

ENDÜSTRİYEL FIRINLAR

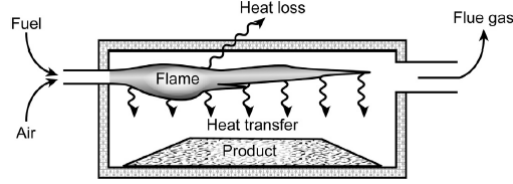
Prof. Dr. Mesut TEKKALMAZ

Fırınların Tanımı ve Gruplanması

- İçerisine yerleştirilen ya da sürekli olarak yüklenilen malzemeleri, ekonomik bir şekilde ısıtmak suretiyle, işlem sıcaklığına yükselten ve bu sıcaklıkta gereken süre tutan teknik ünitelere fırın denilmektedir.
- Fırın hacmi, ısıtılacak maddeleri içine alacak ve ısıyı ekonomik olarak üretecek tarzda düzenlenmiştir.
- Endüstriyel fırınlarda enerji gereksinimi, ya katı, sıvı veya gaz yakıtların yakılması suretiyle kimyasal enerji olarak ya da elektrikten direnç, ark ve indüksiyonla ısıtma tarzında fiziksel enerji olarak sağlanır.

- Enerji sağlama yöntemlerinin seçiminde, gerçekleştirilmek istenen ısı prosesinin yani sıra, birim malzeme miktarı için gerekli ısı maliyeti ve enerji temin etme olanakları önemli rol oynar.
- Isıtılacak parçalar ya da fırın yapı malzemeleri ile, alev ve baca gazlarından oluşan fırın atmosferi arasında, genellikle istenmeyen birçok kimyasal olay meydana gelir. Sıcaklığa da bağımlı olan bu olayların, fırın tipinin seçilmesinde ve konstrüksiyonunda göz önünde tutulması gerekir.

- Kullandığımız malzemelerin büyük çoğunluğu ve tükettiğimiz yiyecek ve içecek, üretim sürecinde bir aşamada ısıtılmıştır. Yanma işlemleri uygun şekilde yüksek ve düşük sıcaklık işlemlerine ayrılır. İkisi arasında kesin bir ayrım çizgisi olmamasına rağmen, 400-500°C'nin altında duvar sıcaklıklarına sahip işlemler genellikle düşük sıcaklık olarak kabul edilirken, 500-800°C'nin üzerinde olanlar genellikle yüksek sıcaklık olarak kabul edilir. Yüksek sıcaklık süreçleri, çimento ve kireç üretimi, tuğla ve seramik üretimi, çoğu metal işleme, cam yapımı gibi.
- Yakıtın enerjisinin yüksek sıcaklıktaki işlemlerde verimli kullanılmasını sağlamak, düşük sıcaklıktakilere göre çok daha zordur. Buhar üretimi gibi düşük sıcaklıklı işlemler için yaygın olarak % 80'in üzerinde verimlilik elde edilirken, yüksek sıcaklıklı işlemler için % 50'yi aşan verimlilik nadirdir.



Isı, yakıtın hava (veya oksijen) ile yakılmasıyla veya elektrik enerjisinden elde edilen bu ısının bir kısmı ürüne aktarılır. Kalan ısı, baca gazında ve şarj kapakları gibi açıklıklardan veya dış yüzeyden kaybolur.

Fırının verimliliği şu şekilde tanımlanabilir: $\eta = Q_p / Q_s$

η = Fırın verimi

Q_p = Ürüne verilen ısı

Q_s = Yanma ile elde edilen ısı

Ürüne verilen ısı, sağlanan toplam ısıya kıyasla genellikle oldukça küçüktür, baca gazlarında ve yan ürünlerde veya cüruf gibi atık malzemelerde çok fazla ısı kaybedilir.

Endüstriyel Fırınların Sınıflandırılması

■ Isı Kaynağına göre

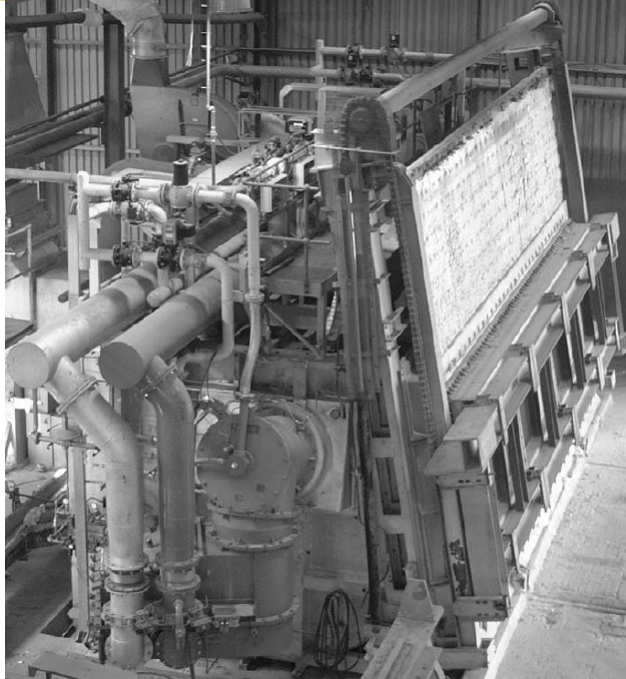
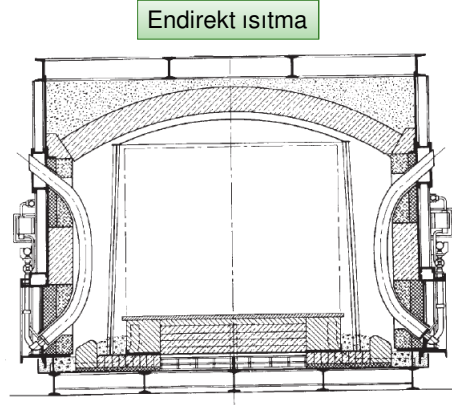
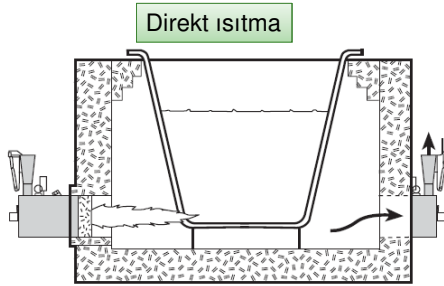
1. Yakıtın yakılması ile
2. Elektrik enerjisinin ısıya çevrilmesi ile
- Yanma türüne bağlı olarak yanma ile ısıtılan fırınlarda, yakıt tipine göre petrol yakıtlı, kömür yakıtlı veya gaz yakıtlı olarak sınıflandırılırlar.

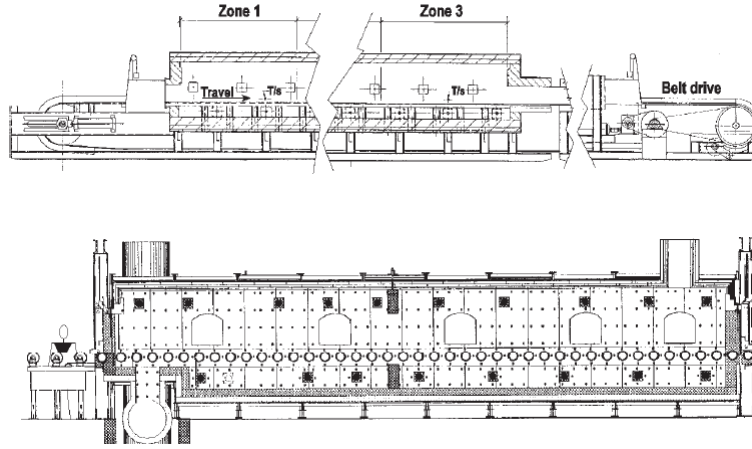
■ Malzemenin yüklenme şekline göre fırınlar

1. Kesikli veya periyodik
2. Sürekli olarak sınıflandırılır.

■ Isıtma şekline göre

1. Direkt (Doğrudan) ısıtma
2. Endirekt (Dolaylı) ısıtma



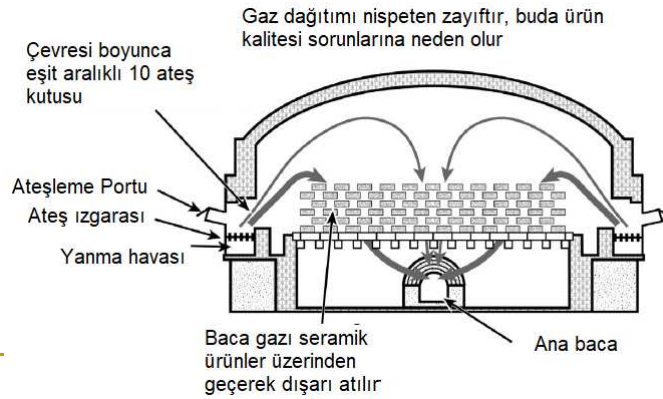


Sürekli tip Fırınlar

Fırınlar Nerede Kullanılır? Mevcut Fırın Uygulamaları ve Teknolojisine Kısa Bir Bakış

Seramik, Tuğla Yapımı ve Çömlekçilik

Eski seramik ve tuğla fırınlar modern fırınların öncüsüdür. Yemek ve içecek için dayanıklı kaplara olan ihtiyacı karşılamak için seramik fırınlar ortaya çıkmıştır



Seramik Endüstri Fırınları

İnşaat tuğlalarının pişirilmesinde, ring fırınlarının yanında, arabalı zikzak fırınlar ve tünel fırınlarda kullanılır.

