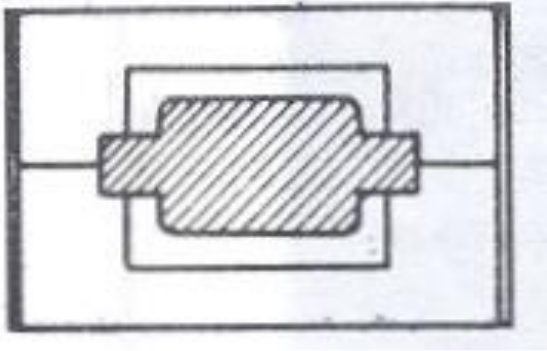


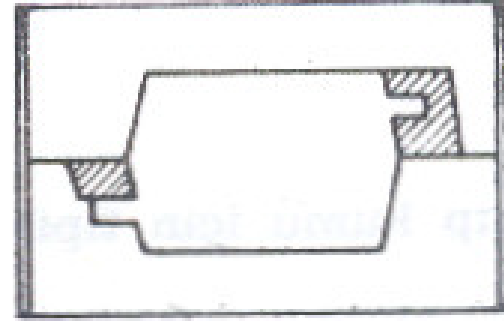
Maçalar ve Maça Bağlayıcı Sistemleri

Dr. Serhat ACAR

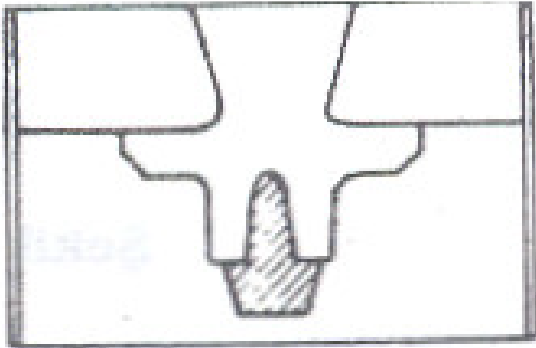
Maçaların işlevleri



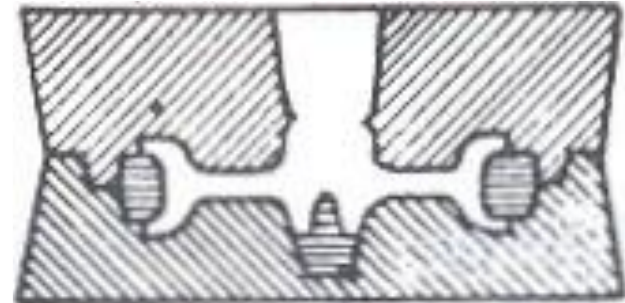
İç boşluklar, oyuk şekiller



İnce çıkıntılar



Derin boşluklar



Tam maça kalıplar

Maçaların üretimi ve özellikleri

- Maçalar, metal veya ahşap kutular içinde hazırlanır.
- Kum, kutu içine presleme, titreştirme veya hava üfleme yoluyla sıkıştırılır.
- Maçaların, yüksek aşınma, kırılma, termal şok ve metal nüfuz direncine sahip olmaları ve iyi bir bozulabilirlik göstermeleri gerekir.
- Ayrıca, maçaların düşük hacimde gaz üretmeleri, yeterli geçirgenlik ve sıcaklık dayanımına sahip olmaları gerekir.
- Doğal kumlar, maça yapımında kullanılamaz.

- Kil içeriği %1'in altında olmalıdır.
- Silis tozu, demir oksit ve killer (inorganik bağlayıcılar), bozulabilirliği azaltır ve reçine tüketimini artırır.
- Yuvarlak taneler düşük yüzey alanı/hacim oranına sahiptir, bu nedenle en az bağlayıcı gerektirdiğinden maça yapımı için tercih edilir.
- Genellikle, maça kumlarının tane boyutu kalıp kumlarından daha büyüktür.
- Maça kumlarının tane boyu dağılımı, kalıp kumlarına göre daha dardır. (Maça kumları: 3 elek, Kalıplama kumları: 5 elek.)

