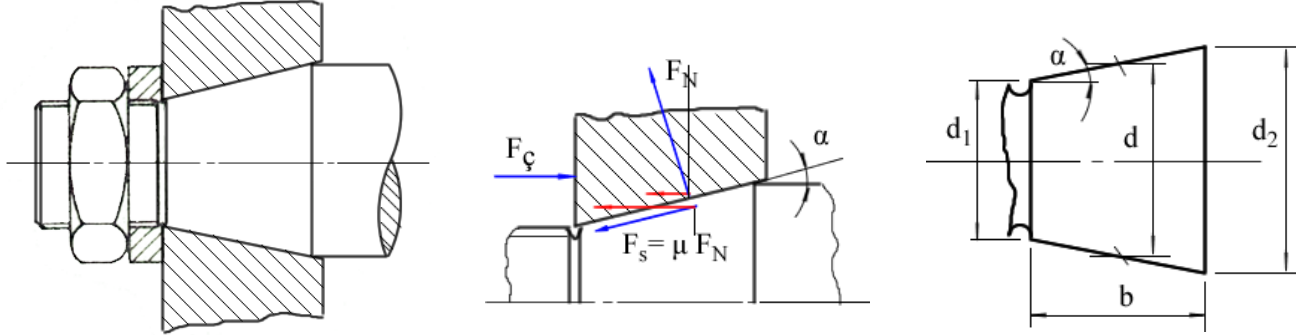


MAKİNE ELEMANLARI - (7.Hafta)

PRES (SIKI) GEÇMELER-2

B- Konik Geçme Bağlantısı

Şekildeki gibi konik bir milin ucuna kasnağı sıkı geçme ile bağlamak için F_{ϕ} Çakma kuvveti uygulamalıyız. Kasnağın milin üzerine sıkı bir şekilde geçmesi ve bağlantının çözülmemesi için de milin ucunda vida-somun bağlantısı kullanabiliriz. Bu tür bağlantılarda mil sabit olur ve kasnak sökülüp takılır. Dolayısı ile çakma kuvveti kasnak üzerinde göstermek daha doğru olur.



Konik Sıkı Geçme Bağlantısı

Bu bağlantıdan istenen motordan gelen Döndürme momentini (M_d) sıyrma olmadan, konik yüzeyin sürtünme kuvveti ile hareketi kasnağa iletmesidir. Hareket kasnağa iletilirken belli bir emniyeti de göz önünde bulundurmak lazım. Bunun için yüzeyler üzerinde oluşan sürtünme momenti, motordan gelen döndürme momentinden daha büyük olması gerekir ($M_s > M_d$). Bunun ne kadar büyük olacağı bağlantının emniyet katsayısı (k) olmuş olur.

Sürtünme momenti bulduktan sonra bunu sağlayacak yüzey basıncı (P) ne olmalıdır bunu bulmalıyız. Daha sonra bu P basıncını sağlayacak F_{ϕ} kuvveti ne olmalıdır onu bulmalıyız. F_{ϕ} kuvvetini de sağlamak için somunu ne kadar sıkmalıyız şeklinde başka bir konuya da buradan geçiş yapabiliriz. Özetlersek buradaki sıralama şu şekilde olur;

$$M_d \rightarrow M_s \rightarrow P \rightarrow F_{\phi}$$

Şimdi bu hesaplar için formüllerimizi sırasıyla çıkaralım. Milin ucundaki koniğin Eğim açısı (α), Ortalama çapı (d) ve temas eden konik yüzeyin alanı (A) aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$\tan \alpha = \frac{d_2 - d_1}{2b} \quad d = \frac{d_2 + d_1}{2} \quad A = \frac{\pi \cdot d \cdot b}{\cos \alpha}$$

