

DOLU KALIBA DÖKÜM

- Ergimiş metalin, köpük modeli buharlaştırması esasına dayanan dolu kalıba döküm yöntemi ve bu yöntemin kusurlarını gidermek amacıyla geliştirilmiş olan Replicast CS tarzındaki yöntemler özellikle otomotiv, gemi ve makine imalat sanayilerine yönelik parçaların üretiminde kullanılmaktadır.

- Dolu kalıba döküm yönteminde yaygın olarak, köpük modeller, bağlayıcı içermeyen kum içerisine yerleştirilerek döküm yapılmaktadır. Köpük modellerin yapımında, Polistiren (PS), Polimetilmetakrilat (PMMA) veya ikisinin belirli oranlarda karıştırılması ile elde edilen karışım polimerleri kullanılır



Bu yöntemde, yolluklar, çıkıcılar ve diğer tüm kalıp elemanları köpükten yapılır ve kumda kalıplanır. Modelin kalıptan çıkarılması söz konusu olmadığından, kalıbın iki parçalı yapılmasına, modele eğimler verilmesine ve maça kullanılmasına gerek kalmaz. Kalıplama esnasında, köpüğün şeklinin değişmemesi için dövülerek sıkıştırılan kum kalıplar yerine, CO yöntemi veya havada kendiliğinden sertleşen kalıp malzemeleri kullanılması daha uygundur.



- Kalıplama tamamlandıktan sonra modelin dıştan ulaşılabilen kısımları bir gaz alevi ile yakılır. Modelin kalan kısımları sıcak metal ile temas sırasında artık kalmayacak şekilde yanar. Sıvı metal, hidrokarbonlar içeren yanma gazlarının herhangi bir patlamaya neden olmaması için, başlangıçta yavaş yavaş dökülmelidir. Dolu kalıba döküm tekniği, özellikle sadece bir adet üretilecek büyük parçaların dökümünde kullanılmaktadır. Örneğin, otomotiv endüstrisinde kullanılan pres kalıpları bu yöntemle üretilmektedir. Teknik ve ekonomik olarak önemli avantajları bulunan bu yöntemin, küçük parçaların seri üretiminde de kullanılmasını sağlayacak araştırmalar sürdürülmektedir.

Köpük Modellerin Üretimi

Köpük modellerin üretimi, iki ana kademedede gerçekleşmektedir;

ilk olarak önşişirme ile polimer taneleri istenilen yoğunluğa ulaştırılmaktadır,

ikinci aşamada ise önşişirilmiş polimer taneleri, kalıp içerisinde arzu edilen model şekline getirilmektedir.

Önşişirme ve kalıplama aşamalarının arasında ise “olgunlaşma” ara kademesi mevcut olup taneler, kalıplamaya gitmeden önce, uygun koşullar altında 2 saat süresince bekletilmektedir. Bu işlemin amacı, önşişirmeden gelen polimer tanelerinin soğuması sırasında, tane içindeki şişirici etken olan pentanın yoğunlaşması nedeniyle meydana gelen tane iç kesitlerindeki negatif basıncın dengelenmesidir. Eğer taneler olgunlaştırma evresinden geçirilmez ise yassılaşmakta ve köpük modelin yüzey kalitesini bozabilmektedir. Olgunlaşmanın devamında ise önşişirilmiş polimer taneleri kalıp içerisine hava yardımıyla doldurulur.

Kalıp ise genellikle Al esaslı bir alaşımdan yapılmış, üzerinde su buharının geçişine imkan veren hava deliklerinin bulunduğu bir düzendir. Kalıbın içi yeterli miktarda polimer tanesi ile doldurulduktan sonra kalıbın yüzeyine su buharı yollanır. Su buharının kalıp içinden geçişiyle beraber, önşişirilmiş polimer taneleri yumuşar ve taneler arası boşlukları dolduracak biçimde şişerler.

- En son kademedede ise polimer taneleri birbirlerine kaynayarak köpük modeli oluştururlar. Kalıplama aşamasını devamında köpük modelde oluşabilecek artık şişme sorununu ortadan kaldırmak için köpük modelin süratle soğutulması gerekmektedir, bu ise genellikle kalıbın arka yüzeyine su püskürtme veya vakum uygulama ile yapılabilmektedir. Hedeflenen sıcaklığa inildiğinde kalıp açılır. Köpük model pnömatik veya mekanik bir itici vasıtasıyla dışarı çıkartılır.

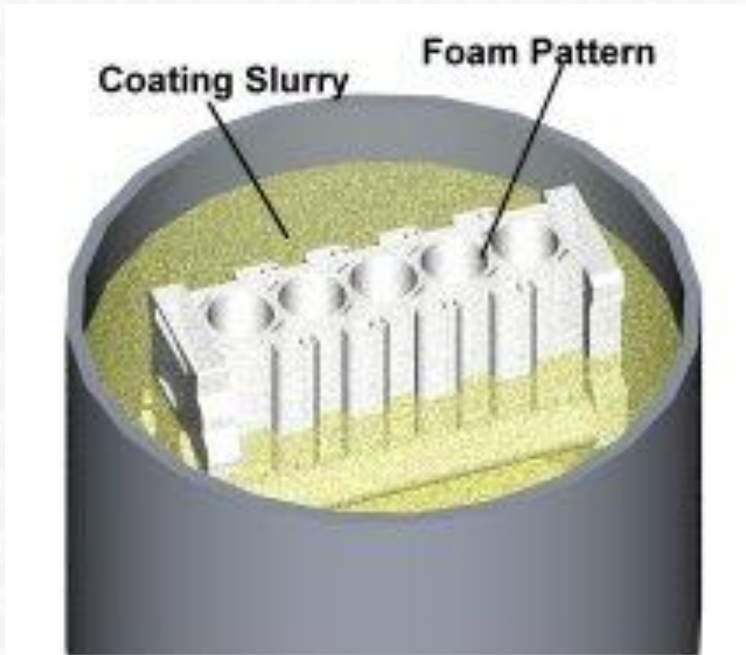
Yapıştırma

- Köpük modeller genellikle birçok parçadan meydana gelmektedir. Bu sebepten dolayı köpük model ve yolluk sisteminin birleştirilmesinde yapıştırıcılardan yararlanır. Yöntemin bu kademesine “köpük modelin toplanması” adı verilir. En yaygın köpük model yapıştırıcısı, sıcak ergimiş yapıştırıcıdır. Köpük model yapıştırıcılarının klasik sıcak ergimiş yapıştırıcılara göre daha düşük sıcaklıklarda kullanılabilir olması gereklidir. Köpük modellerin yapıştırılması aşamasında, boyutsal kararlılığın devamlılığı ve ekleme kalitesinin istenen seviyede tutulabilmesi için otomatik makinelerden yararlanır. Yapıştırma ile köpük döküm salkım hazırlanmış olur.

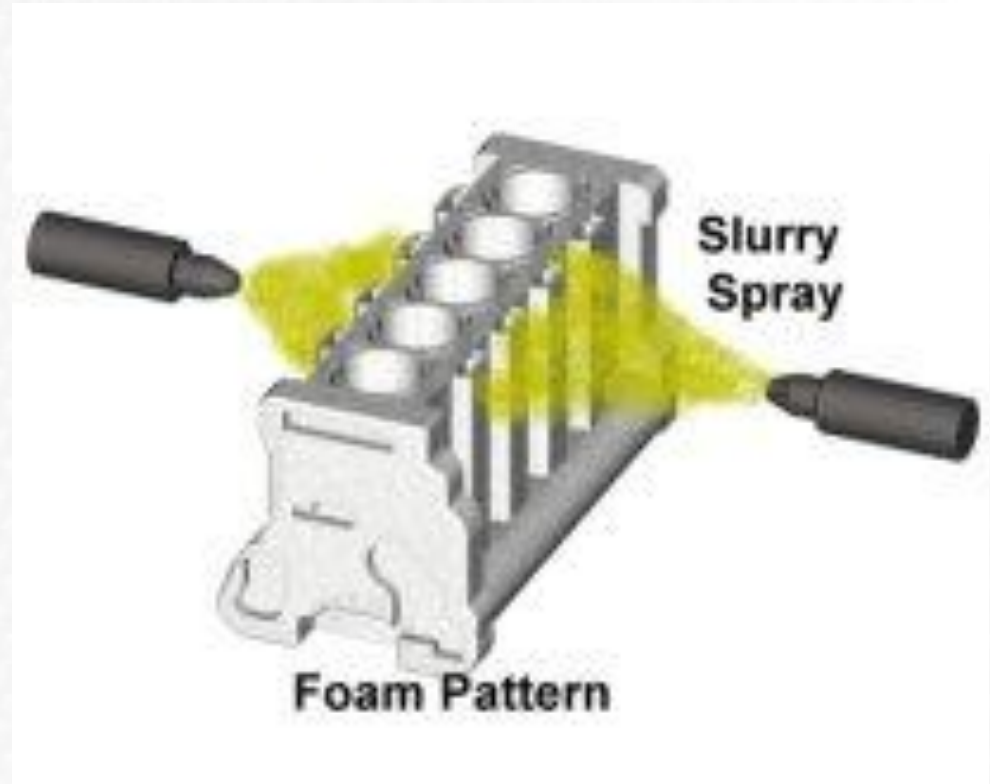
Refrakter kaplama

- Köpük döküm salkım hazırlandıktan sonra genellikle refrakter bir kaplamaya tabi tutulur. Yapılan refrakter kaplama sıvı metalin kuma girişini engellemekte ve polimerin pirolizi esnasında açığa çıkan sıvı ve gaz atıkların denetimli olarak uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Buna ilave olarak, refrakter kaplama kullanımı döküm sırasında sıvı metalin kalıba kesintili doldurulması halinde, bağlayıcı içermeyen serbest kumun çökerek yolluğu tıkamasını engeller. Kaplamalar, genellikle su bazlı olarak, refrakter tozların kullanımı ile üretilmektedir.

