



Emdirme Boyalar – Karlılığı Arttırmak için Konsept Boyalar

Hazırlayan Reinhard Stoetzel & Nishikant M.Ejrekar (ASK Chemicals GmbH)

Çeviren Hakan KAKAÇ (ASK Chemicals TR)

Giriş

Dökümhane çalışmalarında, başarının anahtarlarından bir tanesi de proses adımlarının kontrolü ve geliştirilmiş yeni ürünlerin proses şartlarına adaptasyonudur. (Temel hedefler, fiyatları düşürmek ve verimlilik, esneklik ve kaliteyi arttırmak).

Refrakter esaslı boyaların doğru seçilmesi ve kullanımı, döküm kalitesini arttırmak için uygulanan tekniklerden bir tanesidir. Özellik ile refrakter esaslı boyaların emdirme yöntemi uygulaması ile etkisinin keşfedilmesi dökümhane uygulamalarında yeni bir kapı açmıştır.

Birincil Boya ve Emdirme Etkisi

İnce tane boyutlu hammadde içeren boyalar kum içine doğru diğer boyalardan daha iyi ve daha fazla nüfuz eder.



Kum yüzeyini emen refrakter tipinin, sıcak noktalara nüfuzun ve içten yanmanın azaltılması gibi farklı etkileri olabilir. Grafit dejenerasyonunu engelleyen SO₂ ve eriyikle birlikte kalıp gazları reaksiyonunu azaltan oksitleyici ajanlar gibi kimyasalların sağlanmasıyla gazlar absorbe edilebilir. Stresin açığa çıktığı lokasyonlarda termal stresi azaltan damarlaşıma engelleyici bileşimler de kullanılabilir.

Bu tür boyaların uygulanması, tamamlama bölümlerinde temizleme maliyetlerinin azaltılması (işçilik, hammadde vb.) ve döküm

hurda seviyelerinin azaltılmasında fayda sağlayabilir.

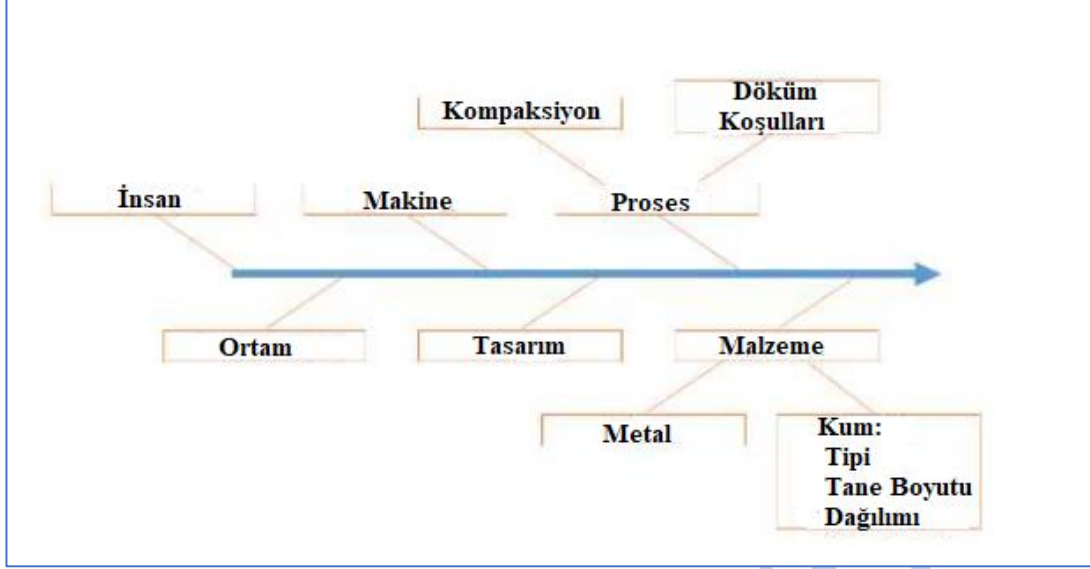
Kum yanma hatası (burn in) ve penetrasyon tipi hatalar dökümhanelerde yaygın olarak görmüş olduğumuz döküm hatalarıdır. Bu kusurlar, otomotiv dökümhanelerinde, su ceketlerinin veya galerilerin hassas alanlarında olduğu gibi sıcak noktaların bulunduğu otomotiv parçalarında, aynı zamanda orta ve büyük el kalıp yöntemi ile kalıp/maça yapan dökümlerde de yaygın olarak görülmektedir. Bu tip hataların tamamı yalın yönetim anlamında büyük miktarda israfa yol açar