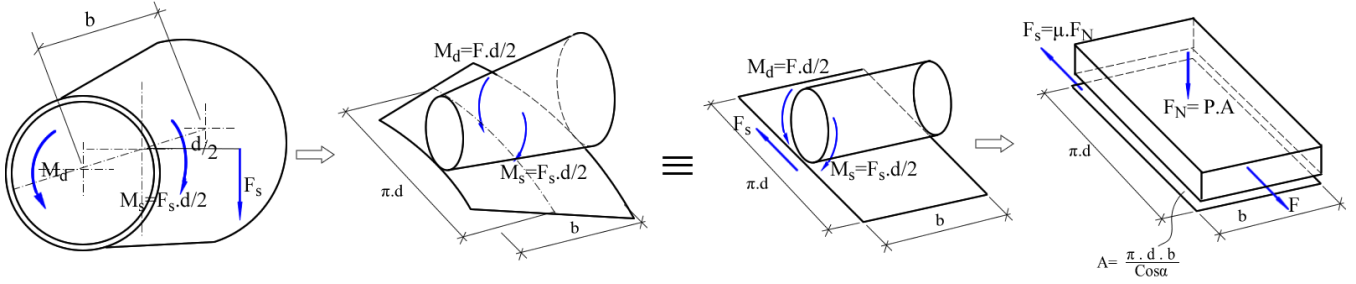
Yüzeylerde oluşan Sürtünme momenti, motordan gelen döndürme momentinden k Bağlantı emniyet katsayısı kadar fazla olması için şu formülü yazalım.

$$k=1,25 \text{ (titreşimsiz yada az titreşimli bağlantılarda)}$$

$$M_s = k \cdot M_d \quad k=1,5 \text{ (orta titreşimli bağlantılarda)}$$

$$k=2,0 \text{ (titreşimli ve darbeli bağlantılarda)}$$

M_s sürtünme momentinin bulunuşu Düz sıkı geçmelerdeki yöntemle aynı şekilde bulunur. Sadece orada temas yüzeyi silindirdir, burada ise koniktir. Burada Çap olarak da ortalama çap kullanılır.

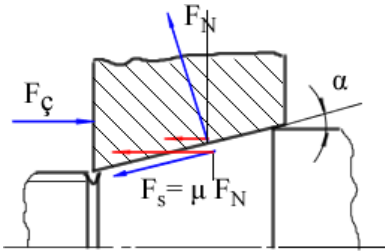


$$M_s = F_s \cdot d/2 = (\mu \cdot F_N) \cdot d/2 = \mu \cdot (P \cdot A) \cdot d/2 = \mu \cdot P \cdot (\pi \cdot d \cdot b / \cos\alpha) \cdot d/2 \rightarrow \boxed{M_s = \frac{\pi \cdot \mu \cdot P \cdot b \cdot d^2}{2 \cdot \cos\alpha}}$$

Buradan P basıncını çekersek aşağıdaki şekilde olur. (Not: Bu formüllerdeki ortalama çapı (d_{ort}) olarak göster.

$$P = \frac{2 \cdot M_s \cdot \cos\alpha}{\pi \cdot \mu \cdot b \cdot d^2}$$

Burada Ms momentinin oluşması için yüzey basıncının P seviyesine çıkması gerekir. Bu basıncı elde edebilmek için ise $F_{\text{çak}}$ kuvveti bu basıncı sağlayacak seviyede olmalıdır. Buna göre $F_{\text{çak}}$ kuvvetini bulalım. $F_{\text{çak}}$ kuvveti, yüzeyler üzerindeki F_N normal kuvveti ile F_s sürtünme kuvvetlerinin yatay bileşenlerinin toplamını yenmesi gerekir. Yatak doğrultuda denge denklemlerini yazarak bu kuvvetin formülünü bulalım.



$$F_{\text{çak}} = F_N \cdot \sin\alpha + F_s \cdot \cos\alpha$$

$$F_{\text{çak}} = (P \cdot A) \cdot \sin\alpha + \mu \cdot F_N \cdot \cos\alpha$$

$$F_{\text{çak}} = (P \cdot A) \cdot \sin\alpha + \mu \cdot (P \cdot A) \cdot \cos\alpha$$

$$F_{\text{çak}} = P \cdot \left(\frac{\pi \cdot d \cdot b}{\cos\alpha}\right) \cdot \sin\alpha + \mu \cdot P \cdot \left(\frac{\pi \cdot d \cdot b}{\cos\alpha}\right) \cdot \cos\alpha$$

