

Plazma Ortamında Azot Aşılama Kesici Takımlarda Takım Ömrünün Belirlenmesi

İ.E.Saklakoğlu*, V.Ceyhun, N. Saklakoğlu*****

* Ege Üniversitesi Müh. Fak. Makine Müh. Böl., Bornova-İzmir, i.e.saklakoglu@ege.edu.tr

** Ege Üniversitesi Müh. Fak. Makine Müh. Böl., Bornova-İzmir, Vural.ceyhun@ege.edu.tr

*** Celal Bayar Üniversitesi Müh. Fak. Makine Müh. Böl., Manisa, nakbas@bayar.edu.tr

Özet

Bu çalışmada plazma ortamında iyon aşılama yöntemiyle azot aşılama kesici takımların ömürleri araştırılmıştır. İş parçası olarak AISI 4140 çeliği kullanılmıştır. Aşılama süresi 5 saat ve aşılama sıcaklığı 320 °C'den 520 °C'ye kadar farklı sıcaklıklarda seçilmiştir. Aşılama dozu tüm işlemlerde $\sim 2 \times 10^{18}$ iyon.cm⁻²'dir. Elde edilen test sonuçları yan kenar aşınma kriteri dikkate alınarak belirlenmiştir. Testler sırasında ayrıca her paso talaş sonunda iş parçası yüzeyinde meydana gelen yüzey pürüzlüğü ölçülmüş ve kesici takım aşınması ile iş parçası yüzey pürüzlüğü arasındaki ilişki takip edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan plazma ortamında azot aşılamanın kesici takım ömrünü $\sim 85\%$ oranında iyileştirdiği ve aşılama takımlarla işlenen iş parçası yüzeylerinde iyileşmeler olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Plazma Ortamında İyon Aşılama, Takım Ömrü, Aşınma

Abstract

In this study, the tool life of plasma immersion nitrogen implanted cutting inserts while machining AISI 4140 steel has been investigated. The implantation time was 5 hr. and the temperature was in the range 320 °C to 520 °C. Implantation dose was $\sim 2 \times 10^{18}$ ions.cm⁻² for all treatments. Results of the turning tests are discussed in terms of tool life (flank wear) and surface roughness of the workpieces. The results show that plasma immersion nitrogen implantation increased tool life by about 85%.

Keywords : Plasma Immersion Ion Implantation, Tool Life, Wear

1. Giriş

Sementit karbürler endüstriyel alanda oldukça yaygın kullanım alanına sahip malzemelerdir. Freze çakıları, matkaplar, kalıplarda kesme bıçakları ve benzeri kesici takım malzemesi olarak yoğun şekilde kullanılırlar. Özellikle kesici takım olarak kullanımında fiziksel buharlaştırma ile kaplama (Physical Vapor Deposition-`PVD`) veya kimyasal buharlaştırma ile kaplama (Chemical Vapor Deposition - `CVD`) gibi ileri yöntemlerle kaplanarak yüksek yüzey sertliği ve aşınma direnci kazandırılarak kullanılması da ticari olarak yaygındır. [1-4].

Malzemelerin ve takımların yüzey sertleştirilmesi endüstriyel olarak büyük ilgi gören konular arasındadır. İyon aşılama yüzey sertleştirmede oldukça etkili yöntemler arasında sayılabilecek ve son yıllarda geliştirilen yeni yöntemler arasındadır [5-8]. Son on yılı aşkın bir süredir Avustralya Nükleer Bilim ve Teknoloji Kurumu'dan (Australian Nuclear Science and

Technology Organisation-'ANSTO') Collins ve ark. kendi tasarımları olan cihazda yüzey modifikasyonu için plazma ortamında iyon aşılama (plasma immersion ion implantation-'PIII') yöntemini geliştirmişlerdir. [9] Bu teknik başlangıçta ışık hattı olmayan iyon aşılama tekniği olarak kabul görmüş ancak tekniğin uygulamasına dönük çalışmalar sonucunda aşılama işlemi ile azot difüzyonunun aynı anda gerçekleştiği karma bir teknik olarak kabul edilmiştir [10-11].