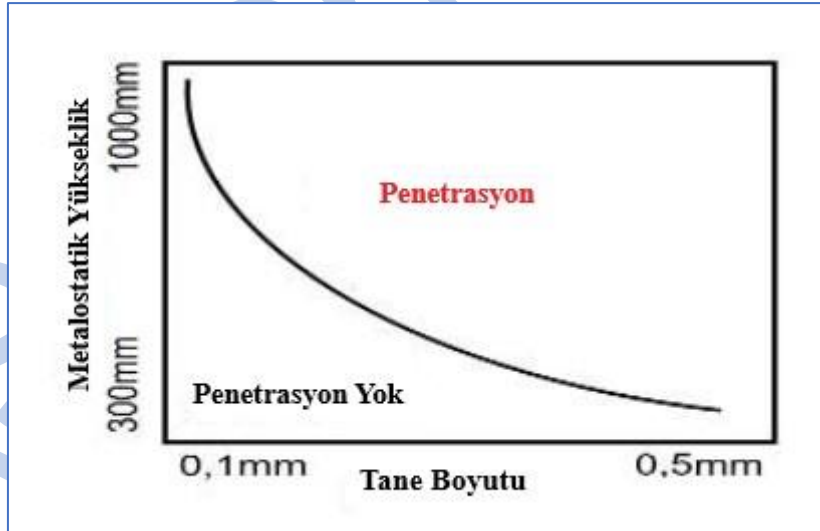
| | Kayıp | Tanımlama | Örnekler |
|---|-----------------------|---|---|
| H | Hata | Bilgiler, ürünler veya hizmetler eksik veya yanlış | Kusurlu uygulamalar Kırık parçalar Kaçırılan teslim tarihi |
| F | Fazla Üretim | Bir şeyin fazla yapılması, erken ya da istenilenden hızlı yapılması durumu | Raporların ekstra kopyası Lüzumsuz depolama Bütün maillerde CC'ye eklenilmesi |
| B | Bekleme | Bilgi, ekipman, malzeme, eşya ya da insanlar için beklenmesi | Onay beklenmesi Büyük partilerin beklenmesi |
| K | Kullanılmayan Yetenek | İnsanların yeteneklerinden, deneyimlerinden, bilgilerinden ya da yaratıcılıklarından yeteri kadar yararlanılamaması | Karar veremeyen personel Yeterince eğitilmiş olmayan personel Yetenekli personelin yetenek gerektirmeyen işlere yönlendirilmesi |
| N | Nakliyat | Malzemenin, bilginin ya da ekipmanın gereksiz yere taşınması | Fonksiyonlar arasında temassızlık Çok kez inceleme |
| E | Envanter | Müşterinin talep ettiği parçaların, bilginin veya uygulamanın birikmesi | Gereçlerin stoklanması Veri girişi için bilgi biriktirilmesi Gerektiğinden daha uzun süre verinin tutulması |
| H | Hareket | Müşteri için değeri olmayan herhangi bir hareket | Tekrarlayan tuş vuruşları Ekipmanlar arasında yürüme Uygulamaların yer değiştirmesi |
| A | Aşırı Proseslendirme | Müşterinin gözünde herhangi bir değer kazandırmayan bütün adımlar | Ekstra prosesler, ekstra alanlar, ekstra özellikler, fazla detaylandırma, ekstra rapor bilgisi |

Bunun anlamı, hem para hem zaman kazandırabilecek şekilde giderlerin azaltılabileceği ciddi bir geliştirme potansiyeli bulunmaktadır. Dökümhanedeki zayıf üretimlerin daha ilk operasyonel prosesten daha iyi ve doğru değerlere getirilmesiyle, daha iyi hesaplanabilmesiyle, daha az envanterle ve son ama bir o kadar da önemli olan daha iyi döküm kalitesiyle pazarda rekabet gücünü arttırmak mümkündür.

