

İTHAL EDİLEN BAZI REFRAKTER HARÇLARIN YERLİ HAMMADDELERLE YAPIM OLANAĞI

Oktay ORHUN

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Bu yazıda önce, ateşe dayanıklı harçlar hakkında genel bilgi verilmekte, daha sonra Türkiye'ce ithal edilmekte olan bazı refrakter harçların yerli hammaddelerle yapımı konusunda yaptığımız bir araştırmanın sonuçları bildirilmektedir. İncelenen harçlardan bazılarında yaklaşık özellikteki harçların yerli hammaddelerle yapımının mümkün olduğu, diğer bazı harçların yapımı için ise, yurdumuzda yeterli rezervi bulunmayan kyanit (disten) mineralinin gerektiği tespit edilmiştir.

I. GİRİŞ

Endüstri fırınlarında kullanılan ateşe dayanıklı harçlar konusunda literatürde yeterli bilgi yoktur. Çeşitli yayınlarda bu konuya değinilmiş olmakla beraber, başlıbaşına genel bir yayın mevcut değildir. Bu bakımdan pratikte zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu yazıda refrakter harçlar konusundaki literatürden ve M.T.A. Enstitüsü Seramik Laboratuvarında yaptığımız incelemelerden edindiğimiz bilgiyi bir araya toplayarak özet halinde bildirdik.

Yurdumuzdaki ateş tuğlası fabrikaları çeşitli harçlar yapmaktadırlar. Fakat bazı endüstri fırınlarının astarlanması, tamiri ve yenilenmesi sırasında özel refrakter harçların ithali gerekmektedir. Bilhassa sık sık astarlanması gereken metal fırınları için ithal malı harç tüketimi ve maliyeti oldukça önemli miktarlara ulaşmaktadır. Yazımızda, Türkiye'ye ithal edilmekte olan, bileşimleri ve özellikleri bilinmeyen, sadece piyasa adları ile tanınan bazı refrakter harçların yurdumuzda yapımının mümkün olup olmadığı incelenmektedir.

Makalemizin bu konu ile ilgili çevrelere yararlı olacağını umuyoruz.

II. GENEL BİLGİ

Fırınların yapımında ateş tuğlalarına oranla % 10-15 kadar refrakter harç kullanılmaktadır. Harçların genel olarak ateş tuğlalarından farkı, pişmemiş ve şekillendirilmemiş olarak tatbik edilmesidir. Harçlar, bağlama harçları, monolitik harçlar ve sıvalar olmak üzere üç sınıfta toplanabilir:

Refrakter bağlama harçları, ateş tuğlalarının aralıklarını doldurur, bunları birbirine bağlayarak bir blok haline getirir, böylelikle yapılan fırının basınca ve diğer etkenlere dayanıklılığı artar, gaz geçirgenliği azalır.

Monolitik harçlar, ateş tuğlası olmadan fırın içinde kendi başlarına bir blok teşkil ederler. Dökme veya sıkıştırma suretiyle tatbik edilen bu tip harçlar fırın inşaatında ateş tuğlası yerine gitkiçe daha fazla miktarda kullanılmaktadır.

Refrakter sıvalar sürme veya püskürtme suretiyle fırın içine tatbik edilirler, fırının iç yüzeyinde koruyucu bir tabaka teşkil ederek fırının ömrünü uzatırlar.

Sertleşme durumlarına göre de harçlar, yüksek sıcaklıkta sertleşen, düşük sıcaklıkta sertleşen, ıslak durumda sertleşen ve kururken sertleşen harçlar olarak gruplara ayrılırlar:

Bazı fırın inşaatında kullanılacak harcın ancak yüksek sıcaklıkta bağlaması, düşük sıcaklıklarda tuğlaların hasara sebep olmadan sıcaklıkla genleşmesine olanak vermesi istenir. Bu amaçla kullanılacak harçlar 1300°C nin üzerinde sinterleşir.

Düşük sıcaklıkta sertleşen harçların sinterleşme sıcaklığı nispeten alçak olup, sinter aralığı geniştir.

Islak durumda sertleşen harçlar hidrolik bağlayıcı olarak çimento ihtiva ederler (ateş betonu). Kururken sertleşen harçlara genellikle su camı katılmıştır (air setting mortar). Bu tip harçlar fırında aralıksız düzgün bir sıva yapmak için ve hasara uğramış kısımların çabuk tamiri amacıyla kullanılırlar. Harcın sertleşmesini çabuklaştırmak için polietilen ve katalizörleri, havada sertleşme özeliğini artırmak için dekstrin, melas, sülfite ablauge gibi organik maddeler de katılır.

