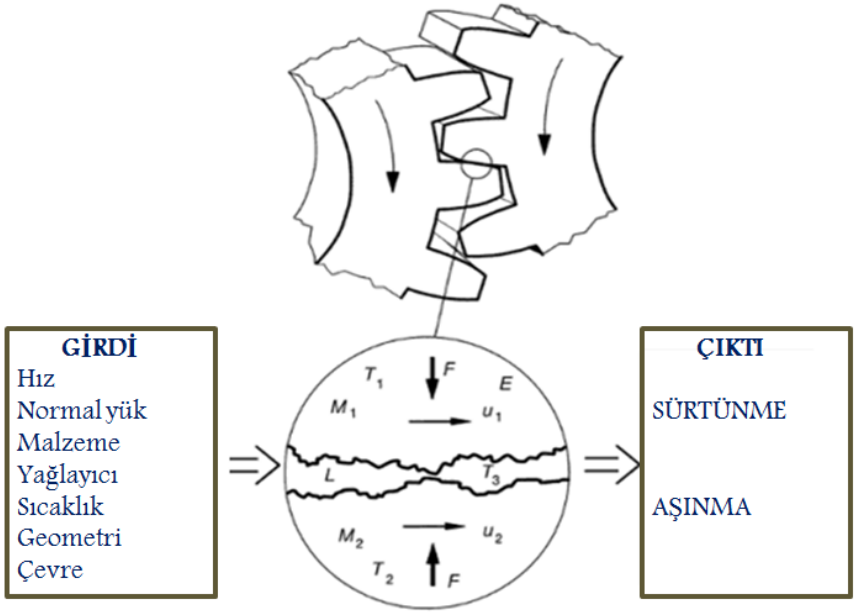
Metallere Plastik Şekil Verme

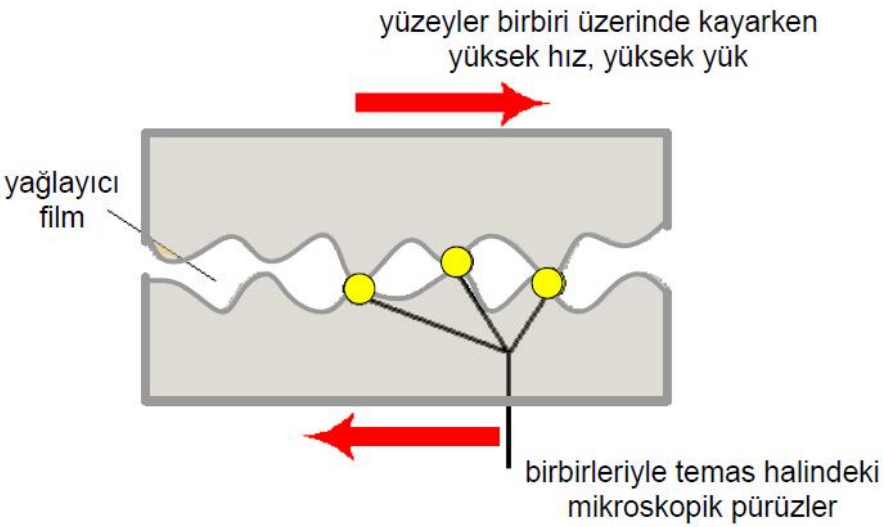
Bölüm 3: Sürtünme ve Yağlama

Yüzey işlemleri

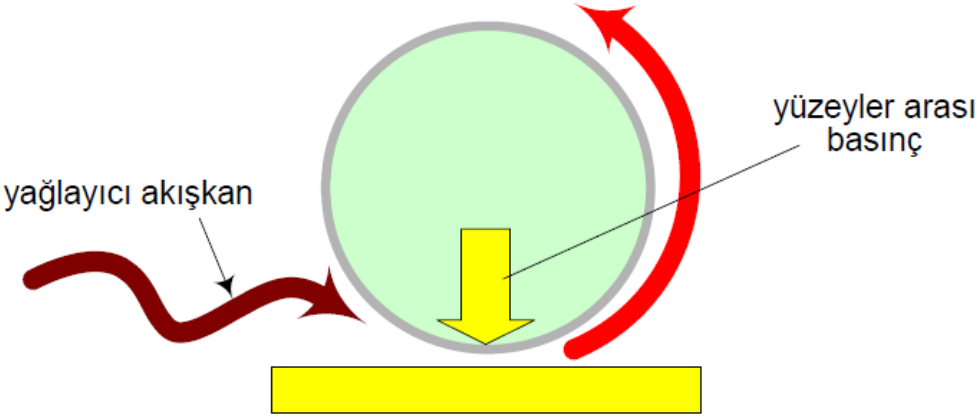
Plastik şekil vermede sürtünme koşullarını belirleyen 3 tip yağlamadan söz edilir.