Bu hatalar, farklı alanlardaki farklı proseslerden kaynaklanabilmektedir. Aşağıdaki Ishikawa diyagramı bunların bazılarını belirtmektedir:



Kritik etkileyici parametreler kum, metal ve döküm tasarımıdır. Kum büyük önem taşır ve tane büyüklüğü ve tane büyüklüğü dağılımı büyük bir etkiye sahip olabilir ve bu süreçte önemli etkilere katkıda bulunabilir. İnce kum genellikle penetrasyona veya füzyona yol açmazken, kaba kum çok ciddi kusurlara neden olabilir. Aşağıdaki grafik, kum tanelerinin boyutunun ve metalostatik yüksekliğin penetrasyona kritik bağımlılığını göstermektedir.



Diğer bir konu ise kumun saflığıdır. Düşük ergime noktasına sahip ve ince empürite içeren kum tipleri büyük problemlere yol açabilmektedir. Bu sebeple, kumun tipi, morfolojisi ve tane boyutu dağılımının kalıp kumunun ve boşlukların miktarı üzerinde etkisi vardır. Geniş bir dağılım genellikle dar bir dağılıma kıyasla daha az boşluk oluşturur. Sınıflandırılmamış veya hatta yıkanmamış olan kumlar daha fazla penetrasyon kusuru oluşturma eğilimindedir. Yuvarlak ya da az köşeli kumlar, köşeli kumlardan daha çok tercih edilmektedir.



Döküm koşulları da oldukça büyük önem taşımaktadır:

Düşük döküm sıcaklığı daha iyidir. Gri demir proseslerinde, eriyiğin 1.380 °C ya da 1.420 °C sıcaklıklarda dökülmesi büyük fark yaratır. Döküm sıcaklığının her 5 -10 °C artmasıyla penetrasyon ve kum yanma hatası daha şiddetlenir.

Dökme yüksekliğinin etkileri yukarıdaki şekilde zaten vurgulanmıştır. Döküm yüksekliği ve kinetik enerjisi azaltmak mümkün olduğunda (örneğin yolluk sistemini üzerinde yapılacak olan değişim), hataları azaltmak da mümkün olacaktır. Öteki tarafta da eriyiğin viskozitesi önemlidir, eriyikte yüksek miktarlarda sülfür ya da fosfor bulunması viskoziteyi artırır ve daha fazla girinim hatalarına yol açar.

Son ve bir o kadar da önemli olarak da dökümün tasarımının döküm hataları üzerinde önemli bir etkisi vardır. Kalıpta ya da maçada kapaklar, kenarlar, küçük açılı köşeler döküm prosesinde sıcak noktalardır ve kum erimesine ve metal penetrasyonuna yol açarlar.

İyi bir refrakter boya, zirkonyum, alümina ya da magnezit gibi yüksek ısı dayanımlı bileşimleri olsa bile, çift ya da üç katlı kaplansa bile bazı durumlarda işe yaramayabilir.

Öyleyse bu ikilemi nasıl çözeriz?

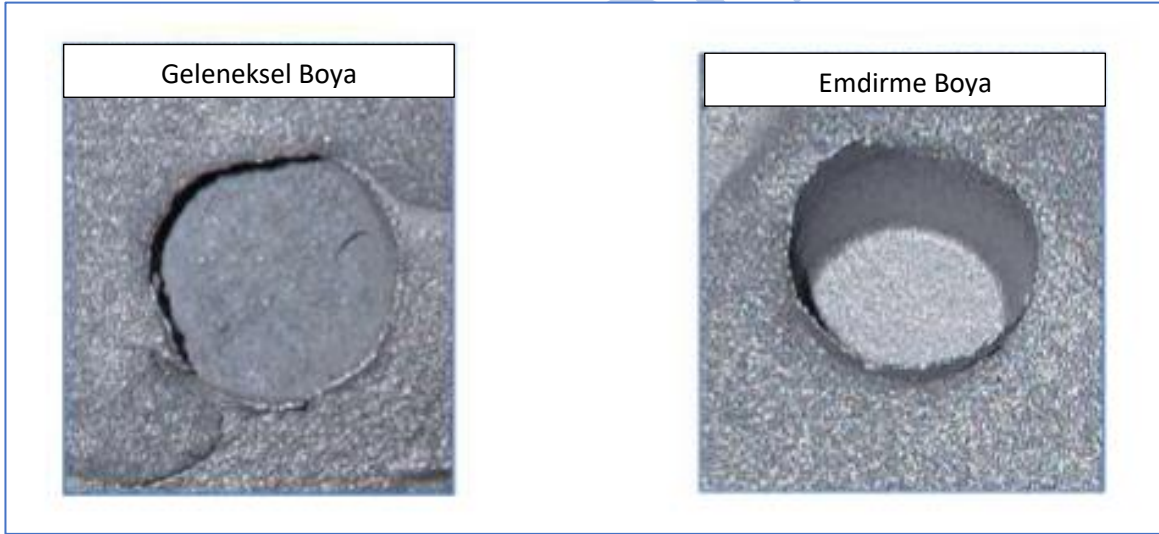
Sonuçta, kumda yanma ve yanmaya daha yatkın olan boşluklara sahip olmak istemiyoruz. Bunun aksine, iyi bir gaz geçirgenliği elde etmek için bu boşluklara sahip olmak istiyoruz. TRIZ çelişkileri çözme metodolojisini kullanarak, “boşluğa göre ayırma” prensibini seçtik.

