M. Emin YUKCI

DÖKÜM NOTLARI

24

İMAL USULLERİ

1.DERSİN TARİFİ:

İmal Usulleri dersinde maddelerin bir takım usul ve tekniklerle mamul hale getirmek için luzumlu bilgiler verilecektir.

Tabiatte mevcut malzemeler çok özel hallerde doğrudan doğruya kullanılmaktadır.Çok kere bir çok işlemlerden geçerek isteklere cevap verecek hale sokulur.
Meyvayı ağaçtan koparıp yemek kabildir ama, evvela herkes bu imkana malik değildir,ayrıca sıhhi bakımdan hiç olmazsa yıkanması ve hatta soyulup kesilmesi icap eder.Bugün artık gıda maddelerinde dahi İmal Usulleri ilminin tatbikatı görülmektedir.

İhtiyaçların karşılanması için tabiatdeki maddelerin mamul hale getirilmesi icap eder. Genel olarak bu durum bir takım işlemler sonunda kabil olmaktadır. Bu işlemlerin başında istihsal gelir.

11.İSTİHSAL:

İstihsal doğrudan doğruya tabiatdaki maddelerin çıkarılması ile ilgilidir. Mesela demir cevheri ,bakır cevheri ,aluminyum cevheri gibi metalsel cevherler maden ocaklarından İstihraç veya İstihsal edilirler. Gene yukarıdaki misallerdeki gibi çok nadir hallerde doğrudan doğruya kullanılır. Bunlar Endüstrinin ham maddesini teşkil etmek üzere "İzabe" yolu ile saf madenler veya az katıklı alaşımlar halinde kütük veya bloklar şeklinde piyasaya arz edilirler.Bazı malzemelerde,plastiklerde olduğu gibi toz veya taneler halinde piyasaya arz edilir.

12.İMALAT:

Malzemelerin yukarıdaki halleri ile kullanılmaları hemen hemen mümkün olmadığından maksada elverişli şekle , mukavemete (dayanıma),estetik duruma getirilmeleri için yeni işlemlere tabi tutulurlar. Bu işlemlerin başlıcaları döküm,talaşsız (plastik) şekil verme,talaşlı şekil verme ve kaynak gibi işlemlerdir.

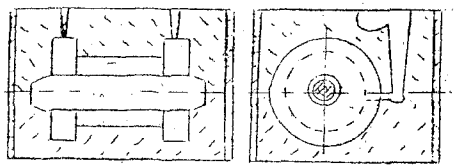
121.Döküm :

Düküm yolu ile şekil vermede fiziksel durum değişmesinden istifade edilir. Herhangi bir etki ile (ısı veya su) madde veya malzeme katı durumdan sıvı duruma sokulur ve arkasından tekrar katılaşması sağlanır.Bazı hallerde bu değişmeyi yarım yapmak suretiyle yani malzemeyi tam eritmeden (sıvı haline getirmeden) hamur halinde iken yapmakta mümkün olur. (şekil 1)

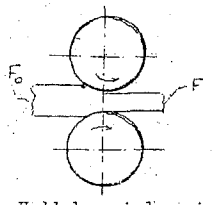
122.Talaşsız Şekillendirme :

Sıcak ve soğuk halde malzemeler kuvvet etkisi altında katı durumda iken istenilen şekle sokulabilirler.Bu çeşit şekillendirmede yapılan işleme

göre isim alır. Dövme,presleme,haddeleme,tel çekme,boru çekme vs gibi.
Şekil 2 bu usullerden haddeleme işlemini şematik olarak göstermektedir.



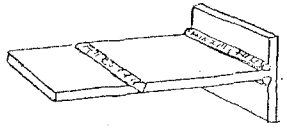
Şekil 1:Döküme hazırlanmış bir kalıp



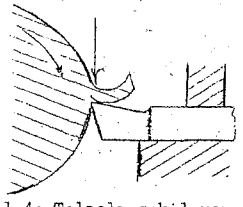
Şekil 2: Haddeleme işleminin şematik görünüşü.

Bu tarzda yapılan bütün şekil değiştirmeler talaşsız şekillendirme veya plastik şekil değiştirme adı altında toplanırlar.

123.Kaynak :
Birleştirme yolu ile şekil vermedir. Bölgesel döküm yapmak suretiyle istenilen şekil elde edilmek için gerekli birleştirmeler yapılır. (şekil 3)



Şekil 3:Kaynak ile Şekil verme.



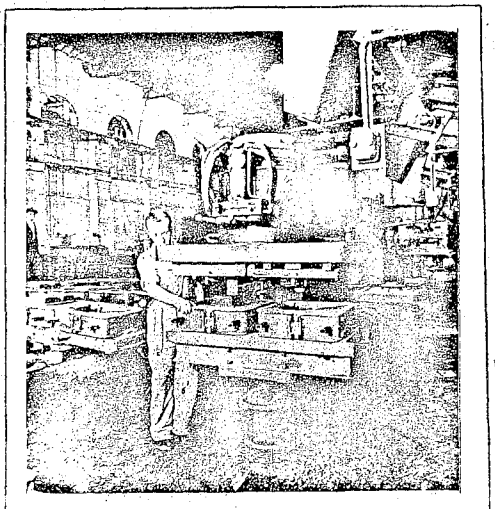
Şekil 4: Talaşlı şekil vermeden tornalama işlemi.

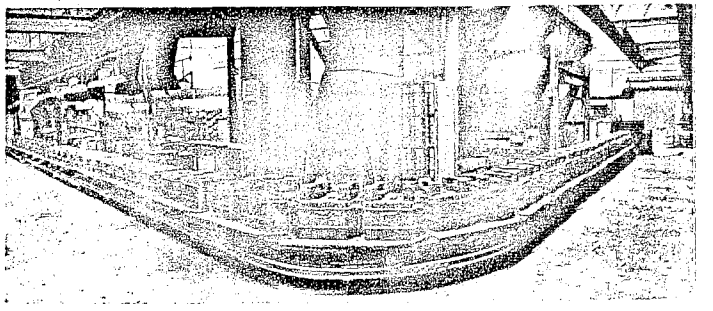
124.Talaşlı Şekil Verme :
Malzemelerden müsait olanlar istenilen şekle veya istenilen boyutlara getirilmek için kuvvet etkisi altında yontularak şekillendirilir.Bu usullerden en basiti eğeleme ve sırasıyla tornalama,planyalama,frezeleme delme,taşlama vs gibi işlemlerdir.Bu çeşit şekillendirme çok kere bir bitirme işlemidir. Döküm.plastik şekil verme veya kaynak yolu ile şekillendirilen iş parçaları çok kere son boyutlara getirmek için talaş kaldırma yolu ile işlenirler.
Mamul hale gelmiş makina ve iş parçaları genellikle yukarıda sayılan başlıca şekillendirme usullerinin bir kaçının bir arada kullanılması sonunda elde edilmektedir.(Mesela Çivi; izabe-haddeleme-çekme-bileme)
Bir mühendisin görevi bu işi zamanında ve en ucuza imal etmek olduğuna göre,yapacağı mamul için en elverişli usulleri seçmesiye bunların en ekonomik şekilde kullanılmasını sağlaması lazımdır.

G E N E L İ M A L U S U L L E R

1. B Ö L Ü M

DÖKÜM USULLERİ İLE ŞEKİL VERME





D Ö K Ü M B İ L G İ S İ

1.GİRİŞ

Yapım usullerininbelki en eskilerinden biri olan döküm yolu ile şekillendirmede, malzemelerin fiziksel durumlarının değiştirilmesinden, yani katı durumundan sıvı durumuna ve tekrar sıvı durumundan katı durumuna geçmek suretiyle faydalanılır.

Bu arada yapımı düşünülen parçanın dış ve iç şeklini verecek bir kap veya kalıp hazırlanacak ve sıvı hale sokulan malzeme bu kalıp içerisine boşaltılarak tekrar katılaştırılacaktır. Katılaşan bu parçanın adı geçen bu kalıpdan alınması veya çıkarılması ile işlem tamamlanacaktır.

Malzemelerin hazırlanan kalıpların şeklini alabilmesi için gerekli olan sıvı hali veya eriyik hali iki yoldan sağlanabilir.

a- Isı Etkisi
Isı etkisinde bütün metal ve alaşımları, cam veya bazı plastik malzemeler kolayca ergitilerek sıvı haline sokulabilir.

b- Kimyasal Etki
Toz halindeki bazı malzemelere sıvı katıklar atmak suretiyle eriyik haline getirmek ve toz parçacıklarının birbirine bağlanmasını sağlamak kabildir. Örneğin alçı veya çimentoya su katmak suretiyle kalıplara dökmek ve katılaştırmak.

Her ne olursa olsun döküm tekniğinde aşağıdaki işlemler bulunacaktır.

A- Kalıplama işlemi
B- Ergitme veya eritme işlemi
C- Döküm işlemi
D- Bitirme işlemi

Bütün bu işlemler birbirine bağlı olacak ve bazı ana bilgilere dayanacaktır. Döküm yolu ile şekillendirme en çok metal ve metal alaşımlarına uygulanmakta ve fiziksel durum değişmesi genę en çok ısı etkisi ile ergitmek suretiyle sağlanmaktadır.

2. DÖKÜM TEKNİĞİ:

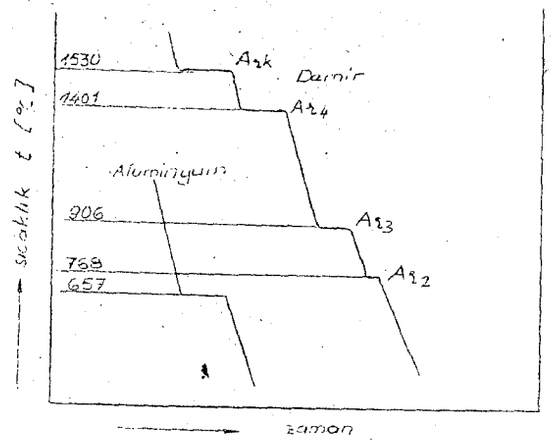
Döküm yolu ile şekil vermede uygulanan ergitme ve katılaşma, kalıbı doldurma ve kalıpdan çıkarma bir çok ana bilgilerin, fiziksel ve kimyasal özelliklerin iyice bilinmesini bilhassa malzeme konusunun göz önünde tutulmasını icap ettirmektedir.

21. SIVILAŞMA - KATILAŞMA

Malzeme bilgisinden bilindiği gibi ısı etkisi altında sıvılaşma-katılaşma olayları bütün malzemelerde aynı değildir. Sıvılaşmada malzemeye

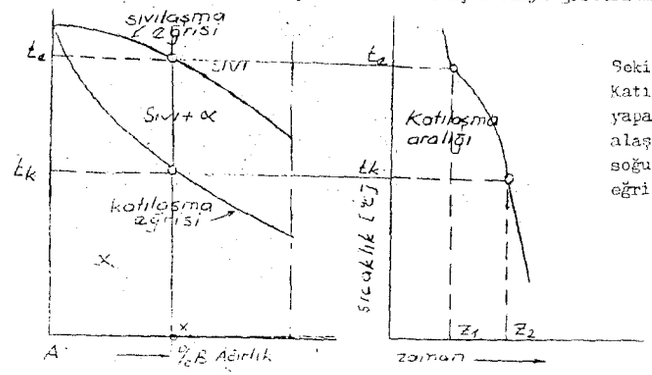
ısı yüklenirken , katılaşmada ısı alınmaktadır. Olay prensip itibariyle aynı olmakla beraber malzemelerin arı veya alaşım olmasına alaşım fiziksel veya kimyasal durumuna bağlıdır.

a.Arı elamanların sıvılaşma ve katılaşmaları"durak noktaları"denen sabit bir sıcaklıkta olmaktadır. Bu olay soğuma ve ısınma eğrileri ile şekil 5 'de açıklanmıştır. Bu durum sıvılaşma veya katılaşma olayları başlayıp bitinceye kadar sıcaklığın sabit kaldığını göstermektedir.



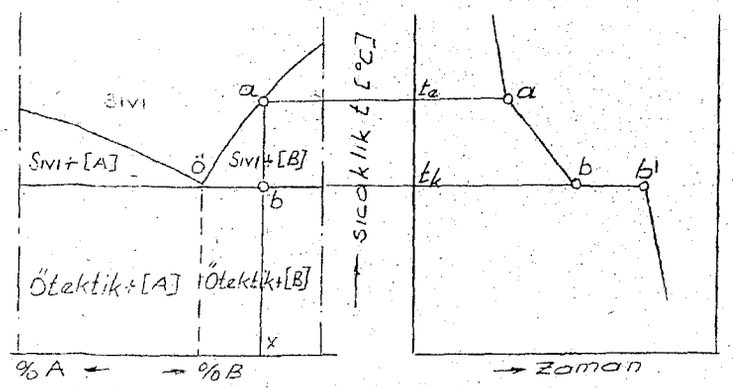
Şekil 5: Saf demir ve Aluminiyumun soğuma (sıcaklık-zaman) eğrileri.

b.Alaşımlarda durum değişmekte ancak çok özel bir durum olan tam ötektik alaşımlarda arı malzemelerin benzeri alana gelmektedir. Alaşımlarda genellikle sıvılaşma veya katılaşma sabit bir sıcaklıkta alana gelmeyip bir sıcaklık aralığında olmaktadır. Bu aralığa sıvılaşma veya katılaşma aralığı denir. Şekil 6 de birbirini katı halde eriten iki elamanın belirli bir alaşımındaki katılaşma olayı gösterilmiştir.



Şekil 6
Katı eriyik yapan bir alaşımın soğuma eğrisi.

Alaşımı teşkil eden alaşımlar Ötektik denen bir durum yapıyorlarsa , bu noktaya etkili noktada bulunan(bölgede bulunan) biralaşımın sıvılaşma veya katılaşma olayı hem sıvılaşma veya katılaşma aralığında hemde sabit sıcaklıkta olmaktadır. Şekil 7 'de böyle bir durum görülmektedir.



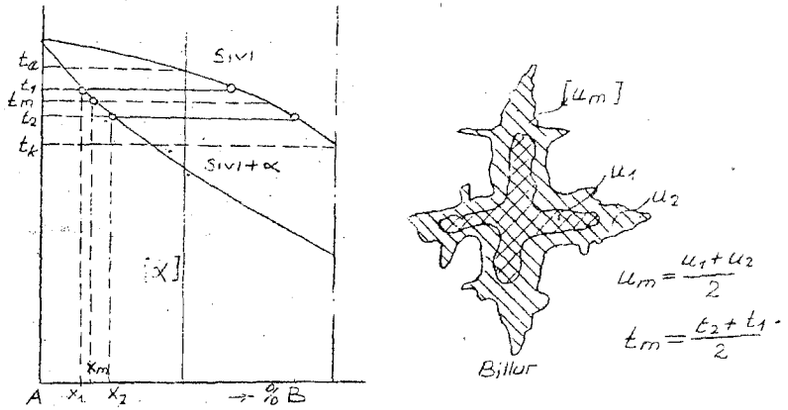
Şekil 7 : Ötektik bir alaşımın soğuma eğrisi.

211-SOĞUMA OLAYI:

Döküm yolu ile şekillendirmede en önemli rolü katılaşma olayı oynamaktadır. Bu bakımdan çok kere yalnız katılaşma durumları inceleme konusu olacaktır. Sıvılaşma-Katılaşma olayının tetkikinde görüldüğü gibi katılaşma veya sıvılaşma "Soğuma eğrileri" veya "ısınma eğrileri"denen eğrilerin durumu ile tetkik edilir, yani ısınma veya soğuma zamanın bir fonsiyonu olarak gösterilir.

Soğumadaki zaman süresi dolayısıyla soğuma hızı katılaşan malzemenin durumunu, özelliklerine büyük bir etki yapabilir. Bunun örneği şekil 8 de gösterilmiştir. t_1 sıcaklığında alana gelen billurların kimyasal derişmesi x_1 olduğu halde , büyüyen billura ilave edilen t_2 sıcaklığındaki kabuğun kimyasal derişmesi x_2 olur. Eğer malzemeler bu şekilde kalsa idi tabaka tabaka farklı billurlardan teşekkül edecek idi.Halbuki belirli sıcaklıkta atomlar haraket halinde bulunabileceğinden çok kere normal şartlarda x_1 'deki fazla A-atomları x_2 'ye , x_1'deki fazla B-atomları x_2 'e geçerek x_m ortalama derişmesindeki billur yapısını meydana getirir. Bu olaya"yayınma" (diffusion) denir.

İşte bu yayınma olayının tam olabilmesi için soğuma hızının belirli sınırlar içinde kalması gerekmektedir. Bu bakımdan döküm tekniğinde soğuma hızının önemi bu ilk örnek ile anlaşılmaktadır.



Şekil 8 : Katılaşma ve Derişme. Yayınma olayı.

212. KENDİNİ ÇEKME

Isı etkisi altında malzemeler genleşmektedir. Hakikatde ısı enerjisi atomlar arasındaki kuvvetleri küçültmekte bu suretle atomlar arası mesafeler büyümekte,buda malzeme hacminin büyümesine sebeb olmaktadır. Isı etkisi altında sıvılaşan malzemede atomlar arası bağlar çok zayıflamış olduğundan atomlar kolayca haraket etmekte ve doldurdukları kapların şeklini almaktadır.Buhar halindeki bir malzemede atomlar arası bağlar tamamen kopmuş olur. Döküm tekniğinde sıvılaşma sonunda alana gelen hacım büyümesi katılaşma esnasında ortadan kalkarak sonuçta bir hacım küçülmesi veya "Kendini Çekme" olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan hazırlanan kalıplar,evvela sıvı ile doldurulacağından katılaşma sonunda elde edilecek iş parçasının boyutlarını istenilen sınırlarda sağlamak bakımından bu hacım küçülmesini bilmek ve gerekli tedbirleri almak lazımdır. Hacımsal kendini çekmeyi tesbit etmek zor olduğundan ve katıplama tekniği bakımından kolaylık sağladığından metal ve alaşımlarında "Çizgisel Kendini Çekme" esası üzerinden haraket edilir. Malzemelerin ısı genleşme katsayısı (α) ve sıcaklığı t (^{o}C)bilindiğine göre "Çizgisel Kendini Çekme" k (%) yüzde olarak :

$$k = \alpha \cdot t \quad (\%)$$

ifade edilmektedir.

Teknikte kullanılan başlıca alaşımların "Çizgisel Kendini Çekme" değerleri cetvel 1 'de gösterilmiştir.

ÇETVEL I
Malzemelerde çizgisel kendini çekme k (%)

GURUP	ALAŞIM ÇAŞİDİ	K (%)
Demir Alaşımları	Dökme demir dd	1,0
	Dökme çelik dç	2,0
	Temper döküm (Maleabil)	1,6
	Beyaz(0,5-2,2)	
	Siyah(1,0-1,8)	
	Sfero-döküm	
Bakır Alaşımları	Cu-Sn Bronz	1,5
	Cu-Zn Prinç	1,5
	Kızıl döküm	1,5
	Bakır	1,0
Kurşun Alaşımları	Kurşun alaşımları	1,1
	Çinko alaşımları	1,6
	Kalay alaşımları	0,5
	Beyaz metal	0,5
	Ni-alaşımları	2,0
	Kurşun	1,0
	Kalay	1,0
	Çinko	1,5
Hafif Alaşımlar	Al	1,75
	Genel Al-alaşımları	1,25
	Al-Cu	1,25
	Al-Si Silumin	1,35
	Al-Cu-Ni Y-alaşımı	1,35
	Mg-alaşımları	1,25

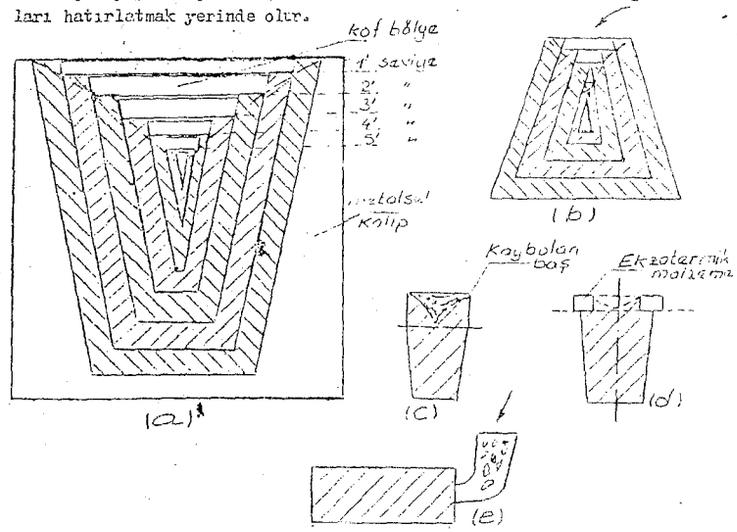
2121. Kendini çekmenin belirtileri :
Sıvıdan katıya geçme sırasında alana gelen kendini çekme döküm tekniğinde sadece boyutların korunması yönünden değil,fakat döküm parçasının sağlamlığı bakımından önemli bir rol oynar . Bu bakımdan kendini çekme olayı veya dolayısıyla döküm parçalarının sağlamlığı,üzerinde durulan en önemli konulardan biridir.

Katılaşma olayı dolayısıyla kendini çekme dökülen parçanın bütün kütlesine yaygın ve eşit olarak alana gelseydi sorun sadece bir boyut korumadan ibaret olacakdı . Halbuki durum böyle değildir.Bunu açıklamak için şekil 9 'daki (a) parçasının katılaşma olayını gözden geçirmek faydalı olacaktır.

Metalsel kalıp sıvı metal veya metal alaşımı ile doldurulunca,katılaşma kalıbın iç yüzeyleri ile temas eden parçanın dış yüzeyinden açık olan üst yüzeyinden başlayacak ve belirli bir zaman içerisinde belirli bir kalınlık katılaşacaktır.(1-bölge). İç kısım hemüz sıvı haldedir.

Katılaşan bölgedeki kendini çekme dolayısıyla sıvı halde bulunan çekirdeki metal veya alaşımın seviyesi düşecektir, (1'-seviyesi) katılaşma zaman ilerledikçe bu durumu takip ederek parça üst seviyesinde şekilde görülen "Kof" bölgeyi teşkil edecektir.