1-Kuru
2-Hidrodinamik yağlama
3-Sınır yağlama





Sınır yağlama



Hidrodinamik yağlama

Yağlayıcıların Özellikleri

Kalıp ve iş parçası arasındaki sürtünmenin azaltılması.

İş parçasının kalıba yapışması ve sürtünme nedeniyle oluşabilecek yüzey kusurlarının önlenmesi.

İş parçası ile kalıp arasında ısı yönünden yalıtkanlık sağlanması ve böylece sıcak şekil vermede iş parçasından kalıba ısı kayıplarının azaltılması.

Şekil verme sıcaklığında iş parçası ve kalıp malzemeleri arasında reaksiyon oluşumunun önlenmesi.

Kalıpta yüzey erozyonu ve aşınmanın azaltılması. Yağlayıcının aşındırıcı olmaması.

Yağlayıcının zehirleyici ve kirletici elemanlar içermemesi, tehlikeli veya rahatsız edici gazlar çıkarmaması.

Uygulanabilme kolaylığı ve işlem sonunda iş parçası ile kalıp yüzeylerinden kolayca temizlenebilmesi.

Uygun fiyata ve kolay bulunabilmesi.

Sürtünme Gerilmesi

sürtünme gerilmesi

sürtünme katsayısı

$$\tau = \sigma_n \mu$$

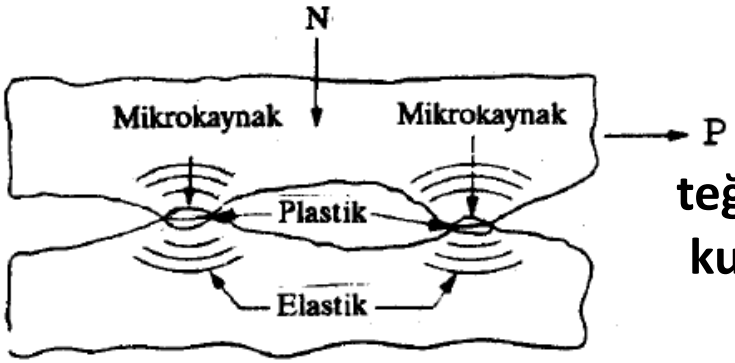
kalıp/iş parçası arayüzeyindeki normal gerilme

basit kayma halindeki akma sınırı

$$\tau = mk$$

kayma faktörü

normal kuvvet



teğetsel kuvvet

Şekil 3.1. İki kuru metal yüzey arasındaki temas (şematik).