Ateşe dayanıklı harçlar cinslerine göre şamot harçları, yüksek alüminli harçlar, silika harçları, manyezit harçları, kromit harçları ve dolomit harçları olarak sınıflara ayrılırlar. Şimdi bunları sırasıyla inceleyelim:

1. Şamot harçları

Şamot harçları, alümin tenoru % 20 ile 45 arasında olan, genellikle alüminyum silikat bileşimindeki harçlardır. Bunlar da bağlama, dövme ve döküm harçları olarak tiplere ayrılır.

1.1. Şamot tuğlası bağlama harçları. — Bu harçlar genellikle şamot veya şamot tuğlası kırıkları ile ateşe dayanıklı kilden müteşekkildir. Yarı asidik harçlarda şamot yerine kum veya kuvarsit de kullanılır.

Harçlar genellikle duvarın yapıldığı tuğlanın pişmemiş durumdaki bileşimine mümkün olduğu kadar yakın bir bileşimde olmalıdır. Harçların tane iriliği tuğla hammaddelerinininkine oranla daha az olur. Genellikle bağlama harçları 1 mm açıklığındaki elekten tamamen geçecek kadar ince taneli olarak hazırlanır. Sıkı bir kitlenin oluşması için harcın çeşitli tane iriliği fraksiyonlarından uygun oranlarda karıştırılarak hazırlanması gerekir.

Şamot tuğlası bağlama harçları yaklaşık olarak % 40 oranında bağlama kili ihtiva ederler. Bu plastik kil, harcın düzgün sürülmesini sağlar, harca adı sıcaklıkta az da olsa bir bağlama kabiliyeti ve kuruyunca sertleşme özeliği verir. Yüksek sıcaklıklarda kil sinterleşir ve temas halinde olduğu tuğlaları birbirine yapıştırır. İyi bir bağlama sağlamak için kilin erime noktasının tuğlaninkinden yaklaşık olarak 2 kon (40-50°C) daha düşük olması gerekir.

Şamot harçları bazan su camı ihtiva ederler. Su camı harcın gözenekliliğini artırır, kon eğilme sıcaklığını alçaltır, buna karşılık 300-800°C ler arasında harcın tuğlaya sıkıca yapışmasını sağlar.

Yüksek sıcaklıkta dayanıklı şamot harçlarında sillimanit veya daha iyisi kyanit (disten) kullanılır. Bu mineraller yüksek sıcaklıkta genleştikleri için, bağlama kilinin küçülmesini karşılarlar ve böylelikle harcın ısı genleşme katsayısı tuğlaninkine yaklaşmış olur, ayrıca harcın ısı dayanımını da artırır.

1.2. Şamotlu dövme harçları. — Bu harçlar genellikle iki kısım şamota bir kısım ateşe dayanıklı kil karıştırmak yoluyla elde olunur. Ayrıca % 3 kadar da su camı katılır. Dövme işlemi tokmaklamak suretiyle veya hava tabancalarıyla yapılır. Bu tip harçların pişme küçülmesi oldukça fazladır, bu sebeple büyük boyutlarda monolitik malzeme yapımında kullanılmaya elverişli değildir.

1.3. *Şamotlu döküm harçları (ateş betonu)*. — Ateş betonu çeşitli tane iriliğindeki şamot ile çimentoların karıştırılması suretiyle elde olunur, su ile karıştırıldıktan sonra bu harç hidrolik olarak sertleşir. Çimento olarak, yüksek temperature dayanıklı olan alümin çimentosu tercih edilir, fakat portland, tras, uçucu kül ve cüruf çimentoları da kullanılmaktadır. Genellikle harca katılan çimento oranı % 20 civarındadır. Portland çimentolu harçlara % 7 kadar refrakter kil de katılır. Alümin çimentolu harçlar en çok 1300°C ye, portland çimentolular 1100°C ye kadar kullanılabilirler. Portland çimentolu harçların 200-800 dereceler arasında bağlama kuvvetinin az olduğu göz önünde tutulmalıdır.

1000 - 1100 derecelerde çalışan kızdırma fırınlarında ateş tuğlası ile duvar örmek yerine, hazırlanan kalıplara ateş betonu dökülerek blok duvar yapılabilir. Böylece daha ucuz ve daha dayanıklı bir fırın elde olunur. Ayrıca, fırın onarımında da ve düzgün bir sıva yapmakta da ateş betonundan yararlanılabilir.

