

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler
Metaller ve İç Yapıları



Doç. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU

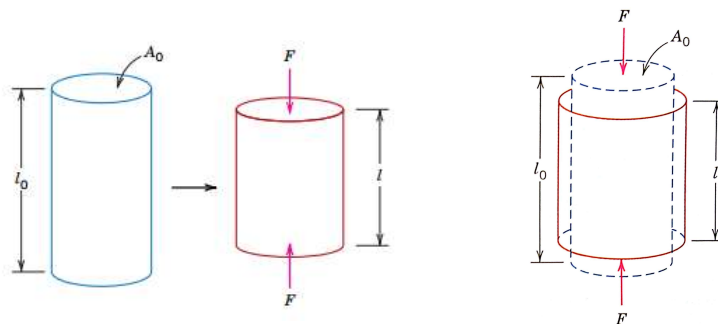
DERS 6

1

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Basma yükü altında oluşan kısıalma ve negatif birim şekil değişiminin gösterimi



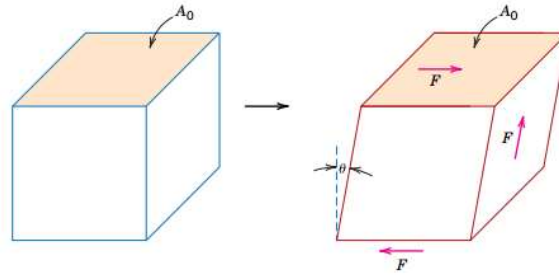
Bölüm 6

2

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Kesme gerilmesinde ise yük, iki zıt yönde etki eder ve paralel bir şekilde malzemede kaymaya neden olur.



Bölüm 6

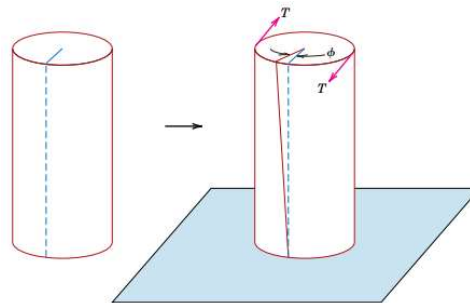
3

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Mühendislik uygulamalarında çoğu zaman yükleme durumu saf kaymadan çok burulma şeklinde gerçekleşmektedir.

Aşağıda uygulanan bir T burulma momentinin neden olduğu burulma deformasyonu gösterilmektedir.



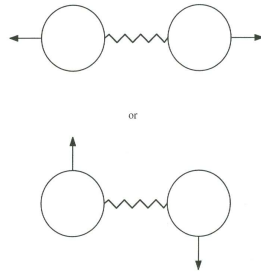
Bölüm 6

4

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Geçici ve Kalıcı Gerinme (Elastik ve Plastik)



- ❖ Gerinme nasıl meydana gelir?
- ❖ Gerilme artarsa atomlar arasındaki bağlar gerilir
- ❖ Elastik gerinme nedir?
- ❖ Gerilmenin gerinmeye oranı elastik modül
- ❖ Çekme (basma) gerilmesi / çekme (basma) gerinmesi Young's modülüdür.
- ❖ Kayma gerilmesi / kayma gerinmesi kayma modülü olarak adlandırılır.

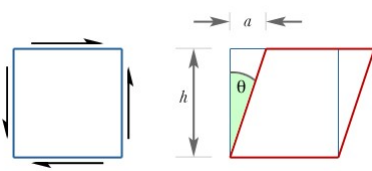
Bölüm 6

5

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Geçici ve Kalıcı Gerinme (Elastik ve Plastik)



- ❖ Gerinim uygulanan kuvvet ile aynı yönde ise normal gerinmedir.
- ❖ Malzemeye kesme gerilmesi etki ediyorsa bu açısal bir çarpılmaya neden olur. Kesme gerinimi.
- ❖ Düzlemlerarası yer değişiminin düzlemlerarası mesafeye oranıdır.
- ❖ $\tan \theta = a/h$

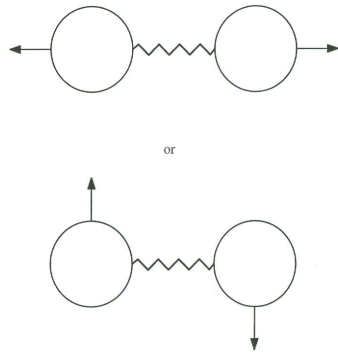
Bölüm 6

6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Geçici ve Kalıcı Gerinme (Elastik ve Plastik)



- ❖ Bir cisme gerilme uygulanırsa cisimde gerinme oluşur.
- ❖ Gerilme kaldırıldığında gerinme ortadan kalkar, bu geçici gerinme (ELASTİK gerinme)
- ❖ Eğer gerilme arttırılırsa gerinme kalıcı hale gelir. PLASTİK gerinme

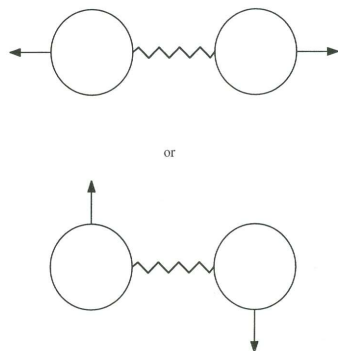
Bölüm 6

7

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Geçici ve Kalıcı Gerinme (Elastik ve Plastik)



- ❖ Gerilme arttırıldığında atomlar arasındaki bağ gerinir.
- ❖ Eğer gerilme kaldırılırsa atomlar denge konumlarındaki mesafelerine geri döner. ELASTİK gerinme
- ❖ Gerilmenin gerinmeye oranı Elastik Modül olarak tanımlanır. Çekme basma aynı.
- ❖ Kayma gerilmesinin kayma gerinmesine oranı ise Kayma Modülü olarak tanımlanır.