Maça yapımında reçine bağlayıcı proseslerin sınıflandırılması

Günümüzde çok çeşitli reçine bağlayıcı prosesleri kullanılsa da, bunlar aşağıdaki kategorilere ayrılabilir:

- Kendiliğinden sertleşen (no-bake) bağlayıcı sistemleri
- Soğuk kutu (cold box) bağlayıcı sistemleri
- Isıyla kürlenene (heat-cured) bağlayıcı sistemleri

Kendiliğinden sertleşen ve soğuk kutu proseslerinde bağlayıcı oda sıcaklığında kürlenirken, kabuk kalıplama, sıcak kutu ve fırın kürlenme proseslerinde ısı ile kürlenme uygulanır. Proses ve bağlayıcı türünün seçimi, gerekli maça veya kalıp boyutu ve sayısına, üretim hızına ve kullanılan ekipmana bağlıdır.

Kendiliğinden Sertleşen (No-Bake) Sistemler

Kendiliğinden sertleşen (no-bake) proses, iki veya daha fazla bağlayıcı bileşenin kum ile karıştırıldıktan sonra ortam sıcaklığında kürlenmesine dayanır. Kürlenme, bileşenler birleştikten hemen sonra başlar. İlk karıştırmadan sonra kum karışımı akışkan halde kalır ve maça kutusu veya kalıp modelinin doldurulmasına olanak tanır. Belirli bir süre sonra kum kürlenerek kutudan çıkarılabilecek sertliğe ulaşır. Doldurma ile çıkarma süresi, bağlayıcı sistemi, kürlenme ajanı, kum türü ve sıcaklığına bağlı olarak birkaç dakikadan birkaç saate kadar değişebilir.

Furan Asit Katalizli Kendiliğinden Sertleşen Sistem

Furan kendiliğinden sertleşen bağlayıcılarda temel hammadde furfuril alkoldür. Bu bağlayıcılar, üre, formaldehit, fenol ve çeşitli reaktif veya reaktif olmayan katkıları ile modifiye edilebilir.

Fenolik Asit Katalizli Kendiliğinden Sertleşen Sistem

Fenolik reçineler, fenol(ler) ve aldehit(ler) arasındaki kondenzasyon reaksiyonu ile oluşur. Furan bağlayıcılarda olduğu gibi, bu reçineler de reaktif veya reaktif olmayan katkıları ile modifiye edilebilir.



Furan reçineli maça

Ester Krlenmeli Alkalin Fenolik Kendiliğinden Sertleşen Sistem (Alphaset)

Ester krlenmeli fenolik bağlayıcı sistemi, su bazlı alkalin fenolik reçine ve sıvı ester eş-reaktanlarından oluşan iki bileşenli bir sistemdir. Her iki bileşen de suda çözünebilmektedir. Krlenmiş kumun dayanımı, asit katalizli ve üretan sistemlere göre daha düşüktür, ancak dikkatli bir operasyonla iyi döküm sonuçları alınabilir. Avantajları arasında demir dökümlerde karşılaşılan damarlanma gibi kusurlarda azalma ve yüksek erozyon direnci bulunur.



Alphaset maça

Silikat/Ester-Katalizli Kendiliğinden Sertleşen Sistem

Bu sistem, sodyum silikat bağlayıcısı ve sıvı organik ester sertleştiriciden oluşur.

Sodyum silikat (Na_2SiO_3) + Sıvı ester sertleştirici \rightarrow Kürlenmiş polimer

Alümina-Fosfat Kendiliğinden Sertleşen Sistem

Alümina-fosfat bağlayıcıları, asidik, suyla çözünebilen alümina-fosfat sıvı bağlayıcı ve metal oksit sertleştiriciden oluşur. Bu sistem, diğer kendiliğinden sertleşen sistemlerden farklı olarak inorganik olup, diğer tüm sistemler organiktir veya silikat/ester sistemlerinde olduğu gibi hem inorganik hem de organik olabilir.

Yağ Üretan Kendiliğinden Sertleşen Reçineler

Bu üç bileşenli sistemde A kısmı alkid yağ türü reçine, B kısmı sıvı amine/metal katalizörü ve C kısmı polimerik metil di-izosiyanat (MDI) içerir.