Bu nedenle, ince taneli ve ıslatma gücü yüksek bir refrakter boya geliştirdik, bu vasıtayla bütün malzeme kum yüzeyindeki boşlukları doldurmak için alt yüzeye doğru emilmekte. Bir diğer yandan bu boya yalnızca iç ve yüzey yanıklarının gözlemlendiği ve beklendiği kritik noktalara uygulanmaktadır. Bu prensip kullanılarak döküm hataları sıcak noktalarda önlenilmekte ve aynı zamanda bütün maça ya da kalıpta yeterli gaz çıkışı sağlanabilmektedir.

Bu tip boyalara emdirmeli boyalar adı verilir ve su ya da solvent (alkol) bazlı formülasyonlar halinde bulunmaktadır. Bu refrakterler genellikle uygulama kolaylığı sağlanması için zirkon silikattir. Ancak aynı zamanda alümina kullanımı bazlı emdirme boyalar vardır, bunlar çelik dökümde kromit kumu kullanıldığında daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca kenar bölgelerde fayda sağlayan bazı boyalar vardır. Örneğin, grafit bozunmasını veya üzerinde beyaz inklüzyonları/oyuk yüzeyleri engellemek için sfero tipi dökme demir dökümlerde kullanılır.

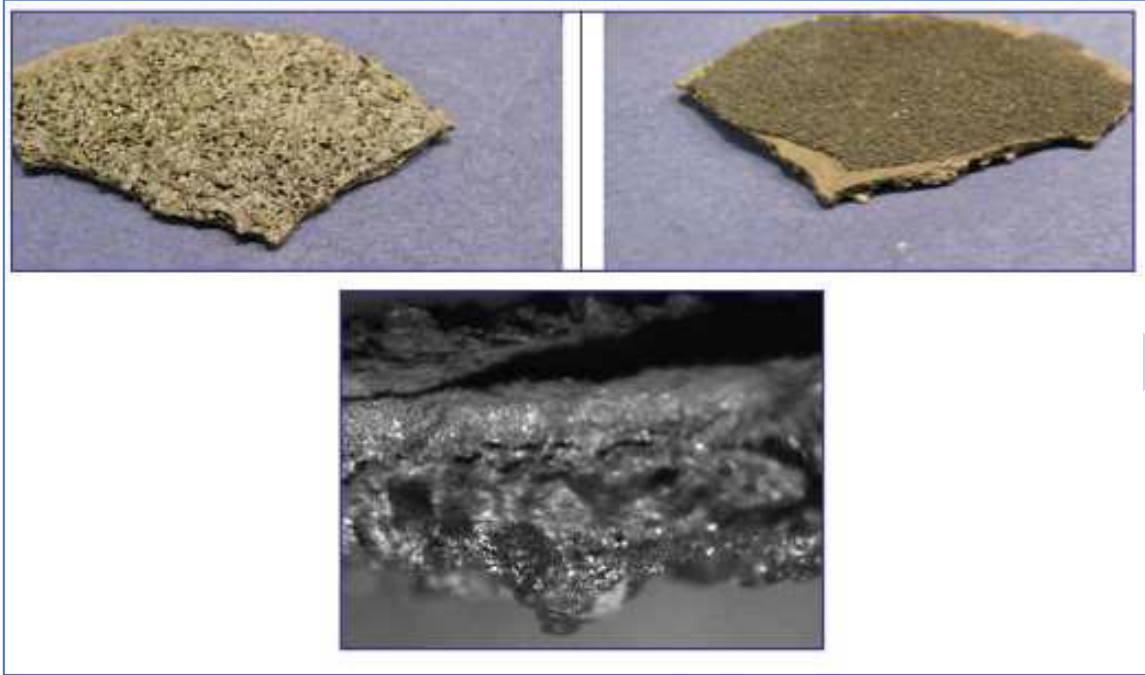


Not : Maça veya Kalıplamada imalatı sonrasında kullanılan boyalar, bir döküm parçasının toplam maliyetinin sadece %1'ini temsil eder. Yanlış boya seçilmesi veya kullanılması, temizleme maliyetleri veya reddetme açısından muazzam bir maliyet faktörüne yol açabilir, bu da döküm maliyetlerinin %10 -15'ini oluşturabilir