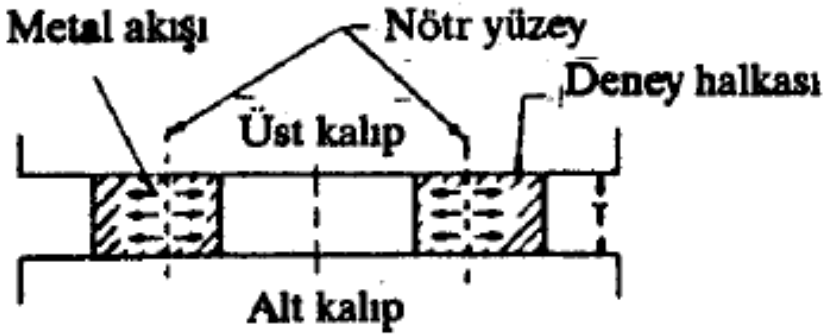
$$P = \tau A_g$$

$$N = \sigma_n A_g$$

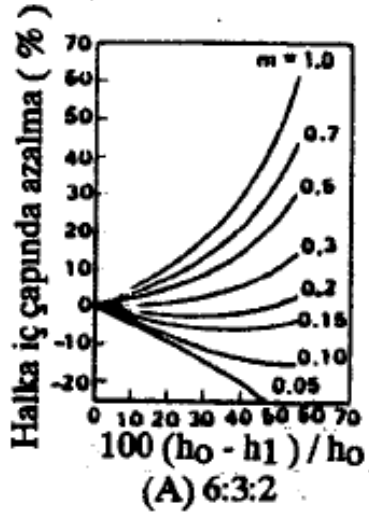
$$\mu = \tau / \sigma_n$$

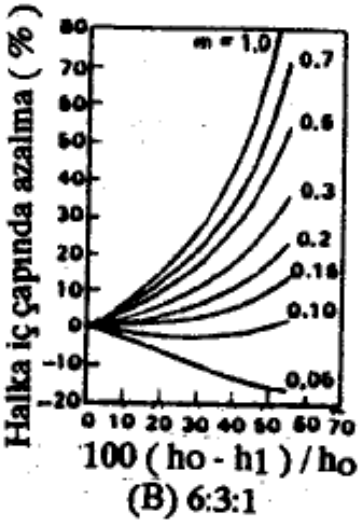
gerçek temas yüzeyi

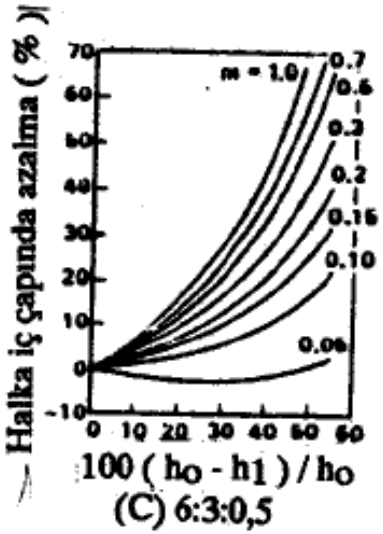
Halka Basma Deneyi



Şekil 3.4. Halka basma deneyi.







Halka basmada, iç çaptaki azalmanın yükseklikteki birim kısalma ile teorik değişim eğrileri. Parametre m: kayma faktörü. Halkanın başlangıç boyutları oranı dış çap: iç çap: yükseklik sırası ile verilmiştir (T. Altan, Metal Forming Fundamentals and Applications, ASM, Metals Park, Ohio, 1983, p. 86).

Yağlayıcılar

1. Sıvı yağlayıcılar

Sıvı yağlar sürtünme ve aşınmayı azaltmakla beraber ısıl iletkenlikleriyle özgül ısılarının düşüklüğü nedeniyle, şekil verme sırasında doğan ısının uzaklaştırılmasında fazla etkili olamazlar. Mineral, hayvansal veya bitkisel esaslı olan sıvı yağlara çeşitli katkı maddeleri veya başka yağlar ilâve edilerek daha iyi özelliklerde yağlayıcılar elde edilir.

2. Emülsiyonlar

Biri ötekinin içinde çok ince damlalar halinde dağılmış, birbiri içinde çözünmeyen en az iki sıvı maddeden oluşan heterojen sıvılara emülsiyon denir. Yağlama amacıyla kullanılan emülsiyonlar su ve yağ karışımları olup direkt ve endirekt olmak üzere ikiye ayrılır. Çok küçük mineral yağ damlacıklarının su içinde yayılmış olduğu su ve yağ karışımlarına direkt emülsiyon, su damlacıklarının yağ içinde yayılmış olduğu su ve yağ karışımlarına da endirekt emülsiyon denir.

3. Sentetik çözeltiler

Bu yağlayıcılar suda çözünmüş çeşitli inorganik kimyasal maddelerden oluşan sıvılardır. Ayrıca değişik özellikler kazandırmak amacıyla yağlayıcıya çeşitli kimyasal maddeler de katılabilir.

