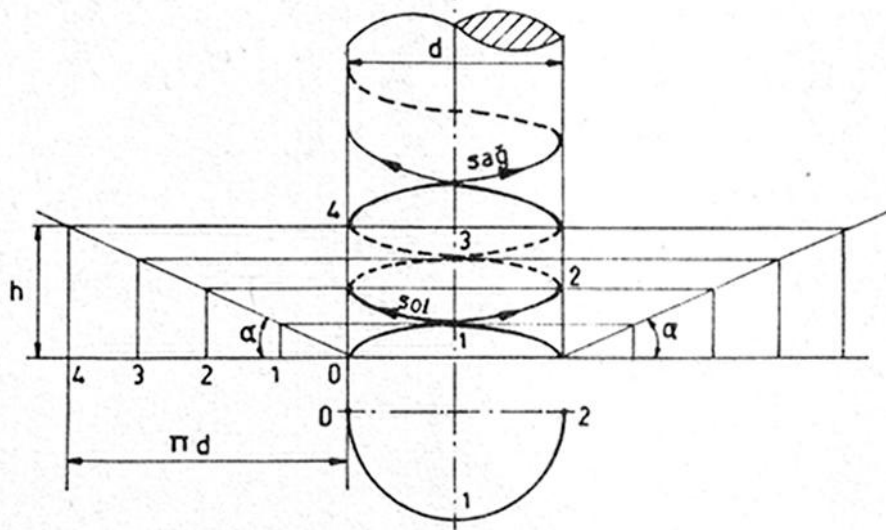


MAKİNE ELEMANLARI - (8.Hafta)

VİDALAR -1

A. TEMEL KAVRAMLAR

Eğik bir doğrunun, eğimi bozulmaksızın, dairesel kesitli bir silindire sarılması ile elde edilen helis eğrisi vidaların temelidir. Eğer eğik doğru yerine kalınlığı olan bir tel silindirin dış yüzeyine sarılırsa "civata", içi boş bir silindirin iç yüzeyine sarılırsa "somun" elde edilmiş olur. Sarılma yönüne göre helis eğrisi (vida eğrisi) sağa doğru yükselirse "sağ vida", sola doğru yükselirse "sol vida" adını alır (Şekil 5.1).



Helis eğrisinin silindirin bir ana doğrusunu ard arda kestiği iki nokta arasındaki h uzaklığına "adım" (veya hatve), α açısına ise "eğim açısı" adı verilir. Bu iki temel büyüklük arasında

$$\operatorname{tg} \alpha = h / \pi d$$

bağıntısı vardır.

Aynı eğimde fakat farklı başlangıç noktalarından birden çok helis eğrisi sarılırsa "çok ağızlı vidalar" elde edilir.

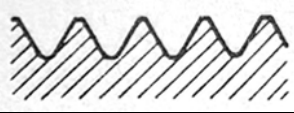
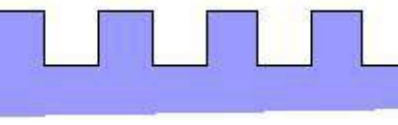
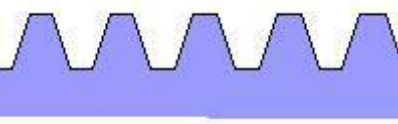

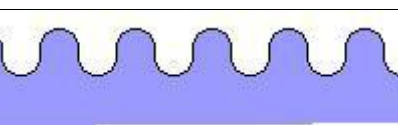
B. VIDA TÜRLERİ

a) Vida Profil Tipleri

Mil üzerine açılan diş ile lineer hareket elde edilmek istendiğinde kullanılır.

Helis eğrisi yerine sarılan telin kesiti üçgen, kare, dikdörtgen veya yuvarlak olabilir. Bu şekilde oluşan vida dişi kesit şekillerine "profil" adı verilir (Şekil 5.2).

Genel olarak α eğim açısı, profil şekli, d silindir çapı bir vida için karakteristik büyüklüklerdir. Bunlar ayrı ayrı değiştirilerek çeşitli vidalar yapılabilir. Bunlara vidanın sağ veya sol oluşu ve ağız sayısı da eklenecek olursa sonsuz çeşit vida ortaya çıkar. Bu çeşitliliği sınırlandırmak için vidalar standardlaştırılmıştır.

	Üçgen Vida Profili: Parçaları birleştirme amaçlı civata ve somunlarda kullanılır. Metrik ve Whitworth tipleri vardır.
	Kare Vida Profili: Kare vida en yüksek verime sahiptir. Hareket iletiminde kullanılır.
	Trapez Vida Profili: Trapez 30° derece trapez açılı vida aşınmaları telafi edebilmesi dolayısıyla bir çok uygulama için daha iyidir.
	Testere Dişli Vida Profili: Tek yönlü yüklemelerde ve boşluğun önemli olmadığı uygulamalarda testere dişi daha verimli ve mukavim bir kesittir.
	Yuvarlak Vida Profili: Yuvarlak kesit, en yüksek yük taşıma kabiliyetine sahip kesittir.

Hatve açısı büyüdükçe verim artar

Vidalı millerde hatve açısı büyüdükçe verim artar. Buna karşılık mili çevirmek için daha büyük moment uygulamak gerekir. Bir çok basit uygulamada düşük moment veriminden daha önemlidir. Bu sebeple küçük hatve açıları sorun yaratmaz. Hatve açısını yükseltmenin buna karşılık yük taşıma kabiliyetini düşürmemenin bir yolu çok ağızlı vida kullanmaktır. Verimin yüksek olmasının düşük olması istendiğinde bilyalı (yuvarlanmalı) tip vidalı miller kullanılmalıdır.

Hızlı ilerleme istenen yerlerde çok ağızlı vidalı mil kullanmak gerekir. Vidalı millerde ağız sayısı arttıkça vidalı milin bir turundaki ilerleme de artacaktır (Ayrıca mekanik verim de yükselecektir.).

Mukavemet hesabı

Vidalı miller burulmanın yanında çekme veya basmaya maruz, yani, bileşik gerilmeye maruz kalırlar. Taşıyabileceği yük maksimum kayma gerilmesi hipotezine göre bulunabilir. Uzun vidalı millerde burkulmaya göre de hesap yapılmalıdır. Somun boyu ise somun (yada vida) dişlerinin kesilmesine yada somunun aşınma ömrüne göre yapılır. Somunun aşınması diş yüzeyine gelen basınç ve yüzey hızı çarpımı (PV) ile orantılıdır. Yüzey basıncını düşürmek için somun boyunu artırmak gerekir.

Vidalı millerin yataklanması

Vidalı miller radyal ve eksenel yönde yataklanmalıdırlar. Milin bir ucundaki yatak milin eksenel hareketine müsaade edebilir yada hiç yataklama yapılmayabilir. Yataklama için seçilecek yatak uygulamaya göre belirlenir. Temel kural, milin en az bir ucunda, hem radyal hem eksenel olarak yataklanmasıdır. Pratikte ya gövde üzerinde açılan yuva ile yataklama yapılır yada (çoğunlukla) yuva açılmış ayrı bir takoz parça kullanılır. Takoz parça yanlarından iki civatayla gövdeye tutturulur.

Vidalı millerin yağlanması: Vidalı miller sürtünme ile çalıştığından yağlanmaları uzun ömürlü olmaları için mutlaka gereklidir. Yağlama genellikle vida dişlerine sık sık gres sürerek yapılır.

Vidalı milin sertleştirilmiş ve düşük pürüzlülükte işlenmiş olması da ömür açısından çok önemlidir.

Somun tasarımı

Vidalı millerde somun daha kolay imal edilen bir parça olduğundan vidayı aşındırmayacak malzemeden yapılır. Bu amaçla bronz uygun bir somun malzemesidir. Vidalı mil mekanizmasının verimli ve sağlıklı çalışabilmesi için vida ve somun dişlerinin elverdiği ölçüde temiz işlenmiş olması gerekir. Somunun boşlukları alabilmesi istenirse trapez bir vida ve yarıklı somun kullanılabilir. Somun çapsal olarak sıkıldığında dişlerin açılma sebebiyle boşluklar azalacaktır. İkinci bir yöntem çift somun kullanmak olabilir. Somunlardan biri öne biri arkaya yaslatılarak boşluk alınabilir. Somunların hareket ettireceği parçalara bağlanmalarının en yaygın yolu faturalı yapılmalarıdır. Fatura üzerine çevresel delikler açılarak somun diğer parçalara bağlanabilir.

Vidalı miller eğilme momenti taşıyamadıklarından yüklerin başka bir kılavuz üzerinde lineer olarak yataklanmış olması gerekir. Vidalı mil eksenini ile yük kılavuz sisteminin eksenini arasında fark oluşması halinde vidalı milde kasmalar oluşacaktır. Bunu önlemek için imalat, montaj ve konstrüktif tedbirler alınmalıdır. Ayrıca vidalı mile hareket aktaran sistemden de hiç yada minimum eğilme momenti gelmesi gerekir.

Bilyalı tip vidalı mil:

Otomasyon uygulamalarında motor hareketini doğrusal harekete çevirmenin yollarından birisi, belkide en önemlisi bilyalı tip vidalı mildir. diğer tipler, kremayer ve zaman kayışına göre daha hassas ve pratiktir.

SOMUNLAR

Cıvatalı bağlantıların ikinci elemanı somundur. Somun kaliteleri ise 4 6 8 gibi tek rakamlar ile belirtilir ve bu sayılar uygulanabilecek maksimum gerilimin 1/10 nu gösterir. Örnek: 6 kalite somunda uygulanabilecek maksimum gerilim 60 Kg/mm² dir.

