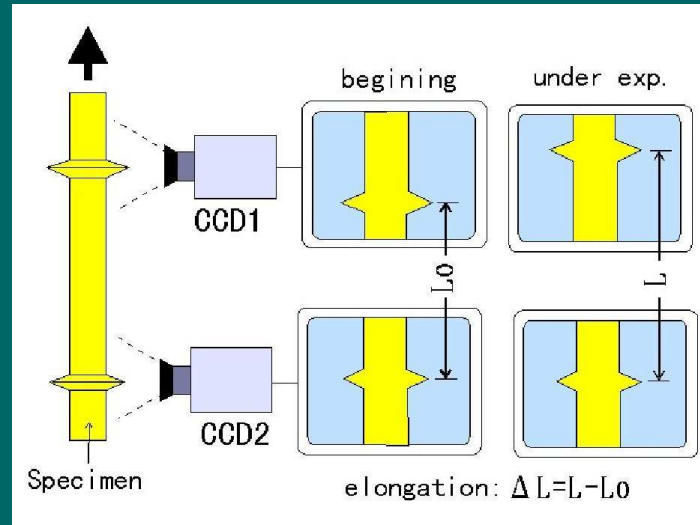


SÜRÜNME HASARLARI

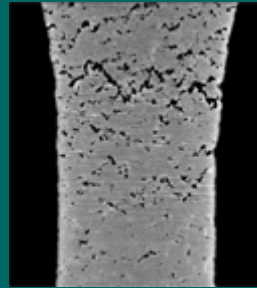
Sürünme ;

Yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemelerde görülen hasardır. Yük veya gerilme altında zamanla meydana gelen plastik deformasyona **sürünme** denir.



Günümüzde yüksek sıcaklık uygulamaları

- Türbinler
- Kimyasal ve Petrokimyasal endüstriler
- Nükleer Reaktörler alanlarında görülür.

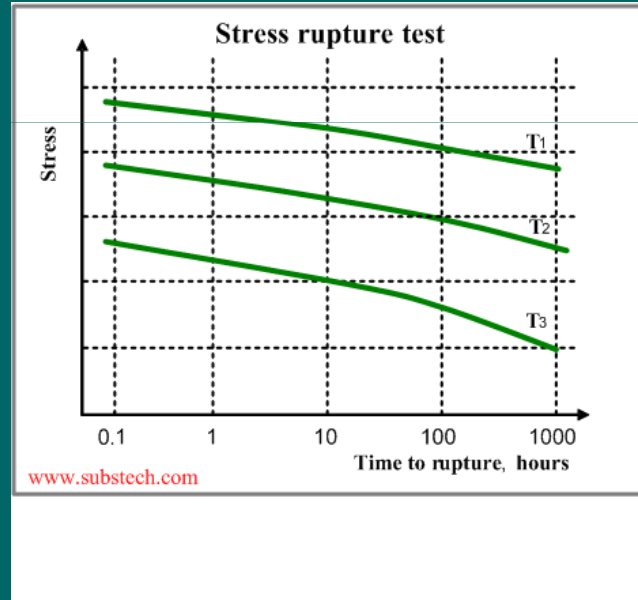


Sürünme genel bir kural olarak;

Metaller için : $T > (0.3-0.4) T_m$

Seramikler için : $T > (0.4-0.5) T_m$

şartlarında başladığı bilinmelidir.