4. Gresler, sabunlar ve mumlar

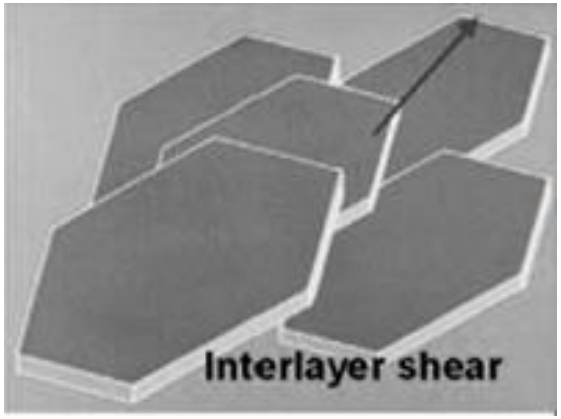
Katı veya yarı katı yağlayıcılar olan gresler genellikle sabun, mineral yağ ve çeşitli dolgu ve katkı maddelerinden oluşur. Metal yüzeylerine yapışan ve viskoziteleri yüksek olan greslerin plastik şekil vermede sınırlı bir kullanma alanları vardır.

Sabunlar, sodyum veya potasyum tuzlarının yağ asitleriyle reaksiyon ürünleridir. Alkali sabunlar suda erir, diğer metal sabunları ise genellikle erimez. Plastik şekil vermede oldukça sık kullanılırlar.