2. Yüksek alüminli harçlar

Yüksek alüminli tuğlaları bağlamak amacıyla veya yüksek sıcaklığa dayanıklı monolitik harç olarak, yüksek alüminli harçlar kullanılır. Bu harçlarda hammadde olarak kiyanit, sillimanit, andaluzit, boksit, mullit veya korund kullanılır. Bağlayıcı olarak harca refrakter bağlama kili veya alümin çimentosu karıştırılır, ayrıca çabuk sertleşmeyi sağlamak için az miktarda alüminyum fosfat ve mullit oluşumunu kolaylaştırmak için de mineralizatörler ilâve edilir.

3. Silika harçları

Silika tuğlalarının ısı genleşme katsayıları, ihtiva ettikleri kuvarsın ne miktarda tridimite ve kristobalite dönüşmüş olduğuna bağlıdır. Tuğlalardaki tridimit ve kristobalit miktarları değişik olduğundan, silika tuğlalarının ısı genleşmeleri birbirinden farklıdır. Bu sebeple fırın inşa edilirken kullanılan silika tuğlalarının harçla birbirine sıkıca bağlanmaması gerekir, aksi halde fırında çatlaklar olur. Silika harçları ya tuğlaya yapışmadan ayrı bir tabaka halinde sinterleşir veya ancak tuğlaları yerinde tutacak kadar bağlar.

Silika harçlarının yapımında silika tuğlası kırıkları, kum ve kuvarsit kullanılır. Bağlayıcı olarak kil, kireç, su camı ve sülfat ablaage gibi maddeler katılır.

4. Manyezit bağlama harçları

Manyezit ve krom manyezit tuğlalarının örülmesinde genellikle sinter manyezit ile su camı veya sinter manyezit ile magnezyum sülfat karışımlarından hazırlanan harçlar kullanılır. Sinter manyezitin büyük bir kısmının 0.1 mm nin altına öğütülmesi gerekir. Düşük sıcaklıklarda çalışan fırınlarda kullanılacak harçlarda, sinter manyezitin erime derecesini düşürmek için, içine demir oksit, demir talaşı, kireçtaşı vb. katılır.

Fırın duvarlarının çok sıkı olması gerekmiyorsa, yani bir miktar gaz geçirmesi sakıncalı değilse, manyezit tuğlalarının arasına harçsız olarak saç levha veya tel örgü kafes konur. Demir, magnezyum oksitle magnezyum ferrit halinde sinterleşir.

5. Kromit bağlama harçları

Kromit cevherine kil ve su veya su camı karıştırılmak suretiyle kromit tuğlası harcı hazırlanır. Kromite bağlayıcı olarak soral çimentosu da katılabilir.

6. Manyezit ve kromitli monolitik harçlar

Sinter manyezite çeşitli oranlarda demir oksit ve kromit karıştırılarak bazik dövme harcı hazırlanır. Bağlama maddesi olarak kil ile kuru sodyum silikat veya kil ile magnezyum sülfat karışımları kullanılır. Bu harçlar fırına onar santimetre kalınlığında tabakalar halinde üst üste döşenir, tokmakla veya hava tabancaları ile sıkıştırılır.

7. Dolomitli harçlar

Sinter dolomit, az miktarda demir cürufu ile karıştırılarak veya herhangi bir ilâve maddesi olmadan sıkıştırılmak suretiyle bilhassa çelik fırınlarının astarlanmasında kullanılır. Dolomitin hidrasyonuna engel olmak için harca bazan katran karıştırılır.

Ayrıca dolomite, içindeki kalsiyum oksiti silikat halinde bağlayacak oranda silis ilâve edilerek pişirilir, bu suretle stabilize sinter dolomit elde olunur, bu da ark fırınları ve Siemens Martin fırınlarında astar olarak kullanılır.

III. YAPILAN DENEMELER

Türkiye'ye ithal edilmekte olan altı adet refrakter harç, mineralojik, kimyasal ve teknolojik metotlarla incelenmiş yerli hammaddelerle bunlara yaklaşık özellikte harç hazırlama imkânı araştırılmıştır. Yapılan deneme sonuçları aşağıda belirtilmiştir:

1. «H.B.» işaretli harç

Numune, tahini renkte, çamur halinde bir harçtır.

X ışını analizi (Lab. no. 73947). — Numune diyaspor, böhmite, korund ve kaolinit ihtiva etmektedir. Çamur halindeki numunenin sıvı kısmının su camı olduğu tespit edilmiştir.

