



## Katlı Boya Uygulaması ve Avantajları

Reinhard Stötzel\*, Christian Koch\*, Michael Kloskowski\*, Jörg Brotzki\*, Matthias Schrod\*

\*ASK Chemicals GmbH, Hilden

Çeviren – Cengizhan AKCA (Metalurji Malzeme Mühendisi, İÜ)

### Özet

Refrakter Esaslı Boyalar, dökümcülükte döküm hatalarından kaçınmak için etkili bir yardımcı unsur olduğunu kanıtlamıştır. Boyaların kum ve metal arasındaki bir bariyer katman olarak nasıl çalıştığı konusundaki artan anlayış, seçici olarak belirlenmiş kusur mekanizmalarının anlaşılmasına ve sistematik bir şekilde giderilmesine veya metalurjik etkilerin kullanılmasına neden olmuştur.

Böylece tipik yüzey hataları uygun bir boya uygulaması ile giderilebilir.

Kullanılan bazı boya tipleri, Kromit kumundaki ısıya karşı dayanımını azaltan reaksiyonlar oluşturur.

Asit sertleştiricili havada sertleşen kum sisteminde oluşan SO<sub>2</sub>'nin birbirine bağlanmasını ya da taşınmasını önleyen boya konseptleri grafitin bozunmasını önler.

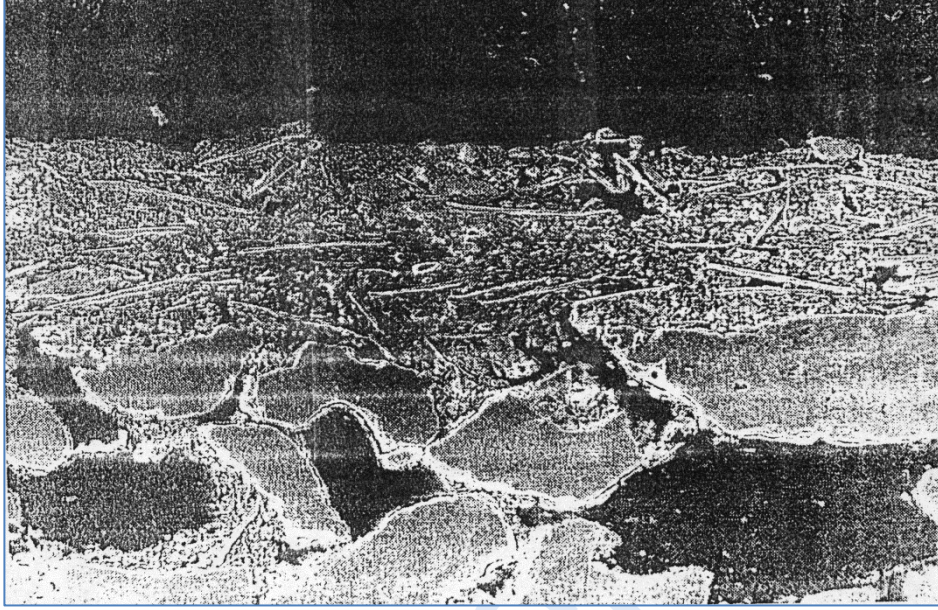
Oksitleyici ya da SO<sub>2</sub> yayan bir boya GJV tipi döküm yüzeyinde lamel grafit oluşturmak amacıyla özel olarak kullanılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Kalıp ve Maça boya malzemesi, Refrakter Esaslı Boya, Dökümhane, Metalürji, Yüzey, Döküm hataları



## GİRİŞ

Refrakter Esaslı Boyalar hatasız dökümler üretmek için imalatın başlangıcından beri sürecin ayrılmaz bir parçası olmuştur.



Mikroskop altında bir boya flimine bakıldığında kum tanelerinin yalnızca 3'te 2'si kalınlığında koruyucu etkiye sahip bir film (tabaka) görmek mümkündür.

Minerallerin iri kısımları kumun yüzeyine yapışıp, yalıtkanlık ve refrakterlik işlevi sergilerken, ince malzemenin (minerallerin) bir kısmı kumun yüzeyine nüfuz eder ve böylelikle özel etkiler üretilebilir.

Boya için refrakter malzemelerin uygun seçimine ek olarak, film kalınlığının kalibrasyonu (ölçüsü), döküm sonucunun ve kum maçanın gaz geçirgenliği üzerinde belirleyici bir etkisi vardır. Bu marjinal flim kalınlıkları ile, birkaç birimlik metalostatik basınçlara ve 1.600°C'lik döküm sıcaklıklarına rağmen döküm hataları etkili bir şekilde önlenebilir.

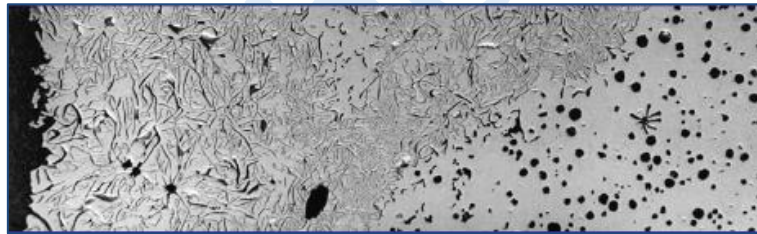
Bir boya şu bileşenlerden oluşur: refrakter malzemeler, taşıyıcı sıvı, bağlayıcı madde ve düzenleyici malzemeler. Doğru refrakter malzemelerin seçilmesi son derece önemlidir. Diğer yandan 2 gruba ayrılabilir: Birincisi taneli mineraller, genellikle çok yoğun ve çok refrakterdir diğeri ise yassı malzemeler, düşük yoğunlukludur ve bu nedenle hem refrakter hem de daha az refrakter olabilirler. Sadece bu minerallerin seçimi ve optimum kombinasyonlarına bağlı olarak iyi döküm sonuçları elde edilebilir.