Buradan görülüyorki katılaşma belirli bir yön takip etmekte ve soğuma dış yüzeyden çekirdeğe doğru yönelmekte ve çekirdekteki sıvı,kendini çekme dolayısıyla azalmaktadır. Bu azalmayı önlemek ve sıvıyı beslemek, veya parçanın bir kısmında katılaşmayı geciktirmek suretiyle-kofluğun parça dışına alınması veya belirli bir bölgede toplanmasına çalışmak icap edecektir. Bütün bu hususlar döküm tekniğinin ana temelidir.
Şekil 9'da kalıp şeklinin etkisi (a ve b),Kofluğun belirli bir bölgede toplanması (c ve d) ve besleyici durumları (d) şematik olarak gösterilmiştir.
Burada bilhassa belirli bölgelerde-katılaşmayı geciktiren ve bu suretle kendini çekme dolayısıyla eksilen çekirdek sıvısını beslemek imkanını sağlayan "Ekzotermik-Isıtıcı" malzemelerin kullanılmasını,yaygın bir katılaşma yapmak için bilhassa farklı kesitlerde kullanılan soğutucuları hatırlatmak yerinde olur.



Şekil 9 :Katılaşma ve kendini çekme.

213. Döküm Şartları
Bir iş parçasının döküm yolu ile yapımında söz konusu iş parçasının şekli,kalıp şartları,döküm malzemesinin kimyasal ve fiziksel özellikleri döküm şartlarını meydana getirir. Bu toplam karakteristikler

aşağıdaki formülde bütün anlamını gösterir:

$$V_s = S.\frac{F.q}{G.(r_o + c_o.t_d)} \qquad (^oC / dak.$$

V_s= İş parçasının ortalama soğuma hızı (^oC/dak.)
F = İş parçasının çevre alanı (cm^2)
q = Birim zamanda birim yüzden çıkan ısı miktarı (kcal/cm^2.dak.)
G = Ağırlık (kg)
r_o= Ergime ısısı (Kcal/kg)
c_o= Katı durumdaki malzemenin ortalama özgül ısısı (kcal/kg.^oC)
t_d= Döküm sıcaklığı (^oC)
S = Sabit bir sayı

Parça çevre yüzeyinden birim zamanda iletilen ısı yani soğumanın her tarafda aynı olması bu denklemi zayıflatmakla beraber döküm işlemindeki şartları bir araya toplamaktadır.

21311. Sabit Döküm Şartları :

Bir iş parçası tesbit edilirken,bunun şekli dolayısıyla çevre yüzeyi, malzemesi tayin edilirken özgül ağırlığı ile ağırlığı,ergime ısısı ve özgül ısısı sabit döküm şartları olmaktadır. Bu durumda soğuma hızı, belirli bir malzemeden ve belirli bir parça için;

$$V_s = S_1.\frac{q}{t_d} \qquad (^oC/dak.)$$

İfadesini almaktadır.

21312. Değişgen Döküm Şartları :
İş malzemesinin (parçasının) şekli ve malzemesi tesbit edilmiş olsa bile kalıbı iyice doldurması,parçanın kusursuz elde edilmesi için döküm işlemine bağlı faktörler vardır. Bunun başında parçanın soğuma şartları gelecektir. Yani birim çevre yüzeyinden birim zamanda çıkan ısı miktarı dökümün yapıldığı kalıbın durumuna , çeşidine bağlı olacaktır. Örneğin kum veya metalsel kalıp kullanıldığı ,kalıbın cidar kalınlığı, sıcak veya soğuk olması ısı iletimini etkileyecektir. Bu durumda "q" değeri kalıp şartlarına bağlı olacaktır. Aynı şekilde döküm sıcaklığı her ne kadar malzemenin ergime sıcaklığına bağlı isede , ergitme şartları,sıvıyı taşıma şartları,sıvı miktarı,kalıp durumu dikkate alınarak,

$$t_d = t_e + t \qquad (^oC)$$

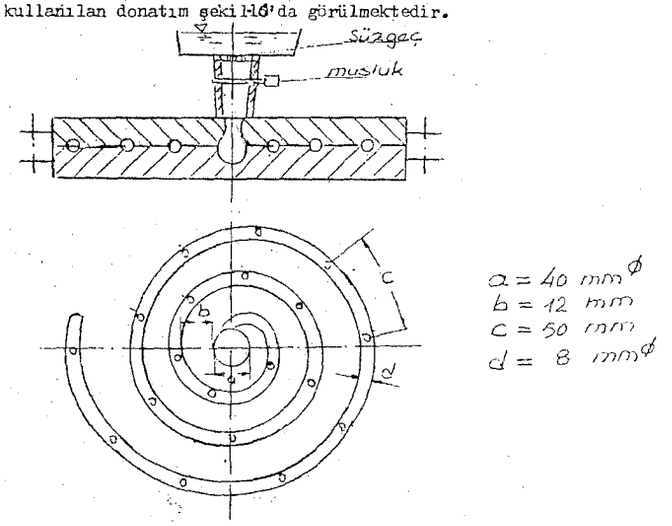
şeklinde tesbit edilir. Burada t_e malzemenin ergime sıcaklığı, t ise yukarıda bahsi geçen şartlara bağlı , fakat döküm tekniği bakımından tayin edilen ilave sıcaklıktır. Bu şekilde "q" ve"t_d" değiştirilebilinen döküm şartları olarak ortaya çıkar.
Hemen şunuda söylemek lazımdırki , kusursuz bir parça yapımı için değiştirilebilinen döküm şartları yeterli olmadığı takdirde , sabit döküm şartlarını, icabı halinde parçanın şeklini ve hatta malzemeyi değiştirmek suretiyle yeni değişgen şartlar sağlamak kabildir.

214. DÖKÜM KABİLİYETİ

Metal ve alaşımlarının bir kalıbı kusursuz olarak doldurması "Döküm Kabiliyeti" olarak gösterilir. Teknolojik bir anlam taşıyan bu ifade diğer imal usullerindede söz konusu olmaktadır. Örneğin; kaynak kabiliyeti,yufkaç kabiliyeti gibi .

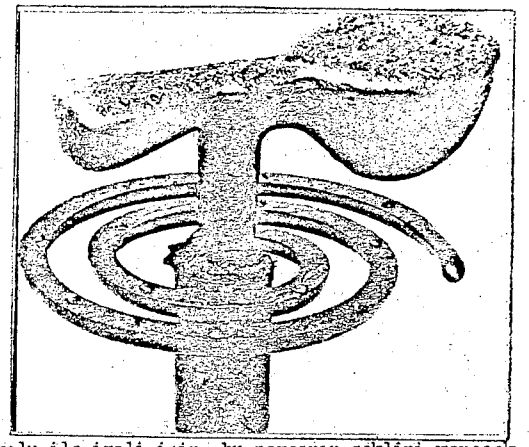
Metal ve alaşımlarında şartlar ne kadar kolay olursa, hedefe varmak için söz konusu kabiliyet o kadar iyi ve yüksek olacaktır.

2141. Döküm Helisi :
Metal ve alaşımlarının döküm kabiliyeti; sabit ve değişgen döküm şartlarına bağlı olacaktır. Teknolojik bir anlam taşıyan bu özelliği tayin etmek için döküm helisi denen deneyler yapılır.
Bu deneyin yardımı ile aynı alaşım için değişgen döküm şartlarının döküm kabiliyetine etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu deneyin yapılması için kullanılan donatım şekil-10'da görülmektedir.



Şekil 10 : Döküm helisi kalıbı.

İçinde helisel kanallar bulunan kanala malzeme belirli şartlar altında yani döküm sıcaklığı,döküm yüksekliği,döküm hızında doldurulmakta ve sıvı malzeme belirli kanal uzunluğundan sonra katılaştığından ilerleme durmaktadır. İşte bu helisin uzunluğu döküm kabiliyeti için bir ölçek olmaktadır. Helis uzunluğuna kalıbın malzemesi (metalsel veya kum) döküm sıcaklığı ve döküm hızı etki yapacaktır. Şekil 11 'de aluminyum alaşimlarında yapılan bir deney görülmektedir.



Şekil 11.

3- HAZ I R L A M A

Bir parçanın döküm yolu ile imali için bu parçanın şeklini verecek kalıbın hazırlanması , malzemesinin ergitilmesi ve hazırlanan kalıba dökülerek şekillendirilmesi lazımdır. Bütün bu ön işlemleri hazırlama bölümü olarak toplamak mümkündür.

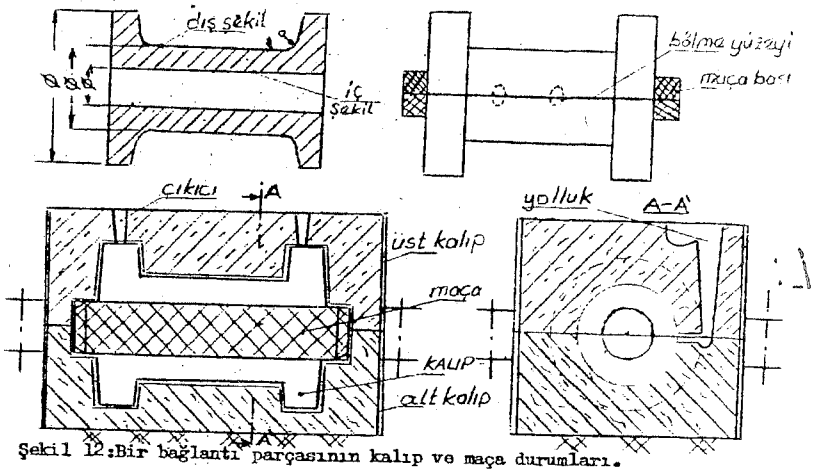
31-KALIP TEMNİĞİ

Parçanın şeklini veren ve sıvı malzemenin içinde katılaştığı kaba döküm tekniğinde "Kalıp" adı verilir.Bu kalıbın hazırlanması dökülecek parçanın malzemesine , şekline ve döküm tekniğinin gerekli şartlarına bağlıdır,bu şartlara görede düzenlenmesi gereklidir. Bu düzende parçanın bilhassa dökümden sonra kusursuz elde edilmesi ve gerekli şartları yerine getirmesi için belirli bilgilerin sağlanması icap eder. Bu arada hemen şunu bildirmek lazımdır ki,paçaların şekillendirilmesi sadece dış görünüş itibarıyla yapılmayıp,çok kere iç görünüş de nazara alınarak düzenlenmekte dir. Parçanın iç ve dış şekillerenin korunması ve dolayısıyla iç şekillendirme için döküm dışı işlemlerden imkan nisbetinde sakınılması gereklidir. Bu bakımdan kalıp sadece parçanın dış şeklini veren bir kapdan ibaret olmayıp , iç şeklinide veren bir vasıta olacaktır. Böylece parçanın dış şeklini veren kaba "dış kalıp" veya sadece "kalıp" adı verilir. Buna karşılık parça içindeki boşlukların sağlanmasına yarayan dolgu parçasına veya parçalarına "iç kalıp" veya döküm tekniğinde "maça" adı verilmektedir. Şekil 12 'de bir bağlantı parçasının dökümünde kalıp ve maça durumu görülmektedir.

311- MODEL

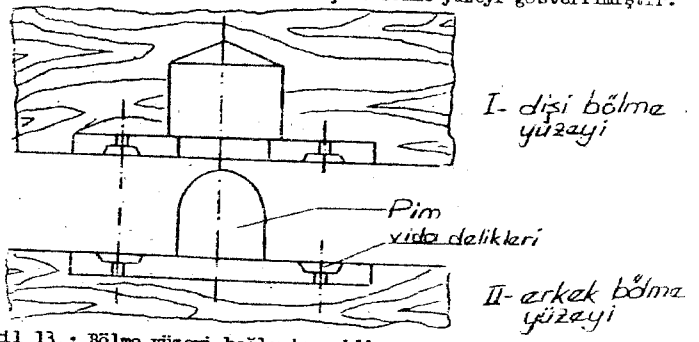
Kalıbın hazırlanması için dökülecek parçanın önceden şeklini gösteren bir benzerine ihtiyaç vardır. Bu benzer veya eşit parçaya genel olarak "model" adı verilir. Ancak bu benzer parçanın kalıplama tekniğinde

gerekli olan şartları yerine getirmesi lazımdır. Bu bakımdan model sadece parçanın dış şekli olmayıp, daha ziyade dış kalıbın (kalıbın) şekline uygun olarak düzenlenecek yani şekil 12 'de görüldüğü gibi "maça başları" denen fazlalıklara göstereoektir.



Şekil 12:Bir bağlantı parçasının kalıp ve maça durumları.

Bundan başka çok kere kalıp tamamen kapalı düzenlendiğinden,fakat modelin kalıplama işleminden sonra hazırlanan kalıpdan dışarı alınması gerektiğinden,kalıbın bozulmadan bunun model tarafından sağlanması için parçalı olarak yapılması gerekmektedir. Bu model parçalarının birleştiği yerlere "bölme yüzeyi"adı verilir. Şekil 12 'deki parça için model iki parça halinde imal edilmiş ve bölme yüzeyi gösterilmiştir.



Şekil 13 : Bölme yüzeyi bağlantı şekli.

Model bölme yüzeylerinin sürekli olarak birbiri üzerine ve aynı yerlere oturmasına itina edilir ve bunlar oturma yüzeyi pimleri ile sağlanır. (şekil 13)

3111- Model Malzemesi :

Dökülecek parçanın modelini yapmak için seçilecek-malzeme ,-parça sayısına ,kalıplama usulüne ,parçanın şekline göre seçilir. Parça sayısı büyük olan hallerde modelin dayanıklı olması ,karışık şekilli parçalarda kolay işlenmesi gibi görüş noktaları malzeme seçiminde rol oynayacaktır.

Genellikle modeller işlenmesi kolay olması bakımından ağaç malzemeden yapılır. Kullanılan ağaç çeşitleri içinde ucuz ve bol olması bakımından çam ağacı başta gelir. Çam ağacı içinde bulunan reçine (çıralı ağaç) dolayısıyla ortam değişikliğinde (nem,kuruma) şeklini iyi korur. Buna karşılık yumuşak ve dayanıksızdır..Az sayıda kullanılacak vebüyük parçaların modelleri için kullanılır.

Bundan başka Akçaağaç ,isfendiyar,armut,ceviz,ıhlamur gibi ağaç malzemeleri sertlikleri,boyut korumaları vekolay işlenmeliri bakımından modellerin-durumuna göre seçilir.

Az sayıda veya çok karışık şekilli modellerin yapımında alçı,taş ve kil karışımı veya bal mumu, model malzemesi olarak kullanılır.

Çok sayıda ve bilhassa seri imalatda ve makina ile kalıplamada metalsel malzeme model malzemesi olarak kullanılır.

3112- Modellerin Yapılması :

Yapılacak parçanın dış şeklini tamamen verecek ve iç şeklinin sağlanması içinde yardımcı olacak modellerin yapımında aşağıdaki noktalar dikkate alınacaktır.

a. Boyut Durumu:

Kendini çekme dikkate alınarak modellerin boyutları düzenlenir. Bu arada modelciler çok kere modelci çetveli denilen ve dökülecek-malzemenin çizgisel kendini çekme büyüklüğüne göre düzenlenmiş ölçü çetveli kullanır. Bunun dışında dökme parçanın,dökümden sonra işleme durumları imalat resminde gösterilen şartlara uygun paylar verilmek suretiyle büyütülür.

CETVEL 2

Bazı alaşımlara verilmesi gereken işleme payları

Malzeme Cinsi	Taşlama veya hohlama için yerilecek işleme payı	Tornalama,planyalama,frezeleme gibi talaş kaldırma işlemlerinde yüzeye verilecek işleme payı.	
		Boyut büyüklüğü 800 mm ye kadar	Boyut büyüklüğü 800 mm den büyük
Kır dökme demir	0,3-1,0 mm	2-5 mm	6-20 mm
Temper döküm	0,3-1,0 mm	2-3 mm	-
Dökme çelik	-	3-8 mm	8-30 mm
Demir olmıyan döküm parçaları	0,3 mm	2-3 mm	4-10 mm

b. Bölme yüzeyi :

Modelleri,kalıplama işleminden sonra çıkarılması ve bu surette sıvının katılaşacağı boşluğun meydana getirilmesi lazımdır. Kalıplar nadiren açık kalıp olarak düzenlenir,buna karşılık çoğunlukla kapalı kalıplar kullanılır. Bunu bağlamak içinde kalıplar birden çok bölümlerden düzenlenir ve bunların birbiri üzerine gelmesi suretiyle tüm kalıp hazırlanmış olur. (şekil 12) Modelin kalıplama işleminden sonra kolayca çıkması ve yapılan işin bozulmaması için parçalarak bölünmesi gerekmektedir.Bubölmeleri meydana getiren düzlemler "bölme yüzeyi" olarak adlandırılırlar. Kalıplama işleminin kolay yapılması,modelin kalıbı bozmadan çıkarılması iyi doğru bölme yüzeylerinin seçilmesine bağlıdır. Modelcinin bu hususa çok dikkat etmesi icap eder.

c. Maça başları :

Dökülecek parçanın iç şeklini veren iç kalıba "maça" adı verildiğini bilmekteyiz. Çok kere bu iç kalıbın dış kalıp içine yerleştirilmesi için fazladan oturma başlıkları yapılır. İşte modelci bu hususu düşünerek dış kalıpda bunları düzenleyecek yani"maça başı" olarak adlan parçaları ilave edecektir.

d. Yolluk , çıkıcı ve besleyici :

Modelcinin yalnız kalıplama tekniğini bilmesi yeterli değildir. Dökümde kullanılacak malzemenin katılaşma olaylarını,akıcılık gibi karakteristiklerinib bilmesi veya bu bilginin konstrüktör tarafından ona iletilmesi icap eder.

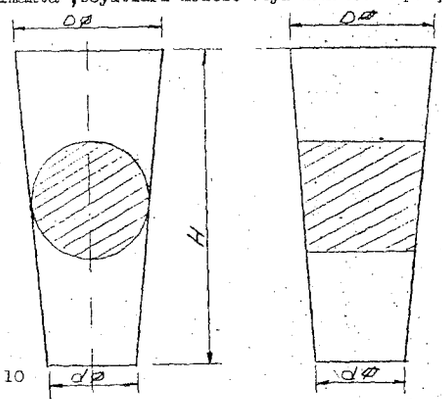
Kalıbın dolmasını sağlayan ilave tertibata yolluk denir. Yolluğun düzenlenmesinde bilhassa dikkat edilecek husus , sıvının akması süresince katılaşma olmaması , akış esnasında kalıbın bozulmaması içinde en uygun yere yerleştirilmiş olması lazımdır. Burada sıvının kalıba dolması parçanın mümkün olduğu kadar en alt kısmından düzenlenecek ve kalıp içine birden çarpması önlenecektir.

Kalıp içindeki hava ve gazların çıkmasını kolaylaştıran , kalıbın dolduğunu gösteren gene ilave donatıma "çıkıcı" adı verilir . Bunlar yolluğun aksine parçanın en yüksek bölgelerine yerleştirilir.

Besleyici,parcanın sağlam elde edilmesi için kullanılan ilave donatımdır . Bunlar bilhassa daha evvel bahis konusu [illegible] kendini çekme esnasında parça çekirdeğindeki sıvının hacmini korumak hedefini güdecektir. Yani besleyiciler parçanın en çok katılaşan bölgesi ile temasda bulunacak ve bu kısımdan daha sonra katılaşacaktır..Çok kere yolluk ve çıkıcılar besleyici görevini yapabilirler. Bu bakımdan yolluk ve çıkıcılarda besleyici kabul edilebilir. Ancak karışık şekilli ve farklı cidar kalınlığı parçalarda ayrıca açık veya kapalı besliyiciler kullanılması icap eder.

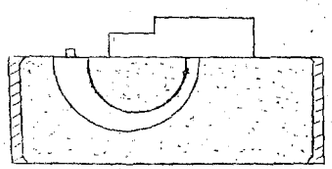
Bir çok hallerde yolluk ve çıkıcılar modellerden ayrı parçalar olarak

düzenlenmektedir. Bunlar genel olarak şekil 11'de görülen konik parçalardan yapılmakta ,boyutları modele veya dökülecek parçanın kalıp şekline



Şekil : 10

göre ayarlanmaktadır. Kalıplama esnasında uygun boyutlu yolluk ve çıkıcılar uygun yerlere yerleştirilmek suretiyle model tamamlanmış olmaktadır.



H = Bölme yüzeyinden kalıp üst yüzeyine bağlı yükseklik.

d = Dökülecek parçanın büyüklüğüne ,katılaşma ve kendini çekme şartlarına göre "bağlantı çapı".

D = Döküm ağzı çapı.

Şekil 11 : Yolluk ve Çıkıcı modeli.

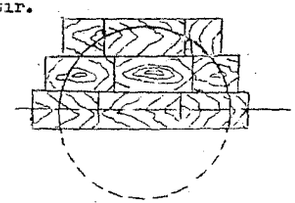
31121 - T a h t a M o d e l l e r :

Modellerin yapımında ,işlemesi kolay olduğundan en çok tahta malzemeler kullanılır. Tahta cınsleri modelleri kullanma ve işleme şartlarına bağlı olarak en ucuz çam ağacından başlıyarak akça ağaç , ıhlamur , armut ,ceviz vs gibi ağaç çeşitlerinden yapılmaktadır.

Çam ağacı içinde bulunan reçine dolayısıyla dış ortam etkilerine daha dayanıklıdır. Yani kuruması dolayısıyla çatlama , şekil bozulması yapmaz.Yumuşak olduğundan kolay işlenir ,fakat bu yumuşaklık sürtünmeye karşı

dayanımını azaltır . Bu nedenle aynı model ile çok sayıda kalıp yapmada elverişli olmayabilir.
Buna karşılık daha sert olan İsfendiyar,ceviz,armut gibi ağaçlar daha pahalı fakat boyut koruması bakımından daha elverişlidir.
Ihlamur ağacı , özellikle karışık şekilli modellerin yapımında ön görülür, zira bu ağaç hem yumuşak ve hemde kısa elyafları yüzünden daha düzgün yüzeyler sağlamaktadır.

Ağaç malzeme bilhassa havanın rutubeti ile etkilenir. Nemli havalarda suyu kendine çekerek şişer, kuru ve sıcak havalarda içindeki nemi dışarı vererek kurur ve çatlar. Her şeyden evvel modelcilikte kullanılacak olan tahta malzemenin enaz bir sene dinlendirilmiş olması veya fırınlandırılmış olması lazımdır. Ayrıca dış etkiler altında husule gelen şekil değiştirme çalışmaları tahtaların veya ağaçların lifleri boyunca meydana gelmektedir. Bu çalışmalara engel olmak için tahtalar birbirine lifleri ters gelecek şekilde yapıştırılır. Bu şekilde boyut bozulmaları kısmen önlenmiş olur. Modelcilikte bu durumdan faydalanmak suretiyle yapılacak model bir tek parçadan yapılmayıp, şekil 12'de görüldüğü gibi birbirine tutkallama veya çivileme yoluyla tutturulmuş (birleştirilmiş) parçaçıklardan işlenmek suretiyle yapılacaktır.



