlanmış | -- | 0,10 | -- | -- | -- | 0,10 | ... | 0,18 | 0,08 | -- | |
| | | | | -- | ... | -- | -- | -- | ... | 0,18 | ... | 0,18 | -- | |
| | | | | -- | 0,18 | -- | -- | -- | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | -- | |
| AlMg | talaşlı imalat | -- | 0,14 | -- | 0,10 | -- | 0,14 | 0,10 | 0,10 | 0,08 | -- | | | |
| | | -- | ... | -- | ... | -- | ... | ... | ... | ... | -- | | | |
| | | -- | 0,20 | -- | 0,18 | -- | 0,22 | 0,18 | 0,16 | 0,16 | -- | | | |
| -- | 0,08 | ... | 0,20 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | | | |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | | | | |

Tablo 12, Cıvatanın pratik seçimi

Seçim statik ve dinamik kuvvet içinde aynıdır.

| Kuvvet [kN] | Boyuna işletme kuvveti $F_{İŞ}$ | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Statik | 1,6 | 2,5 | 4,0 | 6,3 | 10 | 16 | 20 | 25 | 40 | 63 | 80 | 100 |
| Dinamik | 1,0 | 1,6 | 2,5 | 4,0 | 6,3 | 10 | 16 | 20 | 25 | 40 | 63 | 80 | 80 |
| Cıvata kalitesi ve çapı [mm] | 4.6 | 6 | 8 | 10 | 14 | 16 | 20 | 24 | 24 | 30 | --- | --- | --- |
| | 5.6 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 20 | 20 | 27 | 27 | 36 | --- | --- |
| | 6.8 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 20 | 24 | 30 | 36 | --- |
| | 8.8 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 | 24 | 27 | 30 |
| | 10.9 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 12 | 14 | 16 | 20 | 24 | 27 |
| | 12.9 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 12 | 16 | 20 | 24 | 24 |

Örnek 1: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, eksen dışı, şaftlı cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8

M 12

Örnek 2: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, tam eksenden, şaftlı cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8, bir boy küçük

M 10

Örnek 3: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, , eksen dışı, esnek cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8, bir boy büyük

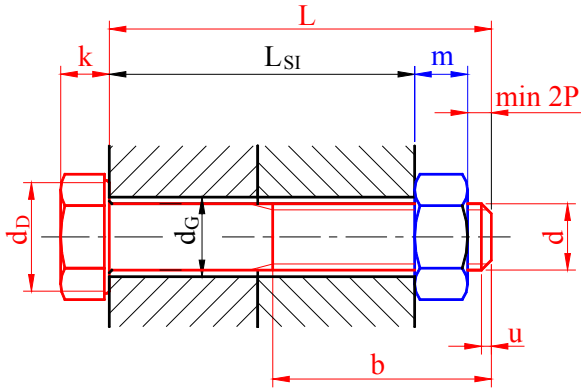
M 14

Örnek 4: İşletme kuvveti: 8,2 kN, dinamik, tam eksenden, , esnek cıvata

Cıvata seçimi, 10 kN, Cıvata kalitesi 8.8, bir boy küçük, bir boy büyük

M 12

Tablo 13, 6-Köşe civataların ölçüleri



- d Vida anma çapı
- s Anahtar ağızı
- e Köşe boyu
- k Kafa yüksekliği
- b Vida boyu
- m Somun yüksekliği
- d_G Geçiş deliği çapı
- d_D Temas dairesi çapı
- A_b Bası alanı
- L_{min} en küçük civata boyu
- L_{S1} Sıkıştırma boyu

| d | s | e | k | b | | m | | d _G | | | d _D | A _b | L _{min} |
|-------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------------|------------|----------------|-------------|-------------|----------------|----------------|------------------|
| | | | | *)1 | *)2 | *)3 | *)4 | hass | nor | kaba | | | *)5 |
| M 5 | 8 | 8.79 | 3.5 | 16 | 22 | 4,7 | 2,7 | 5.3 | 5.5 | 5.8 | 6.9 | 13.6 | 10 |
| M 6 | 10 | 11.1 | 4 | 18 | 24 | 5,2 | 3,2 | 6.4 | 6.6 | 7 | 8.9 | 28.0 | 12 |
| M 8 | 13 | 14.4 | 5.3 | 22 | 28 | 6,8 | 4 | 8.4 | 9 | 10 | 11.6 | 42.1 | 16 |
| M 10 | 16 | 17.8 | 6.4 | 26 | 32 | 8,4 | 5 | 10,5 | 11 | 12 | 14.6 | 72.4 | 20 |
| M 12 | 18 | 20.1 | 7.5 | 30 | 36 | 10,8 | 6 | 13 | 13,5 | 14,5 | 16.6 | 73.3 | 25 |
| M 14 | 21 | 23.4 | 8.8 | 34 | 40 | 12,8 | 7 | 15 | 15,5 | 16,5 | 19.6 | 113 | 30 |
| M 16 | 24 | 26.8 | 10 | 38 | 44 | 14,8 | 8 | 17 | 17,5 | 18,5 | 22.5 | 157 | 30 |
| M 20 | 30 | 33.5 | 12.5 | 46 | 52 | 18 | 10 | 21 | 22 | 24 | 28.2 | 244 | 40 |
| M 22 | 34 | 37.7 | 14 | 50 | 56 | 20 | 11 | 23 | 24 | 26 | 31.7 | 337 | 45 |
| M 24 | 36 | 40 | 15 | 54 | 60 | 21,5 | 12 | 25 | 26 | 28 | 33.6 | 356 | 50 |
| M 27 | 41 | 45.2 | 17 | 60 | 66 | 24 | 13 | 28 | 30 | 32 | 38.0 | 427 | 55 |
| M 30 | 46 | 50.9 | 18.7 | 66 | 72 | 25,6 | 15 | 31 | 33 | 35 | 42.7 | 577 | 60 |

*)1 L ≤ 125 mm için ; *)2 L > 125, 200 mm ye kadar ; *)3 somun tipi 1 için ; *)4 basık somun için

*)5 Boy basamağı : 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280, 300, 320, 340, ..., 500.

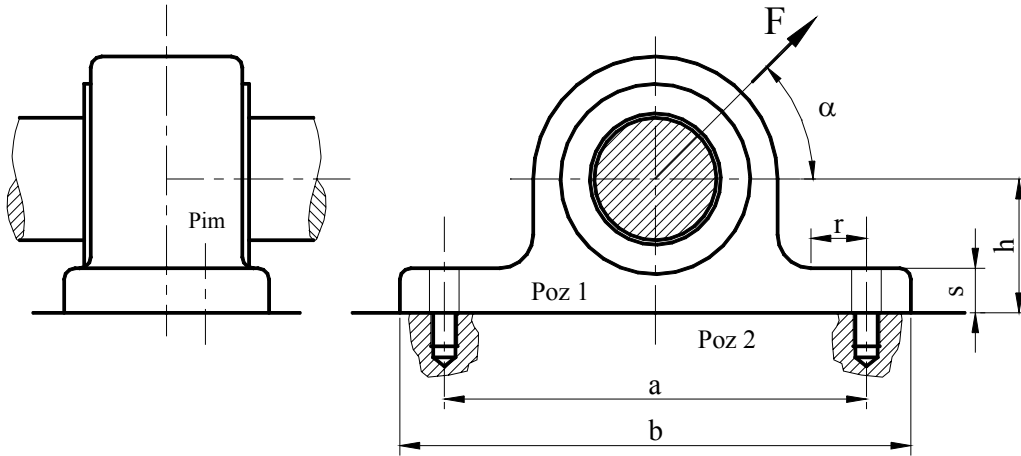
1.2 Çeşitli cıvata bağlantıları

1.2.1 Eksen dışı yük ve moment etkisindeki rulman flanşı bağlantısı

Aşağıda gösterilen komple rulman flanşının cıvata bağlantısı (Şekil 1, Res. 1.1) konstruksiyon esaslarına göre ölçüendirilmelidir. Poz 1 ve Poz 2 nin malzemesi GGG40 dir. Cıvatanın boyutları belirlendikten sonra cıvata konstruksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için bir konstruksiyon taslağı çizilmelidir.

- Cıvata satın alınma durumunda, yani hafif yağlı olarak ve montajın moment ayarlı tork anahtarı ile elle yapılacağı kabul edilmelidir.

Cıvatanın malzemesi: 6 Köşe - Cıvata DIN 931 - 8.8, islah edilmiş, ham



Şekil 1, Res. 1.1, Komple rulman flanşı

Bilinen ön değerler:

| | |
|---|-----------------------------------|
| Kuvvet, statik zorlama | $F_{\max} = 9 \text{ kN}$ |
| Flanş boyu | $b = 230 \text{ mm}$ |
| Kuvvetin konstruksiyonun ağırlık merkezinden uzaklığı | $h = 60 \text{ mm}$ |
| Flanş kalınlığı | $s = 10 \text{ mm}$ |
| Yarı çapa kadar mesafe | $r = 25 \text{ mm}$ |
| Kuvvetin X-Ekseni ile olan açısı | $\alpha = 45^\circ$ |
| Cıvatalar ara mesafesi | $a = 190 \text{ mm}$ |
| Bir cıvata için gerekli sıkma kuvveti | $F_{\text{SİGER}} = 1 \text{ kN}$ |

Bağlantı: Eksenden sıkıştırmalı, eksen dışı zorlamalı bağlantı

1.2.1.1 Çözüm

İlk yapılacak işlem; bütün dış kuvvetleri konstruksiyonun ağırlık merkezine getirip, bir cıvata etkileyen max. işletme kuvvetini bulmaktır.

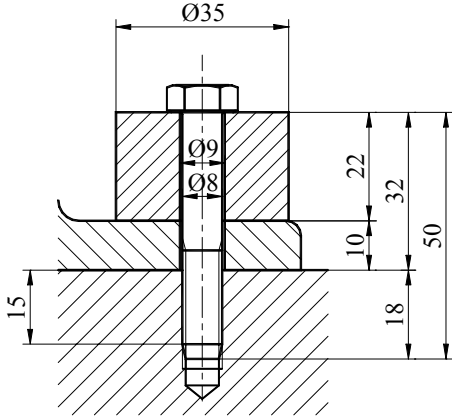
| | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| Cıvata konstruksiyonunda sıra adedi | $z_{C1} = 1$ | |
| Cıvata adedi | $n_{C1} = 2$ | |
| Cıvatanın kenara mesafesi | $e = 0,5 \cdot (b - a)$ | $e = 20 \text{ mm}$ |
| X-Yönündeki kuvvet | $F_x = F_{\max} \cdot \cos \alpha$ | $F_x = 6364 \text{ N}$ |

| | | |
|---|--|---|
| Y-Yönündeki kuvvet | $F_y = F_{\max} \cdot \sin \alpha$ | $F_y = 6364 \text{ N}$ |
| Bir cıvata'yı F_y ile etkileyen boyuna işletme kuvveti | $F_{Fy} = F_y / n_{Ci}$ | $F_{Fy} = 3182 \text{ N}$ |
| Momentin dönme noktası | $D = 0,25 \cdot b$ | $D = 57,5 \text{ mm}$ |
| Cıvataların " D " noktasına olan mesafeleri | $L_1 = b - D - e$ | $L_1 = 152,5 \text{ mm}$ |
| Dönme noktasında eğilme momenti | $M_{eğ} = F_x \cdot h$ | $M_{eğ} = 381'838 \text{ Nmm}$ |
| Bir cıvata'yı $M_{eğ}$ ile etkileyen boyuna işletme kuvveti | $F_{eğ} = \frac{M_{eğ}}{z_{Ci}} \cdot \frac{L_1}{L_1^2}$ | $F_{eğ} = 2'504 \text{ N}$ |
| Bir cıvata'yı etkileyen toplam işletme kuvveti. Zorlama: Statik ve eksen dışı | $F_{i\text{şmax}} = F_{Fy} + F_{eğ}$ | <u>$F_{i\text{şmax}} = 5'686 \text{ N}$</u> |

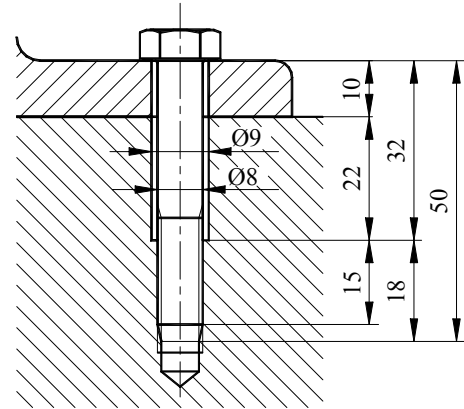
Böylece cıvata hesabı için gerekli olan bir cıvata'yı etkileyen toplam işletme kuvveti bulunur. Bundan sonra konstruksiyonun durumuna göre ve bağlantının kullanılacağı yerdeki etkenliği ve kullanılacak cıvata adedine göre hesaplar yapılır.

1.2.1.2 Cıvatanın seçimi

İşletmede max. kuvvet $F_{i\text{şmax}} = 5'7 \text{ kN}$, statik zorlama, cıvata kalitesi 8.8, **Tablo 12** ile \Rightarrow **M8**, cıvata konstruksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için $L_{S1} = 4 \cdot d = 4 \cdot 8 = 32 \text{ mm}$, falanş kalınlığı 10 mm, demek ki ya en az 22 mm boyunda, 35 mm çapında ek bir parça kullanılmalı veya kör somunda 25 mm derinliğinde geçer delik yapılmalıdır.



Şekil 2, Res. 1.2, Ek parçalı konstruksiyon



Şekil 3, Res. 1.3, Kör somunlu konstruksiyon

Bu bağlantının işletmede çözülmesi veya kopması halinde çok büyük zarar olmayacaksa (insan hayatının tehlikede olması veya çok büyük maddi zararlar gibi) ve konstrüktör bu cıvata'yı kullanmakta bir tehlike görmüyorsa, M8 cıvatası yalnız kaba hesaplama ile kontrol edilir ve kullanılır. Eğer konstrüktörün içi rahat değilse, bağlantının hassas kontrolünün yapılması gereklidir.

Tablo 13 ile **6-Köşe Cıvata M8-50/22 - 8.8**, tanımlamaya göre; ISO 68 ; DIN 13 T1 veya TS61/3

1.2.1.3 Bağlantının kaba kontrolü

İşletmedeki max. kuvvet $F_{i\text{şmax}} = 5'686 \text{ N}$, dinamik zorlama ve cıvata kalitesi 8.8

Kabaca dinamik devamlı mukavemet kontrolü:

| | | |
|------------------------------|--|--------------------------------------|
| Tablo 13 den | $L_{SI} = 4.d$, $D_P \approx 2.d_D$ ve döküm parçalar için | $\phi' = 0,4$ |
| Kuvvet dağılım faktörü | Res. 3.10 dan | $n = 0,5$ |
| Kuvvet oranı | $\phi = \phi' \cdot n = 0,4 \cdot 0,5$ | $\phi = 0,2$ |
| Gerilim kesiti | Tablo 2.1 den | $A_{GEM8} \approx 36,6 \text{ mm}^2$ |
| Diş dibi kesit alanı | Tablo 2.1 den | $A_{3M8} \approx 32,8 \text{ mm}^2$ |
| Emniyetli taşıma kuvveti | $F_{EM} = 0,1 \cdot R_{p02} \cdot A_{GEM8} = 0,1 \cdot 640 \cdot 36,6 = 2'342 \text{ N}$ | |
| Cıvatayı etkileyen ek kuvvet | $F_{Ekmax} = \phi \cdot F_{I\dot{S}max} = 0,2 \cdot 5'686 = 1'137 \text{ N}$ | |

$F_{EM} = 2'342 \text{ N} > F_{Ekmax} = 1'137 \text{ N}$ Cıvata kullanılır.

Genlik mukavemet değeri statik zorlama olduğundan yoktur.

| | | |
|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Montajda sıkma momenti, | Tablo 2.6 dan | $M_{S1max} = 24 \text{ Nm}$ |
| Sıkma moment, faktörü, | Tablo 2.9 dan | $\alpha_{S1} = 1,6$ |
| Montajda min. sıkma momenti, | M_{S1max} / α_{S1} | $M_{S1min} = 15 \text{ Nm}$ |

Tork anartarıyla elle sıkma momenti
Bu değer Tablo 2.97 dende alınabilir.

$M_{S1} = 20 \pm 4 \text{ Nm}$

1.2.1.4 Bağlantının detaylı kontrolü**1.2.1.4.1 İşletme değerleri**

İşletmedeki boyuna kuvvet

$$F_{i\text{Şmax}} = 5'686 \text{ N}$$

Temas yüzeyleri sürtünme katsayısı

$$\mu_{Sü} = 0,2$$

Gerekli sıkıştırma kuvveti

$$F_{Siger} = 1 \text{ kN}$$

1.2.1.4.2 Cıvatanın değerleri,bak Tablo 2.4, **6-Köşe Cıvata M8-50/22 - 8.8**

Cıvatanın malzeme kalitesi

8.8

Montaj veya çevre ısısı

$$T_M = 20 \text{ °C}$$

Kopma mukavemet değeri

$$R_m = 800 \text{ N/mm}^2$$

Akma mukavemet değeri

$$R_{p0,2} = 640 \text{ N/mm}^2$$

Elastiklik modülü

$$E_{C1} = 210'000 \text{ N/mm}^2$$

İşletme ve montaj ısısı eşit olduğundan hesaplar yalnız montaj değerleri ile yapılır.