Refractory	Density g/cm <sup>3</sup>	Meltingpoint °C	Morphology	Chemical formula	Application
Zircon-silicate	4,6	2200	angular	ZrSiO <sub>4</sub>	Steel
Corundum	4,0	2050	angular	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Steel
Magnesite	3,7	2800	angular	MgO	Manganese steel
Mullite	3,16	1700	angular	3 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2 SiO <sub>2</sub>	Iron
Graphite	2,3	3700	Plates	C	Iron, Aluminium
Kaolinite	2,65	> 1700	Plates	Al <sub>2</sub> ((OH) <sub>4</sub> /Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Iron
Pyrophyllite	2,8	1600	Plates	Al <sub>2</sub> ((OH) <sub>2</sub> /Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )	Iron, Aluminium
Talc	2,8	> 1000 max. 1430	Plates	Mg <sub>3</sub> ((OH) <sub>2</sub> /AlSi <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )	Iron, Aluminium
Mica	2,85	> 900	Plates	KAl <sub>2</sub> ((OH) <sub>2</sub> /AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )	Iron, Aluminium

Son yıllarda, kalıplama malzemesi ve sıvı metal refrakter esaslı boya reaksiyonlarının araştırılması sonucunda boya hammaddeleri açısından mekanizmaların farkındalığı önemli gelişmelere yol açmıştır. Bu gelişmeler, dökümhanelere büyük faydalar sağlayan yüksek performanslı boyaların imal edilmesi ile sonuçlandı.

### Grafrit Bozunmasından Kaçınmak için Üretilen Boyalar



1. Degeneration of catalyst  

$$C_7H_7 SO_3H \xrightarrow{\partial S / \partial t \sim k_a [A]} C_7H_7OH + SO_2 \quad k_a = F(T)$$
2. Transport of SO<sub>2</sub> to the surface  

$$\partial S / \partial t \sim \eta [B]$$
3. Reaction with sulphur stop  

$$\partial S / \partial t \sim - k_c [C] [Ca] \quad k_b = F(T)$$
4. Pick up of SO<sub>2</sub> into the melt  

$$\partial S / \partial t \sim k_d [D]$$
5. Reduction of SO<sub>2</sub>  

$$\partial S / \partial t \sim k_e [E]$$

Figure 3

Asitle sertleşen havada küreleşen sistemler, harter olarak sülfonik asitleri kullanır. Kum sistemindeki yüksek sıcaklıklarda, bunlar SO<sub>2</sub> gazı açığa çıkarır. SO<sub>2</sub> hareket etmeye başlar ve varış noktalarından biri maça veya kalıbın yüzeyidir. Bu hareket, kumun geçirgenliğine bağlıdır. Gaz daha sonra boyadan geçmeli ve son olarak magnezyumun oksidasyonu ile



meydana geldiği GJS metale nüfuz etmeli ve böylece grafitin yüzey filminde bozulması ile lamel grafit oluşumu meydana gelir (Figure 3). Bu mekanizmanın bilincinde olmak, grafitin bozunmasının çeşitli şekillerde ortadan kaldırılabileceği veya önlenebileceği anlamına gelir;

Kum sistemindeki kükürt içeriğinin azaltılması, (ör. reçinenin yüksek reaktivitesi nedeniyle daha az miktarda sertleştirici kullanabilen reaktif RS (RS Sistemi indirgenmiş kükürt) sistemleri kullanılarak). Bu bağlamda, elbette, kumun iyi bir şekilde geri kazanılmasına dikkat edilmelidir. Bir yandan, özellikle kumun içinde birikmiş olarak aşırı miktarda kükürt bulunur, diğer yandan uygun kürleşme için reçine ve asit katalizörlerinin daha yüksek ilaveleri gereklidir.

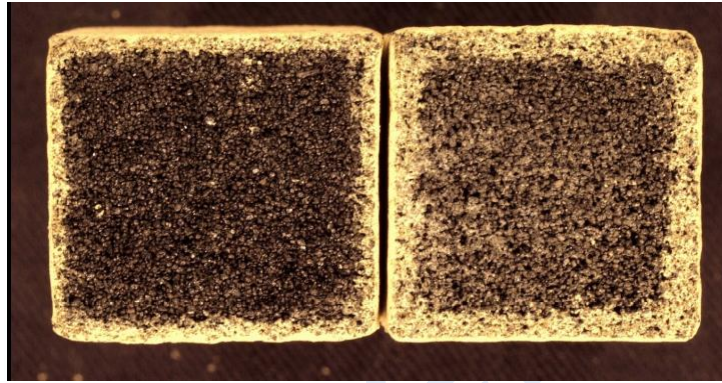


Figure 4

Gaz sızdırmaz boyaların kullanımı: „Silico HPL“ veya „Trioflex WK-HP“ gibi bu tip doldurma kabiliyeti yüksek boyalar, metal içine ve sıcak noktalara (katılaşmış metalde kalan sıvı noktalar) nüfuziyeti engellemek için empreye kaplamalar olarak başarılı olduklarını kanıtlamıştır, bunlar çok güçlü bir şekilde kalıp malzemesinin içine nüfuz eder, kum yüzeyini mühürler ve böylece metal içine nüfuz önlenir. Yetersiz sıkıştırılmış kum ile boya, kum yüzeyinin derinliklerine nüfuz eder (Figure 4'ün sol tarafında gösterildiği gibi). Ayrıca bu boyalar grafit bozunmasının giderilmesinde ki değerini kanıtlamıştır. Yapıları itibarı özelliği sebebiyle SO<sub>2</sub>'nin metal yüzeyine ulaşması artık mümkün değildir ya da en azından bir ihtimal daha azdır.