Malzeme cinsi	Piştirme sıcaklığı °C	Piştirme süresi h	Isı ihtiyacı kj/kg Brüt miktar
Tuğla	1100	65-70	840-1250
Kremit	1280	90-120	1880-2100
Sıhhi tesisat malzeme	1300	60-70	8370-11720
Fayans	1080	30-40	7120-7540
Emaye kaplama	1280	30-40	8380-10050
Şamot tuğla	1400	65-80	1880-2720
Silika tuğla	1550	200-225	6700-7120
Yüksek değerli porselen	1450	35-50	24300-24700
Elektro porselen	1450	50-100	17170-17590

- Ring fırınının, yakıt ve alev miktarı, fırın üzerindeki delikli ızgaralardan bir ayar düzeni ile ayarlanarak verilir. Pişirilecek tuğlalar merdiven tarzında yerleştirildiğinde, üstten düşen kömürler yeniden tutuşur ve yanar. Seramik malzeme üretiminde olduğu gibi, tuğlalar kütle halinde topluca yerleştirildiğinde, ateş bir ızgaraya düşer, böylece yüksek sıcaklıklara çıkabilir.
- Uzun yıllardan beri, akaryakıt ya da gazla ısıtılan fırınlar da kullanılmaktadır. Akaryakıt, tavandaki deliklerden fırın içerisine ayarlı olarak damlatılır. Yeni bir gelişme olarak, itici yakıcılar kullanılmaktadır. Gazla ısıtmada, özellikle ucuz doğalgaz tercih edilir. Yakıcılar, tavanda bulunan deliklere yerleştirilir. Ayrıca, ring fırınlarda yakıcıların tabanda pişirilen malzemeler arasına yerleştirilmesi de mümkündür.
- Küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde, alışılmış tip seramik üretiminde, elektrikli kamara tipi, direkt ısıtmalı kamara fırın, hücre fırın ve yuvarlak fırınlar kullanılır. Büyük işletmelerde, tünel-arabalı fırınlar daha çok tercih edilir.

- Seramik endüstrisinde, direkt ısıtma çok kullanışlıdır, fakat fırın atmosferine dikkat edilmelidir ve belirli sınır içerisinde kalınmalıdır. Seramik endüstrisinde kullanılan fırınlar, çoğu zaman 100m ya da daha uzun olarak yapılırlar. Fırının içerisindeki arabalar, bir taraftan boşalırken, dolu yeni arabalar, hidrolik bir itme makinası ile fırına itilirler. Arabanın hareket yönü, duman gazlarının gidiş doğrultusuna terstir.
- Önce, ön ısıtma bölgesinde ısınan arabalar, daha sonra yakıcıların ya da elektrikli ısıtmanın bulunduğu pişirme bölgesine gelirler ve müteakiben yanma havası ve kurutma havasının ısıtılması için ısı çekilen, soğutma bölgesine gelirler. Arabalar, fırın içerisinde yaklaşık olarak 48 saat kalırlar ve fırın yaklaşık 120 °C de terk ederler. Isıtmada, gaz, akaryakıt ve elektrik direnç ısıtma ve son zamanlarda, akaryakıt-gaz karışımı kullanılmaktadır.



Kamara Tipi Fırın



Seramik endüstrisinde kullanılan arabalı fırın



Seramik endüstrisinde kullanılan arabalı fırın

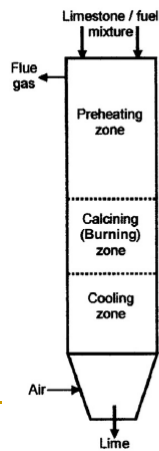


Özel Amaçlı Seramik fırını

Çimento ve Kireç Üretim Fırınları

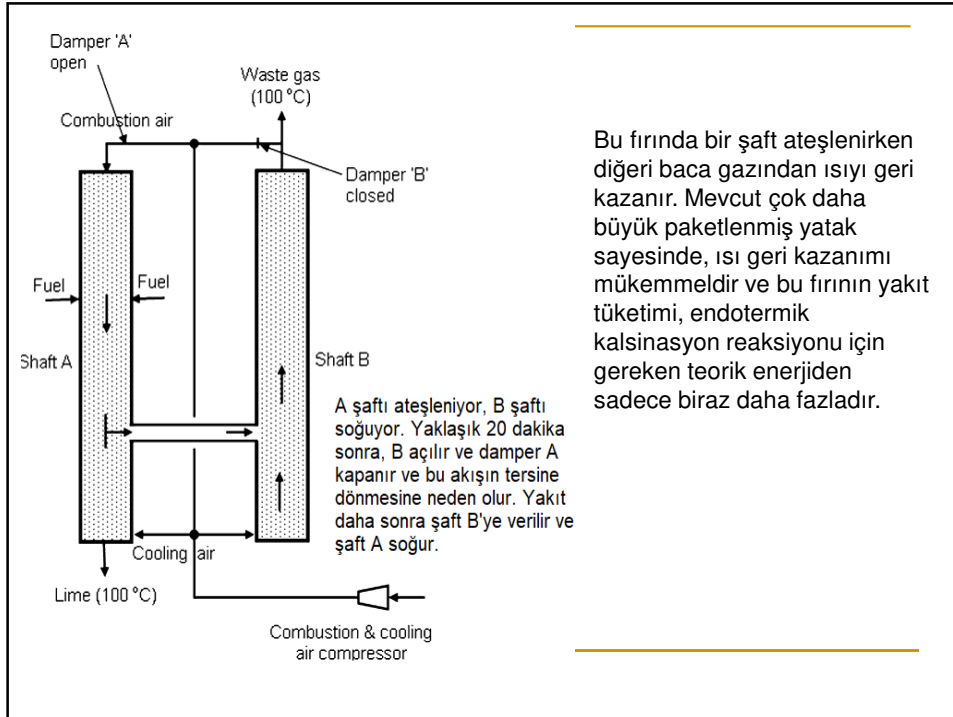
Portland çimentosu, 1824 yılında Joseph Aspdin tarafından patenti alınan yeni bir buluştur, ancak tarih öncesi çağlardan beri kireç üretilmiştir.

En erken uygulamalı sürekli fırın, yükün ve yakıtın, fırının tepesinde beslenmeden önce karıştırıldığı karışık beslemeli dikey şaft fırınıdır



Gelen taş baca gazı tarafından ısıtıldığından ve yanma havası soğutulan kireç tarafından ısıtıldığından verimlilik artmıştır. Ancak, bu fırının kullanımı çok zordur, çünkü karışım fırına beslendikten sonra, ısı girişini ayarlamanın bir yolu yoktur budan dolayı yan ateşli şaft fırını geliştirilmiştir.

Bu karışık besleme ve yan ateşlemeli şaft fırınları nispeten verimli olsa da, ısı geri kazanımı paketlenmiş taş yatağının boyutu ile sınırlıdır ve ikiz şaft tasarımı ile geliştirilmiştir.

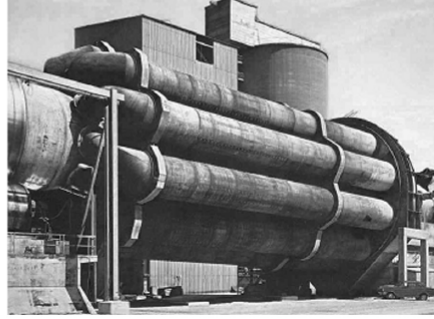


Bu fırında bir şaft ateşlenirken diğeri baca gazından ısıyı geri kazanır. Mevcut çok daha büyük paketlenmiş yatak sayesinde, ısı geri kazanımı mükemmeldir ve bu fırının yakıt tüketimi, endotermik kalsinasyon reaksiyonu için gereken teorik enerjiden sadece biraz daha fazladır.

siklon
ön ısıtıcı
kulesi



uydu soğutucusu

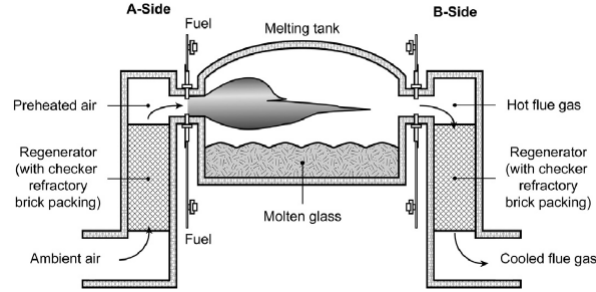


Modern siklon ön ısıtıcı döner fırınları, günde 4000 tona kadar çimento klinkeri üretir. Bazı çimento fırınları karbon giderme reaksiyonunu gerçekleştirmek için ayrı bir kalsine edici kullanır ve bunlar günde 10.000 tona kadar klinker üretebilir. Bu fırınların yüksek verimliliği, siklon ön ısıtıcısında doğrudan temasla beslemeyi önceden ısıtarak ve ayrıca klinker soğutucuda yanma havasını 850-1000°C'ye ısıtarak üründen ısıyı geri kazanarak yanma ürünlerinden ısı geri kazanılarak elde edilir.