Şekil 12 : Modelin çalışmasını önlemek için ,ters yönlü liflerden parçalı modelin imali.

Tahta modellerin bu şekilde dış etkilere daha dayanıklı hale getirilmesi işçilik artması dolayısıyla modelcilik işini pahalılaştırır. Bu yüzden işçilik kalitesine göre modal , 1 , 2 , ve 3. kalite şeklinde değerlendirilecektir.
Modeller bu işleme korunmasından başka , dış etkilere karşı yüzeyleri korunmak için boyanırlar . Bu boyamı işleminden dökülecek parçanın cinsini ve maça başlarının yerini göstermek içinde faydalanılır.
Örneğin ; bütün maça başları model üzerinde "siyah" renge boyanacaktır. Bundan başka "kırmızı" renk dökme demirden , mavi renk dökme çelikden dökülecek parçaları gösterecektir. Bu konuda renk standardı yapılması hususunda çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca model üzerindeki renk ve işaretler işlenecek yüzeyleri,işleme paçlarını gösterebilir. Almanı Standartlarından DIN 1511 bu konuları ele almıştır.

31122 - S e r a m i k M o d e l l e r :

Çok az sayıda kalıp hazırlanacağı ve çok karışık şekilli parçaların modeli için seramik malzeme olarak alçı, taş, kil ve organik malzemeler kullanılır.

Alçıdan modellerin imalinde evvela modelin kalıbı yapılır ve bu kalıbın içine sulandırılmış alçı dökülerek katılaştırılır. Bu modelin hazırlanmasında kendini çekme iki kere dikkate alınacaktır. Ayrıca modelin dayanımını artırmak için içine teller veya tel kafes yerleştirmek mümkündür. Dökülen alçı model kalıpdan çıkarıldıktan sonra temizlenir, boyanır.

Taş modellerdede aynı alçı gibi haraket edilir. Özel ince bir taş tozu karışımı sulandırılarak alçı gibi dökülür. Bu modellerin taş malzemesi alçıdan daha serttir.

31123 - M e t a l s e l M o d e l l e r :

Makina yapımındaki gelişmeler , aynı parçanın binlerce sayıda yapımı kalıplama tekniğinde yeni ilemlemelere sürüklemiş ve modellerin daha üstün dayanımlı olmasını gerektirmiştir. Bu suretle tahta yerine daha dayanımlı olan metal ve alaşımları model malzemesi olarak kullanılmıştır.

Bu iş için dökme demirden, prinçten (Cu-Zn), bronzdan (Cu-Sn), alüminyumdan vs döküm yolu ile model yapılır.

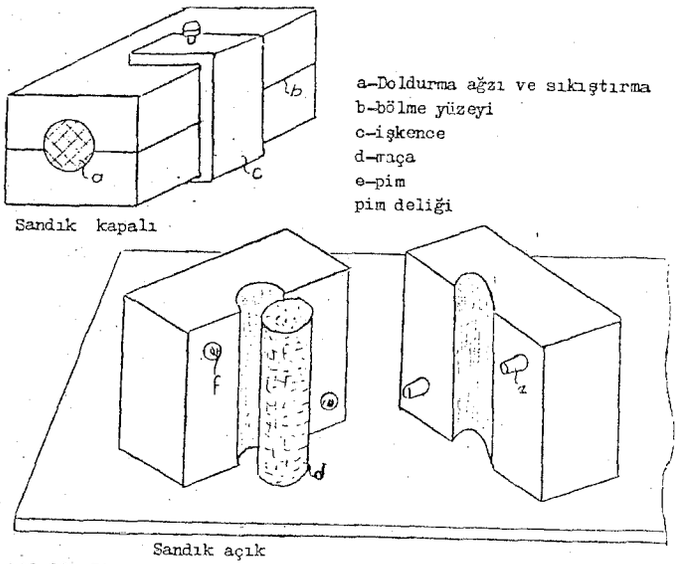
312 - MAÇA SANDIĞI :

Dökülecek parçanın iç şeklini verecek maçanın yapılmasını sağlayacak vasıtaya "maça sandığı" denir. Maça sandıklarının iç boşluğu maçanın şeklini verecektir.
Genel olarak tahtadan yapılan maça sandıklarında da , modellerin yapımında şekil korunması bakımından aynı şartlar mevcut olacaktır. Bunun dışında dayanımı yükseltmek için döküm veya talaş kaldırma yolu ile metalsel malzemelerde, örneğin aluminyumdan maça sandıklar yapılır.

Maça sandıklarının yapımında aşağıdaki noktaların sağlanmasına dikkat edilecektir.

a. Maçanın yapılacağı malzemeyi doldurmak için doldurma ağızı veya ağızları,
b. Maçanın dayanımını sağlamak için, gerekli sıkıştırmayı sağlayacak baskı ağızları,
c. Hazırlanmış maçayı bozmadan çıkarmak için bölme yüzeyleri bulunacaktır. (Şekil 13)

Maçalardaki bölme yüzeyleri , tıpkı modellerdeki bölme yüzeylerine benzer. Ancak bunlarda , maçanın yapımında maça malzemesinin sıkıştırılması esnasında yüzeylerin birbirinden ayrılmaması için yüzeyler birbirine mandallar veya işkenceler ile bağlanır.



a-Doldurma ağzı ve sıkıştırma
b-bölme yüzeyi
c-işkence
d-maça
e-pim
pim deliği

Şekil 13: Bir maça sandığının kapalı ve açık vaziyetleri

313 - KALIP MALZEMESİ :

Bir malzemenin kullanma yerine göre bazı özelliklere malik olması beklenir. Kalıp malzemesinde beklenen başlıca özellikler şunlardır :

a. Kolay şekil alma ve şeklini koruma :
Bir mazeme ne kadar ufak tanelerden teşekkül ederse , o kadar kolay istenilen şekli alacaktır. Örneğin kum, her hangi bir parçanın üzerine kaplandığı zaman , altında kalan parçanın şeklini alacak veya kuma herhangi bir parça daldırıldığı zaman etrafındaki kum parçanın dış şeklini saracaktır. Şekli korumaya gelince , bu ufak tanelerin birbirine bağlı olması gerekmektedir.

b. Dayanım özelliği :
Kalıbın içine doldurulan malzemenin basıncını , yapdığı diğer zorlamalara dayanması lazımdır.

c. Gaz geçirgenliği :
Kalıbın içindeki havanın metalı doldurma esnasında boşalması , ayrıca katılaşma sırasında yayınan gazlerin giderilmesi için kalıbın gözenekli olması icap etmektedir.

d. Isıya dayanımlılık :
Kalıp malzemesinin ergime sıcaklığı, içine doldurulan malzemenin döküm sıcaklığından yüksek olmalıdır.

e. Maliyet yani Ucuzluk :
Yapım giderine ilave olarak bu malzemenin ucuz olması , yani yer yüzünde bol bulunması lazımdır.

3131-K u v a r z K u m u :

Kalıp tekniğinin gerektirdiği bir çok şartları yerine getirmektedir. Kimyasal formülü SiO_2 olan bu malzemenin ergime noktası 1770°C olduğundan bir çok döküm kalıplarının hazırlanmasında yeterlidir. Tabiatde değişik tane büyüklüğünde yuvarlak veya keskin kenarlı olarak bulunmaktadır.

3132 - Kil :
Saf kuvarz kum taneleri birbirine yapışmaz. Islatılsa bile kuruyunca dağılır. Bu bakımdan kum kütlesinin şeklini korumasını temin etmek için bir bağlıyıcıya ihtiyaç vardır. Bu yapıştırıcı etki kuma kil katmak suretiyle sağlanır. Yaklaşık formülü (Al_2O_3,$2SiO_2$,nH_2O) olan yanmamış kil su ile karıştırılınca yapıştırıcı etkisi yapar.

Kum taneleri üzerine veya arasına serpilen kil,suyun etkisi ile kabarır ve kum tanelerini birbirine bağlar. Bu bağlama özelliği yüksek ısıda kavrulma neticesinde kaybolur. Bağlıyıcı özelliğini kaybeden kuma "Yanmış Kil"denir.

3113- K a l ı p K u m u :

Ufak taneli ergime ısıs yüksek ve içerisinde bağlıyıcı elaman kil bulunan kuvarz kumu karışımına "kalıp kumu" denir . Kalıp kumunu elde ediliş şekline göre ikiye ayırmak kabildir.

a. Doğal kalıp kumu,
b. Sentetik kalıp kumu,

31331-Doğal kalıp kumu:
Tabiatte kum, kil ve diğer yabancı elamanların karışımı olarak bulunur. Yaklaşık bu şekli ile kullanılan kuma "doğal kalıp kumu" denir.Yabancı elamanlar olarak kireç ve metal oksitleri,bu arada-bilhassa demir oksidi başta gelmektedir. Doğal kumun içinde bulunan kireç ve metal oksidi(demir oksidi) zararlıdır. Kireç yüksek sıcaklıkta ayrışır, serbest kalan karbonik asit,dökülen parçanın kabarcıklı olmasına sebeb olur. Demir oksidi kalıp kumunun ergime noktasını düşürdüğünden,kumun dökme parçaya yapışmasına sebeb olabilir. Kireç ve demir oksit miktarının toplamının kum miktarına göre belirli bir oranı aşmaması lazımdır. Bu oran iyi bir kalıp kumunda % 6 dan fazla olmamalıdır. Ayrıca demir oksidi kumun renginide-değiştirir.Demir oksit çeşitlerine göre kum kırmızımtrak,esmer veya yeşilimtrak renk alır.
Doğal kalıp kumları içindeki oransal olarak bağlıyıcı kil miktarına göre 3 sınıfa ayrılır.

1. % 5-8 Kil bulunan zayıf kum
2. % 8-20 Kil bulunana Orta yağlı kum,
3. % 20 'den çok kil bulunana da yağlı kum olarak gösterilir.

Doğal kumun kalıplamada kullanılması için belirli bir nem (H_2O) ihtiva etmesi lazımdır. Bu nem miktarı kil miktarı artıkça çoğalacaktır. Bu bakımdan zayıf doğal kumdan yapılmış kalıplara kurutma işlemi yapılmadan döküm yapıldığı halde,yağlı ve orta yağlı doğal kumdan yapılmış kalıplarım dökümden evvel kurutulması icap eder.

31332- Sentetik Kum :
Döküm tekniği ilerledikçe,tabiatte bulunabilecek doğal kumlara bağlı kumlara bağlı kalmamak ve istenilen özellikleri tam olarak sağlamak gayesiyle kalıp kumu özelliğine haiz karışım saf kuvarz,kil ve diğer yardımcı elamanların belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilir. Bu şekilde hazırlanmış kuma "sentetik kalıp kumu" adı verilir.

3134-Kullanma Bakımından Kalıp Kumlarının Tasnifi :
Kalıp kumları kullanma esnasında yapılacak karışım ve kullanma yeri bakımından da bir tasnife tabi tutulabilir. Başlangıçta dökümhanede ki kum elde edilişi itibariyle iki çeşittir.
1. Eski kum
2. Yeni kum (veya taze kum)
Bunlardan teşkil edilecek harman ile "Kullanma kumu" meydana getirilir.Kullanma kumunu da bileşim bakımından;
a) Model kumu
b) Doldurma kumu olarak iki kısımda toplıyabiliriz.

31341- Model Kumu:
Astar kumu diyede adlandırılan bu kum,eski ve yeni kumların karıştırılması ve bu karışıma bazı katıklar ilavesi ile elde edilir. Genel olarak;

% 20-50 Yeni kum
% 05-13 Kömür tozu
% 05-12 Su
% 70-25 Eski kumun bileşimi şeklindedir.

Kömür tozu olarak genellikle kok kömürü tozu kullanılır.Kalıp içindeki görevi ergiyik metal ile teması neticesi yanarak meydana çıkardığı ısı ile kalıbı ısıtması ve dolayısıyla katılaşmayı istediğimiz yönde ertelemesidir.Bu durum döküm kabiliyetinide arttırır.Ayrıca husule getirdiği gazlar vasıtasıyla parça ile kalıp arasında bir nevi ince bir perde meydana getirmek suretiyle.ergiyik ile kum arasındaki kimyasal tesirlere engel olarak dökme parçanın yüzeyinin temiz çıkmasını sağlar.
Kömürün bu olayları iyi gerçekleştirebilmesi için gazı çok ve külü az olması, yanma esnasında kok haline gelmemesi içinde gayet ince toz halinde bulunması lazımdır.
Kalıp yapılırken ekonomik sebeblerden dolayı,yalnız modele değen kısımlara ince taneli ve iyice hazırlanmış bu kumdan 5-10 cm kalınlığında konarak geri kalan kısım doldurma kumu ile doldurulur.

313 2. Doldurma Kumu :
Kalıbın model kumu dışındaki dolgu kısmını "Doldurma kumu" teşkil eder.Bu kum kaba taneli ve basitçe hazırlanmış ve genellikle tamamını eski yani dökümden sonra bozulan kalıplardan elde edilmiş,ısıl dayanımı düşük,pastiklik özelliği zayıf fakat gaz geçirgenliği daha iyi olan kum teşkil eder.

31343.Kalıp Kumunun Genel Akımı :

Kalıp kumu dökümhanede genel olarak aşağıdaki sıra dahilinde bir çevrim haraketi yapar.

a) Kalıplama safhası:
Kullanma kumu; % 20 Model kumu
% 80 Doldurma kumu
Kalıplama sonunda takriben %10 kadar bir miktar sıyırma kumu olarak eski kuma gider.

b) Döküm safhası:
Döküm sonunda kalıp kumunun % 5-7 'si parça ile birlikte temizlemeye gider. Bu kuma zayiat gözü ile bakılması gerekir.

c) Boşaltma safhası :
Boşalan kalıptan çıkan kumun yaklaşık olarak % 10-15 'i model kumu hazırlanmasına geri kalanı ise doldurma kumuna gider.

d) Hazırlama safhası :
Model ve doldurma kumları ayrı ayrı şu şekillerde hazırlanırlar.

I. Doldurma kumu;
1. Sıyırmadan gelen kum
2. Boşaltmadan gelen kum
3. % 4 su ilavesi

II.Model kumu;

1. Doldurma kumu	(% 58)
2. Taze (yeni) kum	(% 29)
3. Kömür tozu	(% 04)
4. Su	(% 09)
5. Gerekiyorsa kil	(% ..)
	(%100)

3135—Kalıp Balçığı :
İnce kuvarz taneleri ile kil karışımından balçık meydana gelir.Bu karışım-içinde istenmemesine rağmen kireç ve metal oksitleride bulunabilir. Bu bileşim su ilede karıştırılmak suretiyle hamur haline getirilir ve şablon ile kalıplamada kullanılır.
Balçık ancak kurutulduktan sonra dayanım kazanır. Ayrıca bu kalıp-malzemesinin gaz geçirgenliğini sağlamak için, içine saman kırığı,destere talaşı,dana kılı sığır gübresi vs gibi katıklar ilave edilir. Bu organik maddeler kalıp kurutulurken yanark hacımlarından kaybederler bu şekilde gözeneklilik sağlanmışolur. Bu usul bilhassa yüksek sıcaklık dayanımı bakımından kalın cidarlı çelik döküm kalıplarda,şablonla kalıp ve maça imalinde uygulanır.

3136- MAÇA KUMU
Maça kumundan kullanma şartları bakımından kalıp kumundan farklı özellikler beklenir.Genellikle maçaların her bir yanı sıvı metal ile cevrili olacaktır.

Bu bakımdan kalıp kumuna nazaran daha yüksek,
1.Isı dayanımı
2.Gaz geçirme kabiliyeti bulunmalıdır.
Bunlardan başka yaş dayanım ve pişirmeden sonraki dayanımından yüksek olması gerektiği gibi , gerek metalin katılaşmasından sonra parça içinden kolaylıkla parçalanıp çıkması ve gerekse pişirilmeden sonra depolanma süresince bu özellikleri kaybetmemesi aranan şartlardır.
Maça kumları,kuvarz taneleri ve bağlıyıcılardan meydana gelmiştir.Kalıp kumlarında olduğu gibi,tabii maça kumlarıda mevcut değildir. Esas itibariyle maça malzemesi sentetik olarak hazırlanır. Yani çok zayıf kalıp kumu,yahut da temiz kuvarz kumu kullanılır ve bunlara bağlıyıcılar ilave edilir. Bazı hallerde yağlı kum (kil %30) ve balçık bu maksat için kullanalabilir.

31361. MAÇA KUMU BAĞLIYICILARI
Maça bağlıyıcıları kuvarz tanelerini birbirine bağlamak suretiyle,kuma arzu edilen mekanik ve erezyon dayanımı sağlaması yanında döküm sonunda bu kütlenin kolayca dağılmasını kolaylaştıran katıklardır.
Bağlıyıcılar organik ve inorganik olmak üzere iki gurupta toplanabilir.Organik bağlıyıcılar yanıcı olduklarından 400-450 °C cıvarında bağlıyıcı özelliklerini kaybederler. Buna karşılık inorganik bağlıyıcılar yanıcı olmadıklarından yüksek sıcaklıklarda dahi dayanımlarını kaybetmezler, buna karşılık dağılma kabiliyetleri de azdır.

313611. Organik Bağlıyıcılar :
a. Yağlar:
Yağlar kurutma esnasında oksitleşerek sertleşirler. Bu surette maçaya büyük bir dayanım verirler . Dökümden sonra ise yüksek sıcaklığın sürekli tesiri ile yanarak bağlama özelliğini kaybederler. Maça imalinde 0,5 -2,0 mm lik saf kuvarz kullanılır. Kurutma (pişirme) esnasında ise suyun giderilmesi ve yağın oksitleştirilmesi için bol hava gereklidir. Kurutma sıcaklığı maçanın boyutlarına bağlı olarak 150-200 °C arasındadır. Kuma 1/40-1/200 sınırları arasında katılabilir. Yağın oransal miktarı arttıkça maçanın gaz geçirme kabiliyeti düşer. Yağlı maçalar pişirilmeden önce düşük bir dayanıma sahiptirler. Bu dayanım viskoziteleri yüksek yağ kullanılması veya killi kum , destere talaşı katılması suretiyle artırılabilir. Alkali karakterdeki yağlar sabunlaşması nedini ile zararlıdırlar.
Maça imalinde kullanılan yağları şu şekilde sınıflandırabiliriz.
I-Nebati yağlar: Keten,kenevir,pamuk,haşhaş ve bezir yağları.
II-Hayvani yağlar: Balina yağı
III-Mineral yağlar : Petrol damıtma yağları.

b. U n l a r :
Un sıcak su ile hamur haline gelerek kum tanelerini birbirlerine bağlar Kurutma sıcaklıkları 175-190 °C,yanma sıcaklıkları ibe 260-320 °C dır. Hacımsa karıştırma oranı 1/10-1/50 arasında değişir. Bağlıyıcı olarak un kullanılan maçaların dış kısımları sert , iç kısmı ise yumuşak (elastik) tir. Hamur havada çabuk ayrıştığından maça, imalinden hemen sonra kurutulmalıdır. Bağlıyıcı olarak en çok kullanılan unlar buğday,çavdar unları ve nişastadan elde edilen dekstrin dir.

c. R e ç i n e l e r :
Reçinelerden en çok tribantin istihsalinde artık ürün olarak çıkan kolofonyum kullanılır. İnce toz haline getirilerek kuma ilave edilen bu katık,kurutma esnasında ergiyerek kum tanelerini kaplar ve soğuyunca katılaşarak taneleri birbirine bağlar. % 5-7 reçine ihtiva eden maçanın pişirme sıcaklığı 140-175 °C yanma sıcaklığı 320-370 °C dır. Bu katık ilavesi ile imal edilen maçaların havadan nem almaması ve ayrışmaması nedeni ile depolanma üstünlüğü vardır

d. M e l a s :
Pancar melası şeker istihsalinin, süt melası mandıralarda süt şekeri istihsalinin yan ürünleridir. Kurutma sıcaklığı ve müddeti melasın katma nisbetine göre değişir ve deneysel olarak bulunur. Örneğin %5 melas ile 120°C da pişirilmiş bir maçanın yanma sıçaklığı 320-360 °C dır.
Ayrıca melas suyu maça ve kalıp üzerine serpilirse,maça veya kalıp üzerinde daha sert bir yüzey elde edilir.
Bunların dışında organik maça bağlayıcısı olarak selüloz-istihsalinin yan ürünü olan sülfit eriyiği ve peynir mayasıda bu maksat için kullanılır.

313612- İnorganik Maça Bağlayıcıları:

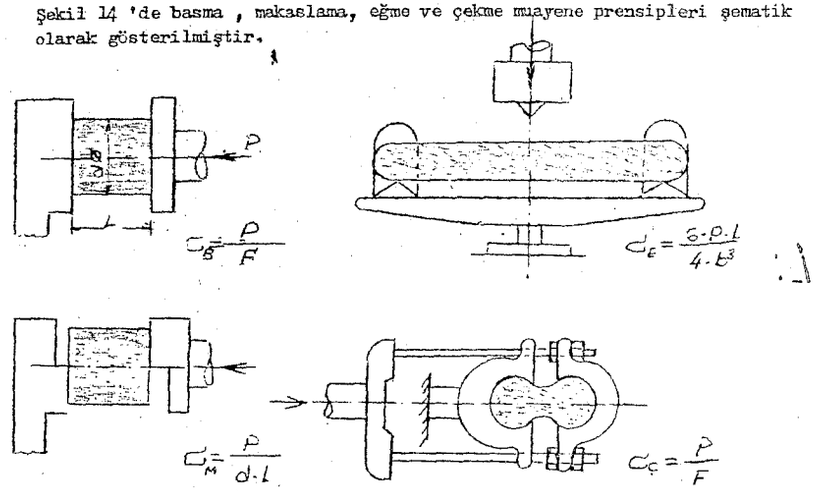
İnorganik maça bağlayıcıları olarak ateş kili ,bentonit, silis tozu ve demir oksit kullanılır. Bunların katılması ile maçaların yaş,kurutmadan sonraki ve ısıya dayanımlara yükselir,pürüzsüz yüzey temini kolaylaşır. Fakat çok ince öğütüldükleri için maça kumu içindeki yağ miktarının artırılmasını gerektirirler,ayrıca bir diğer mahsurlu yanıda döküṁden sonra dağılma kabiliyetlerinin düşüklüğüdür. Bu sebebden de parçanın maçalara yakın kısımlarında sıcak çatlamalara sebebiyet verirler.