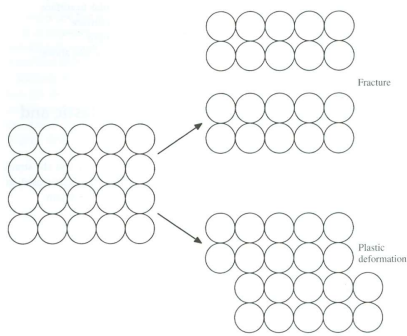
Bölüm 6

8

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Geçici ve Kalıcı Gerinme (Elastik ve Plastik)



❖ Aşırı derecede gerinen bağlar koparsa ne olur? İki seçenek var !!

- ❖ 1. Cisim ikiye ayrılır yani kırılır
- ❖ 2. Cismin şekli kalıcı olarak değişir (plastik gerinme)

❖ Buradan çıkan sonuç;
❖ Plastik gerinme kayma tipi bir oluşumdur !!!

Bölüm 6

9

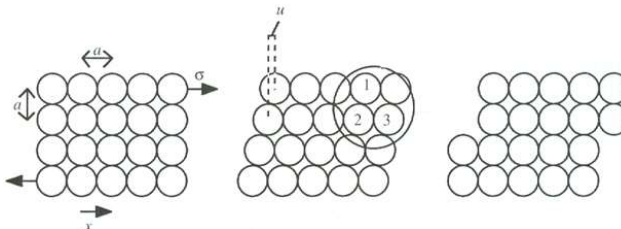
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Geçici ve Kalıcı Gerinme (Elastik ve Plastik)

❖ Peki bu plastik gerinme nasıl gerçekleşir?

❖ Bir kristalde plastik deformasyon oluşturacak kayma gerilmesini incelemek gerekir.



Bölüm 6

10

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

İki atom arası mesafe kadar kaymak için gerekli gerilme

Metaller için σ_{\max} 'ın ölçülmüş değerleri hesaplanandan en az 10^4 kat kadar daha azdır!

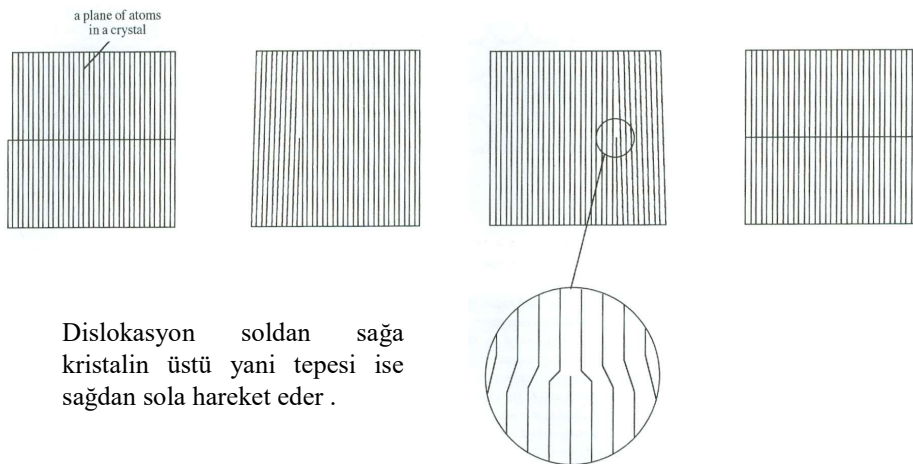
Bölüm 6

11

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

İki atom arası mesafe kadar kaymak için gerekli gerilme



Bölüm 6

12

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

İki atom arası mesafe kadar kaymak için gerekli gerilme

- ❖ Plastik deformasyon dislokasyon hareketini içerir.
- ❖ Deformasyon ardışıktır (birbirini izler)
- ❖ Dislokasyon mekanizması $G/6$ 'dan çok daha düşük gerilmelerde gerçekleşir.
- ❖ Bir düzlemdeki atomların altındaki düzlemdeki atomlara bağlılığının değişimi ve kayma oluşturacak boydan boya hareketi bir dislokasyonun merkezinde çok kolaylıkla gerçekleşir
- ❖ Bu durum niçin mevcut gerilmelerin çok düşük olduğunu gösterir.

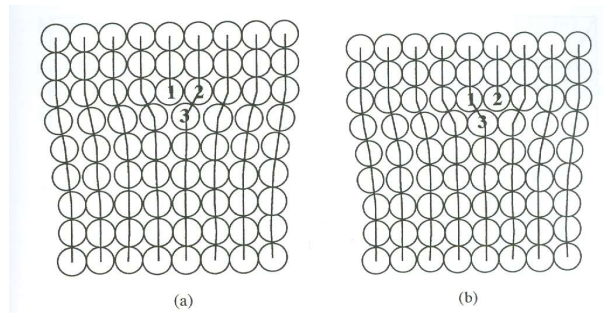
Plastik deformasyon dislokasyonlarla olur.

Bölüm 6

13

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler



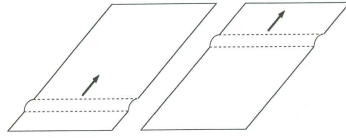
- ❖ (b) de dislokasyon (a) da bulunduğu yere relatif olarak sağa bir düzlem kadar hareket etmiştir.
- ❖ Gerekli atom hareketleri küçüktür.
- ❖ Dolayısıyla dislokasyon hareketi ile çok daha kolaydır.