Kimyasal analiz (Lab. no. 74744):

SiO ₂	: % 43.36	MgO	: % 0.32
Al ₂ O ₃ -f TiO ₂	: % 47.34	Na ₂ O	: % 2.40
Fe ₂ O ₃	: % 1.18	K ₂ O	: % 0.44
CaO	: % 1.46	A. za.	: % 3.26

Analiz kuru madde üzerinden yapılmıştır.

Azami sıcaklığa dayanım: P.C.E. : 31-31 1/2 (1663 - 1699°C).

Kuruma ve pişme durumu.— Çamur halindeki numune 2.5x2.5x11.5 cm boyutlarında kalıplanmış, kurutulmuş 1100 ve 1300°C lerde elektrik fırınında pişirilmiştir.

Kurumada ağırlık kaybı: % 15.9

Kuruma küçülmesi: % 4.1

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplama: % 2.5

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : % 3.6

Bağlama ve kırılma dayanımları. — Yukarıdaki şekilde kalıplanan numuneler hidrolik muayene presinde 10 cm açıklıktaki silindirik destekler üzerine konmuş ve ortadan muntazam artırılan bir kuvvetle bastırılmışlardır.

Kuru bağlama dayanımı : 80 kg/cm²

1100°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 131 kg/cm²

1300°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 72 kg/cm²

Muayene sonucu. — Numune esas itibariyle diyaspor (Al₂O₃ • H₂O) ihtiva eden, havada sertleşen (air setting) tipi refrakter bir harçtır. Harcın içinde diyaspondan başka bir miktar böhmit, korund ve kaolinit de bulunmaktadır. Bunlardan böhmit, genellikle kullanılan diyaspor içinde karışık olarak bulunur. Numunedeki korund, muhtemelen bir kısım diyasporun şamotlaştırıldıktan sonra harca katıldığını göstermektedir. Harcın havada sertleşmesini sağlamak üzere, içine su camı da katılmıştır.

«H.B.» harcının yerli maddelerle yapım imkânı. — Seydişehir ve diğer Güney Anadolu boksitleri böhmit ve diyasporit olmakla beraber, % 15-20 oranında Fe₂O₃ ihtiva ettiklerinden dolayı bu harcın yapımında kullanılamazlar. Buna karşılık, İstanbul'da Sanyer, Kilyos civarında hidrargilit (gibbsit Al₂O₃ • 3H₂O) ihtiva eden kiler bulunmaktadır. Bunlar «Kilyos şamot kili» ve «Uskumru bağlama kili» adı altında ateş tuğlası sanayiinde kullanılmaktadır. Diyasporda % 15 oranında, hidrargilitte ise % 34.6 oranında molekül suyu bulunmaktadır. Harç yapımında diyaspor yerine hidrargilit kullanılırsa harcın pişme küçülmesi fazla olur.

Elimizdeki hammaddelerle «H.B.» harcının bileşimine mümkün olduğu kadar yaklaşan şu karışım hazırlanmıştır:

- % 61 Kilyos kili şamotu (0.5 mm den ince)
- % 29 Uskumru bağlama kili (0.1 mm den ince)
- % 4 kuvars (0.1 mm den ince)
- % 1 potasyum nitrat (toz)
- % 5 sodyum silikat (38 1/2 bomelik su camından 11.3 cm³)
- %100

Ayrıca, her 100 gram harca 6 cm³ su katılarak, harç kalıplanacak plastikliğe getirilmiştir. Potasyum nitrat, boksitli hammaddenin pişme küçülmesini azaltmak amacıyla harca katılmıştır.

Piyasadan satın aldığımız su camı 38 1/2 bomeliktir. Su camının kimyasal analizi (Lab. no. 74747):

SiO ₂	litrede	311.20	gram
Na ₂ O	litrede	130.70	gram
K ₂ O	litrede	0.04	gram

Buna göre su camının ağırlıkça, yüzde olarak bileşimi:

Na ₂ O	: %	9.60
SiO ₂	: %	22.85
H ₂ O	: %	67.55

Hazırladığımız harcın kuru madde üzerinden hesaplanan kimyasal bileşimi:

SiO ₂	: %	42.25	MgO	: %	0.08
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: %	47.69	Na ₂ O	: %	1.65
Fe ₂ O ₃	: %	3.20	K ₂ O	: %	0.45
CaO	: %	0.64	A. za.	: %	3.43

Bu harç 2.5x2.5x11.5 cm boyutlarında kalıplanmış, kurutulmuş ve pişirilmiştir.