- Uygulanması ise, döküm salkımının üzerine boşaltma, daldırma veya püskürtme tekniklerinin birinin kullanımı ile yapılabilmektedir.

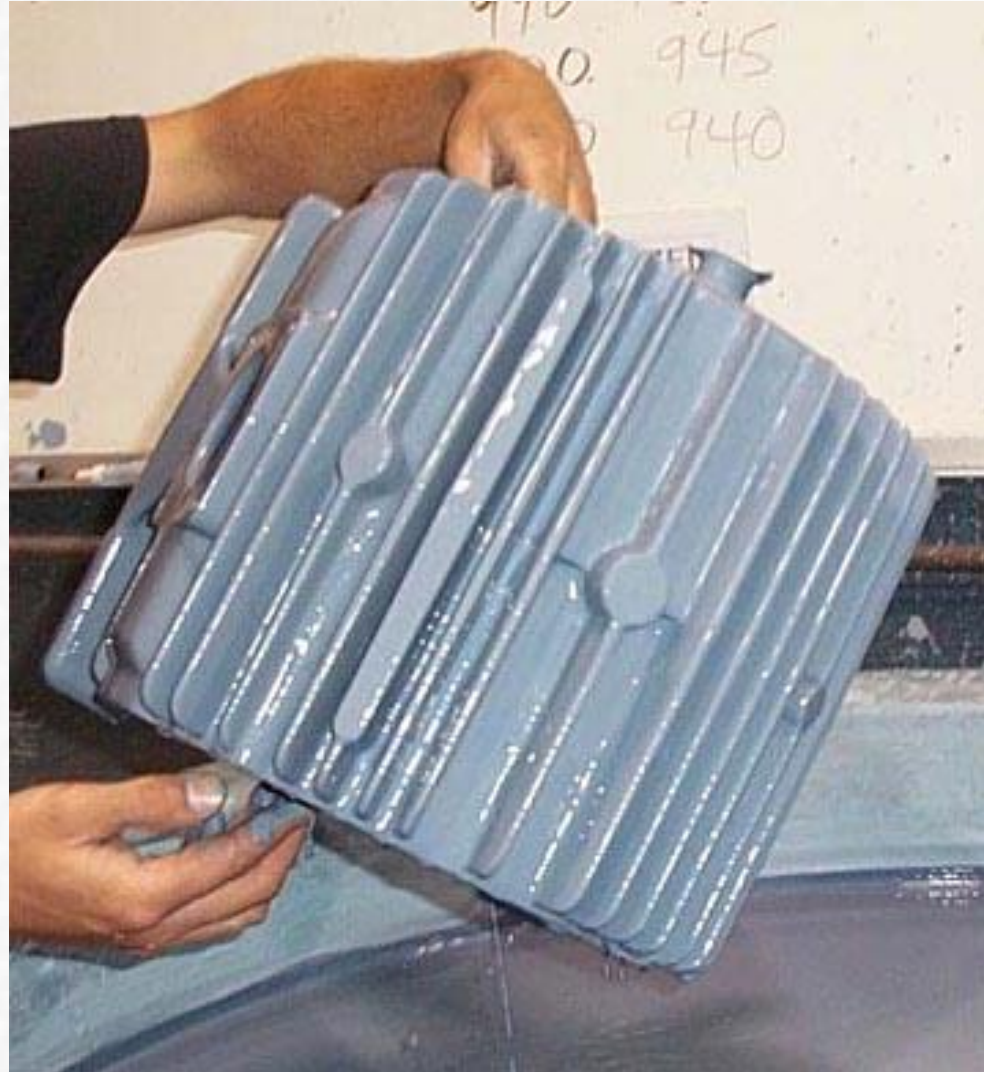


Daldırarak kaplama



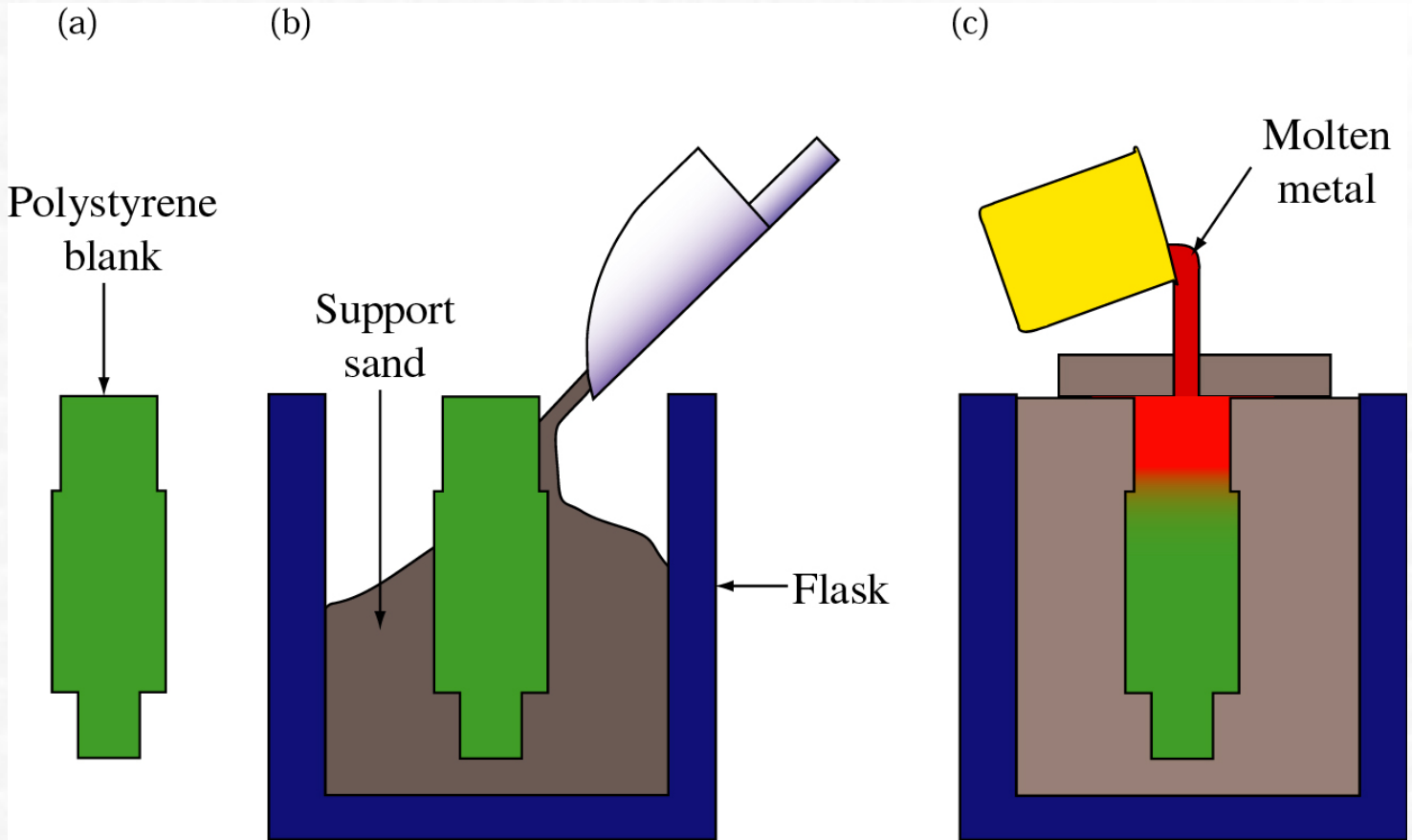
Püskürtme ile kaplama

- Burada dikkat edilecek husus refrakterin taşıyıcı veya bağlayıcısının köpük malzeme ile uyumlu olmasıdır. Bu nedenle hidrokarbon ve klorlu çözücü içeren refrakter kaplama malzemesinin, PS esaslı köpük modellerde kullanımı uygun değildir. Kaplamadan sonra döküm salkım hemen kurutulmalıdır, aksi takdirde döküm ürününde gözeneklilik veya yüzey hatalarının oluşma riski çok yüksektir. Döküm salkım üzerindeki kaplamanın kalınlığı, ağırlık tayini tekniği veya optik mikroskop altında inceleme yapılarak belirlenebilir.