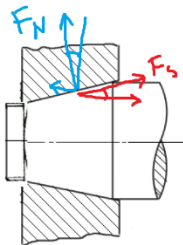
$$F_{\text{çak}} = \pi \cdot P \cdot d \cdot b \cdot \tan\alpha + \mu \cdot P \cdot \pi \cdot d \cdot b$$

$$\boxed{F_{\text{çak}} = \pi \cdot P \cdot d \cdot b (\tan\alpha + \mu)}$$

Sökme/çözme durumunda sürtünme kuvveti yön değiştirecektir. Aynı formülleri kullanarak aşağıdaki sonuca ulaşırız. Buna göre sökmek için gerekli kuvveti bulalım. Burada sökme kuvveti çakma kuvvetinden çok daha küçük kuvvetir.

$$F_{\text{sök}} = \pi \cdot P \cdot d \cdot b (\tan\alpha - \mu)$$

Otobolokaj Şartı



$$F_N \cdot \sin\alpha < F_s \cdot \cos\alpha$$

$$\frac{F_N \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} < \frac{\mu \cdot F_N \cdot \cos\alpha}{\cos\alpha}$$

$$\boxed{\tan\alpha < \mu}$$

C- Sıkma Bağlantısı

Şekildeki gibi Mil ve Göbek düz silindir şeklinde iken, göbek iki parçalı olarak yapıлып civata ile sıkılırsa Sıkma bağlantısı elde edilmiş olur. Burada mil vasıtasıyla motordan gelen döndürme momentinin emniyetle kasmağa iletebilmesi için $M_s > M_d$ olmalıdır. Bağlantının ne kadar büyük emniyette olması gerektiği konusunda şu formül ve katsayıları kullanabiliriz.

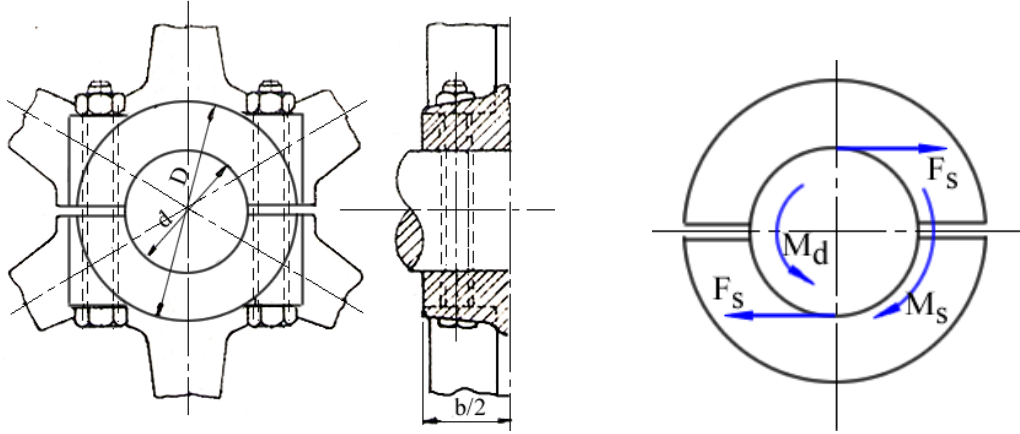
$$M_s = k \cdot M_d$$

$$k=1,25 \text{ (titreşimsiz yada az titreşimli bağlantılarda)}$$

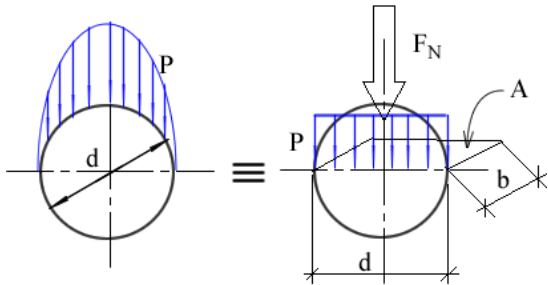
k=1,5 (orta titreşimli bağlantılarda)

k=2,0 (titreşimli ve darbeli bağlantılarda)

Sıkma işlemi sonucu oluşan basıncın, boşta dönmeden emniyetli bir şekilde hareketi iletecek kadar minimum seviyede (P_{min}), mil ve göbek yüzeylerini bozmayacak kadar da maksimum seviyede (P_{mak}) olması gerekir. Civatalar sıkıldığında oluşacak basınç bu ikisi arasında olmalıdır. Şimdi yüzey basıncını nasıl buluruz onun formüllerini çıkaralım.



