

EKLER

I—TANE BÜYÜKLÜĞÜNÜN TAYİNİ

TANE BÜYÜMESİ

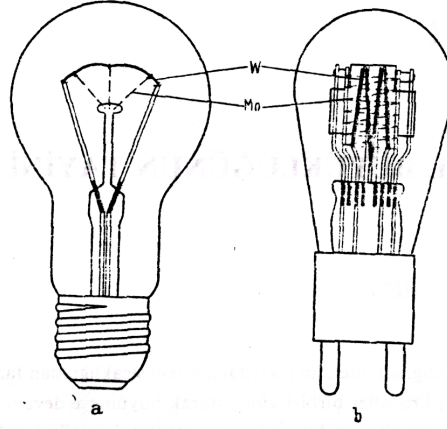
Tavlama sıcaklığının, metalin rekristalizasyon sıcaklığından fazla olması halinde, yeni oluşmuş kristaller birbirlerini yutarak büyümeye devam edeceklerdir; içyapı nispeten kaba taneli olacaktır. Kristal sınırları, kristalin içinden daha yüksek enerjiye sahip bulduklarından birçok kristalli kitle, tane sınırlarından bazıları yok olacak olursa, enerjisini düşürecektir. Bunun sonucunda, rekristalizasyonun üstünde sıcaklıklarda iri kristallar küçükleri yutarak irileşir. Bir kristal sınırı, boyunu kısaltmak amacıyla kendi eğrilik merkezine doğru hareket eder. Bunu kolaylaştırmak için atomlar sınırlar arasından daha büyük stabiliteli pozisyonlara göçerler; burada Onlar, irileşen kristalin içbükey kristal yüzünde daha çok komşuyla çevreneceklerdir. Dolayısıyla irisi daha irileşecek, ufağı daha ufalacak-tır. Aynı mekanizma tipi (bu kez bir sıvı filmi boyunca yüzey gerilimi), bir bardak bira köpüğünde küçük hava kabarcıklarının irileri tarafından yutulmasına neden olur. Tane büyümesinin boyutları büyük ölçüde aşağıdaki etkenlere bağlıdır:

a)Tavlama sıcaklığı. Sıcaklık arttıkça, tane boyutu artar.

b)Tavlamanın süresi. Tane büyümesi önce hızlı vaki olur, sonra yavaşlar.

c)Önceki soğuk işlemenin derecesi. Genellikle büyük şekil değiştirmeler, kristalların içinde çok sayıda yüksek enerjili bölgelerin oluşmasına götürür. Bu, rekristalizasyonda birçok çekirdeğin meydana çıkmasına yol açar ve dolayısıyla tane boyutu küçük olur. Aksine, hafif şekil değiştirme az çekirdek meydana getirir ve sonuçtaki tane boyutu büyük olur

(d) Metal ya da alaşıma erimez ilâvelerin etkisi. Buna örnek, tungsten lamba (ampul) filamentlerine thoria (thorium oxidi) kullanılmasıdır. Burada thorica filmleri aşırı gevrekliği önler; aksi halde ampul filamentlerinde (Şekil: 329) yüksek sıcaklıkta uzun süre kalmaktan bu aşırı gevrekleşme vaki olur.



Şekil: 329 — Mo ve W'in (a), bir ak-korlu lamba (ampul) ve (b), bir elektronik tüpte kullanılması.

(e) Aralarında en çok kullanılan Ni olduğu bazı alaşım elementlerinin ilâvesi Ni, çelikler ve bazı demirdışı alaşımlarda tavlama ve sair ısıl işlem süreçleri sırasında tane büyümesini sınırlar.

Bu etkenler arasında en hassas denetim gerektiren, tavlama sıcaklığıdır. Bazı alaşımlar, özellikle pirinçler, tavlama sıcaklığı değişmelerine aşırı ölçüde duyarlı olup yüksek tarafından bir 100°C'lık hata, belli bir tavlama süresi için tane boyutunu beş kat artırabilir.

Bu kaba tane, bunun karşılığında, daha sonraki bir şekillendirme işlemi sırasında, "portakal kabuğu" olarak bilinen pürüzlü ve buruşuk bir yüzey ile birlikte süneklik kaybına götürür.

Kaba tane bir kez böylece nihaî boyutta malzemede hasıl olduktan sonra çelikte olduğu gibi ısıl işlemle inceltilemez.

Tek çare, pirinci yeniden ergitip, birkez daha nihaî boyuta varılana kadar haddeleme ve tavlamanın tüm aşamalarına gitmektir.