Bölüm 6

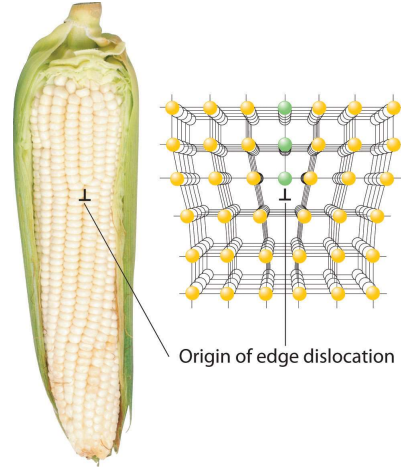
14

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler



- ❖ Dislokasyon hareketi ile kayma neden çok daha kolay?
- ❖ Bir halı, hemen çekilerek hareket ettirmek yerine eğer içinde bir kırışıklık başlatılır ve bu kırışıklık hareket ettirilirse daha az eforla hareket ettirilmiş olur.



15

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Gerilme ve Gerinme

Metallerde dislokasyonlar ile kayma oluşur
Yalnız metaller plastik deformasyon gösterir

- ❖ Bu tam doğru değildir. Bütün malzemeler kendi erime noktalarının yakınında plastik olarak deforme olur
- ❖ Kendi erime noktalarının çok altında plastik deformasyona çok eğilim gösteren katılar sadece metallerdir.
- ❖ O halde bir iletken komponent plastik şekil verme ile üretilebilir. Yalıtkanlar ise şekillendirilemez.
- ❖ Tel çekme, ince saca haddeleme, şerit ve konnektörleri imali, lüle sacların etrafına tel sarma

16

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Kalıcı Gerinme (Plastik deformasyon)

PEKİ GERİLME ile GERİNME ARASINDAKİ İLİŞKİ NASIL
BELİRLENİR VE TANIMLANIR?

ÇEKME TESTİ !!!

Bölüm 6

17

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Yük (kuvvet), statik veya zamanla çok az değişiyor ve parçanın kesit alanına veya yüzeyine homojen bir şekilde uygulanıyorsa malzemenin uygulanan gerilmeye karşı sergileyeceği davranış basit bir çekme deneyi ile yapılabilir.



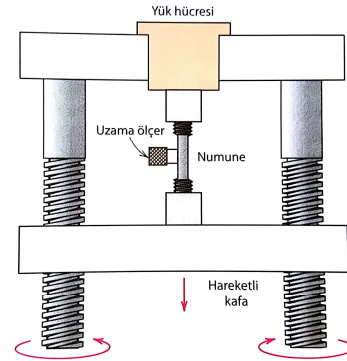
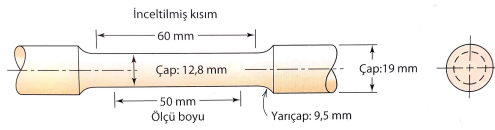
18

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Gerilme ile birim şekil değişimi arasındaki ilişkinin belirlenmesinde, numune sabit bir hızda ve bunu sağlayacak kuvvet doğrultusunda kırılana kadar aksel yönde çekilir.



Deney sırasında deformasyonun, numunenin uzunluğu boyunca üniform kesit alanına sahip olan ince kesitli kısımda meydana gelmesi ve hasarın numunelerin çeneler tarafından tutulan uç kısımlarında oluşma olasılığını azaltmak için orta kısmı daha da inceltilir.

19

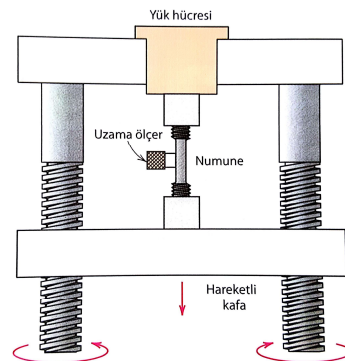
Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Çekme cihazı, numuneyi sabit bir hızda uzatma üzere bir yük hücresi ile, uygulanan anlık kuvveti, bir uzama ölçer ile (ekstansometre), oluşan uzamayı sürekli ve eş zamanlı ölçer.

t anındaki uzama değişimi ve kuvvet ölçülür. Sonra bu uzama değişimi ilk boyu bölünerek gerilme, kuvvet de alana bölünerek gerilme belirlenir.



20

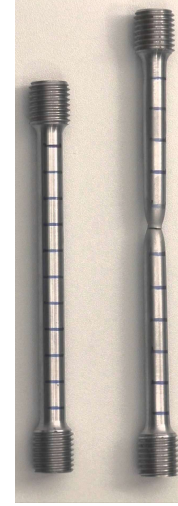
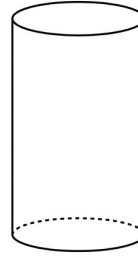
Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Deney numune kırılana – kopana kadar devam ettiğinden çekme testi tahribatlı bir testtir.

Kırılan numune kalıcı olarak deformasyona uğrar.



21

Malzeme Bilimi

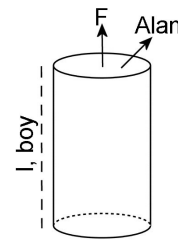
Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Silindirik bir numunenin kuvvet altında uzaması sırasında elde edilen veriler:

Kuvvetin silindirin alanına bölünmesi gerilmeyi verir.

