

Ti İyon Aşılama İşleminin AlSiMg Alaşımının Yüzey Özelliklerine Etkisi

N. Saklakoglu*, I.E. Saklakoglu, V.Ceyhun**, P.Evans*****

* Celal Bayar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Manisa-Türkiye

** Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü İzmir-Türkiye

*** Australian Nuclear Science and Technology Organisation, NSW – Australia

Özet

Bu çalışmada AlSiMg Alaşımına Ti iyonları ile aşılama yapıldı ve tribolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler araştırıldı.

İyon aşılama prosesi ANSTO'da bulunan metal buhar vakum ark sistemi kullanılarak gerçekleştirildi. Aşılama numunelerinin aşınma, sürtünme ve sertlik değerleri ölçüldü ve işlemsiz alüminyum ile performansı karşılaştırıldı. İyon aşılama işlemi sonucunda aşınma direncinin iki kat arttığı, sürtünmenin aynı yada biraz daha fazla çıktığı ve yakın-yüzey sertliğinin yaklaşık 1,5 kat arttığı tespit edildi. Detaylı inceleme için SEM-EDS analizleri gerçekleştirildi.

Anahtar Terimler: İyon Aşılama, Aşınma, Triboloji

Abstract

In this study, AlSiMg alloy was ion implanted with titanium and the improvement in the surface tribological properties investigated.

The ion implantation was done using a metal vapor vacuum arc (Mevva) system at ANSTO (Australian Nuclear Science and Technology Organisation). Wear, friction and hardness of the implanted samples were measured and compared to the performance of unimplanted aluminum. The wear resistance was increased by about a factor of two, the friction remained about the same or was possibly increased by a small amount and the near-surface hardness was improved by a factor of 1,5 by the ion implantation. For detailed investigation, it has performed SEM-EDS analyses.

Key Words: Ion Implantation, Wear, Tribology

1. GİRİŞ

İyon aşılama yüksek vakum içerisindeki (10^{-3} - 10^{-4} Pa veya 10^{-5} - 10^{-6} Torr) enerjistik iyonların bir ışın yoluyla katı içine doğru gömülmesi ve böylece katının yüzeye yakın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin modifiye edilmesi prosesidir.

İyonlar malzemede yavaşladıkça, iyon enerjisine, iyonun gelme açısına ve alttabaka bileşimine bağlı olarak, birkaç nanometre'den birkaç mikrometre'ye kadar değişen aralıktaki derinliklerde dağılırlar. İyonun tipine, kütesine, enerjisine, dozuna ve alttabakanın bileşimine, kimyasal, elektriksel, termal, mikroyapısal ve kristalografik özelliklerine bağlı olarak yakın-yüzey bölgelerinin özellikleri değiştirilebilir. Malzemenin elektriksel, optik, mekanik özellikleri, yarı-iletkenlik davranışı, korozyon ve aşınma direnci bu yöntemle modifiye edilebilmektedir [1-7].

Aşınma direncini geliştirmek üzere en çok aşılana element nitrür oluşturan azottur. Benzer şekilde, yakın-yüzey bölgesinde nitrürler, karbürler, oksitler ve borürler gibi bileşiklerin oluşumu sürtünme katsayısını azaltacak ve aşınma direncini iyileştirecektir.

Aşınma direncinin geliştirilmesinde yarı-kararlı alaşımların oluşumu da önemli rol oynamaktadır. Çeliklere Ti aşılama aşınma direncini iyileştiren Fe-Ti-C yarı-kararlı ve amorf alaşım tabakasının oluşumuna sebep olur. İlave karbon aşılama da daha derin amorf tabakaların oluşumunu sağlamaktadır [8-10].