TANE BOYUTUNUN MEKANİK NİTELİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Genel olarak bir homogen çok kristalli malzeme, gelişigüzel yönelmiş ve birbirinden az veya çok çarpılmış sınır hacimleri, tane sınırlarıyla ayrılmış çok sayıda kristal veya taneden ibaretmiş gibi görülebilir. Bu itibarla çok kristallıların mekanik niteliklerinin, bunların tanelerinin niteliklerine yakından bağlı bulunduğu açıktır. Bireysel (serbest) kristallitlerin mekanik davranışı, bununla birlikte çok kristallıların mekanik nitelikleri tayin etmez. Mekanik yükleme altında çok kristallıların mekanik niteliklerinin tartışılmasında bir çok kristalli agreyatta "bağlı" kristallarla "serbest" tek kristalların davranışlarındaki farklılığın gözönüne alınması esastır. Bu farklar başlıca şunlardır:

1-Bir çok kristalli dokunun bireysel tanelerinin başlıca kayma sistemlerinde etkili makaslama gerilmeleri farklıdır ve bu farklılık tanelerin değişik yönlenmesiyle saptanmıştır.

2-Tane sınırları (sınır hacimleri) kaymanın ve taneden taneye şekil bozulmasının gelişmesine engel çıkarır, çokkristalli dokularda saptanabilir bir makroskopik şekil değiştirme tek kristaldakinden daha yüksek bir gerilmede gözlenir.

3-Bir çok kristallıya bir dış kuvvet uygulandığında, farklı biçimde yönlenmiş komşu taneler arasında sınırlarda şekil değiştirmenin bazı birleştirme koşullarına uyması gerekir, yani bunlar komşu sınır hacimlerinin içine yerleştirileceklerdir.

4-Tane sınırlarının bazı bölümleri, yüklemde dislokasyon menbaı gibi hareket edebilirler ve dislokasyonların çoğalmasının bilinen mekanizmasına uygun olarak taneler içinde dislokasyon yoğunluğunu artırır. Gerek bunun, gerekse bundan öncekinin sonucu olarak bir çokkristalli dokuda tek bir kristalin ve bir tanenin aynı şekil değiştirmesinde, sonucunda dislokasyon yoğunluğu daima dahayüksek olur.

5-Çokkristalli dokularda, yüzeyin durumu (geometrisi)nde gözlenen değişmelere dayanarak doku içinde vaki olan süreç hakkında bir sonuca varılamaz. Bununla birlikte tek kristallarda yüzeyde oluşan basamakların ve yüzey geometrisinin sair distorsiyonlarının kristal içinde plastik şekil değiştirmenin belli bir aşamasının gelişmesine işaret olduğu bilinir.

6-Yüksek sıcaklıklar ve büyük yüklerde şekil değiştirme tercihan, çokkristallının en çok istorsiyona uğramış bölümleri olan sınır hacimlerinde gelişir; bu, toplam şekil değiştirmeye büyük ölçüde yardım eder.

Gerilmiş bir çokkristalli malzemenin elastik ve elastik-plastik davranışını belirginleştiren önemli bir kavram, kendi sınırlarında bireysel taneler arasındaki temasın bozulmadan kaldığıdır.

Bir çokkristalli dokuda taneler isotropik ve homogen olmayan şekilde şekil değiştirdiğinden bu, komşu tanelerin şekli bozulmuş halinin bazı tanelerin, sınırlarına yakın (sınır hacimleri içinde) yerde başkalarıyla uygunluk haline gelmesini sağlayacak şekilde olduğu anlamındadır.

Mekanik nitelikler üzerine çokkristalli dokularda tane sınırlarının başlıca etkisi, bir müşterek tane sınırının her iki yanındaki bazı (sınırlı) tane bölgelerinde şekil değiştirmenin, tanelerin birbirleriyle uygunluğunu sağlamak üzere müştereken gelişmesinden ibarettir. Şekil değiştirme sırasında çokkristallının sürekliliğini saptayan bu koşul, sınır dislokasyon menbalarının harekete geçirilmeleri halinde yerine getirilmiş olur. Her tane içinde plastik şekil değiştirme kendi kayma sistemleri içinde dislokasyon hareketiyle meydana geldiğinden, von Mises prensipine göre sınırlarında taneler arasında mikroskopik bağlantıyı sağlamak (malzemenin sürekliliğini muhafaza etmek) üzere genel olarak beş bağımsız kayma sisteminin etkin olması gerekir. Bu kayma sistemlerinin işlemesi, tanelerin sıralanmalarının koşullarını sağlar.

