



BÖLÜM 7

SERAMİK ENDÜSTRİLERİ



2. REFRAKTERLERİN ÜRETİMİ

Refrakterlerin üretiminde, fiziksel operasyonlar ve kimyasal dönüşümler kullanılır. Bunlar; öğütme ve eleme; karıştırma, presleme veya kalıplama; yeniden presieme, kurutma ve pizirme ile vitrifikasyondur. Genellikle, üretimdeki en önemli tek özellik, hammaddelerin yoğunluğudur. Çünkü, dayanıklılık, pullanma veya kavlama direnci ve ısı kapasitesi gibi diğer önemli özellikler buna bağlı olarak değişir veya selirir. Yalıtım amacıyla kullanılacak refrakterin gözenekli yani düşük yoğunluklu olması istenir.

a) Öğütme : Üretimdeki en önemli faktörlerden birisi, parçacıkların büyüklüğüdür. Çok az miktarda orta büyüklükte tanecik içeren en iyi parçacık oranının 55:45 olduğu karışımın "en uygun karışım" olduğu bilinmektedir. İyi bir kontrol için; dikkatli eleme, ayırma ve bu işlemlerin tekrar edilmesi gereklidir. Bu işlemin uygulanması, yüksek kristal özellikteki maddeler için oldukça zordur, ancak plastik özellikteki madde karışımları elde etmek oldukça zordur.

b) Karıştırma : Karıştırmanın asıl işlevi, plastik materyallerin, plastik olmayanları tamamen örterek şekilde dağıtılmasıdır. Bu, kalıplama sırasında kaymayı önlemeye ve kütlelerin, analarında minimum boşluk kalacak şekilde bağlanmalarına yardımcı eder.

c) Kalıplama : Daha yüksek yoğunluk, dayanıklılık, hacim ve düzenlilik gibi özellikleri taşıyan refrakter tuğlalara olan aşırı talep sonucunda, mekanik olarak çalışan kuru-pres yöntemiyle kalıplama prosesi (Şekil 7.3) en uygun yöntem olarak benimsenmiştir. Bu yöntem, özellikle plastik olmayan materyal grubu için çok uygundur. Yüksek basınçın gerekli olduğu durumlarda, presin kaldırıldığı andaki kırılma ve çatlamaları önlemek için, pres uygulanması sırasında hava giderme işlemi yapılması gerekir (vakum yapılır).

d) Kurutma : plastiklik kazandırmak için yapılan kalıplamadan önce, su ve nem uzaklaştırmak için kurutma işlemi yapılır. Kuruma sırasında, suyun ayrılmasıyla büzülme ve gerginlikler oluşur. Bazı durumlarda kurutmadan tamamen vazgeçilir ve bu; fırınlama döngüsü sırasında ısıtma basamağında bir miktar kurutma yapılarak sağlanır.

e) Pizirme (= Yakma) : Pizirme işlemi tipik olarak, yuvarlak, ısı akımının yukarıdan aşağıya doğru olduğu veya sürekli-tünel fırınlarda yapılmaktadır. Pizirme esnasında iki önemli olay gelişir: i) Karışımın kısmen camsılaşması vasıtasıyla sürekli bağların gelişimi, ii) Kararlı mineral yapının gelişmesi. Oluşan değişimler; hidrasyon suyunun uzaklaştırılmasını takiben karbonatların kalsinasyonu ve demir(II) iyonunun yükseltgenmesidir. Bu değişimler sırasında oluşan büzülme ile hacim %30 kadar azalır ve şiddetli iç gerginlikler gelişmeye başlar.

REFRAKTER GEŞİTLERİ

Üretilen refrakterlerin yakıtsızlık %95'i; silika (ca₂) ve ateş-tuğlaları (nötr) gibi bazik özellikte olmayan refrakterleri içerir.

a) Ateş-tuğlası : Kullanılan bütün refrakter maddeleri içinde en yaygın kullanıma sahiptir. Bunlar, değişik uygulamalar için uygundur. Ateş-tuğlası kullerinin kimyasal bileşimi, azırı miktarda serbest silika ile yüksek bir alumina içeriğine kadar değişiklik gösterir.