2. MATERYAL METOT

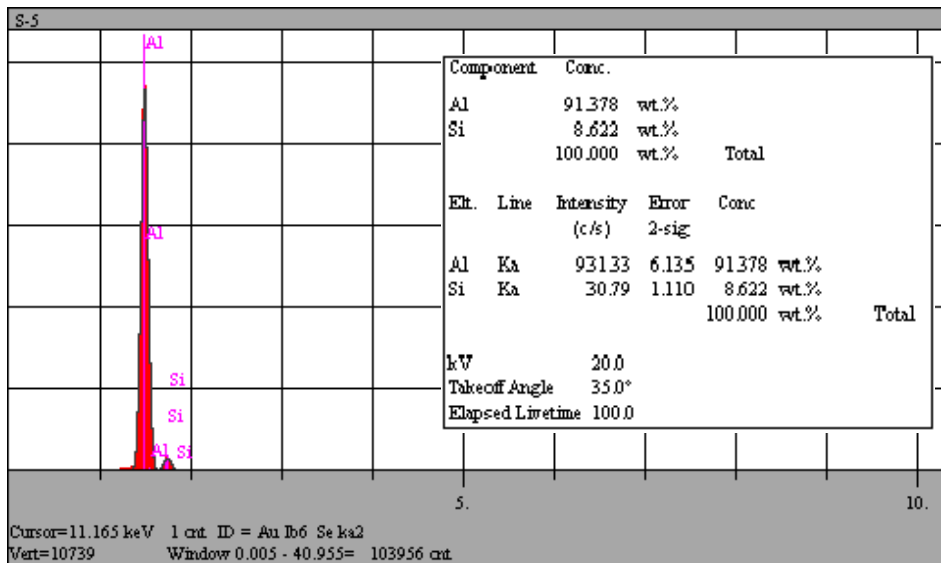
30 mm çapında ve 6 mm kalınlığında disk şeklinde kesilen AlSiMg alaşımından hazırlanan numuneler ayna parlaklığında parlatıldı ve yüzey işleminden hemen önce etanol ile ultrasonik banyoda yüzeyde herhangi bir kirlilik kalmayacak şekilde temizlendi. Numuneler metal iyon aşılama (MEVVA) sisteminde 2×10^{17} iyon/cm² dozda Ti iyonları kullanılarak modifiye edildi.

Malzemelerin sertliği UMIS-2000 marka ultra-mikrosertlik cihazında numunelerin yüzeyinden 50, 250 ve 1000 mN yük uygulayarak gerçekleştirildi. Her yükten 5'er ölçüm yapıldı ve bu ölçümlerin ortalaması alındı.

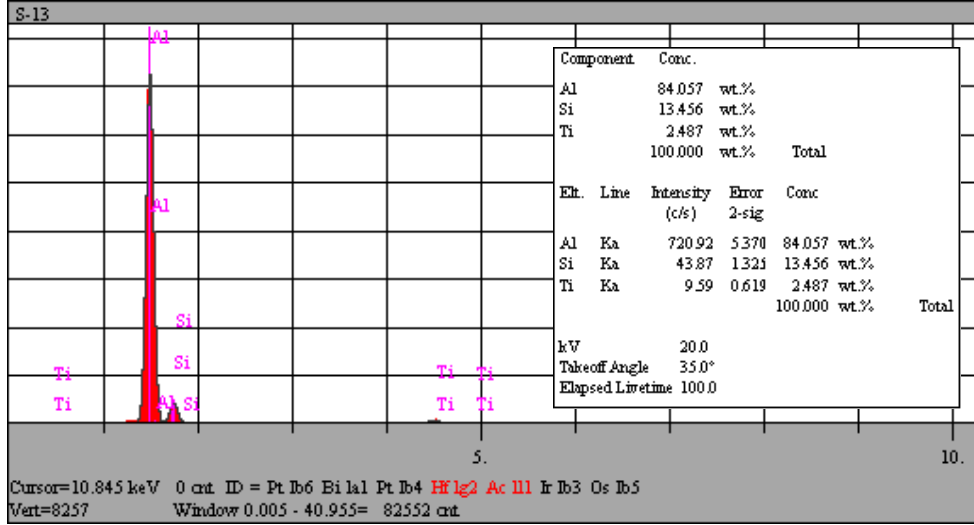
Aşınma testleri standart CSEM marka pin-on-disk cihazında yapılmıştır. Testler kuru ortamda, 5 N yük uygulayarak 0,3 m/s sabit hızda 6 mm çaplı bir yakut bilye ile numune yüzeylerinde 200 m yol alacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Aşınma testleri sırasında sürtünme katsayıları kaydedilmiştir. Her testten sonra Mitutoyo marka bir profilometre yardımıyla aşınma izlerinin profili çıkartılmıştır. Bu profiller yardımıyla her numunedeki hacimsel aşınma kaybı hesaplanmıştır. SEM-EDS analizleri ile Ti aşılamanın etkinliği araştırıldı.

