

MAGNEZYUM ALAŞIMLARININ ISIL İŞLEMLERİ

Sınaî ultra-hafif alaşımlara tekabül eden denge diyagramlarının çoğu, magnezyumdan yana zengin, yaygınlığı sıcaklığa bağlı bir eriyik içerir: bu alaşımlarda, dolayısıyla, su verme ve içyapısal çökeltme ile iyileşme olanağı vardır. Bununla birlikte bu ısıl işlemler burada, alüminyum esaslı hafif alaşımlarda gösterdikleri etkinliği bütünüyle gösterememekte ve dolayısıyla de, daha az genelleşmişlerdir. Mg-Al ve Mg-Al-Zn alaşımları, aşağıdaki sınırlar içinde ısıl işlem kabul edebilirler:

Mg-Al alaşımları: % 7 < Al < % 12

Mg-Al-Zn alaşımları: % 7 < Al + Zn < % 13 ve Al ≥ % 5

Belli Mg₄Al₃ bileşiminde kristallerin tam katı eriyik haline getirilmelerini sağlamak üzere yeterli derecede yüksek bir sıcaklıkta uzunca süre ısıtılmadan sonra alaşım havada soğutulacak olursa soğuma hızı, pratik olarak stabil kalan homogen fazla doymuş bir katı eriyiki oda sıcaklığında tutmak için genellikle yeterli olur: alaşım *homogenleşmiş-stabil durumda'dır* denir. Homogenleştirme işleminin sonuçları R ve A'nın bir belirgin artışı, yorulma sınırının yükselmesi ve elastik sınırla sertliğin hafifçe artması şeklinde olur.

Önceden homogenleştirilmiş-stabilize edilmiş alaşımın 150°C mertebesinde uzun süreli bir menevişe tâbi tutulması halinde katı eriyik ayrışır ve fazla doymuşluk halinde bulunan Mg₄Al₃ bileşim bölümünün içyapısal çökeltmesi vaki olur: alaşım *tavlanmış halde'dir* denir. Bu tamamlayıcı işlem kopma mukavemetini, elastik sınır ve sertliği daha da artırır; etki özellikle bu son iki karakteristik için belirgindir; buna karşılık yorulma sınırı ve kopma uzaması düşer ve hatta, dökme parçalarda dökümden çıkmış haldekinin altına bile inebilir.

Örnekler:

Al = % 6.0; Zn = % 3.0; Mn = %0.35 bileşimli alaşım.

| Karakteristikler | Dökümden çıkış halde | Homogenleştirilmiş (70 sa 405°C'ta) | Tavlanmış (50 sa 165°C'ta) |
|----------------------|-------------------------|--|-------------------------------|
| R kg/mm ² | 18 | 24.5 | 24.9 |
| Y kg/mm ² | 10 | 12 | 18.5 |
| A % | 4 | 8 | 2 |
| Sertlik HB | 55 | 56 | 77 |

Al = % 8.5; Zn = % 0.4 Mn = %0.25 bileşimli alaşım.

| Karakteristikler | Dökümden çıkış halde | Homogenleştirilmiş (72 sa 380°C'ta) | Tavlanmış (500 sa 140°C'ta) |
|----------------------|-------------------------|--|-----------------------------------|
| R kg/mm ² | 18 | 26 | 28 |
| Y kg/mm ² | 10 | 11 | 15.3 |
| A % | 3 | 10 | 6 |
| Sertlik HB | 48 | 50 | 70 |

Homogenleştirme-stabilize işlemleri başlıca dökme parçalara uygulanır, tamamlayıcı tav'a az başvurulur; şekillendirilmiş ürünlerde (saçlar, profiller, döğme veya basma parçalar) genellikle bir rekristalizasyon ve gerilim giderme tavlamaıyla yetinilir.

Önemi itibariyle ısıl işlem konusu üzerine biraz daha yayılacağız.