Döküm İşlemi

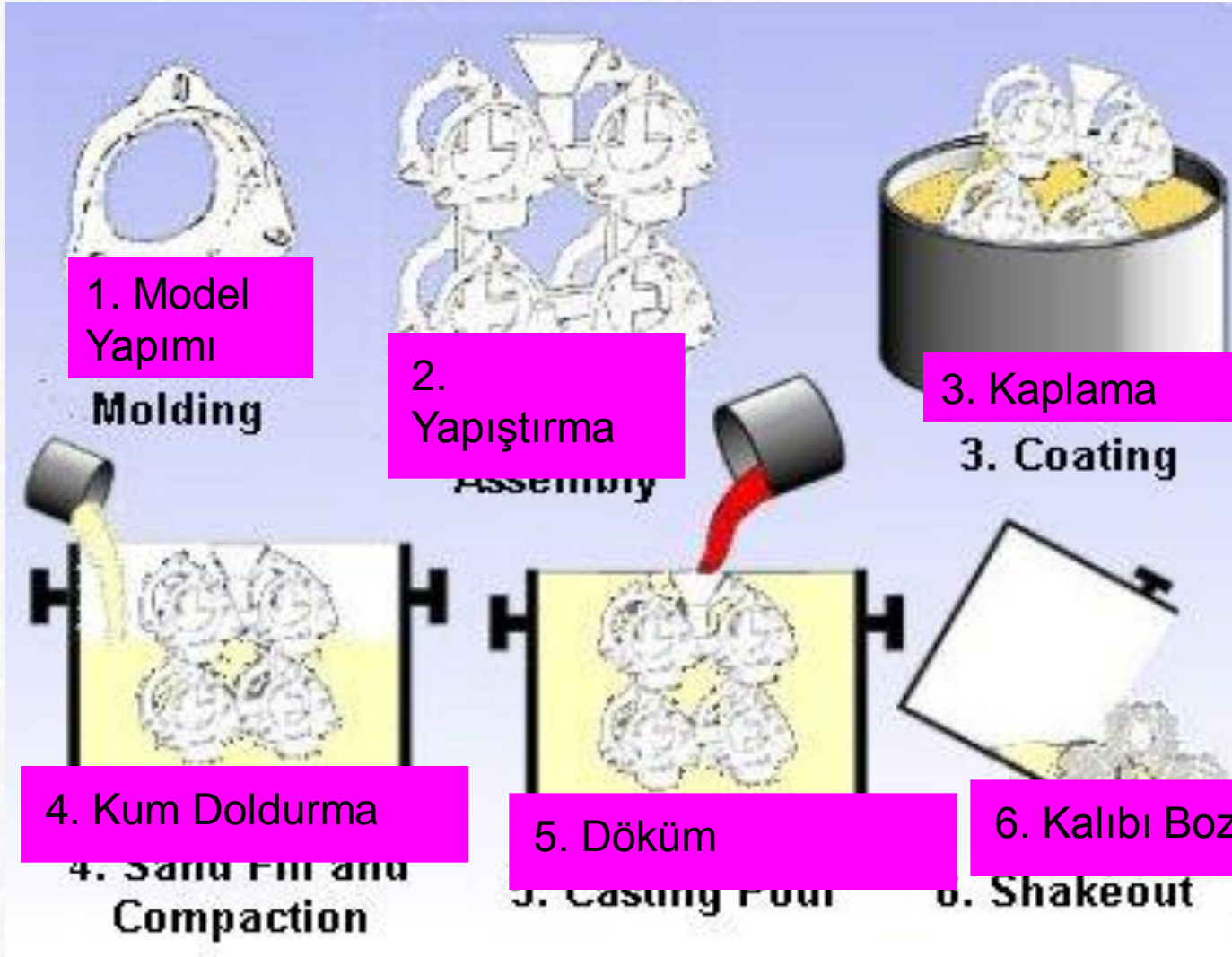
- Köpük döküm salkım, refrakter kaplamadan sonra tek parçalı bir döküm derecesi içerisinde yerleştirilir ve bağlayıcı içermeyen kumla genellikle yağmurlama sistemi kullanılarak desteklenir.

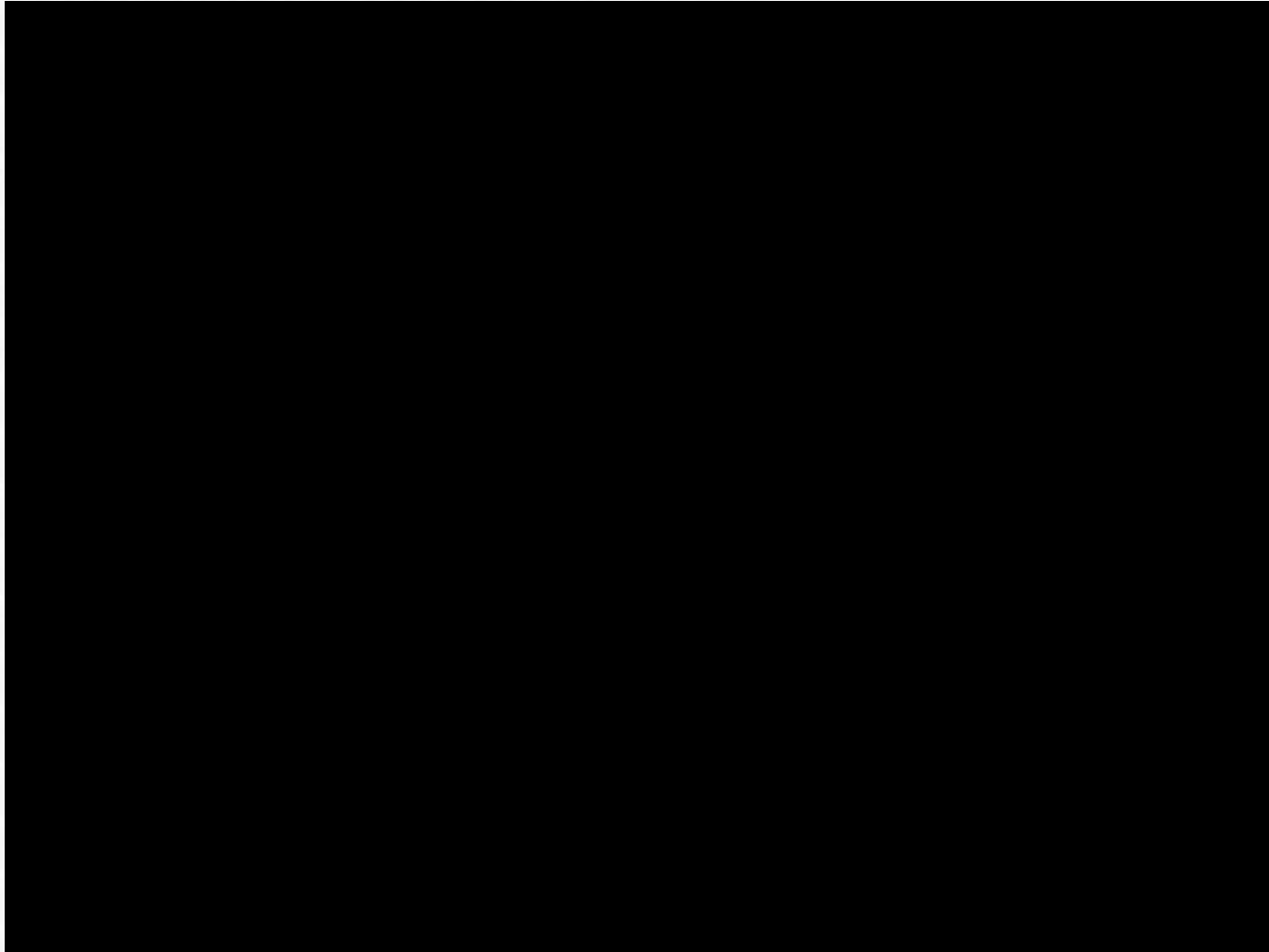


- Kum dolum aşamasında döküm derecesine yüksek frekanslı titreşim verilerek, kumun sıkışması sağlanır. Bu işleme, “köpük modelin kumla desteklenmesi” denir. Döküm salkım, kum ile desteklendikten sonra döküm işlemi yapılabilir. Döküm esnasında oluşabilecek olan kesinti, serbest haldeki kumun döküm boşluğunu tıkaması riskini de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, döküm sırasında sabit ve devamlı döküm hızını sağlayacak olan otomatik döküm potalarının kullanımı gereklidir. Dökümden sonra parça, temizleme ve bitirme işlemlerine yollanır. Döküm kumu ise soğutularak sisteme geri verilir.



uygulama





<https://www.youtube.com/watch?v=9bYVQ8ypHss>



Foam Pattern



Assembled Foam Pattern



Four Foam Sections

Uygulamalar

Cylinder Heads

Cylinder heads, overhead cam or push rod design, utilize Lost Foam's greater design flexibility to enable a high degree of component integration to reduce parts and assembly operations including the SOHC journal pedestal and EGR passages. Other as-cast features can include:

- *Combustion chambers*
- *High pressure oil lines*
- *Lifter lubrication slots*
- *Cam journal lube lines*
- *Water outlet*
- *Oil return lines*



Engine Blocks

Engine blocks can be an outstanding example of simultaneous product/process engineering, where the as-cast capabilities of the Lost Foam process are fully utilized. Some of these as-cast features can include:

- *High pressure oil lines to the main bearings and the cylinder head*
- *Oil filter plumbing*
- *Water pump/thermostat/and water distribution passages*
- *Oil return lines*
- *Accessory brackets*

As-cast fluid distribution lines on blocks and heads can eliminate gun drilling, and associated equipment and tooling.



Crankshafts

Crankshafts are another example of Lost Foam's advantage to the product designers in reducing as-cast and finish machined mass. Crankshafts can feature:

- *Hollow journals at pins and mains*
- *As-cast, uncheckered, untopped counterweights*



