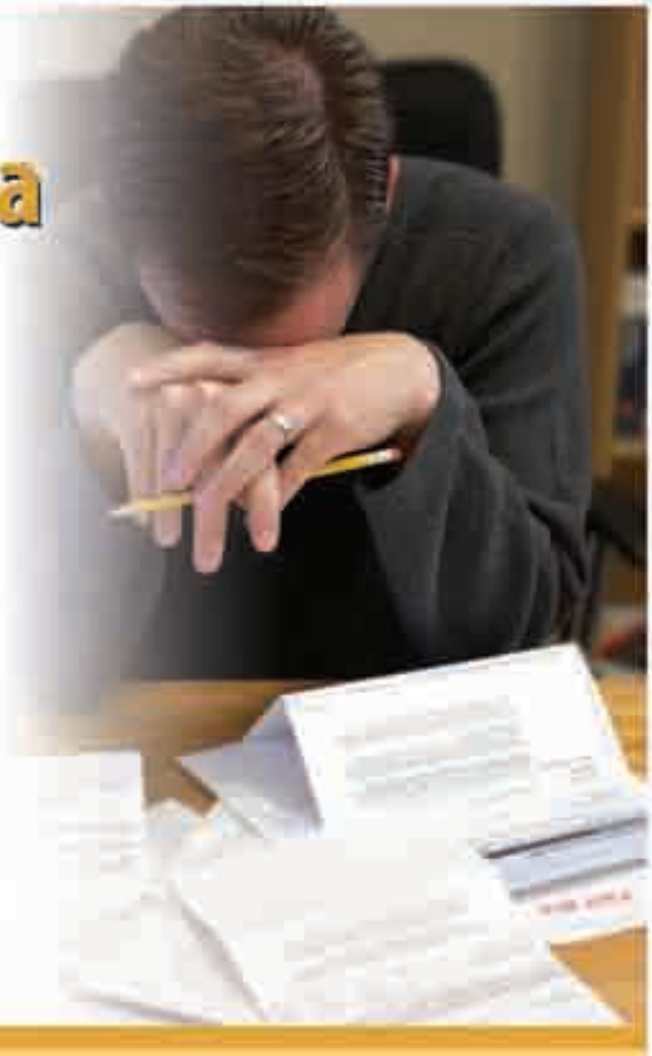
MetalMakina

Eylül - Ekim 2009 Fiyatı: 30 TL Metal İşleme Teknolojileri Tanıtım ve Pazarlama Dergisi

Makina alırken
kırılma sigortası da
içinde olsun ister misiniz?







TEZMAKSAN
MAKİNA SANAYİ VE TİCARET A.Ş.

www.tezmaksan.com Detaylı bilgi için 0212 674 60 10

- "Yeni Makina Yönetmeliği" hakkında mutlaka bilgi sahibi olun
- Makina sektöründe 50 milyar dolarlık ihracat hedefi
- Emin Koramaz: Uzaktan eğitimle mühendis yetişmez
- Makina sektörünü hareketli bir dönem bekliyor
- Dahilde işleme 1,5 milyar dolarlık ithalat izni
- Murat Yalçıntaş: Büyüyen firmalardan, daha az oranda vergi alınmalı
- Sanayide yüksek gerilim
- Aybar: Otomotive destek sürmezse 2010 çok karanlık olabilir