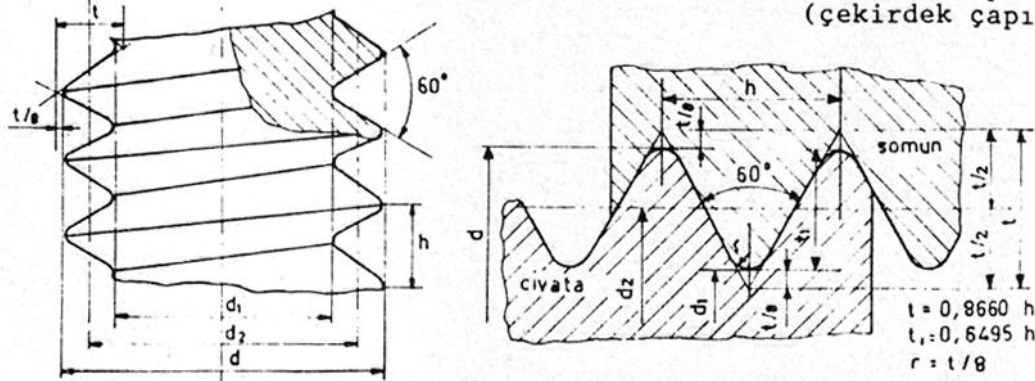
Somunlar kendi kalite değerinde cıvatalar ile kullanılmalıdır (Örnek 6 kalite somun 6.8 kalite cıvata ile birlikte kullanılır). Ancak cıvataya uygulanacak yükün sınırlandırılması gerekiyorsa (Örnek : Fazla sıkma durumunda bağlanan malzemenin veya herhangi bir aksamın zarar görmesi söz konusu ise) bu durumda somun cıvata dan düşük kalitede seçilerek fazla sıkılma durumunda somun dişlerinin sıyrılarak sigorta vazifesi yapması sağlanabilir. Eğer böyle bir sınırlayıcı kısıt yoksa cıvatalar kendinden yüksek kalite somunlarla birlikte de kullanılabilirler.

Somun genişliği çapın 60% si kadar olur. Somunlarda yükün çoğu sıkılma yüzeyine yakın dişlerde olur. Arkadaki dişlerde yük çok azalır. Normalde altıncı hatveden sonraki dişlerde pek fazla yük olmaz. Bu nedenle somun genişliğinin fazla olması hiçbir işe yaramaz. İkinci bir somun ise sadece gevşemeyi önlemek için kontra somun olarak kullanılır.

b) Standart Vida Türleri

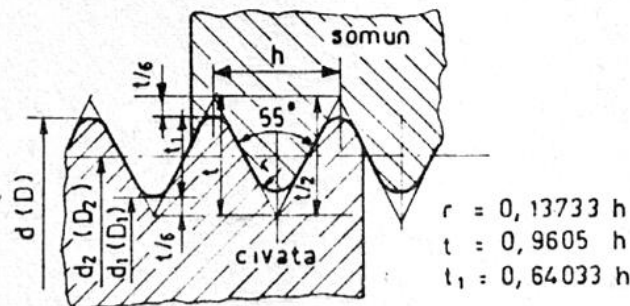
- 1) Metrik vidalar: En çok kullanılan standard vida profilidir (Şekil 5.3). Eşkenar üçgen profilili olup, diş yüksekliğinin 1/8 inden yuvarlatılmıştır.

d: vida çapı (anma çapı), d_2 : ortalama çap, d_1 : diş dibi çapı (çekirdek çapı)



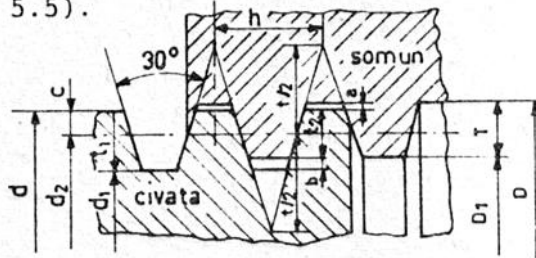
Şekil 5.3. Metrik vida.

- 2) Whitworth vidalar: Tepe açısı 55° olan ve yüksekliğinin 1/6 sından yuvarlatılmış ikizkenar üçgen profilili vidalardır. Anglo-Sakson ülkelerinde daha çok kullanılırlar. Endüstri tarihindeki ilk standard vida türüdür (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Whitworth vida.

- 3) Trapez vidalar: Profil, iki kenarı arasında 30° lik açı bulunan bir yamuktur. Hareket vidası olarak kullanılması daha uygundur (Şekil 5.5).



$$\begin{aligned} t &= 1,866 h \\ t_1 &= 0,5 h + a \\ t_2 &= 0,5 h + a - b \\ T &= 0,5 h + 2a - b \\ c &= 0,25 h \end{aligned}$$

Şekil 5.5. Trapez vida.

Günümüzde bir tek vida sisteminde anlaşmak için gayret sarfedilmektedir. En son şekliyle ilk iki vida türü uluslararası vida standartları olarak benimsenmiştir.

Birbiriyle eş çalışacak olan iki vida (somun ve civata) aynı eğime, aynı hatveye, aynı profile sahip olmalıdır. Ayrıca ağız sayısı da aynı olmalıdır. Dişlerin yan yüzeyleri ve tepelerinin tamamen birbirine oturmalarını sağlamak yapım harcamalarını artırır. Bu nedenle standard bir tepe boşluğu belirlenmiştir.

C. KULLANIM ALANLARI

a) Bağlama elemanı olarak

Cesitli makina elemanlarının birbirleriyle çözülebilir tarzda bağlanmasında geniş ölçüde kullanılırlar. Makinaların temele tesbitinde, çelik konstrüksiyonlarda perçin yerine başarıyla kullanılırlar.

b) Kuvvet artırmak için

Bir dönme hareketini öteleme hareketine veya ötelemeyi dönme hareketine dönüştürürler. Eğer somun elemanı dönme yapmadan aksel doğrultuda kayabilecek şekilde kızaklanırsa ve öteleme yapması engellenen civataya bir dönme hareketi verilirse somun aksel doğrultuda ilerlemek zorunda kalır. Bu durumda civatayı döndürmek için uygulanan çevre kuvveti büyük bir aksel kuvvete dönüşerek somunu iter veya çeker. Mergeneler, vidalı presler, krikolar bu prensipten yararlanılarak tasarlanırlar.



c) Mesafe ölçmek için

Somun-civata elemanlarından birinin yapacağı ilerleme hareketi, diğerinin yapacağı dönme hareketi ile orantılıdır. Bu oran vida adımıyla ilgili olup hiçbir zaman değişmez. Vidalı elemanların bu özelliklerinden yararlanılarak küçük eksenel uzaklıkların büyük dönme yoluna dönüştürülerek (bölümlemeyi kolaylaştırmak bakımından) ölçülmesinde kullanılmaları sağlanabilir. Mikrometrelerde bu prensipten yararlanılır.



d) Diğer kullanım alanları

Yukarıdaki iki ana görev dışında vidalı elemanların özelliklerinden yararlanılarak bu elemanlar şişe kapağı olarak, deliklerin kapatılmasında kör tapa olarak, aşınmalardan doğan boşlukların giderilmesinde ayar civatası olarak; ön yükleme gereken gergi mekanizmalarında germe civatası olarak kullanılırlar.



D. Somun ve Civata Malzemeleri

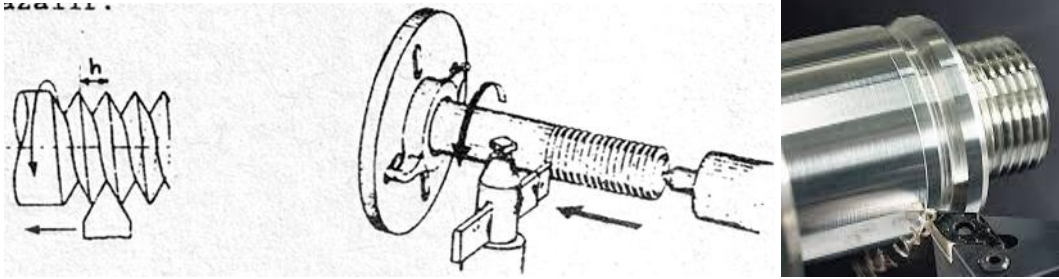
Cıvatalardan aranan özelliklere göre genel yapı çelikleri ve alaşımlı çelikler kullanılabilir. Çeşitli mukavemet ve şekil değişimi özelliklerine sahip sünek çeliklerdir. Sıcak ortamlarda kullanılacak cıvatalar sıcaklığa dayanıklı çeliklerden yapılmalıdır. Uygulamada çok çeşitli malzemeler kullanıldığından mukavemet açısından kalite guruplarına ayırma yoluna gidilmiştir. Her gurup iki rakkamdan oluşan bir sembolle gösterilir. Bu rakkamlardan birincisi kullanılan malzemenin minimum kopma mukavemetinin daN/mm² olarak 1/10 unu verir. Her iki rakkamın çarpımı ise o malzemenin yine daN/mm² olarak minimum akma sınırını verir. Örneğin genel yapı çeliklerinden Fe34 (3.6), Fe37 ve Fe38 (4.6) sembolleriyle gösterilir. C15 semantasyon çeliği (4.6), C45 ıslah çeliği (6.6), Fe50 yapı çeliği ile C35 ıslah çeliği (5.6) sembolü ile gösterilirler. 42CrMo4 ıslah çeliği (12.9) sembolü ile gösterilir. (4.6)

sembolünde ilk rakkam malzemenin $4 \times 10 = 40$ daN/mm² olarak minimum kopma mukavemetini, $4 \times 6 = 24$ daN/mm² olarak da minimum akma sınırını verir. Bu sembollerin cıvataların üzerine kabartmalı olarak yazılması gerekir.

E. İMALAT

a) Tornado

Çoğunlukla haddeden 6 köşeli çıkmış çubuklar uygun boylarda kesilerek tornaya takılır ve talaş kaldırma yoluyla vida açılır. Burada vida adımına uygun olarak sabit hızda ilerleyen torna kalemi sabit hızda dönen iş parçası üzerinde helisel bir yol açar. Freze ile de vida açılabilir. Ancak talaş almada haddeden geçmiş malzemenin uzayan elyafları kesilir. Bu yüzden vida dişlerinin sürekli mukavemeti azalır.



b) Pafta ve Kılavuz ile

Küçük çaplar için cıvataların "pafta", somunların "kılavuz" adı verilen aletlerle dişlerinin açılması mümkündür. Pafta ve kılavuzlar dişlerine kesici özellik kazandırılmış, istenen adım ve profile sahip bir karşı eleman gibi çalışarak iz açarlar.