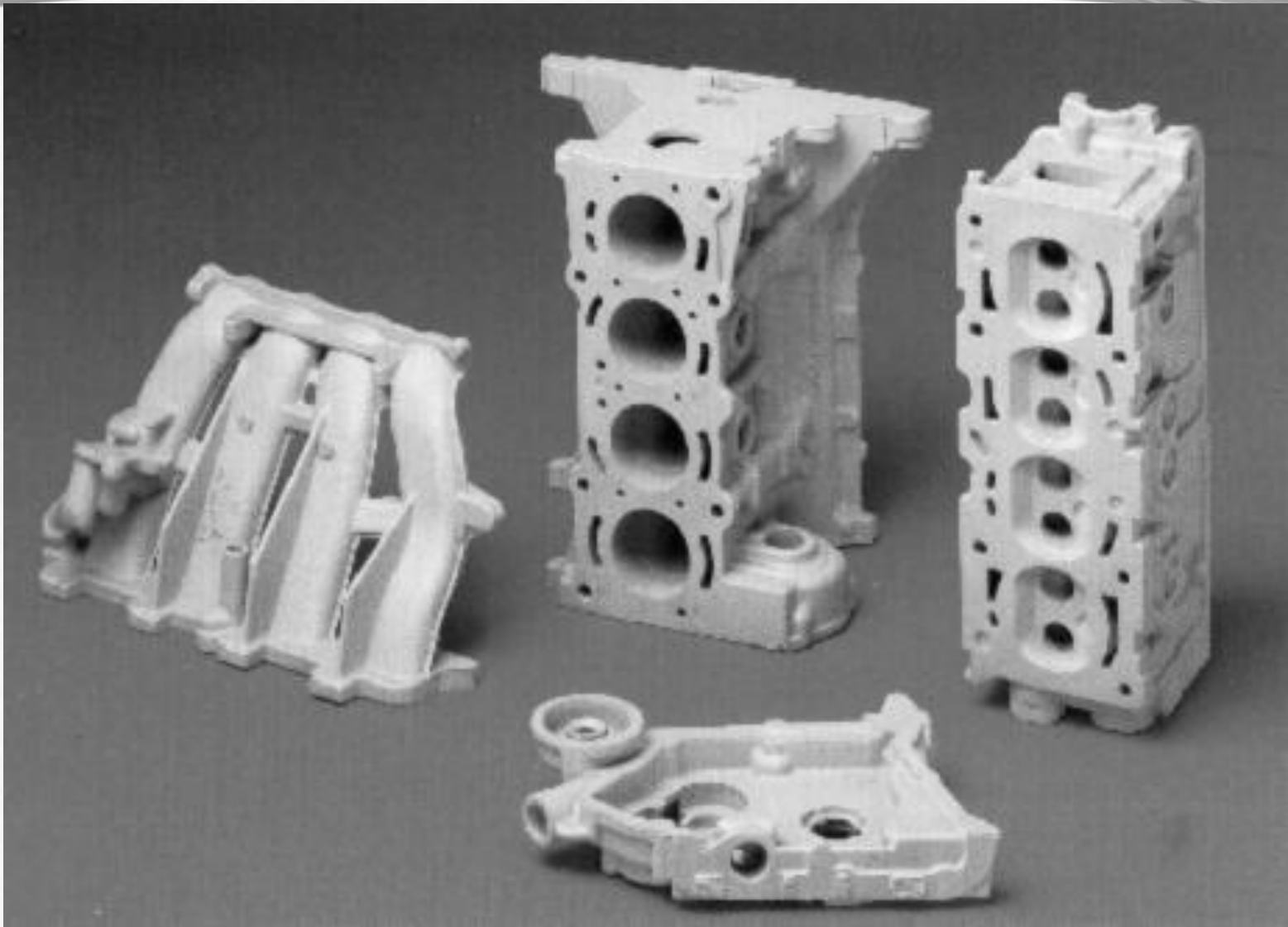
The Lost Foam casting method can reduce machining stock by more than two-thirds compared to a conventional casting process with subsequent cost avoidance in capital.

Electric Motor Frames

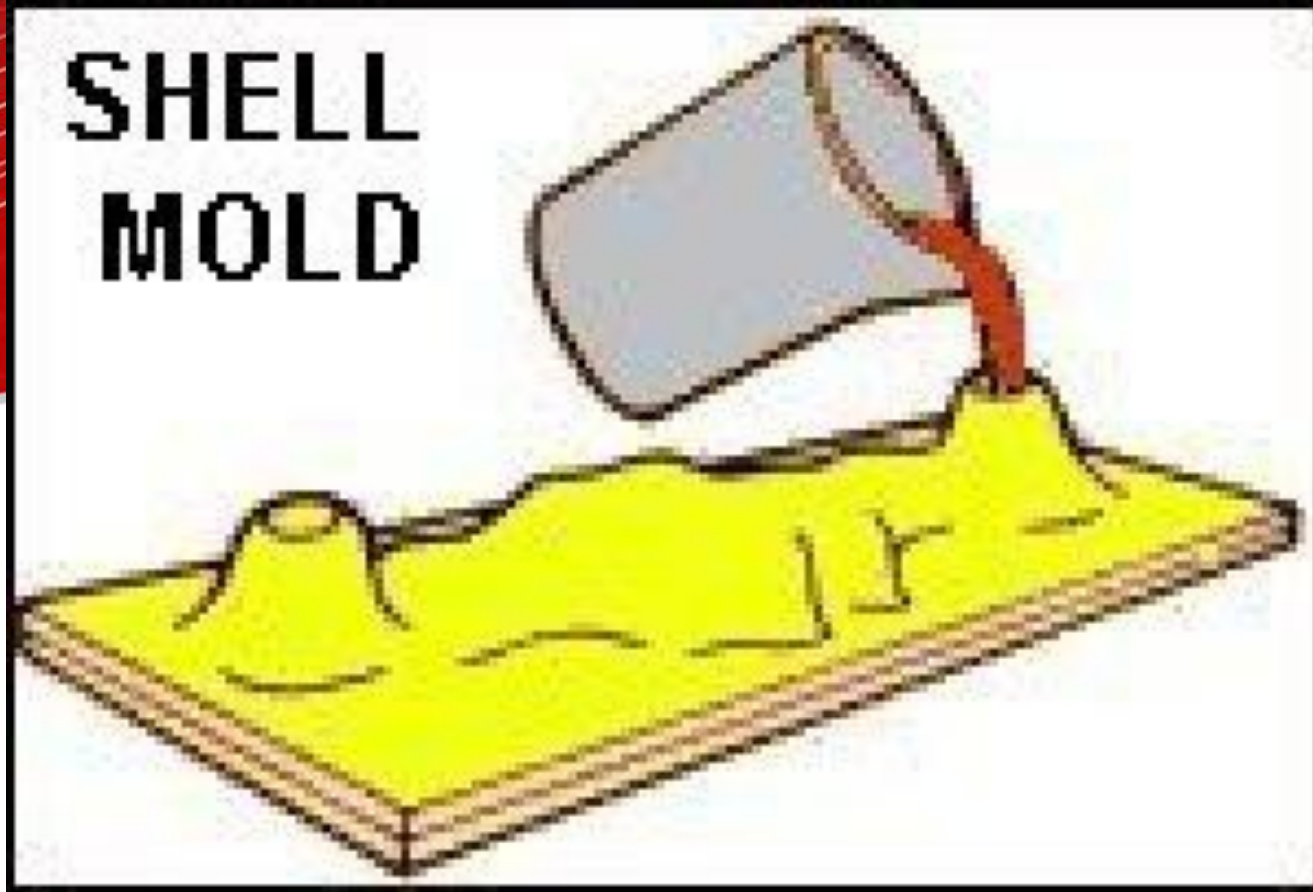
Numerous benefits of the Lost Foam casting process have been realized by designers, manufacturers, and end users. Here are examples of some of the rewards reaped from the process for motor frames:

- *No parting lines*
- *Reverse drafts*
- *Weight reductions up to 40 percent*
- *Improved cooling*
- *Improved electrical efficiency*
- *Drastically reduced machining*
- *Drilling reduced or eliminated*



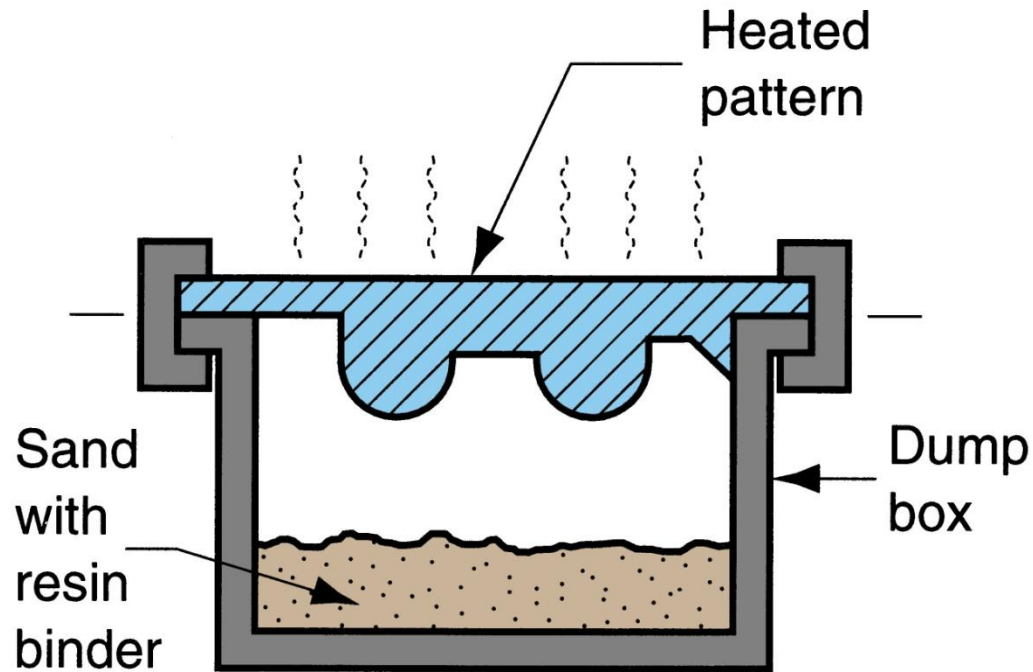


Kabuk Kalıba Döküm



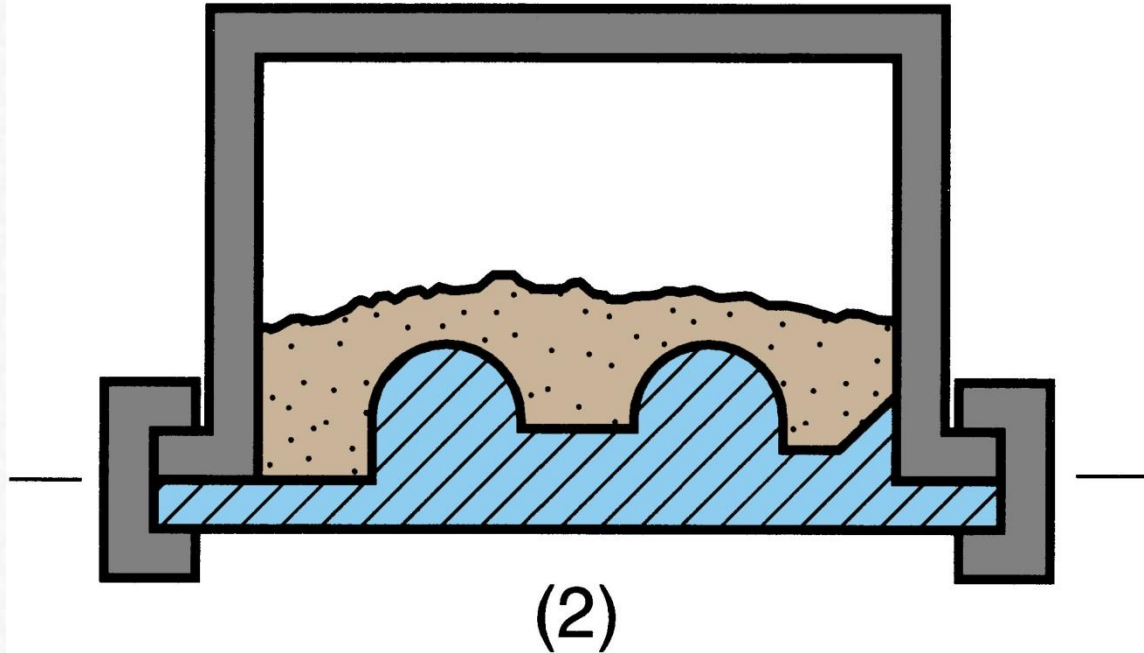
- II. Dünya Savaşı sırasında Alman Johannes Cronning tarafından bulunan kabuk kalıba döküm yöntemi, Croning veya C-Yöntemi olarak da adlandırılmaktadır.