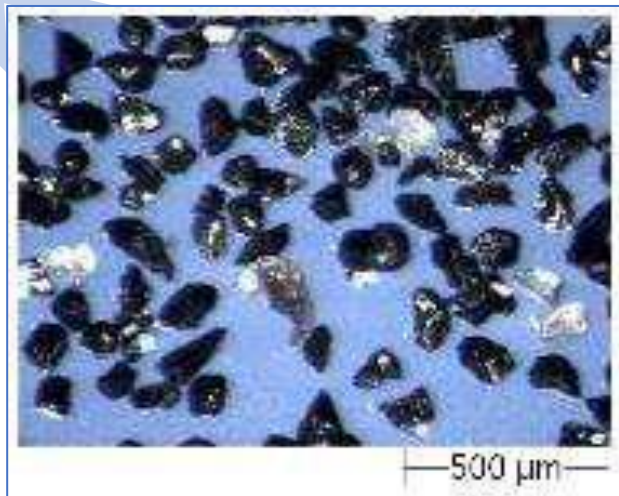
Kromit Kumuyla Reaksiyonlar

Son zamanlarda, krom cevheri (kromit kumu) kullanıldığında, döküm parçalarının mineralizasyonu ile ilgili çelik döküm dökümhaneleri tarafından bildirilen sorunların sayısı artmıştır. Bu nedenle, döküm parçasından karşılık gelen mineralize bir kısım ayrılmış ve Zirkon boyanın yanı sıra kromit kumu ve demir oksitten erimiş bir faza sahip olduğu bulunmuştur.

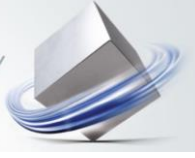


Çelik dökümler için kromit kumu üzerinde emdirme boya kullanımı

Taramalı elektron mikroskobu altında yapılan incelemelerde demir oksit tane yüzeyine taşındığı görülmüştür. Bu, kullanılan zirkonyum silikat boya ile reaksiyonlara yol açtığı ve erimiş bir fayalit fazı oluşturduğu için kritiktir. Bu nedenle, kromit kumu ve astar boyası kullanıldığında, boya üreticileri bu tür bir reaksiyonu ortadan kaldırmak için magnezyum veya alüminyum silikat esaslı boya kullanmasını önermektedir.



Kromit kumunun stereomikroskop altında detaylıca incelenmesi sonucu ilk kez diopsit ve anortitten oluşan mineralleri ortaya çıkarmıştır. İki mineral de nispeten yüksek ergime



sıcaklığı olan sırasıyla 1392 °C ve 1553 °C ergimeye sahiptir fakat 1274 °C gibi oldukça düşük ötektik ergime sıcaklığı verirler. Bu düşük ısı iletkenliği seviyesini karşılayacak kaplama kullanmak oldukça önemlidir.