3137- KALIP ve MAÇA KUMLARININ MUAYENE DENEYLERİ

Kalıp ve maça kumlarının sahip oldukları çeşitli özelliklerin mertebesi tesbit edilmek için,hazırlanan standart örneklerle bazı deneylere tabi tutulur. Bu deneyler sonucunda kumun döküm tekniği yönünden uygunsuz tarafları ıslah edilmek suretiyle hatasız döküm yapılabilmesine çalışılır.
Bunlar,mekanik deneyler,gaz geçirgenliği,tane şekli ve büyüklüğü,kil ve nem miktarları,ateşe dayanıklılığı, kalıp sertliği gibi deneylerdir.
Bu deneylerden basma makaslama dayanımları ile gaz geçirgenliği deneyi için 50x50 Ø mm lik standart numune kullanılır. Gerek bu numune ve gerekse çekme ve eğme deneylerinde kullanılan numuneler,özel kalıplarına sahip sıkıştırma makinasında(şahmerdan) sıkıştırmak suretiyle hazırlanırlar.

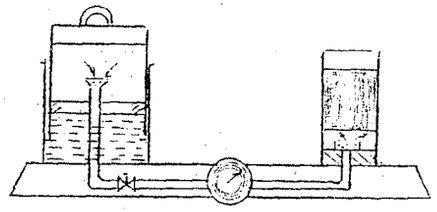
31371- Mekanik Muayeneler (gr/cm^2)
Mekanik deneylerden basma,çekme,eğme ve makaslama deneyleri su cenderesi esasına göre çalışan üniversal deney makinası ile yapılır. Genellikle basma ve makaslama deneyleri yaş olarak adi kalıp kumlarına,eğme ve çekme deneyleri ise sentetik kumlara (maça kumlarına) tatbik edilir.
Bu deneylerde kuvvet tatbik edilen numunenin parçalandığı andaki basınç değeri üniversal mekanik muayena cihazının manometresinden okunmak suretiyle numune parçasının dayanım değeri tesbit edilmiş olur.

Şekil 14 'de basma , makaslama, eğme ve çekme muayene prensipleri şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 14? Basma,makaslama,eğme ve çekme muayeneleri.

31372- Gaz Geçirgenliği : (cm^3/cm^3. dak)
Gaz geçirgenliği deneyi,birim hacımdan birim zamanda birim hacım cinsinden kaçabilen hava esas alınmak suretiyle yapılır. Bunuda tayin edebilmek için şekil 15 'de şematik olarak gösterilen cıhazdan faydalanılır.



Şekil 15: Gaz geçirgenliği ölçme cıhazının çalışma prensibi.

Belirli bir basınca kadar sıkıştırılmış hava standart tüpdeki numune parçasından geçirilirken bu parçanın gösterdiği direnç,gaz geçirgenliği değerinin bulunmasını sağlar.Standart geçirgenlik, 2000 cm^3 lük havanın standart deney numunesinden 10 gr/cm^2 basınç altında geçebilmesi gereken zamandır.
Aşağıdaki cetvelde kalıp kumlarının basma,makaslama dayanımları ile gaz geçirgenlik değerlerine göre sınıflandırılışları görülmektedir.

KUM KALİTESİ	Gaz Geçirme Kabiliyeti (cm^3/cm^2.dak)	Makaslama Dayanımı (gr/cm^2)	Basma Dayanımı (gr/cm^2)
Çok iyi	50 den fazla	350 den fazla	1200 den fazla
İ y i	25-50	220-350	850-1200
O r t a	12-25	120-220	500-850
Z a y ı f	5 -12	80-120	200-500
Çok zayıf	5 den az	80 den az	200 den az

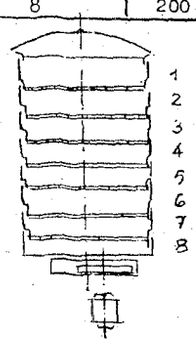
31373- Tane Şekli ve Tane Büyüklüğü :

Kalıp kumunu meydana getiren kuvarz taneleri,hacımsal olarak yuvarlak kenarları yuvarlanmış,köşeli prizmatik yüzeyleri ise;düz çatlaklı ve pürüzlü olabilir. Kumun gerek tane şekli ve gerekse tane büyüklüğü,kalıbın dayanımına gaz geçirgenliğine,pastikliğine ve döküm yüzeyinin temizliğine etki eder.Bilhassa çatlak taneler ilk girecoği döküm işleminden sonra parçalanacaklarından arzu edilmezler.

Tane yüzey ve şekillerinin muayenesi steromikroskop altında 40-60 kere büyütülmek suretiyle yapılır.

Kum tanelerinin büyüklüğü ise "Elek analizi" adı verilen elekten geçirme işlemi ile tesbit edilir. Alman DIN normlarına göre kurutulmuş ve kilsiz kum, 8 adet elekten meydana gelmiş bir elek dizisinden geçirilmek suretiyle sınıflandırır. Elek aralıkları şu şekilde tesbit edilmiştir.(şekil 16)

Elek sıra No	Elek No	Tane büyüklüğü
1	4	1,5 mm den büyük taneler
2	6	1,0-1,5
3	10	0,6-1,0 mm arasındaki taneler
4	20	0,3-0,6 " " "
5	30	0,2-0,3 " " "
6	60	0,1-0,2 " " "
7	100	0,06-0,1 " " "
8	200	0,06 mm den küçük büyüklükteki taneler



Şekil 16 : Elek analizi

Ayrıca A.F.S (American foundrymen's society) normları ise 0,053ila 3,36 mm arasındaki kumlara 11 elekten geçirmek suretiyle 11 sınıfda toplamıştır.

Yukarıdaki sınıflandırmaya göre kalıp kumunu bir tasnife tabi tutmak gerekirse % 80 'i 0,3 mm den büyük ve % 20 'si 0,2-0,3 mm arası olan kumlara "İri taneli", % 45 'i 0,1-0,2 arasında olan kumlara "Orta tanele", % 40 'dan fazlası 0,1 mm den küçük taneli olursa böyle bir kalıp kumuna da "İnce taneli" kum denir.

31374- K i l M i k t a r ı :

Doğal kumun içindeki kil miktarı,kumun belirli bir miktarının bir kaç defa bir karıştırıcıda yıkanması suretiyle tesbit edilir. Bu şekil çamur miktarı;

$$G_{çamur} = \frac{G_{doğal} - G_{yıkanmış}}{G_{doğal}} \quad (\%)$$ olarak bulunur.

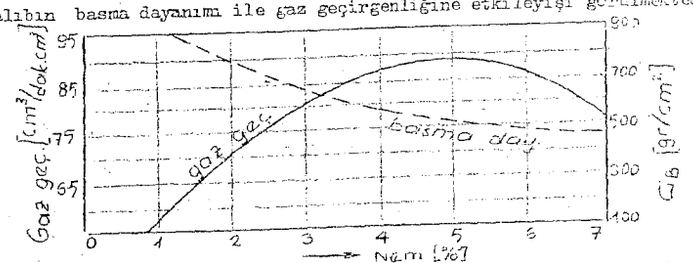
Genel olarak % 8-15 çamur ihtiva eden kumda % 7 kadar nem vardır.

31375- N e m M i k t a r ı :

Kumda nem miktarının tesbit edilmesi kumun kurutulması suretiyle olur. Bunun tesbiti için belirli miktardaki yaş kum bir kurutma vazıtanında 105 °C'a kadar ısıtılır.

$$\text{Nem miktarı} = \frac{G_{nemli} - G_{kuru}}{G_{nemli}} \cdot 100 \ (\%)$$

olarak tesbit edilir. Şekil 17 de ki grafikte kalıp kumundaki nem miktarının kalıbın basma dayanımı ile gaz geçirgenliğine etkileyişi görülmektedir.



Şekil 17:Kalıp kumundaki nem miktarının gaz geçirgenliği ve basma dayanımına etkisi.

31376- Ateşe Dayanıklılık:

Ateşe dayanıklılık deneyi ya mukayese ile yani bir fırında seger piramitleri yardımıyla veyahut sıcaklığı ayar edilebilinen bir elektrik fırınında kontrol edilmek suretiyle yapılır. Kumların topaklanma sıcaklıklarında tavlanması neticesinde ağırlıklarından kaybettiklerı miktar ateşde zayiat olarak tesbit edilir. Dökülecek malzeme cinsine göre kumların sahip olması gerekên topaklanma sıcaklıkları yaklaşık olarak şu değerlerdedir.

Demir olmıyan metal ve alaşımları için	950-1000 °C
Kır dökme demir için	1250 °C
Çelik döküm için	1350 °C

31377- Kalıp Sertliği :

Kalıp kumunun sertliği Rockwell deneyine benzer bir şekilde yapılır. Sertlik cıhazının alt kısmında bulunan yayla beslenmiş bilya, kalıbın göstereceği direnco bağlı olarak batacağından,diek olarak sertlik cıhazının göstergesinden sertlik değeri okunur.

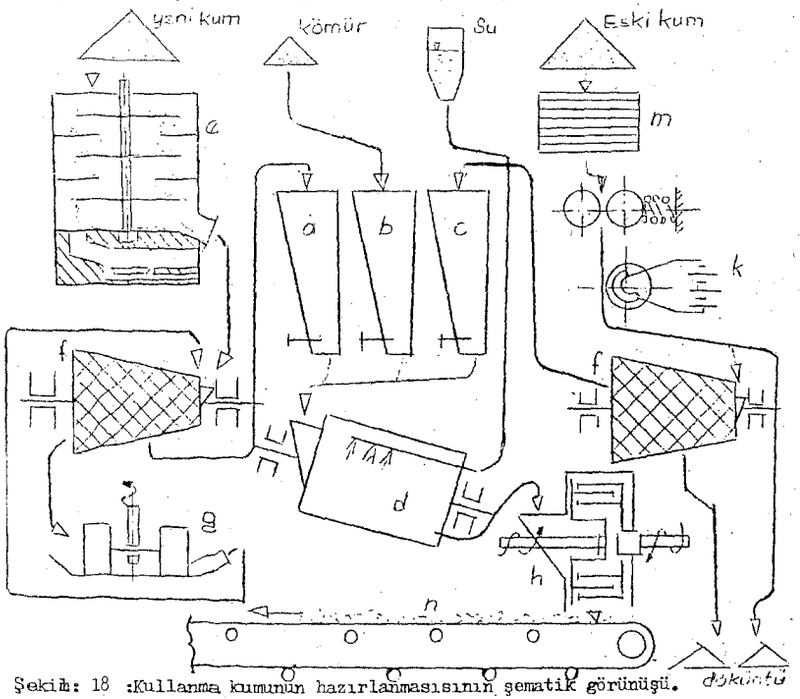
3138- KALIP KUMUNUN HAZIRLANMASI :

Kalıp kumunu hazırlamaktan amaç kuma ihtiva etmesi gereken elamanları uygun oranlarda katmak,hepsini birden karıştırarak müteakibende gevşetmektir. Bu şekilde yapılan bir hazırlama sonucunda bozuk çıkan dökme parçaların oransal miktarı düşer ve dolayısıyla malzeme ve işçilikten kayıb azalır.
Kalıp kumunun hazırlanması standart usullerle yapılır.

I- Yeni kum:
a) Kurutma fırının da kurutulur.
b) Kum değirmeninde (ezicide) öğütülüp elenerek eşit tane büyüklüğüne getirilir.
c) Karıştırma makinasında nemlendirilip diğer kısımlarla karıştırılır.

II- Kömür :
a) Öğütme makinasında öğütülerek,karıştırma makinasında diğer kısma katılır.

III- Eski kum :
a) Ezici yufkaçlardan geçirilmek suretiyle topaklanmış taneler ufalanır.
b) Mıknatıslı ayırıcıda demir parçacıklarından temizlenir.
c) Sarsma eleklerinden geçirilmek suretiyle elenir.
d) Aynı karıştırıcıda diğer kısımlarla karıştırılır.



Şekil: 18 :Kullanma kumunun hazırlanmasısının şematik görünüşü.
a,b,c yeni,kömür,eski kum depoları;d-karıştırıcı;e-kurutma fırınr;f-elek; g-koler;h-savurucu;k-mağnetik ayırıcı;l-ezme yufkaçları;m-ıskara;n-bant.

Şekil 18 'de yukarıdaki işlemlerin şematik bir resimle ifade edilişi görülmektedir. Kum model kumu olarak kullanılacaksa karışım, savurma makinasından çıktıktan sonra, doldurma kumu olarak kullanılacaksa;sadece eski kum biriktirme siloşundan kalıplama makinasına sevkedilmek suretiyle kullanılır.
Kum hazırlama donatımında kullanılan elamanların herbirinin görevleri başlıca söylece sırılanabilinir.

A) Kurutma fırını :
Yeni kum ocaktan çıktığı zaman nemlidir. Bunun eski kumla karıştırılabilmesi için kurutulması icap eder.Kurutma sıcaklığı genellikle 100 °C 'ı aşmaz,yalnız çok yağlı kumlar için yapılan kurutmada 400 °C 'a kadar çıkılabilir.Isıtılması kömürle,yağla veya gazla olabilen kurutma fırınları dökümhanelerde,dik veyahut yatık olarak tanzim edilir.

B) Ezici :
Taze kumu istenen tane büyüklüğüne getirmek için ezmek yani taneleri ufalamak gerekir. Bunun içinde koler adı verilen 650-1250 mm çapında,200-350 mm genişliğindeki iki yufkaç ile kaban silindirinden meydana gelmiş makinada kum ezmeye terkedilir. Kumun istenen tane büyüklüğüne gelip gelmediği kolere bağlı olarak çalışan bir elekle konntrol edilmek suretiyle,iri tanelerin tekrar kolere gönderilmesi sağlanmış olur.

C) Elekler:
Dökümhanelerde sarsmalı veya dönel elekler kullanılır. Sarsmalı elekler düzlemsel eleklerdir.Hareketlerini grank mekanizmasından,kamdan veya basınçlı hava ile tahrik suretiyle alırlar.Poligon elek adı verilen dönel elekler genellikle altıgen prizma veya kesik pramit şeklindedir.

D) Bilyalı değirmen:
Gerek kalıp kumunun inceltilmesi gereksekalıp kumuna katılan taş kömürün öğütülmesi; içinde çelik çubuklar ve bilyalar bulunan tambur şeklinde tanzim edilmiş değirmenlerde yapılır.

E) Yufkaçlı ezme makinası:
Dökümden çıkmış kumdaki topakları ezmek için ezme makinaları kullanılır.Bu makina birbirine karşı dönen,bir tanesi gerektiğinde açıklığı genişletmesi için yaylı tanzim edilmiş iki yufkaçdan ibarettir.

F) Mağnetik ayırıcı:
Eski kumda bulunan sıçramış demir,kalıp çıvısı gibi demir parçaları ayıran elamandır.Dönel bir tambur ve içine yerleştirilmiş sabit bir yarım silindir mağnetten ibarettir.Demirin mağnetik özelliğinden faydalanarak tambur üzerine sevkedilen kum kütlesinden demir parçacıklarını ayırır. Elekli olarak düzenlenmiş şekilde olanları vardır.

G) Karıştırma ve nemlendirme makinası:
Yeni,eski kum ve kömür tozunun karıştırıp ,bu karışıma gerekli nemliliği kazandıran makinadır.

H) Savurma ve gevşetme makinaları:
Islatılan kumda homojen bir nemlendirme ve karışım sağlanabilmesi için;kum bir savrulma işlemine tabi tutularak gevşetilir.Bu amaç için kullanılan makina

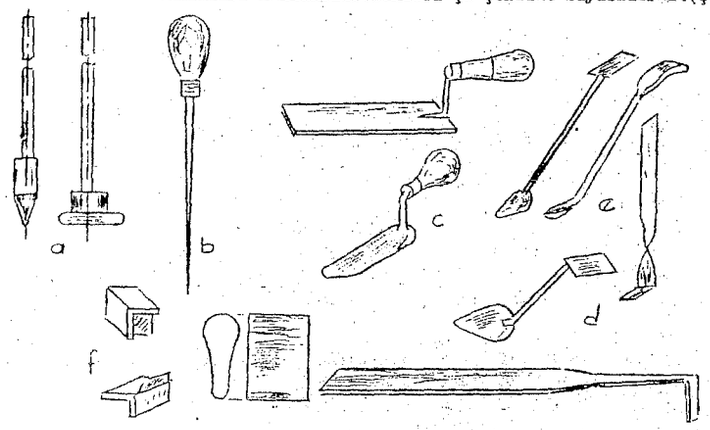
yatay bir eksen etrafında birbirine aksi doğrultuda 400-600 devirle dönen sepet şeklinde iki pimli levhadan ibarettir.

Büyük dökümhanelerde işçilik masrafının azaltılması amacı ile bir kısım veya bütün kum hazırlama makinalarının bir araya getirilmesinden doğmuş tam otomatik kum hazırlama tesisatlarıda mevcuttur.

4-KALIPLAMA TEKNİĞİ

Kalıplama,kalıp kumunun sıkıştırılmasına göre elle veya makinayla olmak üzere iki şekilde yapılabilir.

Kalıplama işleminde kumun sıkıştırılması,bozulan yerlerin tamiri,yolluk ve çıkıcıların kalıp boşluğu ile birleştirme yerlerinin açılması,batak tanzimi vs gibi işlemlerde bazı el takımları kullanılır.Bunları şu şekilde sayabiliriz.(şekil19)



Şekil 19: Kalıp imalinde kullanılan takımlar

a) Kalıp imalinde kullanılan kaba takımlar
   1.Kum küreği
   2.Elek
   3.Baskılar (Şekil 19-a)
      a-Metalsel baskılar (sivri baskı,düz baskı)
      b-Ağaçtan baskılar (sivri baskı)
      c-Havalı baskılar (pnematik çekiçler; 500-600 darbe/dakika)
   4.Şişler (Şekil 19-b)
   5.Sıyırma çetveli,ağaç tokmak vs.

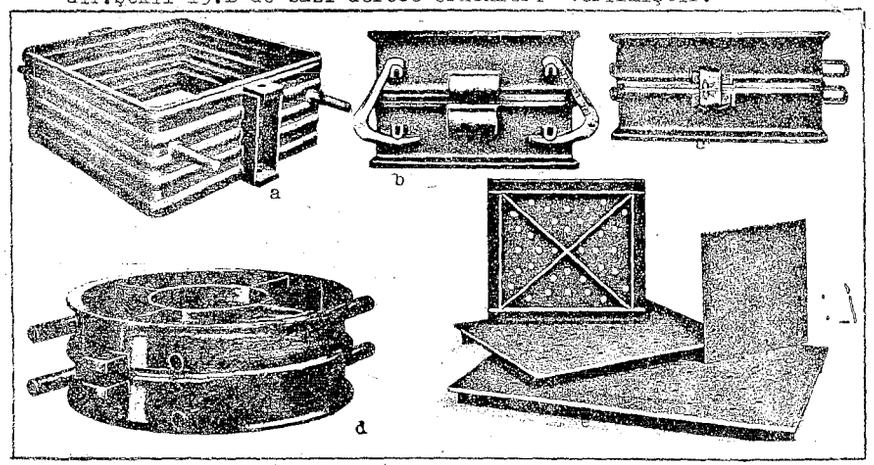
b) Tamir takımları
   1.Düzleme takımları,malalar (Şekil 19-c)
   2.Lansetler,kaşıklar,ıspatulalar (Şekil 19-d,e)
   3.Düzleme düğmeleri (Şekil 19-f)
   4.Su fırçaları
   5.Körük ve toz kesesi

c-Dereceler :

Kalıplama işleminde sıkıştırılmış kum kütlesininin dağılmaması kalıpların dökümhane içinde yer değiştirmeleri esnasında bozulmamasını sağlamak ve bu arada işleme süreklilik kazandırmak amacıyla kullanılan diğer bir kalıplama yardımcı elamanıda derecelerdir.

Kalıplama işleminin el veya makina ile yapılması derecelerin şekil ve yapım malzeme türlerini değiştirmektedir. Bunlar basit olarak,elle kalıplama işleminde ahşap ve menteşeli olarak açılabilir bir şekilde olabileceği gibi, seri makina ile kalıplamada döküm yolu ile veya kaynak birleştirme yoluyla imal edilmiş metalsel esaslı olabilirler.

Bir kalıbın hazırlanmasında birden fazla derece gerekmekte ve bunlar birbirlerine ,bölme yüzeyleri boyunca bir kaçıklık meydana gelmeyecek şekilde, kama,kanca,saplama ve cıvata gibi sökülebilir birleştirme elamanları ile bağlanmaları gerekmektedir.Şekil 19.B'de bazı derece örnekleri verilmiştir.



Şekil 19.B: Çeşitli derece tipleri ve kurutma işleminde kullanılan levhalar.

a.Yan yüz profilli saplama bağlantılı tek derece
b.Çift kanca ile bağlantılı makina ile kalıplamada kullanılan bir derece takımı
c.Makina ile kalıplamada kullanılan kama bağlantılı derece takımı.
d.Özel imalat için hazırlanmış derece takımı(Örneğin ,ara pervazlı vagon tekerlek kalıplaması için derece takımı.)
e.Derece ve maçaların kurutulmasında kullanılan levhalar.

41- El ile Maça İmali :

Maça imalinde,sentetik kum,kullanma kumu,kalıp balçığı ve bazende metalsel malzemeler kullanılır.

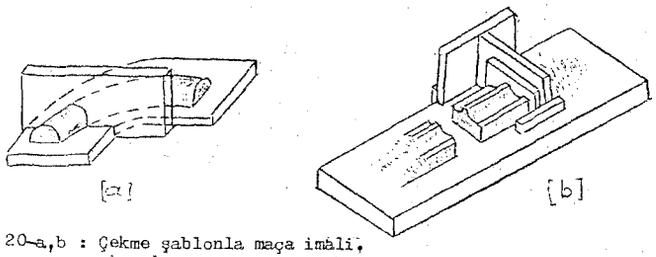
Kumdan maçalar çok kere kurutulduktan sonra,nadirende yaş olarak kullanılır. Kurutma çeşitli sıcaklıklarda (maça bağlıyıcıları kısmında bahsedildi)yapılabilir.Kurutma sıcaklığı yüzeysel kurutma ile pişirme durumlarına göre değişir. Elile maça imali şu şekillerde yapılır.

a)Maça sandığı ile (Maça sandığı imaline bakınız)

b)Şablon ile maça imali,

1-Çekme şablonla maça imali:

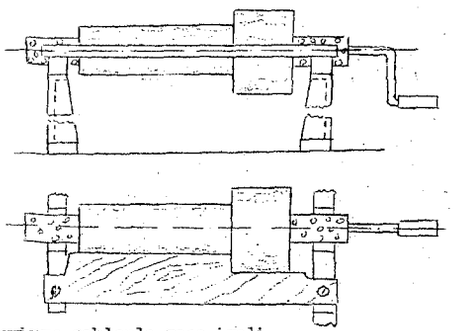
Boyut bakımından büyük,adet olarakta az sayıda maça imali gerektiğinde çekme şablonla yapılması en ekomiğidir. Şekil 20-a 'da bir dirsek maçası şekil 20-b 'dede doğrusal şekilli bir maçanın çekme şablonla imali görülmektedir.