- Isıtılmış model (yaklaşık 200°C) kum-reçine karışımının bulunduğu kutuya monte edilir.

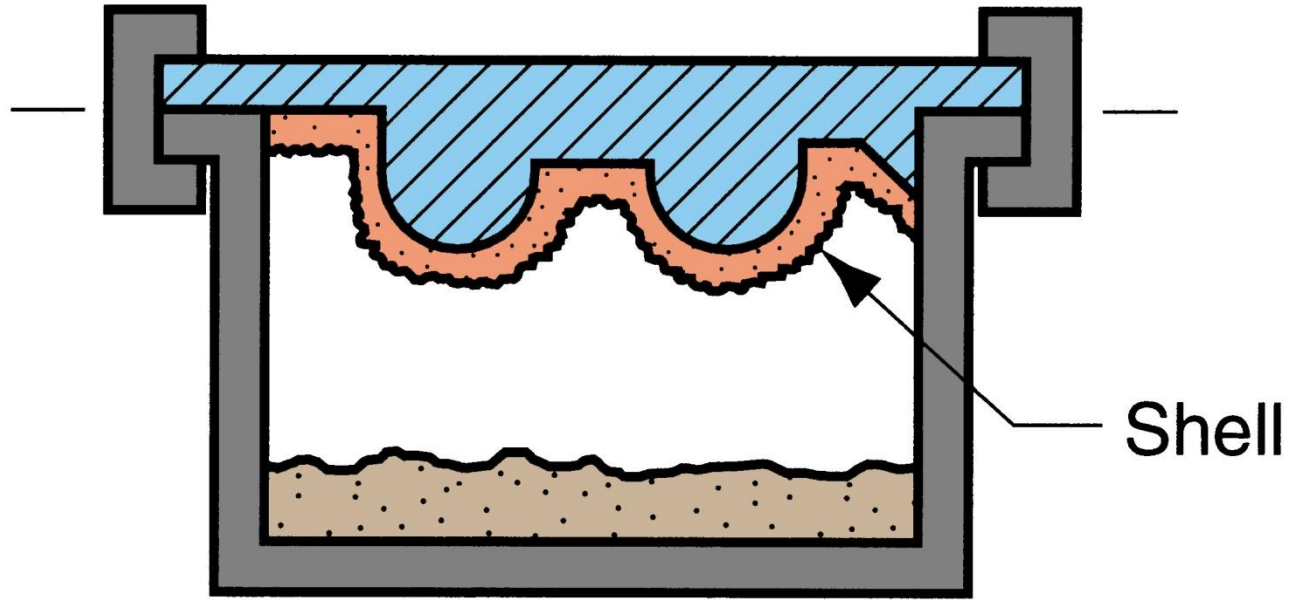


(1)

- Daha sonra kutu ters çevrilerek ısıtılmış modelin kum-reçine karışımı ile temas etmesi sağlanır. Bu sayede model yüzeyine temas eden reçine ısınarak sertleşir ve model üzerinde sıcaklık ve tutma süresi ile kalınlığı ayarlanabilen bir kabuk oluşur.

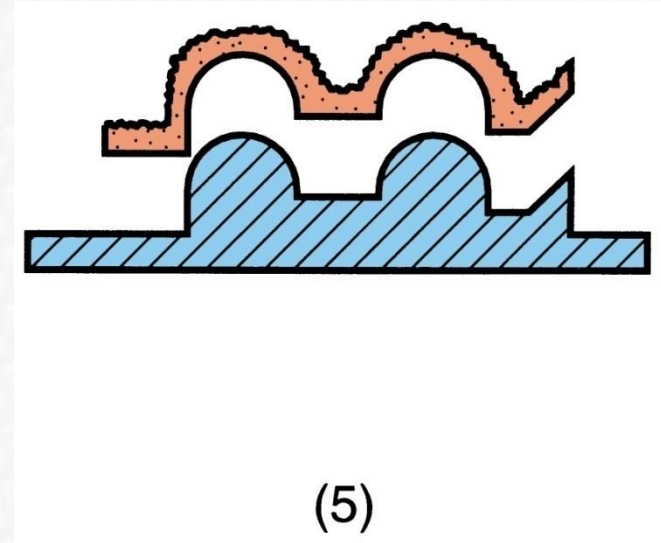
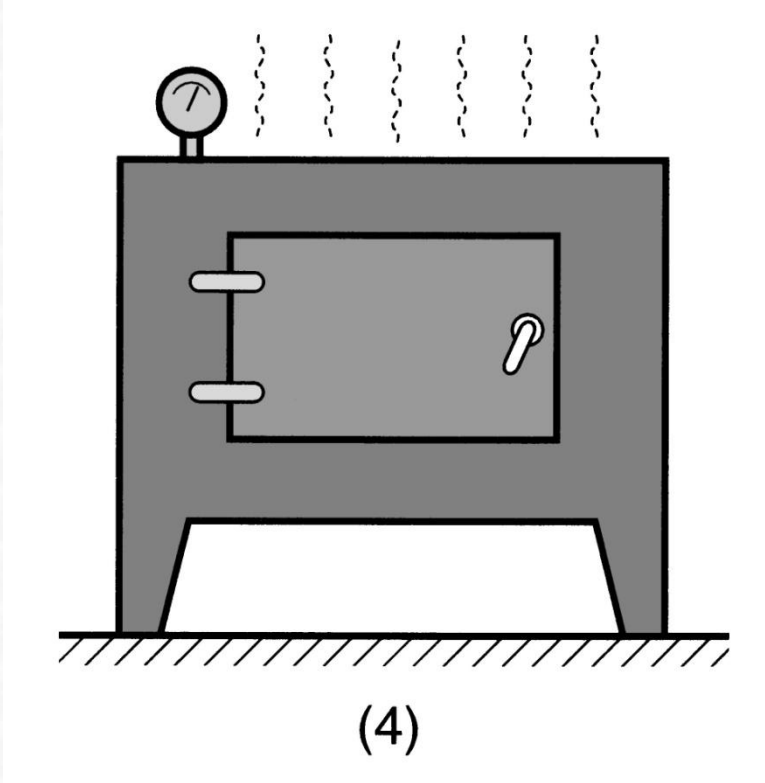


- İstenilen kabuk kalınlığına ulaşıldığında (6-12mm) kabuk tekrar çevrilerek sertleşmemiş ve bağlanmamış kumun geriye dökülmesi sağlanır.

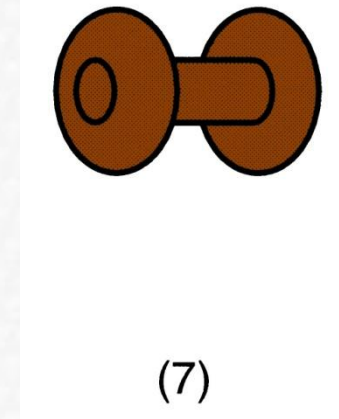
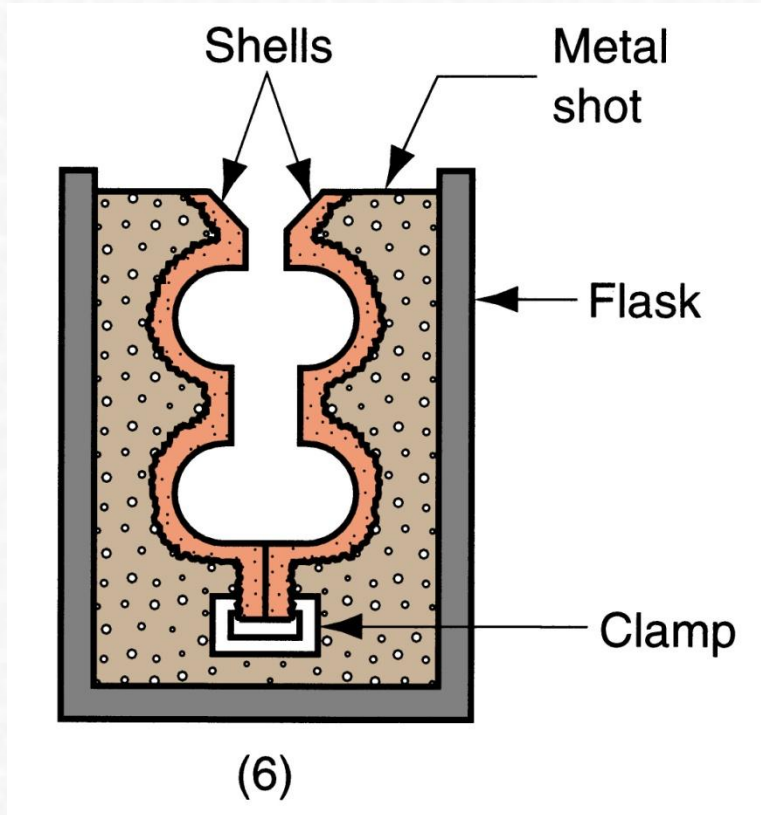


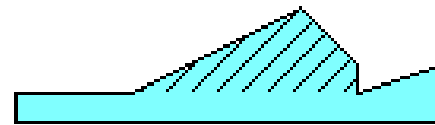
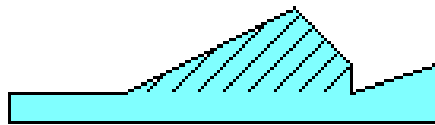
(3)

- Pişirme işlemi sonrasında iyice setleşmiş olan kabuk kalıp modelden çıkarılır.