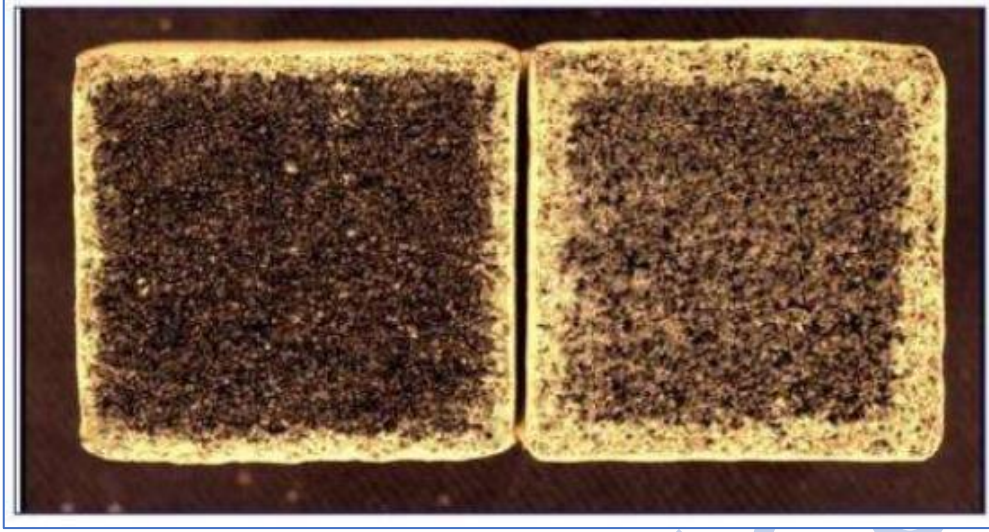
Son olarak, alüminyum oksit kaplama birincil kaplama olarak geliştirilmiştir ve kromit kumuna birkaç milimetre penetre olabilmektedir. Zayıflamış kromit kumunun ateş dayanımını bu yükseltmekte, porlara dolan metalle penetrasyonu engellemekte ve demir oksitin kum tanesi yüzeyiyle minimum reaksiyon vermesini sağlamaktadır.

Çelik dökümhanelerinde birincil boya olarak VELVACOAT™ IM 701 ve zirkon kaplama kullanılması durumunda da son olarak SOLITEC™ ST 701 kullanılmasının metal penetrasyonunu azaltarak giderleri düşürdüğü ortaya çıkmıştır.

Emdirmeli Kaplamanın Sfero Dökme Demirde Metalurjik Döküm Hatalarını Engellemek İçin Kullanımı

Asit ile sertleşen ve havada sertleşen sistemlerde (Furan No Bake Sistemi), sertleştirici olarak sülfonik asit esaslı karışımlar kullanır. Kum sistemindeki yüksek sıcaklıklarda, bunlar SO₂ gazını serbest bırakır. SO₂'nin gittiği yer ise kalıp ya da maçanın yüzeyidir. Bu geçiş kumun geçirgenliğini etkiler. Gaz kaplamadan geçip metale penetre olmalıdır, bu şekilde magnezyum oksidasyonu GJS ile gerçekleşir ve grafit bozunması kum sistemindeki sülfür içeriğini düşürmek gibi birkaç yolla önlenabilir. Örneğin reaktif redüktan sülfür sistemde, reçinenin yüksek reaktivitesine bağlı olarak, sertleştirici olarak küçük bir miktar kullanılabilir. Bu bağlantıda yeniden kazanılmış kumun kalitesine dikkat edilmelidir. Diğer yandan ince fraksiyonda özellikle kumda aşırı yüksek miktarda kükürt bulunur, diğer yandan daha yüksek reçine ve asit katalizörü ilaveleri düzgün sertleşebilme için gereklidir

1. Kataliz dejenerasyonu
 $C_7H_7 SO_3H \rightarrow C_7H_7OH + SO_2$
 $\partial S / \partial t \sim k_a [A] \quad k_a = F(T)$
2. SO₂'nin yüzeye taşınması
 $\partial S / \partial t \sim \eta [B]$
3. Duran sülfürle reaksiyon
 $\partial S / \partial t \sim -k_c [C] [Ca] \quad k_b = F(T)$
4. SO₂'nin eriyiğe geçmesi
 $\partial S / \partial t \sim k_d [D]$
5. SO₂'nin indirgenmesi
 $\partial S / \partial t \sim k_e [E]$