Yağlayıcılar

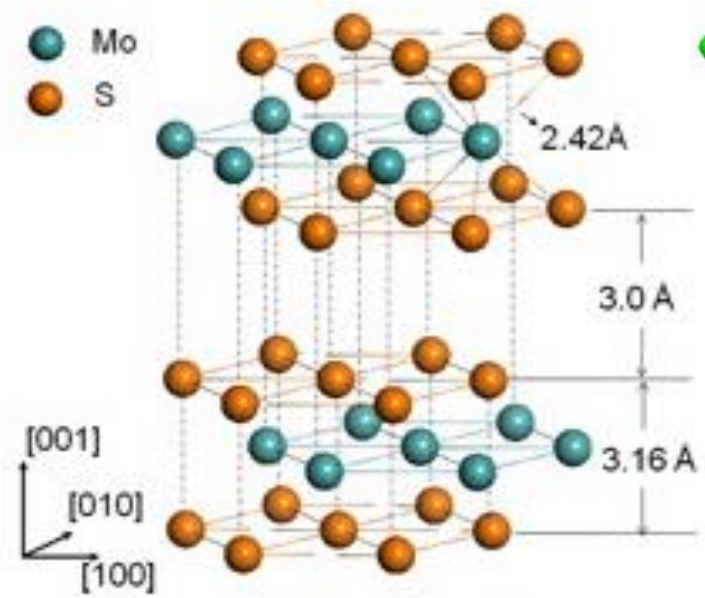
5. Katı yağlayıcılar

Grafit

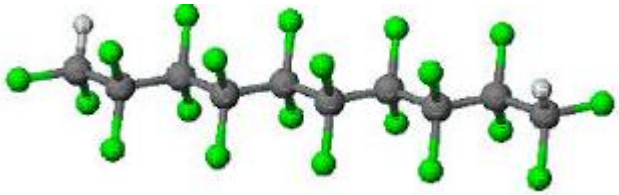


6A
8 O
16 S
34 Se
52 Te
84 Po

Molibden disülfit



Metal ve polimer filmler



Yağlayıcılar

6. Camlar

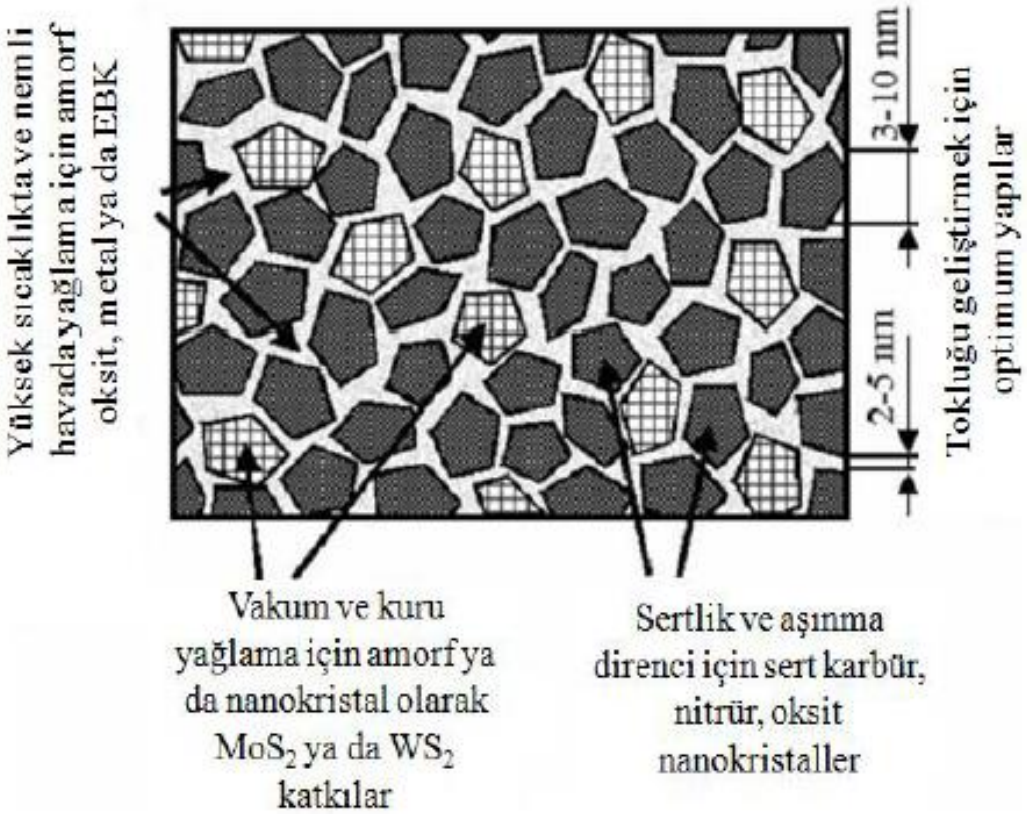
Oda sıcaklığında sert ve gevrek olan camlar yüksek sıcaklıkta viskoz hale geldiklerinden sıvı yağlayıcı olarak kullanılabilirler. Belirli bir tip camın viskozitesi sıcaklığa bağlı olup basınçtan etkilenmez. Camlar, ısıl iletkenliklerinin düşüklüğü nedeniyle, nisbeten soğuk olan kalıpları iş parçasının yüksek sıcaklığından da korurlar. Camın yağlayıcı olarak kullanılmasına iki tipik örnek sıcak ekstrüzyon ve dövmedir.

8. Ültrasonik titreşimler

Takım/iş parçası arayüzeyine ültrasonik titreşimler (20 kHz) uygulanması sürtünmeyi önemli ölçüde düşürmektedir. Örneğin tel çekmede çekme matrisine ekseni doğrultusunda veya eksenine dik doğrultuda titreşim uygulanmakta ve sonuçta çekme kuvveti önemli ölçüde düşmektedir.

7. Dönüşebilir kaplamalar

Takım/iş parçası arayüzeyindeki çok yüksek basınçlar yağlayıcının iş parçası yüzeyine bağlı kalmamasına veya yağlayıcı filmin parçalanmasına neden olabilir.



Şekil 5.10: Bukalemun benzeri uyarlanabilir davranış gösteren tribolojik kaplamaların tasarımı [32].