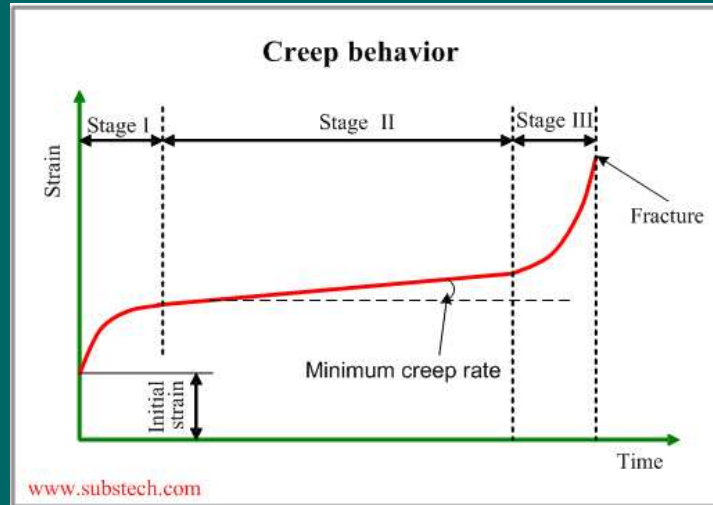


Aşağıda sürünme deneyi sonucu çıkan eğri görülmektedir.

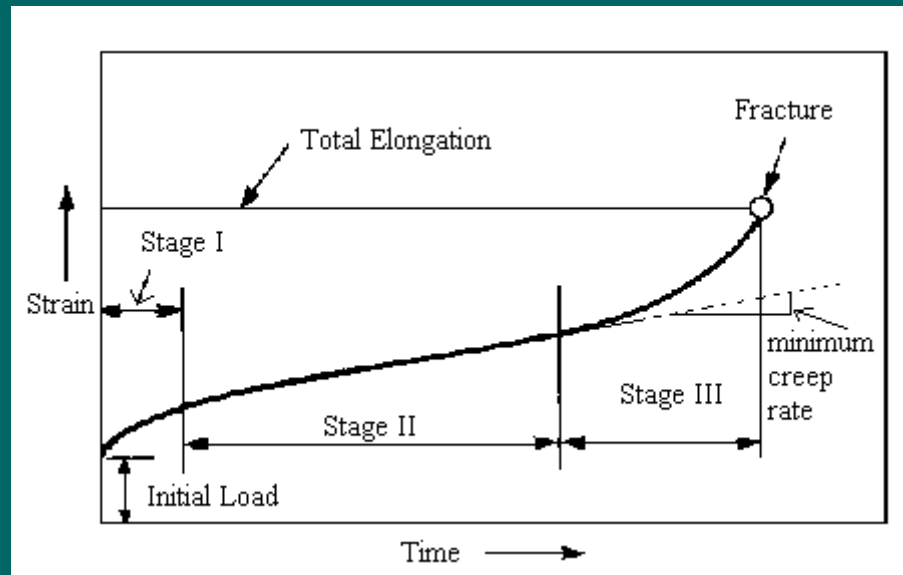


Sürünme eğrisi üç bölgeden ibarettir.

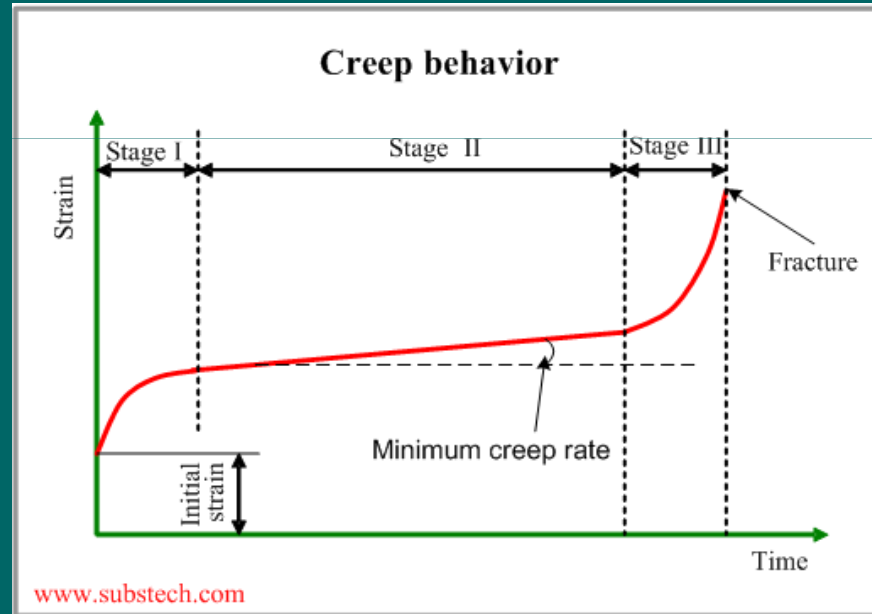
1.Bölge: Yükün etkisiyle numune uzar burada dislokasyon hareketleri hakimdir. Numunede deformasyon sertleşmesi olur. Diğer taraftan yüksek sıcaklık nedeni ile iç gerilmeler giderilir. Kendi ne gelme toparlanma oluşur. Deformasyon sertleşmesi hakim olduğundan **sürünme hızı** gittikçe düşer.