Döndürme momentine bağlı olarak belli bir emniyetle gerekli M_s bulundu. Bu sürtünme momentini oluşturacak yüzey basıncı yada F_N normal kuvvetine bağlı olarak bulalım. Burada milin üzerinde oluşan basınç parabolik bir şekle sahiptir. Parabolik şeklin dengi olan ortalama basınç değeri kullanılır. Ortalama basıncın çapı gören kesit üzerine etki ettiği varsayılır.



$$M_s = 2 \left(F_s \cdot \frac{d}{2} \right) = F_s \cdot d$$

$$M_s = \mu \cdot F_N \cdot d$$

$$M_s = \mu \cdot (P \cdot A) \cdot d$$

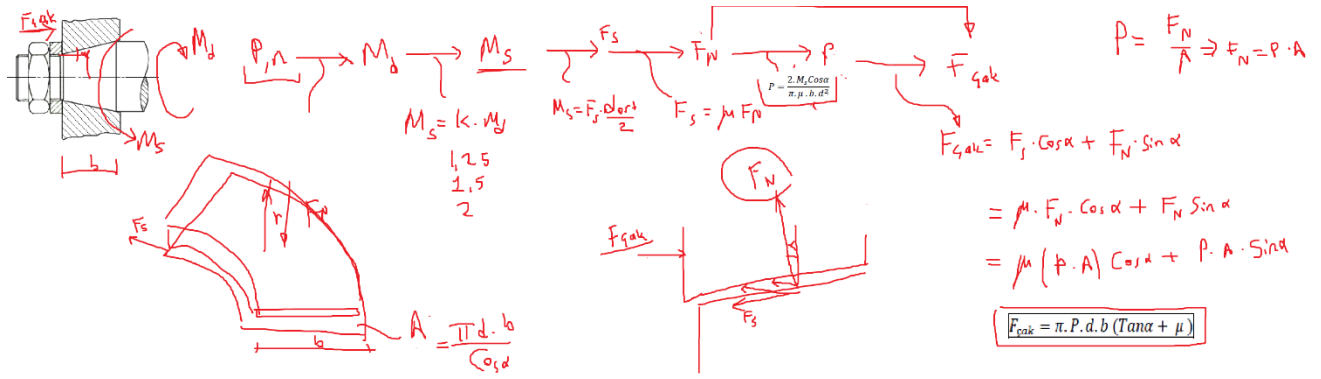
$$M_s = \mu \cdot P \cdot (b \cdot d) \cdot d$$

$$M_s = \mu \cdot P \cdot b \cdot d^2$$

Burada gerekli olan basınç yada onu oluşturacak F_N kuvveti bağlantının geometrik şekliyle bağlantılıdır. Burada tasarım için gerekli yüzey basıncını bulduktan sonra onu sağlayacak geometrik ölçüleri bulmak gerekecek. Yada başlangıç geometrik ölçülerini yaklaşık belirleyip, oluşan yüzey basıncının emniyet bölgesinde olup olmadığı kontrol edilir. İkincisini tercih edersek bağlantının yaklaşık ölçülerini belirlemek için aşağıdaki tabloyu kullanabiliriz.

Göbek Malzemesi	Mil Malzemesi	D/d	b/d	Pem (N/mm ²)	μ
DD	Çelik	2,5 ÷ 2,7	1,2 ÷ 1,5	35 ÷ 50	0,08 ÷ 0,1
Çelik	Çelik	2 ÷ 2,5	0,7 ÷ 1	50 ÷ 90	0,07

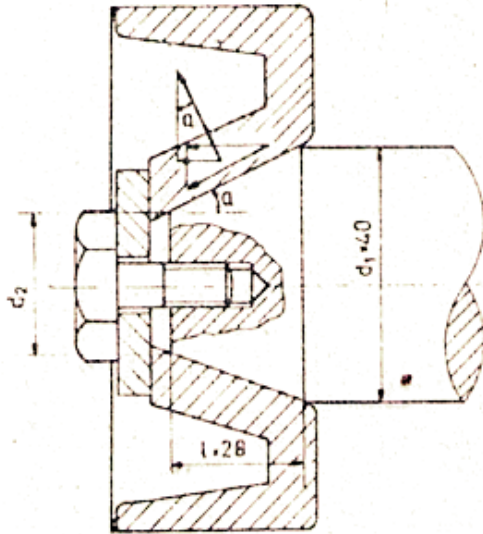
F_N kuvveti bulunursa bu kuvvet civataların sıkması için gerekli kuvvet olacaktır. Buradan gerekli olan civata hesaplarına geçilmelidir.