Yukarda sözü edilmiş ısıl işlemler, üç esas tipe indirgenir: Eriyik ısıl işlemi, çökeltme ya da yaşlandırma ve tavlama. Bunlara ek olarak, stabilizasyon-homogenleştirme ve gerilim giderme işlemleri de uygulanmaktadır. Bunlardan ilki bir çökeltme tipi olup sonuncusu tavlama ile ilintilidir.

Eriyik ısıl işlemi, alaşım malzemesini, bazı bileşenlerin eriyik hale geldiği bir sıcaklığa ısıtıp bunları soğuma sırasında eriyik halde tutmak üzere daldırmaktan ibarettir.

Çok değişik bileşimde Mg alaşımları, alüminyumunkiler gibi, sertleştirme ve aşlandırmayla kuvvetlendirilebilirler. Alaşımların mukavemetlerini artırma kabiliyeti, bileşenlerinin (Al, Zn, Zr vb.) sıcaklıkla magnezyum içinde eriyebilmede gösterdikleri değişikliğe bağlıdır. Isıtma, fazla fazların (MgZn₂, Al₃Mg₃, Mg₃Al₂Zn₂, vb.) eritilmesine götürür, şöyle ki sertleştirmeden sonra bir fazla doymuş katı eriyik elde edilir. Sonra da alaşımı pekiştirici fazlar, yaşlandırmada çökelerler. Mg alaşımlarının bir özel niteliği, difüzyon sürecinin yavaşlığı olup dolayısıyla faz dönüşümleri de yavaş gelişir. Bu, sertleşme için (4 ilâ 24 sa.) ve yapay yaşlandırma için de (16 ilâ 24 sa) uzun tutma sürelerini gerektirir. Bu aynı nedenle alaşımlar havada soğutarak (daldırarak) sertleştirilebilirler (genellikle daldırma için sıvı kullanılmaz). Birçok alaşım dökümleri, sıcak çalışmadan sonra havada soğutarak sertleştirilir. Dolayısıyla alaşımlar, onları önceden sertleştirmeden pekiştirilebilirler.

İngot ve sair döküm parçalar çoğunlukla 15 ilâ 30 sa süreyle 400-420° C ta homogenleştirme-stabilizasyon tavlamaına, alaşım elementlerinin ayrılıp bir yerde toplanmalarını (segregasyon) yok etmek için, tâbi tutulurlar.

Mg alaşımlarının homogenleştirilmelerinde tane sınırları boyunca çökelmiş olan fazla fazlar erirler ve bileşim, tanenin bütün hacmi içinde eşitlenmiş olur. Bu keyfiyet mekanik çalışmayı kolaylaştırır ve mekanik nitelikleri yükseltir.

Şekil değiştirme (yoğurulma) dan hasil olan sertleşme, yakl. 350°C'ta rekristalizasyon tavlamaıyla giderilir (alaşımların rekristalizasyon sıcaklığı 250-280°C'tır).

Döküm alaşımları 200-300°C'ta yaşlandırılırlar (T1). Genellikle 380-420f C'ta ısıtılarak yaşlandırılırlar (T4). Oksitlenmeden kaçınmak için ısıtma, % 0.7 ilâ 1.0 SO₂'li hava atmosferinde

yürütülür. Azami mukavemet artışı etkisini elde etmek için, sertleştirmeyi 175-200°C'ta bir yapay yaşlandırma (T6) takibeder.

Yukarda söylendiği gibi, Mg alaşımlarının yaşlandırılmasında nitelikler, Al alaşımlarında olduğundan daha az değişirler. Yaşlandırmayla Mg. Bu nedenle ısı işlem çoğunlukla, alaşımların mekanik niteliklerini iyileştiren homogenleştirmeye alaşımları mukavemetten ancak % 20 ilâ 35 mertebesinde kazanırlar. Alaşımların sünekliği ise bu işlemle azalır inhisar eder.

Doğal yaşlandırma, Mg alaşımlarının içyapı ve niteliklerinde değişmelere götürmez.