3. SONUÇLAR

Şekil 1'de referans numuneye ait ve Şekil 2'de Ti-aşılansmış numuneye ait SEM_EDS analizi görülmektedir. Buna göre, aşılama işleminden sonra yüzeydeki Ti konsantrasyonu ~%2,5 mertebesinde dir.

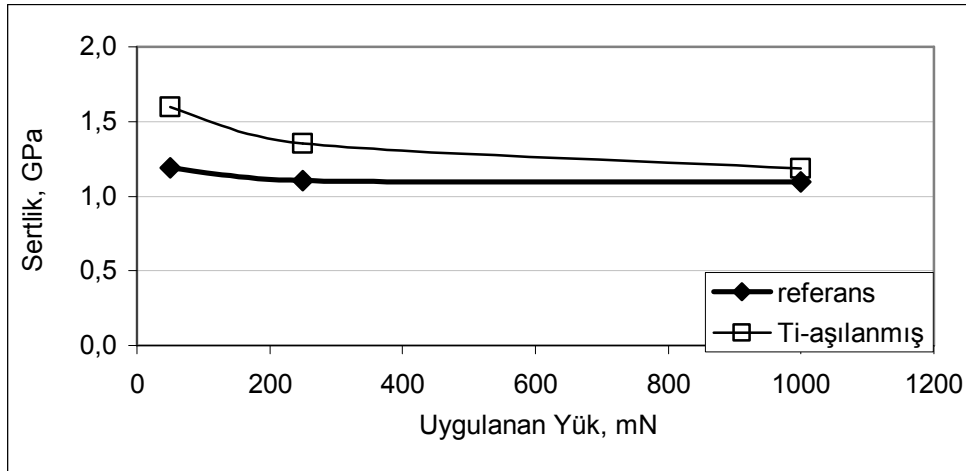


Şekil 1. Referans numuneye ait SEM_EDS analizi



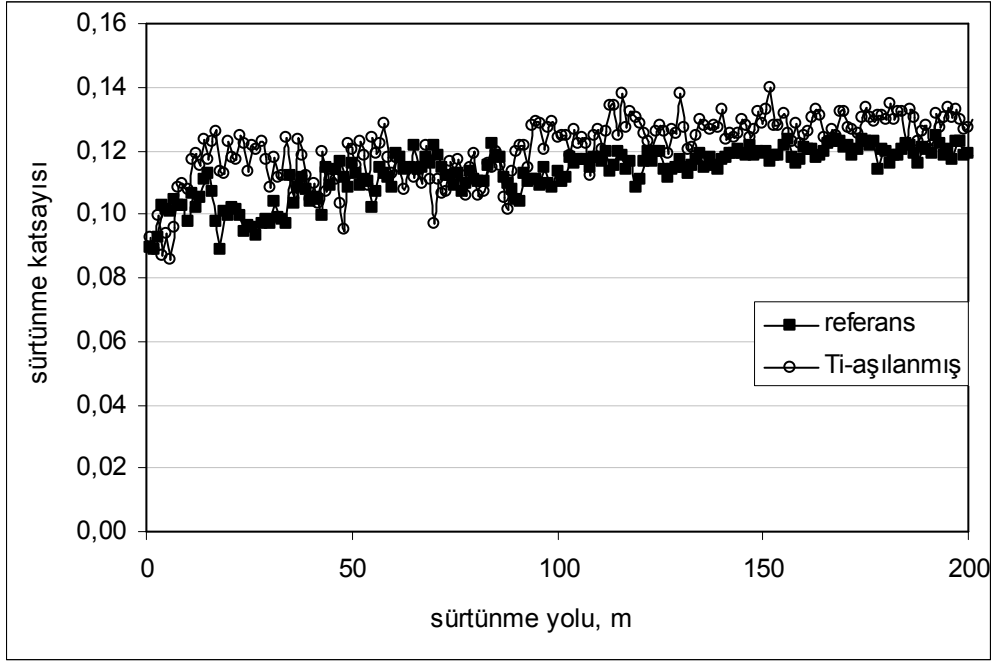
Şekil 2. Ti-aşlanmış numuneye ait SEM_EDS analizi