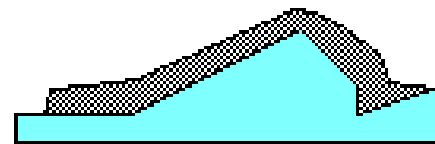
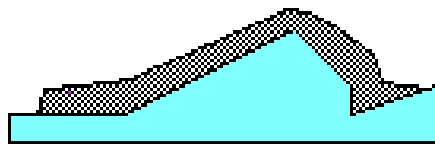


- Yapıştırılarak birleştirilen kalıplar bir dolgu malzemesi içerisine yerleştirilerek döküm yapılır

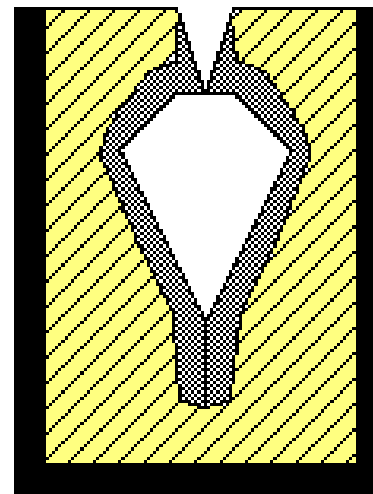
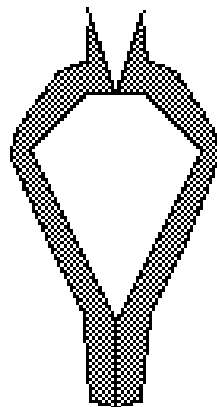




Start with matching patterns (the pattern is shown with diagonal lines)



A sand is used to coat the molds, and it is bonded to make shells



The pattern halves are mated, and then backed up to complete the mold



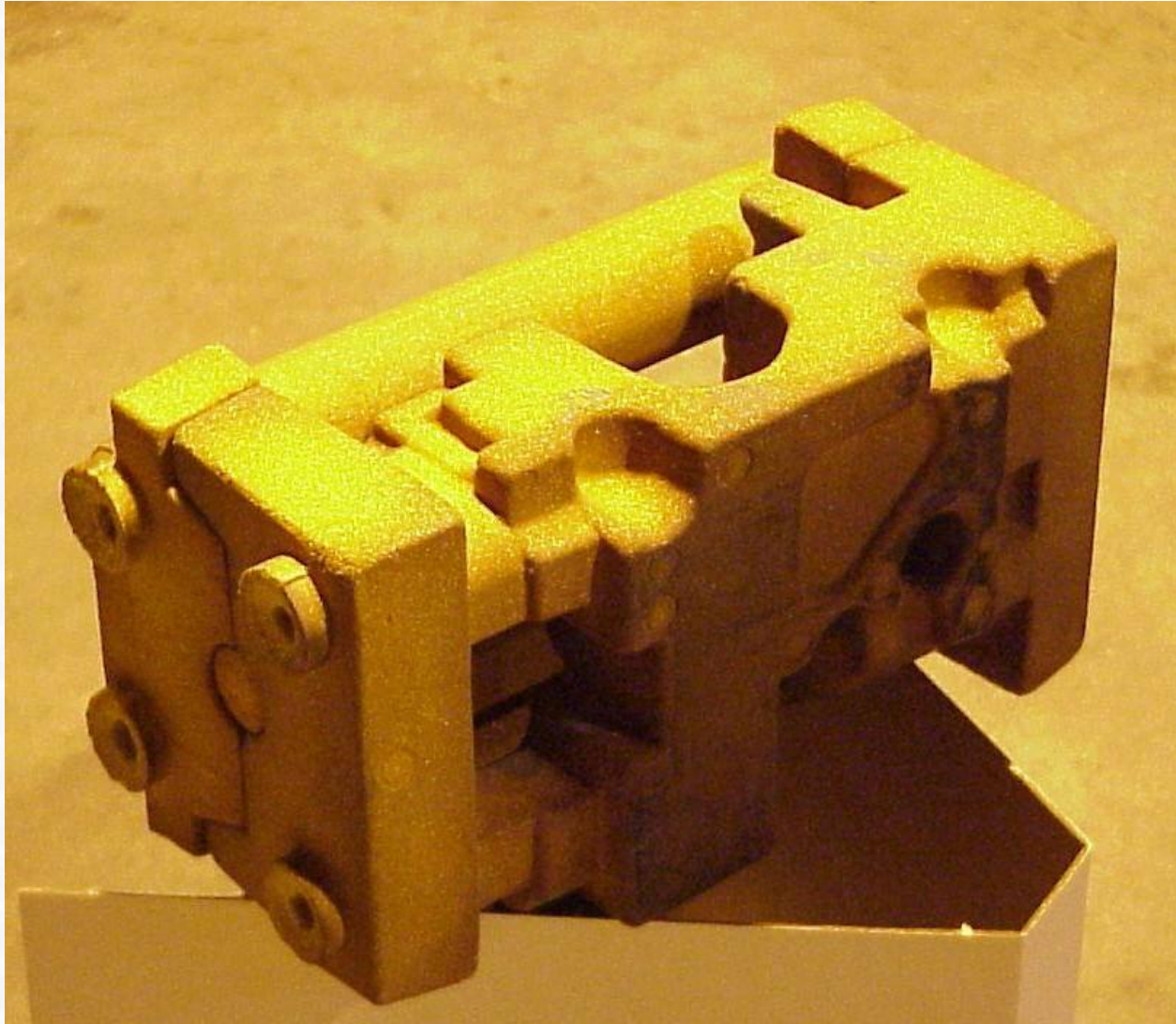
EMS

www.ems-usa.com



EMS

www.ems-usa.com



Avantaj ve Dezavantajları

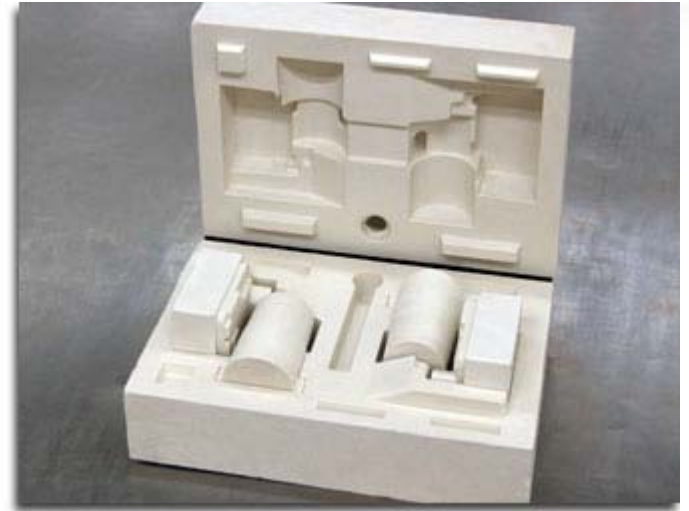
- **Kabuk kalıpların diğer kum kalıplara üstünlükleri:**

- Hassas toleransların elde edilmesi mümkündür. Çelik dökümlerde 0,25 mm'lik, dökme demirlerde ise 0,35 mm'lik boyut hassasiyetlerine ulaşmak mümkündür.
- Çok ince kum kullanıldığından yüzey kalitesi yüksektir.
- Makinalarla üretildiğinden seri üretime uygundur ve deneyimli çalışana ihtiyaç duyulmaz.
- Döküm daha düşük sıcaklıklarda yapılabilir ve yaş kum kalıplardan daha ince kesitler elde edilebilir.
- Kalıplar hafiftir ve depolanabilir.

- **Kabuk kalıba dökümün dezavantajları:**

- Metal malzemelerden üretilen modeller pahalıdır. Bu nedenle yöntem ancak seri üretimde ekonomik olabilir.
- Kabuk kalıplama makinalarının maliyeti yüksektir.
- Dökülebilen parça boyut ve ağırlıkları sınırlıdır.
- Kuma bağlayıcı madde olarak reçine katıldığından kalıp malzemesi masrafı yüksektir.

ALÇI KALIBA DÖKÜM



Alçı:

- Kalsiyum sülfat bileşigi olan ve ıslatılıp kurutulduğunda sertleşerek çabuk donan, beyaz renkli ince alçıtaşı tozudur. Kalsiyum sülfat dehidrat ya da alçıtaşının 120° - 180°C ' ye kadar ısıtılmasıyla elde edilir. Bileşimin donmasını geciktirici bir katkı maddesi eklendiğinde kaba ya da ince sıva adını alır.