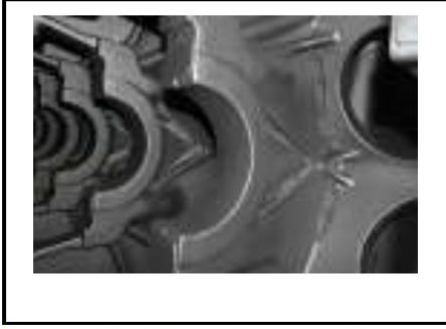


Düşük Geçirgenliğe Sahip Boya Kullanımı

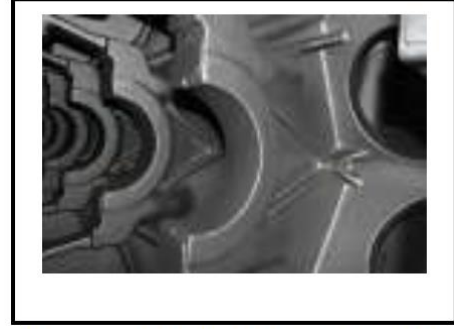
VELVACOAT™ HI 603 ya da SOLITEC™ WP 401 gibi bu tür boyalar, “emdirmeli boyalar” olarak metal penetrasyonunu engellemekte başarılı olduklarını ispatlamışlardır. Boya, kum tanelerinin boşluklarına çok güçlü bir şekilde nüfuz eder ve kum yüzeyini kapatır ve böylece metalin nüfuz etmesini önler. Kötü sıkıştırılmış kumla, boya, yukarıdaki şeklin sağ tarafında gösterildiği gibi, kum yeraltı yüzeyine daha derine nüfuz eder. Bu boyalar ayrıca grafit bozulmasının ortadan kaldırılması için değerlerini kanıtlamıştır. İçerdikleri özel kükürt blok hammadde karakteri nedeni ile, SO₂'nin metal yüzeyine ulaşması mümkün değil ya da en azından çok düşük bir ihtimaldir.

Zirkonyum silikat hammadde olarak boya üretiminde kritik önem taşımaktadır. Diğer yandan, tipik döküm hatalarının engellenmesinde, özellikle termal olarak çok yüklenmiş bölgelerde yüksek refrakterliğiyle, güvenilir bir hammaddeyi temsil eder. Bulunabilirliği ve zirkonyumun fiyatındaki yüksek değişimler problem yaratabilir. Sonuç olarak, ASK Chemicals alternatif olarak dökümhanelerin yararına, sektörde başarılı olarak kullanılan yeni jenerasyon yüksek refrakterlikte zirkonyum içermeyen boyaları geliştirmiştir.

Bu yeni jenerasyon boyalar (Velvacoat™ ST 603 veya Velvacoat™ ST 606) bir ağır demir dökümhanesinin işbirliğiyle geliştirilmiştir. Dökümhanede mevcut olan şiddetli dökme ve imalat koşullarında erozyon, damarlaşma, metalleme veya penetrasyon genelde meydana gelmektedir. Geliştirme sırasında, zirkonyum içermeyen yüksek performanslı boyalar bu yolla iyileştirilebilir bu tür zorlu koşullarda geleneksel seri boyalara göre daha iyi sonuçlar gösterebilmektedir. Bu yeni geliştirilmiş boyalar döküm parçalarında sadece daha önce zirkonyum silikat boyaların kullanıldığı bölgelere uygulanmış ve mükemmel sonuç vermiştir.



Figur 01



Figur 02

Fig 1 : Zirkon Silikat esaslı boya kullanılarak elde edilen döküm yüzeyi

Fig 2 : Zirkon içermeyen,yeni tipi hammadde içerikli boya kullanılarak elde edilen döküm yüzeyi

Pratikte aşağıdaki avantajlar fark edilebilir

Boya yapısına bağlı olarak, kum tanesinin yüzeyi metal penetrasyonunu engellemek için + boya ile doldurulmuş olur. Bu sebeple kum yüzeyinden maça doğru yönlü gaz çıkışı meydana gelir. Bu yeni sızdırmazlık boya ile, büyük hava deliklerinin meydana geldiği gaz geçirgen zirkonyum silikat boya ile eskiden kullanıldığı yerlerde kusurların çoğunlukla kaybolduğu ispatlanmıştır.

