

HELİKSEL YAPILI KESİCİ VE DELİCİ TAKIMLARDA AŞINMA ÖLÇÜMÜ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM: YÜKSEK HASSASİYETLİ 3B OPTİK TARAMA

G.DURKAYA¹, H.KURTULDU², B.ÇETİN³

¹ *Atılım Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, Nanoskopi Laboratuvarı, Yrd. Doç. Dr., Ankara, goksel.durkaya@atilim.edu.tr*

² *Applied Imaging and Visualization Labs., Chief Technology Officer, & Tümen İnovatif Görüntüleme Ltd., President, Ph. D., Ankara, huseyin.kurtuldu@aivlabs.com*

³ *FNSS Savunma Sistemleri AŞ, İmalat Hizmetleri Departmanı, Kıdemli İmalat Mühendisi, B.S., Ankara, cecin.baris@fnss.com.tr*

Özet

Malzeme bilimi konusundaki teknolojik gelişmeler ile birlikte yeni nesil, daha mukavim, tokluğu daha yüksek malzemeler tasarımlarda kullanılmaktadır. Bu yüksek mukavemetli malzemelerin işlenebilmesi için takım çeliği ve takım kaplaması alanında sürekli yeni ürünler ve yöntemler uygulamaya girilmektedir. Takım çeliklerinin ve/veya takım kaplamalarının mekanik performanslarının değerlendirilmesindeki en başat kriter, aşınma direncidir. Bu nedenle; sıklıkla yeni takım çeliği malzemelerinin ve farklı tipteki takım kaplamalarının (TiAlN, TiN, SiAlON, vb) talaşlı imalat koşullarında denenmesi yapılmakta ve takım aşınma miktarları ölçülmektedir. Aynı işleme parametrelerindeki aşınma miktarı ne kadar az ise yeni takım çeliği ve/veya kaplaması o kadar başarılıdır. Bu bildiride FNSS Sav. Sis. AŞ firmasında yürütülmekte olan “Kübik Bor Nitrür (CBN) Kaplamalar” konusundaki AR-GE projesinde, aşınma miktarının ölçülmesi için geliştirilen yüksek hassasiyetli 3B tarama sistemi konu alınmış, yeni bir yaklaşım yöntemi olan bu ölçüm sistemin avantajları, kullandığı mühendislik çözümleri ve ölçüm hassasiyeti irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: takım aşınması, aşınma direnci, CBN kaplamalar, 3B lazer tarayıcı

A NEW APPROACH IN MEASURING THE TOOL WEAR OF CUTTING AND DRILLING TOOLS WITH HELLIPTICAL GEOMETRIES: HIGH RESOLUTION 3D OPTICAL SCANNING

Abstract

With the technological improvements in material sciences, materials with more strength and resilience, are used in new designs. In order to make machining of those materials, new products and methods are widely applied for tool steels and tool coatings. Wear resistance is the dominant parameter for the determination of mechanical performance of tool steels and/or tool coatings. Therefore, lots of experimental trials are performed in machining operations in order to determine the amount of tool wear for different new tool steels and various coatings like TiAlN, TiN, SiAlON, etc. For constant machining parameters, the new tool steel and/or tool coating is as much performant as the amount of wear is less.

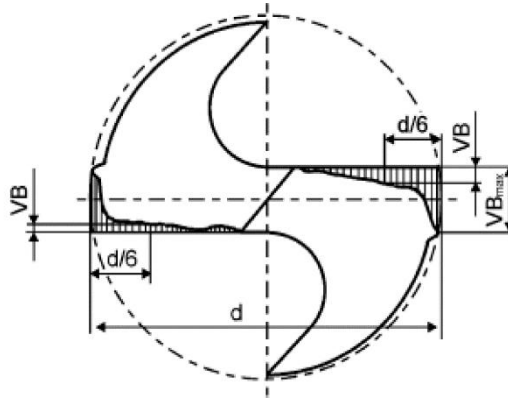
*HKMO-Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu
7. Ulusal Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu
15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum*

This paper, basically focuses on a high precision 3D scanning system, its advantages, its amount of precision and engineering solutions applied, for the measurement of tool wear in the R/D project named ‘‘Cubic Boron Nitride Coatings’’ which is an ongoing study at FNSS Defense Systems Inc.