Alçı Kalıp:

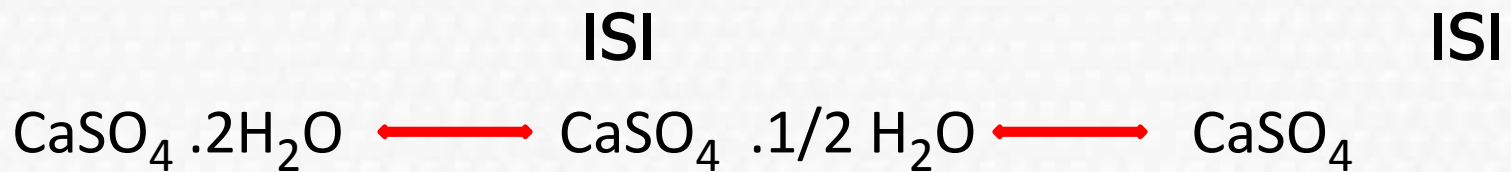
- Alçı kalıba döküm demir dışı metallerin şekillendirilmesinde kullanılan özel bir döküm yöntemidir. Adından da anlaşılacağı gibi ana kalıplama malzemesi alçıdır. Bu yöntem ilk olarak MÖ 3000-4000 yıllarında Çin'de pirinç heykellerin dökümünde kullanılmıştır.
- Alçı kalıplar büyük oranla bakır ve alüminyum alaşımları gibi düşük sıcaklıkta eriyen demir dışı malzemelerin dökümünde kullanılır. Eğer kalıp modellemesi için mum gibi düşük dayanımlı malzemeler tercih edilirse, kum gibi dövülerek sıkıştırılan kalıp malzemeleri uygun olmadığından başlangıçta sulu harç halinde olan alçı tercih edilir.



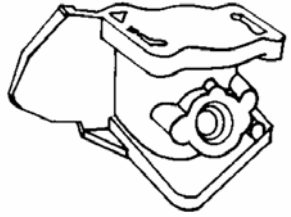
- Alçı kalıplar, bir bölüm yüzeyine sahiptirler ve en az iki veya daha çok parçalı olarak dizayn edilirler. Kullanılacak kalıp malzemesi için 100 ölçü alçı ile 160 ölçü su krem kıvamına gelinceye kadar karıştırılır. Kalıp malzemesi içine, kalıbın çatlamaması için %20 oranında talk, katılaşma süresini uzatmak içinse kaolin ve magnezyum oksit gibi katkıları eklenir. Kalıbın dayanım ve genleşme gibi özelliklerini kontrol edebilmek için kireç, çimento, asbest elyaf, silis unu gibi maddelerde kullanılabilir. Eğer, kalıp hazırlanırken karıştırma hızı normalden fazla olursa harcın içine hava gireceğinden gözenekler oluşabilir; karıştırma hızı normalden yavaş olursa harç katılaşabilir.

Alçı üç farklı şekilde bulunabilir ve ticari adlandırmada her üçünün de adı alçıdır:

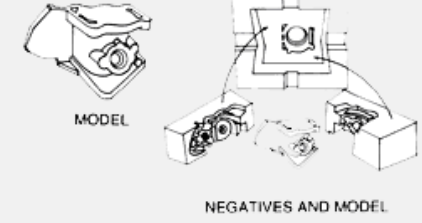
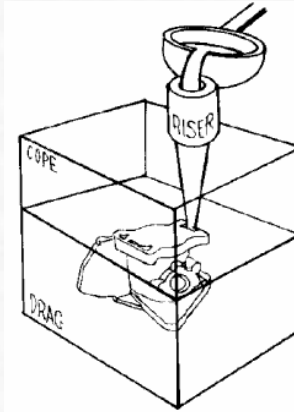
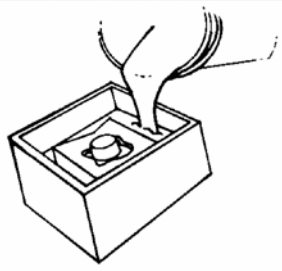
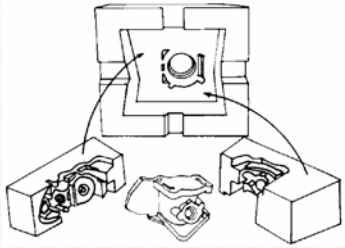
1. İki sulu alçı: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ \longrightarrow gypsum: jips
2. Yarım sulu alçı: $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ \longrightarrow plaster
3. Susuz alçı: CaSO_4



Alçı başlangıçta yarı sulu haldedir ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$). Harcın katılaşması esnasında alçı, su ile reaksiyona girerek $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ haline dönüşür. Sulu harcın model üzerine dökülmesini izleyen birkaç dakika içinde gerçekleşen ilk sertleşmeden sonra model kalıptan çıkarılır ve kalıp 200°C sıcaklıkta kurutulur. Bu şekilde tüm suyu giden kalıp, Susuz kalsiyum sülfat (CaSO_4) haline dönüşür. Kurutulmuş kalıptan tekrardan nem alınması önemli önemlidir. Nem, alçının düşük olan gaz geçirgenliğini olumsuz bir şekilde etkiler. Alçı kalıplar çok kırılğan olduklarından ötürü taşıma sırasında özen gösterilmelidir.

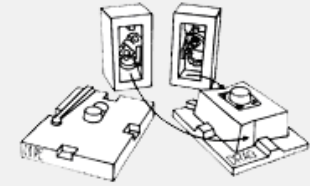


Model oluşturulduktan sonra üst ve alt dereceler oluşturulur. Yani kalıp boşluğumuzu oluşturacak negatifler elde edilir. Daha sonra kalıp içine alçı dökümü yapılarak, alçı kalıplar hazırlanır. Son olarak alçı kalıplar arasında metal dökümü yapılarak ürün elde edilir.

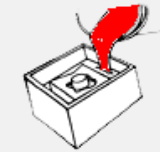


MODEL

NEGATIVES AND MODEL



FOUNDRY PATTERN EQUIPMENT



POURING PLASTER MOLD



FINISHED CASTING



POURING METAL CASTING



model



Yapışmayı engellemek (1)



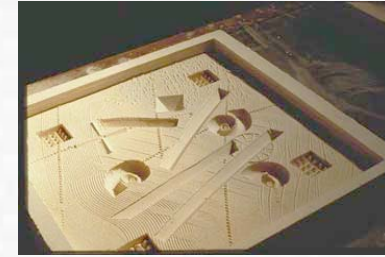
Yapışmayı engellemek (2)



alçı çözeltili



Sıkıştırma ve son şekil



Kurutulmuş döküme hazır kalıp



Geçirgenliği arttırma yöntemleri:

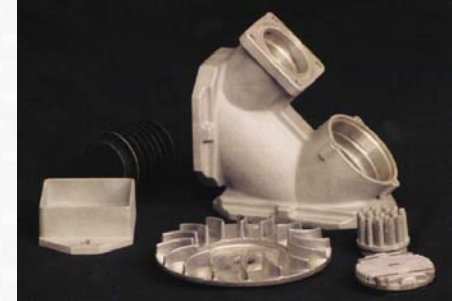
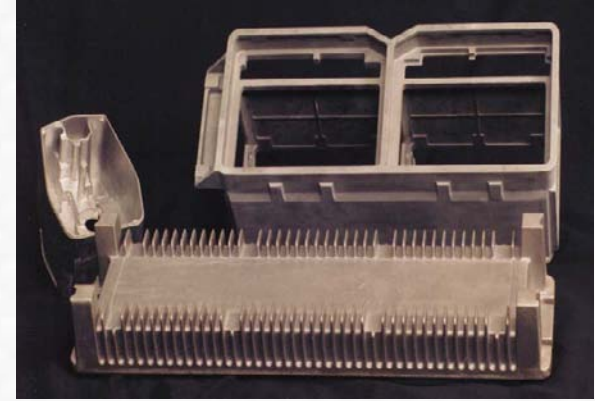
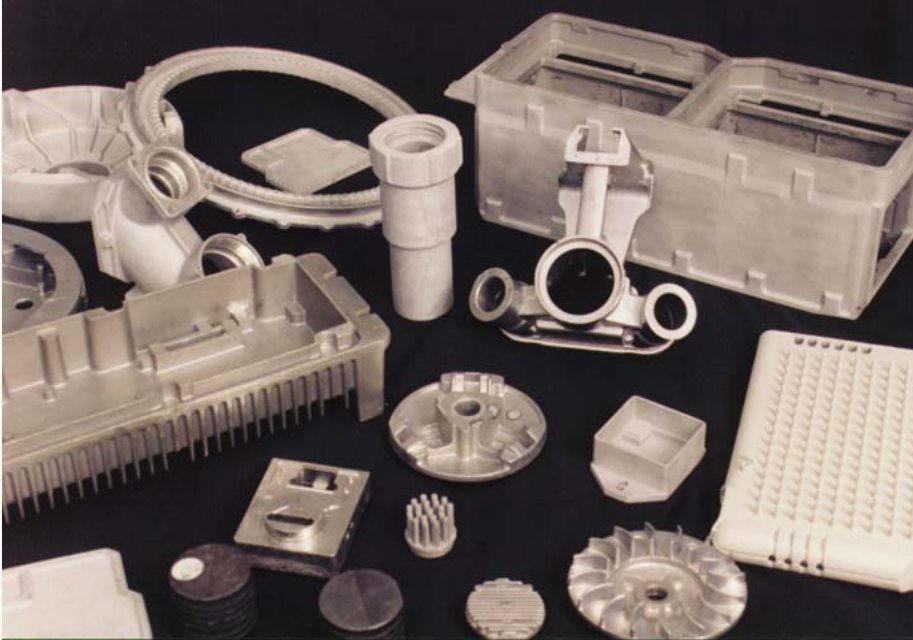
Köpüklü alçı kalıplar: Bu yöntem sayesinde , karışıma bir köpükleştirici katılarak kalıp gözenekli ve daha geçirgen hale gelir. Bu köpükleştiriciler çözelti içerisinde çok küçük hava kabarcıkları oluştururlar. Çözeltinin yoğunluğu azalarak hacmi artar. Model etrafına boşaltılan çözeltinin katılaşması ve daha sonraki kuruma işlemlerinde bu kabarcıklar birbirleri ile bağlantılanırlar. Böylelikle geçirgenlik artmış olur. Bu geçirgenlik miktarı çözelti hazırlanması sırasında karışıma ilave edilen hava miktarı ile orantılıdır.