En çok kullanıldığı alanların bazında, çelik endüstrisi gelir. (yüksek sıcaklık fırınlarında astar olarak). Bunun dışında; sobalar, dökümhaneler, kireç ve çanak-çömlek fırınları, bakır ve pirinç fırınları, metalurji fırınları, sürekli seramik fırınları, buhar kazanları, cam fırınları ve gaz üretim platformlarında kullanılmaktadır.

b) Silika tuğlası : % 95-96 SiO_2 ile yaklaşık % 2 oranında bağlanmayı sağlamak için, öğütme sırasında katılan kireç içerir. Bu tuğlalar, presleme esnasında sürekli genleşirler bunun nedeni kristal yapılı silika içinde geçen allotropik dönüşümlerdir. Yeniden ısıtıldığı zaman, tekrar genleşir (yaklaşık %1-1,5 kadar) ancak bu genleşme tersinirdir yani soğutulunca eski hacmine döner. Silika tuğlaları, presleme ile farklı boyutlarda bir çok standartta üretilmektedir. Çok homojen bir yapıya sahiptirler, kalıplama bozuklukları (hataları) ve hava kabarcığı içermezler. Poroziteleri oldukça azdır. Bütün bu özellikler, curufların tuğla içine girmesini engellediği için istenilen özelliklerdir. Silika tuğlalarının sıcaklığa karşı gösterdiği fiziksel direnç diğer kil tuğlalarına göre daha fazladır.

Bunun sonucu olarak bu tuğlalar büyük fırın-
ların kemerlerinde kullanılmaktadır. Ancak, bu fırın-
larda ısıtma ve soğutma; kırılma ve kavlama için
azaltmak için, dereceli (kademeli) olarak yapılmaktadır. Ancak, son yıllarda, süper-silika tuğlaları
bu amaçlar için kullanılmaya başlanmıştır. Bu tuğlalar,
geleneksel silika tuğlalarına göre, daha yüksek refrak-
ter özellik göstermekte olup gazlara karşı duha az
geçirgendir. ısı iletkenlikleri çok yüksek olduğu için
yan-ürün kok fırınlarında kullanılmaktadır.

c) Yüksek-alumina refrakterleri: Bu tuğlalar, ateş-
tuğlası ve silika tuğlalarının kullanımının uygun olma-
dığı daha sert kozullar için kullanılmaktadır. Boksit
ve diaspore bakımından zengin kilerden yapılmıştır.
Refraktörlük ve vitrifikasyonun başlama sıcaklığı
alumina içeriği ile artar. Bu tuğlaların diğer önemli
bir özelliği, karbon monoksit karşı hemen hemen
inert olması ve 1000°C'ye kadar olan sıcaklıklardaki
doğal gaz atmosferlerinde parçalanmamasıdır.

Jibsit (gibbsite) $\text{Al}(\text{OH})_3$

Boksit en önemli alüminyum cevheridir. Büyük ölçüde mineraller gibsit $\text{Al}(\text{OH})_3$, boehmit ($\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$) ve diaspor ($\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$), ile birlikte demir oksitler götit ($\text{FeO}(\text{OH})$) veya hidratlı ($\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$) ve hematit, (Fe_2O_3), kil minerali kaolinit ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) ve az miktarda anataz TiO_2 'den oluşur. İlk olarak 1821'de jeolog Pierre Berthier tarafından keşfedildiği güney Fransa'daki Les Baux-de-Provence köyünden adını almıştır.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Gibbsite>



Yüksek oranlarda alumina içeren tuğlalar "süper refrakterler" sınıfına sokulmakta ve neredeyse saf alumina (%97), son yıllarda geliştirilen "özel refrakterlerin" içinde "saf-okst" şeklinde adlandırılarak yer almaktadır. Yüksek-alumina tuğlaları; çimento, kağıt endüstrilerinde, yağ yakan fırınlarda, kurşun yumuşatma fırınlarında, yüksek basınçlı yağ destilasyon sistemlerinde, cam fırınlarında ve yüksek sıcaklık fırınlarında kullanılmaktadır.

d) Bazik refrakterler : En önemlileri; magnezya, kromit ve forsteritten yapılmış olanlardır. Gerekli olan dayanıklılık ve diğer fiziksel özellikleri sağlanmadıkça etkili presleme yapılır ve ya kimyasal olarak ya da ıyice pizirilerek bağlanma sağlanır. Pizirilmemiş bazik tuğlalar ile diğer tuğlalarda karşılaştıran, bağlanma ve hacim kararlılığının olmayışı gibi dezavantajlar, üretim sırasında yapılacak üç geliştirme işlemi ile giderilebilmektedir. Bunlar; i) taneciklerin arasında kalan boşlukları doldurmak için, sadece belli boyuttaki tanecikler seçilir ve bunlarla bütün boşluklar doldurulur ii) proses basıncı 70 MPa (680 atm.)'a çıkarılır ve tanecikler arasında kalan hava miktarını azaltmak için, hava-giderme cihazları kullanılır.