Cam Üretim Fırınları

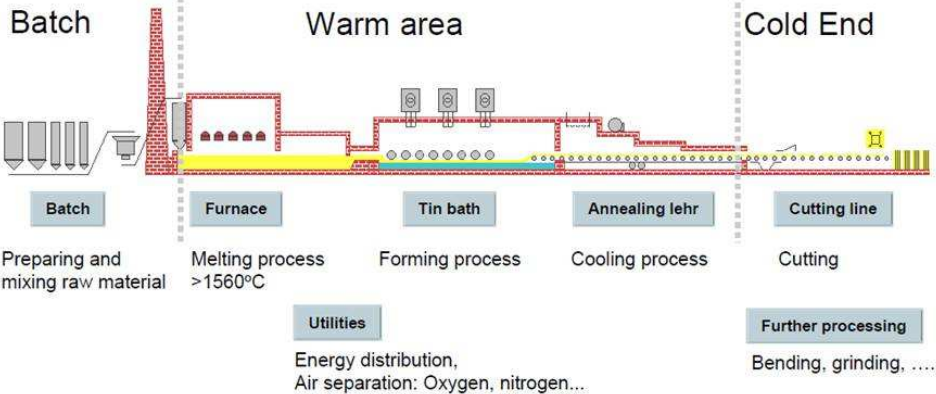
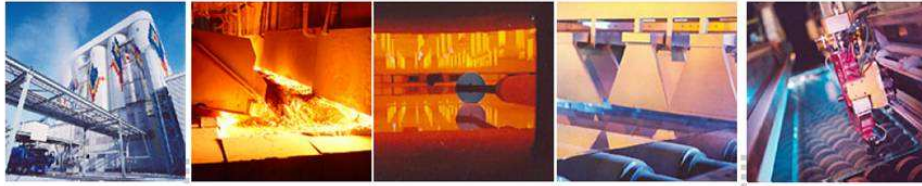
- Cam endüstrisinde ergitme fırını olarak, havuzlu fırın ve tekne fırın adı verilen, iki ana tip fırın kullanılır. Bunlardan, havuzlu fırın daha eski geçmişe sahiptir.
- Havuzlu Fırın : Ergiyiğin kimyasal etkisine ve ateşe dayanıklı malzemeden yapılan potalarda cam ergitilir. Cam potaları, üretilcek camdan istenen kaliteye göre, kapalı ya da açık olarak yerleştirilir. Bu fırınların ısıtılması, gazla (jeneratör gazı) ya da akaryakıtla olabilir. Yüksek fırın sıcaklıklarında, yakma havası ve gaz, reküperatör ya da rejeneratörlerle ön ısıtılır. Fırın hacminin formu, yuvarlak oval, yarım yuvarlak ya da köşeli olabilir.
- Tekne Fırınlar : Camın bir tekne içerisinde ergitildiği fırınlardır. Cam tekne fırınının çalışması, esas olarak Siemens-Martin fırınlarına benzer. Ancak, ergitme olayı bazı farklılıklar içerir. Şarj ve camın alınması, genellikle sürekli bir süreçtir. Cam ergitilmesinde, ton başına enerji ihtiyacı, çelik ergitmesinin yaklaşık iki katıdır. Ergiyik cam, radyasyonu kısmen alır ve pek az yansıma yapar.

Rejeneratif Cam Tank Şeması



İlk olarak, fırın sol taraftaki brülörler tarafından ateşlenir, gelen yanma havası sıcak tuğla ile 1000°C 'ye önceden ısıtılır. Sıcak yanma ürünleri sağ taraftaki rejeneratör aracılığıyla boşalır ve bu rejeneratördeki kontrol tuğlalarını ısıtır. Yaklaşık 20 dakika sonra ateşleme tersine çevrilir. Sağ brülörler ateşlemeye başlar, yanma havasını sağ rejeneratörde yakın zamanda yeniden ısıtılan denetleyici tuğladan geçirir. Sıcak yanma ürünleri artık sol taraftaki rejeneratör ile boşalıyor ve bu rejeneratörün tuğlalarını yeniden ısıtıyor. Ateşlemeyi düzenli olarak değiştirerek, 1000°C 'yi aşan yanma havası ön ısıtma sıcaklıklarına ulaşılır. Bu yüksek hava ön ısıtma sıcaklıkları çok yüksek alev sıcaklıkları verir ve yüksek NOx emisyonları ile sonuçlanır.

Cam Üretimi



■ Cam pişirme fırınları

- Camın pişirilmesinde, yaklaşık 750 °C sıcaklıktaki değişik metaloksitler, camın renksiz ya da renkli olmasına etki ederler. Cam pişirme sanatı, çok eski bir geçmişe sahiptir. Fırın atmosferi de önemlidir. Eğer redükleyici ortam varsa, kabarcılık meydana gelir. Bu nedenle, genellikle elektrikli fırınlar ya da gazla ısıtılan, hücre tipi fırınlar kullanılır.



Cam Temperleme Fırını Genel Görünüşü

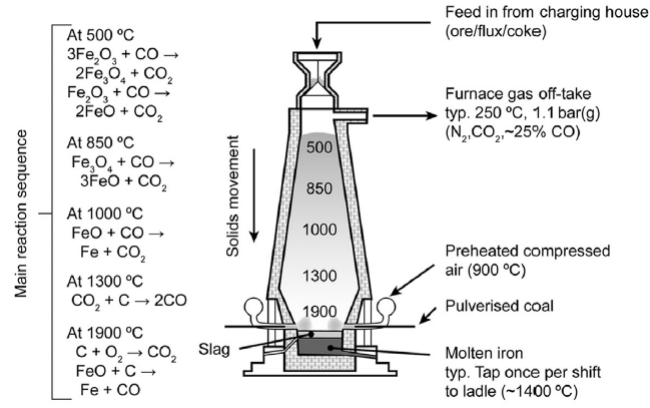


Cam Temperleme Fırınları

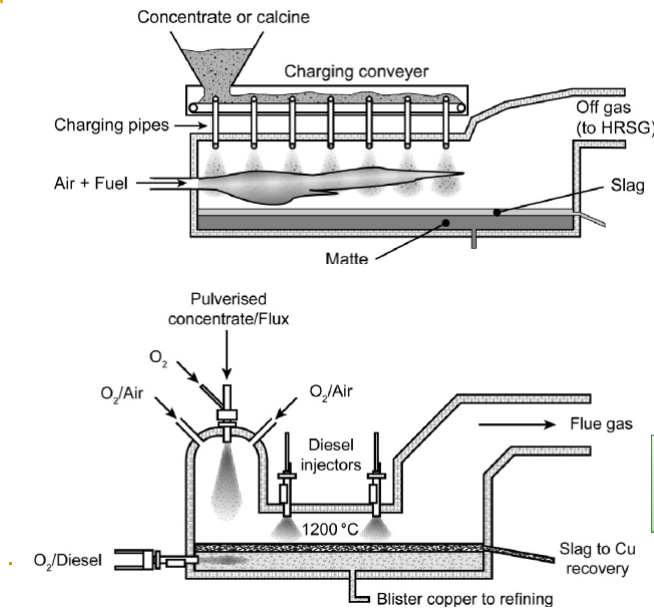
Metal Ergitme Fırınları

- Bu fırınlar endüstride, cevher halindeki metalden ham metal elde etmek, ham metalden rafinasyonla saf metal elde etmek ya da saf metallerin veya alaşımların birlikte ergitilmesiyle yeni metal malzeme üretmek için kullanılır.
- Bu fırınları konstrüksiyon açısından genel olarak, düşey ve yatay çalışan fırınlar şeklinde iki ana gruba ayırmak mümkündür.
- Düşey fırınlarda, yüksek fırın ve kupol ocağında olduğu gibi, fırın yüksekliği ocak kesitine nazaran oldukça fazladır ve fırınların şarjı üstten olur. Eriyiğin üzeri şarj malzemesi ile doludur.
- Yatay fırınlarda ise fırın yüksekliği azdır, ergiyiğin yüzey boyutları yüksekliğe nazaran çok geniştir ya da takriben eşittir. Ergiyik yüzeyi normal atmosfer ya da alevle temas halindedir.