T6 işlemi yüksek akma mukavemeti ve sertlik geliştirir ve dolayısıyla yüksek ölçüde yüklenmiş dökümlere tavsiye edilir.

Stabilizasyon başlıca dökme alaşımların yüksek sıcaklıklarda çahşma sırasında şişmelerini önlemek ya da asgariye indirmek için uygulanır. Aynı zamanda gerilmeleri giderir ve sürünme mukavemetini artırır. Şişme, esas itibariyle, katı eriyikten çökemiş bileşenlerin birarada birikmelerinden meydana gelen hacim değişmesidir. Stabilizasyon işlemi bu birikmeyi, döküm parçanın yüksek sıcaklıkta hizmete girmesinden önce büyük ölçüde hasıl ettiğinden çalışma sırasında ancak ihmal edilebilecek miktarda şişme vaki olur.

Stabilizasyon, döküm parçalara, F veya T4 işlemi görmüş haldeyken uygulanabilir. Mutat işlem, 4 sa. süreyle 260°C'a ısıtmaktan ibarettir. Bunun F işlemi(sertleştirmesi) nin mekanik nitelikleri üzerinde çok az etkisi vardır. Ancak eriyik ısı işleminden sonra yapıldığında T6 sertleşme mertebesinde nitelikler hasıl eder. Dökümden çıktığı halde (F) parçalarda stabilizasyon T5 sertleşmesi, T4 malzemesinde de T7 sertleşmesi hasıl eder.

Yine yukarda söylendiği gibi Mg alaşımları, oda sıcaklığında çok yavaş yaşlanma sertleşmesine uğrarlar. T4 koşullu alaşımlar oda sıcaklığında yaşlandırılabilirler. Böylece AZ63-T4'in beş yıl süreli 22 ilâ 32°C'ta yaşlandırılmasından sonra çekme mukavemeti yakl. % 14, akma sınırın % 68 ve Brinell sertliği de % 22 artmıştır. Aynı süre içinde sünekliği yakl. % 32 ve darbeye mukavemeti de % 57 azalmıştır.

AZ63-F'in beş yıl oda sıcaklığında yaşlandırılmasından sonra akma sınırı yakl. % 20 artmış, sünekliği % 33 kadar azalmıştır; öbür niteliklerinde bir değişiklik görülmemiştir.

AZ92-T4, AZ63-T4'e göre biraz daha oda sıcaklığında yaşlanmaya eğilimlidir. F ve T4 koşullarında bütün katı eriyik tipindeki dökme alaşımlar, oda sıcaklığında yıllar mertebesinde sürelerde yaşlanma sertleşmesine uğrama kabiliyetindedirler. Bununla birlikte bu eğilimin, AZ92 ve AZ63 tipleri dışında, fazla önemi yoktur. Bütün alaşımlar, T5, T6 veya T7 koşullarına dönüştürüldüklerinde oda sıcaklığında yaşlanmaya duyarlılıklarını kaybederler.

Daldırma, iç gerilmeler ithal edebilir. T6 koşulunu hasıl etmek üzere ılımlı sıcaklıkta yaşlandırma, daldırma gerilmelerini bertaraf etmeye meyleder.

Şekillendirilmiş AZ31, AZ61 ve başka yüksek mukavemetli alaşımlardan oda sıcaklığı ya da hafifçe yüksek sıcaklıklarda oluşturulmuş parçalar, içte işleme gerilmeleri saklayabilirler. Bu da, bazı durumlarda, gerilme korozyonu çatlamaasına götürebilir. Bunu önlemek için bu parçaların bir gerilim giderme ısı işlemine tâbi tutulmaları gerekir.

Bu amaçla 1 saatlik 150°C'ta bir işlem etkin olur. 260°C ve daha yukarı sıcaklıkta oluşturulan parçalarda bu işleme gerek kalmaz, zira bunlarda bu gerilmeler çok düşük olur.

