

Alumina Silikat Tuğlaların Abrasiv Aşınma Özelliklerinin İncelenmesi

Çetin BAĞLAN, Ziya ASLANOĞLU

SÜPERATEŞ Ateşe Mukavim Malzeme Sanayi A.Ş. Maslak Mahallesi Ayazağa Köy yolu üzeri 34398 Maslak İstanbul, Türkiye

E mail: cbaglan@superates.com , zaslanoglu@superates.com

Geliş Tarihi:22.10.2012; Kabul Tarihi:11.11.2013

Özet

Alumina-silikat esaslı refrakter tuğlalar yüksek sıcaklık gerektiren tüm uygulamalarda (demir çelik, alüminyum, çimento gibi) yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuğlaların kullanıldıkları farklı kullanım şartları nedeniyle farklı alumina içeriklerine sahiptirler. Özellikle termik enerji santrali bacalarında yanma ürünleri içerisindeki yanmamış katı partiküller taşınma esnasında bacalardaki tuğlalarda abrasiv aşınmaya yol açmaktadır. Yapılan çalışmada termik santrallerde kullanılan farklı alumina silikat tuğlaların abrasiv aşınma özellikleri incelenerek değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler.

Alumina silikat tuğla,
Erozyon,
Abrasif aşınma

Investigation Abrasive Erosion Properties of Alumina Silicate Bricks

Abstract

Alumina silicate based refractory bricks has a common application place where high temperature need such as in steel, aluminum and cement industry. Bricks should have different alumina content properties according to application conditions. Abrasive erosion is a common erosion mechanism in the chimney of coal power plants. The particulate matter in flue gas causes some erosion in the brick. In this work, the erosion properties of various alumina silicate bricks used in coal power plants were investigated by blast abrasion test.

Key words.

Alumina silicate bricks,
Erosion, blast
Abrasion

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Alumina silikat esaslı tuğlalar yüksek sıcaklıklardaki aşınma dirençleri, curuf dayanımı ve ısı özellikleri ile demir çelik endüstrisi, çimento sanayi, alüminyum sanayi, termik santraller ve madencilik sanayi geniş kullanım alanına sahiptirler (N.köksal, 2005). Yüksek alumina tuğlalar performanslarının uzun ömürlü olması kullanılan hammadde özelliklerine ve kullanım yerinin doğru seçim yapılmasına bağlı değişim göstermektedir. Alumina silikat tuğla üretimin de kullanılan hammaddelerin kimyasal ve fiziksel özellikleri tuğla performansını önemli derecede etkilemektedir. Yüksek alumina tuğla üretiminde çok farklı hammaddeler kullanılmaktadır. Bunlardan korund, mullit, boksit, andaluzit ve şamot hammaddeleri çok sıklıkla kullanılan hammaddeler olup yüksek hacim kararlılığı, korozyon direnci ve yüksek termal şok

dayanım özellikleri ile refrakter tuğlalarda yoğun olarak kullanılmaktadır.

Termik santraller kazan içinde kömürün yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir (M.Başaran, 2012). Termik santrallerde genelde kullanılan kazanlar dikey tip ve su sirkülasyonlu içten yanmalı kömür püskürtmeli sistemlerdir (U.Tekir, 2004). Termik santraller de farklı kalitede yüksek alumina tuğlaları içten yanmalı buhar kazanlarında, gaz kanallarında ve bacalarda yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Buhar ısıtma kazanı içinde toz olarak öğütülmüş kok kömürü püskürtülerek yakma yapıldığından fırın içinde kullanılan Alumina Silikat tuğlalar aşınmaya maruz kalmaktadır. Özellikle ısıtma kazanları içinde kömürün çarpma yaptığı bölgeler ile oksitlenmiş kömür safsızlıkların gaz kanalları dirsek bölgeleri ve bacada kullanılan Alumina Silikat tuğlaların

aşınmasına neden olmaktadır (H.Topal, 2012). Yapılan çalışmada termik santrallerdeki aşınma profili incelenerek farklı kalitedeki Alumina Silikat tuğlaların aşınma özellikleri incelenmiştir

2. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmalarda farklı hammaddelerden olan Şamot, Mullit, Andaluzit, Rotary Boksit ve Kahverengi Korund hammaddeleri kullanılmıştır. Tablo 1’de kullanılan hammadde ve malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan hammadde fiziksel ve kimyasal özellikleri

Hammadde	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Görünür Porozite (%)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)
Kahverengi Korund	96,51	0,94	2,10	0,12	2,54	3,84
Rotary Boksit	86,78	7,17	2,53	1,79	6,42	3,15
Mullit	76,32	14,57	3,09	1,58	8,65	2,93
Andaluzit	60,70	37,67	0,17	1,03	2,46	3,05
Ukrayna Şamotu	52,6	43,60	1,57	1,45	8,32	2,40

Belirlenen hammaddelerden yaklaşık %50Al₂O₃, %60Al₂O₃, %70Al₂O₃, %80 Al₂O₃ ve %90 Al₂O₃ bileşime sahip olan reçeteler hazırlanmıştır. Süperateş üretim hatlarında endüstriyel ölçekte üretilen farklı hammaddelerden imal edilen tuğlalar 230x114x65 mm ölçülerinde üretilmiştir. Üretilen tuğla özellikleri Tablo 2 ‘de verilmiştir.

Tablo 2. Deneysel çalışmalarda kullanılan tuğla fiziksel ve kimyasal özellikleri

Numune No	Alumina Silikat Tuğla	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Görünür Porozite (%)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Soğuk Basma Dayanımı (Kg/cm ²)
1	Şamot Tuğlası	49,88	44,36	1,38	1,636	2,26	15,49	570,51
2	Andaluzit Tuğlası	57,01	38,94	0,14	1,26	2,61	15,32	699,3
3	Mullit Tuğlası	71,64	19,82	2,71	1,75	2,55	21,20	705,8
4	Boksit Tuğlası	80,05	13,05	2,22	1,93	2,84	14,52	1338,1
5	Korund Tuğlası	88,52	8,02	1,86	0,38	3,22	13,41	923,6

Numuneler ISO/TC 33 N 891 standardına uygun olarak aşındırma test cihazı kullanılarak oda sıcaklığında partikül erozyona maruz bırakılarak abrasif aşınma testleri uygulanmıştır. Sinterlenmiş tuğlalardan 114x114x65 mm ölçülerinde kesilerek aşınma testi için numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerin aşınma testleri 20-60 mesh elek aralığı tane boyutuna sahip SiC granül kullanılarak 0,45 MPa hava basıncı ile 5,5 mm delik

çapına sahip nozuldan tuğla yüzeyine 90° dik püskürtülerek gerçekleştirilmiştir. Aşınma testi sonrası aşınma kayıpları (A) aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$A = (m_1 - m_2) / B$$

A: Aşınma Kaybı (cm³)

m₁: İlk Ağırlık (gr)

m₂: İkinci Ağırlık (gr)

B: Hacim ağırlığı (gr/cm³)

Tablo 3. Numunelerin abrasif aşınma değerleri

Aşınma Değerleri	1	2	3	4	5
Aşınma Kaybı (cm ³)	15,31	14,37	6,05	6,90	1,38
Aşınma Derinliği (mm)	6,5	9	6	5	2
Aşınma Çapı (mm)	84,75	80,5	63,25	77,25	50,5