Yüksek Fırın Şematik resmi



Bakır Sülfür Cevherlerini Eritmek için Reverbatory Fırını

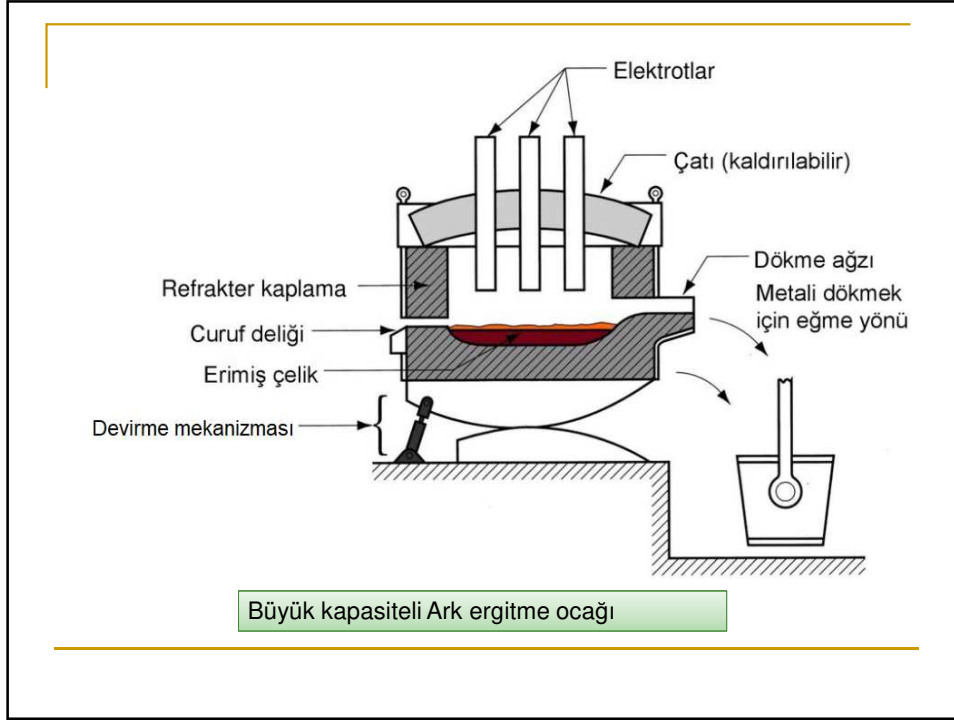


Bakır eritme için
Outokumpu flaş
tasviye fırını

- Ancak son yıllarda, yabancı elementlerin saf metalden daha iyi uzaklaştırılması ve yüksek kaliteli soy çelik üretiminde vakumda ergitme tercih edilmektedir.
- Cevherden ham metal üretiminde daha çok düşey fırınlar, rafinasyon ve alaşımlama işlemlerinde ise yatay fırınlar kullanılır.
- Metallerin ergitilmesi gayesiyle fırın seçiminde, tesisin üretim kapasitesi, sürekli çalışıp çalışmadığı, enerji temininde kullanılabilecek ısı kaynağının cinsi ve analizi, cevher ya da metalin cinsi, ergime derecesi, ergiyik analizi, atmosferdeki oksijen, azot, hidrojen gibi gazlara ve refrakter malzemeye karşı ilgisi gibi birçok önemli faktör rol oynar.
- Ergitme fırınlarında ısı kaynağı olarak katı, sıvı ve gaz yakıtlar ile elektrik enerjisi kullanılabilir.
- Isının kimyasal yolla üretilmesinde havanın ısıtılması ısı verimliliği oldukça yükseltir.
- Ergitmede yüksek sıcaklık gerektiğinden, refrakter malzemenin ömrünü artırmak için ayrıca soğutma gerekir. Bu ise büyük ısı kayıplarına yol açar.



Ergitme Fırını

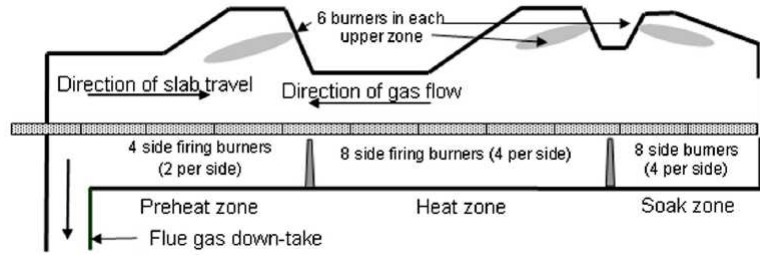


Metal Malzemeler için Isıtma Fırınları

- Bu fırınlarda ısıtma, devamında yapılacak sıcak şekillendirme için tavlama ya da sertleştirme, meneviş, ıslah, yumuşak tavlama, normal tavlama, gerilim giderme tavlama, sementasyon, nitrasyon, temperleme gibi ısıtma işlemlerinin gerçekleştirilmesi için yapılır.
- Amaca bağlı olarak, fırınlar birbirlerine göre büyük yapısal farklılıklara sahiptirler.
- Fırın tipinin belirlenmesinde, amacın gerçekleşmesi için, işlem sıcaklığına ısıtılacak parçaların formu, büyüklüğü ve miktarı, fırın kapasitesi, tavlama hatalarını en aza indirmek, ekonomik çalışma gibi, birçok faktörün bir arada düşünülmesi gerekir.

- Yapılacak sıcak şekillendirme (plastik şekil verme) için tavlama fırını olarak, büyük kapasitelerde kuyu tipi fırınlar ve itme fırınlar, daha az kapasitelerde ise arabalı, tamburlu, döner tabanlı ve çan tipi fırınlar kullanılmaktadır. Ayrıca, hızlı ısıtma yapan özel fırınlar ve indüksiyon ısıtma da yapılabilmektedir.
- Isıl işlem fırınlarında, fırın atmosferi çok önemlidir. Sertleştirme için tavlama işleminde, fırın atmosferini kaldırdığı için daha çok tuz banyosu fırınları kullanılmaktadır. Diğer ısıl işlem fırınlarında ise, ısıtma esnasında fırın atmosferinin zararlı etkilerinden parçayı koruyacak tarzda, nötr atmosferde ya da vakum içerisinde ısıtma yapılmalıdır. Ayrıca, fırında kontrollü difüzyon sağlanarak semantasyon, nitrasyon gibi ısıl işlemler de yapılabilir.
- Isıtma fırınlarında ısıtma hızı, ısıtma süresi ve ısıtma sıcaklığı, malzemenin analizine, formuna, üretim tarzına, boyutlarına, ısıtma tarzına ve ısıtma amacına göre değişmektedir.

Yeniden Isıtma Fırını



Üç bölgeden, bir ön ısıtma bölgesinden, bir ısıtma bölgesinden ve bir ısıtma bölgesinden oluşur. Plakalar yatay olarak uzanır ve üst ve alt brülörler ile ısıtılır. Plakalar, su soğutmalı "yürüyen bantlar" ile fırın üzerinden taşınır. Döşeme, yaklaşık 500°C'ye kadar ısıtılan ön ısıtma bölgesine girer. Bu bölgedeki ısıtma oranı, dışarının aşırı ısınmasını ve daha sonraki bölgelerde radyant ısı transferini azaltan yansıtıcı bir cüruf oluşturmasını önlemek için yeterince yavaş olmalıdır.

■ Metal malzemeler için başlıca ısıtma fırınları:

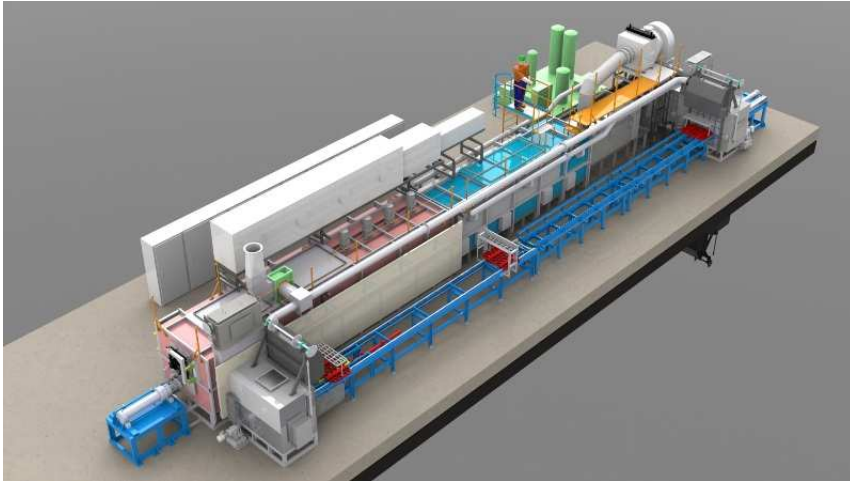
1. Kuyu fırınları
2. İtme fırınlar
3. Döner tabanlı fırın
4. Makara tabanlı fırın
5. Boru ısıtma fırını
6. Hızlı ısıtma fırını
7. Tambur fırınlar
8. Kaldırma tabanlı ve kaldırma kirişli fırınlar
9. İtme arabalı fırın ve tünel fırın
10. Hücre fırınlar
11. Çan tipi fırınlar
12. Kule fırınlar



Kuyu Tipi Fırın



Gaz Karbür Fırını



İtmeli Tip Fırın



Araba Tabanlı Isıl işlem Fırını



Rulo tabanlı
Normalizasyon fırını



Bant Konveyörlü Isıl İşlem Fırını



Çelik Boru Isıl İşlem Fırını

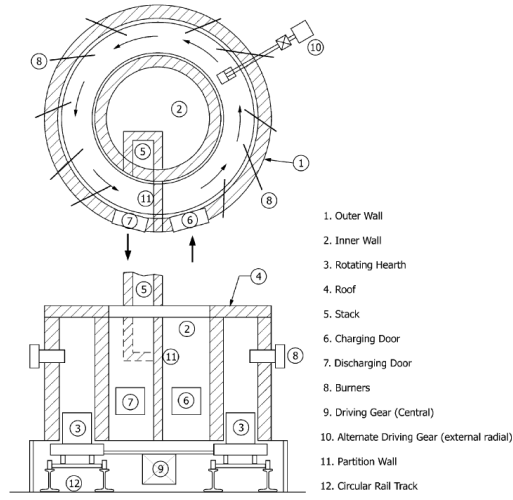


Bell Type Tipi
Fırın



Kamara Isıl İşlem Fırını

Döner tabanlı Fırın



Bu, fırının düz, dairesel bir halka şeklinde yapıldığı sürekli bir fırın türüdür. Ocak, merkezde veya dışarıda bulunan bir dişli tahrikiyle döndürülür. Radyal bir bölme duvarı şarj ve boşaltma kapılarını ayırır. Dış duvarların üst tarafına birkaç teğetsel brülör sabitlenir. Yanma gazları, boşaltma kapısının karşısında bulunan bir porttan çıkar. Büyük fırınlarda ocak dairesel bir ray üzerinde hareket eder.