Başarılı olduğu kanıtlanan diğer bir seçenek de, kükürt emici maddelerin boya içine entegrasyonudur. Bu bakımdan kalsiyum karbonat ya da kalsiyum alüminyum silikat gibi özellikle kalsiyum bileşiklerinin değerli olduğu kanıtlanmıştır.

Figür 5, dökümden sonra bir kükürt emici boyanın, dökümden öncesine göre on kat daha fazla sülfür içerdiğini göstermektedir. Şekil 6 ise döküm parçalarıyla yapılan bir karşılaştırmadır ve yüzey filmindeki kükürt içeriğinin standart bir zirkon kaplamasının yarısından daha az olduğunu gösterir. Bu önleme işleminin dezavantajı, kaplama filminin sadece belirli bir emme kapasitesine sahip olması ve dolayısıyla kalın duvarlı döküm parçalara uygulanabilirlik açısından sınırları olmasıdır.

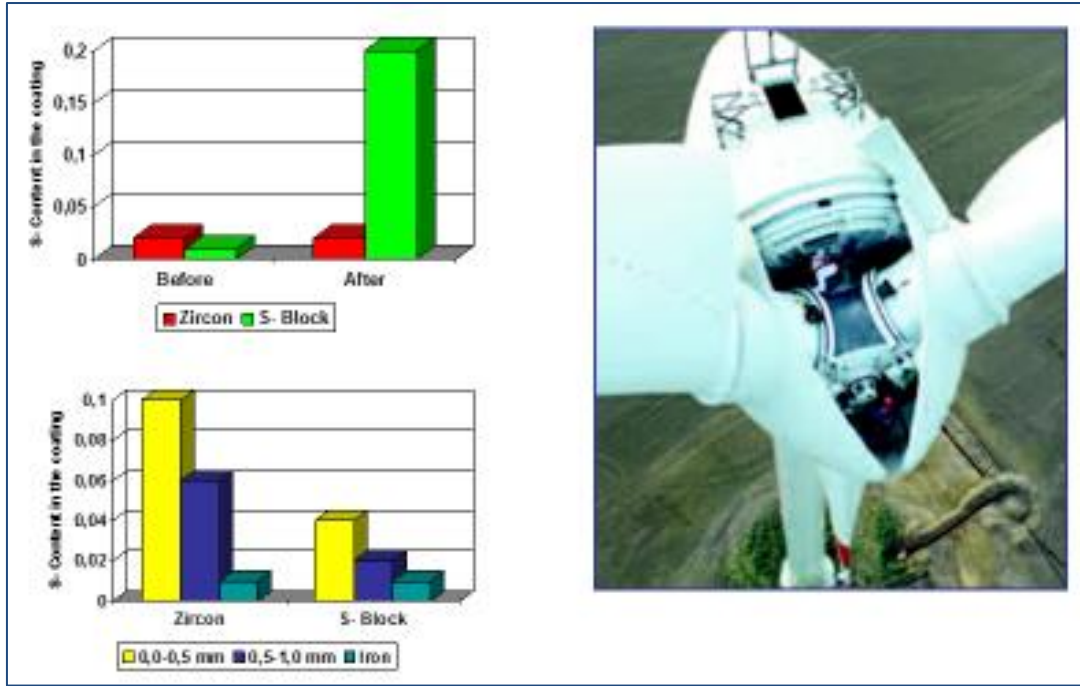
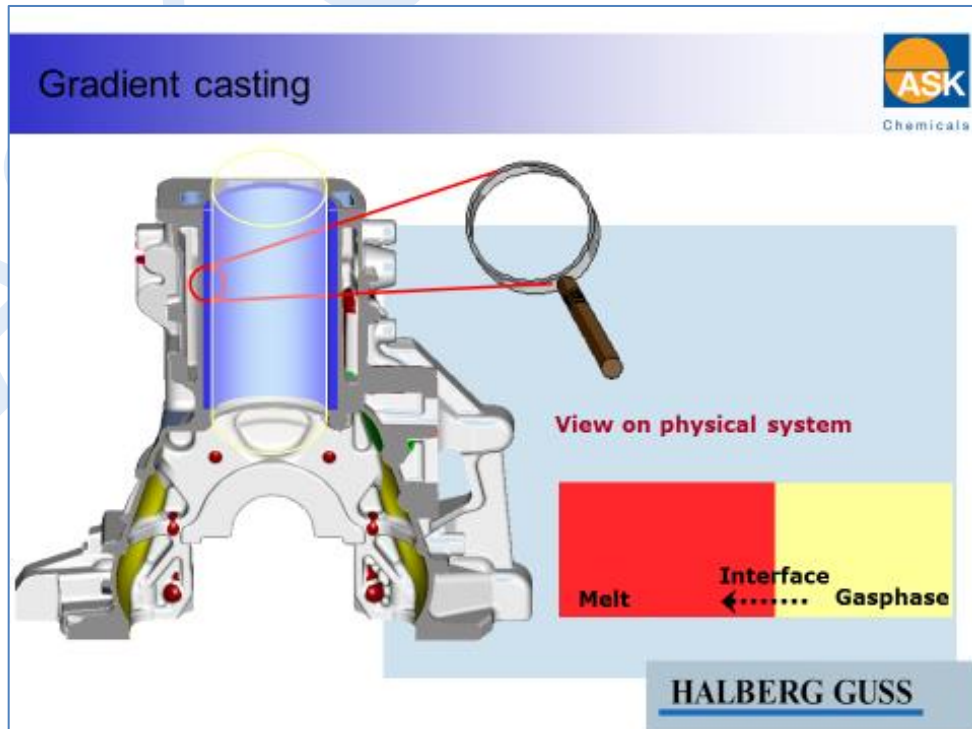