İÇİNDEKİLER

HABER

Makina sektöründe 50 milyar dolarlık ihracat hedefi 50
"Büyüyen firmalardan, daha az oranda vergi alınmalı" 52
ÖTV ve KDV indirimleri sona eriyor 54
Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu 56
EuroBLECH 2010: Stant rezarvasyonları başladı 57
Makina sektörünü hareketli bir dönem bekliyor 58
Tezmaksan Makina Tayvanlı iş ortaklarını ziyaret etti 60
Dahilde işleme 1.5 milyar dolarlık ithalat izni 60
İç pazardaki talep yetersizliği kapasite kullanımını frenledi 61
'Yeni Makina Emniyeti Yönetmeliği hakkında mutlaka bilgi sahibi olun 62
KOSGEB'in destekleyeceği öncelikli sektörler ve bölgeler belirlendi 63
Türkiye'nin ilk 'Otomotiv Anadolu Teknik Lisesi'nin temeli atıldı 64
Sanayide yüksek gerilim 66
Şafak Makina Showroom'u 1 Ekim'de açılıyor 69
ING Bank'tan KOBİ'lere destek 69
11.Otomotiv Sempozyumu "Kalıpçılık ve Tasarım" Sonuç Bildirgesi Açıklandı 70
Otomotiv üretimi hızlı düşüş içinde 72
İhracatın Kuzey Afrika çıkarması 74
TİAD ikili işbirlikleri için yoğun çaba gösteriyor 76
KOBİ teşviklerinin yüzde 79.3'ü imalat sanayiine 78
Asansör 'teknik komitesi' oluşturuluyor 78
Koramaz: "Uzaktan eğitimle mühendis yetişmez" 84
Yapı-Tek Çelik, üç yeni tesisiyle kapasitesini artırdı 86
Erk Otomotiv Rus otomotiv devi Kamaz ile anlaşma imzaladı 88
Würth Türkiye'de 20. yılını kutluyor 88
Sanayide istihdam 2. çeyrekte yüzde 12 geriledi 92
Aybar: "Otomotive destek sürmezse 2010 çok karanlık olabilir" 100
MAN Türkiye CEO'luğuna Münür Yavuz atandı 102
POSCO Bursa'ya yatırım yapacak 102
OECD: Türkiye'nin ekonomik ve stratejik olarak önemi arttı 104
Otomotivde yatırım bereketi 106
Türk Prysmian'ın Dubai başarısı 112
Murat Akyüz: "Bu elektrik zammı ihracatı çarpar" 112
Almanya'nın lokomotifi 'makina üretimi' krizden çıkamadı 114
KOBİ'lerin birleşme avantajından yararlanması için son 4 ay 114

FUAR

ALUEXPO 2009, Alüminyum Sektörüne dinamizm katacak 120
BICES Fuarı'na fuarı'na İMDER'den destek 122
Ulusararası Duşanbe Endüstri ve Ticaret Fuarı 124
Kalıp sektörü 5. İstanbul Kalıp Fuarı'nda buluşmaya hazırlanıyor 128
3T Fuarı 8.kez teknoloji ve inovasyonun nabzını tutacak 129
CeBIT Bilişim Eurasia ile iş dünyasının kalbi İstanbul'da atacak 132
Uluslararası Üretim Tekolojileri Fuarı TIME 2009 134
Metal işleme sektörü 5 Kasım'da Bursa'ya çıkarma yapacak 136

FİRMA-ÜRÜN

Mobil DTE 10 Excel serisi hidrolik yağlar için 'yeni enerji verimliliği logosu' 140
Taşlama devi KELLENBERGER Italya'daki EMO 2009 fuarında 143
SC-3000, 'Yüksek hassasiyetli hamlaç yükseklik kontrol edici' 146
SCHUNK'dan Özellikle Taşlama ve Azdırma Tezgahları için Mükemmel Çözüm 148
TOP WORK Yeni TU Serisi 150
Sandvik Coromant'ın kanal açma ve kanal frezeleme çözümlerinin yeni ailesi 152
Seco'dan otomotiv endüstrisi için takımlar ve çözümler 156
Genpower yeni seri GNT modellerinin üretimine başlıyor 158
WNT'den yeni hidrolik takım tutucular 162
Üstün Loctite kalitesi artık hologram güvencesinde 164
Kitagawa'nın yeni döner tablası (divizör) GT200 166
Memo teknik altyapısı ile sorunları önceden belirliyor 168
Fortress eGard Ürün Gamını Genişletiyor 168
Wilson Tool– Tekno2000 Türkiye işbirliği, krize rağmen atılımını sürdürüyor 170
Tüm kontrol cihazlarına uyum sağlayan MPG Kontrol (Manuel El Çarkı) 174
WILSON TOOL 'dan yeni ürünler 174
Brother'dan yeni TC-S2D Serisi 176
Ingersoll RandKablosuz taşlama aletleri 176
DMG'den Milano'da yenilik festivali 178
Duratomic- TP3500 KALİTE 'Çelik Tornalama İçin Duratomic Zincirinin Son Halkası' 180
HUBTEX ürünleri sınırları ortadan kaldırıyor 182
Femsan'dan yeni seri DC Motorlar 184
Kısa ve uzak mesafelerde kablosuz haberleşme için 'TO-PASS® Ex Kutusu' 185
TRUMPF'tan dünyanın en küçük sac kesme el aleti: TruTool S-130 186
Mitsubishi Electric Güvenlik Rölesi Modülleri 188
Erdesi Dış Ticaret, yapıştırıcılar ve özel kimyasal ürünler alanında önemli bir boşluğu gideriyor 190
Ezerek Parlatma Makinaları-MXM Modelleri 196
Uygun maliyetli, yüksek güvenirlikli E58/EP58 serisi Ø58mm enkoderler 202
Yenasoft 'Kalite Hizmet Belgesi'ni aldı 204
Pilz'den 'Yeni Makine Direktifi' eğitimi 204
RSA'dan yüksek performanslı 'pah kırma makinası' 206
FARO, Dünyanın En Hassas Büyük Hacimli Laser Tracker Cihazını Sunuyor 210