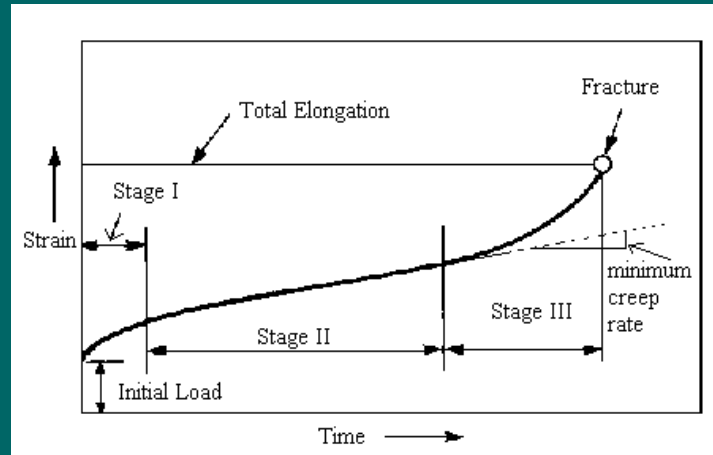
2.Bölge: Bu bölgede deformasyon sertleşmesi ile kendine gelme hızı birbirine eşittir. Bu bölgeye **kararlı sürünme** bölgesi de denir. Bu bölge sürünmeye karşı direnmede en yüksek değere sahiptir. Uygulamada çok önemlidir. Mühendislik hesaplarında saatteki, belli sıcaklıktaki sürünme hızı **SÜRÜNME MUKAVEMETİ** olarak alınır. Örnek olarak % saatte $10^{-5} - 10^{-7}$ gibi



Alternatif olarak bazen **sürünme mukavemeti** : belli sıcaklıkta % 1 birim şekil değişimine sebep olan gerilme olarak da tarif edilir.



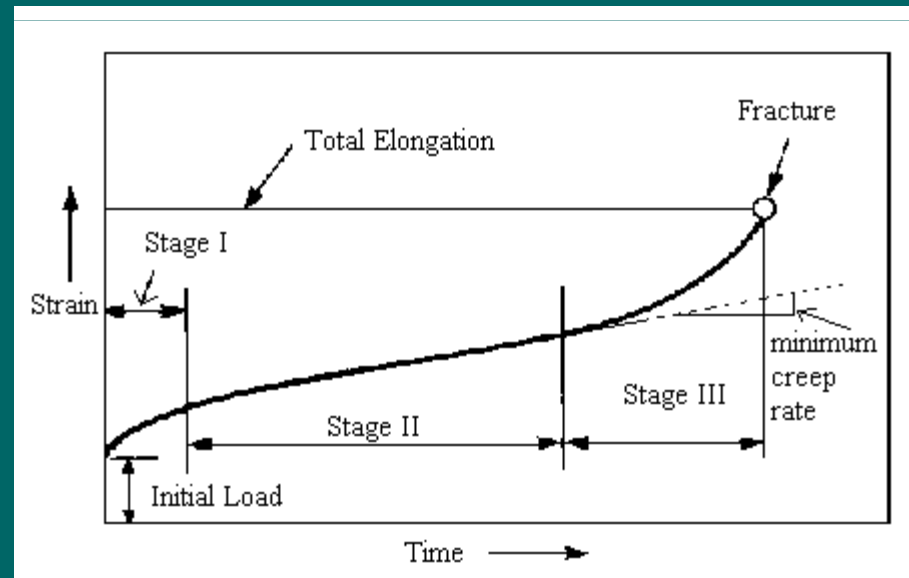
3.Bölge: Bu bölgede sürünme hızı tekrar artar. Numune boyun vermeye başlar. Hızdaki budeğişim malzemenin iç yapısındaki değişimden, boşluk oluşu mundan, boşlukların birleşmesin den ta ne sınırlarının kaymasından hızlı bir plastik deformasyon oluşur. Sonunda kopma meydana gelir.



