

Al₂O₃-TiB₂ SERAMİK PARÇACIK TAKVİYELİ ALÜMİNYUM MATRİSLİ KOMPOZİT MALZEMELERİN ÜRETİMİ ÜZERİNE YAZILMIŞ BİR TEZİN ÖZETİ:

Aziz KURTOĞLU

Yüksek Metalürji Mühendisi - ODTÜ

1. GİRİŞ

Kompozit malzemeler geleneksel alaşım yapma yönteminden farklı olarak ikinci fazın birinci fazla reaksiyona girmediği ve sadece mekanik bir karışım oluşturduğu malzemelerdir. Alaşımlarda ise, genelde alaşımın iki bileşeninden oluşan ve faz diyagramında belirtilen fazlar malzemenin soğuma hızına ve kompozisyonuna bağlı olarak ortaya çıkarlar ve malzemenin sertlik, akma-çekme dayanımı, aşınma dayanımı gibi özelliklerini belirler. Isıl işlem ile bu alaşımların mekanik özellikleri artırılabilir veya değiştirilebilir.

Bu türde bir alaşım örneği hepimizin bildiği gri dökme demirlerdir. Temelde Fe içerisinde C'nin alaşım yaptığı bu türde dökme demirlerde Fe₃C fazı Fe-C faz diyagramındaki soğutma deneyimine göre çökebilir veya Mg-aşılama (inokülasyon) ile yuvarlak bir şekil alabilir (küresel grafitli dökme demirde olduğu gibi) ve bu malzemenin mekanik özelliklerini değiştirir.

Ancak, parçacık takviyeli kompozit malzemelerde ikinci faz bir seramik malzemenin toz haline getirilmiş halinin direkt olarak hafif bir metale eklenmesiyle üretilir. Burada sadece mekanik bir karışma vardır ve seramik toz sadece hafif bir metali (ör. Al) takviye etmek için kullanılır. Bunun sonucunda hem daha yüksek mukavemetli hem de daha hafif bir malzeme elde edersiniz ve bu özellikle uzay ve havacılık sanayi uygulamalarında çok kullanışlı olur (enerjinin verimli kullanımı ve kompozit malzeme direncinin alaşımdan daha yüksek olması biçiminde).

Referans (1)'deki Yüksek Lisans tezine konu olan bu çalışmada **Al₂O₃-TiB₂** seramik takviye toz halinde vorteks yöntemiyle sıvı alüminyuma eklenmiştir. Daha sonra çekme direnci ve sertlik değerleri ölçülmüş ve diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır. Bunun yanı sıra, basınçlı döküm yöntemiyle dökülen dağlanmış numunelerin optik fotoğrafları alınmış ve SEM ve EDXRA analizleri yapılmıştır. Dahası, seramik tozun elek analizi yapılmış ve parçacık boyutu dağılımı incelenmiştir. Ayrıca optik fotoğraf üzerinde linear intercept yöntemiyle ortalama tanecik boyutu ölçülmüştür. Bütün bu veriler kullanılarak Hall-Petch formülüne göre malzemenin akma direnci tahmin edilmeye çalışılmıştır.

2. DENEYSEL METOD

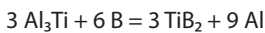
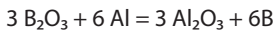
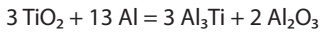
2.1. Seramik takviyenin üretimi

İlk olarak seramik malzeme olan **Al₂O₃-TiB₂** parçacıklarının nasıl üretildiğinden başlayalım:

Bu parçacıklar bir termit reaksiyonunca üretilir. Aslında kompozit malzemede seramik takviye olarak sadece **Al₂O₃** veya **TiB₂** kullanılabilir. Ama bu malzemelerin ayrı ayrı üretimi geniş endüstriyel uygulamalar için çok fazla masraflıdır.

Hâlbuki termit reaksiyonu Al, TiO₂ ve B₂O₃'ün gereken stokiyostride birleştirilmesiyle kolayca üretilebilir.