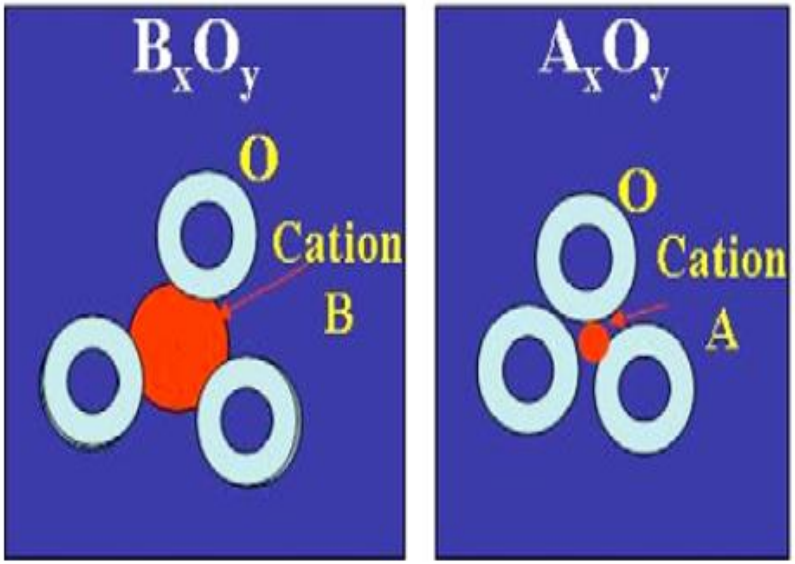
Kristal Kimyası

Temel olarak, oksitlerin iyonik potansiyelleri üzerine kuruludur.

İyonik potansiyel ← $\varphi = Z / r$ → **Katyonun yarıçapı**

↓

Katyonun yükü



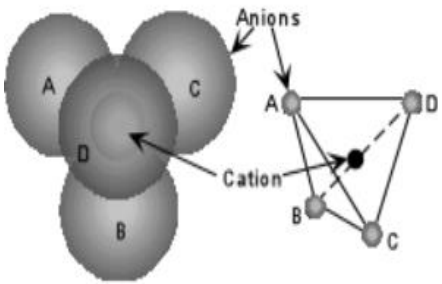
X = 2, y = 3

Oxide Case	Cationic Charge	Cation Radius (Å)	Ionic Potential
BxOy	3	0.5	6
AxOy	3	0.2	15

Oksitlerin Kristal Kimyası

Ionic potentials of various oxides[a]

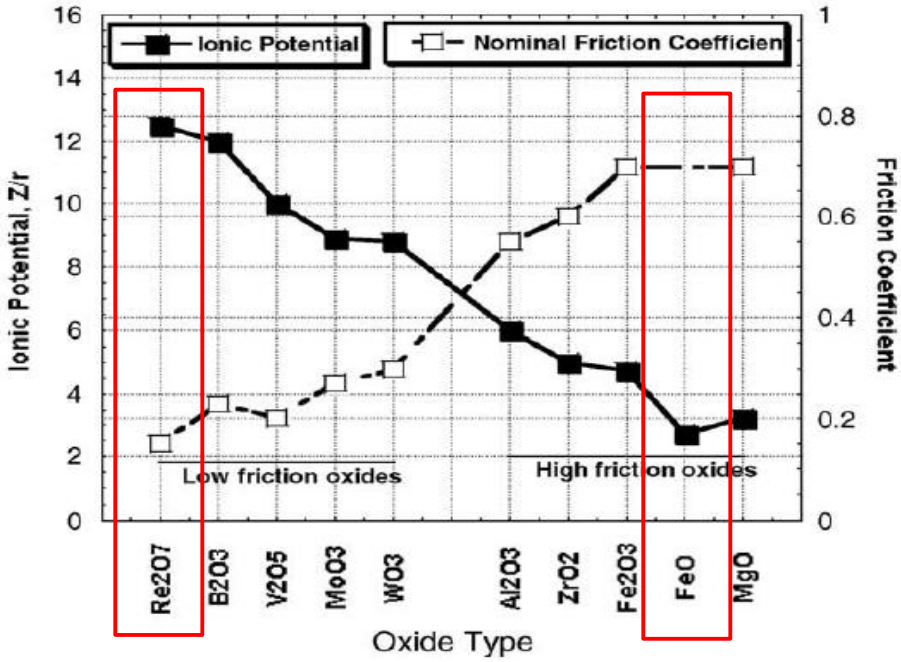
Oxide type/Coordination #	$\varphi = Z/r$
Lubricious oxides	
$Re_2O_7/4$	13.46
$Re_2O_7/6$	10.44
$B_2O_3/4$	12
$B_2O_3/6$	7.37
$V_2O_5/4$	10.2
$V_2O_5/6$	7.35
$MoO_3/6$	8.2
$WO_3/6$	8.1
$VO_2/6$	5.5
Oxides with higher friction	
$TiO_2/4$	7.1
$TiO_2/6$	5.36
$Al_2O_3/6$	4.4
$ZrO_2/4$	5.4
$ZrO_2/6$	4.6
$Fe_2O_3/6$	4.3
FeO/4	2.6
MgO/4	2.8
$V_2O_3/6$	3.8