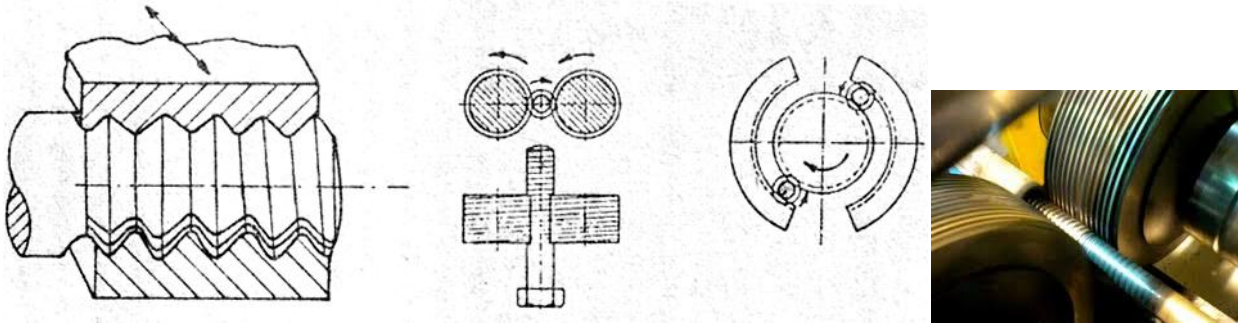


c) Haddeme Yolu ile

Cıvataların büyük bir kısmı bu yolla imal edilirler. Talaş kaldırma olmadığından elyaf kesilmesi yoktur. Yüzeyde pekleşme olur ve mukavemet artar (Şekil 5.7).

Cıvata shaftı, verilmek istenen vida profilinin açınımını taşıyan yivli levhalar arasında sıkıştırılarak yuvarlanma yapması sağlanır. Hareketli ve sabit yüzeydeki yivler cıvata shaftında vida profilinin ortaya çıkmasına sebep olur. Bu işlem 16 mm'den küçük çaplar için soğukta yapılır. Büyük çaplar için sıcakta haddeme yoluna gidilir.

Somunlarda presle ilk şekillendirmeden sonra iç vida dişlerini talaş alarak açma zorunluluğu vardır.



F. ÖN YÜKLEME AZALMASINA KARŞI ÖNLEMLER (Civataların Gevşemesi)

Bağlantının gevşemesinde en önemli nedenlerden biri iç-içe geçmiş dişlerin değme yüzeyleri üzerindeki pürüzlerin sarsıntılar veya statik yükler altında ezilmeleri ve boşlukların meydana gelmesidir. Bu şekilde ortaya çıkan gevşemelerin önüne geçmek için en etkili çare başlangıçta kısa, giderek daha uzun aralıklarla somunu sıkıkmaktır. Elemanlar yeni iken pürüzler fazla olduğundan sıkma işleminin sık sık yapılması gerekebilir. Pürüzler ezilip yüzeyler düzeldikçe boşluklar azalır.

Makinalarda sarsıntılara yol açan hareketli kütlelerin dengelenmesi gerekir. Ancak makina dışından kaynaklanan sarsıntı ve titreşimlerin önlenmesi güçtür. Yaylar ve lastik büközlerle sarsıntılar azaltılabilirse çözümlerin önüne bir ölçüde geçilebilir.

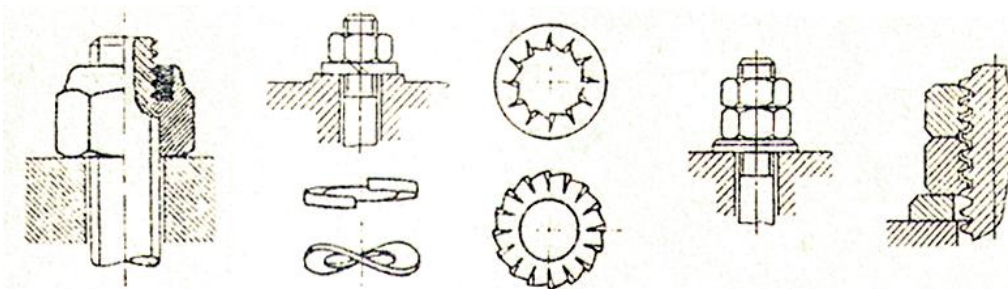
a) Kuvvet Bağlı Önlemler

Civata ve somun dişleri arasındaki sürtünme bağını güçlendirmek veya somun altı sürtünmeyi büyütme suretiyle çözümlerin önüne geçilmesidir (Şekil 5.12).

Yay rondelalar somunun altında sürekli bir baskı yaratan ucuz ve basit elemanlardır.

Kontra (çift) somun kullanıldığı zaman alttakı in e somun sököl-meyi önlerken asıl yükü üstteki normal somun aşır.

Somun içine yerleştirilen plastik burçlar bu amaçla kullanılabilir. Civata plastik burç içinde kendine diş yaparak ilerler. Civata dişlerini sıkıca saran plastik malzeme ek bir kuvvet etkisi

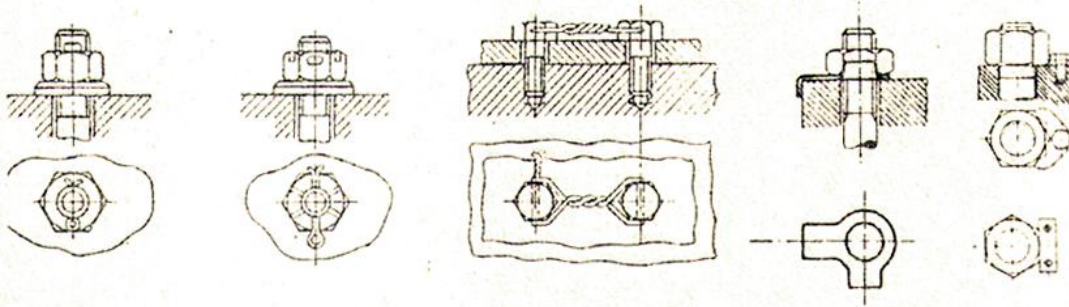


Şekil 5.12. Somun gevşemesine karşı kuvvet bağlı önlemler.

yapar. Dişler arasına yerleştirilen plastik sargılar veya sonradan donma özelliğine sahip yağlar hem gevşemeye karşı etkili olurlar, hem de sızdırmazlık sağlarlar.

b) Şekil Bağlı Önlemler

Somuna verilen özel şekil veya emniyet elemanının geometrisi kullanılarak çözülmenin önüne geçilir. Somunun sökülmesi için emniyet elemanının ortadan kaldırılması gerekir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Somun gevşemesine karşı şekil bağlı önlemler.

Taçlı somunda somunun tacı üzerinde aksenal oyuklar bulunur. Cıvata shaftı üzerinde uygun bir yerde delik açılmıştır. Somunun tacı üzerindeki oyukla cıvataadaki delik karşı karşıya getirilerek bir çatallı pim geçirilir ve uçları bükülür. Pürüz ezilmelerinden dolayı herhangi bir gevşeme durumunda somun tekrar sıkılarak aynı işlem yenilenmelidir.

Emniyet teli çok cıvatalı bağlantılar için uygundur. Aynı tel, somunların tümünden geçirilebilir.

Emniyet anahtarı, bir ucundan tespit edilmiş bir somun anahtarından başka bir şey değildir. Emniyet saçı ise, çıkıntılarından biri somuna diğeri de bağlanan parçaya doğru bükülebilen basit bir puldur.

G. VİDALI ELEMANLARIN MONTAJINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KURALLAR

Cıvataya kesme yükü gelmemelidir. Kesme yükü kesme gerilmelerinin yanı sıra ilave eğilme gerilmelerine yol açar (Şekil 5.23).

Cıvata shaftı ile parça delikleri arasında boşluk varsa köşe oturmaları meydana gelir. Ön yükleme yükü somun ve cıvata başının sadece bir köşesi tarafından taşınır.

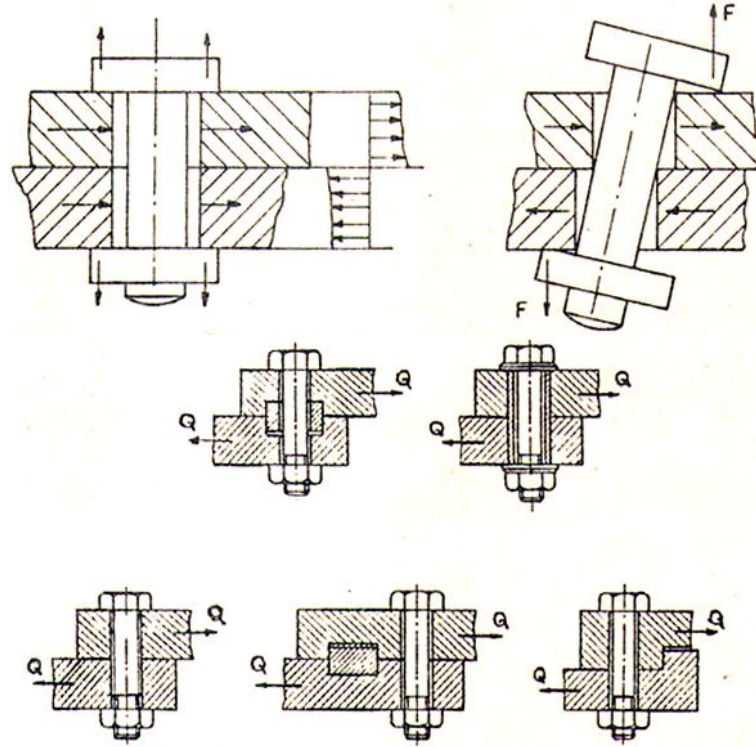
Oluşan eğilme momenti,

$$M_{eğ} = F \times d_1$$

ve ilave eğilme gerilmesi

$$\sigma_{eğ} = \frac{F \times d_1}{\pi/32 d_1^3}$$

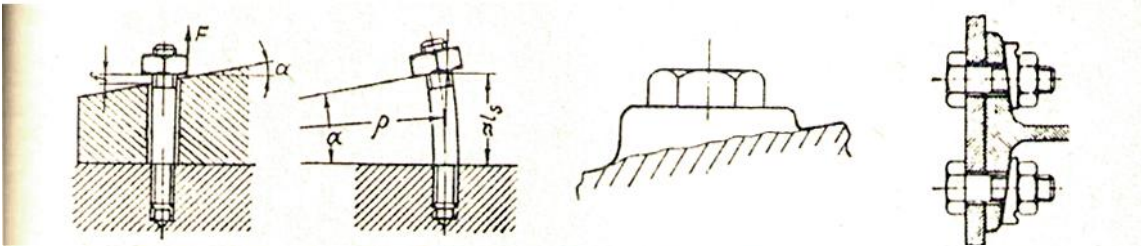
olur. Bunun önüne geçmek için şekildeki gibi cıvatanın shaft kısmı delikle aynı toleransta işlenir. İşçiliği azaltmak için sadece bir bölümü toleranslı olarak işlenebilir (Şekil 5.24-a).