Sürünme eğrisine bakarak toplam deformasyon miktarını

$$\epsilon_{t,s} = \epsilon_0 + \epsilon_s + \epsilon_{ks} \cdot t$$

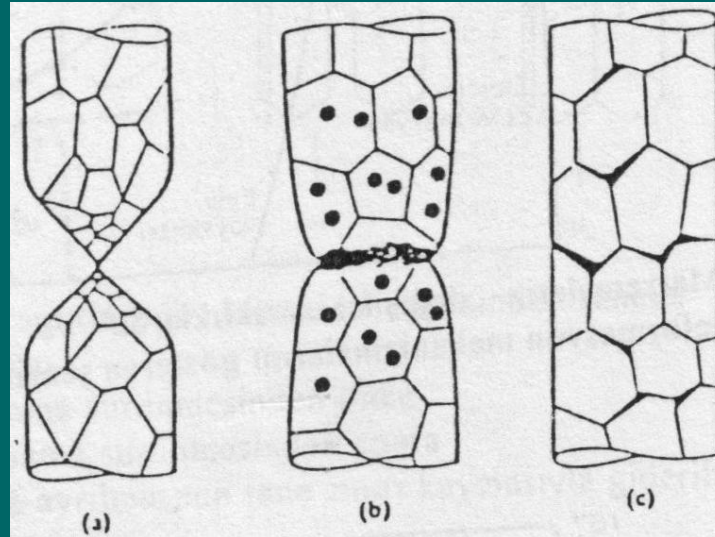
şeklinde yazabiliriz.



Yüksek Sıcaklıkta Kırılma:

Bu kırılmanın şekli malzemeye, sıcaklığa, uygulanan gerilmeye bağlıdır. Yüksek sıcaklıkta kırılma;

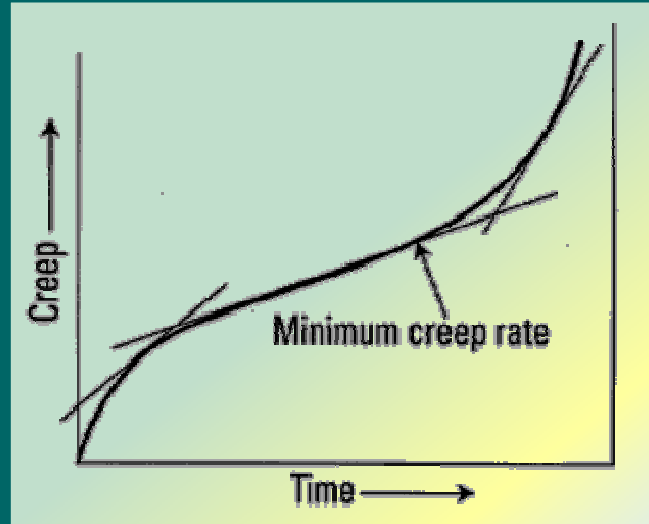
- Kopma şeklinde (a)
- Taneleri keserek sürünme şeklinde (b)
- Taneler arası sürünme şeklinde olur. (c)