Ti-aşlanmış ve referans numunelerin sertlikleri farklı batma derinliklerine karşılık gelen farklı yükler uygulayarak tespit edilmiştir. Sertlik değerinin uygulanan yükün fonksiyonu olarak çizildiği bu sonuçlar Şekil 3'te görülmektedir. Buna göre, Ti aşılama yüzeyde ~%35 oranında bir sertlik artışı sağlarken, yüzeyin hemen altındaki bölgede ~%23 ve daha derinde ise ~%8 oranında sertlik artışı sağlamıştır.

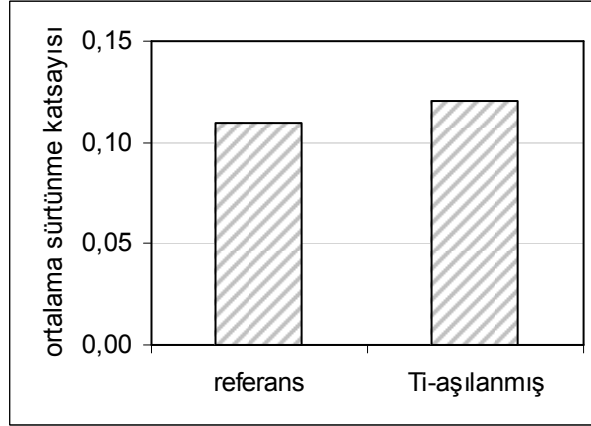


Şekil 3. Ti-aşlanmış ve referans numunelerin sertliklerinin uygulanan yüke göre değişimi

Şekil 4'te Ti-aşlanmış ve referans malzemenin sürtünme yoluna bağlı sürtünme katsayısı grafiğini vermektedir. Şekil 5 ise bu numunelerin ortalama sürtünme katsayısı grafiğini göstermektedir. Referans numune için ortalama sürtünme katsayısı 0,11 iken, Ti-aşlanmış numunenin ortalama sürtünme katsayısı 0,12 dir. Buna göre, AlSiMg alaşımına Ti iyonları aşılama sürtünme katsayısında herhangi bir azalma sağlamamakta, tersine hafif bir artışa yol açmaktadır.

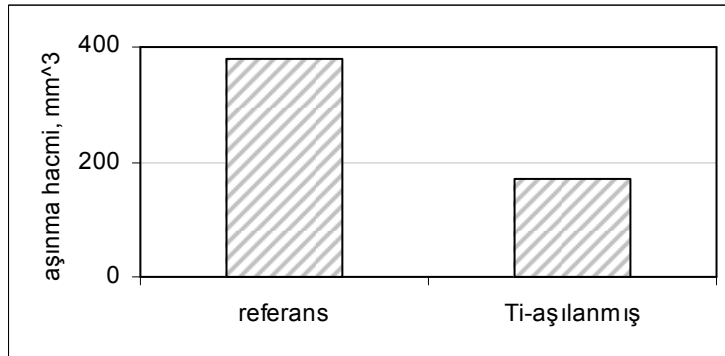


Şekil 4. Referans ve Ti-aşılanmış numunelerin mesafeye göre sürtünme katsayı grafiği



Şekil 5. Referans ve Ti-aşılanmış numunelerin ortalama sürtünme katsayısı

Şekil 6'da referans ve Ti-aşılanmış numunelerin aşınma miktarları görülmektedir. Ti-aşılama sürtünme katsayısında herhangi bir iyileşme sağlamazken, aşınma direncinde ~2,5 kat bir artış sağlamıştır.



Şekil 6. Referans ve Ti-aşılanmış numunelerin aşınma miktarları

4. DEĞERLENDİRME

AlSiMg alaşımının Ti iyonları ile aşılması malzemenin yüzey mekanik özelliklerinin iyileşmesiyle sonuçlanmıştır. Bu hafif yük uygulayabilen derinliğe hassas ultra mikrosertlik cihazı ile tespit edilmiştir.