Şekil 20-a,b : Çekme şablonla maça imali.

2-Çevirme şablonla maça imali:

Dönel şekilleddeki büyük maçalarında en ekonomik elde ediliş şekli çevirme şablonla elde etmektir.Maça demiri olarak üzeri delikli gaz borusu kullanılır.Bu boru maça imali sırasında şablon mil,döküm esnasındada üreyen



Şekil 21 :Çevirme şablonla maça imali

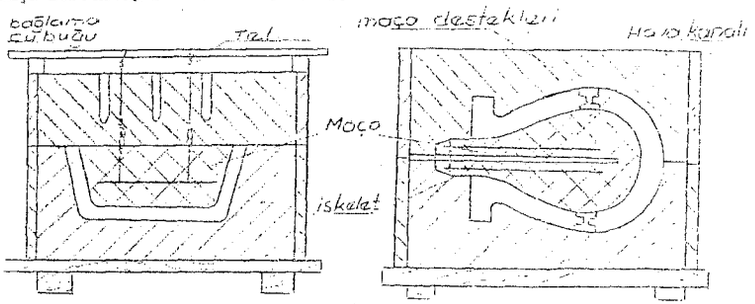
gazların dışarı çıkmasını sağlar. Borunun üzerene maçaya elastiklik vermesi ve gaz geçirgenliğini artırması için ağaç talaşından veya samandan yapılmış halat,onun üzerine-de balçık sıvanmak suretiyle maça imali tamamlanır. Şekil 21 'de bu amaç için kullanılan bir maça tornası ile imal görülmektedir.

411- Metalsel Maçalar:

Adet olarak fazla ve şekil olarakta basit olan maçalar demirden yapılabilir. Bu çeşit maçaların dökümden sonra çıkarılma yönüne gere-hafif bir konikliklik verilmesi gerekir. Maça malzemesi olarak-kır dökme demir ve çelik kullanılan metalsel maçaların dökümden-hemen sonra çıkarılmaları lazımdır,sıra geç çıkarılma halinde kır dökme parçalarda sertleşme meydana gelir.

412- Maçaların Yerleştirilmesi :

Maçaların döküm esnasında oynamaması ve şeklini-muhafaza etmesi lazımdır. Bu hususu,yani maça dayanımının artırılması için,maça içine takviyeler;ayrıca maçanın tesbiti içinde maça başları tanzim edilir.Fakat genede çok kere özel maça desteklerine lusun hasıl olur.



Şekil 22 :
Maçaların yerleştirilmesi ve desteklenmeri.

Bu desteklerin dökülücek malzemelerin cinslerine göre seçilmeleri gerekir
1.Kır dökme demir ve çeliklerde .....Demir (üzeri kalayla kaplanmış)
2.Demir olmıyan metallerin dökümünde...Cu,Bronz,Zn,Al, vs.

Desteklerde dikkat edilecek husus cidarla iyi kaynaması ,fakat kalıp doluncaya kadarda destek görevlerine devam edebilmeleridir. Bu nedenle bunların erime noktalarının döküm sıcaklığından biraz yüksek olması gerekir

42- KALIPLAMA

Elile kalıplama işlemi model ile derecede veya yerde,model plakası yardımı ile derece içinde yapılabilir.

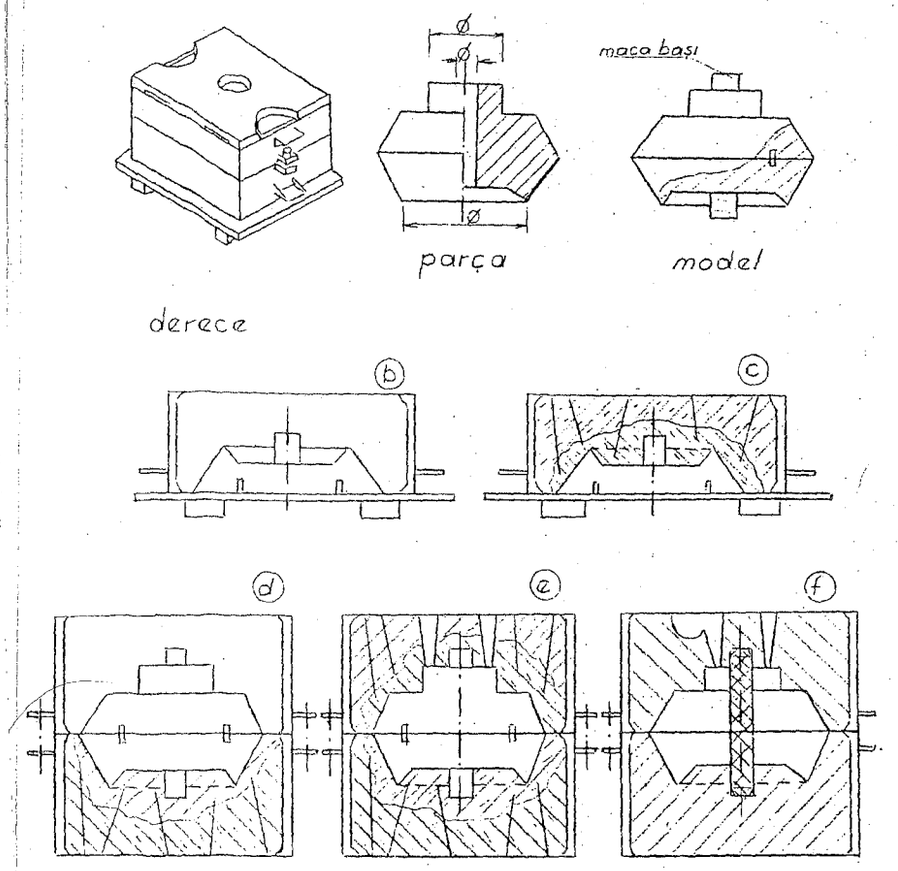
421- Derece ile Kalıplama:

Kalıpların sıkıştırma basıncından,çevrilmesinde ve taşınmasında dağılmaması için derece adı verile çerçeveler kullanılır. Bunlar çok kere kır dökme demirden,bazende dökme çelikten,saçtan,hafif metallerden,ağaçdan ve muhtelif şekillerde yapılabilir.

Bir kalıplama işlemi için iki veya daha fazla derece gereklidir. Böylece her derecede kalıbın bir kısmı bulunmuş olur. Dereceler birbirine kılavuz pimleri vasıtasıyla bağlanırlar.(Şekil 23)

Dereceler ayrıca kum kütlesinin düşmemesi için pervazlı ve-ara oidarlı olarakta tanzim edilirler.Bunların dışında menteşeli olarak (ağaç dereceler) açılabilir bir şekilde yapılmış dereceler de vardır.

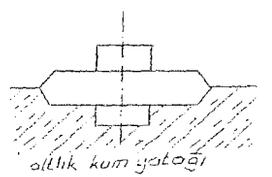
4211- Kalıplamada işlem sırası:
Derece içinde elle kalıplanacak bir makina elamanın kalıplanmasındaki işlem aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 24: a-Boş bir derecenin görünüşü, b,c,d,e,f-Bir iş parçasındaki kalıplama safhalarının şematik görünüşü.

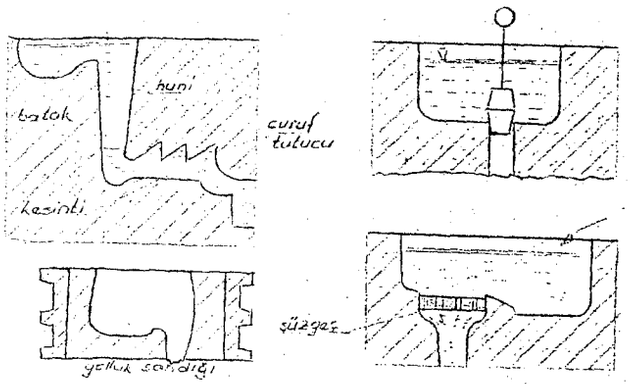
1.Pimsiz parça model tahtası üzerine konur. (Şekil 24-b)
2.Model tozlanır.
3.Model kumu 3-5 cm kalınlıkta konarak sıkıştırılır.
4.Doldurma kumu tabaka tabaka konarak sıkıştırılır.
5.Üst yüzey sıyırma cetveli ile sıyırılır.
6. 20-50 mm ara ile ve şiş modele değmeyecek bir şekilde şişlenir.(Şekil 24-c)
7.Derece 180° çevrilir.
8.Bölüm yüzeye mala ile düzlenir,iki derece yapışmaması için kömür tozu serpilir.
9.Modelin pimli kısmı oturtulur. (Şekil 24-d)
10.Model tozlanarak çıkıcı ve yolluk takozları yerleştirilir.
11.3-5 cm model kumu konularak sıkıştırılır.
12.Doldurma kumu doldurularak sıkıştırılır.
13.Sıyırma cetveli ile fazla kum sıyırılır.
14.20-50 mm ara ile şişlenir. (Şekil 24-e)
15.Çıkıcı ve yolluk takozları dışarı alınır.
16.Üst derece kaldırılıp 180° çevrilip kum yatağına konur.
17.Çıkarma pimleri ile model parçaları dışarı alınır .
18.Yolluk memeleri ve curufluk yapılır.
19Gerekiyorsa tamirat işleri yapılır.
20.Tozlama(yaş kalıp),boyama(kuru kalıp) ve kurutma işleri yapılır.
21.Dereceler tekrar birleştirilerek ve gerekiyorsa ağılaştırılarak döküme hazır vaziyete getirilir. (Şekil 24-f)

4212- Yardımcı model tahta veya kısımları:
Model bölme yüzeyi oymıyan veya düz olmıyan sıkıştırma yüzeylerinde uygulanır. Yardımcı kısım;içerisinde kum sıkıştırılmış ve üzeri düzlenmiş bir derece veya yer olabilir. Model önce yardımcı kısma vurularak gömülür. Sonra alt kısım yapılarak yardımcı kısımla birlikte çevrilir,yardımcı kısım kaldırılır ve üst kısım yapılır. (şekil 25)



Şekil 25: Modelin yardımcı kısma oturtulması.

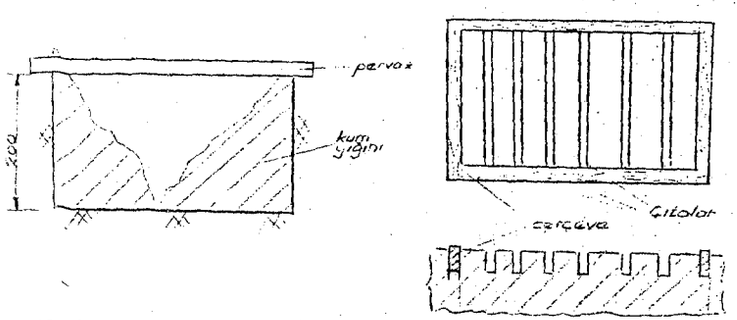
4213-Yolluk,Çıkıcı ve Doldurma Kafaları:
Yolluklar,ergimiş metalin kalıba uygun bir zamanda dolmasını,bunun yanında curuf ve oksitlerin kalıp boşluğuna gitmemesini sağlaması gerekmektedir. Curuf ve oksitlerin girmemesi için yolluk ağızlarına batak tabir edilen kısım açılır.Batak potadan dökülen metalin etrafa sıçramamasını,kalıba muntazam bir akımla girmesini,curufun özgül ağırlık farkından yüzeyde toplanmasını sağlar.Bu şartları sağlıyabilmesi için batağın bütün dökme esnasında dolu tutulması gerekmektedir. Ayrıca yolluğun kalıpla birleştiği kısımlardada bazı kostrüktif tedbirlerlede curufun kalıp boşluğuna girmemesine çalışılır.Bunun dışında büyük kalıplarda tıkaçlı yolluk,kalıbın üzerinde batak açacak kısım yoksa veya basınç artırılmak istenirse yolluk sandıklarıda tanzim edildiği gibi curuf tutucu süzgeçlerde kullanılır.



Şekil 26:Curuf süzme tedbirleri,batak,tıkaçlı yolluk,süzgeçli yolluk.

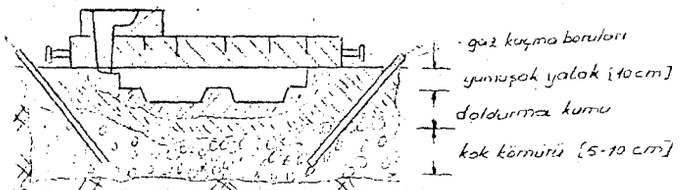
422- Yerde Kalıplama :
Kalıp yapmada kullanılan en basit usuldür. Dökümhane zemini bu iş için kullanılır . Bundan dolayı bu döküme yer dökümü ve bu amaçla hazırlanan zeminede dökümü yatağı adı verilir. Yer yatağı küçük dökme parçalar için hazırlanan yumuşak yataklar, ve büyük dökme parçalar için hazırlanan sert yataklar olmak üzere iki şekilde tanzim edilirler.

4221- Yumuşak yataklar:
Bu yatakların üst kısmı sert altı yumuşaktır. Dökümhane zemininde 200 mm derinliğinde dörtgen şeklinde çukur açılır.Dört köşesine kumdan yığınlar yapılır. Üzerine iki pervaz paralel oturtulur ve üçüncü perva ile kumun yüzeyi sıyrılarak düzlenir,üzerine model kumu elenir.Pervazların üzerine 8-10 mm kalınlığında çıtalar dizilir,üzerine tekrar kum elenir ve pervazla düzlenir,çıtalar kaldırılır. Model bastırılmak suretiyle kumda şekli çıkartılır.



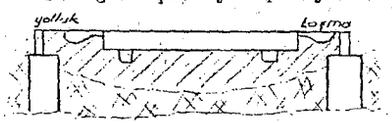
Şekil 27: Bir yumuşak yatağın hazırlanması.

2122- Sert Yataklar :
Sert yatakların alt tabakaları sert,yüzey yumuşaktır. Bu çeşit yataklarda büyük ve ağır parçaların kalıplanması yapılır. Bu yataklarda çukur 400-500 mm derinliğinde kazılır,dip kısmına 50-100 mm kalınlığında bir tabaka kok kırığı ve gazların dışarı tahliyesi içinde borular yerleştirilir.



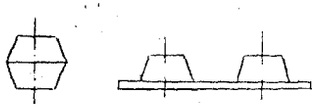
Şekil 28:Yerde kalıplamada kapalı bir sert yatak.

Yer kalıpları ister sert ister yumuşak olsun,üzerlerinin açık ve kapalı olma durumlarına göre açık veya kapalı yer kalıpları diye adlandırılırlar. Açık Yer kalıpları enaz bir yüzeyi düzlemsel ve bu yüzeyin dökümden temiz çıkması gerekmiyen durumlarda,ucuz olması amacıyla; kapalı yer dökümü ise, düzlemsel olmıyan karışık şekilli parçaların kalıplanmasında kullanılır.

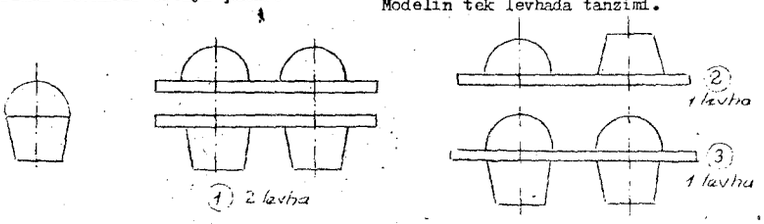


Şekil 29:Açık bir yer kalıbı.

423- Model Levhası İle Kalıp İmali :
Model levhaları ile kalıp imalinde,model doğrudan doğruya model tahtası veya sıkıştırma tahtasına bağlıdır.Model levhasında derecenin iyi oturması ve ayar bozulmadan çıkarılması için pimler tanzim edilmiştir. Bu levhalara bazen yolluk ve çıkıcıların modelleride bağlanır.
Bölüm yüzeyleri simetrik olan modeller için bir tek model levhası kullanmak kafi gelir. (Şekil 30)
Şekil 31 'de ise bölme yüzeyine göre farklı iki parçaya ayrılan bir modelin tek ve iki levha ile imal edilebilme imkanı görülmektedir.
Bu şekilde tek taraflı,çift taraflı ve evrimli levhalar ortaya çıkar.



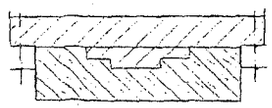
Şekil 30:Bölüm yüzeyi simetrik bir Modelin tek levhada tanzimi.



Şekil 31 :Bölme yüzeyine göre farklı iki parçaya ayrılan modelin tek ve çift levha ile yapılabilme durumları.

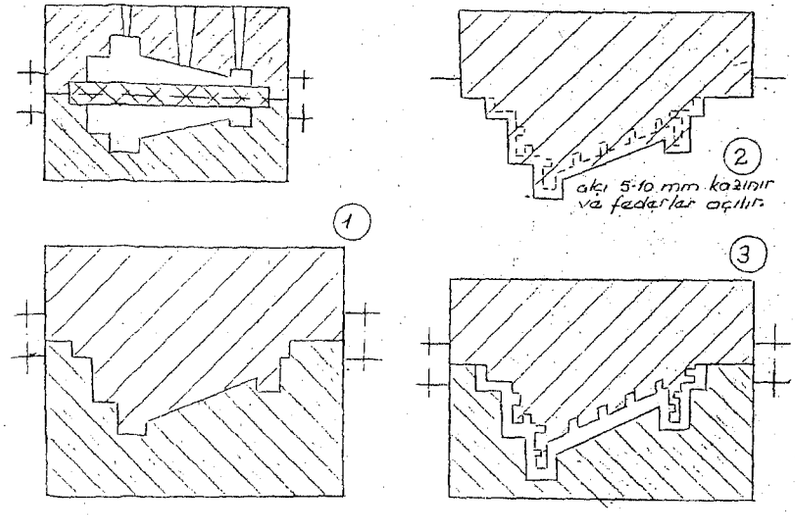
4231- Dökme Model Levhalar :
Model levhası döküminde malzeme olarak; alçı,demir,kalay , çinko,alüminyum, Al-Zn,bronz alaşımları kullanılır.
Alçıdan model levhası imalinde evvela normal bir kalıplama yapılır.-Dereceler ayrıldıktan sonra derece üzerine yerleştirilen bir çerçeve içine alçı veya çimento bulamacı dökülür. Bulamacın hazırlanması şu şekildedir.

100 gr su 140-150 gr adi alçı
veya 200-250 gr özel kalıp alçısı



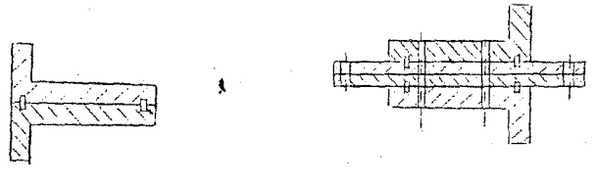
Şekil 32:Alçıdan model levhasının hazırlanması

Metalsel model levhaları ise doğrudan doğruya sıvı metalin dökülmesi ile elde edilir.Çift taraflı model levhalarının döküminde ise bu işlem;kalıbın döküm çerçevesi ile derece arasında tanzim edilmesi suretiyle yapılır.
Tek taraflı ve yüksek modellerin imalinde kazıma usulu tatbik edilerek ince cidarlı,yekpare model ve model levhası elde edilir.
Bu çeşit model levhası elde edilmesinde kalıba başlangıçta alçı dökülür,sonraki işlemde üst derecenin fonksiyonunu yüklenecek olan bu alçı yüzeyinden 5-10 mm kazınmak suretiyle doğacak boşluğa sıvı metal dökülerek model levhası imali gerçekleştirilmiş olur.Şekil 32 'de bu işlemin safhaları görülmektedir.



Şekil 33: Kazıma usulü ile model levhası imali,

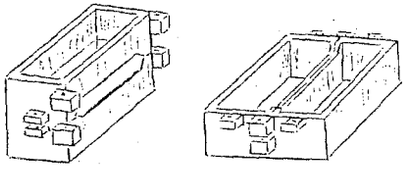
4232- Bağlantılı Model Levhaları :
Bölüm yüzeyi veya tabanı düz olan modeller model levhasına pimlerle bağlanırsa bunlara bağlantılı model levhaları adı verilir.



Şekil 34 : Bağlantılı model levhası.

4233- Pim Delikli Model Levhaları :
Muh telif modellerin bağlanabilmesi için üzerlerine birçok delikler açılmış model levhalarıdır.Dökülecek parça sayılarının az olması durumlarında bunların kullanılması ekonomiktir. Ağaç veya metalden yapılmış modelen üzerinde lavha üzerindeki deliklerin mesafesi kadar açıklıklarda pimler vardır. Bu suretle model parçaları levhaya kolaylıkla takılıp çıkartılabilir.

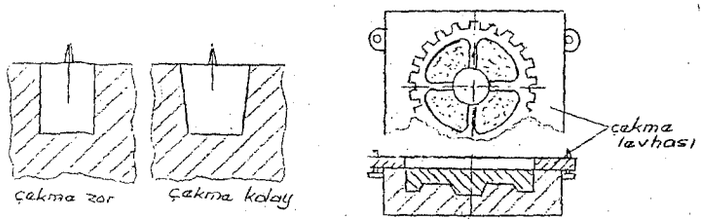
4234- Evirtimli Model Levhaleri :
Bir model levhası üzerine modelin yarıları simetrik olarak bağlanırsa evirtimli model levhaları elde edilir. Evirtimli model levhalarının imalinde Şekil 35 'de görüldüğü gibi bir çift evirtim derecesi kullanılır.



Şekil 35 : Bir evirtim derecesinin açık ve kapalı durumları.