Fenolik üre tan kendiliğinden sertleşen (PUN) bağlayıcı sistemi; fenol formaldehit reçinesi, polimerik MDI izosiyanat ve amine katalizörden oluşur. Bu sistemde, iki bileşenin reaksiyonu üre tan bağı oluşturur ve yan ürün çıkmaz. Hava gerektirmediği için derin kütleme sorunları yaşanmaz.

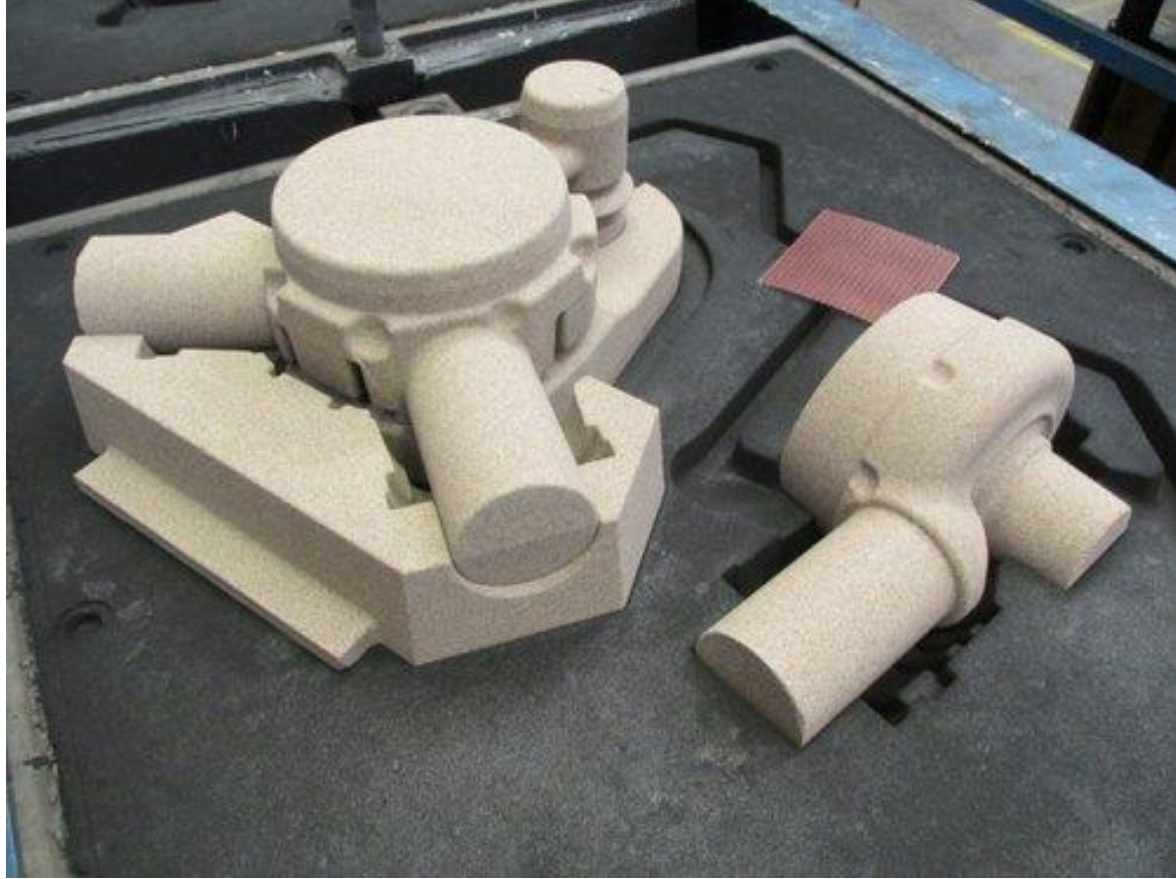
Poliol-izosiyanat sistemi; 1970'lerin sonlarında alüminyum, magnezyum ve diğer hafif alaşım dökümhaneleri için geliştirilmiştir. Daha önce hafif alaşım dökümhanelerinde kullanılan bağlayıcı sistemler, demir döküm endüstrisinde kullanılanlarla aynıydı. Hafif alaşımlarla ilişkili daha düşük döküm sıcaklıkları, çoğu kendiliğinden sertleşen bağlayıcının çözünmesi için yeterli değildir ve maça çıkarma işlemi zorlaşır. Poli ol-izosiyanat sistemi, bu sorunu çözmek amacıyla geliştirilmiştir.