SÖYLEŞİ

MİB Başkanı Mustafa Dirin "Gereken destekler sağlanırsa, makina imalat sanayi 1. lige hazır" 211
MCM Makina Genel Müdürü Murat Çetkin:"Tüm olumsuzluklara rağmen, istikrarlı fiyat politikamızı devam ettiriyoruz" 213
Genç girişimcilerin dikkat çeken başarısı 'Atlas CNC Kalıp' 214
Teknolojiden eğitime komple çözüm, SES3000 CNC 216

MAKALE

Aşınmayı Önlemede Termokimyasal İşlem Olarak Borlamanın Kullanılması 234
Yapay Sinir Ağları (YSA) Metodu ile Redüktör Seçiminin Modellenmesi 238

MAKALE

Aşınmayı Önlemede Termokimyasal İşlem Olarak Borlamanın Kullanılması

Serkan ISLAK, Arif UZUN

Kastamonu Üniversitesi, Cide Rıfat Ilgaz Meslek Yüksek Okulu, Cide, Kastamonu

sislak@kastamonu.edu.tr
auzun@kastamonu.edu.tr

Giriş

Borlama, borun metal yüzeyine difüze edilmesi sonucu oluşan bir termokimyasal işlemdir. Borlama işlemiyle oluşan borürler, alt tabaka çeliğinin aşınma ve tribolojik davranışlarını geliştirir. Borlanan çeliklerin erozif ve korozif ortamalara karşı çok dirençli olduğu bulunmuştur. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren uygulanmaya başlanan borlama ile; çok sert, düşük sürtünme katsayısına sahip, yüksek sıcaklık ortamına dayanımı fazla ve korozyona dirençli malzeme yüzeylerinin elde edilmesi mümkün olmaktadır. Bir termokimyasal yüzey sertleştirme yöntemi olan borlamada, bor atomları metal yüzeyine termokimyasal olarak yayınarak, çok sert bir bor tabakası oluştururlar. Bu yöntem, yaklaşık 900-1100 °C sıcaklıkta, değişik ortamlarda (katı, sıvı, gaz veya plazma) alaşımsız ve alaşımlı çeliklere, dökme demirlere, demir dışı metal (Ni, Co, Mo, Ti) ve alaşımlarına, bu alaşımların toz metalurjisi yöntemiyle üretilen tozlarına, bazı süper alaşımlar ile sermetler gibi birçok malzeme grubuna uygulanabilir. Yapı çelikleri, sementasyon çelikleri, temperlenmiş çelikler, takım çelikleri, korozyona dayanıklı çelikler, gri dökme demir, küresel grafitli dökme demir, sinterlenmiş demir ve çelikler borlama işlemi için uygun malzemelerdir. Bu malzemelerden yapılan pimler, burçlar, fan kanatları, pompa milleri, püskürtme ağızlıkları, dökümle üretilmiş gömlekler, valfler, pres kalıpları, enjeksiyon pistonları, soğuk hadde çekme kalıpları, rulman bilyaları, supaplar, elek saçları, vana gövdeleri, ekstrüzyon kalıbı parçaları, dişli çarklar, tekstil makinelerinin parçaları ve yine bazı diğer kalıplar borlama işleminin başarıyla uygulandığı makine parçalarıdır (Şekil 1).