Yüksek Sıcaklık Hasarlarının Analizi:

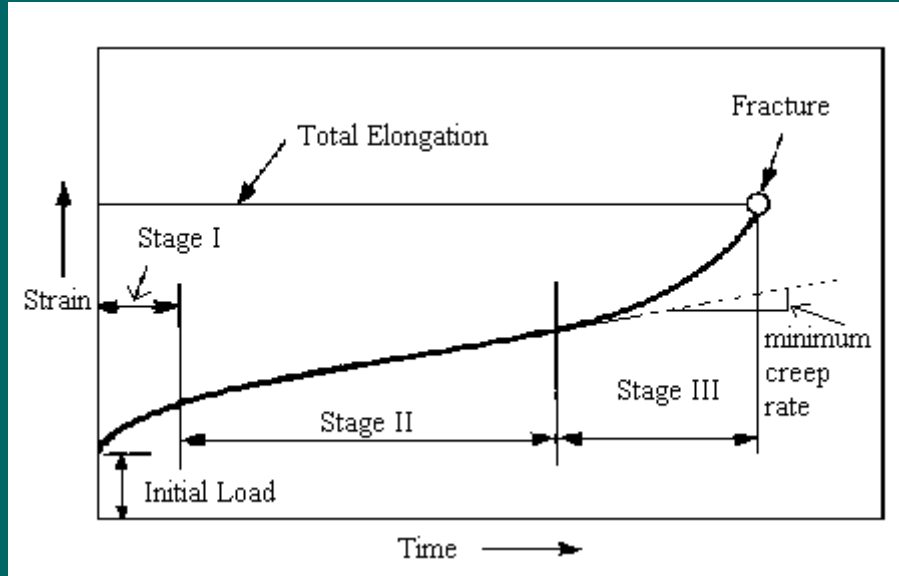
Bu analiz yapılırken aşağıdaki terimlerin tanımları mutlaka belirtilmelidir.

1. Sürünme Hasarı: Kırılma olsun veya olmasın parçanın yüksek sıcaklık ve gerilme altında aşırı plastik deformasyona veya çarpılmaya uğramasıdır.

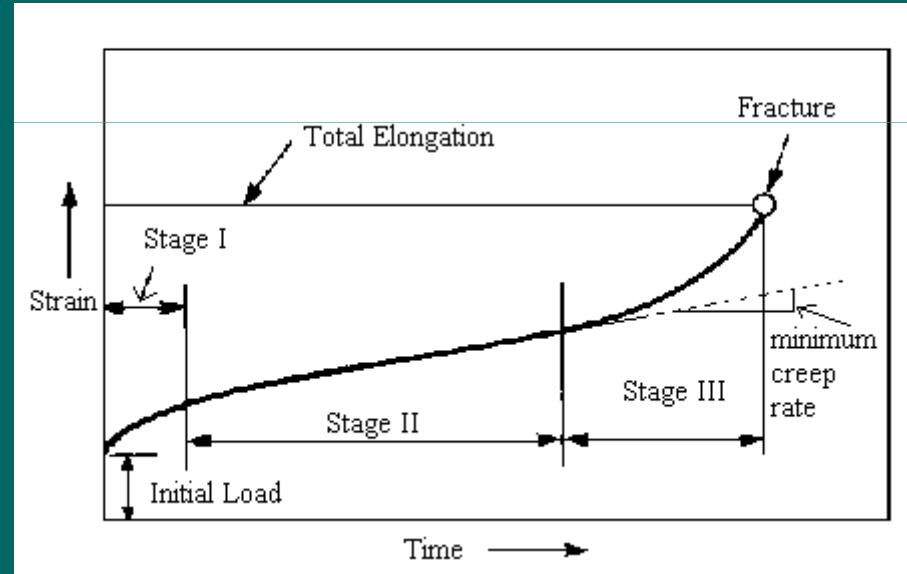


2. Gerilme Kopma Hasarı: Yukarıdaki şartlarda parçanın gerçek kopma olayıdır.

3. Sünek Gerilme Kopması: Sürünmenin 3.bölgesinde kırılma yüzeyi yakınında taneler uzamış durumdadır ve kırılma tane içi şeklinde olur. O anda sürünme hızı yüksektir.