Figure 5 ve Figure 6

Üç mekanizmanın hepsinin ya da hem sızdırmazlık hem de emici maddeleri içeren bir kaplamanın kombinasyonunun değerli olduğu kanıtlanmıştır.


### GJV için yüzey aktif boya kullanımı

GJV döküm parçalarının işlenmesi, dökme demirinkinden daha zor olduğu ortaya çıkmıştır. Halberg Guss şirketi, GJV tipi motor blokları üretir ve gradyan döküm adı verilen bir sistem geliştirdiler. Bu yolla GJV parçasının mükemmel mekanik özelliklerinin avantajına sahip oldular ancak bu sistem GJV işleminde birkaç milimetrelik ince bir yüzey tabakasında ki bölgelere hedeflenebilir.





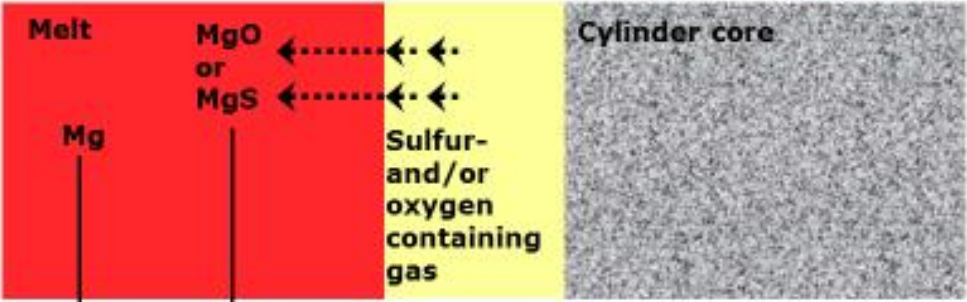
### Gradient casting



**Mg + MgO + MgS + MgSiO<sub>2</sub> = Mg in melt**

↓

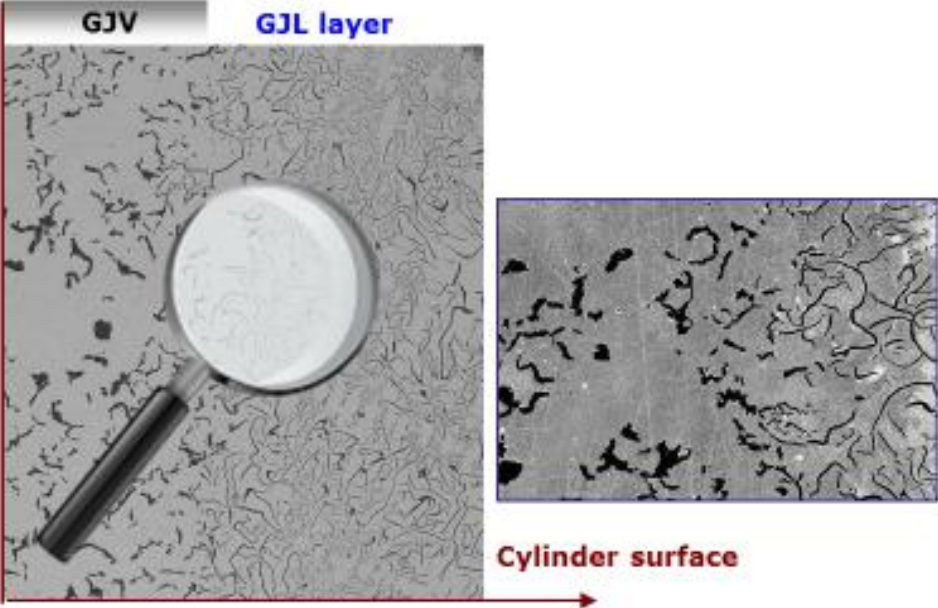

**Leads to the formation of GJV**  
**Aktiver für die Graphitabildung entscheidender Gehalt??**



**Thermal activation of the additive by the temperature emission of the melt**

**HALBERG GUSS**

### Gradient casting



**GJV**      **GJL layer**

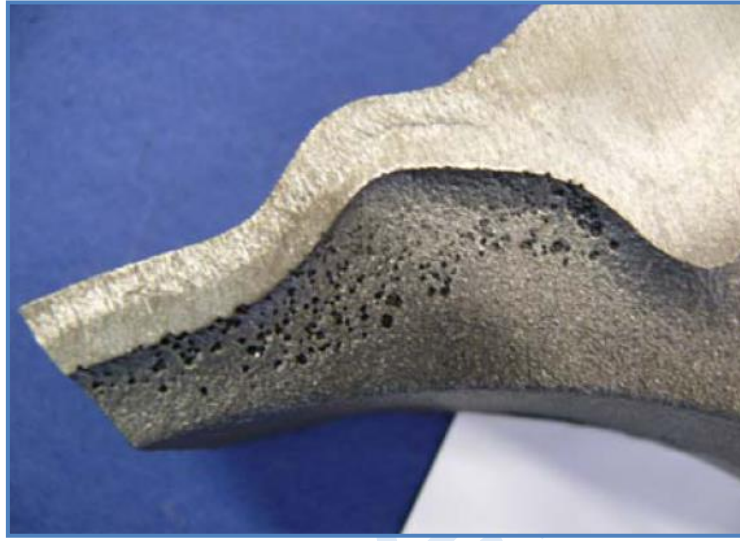