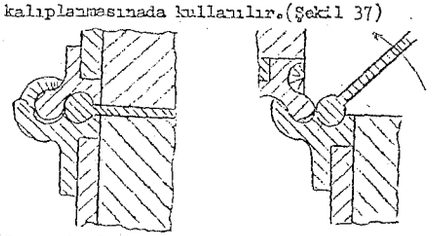
4235- Klişe Modal Levhaları :
Dökümhanelerde çok kere değişik sayıda küçük parçalardan dökmek gerekebilir. Böyle hallerde klişe levhalar kullanılır. Bu durumda bir toplama çerçevesi i içinde modeller tıpkı matbaalarda olduğu gibi, klişeler halinde birbirlerinin yanına yerleştirilerek tesbit edilirler.Levha üzerindeki bu modeller sipariş değiştikçe istenildiği gibi değiştirilebilirler.
Klişe model levhalarının imali için küçük bir evirtim çerçevesine,bir ara levhasına,bir kapak derecesine ve bir kaç tanede sınırlandırma cetveline ihtiyaç vardır.

4236- Çekme Ve Sıyırma Levhaları :
Konikliği az veya hiç olmıyan modellerin kumdan çıkarılması zordur.Bu gibi durumlarda modelin kumdan gevşetilmesi gerekir ki-boyut hassasiyeti istenen parçalarda buna müsaade edilmez. Örneğin bir dişli çarkın kumdan çıkarılması büyük bir el melikesi ister. Böyle durumlarda çekme veya sıyırma levhası kullanmak suretiyle bu iş kolaylaştırılır. Dişli modelin diş profiline göre hazırlanan çekme plaka sayesinde modelin kumdan çıkarılmasında kalıp bozulması önlenmiş olunur. (şekil 36)



Şekil 36 : Çekme veya sıyırma levhası yardımı ile modelin kalıpdan çıkarılması

4237- Eklemli Dereceler :
Eklemli model levhaları kalıptan bir daire yayı eğrilliğinde çıkarılırlar. Bunlar için özel eklemli dereceler kullanılır. Bu usul bilhassa kabartmalı modellerin kalıplanmasınada kullanılır.(Şekil 37)

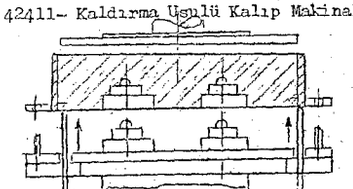


Şekil 37 : Bir eklemli dereceden levhanın çıkarılmabı.

424- MAKİNA İLE KALIP İMALİ
İşçiliğin artması seri imalatın yerleşmesi,pazarlamada rekabetin artması karşısında elile kalıplamanın yerine makina ile kalıplama almıştır. Bu şekilde kalıplama işi aynı zamanda işçilerin subjektifisinden alınarak makina hassasiyetine terkedilmiş olmaktadır.
Mamafih tek parçaların,özel büyük dökme parçaların imalinde el'an el ile kalıplamaya baş vurulmaktadır.-
Makina ile kalıplamada işçilik masrafı azalmakta,buna mukabil ilk tesis masrafları artmaktadır.
Bu çeşit kalıplama işlerinde kullanılan makinalar kalıplama makinaları diye adlandırılırlar. Bunları yaptıkları işe göre ikiye ayırmak mümkündür.
a. Dış kalıp makinaları veya kısaca kalıp makinaları,
b. İç kalıp veya maça makinaları,
Kalıp makinaları ayrıca çeşitli kalıplama işlemlerini yerine getirdiklerine görede üç gurupta toplanırlar.
I. Modelin kalıptan çıkarılması,
II. Kumun sıkıştırılması bazende aynı zamanda doldurulması,
III. Özel kalıp makinaları (boru,dişli çark kalıbı gibi),

4241- Modelin Kalıptan Çıkarılması :
Modelin kalıptan çıkarılmasına göre kalıplama makinaları 4guruba ayrılırlar. Bunlar kaldırma,indirme,çekme ve çevirme usulu kalıp makinalarıdır.

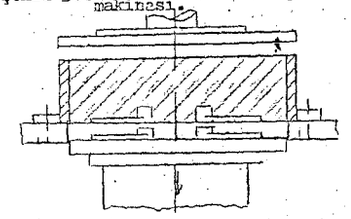
42411- Kaldırma Usulü Kalıp Makinaları :



Şekil 38:Kaldırma usulü kalıp makinası.

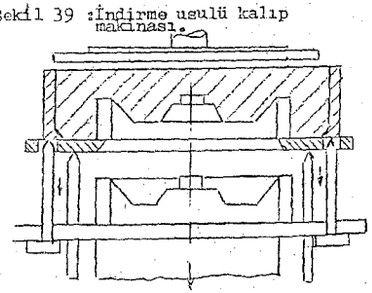
Küçük ve orta büyüklükteki parçalarda Derece kaldırılma suretiyle model levhası kalıptan çıkarılır.
Bu usulle çalışan makinalara kaldırma usulü kalıp makinaları denir.(Şekil 38)

42412- İndirme Usulü Kalıp Makinaları:
Alçak modellerin yani yassı parçaların modeli,sıkıştırılan kalıp derecesinden aşağı indirilmek suretiyle kalıpdan çıkarılır.Bunlara indirme usulü kalıp makinaları denir.Kumun sıkıştırılması model levhasının kuma bastırılması yani kaldırılması ile yapıldığından derece büyük (ağır) olmamalıdır.



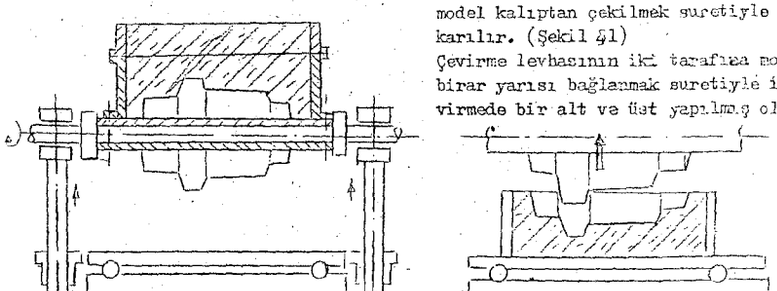
Şekil 39 :İndirme usulü kalıp makinası.

42413- Çekme Usulü Kalıp Makinaları:
Yüksek-ve dik eğimli parçaların modelleri için çekme usulü uygulanır.Bir çekme levhası yardımı ile derece kaldırma usulünde olduğu gibi kaldırılarak modelden uzaklaştırılır. Modelin yüksekliği çekme yüksekliğinin yüksekliği kadar fazla tutulmuştur. Kum sıkıştırıldıktan sonra çekme levhası kalıpla birlikte yukarıya kalkar veya model levhası aşağıya inier.Böylece çekme levhası kalıbın kenarlarının bozulmasına engel olur. (Şekil 40)



Şekil 40 :Çekme usulü kalıplama makinası.

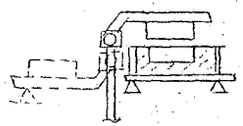
42414- Çevirme Usulü Kalıp Makinası :
Bu usulde yüksek ve çıkıntılı (göbekli) parçaların modeli normal olarak sıkıştırıldıktan sonra model levhası ve derece birlikte çevrilir. Müteakibende model kalıptan çekilmek suretiyle çıkarılır. (Şekil 41)
Çevirme levhasının iki tarafına modelin birar yarısı bağlanmak suretiyle iki çevirmede bir alt ve üst yapılmış olur.



Şekil 41 :Çevirme usulü kalıp makinası ve modeli çıkarılma doğrultusu.

Ayrıca çevirme usulu katlama usulü olarakta tanzim edilebilinir. (Şekil 41-b) Burada derecenin tesbit edildiği tabla kendi-ekseni etrafında değilde bağlandığı mil etrafında 180° döndürmek suretiyle çıkarılma işlemi yapılır.

Çevirme makinaları büyük kalıpların imalinde elverişli değildir,çünkü ağır ve kullanılmaları güç olur.



Şekil 41-b:Çevirme usulü kalıp makinası.

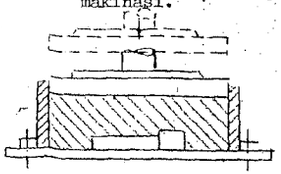
4242- Kumun Sıkıştırılması :

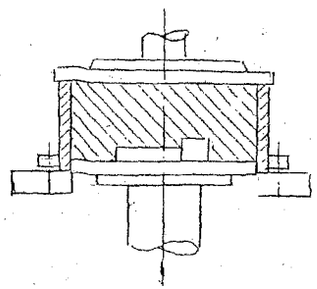
Kumun sıkıştırılması için birçok usuller geliştirilmiştir. Bunlar;

a)Basma esasına göre,

b)Sarsma esasına göre,

c)Savurma esasına göre kumun sıkıştırılmasıdır.





Şekil 42-a,b:Basma usulu ile kumun sıkıştırılması.
a:ıstanpa inmesiyle;b:modelin kaldırılmasıyla sıkıştırma.

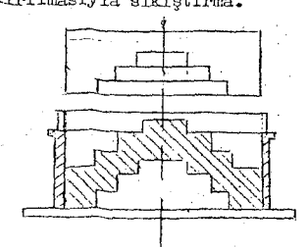
42421- Basma Usulü :

a.Kum bir mekanizma veya basınçlı hava ile hareket ettirilen bir stanpa ile derece içinde sıkıştırılır.(Şekil 42)

b.Kum model levhasının yukarı doğru kaldırılması ile sıkıştırılır.(Şekil42b)

Her iki usuldede kum basma yulu ile sıkıştırılmaktadır.Bu arada kumun sıkıştırılmasının hidrostatik kanunlara tabi olmadığı unutulmamalıdır. Bu bakımdan basınç,yani sıkışma basma yüzeyinden uzaklaştıkça hafifler. Ayrıca kalıbın sıkışması farklı yüksekliklerde değişik bir durum arz eder. Bu durumun ortadan kaldırılması için modelin şekline göre profillenmiş ıstanpalar kullanılır. (Şekil 43)

Fakat bu çarede başkā türlü mahsurlar ortaya çıkardığından,basma usulü 350 mm den daha az yüksekliktekī dereceler ve yassı modeller için kullanılması tavsie edilir. Istanpa pres basıncı,demir dökümünde 4,0 ; Çelik dökümünde ise 5 kp/cm² civarında alınır.

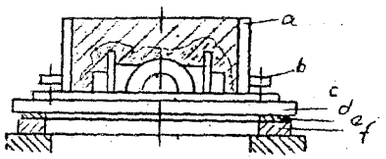


Şekil 43 :Modelin şekline göre profil verilmiş ıstanpa ile kumun sıkıştırılması.

42422-Sarsma Usulü :

Model levhası üzerine oturtulan derece kum doldurulduktan sonra bir sarsma mekanizması yardımı ile sıkıştırılır. Bu işlemde sıkışma;sarsama sonunda hareket eden kumların ataletleri ile altında bulunanları bastırması sonucunda meydana gelir.

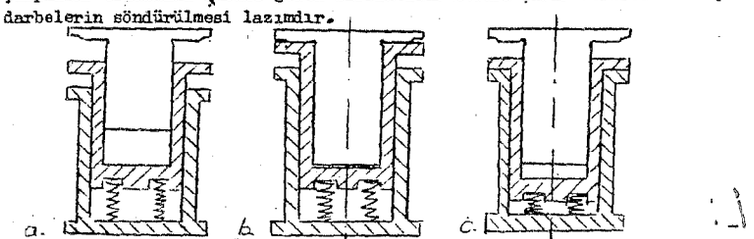
Sıkışma yukarı doğru azalır,fakat bu durum döküm tekniği bakımından iyidir.Zira şişlemeye luzum kalmadan derecenin üst yüzeyinin gaz geçirgenliği daha yüksek olur.Yalnız derecenin döndürülmesi esnasında yüzeydeki kumların dökülmemesi için ıstanpa ile bastırılması genede gereklidir.



e-Çarpma yüzeyi
d-Sarsma masası
c-Model levhası
b-Model derece sürgüleme
a-Derece

Şekil 44 :Sarsma usulu ile sıkıştırma.

Bu çarpmalar esnasında kusule gelen sarsıntılar etrafa zarar verir.Bunun için bu darbelerin söndürülmesi lazımdır.

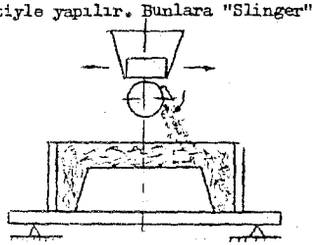


Şekil 45 :Sarsma makinasındaki darbelerin söndürülmesi.
a-başlangıç , b-çarpma , c-söndürme

Çarpmasız çalışan sarsma makinalarıda vardır. Bunlarda başlangıçta hava verildiğinde sıkıştırma masası yukarı yayla sustalı örs ise aşağı iner,hava tahliye edilince masa aşağı düşerken örsde yayın etkisi ile yukarı çıkar ve "yapışan birleşme" diye adlandırılan çarpma meydana gelirki buda zemini fazla sarsmaz.

42423- Savurma Usulü :

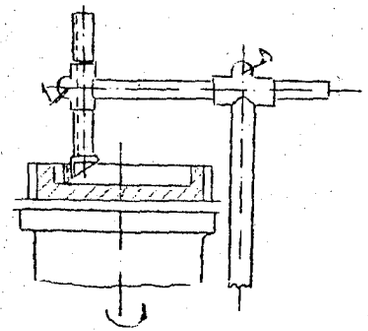
Kumun sıkıştırılması hem ataleti hemde knetik enerjisinden istifade edilmek suretiyle yapılır. Bunlara "Slinger" makinalarıda derler..Makinaya bağlı bir kum deposundan bir şeritli götürücü vasıtasıyla,savurma kafasının ekseni doğrultusundan sürekli olarak kum beslenir.(Şekil 46) Savurma kanadı yumruk büyüklüğündü biriktirdiği bu kumları derecenin içerisine savurur. Savurma kafası yatay haraketlibir eklemli kolun ucunda bulunduğundan, derecenin üzerinde gezdirilebilir. Savurma makinaları modeli kalıptan çıkarma tertibatı ile birlikte çalışabilir.



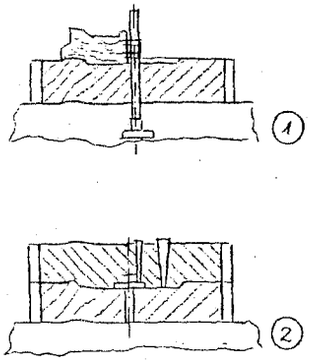
Şekil 46 :Savurma ile kum sıkıştırma makinası

4243- Özel Kalıp Makinaları :
Bu makinalar sadece o özel imalatın kalıplarının yapılmasında kullanılan makinalardır.
42431- Boru Kalıp Makinaları :
Düşey boru kalıplama için kullanılır.Boru derece ve modelleri,karosel tarzında dönen bir levha veyahut sıra halinde olarak bir sahanlığın kenarına,manşon kısımları aşağıya gelecek şekilde tanzim edilir.

42432- Dişli Çark Kalıp Makinaları:
Dişli çark modellerinin ağaçdan yapılması; işçilik masraflarının yüksekliği, deformasyonlardan şeklinin bozulması,tamirindeki güçlükler,kalıplama zorlukları nedenleri ile mahsurludur. Bilhassa büyük ve az sayıda dahi imal edilecek dişli çarklar için şekil 47 'de görülen makina elverişlidir.



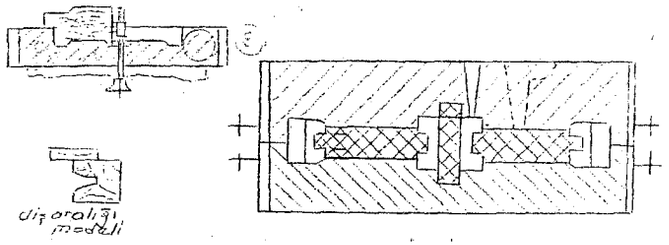
Şekil 46 : Dişli çark kalıp makinası
Bu makina ili bir dişli çarkın yalnız çember kısmının kalıbı yapılır.Göbek ve kol kısımlarının formu ise, ya model yardımı ile veyahut maçalar yerleştirmek suretiyle kazandırılır.



Şekil 47:Dişli kalıplaması.

Burada takip edilen işlem sırası şu şekildedir.
1. Evvela üst derece modeli şablonlanır.
2.Üst derece kalıplanır.
3.Alt kısım şablonlanır.
4.Alt derece üzerinde dişli kalıp makinası ile dişler yapılır.
5.Göbek ve kollar maçalarla tanzim edilir.

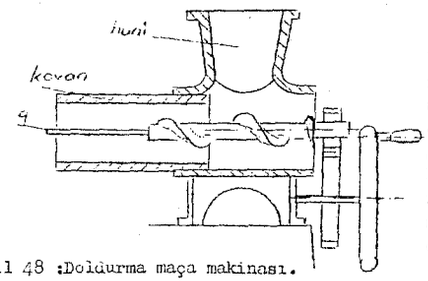
4244- Maça Makinaları :
İç kısımlara şekil veren maçaların kalıplamasıda makinalarla yapılabilir. Bu suretle maçalarında çabbuk ve sıhhatli yapılması mümkün



Şekil 47 : Dişli çark kalıplaması.

olur.Karışık şekilli ve çok sayıda imal edilecek maçaların, bilhassa esas maça birkaç kısımdan meydana gelmiş ise,makina yapılması çok avantajlar sağlar. Bu makinalar da doldurma,sürme,press,sarsma ve üfleme prensiplerine göre çalıştıklarından bu adlarla anılırlar.

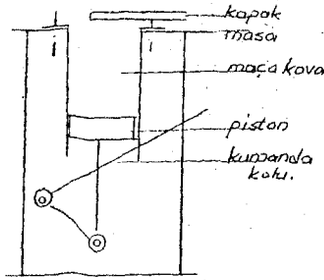
42441- Doldurma Makinaları :
Küçük ve orta çaptaki silindirik maçalar,makina parçaları döküminde cıvata yerleri,göbek kısımları,eksen ve yatak yuvaları vb gibi yerlerin boş çıkarılmalarında çokça kullanılırlar. Şekil 48 'de kıyma makinası gibi çalışan bir doldurma makinası görülmektedir. Burada kovan çapı imal edilecek maça çapına göre ayarlanır.Kovandan çıkan maçalar kum yatağı veya bir dalgalı saç üzerine alınarak istenen boyda kesilirler. malafa şeklinde çalışan (g) çubuğu vasıtasıylada gaz deliği bırakılmış olur.
Doldurma makinaları çok kere iki büyüklükte;10-60 ve 60-150 mm çapında maçalar için imal edilir.



Şekil 48 :Doldurma maça makinası.

42442- Sürme Makinaları :
Küçük boydaki silindirik ve prizmatik maçaların imalinde kullanılır. Burada işlem sırası şu şekildedir.
1.Maça kumu doldurulur.
2.sıkıştırılır.
3.Yüzeye sıyrılır.
4.Maça şişlenir.
BiPistonla itilmek suretiyle dışarı çıkarılır.

Bu çeşit makinalarda maça kovanı değiştirilebildiği gibi boylarıda ayarlanabilir,Şekil 49 'da bir sürme maça makinasının çalışma prensibi görülmektedir.



Şekil 49 : Bir sürme maça makinasını şematik olarak çalışma prensibi.

42448- Pres Makinaları :
Küçük maçalar için maça levhaları kullanılarak presde basmak suretiyle imal olunurlar. Knüttel ile büyük maçaların da-yapılması mümkün ise de bu takdirde maçanın-maça sandığından kaldırma usulü ile çıkarılması icap eder.

42444- Sarsma Makinaları :
Kalıp makinalarınad görülen her sarsma makinası ile maça imal etmek mümkündür. Özel maça sarsma makinaları ise;yüksek maça sandıklarını bağlamaya-yarıyan bir bağlama tertibatı ve maçanın sandıkta gevşemesini temin eden bir sarsıcı (vibratör) ile techiz edilmiştir.

42445- Üfleme Makinaları :
Maça üfleme makinaları iki prensibe göre çalışırlar.
a. Küçük maçaların imalinde daha elverisli olan,maça kumunun basınçlı hava ile karışık bir vaziyette maça sandığına üflenmesi esasına göre,
b. İstenilen büyüklükte maça imaline imkan veren;basınçlı havanın bir kum sutununu maça sandığına üflemesi esasına göre maça imali. Bu ikinci usulde maça sandığı hava basıncına maruz değildir.

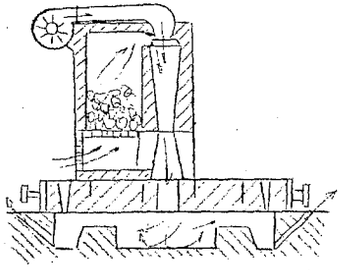
43- SÜREKLİ KALIPLAR :
Her dökümden sonra yenilenmiyen kalıplara sürekli kalıplar veya kokil kalıplar adı verilir.Bunlarda;
a.Seramik sürekli kalıplar,
b.Demir sürekli kalıplar olarak iki sınıfda toplanabilir.

431- Seramik Sürekli Kalıplar :
Bunlara seramik kokil veya yapma kalıp da denilir.Bir seramik yapma kalıbın hazırlanmasında kalıp malzemesi olarak ;
% 40-50 Kuvarz tozu (kum)
% 30-40 Şamot tuğla (akeş tuğlası)
% 10-20 Ateşe dayanıklı kil
% 5 Kömür tozo
% 5 Doğranmış sığır kılı kullanılır. Bu kalıp 600 °C 'da kurutulur.Mütaakiben kalıp petrol ve grafik karışımı sıvı ile boyanır.Dökme parçaların kendini çekmesi neticesinde doğan gerilmelerden bozulmazlarsa takriben 80-100 döküm dayanırlar.
Fakat gene de en çok kullanılan dökme demir veya çelik ten imal edilmiş sürekli kalıplardır.

432- Demirden Sürekli Kalıplar :
Demirden yapılmış kalıplarının ısı iletme kabiyetlerinin yüksek olması sebebiyle dökümün soğuması hızlı olur. Bu bakımdan bilhassa dış kısmı sert olması icap eden parçalarını döküminde çok elverişlidir. Demir kalıplarının ömrünün uzatmak için kalıbı yaklaşık olarak 200 °C sıcaklıkta tutmak gerekirdir. Bunu sağlamak içinde sürekli kalıplar , alev noktası 200 °C 'dan yüksek yağ ile soğutulurlar.
Bu çeşit dökümde ;dökme parça kalıptan sıcak olarak çıkarılır,müteakiben hızlı veya kuma gömmek suretiyle yavaş olarak sogutularak istenilen yapı elde edilir. Demirden sürekli kalıplarda da boyama ve tozlama işlemi yapılmak suretiyle, dökme parçanın kalıba yapışmaması ve kalıp ömrünün uzatılması sağlanmış olur. Sürekli kalıplar parça sayısı çok olduğu durumlarda kullanıldıklarından,genellikle kalıp makinası şeklinde tanzim edilirler.