Döner Tabanlı Fırın

Aşağıdaki özellikler bu tür fırını birçok uygulama için çekici bir hale getirir:

1. Dairesel, dönen ocak bu fırınları dövme veya ekstrüzyon gibi proses uygulamaları için çok uygun ve kompakt ön ısıtma üniteleri haline getirir.
2. Büyük boyutlu fırınlar, orta ila ağır boyutlu iş parçalarının kolayca yerleştirilebilmesi için 5,0 m'ye kadar ocak genişliğine sahiptir.
3. Değişken dönüş hızları, işlemi esnek hale getirir. Herhangi bir malzemeye uygun bir ısıtma döngüsü kolayca ayarlanabilir.
4. 0.5 m'ye kadar ocak genişliğine sahip daha küçük üniteler inşa etmek mümkündür. Bu küçük üniteler, pres çalışması için ısıtma, ara tavlama ve hatta kurutma veya fırınlama gibi hafif işler için kullanılabilir.
5. Büyük fırınlar genellikle akaryakıt ve gazla ısıtılır. Daha küçük fırınlarda elektrik veya LPG kullanılabilir.
6. Şarj vedeşarj kapıları bitişik olduğundan, bir operatör her iki işlemi de gerçekleştirebilir.

7. Doğrusal sürekli fırınlar genellikle iş parçalarını hareket ettirmek için bazı araçlar gerektirir. Döner fırınlarda böyle bir mekanizmaya gerek yoktur.

8. Ocağın yerine, çatı dönen olarak yapılabilir. Bu, iş parçalarının çatıya asılmasını sağlayacaktır. Her taraftan eşit ısı alacaklar.

9. Soğuk hava girişini veya sıcak gazların kaçmasını önlemek için hareketli ocak ile sabit duvarlar arasında bir sızdırmazlık düzenlemesi gerekecektir.

10. Brülörlerin sayısı, konumu ve kapasitesi önemli bir tasarım faktörüdür. Bu, istenen ısıtma ve ısılatma sürelerinin ayarlanmasına yardımcı olacaktır.

11. Ocak asılı (zincir) perdeler kullanılarak bir dizi bölgeye ayrılabilir.

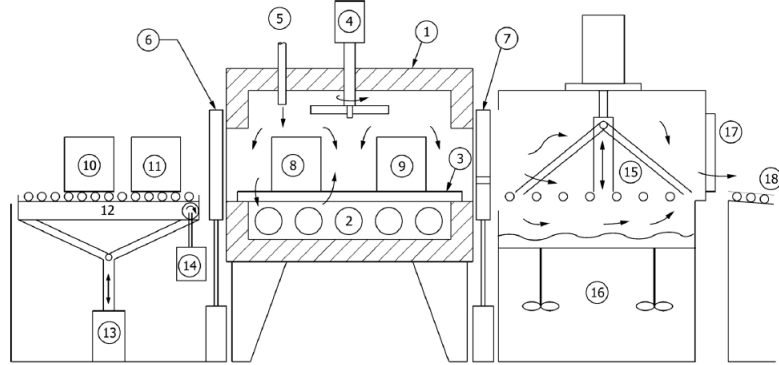
12. Brülörler iş parçalarının çok üzerindeyse, ana ısıtma modu ışıınımdır.

Otomatik Entegre Su verme Fırını

Çeliklerin ısıtılmasının sertleştirilmesi, işi belirli bir sıcaklığa kadar ısıtmayı ve çok daha düşük bir sıcaklığa sahip uygun bir ortamda su vermeyi gerektirir. Pratik sertleştirme döngüsü, sertleştirme sıcaklığına belirli bir hızda ısıtma ve daha sonra belirli bir süre için bu sıcaklıkta tutmayı (boşaltma) içerir. Isıtma hızı ve su verme süresi, çelik bileşimine ve işin büyüklüğüne bağlıdır. Su verme ortamı genellikle yağdır.

Şekil'de, tüm operasyonel sekansların otomatik olarak gerçekleştirildiği modern bir fırını göstermektedir. Tipik bir döngü Yükleme → Isıtma → Islatma → Su verme → Boşaltma olabilir. Su verme tankı ve su verme işlemi sistemin bir parçasıdır, dolayısıyla " entegre su verme fırınıdır.

Otomatik entegre su verme fırını



- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Furnace. | 2. Heaters. (On walls and/or bottom) | 3. Hearth Rails. |
| 4. Circulating Fan. | 5. Atmosphere Inlet. | 6. Front Door. |
| 7. Intermediate Door. (Air Operated) | 8. Load Basket. | 9. Load Basket. (In Furnace) |
| 10. Load Basket. | 11. Load Basket. (Next load) | 12. Loading Rack. |
| 13. Rack Raising mechanism. | 14. Rollers and Motor. | 15. Quenching Rack. (Air operated) |
| 16. Quench Tank. | 17. Unloading Door. | 18. Run Out Table. |

Sistemin merkezi kısmı fırındır. Elektrikle veya radyant tüple ısıtılabilir. En üste bir fanla fırın atmosferi dolaştırılır. Fırın, yükün dayandığı alaşım raylarına sahiptir. Fırın, biri önde diğeri arka duvarlarda olmak üzere iki adet kapıya sahiptir.

Önde karmaşık bir şarj / yükleme / itme mekanizması bulunur. Yükleme silindirleri ve rayları, fırın rayları ile doğru şekilde hizalanmıştır. Yük şarj etme / itme, havayla çalışan bir mekanizma ile kaldırılabilen veya indirilebilen çatallı raflar ile gerçekleştirilir. Hazırlanan (yüklü) çalışma sepetleri silindirler üzerinde tutulur. Bir elektrik motoru malzemeleri ve sepetleri fırın odasına taşır.

Arka kapının yanında bir su verme sistemi bulunmaktadır. Isıtma ve ıslatma işleminden sonra, yük sepetleri havayla çalışan su verme çerçevesi üzerine itilir. Çerçevenin altında bir su verme tankı bulunur. Çerçeve ve tank bir çelik su verme bölmesine yerleştirilmiştir. Sıcak yükü aldıktan sonra, çerçeve onu su verme tankına indirir. Böylece, su verme işlemi ısı veya zaman kaybı olmadan gerçekleştirilir. Tankta önceden belirlenmiş süre geçtikten sonra, çerçeve ve yük kaldırılır ve boşaltma kapısından çıkış tablasına boşaltılır (itilir).

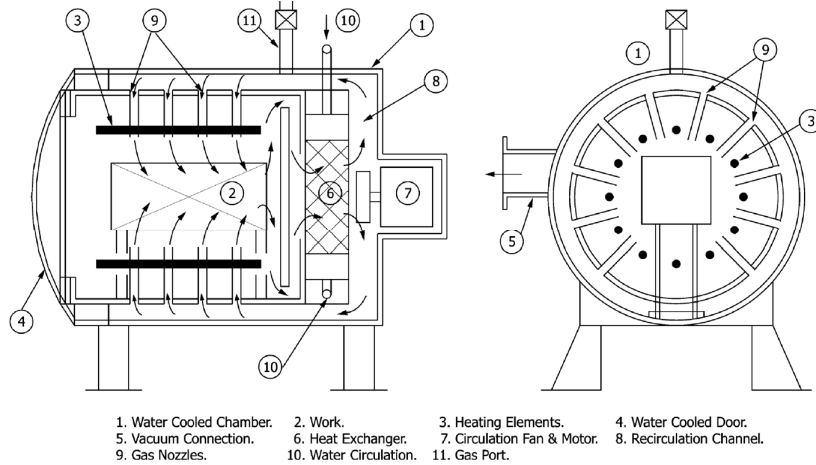
Tüm çalışma döngüsü, sıcaklıklar, yükleme, boşaltma otomatik olarak sıralanır, böylece operatöre gerek kalmaz. Kontrol, fırından uzağa yerleştirilebilen ayrı bir istasyondan gerçekleştirilir. Su verme tankı büyük bir kapasiteye sahiptir ve düzgün sıcaklık ve sirkülasyon elde etmek için sirkülatörler ve ısı değişimleri ile donatılmıştır. Tipik fırın boyutu, 3000 l yağ tutan bir su verme tankı ile 600 × 900 × 450 mm'dir. Daha büyük birimler mevcuttur. Bu fırınlar üretim işleri için son derece uygundur.