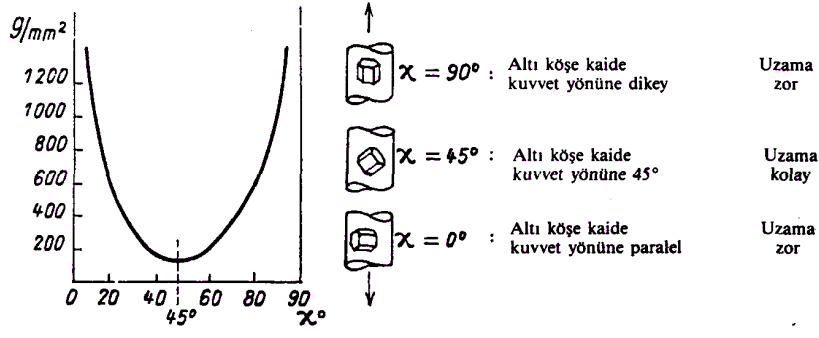
Ultra-hafif alaşımların kristal yapısının inceltilmesi

Kuma dökülmüş, yani nispeten yavaş soğumuş parçalarda kristallaşma, genellikle kabadır. Bir ince kristal yapısı, ona tekabül eden yüksek mekanik karakteristikler dolayısıyla ilginç olmaktadır.

Ultra-hafif alaşımların inceltilmesi dökümhanelerde genellikle hazırlanmış metalik banyonun dökümden öne 850-900°C civarında fazla ısıtılması suretiyle sağlanır. Bu fazla ısıtmanın etkisiyle sıvı içinde filizler başgösterir, bunlar katılaşmada kristallaşma odakları teşkil ederler ve sayılarıyla bir ince içyapının gerçekleş meşine yardımcı olurlar. Bilindiği gibi kristallaşmanın büyüklüğü, Tamman tarafından saptanmış iki etkene bağlıdır: n_c , kendiliğinden filizlenme kabiliyeti ve v_c , lineer kristallaşma hızı.

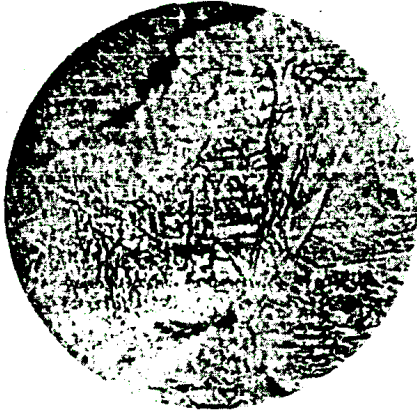
Magnezyumun sıcak ve soğukta plastik şekil değiştirme, güçlüğü, bu metalin kristal yapısına bağlanır. Bu güçlük ultra-hafif alaşımlarda da görülür.

Bilindiği gibi magnezyum sıkı altı köşeli sistemde kristallaşır. 225°C'ın altında sıcaklıklarda, çekme ile şekil değiştirme mekanizması, altıköşeli kaideye paralel kaymalarla vaki olur. Kaymaların başlangıcı, kristalin yönlenmesine göre değişik bir çekme kuvvetiyle hasil olur: 82,9 gr/mm²'lik bir makaslama kuvveti kristalin düz altıköşe kaidesine paralel olarak etki yaptığıında kayma başlar. Şöyle ki, bir çekme kuvvetine maruz bir magnezyum tek kristali ele alındığında, uygulanan kuvvetin yönünün altıköşe kaideye göre 45° açıda olması halinde kaymanın başlaması, zorlamanın bir minimum değeriyle vaki olur. Buna karşılık kristalin kayma ile uzaması, uygulanan kuvvetin bu kaideye paralel veya dikey olması halinde, maksimum güçlük arzeder. Dolayısıyla, 225°C'ın altında sıcaklıklarda kayma, tek bir düzlem sistemiyle sınırlı olup metalin sünekliği, şekil değiştirme zorlamasının yönüne göre çok değişken olur (Şekil: 247).