Dolomit, tortul karbonat kaya ve bir mineralin adıdır. Her ikisi de kalsiyum magnezyum karbonat $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ kristalleri içerir.



Forsteritik olivin (Mg_2SiO_4), olivin'in ($\text{Mg,Fe}_2\text{SiO}_4$) katı-çözelti serisinin magnezyum açısından zengin son üyesidir. Diğer olivin minerali fayalitin $-\text{Fe}_2\text{SiO}_4$ -ekonomik önemi çok azdır). En önemli kullanım alanları, sırasıyla demir-çelik sanayi ve refrakter tuğla imalatıdır.



Kromit, demir magnezyum krom oksit: $(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Cr}_2\text{O}_4$, spinel grubuna ait bir oksit mineralidir. Magnezyum her zaman değişken miktarlarda bulunur, ayrıca alüminyum ve demir kromun yerine geçer.



Spinel, genel formülleri $(\text{X})(\text{Y})_2\text{O}_4$ şeklinde gösterilen geniş spinel sınıfının MgAl_2O_4 formülüyle gösterilen bir üyesidir. Oktahedral yapıda izometrik (kübik) sistemde kristallenen. Bu genel formülde, X tetrahedral yerleri işgal eden katyonları ve Y oktahedral yerleri işgal eden katyonları temsil eder.

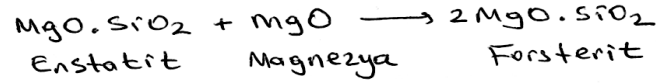
İii) Kimyasal olarak bağlanabilme özellikteki bir refrakter madde ortama ilave edilir.

d1- Magnezya Refrakterleri: Bu refrakterler, magnezitlerden veya tuzlu sulardan ekstrakte edilen magnezyadan elde edilir. Bunlar, yüksek sıcaklıklarda kararlı değildir; bu güçlük ortama krom cevherleri katılarak ortadan kaldırılır. Katılan kromun ve magnezyanın miktarlarına göre farklı karışımlar hazırlanabilir. Bu tuğlalar, en pahalı tuğlalar içinde yer alır. Kimyasal bağlı magnezit-krom tuğlaları; çoğunlukla tuğla yapıyı desteklemesi ve kavlamayı önlemesi için, yumuşak çelik ile desteklenir.

Bu refrakterler; elektrik fırınlarının duvarlarında, çimento fırınlarının yakma kısmında, demir çermeyen fırınların çatılarında kullanılmaktadır.

Bu tuğlalar; özel bileşimi, parçalık büyüklüğü, yüksek şekilleme basıncı, ve yüksek fırınlama sıcaklığına sahip olma gibi önemli fiziksel özelliklerindedir, dolayce çok tercih edilmektedir.

d2 - Forsterit ($2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$): Yüksek sıcaklık refrakterlerinde; hem bağlayıcı hem de baz olarak kullanılmaktadır. Forsteritin baz olarak kullanıldığı yapıdaki refrakterler genellikle aluminadan yapılır. Forsterit üretiminde genellikle, bazı minerallerin forsterite dönüştürülmesi için ortamı, iyice pizirilmiş magnezit ilave edilir. Örneğin,



Bunun gibi süperrefrakterler, yüksek erime noktasına sahiptir bu da onları yüksek sıcaklıklara dayanıklı hale getirir. Hazırlanmalarında, kalsinasyona gerek yoktur. Forsterit; yüksek sıcaklıklarda direnç göstermesi, kullanılan akışkanlara karşı yüksek kimyasal direncinin olması nedeniyle cam-tank sistemlerinde kullanılır. Bunun dışında, bakır işleme fırınlarında ve bazı fırınların duvarları gibi endüstride pek çok süreçte kullanılmaktadır.

e) Yalıtım tuğlası : İki çeşittir : refrakter tuğlalara destek olanlar ve normal refrakter tuğlası yerine kullanılanlar. Birinci tipi, doğal olarak bulunan gözenekli diatom toprağından (Kizelgur) yapılır. İkinci, ağır tuğlaların bileşimine sahiptir ve "hafif refrakterler" olarak adlandırılır. Bunların yalıtım özelliği üretim