1.2.1.4.3 Vida ve konstruksiyon değerleri

bak Tablo 2.1 den Tablo 2.3 e kadar

Anma çapı

6-Köşe Cıvata M8

$$d = 8 \text{ mm}$$

Adım veya hatve

$$P_{C1} = 1,25 \text{ mm}$$

Cıvatanın boyu

$$L_{C1} = 50 \text{ mm}$$

Vidanın boyu

$$b = 22 \text{ mm}$$

Toplam sıkılan boy

$$L_{S1} = 32 \text{ mm}$$

Bölüm dairesi çapı

$$d_2 = d - 0,64952 \cdot P_{C1}$$

$$d_2 = 7,188 \text{ mm}$$

Helis açısı

 φ_P

$$\varphi_S = \text{atan } \varphi_P$$

$$\varphi_S = 3,168296^\circ$$

 $= P_{C1} / (\pi \cdot d_2)$

Diş dibi çapı

$$d_3 = d - 1,22687 \cdot P_{C1}$$

$$d_3 = 6,466 \text{ mm}$$

Diş dibi kesitinin alanı

$$A_3 = \pi \cdot d_3^2 / 4$$

$$A_3 = 32,8 \text{ mm}^2$$

Anahtar ağızı

$$s = 13 \text{ mm}$$

Kafa altı dış çapı

$$d_{KD} = 11,6 \text{ mm}$$

Geçiş deliği

$$d_G = 9 \text{ mm}$$

Kafa altı iç çapı d_{yKG} alınır

= 0

$$d_{KI} = d_G + 2 \cdot d_{yKG}$$

$$d_{KI} = 9 \text{ mm}$$

Şaft çapı

$$d_S = d$$

$$d_S = 8 \text{ mm}$$

Şaft alanı

$$A_S = \pi \cdot d^2 / 4$$

$$A_S = 50,27 \text{ mm}^2$$

Anma alanı

$$A_{AN} = A_S$$

$$A_{AN} = 50,27 \text{ mm}^2$$

Vidasız şaft boyu

$$L_S = L_{C1} - b$$

$$L_S = 28 \text{ mm}$$

Vidalı şaft boyu

$$L_V = L_{S1} - L_S$$

$$L_V = 4 \text{ mm}$$

Gerilim çapı

$$d_{GE} = (d_2 + d_3) / 2$$

$$d_{GE} = 6,827 \text{ mm}$$

Gerilme kesiti alanı

$$A_{GE} = \pi \cdot d_{GE}^2 / 4$$

$$A_{GE} = 36,6 \text{ mm}^2$$

Torsiyon karşı koyma momenti

$$W_t = \pi \cdot d_3^3 / 16$$

$$W_t = 53 \text{ mm}^3$$

1.2.1.4.4 Bağılanan parçaların değerleri

bak Tablo 2.12

| | 1. Parça | 2. Parça |
|-------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Malzeme | GGG 40 | GGG 40 |
| Kalınlık | $L_{SIKP1} = 22 \text{ mm}$ | $L_{SIKP2} = 10 \text{ mm}$ |
| Elastiklik modülü | $E_{P1} = 167\,000 \text{ N/mm}^2$ | $E_{P2} = 167\,000 \text{ N/mm}^2$ |

1.2.1.4.5 Montaj ve işletmede yüzey basıncı sınır değeri

bak Tablo 2.12

| | | |
|----------------------------|------------------------|----------------------------|
| Yüzey basıncı sınır değeri | $T = 20^\circ\text{C}$ | $P_S = 700 \text{ N/mm}^2$ |
|----------------------------|------------------------|----------------------------|

1.2.1.4.6 Sürtünme katsayıları ve açıları

bak Tablo 2.6

| | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Vidada sürtünme katsayısı | | $\mu_V = 0,12$ |
| Vidanın sürtünme açısı | $\rho_V = \text{atan } \mu_V$ | $\rho_V = 6,84277^\circ$ |
| Kafada sürtünme katsayısı | | $\mu_K = 0,12$ |
| Kafada sürtünme açısı | $\rho_K = \text{atan } \mu_K$ | $\rho_K = 6,84277^\circ$ |

1.2.1.4.7 Tork anahtarı ile sıkma momenti faktörü “ α_{S1} ”

bak Tablo 2.9 Tork anahtarı ile sıkma

$$\alpha_{S1} = 1,6$$

1.2.1.4.8 Sıkıştırma momentimax. Sıkıştırma momenti, bak Tablo 2.6, M 8 $M_{S1 \text{ max}} = 24,0 \text{ Nm}$ min. Sıkıştırma momenti, bak $M_{S1 \text{ min}} = M_{S1 \text{ max}} / \alpha_{S1}$ $M_{S1 \text{ min}} = 15,0 \text{ Nm}$ Tork anahtarı için ayarlanacak sıkıştırma momenti “ M_A ” $M_A = 19,5 \text{ Nm}$

$$M_A = (M_{S1 \text{ max}} + M_{S1 \text{ min}}) / 2 =$$

Moment sapması “ ΔM_A ” $\Delta M_A = \pm 4,5 \text{ Nm}$

$$\Delta M_A = (M_{S1 \text{ max}} - M_A)$$

Sıkıştırma momentinin büyüklüğü $M_{S1} = 19,5 \pm 4,5 \text{ Nm}$

Eğer tork anahtarı ayarlama momentini vermek gerekirse:

$$M_{Ay} = 0,9 \cdot M_{S1 \text{ max}} = 0,9 \cdot 24 = 21 \quad M_{Ay} = 21 \text{ Nm}$$

Burada verilen 21 Nm tork anahtarının ayarlanacağı değerdir. Bu değer seçimi genelde montajda çalışanlara bırakılır.

Konstruksiyona ve paragraf 3.1.2.1 e göre $a = 0,018 \text{ mm}$ dir. Burada bağlantı: Eksenden sıkıştırmalı, eksenden zorlamalı bağlantı olarak kabul edilir ve hesaplara ek eğilme etkisi yokmuş gibi devam edilir.

1.2.1.4.9 Cıvatanın montajda elastik esnekliği:

| | | |
|---|--|---|
| Cıvata kafasının esnekliği | $\delta_K = \frac{0,4 \cdot d}{E_C \cdot A_{AN}}$ | $\delta_K = 0,303 \cdot 10^{-6}$ mm/N |
| Vidasız şaftın esnekliği | $\delta_{\text{Ş}} = \frac{L_{\text{Ş}}}{E_C \cdot A_{AN}}$ | $\delta_{\text{Ş}} = 2,653 \cdot 10^{-6}$ mm/N |
| Vidalı şaftın esnekliği | $\delta_V = \frac{L_V}{E_C \cdot A_3}$ | $\delta_V = 0,58 \cdot 10^{-6}$ mm/N |
| Somundaki vidanın esnekliği | $\delta_{VS} = \frac{0,5 \cdot d}{E_{Ci} \cdot A_3}$ | $\delta_{So} = 0,58 \cdot 10^{-6}$ mm/N |
| Somunun esnekliği | $\delta_{So} = \frac{0,33 \cdot d}{E_{P1} \cdot A_{AN}}$ | $\delta_V = 0,314 \cdot 10^{-6}$ mm/N |
| Montajda cıvatanın elastik esnekliği bak | $\delta_C = \delta_K + \delta_{\text{Ş}} + \delta_V + \delta_{VS} + \delta_{So}$ | $\delta_C = 4,430 \cdot 10^{-6}$ mm/N |

1.2.1.4.10 Sıkılan parçaların montaj ve işletmede elastik esnekliği δ_P :

Sıkılan parçaların esnekliğine eşdeğer kaval silindirin kesit alanı

$$\text{Konstruksiyonda } D_{D\text{phe}} \quad D_{D\text{phe}} = d_D + \tan \varphi \cdot L_{Si} \quad D_{D\text{phe}} = 30,1 \text{ mm}$$

Burada konstruksiyonda kısıtlama olmadığından D_{DP} $D_{DP} = 30,1 \text{ mm}$
aynen alınır.

$$d_D = 13 \text{ mm} < D_{D\text{phe}} = 30 \text{ mm} < d_D + L_{Si} = 45 \text{ mm}$$

$$\text{Böylece} \quad x = \sqrt[3]{\frac{L_{Si} \cdot d_D}{D_P^2}} \quad x = 0,7427$$

$$\text{Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı, bak} \quad A_{ES} = 213,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{ES} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot (D_P - d_D) \cdot [(x+1)^2 - 1]$$

$$1. \text{ Parçanın esnekliği bak} \quad \delta_{P1} = \frac{L_{k1}}{A_{ES} \cdot E_{P1}} \quad \delta_{P1} = 0,616 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$2. \text{ Parçanın esnekliği bak} \quad \delta_{P2} = \frac{L_{k1}}{A_{ES} \cdot E_{P2}} \quad \delta_{P2} = 0,280 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Montajda parçaların elastik esnekliği} \quad \delta_P = \delta_{P1} + \delta_{P2} = 0,8965 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

1.2.1.4.11 Montaj ve işletmede kuvvet dağılım faktörü “n”

bak Res 3.10

$$n = 0,5$$

1.2.1.4.12 Kuvvet oranı “ ϕ ”

$$\phi' = \frac{\delta_P}{\delta_C + \delta_P} \quad \phi' = 0,1683038$$

$$\phi = \phi' \cdot n \quad \phi = 0,0841519$$

1.2.1.4.13 Oturmadan dolayı kaybedilen ön germe kuvveti F_{Ot} ,Vida yüzeyi $Rz \approx 16 \mu\text{m}$ $f_{Ot1} = 0,003 \text{ mm}$ Cıvata başı / Somun temas yüzeyi $Rz \approx 16 \mu\text{m}$ $f_{Ot2} = 0,006 \text{ mm}$ Parçalar arası 1 yüzey $Rz \approx 16 \mu\text{m}$ $f_{Ot3} = 0,002 \text{ mm}$

$$f_{Ot} = f_{Ot1} + f_{Ot2} + f_{Ot3} \quad f_{Ot} = 0,011 \text{ mm}$$

$$F_{Ot} = \frac{f_{Ot}}{\delta_{Ci} + \delta_P} \quad F_{Ot} = 2,07 \cdot 10^3 \text{ N}$$

1.2.1.4.14 İşletme kuvvetinin dağılımıCıvatada ek kuvvet “ F_{EK} ”

$$F_{EK \max} = F_{Iş \max} \cdot \phi_{Iş} \quad F_{EK \max} = 480 \text{ N}$$

Parçaların aldığı kuvvet “ F_{PA} ”

$$F_{PA \max} = F_{Iş \max} - F_{EK \max} = F_{Iş \max} \cdot (1 - \phi) \quad F_{PA \max} = 5206 \text{ N}$$

1.2.1.4.15 Montajdaki ön germe kuvveti

bak Tablo 2.6

$$F_{önM} = 17,2 \text{ kN}$$

1.2.1.4.16 İşletmedeki ön germe kuvveti “ $F_{ön}$ ”

$$F_{ön \max} = F_{önM} - F_{Ot} \quad F_{ön \max} = 15,1 \text{ kN}$$

$$F_{ön \min} = \frac{F_{önM}}{\alpha_{S1}} - F_{Ot} \quad F_{ön \min} = 8,7 \text{ kN}$$

Cıvatayı zorlayan max. kuvvet “ $F_{ön}$ ”

$$F_{Ctop} = F_{ön \max} + F_{EK \max} \quad F_{Ctop} = 16,6 \text{ kN}$$

İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ $F_{S1 \min}$ ”

$$F_{S1 \min} = F_{ön \min} - F_{PA \max} \quad F_{S1 \min} = 3,5 \text{ kN}$$

1.2.1.5 Mukavemet değerlerinin kontrolü**1.2.1.5.1 Montajdaki değerler**

Vidadaki sürtünme momenti

$$M_{Vi} = 0,5 \cdot F_{\text{çe}} \cdot d_2 = F_{\text{önM}} \cdot d_2 / 2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho') \quad M_{Vi} = 10,91 \text{ Nm}$$

Montaj ve işletmede vidadaki torsiyon gerilimi

“ τ_t ”

$$\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t} \quad \tau_t = 206 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{çM}}$ ”

$$\sigma_{\text{çM}} = \frac{F_{\text{önM}}}{A_{GE}} \quad \sigma_{\text{çM}} = 470 \text{ N/mm}^2$$

Montajda bileşik gerilim “ σ_{BiM} ”

$$\sigma_{\text{BiM}} = \sqrt{\sigma_{\text{çM}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \quad \sigma_{\text{BiM}} = 589 \text{ N/mm}^2$$

Basma yüzey alanı “ A_b ”

$$A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_G^2) \quad A_b = 42,1 \text{ mm}^2$$

Montajda temas yüzeyi basıncı

$$p_M = F_{\text{önM}} / A_b \quad p_M = 409 \text{ N/mm}^2$$

1.2.1.5.2 İşletmedeki değerler

İşletmede bileşik gerilim

Cıvatanın işletmedeki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{ç}}$ ”

$$\sigma_{\text{ç}} = \frac{F_{\text{Ci max}}}{A_{GE}} \quad \sigma_{\text{ç}} = 426 \text{ N/mm}^2$$

İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ”

$$\sigma_{\text{Bi}} = \sqrt{\sigma_{\text{ç}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \quad \sigma_{\text{Bi}} = 555 \text{ N/mm}^2$$

İşletmede temas yüzeyleri basma gerilimi

İşletmede temas yüzey basıncı

$$p_{İş} = F_{\text{Ctop}} / A_b \quad p_{İş} = 371 \text{ N/mm}^2$$

Genlik gerilimi

Zorlama statik olduğundan işletmede genlik gerilimi yoktur.

İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ $F_{S1 \text{ min}}$ ”İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ $F_{S1 \text{ min}}$ ”

$$F_{S1 \text{ min}} = F_{\text{ön min}} - F_{\text{PA max}} \quad F_{S1 \text{ min}} = 3'474 \text{ N}$$

1.2.1.6 Emniyet katsayıları**Montajdaki değerler:**

| | | |
|---|--|------------------|
| Montajda akma mukavemeti emniyeti | $S_{AM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{biM}}$ | $S_{AM} = 1,09$ |
| Montajda temas yüzeyleri basıncı emniyeti | $S_{ApM} = \frac{P_{SII}}{P_M}$ | $S_{ApM} = 1,71$ |

İşletmedeki değerler:

| | | |
|--|--|------------------|
| İşletmede akma mukavemeti emniyeti | $S_{Aiş} = \frac{R_{p0,2İş}}{\sigma_{biİş}}$ | $S_{Aiş} = 1,15$ |
| İşletmede temas yüzeyleri basıncı emniyeti | $S_{piş} = \frac{P_{S1}}{P_{iş}}$ | $S_{piş} = 1,89$ |
| Sıkıştırma kuvvetinin durumu | $S_{S1} = \frac{F_{S1min}}{F_{S1-GER}}$ | $S_{S1} = 3,47$ |

Burada bütün orantı değerleri 1 den büyük oldukları için, hesapsal olarak, konstruksiyonun işletmede sağlıklı çalışacağı söylenebilir.

Konstruksiyon, imalat ve montaj için cıvata bağlantısında bilinmesi gereken değerler:

Cıvata: 6-Köşe Cıvata M8-50/22 - 8.8 İmalattan sonra islah edilmiş.

Sıkma metodu: Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma.
Cıvata satın alındığı gibi yağlanmadan kullanılacak.

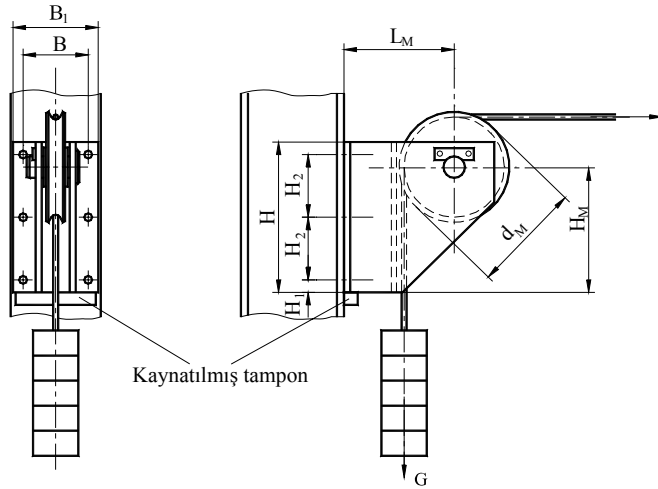
Sıkma momenti: $M_{S1} = 20 \pm 4 \text{ Nm}$
Bak Tablo 2.6 veya Tablo 2.7

Ek konstruksiyon: Ortası 9 mm delinmiş, 35 mm çapında ve 22 mm boyunda ek parça bak Şekil 2, Res. 1.2.

1.2.2 Eksen dışı yük ve moment etkisindeki konsol bağlantısı

Aşağıda gösterilen konsol cıvata bağlantısı (Res. 1.4) konstruksiyon esaslarına göre ölçü-
lendirilmelidir. Bağlantı parçalarının malzemesi St 52 dir. Cıvatanın boyutları belirlendikten sonra
konstruksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için bir taslak çizilmelidir. Cıvatalara
gelecek enine yükü kaynatılmış tampon karşılayacaktır.

- Cıvata satın alınma durumunda, yani hafif yağlı olarak ve montajın moment ayarlı tork anahtarı
ile elle yapılacağı kabul edilmelidir.
Cıvatanın malzemesi: 6 adet 6-Köşe - Cıvata DIN 931 - 8.8, islah edilmiş, ham

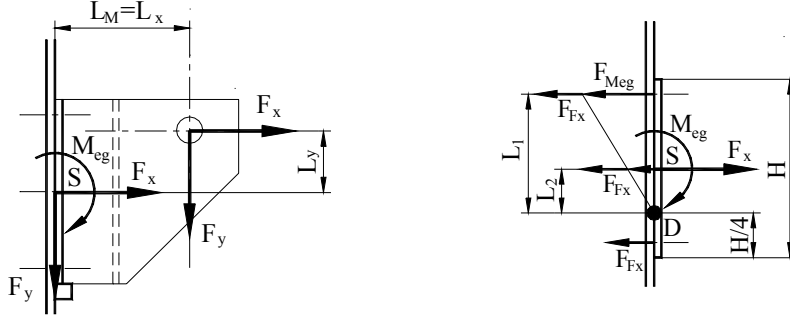


Res. 1.4, Germe ağırlığı makara konsol bağlantısı
Bilinen ön değerler:

| | |
|--|-----------------------------|
| Germe parçasının ağırlığı | $m_G = 2000 \text{ kg}$ |
| Cıvataların yatay uzaklığı | $B = 130 \text{ mm}$ |
| Cıvataların dikey uzaklığı | $H_2 = 125 \text{ mm}$ |
| Cıvataların dikey kenar uzaklığı | $H_1 = 25 \text{ mm}$ |
| Konsolun plakasının eni | $B_1 = 180 \text{ mm}$ |
| Konsol plakasının yüksekliği | $H = 300 \text{ mm}$ |
| Cıvata sayısı | $n_{C1} = 6$ |
| Cıvata sırası | $z_{C1} = 2$ |
| Makara çapı | $d_M = 200 \text{ mm}$ |
| Makara merkezinin kolona uzaklığı | $L_M = 220 \text{ mm}$ |
| Makara merkezinin konsol altına uzaklığı | $H_M = 250 \text{ mm}$ |
| Kolon IPE 450(US37-2) | $s_{IPE} = 14,6 \text{ mm}$ |
| Konsol plaka kalınlığı (US37-2) | $s_P = 15 \text{ mm}$ |

1.2.2.1 Çözüm

İlk yapılacak işlem bir cıvataı etkileyen max. işletme kuvvetini bulmaktır. Kuvvetler cıvata konstruksiyonunun ağırlık merkez noktası "S" e (Res. 1.5) getirildikten sonra bir cıvataı etkileyen işletme kuvveti bulunur (Res. 1.6).