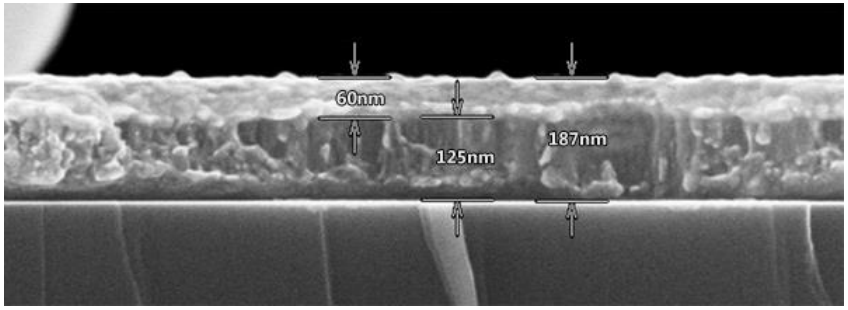
Çeşitli Oksitlerin İyonik Potansiyelleri

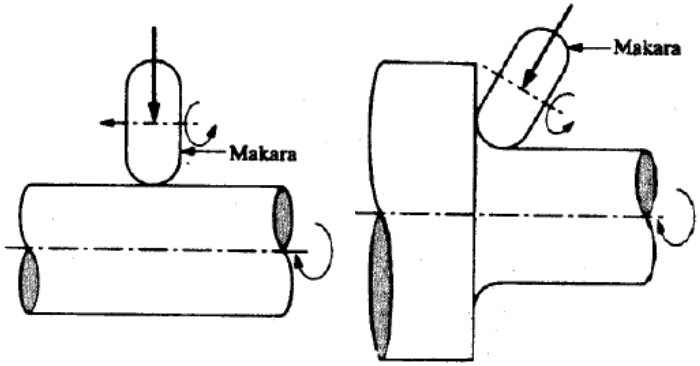
Re_2O_7 'nin tetrahedral koordinasyonu için;
Z=7 ve r(Re^{7+}) φ=13.46