Tartışma ve Sonuçlar

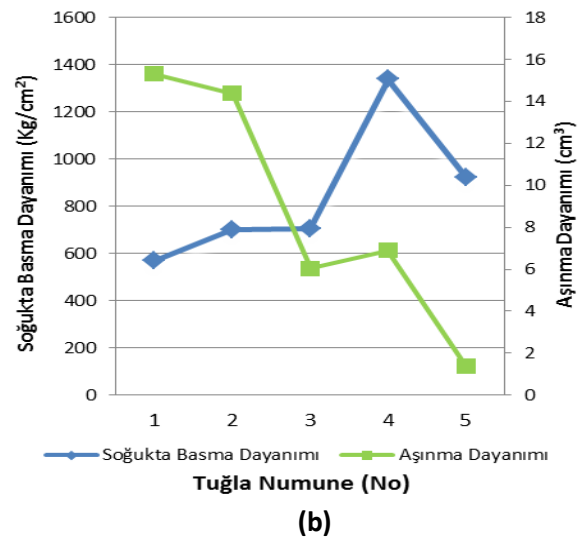
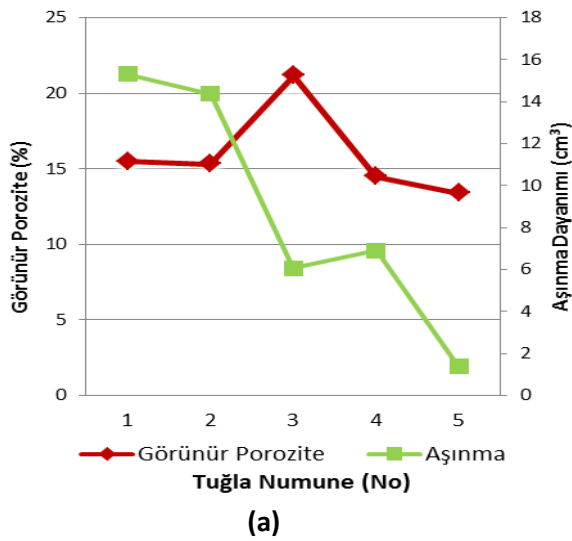
Tünel fırında sinterlenen tuğlalara hacim ağırlığı, görünür porozite, soğuk basma dayanımı ve erozyon testleri uygulanmıştır. Sinterlenen tuğlaların fiziksel özellikleri ve kimyasal analizleri

Tablo 2’de verilmiştir Alumina silikat tuğlalar sinterleme sonrasında farklı hammadde özellikleri nedeniyle farklı fiziksel özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Farklı hammaddeler kullanılarak sinterlenen tuğlanın görünür porozite ve soğukta basma dayanımlarına bağlı olarak erozyon

dirençleri de farklılık göstermektedir. Farklı hammaddelere bağlı olarak aşınma kayıplarının fiziksel özelliklere göre değişimi Şekil 1'de gösterilmiştir. En yüksek aşınma kaybının $15,31 \text{ cm}^3$ değeri ile 1 nolu Şamot esaslı tuğlada olduğu görülmektedir. Diğer numunelere oranla görünür porozitelerinin ve soğukta basma mukavemetlerinin düşük olması erozyon kayıplarını artırmıştır. Aşınma esnasında iri taneler şemsiye gibi bir koruma yaparak tuğlalarında aşınmasında etkili olmuştur. Bu nedenle korund esaslı tuğlaların düşük aşınma kayıpları gösterdiği düşünülmektedir. Şekil 2'de şamot tuğlası aşınan geniş çaplı bölgede

iri granüller arasında seramik bağa sahip dökülen bölgeler görülmektedir. Andaluzit ise doğal bir alüminyum silikat hammaddesi olduğu için tünel fırında tuğla matrisinde sinterlenmektedir. 2 nolu andaluzit esaslı tuğlanın soğukta basma dayanımı 1 nolu şamot esaslı tuğladan daha fazla olduğu için aşınma dayanımında artış olduğu görülmektedir.

3 nolu müllit esaslı tuğlalarda müllit fazı ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) oranında artış oluşması şamot ve andaluzit esaslı tuğlalara oranla daha az aşınma kayıplarına neden olmuştur (J.Z.Yang, 2012).