Res. 1.5, Kuvvetlerin S'e getirilmesi Res. 1.6, Bir cıvataadaki kuvvet

| | | | |
|--|---------------------------------|-------------|-------------------------------|
| Germe | | kuvveti | $F_x = 19'613 \text{ N}$ |
| $F_x = m_G \cdot g$ | ve | $F_y = F_x$ | $F_y = 19'613 \text{ N}$ |
| F_y kuvveti için kuvvet kolu | $L_x = L_M$ | | $L_x = 220 \text{ mm}$ |
| F_x kuvveti için kuvvet kolu | $L_y = H_M - H_1 - H_2$ | | $L_y = 100 \text{ mm}$ |
| Konstruksiyonun ağırlık merkezindeki eğilme momenti | | | $M_{eg} = 6'276 \text{ Nm}$ |
| $M_{eg} = F_x \cdot L_y + F_y \cdot L_x$ | | | |
| Cıvataların S den uzaklıkları | $L_1 = 2 \cdot H_2 + H_1 - H/4$ | | $L_1 = 200 \text{ mm}$ |
| | $L_2 = H_2 + H_1 - H/4$ | | $L_2 = 75 \text{ mm}$ |
| Momenten doğan | çekme | kuvveti | |
| $F_{çMeg} = \frac{M_{eg}}{z} \cdot \frac{L_1}{L_1^2 + L_2^2}$ | $F_{çMegmax} = F_{Meg1}$ | | $F_{Meg1} = 13'756 \text{ N}$ |
| Yatay kuvvet F_y tampon alır ve F_x kuvvetinden | | | $F_{Fx} = 2'125 \text{ N}$ |
| $F_{Fx} = F_x / n_{Ci}$ | | | |
| Bir cıvataı etkileyen max. işletme kuvveti "F _{işmax} " | | | $F_{işmax} = 17'025$ |
| $F_{işmax} = F_{Meg1} + F_{Fx}$ | Zorlama: Statik ve eksen dışı | | N |

1.2.2.2 Cıvatanın seçimi

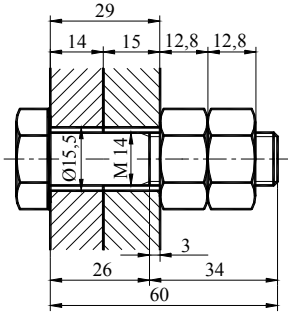
İşletmedeki max. kuvvet $F_{işmax} = 17 \text{ kN}$, statik zorlama, **16 – 20 kN** ve cıvata kalitesi 8.8

Cıvatanın boyutları : Tablo 2.13 den, M14

6-Köşe Cıvata M14-60/34 - 8.8

Statik zorlama olduğundan konstruksiyonunun gevşememesi için önlem almak gerekmez. Çift somunla, yani kontra somunla emniyetli bağlantı sağlanır.

1.2.2.3 Bağlantının hassas kontrolü



6-Köşe Cıvata M14-60/34 - 8.8

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| İşletme kuvveti | $F_{i\text{şmax}} = 17'025 \text{ N}$ |
| statik | $F_{i\text{şmin}} = F_{i\text{şmax}}$ |
| Temas yüzeyleri | Literatürden |
| sürtünme katsayısı | $\mu_{\text{Sü}} = 0,2$ |
| Gerekli sıkıştırma | $F_{\text{Siger}} = 1 \text{ kN}$ |
| Malzeme kalitesi | 8.8 |
| Montaj ve çevre ısısı | $T_M = 20 \text{ °C}$ |
| Kopma mukavemeti | $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$ |
| Akma mukavemeti | $R_{p0,2} = 640 \text{ N/mm}^2$ |
| Elastiklik modülü | $E_{C1} = 210'000 \text{ N/mm}^2$ |

Burada hesaplar örnek 1.2.1 deki gibi yapılır ve şu sonuçlar elde edilir:

1.2.2.4 Mukavemet değerlerinin kontrolü

Montajdaki gerilimler:

| | | | |
|--|--------------------------|--|--|
| Vidadaki moment | sürtünme | $M_{Vi} = F_{\text{önM}} \cdot d_2/2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$ | $M_{Vi} = \text{Nm}$ |
| Montaj ve işletmede vidadaki torsiyon gerilimi “ τ_t ” | | $\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t}$ | $\tau_t = \text{N/mm}^2$ |
| Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{çM}}$ ” | | $\sigma_{\text{çM}} = \frac{F_{\text{önM}}}{A_{GE}}$ | $\sigma_{\text{çM}} = \text{N/mm}^2$ |
| Montajda bileşik gerilim “ σ_{BiM} ” | | $\sigma_{\text{BiM}} = \sqrt{\sigma_{\text{çM}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$ | $\sigma_{\text{BiM}} = 586 \text{ N/mm}^2$ |
| Basma yüzey alanı “ A_b ” | | $A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_G^2)$ | $A_b = \text{mm}^2$ |
| Montajda temas yüzeyi basıncı | | $p_M = F_{\text{önM}} / A_b$ | $p_M = 486 \text{ N/mm}^2$ |
| Montajda yüzey basınç sınırı | St 37 20° bak Tablo 2.12 | | $p_S = 490 \text{ N/mm}^2$ |

İşletmedeki gerilimler:

| | | | |
|--|--------------------------|--|---|
| işletmedeki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{ç}}$ ” | | $\sigma_{\text{ç}} = \frac{F_{\text{Ci max}}}{A_{GE}}$ | $\sigma_{\text{ç}} = \text{N/mm}^2$ |
| İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ” | | $\sigma_{\text{Bi}} = \sqrt{\sigma_{\text{ç}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$ | $\sigma_{\text{Bi}} = 558 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede temas yüzey basıncı | | $p_{i\text{ş}} = F_{\text{Ctop}} / A_b$ | $p_{i\text{ş}} = 451 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletme yüzey basınç sınırı | St 37 20° bak Tablo 2.12 | | $p_{\text{Siş}} = 490 \text{ N/mm}^2$ |

İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ F_{S1min} ”

$$F_{S1min} = F_{ön min} - F_{PA max} \quad F_{S1min} = 13'332 \text{ N}$$

1.2.2.5 Emniyet katsayıları

Montajdaki değerler:

Montajda akma mukavemeti emniyeti $S_{AM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{biM}} \quad S_{AM} = 1,09$

Montajda temas yüzeyleri basıncı emniyeti $S_{ApM} = \frac{p_{S1}}{p_M} \quad S_{ApM} = 1,01$

İşletmedeki değerler:

İşletmede akma mukavemeti emniyeti $S_{Aiş} = \frac{R_{p0,2Iş}}{\sigma_{biış}} \quad S_{Aiş} = 1,15$

İşletmede temas yüzeyleri basıncı emniyeti $S_{piş} = \frac{p_{S1}}{p_{iş}} \quad S_{piş} = 1,09$

Sıkıştırma kuvvetinin durumu $S_{S1} = \frac{F_{S1min}}{F_{S1-GER}} \quad S_{S1} = 13,33$

Burada bütün orantı değerleri 1 den büyük oldukları için, hesapsal olarak, konstruksiyonun işletmede sağlıklı çalışacağı söylenebilir.

Cıvata bağlantısında bilinmesi gereken değerler:

Moment etkili konsol bağlantılarında cıvataı etkileyen eğilme momenti cıvataı etkileyen kuvvet olarak hesaplandığından ve konstruksiyonun ağırlık merkezinde taşıyıcı cıvataların olmasından ötürü normalde ayrıca eğilme etkisi hesaplanmaz.

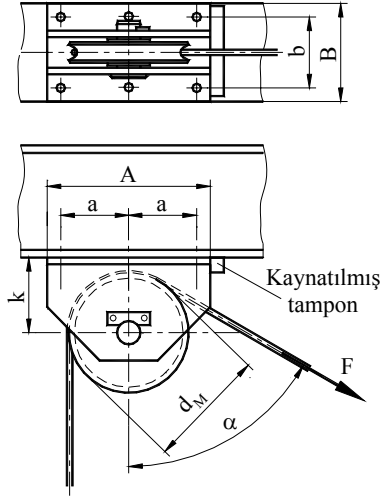
Cıvata: 6-Köşe Cıvata M14-60/34 - 8.8 İmalattan sonra islah edilmiş.

Sıkma metodu: Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma.
Cıvata satın alındığı gibi yağlanmadan kullanılacak.

Sıkma momenti: $M_{S1} = 100 \pm 25 \text{ Nm}$
Bak Tablo 2.6 veya Tablo 2.7

1.2.3 Eksen dışı yük ve moment etkisindeki makaralı travers konsol bağlantısı

Aşağıda gösterilen makaralı travers konsol bağlantısı (Res. 1.7) konstruksiyon esaslarına göre ölçülendirilmelidir. Cıvatanın boyutları belirlendikten sonra konstruksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için bir taslak çizilmelidir. Cıvatalara gelecek enine yükü kaynatılmış tampon karşılayacaktır.



- Cıvata satın alınma duru-munda, yani hafif yağlı olarak kabul edilmelidir.
- Montajda cıvatanın moment ayarlı tork anahtarı ile sıkılacağı vede bu işlemin elle yapılacağı kabul edilme-lidir.
- Cıvatanın malzemesi: 6 adet 6-Köşe - Cıvata DIN 931 - 8.8, islah edilmiş, ham olarak kabul edilmelidir.

Res. 1.7, Makaralı travers konsol bağlantısı
Bilinen ön değerler:

Çekme kuvveti

$$F_{\max} = 50 \text{ kN}$$

Konsol plakasının boyu

$$F_{\min} = 1,5 \text{ kN}$$

Konsolun plakasının eni

$$A = 350 \text{ mm}$$

Cıvataların boyuna uzaklığı

$$B = 200 \text{ mm}$$

Cıvataların enine uzaklığı

$$a = 150 \text{ mm}$$

Cıvata sayısı

$$b = 150 \text{ mm}$$

Cıvata sırası

$$n_{C_1} = 6$$

Makara çapı

$$z_{C_1} = 2$$

Makara merkezinin kolona uzaklığı

$$d_M = 250 \text{ mm}$$

Kolon IPE 450 , USt 37-2 , St 52 takviyeli

$$k = 200 \text{ mm}$$

St 52 – ϕ 50 – 20 rondela

$$s_{IPB} = 14,6 \text{ mm}$$

Konsol plaka, USt 37-2 , St 52 takviyeli

$$t_{Ron} = 20 \text{ mm}$$

St 52 – ϕ 50 – 20 rondela

$$s_P = 15 \text{ mm}$$

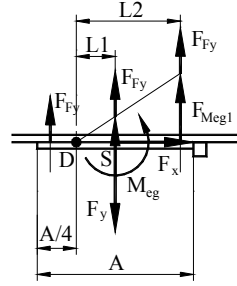
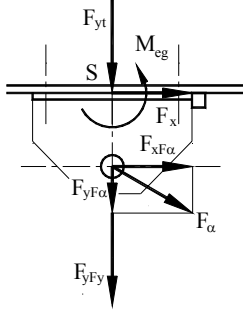
Kuvvet etki açısı

$$t_{Ron} = 20 \text{ mm}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

1.2.3.1 Çözüm

İlk yapılacak işlem bir cıvataı etkileyen max. işletme kuvvetini bulmaktır. Kuvvetler cıvata konstruksiyonunun ağırlık merkez noktası "S" e (Res. 1.8) getirildikten sonra bir cıvataı etkileyen işletme kuvveti bulunur (Res. 1.9).



Res. 1.8, Kuvvetlerin S'e getirilmesi Res. 1.9, Bir cıvataadaki kuvvet

| | | |
|---|---|---------------------------------------|
| x-Eksenindeki kuvvet | $F_x = F_{xF\alpha} = F_\alpha \cdot \cos \alpha$ | $F_x = 12'749 \text{ N}$ |
| y-Eksenindeki kuvvet | $F_y = F_{yFy} + F_{yF\alpha}$ | $F_x = 93'300 \text{ N}$ |
| | $F_{yFy} = F_{yt}$ | $F_{yFy} = 50'000 \text{ N}$ |
| | $F_{yF\alpha} = F_\alpha \cdot \sin \alpha$ | $F_{yF\alpha} = 43'300 \text{ N}$ |
| F_x kuvveti için kuvvet kolu | $L_y = k$ | $L_y = 200 \text{ mm}$ |
| Konstruksiyonun ağırlık merkezindeki eğilme momenti | $M_{eg} = F_x \cdot L_y$, F_y kuvveti ağırlık merkezinden geçiyor. | $M_{eg} = 5'000 \text{ Nm}$ |
| Cıvataların S den uzaklıkları | $L_1 = 2 \cdot a - (A - 2a)/2 - A/4$ | $L_1 = 237,5 \text{ mm}$ |
| | $L_2 = L_1 - a$ | $L_2 = 87,5 \text{ mm}$ |
| Momenten doğan çekme kuvveti | $F_{çMeg} = \frac{M_{eg}}{z} \cdot \frac{L_1}{L_1^2 + L_2^2}$ | $F_{çMeg1} = 9'268 \text{ N}$ |
| Yatay kuvvet F_y tampon alır ve F_y kuvvetinden | $F_{Fy} = F_y / n_{Ci}$ | $F_{Fy} = 8'333 \text{ N}$ |
| Bir cıvataı etkileyen max. işletme kuvveti " $F_{i\text{şmax}}$ " | $F_{i\text{şmax}} = F_{Meğ1} + F_{Fy}$ | $F_{i\text{şmax}} = 17'600 \text{ N}$ |
| $F_{i\text{şmax}}$ dışı | Zorlama: Dinamik ve eksen dışı | $F_{i\text{şmin}} = 528 \text{ N}$ |

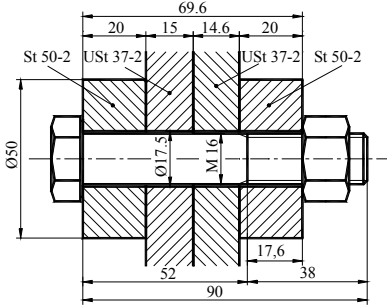
1.2.3.2 Cıvatanın seçimi

İşletmedeki max. kuvvet $F_{i\text{şmax}} = 17,6 \text{ kN}$, : den dinamik zorlama, 16 – 20 kN arası ve cıvata kalitesi 8.8

Cıvata: bak Tablo 2.13 M16 ve Tablo 2.2 den **6-Köşe Cıvata M16-90/38 - 8.8**

Dinamik zorlama $L_{S1} \geq 4 \cdot d = 64 < 69,6 \text{ mm}$ olduğundan konstruksiyon sihatli çalışacaktır. Ayrıca bir önlem almaya gerek yoktur.

1.2.3.3 Bağlantının hassas kontrolü



6-Köşe Cıvata M16-90/38 - 8.8

| | |
|-----------------------|---------------------------------------|
| İşletme kuvveti | $F_{İ\text{şmax}} = 17'600 \text{ N}$ |
| statik | $F_{İ\text{şmin}} = 530 \text{ N}$ |
| Temas yüzeyleri | Literatürden |
| sürtünme katsayısı | $\mu_{Sü} = 0,2$ |
| Gerekli sıkıştırma | $F_{Siger} = 1 \text{ kN}$ |
| Malzeme kalitesi | 8.8 |
| Montaj ve çevre ısısı | $T_M = 20 \text{ °C}$ |
| Kopma mukavemeti | $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$ |
| Akma mukavemeti | $R_{p0,2} = 640 \text{ N/mm}^2$ |
| Elastiklik modülü | $E_C = 210'000 \text{ N/mm}^2$ |

Burada hesaplar örnek 1.2.1 de ki gibi yapılır ve şu sonuçlar elde edilir:

1.2.3.4 Mukavemet değerlerinin kontrolü

Montajdaki gerilimler:

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| Vidadaki sürtünme momenti | $M_{Vi} = F_{önM} \cdot d_2/2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$ | $M_{Vi} = 91,1 \text{ Nm}$ |
| Montaj ve işletmede vidadaki torsiyon gerilimi “ τ_t ” | $\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t}$ | $\tau_t = 187 \text{ N/mm}^2$ |
| Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi “ $\sigma_{çM}$ ” | $\sigma_{çM} = \frac{F_{önM}}{A_{GE}}$ | $\sigma_{çM} = 482 \text{ N/mm}^2$ |
| Montajda bileşik gerilim “ σ_{BiM} ” | $\sigma_{BiM} = \sqrt{\sigma_{çM}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$ | $\sigma_{BiM} = 580 \text{ N/mm}^2$ |
| Basma yüzey alanı “ A_b ” | $A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_G^2)$ | $A_b = 157,1 \text{ mm}^2$ |
| Montajda temas yüzeyi basıncı | $p_M = F_{önM} / A_b$ | $p_M = 481 \text{ N/mm}^2$ |
| Montajda yüzey basınç sınırı | St 50-2 20°C , Tablo 2.12 | $P_S = 710 \text{ N/mm}^2$ |

İşletmedeki gerilimler:

| | | |
|---|--|------------------------------------|
| işletmedeki çekme gerilimi “ $\sigma_ç$ ” | $\sigma_ç = \frac{F_{Ci\text{max}}}{A_{GE}}$ | $\sigma_ç = 448 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ” | $\sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_ç^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$ | $\sigma_{Bi} = 552 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede temas yüzey basıncı | $p_{İş} = F_{Ctop} / A_b$ | $p_{İş} = 447 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletme yüzey basınç sınırı | St 50-2 20°C , Tablo 2.12 | $P_{Sİş} = 710 \text{ N/mm}^2$ |

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| İşletmedeki genlik kuvveti “ F_g ” | $F_g = \pm \frac{F_{I\dot{s}u} - F_{I\dot{s}a}}{2} \cdot \phi$ | $F_g = 271 \text{ N}$ |
| Cıvata genlik gerilimi “ σ_g ” | $\sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3}$ | $\sigma_g = 1,88 \text{ N/mm}^2$ |
| İmalat bitiminde islah edilmiş cıvatanın emniyetli genlik mukavemet değeri | | $\sigma_G = 40 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti | $F_{S1min} = F_{\text{ön min}} - F_{PA \text{ max}}$ | $F_{S1min} = 24'247 \text{ N}$ |

1.2.3.5 Emniyet katsayıları

Montajdaki değerler:

| | | |
|---|--|------------------|
| Montajda akma mukavemeti emniyeti | $S_{AM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{biM}}$ | $S_{AM} = 1,1$ |
| Montajda temas yüzeyleri basıncı emniyeti | $S_{ApM} = \frac{P_{S1}}{P_M}$ | $S_{ApM} = 1,48$ |

İşletmedeki değerler

| | | |
|--|---|--------------------------|
| İşletmede akma mukavemeti emniyeti | $S_{Ai\dot{s}} = \frac{R_{p0,2i\dot{s}}}{\sigma_{bi i\dot{s}}}$ | $S_{Ai\dot{s}} = 1,15$ |
| İşletmede temas yüzeyleri basıncı emniyeti | $S_{pi\dot{s}} = \frac{P_{i\dot{s}}}{P_{i\dot{s}}}$ | $S_{pi\dot{s}} = 1,59$ |
| İşletmede devamlı mukavemet emniyeti | $S_{DMi\dot{s}} = \frac{\sigma_G}{\sigma_g}$ | $S_{DMi\dot{s}} = 21,25$ |
| Sıkıştırma kuvvetinin durumu | $S_{S1} = \frac{F_{S1min}}{F_{S1-GER}}$ | $S_{S1} = 24,25$ |

Burada bütün orantı değerleri 1 den büyük oldukları için konstruksiyonun işletmede zorluk çıkarmayacağı görülür.