Borlama, yüksek sıcaklıklarda yüzeye bor atomlarının difüzyonu ile malzeme yüzeyini zenginleştiren1eştiren bir termokimyasal yüzey sertleştirme yöntemidir. Bu yöntem, fiziksel ve kimyasal karakteristikleri yönünden karbürleme ve nitrürleme gibi diğer yüzey sertleştirme yöntemlerine benzerlik gösterir. Borlama demir ve alaşımlarının tümüne, nikel alaşımlarına, titanyum alaşımlarına ve sinterlenmiş karbürlere başarılı bir şekilde uygulanır. Borlanan çelikler, yüzey sertliği ve aşınma direncinin arttırılmasıyla kendisini elli eder. 1–8 saatler arasında değişen periyotlar için 800–1000 °C sıcaklıklarında demir esaslı malzemeler borlandığı zaman,



(a) (b) (c)

Şekil 1: Borlanmış (a) tütün kıyma bıçakları, (b) çark ve (c) boru bağlama elemanları

Endüstriyel borlama; çelikler, dökme demirler; nikel, kobalt, titanyum ve molibden esaslı alaşımlar ile sermet karbürleri gibi bir çok demir esaslı ve demir dışı metallere uygulanabilir. Çelik yüzeyinde oluşan bor tabakası, aşınma ve korozyona karşı çok dirençli olup, yüksek sıcaklıklarda da oldukça serttir [1].

malzemenin yüzeyinde (Fe2B-FeB) veya Fe2B' dan oluşan, yaklaşık 2000 HV sertliğinde bir bor tabakası üretilir. Bor tabakası oluşumu; borlama sıcaklığı, işlem zamanı ve borlanan malzemenin özeliklerine bağlıdır. Bor katı, sıvı veya gaz durumunda olabilir. Katı durumunda borlama avantajlıdır. Bu yöntem, işlemin ko-

lay olması ve pürüzsüz bir kaplama yüzeyinin elde edilmesi mümkün olduğundan, geniş bir kullanım olanağı sağlar. Katı durumda borlama, kutu sementasyonuna benzer bir şekilde, sıkı kapaklı kutular içerisinde ya da soy gaz atmosferi altında da yapılabilir.Borlama için malzeme ısıl rezistanslı kutu içindeki toz içine daldırılır. Malzeme yüzeyine bor atomlarının çok daha iyi yayınması için bor yaşlandırıcı ile malzeme arasında geniş bir yüzey temasının gerçekleşmesi arzu edilir. Toz tane boyutu, borür tabakasının oluşumunda önemli bir faktödür. Diş biçimli yapı borür tabakasının karaktersitik bir özelliğidir. Düşük karbonlu çelikler ve düşük alaşımlı çeliklerde daha güçlü dişe benzer yapı oluşur. Alaşımlı çeliklerdeki alaşım elementlerinin oranına bağlı olarak dişe benzer yapı daha azdır. Esas metal ile borür tabakasının birleşmesi diş biçiminde olduğunda, tabaka ve ana metal arasındaki bağ daha iyidir. Kalınlığın artmasıyla borür tabakasının kırılganlığı artar. Borlama yönteminin diğer yüzey sertleştirme yöntemlerine göre avantajı; yüzey tabaka sertliğinin yüksek olması, kırılma katsayısının düşük olması, borlama sonrası ayrıca bir ısıl işleme gerek olmaması, bazı asit, metal çözeltilerine ve yüksek sıcaklıkta oksidasyona karşı dirençli olmasıdır. Borlanan çelikler 1000 °C ve üstündeki sıcaklıklarda tribolojik özelliklerini kaybetmeksizin oksidasyona ve aşınmaya dirençlidirler [1]. Şekil 2'de çeşitli çeliklerin yüzeyinde oluşan borür tabakaları ve kalınlıkları verilmiştir.



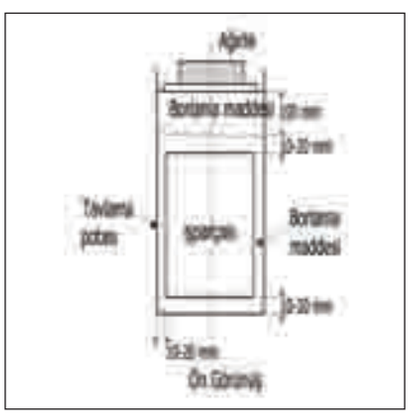
Şekil 2: Borür tabakaları; (a) 100Cr6 çeliği, kalınlık: 50 µm, (b) X10CrNiMoTi18-10 çeliği, kalınlık: 50 µm, (c) Inconel 718 çeliği, kalınlık: 18 µm, (d) Hastelloy B, kalınlık: 50µm

2. Borlama Yöntemleri

Borlama yöntemleri; katı ortamda borlama, sıvı ortamda borlama, gaz ortamda borlama, plazma ortamda borlama ve akışkan yataklı ortamda borlamadır.