Kuruma sırasında ağırlık kaybı : % 13.4

Kuruma küçülmesi : % 3.0

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplamı : % 3.2

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : % 4.0

Kuru bağlama dayanımı : 26 kg/cm²

1100°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 59 kg/cm²

1300°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 44 kg/cm²

Deney sonuçlarından anlaşılacağı gibi, yerli hammaddelerle «H.B.» harcına yaklaşık özellikte bir harç hazırlamak mümkündür. Ancak hazırlanan harcın bağlama ve kırılma dayanımları, ithal malı harca oranla düşük olmaktadır. Fırınlarda bağlama ve kırılma dayanımlarının fazla önemli olmadığı yerlerde yerli harç kullanılabilir. Hazırlanan yerli harcın bağlama ve kırılma dayanımlarını artırmak için, katılan su camı miktarını daha fazlaştırmak ve alüminyum fosfat, sodyum heksametafosfat gibi mullit mineralizatörleri ilâve etmek gerekmektedir.

2. «90 R.H.S.» işaretli harç

Numune çamur halinde ve beyaz renktedir.

X ışını analizi (Lab. no. 73943). — Numune korund ihtiva etmektedir.

Kimyasal analiz (Lab. no. 74740) :

SiO ₂	: % 1.48	MgO	: % eser
Al ₂ O ₃ 4TiO ₂	: % 91.72	Na ₂ O	: % 0.16
Fe ₂ O ₃	: % 1.73	K ₂ O	: % eser
CaO	: % 0.78	A. za.	: % 0.83
		P ₂ O ₅	: % 3.23

Analiz kuru madde üzerinden yapılmıştır.

PH: Numune suda kaynatıldığı zaman çözünen kısım kuvvetli asidik reaksiyon göstermektedir.

Muayene sonucu. — Yapılan analiz sonuçlarına göre, harcın esas itibariyle korund ihtiva ettiği, bağlama maddesinin ise fosforik asitten ibaret olduğu anlaşılmaktadır. Fosforik asit, harçtaki Al₂O₃ ün bir kısmı ile reaksiyona girerek alüminyum polimetafosfat şebekesi teşkil etmekte ve bağlayıcı rol oynamaktadır. Yüksek alüminli bazı dövme harçlarda kuru karışıma bağlayıcı olarak % 4 oranında % 75 lik H₃PO₄ ve % 4 oranında oksalik asit katılmaktadır. Oksalik asit harcın muhafaza süresini artırmaktadır. Fakat yaptığımız muayeneye göre «90 R.H.S.» harcında oksalik asit bulunmamaktadır.

Numune içinde az miktarlarda bulunan SiO₂, Fe₂O₃, CaO ve Na₂O, korund içindeki gayri safiyetten ileri gelmektedir. Oksit halinde tayin edilen demirin bir kısmının, çok sert bir madde olan korundun kimyasal analiz için öğütülmesi sırasında çelik değirmenden geçtiği kanısındayız.

«90 R.H.S.* harcının yapım olanağı. — «90 R.H.S.» harcının hammaddeleri olan korund ve fosforik asit halen Türkiye'de üretilmemektedir. Bu sebeple, «90 R.H.S.» harcının yerli hammaddelerle yapımı mümkün değildir. Ancak, piyasadan sağlanacak ithal malı korund (korindon) ve fosforik asitle bu harç Türkiye'de yapılabilir. Oldukça saf korundun her 100 gramına 3-4 cm³ fosforik asit ve plastiktik için yeter miktarda su konarak bu harcı elde etmek mümkündür.

3. «E.M.» işaretli harç

Bu harç bej renkte bir toz halindedir.

X ışını analizi (Lab. no. 73944). — Numunede sillimanit (mullit), kristobalit ve kaolinit mineralleri görülmüştür.

Kimyasal analiz (Lab. no. 74741):

SiO ₂	: % 49.99	MgO	: % 0.33
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: % 41.15	Na ₂ O	: % 0.82
Fe ₂ O ₃	: % 0.85	K ₂ O	: % 1.87
CaO	• % 1.21	A. za.	: % 4.20

Analiz kuru madde üzerinden yapılmıştır.

Azami sıcaklığa dayanım.— P.C.E. : 31 1/2 (1699°C)

Kuru elek analizi'.

65 meş üstü	: % 4.0
65-100 meş arası	: % 7.2
100-150 meş arası	: % 10.4
150-200 meş arası	: % 10.7
200 meş altı	: % 67.7

Kuruma re pişme küçülmesi. — «E.M.» harcı su katılarak plastik duruma getirilmiş ve 2.5x2.5x11.5 cm boyutunda kalıplanmıştır.