Şekil 1. Al_2O_3 oranına bağlı görünür porozite aşınma (a), S.B.D aşınma (b) değişimi

Rotary boksit kullanılan 4 nolu tuğlanın düşük görünür porozite özelliği ve yüksek soğukta basma dayanımına sahip olmasına rağmen müllit bazlı tuğlalara yakın bir aşınma dayanımı göstermiştir. Boksit tuğlası kimyasal bileşimindeki alkali oksitlerin diğer hammaddelere oranla daha yüksek olması alkali oksitlerin etkisi ile boksit tuğlasının termomekanik özelliklerini azalttığını düşündürmektedir (Amrane, 2011).

Kahverengi korund kullanılarak hazırlanan 5 nolu tuğlanın görünür porozitesinin düşük soğukta basma dayanımının yüksek olduğu görülmektedir. Uygulanan aşınma testinde yüksek hızla çarpan SiC tanelerinin tuğla yüzeyinde iri granüller arasındaki ince granülleri hafif olarak kopartabilmiştir. Kahverengi korund granülleri ergitme yöntemiyle üretildiğinden daha düşük porozite nedeniyle daha

yüksek sertlik değerlerine sahiptir. Bu nedenle aşınmaya karşı yüksek direnç özelliği göstermiştir.

4.Sonuçlar






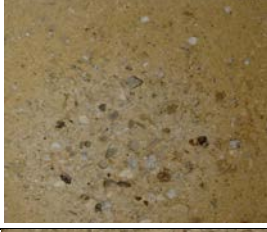

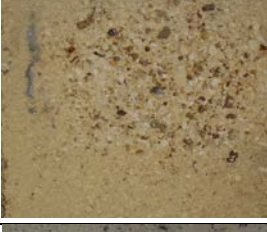


Çalışma sonrasında elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir;

1-Yüksek alumina tuğlalarında artan Al_2O_3 oranına bağlı olarak aşınma dirençlerinde artış olduğu görülmüştür.

2-Korund esaslı tuğla en yüksek aşınma direnci gösterirken en düşük aşınma dayanımı şamot esaslı tuğla görülmüştür.

3-Artan soğukta basma dayanımına paralel olarak abrasif aşınma kayıplarının azaldığı gözlenmiştir.

4-Artan hammadde tane sertliğinin aşınma direncinde etkili olduğu gözlenmiştir.

Şamot		
Andaluzit		
Mullit		
Rotary Boksit		
Korund		
	Aşınma öncesi	Aşınma sonrası

Şekil 2. Test öncesi ve sonrası numune genel görünüm

Kaynaklar

- Köksal, 2005, Alümina Refrakter Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (3) 23-28
- Başaran, 2012, Termik Santrallerde Verimlilik Çalışmaları ve Kazanımlar, Mühendis ve Makine, Cilt: 52 Sayı: 617 Sayfa: 116-124
- Tekir, M.Kemal, V.Arslan, 2004, Kömür Özelliği Değişiminin Termik Santral Verimine Etkisi, Türkiye 14 Komm Kongresi Bildiriler Kitabı., 293-300.
- Topal, Y.Toraman, 2012, Dolaşım Akışkan Yatakta Kömür ile Aritma Çamurunun Birlikte Yakılması ve Çevresel Etkileri, Mühendis ve Makina, Cilt 44, Sayı 521

- Z.Yang, M.H.Fang, Z.H.Huanga, X.Z.Hub, Y.G.Liu, H.R.Suna, J.T.Huanga, X.C.Li, 2012, Solid particle impact erosion of alumina-based refractories at elevated temperatures, Journal of the European Ceramic Society, 32, 283–289.
- Amrane, E.Ouedraogo, B. Mamen, S. Djaknoun, N.Mesrati, 2011, Experimental study of the thermo-mechanical behaviour of alumina-silicate refractory materials based on a mixture of Algerian kaolinic clays, Ceramics International, 37, 3217–3227