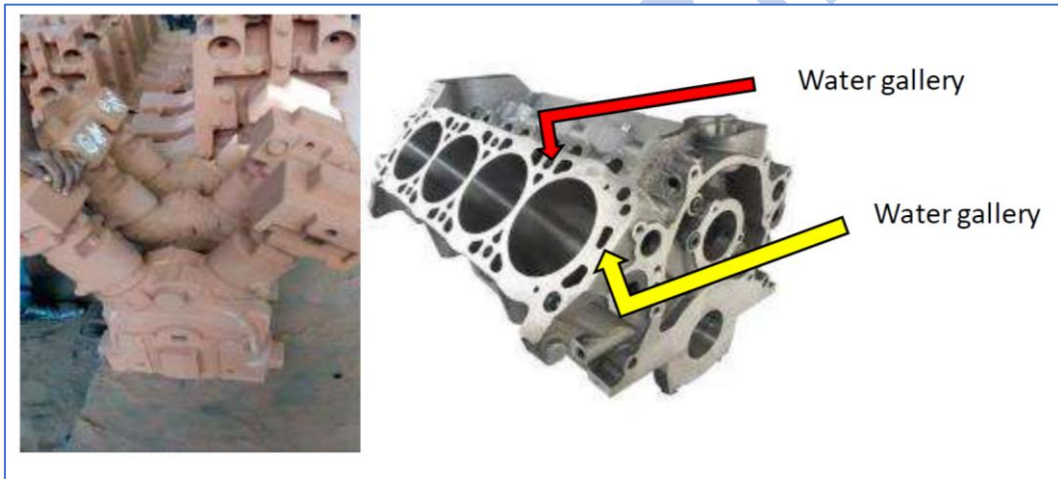


Vaka Analizi

ASK Chemicals Hindistan grubu global destek ile seçkin ve önemli bir dökümhaneyi boyanın pratiği ve deneyimlenmesi için ziyaret etti ve kalıp ve maça yapım prosesini görme şansı yakaladı. 8/10/12 silindir bloklardaki iç yüzey oluşan erimeyi engellemek ve gidermek üzerine bir grup çalışması yapıldı. ASK Chemicals uzmanları bu hataların emdirmeli boya ve daha sonra MIRATEC™ TS 405 kullanılması ile giderilmesini önerdi.

Tavsiye edilen boyalar

- 1) SOLITEC IM 801: Güçlü emdirme özelliklerine sahip su bazlı kaplama, termal olarak genişleyen maçaların ön uygulaması
- 2) MIRATEC TS 405: Su bazlı termoelastik özelliğe sahip, mükemmel sinter davranışa sahip, Alumina Silikat esaslı (TS konsept) boya.



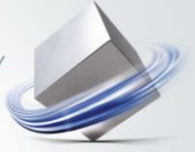
Inner Passage Cores



Raw cores



Cores dipped in SOLITEC IM 801



Cores dipped in Solitec IM 801 followed by Miratec TS 405

8 DV Blok denemeleri özeti:

Bileşen : 8 Silindir DV Blok

Sorun : Su kanalları bölgesinde kum yanığı

Deneme Boya : Önce SOLITEC IM 801 sonra MIRATEC TS 405

Döküm Sonuçları : Kum yanık yok

Müşteri İzlenimi : Emdirmeli birincil kaplamalar konseptinden memnun.

8 DV Block Casting Results:



Clean internal passage



Sonuç

Günümüzde problem olan döküm kusurlarını iyileştirmek için çeşitli seçenekler vardır. Bir çok metal dökümcü yalnızca bu emdirmeli kaplamaları kullanmaktadır. Küçük miktar zaman ve efor harcanarak, maça ya da kalıp döküme hazır olduğunda, döküm temizlemede ve toplam verimin artırılmasında sonuç olarak çok büyük fayda sağlamaktadır.

Kaynaklar

1. <https://goleansixsigma.com/the-8-wastes-checksheet/>
2. <https://triz-journal.com/40-inventive-principles-examples/>
3. Dipl.-Ing. Hans-Jörg Brotzki; Prof. Dr.-Ing. H.-J. Wojtas, Formstofftage 2008, Chromitsand: Stärken und Schwächen - Mineralogische Grundstrukturen, Veränderungen des Chromits unter Gießereibedingungen, Derzeitige Probleme mit Chromit-Neusanden