2.1. Katı Ortamda Yapılan Borlama

En yaygın olarak kullanılmakta olan bu yöntem, taban malzemesi üzerine bor veya borkarbür bileşiminde aktivitörlerin paketlenmesiyle yapılan borlamadır. Yöntem yalnızca küçük boyutlu parçalara uygulanabilmektedir. Demir dışı alaşımlardan Ti, Ni, Ta esaslı alaşımlar bu yöntemle borlanabilmekte ve bunların borürleri 3200 HV sertliğe kadar ulaşabilmektedir [2]. Bu yöntemin işlem parametrelerinin kontrol yeteneğinin çok kötü olması, otomasyonun mümkün olmayıp elle çalışma zorunluluğu ve atık ürünlerin çevreye verdiği zarar gibi dezavantajları mevcuttur [3]. En yaygın kullanım şekli olan paket borlama olarak bilinen katı borlamada paket karışımları malzemenin cinsi de dikkate alınarak farklılık arz eder. Borlama, borlama etkeni (SiC' le ince toz haline getirme), aktivatör (BF3 gazı) ve bir oksit azaltıcı (silika: asitle sulandırılmış kum) aşamalarını içerir [2]. Katı ortam borlamasında yüzey oldukça temiz çıkmakta, ayrıca temizleme işlemine gerek kalmamaktadır. Borlama sıcaklığı, borlanacak malzemenin bileşimine bağlı olarak belirlenmektedir. Gri dökme demir, tungsten karbür ve diğer karbürler hariç bu sıcaklık 800-1050 °C arasındadır. Gri dökme demir 850-880 °C`ı geçmeyen sıcaklıklarda borlanmalıdır. Tungsten ve diğer karbürler 900 °C`ın altındaki sıcaklıklarda borlanmalıdır [6]. Borlama işlem süresi 1 ile 8 saat arasındadır. Borlanmış tabakanın sertliği ve kalınlığı da borlama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Borlama işleminin en önemli üstünlüklerinden biri de, borlamadan sonra matris malzemesine istenilen ısıl işlemin yapılabilmesidir. Matris malzemesinin mekanik özelliklerini iyileştirmek için yapılacak ısıl işlemlerin koruyucu gaz, vakum veya nötr tuz banyolarında yapılması önerilmektedir. Bu ısıl işlemler, eğer katı borlama yapılmışsa borlama kutusuyla birlikte, borlama işleminin ardından hızlı soğutma şeklinde yapılabilir. Ayrıca ılık banyo ve basınçlı gazda hızlı soğutma, ardından temperleme, ostonitleme veya matris malzemesini homojenleştirme gibi işlemler uygulanabilir. Şekil 3'de katı ortamda borlamanın prensibi görülmektedir.



Şekil 3: Katı ortamda borlamanın prensibi [7].

2.2. Sıvı Ortamda Yapılan Borlama

Metalik malzemelerin bor bileşimli ergimiş tuz banyosuna daldırılmalarıyla yapılmaktadır. Ergimiş tuz ban-

yosu değişik oranlarda B4C, BaO, KCl, NaCl bileşiklerini içerir. BaO ilavesi, difüzyonu önemli ölçüde iyileştirir. Oluşan demir-bor tabakalarının tipik kalınlıkları 100-200 Ìm' dir [2]. Bu yöntemin kullanımını; zehirlilik, patlayıcılık, doğa ve çevresel kirlilik gibi dezavantajları sınırlandırmaktadır [3,8]. Sıvı ortam borlamasında, işlemin sonunda borlayıcı ortam bileşenlerinin parça yüzeyine yapışması ve bunların temizlenmesi için ek bir işlem gerekmesi sıvı borlamanın bir olumsuzluğudur.