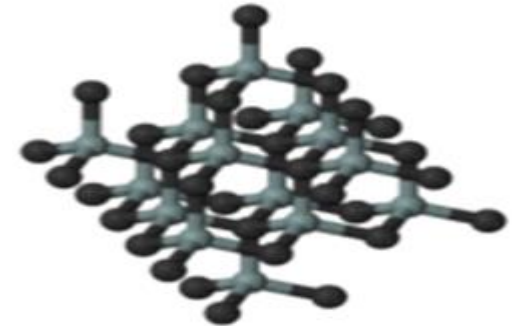
yöntemlerinden kaynaklanır. Örneğin, atık şişe mantarları parçalanır ve elenir, ateş tuğlası kili ile karıştırılır, kalıplanır ve pizirilir. Yakma sırasında fırından, mantar yanarak uzaklaşır, geride oldukça gözenekli ve hafif olan bir tuğla kalır. Bu hafif refrakterler, 1350-1600°C sıcaklıklar için güvenle kullanıldıkları halde, diatome toprağından yapılan tuğlaların normal koşullar altında 1100°C'nin üzerinde kullanılması uygun değildir.

f) Silisyum Karbür : Kimyasal dirençleri ve sıcaklık değişimlerine karşı dayanma yeteneklerinden dolayı "süper-refrakterler" sınıfına sokulmuştur. Üretimi, SiC fırınlarından alınan hammaddeye (öğütülmüş), %10'dan daha az seramik bağlayıcı ilave edilerek yapılır. Seramik bağlayıcı SiC kendisi (ince öğütülmüş) veya kilde olabilir. Bu tuğlalar, azırı derecede refrakter özelliğine ve yüksek ısı iletkenliğe sahiptir. Genleşmesi azdır ve aşınma ile kaulamaya karşı dirençlidir. 1400°C'nin üzerindeki sıcaklıklara karşı dayanabilmektedir. Kuvvetli mekanik özelliğe sahiptir. Yüksek ısı iletkenliklerinden dolayı başlıca potalarda kullanılır.

Silisyum karbür (SiC), karborundum olarak da bilinen, silisyum ve karbon içeren sert bir kimyasal bileşiktir . Geniş bant aralıklı bir yarı iletkenidir , doğada son derece nadir bulunan mineral moissanite olarak bulunur , ancak aşındırıcı olarak kullanılmak üzere 1893'ten beri toz ve kristal olarak seri üretilmektedir . Silisyum karbür taneleri, araba frenleri, araba debriyajları ve kurşun geçirmez yeleklerdeki seramik plakalar gibi yüksek dayanıklılık gerektiren uygulamalarda yaygın olarak kullanılan çok sert seramikler oluşturmak için sinterleme yoluyla birbirine bağlanabilir . Büyük tek silisyum karbür kristalleri Lely yöntemi ile büyütülebilir ve sentetik moissanite olarak bilinen mücevherlere kesilebilirler.



2730°C



Hızlı ısı absorplama ve salıverme ile periyodik sıcaklık değişimleri altında, kaulamaya karşı dirençli olmaları sebebiyle "Sıcaklık regenerasyon" (sıcaklık geri kazanım) sistemlerinde kullanılır.

İndirgen ortamlara ve bozlara karşı da dayanıklıdır. Diğer kullanım alanları; roket enjektörleri, fırınlar ve ısı yayıcı tüpler ile seramik bazlı gaz türbin motorlarının yanma odalarıdır.

g) Kristal alumina veya alüminyum silikatlardan elde edilen refrakterler: Yapılan araştırmalar; 1600°C ve üzerindeki sıcaklıklarda, korondum ve mullitli oldukça yüksek eruf direnci olduğunu ve kristal yapısının bozulmadan kaldığını ortaya koymuştur. Günümüzde yüksek sıcaklık fırınlarında, saf korondum özelliğine yakın alumina tuğlası ve Hint kyanitinden kalsinasyon ile elde edilen mullit kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle, şiddetli eruf oluşumu koşullarında bunun gibi refrakterler tercih edilmektedir.

ğ) Elektrokalıp (Corhart) Refrakterleri: Kimyasal bağlı refrakterlerin pek çok çeşidi, elektriksel olarak eritilmiş mullitten yapılır. Bir elektrik fırının üst kısmına, $3\text{Al}_2\text{O}_3/2\text{SiO}_2$ oranını elde edecek şekilde yüksek alumina ve diaspor kil karışımı yerleştirilerek üretilir. Erimiş alüminyum silikat (1800°C 'de) aralıklarla fırından alınarak kumdan yapılmış kalıplara boşaltılır, 6 ile 10 gün boyunca bu kalıplarda tutulur. Bu süreçle elde edilen refrakterler; vitroz bir gövdeye sahiptir ve iyi bir ateş tuğlasının yaklaşık yarısı kadar lineer genleşme katsayısı gösterir. Bloklar, kesilemez ve şekillendirilemez ancak alüminyum çoraklarda eğütülebilir. Günümüzde, kalıplama tekniklerindeki ilerleme, karmaşık şekilli ve farklı boyutlu üretimlerine olanak vermektedir. Elektrocass yöntemiyle elde edilen ateş-tuğlalarındaki boşlukların oranı, sadece %0,5 iken, geleneksel olanlarda bu oran %17-29 arasındadır.