Soğuk Kutu (Cold-box) Sistemleri

Soğuk kutu prosesi, bağlayıcı-kum karışımının, kumdan geçirilen bir buhar veya gaz katalizörü ile hızlandırılan oda sıcaklığında kürlenmesini ifade eder. Farklı bağlayıcılar için farklı gaz veya buhar katalizörleri kullanan çeşitli soğuk kutu sistemleri mevcuttur. Örneğin; fenolik üretan için trietilamin, furan için kükürt dioksit, silikat bağlayıcılar için karbondioksit gibi.

Fenolik Üretan Soğuk Kutu (PUCB) prosesi, fenolik reçine, polimerik izosiyanat ve tersiyer amin katalizöründen oluşan üç bileşenli bir bağlayıcı sistemi kullanır. Kum, bağlayıcılarla kaplanıp oda sıcaklığında sıkıştırılır ve amin gazı ile sertleştirilir. Ardından hava temizleme döngüsüyle kalan amin uzaklaştırılır.

Fenolik reçine + Poliizosiyanat → Üretan
(Buhar amin katalizörü)



Soğuk kutu maça örneği

SO₂ Prosesi (Furan/SO₂). SO₂ prosesi, hızlı kürlenme sağlanan, gazla aktive edilen bir furan kendiliğinden sertleşen süreçtir. Farklı furfuryl alkol bazlı reçineler, yapışmayı artırıcı maddelerle karıştırılarak kumun üzerine %0.9 ile %1.5 arasında kaplama yapılır.

Serbest Radikal Kürleme (FRC) Prosesi prosesinde ise akrilik ve akrilik-epoksi bağlayıcılar, organik hidroperoksit ve SO₂ ile kürlenir. Bağlayıcıdaki akrilik ile epoksi oranı, kum performansını ve döküm özelliklerini etkiler.

Fenolik Ester Soğuk Kutu (PECB) (Betaset), 1984'te döküm endüstrisine tanıtılmış bir iki bileşenli sistemdir. Kum, fenolik reçine ile kaplanıp, metil format gibi uçucu esterler buharlaştırılarak kum karışımından geçirilir.

Sodyum Silikat/CO₂ Sistemi, sıvı sodyum silikat ve CO₂ gazından oluşan inorganik bir sistemdir. Bu sistem, kokusuz, yanıcı olmayan, yüksek üretim ve büyük kalıplar için uygun olup, zararlı gaz üretmez ve düşük uçucu emisyonlarla çalışır.

Kabuk Prosesi (Croning Prosesi)

Bu süreçte, kum taneleri fenolik novolak reçineleri ve heksametilentetramin ile kaplanır. Sıcak kaplama işleminde, çözünmüş veya sıvı reçineler kullanılırken, sıcak kaplamada katı novolak reçineleri kullanılır. Kaplanmış, kuru ve serbest akışkan kum, 150 ile 280 °C arasında bir sıcaklıkta, 10-30 saniye boyunca ısınmış bir kalıpta sıkıştırılır ve kürlenir. Sıcak kaplama ile hazırlanan kumlar hızlı bir şekilde kürlenir ve mükemmel özellikler sergiler. Sıcak kaplanmış kumlar genellikle daha iyi akış sergiler ve depolama sırasında topaklanma eğilimi göstermez.

Novalak Kabuk Kalıplama Bağlayıcıları; Novolaklar, çapraz bağlanma ajanı olmadan bağlanmayan, termoplastik, kırılğan, katı fenolik reçinelerdir. Ancak, novolak bileşimleri, hekzametilentetramin veya bir resol fenolik reçine kullanılarak kürlenebilir ve çapraz bağlı ürünlere dönüştürülebilir. Novolak kürlenme mekanizmasının basitleştirilmiş versiyonu şöyledir:

Novalak + Hekzametilentetramin → Kürlenmiş polimer + Amonyak
(Isı)