Cıvata bağlantısında bilinmesi gereken değerler:

Cıvata: 6-Köşe Cıvata M16-90/38 - 8.8, İmalattan sonra islah edilmiş.

Sıkma metodu: Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma.
Cıvata satın alındığı gibi yağlanmadan kullanılacak.

Sıkma momenti: $M_{S1} = 160 \pm 35 \text{ Nm}$
Bak Tablo 2.6 veya Tablo 2.7

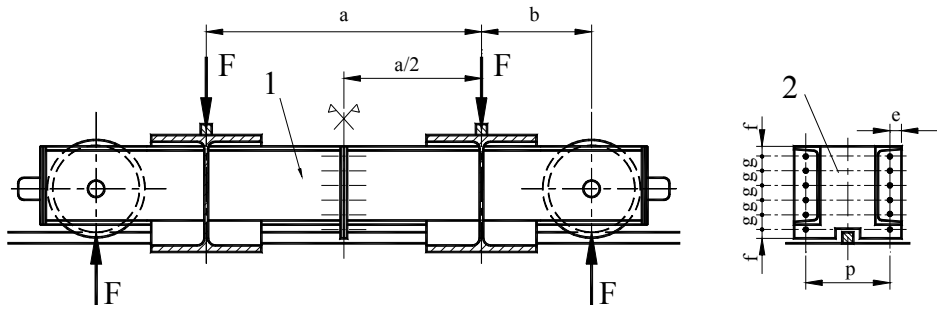
1.2.4 Eksen dışı yük ve moment etkisindeki vinç başlığı bağlantısı

160 kN kapasiteli bir gezer köprü vinçinin başlığı nakliye ve montajda kolaylık olsun diye Res. 1.10 de görüldüğü gibi cıvata bağlantılı olarak yapılmıştır.

Bağlantı konstrüksiyon esaslarına göre ölçülendirilmeli ve cıvatanın boyutları belirlendikten sonra konstrüksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için bir taslak çizilmelidir.

Montajda cıvatanın moment ayarlı tork anahtarı ile sıkılacağı vede bu işlemin elle yapılacağı, cıvataların satın alınma durumunda, yani hafif yağlı olarak kullanılacağı kabul edilmelidir.

Cıvata: 6-Köşe – Cıvata, DIN 931 - 8.8, islah edilmiş



Res. 1.10, Vinç başlığı bağlantısı

Bilinen ön değerler:

Tekerlek ve başlıktaki ray kuvvetleri küçük bir farklılıkla eşit ve titreşimler, ivme ve frenleme etkisi dahil verilen değerler kabul edilirse (uygulamada böyle alınır)

$$F_{\max} = 30 \text{ kN}$$

$$F_{\min} = 10 \text{ kN}$$

$$a = 1000 \text{ mm} \quad ; \quad b = 500 \text{ mm} \quad ; \quad p = 260 \text{ mm}$$

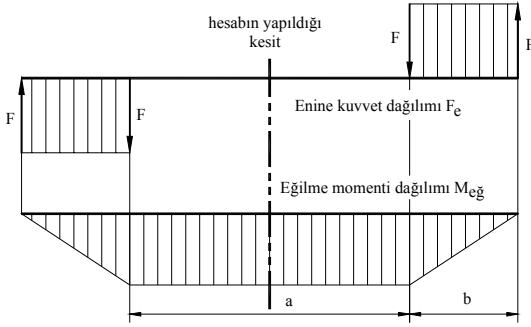
$$e = 30 \text{ mm} \quad ; \quad f = 30 \text{ mm} \quad ; \quad g = 50 \text{ mm}$$

Poz 1 U- Profil , St 37-2 Poz 2 30 mm Blech ,St 37-2,

Pozisyon 2 de her iki tarafında 6 mm kalınlığında St 52 çelik rondela kullanılmıştır.

$$\text{Cıvata adedi} \quad n_{C1} = 12 \quad \text{Cıvata sırası} \quad z = 2$$

1.2.4.1 Çözüm

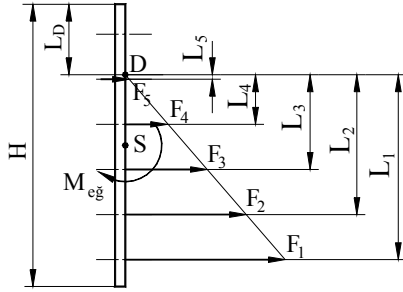


Kuvvetler ve momentler dağılımından görüldüğü gibi, hesabın yapıldığı kesitte yalnız eğilme momenti vardır. Enine kuvvetler karşılıklı etki gösterdiklerinden sıfırdır.

Moment:

$$M_{eg} = F \cdot b = 30'000 \cdot 500$$

$$M_{eg} = 15'000 \text{ Nm}$$



$$\begin{aligned} H &= 2 \cdot f + 5 \cdot g & H &= 310 \text{ mm} \\ L_D &= H/4 & L_D &= 77,5 \text{ mm} \\ L_5 &= f + g - L_D & L_5 &= 2,5 \text{ mm} \\ L_4 &= L_5 + g & L_4 &= 52,5 \text{ mm} \\ L_3 &= L_4 + g & L_3 &= 102,5 \text{ mm} \\ L_2 &= L_3 + g & L_2 &= 152,5 \text{ mm} \\ L_1 &= L_2 + g & L_1 &= 202,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momenten doğan çekme kuvveti

$$F_1 = \frac{M_{eg}}{z_{C1}} \cdot \frac{L_1}{L_1^2 + L_2^2 + L_3^2 + L_4^2 + L_5^2}$$

bak

$$F_1 = 19'589 \text{ N}$$

Her ne kadar zorlama statikmiş gibi görünüyorsa da ötürü kuvvetler:

$$F_{İş \max} = 19,6 \text{ kN} \quad \text{ve} \quad F_{İş \min} = 19,6 / 3 = 6,8 \text{ kN} \text{ olarak alınır.}$$

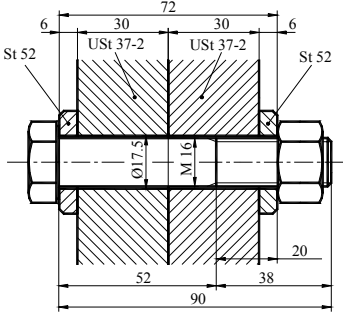
1.2.4.2 Cıvatanın seçimi

Zorlama dinamik kabul edilir ve cıvata: Tablo 2.13 den dinamik boyuna kuvvet, cıvata kalitesi 8.8 ve

$$F_{İş \max} = 19,6 \text{ kN}$$

6-Köşe Cıvata M16-90/38 - 8.8 seçilir.

1.2.4.3 Bağlantının hassas kontrolü



6-Köşe Cıvata M16-90/38 - 8.8

| | |
|-----------------------|--|
| İşletme kuvveti | $F_{İ\text{şmax}} = 19,6 \text{ kN}$ |
| statik | $F_{İ\text{şmin}} = 6,8 \text{ kN}$ |
| Temas yüzeyleri | Literatürden |
| sürtünme katsayısı | $\mu_{Sü} = 0,2$ |
| Gerekli sıkıştırma | $F_{Siger} = 10 \text{ kN}$ |
| Malzeme kalitesi | 8.8 |
| Montaj ve çevre ısısı | $T_M = 20 \text{ °C}$ |
| Kopma mukavemeti | $R_m = 800 \text{ N/mm}^2$ |
| Akma mukavemeti | $R_{p0,2} = 640 \text{ N/mm}^2$ |
| Elastiklik modülü | $E_{C1} = 210 \cdot 1000 \text{ N/mm}^2$ |

Burada hesaplar örnek 1.2.1 deki gibi yapılır ve şu sonuçlar elde edilir:

1.2.4.4 Mukavemet değerlerinin kontrolü

Montajdaki değerler:

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| Vidadaki sürtünme momenti | $M_{Vi} = F_{önM} \cdot d_2/2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$ | $M_{Vi} = 91,1 \text{ Nm}$ |
| Montaj ve işletmede vidadaki torsiyon gerilimi “ τ_t ” | $\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t}$ | $\tau_t = 187 \text{ N/mm}^2$ |
| Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi “ $\sigma_{çM}$ ” | $\sigma_{çM} = \frac{F_{önM}}{A_{GE}}$ | $\sigma_{çM} = 482 \text{ N/mm}^2$ |
| Montajda bileşik gerilim “ σ_{BiM} ” | $\sigma_{BiM} = \sqrt{\sigma_{çM}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$ | $\sigma_{BiM} = 580 \text{ N/mm}^2$ |
| Basma yüzey alanı “ A_b ” | $A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_G^2)$ | $A_b = 157,1 \text{ mm}^2$ |
| Montajda temas yüzeyi basıncı | $p_M = F_{önM} / A_b$ | $p_M = 481 \text{ N/mm}^2$ |
| Montajda yüzey basınç sınırı | St 52 20°C, Tablo 2.12 | $P_S = 710 \text{ N/mm}^2$ |

İşletmedeki değerler:

| | | |
|---|--|------------------------------------|
| işletmedeki çekme gerilimi “ $\sigma_ç$ ” | $\sigma_ç = \frac{F_{Ci\text{max}}}{A_{GE}}$ | $\sigma_ç = 458 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ” | $\sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_ç^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$ | $\sigma_{Bi} = 561 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede temas yüzey basıncı | $p_{İş} = F_{Ctop} / A_b$ | $p_{İş} = 457 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede yüzey basınç sınırı | St 52 20°C, Tablo 2.12 | $P_S = 710 \text{ N/mm}^2$ |

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| İşletmedeki genlik kuvveti “ F_g ” | $F_g = \pm \frac{F_{İşü} - F_{İşa}}{2} \cdot \phi$ | $F_g = 132 \text{ N}$ |
| Cıvata genlik gerilimi “ σ_g ” | $\sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3}$ | $\sigma_g = 0,91 \text{ N/mm}^2$ |
| İmalat bitiminde islah edilmiş cıvatanın emniyetli genlik mukavemet değeri | | $\sigma_G = 40 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti | $F_{S1min} = F_{ön min} - F_{PA max}$ | $F_{S1min} = 20 \text{ kN}$ |

1.2.4.5 Emniyet katsayıları

Montajdaki değerler:

| | | |
|---|--|------------------|
| Montajda akma mukavemeti emniyeti | $S_{AM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{biM}}$ | $S_{AM} = 1,1$ |
| Montajda temas yüzeyleri basıncı emniyeti | $S_{ApM} = \frac{p_{S1}}{p_M}$ | $S_{ApM} = 1,48$ |

İşletmedeki değerler:

| | | |
|--|--|--------------------|
| İşletmede akma mukavemeti emniyeti | $S_{Aiş} = \frac{R_{p0,2İş}}{\sigma_{biİş}}$ | $S_{Aiş} = 1,14$ |
| İşletmede temas yüzeyleri basıncı emniyeti | $S_{piş} = \frac{p_{S1}}{p_{İş}}$ | $S_{piş} = 1,55$ |
| İşletmede devamlı mukavemet emniyeti | $S_{DMiş} = \frac{\sigma_G}{\sigma_g}$ | $S_{DMiş} = 43,83$ |
| Sıkıştırma kuvvetinin durumu | $S_{S1} = \frac{F_{S1min}}{F_{S1-GER}}$ | $S_{S1} = 2$ |

Burada bütün orantı değerleri 1 den büyük oldukları için konstruksiyonun işletmede zorluk çıkarmayacağı görülür.

Cıvata bağlantısında bilinmesi gereken değerler:

Cıvata: 6-Köşe Cıvata M16-90/38 - 8.8, İmalattan sonra islah edilmiş.

Sıkma metodu: Tork anahtar ile torsiyon moment kontrollü sıkma.
Cıvata satın alındığı gibi yağlanmadan kullanılacak.

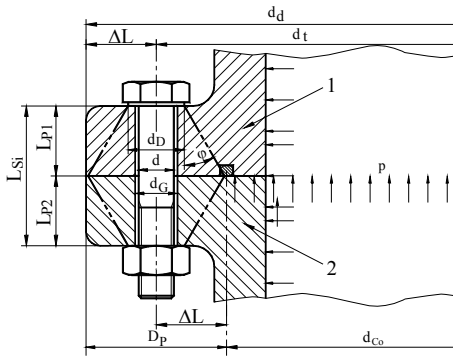
Sıkma momenti: $M_{S1} = 160 \pm 35 \text{ Nm}$
Bak Tablo 2.6 veya Tablo 2.7

1.2.5 Eksen dışı yük ve boyuna ısı etkisindeki flanş bağlantısı

Aşağıda gösterilen işletme ısısı Poz 1 ve 2 için 200°C, cıvata 180°C olan flanş bağlantısı (Res. 1.11) konstruksiyon esaslarına göre ölçülendirilmelidir. Poz 1 ve Poz 2 nin malzemesi St 50 dir. Cıvatanın boyutları belirlendikten sonra konstruksiyonunun gevşemeden çalışabilmesi için bir taslak çizilmelidir.

- Cıvata satın alınma durumunda, yani hafif yağlı olarak ve montajın moment ayarlı tork anahtarları ile elle yapılacağı kabul edilmelidir.
Cıvatanın malzemesi: 6-Köşe - Cıvata DIN 931 - 8.8, islah edilmiş, ham

Bilinen ön değerler:



Res. 1.11, Flanş bağlantısı

İşletmede cıvata kafasının yukarıda kalacak şekilde monte edilmesi daha doğrudur. Çünkü; somun gevşeyip düşse bile, cıvata gevşek bir pim gibi kalıp bağlantının tamamen çözülmesini önler. Böylece düşen somunun ikazı ile bağlantının kontrolü vede tekrar sıkıştırılma imkanı doğar.

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| Flanş dış çapı | $d_d = 220 \text{ mm}$ |
| Cıvata yerleşme çapı | $d_t = 180 \text{ mm}$ |
| Boru iç çapı | $d_i = 110 \text{ mm}$ |
| Conta çapı | $d_{Co} = 136 \text{ mm}$ |
| Basınç | $p_{max} = 3,8 \text{ N/mm}^2$ |
| | $p_{min} = 1,9 \text{ N/mm}^2$ |

1.2.5.1 Çözüm

İlk yapılacak işlem bir cıvatayı etkileyen max. işletme kuvvetini bulmaktır.

Flanşı etkileyen toplam kuvvet $F_{maxtop} = A_{Ab} \cdot p_{max}$ $F_{maxtop} = 55'202 \text{ N}$

$$F_{mintop} = A_{Ab} \cdot p_{min} \quad F_{mintop} = 27'601 \text{ N}$$

Basınç altındaki alan $A_{Ab} = 0,25 \cdot \pi \cdot d_{Co}^2$ $A_{Ab} = 14'527 \text{ mm}^2$

Sınır değerler oranı $\kappa = F_{min} / F_{max}$ $\kappa = 0,5$

Cıvata adedi. Sızdırmazlığı garanti eden genel bir şart vardır:

$L_a / d_G \leq 5$ bu şart gerçekleşmelidir. Bunun içinde ilk evvela cıvata sayısı kabul edilir ve hesaplar yapılır. $n_{C1} = 12$

Bir cıvatayı etkileyen kuvvet $F_{İşmax} = F_{maxtop} / n_{C1}$ $F_{İşmax} = 4'600 \text{ N}$

Zorlama: Dinamik ve eksen dışı $F_{İşmin} = F_{mintop} / n_{C1}$ $F_{İşmin} = 2'300 \text{ N}$

1.2.5.2 Cıvatanın tablo ile ölçülendirilmesi

İşletmedeki max. kuvvet $F_{İşmax} = 4'600 \text{ N}$, dinamik zorlama ve cıvata kalitesi 8.8

Cıvatanın boyutları : Tablo 2.13 den,

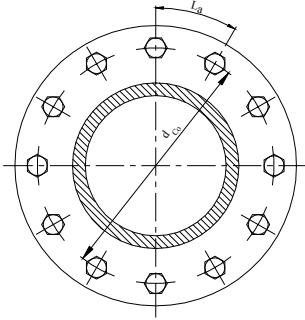
6-Köşe Cıvata M10-50/26 - 8.8

Sızdırmazlık için $L_a / d_G \leq 5$ gerçekleşmelidir.

$$L_a = \pi \cdot d_t / n_{C1} = \pi \cdot 180 / 12 \approx 47 \text{ mm}$$

ve

$$d_G = 11 \text{ mm}, L_a / d_G = 47 / 11 \approx 4,3 \leq 5$$



böylece sızdırmazlık şartı gerçekleşmiş olur.

Cıvata konstruksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için

$$L_{S1} = 4 \cdot d = 4 \cdot 10 = 40 \text{ mm},$$

flaş kalınlığı $h = 40 \text{ mm}$, yani her bir flaş 20 mm olmalıdır.