Bu çalışmanın amacı plazma ortamında iyon aşılama yöntemiyle azot aşılama kesici takımların takım ömürlerinin belirlenmesi ve aşılamanın takım ömrü ve talaş kaldırmaya etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla aşılama ve aşılama işlemi yapılmamış olan kesici takımlarda takım ömrünü belirlemek üzere talaş kaldırma işlemleri yapılmış ve takımda meydana gelen yan kenar aşınma miktarı ölçülmüş, her paso talaş sonunda iş parçası yüzey pürüzlüğü ölçülerek takımın performansı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Deneysel Çalışma Detayları

PIII işlemleri ANSTO' da gerçekleştirilmiştir. Kesici takımlar PIII işleminden önce yüzeylerinde olabilecek kir ve yağdan arındırılmak üzere ultrasonik temizleyicide etil alkol ile temizlenmiş ve vakum odasına konulmuştur. Aşılama işlemi ile ilgili detaylar Tablo 1.'de verilmiştir.

Talaş kaldırma işlemleri üniversal torna tezgahı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve kesme sırasında kesme sıvısı kullanılmamıştır. İş parçası olarak AISI 4140 çeliği kullanılmış olup kesici takım olarak ISCAR marka IC50M kalitesinde ve SCMT 09T308 geometrisine sahip takım kullanılmıştır. Takım tutucu geometrisi SSBCR 1616 olarak seçilmiştir. Tablo 2.'de iş parçasının tablo 3.'de ise kullanılan kesici takımın kimyasal bileşimi verilmiştir. Talaş kaldırma testinin şematik gösterimi şekil 1.'de verilmiştir. Testler sırasında kesme hızı (Vc)=160 m/dk, ilerleme (f)=0,08 mm/dev ve talaş derinliği= 2,5 mm olarak sabit tutulmuştur. Yan kenar aşınma değeri Vb=0,3 mm olduğunda kesici takımlar aşınmış kabul edilmiştir. İşlenen parçanın yüzey pürüzlüğü işlenen yüzey üzerinde birkaç farklı yerden ölçüm yapılarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Aşılama koşulları

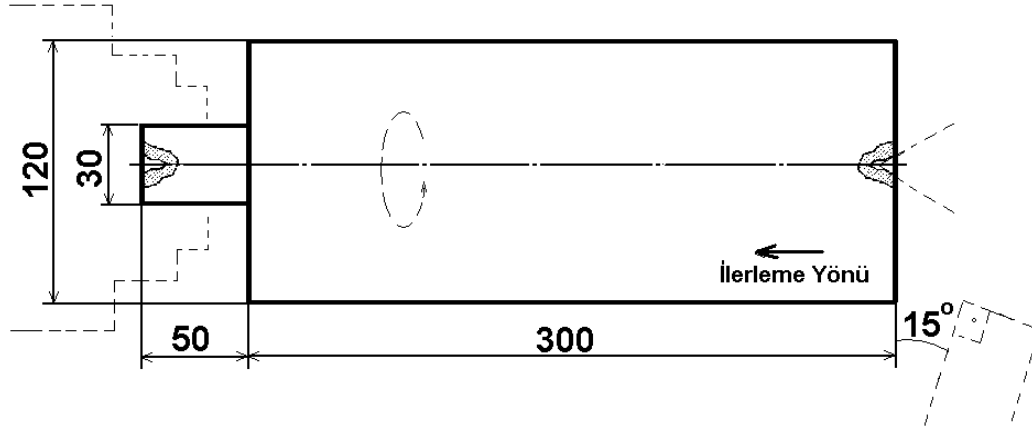
Takım adı	Aşılama sıcaklığı	Aşılama süresi	Aşılama dozu
Referans	-	-	-
320 C-5 hr.	320 °C	5 hr.	~2x10 ¹⁸
380 C-5 hr.	380 °C	5 hr.	~2x10 ¹⁸
450 C-5 hr.	450 °C	5 hr.	~2x10 ¹⁸
520 C-5 hr.	520 °C	5 hr.	~2x10 ¹⁸