44- BOYAMA VE KURUTMA :
Kalıpların gerek sıvı metalle temas eden kısımlarının ateşe dayanıklığını-arttırmak ve gerekse dökme parçanın yüzeyinin temiz çıkmasının temin etmek için; yaş kalıp ise özel tozlar,kuru kalıp ise boya denen özel bulamaçlarla boyanırlar. Toz olarak;odun kömürü,grafit veya kuvarz tozu,bentonit ve kok karışımı tozu; boya olarakta-bu tozların su ile-karışımı örnek olarak gösterilebilir. Yağlı kumdan ve balçıktan yapılmış kalıpların ve maçaların , dayanımlarının artırılması ve gözenekliliğinin sağlanması için kurutulmaları gerekir. Maçalar yaklaşık olarak 200 °C, balçık kalıplar ise 350 °C ve nadirende 600 °C 'a kadar sıcaklıklarda kurutulurlar. Kurutma vasıtaları olarak;ısı kapacağı kok,briket,gaz,sıcak su ve elektrik enerjisi olan,seyyar sobalar,kurutma odaları,kurutma tünelleri,kurutma dolapları vd. kullanılır.

441- Taşınabilir Sobalar :
Yer kalıpları taşınamaz olduklarından, kokla ısıtılan ve icabında vinçle taşınan seyyar sobalara birleştirilmek suretiyle kurutulurlar.(Şekil 50)

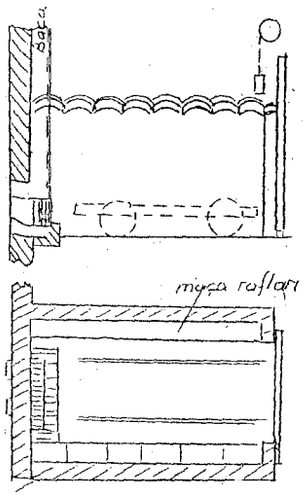


Şekil 50-Seyyar bir soba ile kalıbın kurutulması.

442- Kurutma Odaları :
5-10 m uzunluğunda, 3-8 m genişliğinde ve en az 2 m yüksekliğinde olan bu odaların, ısı kayıplarının azaltılması için çevreleri çift duvar örülmek suretiyle korunmuştur. Kalıp ve maça bir arada kurutulabilir. Kok ile ısıtılanlarda odanın m^3 'ü başına 4-4 kg kok sarfiyatı gerekir. (Şekil 51)

443- Kurutma Tünelleri :
Kurutulacak kalıp ve maçalar haraketli bir ıskara üzerinden yanma gazlarına karşı haraket ettirilirler.Bu tüneller kütle halinde imalat yapan büyük dökümhanelerde tanzim edilirler.

444- Kurutma Dolapları :
Küçük maçaların kurutulmasında,saçdan imal edilmiş kurutma dolapları kullanılır Bunların ocaklarında kok;her hangi bir sıvı yakıt yakıldığı gibi elektirik direnci ile ısıtılanlarıda tanzim edilmiştir.



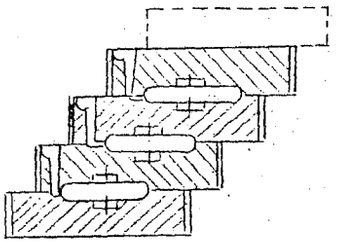
Şekil 52 :Kurutma odası

Yukarıda sayılan bu kurutma vasıtalarının dışında sadece maçaların kurutulmasında (pişirilmesinde) kullanılan sıvı veya katı yakıt veyahutta elektrik enerjisi ile ısılan fırınlar olduğu gibi; Modern bir usul olan maçaların sıkıştırma ve pişirilmesinin bir arada yapıldığı dielektrik esasına göre kurutma yapan pişiriciler de vardır. Bu sonuncusunun perensibi; elektro statik alanda hızlı bir dalgalanmanın,moleküler ölçüde iletken olmıyan malzemeleri ısıtabilmesidir. Fakat bu usul ile yapılan maça imalatlinde özel maça bağlıyıcıları gereklidir.

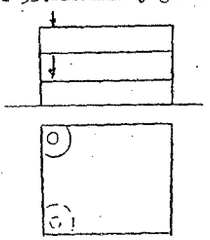
45- DÖKÜM TARZLARI :
Döküm esnasında; kalıbın doldurulusuna,duruş şekline, ve tanzim edilişine göre dökme şekilleri sınıflandırmak mümkündür.

451- Kalıbın Duruşuna Göre :
a. Yatay Döküm : Genel olarak genişliği yüksekliğinden fazla olan parçalar yatay olarak dökülür. Örneğin;kasnak , volan,dişli vs.
Bu çeşit dökümde kalıp,dökümhane zeminine yatay bir vaziyette oturtulmak surekiyle döküm yapılır.
b. Düşey Döküm: Yapılarının sıkı olması gereken ve işlenecek yüzeyleri yatay dökümde alta getirilemiyen kalıpların boyları kısa ise bir kum yüzeyine dik oturtularak,uzun ise bir döküm çukuruna yerleştirilmek suretiyle düşey döküm yapılır. Örneğin;boru,silindir,yufkaç vs.
c. Eğik Döküm :Yatay dökümle iyi netice alınamıyan,düşey dökümle dökülmesi yerel şartlara bağlı olarak gerçekleştirilemiyen kalıplar eğik bir şekilde dökülürler.Kalıp dökümhane zemininde eğik düzlem haline getirilmiş kum yatağına yerleştirilir. Bu şekilde gaz kabarcıkları ve pisliklerin kalıbın üstünde toplanması,maça gazlarının kolayca kaçmalarının temini sağlanmış olur.

452-Kalıpların Tanzim Şekline Göre :
a. Basamaklı yığma Döküm :Yolluk ağızları döküme müsaede edecek şekilde derecelar merdiven tarzında yığılır.En üstdeki derece desteklenir.



Şekil 53:Basamaklıyığma döküm.

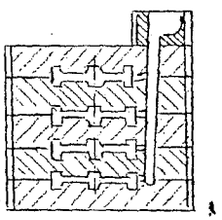


Şekil 54:Özel dereceli yığma döküm

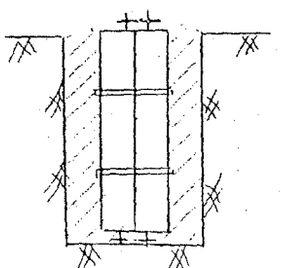
b.Özel Dereceli Yığma Döküm: Bu çeşit döküm dede dereceler üst üste konur,her bir derecenin üstünden dökmeye müsaede edecek şekilde boşluklar bırakılmıştır.

453- Müşterek-Yolluklu Döküm :
Dökülecek parça kalıpları çok kere kalıp makinalarında ve birinin alt derecesi,bir altdakinin üst derecesi olarak tanzim edilerek fakat tek bir müşterek yolluk verilme suretiyle tanzim edilirler. Bu çeşit kalıplarda alt derecenin daha fazla metalostatik basınca maruz kalacağı göz önünde tuvulması gerekir. Yığma döküm usulü uygulanmak suretiyle dereceden,kumdan,işçilikten,yerden ve yolluk zayiatından tasarruf sağlanmak suretiyle dökme parçanın maliyeti düşürülmiş olur.

454- Döküm Çukurları :
Kalıp güveni bakımından derecesiz kalıplar, düşey ve balçık kalıplar döküm çukurlarına yerleştiriyerek kumla beslenirler.Döküm çukurlarının yan cidarları,kalıp iyice sıkışması için beton veya demir saçdan yapılır.

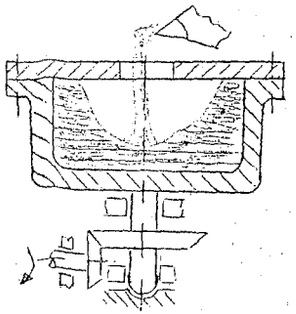


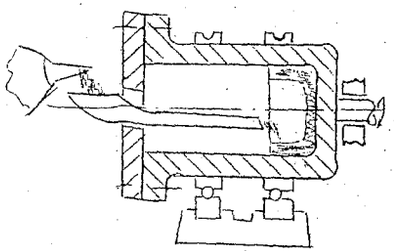
Şekil 54:Müşterek yolluklu kalıplara döküm



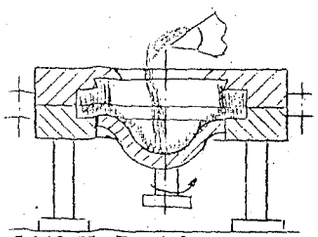
Şekil 55 : Döküm Çukurlarında döküm.

455- ÖZEL DÖKÜM USULLERİ :
4551- Savurma Döküm (Santrifuj döküm)
Şimdiye kadar bahsi geçen döküm-işlemlerinde ergimiş metal veya alaşım yer çekiminin etkisi altında kalıbı doldurmakta ve kalıpta hiçbir boşluk bırakmamaktadır.
Kalıba ergimiş metalin veya alaşımın akıtılması esnasında sıvıya dönel bir hareket verilerek yapılan döküme "Savurma Döküm"denir. Dönel hareket sebebiyle ergimiş metal veya alaşım yerçekimi dışında merkezkaç kuvvetin de etkisi altında bulunduğundan onların bileşkesi doğrultusunda bir hareket yapar. Ergimiş metale dönel hareket,ya kalıbın döndürülmesi suretiyle,yahut kalıbın dışında özel bir donatımla yapılır. Bu bakımdan savurma döküm üç guruba ayrılır.
A-Vasıtasız Savurma:
Ergimiş metal dönen kalıbın içine dökülür. Bu vaziyette şekil 55 de görüldüğü gibi düşey savurma veya yatay savurma döküm tarzları meydana gelmiş olur.
B-Vasıtalı Savurma:
Ergimiş metal sabit kalıba bir savurma tertibatı ile doldurulur.

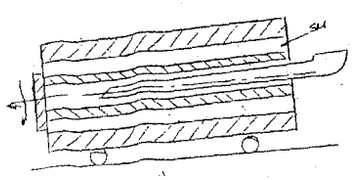




Şekil 56:Vasıtasız savurma
a-düşey;b-yatay



Şekil 57: Vasıtalı savurma.



Şekil 58:De Lavaud usulü ile boru imali

C- Karışık Savurma:

Bu tarzda daha önceki iki tarz birleştirilmiştir.Yani hem vasıtasız ve hem vasıtalı olarak döküm yapılır.

Savurma döküm sonunda mazemelerin yapısı sıkı ve dayanım özellikleri yüksek olur.Dönel hareket sayesinde sıvı içindeki gazlar serbestçe ayrışır.

Savurma döküm ile boru,halka,burç,yatak,segman vs gibi parçalar imal edilir.

Savurma döküm esnasında sıvı ve katılaşan malzemenin iç dirençleri,yer çekimi,kalıpla metal veya alaşım arasındaki direnç ve merkez kaç kuvvetleri bir arada etki etmektedir. Merkeç keç kuvvetin diğer bütün kuvvetlerle denge halinde bulunması icap eder. Bu bakımdan devir sayısı önemlidir. Bu husus deneysel olarak tesbit edilmiş ve aşağıdaki denklem kurulmuştur.

$$n = \frac{K_o}{\sqrt{r}}$$

n = Devir sayısı

r = İç çapı ile dış çapı arasındaki oran (r_d/r_i=1,1-1,2 arası için geçerlidir)

K_o = Deneylerle her alaşım için tesbit edilen bir katsayı.

MALZEMELERE GÖRE K_o DEĞERLERİ

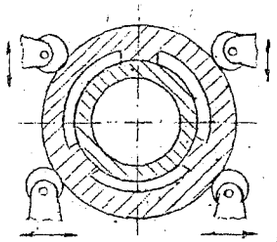
MALZEME	DÖKÜM TARZI	K_o
Dökme demir	yatay düşey	1800-2000 2900-3000
Çelik	yatay	2000-2200
Bronz	düşey	3400-3500
Pb'li yatak Al.	yatay	1700-1900
Sn'li yatak Al.	yatay	1400-1800
Aluminiyum	yatay	2600-3500

4555ll-Savurma Döküm ile Boru İmali:

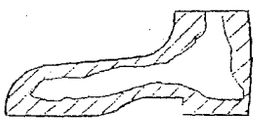
a-De Lavaud Usulü:

Savurma döküm-maçaya luzum göstermediğinden boru imaline çok elverişlidir.

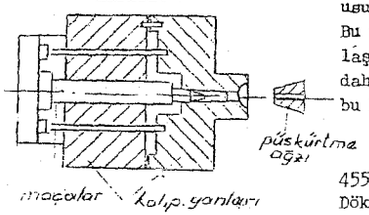
Bu usulde soğutulan kalıp içine giren oluk sabit,kalıp ise döner olarak tanzim edilmiştir. Kalıp ısıya dayanıklı molıpten çeliğinden,içi ateşe dayanıklı astarla astarlanmış şeklini değiştirmemesi için İnvar çeliğinden(ısı uzama katsayısı çok küçük çelik) yapılmıştır.

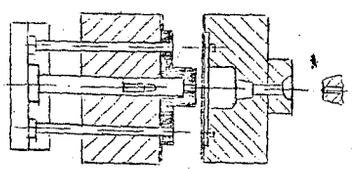


Şekil 59:Cammen usulü ile boru imali.



Şekil 60:Boşaltma döküm ile imal edilmiş ayakkabı kalıbı.





Şekil 61 :Bir kapağın püskürtme döküm kalıbı

Kalıbın soğutulması nedeni ile , dökülen parçanın dış cidarı sert olur. Bu sertliğin ortadan kaldırılması için borular 800-900 °C tavlanır. Bu usulle dökme boru-nun dışında,bronz,bakır ve prinçten içi boş parçalarda imal edilebilir.

b-Cammen Usulü:

Bu usul bilhassa dökme çeliğin savrulmasında el verişlidir. Fazla hızlı soğuma neticesinde soğuma katmerleri ve kabarcıklarının alana gelmesine engel olmak için kalıp 150-190 °C'a kadar ısıtılır. Kalıp malzemesi olarak % 18-22 Cr 'lu çelik kullanılır.Bu usulde dış yüzeyler sertleşmediğinden dökümden sonra tavlamaya lusum zum yoktur.

c-Moor Usulü:

Bu usulde dökümden sonra tavlama işleminin ortadan kaldırmak için kalıp kumla astarlanır.Fakat bu astarın her dökümden sonra yenilenmesi gerekir. Dökülen borularda De Lavaud usulündekine nazaran daha sıkı bir yapı elde edilir.

4552-Boşaltma Döküm :

İçi boş ve belirli şekli olmıyan,sırf ağırlık bakımından hafifletilmek istenen parçalara tatbik edilir. Seramikten heykeller,metalden figürlü parçalar,büstler,ayakkabı kalıpları bu usul ile dökülür.

Bu usulde kalıba dökülen malzeme tamamen katılaşmadan üzerinden açılan delikten iç kısımdaki daha katılaşmamış metal dışarı akıtılır.Böylece bu kısım boş kalmış olur.

4553- Püskürtme Döküm(Enjeksiyon dökümü)

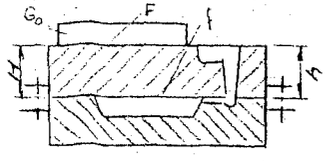
Döküm sıcaklığı 1000°C 'dan aşağı olan malzemelere püskürtme döküm usulü tatbik edilebilir. Bu usulde metal,özel makinaların yardımı ile metalsel kalıplara basınç altında dökülür. Bu usul sayesinde elektroteknik endüstrisinde, optik,ölçü aletleri,yazı makinalarındaki küçük parçalar gibi,otomobil sanayiinde karbüratör vs gibi karışık parçalar gayet hassas olarak imal edilebilirler.Boyut toleransları ± 0,03-0,005 mm arasında bulunabilir.

Bu çeşit dökümde döküm,10-80 atm.-basınç altında da yapılır. Bu usulde dökülen parçalar hemen hemen hiç işlenmeden kullanılabilir.Hatta parça üzerindeki en küçük teferruat mesela marka,numara,ince vida ağızları ve delikler dökümden

çıkarılır.Bu yüzden bu döküm usulüne"Bitmiş Döküm" adıda verilir.
Püskürtme döküm makinaları iki tarzda tanzim edilmişlerdir. Kalay , kurşun ve çinko alaşımları gibi alçak sıcaklıkta ergiyen alaşımlar için;pistonlu püskürtme döküm makinaları,aluminiyum ve bakır alaşımları gibi yüksek sıcaklıkta ergiyen alaşımlar için basınçlı havalı püskürtme döküm makinaları kullanılır.

Ayrıca aynı parçanın pek çok sayıda dökülmesi halinde,mesela matbaa harfleri dökümünde özel ve otamatik püskürtme döküm makinaları da kullanılır.

46- AĞIRLAŞTIRMA :
Yatay dökümde sıvı metalin üst bölme yüzeylerine yaptığı basıncı veya düşey dökümde yan cidarlara yaptığı basıncı karşılamak için alınan tedbirlerdir.
Küçük kalıplarda kaldıran kuvvet hesap edilmez,üst derece fazlaca ağırlaştırılır veya dereceler birbirine gerği ve kamalarla veya cıvatalarla tesbit edilir, Büyük kalıplarda kaldırma kuvveti hesap edilme suretiyle,bu kuvvetin % 25-50'si kadar daha fazla bir karşı ağırlıkla dereceler takviye edilir.

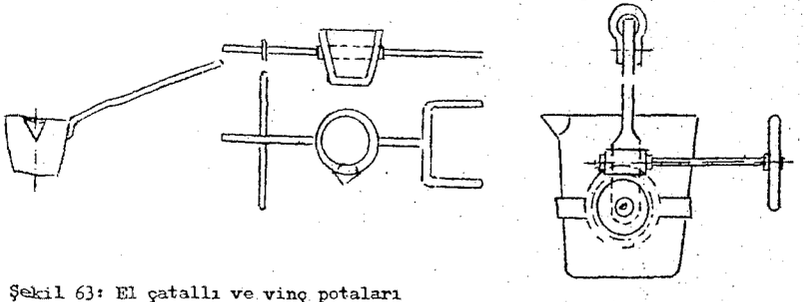


f = Kalıbın üst yüzeyi (dm^2)
h = Yolluk yükseklikli (dm)
γ_d =Döküm malzemesinin özgül ağırlığı (kg/dm^3)
γ_k =Sıkıştırılmış kumun özgül ağırlığı(kg/dm^3)
F = Derecenin yüzeyi (dm^2)
olduğuna göre ilave edilmesi gerekecek ağırlık:

Şekil 62:Kalıbın ağırlaştırılması.

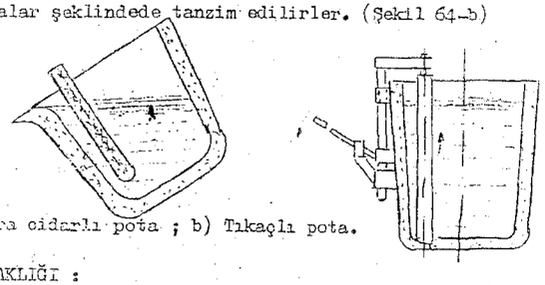
$$G_a = (1,25-1,50)(f.h.\gamma_d + F.H.\gamma_k) \quad (kg) \quad \text{bulunur.}$$

47- DÖKÜM POTALARI :
Dökülecek metalin ergitme fırınından döküm için hazırlanmış kalıba taşınmasına yarayan vasıtalara pota adı verilir. Bunlar dökülecek parça büyüklüğüne göre;



Şekil 63: El çatallı ve vinç potaları
a.El potaları:Tek kişi taşır,25-50 kg metal taşıyabilir.(şekil 63-a)
b.Çatallı potalar:İki kişi tarafından taşınabilecek şekilde veya arabalı olarak tanzim edilen,50-150 kg metal alabilen potalardır. (şekil 63-b)
c.Vinç potaları :Bunlar vinç tarafından taşınacak gibi imal edilmiş 150 kg dan fazla metal taşıyan potalardır.Dökmenin sağlanması için potanın eğilmesi işlemi bir sonsuz vida mekanizması ile kolaylaştırılmıştır. (Şekil 63-c)
Potalar ayrıca döküm esnasında curuf ve pisliklerin kalıba girmemesi bakımından

a.Ara cidarlı potalar.(şekil 64,a)
b.Tıkaçlı potalar şeklindede tanzim edilirler. (Şekil 64-b)



Şekil 64-a) Ara cidarlı pota ; b) Tıkaçlı pota.

48- DÖKÜM SICAKLIĞI :
Döküm esnasındaki sıvı metalin sıcaklığına döküm sıcaklığı denir. Bu sıcaklık alaşım veya metalin ergime sıcaklığının üstündedir. Yani ;

$$t_d = t_e + \Delta t \quad (^oC) \text{ 'tır.}$$

Genel olarak döküm sıcaklığı ergime sıcaklığının 100-150 °C üstündedir.Bunun tayin edilmesinde;dökme parçanın yüzeyinin büyüklüğü,ağırlığı,şekli,cidar kalınlığı kullanılacak maksat,kalıbın kum veya metal oluşu,metalin potada kalış zamanı gibi faktörler rol oynar.
Bu sıcaklık gerekenden düşük olursa metalin akıcılığı azalaçağından bazı kısımları doldurmaz,kalıp dolmadanda katılaşarak kendini çekme ve gerilmeler;gerekenden yüksek olma halinde boşluklar,sıcak çatlaklar,kalıp tahribatı gibi gene istenmiyen durumlar meydana gelir. Bu mahsurları ortadan kaldırmak için döküm sıcaklığının dikkatlice seçilmesi gerekir.Döküm sıcaklığı daldırma deneyiile veya termoelektrik ve optik pirometrelerle ölçülür.

481-Döküm İşi :
Dökme işlemine kadar ve dökme işlemi esnasındaki işleri şu şekilde sıralıyabiliriz.
a.Kalıp hazırlanması,
b.Pota hazırlığı:Potanın içi kumla astarlanır,kurutulur,çuk kere dökümden hemen önce metali soğutmaması için ısıtılır.
c.Pota daki sıvının yüzeyindeki curuf bir gelberi ile temizlenir.
d.Yolluk batağı daima dolu tutulur.
e.Üreyen gazların çıkıcı ve hava kanallarından çıkırken kalıbı bozmaması için başlangıçta çıkıcılar kapalı tutulur.Bu suretle gaz ve havanın kalıp gözeneklerinden çıkması zorlanmış olur.Kalıp dolmadan bunlar tekrar açılmak suretiyle kalan gazların dışarı çıkması sağlanır.