1.2.5.3 Bağlantının hassas kontrolü

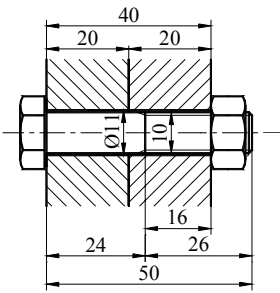
İşletme değerleri ve 2. Cıvatanın değerleri

6-Köşe Cıvata M10-50/26 - 8.8

İşletme kuvveti $F_{i\text{şmax}} = 4,6 \text{ kN}$

statik $F_{i\text{şmin}} = 2,3 \text{ kN}$

Gerekli sıkıştırma $F_{S\text{iger}} = 1 \text{ kN}$



| | | Montajd | İşletmed |
|-------------------|----------------------------------|--|----------|
| | | a | e |
| Isı | T (°C) | 20 | 180 |
| Kopma muka. | R_m (N/mm ²) | 800 | 820 |
| Akma mukavem. | $R_{p0,2}$ (N/mm ²) | 640 | 540 |
| Elastiklik mod. | E_{C1} (N/mm ²) | 210'000 | 200'000 |
| genişleme faktörü | $T_{i\text{ş}} = 180^\circ$ için | $\alpha_{LC1} = 11,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ | |

Vida ve konstruksiyon değerleri bak Tablo 2.1 den Tablo 2.3 e kadar

| | | |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Anma çapı | 6-Köşe Cıvata | $d = 10 \text{ mm}$ |
| Adım veya hatve | | $P_{C1} = 1,5 \text{ mm}$ |
| Cıvatanın boyu | | $L_{C1} = 50 \text{ mm}$ |
| Vidanın boyu | | $b = 26 \text{ mm}$ |
| Toplam sıkılan boy | | $L_{S1} = 40 \text{ mm}$ |
| Bölüm dairesi çapı | $d_2 = d - 0,64952 \cdot P_{C1}$ | $d_2 = 9,026 \text{ mm}$ |
| Helis açısı | $\varphi_S = \text{atan } \varphi_P$ | $\varphi_S = 3,038151^\circ$ |

$$=P_{C1}/(\pi \cdot d_2)$$

| | | |
|---|----------------------------------|----------------------------|
| Diş dibi çapı | $d_3 = d - 1,22687 \cdot P_{C1}$ | $d_3 = 8,160 \text{ mm}$ |
| Diş dibi kesitinin alanı | $A_3 = \pi \cdot d_3^2/4$ | $A_3 = 52,3 \text{ mm}^2$ |
| Anahtar ağızı | | $s = 16 \text{ mm}$ |
| Kafa altı dış çapı | | $d_{KD} = 14,6 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği | | $d_G = 11 \text{ mm}$ |
| Kafa altı iç çapı $d_{yKG} = 0$ alınır. | $d_{KI} = d_G + 2 \cdot d_{yKG}$ | $d_{KI} = 11 \text{ mm}$ |
| Şaft çapı | $d_S = d$ | $d_S = 10 \text{ mm}$ |
| Şaft alanı | $A_S = \pi \cdot d^2/4$ | $A_S = 78,54 \text{ mm}^2$ |

| | | |
|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Anma alanı | $A_{AN} = A_S$ | $A_{AN} = 78,54 \text{ mm}^2$ |
| Vidasız şaft boyu | $L_S = L_{C1} - b$ | $L_S = 24 \text{ mm}$ |
| Vidalı şaft boyu | $L_V = L_{S1} - L_S$ | $L_V = 16 \text{ mm}$ |
| Gerilim çapı | $d_{GE} = (d_2 + d_3)/2$ | $d_{GE} = 8,593 \text{ mm}$ |
| Gerilme kesiti alanı | $A_{GE} = \pi \cdot d_{GE}^2/4$ | $A_{GE} = 58 \text{ mm}^2$ |
| Torsiyon karşı koyma momenti | $W_t = \pi \cdot d_3^3/16$ | $W_t = 107 \text{ mm}^3$ |
| Eğilme karşı koyma momenti | $W_{eğ} = \pi \cdot d_3^3/32$ | $W_{eğ} = 53 \text{ mm}^3$ |

Bağlanan parçaların değerleri

| | 1. Parça | 2. Parça |
|---|--|--|
| Malzeme | St 50 | St 50 |
| Kalınlık | $L_{P1} = 20 \text{ mm}$ | $L_{P2} = 20 \text{ mm}$ |
| Elastiklik modülü, montajda | $E_{P1} = 210 \ 000 \text{ N/mm}^2$ | $E_{P2} = 210 \ 000 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede parçanın ısısı | $T_{P1İŞ} = 200 \text{ °C}$ | $T_{P2İŞ} = 200 \text{ °C}$ |
| Elastiklik modülü, işletmede | $E_{P1İŞ} = 200 \ 000 \text{ N/mm}^2$ | $E_{P2İŞ} = 200 \ 000 \text{ N/mm}^2$ |
| Isıl genişleme katsayısı | $\alpha_{orLP1} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ | $\alpha_{orLP2} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ |
| Montajda yüzey basınç sınırı 20°C de | $P_S = 710 \text{ N/mm}^2$ | $P_S = 710 \text{ N/mm}^2$ |
| İşletmede yüzey basınç sınırı 200°C de | $P_{SİŞ} = 675 \text{ N/mm}^2$ | $P_{SİŞ} = 675 \text{ N/mm}^2$ |
| $p_{SİŞ} = p_S \cdot E_{P1İŞ} / E_{P1}$ | | |
| Parçaların toplam sıkma boyu | $L_{S1} = L_{P1} + L_{P2}$ | $L_{S1} = 40 \text{ mm}$ |

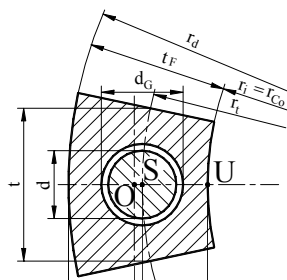
Sürtünme katsayıları ve açıları

| | | |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------|
| Vidada sürtünme katsayısı / açısı | $\mu_V = 0,12$ | $\rho_V = 6,84277^\circ$ |
| Kafada sürtünme katsayısı / açısı | $\mu_K = 0,12$ | $\rho_K = 6,84277^\circ$ |

Sıkma momenti faktörü

Tork anahtarları ile sıkma momenti faktörü $\alpha_{S1} = 1,6$

Bağlanan parçaların ayrılmaması için gereken sıkıştırma kuvveti "F_{S12}"



$$F_{S12} = \frac{(a-s) \cdot u}{k_B^2 + s \cdot u} \cdot F_{İŞ \max} \quad F_{S12} = 21,50 \text{ kN}$$

$$a = (a-s) + s \quad a = 32,129 \text{ mm}$$

$$a-s = \frac{2 \cdot d_t - d_{Co}^2}{8 \cdot d_t} \quad a-s = 32,198 \text{ mm}$$

$$A_T = \pi \cdot (r_d^2 - r_{Co}^2) / n_C \quad A_T = 1'921 \text{ mm}^2$$

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| “s” mesafesi | $s = L_S - y_0$ | $s = 0,423 \text{ mm}$ |
| “ L_S ” mesafesi | $L_S = 0,5 \cdot (d_d - d_t)$ | $L_S = 20 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği boşluklu trapezin ağırlık merkezi “ y_0 ” mesafesi | $y_0 = \frac{y_T \cdot A_T - L_S \cdot A_G}{A_{T0}}$ | $y_0 = 19,577 \text{ mm}$ |
| Tam trapezin ağırlık merkezi “ y_T ” mesafesi | $y_T = \frac{t_F \cdot r_t + 2 \cdot r_i}{3 \cdot r_t + r_i}$ | $y_T = 19,597 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği alanı | $A_G = 0,25 \cdot \pi \cdot d_G^2$ | $A_G = 95,0 \text{ mm}^2$ |
| Geçiş deliği boşluklu trapezin alanı | $A_{T0} = A_T - A_G$ | $A_{T0} = 1278 \text{ mm}^2$ |
| “u” mesafesi | $u = t_F - y_0$ | $u = 21 \text{ mm}$ |
| Taksimat | $t_C = \pi \cdot d_t / n_C$ | $t_C = 47,1 \text{ mm}$ |
| Sıkıştırma basıncı etkisindeki kapalı alanın ataletmomentinin alanına oranı “ k_B^2 ” | $k_B^2 = \frac{I_{BT}}{A_T}$ | $k_B^2 = 138 \cdot \text{mm}^2$ |
| Sıkıştırma basıncı etkisindeki kapalı alanın atalet momenti | $I_{BT} = \frac{t_C \cdot t_F^3 \cdot (r_d^2 + 4 \cdot r_d \cdot r_i + r_i^2)}{36 \cdot r_t \cdot (r_d + r_i)}$ | $I_{BT} = 264'442 \text{ mm}^4$ |
| Toplam sıkıştırma kuvveti | $F_{S1} = F_{S11} + F_{S12}$ | $F_{S1} = 22,5 \text{ kN}$ |
| Gerekli toplam sıkıştırma kuvveti | $F_{S1 \text{ GER}} = 2 \cdot F_{S1}$ | $F_{S1 \text{ GER}} = 45 \text{ kN}$ |
| Tablo 2.6 dan M10-8.8 cıvatanın sıkıştırma kuvveti | | $F_{Sp20} = 27,4 \text{ kN}$ |

1.2.5.4 Yeni cıvata seçimi

Tablo 2.6 dan sıkıştırma kuvveti montajda, yani $20 \text{ }^\circ\text{C}$ de $F_{Sp20} = 54,9 \text{ kN}$ olan M14-8.8 cıvatasını seçelim. Çünkü; ısı etkisi olduğundan işletmedeki yani $180 \text{ }^\circ\text{C}$ deki sıkıştırma kuvveti $F_{Sp180} = F_{Sp20} \cdot R_{p0,2M} / R_{p0,2Iş} \approx 46,3 \text{ kN}$ olur.

Sızdırmazlık için $L_a / d_G \leq 5$ gerçekleşmelidir. $d_G = 15,5 \text{ mm}$ olacağından L_a / d_G oranı 4,3 den de küçük olacaktır ve böylece sızdırmazlık şartı gerçekleşmiş olur.

Cıvata konstruksiyonunun gevşemeden fonksiyonunu gösterebilmesi için $L_{S1} = 4 \cdot d$
 $L_{S1} = 4 \cdot 14 \approx 56 \text{ mm}$ burada $L_{S1} = 55 \text{ mm}$ seçelim, yani her bir flanş 27,5 mm olmalıdır.

Yeni cıvatanın konstruksiyon değerleri bak Tablo 2.1 den Tablo 2.3 e kadar

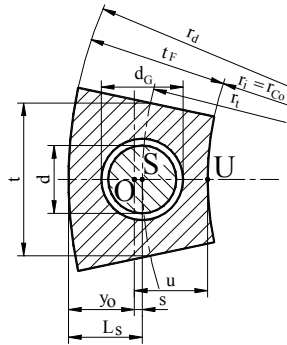
| | | |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Anma çapı | 6-Köşe Cıvata | $d = 14 \text{ mm}$ |
| Adım veya hatve | | $P_{C1} = 2 \text{ mm}$ |
| Cıvatanın boyu | | $L_{C1} = 70 \text{ mm}$ |
| Vidanın boyu | | $b = 34 \text{ mm}$ |
| Toplam sıkılan boy | | $L_{S1} = 55 \text{ mm}$ |
| Bölüm dairesi çapı | $d_2 = d - 0,64952 \cdot P_{C1}$ | $d_2 = 12,701 \text{ mm}$ |
| Helis açısı φ_P | $\varphi_S = \text{atan } \varphi_P$ | $\varphi_S = 2,869478^\circ$ |
| $= P_{C1} / (\pi \cdot d_2)$ | | |
| Diş dibi çapı | $d_3 = d - 1,22687 \cdot P_{C1}$ | $d_3 = 11,546 \text{ mm}$ |
| Diş dibi kesitinin alanı | $A_3 = \pi \cdot d_3^2 / 4$ | $A_3 = 104,7 \text{ mm}^2$ |

| | | |
|------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Anahtar ağızı | | $s = 21 \text{ mm}$ |
| Kafa altı dış çapı | | $d_D = 19,6 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği | | $d_G = 15,5 \text{ mm}$ |
| Kafa altı iç çapı. | $d_{KI} = d_G + 2 \cdot d_{yKG}$ | $d_{KI} = 15,5 \text{ mm}$ |
| Şaft çapı | $d_S = d$ | $d_S = 14 \text{ mm}$ |
| Şaft alanı | $A_S = \pi \cdot d^2/4$ | $A_S = 153,94 \text{ mm}^2$ |
| Anma alanı | $A_{AN} = A_S$ | $A_{AN} = 153,94 \text{ mm}^2$ |
| Vidasız şaft boyu | $L_S = L_{C1} - b$ | $L_S = 36 \text{ mm}$ |
| Vidalı şaft boyu | $L_V = L_{S1} - L_S$ | $L_V = 19 \text{ mm}$ |
| Gerilim çapı | $d_{GE} = (d_2 + d_3)/2$ | $d_{GE} = 12,124 \text{ mm}$ |
| Gerilme kesiti alanı | $A_{GE} = \pi \cdot d_{GE}^2/4$ | $A_{GE} = 115,4 \text{ mm}^2$ |
| Torsiyon karşı koyma momenti | $W_t = \pi \cdot d_3^3/16$ | $W_t = 302 \text{ mm}^3$ |
| Eğilme karşı koyma momenti | $W_{eğ} = \pi \cdot d_3^3/32$ | $W_{eğ} = 151 \text{ mm}^3$ |

Bağlanan parçaların değişen değerleri

| | | |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 1. Parça | 2. Parça |
| Kalınlık | $L_{P1} = 27,5 \text{ mm}$ | $L_{P2} = 27,5 \text{ mm}$ |
| Parçaların toplam sıkma boyu | $L_P = L_{P1} + L_{P2}$ | $L_P = 55 \text{ mm}$ |

Bağlanan parçaların ayrılmaması için gereken sıkıştırma kuvveti “ F_{S12} ”



Res. 1.13, Temas kesiti

| | | |
|---|---|---------------------------|
| “s” mesafesi | $s = L_S - y_0$ | $s = 0,446 \text{ mm}$ |
| “ L_S ” mesafesi | $L_S = 0,5 \cdot (d_d - d_t)$ | $L_S = 20 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği boşluklu trapezin ağırlık merkezi “ y_0 ” mesafesi | $y_0 = \frac{y_T \cdot A_T - L_S \cdot A_G}{A_{T0}}$ | $y_0 = 19,554 \text{ mm}$ |
| Tam trapezin ağırlık merkezi “ y_T ” mesafesi | $y_T = \frac{t_F}{3} \cdot \frac{r_t + 2 \cdot r_i}{r_t + r_i}$ | $y_T = 19,597 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği alanı | $A_G = 0,25 \cdot \pi \cdot d_G^2$ | $A_G = 189 \text{ mm}^2$ |

$$F_{S12} = \frac{(a-s) \cdot u}{k_B^2 + s \cdot u} \cdot F_{i\dot{s}max} \quad F_{S12} = 22,4 \text{ kN}$$

$$a = (a-s) + s \quad a = 32,124 \text{ mm}$$

$$a-s = \frac{2 \cdot d_t - d_{Co}^2}{8 \cdot d_t} \quad a-s = 31,775 \text{ mm}$$

$$A_T = \pi \cdot (r_d^2 - r_{Co}^2) / n_C \quad A_T = 1'925 \text{ mm}^2$$

$$s = L_S - y_0 \quad s = 0,446 \text{ mm}$$

$$L_S = 0,5 \cdot (d_d - d_t) \quad L_S = 20 \text{ mm}$$

$$y_0 = \frac{y_T \cdot A_T - L_S \cdot A_G}{A_{T0}} \quad y_0 = 19,554 \text{ mm}$$

$$y_T = \frac{t_F}{3} \cdot \frac{r_t + 2 \cdot r_i}{r_t + r_i} \quad y_T = 19,597 \text{ mm}$$

$$A_G = 0,25 \cdot \pi \cdot d_G^2 \quad A_G = 189 \text{ mm}^2$$

| | | |
|---|---|--------------------------------------|
| Geçiş deliği boşluklu trapezin alanı | $A_{T0} = A_T - A_G$ | $A_{T0} = 1733 \text{ mm}^2$ |
| “u” mesafesi | $u = t_F - y_0$ | $u = 20,9 \text{ mm}$ |
| Taksimat | $t_C = \pi \cdot d_t / n_C$ | $t_C = 47,1 \text{ mm}$ |
| Sıkıştırma basıncı etkisindeki kapalı alanın ataletmomentinin alanına oranı “ k_B^2 ” | $k_B^2 = \frac{I_{BT}}{A_T}$ | $k_B^2 = 138 \cdot \text{mm}^2$ |
| Sıkıştırma basıncı etkisindeki kapalı alanın atalet momenti | $I_{BT} = \frac{t_C \cdot t_F^3 \cdot (r_d^2 + 4 \cdot r_d \cdot r_i + r_i^2)}{36 \cdot r_t \cdot (r_d + r_i)}$ | $I_{BT} = 264'442 \text{ mm}^4$ |
| Toplam sıkıştırma kuvveti | $F_{S1} = F_{S11} + F_{S12}$ | $F_{S1} = 22,4 \text{ kN}$ |
| Gerekli toplam sıkıştırma kuvveti | $F_{S1 \text{ GER}} = 2 \cdot F_{S1}$ | $F_{S1 \text{ GER}} = 45 \text{ kN}$ |
| Tablo 2.6 dan M14-8.8 civatanın sıkıştırma kuvveti | | $F_{Sp180} = 46,3 \text{ kN}$ |

Cıvatanın elastik esnekliği

Montajda

| | | |
|--|---|--|
| Cıvata kafasının esnekliği | $\delta_K = \frac{0,5 \cdot d}{E_C \cdot A_{AN}}$ | $\delta_K = 0,173 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Vidasız şaftın esnekliği | $\delta_{\text{Ş}} = \frac{L_{\text{Ş}}}{E_C \cdot A_{AN}}$ | $\delta_{\text{Ş}} = 1,114 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Vidalı şaftın esnekliği | $\delta_V = \frac{L_V}{E_{Ci} \cdot A_3}$ | $\delta_V = 0,864 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Somundaki vidanın esnekliği | $\delta_{VS} = \frac{0,5 \cdot d}{E_{Ci} \cdot A_3}$ | $\delta_{VS} = 0,318 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Somunun esnekliği | $\delta_{So} = \frac{0,4 \cdot d}{E_{So} \cdot A_{AN}}$ | $\delta_{So} = 0,173 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Montajda cıvatanın elastik esnekliği bak | $\delta_{Ci} = \delta_K + \delta_{\text{Ş}} + \delta_V + \delta_{VS} + \delta_{So}$ | $\delta_{Ci} = 2,6425 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |

Cıvatanın işletmede elastik esnekliği

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Cıvata kafasının esnekliği | $\delta_{Kiş} = \frac{0,4 \cdot d}{E_{Ciş} \cdot A_{AN}}$ | $\delta_{Kiş} = 0,182 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Vidasız şaftın esnekliği | $\delta_{\text{Şiş}} = \frac{L_{\text{Ş}}}{E_{Ciş} \cdot A_{AN}}$ | $\delta_{\text{Şiş}} = 1,169 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |
| Vidalı şaftın esnekliği | $\delta_{Viş} = \frac{L_V}{E_{Ciş} \cdot A_3}$ | $\delta_{Viş} = 0,907 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$ |

$$\begin{aligned} \text{Somundaki vidanın esnekliği} \quad \delta_{V_{i\dot{s}}} &= \frac{0,5 \cdot d}{E_{Ci\dot{s}} \cdot A_3} & \delta_{V_{Si\dot{s}}} &= 0,334 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N} \\ \text{Somunun esnekliği} \quad \delta_{S_{oi\dot{s}}} &= \frac{0,4 \cdot d}{E_{Ci\dot{s}} \cdot A_{AN}} & \delta_{S_{oi\dot{s}}} &= 0,182 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N} \\ \text{Montajda cıvatanın elastik esnekliği} & & \delta_{Ci\dot{s}} &= 2,2016 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N} \\ \delta_{Ci\dot{s}} &= \delta_{K_{i\dot{s}}} + \delta_{\dot{S}_{i\dot{s}}} + \delta_{V_{i\dot{s}}} + \delta_{V_{Si\dot{s}}} + \delta_{S_{oi\dot{s}}} & & \end{aligned}$$

Cıvatanın eğilme esnekliği

$$\beta_{Ci\dot{s}} = \beta_{K_{i\dot{s}}} + \beta_{\dot{S}_{i\dot{s}}} + \beta_{V_{i\dot{s}}} + \beta_{V_{Si\dot{s}}} + \beta_{S_{oi\dot{s}}} \quad \beta_{C_1} = 27,416 \cdot 10^{-8} \text{ 1/(Nmm)}$$

$$\beta_{K_{i\dot{s}}} = \frac{0,4 \cdot d}{E_{Ci\dot{s}} \cdot I_{AN}} \quad \beta_{\dot{S}_{i\dot{s}}} = \frac{L_S}{E_{Ci\dot{s}} \cdot I_{AN}} \quad \beta_{V_{i\dot{s}}} = \frac{L_V}{E_{Ci\dot{s}} \cdot I_3} \quad \beta_{V_{Si\dot{s}}} = \frac{0,9 \cdot d}{E_{Ci\dot{s}} \cdot I_3} \quad \beta_{S_{oi\dot{s}}} = \frac{0,9 \cdot d}{E_{Ci\dot{s}} \cdot I_3}$$

$$\begin{aligned} \beta_{K_{i\dot{s}}} &= 1,485 \cdot 10^{-8} & \beta_{\dot{S}_{i\dot{s}}} &= 9,545 \cdot 10^{-8} & \beta_{V_{i\dot{s}}} &= 10,889 \cdot 10^{-8} & \beta_{V_{Si\dot{s}}} &= 4,0 \cdot 10^{-8} & \beta_{S_{oi\dot{s}}} &= 1,485 \cdot 10^{-8} \end{aligned}$$

$$\text{Cıvatanın eşdeğer eğilme boyu} \quad L_{E\dot{S}} = \beta_{C_1} \cdot E_C \cdot I_3 \quad L_{E\dot{S}} = 50,23 \text{ mm}$$

Sıkılan parçaların elastik esnekliği δ_p :

Sıkılan parçaların esnekliğine eşdeğer kaval silindirin kesit alanı

$$\text{Konstruksiyonda } D_{DPhe} \quad D_{DPhe} = d_D + \tan \varphi \cdot L_{S_1} \quad D_{DPhe} = 51,4 \text{ mm}$$

$$\text{Burada konstruksiyonda kısıtlama olmadığından } D_p \quad D_p = 51,4 \text{ mm}$$

$$\text{aynen alınır.} \quad d_D = 14,6 \text{ mm} < D_p = 51,4 \text{ mm} < d_D + L_{S_1} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Böylece bak : } x = \sqrt[3]{\frac{L_{S_1} \cdot d_D}{D_p^2}} \quad x = 0,7417$$

Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı, bak

$$A_{E\dot{S}} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot (D_p - d_D) \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad A_{E\dot{S}} = 610,8 \text{ mm}^2$$

$$c_K = 1000 \cdot E_{P1}/E_{P2} \cdot \text{N/mm} \quad c_K = 1000 \text{ N/mm}^3$$

$$I_K = \pi \cdot (D_{DP}^4 - d_G^4) / 64 \quad I_K = 238 \, 742 \text{ mm}^4$$

$$I_{BP} = I_K \cdot c_K \cdot L_{S_1} / E_{C_1} \quad I_{BP} = 65 \, 654 \text{ mm}^4$$

$$\beta_{PCi} = \frac{L_{S_1} \cdot I_3}{L_{E\dot{S}} \cdot I_{BP}} \quad \beta_{PCi} = 0,014551$$

Montajda elastik esneklik δ_p

$$1. \text{ Parçanın esnekliği} \quad \delta_{p1} = \frac{L_{p1}}{A_{ES} \cdot E_{p1}} \quad \delta_{p1} = 0,214 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$2. \text{ Parçanın esnekliği} \quad \delta_{p2} = \frac{L_{p2}}{A_{ES} \cdot E_{p2}} \quad \delta_{p2} = 0,214 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Montajda parçaların elastik esnekliği} \quad \delta_p = \delta_{p1} + \delta_{p2} \quad \delta_p = 0,429 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

İşletmede elastik esneklik $\delta_{piş}$

$$1. \text{ Parçanın esnekliği} \quad \delta_{p1iş} = \frac{L_{p1}}{A_{ES} \cdot E_{p1iş}} \quad \delta_{p1iş} = 0,225 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$2. \text{ Parçanın esnekliği} \quad \delta_{p2iş} = \frac{L_{p2}}{A_{ES} \cdot E_{p2iş}} \quad \delta_{p2iş} = 0,225 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{İşletmede parçaların elastik esnekliği} \quad \delta_{piş} = \delta_{p1iş} + \delta_{p2iş} \quad \delta_{piş} = 0,4503 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\delta_{piş}^* = \delta_{piş} \cdot \left(1 + \frac{s^2 \cdot A_{ES}}{I_{BP}} \right) \quad \delta_{piş}^* = 0,4511 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\delta_{piş}^{**} = \delta_{piş} \cdot \left(1 + \frac{a \cdot s \cdot A_{ES}}{I_{BP}} \right) \quad \delta_{piş}^{**} = 0,5105 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

Kuvvet dağılım faktörü "n"

$$n = 0,5$$

Kuvvet oranı " ϕ "

$$\text{Montajda : } \phi' = \frac{\delta_p}{\delta_{Ci} + \delta_p} \quad \phi' = 0,1582583$$

$$\phi = \phi' \cdot n \quad \phi = 0,0791291$$

$$\text{İşletmede : } \phi' = \frac{\delta_{piş}^{**}}{\delta_{Ciş} + \delta_{piş}^*} \quad \phi'_{iş} = 0,1924447$$

$$\phi_{iş} = \phi'_{iş} \cdot n \quad \phi_{iş} = 0,0962224$$

Oturmadan dolayı kaybedilen ön germe kuvveti F_{Ot}

$$\text{Vida yüzeyi} \quad R_z \approx 12,5 \text{ } \mu\text{m} \quad f_{Ot1} = 0,003 \text{ mm}$$

$$\text{Cıvata başı / Somun temas yüzeyi} \quad R_z \approx 12,5 \text{ } \mu\text{m} \quad f_{Ot2} = 0,006 \text{ mm}$$

$$\text{Parçalar arası 1 yüzey} \quad R_z \approx 12,5 \text{ } \mu\text{m} \quad f_{Ot3} = 0,002 \text{ mm}$$

$$f_{Ot} = f_{Ot1} + f_{Ot2} + f_{Ot3} \quad f_{Ot} = 0,0011 \text{ mm}$$

$$F_{Ot} = \frac{f_{Ot}}{\delta_{Ciş} + \delta_{piş}^*} \quad F_{Ot} = 4,15 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Isı etkisi

$$\text{Isının cıvataya etkisi} \quad \Delta L_C = 0,105 \text{ mm}$$

$$\Delta L_C = \alpha_C \cdot L_{SIK} \cdot \Delta T_C \quad \Delta T_C = T_{Ciş} - T_M$$

Isının parçalara etkisi

$$\Delta L_P = \Delta L_{P1} + \Delta L_{P2}$$

$$\Delta L_{P1} = \alpha_{P1} \cdot L_{P1} \cdot \Delta T_{P1}$$

$$\Delta L_{P2} = \alpha_{P2} \cdot L_{P2} \cdot \Delta T_{P2}$$

$$\Delta L_P = 0,1188 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{S1} = \Delta L_P - \Delta L_C$$

$$\Delta L_{S1} = 0,0141 \text{ mm}$$

Boy uzama farkından doğan kuvvet $\Delta F_{ÖNT}$

$$\Delta F_{ÖNT} = \frac{\Delta L}{\delta_{Ciş} + \delta_{Piş}^*}$$

$$\Delta F_{ÖNT} = 5'308 \text{ N}$$

$$F_{ÖNmax} = F_{S1} \cdot \alpha_{S1}^{-1} + (1 - \phi_{iş}) \cdot F_{İşmax} + F_{Ot} - \Delta F_{ÖNT} \quad F_{ÖNmax} = 39,1 \text{ kN}$$

Tablo 2.6 dan M14-8.8 civatanın sıkıştırma kuvveti $F_{Sp180} = 46,3 \text{ kN}$

İşletmedeki ön germe kuvveti “ $F_{ön}$ ”

$$F_{ÖNmax} = F_{ÖNMmax} + \Delta F_{ÖNT} - F_{Ot} \quad F_{önmax} = 21'117 \text{ N}$$

$$F_{ÖNmin} = \frac{F_{ÖNMmax}}{\alpha_{S1}} + \Delta F_{ÖNT} - F_{Ot} \quad F_{önmin} = 13'092 \text{ N}$$

Sıkıştırma momenti

Tablo 2.6 dan, M 14 için $M_{S1} = 126 \text{ Nm}$

ısıdan dolayı şimdilik %10 eksikliğini alalım.

$$M_{S1max} = 0,9 \cdot M_{S1} = 0,9 \cdot 126 \quad M_{S1max} = 113,4 \text{ Nm}$$

$$\text{min. Sıkıştırma momenti, bak } M_{S1min} = M_{S1max} / \alpha_{S1} \quad M_{S1min} = 70,9 \text{ Nm}$$

$$\text{Montaj momenti “} M_A \text{” } M_A = (M_{S1max} + M_{S1min}) / 2 \quad M_A = 92 \text{ Nm}$$

$$\text{Moment sapması “} \Delta M_A \text{” } \Delta M_A = (M_{S1max} + M_A) \quad \Delta M_A = \pm 20 \text{ Nm}$$

$$\text{Sıkıştırma momentinin büyüklüğü } M_A = 92 \pm 20 \text{ Nm}$$

Eğer tork anahtarı ayarlama momentini vermek gerekirse:

$$M_{Ay} = 0,9 \cdot M_{S1max} = 0,9 \cdot 113,4 = 102 \quad M_{Ay} = 102 \text{ Nm}$$

Burada verilen 102 Nm tork anahtarının ayarlanacağı değerdir. Bu değer seçimi genelde montajda çalışanlara bırakılır.

İşletme kuvvetinin dağılımı

Cıvatada ek kuvvet “ F_{Ek} ”

$$F_{Ekmax} = F_{İşmax} \cdot \phi_{İş} \quad F_{Ekmax} = 456 \text{ N}$$

$$F_{Ekmin} = F_{İşmin} \cdot \phi_{İş} \quad F_{Ekmin} = 228 \text{ N}$$

Parçaların aldığı kuvvet “ F_{PA} ”

$$F_{PA \max} = F_{Iş \max} - F_{Ek \max}$$

$$F_{PA \max} = 4'281 \text{ N}$$

$$F_{PA \min} = F_{Iş \min} - F_{Ek \min}$$

$$F_{PA \min} = 2'140 \text{ N}$$

Cıvatayı zorlayan max. kuvvet “ $F_{\text{ön}}$ ”

$$F_{Ctop} = F_{\text{ön max}} + F_{Ek \max}$$

$$F_{Ctop} = 43,3 \text{ kN}$$

İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ $F_{S1 \min}$ ”

$$F_{S1 \min} = F_{\text{ön min}} - F_{PA \max}$$

$$F_{S1 \min} = 22,9 \text{ kN}$$

1.2.5.5 Mukavemet değerlerinin kontrolü

Montajda bileşik gerilim

Vidadaki sürtünme momenti

$$M_{Vi} = F_{\text{önM}} \cdot d_2/2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$$

$$M_{Vi} = 59,67 \text{ Nm}$$

Vidadaki torsiyon gerilimi “ τ_t ” $\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t}$

$$\tau_t = 197 \text{ N/mm}^2$$

Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{çM}}$ ”

$$\sigma_{\text{çM}} = \frac{F_{\text{önM}}}{A_{GE}}$$

$$\sigma_{\text{çM}} = 476 \text{ N/mm}^2$$

Montajda bileşik gerilim “ σ_{BiM} ”

$$\sigma_{BiM} = \sqrt{\sigma_{\text{çM}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$$

$$\sigma_{BiM} = 586 \text{ N/mm}^2$$

Montajda temas yüzeyleri basma gerilimi

Basma yüzey alanı “ A_b ” $A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_G^2)$

$$A_b = 113 \text{ mm}^2$$

Montajda temas yüzeyi basıncı $p_M = F_{\text{önM}} / A_b$

$$p_M = 486 \text{ N/mm}^2$$

İşletmede bileşik gerilim

Cıvatanın işletmedeki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{ç}}$ ”

$$\sigma_{\text{ç}} = \frac{F_{Ci \max}}{A_{GE}}$$

$$\sigma_{\text{ç}} = 375 \text{ N/mm}^2$$

İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ”

$$\sigma_{Bi} = \sqrt{\sigma_{\text{ç}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$$

$$\sigma_{Bi} = 508 \text{ N/mm}^2$$

İşletmede temas yüzeyleri basma gerilimi

$$W_P = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_D^4 - d_G^4}{d_D} \quad W_P = 450 \text{ mm}^3$$

$$p_{i\dot{s}} = \frac{F_{\text{ÖN max}} + \phi_{i\dot{s}} \cdot F_{i\dot{s}\text{max}}}{A_{Te}} + \beta_{PC1} \cdot \frac{F_{i\dot{s}\text{max}} \cdot a}{W_P} \quad p_{i\dot{s}} = 387 \text{ N/mm}^2$$

Genlik gerilimi

İşletmedeki genlik kuvveti “ F_g ”

$$F_g = \pm \frac{F_{i\dot{s}\text{ü}} - F_{i\dot{s}\text{a}}}{2} \cdot \phi \quad F_g = 114 \text{ N}$$

Cıvata genlik gerilimi “ σ_g ”

$$\sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3} \quad \sigma_g = 1,09 \text{ N/mm}^2$$

Eğilmeden gelen genlik gerilimi

$$\sigma_{geğ} = 0,5 \cdot \beta_{PC1} \cdot \frac{M_{eğ}}{W_{eğ}} \quad \sigma_{geğ} = 7,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{g\text{top}} = \sigma_g + \sigma_{geğ} \quad \sigma_{g\text{top}} = 8,4 \text{ N/mm}^2$$

İmalat bitiminde islah edilmiş cıvatanın emniyetli genlik mukavemet değeri

$$\sigma_G = 50 \text{ N/mm}^2$$

İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ $F_{S\text{min}}$ ”

$$F_{S\text{min}} = F_{\text{ön min}} - F_{PA\text{max}} \quad F_{S\text{min}} = 22,9 \text{ N}$$

1.2.5.6 Emniyet katsayıları

Montajdaki değerler

Montajda akma mukavemeti emniyeti

$$S_{AM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{biM}} \quad S_{AM} = 1,09$$

Montajda temas yüzeyleri basıncı emniyeti

$$S_{ApM} = \frac{p_{S1}}{p_M} \quad S_{ApM} = 1,46$$

İşletmedeki değerler

İşletmede akma mukavemeti emniyeti

$$S_{Ai\dot{s}} = \frac{R_{p0,2i\dot{s}}}{\sigma_{bii\dot{s}}} \quad S_{Ai\dot{s}} = 1,06$$

İşletmede temas yüzeyleri basıncı emniyeti

$$S_{pi\dot{s}} = \frac{p_{S1}}{p_{i\dot{s}}} \quad S_{pi\dot{s}} = 1,74$$

İşletmede devamlı mukavemet emniyeti $S_{DMi\dot{s}} = \frac{\sigma_G}{\sigma_g}$ $S_{DMi\dot{s}} = 45,95$

Sıkıştırma kuvvetinin durumu $S_{S_1} = \frac{F_{S_1 \min}}{F_{S_1 \text{GER}}}$ $S_{S_1} = 1,78$

Burada bütün orantı değerleri 1 den büyük oldukları için, hesapsal olarak, konstruksiyonun işletmede sağlıklı çalışacağı söylenebilir.

Cıvata bağlantısında bilinmesi gereken değerler:

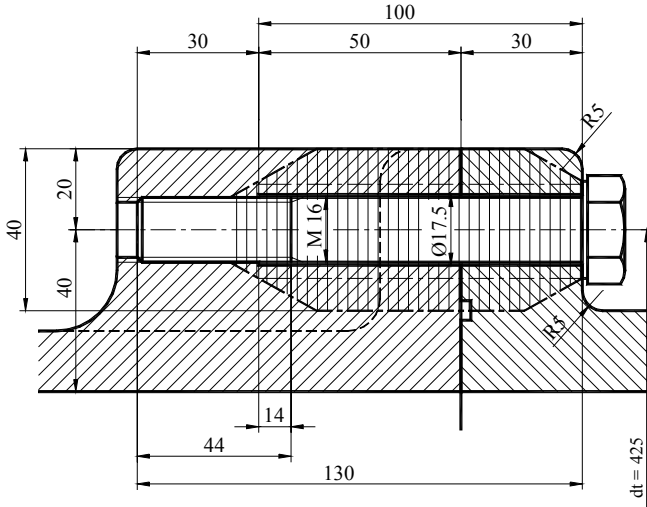
Cıvata: 6-Köşe Cıvata M14-70/34 - 8.8,
İmalattan sonra islah edilmiş.