Şekil değişiminin ilk boya oranında gerinmeyi verir.



$$S = F / \text{Alan } (A_0) \quad e = \Delta l / l_0$$

S, Mühendislik gerilimi

e, Mühendislik gerinimi

Birimi, N/m² Pascal, 1 MPa = 10⁶ N/m²

Δl yi tanımlamak için son boyuda bilmek gerekir

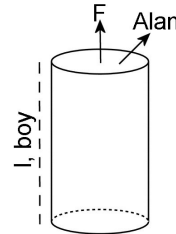
22

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Fakat kuvvete maruz kalan silindirin kesit alanı sürekli değişir. Bu nedenle deney süresince sürekli anlık değişen kesit alanının dikkate alınması gerekir ki bu andan sonra tanımlar mühendislik yerine gerçek gerilme ve gerçek gerinim olarak ifade edilir.



$$\sigma = F / \text{Anlık alan } (A_f) \quad \varepsilon = \ln l / l_0$$

σ , Gerçek gerilme
 ε , Gerçek gerinim

23

Malzeme Bilimi

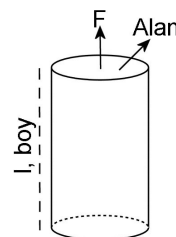
Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ

Bu iki gerilme ve gerilme ifadelerinin birbiri ile ilişkisi nedir.

$$S = F / \text{Alan } (A_0) \quad e = \Delta l / l_0$$

$$\sigma = F / \text{Anlık alan } (A_f) \quad \varepsilon = \ln l / l_0$$



$$\sigma = S (1+e)$$

$$\varepsilon = \ln (1+e)$$

24

Malzeme Bilimi

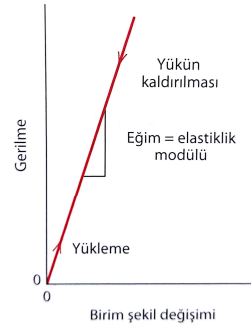
Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ Elastik şekil değişimi

Peki test numunesine uygulanan kuvvet ve şekil değişimi nasıl gözlemlenir. Nasıl bir eğri ortaya çıkar?

Malzemede beklenen şekil değişimi veya bundan sonra deformasyon olarak da tanımlanabilir, uygulanan gerilmenin büyüklüğüne bağlıdır.

Metallerin birçoğu, küçük çekme gerilmelerine maruz bırakıldıklarında oluşan gerilme ile birim şekilde değişimi arasında doğrusal bir ilişki vardır.



25

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ Elastik şekil değişimi

Gerilme ile gerilme arasındaki bu doğrusal ilişki HOOKE kanunu olarak bilinir.

E, orantı sabitidir, birimi GPa.
Elastiklik modülü veya Young Modülü olarak tanımlanır.

Gerilme ile gerçekleşen orantılı şekil değişimine ELASTİK ŞEKİL DEĞİŞİMİ denir.

Malzemenin elastik şekil değişimine gösterdiği dirençtir. RİJİTLİK olarak da adlandırılır.

Eğriden de anlaşılacağı gibi, elastiklik modülünün yüksek olması malzemenin rijit olduğunu ya da uygulanan gerilme sonucu oluşan elastik şekil değişiminin küçük olacağını ifade eder.



$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

26

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ Elastik şekil değişimi

Çeşitli metallerin oda sıcaklığındaki, elastiklik ve kayma modülleri ile poisson oranları

Metal Alaşım	Elastiklik Modülü	Kayma Modülü	Poisson Oranı
	GPa	GPa	
Alüminyum	69	25	0,33
Pirinç	97	37	0,34
Bakır	110	46	0,34
Magnezyum	45	17	0,29
Nikel	207	76	0,31
Çelik	207	83	0,30
Titanyum	107	45	0,34
Volfram	407	160	0,28

27

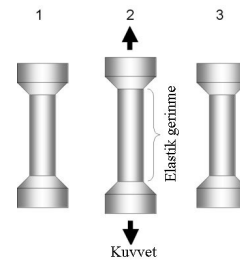
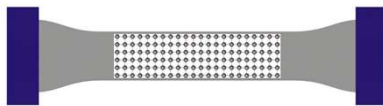
Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ Elastik şekil değişimi

Elastik şekil değişimi kalıcı değildir.
Yani, uygulanan yük kaldırıldığında parçanın ilk boyuna geri döneceği anlamına gelir.

Yükün uygulanması orjinden yukarı doğru düz bir çizgi boyunca hareket karşılık gelirken, yük kaldırıldığında grafik ters yöne doğru hareket ederek orjine geri döner.



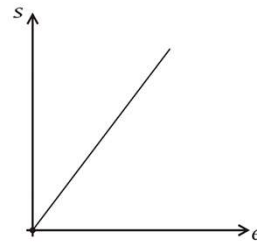
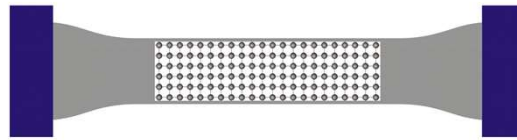
http://www.kochmann.caltech.edu/research_animations.html

28

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ, Elastik şekil değişimi



http://www.kochmann.caltech.edu/research_animations.html

29

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

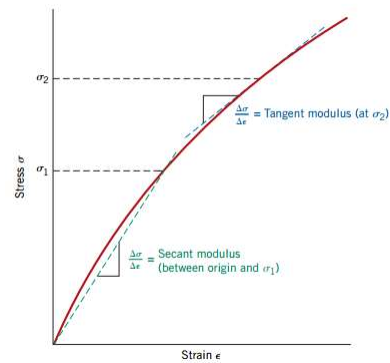
ÇEKME TESTİ, Elastik şekil değişimi

Bazı malzemelerin örneği gri dökme demir, beton ve bir çok polimerde olduğu gibi gerilme-gerinme eğrilerindeki elastik kısım doğrusal değildir.

Doğrusal olmayan bu davranış için tanjant ve sekant modülü kullanılır.

Belirli bir gerilme seviyesinde eğrinin eğimi tanjant modülünü verir.

Sekant modülü ise, grafikte orjinden başlayan gerilme-gerinme eğrisinde verilen bir noktayı kesen doğrunun eğimi olarak alınır.