2.3. Gaz Ortamında Yapılan Borlama

Bor hidrürlerin termal parçalanması sonucu elde edilen buharla yapılan borlama işlemidir. Bu işlemde sıcaklık yükseltilebilir ve daha homojen difüzyon tabakası elde edilebilir. İşlem özellikle karışık şekilli parçaların borlanması ve homojen tabaka elde edilmesi istendiğinde tercih edilen bir yöntemdir [2]. Ancak gaz ortamda borlama işleminde mevcut olan zehirlilik, patlama tehlikesi, doğa ve çevreyi kirletme gibi dezavantajlarının varlığı yöntemin kullanımını sınırlamaktadır [3,8].

2.4. Plazma Borlama

Hem B2H6-H2, hem de BCl3-H2-Ar karışımı plazma borlamada başarıyla uygulanır. Ancak; ilk gaz karışımı, katı ve sıvı borlama yöntemlerinin de mümkün olduğu 600 ºC gibi nispeten düşük sıcaklıklarda çeşitli çeliklerin üzerinde borür tabakası elde etmek için uygulanabilir. BCl3-H2-Ar gaz karışımında BCl3 konsantrasyonu iyi kontrol edilerek daha iyi mikrosertlik ve özellik kombinasyonu elde edilebilir.

Çift faz tabakası gözle görünür bir gözenekliliğe sahiptir. Ancak bu gözeneklilik BCl3 bileşimi arttırılarak minimuma indirilebilir. 20 Ìm'ye kadar en uygun borür tabakası, 700-850 ºC sıcaklıklarda 270-800 Pa (2-6 torr) basınç etkisinde 6 saatlik işlemle elde edilebilir. Plazma ile borlamanın avantajları;

- Borür tabakasının derinliği ve bileşiminin kolay kontrolü,
- Katı borlama ile karşılaştırıldığında bor potansiyelinin yüksek oluşu,
- Enerji ve gaz tüketiminden tasarruf,
- Temiz yüzeylerin oluşması,
- İşlem sıcaklık ve süresinin kısalığı,
- Yüksek sıcaklık fırın ve donanımına gerek duyulmamasıdır.

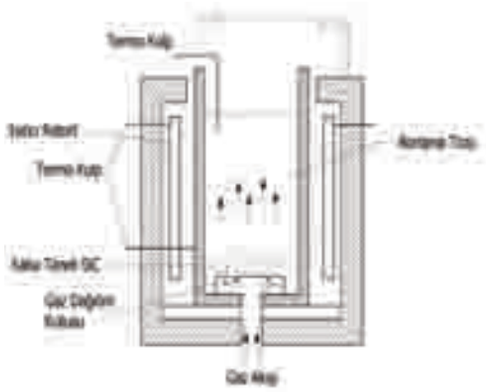
Yöntemin tek dezavantajı çalışma atmosferinin aşırı şekilde zehirli etkide olmasıdır.

2.5. Akışkan Yataklı Borlama (Fluidized bed boriding)

Borlama yöntemlerindeki son gelişme, akışkan yataktaki borlamadır (Şekil 4). Yöntem Ekabor WB gibi özel borlama tozları, N2-H2 karışımı gibi oksijensiz gaz karışımı ve kaba taneli SiC partiküllerinden oluşan yatak malzemesini içerir. Elektrik bir ısı kaynağı olarak kullanıldığı zaman, yatak daha hızlı ısı transfer eden ortam olarak görev yapar. Bu sistem genellikle sertleştirme ve temperleme fırınları ile donatılır [7].

Yöntemin avantajları şunlardır:

- Yüksek ısıtma oranı ve ısı akışının yanı sıra kısa işlem süresi,
- Düşük toplam maliyet ve üniform sıcaklık dağılımı,
- Yükselen gaz basıncından dolayı kullanılan fırın sızdırmazdır,
- Malzemelerin son hali üniformdur, yakın tolerans elde edilir ve seri üretim için uygundur,
- Yöntem otomatik hale getirilerek, seri üretime daha da uygun hale getirilebilir,
- Bu işlemden sonra parçalar sertleştirilebilir,
- Seri üretim için düşük işlem maliyetine sahiptir.



Şekil 4: Akışkan Yataklı Borlamanın Şematik Gösterimi [7].

Flor içerikli atık gazların, çevresel problemlerden kaçınmak için iyice temizlenmesi gerekir. Artık gaz miktarının azaltılması bakımından darbeli (pulslu) akışkan yataklı borlama yöntemi kullanılır.