Kuruma sırasındaki ağırlık kaybı: % 22

Kuruma küçülmesi : % 4.8

Kuruma ve 1100°C deki pişme küçülmesi toplamı : % 5.3

Kuruma ve 1300°C deki pişme küçülmesi toplamı : % 7.4

Bağlama dayanımı. — Kuru durumdaki numunenin bağlama dayanımı çok düşük olduğundan dolayı ölçülememiştir.

1100°C deki kırılma dayanımı : 138 kg/cm²

1300°C deki kırılma dayanımı : 225 kg/cm²

Muayene sonucu. — «E.M.» işaretli numune «hot setting» tipi refrakter bir harçtır, yani ancak yüksek sıcaklıkta sertleşir ve bağlar. Şamot ile kil karışımından elde olunmuştur.

Türkiye'de yapım olanağı. — «E.M.» harcı, Filyos Ateş Tuğlası Fabrikasının imal ettiği «H» ve «H l» harçlarına benzemektedir. Filyos'un «H» harcından % 60 ve «H l» harcından % 40 oranında alıp karıştırırsak, elde olunan karışımın kimyasal analizi:

SiO ₂	: % 49.59	MgO	: % 0.09
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: % 41.88	Na ₂ O	: % 0.22
Fe ₂ O ₃	: % 3.19	K ₂ O	: % 0.05
ao	: % 0.61	A. za.	: % 4.36

Bu harç karışımı ile «E.M.» harcının kimyasal analizleri birbirine yakındır, her iki harcın Schuen formülleri birbirine eşittir.

«E.M.» harçları Filyos harçlarına oranla çok daha ince tanelidir. Bu sebeple ithal malı harç daha düzgün bir şekilde sürülebilme ve pişme dayanımı daha yüksek olmaktadır. Yerli harçlar öğütülerek inceltilmiş, tane iriliği fraksiyonları bakımından «E.M.» harcına yaklaşık bir harç elde olunmuştur.

H ve H I harçları karışımına su ilâve edilerek plastik duruma getirilmiş ve kalıplanmıştır.

Kuruma sırasındaki ağırlık kaybı : % 28

Kuruma küçülmesi : % 5.3

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplamı : % 8.2

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : % 10.2

Kuru bağlama dayanımı : az

1100°C de pişmiş harcın kırılma dayanımı : 76 kg/cm²

1300°C de pişmiş harcın kırılma dayanımı : 190 kg/cm²

Hazırlanan yerli harcın kimyasal bileşimi ve tane iriliği «E.M.» harcına çok yakın olmakla beraber, pişmiş durumda kırılma dayanımı daha az olmaktadır. Harcın 1100-1300°C lerdeki dayanımını artırmak için harçtaki mullit oluşumunu çabuklaştırmak gerekir. Bu amaçla harca az miktarda magnezyum oksit, alüminyum sülfat veya soda-kireç camı gibi mineralizatörler katılmalıdır.

4. «F.B.» işaretli harç

Numune açık bej-krem renkte ve toz halindedir. Asitle muamele edilince numunede az miktarda köpürme görülmektedir.

X ışını analizi (Lab. no. 73945). — Numune kristobalit, kuvars ve az tridimit ihtiva etmektedir.

Kimyasal analiz (Lab. no. 74742):

SiO ₂	: % 90.99	MgO	: % 0.35
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: % 2.65	Na ₂ O	: % 1.72
Fe ₂ O ₃	: % 0.29	K ₂ O	: % 0.05
CaO	: % 1.92	A. za.	: % 1.76

Analiz kuru madde üzerinden yapılmıştır.

Azamî sıcaklığa dayanım: 1590°C

Kuru elek analizi:

65 meş üstü	: % 3.9
65-100 meş arası	: % 16.5
100-150 meş arası	: % 17.3
150-200 meş arası	: % 12.0
200 meş altı	: % 50.0

Kuruma ve pişme küçülmesi. — Numuneye su katılarak plastik duruma getirilmiş ve kalıplanmıştır.

Kuruma sırasındaki ağırlık kaybı : % 30

Kuruma küçülmesi : % 3.0

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplamı : %-1.8

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : %-1.0 (büyüme)

*Bağlama dayanımı:*Kuru bağlama dayanımı : 92 kg/cm²1100°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 51 kg/cm²1300°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 39 kg/cm²

Muayene sonucu. — Numune, nispeten düşük sıcaklıklarda kullanılmak üzere hazırlanmış, toz halinde, fakat su ile karıştırılınca havada sertleşen, pişince hacmi genişleyen bir silika harcıdır. Harçta kristobalit ve tridimit bulunması, kuvarsin bir kısmının önceden pişirilmiş olduğunu göstermektedir. Bu amaçla muhtemelen silika tuğlası kırıkları kullanılmıştır.