30

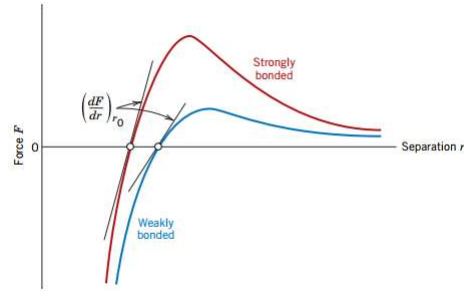
Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ, Elastik şekil değişimi

Elastik şekil değişimi, atomlararası mesafede meydana gelen çok küçük miktarda değişimlerle ve buna bağlı olarak atomlararası bağların gerilmesiyle meydana gelir.

Elastik modülünün büyüklüğü, komşu atomların birbirlerinden ayrılmaya karşı gösterdikleri direncin yani atomlararası bağ kuvvetlerinin bir ölçüsüdür.

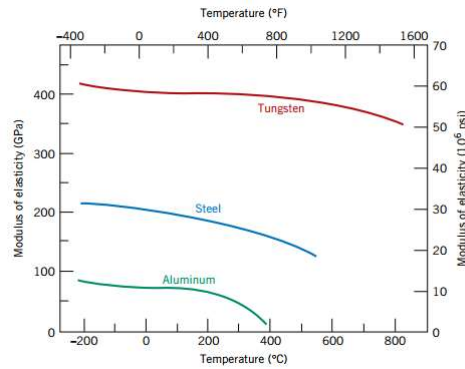


31

Malzeme Bilimi

Kafes Hataları

ÇEKME TESTİ, Elastik şekil değişimi



32

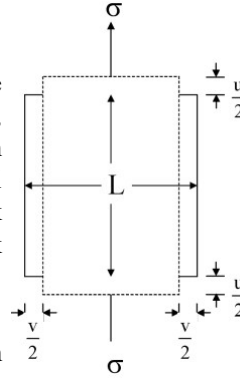
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Eksenel ve yanal şekil değişimleri,
Poisson oranı

Uygulanan gerilme tek eksenli ve malzeme izotrop özellik gösteriyorsa, ν parametresi, yanal doğrultudaki birim şekil değişiminin eksenel doğrultudaki birim şekil değişimine oranı olarak verilir ve bu ν Poisson oranı olarak adlandırılır.

Eksenlerdeki farklılık nedeniyle poisson oranının pozitif olması için başına $-$ işareti konur. Bir çok metal ve alaşımı için bu değer 0,25 – 0,35 arasındadır.



The nominal tensile strain:

$$\epsilon_n = \frac{u}{L}$$

The nominal lateral strain:

$$\epsilon_n = -\frac{v}{L}$$

Poisson's ratio:

$$\nu = -\frac{\text{lateral strain}}{\text{tensile strain}}$$

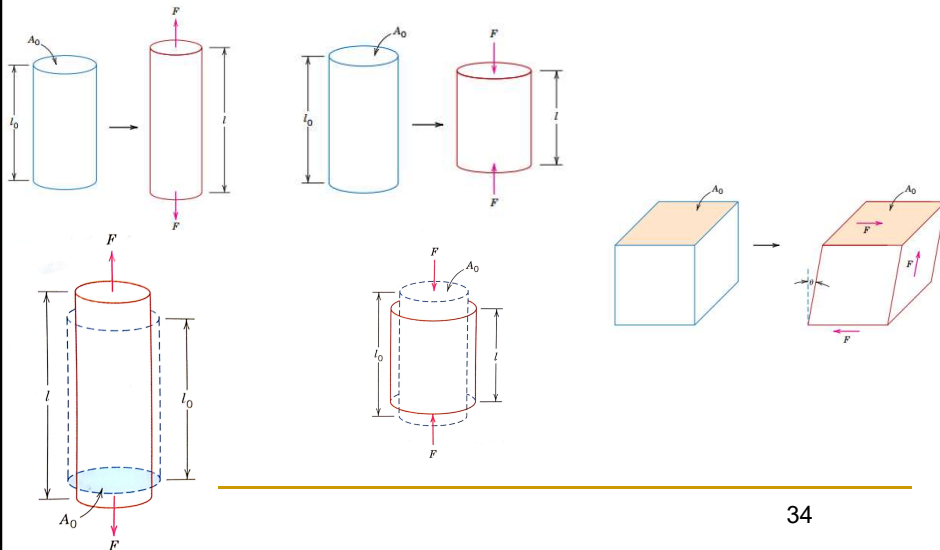
33

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Çekme, basma ve kayma gerilmeleri ile oluşan gerilmeler arasında bir ilişki var mıdır.



34

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Çekme, basma ve kayma gerilmeleri ile oluşan gerinmeler arasında bir ilişki vardır.

$$E = 2G (1 + \nu)$$

Metallerin çoğu için G yaklaşık olarak 0,4E'ye eşittir. Yani bir modülün bilinmesi durumunda diğeri yaklaşık olarak belirlenebilir.

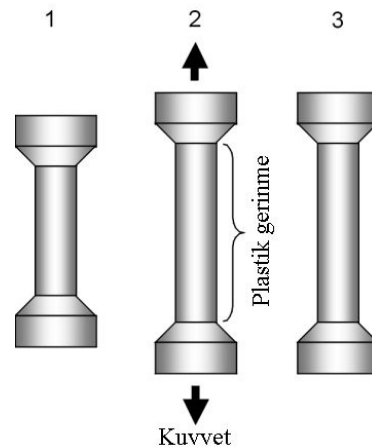
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

ÇEKME TESTİ, Plastik şekil değişimi

Bir çok metalik malzeme elastik davranış 0,005 birim şekil değişimi miktarına kadar devam eder. Eğer malzeme bu noktadan daha fazla deforme edilirse, gerilme ile gerinme arasındaki orantılı değişim ortadan kalkar yani HOOKE kanunu geçerliliğini yitirir.