FeO 'in tetrahedral koordinasyonu için;
Z=2 ve r(Fe^{2+}) φ=2.6



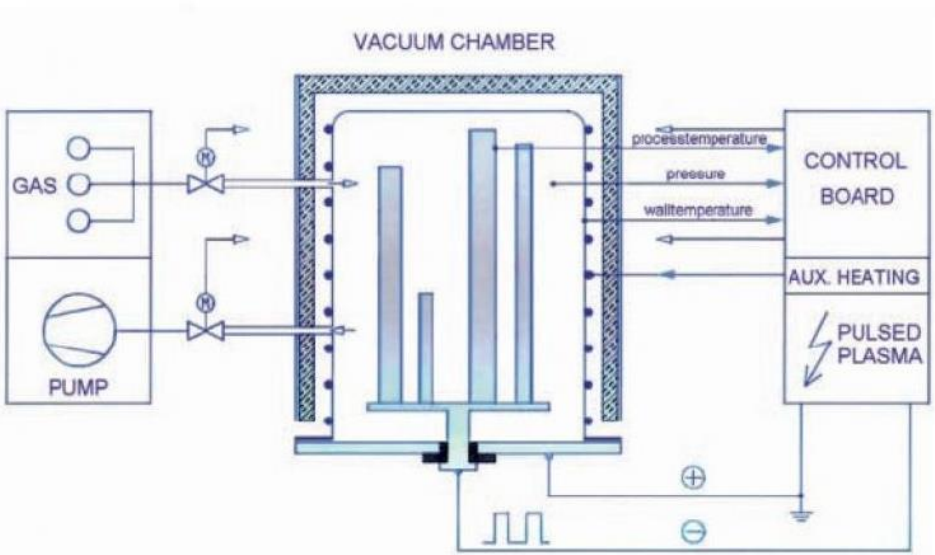
Yüzey İşlemleri

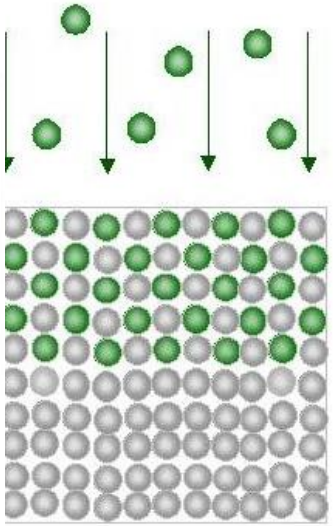




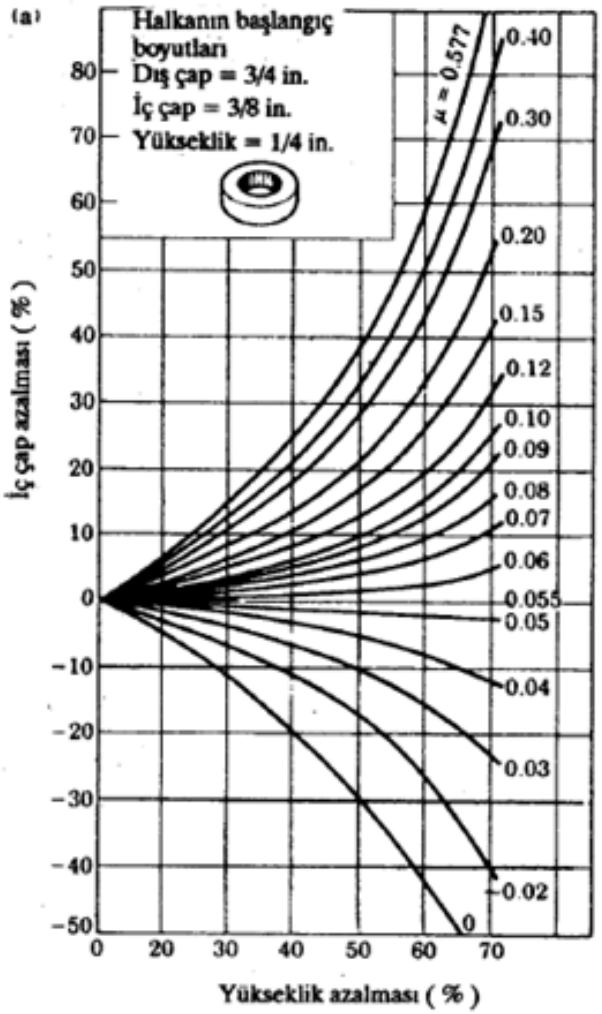
Yüzeyde basma kalıntı gerilmeler doğurarak yorulma ömrünün arttırılması amacıyla uygulanan iki soğuk yüzey haddeleme örneği.

^{14}N ion nitriding at
2.8×10^{18} at/cm^2
1 keV, 500°C





Bir halka basma deneyinde deney parçasının başlangıçtaki dış çapı 30 mm, iç çapı 15 mm, yüksekliği 10 mm dir. Deney sonunda yükseklik 5 mm ye indirilmekte, buna karşılık dış çap 38 mm ye yükselmektedir. Şekil 3.7 den faydalanarak μ sürtünme katsayısını ve m kayma faktörünü tayin edin.



Halkanın hacmı V, deney sonundaki iç çap d ile gösterilirse

$$V = \frac{\pi(30^2 - 15^2)10}{4} = \frac{\pi(38^2 - d^2)5}{4}$$

olduğundan d = 9,6 mm bulunur. Başlangıçta 15 mm olan iç çapı 9,6 mm ye düşmekte yani

$$\frac{15 - 9{,}6}{15} \cdot 100 = \%\ 36$$

azalmaktadır. Bu durumda Şekil 3.7 den % 50 yükseklik ve % 36 iç çap azalmasına karşılık μ = 0,51,