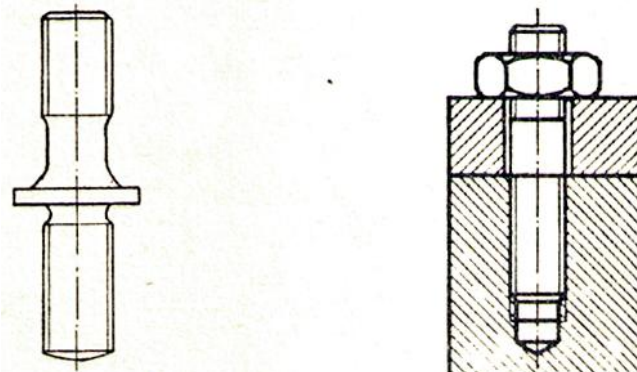
Şekil 5.24. Cıvataların kesilmeye karşı korunması.

Cıvatanın kesme yükünden korunması için şekil 5.24-b'deki gibi bir burcun içine yerleştirilebilir. Kesme burcu adı verilen bu uygulama yaygın olarak kullanılmaktadır.

Oturma yüzeylerinin eğikliğinden dolayı ilave eğilme gerilmeleri doğar (Şekil 5.25). Somun ve cıvata başlarının oturacağı yüzeyler helis eksenine dik olmalıdır. Bağlanacak parça yüzeyleri buna göre şekillendirilmeli ve işlenmelidir.

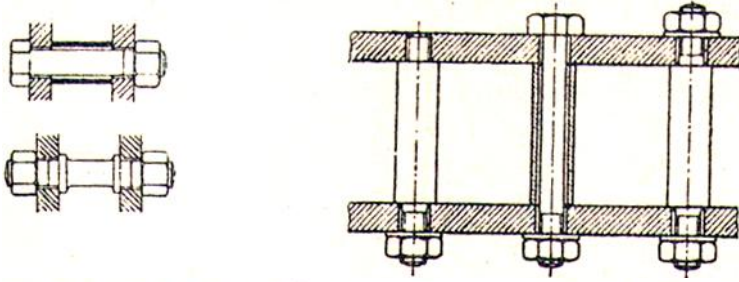


Normal saplamalarda ön yükleme vida bitimi ile parça arasında oluşturulduğundan kırılma en çok bu bölgede görülür. Saplama fatüralı yapılırsa bu görevi fatura üstleneceğinden tehlike azaltılmış olur (Şekil 5.26).



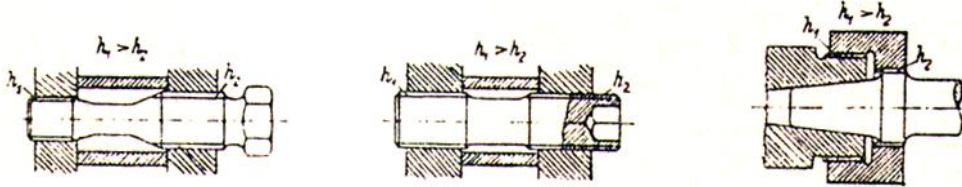
Bağlanan parçalar arasında mesafenin korunması için burçlar kullanılabilir gibi iki taraftan faturalı saplamalar da kullanılabilir (Şekil 5.27).

İki veya üç parçanın aynı cıvata elemanı ile veya kendi aralarında birbirine aynı anda bağlanması amacıyla diferansiyel vida uygulaması yapılabilir. Diferansiyel vida uygulamalarında vidaların aynı yönde fakat farklı adımlarda olmaları gerekir (Şekil 5.28). Aynı cıvata şaftı üzerinde farklı parçalarla eş çalışacak h_1 ve h_2 adımı vidalar bulunsun. Cıvata döndüğü zaman adım farkından dolayı bağlanan parçalar birbirine yaklaşacak veya uzaklaşacaktır. Bir tam dönmeye h_1-h_2 kadar yol alınmış olacaktır. Bu ilerleme ön yükleme yaratmak amacıyla kullanılabilir. Büyük aksenal kuvvetlere

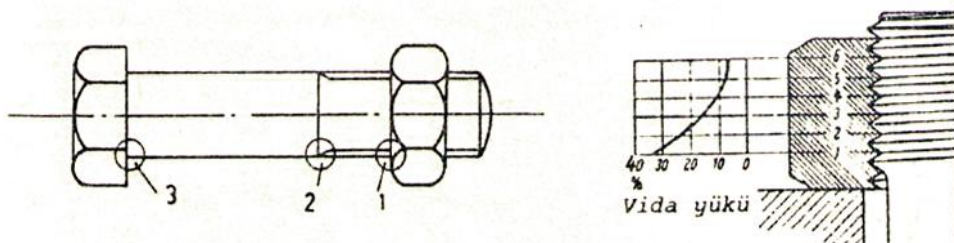


karşılık küçük ilerleme istenen yerlerde diferansiyel vida uygulamalarından yararlanılmaktadır.

Hareket cıvatalarında sürtünme direnci büyük, verim ise küçük olduğundan uygun değildir. Büyük adimli üçgen profil vidalarda ise aynı çap için vida derinliği büyüdüğü için şaft zayıflamaktadır. Küçük bir sürtünme direnci gösteren kare veya dikdörtgen profillerin imalatı zor olduğundan ancak bazı özel durumlarda yapılırlar. Bu yüzden daha çok trapez ve testere profil kullanılır.



Cıvata şaftı kopabilmektedir. Yükün düzgün bir dağılım göstermesi ve gerilme yığılmaları cıvatalarda belli kırılma bölgelerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yük öncelikle birbirine kenetlenen somun-cıvata dişlerinden ilki tarafından alınmakta, bu diş deforme olduktan sonra diğer dişlere yayılmaktadır. Bu nedenle özel konstrüktif önlemlerin alınmadığı standart somunlarla yapılan bağlantılarda yükün %35'inin ilk diş tarafından taşındığı sanılmaktadır. Bu nedenle meydana gelen kopmaların yaklaşık %65'i somunun cıvatayı kavradığı ilk diş olan 1 bölgesinde, %20'si vida dişlerinin bittiği 2 bölgesinde ve %15'i de cıvata başı ile şaftı arasındaki kavşak bölgesinde ortaya çıkmaktadır. 2 ve 3 bölgesinde centik etkisi rol oynamaktadır (Şekil 5.20).



Şekil 5.21'deki gibi elastik somun uygulamaları ile yükün bütün dişlere daha düzgün bir şekilde dağılımı sağlanabilir. Burada somunda ilk dişin deformasyonunu kolaylaştıracak çözümler aranır. Böylece ilk dişin esnemesi ve yükün diğer dişlere yayılması sağlanmış olur. Çevresel kanallar açmak veya somunu dıştan ilk dişlere doğru incelen bir koni şeklinde işlemek iyi sonuçlar vermektedir. Profil ve hatve hataları da düzensiz yük dağılımına sebep olduklarından önlem alınmalıdır.



Şekil 5.21. Elastik somun uygulamaları.

Notlar değişecek: Bu bilgilerin bir kısmı A. Bozacı, Makine Elm. Tasarımı Kitabından alınmıştır.

MAKİNE ELEMANLARI - (9.Hafta)

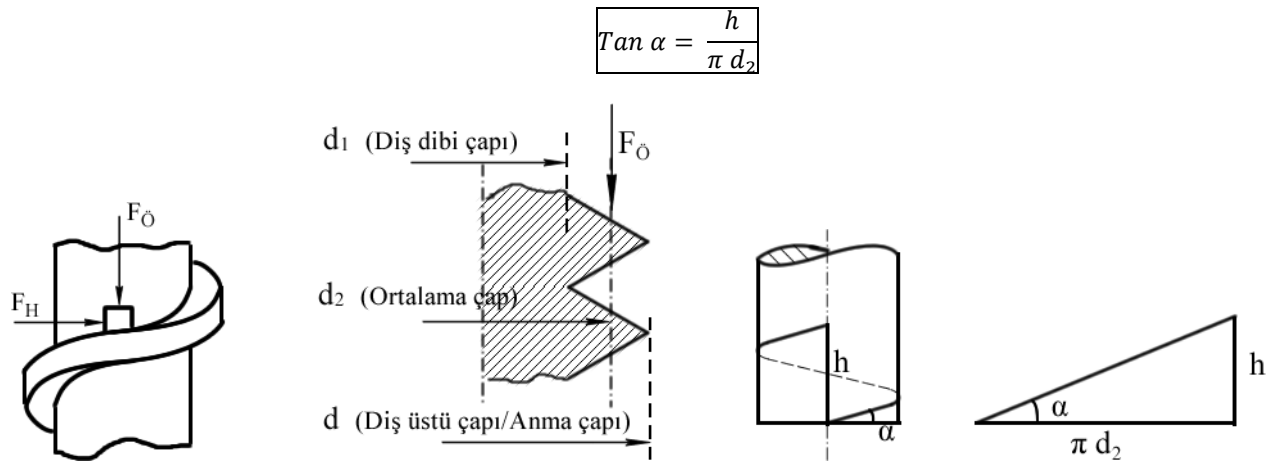
VİDALAR -2

VİDA HESAPLARI

A. Ön Yükleme Kuvveti (F_O) ile Sıkma/Çözme Kuvvetleri (F_H) arasındaki İlişki

İki malzemeyi birleştirmek için civata ve somun kullanılırsa, somunun boşluğu alındıktan sonra anahtarla sıkmaya başlarsak civata üzerinde eksenel bir Ön Yükleme Kuvveti (F_O) oluşmuş olacaktır. Vidayı kriko olarak kullanırsak krikonun üzerindeki yük bu sefer Ön yükleme kuvveti (F_O) olacaktır. Yani F_O eksenel olarak etki eden kaldırma yada sıkma kuvveti olacaktır.