Geri dönmeyen yani kalıcı bir şekil değişimi olur. PLASTİK DEFORMASYON

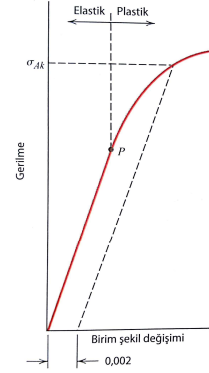
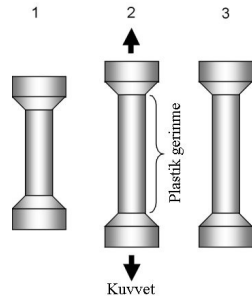


Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

ÇEKME TESTİ, Plastik şekil değişimi

Bir çok metal için elastikten plastik deformasyona geçiş sırasında eğrinin doğrusallığı kaybolur ve artan gerilme ile plastik davranış gittikçe belirginleşir.



Bölüm 6

37

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

ÇEKME TESTİ, Plastik şekil değişimi

Atomal açıdan bakıldığında plastik deformasyon çok sayıda atomun veya molekülün, birbirlerine göre hareketleri sırasında komşuları ile sahip oldukları bağları koparırlar ve yeni komşularıyla yeni bağlar oluştururlar.

Elastik deformasyondan farkı, gerilimin kaldırıldıktan sonra atomlar ilk konumlarına geri dönmezler.

<http://www.materials.unsw.edu.au/tutorials/online-tutorials/8-plastic-strain>

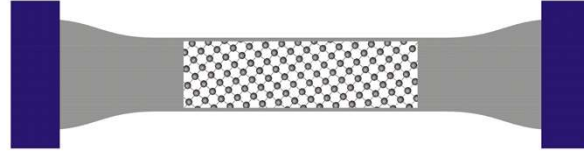
38

Bölüm 6

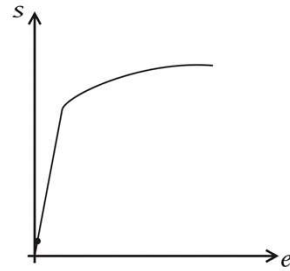
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

ÇEKME TESTİ, Plastik şekil değişimi



© D. M. Kochmann (2009)



http://www.kochmann.caltech.edu/research_animations.html

39

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

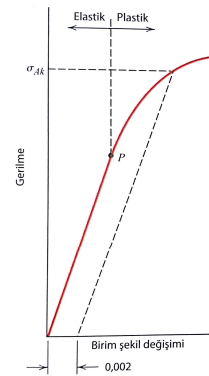
Mekanik Özellikler

Akma Dayanımı

Bir çok malzeme tasarlanırken şekil değişiminin elastik alanda olması beklenir aksi halde plastik olarak deforme olan bir yapı kendisinden beklenen görevi yerine getiremez.

Malzemenin plastik deformasyona başlaması o malzemenin AKMA ya başlaması olarak ifade edilebilir.

Peki bu AKMA nerede başlıyor, nasıl belirlenir?



40

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

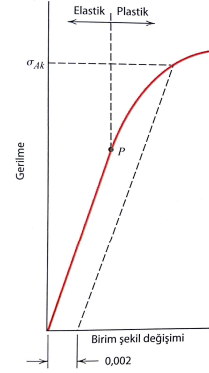
Mekanik Özellikler

Akma Dayanımı

Gerilme gerinme eğrisinde doğrusallıktan ayrılan yer akma noktası olarak ifade edilir.

Şekilde P noktası olarak verilen nokta mikro ölçekte plastik deformasyonun başladığını gösterir. Noktasal olarak bu yerin tam belirlenmesi zordur. Bu nedenle genellikle 0,002 olarak alınan belirli bir şekil değişimi oranını içerecek şekilde elastik doğruya paralel bir doğru çizilerek kesiştiği nokta esas alınır. Bu nokta Akma dayanımına tekabül eder.

σ_{AK} , Birimi MPa



41

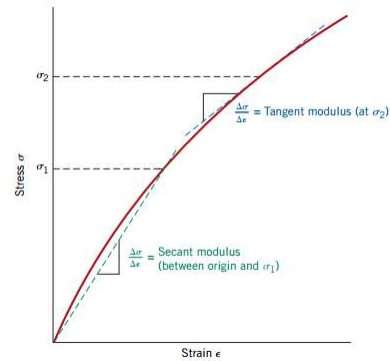
Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Akma Dayanımı

Doğrusal elastik davranış sergilemeyen malzemeler için bu paralel doğru yöntemi geçerli değildir. 0,005 birim şekil değişimine karşılık gelen gerilme değeri Akma dayanımı olarak alınır.



42

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

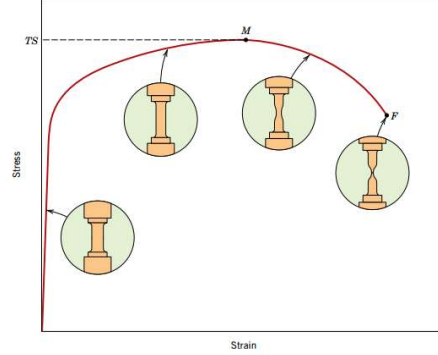
Mekanik Özellikler

Çekme Dayanımı

Malzeme akmaya başladıktan sonra plastik deformasyonun devam edebilmesi için gerekli gerilme miktarı bir maksimuma kadar artar ve daha sonra ani kopmanın olduğu bir noktaya kadar azalır.

Mühendislik gerilme-gerinme eğrisinde (Burası önemli bir ayrıntı) verilen maksimum gerilme ÇEKME dayanımı olarak ifade edilir.