Vakum Fırını

Takım çeliği gibi yüksek alaşımlı çeliklerin ısıtılması bazı tuhaf sorunlar ortaya çıkarır. Bu çelikler tavlama (yumuşak) bir durumda işlenir veya şekillendirilir. Şekiller oldukça karmaşıktır ve değişen kalınlıklara sahiptir. Örneğin kalıplar, pres takımları, dövme takımları, kesici takımlar vb. sertleştirme, 1000-1200 ° C'lik bir sıcaklığa iyice ısıtılması ve ardından uygun bir soğutma sıvısı ile su verme (hızlı soğutma) gerektirir. Temperleme, su verilmiş ürünlerin belirli bir oranda 600-1000 ° C'ye ısıtılmasını ve daha sonra belirli bir oranda yavaş soğutmayı gerektirir. Oksitlenmeyi önlemek için her iki işlem de koruyucu bir atmosferde ısıtma gerektirir. Su verme, bozulma ve kırık sorunları ortaya çıkarır.

Su verme soğuk atıl bir gaz kullanılarak gerçekleştirilirse, soğutma oranı yağlar veya su ile elde edilenden daha az şiddetlidir. Bu, bozulma veya çatlama problemini azaltır veya çoğu zaman ortadan kaldırır. Vakum-gaz fırınları ısıtma için bir vakum atmosferi ve su verme veya yavaş soğutma için kuru, saf azot gibi inert bir gaz kullanmak için tasarlanmıştır. Hem vakum hem de inert gaz aynı muhafaza içinde kullanıldığından, ilginç tasarım problemleri ortaya çıkarılır. Isıtma genellikle dolaylı elektrikli ısıtma ile yapılır. Bazı vakum temperleme tasarımları, sıcaklıklar düşük olduğu için gazla ısıtılabilir.

Vakumlu gaz ısıtma fırını





Vakumlu Kamara Fırın

Fırın, yatay silindirik şekle sahip soğuk duvar vakum tipindedir. Ana gövde (1) bir soğutma ceketine sahiptir. Kapı (4) da su soğutmalıdır ve vakum geçirmez bir sızdırmazlık sağlayan bir contaya sahiptir. Isıtma, radyal olarak yerleştirilmiş dolaylı elektrikli ısıtıcılar (3) ile sağlanır. Grafit veya molibden ısıtma elemanları kullanılır. Her iki tip de düşük voltaj, yüksek akım beslemesi gerektirir. İş (2) genellikle bir sepet içinde tutulur ve molibden ve grafit desteklerin bir kombinasyonu ile desteklenir. Kapı vakum deliğinden boşaltılır (5). Vakum sistemi, bir ana üfleyici ve mekanik bir pompa ile desteklenen bir difüzyon pompasından oluşur.

Su verme veya temperleme işlemi için, istenen basınca (2–3 Bar) ulaşılan kadar açıklıktan boşaltma odasına kuru saf azot verilir. Soğuk azot odaya radyal olarak grafit nozullardan (9) girer ve eşit bir soğutma hızı elde etmek için işi her taraftan çevreler.

Nozullardan çıkan gaz, iş ve sıcak fırın içi ile temas ettiğinde ısınır. Kompakt ısı eşanjöründen (6) bir fan (7) tarafından eksenal olarak çekilir. Sıcaklığı 150 ° C'nin altına düşürülür ve kanal (9) vasıtasıyla nozullara ve hazneye geri döndürülür. Gaz dolaşım yolu oklarla gösterilmiştir. Isı eşanjörü sıvısı sudur. Tüm oda yaklaşık 150 ° C'ye soğuyana ve sonra kapı açılıncaya kadar sirkülasyon devam eder. Bu grafit / molibden ısıtma elemanlarını korur.

Aynı veya benzer bir fırın daha sonraki bir tavlama işlemi için kullanılır. Burada sıcaklık daha düşüktür ve tavlama süresi boyunca bir azot atmosferi oluşturulur.

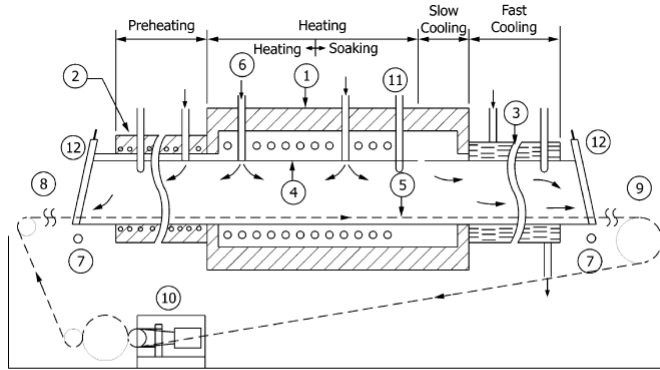
Şekilden fırının tasarımının oldukça karmaşık olduğu görülebilir. Birkaç yardımcı sistem ve karmaşık bir sıralama ve kontrol sistemi gerektirir.

Bu tip ticari bir fırının özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çalışma alanı	800 × 800 × 1200 mm
Toplam boyut	2500 × 3200 mm uzunluğunda
Maks. sıcaklık	1350 ° C
Sıcaklık homojenliği	5 ° C
çalışma alanında	
Isıtma gücü	200 kW – 3 faz
Fan motoru	60 kW
Vakum	10–2–10–5mbar
Sızıntı oranı	<1 × 10–3mbar / sn
Yükün ağırlığı maks.	1000 kg
Su verme gazı	Kuru, saf N2
Sertleştirme sırasında gaz basıncı	1.5–6 bar
Bir su verme için	
Gaz tüketimi	10 m3
Su tüketimi	20 m3 / s su verme

Doğrusal Sürekli Fırın

Adından da anlaşılacağı gibi, bu fırınlar düz bir şarj hareketine sahiptir. Karşılıklı hareket, ya iş yüklü sepetleri iterek ya da işi sürekli, hareketli bir örgü kayış üzerine yerleştirerek elde edilebilir.



1. Heating Section with Resistance Heating Elements (High Temperature 900 - 1500 °C).

2. Preheating Section with (or without) Low Temperature Heating Elements.

3. Water Jacketed final Cooling Section.

4. Alloy Muffle (through out).

5. Alloy mesh Belt.

6. Protective Atmosphere inlets.

7. Flame Curtain Burners.

8. Charging (Loading) Section.

9. Discharge (Unloading) Section.

10. Belt Drive,

11. Thermocouple Wells.

12. Front and Back Doors (Air operated).

Fırın üç ana bölgeden oluşur: ön ısıtma, ısıtma ve soğutma. Ön ısıtma bölgesi düşük bir sıcaklıkta (100-500 ° C) çalışır ve kurutma, vaks giderme veya genel ön ısıtma için kullanılır. Bunu, gerekli proses sıcaklığında (900–1500 ° C) ısıtma bölgesi izler. Her iki bölgede ısıtma metalik veya metalik olmayan direnç elemanları ile sağlanır. Isıtma bölgesi nominal olarak üç parçaya bölünebilir. İlk bölüm işi istenen sıcaklığa getirecektir (ısıtma). İkinci bölüm sıcaklığı bir süre koruyacaktır (ısılatma). Bu, bölgelere güç girişi değiştirilerek elde edilebilir. Fırının üçüncü veya uç kısmında ısıtma elemanı bulunmayacak ve yavaş bir soğutma bölgesi olarak işlev görecektir.

Çalışmada gerekli özellikleri elde etmek için, ısıtma bölgelerinde belirli bir sıcaklık-zaman kombinasyonu gereklidir. Bölgelerdeki sıcaklık veya gradyanı uygun bir sıcaklık kontrol sistemi ile korunur. Zaman, fırın taşıma bant hızının ayarlanmasıyla ayarlanır. Bu iki kontrol ile fırın, çeşitli malzemeleri işlemek üzere ayarlanabilir. Bir itici boru fırınında kontrol, fırına yeni bir çalışma sepetinin sokulmasının zamanlanmasıyla elde edilir.

Aynı temel tasarım pişirme işlemleri için kullanılabilir. Gereken sıcaklık 250-300 ° C arasındadır. Soğutma bölgesi genellikle gerekli değildir. Pişirme, su buharı ve karbondioksit geliştirir; dolayısıyla ısıtma en iyi şekilde paslanmaz çelik iç bir yapıda yapılır. Gömülü ve kapalı ısıtma elemanları kullanılır.

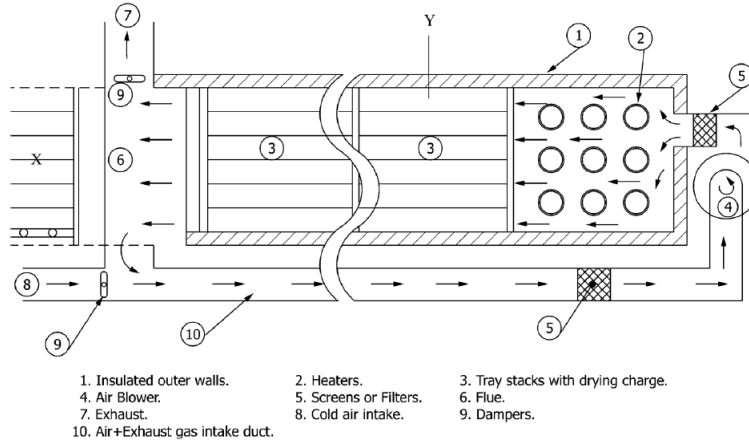
Bu fırınların birçok çeşidi ticari olarak temin edilebilir. Koruyucu atmosfer olarak hidrojen içeren molibden, tungsten veya grafit ısıtma elemanları 2000 ° C'ye kadar mevcuttur. Örgü kayışların yük kapasitesi sınırlayıcı bir faktördür. Ticari olarak, 1100 ° C'ye kadar kullanılabilen Ni-Cr, Ni-Cu, monel, inconel veya paslanmaz çelik kayışlar mevcuttur. Daha yüksek sıcaklıklar için, silindir fırınlarda sadece itici tipte tasarımlar mümkündür. Koruyucu atmosfer genellikle merkezi bölgeye verilir. Zincir ve alev perdelerinin bulunduğu kapılara doğru akar. Bir sirkülasyon fanı kullanılabilir.