Örnek (Konik Geçme)

Konik geçme: Şekil 4.14'teki konik işlenmiş kasnak milin ucuna bir cıvata ile sıkılarak geçirilmiştir. Koniklik 1/K=1/6 dır. Mil n=3000 d/dak da N=4.4 kw güç iletmektedir. Özel bir hafif malzemeden yapılmış olan kasnağın akmadan dayanabileceği en büyük yüzey basıncı $P_{max} = 38 \text{ N/mm}^2$ dir. Oturma yüzeyinde $\mu=0.05$ alınacaktır. Buna göre:

Çözüm



- Kasnak akmaya uğramadan cıvataya en çok ne kadar ön gerilme verebilir?
- Cıvata ile sağlanan bu kuvvetle sağlanan sürtünme momenti milden gelen momenti kasnağa emniyetle iletebilir mi? Mevcut emniyet katsayısı nedir?
- Cıvata gevşetirse kasnak geriye doğru kendiliğinden kayar mı? Kasnağın kendiliğinden kaymaması için ne kadarlık bir kuvvetle karşı konulmalıdır?

Çözüm:

Şekil 4.14.

a) Cıvataya verilecek ön gerilme montaj için gerekli eksenel pres kuvvetini sağlayacaktır.

$$F_{\text{ön}} = \pi d b P_{\text{max}}(\text{tg } \alpha + \mu)$$

yazılabilir. b kasnak genişliği yerine aktif ℓ uzunluğu, koniklik fazla olduğundan ortalama bir d çapı kullanılmalıdır.

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}, \quad \frac{d_1 - d_2}{\ell} = \frac{1}{k} \text{ dan,}$$

$$d_2 = d_1 - \frac{\ell}{k} = 40 - \frac{28}{6} = 35 \text{ mm ve } d = \frac{40 + 35}{2} = 37.5 \text{ mm bulunur.}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{d_1 - d_2}{2\ell} = \frac{1}{2k} = \frac{1}{12} = 0.080 \text{ olur.}$$

Bu değerler kullanılarak kasnakta akma olmaksızın cıvataya verilebilecek ön gerilme;

$$F_{\text{ön}} = \pi \times 37.5 \times 28 \times 38(0.08 + 0.05) = 16\,400 \text{ N}$$

olarak bulunur.

b) İletilmesi gereken moment,

$$M_d = 9550 \frac{\text{N}}{\text{n}} = 9550 \frac{4.4}{3000} = 14 \text{ Nm}$$

Cıvata sıkıldıktan sonra sağlanacak sürtünme momenti;

$$M_s = \mu \pi d (\ell / \cos \alpha) P_{\text{max}}(d/2) \text{ olup, } \alpha = 4^\circ.8, \cos \alpha = 0.99 \text{ dur.}$$

$$M_s = 0.05 \times \pi \times \frac{28}{0.99} \times 38 \times \frac{(37.5)}{2} = 118\,642 \text{ Nmm}$$

$M_s > M_d$ olduğundan moment iletimi emniyetle gerçekleşecektir.

Mevcut emniyet katsayısı,

$$k = \frac{M_s}{M_d} = \frac{118.642}{14.000} = 8.5 \text{ dur.}$$

Böyle bir bağlantıda $k=2$ yeterli olur.

c) Otoblokaj şartına bakılmalıdır.

$$F_{\text{çöz}} = \pi d b P_{\text{max}}(\text{tg } \alpha - \mu) < 0 \text{ veya } \text{tg } \alpha < \mu \text{ olmalı idi.}$$

$\text{tg } \alpha = 0.080 > \mu = 0.05$ olduğundan cıvata gevşetildiğinde kasnak kendiliğinden geriye doğru kayar. Kasnağın geri fırlamaması için geçme işleminden sonra bağlantıdaki cıvatada bulunması gereken minimum ön gerilme;

$$F_{\text{önmin}} = \pi d b P_{\text{max}}(\text{tg } \alpha - \mu)$$

$$F_{\text{önmin}} = \pi \times 37.5 \times 28 \times 38(0.08 - 0.05) = 4150 \text{ N}$$

Bu kuvvetle kasnağın geri kayması önlenir.