Tablo 2. İş parçası kimyasal bileşimi (%ağırlık)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	W	V	Al	Fe
0,441	0,405	0,663	0,027	0,013	0,952	0,136	0,154	0,010	0,0091	0,016	97,17

Tablo 3. Kesici takım kimyasal bileşimi (%hacim)

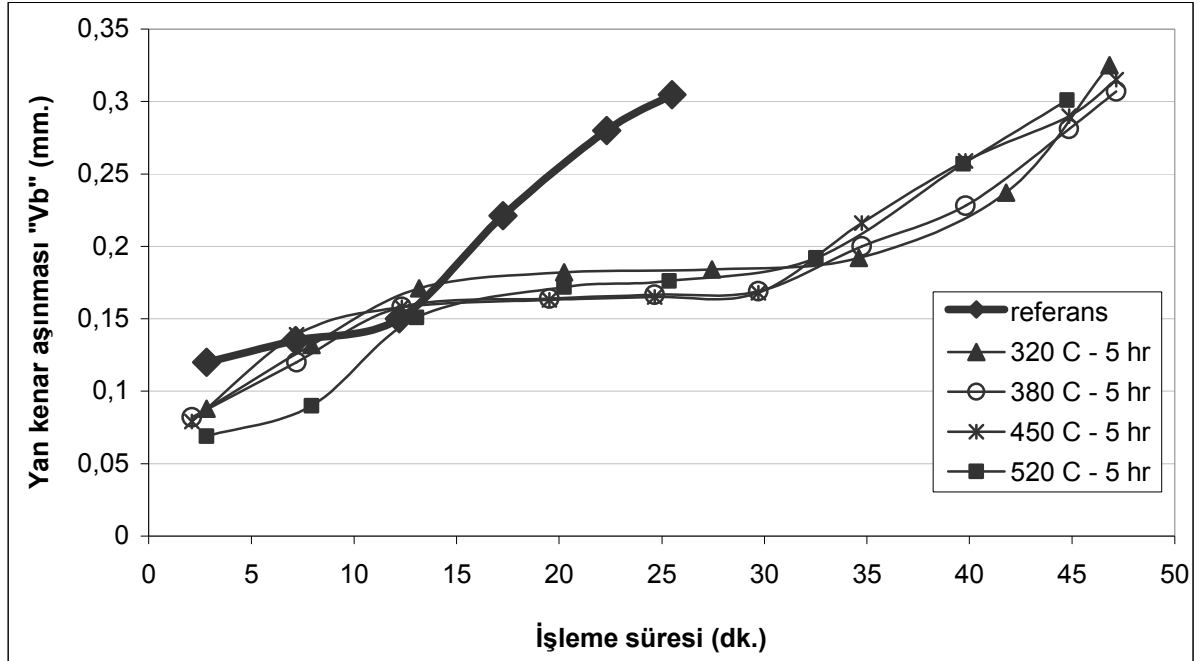
Co	W	Ti	Nb	Ta
11,87	67,26	6,64	4,42	9,81



Şekil 1. Talaş kaldırma testinin şematik gösterimi

3. Sonuçlar ve tartışma

Testler sonucunda elde edilen takım aşınması-kesme süresi grafiği şekil 2.'de gösterilmiştir. Grafikten de görülebileceği üzere PIII işlemi takım ömrünü arttırmıştır. En iyi sonuçlara 380 °C - 5 hr. N₂ koşulunda işlem gören takım ile ulaşılmış olup takım ömrünün yaklaşık %85 oranında arttığı tespit edilmiştir. PIII işlem sıcaklığının değişimi takım ömründe belirgin bir artış sağlamamıştır. Tüm PIII koşullarında birbirine yaklaşık sonuçlar elde edilmiştir.

