

AŞINDIRICI AKIŞKANLA YÜZEY İŞLEME

Ömer Eyercioğlu¹, Necip Fazıl Yılmaz², Türkay Dereli³

¹ Gaziantep Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü - GAZİANTEP
eyercioğlu@gantep.edu.tr

² Gaziantep Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü - GAZİANTEP
nfyilmaz@gantep.edu.tr

³ Gaziantep Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü - GAZİANTEP
dereli@gantep.edu.tr

Özet

Aşındırıcı akışkanla yüzey işleme, ileri bir yüzey işleme metodu olup, çapak alma, parlatma, dip kenarlarda yuvarlatma ve ulaşılması zor yüzeylerde kalıcı basma gerilmeleri oluşturmakta kullanılmaktadır. Bu çalışmada, basit bir aşındırıcı akışkanla işleme düzeneğinin yapımı ve yapılan ilk deneysel çalışmaların sonuçları sunulmaktadır.

Anahtar Terimler: aşındırıcı akışkan, yüzey işleme, yüzey pürüzlülüğü

Abstract

Abrasive flow machining (AFM) is an advanced surface finishing process that is used for deburr, polish, radius and to produce compressive residual stresses even in inaccessible surface areas. In this study, construction of a simple abrasive flow machining setup and the results of preliminary experimental work is presented.

Key Words: abrasive flow, surface machining, surface roughness

1. GİRİŞ

Yüzey temizleme ve parlatma işlemleri, imalat işlemleri içerisinde en pahalı ve zaman alıcı aşamalardan birisidir. Özellikle hassas ve karmaşık parçaların yüzeylerinin işlenmesi toplam imalat maliyetinin %15'ine kadar yükselmektedir [1]. Klasik yüzey işlemleri (lebleme, honlama, vb) genellikle düz ve silindirik gibi basit geometriler ile sınırlı olup, özellikle ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıpları gibi karmaşık şekillerin işlenmesinde büyük problemler doğurmaktadır. Karmaşık şekilli yüzeylerin elle işlenmesinden dolayı, yüzey pürüzlülüğü ve doğrusallığı, köşe ve yuvarlatmalar istenilen hassasiyette ve homojen olarak elde edilememektedir. Elle işleme, hem yetenekli ve tecrübeli eleman ve hem de uzun bir süre gerektirmektedir. Aşındırıcı akışkanla yüzey işleme bütün bu problemlere çözüm arayışının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

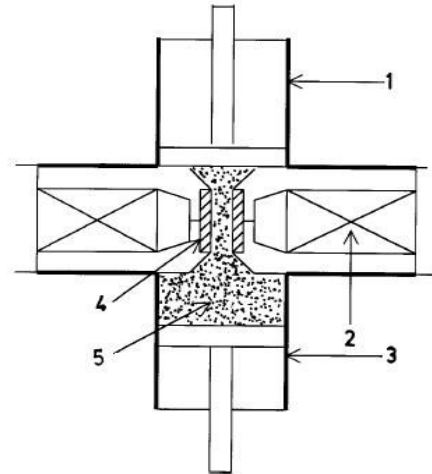
Aşındırıcı akışkanla yüzey işleme ileri bir yüzey işleme metodu olup, çapak alma, parlatma, dip kenarlarda yuvarlatma ve ulaşılması zor yüzeylerde kalıcı basma gerilmeleri oluşturmakta kullanılmaktadır. 1960'larda hidrolik manifoldların iç kesitlerindeki çapakları alma amacıyla ilk defa uygulanmaya başlanan bu metot, Extrude Hone [2] firmasınca geliştirilerek

endüstriyel kullanıma sunulmuştur. Dünya genelinde 2000 civarında makinası mevcut olmasına rağmen, aşındırıcı akışkanla işleme metodu az bilinen işleme metotları arasındadır [3]. Bu konudaki akademik çalışmaların ise 1980'lerden sonra yapılmaya başladığı görülmektedir. Aşındırıcı akışkanla işlemenin prensipleri, aşındırma mekanizması, işlemi etkileyen parametreler, maliyet analizi vb gibi konulardaki çalışmalar son birkaç yılda literatüre yansımaya başlamıştır.