KURUTMA FIRINLARI

Kurutma, yani, nemin (tamamen veya kısmi) maddelerden uzaklaştırılması, çok sayıda işleme endüstrisinde önemli bir birim işlemdir. Tarım, çiğ sebze, işlenmiş gıda, kağıt, tekstil, süt, boya ve diğer birçok işlemde kullanılır.

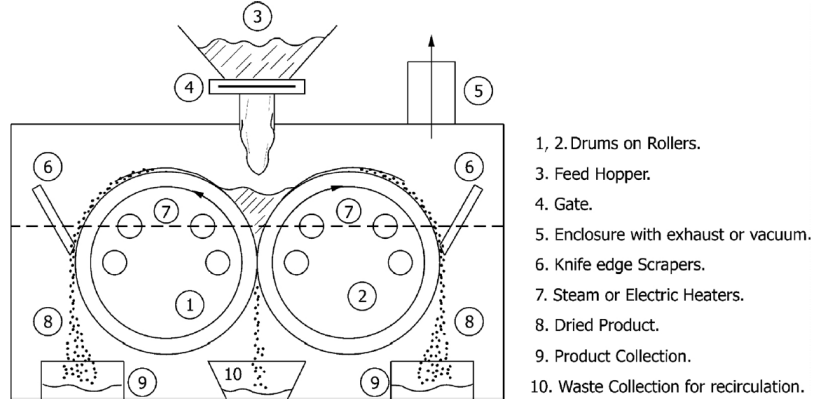
Dondurarak kurutma, güneşte kurutma, spreyle kurutma ve ısı ile kurutma gibi bir dizi kurutma yöntemi mevcuttur. Sonuç olarak, piyasada çok çeşitli kurutucular mevcuttur. Kurutma yöntemi ve makineleri, hammaddeye, kurutma koşullarına ve istenen ürün kalitesine ve miktarına uyacak şekilde dikkatle seçilmelidir.

Yığın Tip Kurutma Fırını



Islak cisimler, delikli veya deliksiz tepsilere yüklenir. Sıcak hava tepsilerin üzerinden geçirilir. Hava, tüp demetleri olarak düzenlenmiş ısıtıcıların üzerinden geçirilerek ısıtılır. Hava beslemesi buhar, elektrikli ısıtıcılar veya radyant tüplerle elde edilir.

Tamburlu kurutucu



Tamburlu kurutucu olarak bilinen başka bir kurutucu tipi, Şekil 'de gösterilmiştir. Burada hammadde bir sıvı veya macun veya hamurdur. Bir çift ısıtılmış merdanenin üzerinden geçirilerek kurutulur. Bu kurutucular süt, püreler, lapa vb. için kullanılır.

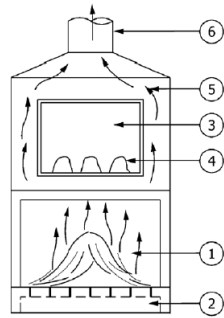
PİŞİRME FIRINLARI

Pişirme, bir muhafaza içinde düşük bir sıcaklığa ısıtma olarak tanımlanır. Geleneksel olarak, "pişirme", fırında ekmek ve kek gibi bazı gıda maddelerini pişirmek anlamına gelir. Teknik olarak pişirme, dökümhane (çekirdek pişirme), yapışkan birleştirme (kürleme), yüzey kaplama (vitre emaye), boya kurutma ve benzeri gibi gıda ile ilgili olmayan çok sayıda işlemden kullanılır. Ekmek yapımı yaklaşık 200–250 ° C'de pişirme gerektirir. Çekirdek pişirme (CO₂) benzer bir sıcaklık aralığında yapılır. Porselen emaye fırınlama için 800–850 ° C gerekir. Boyalı ürünler için pişirme sıcaklıkları, boya tipine bağlı olarak 120-180 ° C arasındadır. Ekmek ve benzeri ürünlerin pişirilmesinde, zararsız olan bir CO₂ ve buhar karışımı bulunur. Boya kurutma veya yapışkanla sertleştirme gibi bazı işlemlerde, zararlı ve yanıcı olması muhtemel çözücüler ve diğer gazlar gelişir. Sonuç olarak, endüstriyel fırınlarda, çıkan gazları güvenli bir şekilde atmak için düzenlemeler gereklidir.

Pişirme sıcaklıkları düşük olduğundan (emaye hariç) tasarımcı için çok sayıda ısı kaynağı mevcuttur. Boya kurutma, yüksek yoğunluklu veya kızılötesi ampuller kullanılarak yapılabilir. Pişirme odun, elektrik veya gaz veya akaryakıt ile dolaylı ısıtma ile yapılabilir. Gazlı veya buharlı radyant tüpler de birçok uygulama için uygundur.



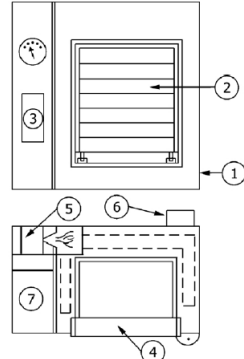
Gıda Pişirme fırını



A. Traditional Wood Burning Oven

- A. Traditional Wood burning Oven
1. Combustion Chamber
 2. Grate and Ash pit
 3. Baking Chamber
 4. Baking Articles
 5. Circulating Combustion Gases
 6. Stack

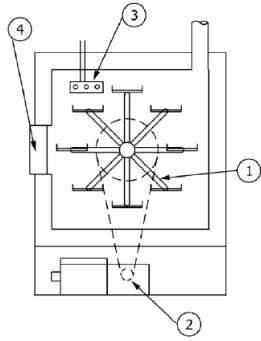
Odun veya kömür kullanan basit bir fırın Şekil (A) 'da gösterilmiştir. Sıradan tuğla duvar örgüsünden yapılmıştır ve iki odadan oluşur. Alt oda yakıtı yakmak içindir. Altta bir ızgara ve bir kül çukuru olabilir. Üst hazne pişirme için kullanılır. Sıcak yanma gazları yukarıda yükselir ve üstten dışarı atılmadan önce pişirme haznesinin etrafında dolaşır. Pişirme haznesine bir kapı olabilir veya olmayabilir. Isı transferi duvarlardan iletim ve bölme etrafında taşınım ile yapılır. Tuğla örgü nedeniyle fırın çok fazla ısı tutar. Birkaç modifikasyona sahip aynı tasarım, alt bölmeye bir brülör monte edilerek akaryakıt yakma için uyarlanabilir.



- B. Cabinet type Oven
1. Outer insulated casing
 2. Roll out Stack with trays
 3. Instrument Panel
 4. Door
 5. Burner Chamber
 6. Stack
 7. Insulated instrument Chamber

B. Cabinet Type Oven

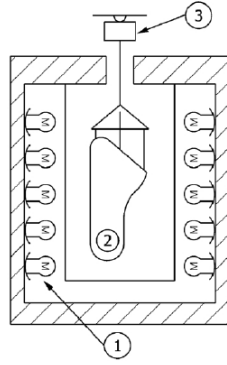
Kabin tipi fırın Şekil (B) 'de gösterilmiştir. Malzemeler, bir yerleştirme rafına istiflenmiş tepsilerde tutulur. Fırın, kapalı radyant tüplerin veya gaz yakıtın (doğal gaz) bir elektrikli ısıtıcısıyla çalışabilir. Her iki durumda da, ısıtıcılar veya brülörler kabin içine monte edilebilir. Akaryakıt yakma kullanılıyorsa, brülör kabinin dışına yerleştirilir ve yanma gazları dış taraftaki kabinin etrafında dolaştırılır. Bu nedenle ısıtma taşınım yoluyla yapılır. Bu, malzemelerin yanıcı gazlara maruz kalmasını önler.



- C. Rotary Oven
1. Rotor wheel with Trays
 2. Motor and reduction gear
 3. Steam inlets
 4. Door

C. Rotary Oven

Gıda pişirme, nem, hava veya karbondioksit üretir. Çoğu zaman, pişmiş ürünün kabuğunu iyileştirmek için ek buhar enjekte edilir. Kabin gazları için ayrı bir egzoz vardır. Yiyecek için birçok fırın, Şekil (C) 'de gösterildiği gibi dönen bir tepsi düzenlemesine sahiptir. Bu düzenleme daha iyi bir kalite sağlar. Sıcaklık ve dönme hızı o kadar iyi ayarlanır ki, pişirme bir devirde tamamlanır.



D. Paint Drying Oven
 1. Lamp arrays with reflectors
 2. Suspended painted article
 3. Chain Conveyor

D. Paint Drying Oven

Bir boya kurutma fırını Şekil D'de gösterilmiştir. Reflektörlü lamba dizileri ile ısıtılır. Tungsten, karbon filament veya kuvars lambalar kullanılır. Kurutulacak ürün, bir havai zincir tarafından fırında hareket ettirilen kancalarla asılır. Lambaların ömrü sınırlıdır. Cam ampuller ve reflektörler çözücü buharları tarafından karartılır. Ancak, yapımı ve bakım kolaydır. Emaye için, radyant tüpler ile gerçekleştirilen ısıtma ile benzer tasarımlar kullanılmaktadır. Her iki durumda da, çözücü dumanlarını bir egzoz fanı ve istifinden atmak gerekir.