Sıkma metodu: Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma.
Cıvata satın alındığı gibi yağlanmadan kullanılacak.

Sıkma momenti: $M_{S_1} = 92 \pm 20 \text{ Nm}$

1.2.6 Eksen dışı yük, moment ve ısı etkisinde flanş bağlantısı

Aşağıda gösterilen ısı makinasındaki flanş bağlantısı (Res. 1.14) kontrol edilmelidir.



Res. 1.14, Flanş bağlantısı

Cıvata adedi

$$n_{C_1} = 24$$

Cıvata-taksim
çapı

$$d_{tC_1} = 425 \text{ mm}$$

Cıvata çapı
birkaç

iterasyondan

sonra 16 mm

olarak seçilir. Bu

hesaplarda parça-

ların biri birinden

ayrılmaları ile

enine hareketten

doğan eğilme

gerilimi ana rolü

oynarlar. Ekte

verilmiş olan CD

de verilen

hesaplama

programı ile

hesaplar çok

çabuk yapılır.

1.2.6.1 Bağlantının hassas kontrolü

1. İşletme değerleri ve 2. Cıvatanın değerleri bak Tablo 2.5

6-Köşe Cıvata M16-130/44

NiCrTiAlF100, W.Nr.2.4952.60, DIN17745

| | Montajda | İşletmede |
|--------------------------|--|---|
| Isı | T (°C) 20 | 350 |
| Kopma muka. | R_m (N/mm ²) 1'000 | 895 |
| Akma mukavem. | R_e (N/mm ²) 640 | 545 |
| Elastiklik mod. | E_{C_1} (N/mm ²) 183'000 | 165'000 |
| genişleme faktörü | $T_{İŞ} = 350^\circ$ | $\alpha_{LC_1} = 13,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ |
| İşletme kuvveti, dinamik | $F_{İŞ \max} =$ | 4'500 N |
| | $F_{İŞ \min} =$ | 300 N |
| Enine işletme kuvveti | $F_E =$ | 120 N |
| Sürtünme katsayısı | $\mu_{Sü} =$ | 0,12 |

| | | |
|-------------------------|------------|----------|
| Eivatanın enine kayması | $h_T =$ | 0,103 mm |
| Gerekli sıkıştırma | $F_{S1} =$ | 100 N |

3. Vida ve konstruksiyon değerleri bak Tablo 2.1 den Tablo 2.3 e kadar

| | | |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| Anma çapı | 6-Köşe Cıvata | $d = 16 \text{ mm}$ |
| Adım veya hatve bak | veya | $P_{C1} = 2 \text{ mm}$ |
| Cıvatanın boyu | | $L_{C1} = 130 \text{ mm}$ |
| Vidanın boyu | | $b = 44 \text{ mm}$ |
| Toplam sıkılan boy | $L_{S1} \geq 4 \cdot d$ | $L_{S1} = 100 \text{ mm}$ |
| Bölüm daireesi çapı | $d_2 = d - 0,64952 \cdot P_{C1}$ | $d_2 = 14,701 \text{ mm}$ |
| Helis açısı | $\varphi_P = P_{C1}/(\pi \cdot d_2)$ | $\varphi_S = 2,479624^\circ$ |
| Diş dibi çapı | $d_3 = d - 1,22687 \cdot P_{C1}$ | $d_3 = 13,546 \text{ mm}$ |
| Diş dibi kesitinin alanı | $A_3 = \pi \cdot d_3^2/4$ | $A_3 = 144,1 \text{ mm}^2$ |
| Anahtar ağızı | | $s = 24 \text{ mm}$ |
| Kafa altı dış çapı | | $d_D = 22,5 \text{ mm}$ |
| Geçiş deliği | | $d_G = 17,5 \text{ mm}$ |
| Kafa altı iç çapı | $d_{yKG} = 0$ kabul edilir | $d_{KI} = d_G + 2 \cdot d_{yKG}$ |
| Şaft çapı | $d_S = d$ | $d_S = 16 \text{ mm}$ |
| Şaft alanı | $A_S = \pi \cdot d^2/4$ | $A_S = 201,1 \text{ mm}^2$ |
| Anma alanı | $A_{AN} = A_S$ | $A_{AN} = 201,1 \text{ mm}^2$ |
| Vidasız şaft boyu | $L_S = L_{C1} - b$ | $L_S = 86 \text{ mm}$ |
| Vidalı şaft boyu | $L_V = L_{S1} - L_S$ | $L_V = 14 \text{ mm}$ |
| Gerilim çapı | $d_{GE} = (d_2 + d_3)/2$ | $d_{GE} = 14,124 \text{ mm}$ |
| Gerilme kesiti alanı | $A_{GE} = \pi \cdot d_{GE}^2/4$ | $A_{GE} = 156,7 \text{ mm}^2$ |
| Eğilme karşı koyma momenti | $W_{eğ} = \pi \cdot d_3^3/32$ | $W_{eğ} = 244 \text{ mm}^3$ |
| Torsiyon karşı koyma momenti | $W_t = \pi \cdot d_3^3/16$ | $W_t = 488 \text{ mm}^3$ |

4. Bağlanan parçaların değerleri

| | | |
|------------------------------|---|--|
| Literatürden | 1. Parça | 2. Parça |
| Malzeme (özel döküm) | GGG 40 Si | GGG 40 Si |
| Kalınlık | $L_{SIKP1} = 30 \text{ mm}$ | $L_{SIKP2} = 70 \text{ mm}$ |
| Elastiklik modülü, montajda | $E_{P1} = 168 \text{ 000 N/mm}^2$ | $E_{P2} = 168 \text{ 000 N/mm}^2$ |
| İşletmede parçanın ısısı | $T_{P1İŞ} = 350 \text{ }^\circ\text{C}$ | $T_{P2İŞ} = 380 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| Elastiklik modülü, işletmede | $E_{P1İŞ} = 149 \text{ 000 N/mm}^2$ | $E_{P2İŞ} = 147 \text{ 000 N/mm}^2$ |
| Isıl genleşme katsayısı | $\alpha_{orLP1} = 13 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ | $\alpha_{orLP2} = 13,25 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ |
| Parçaların toplam sıkma boyu | $L_{SIKP} = L_{SIKP1} + L_{SIKP2}$ | $L_{SIKP} = 100 \text{ mm}$ |

Montajda yüzey basınç sınırı bak Tablo 2.12 $P_S = 700 \text{ N/mm}^2$
İşletme yüzey basınç sınırı $P_{Siş} = 620 \text{ N/mm}^2$ 350°C de
 $P_{Siş} = P_S \cdot E_{P1İŞ}/E_{P1}$

4. Sürtünme katsayıları ve açıları

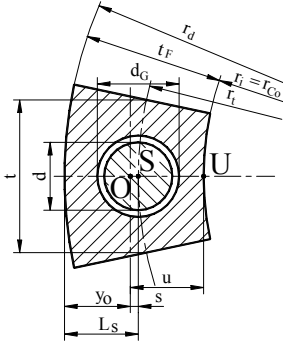
| | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Vidada sürtünme katsayısı | bak Tablo 2.6 | $\mu_{Vi} = 0,12$ |
| Vidanın sürtünme açısı | $\rho_{Vi} = \text{atan } \mu_{Vi}$ | $\rho_{Vi} = 6,84277^\circ$ |
| Kafada sürtünme katsayısı | bak Tablo 2.6 | $\mu_B = 0,12$ |

Kafada sürtünme açısı

$$\rho_B = \text{atan } \mu_B$$

$$\rho_B = 6,84277^\circ$$

Bağlanan parçaların ayrılmaması için gereken sıkıştırma kuvveti “F_{Si2}”



Res. 1.15, Temas kesiti

$$F_{Si2} = \frac{(a-s) \cdot u}{k_B^2 + s \cdot u} \cdot F_{i\text{şmax}} \quad F_{Si2} = 40,89 \text{ kN}$$

$$a = (a-s) + s \quad a = 63,024 \text{ mm}$$

$$a-s = \frac{2 \cdot d_t - d_{Co}^2}{8 \cdot d_t} \quad a-s = 62,654 \text{ mm}$$

$$A_T = \pi \cdot (r_d^2 - r_i^2) / n_C \quad A_T = 2225 \text{ mm}^2$$

“s” mesafesi $s = L_S - y_0 \quad s = 0,369 \text{ mm}$

“L_S” mesafesi $L_S = 0,5 \cdot (d_d - d_t) \quad L_S = 20 \text{ mm}$

Geçiş deliği boşluklu trapezin ağırlık merkezi “y₀” mesafesi $y_0 = \frac{y_T \cdot A_T - L_S \cdot A_G}{A_{T0}} \quad y_0 = 19,631 \text{ mm}$

Tam trapezin ağırlık merkezi “y_T” mesafesi $y_T = \frac{t_F \cdot r_t + 2 \cdot r_i}{3 \cdot r_t + r_i} \quad y_T = 19,671 \text{ mm}$

Geçiş deliği alanı $A_G = 0,25 \cdot \pi \cdot d_G^2 \quad A_G = 241,0 \text{ mm}^2$

Geçiş deliği boşluklu trapezin alanı $A_{T0} = A_T - A_G \quad A_{T0} = 1'985 \text{ mm}^2$

“u” mesafesi $u = t_F - y_0 \quad u = 20,4 \text{ mm}$

Taksimat $t_C = \pi \cdot d_t / n_C \quad t_C = 55,6 \text{ mm}$

Sıkıştırma basıncı etkisindeki kapalı alanın ataletmomentinin alanına oranı “k_B²” $k_B^2 = \frac{I_{BT}}{A_T} \quad k_B^2 = 133 \cdot \text{mm}^2$

Sıkıştırma basıncı etkisindeki kapalı alanın atalet momenti $I_{BT} = \frac{t_C \cdot t_F^3 \cdot (r_d^2 + 4 \cdot r_d \cdot r_i + r_i^2)}{36 \cdot r_t \cdot (r_d + r_i)} \quad I_{BT} = 295'830 \text{ mm}^4$

Toplam sıkıştırma kuvveti $F_{Si} = F_{Si1} + F_{Si2} \quad F_{Si} = 40,9 \text{ kN}$

Gerekli toplam sıkıştırma kuvveti $F_{Si \text{ GER}} = 2 \cdot F_{Si} \quad F_{Si \text{ GER}} = 82 \text{ kN}$

7. Hesap için gereken diğer değerler

bak Tablo 2.9

7.1 Tork anahtarı ile sıkma momenti faktörü

$\alpha_{S1} = 1,6$

7.2 Sıkıştırma momenti

Cıvata standart malzemeden olmadığı için sıkıştırma momentini hesaplamamız gerekir.

Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi

$$\text{bak } \sigma_{\text{çM}} = \frac{0,9 \cdot R_{p0,2}}{\sqrt{1 + 3 \cdot \left[\frac{4}{d_0} \cdot \left(\frac{P}{2 \cdot \pi} + \tan\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot d_2 \cdot \mu_{Vi} \right) \right]^2}} \quad \sigma_{\text{çM}} = 482 \text{ N/mm}^2$$

Montajda boyuna sıkıştırma kuvveti

$$F_{\text{önM}} = \sigma_{\text{çM}} \cdot A_{GE} = \sigma_{\text{çM}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{GE}^2 \quad F_{\text{önM}} = 75,5 \text{ kN}$$

Metrik ISO- dişli vidaların sıkma momenti

$$M_{S1} = F_{\text{önM}} \cdot (0,159 \cdot P + 0,577 \cdot \mu_{Vi} \cdot d_2 + 0,5 \cdot \mu_B \cdot d_{Et}) \quad M_{S1} = 191,4 \text{ Nm}$$

ısıdan dolayı işletmede enine ve boyuna değişiklik

olacağından hesaplanan sıkıştırma momentinin $\approx M_{S1\text{max}} = 185 \text{ Nm}$

%5 eksisi alınır.

min. Sıkıştırma momenti, $M_{S1\text{min}} = M_{S1\text{max}} / \alpha_{S1}$ $M_{S1\text{min}} = 115 \text{ Nm}$

Tork anahtarı için ayarlanacak sıkıştırma momenti

“ M_A ” $M_A = 150 \text{ Nm}$ $M_A = (M_{S1\text{max}} + M_{S1\text{min}}) / 2$ Moment sapması “ ΔM_A ” $\Delta M_A = \pm 35 \text{ Nm}$ Sıkıştırma momentinin büyüklüğü $M_A = 150 \pm 35 \text{ Nm}$

Eğer tork anahtarı ayarlama momentini vermek gerekirse:

$$M_{Ay} = 0,9 \cdot M_{S1\text{max}} = 0,9 \cdot 185 \approx 165 \quad M_{Ay} = 165 \text{ Nm}$$

Burada verilen 165 Nm tork anahtarının ayarlanacağı değerdir. Bu değer seçimi genelde montajda çalışanlara bırakılır.

7.3 Cıvatanın elastik esnekliği

Cıvatanın montajda elastik esnekliği

$$\text{Cıvata kafasının esnekliği} \quad \delta_K = \frac{0,4 \cdot d}{E_C \cdot A_{AN}} \quad \delta_K = 0,2174 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Vidasız şaftın esnekliği} \quad \delta_S = \frac{L_S}{E_{Ci} \cdot A_{AN}} \quad \delta_S = 2,3373 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Vidalı şaftın esnekliği} \quad \delta_V = \frac{L_V}{E_{Ci} \cdot A_3} \quad \delta_V = 0,5308 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Somundaki vidanın esnekliği} \quad \delta_{VS} = \frac{0,5 \cdot d}{E_{Ci} \cdot A_3} \quad \delta_{VS} = 0,3033 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Somunun esnekliği} \quad \delta_{S0} = \frac{0,33 \cdot d}{E_{P2} \cdot A_{AN}} \quad \delta_{S0} = 0,1563 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Montajda cıvatanın elastik esnekliği} \quad \delta_{Ci} = \delta_K + \delta_S + \delta_V + \delta_{VS} + \delta_{So} \quad \delta_{Ci} = 3,5452 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

Cıvatanın işletmede elastik esnekliği

$$\text{Cıvata kafasının esnekliği} \quad \delta_{Kiş} = \frac{0,5 \cdot d}{E_{Ciş} \cdot A_{AN}} \quad \delta_{Kiş} = 0,241 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Vidasız şaftın esnekliği} \quad \delta_{Şiş} = \frac{L_S}{E_{Ciş} \cdot A_{AN}} \quad \delta_{Şiş} = 2,592 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Vidalı şaftın esnekliği} \quad \delta_{Viş} = \frac{L_V}{E_{Ciş} \cdot A_3} \quad \delta_{Viş} = 0,589 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Somundaki vidanın esnekliği} \quad \delta_{VSiş} = \frac{0,5 \cdot d}{E_{Ciş} \cdot A_3} \quad \delta_{VSiş} = 0,179 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Somunun esnekliği} \quad \delta_{Soiş} = \frac{0,33 \cdot d}{E_{P2iş} \cdot A_{AN}} \quad \delta_{Soiş} = 0,336 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Montajda cıvatanın elastik esnekliği} \quad \delta_{Ciş} = \delta_{Kiş} + \delta_{Şiş} + \delta_{Viş} + \delta_{VSiş} + \delta_{Soiş} \quad \delta_{Ciş} = 3,9372 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

7.4 Sıkılan parçaların elastik esnekliği δ_p :

Sıkılan parçaların elastik esnekliğine eşdeğer kaval silindirin kesit alanı

$$\text{Konstruksiyonda} \quad D_{DPhe} \quad D_{DPhe} = 57,1 \text{ mm}$$

$$D_{DPhe} = d_{KD} + 2 \cdot \tan \varphi \cdot L_{P1}$$

$$\text{Seçilen } D_{DP} \text{ ve Burada,} \quad d_{DP} = 57,1 \text{ mm}$$

$$\text{Böylece:} \quad x = \sqrt[3]{\frac{L_{S1} \cdot d_D}{D_P^2}} \quad x = 0,8837$$

Eşdeğer kaval silindirin kesit alanı,

$$d_D = 22,5 \text{ mm} < D_{DPhe} = 57,1 \text{ mm} < d_{KD} + L_{S1} = 123 \text{ mm}$$

$$A_{EŞ} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_D^2 - d_G^2) + \frac{\pi}{8} \cdot d_D \cdot (D_P - d_D) \cdot [(x+1)^2 - 1] \quad A_{ES} = 936,1 \text{ mm}^2$$

Montajda elastik esneklik δ_p

$$1. \text{ Parçanın esnekliği bak } \delta_{P1} = \frac{L_{k1}}{A_{E\mathcal{S}} \cdot E_{P1}} \quad \delta_{P1} = 0,191 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$2. \text{ Parçanın esnekliği bak } \delta_{P2} = \frac{L_{k1}}{A_{E\mathcal{S}} \cdot E_{P2}} \quad \delta_{P2} = 0,445 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Montajda parçaların elastik esnekliği } \delta_p = \delta_{P1} + \delta_{P2} = 0,636 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