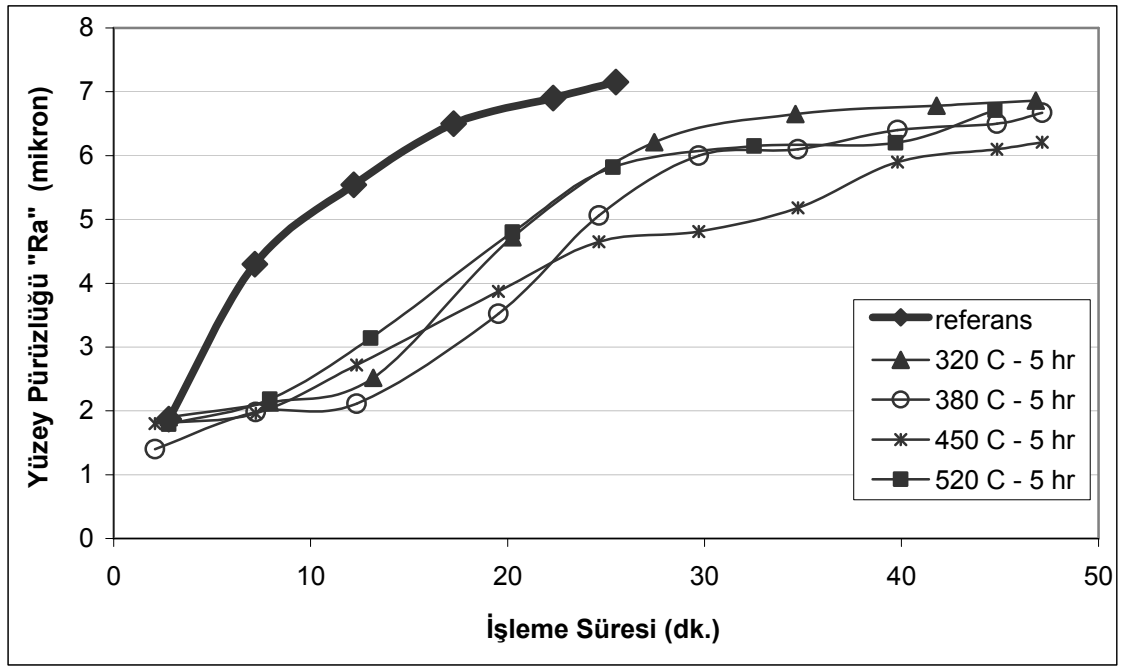


Şekil 2. Takım aşınması-kesme süresi

A. D. Anderson ve ark. [12] aşılamanın karbür faz içinde ince dislokasyon çizgileri oluşturduğunu ve kafes ayırıklarında %0,5'e kadar deformasyona yol açtığını bulmuşlardır. Bu sonuç iyon aşılama sonrası yüzeyde meydana gelen iyileşmeleri açıklamaktadır. Diğer bir açıdan bakıldığında iyon aşılama sonucu yüzeyde meydana gelen basma gerilmeleri de yüzeyin

mukavemetlenmesinin ve sürtünmedeki azalmanın sebepleri arasındadır. Bu mekanizmalardan hangisinin takım performansını arttırdığını belirlemek oldukça zordur.

Şekil 3.'de iş parçası yüzey pürüzlüğünün işleme süresiyle değişimi gösterilmiştir. Grafikten de görülebileceği gibi, PIII ile yüzey işlemi yapılmış kesici takımlar kullanıldığında iş parçası yüzey pürüzlük değeri düşmüştür. Azalan yüzey pürüzlüğü, işleme sırasında iş parçası ile takım yüzeyi arasındaki azalan yapışma oranından kaynaklanabilir. J.S.Sun ve ark. [13] yaptıkları bir çalışmada azot iyon aşılamanın sementit karbürler ile paslanmaz çelik yüzeyleri arasında sürtünmeden kaynaklanan yapışmayı azalttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışma sonuçları, PIII ile işlem gören kesici takımlarla işlemede iş parçası yüzey pürüzlüğünün azalmasının da benzer sebeplerle gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 3. İş parçası yüzey pürüzlüğünün işleme süresiyle değişimi

J. Rech [14] takım-talaş arayüzünde tribolojik davranışa kaplamanın etkilerini araştırdığı çalışmasında, kaplamanın takım-talaş arayüzey temas alanını ve arayüzeydeki sıcaklığı azalttığını, bununda ısı transferini azaltarak takım-talaş yapışmasını azalttığını tespit etmiştir. Literatürde PIII ile işlem görmüş kesici takımlarda arayüzey sıcaklığının tespit edildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu konuda yapılacak çalışmalar PIII yönteminin kesici takımlara etkisini belirlemede önemli olacaktır.