Eğer bir yapı çekme zorlanmasına maruz kalıyorsa bu dayanım değeri yapının taşıyabileceği maksimum gerilmeye denk gelir.



43

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Çekme Dayanımı

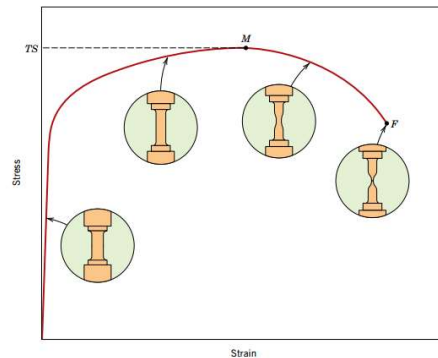
Bu büyüklükteki bir gerilmenin yapıya bir süre etkimesi durumunda malzemede kopma olur.

M noktasına kadar malzemede gerçekleşen bütün deformasyon uniformdur.

Ancak gerilme değeri çekme gerilmesini aştığında numunenin herhangi bir noktasında boyun verme olarak adlandırılan kesit daralması oluşur.

Artık deformasyon azalan bu kesitte yoğunlaşır. Dolayısıyla kopmada bu bölgede oluşur.

Bu noktadaki dayanım KOPMA dayanımıdır.



44

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

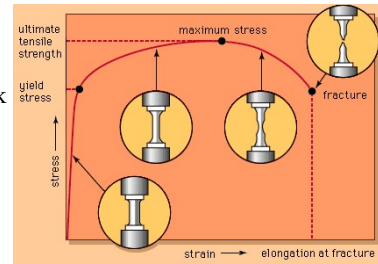
Peki tasarım hangi dayanıma göre yapılır?

Çekme dayanımı değeri Al için 50MPa, yüksek dayanımlı çeliklerde ise 3000 MPa gibi değerlere ulaşabilir.



Eğer bir yapı, büyüklüğü çekme dayanımı seviyesinde bir gerilmeye maruz kalırsa işlevini yitirecek şekilde plastik deformasyona uğrar bu nedenle tasarımda bir metalin dayanımından bahsedildiğinde AKMA dayanımı ifade edilir.

Kopma dayanımında, tasarım amacıyla yapılan mühendislik faaliyetlerinde belirtilmez.

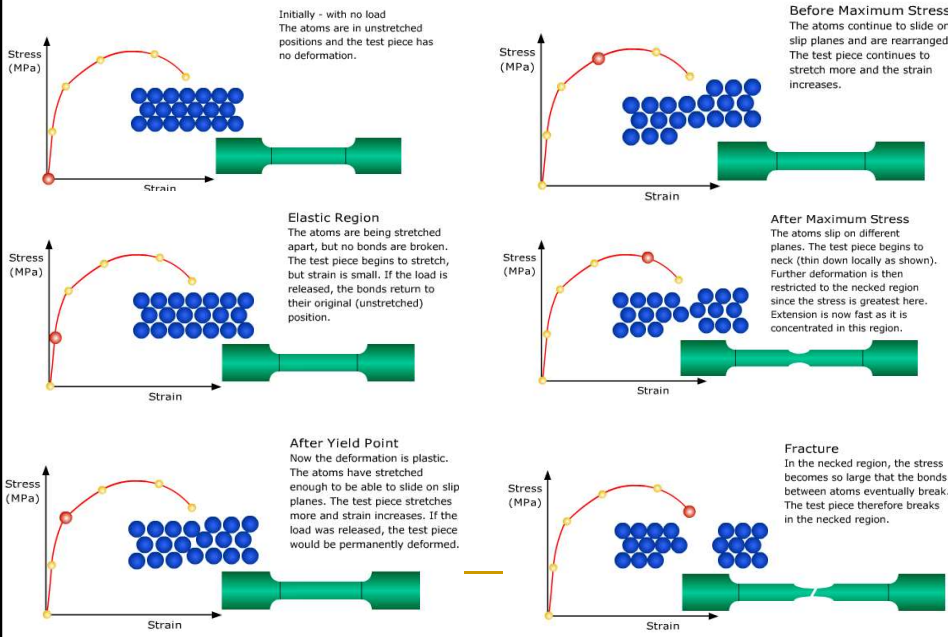


Bölüm 6

45

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler



Mühendislik Malzemeleri

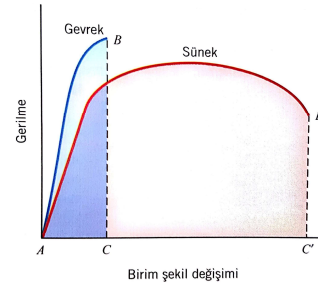
Mekanik Özellikler

Süneklik

Süneklik malzemenin kırılana kadar göstereceği plastik deformasyonun ölçüsüdür.

Eğer malzeme kırılana kadar çok az veya hiç plastik deformasyon göstermiyorsa gevrek malzeme olarak adlandırılır.

Süneklik sayısal olarak, yüzde uzama veya yüzde kesit daralması şeklinde ifade edilir.