SEM-EDS analizi ile aşılınmış numune yüzeyinde ~%2,5 mertebesinde Ti elementi olduğu bulunmuştur. Bu çalışma sonucunda iyon aşılamanın katı çözelti mukavemetlendirmesine yol açtığı söylenebilir. Burada mukavemet artışı aşılama elementinin arayer yada yeralan pozisyonlara yerleşmesinden dolayı kafes ayırıklarını zorlamasından kaynaklanır. Diğer yandan, iyon aşılama yöntemi dislokasyon yoğunluğunun ve noktasal kusurların artmasına da yol açar. Mukavemet artışı bu etkilerin toplamıdır. Bunlardan hangisinin mukavemete daha çok etkideğini söylemek ise güçtür.

Kuru ortam koşullarında yapılan aşınma testlerinde, iyon aşılama uygulanmasının sürtünme davranışını iyileştirmediği, ortalama sürtünme katsayılarının aşılınmamış numuneye yakın yada daha yüksek olduğu bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında, yüzeyi daha sert hale getirilmiş ve aşınma direnci artırılmış numunelerin sürtünme katsayılarının işlem görmemiş numuneden daha yüksek çıkması tezatlık olarak görünmektedir. Yu'ya göre çeliklerin iyon aşılama ile modifikasyonunda, sert aşındırıcı uca karşılık çalışan, yüzeyi aşılınmış malzeme, aşılınmamış olandan daha fazla adhezif aşınmaya maruz kalmaktadır [12]. Böylece, iyon aşılama ile sertleştirilmiş malzemenin hacim kaybı az olmasına rağmen, adhezif aşınma, sürtünmeyi daha çok etkilediğinden, sürtünme, işlem görmemiş numuneye yakın yada daha fazla olmaktadır.

5. KAYNAKÇA

- [1] I.E.Saklakoglu, N.(Akbas)Saklakoglu, V.Ceyhun, The Effect of Nitrogen Ion Implantation on the Tribological Properties of 316L Stainless Steel, Journal of the Balkan Tribological Association, vol.10, no:4, p. 529, 2004
- [2] N.Saklakoğlu, İ.E.Saklakoğlu, İyon İmplantasyonu Prosesinin Metalurjik Yapısı, Metalurji, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Yayınları, Sayı 138, Haziran 2004
- [3] İbrahim Etem Saklakoğlu, Nursen Saklakoğlu, Plazma Ortamına İyon Aşılama Yöntemi, Genel Prensibleri ve Uygulama Alanları, Mühendis ve Makina, Ocak 2004 - Sayı 528
- [4] N.Akbaş, İ.E.Saklakoğlu, İmplantasyon Prosesinde Kullanılan İyon Işını Ekipmanları, Mühendis ve Makina, Cilt:42, Sayı:497, s.30-34, Haziran 2001
- [5] V.Ceyhun, İ.E.Saklakoğlu, N.Akbaş, Modern Bir Yüzey Modifikasyon Tekniği İyon İmplantasyonu, Metal Dünyası, Aralık 98, Sayı 67, Sayfa 32
- [6] N.Akbas, İ.E.Saklakoğlu, A Review on Ion Implantation Using a MEVVA Ion Source, MEDITERRANEANTRIB'2002 2nd International Conference on Tribology, 12-14 June 2002, Proceedings, page 42
- [7] N.Akbaş, A.Öztarhan, O.R.Monteiro, I.Brown, Investigation on the tribology Zr ion implanted tool steel, Wear, 252 (2002), 540-545
- [8] B.Bhushan, B.K.Gupta, Handbook of Tribology, Materials Coatings and Surface Treatments, Ch 12, McGraw-Hill,Inc., 1991
- [9] G.R.Fenske, ASM Handbook, Friction Lubrication and Wear Technology, Volume 18, Pages 850-858, ASM International, The Materials Society U.S.A., 1992
- [10] R.D.Granata, P.G.Moore, ASM Handbook, Corrosion, Volume 13, Pages 498-505, ASM International, The Materials Society U.S.A., 1992
- [11] at L. Mangonon, The principles of Materials Selection for Engineering Design, Prentice-Hall, Inc. 1999, ISBN 0-13-242595-5
- [12] L.D.Yu., T.Vilaitong, D.Suwannakachorn, S.Intarasiri, S.Thongtem, Ion Implantation Modification of Special Steels in Thailand, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 127/128 (1997) 954-960