İşletmede elastik esneklik $\delta_{Piş}$

$$1. \text{ Parçanın esnekliği bak } \delta_{P1i\mathcal{S}} = \frac{L_{k1}}{A_{E\mathcal{S}} \cdot E_{P1i\mathcal{S}}} \quad \delta_{P1i\mathcal{S}} = 0,215 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$2. \text{ Parçanın esnekliği bak } \delta_{P2i\mathcal{S}} = \frac{L_{k1}}{A_{E\mathcal{S}} \cdot E_{P2i\mathcal{S}}} \quad \delta_{P2i\mathcal{S}} = 0,509 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\text{Montajda parçaların elastik esnekliği } \delta_{Pi\mathcal{S}} = \delta_{P1i\mathcal{S}} + \delta_{P2i\mathcal{S}} \quad \delta_{Pi\mathcal{S}} = 0,7238 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}$$

$$\delta_{Pi\mathcal{S}}^* = \delta_{Pi\mathcal{S}} \cdot \left(1 + \frac{s^2 \cdot A_{E\mathcal{S}}}{I_{BT}} \right) \quad \delta_{Pi\mathcal{S}}^* = 0,7241 \cdot 10^{-6} \cdot \text{mm/N}$$

$$\delta_{Pi\mathcal{S}}^{**} = \delta_{Pi\mathcal{S}} \cdot \left(1 + \frac{a \cdot s \cdot A_{E\mathcal{S}}}{I_{BT}} \right) \quad \delta_{Pi\mathcal{S}}^{**} = 0,777 \cdot 10^{-6} \cdot \text{mm/N}$$

$$7.5. \text{ Kuvvet dağılım faktörü "n"} \quad n = 0,5$$

7.6. Kuvvet oranı " ϕ "

$$\text{Montajda : bak } \phi' = \frac{\delta_p}{\delta_{Ci} + \delta_p} \quad \phi' = 0,152077$$

$$\phi = \phi' \cdot n \quad \phi = 0,0760387$$

$$\text{İşletmede: } \phi'_{i\mathcal{S}} = \frac{\delta_{Pi\mathcal{S}}^{**}}{\delta_{Ci\mathcal{S}} + \delta_{Pi\mathcal{S}}^*} \quad \phi'_{i\mathcal{S}} = 0,1666983$$

$$\phi_{i\mathcal{S}} = \phi'_{i\mathcal{S}} \cdot n \quad \phi_{i\mathcal{S}} = 0,0833492$$

7.7. Oturmadan dolayı kaybedilen ön germe kuvveti F_{Ot} , bak ve

$$\text{Vida yüzeyi } R_z \approx 16 \mu\text{m} \quad f_{Ot1} = 0,003 \text{ mm}$$

$$\text{Cıvata başı / Somun temas yüzeyi } R_z \approx 16 \mu\text{m} \quad f_{Ot2} = 0,006 \text{ mm}$$

$$\text{Parçalar arası 1 yüzey } R_z \approx 16 \mu\text{m} \quad 0,002 \quad f_{Ot2} = 0,002 \text{ mm}$$

$$f_{Ot} = f_{Ot1} + f_{Ot2} + f_{Ot3} \quad f_{Ot} = 0,011 \text{ mm}$$

$$F_{Ot} = \frac{f_{Ot}}{\delta_{Ci} + \delta_p} \quad F_{Ot} = 2,377 \cdot 10^3 \text{ N}$$

7.8. Isı etkisi

| | |
|---|---|
| Isının cıvataya etkisi | |
| $\Delta L_C = \alpha_C \cdot L_{SIK} \cdot \Delta T_C$ | $\Delta L_C = 0,459 \text{ mm}$ |
| $\Delta T_C = T_{Cış} - T_M$ | |
| Isının parçalara etkisi | |
| $\Delta L_P = \Delta L_{P1} + \Delta L_{P2}$ | $\Delta L_P = 0,4626 \text{ mm}$ |
| $\Delta L_{P1} = \alpha_{P1} \cdot L_{SIK1} \cdot \Delta T_{P1} = 0,1287$ | |
| $\Delta L_{P2} = \alpha_{P2} \cdot L_{SIK2} \cdot \Delta T_{P2} = 0,3339$ | |
| $\Delta L_{S1} = \Delta L_P - \Delta L_C$ | $\Delta L_{S1} = 0,0039 \text{ mm}$ |
| Boy uzama farkından doğan kuvvet $\Delta F_{\text{ÖNT}}$ | |
| $\Delta F_{\text{ÖNT}} = \frac{\Delta L}{\delta_{CT} + \delta_{PT}}$ | $\Delta F_{\text{ÖNT}} = 837 \text{ N}$ |

7.9. İşletmedeki ön germe kuvveti “ $F_{\text{ön}}$ ”

| | |
|---|---------------------------------------|
| $F_{\text{önmax}} = F_{\text{önMmax}} + \Delta F_{\text{ön}} - F_{\text{Ot}}$ | $F_{\text{önmax}} = 71'429 \text{ N}$ |
| $F_{\text{önmin}} = \frac{F_{\text{önMmax}}}{\alpha_{S1}} + \Delta F_{\text{ön}} - F_{\text{Ot}}$ | $F_{\text{önmin}} = 44'072 \text{ N}$ |

7.10. İşletme kuvvetinin dağılımı

| | | |
|--|--|---------------------------------------|
| Cıvatada ek kuvvet | “ F_{Ek} ” | $F_{\text{Ekmax}} = 375 \text{ N}$ |
| $F_{\text{Ekmax}} = F_{\text{Işmax}} \cdot \phi_{\text{Iş}}$ | $F_{\text{Ekmin}} = F_{\text{Işmin}} \cdot \phi_{\text{Iş}}$ | $F_{\text{Ekmin}} = 25 \text{ N}$ |
| Parçaların aldığı kuvvet | “ F_{PA} ” | |
| $F_P = F_{\text{Iş}} - F_{\text{Ek}} = F_{\text{Iş}} \cdot (1 - \phi)$ | | $F_{\text{PAmax}} = 4'125 \text{ N}$ |
| | | $F_{\text{PAmin}} = 275 \text{ N}$ |
| Cıvatayı zorlayan max. kuvvet “ $F_{\text{ön}}$ ” bak | | $F_{\text{Ctop}} = 71'804 \text{ N}$ |
| $F_{\text{Ctop}} = F_{\text{önmax}} + F_{\text{Ekmax}}$ | | |
| İşletmedeki en küçük sıkıştırma kuvveti “ F_{S1min} ” | | $F_{\text{S1min}} = 39'947 \text{ N}$ |
| $F_{\text{S1min}} = F_{\text{önmin}} - F_{\text{PAmax}}$ | | |

7.13 Torsiyon momentini taşıyan kesit adedi $q_{\text{FE}} = 1$

| | |
|---|-----------------------------------|
| Enine kuvvetten doğan bir cıvatadaki normal kuvvet | $F_{\text{NE}} = 1'000 \text{ N}$ |
| $F_{\text{NE}} = \frac{F_E}{q_{\text{FE}} \cdot \mu_{\text{Sü}}}$ | |

Gerekli toplam minimum sıkıştırma kuvveti

| | |
|---|--|
| $F_{\text{SIKtop}} = F_{\text{S1}} + F_{\text{S2}} + F_{\text{NE}}$ | $F_{\text{SIKtop}} = 41'887 \text{ N}$ |
|---|--|

8. Mukavemet değerlerinin kontrolü

8.1 Montajda bileşik gerilim

Vidadaki sürtünme momenti $M_{Vi} = 88 \text{ Nm}$

$$M_{Vi} = 0,5 \cdot F_{\text{çe}} \cdot d_2 = F_{\text{önM}} \cdot d_2 / 2 \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$$

Vidadaki torsiyon gerilimi “ τ_t ” $\tau_t = \frac{M_{Vi}}{W_t}$ $\tau_t = 180 \text{ N/mm}^2$

Cıvatanın montajdaki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{çM}}$ ” $\sigma_{\text{çM}} = 466 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\text{çM}} = \frac{F_{\text{ön max}}}{A_{GE}}$$

Montajda bileşik gerilim “ σ_{BiM} ” $\sigma_{\text{BiM}} = 561 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\text{BiM}} = \sqrt{\sigma_{\text{çM}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$$

8.2. Montajda temas yüzeyi basma gerilimi

Basma yüzey alanı “ A_b ” $A_b = 0,25 \cdot \pi \cdot (d_D^2 - d_a^2)$ $A_b = 157,1 \text{ mm}^2$

Montajda temas yüzeyi basıncı $p_M = F_{\text{önM}} / A_b$ $p_M = 464 \text{ N/mm}^2$

8.3. İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ”

Cıvatanın işletmedeki çekme gerilimi “ $\sigma_{\text{ç}}$ ” $\sigma_{\text{ç}} = 458 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\text{ç}} = \frac{F_{\text{Ci max}}}{A_{GE}}$$

Cıvata eğilme momenti $M_{eğ} = F_{i\text{ş max}} \cdot a$ $M_{eğ} = 385 \text{ Nm}$

Eğilme gerilimi $\sigma_{eğ} = \beta_{eğ} \cdot \frac{M_{eğ}}{W_{eğ}}$ $\sigma_{eğ} = 9 \text{ N/mm}^2$

Toplam normal gerilim $\sigma_N = \sigma_{\text{ç}} + \sigma_{eğ}$ $\sigma_N = 467 \text{ N/mm}^2$

İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ” $\sigma_{\text{Bi il}} = 562 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\text{Bi il}} = \sqrt{\sigma_N^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$$

Enine kaymadan eğilme gerilimi $\sigma_{hy} = 82 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{hy} = \frac{3 \cdot E_{\text{Ci iş}} \cdot h_T \cdot d}{L_{Si}^2}$$

Toplam normal gerilim $\sigma_{\text{Nhy}} = \sigma_{\text{ç}} + \sigma_{eğ} + \sigma_{hy}$ $\sigma_{\text{Nhy}} = 584 \text{ N/mm}^2$

İşletmede bileşik gerilim “ σ_{Bi} ” $\sigma_{\text{Bi i2}} = 631 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{\text{Bi i2}} = \sqrt{\sigma_{\text{Nhy}}^2 + 3 \cdot \tau_t^2}$$

8.4. İşletmede temas yüzeyi basma gerilimi

İşletmede temas yüzey basıncı

$$p_{i\dot{s}} = \frac{F_{Ci\ top}}{A_b} + \beta_{e\dot{g}} \cdot \frac{F_{i\dot{s}\ max} \cdot a}{W_p} \quad p_{i\dot{s}} = 460 \text{ N/mm}^2$$

$$W_p = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_D^4 - d_G^4}{d_D} \quad W_p = 709 \text{ mm}^3$$

8.5. Devamlı mukavemet değerleri, genlik gerilimi

$$\text{İşletmedeki genlik kuvveti "F}_g\text{"} \quad F_g = \pm \frac{F_{i\dot{s}\ \dot{u}} - F_{i\dot{s}\ a}}{2} \cdot \phi \quad F_g = 175 \text{ N}$$

$$\text{Cıvata da genlik gerilimi "}\sigma_g\text{"} \quad \sigma_g = \pm \frac{F_g}{A_3} \quad \sigma_g = 1,21 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{ge\dot{g}} = \beta_{e\dot{g}} \cdot \frac{F_g \cdot a}{W_{e\dot{g}}} \quad \sigma_g = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Toplam genlik gerilimi} \quad \sigma_{g\ top} = \sigma_g + \sigma_{ge\dot{g}} \quad \sigma_{g\ top} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Cıvatanın emniyetli genlik mukavemet değeri} \quad \sigma_G = 40 \text{ N/mm}^2$$

9. Emniyet katsayıları

9.1. Montajdaki değerler

$$\text{I} \quad \text{Montajda akma mukavemeti emniyeti} \quad S_{AM} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{biM}} \quad S_{AM} = 1,14$$

$$\text{II} \quad \text{Montajda temas yüzeyleri basıncı emniyeti} \quad S_{ApM} = \frac{p_{SII}}{p_M} \quad S_{ApM} = 1,51$$

10.2. İşletmedeki değerler

$$\text{III} \quad \text{İşletmede akma mukavemeti emniyeti (enine kaymasız)} \quad S_{Ai\dot{s}} = \frac{R_{p0,2i\dot{s}}}{\sigma_{biiI}} \quad S_{Ai\dot{s}} = 0,97$$

$$\text{IV} \quad \text{İşletmede temas yüzeyleri basıncı emniyeti} \quad S_{pi\dot{s}} = \frac{p_{Si}}{p_{i\dot{s}}} \quad S_{pi\dot{s}} = 1,35$$

$$\text{V} \quad \text{İşletmede enine kaymasız genlik mukavemet emniyeti} \quad S_{DMi\dot{s}} = \frac{\sigma_G}{\sigma_{g\ top}} \quad S_{DMi\dot{s}} = 25,88$$

| | | | |
|-----|--|---|------------------|
| VI | Sıkıştırma kuvvetinin durumu | $S_{S1} = \frac{F_{S1min}}{F_{S1GER}}$ | $S_{S1} = 1,05$ |
| VII | İşletmede devamlı mukavemet emniyeti (enine kayma ile) | $S_{Değ} = \frac{\sigma_{BIT}}{\sigma_{Değ}}$ | $S_{Değ} = 1,24$ |

İşletmede bağlantının fonksiyonunu yapamaması kötü sonuçlar doğuracaksa, bağlantı ve cıvata için çeşitli deneyler yapıp sonra konstruksiyon imalata ve işletmeye alınmaya müsaade edilir.

Burada bütün orantı değerleri 1 den büyük oldukları için, hesapsal olarak, konstruksiyonun işletmede sağlıklı çalışacağı söylenebilir.

Cıvata bağlantısında bilinmesi gereken değerler:

Cıvata: 6-Köşe Cıvata M16-130/44 – Nimonic 80 A
NiCrTiAlF100, W.Nr.2.4952.60 , DIN17745

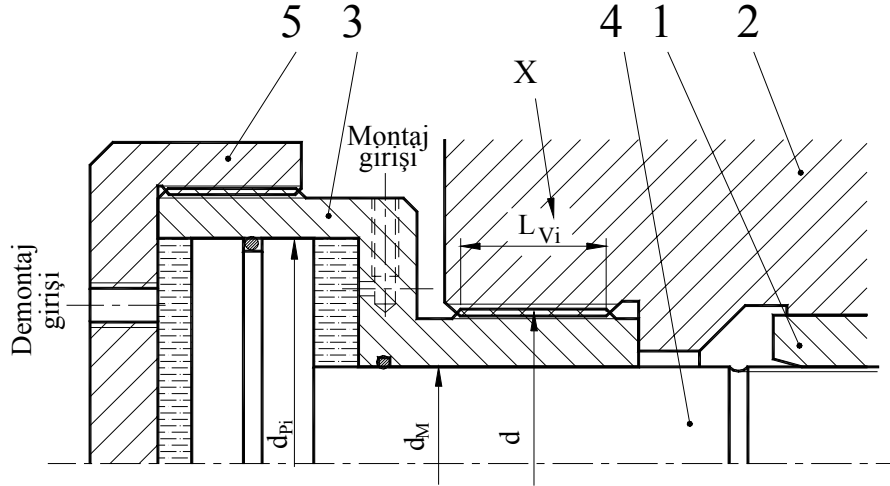
Sıkma metodu: Tork anahtarı ile torsiyon moment kontrollü sıkma.
Cıvata gayet hafif yağlı.

Sıkma momenti: $M_{S1} = 150 \pm 35 \text{ Nm}$

1.2.7 Montaj aparatı

Herhangi bir makinede mili (Poz 1) göbeğe (Poz 2) montaj ve demontajı için Res. 1.16 de taslağı çizilmiş olan montaj aparatı kullanılacaktır.

Aparatın arızasız çalışıp çalışmayacağına karar vermek için, X ile işaretlenmiş vida boyunun montaj ve demontajdaki kuvvetleri taşıyıp taşımayacağı kontrol edilecektir.



Res. 1.16, Montaj aparatı

Bilinenler:

| | |
|--|-----------------------|
| En büyük basınç | $p_{max} = 1'100$ bar |
| Milin çapı | $d_M = 24$ mm |
| Vidanın tanımı, metrik ISO ince dişli vida | M 48 x 3 |
| Pistonun dış çapı | $d_{Pi} = 58$ mm |
| İstenilen genel emniyet katsayısı | $S_{EMGER} = 2$ |
| Vidanın boyu | $L_{Vi} = 60$ mm |

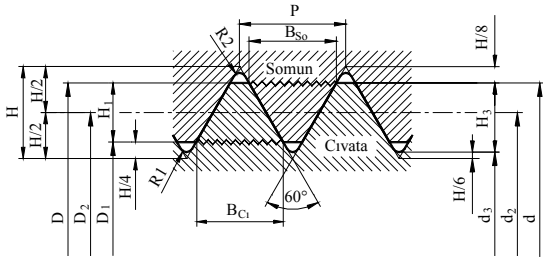
Malzemeler

| | | | |
|----|----------------|-------------|-----------|
| P1 | Kovan | C 45 | 1.0503 |
| P2 | Kasnak (Göbek) | GK-AlSi9Cu3 | 3.2315.02 |
| P3 | Vidalı kovan | C 45 | 1.0503 |
| P4 | Piston | 42CrMo4 | 1.7225 |
| P5 | Kapak | C 45 | 1.0503 |

1.2.7.1 Çözüm

| | | |
|-------------------------------|---|----------------------------------|
| En büyük basınç | $p_{\max} = 1'100 \text{ bar}$ | $p_{\max} = 110 \text{ N/mm}^2$ |
| Pistonun kopma mukavemeti | 42CrMo4 1.7225 | $R_{p0,2} = 1100 \text{ N/mm}^2$ |
| Kasnağın kopma mukavemeti | GK-ALSi9Cu3, 3.2315.02 | $R_e = 180 \text{ N/mm}^2$ |
| Montaj alanı | $A_{M0} = \pi \cdot (d_{Pi}^2 - d_M^2) / 4$ | $A_{M0} = 2'190 \text{ mm}^2$ |
| Demontaj alanı | $A_{DM} = \pi \cdot d_{Pi}^2 / 4$ | $A_{DM} = 2'642 \text{ mm}^2$ |
| Max. Kuvvet, demontajda etkin | $F_{\max} = p_{\max} \cdot A_{DM}$ | $F_{\max} = 581'257 \text{ N}$ |
| S_{EMGER} | | |

Burada hesap, kasnağın mukavet değeri daha küçük olduğu için, kasnaktaki vidanın kopma mukavemetine göre yapılır.



$$P = 3 \text{ mm}$$

$$H = P \cdot \cos(\beta/2) \text{ bak Tablo 2, Tablo 1.2}$$

$$H = 3 \cdot \cos 30^\circ = 3 \cdot 0,86603$$

$$H = 2,598 \text{ mm}$$

Somun vidasının kesmeye zorlanan eni: $B_{So} = P - H/8$

Somunun bir vidasının kesmeye zorlanan alanı: $A_{\tau So} = \pi \cdot d \cdot B_{So}$

Somunun kesmeye karşı mukavemeti: $\tau_{KE} = 0,8 \cdot R_e$

Somundaki gerekli taşıyıcı diş sayısı: $n_{So} = F_{\max} / (A_{\tau So} \cdot \tau_{KE})$

Somundaki toplam diş sayısı: İki uç için emniyette olmak için 6 diş alınır. $n_{top} \approx 16$

Vidanın imalattaki gerekli boyu: $L_{ViGER} = n_{top} \cdot P$

Taslakta $L_{Vi} = 60 \text{ mm}$ olduğundan konstruksiyonun doğruluğu kabul edilir.