482- Soğutma:
Doğan kalıbın soğuma hızının her terefda aynı olması gereklidir. Bu durumu sağlamak için bazı tedbirler alınır.
a.Farklı cidarlarda kalın kısımlar açılarak ,soğuması hızlandırılır.
b.Eşit cidarlı kısımlar kalıpta bırakılır.Soğuma parça büyüklüğüne göre birkaç dakika ile birkaç hafta sürebilir.
c.Plak halindeki parçaların kalıpları orta kısımlarından açılır.
d.Özel hallerde belirli kısımlar,borudan geçen su ile soğutulurlar.
Yukarıda sayılan bütün bu işlemler,kendini çekmeyi parçanın her yanında dengeli bir şekilde meydana getirmek ve iç gerilmeleri minumuma indirmek için yapılmaktadır.

6- TEMİZLEME İŞLEMLERİ :

Dökme parçaların yüzey durumları,gerek dökümden çıktığı gibi ve gerekse işlendikten sonra kullanılacak parçaların işleme esnasındaki kolaylıklar bakımından temiz olması gereklidir. Temizleme işlemleri,hazırlama ve bitirme şeklindedir.

a.Hazırlamda;yolluk,çıkıcı ve besliyeciler,içte kalan maçalar ve maça iskeletleri kaba temizleme ile parçadan uzaklaştırılır.

b.Bitirmede ise son yüzey durumuna ulaşılır ve iç temizlik yapılır.Bu işlemler esnasında bilhassa yüzeydeki kum kabuğu parçadan uzaklaştırılır. Temizleme işlemleri kuru ve yaş olabilir.

I-Kuru Temizleme :

Kuru temizleme basit olarak el ile veya bu maksatlarla yapılmış makinalarla yapılır.Kuru temizleme için kullanılan vasıtalar şunlardır:

Yolluk ve çıkıcılar için;çekiçler,destereler,oksijenle kesme donatımları,maçalar için;basınçlı hava çekiçleri,parça üzerinde gerek yolluk,çıkıcı artığı ve gerek dökümden kalmış çapaklar için taşlama makinaları;kum ve çapakların döküldüğü ıskaralı temizleme masaları,parçaların birbirine sürtmesi esasına göre temizlemenin sağlandığı temizleme tamburları dır. Bunların dışında parça yüzeyinin basınçlı hava ile kum veya küçük metalsel bilyalar püskürtmek suretiyle yüzeyin temizlendiği kum püskürtme makina veya odaları bu amaç için kullanılmaktadır.

II-Yaş Temizleme :

Bilhassa karışık şekilli parçaların maçaları kuru olarak ve basınçlı hava takımlarıyla temizlenemez.Ayrıca gerek kuru temizlemede maça iskeletlerinin bozulması ve gerekse çalışma şartlarının gayri sıhhi olması yaş temizlemeyle daha geniş bir sahada çalışmayı gerektirmiştir.Yaş temizlemede su ve asitle olma üzere iki şekilde yapılabilir.

a.Basınçlı su demeti ile temizleme:

50-100 Atü basınç altındaki su 5-8 mm çapındaki ağızlık vasıtasıyla parçanın içine sevk edilir.Bu su demeti maçayı parça parça keserek dışarı atar.Tesisat temizleme odası,su çukuru ve tulumbadan ibarettir.

b.Asitle temizleme :

Kaba temizlemeden sonra yüzeyinde kum kalmaması gereken dökme parçalara(örneğin) otomatik makinalarda işlenecek parçalara) dekapaj yapılır.Bu iş için çokkere sülfirik asit kullanılır.Bunun için;

1 Hacım 66 Be' H_2SO_4+ 2 Hacım H20 hazırlanabilir.

25-30 °C en uygun sıcaklaktır.

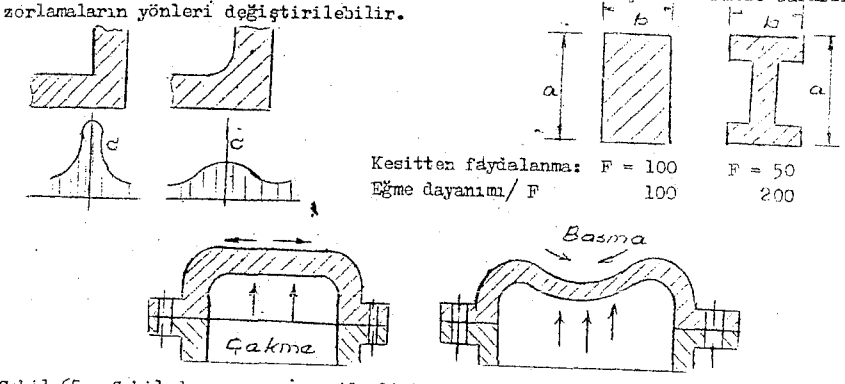
7- DÖKME PARÇALARIN KONSTRÜKSİYONU :

Bütün parçaların şekillendirilmesinde zorlama kuvvetlerinin akışına uygun şekil vermek lazımdır.Parça üzerinde çentik tesiri yapacak yerlerden sakınmak ve tedbir almak gereklidir.Parça şeklinin dayanımı ile ilgisi bilhassa "Thum" tarafından araştırılmış ve "Şekil dayanımı" kavramı ortaya konmuştur.

Bundan evvel temas edildiği gibi ani kesit değişmeleri,delikler,yüzeydeki pürüzler gerilme yığılmalarına sebeb olduğundan imkan nisbetinde bunların etkisini azaltmak lazımdır.Mesela yüzeylerin talaş kaldırma yolu ile işlenmesi gerilmelerin daha düzgün dağılmasını sağlıyacağından parça dayanımini arttırır.

Şekil dayanımı ile malzeme özellikleri arasında münasebetler vardır. Her malzeme cinsine uygun konstrüksiyon şekillerinin tesbiti icap eder. Dökme demirden bir parça ile dökme çelikten bir parça arasında şekillendirmede farklı esaslar bulunur.Mesela dökme demirde çentik dayanımı uygun şekil verme ile yükseltilebilir.

Buna mukabil dökme çelik daha sünek olduğundan,çentik dayanımından fedakarlık yapılarak sürekli dayanımı artıracak şekil vermeğe gidilir.Şekil vermede zararlı zorlamaların yönleri değiştirilebilir.



Kesitten faydalanma:	F = 100	F = 50
Eğme dayanımı/ F	100	200

Şekil 65 : Şekil dayanımı ve gerilmelirin yön değiştirmesi.

Katı durumdada meydana gelen kendini çekmelere,içi boş maçalar,esnek maçalar ve soğutma levhaları ile engel olmak kabildir.

8- ERGİTME VASITALARI :

Genel olarak ergitme vasıtaları fırınlardır. Bunları şu şekilde bir tasnife tabi tutmak mümkündür.

1. Kuyu fırınları (kupol ocakları)
2. Alevli fırınlar
3. Pota fırınları
4. Elektrik fırınları
   a-Pota fırınları
   b-Ark fırınları
   c-Endüksiyon fırınları
   d-Elektron bombardiman fırınları

81-Kuyu Fırınları (Kupol ocakları)

Genellikle dökme demirin ergitilmesinde kullanılan bu fırınlar,içi ateşe dayanıklı malzemelerle astarlanmış dışı saçdan imal edilmiş bir silindirden ibarettir. Bu fırın içindeki ergitme, tıpkı yüksek fırınlarda olduğu gibi tabaka tabaka harman yapılmış ham madde ve metallurjik kok yerleştirilmek suretiyle sağlanır.Ayrıca kokun külü,kükürtü,astar malzemesinin aşınma ürünleri ve havanın oksitiyle curufun teşekkülü için,vezinler arasına bir miktar kireç taşıda ilave edilir. (kokun %25-40 'ı kadar) Yanma için luzumlu hava,hava gömleği denilen çembere yerleştirilmiş memelerle verilir. Dökme demir ergitme ocaklarında kullanılan kupol ocak ocaklarının genel olarak iç çapları 0,5-1,0 m ,yüksekliklerde 2,5-6,0 m dir. Büyük tonajlı işler döken dökümhanelerde,ergiyen demirin çok miktarda birikmesi istenirse ocağın ön kısmında bir biriktirme haznesi tanzim edilir.

Kupol fırınlarının takatleri saatte ergimiş metal veya alaşım olarak (ton/saat) tarif edilir.Bu verim hava miktarı ve kok ile ilgili olmakla beraber yaklaşık olarak takat;

$N = 7 \cdot F$ (ton/saat)

F = Kupol ocağı iç kesit alanı (m^2) verilebilir.

Hava basıncı 20-60 cm su sutunu mertebesindedir. Hava miktarı beher kg kok için 8 m^3 olarak hesaplanır. Isı menbaı olarak kullanılan kok,metallurjik yani sıkı

yapılı ve sert kok olmalıdır.Ayrıca imkan nisbetinde kükürdü ve yanma sonu bıraktığı külü az olması gerekmektedir.

Dökme demirin ergime ısısı 250-300 kcal/kg

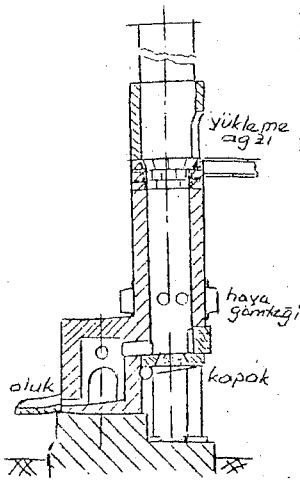
Kokun alt ısı değeri 8000 kcal/kg olduğu hesaba katılmak suretiyle,ayrıca kokun yanma sonunda % 10 kül bırakacağı da düşünülerek;

100 kg dökme demir için teorik kok miktarı ;

$$\frac{275.100}{8000.0,9} = 4 \text{ kg bulunur.}$$

Halbuki pratikte iyi idare edilen fırınlarda bile,şarjın en az % 10 'u kadar kok kullanılmaktadır.

Kupol ocaklarında ısının oldukça büyük bir kısmı baca gazları ile ziyan olmaktadır.Bu kaybolan ısıdan reküperatörler vasıtasıyla tekrar yararlanmak suretiyle sıcak havalı kupol fırınları meydana getirilmiştir. Bu suretle kok sarfiyatı soğuk havalılara nazaran % 15-30 kadar azaltıldığı gibi,gerektiğinde jarja ilave edilecek çelik hurdası yüzdeside % 70-80 'e kadar çıkartılabilir.Veyahutta döküm sıcaklığında icap ediliyorsa 100-150 °C daha yukarılara çıkılabilinir.



Şekil 66: Kupol ocağı

37- Alevli Fırınlar :

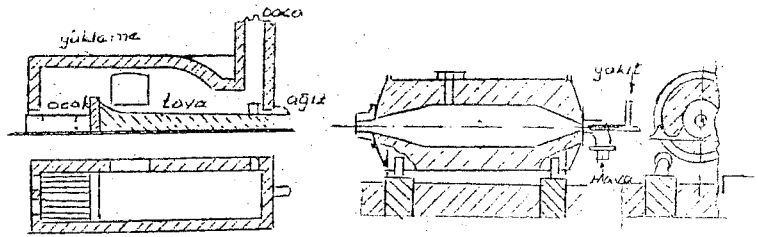
a.Tava Fırınları:

Alevli fırınlar kupol ocaklarından farklı olarak ergitme yeri ve ocak birbirlerinden ayrı olarak tanzim edilmiştir.Bu fırının duvarlarıda ateşe dayanıklı tuğlalarla örülmüş ve demir kuşaklarla çevrilmiştir.Ergitmenin yapıldığı kısma tava adı verilir.Yanma kısmındaki ıskaraların yüzeyi tava yüzeyine göre tanzim edilmektedir.Örneğin dökme demirde; $F_{ıskara}=1/3\ F_{tava}$ olması gerekmektedir. Alevli fırınlarda ısıtma,taş kömürü,petrol ve kömür tozu ile olmaktadır.Taş kömürü sarfiyatı şarjın % 20-35 'i kadar dır .Ergitme süresi işletme şartlarına tabi olarak 4-12 saat arasında değişir.

Bu fırınların kupol fırınlarına nazaran işletme dezavantajları yanında,kupol fırınında elde edilmesi mümkün olmıyan (örneğin % 3 den az karbonlu dökün)bileşimlerde döküm elde edilmeside avantajlı tarafıdır.

b.Tamburlu Fırınlar :

Bu fırın yatay bir eksen etrafında döner.Yatay uçların birinden yakıt (pulverize kok,petrol) girer,diğerinden yanma gazı dışarı çıkar.Yanma gazları reküperatörlere sevk edilmek suretiyle yanmayı sağlıyan hava 350-400 °C 'a kadar ısıtılarak fırına üflenir. Ergitmenen başlangıcında fırın belirli zaman aralıklarında müteakiben sürekli olarak döndürülür.Şarj direk olarak alev radyosyonu ve endirekt olarakta ocak astarı tarafından ısıtılır. 15 ton kapasiteye kadar çıkabilen bu ocaklarda, 1600 °C 'a kadar yükselinebilindiğinden genellikle kupol ocağı ile birlikte dupleks usulünde,temper döküminde ve demir olmıyan metal alaşımların dökümünde kullanılır.Alaşımlama tekniği bakımından da bileşim limitini dar sınırlar arasında tutabilirler.



Şekil 67 :67 Alevli fırınlar; a-Tavalı fırın , b-Tamburlu fırın.

83- Pota Fırınları :

Demir ergitmede pota fırınları ,nadiren az miktardaki ergitmelerde veya deney ergitmelerinde mullanılabilir.Bileşim,yakacak temas etmediğinden istendiği gibi ayarlanabilirsede,sarfiyatı yüksektir.(örneğin kok sarfiyatı % 90).Bu çeşit fırınlar bugün az miktarda demir olmıyan metallerin dökümünde,ve aralıklı çalışmalarda kullanılmaktadır.

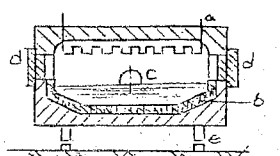
84-Elektrik Fırınları :

Elektrik enerjisinin ısıya dönüştürülmesi esassına göre tanzim edilmiş fırınlardır.Bu fırınlarda ergitilen metale yabancı madde karışmadığı gibi sıcaklık 3500 °C 'a kadar yükseltilebilir.Fakat bunun yanın elektrik fırınlarının tesis ve işletilme masrafları daha önce saydığımız ocaklardan çok daha pahalıdır Buna rağmen sahip oldukları diğer avantajlar sebebiyle bugün çaet geniş bir kullanılma sahasına sahiptirler. Elektrik fırınları ekonomik yönden kuyu fırınları ile dupleks usulune görede tanzim edilirler.

Bu fırınlarda elektrik direnç fırınları,ark fırınları,endüksiyon fırınları olarak çalışma prensiplerine göre adlandırılırlar.

841- Elektrik Direnç Fırınları :

Elektrik direnç fırınları pota veya tavalı şekilde tanzim edilirler.Direnç telleri ile ısıtılan bu fırınlarda 800 °C 'dan düşük sıcaklıklarda ergiyen metallerin ergitilmesi yapılır. Pota fırınları az miktardaki ergitmelerde kullanılır. Pota ergitilecek metalin cinsine göre grafit veya demirdendir.Tavalı fırınlar ise 500 kg 'dan fazla metal alır. Şekel 68 'de direnç telleriyle fırının tavanından ısıtmalı ve tambur şeklinde makaralar üstünde dönebilen bir tavalı fırın görülmektedir.

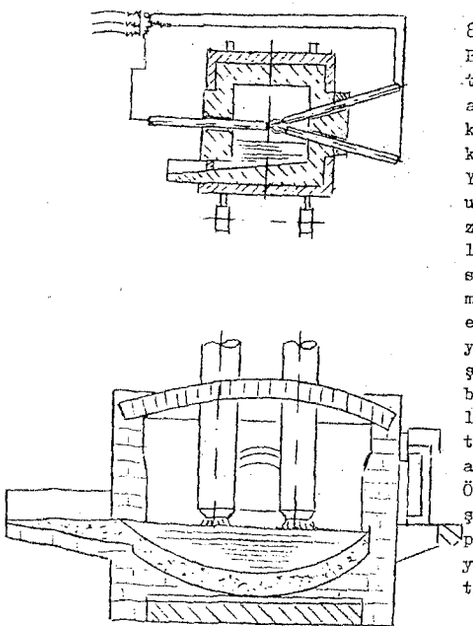


Şekil 68: Tavalı direnç fırını
a-ısıtma iletkenleri;b-astar
c-mal alma ağzı;d-şarj ağızları
e-tambur makaraları.

842- Ark Fırınları :

Kır dökme demir ve bilhassa çelik ergitilmesinde bugün ençok kullanılan fırınlar ark ve endüksiyon ocaklarıdır.Ark fırınları elektrod durumlarına göre vasıtalı ve vasıtasız olmak üzere iki şekilde tanzim edilmektedir.

8421- Vasıtalı Ark Fırınları :
Vasıtalı ark fırınlarında banyo arkın radyasyonu ile ısınır.Bu fırınlarda elektrod ayar tertibatlarına luzum yoktor.Bu fırınlar vasıtasızlara nazaran ucuz ve basittirler. Fakat anoak 3 tondan küçük takatlerde elverişli olduklarından oldukça dar bir çalışılma sahasına sahiptirler. (şekil 69)

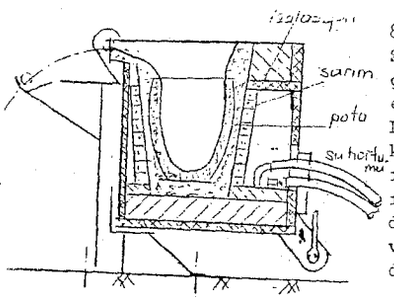


Şekil 69 :Ark fırınları
a-Vasıtalı ark fırını
b-Vasıtasız ark fırını.

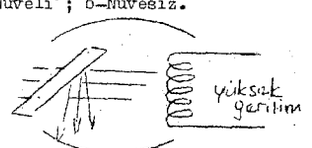
8432- Vasıtasız Ark Fırınları :
Bu fırınlarda ısı,elektrod ile ergitilecek metal arasında-meydana gelen ark ile sağlanır.Akım çarpmasına dikkat etmek,ergitme sahasını bir yalıtkan ıle izole etmek gerekmek tedir. Yalıtkan ödevini gören dış astar çamuttan,iç astar;bazik fırınlarda maşnezit,asitli fırınlarda kuvarz tuğlalalarından örülmüştür.250-300 ergitmeden sonra bu astarların yenilenmesi gerekmektedir.Kullanılan kömür veya grafit-elektrodlar ısınacağından fırına giriş yerlerinde soğutulurlar.Bunlarda düşük taketlerde 3 elektrod,60 tondan büyük takatlerde ise 4-6 elektrod kullanılır.Ark fırınlarında transformatör güçleri,ergitme süreleri ve tonajlarına göre seçilmedi gerekir. Örneğin 1-12 tonluk bir ark fırınında şayet ergitme (çelik) 3-4 saatde yapılacaksa 120-200 kVA/ton, 2-3 saatde yapılacaksa bu durumda 250-400 kVA/ton transformotör gücü gereklidir.

843-Endüksiyon Fırınları:
Bunlarda pota fırınlarıdır.Transformotör prensibine göre çalışırlar.Primer sargı ergitilecek metalin bulunduğu potanın etrafını saran bobin,sekonder sargı ise ergitilecek metalin kendisidir.Bobini teşkil eden bakır,boru şeklindedir ve içinden soğutmayı sağlıyacak arık su devredilir.Bu fırınlar pota konstrüksiyonuna göre; nüveli ve nüvesiz,frekans sınırlanına görede yüksek ve alçak frekanslı olarak adlandırılırlar. Genellikle kullanılan her çeşit malzemeyi ergitebilen nüvesiz tipidir. Yüksek frekanslı olanların (20 000 Hertz) tesis masrafları yüksek olduğundan, 50 Hertz 'lik şehir ceryanı ile çalışan düşük frekanslılarda geniş bir kullanma sahası bulmuştur.Randımanın yüksek olması için şarjın sıkı olması lazımdır.Bu nedenle talaş vs gibi işleme artığı malzemeler bu ocağa yüklennemesi tavsiye edilir.Genellikle kullanılan fırınlar kapasiteleri 100-3000 kg arasındadır. Bu ocaklar bu sınırlar arasındaki vasıtalı ark ocaklarının yerini almışlardır.

Potaları asit ve bazik karakterli malzemelerle astarlanabilir.Alışımlama tekniği bakımından çok uyğundurlar.Ekonomiklilik yönünden gerek kopol ve gerekse ark ocakları ili dubleks usulü çalışmaya elverişlidirler. Bu ocaklarda platini ergitebilecek sıcaklığa kadar ulaşılabilinir. Metali sıvı fazdan katı faza geçirirkenki ısı miktarı,eritmeden sonrakinden çok fazla olduğundan,devamlı çalışmalarda pota dibinde sıvı metalin %25-30 'u bir sonraki şarj için bırakılmalıdır.Bu tip ocaklar bilhassa küçük parçalar döken çelik döküm hanelerinde çok geniş bir kullanma sahası bulmuştur.



Şekil 70 :Endüksiyon Fırınları çalışma prensipi
a-Nüveli ; b-Nüvesiz.



Şekil 71 :Röntgen tübü şeması.

844- Elektron-Bombardıman Fırınları :
Son zamanlarda geliştirilen yeni malzeme çeşitleri için gördüğümüz ocaklar veya ergitme donatımları yeterli olmamaktadır. Bu yetersizlik bir yandan atmosferik etkiler, bir yandanda ısı kaynakları bakımından doğmaktadır. Bu yüzden yeni bir ısı kaynağı olarak elektronların bombardıman eneerjisinden faydalanılmakta ve vakum ortamında çalışan Elektron-Bombardıman fırınları kullanılmaktadır.

Röntgen tübünden üretilen elektronlar - dan ısı taşıyıcılar vakum altında bulunan katı malzemeye çarparak bunları ergitmektedir.
Metal-Seramik adı verilen ve yüksek ısıya dayanımlı malzemelerin üretimlerinde ve ergitilmesinde kullanılmaktadır.