Keywords: tool wear, wear resistance, CBN coatings, 3D laser scanner

1. Giriş

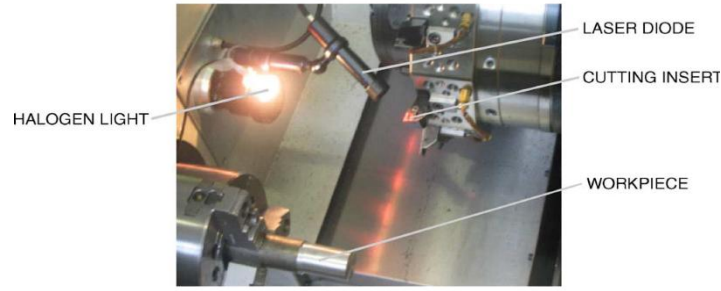
Takım çeliklerine uygulanan kaplamaların uygunluğu, kaplama kalitesine ait bazı özel ölçümlerle (kaplama kalınlığı ölçümü, kaplama yüzey yapışkanlığı ölçümü, vb.) belirlenebilse de takım ömür uzamasının tespit edilmesi için talaşlı imalat denemeleri yapılması zorunludur. Takım çeliği üzerine uygulanan kaplamanın sağladığı mukavemet artışı aşınma dayanımında elde edilecek artışla ölçülecektir. Bu işlem için takım uçlarının kesici yüzeyleri, en yaygın uygulama olarak optik görüntüleme yöntemleri kullanılarak incelenmektedir. Literatürdeki mevcut bilimsel çalışmaların çoğunda kullanılan optik aşınma analiz yöntemleri, genel olarak 2 boyutlu analizlere dayanmaktadır.



Şekil 1. Matkap uçlarında aşınmanın 2 boyutlu ölçülmesi için önerilen bir yöntem (Dolinsek, vd., 2001)

2. Üç Boyutlu Aşınma Ölçümünün Avantajları

Talaşlı imalat takımlarındaki aşınma (flank wear) üretim kalitesini düşüren ve maliyetini artıran en önemli etkenlerden birisidir (Siddhpura, 2013). Aşınma ölçümü konusunda geleneksel yöntemleri kullanan fazla sayıda uygulama ve bilgi birikimi mevcuttur. ISO 3685 standardı da aşınma ölçümü için tanımlanmıştır. Birikmiş bilgi birikimi genellikle kesme uçlarındaki (cutting inserts) aşınmayı optik büyütme yöntemi ile bilgisayar ortamında ölçüm metodu ile ilgilidir (Wang vd., 2005; Wang, vd., 2006). Alakalı çalışmaların bir kısmında ölçüm, işleme cihazı üzerinde aşınmanın ölçümü üzerine kurulmuştur (Ghani vd, 2011; Jurkovic vd, 2005; Dolinsek vd, 2001).



Şekil 2. CNC torna tezgâhı üzerinde kurulmuş 2 boyutlu aşınma ölçüm düzeneği (Jurkovic vd., 2005)

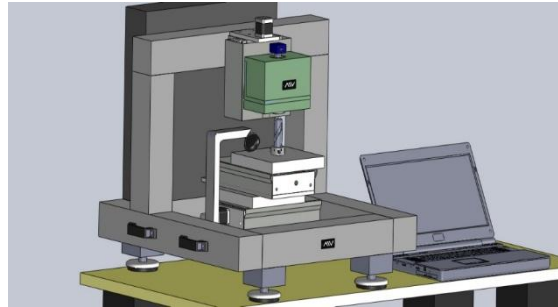
Bu metotların hepsi, alınan görüntüler görüntü işleme teknikleri kullanılarak karşılaştırılmalı olarak iki boyutta incelenmesine dayanır. Fakat aşınmanın üç boyuttaki etkisi hakkında kısıtlı bilgi verebilmektedirler. Bu çok önemli derinlik bilgisini elde etmek için çalışmalar da yapılmıştır (Wang vd., 2006). Bu çalışmalarda kullanılan saçak metodu 3 boyutta bilgi vermeyi başarsa da, özellikle kaplama yapılmış takım uçlarının aşınma analizlerinde daha yüksek üç boyutlu derinlik hassasiyeti gerekmektedir (Mandal, vd., 2011). Ayrıca atıf yapılan bilimsel çalışmalar genel olarak matkap ucu ve parmak freze gibi heliks yapılı uçlar için yapılmamıştır. Talaşlı imalatta yoğun bir şekilde kullanılan heliks yapılı takımlar içinde yeni metot ve tekniklerin geliştirilmesi üzerine araştırmalar yapılması gerekmektedir.

2-Boyutlu ölçümlerde kullanılan telesentrik lensler, aşınma derinliği hakkındaki bilgiyi sınırlandırırken, görüntü işlemede kullanılan eşik filtreleme metodu da derinlik hakkında direkt olarak bilgi verememektedir. Hâlbuki aşınmanın derinliğinin hassas olarak ölçülmesi takım ucundaki aşınma dayanımının belirlenmesinde önemli bir faktördür. Aşınma miktarının yüksek bir hassasiyetle, mümkünse kaplama kalınlığından daha hassas bir şekilde 3 boyutlu olarak ölçülebilmesi, imalat denemesi sonrasında kaplamanın kalktığı ve kalkmadığı bölgelerin de tespit edilmesine imkân verebilecektir. CBN kaplamanın kalınlığının, yüzey yapışkanlığı ve yüzey basma gerilimleri üzerinde önemli etkisi vardır. Bazı özel yöntemler (gerilim giderme, tavlama, sputter cleaning, vb.) kullanılarak 1,3 µm kalınlıklarda düşük gerilim değerlerine sahip CBN kaplamalar elde edilebilmektedir (Fitz vd., 2000).