Örnek (Sıkma Geçme)

Şekil 4.10'daki sıkma geçme bağlantıda iletilecek güç $N=4$ kw, dönme sayısı $n=250$ d/dak, göbek malzemesi DD ve mil malzemesi Fe50 dir. Çalışma az darbelidir. Göbek yarı parçaları dört adet civata ile sıkılmışlardır. Bağlantı boyutlandırılacaktır.

iletilecek moment,

$$M_d = 9550 \frac{N}{n} = 9550 \frac{4}{250} = 153 \text{ Nm}$$

Gerekli mil çapı,

$$d = 16 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = 16 \sqrt[3]{\frac{4}{250}} = 40 \text{ mm} \quad (d=40 \text{ mm alındı})$$



Göbek çapı, tablodan yararlanılarak,

$$D = 2.7 d = 2.7 \times 40 = 110 \text{ mm}$$

Göbek genişliği,

$$b = 1.5 d = 1.5 \times 40 = 60 \text{ mm}$$

Ezilme kontrolü, projeksiyon alanı kullanılarak,

$$M_s = k M_d = 2 F_s (d/2) = 2 \mu p b d d/2$$

olup,

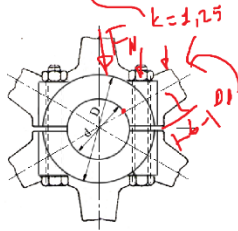
$$P = \frac{k M_d}{\mu b d^2} \leq P_{em}$$

olmalıdır. Tablodan $k=1.25$ (az darbeli), $\mu=0.1$ (DD-çelik) alındı. Buna göre,

$$P = \frac{1.25 \times 153 \times 10^3}{0.1 \times 60 \times (40)^2} = 20 \text{ N/mm}^2$$

bulunur. $P < P_{emDD}$ olduğundan bağlantı ezilmeye karşı emniyetlidir.

Şekil 4.10'daki sıkma geçme bağlantıda iletilecek güç $N=4$ kw, dönme sayısı $n=250$ d/dak, göbek malzemesi DD ve mil malzemesi Çelik dir. Çarkların diş derzlidir. Göbek yarı çapları düz ağız çavata ile sıkılırlardır. Bağlantı boyutlandırılmaktadır.



Göbek Malzemesi	Mil Malzemesi	D/d	b/d	Pem (N/mm ²)	$\frac{b}{d}$
DD	Çelik	2,5-2,7	1,2-1,5	35-50	0,08-0,1
Çelik	Çelik	2-2,5	0,7-1	30-90	0,07

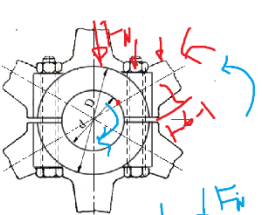
$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_d \cdot 2155000}{\pi \cdot \sigma_{ca} \cdot 250}} \quad M_d = 9550 \frac{4 \text{ kW}}{250 \text{ d/d}}$$

$$= 153 \text{ Nm} \quad \sigma_{ca} = 15 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 38 \text{ mm}$$

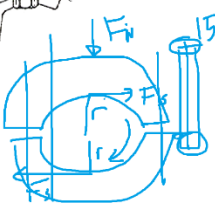
$$\frac{D}{d} = 2,6 \Rightarrow D \approx 100 \text{ mm}$$

$$\frac{b}{d} = 1,5 \Rightarrow b = 57 \text{ mm}$$



$$P \rightarrow M_d \rightarrow M_s \rightarrow F_t \rightarrow F_r$$

$$M_s = 1,25 \cdot 153 \text{ Nm} = 191 \text{ Nm}$$



$$F = m \cdot F_N \Rightarrow F_N = 62000 \text{ N}$$

$$M_s = 2 \cdot F_s \cdot r$$

$$191000 = 2 \cdot F_s \cdot \frac{38}{2}$$

$$F_s = 5026 \text{ N}$$