Williams ve Rajurker [4-6] basınç ve viskozitenin, aşındırma oranı ve yüzey pürüzlülüğü üzerine etkilerini incelemişlerdir. Elektron mikroskobu sonuçlarını değerlendirerek işlemin ilk periyodunda yüzey kalitesinde dikkate değer bir düzelme olduğu yargısına varmışlardır. Rhoades [7-9] yumuşak alüminyumdan nikel alaşımlarına ve hatta seramik ve karbürlere birçok değişik malzeme üzerinde deneyler yaparak aşındırıcı akışkanla işleme metodunun başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir. Pryzlenk [10], Fletcher [11] ve Rajenda [12] işleme sıcaklığının aşındırıcı akışkanın özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Aşındırıcı akışkanla işleme metodunun matematik modeli, sonlu elemanlar, yapay sinir ağları gibi metotlarla simülasyonu [13-15], ultrasonik dalgaların etkileri [16], kör deliklerin işlenmesi [17], manyetik kuvvetlerin işlem parametrelerine etkileri [18-22] üzerine birçok çalışmalar yapılmıştır. Bütün bu çalışmalara rağmen aşındırıcı akışkanla işleme konusunda özellikle aşındırıcılar ve aşındırıcı akışkanların çeşitliliği, işleme hızı ve basıncı ve akış yönü gibi daha birçok konuda araştırmalar devam etmektedir. Bu çalışmada, basit bir aşındırıcı akışkanla işleme düzeneğinin yapımı ve yapılan ilk deneysel çalışmaların sonuçları sunulmaktadır.

2. AŞINDIRICI AKIŞKANLA YÜZEY İŞLEME PRENSİPLERİ

Aşındırıcı akışkanla yüzey işleme, içerisine aşındırıcı parçacıkların karıştırıldığı özel bir formülasyonla hazırlanmış hamurumsu bir malzemenin kontrollü bir şekilde işlenecek yüzey üzerinde ekstrüzyonu olarak tanımlanabilir. Genellikle polimerik malzemeden hazırlanan ve geçirildiği kalıbın yüzeyine aşındırıcı parçacıkların basınçlı olarak temasını sağlayan akışkan, formülü gizli tutulan ancak makine imalatçısı [2] tarafından sağlanan bir taşıyıcı ortam olup, ekstrüzyon esnasında yükselen kesme kuvvetleri neticesinde viskozitesi dramatik bir şekilde yükselmektedir. Akışkan ekstrüzyon yoluyla kalıp yüzeyinin şeklini aldığından bütün yüzeylere eşit bir aşındırma uygulamaktadır. Ekstrüzyon basıncı 14-100 bar arasında değişmektedir.



Şekil 1. Aşındırıcı akışkanla yüzey işleme prensibinin şematik görünümü (1,3: Pistonlar, 2: tutucu aparat, 4: İş parçası, 5: Aşındırıcı sıvı).