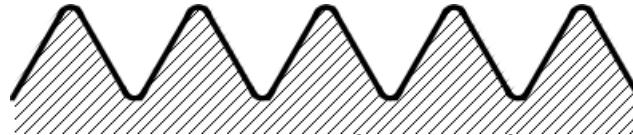
Somunu sıkarken anahtar ile uyguladığımız moment, dişin üzerinde çevresel olarak etki eden bir Sıkma Kuvvetine (F_H) dönüşecektir. F_H çevresel kuvveti dişlerin ortasından etki ettiği kabul edilir. Vida bir tur arttığında (πd_2), somun bir adım (hatve)(h) yükselecektir. Buna göre vidanın Eğim Açısı (Hatve Açısı)(α) şu şekilde olacaktır.



Ön yükleme kuvveti ile çevresel kuvvet arasındaki bağıntıları vidayı sıkarken ve çözerken bulalım.

SİKARKEN		ÇÖZERKEN	
<p>Düz Profilli Vidalar için (Kare Vidalar için)</p>			
$\sum F_x = 0$	$F_H - F_N \sin \alpha - F_S \cos \alpha = 0$	$F_H + F_N \sin \alpha - F_S \cos \alpha = 0$	$F_H = F_N (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$
	$F_H = F_N \sin \alpha + F_S \cos \alpha$		
	$F_H = F_N \sin \alpha + (\mu F_N) \cos \alpha$		
	$F_H = F_N (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$		

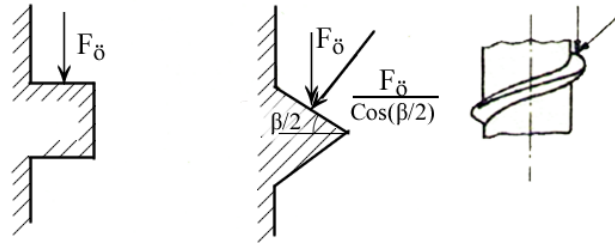
$\sum F_y = 0$	$F_{\emptyset} - F_N \cos \alpha + F_S \sin \alpha = 0$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha - F_S \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha - (\mu F_N) \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)$	$F_{\emptyset} - F_N \cos \alpha - F_S \sin \alpha = 0$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha + F_S \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N \cos \alpha + (\mu F_N) \sin \alpha$ $F_{\emptyset} = F_N (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$
F_N ler çekilip denklemler eşitlenirse F_H ile F_{\emptyset} arasındaki bağıntı bulunur	$F_H = F_N (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow F_N = \frac{F_H}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$ $F_{\emptyset} = F_N (\cos \alpha - \mu \sin \alpha) \Rightarrow F_N = \frac{F_{\emptyset}}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ $\frac{F_H}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} = \frac{F_{\emptyset}}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ $F_H = F_{\emptyset} \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$ <p>Bu formül anahtar ile sıktığımızda uyguladığımız F_H kuvveti ile Kaldırdığımız yada sıktığımız F_{\emptyset} kuvveti arasındaki bağıntıyı vermiş oldu. Formülü biraz daha sade hale getirmek için aşağıdaki işlemleri yapalım.</p>	<p>Benzer işlemleri çözme durumu için de yaparsak, çevresel uygulanan kuvvet (F_H) ile eksenel elde edilen kuvvet (F_{\emptyset}) arasındaki bağıntı aşağıdaki gibi bulunur.</p> $F_H = F_{\emptyset} \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$ <p>Bulunur.</p>
Formülü daha sade hale getirelim	<p>Pay ve paydayı $1/\cos \alpha$ ile çarparsak eşitlik bozulmaz</p> $F_H = F_{\emptyset} \frac{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \mu \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha}}{\frac{\cos \alpha}{\cos \alpha} - \mu \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}} = F_{\emptyset} \frac{\tan \alpha + \mu}{1 - \mu \tan \alpha}$ <p>Sürtünme katsayısını da hayali bir açının Tanjantına eşitlersek γ şeklinde bir açı buluruz. Bu açıya Sürtünme Açısı (γ) diyeceğiz. Gerçekte böyle bir açı yoktur. Sadece formüllerde sadeleştirme yapabilmek için varsaydığımız bir açıdır.</p> $\boxed{\mu = \tan \gamma}$ <p>Bu durumda denklemimiz şu hale gelir.</p> $F_H = F_{\emptyset} \frac{\tan \alpha + \tan \gamma}{1 - \tan \alpha \tan \gamma}$ <p>Trigonometride geçen $\tan(\alpha \pm \gamma) = \frac{\tan \alpha \pm \tan \gamma}{1 \mp \tan \alpha \tan \gamma}$ formülüne benzeterek yerine yazarsak</p> $\boxed{F_H = F_{\emptyset} \tan(\alpha + \gamma)}$ <p>bulunur</p>	<p>Aynı işlemleri çözme için de yaptığımızda aşağıdaki formülü buluruz.</p> $\boxed{F_H = F_{\emptyset} \tan(\alpha - \gamma)}$



Açılı Profilli Vidalar İçin (Metrik 60°, Vitworth 55°, Trapez 30° vs)

Düz profilli bir vidanın üzerinde yüzeyler birbirine baskı yaparken eksenel yönde sadece $F_{\text{ö}}$ ön yükleme kuvveti bulunur. Fakat profil açılı duruma geçtiğinde yüzeyler birbirine baskı yaparken yüzey üzerindeki kuvvetin \cos bileşeni $F_{\text{ö}}$ yüküne eşit olur. Sonuç itibarıyla $F_{\text{ö}}$ kuvveti $1/\cos(\beta/2)$ kadar artar.

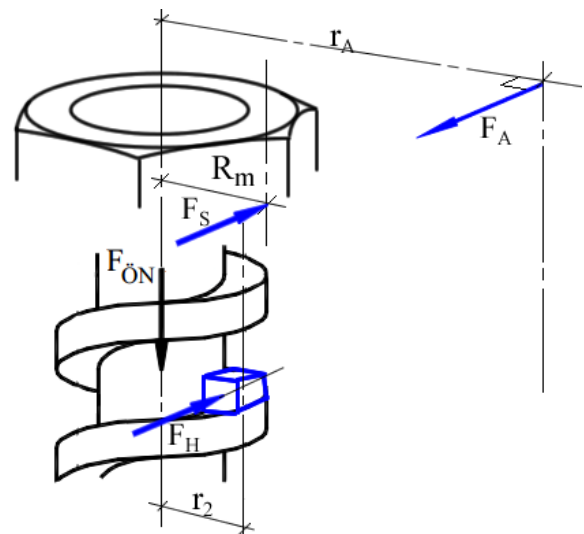
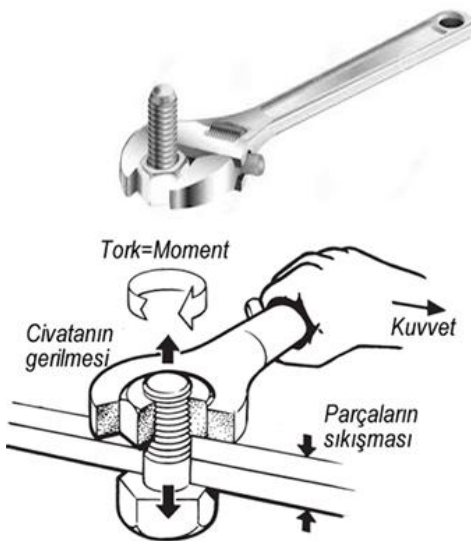
Yukarıda bulunan formüllerdeki $F_{\text{ö}}$ yükü $1/\cos(\beta/2)$ kadar artırılması gerekir. Formüllerde $F_{\text{ö}}$ yükü değiştirilmeden artırım işlemi sürtünme katsayısı üzerinde yapılır ve yeni sürtünme katsayısı μ' ile gösterilir. Gerçekte sürtünme katsayısı artmaz. Bu durumda açılı duran vidalar için formüller aşağıdaki şekillere dönüşür.

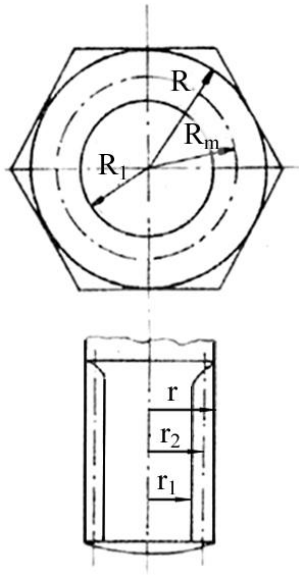


Sıkma Durumunda	Çözme Durumunda
$F_H = F_{\text{ö}} \tan(\alpha + \gamma')$	$F_H = F_{\text{ö}} \tan(\alpha - \gamma')$
$\mu' = \tan \gamma'$	$\mu' = \tan \gamma'$
$\mu' = \mu / \cos(\frac{\beta}{2})$	$\mu' = \mu / \cos(\frac{\beta}{2})$

B. Anahtarla Uygulanacak Sıkma Momentinin Bulunması

Şekildeki gibi civata somunla iki parçayı birleştirirken bağlantının boşluğunu almak için somunu önce elimizle çeviririz. Fakat somun parçalara temas ettikten sonra sürtünme kuvveti ortaya çıkacak ve elimizle çevirmeye gücümüz yetmeyecektir. Bu dakikadan sonra anahtarla somunu sıkmaya başlarız. Anahtar sapına elimizle kuvvet uygularken, anahtar ağızda somuna moment (=tork) uygulayacaktır. Somuna aktarılan bu moment iki yerde harcanacaktır. Birincisi ön yüklemekten dolayı dişlerde oluşan sürtünme nedeniyle oluşan F_H kuvvetinin oluşturduğu momente, diğeri ise somun başının parçaya sürtmesi nedeniyle oluşan somun altı sürtünme momentine.





$$M_{Anahtar} = M_{dişler} + M_{somun_altı}$$

$$F_A \cdot r_A = F_H \cdot r_2 + F_S \cdot R_m$$

$$F_A \cdot r_A = [F_0 \tan(\alpha + \gamma)] \cdot r_2 + [\mu \cdot F_0] \cdot R_m$$

Somunu sıkarken uygulanan moment;

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha + \gamma) + \mu \cdot R_m]$$

Burada R_m ;

$$R_m = \sqrt{\frac{R_1^2 + R_2^2}{2}}$$

Aynı formül çözme durumunda, yani somunu çözerken uygulanacak moment; sürtünmeler yön değiştirdiği için sürtünme katsayılarının olduğu yerlerde işaretler değişir.