4. Gevrek Gerilme Kopması: Bu kopma tane sınırları boyunca çok fazla boyun vermeden düşük sürünme hızlarında ve yüksek sıcaklıklarda olur.



Bu hasar analizinde aşağıdaki laboratuvar teknikleri de yapılmalıdır.

a) Gözle, büyüteçle veya mikroskopla büyüterek inceleme

b) Hasar yüzeylerinin mikro fotođrafları

c) Hasar yüzeylerinin elektron mikroskobu ile fotođrafları

d)- Gerekirse ;

1. Tahribatsız muayene

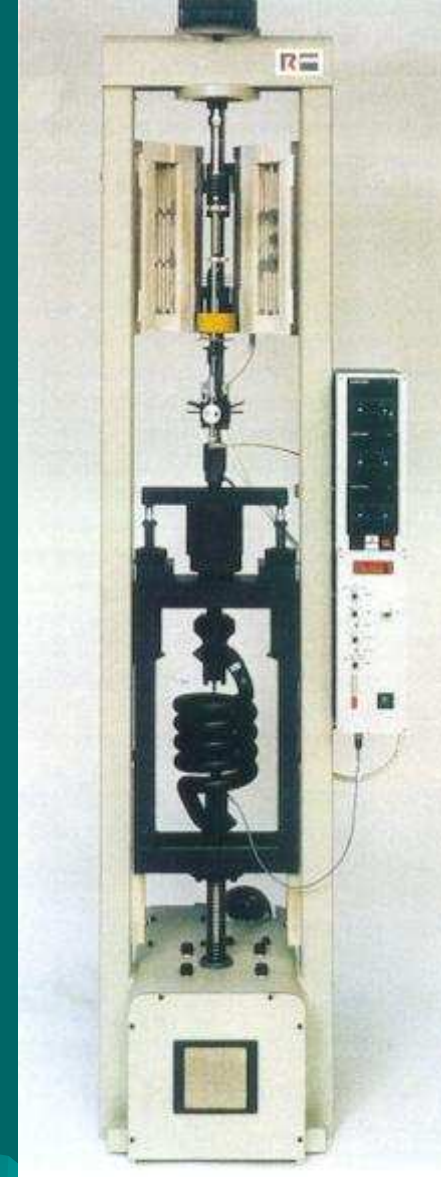
2. Kimyasal analiz

3. Artık gerilme ölçümü

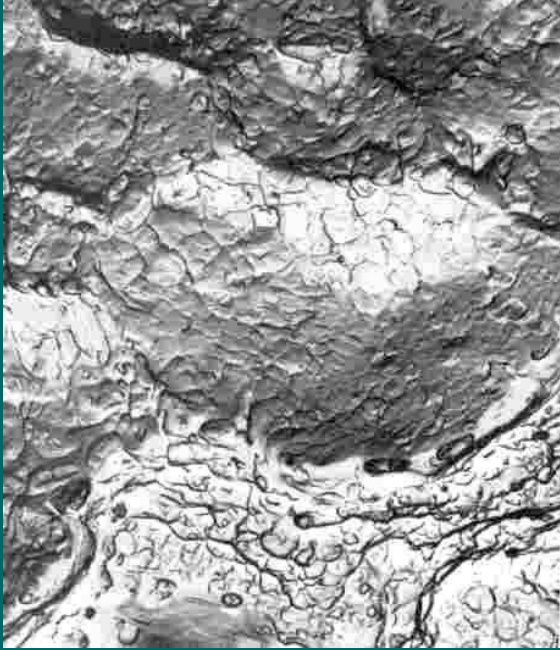
4. Çeşitli fazların mikro analizi

5. İç yapı incelemeleri yapılmalıdır.