Boya kurutma fırını

Metal Kaplama Fırınları

■ Galvaniz fırınları

Demir ve diğer metal malzemeden imal edilmiş parçaların, tellerin ve saçların galvanizlenmesi, yakıtla ya da elektrikle (daha çok direnç ısıtma) ısıtılan demirden yapılmış tankların içerisinde yapılır. Bu tanklar, zamanla yanma yaparak aşınma etkisi altında kalırlar.

■ Emaye fırınları

Metalik yüzeylerin emaye ile kaplanmasında, yakıtların duman gazlarının, emaye yüzeyi ile temas etmemesi gerekir. Eski sistem olan, çoğu yerde halen de kullanılan emaye fırınları, kömür, yarım gaz, gaz ya da akaryakıtla ısıtılan hücre tipi fırınlardır. Hücre duvar malzemesi olarak, çoğu zaman iyi ısı iletkenliğinden dolayı silisyum karbür-korund tuğla kullanılır.

Emaye için, radyasyon borularıyla ısıtılan kamara fırınlar kullanılabilirdiği gibi ayrıca, elektrik direnç ısıtmalı kamara fırınlar da kullanılabilir. Seri imalat amacıyla geliştirme için, çan kısmı sabit olan çan tipi fırınlar da kullanılabilir. Banyo kuvvetleri için, emaye yapılacak saç ya da döküm parçaların mümkün olduğu kadar çok sayıda olması gerekir.

Küçük güçlerde ve 1000 kg/h'e kadar olan kapasitelerde, fırın içerisinde sürekli emaye işlemi için, radyasyon borularıyla ısıtılan makara tabanlı fırın kullanılabilir.

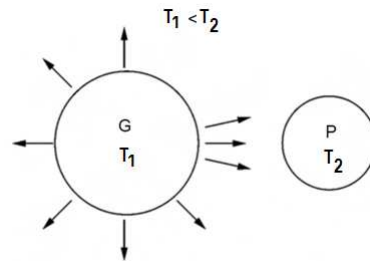
Büyük güçlerde ise ters dolaşım ve asma sistemli raylı fırınlar, fırın öncesi 50 ile 70 °C sıcaklığında kurutma yapan fırınla bağlantılı olarak kullanılabilirler. Parçalar, ısıya dayanıklı çelikten yapılmış kollara asılmıştır. Isı alış-veriş bölgesinde ayrıca ısıtma yapılmaz. Burada sıcak parçalar çıkarken, yeni giren parçaları ısıtılır. Bu fırında ısıtma sistemi, radyasyon borulu ya da elektrik direnç ısıtma olabilir.



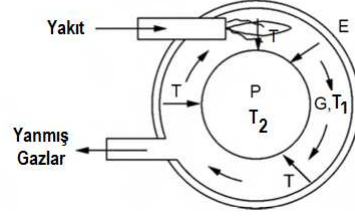
Emaye Kaplama
Fırınları

Fırınlarda Isı Transfer Şekilleri Isıtma Sistemi Sınıflandırması

- Herhangi bir ısıtma sisteminde, ısı iki ana bileşeni olacaktır G ısı üretimi G ve P iş ya da ısıtılması gerekli olan parça
- Isı, bir ısı transferi işlemi ile parçaya ısı üreticisinden aktarılır.

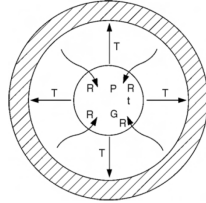


Açık Sistem

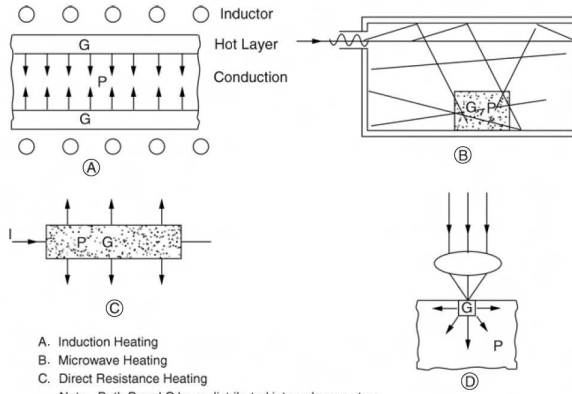


Kapalı Sistem

Direkt ısıtma olamayan çoğu elektrikle ısıtılan fırınlar ve yakıtla ısıtılan fırınlar kapalı sistemdir. Yakıtla ısıtılan fırınlarda yanma gazlarıyla ısı kaybı olur ve bu ısı kaybı hatırı sayılır bir verim azalmasına neden olur.



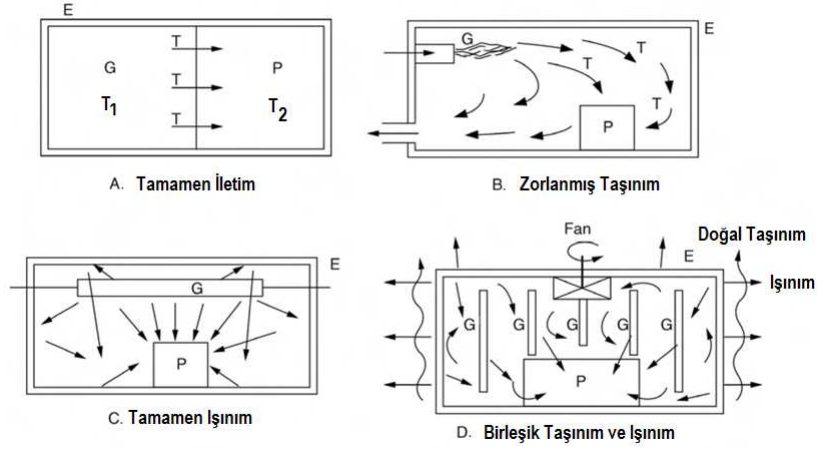
Diğer bir ısıtma sisteminde, ısı üreticisi ve parça ayrı değildir. Isı direkt olarak parçadan üretilir. Isı, ısıma ile bir kaynaktan üretilir.



- A. Induction Heating
- B. Microwave Heating
- C. Direct Resistance Heating
- Note - Both B and C have distributed internal generators
- D. Heating by LASER or Electron Beam (Conduction).

Özel Isıtma modları

Isı transferi modları



- Isı üreticisi ile iş parçası iyi temas ederse, ısı iletim ile olur. Ancak doğrudan temas çok nadir durumlarda söz konusudur. (Şekil A)
- Isı üretici ve iş arasındaki boşluk genellikle hava veya bazı işlem gazı ile doldurulur. Kaldırma kuvvetinin etkisiyle gazlar doğal taşınım ile sirkülasyon yapar. Bazı durumlarda, gazların bir fan tarafından ya da bir alev ile itilen sirkülasyonu olabilir. Bu transfer moduna taşınım denir (Doğal veya zorlanmış). (Şekil B)
- Sıcak cisimler çevrelerine ısı yayar. Yüksek sıcaklıklı ısı üreticisinden parçaya ışıma ile ısı transferi varsa ısı transferi radyasyonla olur. Söz konusu olan sistemde radyasyonun yanı sıra taşınım da olacaktır. Eğer ortam vakum şartları ise sadece ışıma ile ısı transferi olur. (Şekil C)
- Sadece iletimle ısı transferi çok az rastlanılan durumdur, iletim ve ışıma daha fazla karşılaşılan ısı modlarıdır. Fan olması durumunda taşınım ve ışıma ile ısı transferi de olabilir. 600 °C üzerinde ışıma daha baskın ısı transferi modudur. (Şekil D)

- Yüksek sıcaklıklı fırınlarda ışınlama ile ısı transferi olur. Düşük sıcaklıklı fırınlarda taşınım ile ısı transferi olur, fırında iş parçası etrafında dolaşan gazların özellikleri önem kazanır.
- Yakıtlı fırınlarda alev birinci ısı yayıcı, fırın duvar yüzeyleri ikinci ısı yayıcıdır. Alevden gelişen yanma gazları fırın ortamında dolaşır ve taşınım ile ısı transferine katkıda bulunur. Yakıcı ile yanmış gazları çıkış noktasının konumu, maksimum ısı transferini elde etmek için çok önemlidir.
- Lazer ve elektron ışını ısıtmada ısı transferi iletimle olur ama bazı özel durumları vardır.
- Doğrudan temas direnci ısıtmada, ve mikrodalga ısıtmada ısı, bir atom ya da molekül ölçeğinde çalışma parçasında oluşturulur. Bu nedenle transfer şekli önemli değildir.
- Endüksiyonlu ısıtma, nispeten ince bir yüzey tabakası ısıtır (0.5-3.0 mm). Daha sonra ısı içi katmanlara iletilir. İnce bir yüzey tabakası ısıtıldığından dolayı, indüksiyon ve lazer ısıtma radyasyon süresi kontrol edilerek sadece istenilen derinliğe kadar ısıtmaya imkan sağlar.