Bu tuğlalar; cam fırınlarında, etkin kısımlarda geliştirilen modern buhar kazanlarında, döner fırınların sıcak zemin astarlanmasında ve demir tavlama fırınları gibi metalurji ekipmanlarında kullanılmaktadır. Bu refrakterlerin avantajları, uzun ömürlü ve minimum aşınma göstermesidir.

h) Saf oksit refrakterler: Refrakter endüstrisi teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak; daha zor şartlarda kullanılabilmek için refrakter talebiyle yüz yüze gelmiştir. Bu ihtiyacı karşılamak amacıyla, özel bir grup olan "Saf oksit refrakterler" geliştirilmiştir. Bunların kalitesinin üstün olması, akışkanlardan bağımsız olmadan kaynaklanmaktadır. En çok ilgi çeken refrakter * oksitler; alümina, magnezya, zirkonya, berilya ve toryadır. * (Her bir birim hacimlerinde bu oksitleri içerenler. Fiyatları da bu sıraya göre atmaktadır). Bunların her biri ticari olarak hafif refrakter ürünler için geliştirilmiştir. Bunlardan ilk üçü belirli bazı özelliklere sahiptir: i) üçü de yüksek saflıktadır, ii) Temel olarak elektriksel olarak eritilmiş granüllerin (parça, tane) bileşimidir. Berilya, ticari olarak çok fazla kullanılmamaktadır. Çünkü, hem pahalı bir üründür hem de su buharı ortamında 1650°C 'nin üzerinde buharlaşmaktadır. Torya, radyoaktif olması sebebiyle, kontrolü Atom Enerjisi Kurumu altındadır. Bu oksit refrakterlerin içinde en yaygın olarak kullanılanı, sinterleşmiş alüminadır. (1870°C 'ye kadar olan sıcaklıklarda başarıyla kullanılabilmektedir).

Zirkonyum dioksit (ZrO_2), bazen zirkonya olarak da bilinir, zirkonyumun beyaz kristal oksitidir. Monoklinik kristal yapıya sahip en doğal formu,. 'Kübik zirkonyum' olarak adlandırılan yüksek sıcaklıklı kübik kristal formu doğada nadiren bulunur, ancak değerli taş olarak kullanılmak üzere çeşitli renklerde sentezlenir. Kübik kristal yapılı kübik zirkonyum en iyi bilinen elmas taklididir.



Beril minerali, kimyasal formülü $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ olan bir berilyum alüminyum siklosilikattır. Beril'in altıgen kristalleri çok küçük olabilir veya boyutları birkaç metreye kadar ulaşabilir. Beril konkoidal kırılma gösterir, 7,5-8 sertliğe, 2,63-2,80 özgül kütle sahiptir. Camsı parlaklıkta, şeffaf veya yarı saydam olabilir. Kristal yapısı, diheksagonal bipiramidaldır. Saf beril renksizdir, ancak sıklıkla safsızlıklar tarafından renklendirilir; olası renkler yeşil, mavi, sarı, kırmızı ve beyazdır. Adı, deniz suyu taşının değerli mavi-yeşil rengini ifade eden Yunanca beryllos kelimesinden gelir. Terim daha sonra daha özel olarak Beril minerali olarak benimsendi.



<https://www.alamy.com/stock-photo-set-of-various-beryl-aquamarine-beril-emerald-natural-mineral-stones-103894133.html>

Magnezya, bazik bir refrakterdir ve yüksek sıcaklıklarda kolayca indirgenmektedir. 2200°C 'nin biraz üzerindeki sıcaklıklarda yükseltgen atmosferlerdeki kullanımı sınırlıdır. Saf zirkonya, yaklaşık 980°C de kristal yapısı, monoklinikten tetrahedral'e doğru değişir. Bu değişime, büyük bir hacim değişmesi sebep olur. ve kristal yapı; dönüşümün olmadığı kübik yapı şeklinde kararlılığa ve dengeye ulaşır. Bu, ortama bazı metalik oksitler özellikle de CaO ve MgO , katı olarak basarılır. Günümüzde, ticari olarak $2550-2600^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığındaki proseslerde; eritilmiş ve kararlı zirkonya ile çalışmak artık mümkün olmaktadır. Sımdılık, en çok kullanıldığı alan; baryum titanat rezistanslarının üretildiği fırınlarda, fırın kaplama malzemesidir.