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha - \gamma) - \mu \cdot R_m]$$

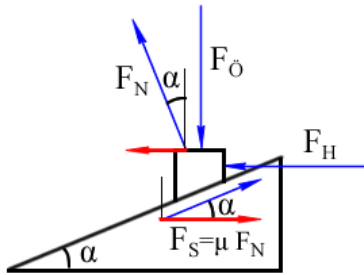
Yine bu formüldede γ sürtünme açısı, üçgen profilli vidalarda vidalarda γ' olarak alınır

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha + \gamma') + \mu \cdot R_m]$$

$$M = F_0 [r_2 \cdot \tan(\alpha - \gamma') - \mu \cdot R_m]$$

C. Kendiliğinden çözülmeme (Otoblokaj-kilitlenme)

Şekildeki gibi eğik bir yüzey üzerinde duran vida dişi üzerinde F_0 yükü varken sağa doğru hareket ettirmek vidayı sıkmak, sola doğru hareket ettirmek ise vidayı çözmek demektir. Vidayı sola doğru kaydırırken uygulanan F_H kuvveti ise çözmek için gerekli kuvveti gösterir. Eğer hiç F_H kuvvetine ihtiyaç olmadan vida sola doğru hareket ederse kendiliğinden çözülüyor demektir. Burada sola doğru hareket ettiren F_N kuvvetinin (yüzeylerin birbirine baskısı nedeniyle oluşan normal kuvvet) yatay bileşenidir. Bu bileşen, sağa doğru bakan Sürtünme kuvvetinin yatay bileşeninden büyük ise, bu durumda kendiliğinden çözülmeye gerçekleşir. Sürtünme kuvvetinin yatay bileşeni daha büyük ise bu durumda çözülmeye olmaz. Çözmek için F_H kuvveti uygulamak gerekecektir. Buna göre şimdi formüllerimizi çıkaralım.



$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$-F_H - F_N \cdot \sin \alpha + F_S \cdot \cos \alpha = 0$$

F_H kuvvetini sıfır kabul edersek (çözmek için herhangi bir kuvvet uygulamazsak);

$$F_N \cdot \sin \alpha = F_S \cdot \cos \alpha$$

$$F_N \cdot \sin \alpha = \mu \cdot F_N \cdot \cos \alpha$$

F_N ler gider

$$\sin \alpha = \mu \cdot \cos \alpha \Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \mu$$

$$\tan \alpha = \mu \quad (\text{sınır durumu})$$

Bu sınır durumu gösterir. Kendi kendine çözülür yada çözülmez tam sınırdadır. Fakat α açısı büyüyecek olursa yani F_N 'nin yatay bileşeni artarsa kendi kendine çözülür. Aksine μ sürtünme katsayısı artarsa o zaman çözülmeye olmaz. Buna göre;

$$\tan \alpha > \mu \quad (\text{kendi kendine çözülür})$$

$$\tan \alpha < \mu \quad (\text{kendi kendine çözülmez-otoblokaj şartı})$$

Sürtünme değerini, sürtünme açısı cinsinden yazarsak, otoblokaj şartı

$$\tan \alpha < \tan \gamma \quad \text{veya} \quad \alpha < \gamma$$

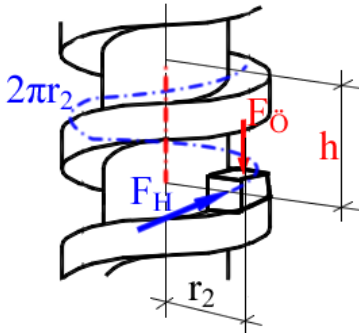
Açılı vidalar için otoblokaj şartını sağlayan formülü şu şekilde olur.

$$\tan \alpha < \tan \gamma' \text{ veya } \boxed{\alpha < \gamma'}$$

Vidanın kendi kendine çözülmesini engellemek için somun altı sürtünmeyi artırmak, bu amaçlada daha geniş tabanlı basan somunlar kullanmak da çözüm olarak kullanılan yöntemlerdir.

D. Vidalı Elemanlarda Verim

Genel anlamda verim alınan işin verilen işe oranıdır. Civataya sıkma momenti uygulanarak tam bir dönme yaptırıldığında, ön yükleme kuvveti aksel doğrultuda bir adım taşınmış olur. Bu tanıma göre verim şu şekilde olur.



Açılı vida profilleri için

$$\eta = \frac{\text{Alınan iş}}{\text{Verilen iş}} = \frac{F_0 \cdot h}{F_H \cdot 2\pi r_2} = \frac{F_0 (\tan \alpha \cdot 2\pi r_2)}{[F_0 \cdot \tan(\alpha + \gamma)] \cdot 2\pi r_2}$$

$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \gamma)}$$

$$\boxed{\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \gamma')}} \quad \text{Açılı vida profilleri için}$$

Bağlantı vidaları otoblokajlı olur. Otoblokajlı vidalarda ise verim düşüktür. Ancak hareket vidalarında (krikolarda, preslerde) verim önemlidir. Verilen işe karşılık daha yüksek iş alınması ve küçük dönmelere karşılık daha fazla ilerleme arzu edilir. Bu nedenle bu sistemlerde kilitleme önemli değilse yada başka bir sistemle kilitleme sağlanabiliyorsa otoblokaj aranmaz ve yüksek verim istenir.

Uygulamalar göstermiştir ki, bağlantıya kazandırılan otoblokaj tek başına zamanla bağlantının gevşememesini önlememektedir. Daha çok titreşimli ve darbeli yerlerdeki bağlantılar otoblokajlı bile olsa zaman içinde gevşeyebilir. Bunu engellemek için çeşitli tedbirler almak gerekir. Bu konu önceki ders notlarında anlatılmıştır.

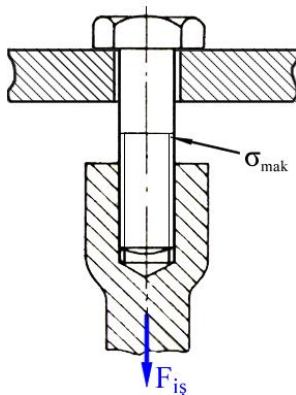
E. Vida Bağlantılarının Mukavemet Hesapları

Vidalı bağlantılarda kırılma ve bozulma iki farklı bölgede karşımıza çıkar. Birinci vida mili kopabilir. İkincisi vida dişleri bozulabilir. Bu iki yöntem kendi arasında alt kategorilere bölünebilir.

Vida Milinin Mukavemet Kontrolü

a)Ön yüklemesiz bağlantılar (Sadece çekme kuvvetleri var)

Civata herhangi iki parçayı sıkmadan aksel olarak bağlayacak olursa, üzerinde sadece işletme yükü olur ve aşırı yükleme durumunda civata mili dış dibinden kırılacaktır. Dış dibinde oluşan gerilmenin emniyet gerilmemesini geçmemesi gerekir.



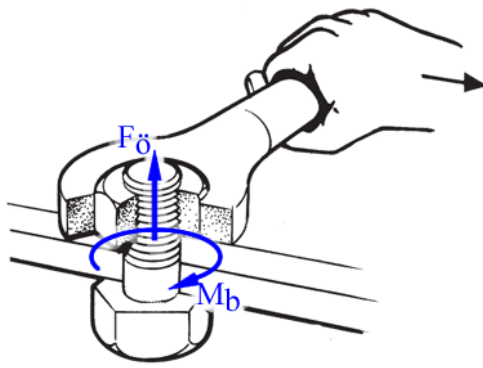
$$\sigma = \frac{F}{A_1} \leq \sigma_{em}$$

Burada σ_{em} , akma gerilmesinin %60 alınabilir.

$$\sigma_{em} = 0,6 \cdot \sigma_{Ak}$$

a) Ön Yükleme Altında Somunun Sıkılması (Çekme ve Burulma varsa)

Civata-somun bağlantısı ile iki parçayı birleştirirken, somunun boşluğu alındıktan sonra anahtarla sıkmaya devam ettiğimizde, civata şaftını oluşan F_0 ön yükleme kuvveti aksel olarak zorlayacaktır. Aynı anda anahtarla uyguladığımız M_d döndürme momenti civata şaftını burmaya çalışacaktır ve şaft üzerinde M_b momenti oluşturacaktır. Bu esnada civata şaftı hem aksel çekme gerilmesine, hemde çevresel burulma gerilmesine maruz demektir. Somun altı sürtünmesi bu duruma bir etkisi yoktur.