47

Bölüm 6

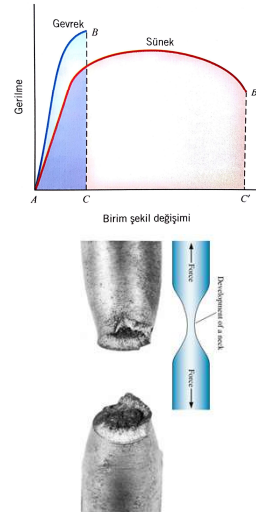
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Süneklik

Yüzde uzamada numunenin boyu esas alınır. Deformasyonun büyük ölçüde boyun bölgesinde olması gerektiğinden l_0 ilk boyun verilmesi gerekir. Aksi halde numune boyutu kısaltıkça boyun bölgesindeki uzamanın toplam uzamadaki yapı artar.

$$\%UZ = \left(\frac{l_k - l_0}{l_0} \right) \times 100$$



48

Bölüm 6

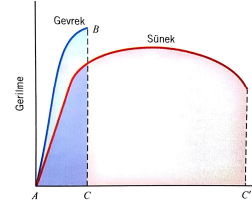
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

Süneklik

Yüzde kesit daralmasında ise alandaki değişim baz alınır.

$$\%KD = \left(\frac{A_0 - A_k}{A_0} \right) \times 100$$



49

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

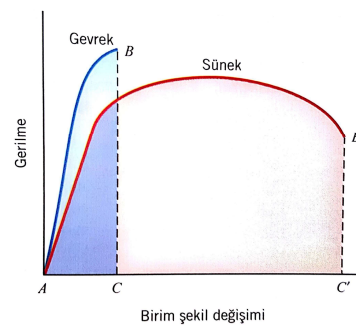
Süneklik

Süneklik neden önemlidir? Neden bilinmeli?

Yapının hasara uğramadan önce ne kadar deformasyona uğrayacağını gösterir.

İmalat esnasında metale verilebilecek deformasyon miktarını gösterir.

Kopma uzaması değeri % 5'den daha az olan malzemeler gevrek olarak kabul edilir.



50

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

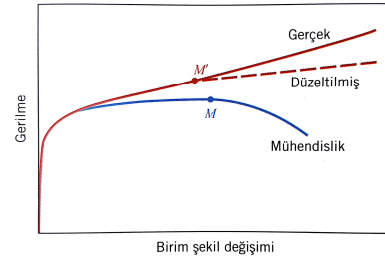
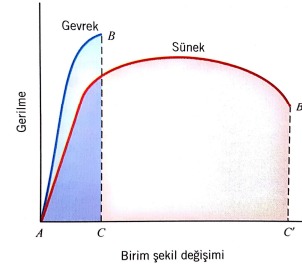
Gerçek Gerilme Gerçek Gerinme

Slayt 33, 34 ve 35'e bakın.

Aşağıdaki ilişkiler sadece boyun verme noktasına kadar geçerlidir. Bu noktadan sonra gerçek gerilme ve gerçek gerinmenin hesaplanabilmesi için yükleme anındaki kuvvet, kesit alanı ve ölçü boyu ölçülmelidir.

$$\sigma = S (1+e)$$

$$\varepsilon = \ln (1+e)$$



51

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

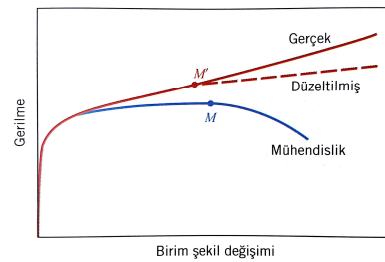
Gerçek Gerilme Gerçek Gerinme

Şekil değişiminin devam edebilmesi için gerekli olan gerçek gerilmenin M' noktasından sonra da arttığı görülüyor.

Boyun verme bölgesindeki değişen geometriden kaynaklanan aksenal gerilmeye ek olarak bileşik gerilme hallerinin de devreye girmesinden dolayı, boyun verme bölgesinde oluşan gerilme gerçek gerilmeye göre biraz daha düşüktür. Bu da düzeltilmiş eğri olarak grafiğe yansıtılır.

$$\sigma = S (1+e)$$

$$\varepsilon = \ln (1+e)$$

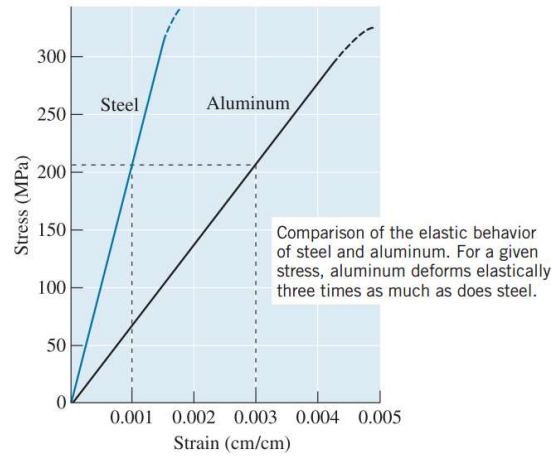


52

Bölüm 6

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler



Bölüm 6

53

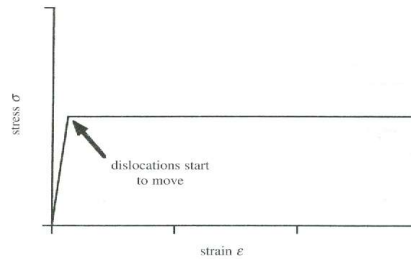
Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

TEK TANELİ KRİSTAL

Eğer çok taneli bir malzeme değilse tek taneli yani tek bir kayma düzleminde dislokasyon hareketi ile atomların bloklar halinde hareketi söz konusu olsa idi gerilme gerinme eğrisinin şekli değişirdi.

Gerinim artarken gerilim sabit kalır.



Bölüm 6

54

Mühendislik Malzemeleri

Mekanik Özellikler

ÇOK TANELİ KRİSTAL

Fakat mühendislik malzemelerinde çok farklı yönlenmelere sahip çok taneli yapılar bulunur. Her tanede kayma farklı değerlerde başlar bu nedenle tek tanelideki gibi doğrusal değildir eğri.

Ne kadar şekil değiştirmek istiyorsak o kadar gerilme uygulanmalı.