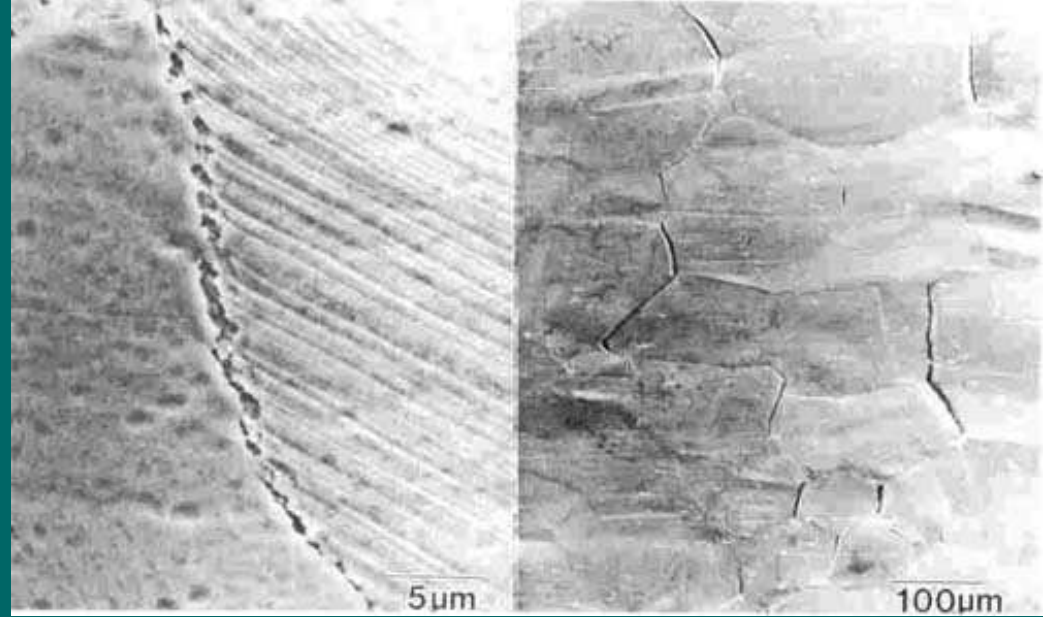
Sürünme Hasarı Örnekleri Ve Sürünme Makinesi