Diş dibi kesitinde meydana gelen F₀ kuvvetinin oluşturduğu çekme normal gerilmesi değeri;

$$\sigma = \frac{F_0}{A_1} = \frac{F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}}$$

Diş dibi kesitinde M_d döndürme momentinin oluşturduğu Burulma kayma gerilmesi değeri;

$$\tau = \frac{M_b}{W_b} = \frac{F_0 \cdot \tan(\alpha + \gamma') \cdot r_2}{\frac{\pi d_1^3}{16}}$$

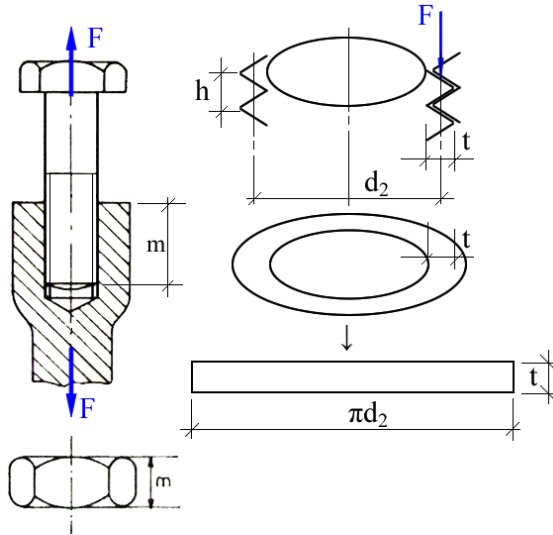
Bir makine elemanı üzerinde normal gerilmeler (σ) ile kayma gerilmeleri (τ) aynı anda bulunursa kırılma hipotezleri kullanılarak her ikisinin etkisini tek bir etkiye düşürecek bir gerilme ($\sigma_{eş}$) bulmalıyız. Bu konuda daha çok Von mises gerilmesi hipotezi (mak. şekil değiştirme hipotezi) kullanılmaktadır. Bulunan eşdeğer gerilme ($\sigma_{eş}$) emniyet gerilmesinden (σ_{em}) düşük olmalıdır.

$$\sigma_{eş} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \tau^2} \leq \sigma_{em}$$

Dişlerin Mukavemet Kontrolü

a) Vida diş yüzeyinin oluşan basınç nedeniyle ezilmesi

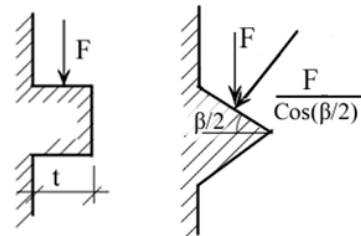
Civata aksel olarak üzerindeki yükleri taşıırken birbirine kenetlenmiş dişler, yüzeyleri üzerine basınç uygular. Eğer bu basınç belli bir değeri aşarsa dişlerin ezilmesine yol açar. Burada yükü bir çok diş taşımaktadır. Hesaplamalar yapılırken her dişe yük eşit olarak paylaştırılmış varsayılacaktır.



Bir diş yüzeyine gelen yüzey basıncı

$$P = \frac{F}{A} \Rightarrow P = \frac{F/z}{\pi d_2 \cdot t} \Rightarrow P = \frac{F}{z \cdot \pi d_2 \cdot t} \leq P_{em}$$

Burada dişin eğiminden dolayı taşıyıcı alan daha büyük olsada, eğimli yüzeye gelen kuvvette aynı oranda büyür sonuç değişmez. Bu nedenle hesapları eğimli yüzey üzerinden değil, dik duran yüzey üzerinde yaparak buluruz.



Diş Sayısı: Bulunan formülden z (diş sayısı) çekilip, basınç olarak da P_{em} kullanılırsa, diş yüzeyinin basınç nedeniyle ezilmemesi için gerekli olan diş sayısı bulunur. Böylelikle somun olması gereken yüksekliği (m) bulunmuş olur.

$$P = \frac{F}{z \cdot \pi d_2 \cdot t} \leq P_{em}$$

Gerekli diş sayısı

$$z = \frac{F}{P_{em} \cdot \pi d_2 \cdot t}$$

Somun yüksekliği

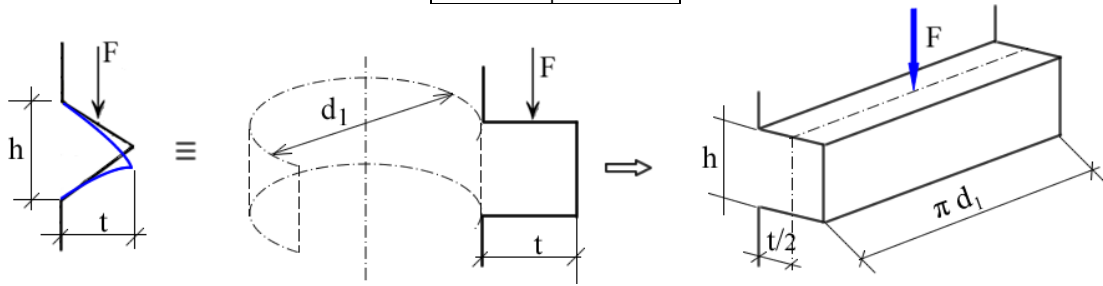
$$m = z \cdot h$$

b) Vida Dişinin Eğilmesi

Vida dişi üzerinde diğer diş tarafından uygulanan kuvvet eğilmeye neden olabilir. Bunun hesabı aşağıdaki formülle yapılabilir. Bir diş üzerinde oluşan eğilme gerilmesi;

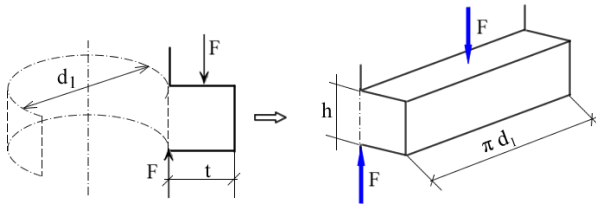
$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_e} = \frac{M_e}{\frac{I_x}{c}} = \frac{F/z \cdot t/2}{\frac{I_x}{c}} = \frac{F/z \cdot t/2}{\frac{\pi d_1 h^3}{12}} = \frac{3 \cdot F \cdot t}{z \cdot \pi d_1 \cdot h^2} \leq \sigma_{em}$$

$$\sigma_e = \frac{3 \cdot F \cdot t}{z \cdot \pi d_1 \cdot h^2} \leq \sigma_{em}$$



c) Vida Dişinin Kesilmesi

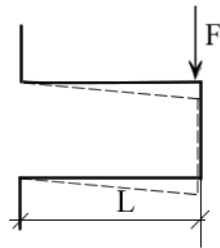
Diş üzerindeki kuvvet diş dişi kısmından kesmeye maruz bırakabilir. Bunun formülünde şu şekilde olacaktır.



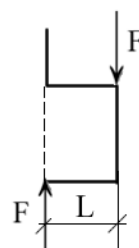
$$\tau = \frac{F}{A} \Rightarrow \tau = \frac{F/z}{\pi d_1 \cdot h} \leq \tau_{em}$$

$$\tau = \frac{F}{z \cdot \pi d_1 \cdot h} \leq \tau_{em}$$

Vida dişi ve bunun gibi kök kısmından sabitlenmiş cisimlerde, kuvvetin uygulandığı nokta kök kısmından ne kadar uzakta eğilme ön plana çıkar, kuvvet kök kısma ne yakınsa kesme ön plana çıkar. Civatalarda dişlerin mukavemet kontrolü hem eğilme ve hemde kesme için yapılabilir fakat daha kritik olan yüzey basıncıdır ve hesaplamalar buna göre yapılır. Dolayısı ile somunda gerekli diş sayısını belirlerken yüzey basıncına göre diş sayısını belirlemek gerekir.



Eğilme daha önemlidir



Kesme daha önemlidir

Bundan sonrası Bütünleme sınavı öncesinde güncellenecektir!

PROBLEMLER

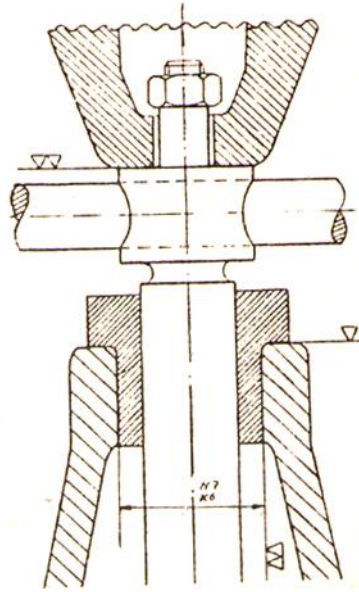
Örnek 1

- 1) Şekil 5.29'daki kriko cıvatası Fe38 malzemeden yapılmış olup 50 000 N yük kaldırmaktadır. Vida tek ağızlı ve otoblokaj şartını sağlamaktadır. Somun bronzdan yapılmış olup vida dişi yüzey basıncı $P_{em} = 10 \text{ N/mm}^2$ alınacaktır. Cıvata malzemesi için bası zorlanmasında $\sigma_A = 180 \text{ N/mm}^2$ ve sürtünme katsayısı $\mu = 0.1$ alınması istendiğine göre;
- Cıvatayı boyutlandırınız.
 - Somun yüksekliğini bulunuz.
 - Verim ne olmaktadır?

Çözüm:

- a) Burada cıvata seçimi yapıldıktan sonra seçilen cıvatanın kontrol edilmesi yolu izlenecektir. Uygun bir cıvata seçimi yapabilmek için öncelikle kabaca çekirdek çapının en az ne olması gerektiği belirlenmelidir.

Krikoda vidalı eleman (cıvata) basıya ve burulmaya zorlanır. Kabaca burulma etkisini de göz önüne almak bakımından kaldırma yükünün bir β katsayısı ile büyütülmesi uygun olur. $\beta = 1.2 \div 1.5$ seçilir. Böylece sadece basıya zorlanıyormuş gibi ele alınarak;



$$\sigma = \frac{F \cdot \beta}{A_1} \leq \sigma_{em} \quad \text{veya} \quad A_1 = \pi \frac{d_1^2}{4} = \frac{F \cdot \beta}{\sigma_{em}}$$

yazılabilir. Buradan çekirdek çapı,

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{F \cdot \beta}{\pi \cdot \sigma_{em}}}$$

olur. Cıvata malzemesi için,

$$\sigma_{em} = 0.6 \sigma_A = 0.6 \cdot 180 = 108 \text{ N/mm}^2$$

ve $\beta = 1.4$ seçilirse

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{50\,000 \times 1.4}{\pi \times 108}} = 28.7 \text{ mm}$$

bulunur. Bu değer seçim yapabilmek için bir ölçüt alınarak çekirdek çapı (diş dibi çapı) bu değerden daha büyük olan bir vida seçilmelidir.