Kabuk maçalar

Sıcak kutu (Hot Box) ve ılık kutu (Warm Box) Sistemler

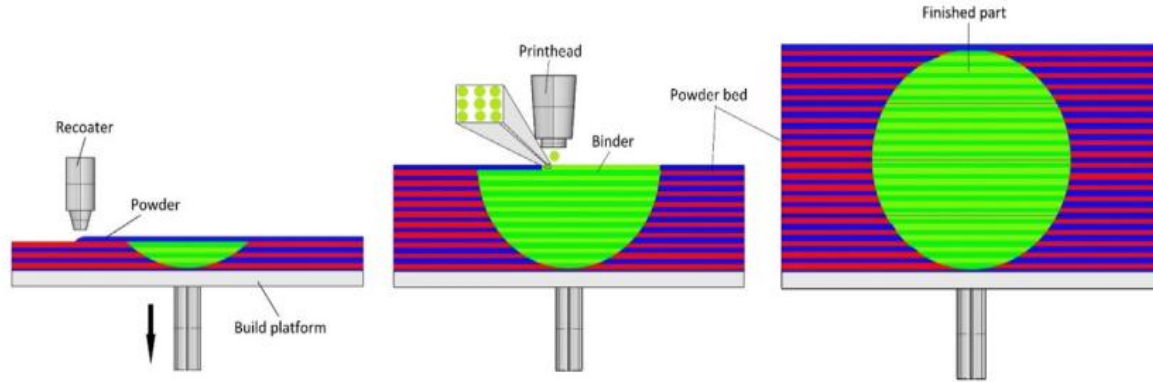
Sıcak kutu ve ılık kutu süreçlerinde, sıvı termoset bağlayıcı ve latent asit katalizörü kuru kum ile karıştırılıp ısıtılmış maça kutusuna sıkıştırılır. Isıtma sırasında katalizör asit açığa çıkararak hızlı kürlenmeyi başlatır ve maça 10-30 saniye içinde çıkarılabilir. Kürlenme, ekzotermik reaksiyon ve emilen ısıyla tamamlanır. Sıcak kutu maçaları genellikle fırında ek kürlenme gerektirirken, ılık kutu maçalarında buna ihtiyaç yoktur.

Fırında K rleme Prosesleri / Maça-yağı (Core-oil) bağlayıcılar

Maça-yağı bağlayıcı, su ile aktive olan tahıllarla karıştırılarak yaş mukavemeti yüksek kum karışımı oluşturur. Bu karışım, oda sıcaklığında düşük maliyetli maça kutularına doldurulur ve şekli, modelden çıkarıldığında korunur. Kürlenmemiş maçalar, fırında kurutulmadan önce destek yapılarıyla şekil korunur. Bu süreç, hızlı maça üretimi sağlar, kurutma işlemi dışında maçalar hızlı bir şekilde üretilir.

Maça üretiminde eklemeli imalat

- Eklemeli imalat, karmaşık şekilli maçaların hızlı ve hassas üretimi için; hızlı üretim, düşük maliyet ve şekil esnekliği gibi avantajlarla geleneksel yöntemlere alternatif haline gelmiştir. Ergiyik biriktirme modelleme (FDM), seçici laser sinterleme (SLS) ve stereolitografi (SLA) gibi farklı tekniklerin özellikle kum kalıba döküm ve hassas döküm gibi farklı döküm teknolojilerine entegrasyonu üzerine çalışılmaktadır. Maça üretiminde ise ön plana çıkan teknik 3D kum yazdırma (Binder-jetting) olarak göze çarpmaktadır. Farklı türde yazıcılar farklı kimyasal sistemler kullanabilmektedir. Bu tür maçaların üretiminde en yaygın olarak kullanılan sistemler, furan ve fenolik reçine ya da inorganik alkali silikatlar tabanlı kendiliğinden sertleşen (no-bake) sistemlerdir.



3d kum yazdırma (binder-jetting) teknolojisi

Video linkleri

- <https://www.youtube.com/watch?v=JUqXygYdxkM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=dzveVdWXpc4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=7HYQJ17ghmU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XUm5QAVpKIk>
- https://www.youtube.com/watch?v=Wd_ljeOsNn4
- <https://www.youtube.com/watch?v=-GZScN3K8A8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Is3ox8wl3VU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=P0CMCX6F8Po>