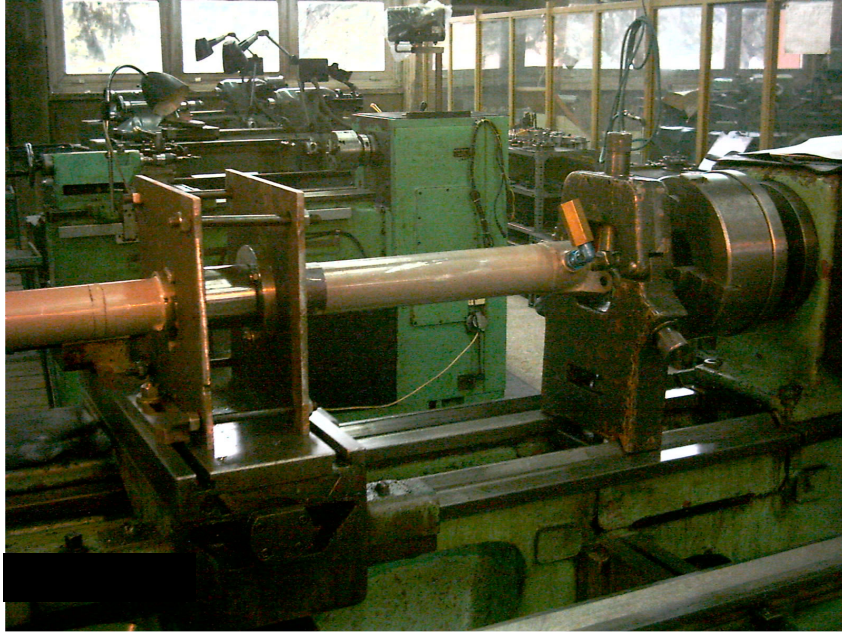
Şekil 1'de aşındırıcı akışkanla yüzey işleme prensibi şematik olarak gösterilmiştir. Aşındırıcı akışkan, karşılıklı çalışan iki piston içerisinde ve bu pistonlar arasındaki iş parçasının yüzeyinde ileri-geri hareket ettirilerek, yüzeyin işlenmesi sağlanmaktadır. Tutucu aparat standart

olmaktan çok iş parçasının şekline tasarlanmaktadır. Akışkanın viskozitesi kesme kuvvetlerine bağlı olduğundan, aşınma, iş parçasının olduğu bölümle sınırlanmakta ve böylece piston ve silindirlerin kullanım ömründe belirgin bir azalma görülmemektedir [2].

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1 Deney Düzeneği

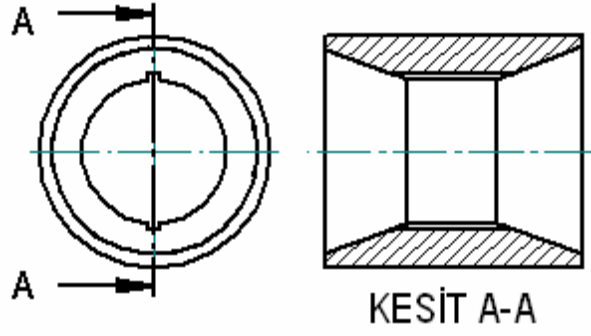
Bu çalışmada kullanılan deney düzeneği Şekil 2’de verilmiştir. Deney düzeneği, karşılıklı yerleştirilmiş iki silindir ve bu silindirler arasında iş parçasını bağlayacağımız bir bağlama aparatından oluşmaktadır. Bu düzenek, hareket ettirilebilmesi için bir torna tezgâhına bağlanmıştır. Arabanın ileri geri hareketiyle işleme yapılmakta, işleme hızı, kurs boyu ve tur sayısı kolayca kontrol edilebilmektedir.



Şekil 2. Deneysel çalışmada kullanılan aşındırıcı akışkanla yüzey işleme düzeneği

3.2 Malzeme

Deneyler ölçüm kolaylığı sağlamak amacıyla 60x45x5 ölçülerinde dikdörtgen plakalar üzerinde yapılmıştır Şekil 3’te çizimi verilen parça yardımıyla bağlama aparatına sabitlenen iş parçaları, Ç1050’den imal edilmiş ve frezeleme sonrası taşlanarak homojen bir yüzey elde edilmiştir. İş parçalarının yüzey pürüzlülüklerinin taşlama yönünde ve taşlama yönüne dik doğrultuda değişimini incelemek amacıyla iş parçasının yüzeyleri birbirine dik doğrultuda taşlanmıştır. Uzun süren denemelerden sonra istenilen özelliklere uygun bir akışkan hazırlanmış ve iki değişik konsantrasyonda (%35 ve %50 ağırlık oranı) elek ölçüsü 100 olan SiC aşındırıcıları katılmıştır.