Sürünme Hasarı Örnekleri İç Yapı

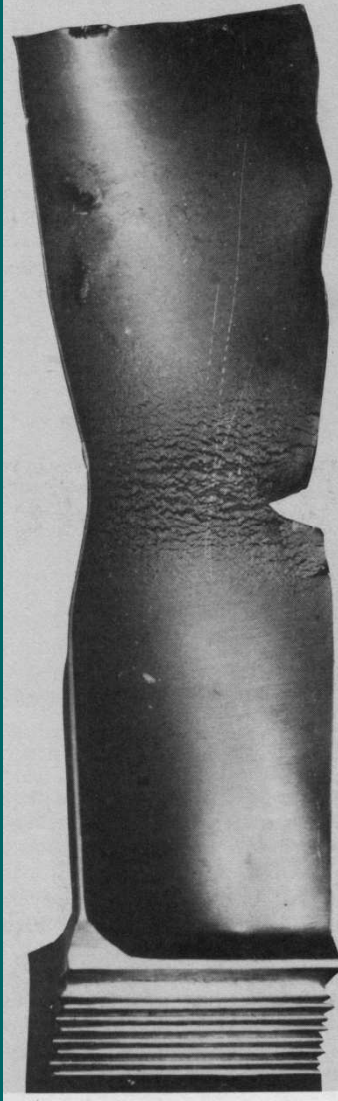


Taneler arası
kırılma



Sürünmede boşluk ve
küçük çatlaklar

Sürünme Hasarı Örnekleri

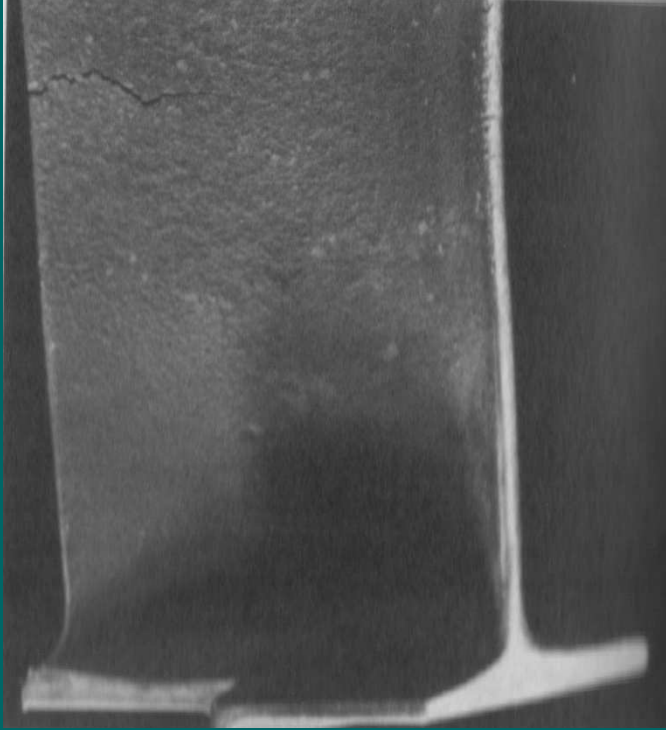


Uçak türbin kanadında taneler arası çatlama ve tipik sü rünme de formasyonu

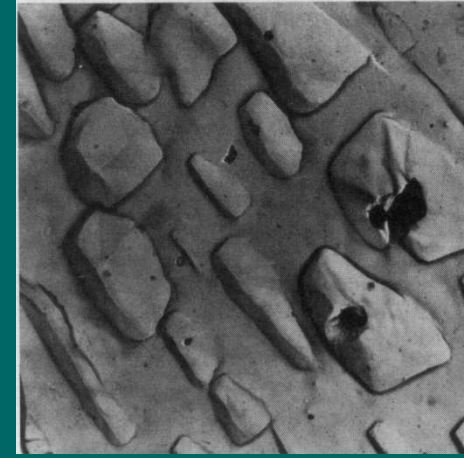


Türbin ka nadındaki sürünme sebebiyle germe ve boyun te şekkülü

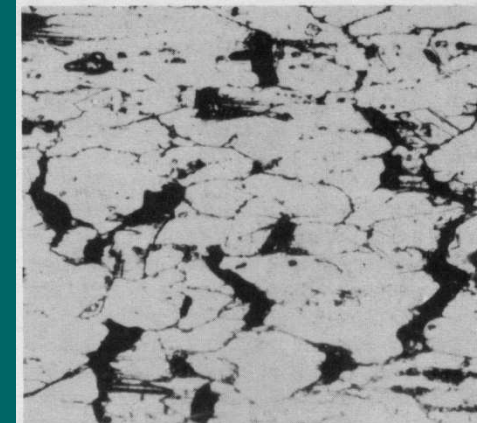
Sürünme Hasarı Örnekleri



Türbin kanadındaki sürünme sebebiyle oluşan **çatlak**



Sürünme testinden sonra düşük bir sıcaklıkta darbe ile kırılmış bir numunenin kırılma yüzeyindeki **sürünme boşlukları** TEM de 5000X büyütme



618 C° östenitik paslanmaz çeliğin gerilme kırılma yüzeyine yakın 300X büyütmedeki yapısı ²⁰