**Cylinder surface**

**HALBERG GUSS**



Bu amaçla, döküme oksijen sülfür içeren gazlar yayan bir boya kullanılır. D. Radebach, geliştirme projesi hakkında motor mühendisliği dergisi MTZ 10/2007'nin Ekim 2007 sayısında yazdı. Silindir maçalara uygulanan bu özel boya ile yapılan deneyler, proses güvenilirliği açısından bir GJV parçasının yüzey filmini özellikle GJL gibi temsil etmenin mümkün olduğunu göstermiştir.

### Yüzey reaksiyonlarından kaynaklanan yüzey hataları



Yüzey kusurları genellikle farklı özelliklere sahiptir. Bu çalışma ilk olarak gözenek kusuru izlenimi veren bir döküm hatasıyla ilgilidir. (Figure 9).

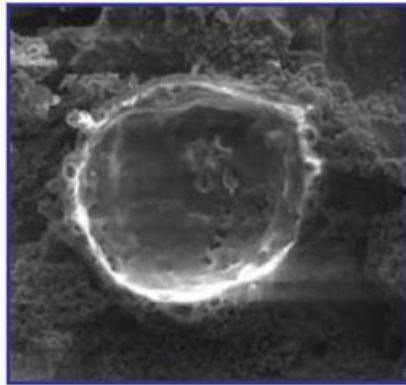


Figure 10

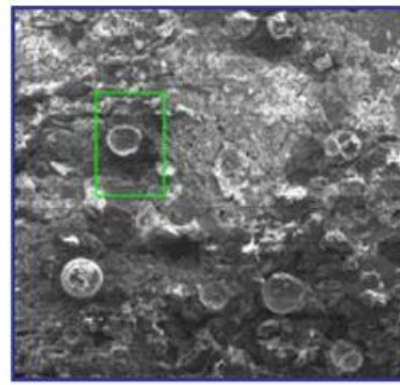


Figure 11

Ancak, mikroskop altında daha ayrıntılı bir inceleme, metal ve boya arasındaki filmdeki bir reaksiyondan dolayı kusurun ortaya çıktığını gözler önüne sermiştir. Bu kusur, patlamış mısır gibi genişleyen, yoğun akışlı bir flaks oluşmasına ve döküm yüzeyindeki iğne deliklerine benzerlik gösteren boşluklara neden olmuştu (Figures 12 - 13). Bir taramalı elektron mikroskobu altında, cam benzeri küreleri ve onların dökümde oluşturdukları çentikleri görmek hala mümkündür. Bir EDX çalışmasının  $SiC_xO_y$  olarak gösterdiği boncuğa benzer yapılar olmasına rağmen yüzeye yakın metal birleşme analizinde artık herhangi bir küresit yapı göstermemiştir.(Figure 14).