3. Borlu Tabakanın Tribolojik Özellikleri

Borlanmış çelikler yüksek sertliklerinden dolayı abrasif aşınmaya karşı çok iyi direnç gösterirler. Bu özellik, nitrürlenen ya da karbürlenen çeliklerle kıyaslandığında onlardan mükemmel derecede fazlardır. Abrasif aşınmanın meydana geldiği ve borlama ile önemli ölçüde düşürüldüğü sistemlere; pnömatik transport sistemleri, plastik şekil verme makinaları, haddeleme elemanları, pompalar, vanalar vb. buna örnek olarak verilebilir. Borlanmış tabakaların adhezif aşınma mukavemeti, diğer yöntemlerden oldukça üstündür. Burada, kaplanmış malzemelerin yüksek sıcaklıklardaki mukavemeti özellikle ön plana çıkmakta; borlu tabakaların iyi aşınma özelliği göstermesi nedeni ile, yöntem çok az ya da hiç yağlayıcı kullanmadan çalışmaya olanak sağlayacağından gelecekte çevreyi korumakta önemli bir etken olacaktır [9].

Borun oksijene karşı ilgisi fazla olduğu için, bu metal yüzeyde koruyucu ince bir oksit filmi oluşturmakta ve bu

oksit filmi yüzeyde yağlayıcı vazifesi göstererek sürtünmeli aşınma sırasında, sürtünme katsayısını düşürmekte ve yüzeylerin birbirine kaynamasını önlemektedir. Kaymalı sürtünmelerde açığa çıkan ısı, borlu tabakalar üzerinde herhangi bir olumsuz etki oluşturmamaktadır [10].

Demir-bor tabakalarının adhezif aşınma mukavemetleri Cr ve Mo ilavesiyle iyileştirilebilir. Abrasif aşınma Cr, Mo, V veya bunların hepsi üzerinde vanadyum karbürlerin çözündürülmesiyle düşürülür. Yüzey yorulmasına karşı düşük mukavemet Mo ve V' la yükseltilir. Tribo oksidasyon aşınması, alaşım elementleriyle çok az etkilenir. Demir dışı metallerin borlanmasında özellikle Ti, Ta ve Ni metallerinin, abrasif aşınma özellikleri üzerinde çok büyük iyileşme gösterdiği gözlenmiştir. Ti ve Ta' ın aşınma mukavemetine olumlu yönde etki ettiği saptanmıştır [2].

4. Kaynaklar

[1] Meriç, C., Şahin, S., Yılmaz, S.S., 2000, "Investigation of The Effect on Boride Layer of Powder Grain Size Used in Boronizing With Boron-Yielding Substances", Materials Research Bulletin, Vol.35, No. 13, 38-49.

[2] Bhushan, B., Gupta, B.K., 1991, Handbook of Tribology, McGraw-Hill, Inc., USA.

[3] Cabeo, E.R., Laudien, G., Biemer, S., Rie, K.-T., Hoppe, S.; "Plasma-Assisted Boriding of Industrial Components in a Pulsed D.C. Glow Discharge", Surface and Coating Technology, 116-119 (1999) 229-233.

[4] Küper, A., Qiao, X., Stock, H.R., Mayr, P., "A Novel Approach To Gas Boronizing", Surface and Coating Technology, 130 (2000) 87-94.

[5] Kaestner, P., Olfe, J., Rie, K.-T.; 2001, "Plasma-Assisted Boriding of Pure Titanium and TiAl6V4", Surface and Coating Technology, 142-144 (2001) 248-252.

[6] Fichtl, W., Trausner, N, Matuschka, A.G., 1980, "Boronizing with Bor", Boronizing, Heyden & Son Inc. Philadelphia, 58-71.

[7] Sinha, A.K., 1991, "Boriding (Boronizing)", ASM Handbook, Vol. 4, Heat Treating, 437-447, USA.

[8] Yoon, J.H., Jee, Y.K., Lee, S.Y., 1999, "Plasma Paste Boronizing Treatment of The Stainless Steel AISI 304", Surface and Coating Technology, 112 (1999), 71-75.

[9] Matuschka, A.G.; "Boronizing", 1980, McGraw-Hill Comp.,Heyden, London, 55.

[10] Karamış, M.B., Nair, F., Selçuk, B.; 1995, "Borlanmış Malzemelerin Tribolojik Özellikleri", 6. Denizli Malzeme Sempozyumu, 13-14 Nisan 1995, Denizli , 446-454.