Şekil 3. Numune bağlama aparatı

3.3 Deneyin yapılışı

Hazırlanan aşındırıcı akışkan silindirlerden birine doldurularak iş parçası ve diğer silindirle birlikte monte edilmektedir. Akışkan hacmi 200 mm kurs boyu oluşturulacak şekilde ayarlanmakta ve dolu silindirin piston hareketi ile iş parçasının bulunduğu dar boğazdan gerek diğer silindire dolmaktadır. Bu esnada ikinci silindirin pistonu ilerlemekte ve belirlenen kurs boyuna erişince arabanın hareketi durmakta ve ters yöne aynı şekilde hareket ederek turu tamamlamaktadır.

Aşındırıcı akışkanın homojen karışımını sağlamak amacıyla, düzenek iş parçası bağlanmaksızın 20-25 tur çalıştırılmaktadır. Hazırlanan deney numunelerinin yüzey pürüzlülükleri, *Taylor Hobson* yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı kullanılarak ölçülmektedir.

Deney numunelerinin her 20 turda yüzey pürüzlülükleri ölçülerek, yüzey pürüzlülüğünün tur sayısına göre değişimi takip edilmiştir. Deney hızı 750 mm/dakika olarak ayarlanmıştır. Tablo 1'de deney grupları ve yüzeyler tanımlanmıştır. Deneyler her gruptan 3'er numune üzerinde tekrarlanmış ve sonuçlar ortalama yüzey pürüzlülüğü olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Deney Grupları

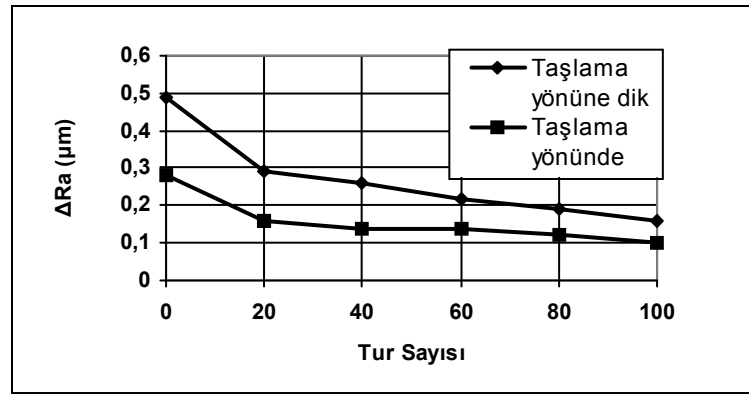
Grup No	Yüzey No	Taşlama/Akışkan yönü	Aşındırıcı (SiC) Konsantrasyonu (%)
1	1	Dik	35
	2	Paralel	35
2	3	Dik	50
	4	Paralel	50

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

%35 oranında aşındırıcı konsantrasyonu ile hazırlanan aşındırıcı akışkanla yapılan deney sonuçları Çizelge 2-3 ve Tablo 4-5'te, %50 oranında aşındırıcı konsantrasyonu ile hazırlanan aşındırıcı akışkanla yapılan deney sonuçları ise Çizelge 4-5 ve Tablo 6-7'de verilmiştir.

Çizelge 2. (Grup 1 - Yüzey 1) üzerinde elde edilen sonuçlar

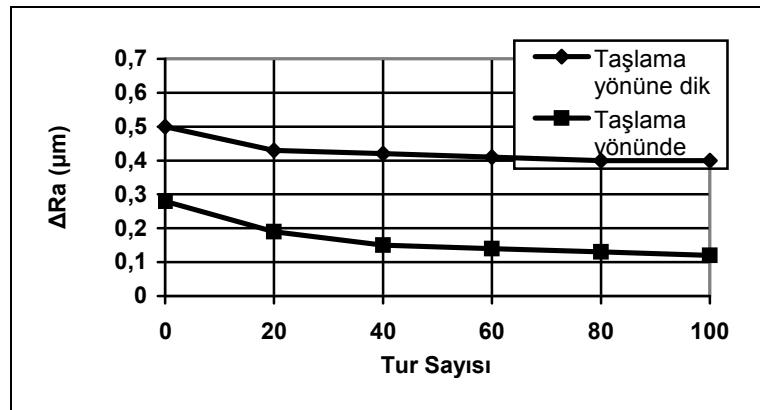
Tur sayısı	Taşılama yönüne dik yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)	Taşılama yönünde yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)
0	0,49	0,28
20	0,29	0,16
40	0,26	0,14
60	0,22	0,14
80	0,19	0,12
100	0,16	0,1