Antioch yöntemi: Yöntemde alçı kalıplar önce kısmen susuz sonra tekrar sulu hale getirilirler (dehidratlama ve rehidratlama). Böylelikle iğne biçimindeki alçı kristalleri yaklaşık olarak kum tanelerine benzer yuvarlak bir biçimde yavaşça tekrar kristalleşir. Poroz yapıya sahip olan kalıbın geçirgenliği artmış olur.

Antioch tipi alçı kalıpların geçirgenliklerinin yüksek olmasının yanısıra ısı kapasiteleri de yüksektir. Çünkü kalıp malzemesi %50 den fazla kum içerir. Ayrıca geleneksel kalıplamanın tersine büzülme olmaz. Hatta işlem sırasında hafif bir genişleme bile olur. Poroz yapısından dolayı kuru mukavemeti düşüktür. Kalıplama maliyeti yüksektir ve kalıp hazırlanışı için geçen süre uzundur. Ancak belirli bir geçirgenliği olduğu için döküm sırasında vakum veya basınca ihtiyaç duymaz.

Kullanım Alanları

- Alçı kalıp ile üretilen parçalara örnek olarak jet motor kompresörleri, çeşitli elektrik donanım parçaları, çeşitli kauçuk ve lastik kalıplar verilebilir. Bu parçalar diğer kalıplama ve döküm yöntemleri ile üretilmek istenildiğinde işleme maliyetleri çok yüksek olduğu için alçı kalıp kullanılarak dökülmektedirler.
- Genel olarak alçı kalıba döküm yöntemi, kuyumcular tarafından da tercih edilen bir yöntemdir. Kuyumcuların dışında, diş hekimleri de bu yöntemi kullanmaktadır. Bazı sanatçılar ise alçı kalıba döküm yöntemi ile değişik çalışmalar yapmaktadırlar.



- Ayrıca, seramiği şekillendirme tekniklerinin endüstriyel anlamda baktığımızda alçı kalıba (alçı kullanılmasının sebebi alçının çamur içindeki suyu emerek çamurun yüzeye yapışmasını ve böylece kuruyup et kalınlığını sağlamasıdır.) döküm gibi seri üretime dayanan bir yöntem uygulanmaktadır. Alçı kalıpla şekillendirilecek ürün çamurun küçülme oranına göre teknik resmi büyütülerek çizilir ve alçı tornasında modeli hazırlanır. Alçı parçalar arasında parçaların birbirini tutmasını sağlayan pimler yerleştirilir. Alçı kalıp yapılırken alçı hazırlama detayları da önemlidir. Kalıplar boş döküm ve dolu döküme göre şekillendirilir. Geniş (servis tabağı, tepsi vb.) formlar dolu dökümle içi boş (kupa, fincan, pano vb.) formlar ise boş döküm ile şekillendirilir. Alçı kalıplarda diğer bir yöntem ise alçı kalıplar içerisine otomatik şablon (iç-dış) torna ile çamurun kuru preslenmesidir.



Avantaj ve Dezavantajları

Alçı kalıba dökümün üstünlükleri:

- ✓ yüksek hassasiyette boyut toleransı, çok düzgün yüzey ile yüksek kaliteli alüminyum, bakır ve çinko dökümünde kullanılır
- ✓ Alçının ısı iletimi düşük olduğundan, soğuma yavaş ve üniform olur.
- ✓ Büyük kesit farklılıklarının bulunduğu karmaşık parçaların dökümü için uygundur.
- ✓ Hızlı soğumanın gerektiği bölgelerde soğutma plakaları yerleştirilebilir.

Alçı kalıba dökümün sınırları:

- ✓ Alçı kalıpların en zayıf yönü gaz geçirgenliklerinin düşük oluşudur. (Geçirgenliği arttırmak amacıyla değişik teknikler geliştirilmiştir.)
- ✓ Bu yöntemle 10 kg' dan daha düşük parçalar üretilebilir.
- ✓ Kalıplar kırılmalıdır.

SERAM K KALIBA DÖKÜM



Seramik kalıba döküm yöntemi hassas döküm yönteminden türetilmiş olup, . Diğer hassas döküm yöntemleri ile üretilemeyecek kadar büyük boyutlu parçaların veya parça sayısının çok az olduğu durumlarda tercih edilir.

farklı modellerin tekrar kullanılabilmesi ve yöntemin standart dökümhane imkanlarıyla uygulanabilmesi avantajlarıdır.

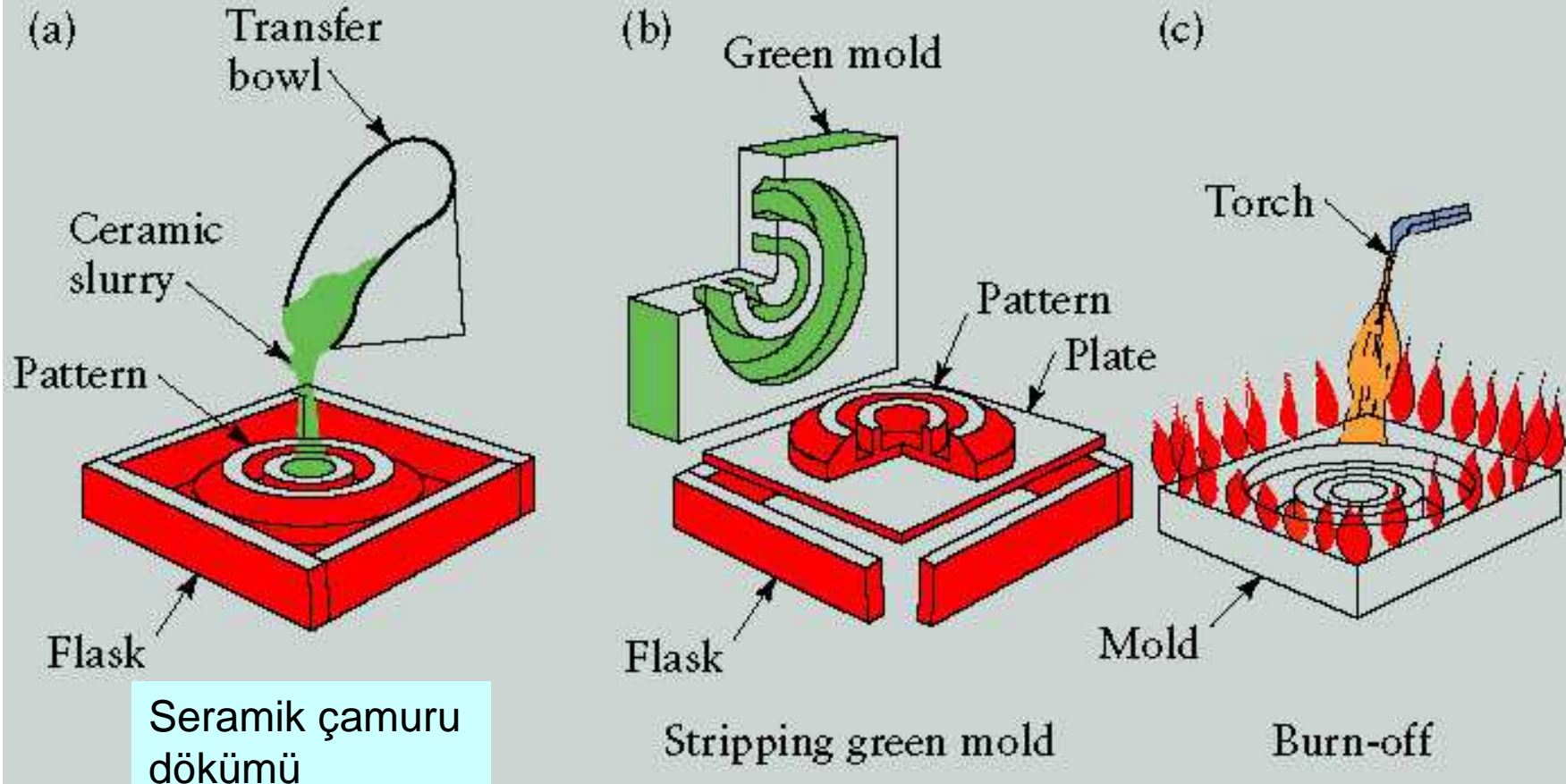
Seramik kalıba dökümde hassas dökümde olduğu gibi boyut sınırlaması yoktur ve özellikle yüksek sıcaklıkta ergiyen metallerden karmaşık biçimli, yüzey kalitesi yüksek, boyutları hassas ve kusursuz döküm parçalarının üretilmesi mümkündür.

Bu nedenle seramik kalıba döküm, boyut bakımından mum modellerin kullanılmasının mümkün olmadığı veya üretilecek parça adedi bakımından mum modelin üretiminde kullanılan metal kalıba yatırım yapmanın maliyet ve zaman bakımından uygun olmadığı durumlarda tercih edilir.



Seramik kalıba döküm yönteminde kalıp malzemeleri, dökülebilen metal ve alaşımlar ve elde edilecek döküm kalitesi gibi birçok özellikler açısından hassas döküm ile aynı özelliklere sahiptir. Tek önemli farkı, geleneksel kum kalıplama yöntemlerinde kullanıldığı gibi tekrar kullanılabilen modeller ile kalıplama yapılabilmesidir. Bu yüzden boyutsal hassasiyet ve yüzey düzgünlüğü hassas döküm kadar yüksek değildir. Hassas döküm veya seramik kalıba döküm yöntemlerinden birisinin seçimi dökülebilecek parça sayısına ve kalıplama maliyetine bağlıdır. Seramik kalıplama yönteminin en alt boyutu genellikle hassas döküm yönteminin en üst boyutudur.





- a. Seramik bulamaç kalıba dökülür.
- b. Daha sonra yukarıda anlatılan adımlardan sonra kalıp sonra çıkarılır.
- c. Uçucu maddeler(volatiles) üfleç yardımıyla uzakla tırılır.
- d. Daha sonra 1000 ° C sıcaklıkta bir ocakta fırınlanır.
- e. Kalıp imdi yüksek sıcaklı a dayanıklı hale gelmi tir