ÖZEL SERAMİK ÜRÜNLER

A-Seramik bileşimler (kompozitler):

Seramik bir faz emdirilmiş bal peteği veya dokuma ağı şeklindeki metalik yapılar, yüksek alaşımli metal-lerden ve iyi ısıl özellikler olan seramik köpükler kullanılarak elde edilebilir.

Bu şekilde bağlanmış malzemelerin sıcaklık limitleri azırı derecede yüksektir. Bu özeliğinden dolayı, uzay malzemelerinde (ısı kalkanı, roket enjektörü veya memesı ve jikle bölümü) kullanılmaktadır.

Ayrıca, "Cermets" adı verilen ve seramik ile metalik bileşenlerden oluşan bir karışım (genellikle toz şeklinde) geliştirilmiştir. Bunlar, bazı fiziksel özellikler oluşturulmak için sıkıştırılarak sinterleştirilmiştir. Cermetler, debryaj ve fren balatalarında kullanılmaktadır.

- Kimyasal reaksiyonla bağlanmış seramik-metal kompozitler; seramik ve metal bileşenlerin, erime noktalarının altındaki sıcaklıklarda kimyasal bir reaksiyonla bağlanmalarıyla elde edilmektedir. Seramik; bir katalizör gibi hareket eder, metal yüzeyinde bir metal oksit oluşturarak metalin korozyona uğramasını önler. Metal oksit oluşurken; oksit kristalleri seramik kristallerin içine doğru büyümeye başlar. Oluşan bu bağ bir türlü dayanıklı ve kalıcıdır. Buna benzer bağlanma, bütün metaller ve çoğu seramikler arasında olabilir, ancak en güçlü bağlar; Pt, Au ve Ag gibi say metaller ile Magnezya, zirkonya, berilya ve silika gibi seramik oksitler ile meydana gelir.

Bu şekilde elde edilen materyallerden altın kaplanmış seramik parçalar, yarı iletken çiplerde; zirkonya-astarlı çelik, korozyon önlemede; seramik giydirmiş (bazlı) altın dışarıllıkta kron kaplamada kullanılmaktadır.

- Bazı seramik materyaller, özellikle yüksek sıcaklık yalıtım amacıyla kullanılmak üzere, şekillendirilerek "lif" şeklinde hazırlanmaktadır. Bu seramik lifler, ısı yalıtımı amacıyla endüstriyel fırınlarda çokça kullanılmaktadır.

B - Ferroelektrik ve ferromagnetik Seramikler :

Bu sınıfta en çok bilineni, baryum titanattır ($BaTiO_3$). Titanya ve bileşikleri, değişik frekanslarda yüksek kapasite gösterirler (kapasitör). Ferromagnetik seramik malzemelerin kullanılmaya başlanması, elektronik endüstrisinin hızlı gelişmesine sebep olmuştur. Bu tür malzemeler; televizyon parçalarında, bilgisayarlarda, manyetik saatlerde, geniş-bant transformatörlerde, kayıt cihazlarında (recorder) ve hafıza kartlarında kullanılmaktadır.

C - Yüksek -alümina Seramikleri :

Bunlar, oldukça yoğun, gözeneksiz ve mekanik dirençleri fazla olan maddelerdir. Aşınmaya ve korozyona karşı dirençli olup yüksek sıcaklıklarda kullanılabilirler. Yüksek-erime, %85 veya üzerindeki kütleye Al_2O_3 'yi içerir. Fren ve debriyajların astarlanmasında, elektrotetik göktürücülerin yapılmasında, solunum cihazlarının vanalarında ve hassas cihazların parçalarında kullanılmaktadır.

PORSELEN VE VİTRÖZ EMAYE

Porselen veya vitröz emaye; büyük oranlardaki akışkanlaştırıcı maddeler ile metal üzerine bir seramik karışımıdır. Emayelerin çeşitli amaçlarla kullanımı günümüzde iyice yaygınlaşmıştır (dekoratif olma, korozyonu önleme, kolay temizlenebilme). Örnek olarak; sıhhi tesisat, pisirme kapları, endüstriyel ekipmanlar, kimya endüstrisi, otomotiv (eksoz borusu ve susturucularda) ve elektro lüminenans aydınlatma cihazları verilebilir.