Şekil 4. Yüzey pürüzlülüğünün tur sayısına göre değişimi (Grup 1 - Yüzey 1)

Çizelge 3. (Grup 1 - Yüzey 2) üzerinde elde edilen sonuçlar

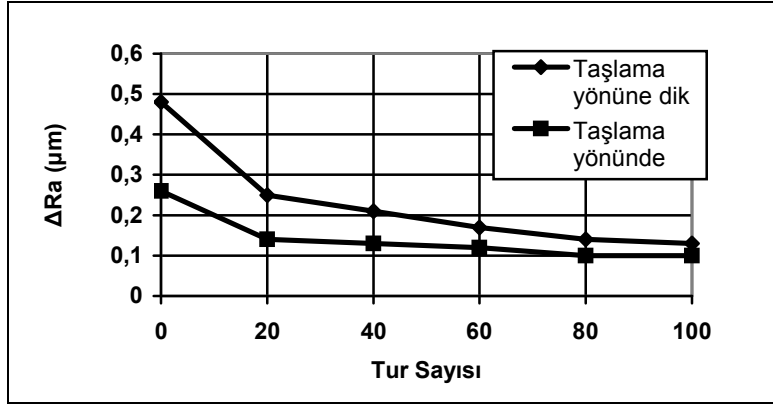
Tur sayısı	Taşılama yönüne dik yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)	Taşılama yönünde yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)
0	0,50	0,28
20	0,43	0,19
40	0,42	0,15
60	0,41	0,14
80	0,4	0,13
100	0,4	0,12



Şekil 5. Yüzey pürüzlülüğünün tur sayısına göre değişimi (Grup 1 - Yüzey 2)

Çizelge 4. (Grup 2 - Yüzey 1) üzerinde elde edilen sonuçlar

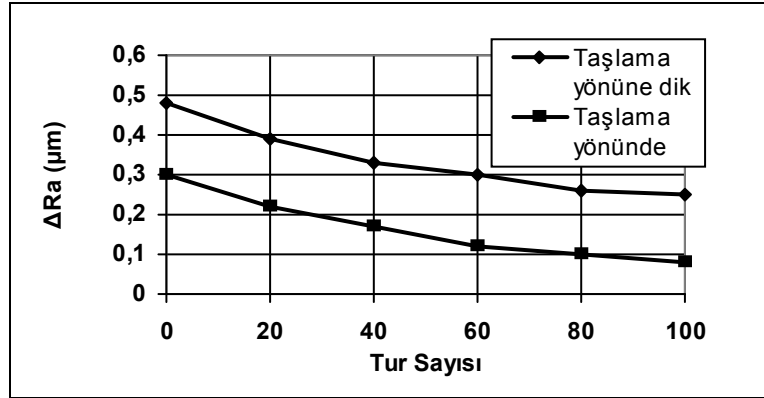
Tur sayısı	Taşılama yönüne dik yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)	Taşılama yönünde yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)
0	0,48	0,26
20	0,25	0,14
40	0,21	0,13
60	0,17	0,12
80	0,14	0,1
100	0,13	0,1



Şekil 6. Yüzey pürüzlülüğünün tur sayısına göre değişimi (Grup 2 - Yüzey 1)