4. Değerlendirme

Bu çalışmada plazma ortamında iyon aşılama yöntemiyle azot aşılama kesici takımların ömürleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki değerlendirmelerde bulunulabilir:

- Plazma ortamında iyon aşılama takım ömrünü yaklaşık %85 arttırmıştır.
- PIII işlem sıcaklığının değişimi takım ömrünü çok fazla etkilememiştir.
- PIII ile işlem gören takım kullanıldığında iş parçası yüzey pürüzlük değeri düşmüştür.

Teşekkür

Bu çalışmada PIII işlemleri ANSTO' da gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı Dr. G.A.Collins ve Dr. K.T.Short' a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] B.C. Schramm, H. Scheerer, H. Hoche, E. Broszeit, E. Abele, C. Berger, Tribological properties and dry machining characteristics of PVD-coated carbide inserts, *Surface & Coatings Technology* 188-189 (2004) 623- 629
- [2] Sandro Cardoso Santos, Wisley Falco Sales, Flávio José da Silva, Sinésio Domingues Franco and Marcio Bacci da Silva, Tribological characterisation of PVD coatings for cutting tools, *Surface and Coatings Technology*, Volume 184, Issues 2-3, 22 June 2004, Pages 141-148
- [3] C. Ducros, V. Benevent and F. Sanchette, Deposition, characterization and machining performance of multilayer PVD coatings on cemented carbide cutting tools, *Surface and Coatings Technology*, Volumes 163-164, 30 January 2003, Pages 681-688
- [4] M. Belmonte, P. Ferro, A. J. S. Fernandes, F. M. Costa, J. Sacramento and R. F. Silva, Wear resistant CVD diamond tools for turning of sintered hardmetals, *Diamond and Related Materials*, Volume 12, Issues 3-7, March-July 2003, Pages 738-743
- [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.Akbaş, İ.E.Saklakoğlu, İmplantasyon Prosesinde Kullanılan İyon Işını Ekipmanları, *Mühendis ve Makina*, Cilt:42, Sayı:497, s.30-34, Haziran 2001
- [7] N.Saklakoğlu, İ.E.Saklakoğlu, İyon İmplantasyonu Prosesinin Metalurjik Yapısı, *Metalurji, TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Yayınları*, Sayı 138, Haziran 2004
- [8] İbrahim Etem Saklakoğlu, Nursen Saklakoğlu, Plazma Ortamına İyon Aşılama Yöntemi, Genel Prensibleri ve Uygulama Alanları, *Mühendis ve Makina*, Ocak 2004 - Sayı 528
- [9] G. A. Collins, R. Hutchings, K. T. Short, J. Tendys and C. H. Van Der Valk, Development of a plasma immersion ion implanter for the surface treatment of metal components, *Surface and Coatings Technology*, Volume 84, Issues 1-3 , October 1996, Pages 537-543
- [10] G. A. Collins, K. T. Short and J. Tendys, Characterisation of high voltage pulser performance in radiofrequency plasmas, *Surface and Coatings Technology* Volume 93, Issues 2-3 , September 1997, Pages 181-187
- [11] G. A. Collins, R. Hutchings, K. T. Short and J. Tendys, Ion-assisted surface modification by plasma immersion ion implantation, *Surface and Coatings Technology* Volumes 103-104, May 1998, Pages 212-217
- [12] A.D. Anderson, M. H. Loretto, G. Dearnaley; Microstructural study of ion-implanted WC-Co, *Materials Science and Engineering*, Volumes 105-106, Part 2 , December 1988, Pages 503-507
- [13] Jia Shu Sun, Peng Yan, Xiao Bing Sun, Guanyan Lu, Furun Liu, Weiyi Ye and Jian Qiu Yang, Tribological properties of nitrogen ion implanted WC-Co., *Wear* 213 (1997) 131-134
- [14] J. Rech, Influence of cutting tool coatings on the tribological phenomena at the tool-chip interface in orthogonal dry turning, *Surface & Coatings Technology* xx (2005) xxx – xxx (article in press)