1- Hammaddeler :

Kullanılacak hammaddelerin çok saf olması yanında; uygun mineral bileşimi, düzgün tanecek şekli. ve diğer fiziksel özellikler de önemlidir.

Kullanılacak hammaddeler, altı farklı gruba ayrılabilir :

İ) Refrakterler : Kuartz, feldispat ve kil içerir. erimiş karışım "asit" olarak katkı da bulunurlar ve camı özellik verirler.

İİ) Akışkanlaştırıcılar : Boraks, soda külü, kriyolit ve fluospar gibi bazı özellikteki kükürleri içerir. Bunlar, camı yapıyı oluşturmak için, asidik refrakterlerle reaksiyona girer. Emayenin erime sıcaklığını düşürürler.

iii) Matlaştırıcılar : Bunlar, camı yapıda; vitröz (opaklaştırıcılar) emayenin bir özelliği olan, donuk beyaz renk oluşturmak için katılır. İki tür opaklaştırıcı madde vardır:

a) Gözünmeyen opaklaştırıcılar (titonyum dioksit, kalay oksit ve zirkonyum oksit.

b) camılastırmayı azaltan opaklaştırıcılar, kriyolit ve fluospardır.

TiO_2 'in ilk kez 1945 yılında, emaye prosesinde matlaştırıcı olarak kullanılmaya başlamasından sonra; asitlere karşı dirençli ve matlaştırma özelliğinin yüksek olması, yüzeye daha ince uygulanabilmesi, kavlamağa karşı daha dirençli olması gibi istenilen özelliklerinden dolayı günümüzde de endüstride bu amaçla en çok kullanılan maddelerin başında gelmektedir.

iv) Renklendiriciler : oksitler, elementler ve tuzlar bu amaçla kullanılabilir. Bunlar, refrakter veya akışkan olarak hareket edebilirler.

v) Yüzdürücü maddeler : Bu maddeler (plastik kalı ve yapıştırıcı, zamlık,) emayenin su içinde asılı halde kalmasını sağlar.

vi) Elektrolitler : Boraks, soda külü, magnezyum sülfat ve magnezyum karbonat gibi maddeler bu amaçla kullanılır. Bunlar, kilin işlenmesini ve emayenin uygun bir şekilde su içinde asılı kalmasına yardımcı olur.

2- FRIT HAZIRLANMASI

Emaye camının hazırlanması, normal cam üretim işleminin birinci aşamasına benzer:

- Hammaddeler, düzgün oranlarda karıştırılarak, eritme fırınlarına sürülür, burada 1370°C 'ye yakın sıcaklıklarda 1 ile 3 saat tutulur.
- Tam ve homojen bir eritme işleminden sonra, fırından, ıslak soğuk suyla doldurulmuş bir yıkama tankına boşaltılır. Burada, erimiş kütle milyonlarca küçük ve kırılgan parçacık oluşturmak üzere parçalanır. İşte bu parçacıklara "FRIT" denir.
- Frit ve kil karışımı, yuvarlak bir değirmende iyice öğütülür (ıslak = yağ = proses) ve 200 mesh'lik (meş) elekten geçirilir. Bu şekilde "emaye" hazır hale getirilir.

3 - Metal kısmın hazırlanması :

Emayeleme işleminin başarısı, metalin doğasına ve üzenle eritilerek kaplanacak emaye ile genleşme katsayılarının paralel olmasına bağlıdır.

- Sıvı emayenin (su içindeki asitliği) metal yüzeyine uygulanmasından önce; lehua şeklindeki metal yüzeyinin, kir ve bütün yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Temizleme işlemi için, sey. H_2SO_4 (pikling = paklama) veya sey. HCl (etch = aşındırma) kullanılır. Bu işlem, $60^\circ C$ sıcaklıkta yapılır. (Dökme demir bu sıcaklıkta bir süre tutulur, yarı tavllanır, tavlandıktan sonra asitle muamele edilir).

4- Emayenin uygulanması (metal yüzeyine = üzenme=):

Metal yüzeyine emayenin uygulanması; daldırma, sıvama ve püskürtme yöntemleriyle yapılır. Sıvama işleminde; yüzeyde kalın bir emaye tabakası oluşturulur ve malzeme sallanarak emayenin fazlası alınır.

Emaye havada kurutulur, üzenme şablon ve fırça ile yazı yazılır veya resim ve şekil yapılır.

Kıymetli malzemelerde, emayeleme işlemi iki aşamada yapılır. Önce, metal yüzey elektrostatik spray yöntemi ile ince bir emaye tabakası ile örtülür hafifçe kurutulur ve ikinci tabaka uygulanarak fırınlanır. Bu proses ile daha kaliteli ve daha ucuz ürün elde edilir.