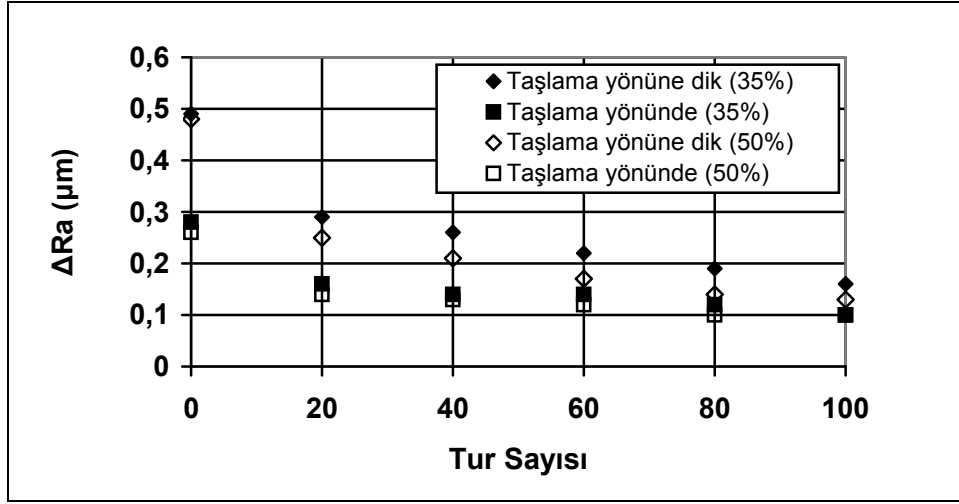
Çizelge 5. (Grup 2 - Yüzey 2) üzerinde elde edilen sonuçlar

Tur sayısı	Taşılama yönüne dik yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)	Taşılama yönünde yüzey pürüzlülüğü (Ra μm)
0	0,48	0,30
20	0,39	0,22
40	0,33	0,17
60	0,30	0,12
80	0,26	0,10
100	0,25	0,08



Şekil 7. Yüzey pürüzlülüğünün tur sayısına göre değişimi (Grup 2 - Yüzey 2)

Çizelge 2,3,4,5 ve Şekil 4,5,6,7'de verilen sonuçlar, aşındırıcı akışkanla işlenen numunelerin yüzey pürüzlülüğünün başarılı bir şekilde azaltıldığını göstermektedir. Özellikle akışkan yönünün taşlama yönüne dik olduğu yüzeylerde yüzey pürüzlülüğündeki azalma daha belirgin olup, bu durum beklenen bir sonuçtur. Taşlama yönünde sıralanan tepe ve çukurların dik yönde bir işlemle ortadan kaldırılması, aynı yönde işlenmesinden daha kolaydır. Bu nedenle, taşlama yönüne dik yapılan yüzey ölçümlerinde elde edilen yüzey pürüzlülüğü azalması diğerlerine göre daha belirgindir. Akışkan içerisindeki aşındırıcı konsantrasyonun etkisi Şekil 8'de görülmektedir. Taşlama yönüne dik yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, aşındırıcı konsantrasyonunun %35'ten %50'ye değişimi ilk 20 turda yüzey pürüzlülüğünün daha hızlı azalmasına neden olmuştur. Akış yönünün etkisi burada belirgin olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 8. Aşındırıcı konsantrasyonunun etkisi

5. SONUÇ

Bu çalışmada, aşındırıcı akışkanla yüzey işleme üzerine bir ön çalışma sunulmuştur. Akışkan özellikleri, aşındırıcı özellikleri, işleme şartları, akış şekli ve hızı gibi birçok parametrenin yanında aşındırma mekanizmasının belirlenmesi halen birçok araştırmacı tarafından sürdürülmekte olup, bu çalışma; özellikle enjeksiyon kalıplarının parlatılmasında bu parametrelerin etkilerinin incelenmesi üzerine yoğunlaştırılacaktır.