Makaslama gerilmelerine göre en elverişli şekilde yönlenmiş tanelerde başlamış olan kayma, tanelerin içinde bazı kayma sistemlerinde gelişir ama esas itibarıyla sınırın ötesinde komşu tanelere geçemez şöyle ki bunlar orada şekil bozulmanın geliştiği (dislokasyonların hareketlendiği) aynı düzlem ve aynı yönde "rastlaşmazlar." Böylece de bir çokkristalli dokunun mekanik yüklenmesinde σ (d) ortalama gerilme iki bileşenden oluşur: sınır hacimlerinde

müşterek şekil değiştirmeyi sağlayan σ_b ile bir tane (tanenin çekirdeği) içinde hareket eden σ_{in} d, tanelerin ortalama boyutu ise

$$\sigma(d) = \sigma_b + \sigma_{in} \quad \text{yazılabilir.}$$

σ_{in} tane boyutuna bağlı olması halinde sorun ciddi şekilde basitleşir Ancak bu, çoğu kez, böyle olmaz. Tane boyutunun mekanik nitelikler üzerindeki etkisi tetkik edilirken, ölçülen değerlerdeki değişmelerin, sonunda, tane sınırlarının (sınır hacimlerinin) etkisine bağlı olduğu hatırlanacaktır. Tane boyutunun mekanik nitelikler üzerine etkisinin saptanmasında başlıca zorluk, birçok halde, farklı ortalama tane boyutlu aynı malzemeden değişik numunelerde tanelerarası ve sınır hacimleri arasındaki ilişkiyi bilmeyişimizden ileri gelmektedir. Bu husus mekanik nitelikler üzerine tane boyutunun etkisini saptamaya yönelik çeşitli deney sonuçlarının tahlilinde daima gözönünde bulundurulacaktır

Çokkristalli metalların (sınır kaynamasının gelişemediği) alçak sıcaklıklarda mukavemeti üzerinde tane boyutunun etkisi, gerilmenin makaslama bileşeni tarafından harekete getirilen bireysel kayma bandlarında gerilme yoğunlaşmasına atfedilebilir. Bu teorinin başlıca varsayımları şu yönlerde dir:

(1) Tane sınırları, dislokasyon kaymasının yayılmasına ve birleşmeye kesin engeldirler;

(2) Plastik akışı başlatmak için gerekli tanelerarası gerilme yoğunlaşması, tane boyutundan bağımsızdır. Bu varsayımlarla, bir kayma bandının mertebesi veya tanelerin d ortalama çapı üzerinde makaslama gerilmesinin bağımlılığı şöyle ifade edilebilir:

Burada T_0 , tane sınırlarının mukavemet arzetmedikleri zaman kaymayı başlatmak için gerekli makaslama gerilmesi, k_s de, bir kayma bandının ucunda gerilme yoğunlaşmasını niteleyen bir katsayıdır.

Bir çokkristalli metalda hacimsal makroskopik plastik akış durumunda, akış gerilmesine bütün tanelerde ve her tanede plastik şekil değiştirmenin yerel olarak sürekli olması için yeterli yüksek sayıda kayma sistemlerine varılacaktır. Bu itibarla, hacim şekil bozulması tansörün (bir reaktörün uzama oranı) koordinat sistemi içinde tanelerde etkin kayma sistemlerinin değişimini saptayan ortalama yönlenme faktörü (katsayı) M i gözönüne almak gerekiyor. Bu durumda T , uygulanan dış gerilmeyle beraber olacak, $\sigma = MT$ (çokkristalının her tanesinin malzemenin tüm hacmiyle aynı şekilde şekil değiştirdiği varsayılarak) ve nihâî denklem şeklini alacak. Yüzey merkezli kübik sistemde $M = 3.1$; hacim merkezli kübik sistemde $M = 2.9$; sıkı paketlenmiş altıköşeli sistemde $M = 6.5$ dir.

$$\tau = M\tau_0 + Mk_s d^{-1/2}$$

Çok uzun ve yönlü olan işbu teorik mülâhazaları, konunun büyük önemi itibariyle çok özet olarak sunduk. Bunun çok büyük boyutlu olup geniş araştırmalara açık olduğunu vurgulayarak onu burada kesiyoruz.

TS 1695, Bakır ve bakır alaşımları ortalama tane büyüklüğü tayini standardı, kitabın konusu itibariyle, zikredilmeye değer. Burada "tane", şöyle betimleniyor: Tane, herhangi bir metal kesitindeki bir kristalin sınırları içinde kalan alandır.

Standardda tane büyüklüğü tayininin duyarlı bir ölçme olmadığı belirtiliyor ki bu beyan, yukardaki ifadelere uymaktadır. Bu Standard, esas itibariyle bir fazdan oluşan bakır ve bakır alaşımlarının ortalama tane büyüklüğü tayininde kullanılan üç işlemi ve belirtme kurallarını kapsıyor ki bunlar sair metallara da teşmil edilebilir. Bu işlemler, karşılaştırma, kesişme ve planimetrik olarak adlandırılır.

Standard, Standard tane büyüklüğü resimlerini de vermektedir.