5- Fırınlama :

Emayelenmiş eşyalar; emayenin metal malzeme üzerinde, düzgün ve sürekli bir camsi yüzey oluşturmaları için fırınlanır. İyi bir emaye kaplama yapmak için :

- Fırın sıcaklığı; 750 ile 800°C arasında olmalı,
- Zaman; 1 ile 15 dakika olmalı,
- malzeme; metalin uygun olması ve iyi hazırlanması,
- Isıtma ; fırınlanan malzemenin ısıtmasının ve soğutma ; soğutmasının homojen bir şekilde yapılması,
- ortam ; kir ve tozlardan arındırılmış bir ortam sağlanmalıdır.

bunlara dikkat etmek gerekmektedir.

Emaye kalınlığı, daha önceleri 0,66 mm iken günümüzde 0,165 mm'dir. Emayelenmiş malzemelerin çoğu tek kat emaye ıkermele ancak kaliteli opaklaştırıcılar kullanıldığı için 2 katlama ve kavlama olmadan uzun süre kullanılmaktadır.

Emaye veya cam-astarlı ekipmanlar kimyasal işletmelerde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

FIRINLAR

Seramik ürünlerin vitrifikasyonu ile dehidratasyon, yükseltgenme ve kalsinasyon gibi önemli kimyasal dönüşümler; periyodik veya sürekli biçimde gerçekleştirilen fırınlarda gerçekleştirilir.



DÖNER FIRIN



Fırınlarda genel olarak, ekonomik olması sebebiyle gaz, kömür ve fuel oil ile bazı durumlarda elektrik de kullanılarak kullanılır.

a) Sürekli fırınlar : En önemli fırınlardır. Sürekli çalışan tünel fırınlardır. pizirtilerek malzeme, raylar üzerinde hareket eden arabalara yerleştirilir. Bu tür fırınlar duha Gök, tuğla- ların pizirtilmesinde, porselen, kiremit, yemek takımları ve refrak- terler için kullanılır. Bu fırınların ihr geçirdi vardır :

i) Yarma gazlarının doğrudan fırınlanacak malzemeyle temas ettiği fırınlar, (direkt proses)

ii) Yarma ürünlerinin, fırınlanacak malzeme ile doğrudan etkileneşmesine izin verilmeyen fırınlar (indirekt proses). Bu tür fırınlar "pota fırın" olarak adlandırılır.

- Fırınlanacak malzeme doğrudan üstü açık arabalara veya temiz tutmak için kutu şeklinde kilden yapılmış desteklerin (saggers) üzerine yerleştirilir, fırının en sıcak bölümünden yayılan gazlara zıt yönden fırın için- den geçirilir. Araba sistemi yeme malzeme, gündüzen bant ile fırının içinden geçirilebilir. (Bu taşıma sistemi, sürekli çalışan silikon karbür (silisyum karbür) bant ile)

- Sürekli çalışan kameralı fırın, birbirine seri olarak bağlanmış bir çok bölmeden (odacık = kamera =) oluşmuş- tur. Isı, fırınlanacak malzemeye zıt yönde bir böl- meden diğerine geçer, bu şekilde pizirme işlemi singla yapıldığından, sistem sürekli olur. Kiremit ve tuğla pizirtilmesinde kullanılır.

b) Periyodik fırınlar : Sürekli fırınlar kadar etkili olmamakta birlikte kullanışlı fırınlardır. İki çeşidi vardır:

i) Isının ısıtıcı doğru olduğu fırınlar : Bu tipi, yuvarlak veya dikdörtgen biçimindedir. Her bir pişirme işleminde, sıcaklık oda sıcaklığından pişirme sıcaklığına (son sıcaklık) yükseltilir. Fırına pişirecek malzeme yerleştirilir, ısıtma başlatılır ve pişirme sıcaklığına kadar belli hızla artırılır. Yanma gazları, pişirilen malzemenin üzerinden ısıtıcı doğru hareket ettirildiğinde bu şekilde adlandırılmıştır. Bu fırınlar; cephe tuğlası, kanalizasyon boruları, keremit, taş malzemeler ve adı tuğlaların pişirilmesinde kullanılmaktadır.

ii) Yanma gazlarının (ısı akımı) yukarı doğru olduğu fırınlar : En çok çanak-çömlek malzemelerinin pişirilmesinde kullanılmaktadır, ancak son yıllarda bu işlemler için tünel fırınlar tercih edilmektedir.



BÖLÜM SONU