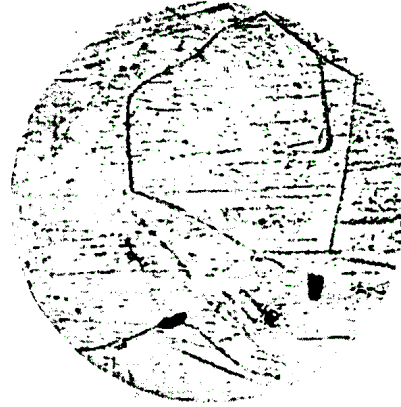


Şekil: 247 — Bir magnezyumun yönüne göre makaslama kritik mukavemetinin değişmesi. χ , altı köşe kaide düzleminin çekme kuvveti yönüyle olan açısıdır.

225°C'tan yüksek bir sıcaklıkta çekme deneyleri yapıldığında şekil değişmesi önce altı köşe kaide düzlemine paralel kaymalarla vaki olur ve bu yönde kayma kabiliyeti, kaide düzlemlerinin şekil değiştirme yönüne paralel olarak tedrici yönlenmesi dolayısıyla, tükenince, yeni kayma düzlemleri ortaya çıkmaktadır.



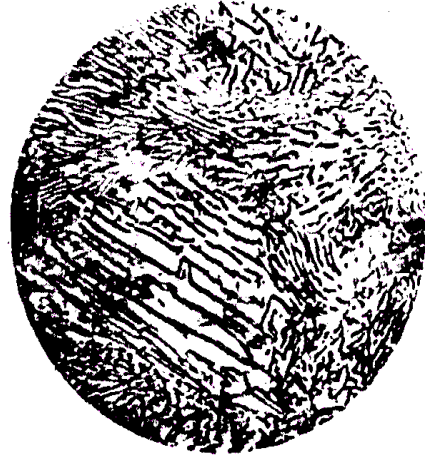
Şekil: 248 — % 2.5 alüminyumlu dökme alaşım. X 250, nitrik asitle dağl.



Şekil: 249 — Uzun süre 420°C'ta ısıtılmayla homogenleştirilmiş % 2.5 alüminyumlu alaşım. X250, nitrik asitle dağl.



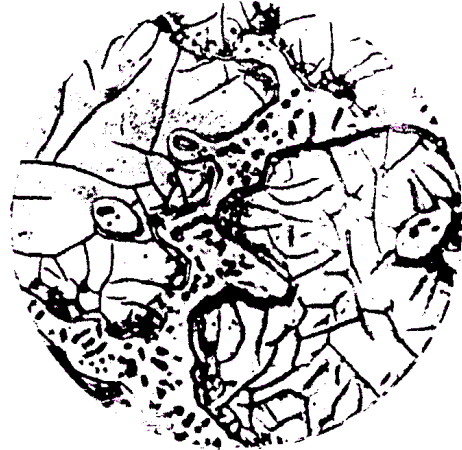
Şekil: 250 — % 8.5 alüminyumlu çekme alaşım. 430° de ısıtılmadan sonra suya daldırılmış ve 100° de uzun meneviş. (Mg_3Al_2 artık görülmüyor). X 250 sülfürik asitle dağl.



Şekil: 251 — % 8.5 alüminyumlu preste çekme alaşım, tavllanmış.



Şekil: 252 — Mg = % 88; Al = % 22. Mg-Al katı eriyiği + Mg-Al katı eriyiği - Mg_4Al_2 ötektiği. X 560. % 2 alkollü NO_3H ile dağl.



Şekil: 253 — Mg = % 85; Al = % 15. Mg-Al katı eriyiği + Mg-Al katı eriyiği - Mg_4Al_3 ötektiği. X 560. % 2 alkollü NO_3H ile dağl.

Şekil 239 ilâ 253, değişik bileşim ve ısıl işlemlili Mg-Al alaşımlarının kıyaslanmalarına olanak sağlamaktadır