Numunedeki alümin, harçta gayri safiyet olarak bulunmaktadır. Harcın içindeki kuvarsin, ısıtma sırasında kristobalit ve tridimite dönüşümünü hızlandırmak ve bu suretle harcın hacminin büyümesini sağlamak üzere, katalizör ve stabilizatör olarak harca % 2 kadar CaO katılmıştır. Konulan kirecin bir kısmı havada tekrar karbonat haline dönüştüğünden dolayı, numuneye asit damlatılınca köpürme görülmektedir.

Bağlayıcı madde olarak harca sodyum silikat katılmıştır. Bu ilâve, ya kristal sodyum silikat kullanılarak veya harca su camı karıştırıldıktan sonra 45°C de kurutularak yapılmıştır.

Türkiye'de yapım olanağı. — «F.B.» harcı bileşimine yaklaşık bir harç elde etmek için şu karışım hazırlanmıştır:

% 50.0	kuvars (0.1 mm den ince)
% 26.8	Filyos silika tuğlası kırığı (0.2 mm den ince)
% 8.0	Reşadiye bentoniti (toz)
% 2.0	kalsine kireçtaşı (CaO)
% 12.0	sodyum silikat
% 1.2	sodyum silikoflorür (Na ₂ SiF ₆)
% 100.0	

Bu karışımın hesaplanan kimyasal analizi:

SiO ₂	: % 89.70	MgO	: % 0.18
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: % 1.54	Na ₂ O	: % 4.27
Fe ₂ O ₃	: % 0.41	K ₂ O	: % 0.12
CaO	: % 2.64	A. za.	: % 0.97

Bağlayıcı olarak karışıma % 12 sodyum silikata tekabül eden 38 1/2 bomelik su camından 27 cm^s katılmıştır. Kuru harç elde etmek istenirse harca kristal sodyum silikat ilâve edilebilir. Su camının sertleşmesini çabuklaştırmak için karışıma % 1.2 oranında sodyum silikoflorür katılmıştır. Harca ayrıca su ilâvesi gerekmemiştir.

Hazırlanan harcın kuruma küçülmesi : % 2.9'

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplamı : %- 1.2 (büyüme)

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : %-0.5

Kuru bağlama dayanımı : 98 kg/cm²

1100°C de pişmiş harcın kırılma dayanımı : 78 kg/cm²

1300°C de pişmiş harcın kırılma dayanımı : 95 kg/cm²

Hazırladığımız harcın kimyasal ve fiziksel özellikleri ithal edilen «F.B.» harcına çok yakındır, dolayısıyla «F.B.» harcı yerine kullanılabilir.

5. «S.3» işaretli harç

Numune gri-bej renkte koyu bir çamur halindedir.

X ışını analizi (Lab. no. 73946). — Numunede sillimanit (mullit), disten (kiyanit), kuvars, az miktarda kaolinit ve kristobalit görülmüştür. Sıvı kısım sodyum silikattır (su camı).

Kimyasal analiz (Lab. no. 74743):

SiO ₂	: % 46.50	MgO	: % 0.33
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: % 46.94	Na ₂ O	: % 2.50
Fe ₂ O ₃	= % 0.68	K ₂ O	: % 0.07
CaO	: % 0.43	A. za.	: % 2.52

Analiz kuru madde üzerinden yapılmıştır.

Azami sıcaklığa dayanım: P.C.E. : 34 (1763°C)

Kuruma ve pişme küçülmesi:

Kuruma küçülmesi : % 5.1

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplamı : % 7.1

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : % 3.4

Muayene sonucu. — «S.3» işaretli harç havada sertleşen, kiyanit ihtiva eden, yüksek temperature dayanıklı bir harçtır. Harcın içindeki kiyanit, 1300°C de genişerek harcın küçültmesini karşılamaktadır. Bilindiği gibi kiyanit 1300-1350°C de ısıtılınca mullit ve cam fazına dönüşür ve bu sırada hacmi % 16-18 oranında artar.

Türkiye'de yapım olanağı. — Türkiye'de halen bilinmekte olan kiyanit zuhurlarının rezervleri azdır, işletilmek için yeterli değildir. Ayrıca, ihtiva ettikleri mikadan temizlenmeleri gerekir. Birçok ülkeler Hindistan ve Güney Afrika'dan kiyanit ithal etmektedirler. Yurdu muza da kiyanit konsantresi ithal edilirse, «S.3» harcını yerli olarak imal etmek mümkün olabilir.