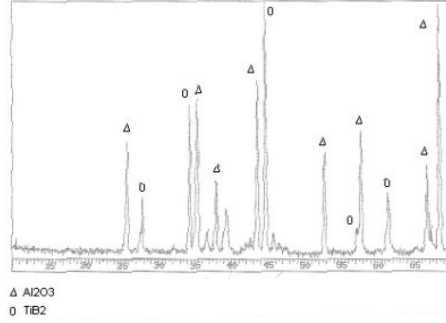
Reaksiyon mekanizması aşağıdaki gibidir ve yüksek derecede ısıveren (ekzotermik) bir reaksiyondur. Bu da karışım bir kez tuttuğunda reaksiyonun kendiliğinden fazla bir ısı takviyesi gerekmeden tamamlanacağını gösterir. Bu da geniş ölçekli endüstriyel üretim için az enerji masrafına yol açan bir durumdur (2):



Bu reaksiyon deneysel ortamda gereken karışımı hazırlayıp bir pelet olarak bastıktan sonra fırında bir grafit kabın içerisinde tutuşturularak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Reaksiyonda oluşan seramik takviyenin X-Ray incelemesi

Reaksiyonda oluşan $Al_2O_3-TiB_2$ karışımında ara ürün kalıntısı olup olmadığını araştırmak için elde edilen toz halindeki ürün X-Ray incelemesinden geçirilmiştir. Sonuçta elde edilen X-Ray grafiği aşağıdaki gibidir:



Şekil 1. Üretilen seramik takviyenin XRD grafiği ve fazların belirlenmesi

Bu grafikte görüldüğü gibi verilen 2θ Aralığında tek görülen $Al_2O_3-TiB_2$ pikleridir.

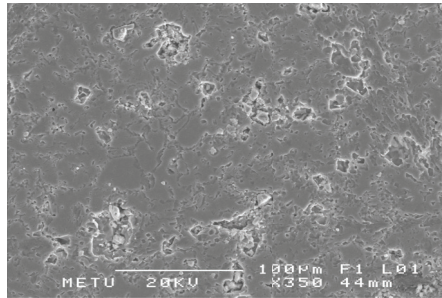
2.3. Tozun sıvı metale eklenmesi ve numunelerin dökülmesi

Elde edilen $Al_2O_3-TiB_2$ seramik toz karışımı sıvı alüminyuma vorteks yöntemiyle eklenmiş ve basınçlı döküm yöntemiyle numuneler dökülmüştür. Basınçlı döküm olması sebebiyle numunelerde hava boşluğu miktarı çok az olmuştur.

Daha sonra bu numuneler metalografik incelemeden geçirilmiş, akma ve çekme dirençleri kıyaslanmış ve mikro yapı fotoğrafları elde edilip SEM görüntüsü alınmıştır. Buna ek olarak SEM cihazında EDXRA analizi yapılmıştır.

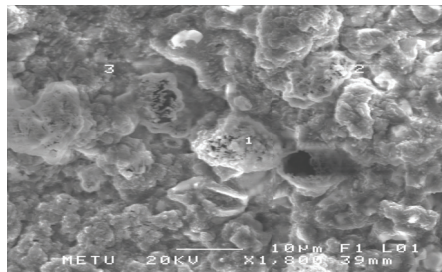
2.4. Metalografik inceleme ve mikro yapı ve fazların belirlenmesi

İlk olarak %3.54 hacim oranında takviye $Al_2O_3-TiB_2$ eklenen numunenin SEM görüntüsü aşağıdaki gibidir:



Şekil 2. Dökülmüş kompozit numunenin SEM görüntüsü

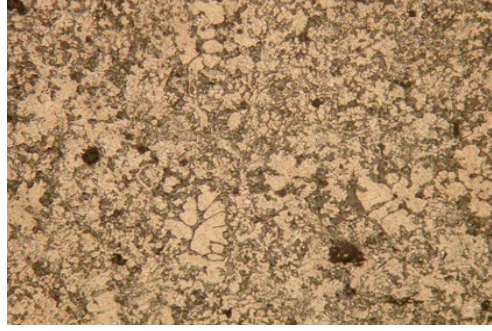
Bu SEM görüntüsü üzerinde yapılan EDXRA analiziyle Al_2O_3 ve TiB_2 fazlarını ayırmanın imkânsız olduğu görülmüştür (4). Bu fazlar aşağıda verilen reaksiyondan çıkmış peletin SEM görüntüsünde mikroskobik olarak iç içe geçmiş olarak gösterilmektedir:



Şekil 3. Reaksiyondan çıkan peletler üzerinde EDXRA analizinin görüntüsü

SEM görüntüsünde beyaz renkli bölgeler Al_2O_3 iken siyah renkli bölgeler TiB_2 'dir.

Bu numunenin mikro yapı görüntüsü de aşağıdaki gibidir:



Şekil 4. Elde edilen %3.54 hacim oranında seramik takviyeli kompozit malzemenin mikroyapısı

Ayrıca mekanik test yapılmış, takviye edilmemiş ve takviye edilmiş alüminyuma ait mekanik değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Örnekler	% Takviye Seramik (Hacim)	UTS (MPa)	UTS Değişim Yüzdesi	% Uzama	% Uzama Değişim Yüzdesi	Sertlik (BHN)	Sertlik Değişim Yüzdesi
Takviye Edilmemiş	0	150	-	%13.47	-	39.12	-
Takviye Edilmiş	%3.54	164.17	%9.45	%10.31	-%23.45	53.05	%35.61

Tablo 1. Dökülmüş takviye edilmemiş ve takviye edilmiş numunelerin mekanik özellikleri

3. TARTIŞMA VE SONUÇ

3.1. Deney sonuçlarının yorumlanması

Yukarıdaki incelemelere bakıldığında, mikro yapıda seramik toz parçacıklarının tanecik sınırlarının arasında kaldığı görülmüştür. Bunun nedeni oluşan tanecik boyutu seramik parçacıkların boyutundan daha küçüktür. Bu tanecik boyutunun küçük olmasına etki eden etmenlerden birisi de TiB_2 'nin tanecik boyu inceltici etkisi olduğu bilinmesidir (3).

Resim 3'teki SEM görüntüsü üzerinde yapılan EDXRA analiziyle Al_2O_3 ve TiB_2 fazlarını ayırmanın imkânsız olduğu görülmüştür. Bu fazlar aşağıda verilen reaksiyondan çıkmış peletin SEM görüntüsünde mikroskobik olarak iç içe geçmiş olarak gösterilmektedir.

Mekanik özellikler tablosuna bakıldığında ise, çok küçük bir hacim yüzdesi olan %3.54 seramik toz eklenmesine rağmen, UTS'nin %9'dan fazla arttığı görülmüştür. Bunun ters etkisi olan yüzde uzamadaki azalmanın ise sadece %-23.45 olduğu ve yüzde uzamanın yine %10'lar seviyesinin üzerinde kaldığı görülmektedir.

3.2. Sonuç

Bu sonuçlara bakıldığında, Al_2O_3 - TiB_2 seramik takviyeli alüminyum matrisli bir kompozit malzemenin ucuz bir biçimde ve istenilen mekanik özelliklerde üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

REFERANSLAR:

(1) Aziz Kurtoğlu Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, ANKARA, Ağustos 2004

<https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12605381/index.pdf>

(2) Logan K.V., Walton J.D., Ceramic Engineering and Science Proceedings Vol. 5 (1988) sf. 712 – 738

(3) Roy N., Samuel A.M. and Samuel F.H., Metallurgical and Materials Transactions A, Vol. 27A (1996) sf. 415 – 429

(4) Elmadağlı Mustafa Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ, ANKARA, Temmuz 2000