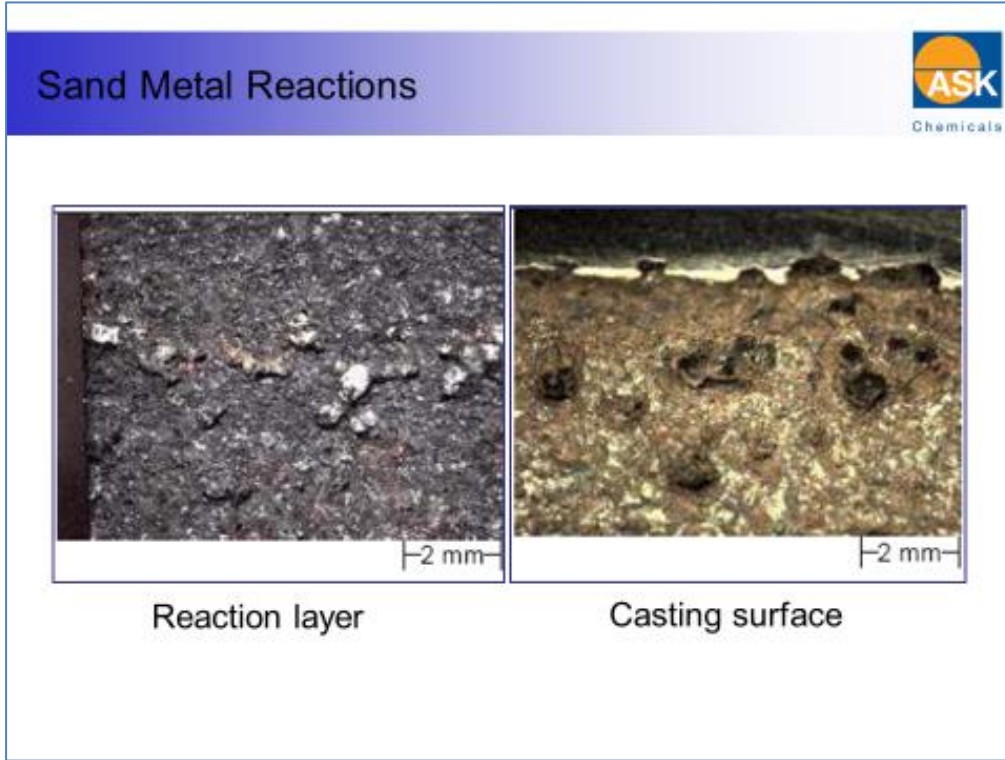


Figure 12 ve Figure 13

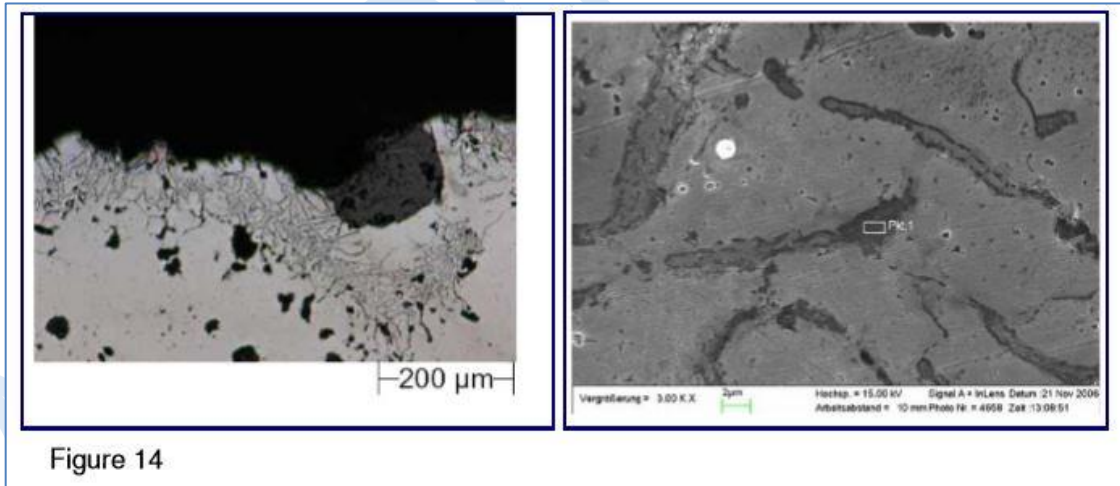
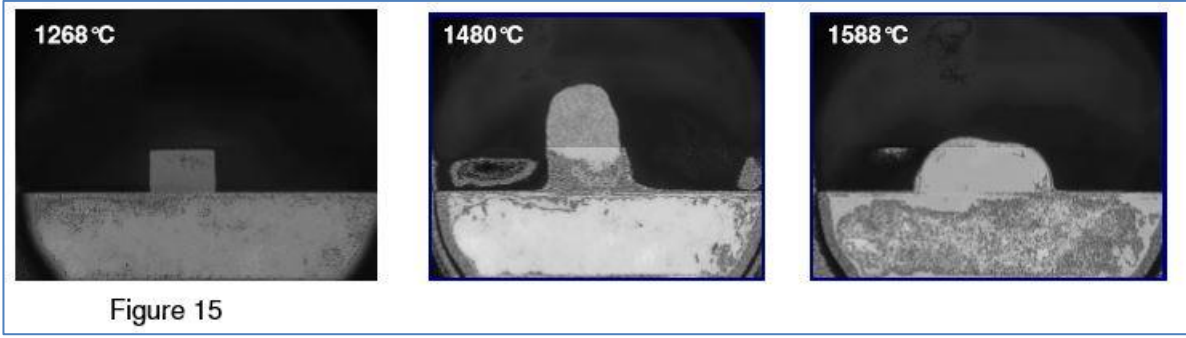


Figure 14

Erime fazının ve metal dış yüzey bölgesinin analizine dayanarak, daha sonra gaz oluşumu nedeniyle genişleyen ve metalde top şeklindeki izlerle sonuçlanan yoğun akışlı bir flaks oluşturmuştur. Genleşme işlemlerinin kaplamanın kendisinde gerçekleşebileceği gerçeği bir ısıtma mikroskopik incelemesi ile gösterilmiştir (Figure 15).





Gaz basıncı, geri kazanılan kumun pirolizinden (ısı bozulma), bağlayıcı maddeden, katkı maddesinden, kaplamadan veya kumun hava dolu gözeneklerinden kaynaklanabilir. Metalik dış yüzey bölgesinde oluşan durumlar nedeniyle, maçadaki gazın karbon monoksit içeren bir gaz olduğu varsayılabilir. Bu, demirin dış yüzeyinin demir okside ve metal içindeki stokiometrik olmayan bileşiklere oksidasyonu ile sonuçlanır. Kaplamadaki minerallerle birlikte demir oksit, maçadan gelen gaz nedeniyle genişleyen yoğun akış özelliğine tekabül eden bir erime aşaması ile sonuçlanır.

Bu, odun talaşı katkısı ve gaz geçirmeyen bir alüminyum silikat kaplaması kullanıldığı zaman hatanın meydana geleceğini, eğer demir oksitli bir mineral katkısı kullanılırsa meydana gelmeyeceğini fenomenolojik bulgular ile kabul edilir.

Miratec W 8 ile yapıldığı gibi kaplamanın yüksek gaz geçirgenliğinin sağlanması, odun talaşı katkısı kullanıldığında bile kusurun giderildiği anlamına gelir.

### Kromit kumu ile reaksiyonlar

Son zamanlarda, krom cevheri kumu kullanıldığında, döküm parçalarının mineralizasyonu ile ilgili, özellik ile çelik dökümü yapan dökümhaneler tarafından artan sorunlar rapor edilmektedir. Bu nedenle oluşan mineralize kabuk döküm parçasından ayrılmıştır ve bu kabuğun zirkon kaplama, kromit kumu ve demir oksitten oluşmuş (karışık olarak) ergimiş bir faz içerdiği gözlemlenmiştir (Figure 16).