3. Kavramsal Tasarım ve Sonuç

100 nanometre derinlik ve boyut hassasiyetine sahip olacak, özgün 3B takım ucu aşınma analiz sistemi, optik tarama ve hacimsel karşılaştırma yöntemi kullanılarak aşınma tespit edecektir. İşleme öncesi sıfır

takımlar öncelikle ölçüm sistemi ile taranacak daha sonra da belirli işleme aralıklarında ara 3D taramalar yapılacaktır. Her biri taramanın dosyası bilgisayar ortamında arşive edilecektir. Nokta bulutundan (point cloud) yüzey elde edilmesi için kullanılacak ileri seviyeli matematiksel algoritmalar için İncek Nano Teknoloji Ltd. Firması tarafından üretilmiş yerli kodlar üzerinden kullanılacaktır. Böylece, hassas bir aşınma ölçümü yapılabileceği gibi bölgesel olarak da aşınmanın daha fazla olduğu bölgeler tespit edilebilecektir. Üretilecek bu sistem otomatik odaklama ve fokus metre özellikleri ile her zaman doğru uç bölgelerinin incelenmesini sağlayarak manuel odaklamadan kaynaklanan belirsizlikleri ortadan kaldıracaktır. Ölçüm cihazı için 5 MP yüksek çözünürlüklü, renkli CMOS kamera kullanılacaktır. Ayrıca LED teknolojisi kullanılarak eğik açı karanlık alan ve epi-karanlık ışıklandırma metotları ile yansıtıcı ışımaya etkisini azaltarak hedef köşe ve çıkıntı bölgelerinin görüntülenmesine imkân sağlayacaktır. Diğer yandan tamamen otomatik 3 boyutlu hareket sayesinde istenilen tüm kesici bölgeleri inceleyerek hafızasında tutabilecektir. Geliştirilecek yazılım ise 100 ayrı uç için kullanıcı tarafından programlanabilir olacak ve kullanıcı numaralanmış her ucun zamana bağlı aşınma takibini ayrı ayrı yapabilecek ve otomatik raporlama şeklinde sonuçları verecektir. Proje ve ölçüm çalışmaları boyunca elde edilecek yeni aşınma parametreleri üzerinden, kullanıcı takım ucunun ömür tayin sınırlarını da belirleyebilecektir. Böylece her takım ucu, tüm ömrü boyunca en optimize şekilde kullanılarak uç maliyetleri açısından ekonomik fayda sağlanacaktır.



Şekil 3. Özel tasarlanmış, programlanabilir, 3 boyutlu optik tarama mikroskobu kavramsal tasarım

Kaynaklar

- Dolinsek, S., Sustarsic, B., ve Kopac J. (2001). Wear Mechanism of Cutting Tools in High Speed Cutting Process. *Wear*, Vol. 250i, sh. 349-35
- Fitz, C., Kolitsch, A. ve W. Fukarek (2010), Growth of Low Stress Cubic Boron Nitride Films by Simultaneous Medium Energy Implantation, *Annual Report IIM*, sh. 31-34

- Ghani, J. A., Rizal, M., Nuawi, M.Z., Ghazali, M.J., Haron, C.H.C. (2011), “Monitoring Online Cutting Tool Wear Using Low-cost Technique and User-friendly GUI, *Wear*, Volume 271, Issues 9–10, 29, sh. 2619–2624
- Jurkovic, J., Korosec, M.,Kopac, J. (2005). New Approach in Tool Wear Measuring Technique Using CCD Vision System, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 45, sh. 1023–1030
- Mandal, N., Doloi, B., Mondal, B., Das, R. (2011), Optimization of Flank Wear Using Zirconia Toughened Alumina (ZTA) Cutting Tool: Taguchi Method and Regression Analysis, *Measurement*, Volume 44, Issue 10, sh. 2149–2155
- Siddhpura A. Ve Paurobally R. (2013) A Review of Flank Wear Prediction Methods for Tool Condition Monitoring in a Turning Process, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 65, Issue 1-4, sh. 371-393
- Wang, W. H.,Hong, G. S.,Wong, Y.S. (2006), Flank Wear Measurement by a Threshold Independent Method with Sub-pixel Accuracy, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* ,46, sh. 199–207
- Wang, W., Wong, W.S.,Hong, G.S. (2005), Flank Wear Measurement by Successive Image Analysis, *Computers in Industry*, 56, sh. 816–830
- Wang, W. H., Wong, Y. S., Hong, H. S. (2011), 3D Measurement of Crater Wear by Phase Shifting Method, *Wear*, 261, sh. 164–171