6. «P.S.» işaretli harç

Numune siyah renkte koyu bir çamur halindedir.

X ışını analizi (Lab. no. 73942). — Numune disten (kiyanit), sillimanit (mullit), kristobalit, kuvars ve kaolinit ihtiva etmektedir, sıvı kısmı su camıdır.

D.T.A. analizi:

Numune, fire clay minerali şeklinde kaolinit ihtiva etmektedir.

Kimyasal analiz (Lab. no. 74739):

SiO ₂	: % 42.87	MgO	: % 0.45
Al ₂ O ₃ +TiO ₂	: % 38.22	Na ₂ O	: % 2.78
Fe ₂ O ₃	: % 1.61	K ₂ O	: % 1-03
CaO	: % 0.83	A. za.	: % 12.13

Azami sıcaklığa dayanım: P.C.E. 26 (1621°C).

Kuruma ve pişme küçülmesi:

Kuruma küçülmesi: % 4.1

Kuruma ve 1100°C de pişme küçülmesi toplamı : % 3.7

Kuruma ve 1300°C de pişme küçülmesi toplamı : % 3.4

Bağlama dayanımı:

Kuru bağlama dayanımı: 22 kg/cm²

1100°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 32 kg/cm²

1300°C de pişmiş numunenin kırılma dayanımı : 45 kg/cm²

Muayene sonucu. — Numune havada sertleşen, refrakter bir harçtır. Bu harç kiyanit, şamot, pişmemiş şiferton ve su camı ihtiva etmektedir. Harcın siyah rengi, ihtiva ettiği şifertondaki kömürden ileri gelmektedir, kızdırılan numunenin rengi açık bej olmaktadır.

Türkiye'de yapım olanağı. — Şayet kiyanit konsantresi ithal edilirse, benzer özellikte bir harcın yapımı mümkün olabilir. Elimizde yeter miktarda kiyanit bulunmadığı için yapım denemeleri yapılamamıştır.

IV. SONUÇ

1. «H.B.» işaretli numune, esas itibarıyla diyaspor ihtiva eden, havada sertleşen (air setting) tipi bir refrakter harçtır. Yerli hammaddelerle buna yaklaşık özellikte bir harç hazırlanabilmektedir, fakat yerli harcın bağlama dayanımı, ithal malı harca oranla daha düşük olmaktadır.

2. «90 R.H.S.» isimli harç esas itibarıyla korunddan ibaret olup, bağlama maddesi fosforik asittir. Korund ve fosforik asit ithali suretiyle Türkiye'de yapımı mümkündür. Kurulmakta olan alüminyum sanayii ve triple süper fosfat sanayii faaliyete geçtikten sonra bu harç tamamen yerli hammaddelerle yapılabilir.

3. «E.M.» işaretli harç sıcakta sertleşen (hot setting) tipi refrakter bir harçtır. Yerli hammaddelerle hazırladığımız harç kimyasal bileşim bakımından aynı olmakla beraber, küçülme ve pişmiş durumda kırılma dayanımları bakımından «E.M.» harcından farklıdır.

4. «F.B.» isimli numune, havada sertleşen, pişince hacmi genişleyen bir silika harcıdır. Yerli hammaddelerle hazırladığımız harcın kimyasal ve fiziksel özellikleri ithal malı harca çok yakındır, dolayısıyla onun yerine kullanılabilir.

5. «S.3» ve «P.S.» işaretli harçlar, kiyanit ihtiva eden, havada sertleşen refrakter harçlardır. Kiyanit ithal edilirse bu harçları Türkiye'de yapmak mümkün olabilir.

«H.B.» ve «E.M.» işaretli harçların özelliklerine daha yakın olan harçlar elde etmek amacıyla denemelerin ilerletilmesi gerekmektedir.

Neşre verildiği tarih, 6 mart 1972

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- 1 — BUDNIKOW, P.P. (1953) : Technologie der keramischen Erzeugnisse. *VEB Verlag Technik*, Berlin.
- 2 — HARDERS, F. & KIENOW, S. (1960) : Feuerfestkunde. *Springer Verlag*, Berlin.
- 3 — HEINDL, R.A. & PENDERGAST, W.L. (1957) : Results of laboratory tests of high duty and süper duty fire-clay plastic refractories. *Am. Ceram. Bull.*, 36, pp. 6-13.
- 4 — PETZOLD, A. & RÖHRS, M. (1964) : Beton für hohe temperaturen. *Beton Verlag, G.m.b.H.*, Düsseldorf.