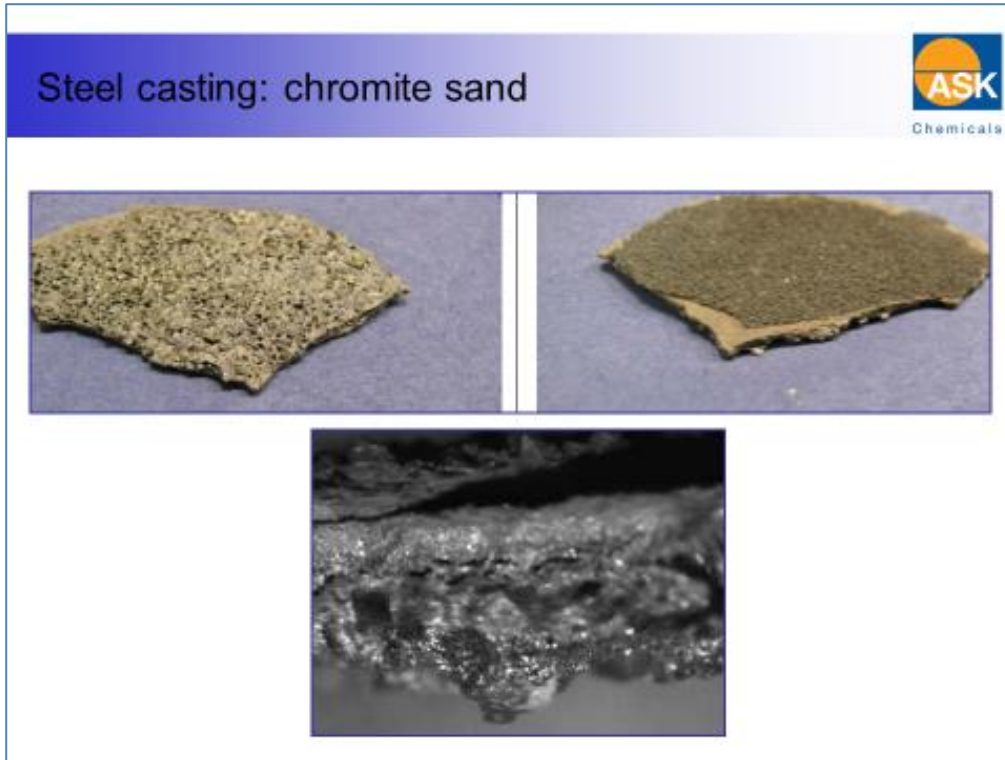


Figure 16

Kromit kumu sistematik bir şekilde incelenmiş. Bu uğurda kromit kumu ilk olarak 1500°C hava vasıtasıyla ısıtılmıştır.

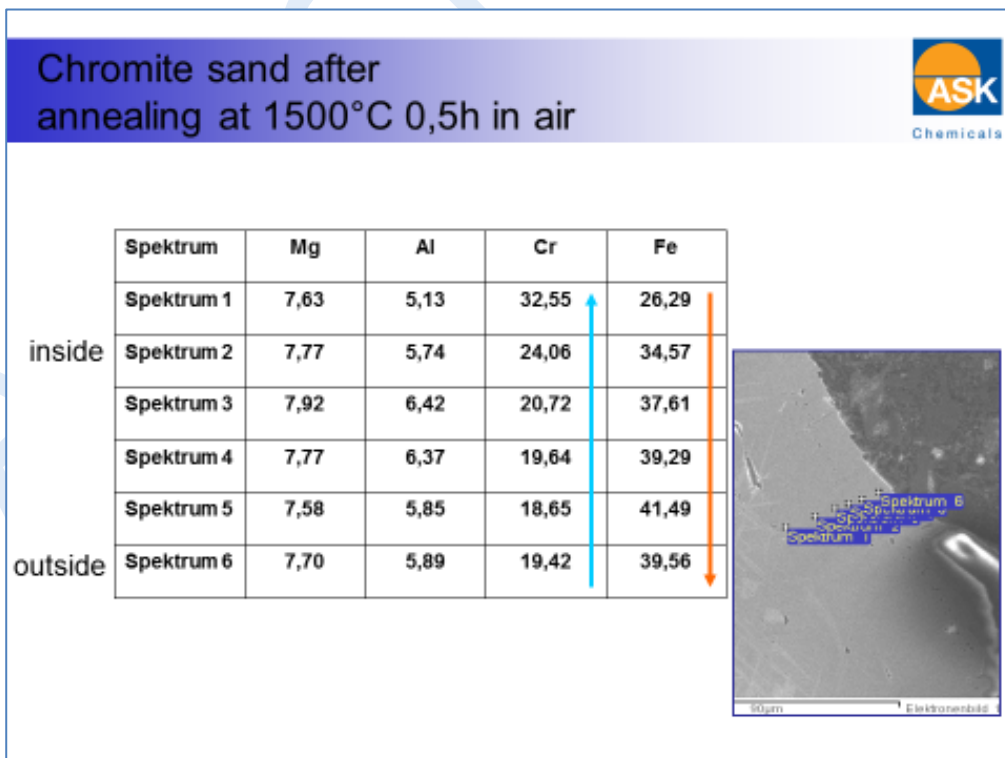


Figure 17



Taramalı elektron mikroskopunda yapılan bir inceleme, demir oksitin tane yüzeyine geçtiğini göstermiştir. Bu, kullanılan zirkon silikat kaplama ile reaksiyonlara yol açtığından ve fayalitin bir erime fazı oluşturduğundan kritiktir (Figure 17). Bu nedenle, astar boyası olarak, kromit kumu kullanıldığında, boya üreticileri bu tür bir reaksiyonu ortadan kaldırmak için manyezit veya alüminyum silikat kaplamaların kullanılmasını önerir.