6. KAYNAKÇA

- [1] GORANA, V.K., JAIN, V.K., LAL, G.K., "Experimental Investigation Into Cutting Forces and Active Grain Density During Abrasive Flow Machining", *Int. J. Mach. Tool & Manufacture*, Vol.44, 201-211, 2004.
- [2] EXTRUDEHONE CO., USA: <http://www.extrudehone.com>, Son Erişim: 06.02. 2006.
- [3] JAIN, V.K., ADSUL, S.G., "Experimental Investigations into Abrasive Flow Machining (AFM)", *Int. J. Mach. Tool & Manufacture*, Vol.40, 1003-1021, 2000.
- [4] WILLIAMS, R.E., RAJURKAR, K.P., "Stochastic Modeling and Analysis of Abrasive Flow Machining", *Trans. ASME J Eng. Ind.*, Vol.114, 78-81, 1992.
- [5] WILLIAMS, R.E., RAJURKAR, K.P., "Metal Removal and Surface Finish Characteristics in AFM", *ASME PED*, Vol.38, 93-106, 1989.

- [6] WILLIAMS, R.E., RAJURKAR, K.P., "Performance Characteristics of AFM", *SME Tech Paper*, 898-906, 1989.
- [7] RHOADES, L.J., "Abrasive Flow Machining, A Case Study", *Manufacturing Engineering*, November 75-78, 1988.
- [8] RHOADES, L.J., "AFM and its Uses" *Non-traditional Machining Conference Proceedings*, Cincinnati, OH, December, 111-120, 1985.
- [9] RHOADES, L.J., "AFM: A Case Study", *J Mater Proc. Tech*, Vol.28, 107-116, 1991.
- [10] PRZYKLENK, K., "Abrasive Flow Machining" *ASME, PED*, Vol.22, 101-110, 1986.
- [11] FLETCHER, A.J., FIORAVANTI, A., "Polishing and Honing Process", *Proc. Instn. Mech Engrs.*, Vol.210, 256-265, 1996.
- [12] RAJENDA, K.J., JAIN, V.K., "Specific Energy Determination in Abrasive Flow Machining Process", *Int. J. Mach. Tool & Manufacture*, Vol.41, 1690-1704, 2001.
- [13] JAIN, V.K., JAIN, R.K., "Modeling of Material Removal and Surface Roughness in AFM Process", *Int. J. Mach. Tool & Manufacture*, Vol.39, 1903-1923, 1999.
- [14] FLETCHER, A.J., HULL, J.B., MACKIE, J, TRENGOVE, S.A., "Computer modeling of AFM process", *Int Conf on Surface Engineering*, Toronto, 35-41, 1994.
- [15] LAM, S.S.Y., "Process Control of AFM Process Using Neural Network Model", *Proc. 6th Int Eng Res Conf.*, Miami, FL, 477-482, 1997.
- [16] JONES, A.R., HULL, J.B., "Ultrasonic flow machining", *Ultrasonics*, Vol.36, 97-101, 1998.
- [17] GILMORE, J.R., "Orbital Polishing An Emerging Technology", *SME Buff and Polish Clinic*, 1997.
- [18] SHINMURA, T., YAMAGUCHI, H., "Study on a New Internal Finishing Process by Application of Magnetic Abrasive Machining", *JSME, Int. J. Ser. C*, Vol. 38(4), 798-804, 1995.
- [19] KIM, J.D., "Development of Magnetic Abrasive Jet Machining System for Precision Internal Polishing of Circular Tubes", *J Mater Proc Tech*, Vol.71, 384-393, 1997.
- [20] KREMEN, G.Z., ELSAYED, E.A., RAFALOVICH, I., "Mechanism of Metal Removal in MAP and Accuracy of Machining", *Int J Prod Res*, Vol.34(9), 2629-2638, 1996.
- [21] KHAIRY, A.B., "Aspects of Surface and Edge Finish by Magnetoabrasive Particles", *Proc Int Conf Adv Manuf Technd*, 77-84, Malaysia, August, 2000.
- [22] SINGH, S.S., SHAN, H.S., "Development of Magneto Abrasive Flow Machining Process", *Int. J. Mach. Tool & Manufacture*, Vol.42 954-959, 2002.