Metrik bir vida seçmek isteniyorsa Tablo 5.2'den diş dibi çapı $d_1 = 30.804$ olan M36 vida seçilebilir. Bu vidanın tablo değerleri

$$\begin{aligned} d &= 36 \text{ mm} \\ h &= 4 \text{ mm} \\ A_1 &= 745 \text{ mm}^2 \\ d_2 &= 33.402 \text{ mm} \\ d_1 &= 30.804 \text{ mm} \\ t_1 &= 2.598 \text{ mm} \end{aligned}$$

dir. Seçilen bu vidalı elemanın bası+burulma zorlanmasına karşı kontrol edilmesi gerekir.

Somun yükünden doğan bası gerilmesi

$$\sigma = \frac{F}{A_1} = \frac{50\,000}{745} = 67 \text{ N/mm}^2$$

Buna ek olarak civata shaftı sıkma momenti tarafından burulmaya zorlanmaktadır.

Burulma gerilmesi

$$\tau = \frac{M_s}{W_b} = \frac{F \cdot r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho')}{\pi d_1^3 / 16}$$

olup, $\tan \alpha = h / (\pi \cdot d_2) = 4 / (\pi \cdot 33.402) = 0.038$, $\alpha \approx 2^\circ$ bulunur.

$$\mu' = \tan \rho' = 1.14 \cdot \mu = 0.114$$

$$\rho' = 6^\circ 30'$$

bulunur.

$$\tan(\alpha + \rho') = \tan 8^\circ 30' = 0.15$$

$$\tau = \frac{50\,000 \cdot 16.701 \cdot 0.15}{\pi (30.804)^3 / 16} = 22 \text{ N/mm}^2$$

bulunur. Maksimum şekil değiştirme enerjisi hipotezine göre eşdeğer gerilme,

$$\sigma_{eş} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{67^2 + 3 \times 22^2} = 77 \text{ N/mm}^2$$

olup, $\sigma_{eş} < \sigma_{em}$ olduğundan uygundur.

b) Somun yüksekliği belirlenirken öncelikle somun yüksekliği boyunca bulunması gereken diş sayısı hesaplanmalıdır. Diş sayısı,

$$z = \frac{F}{P_{em} \cdot \pi \cdot d_2 \cdot t} = \frac{50\,000}{10 \cdot \pi \cdot 33.4 \cdot 2.598} = 18.34$$

$z=19$ alınarak somun yüksekliği,

$$m = z \cdot h = 19 \cdot 4 = 76 \text{ mm}$$

bulunur. Somun yüksekliği 68 mm'den daha büyük olmalıdır.

c) Verim:

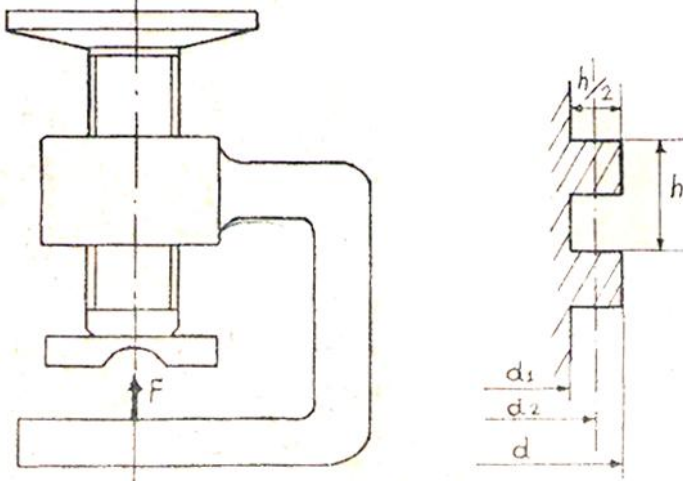
$$\eta = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \rho')} = \frac{0.038}{0.15} = 0.25$$

$\eta = \% 25$ bulunur.

Örnek 2

Şekil 5.30'daki mil düzeltme krikosunda (presinde) $F=40000$ N luk baskı kuvveti uygulanacaktır. Vida kare profilli olup, hatvesi $h=6$ mm ve dış üstü çapı $d=70$ mm dir. Tablodaki sürtünmeler ihmal edilecektir. $\sigma_{em} = 60$ N/mm² ve gerekli yüzeylerde sürtünme katsayısı $\mu=0.15$ alınacaktır.

- Vidadaki basınç gerilmesi ne kadardır?
- F kuvveti uygulandığında 300 mm yarıçaplı el volanı çevresine gelen kuvveti hesaplayınız.
- Pres bu yük altında emniyetle çalışabilir mi?



- Basınca karşı koyan kesit çekirdek kesiti olup,

$$A_1 = \pi r_1^2 = \pi \frac{d_1^2}{4}$$

dir. Profil kare olduğuna göre, $t=h/2$ olup;

$$d_1 = d_a - \frac{h}{2} - \frac{h}{2} = 70 - 6 = 64 \text{ mm}$$

$$A_1 = \pi \frac{(64)^2}{4} = 3217 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{bası} = \frac{F}{A_1} = \frac{40000}{3217} = 12.43 \text{ N/mm}^2$$

- Volan çevresine gelen kuvvet, gerekli sıkıştırma (baskı) kuvvetini yaratmak için volana uygulanması gereken sıkıştırma momentinden hareketle bulunabilir.

$$M = F_0 r_2 \tan(\alpha + \rho) \quad F_0 = 40000 \text{ N}, \quad r_2 = (d + d_1)/4 = 33.5 \text{ mm}$$

$$\tan \alpha = h/\pi d_2 = 0.03 \rightarrow \alpha = (1.6)^\circ, \quad \mu = 0.15 = \tan \rho \rightarrow \rho = (8.5)^\circ$$

$$\tan(\alpha + \rho) = 0.18$$

$$M = 40000 \times 33.5 \times 0.18 = 241200 \text{ N mm}$$

$M = F_d \times l$ olduğundan (sıkma momenti volana elle uygulanacağı için),

$$F_d = M/l = 241200/300 = 804 \text{ N}$$

bulunur.

- c) Vidalı elemanın çekirdek kesiti bası gerilmesi yanında burulma gerilmesine maruzdur. $\sigma_{\text{bası}} = 12.43 \text{ N/mm}^2$ idi. Aynı kesite gelen burulma gerilmesi

$$\tau = \frac{M_{\text{sıkma}}}{W_b} = \frac{F \cdot r_2 \cdot \tan(\alpha + \rho)}{\pi d_1^3 / 16} = \frac{16 \times 241200}{\pi \times (64)^3} = 4.68 \text{ N/mm}^2$$

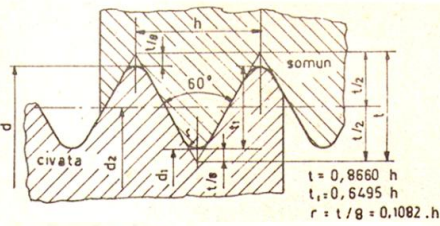
maksimum şekil değiştirme hipotezi uygulanarak eşdeğer gerilme

$$\sigma_{\text{eş}} = \sqrt{\sigma_b^2 + 3\tau_b^2} = \sqrt{(12.43)^2 + 3(4.68)^2} = 14.81 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{eş}} = 14.81 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{\text{em}} = 60. \text{ N/mm}^2$$

olduğundan presimiz emniyetli olarak çalışır.

Metrik Vida Tablosu



Cıvatalar ve Somunlar						
Nominal vida çapı d	Hatve h	Ortalama çap d ₂	Diş dibi çapı d ₁	Vida yüksekliği t ₁	Yuvarlatma r (≈)	Diş dibi kesiti mm ²
0.3	0.075	0.251	0.202	0.049	0.01	0.03
0.4	0.1	0.335	0.270	0.065	0.01	0.06
0.5	0.125	0.419	0.338	0.081	0.01	0.09
0.6	0.15	0.503	0.406	0.097	0.02	0.13
(0.7)	0.175	0.586	0.472	0.114	0.02	0.18
0.8	0.2	0.670	0.540	0.130	0.02	0.23
(0.9)	0.225	0.754	0.608	0.146	0.02	0.29
1	0.25	0.838	0.676	0.162	0.03	0.36
1.2	0.25	1.038	0.876	0.162	0.03	0.60
1.4	0.3	1.205	1.010	0.195	0.03	0.80
1.7	0.35	1.473	1.246	0.227	0.04	1.22
2	0.4	1.740	1.480	0.260	0.04	1.72
2.3	0.4	2.040	1.780	0.260	0.04	2.49
2.6	0.45	2.308	2.016	0.292	0.05	3.19
3	0.5	2.675	2.350	0.325	0.05	4.34
3.5	0.6	3.110	2.720	0.390	0.06	5.81
4	0.7	3.545	3.090	0.455	0.08	7.50
5	0.8	4.480	3.960	0.520	0.09	12.3
6	1	5.350	4.700	0.650	0.11	17.3
(7)	1	6.350	5.700	0.650	0.11	25.5
8	1.25	7.188	6.376	0.812	0.14	31.9
(9)	1.25	8.188	7.376	0.812	0.14	42.7
10	1.5	9.026	8.052	0.974	0.16	50.9
(11)	1.5	10.026	9.052	0.974	0.16	64.4
12	1.75	10.863	9.726	1.137	0.19	74.3
14	2	12.701	11.402	1.299	0.22	102
16	2	14.701	13.402	1.299	0.22	141
18	2.5	16.376	14.752	1.624	0.27	171
20	2.5	18.376	16.752	1.624	0.27	220
22	2.5	20.376	18.752	1.624	0.27	276
24	3	22.051	20.102	1.949	0.32	317
27	3	25.051	23.102	1.949	0.32	419
30	3.5	27.727	25.454	2.273	0.38	509
33	3.5	30.727	28.454	2.273	0.38	636
36	4	33.402	30.804	2.598	0.43	745
39	4	36.402	33.804	2.598	0.43	897
42	4.5	39.077	36.154	2.923	0.49	1027
45	4.5	42.077	39.154	2.923	0.49	1204
48	5	44.752	41.504	3.248	0.54	1353
52	5	48.752	45.504	3.248	0.54	1626
56	5.5	52.428	48.856	3.572	0.60	1875
60	5.5	56.428	52.856	3.572	0.60	2194
64	6	60.103	56.206	3.897	0.65	2481
68	6	64.103	60.206	3.897	0.65	2847