Stereo mikroskop altında kromit kumunun ekstra detaylı bir incelemesi (Figure 18) ilk kez diopsid ve anorthitten oluşan mineralleri göstermiştir. Bu mineraller 1274°C'lik çok düşük bir erime noktası olan ötektik oluşmasına rağmen her iki mineral de sırasıyla 1392°C ve 1553°C'lik nispeten yüksek bir erime noktasına sahiptir. Şimdi ki iş ise, bu düşük refrakterlik seviyesini telafi etmek için bir boya kullanmaktır.

Bu amaçla, bir astar boyası olarak kromit kumu içine birkaç milimetre nüfuz eden bir alüminyum oksit kaplama geliştirilmiştir, bu da zayıflamış kromit kumunun ısı direncini arttırmış, gözenekleri kapatarak metalin nüfuz etmesini önlemiş ve kum tanesinin yüzeyine demir oksitin geçiş reaksiyonunu minimuma indirmiştir.

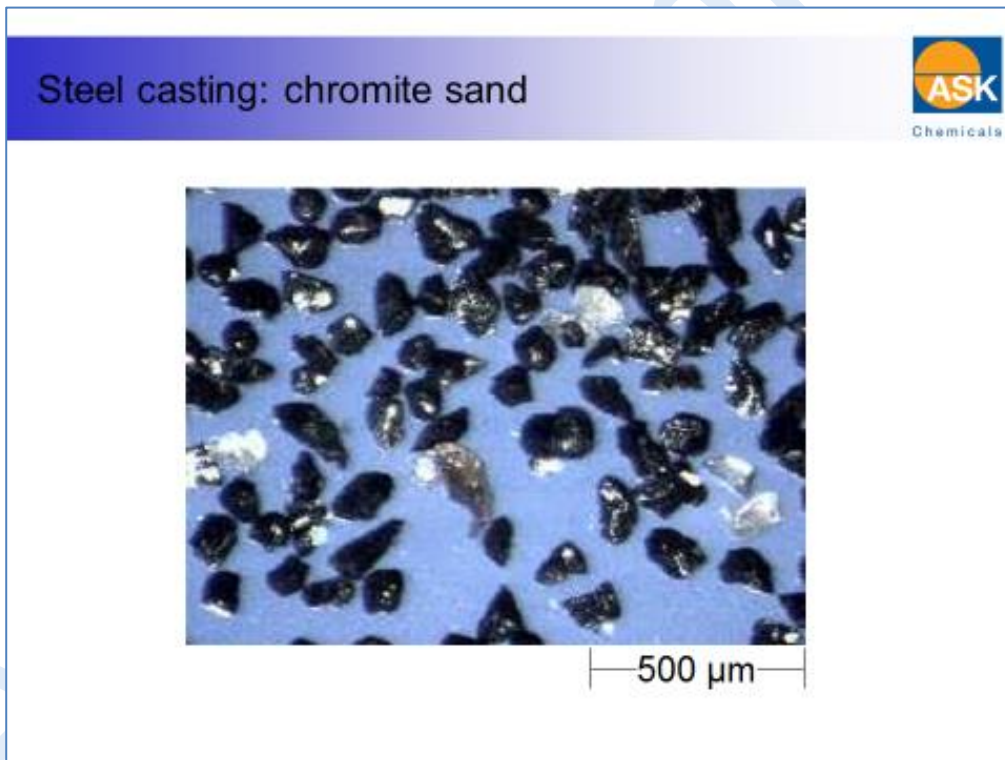


Figure 18

Astar boyası olarak Kerntop WV 200 a kullanan ve son boya olarak Tioflex WK LS 1 zirkon kaplaması kullanan çelik dökümü yapan dökümhane sonuçları, bu konseptin metal penetrasyonunda ve dolayısıyla temizleme maliyetlerinde önemli bir azalma sağladığını göstermiştir



## **ÖZET**

Kum, boya ve metal arasındaki bariyer tabakasında döküm sırasında gerçekleşen mekanizmaların anlaşılması, döküm hatalarını önleyebilen veya belirli metalurjik etkileri hedeflenmiş bir şekilde ortaya çıkarabilen boyalar ilgili bir dizi yeni gelişmeyle sonuçlanmıştır.

Bu şekilde tipik yüzey kusurları uygun bir boya ile giderilebilir.

Kromit kumundaki ısı (Sıvı metal karşısında) direncini azaltan reaksiyonlar, kararlaştırılmış bir boya uygulaması ile spesifik bir reaksiyonla zayıflatılır.

Furan Reçine sisteminde kum sisteminden oluşan SO<sub>2</sub>'nin birbirine bağlanmasını ve/veya taşınmasını önleyen boya konseptleri, grafitin bozulmasını önler.

GJV yüzeyinde lamine grafit üretmek amacıyla oksitleyici boya ya da SO<sub>2</sub> yayan bir boya da kullanılabilir.

## **KAYNAKÇA**

[1]: Stephan Rudolph, Gießerei-Praxis No. 6-1993, page 105

[2]: Reinhard Stötzel, diagram from conference transcript, 3rd Duisburg moulding material day 2000

[3]: Dirk Radebach, Motortechnischen Zeitung MTZ 10/2007, pages 806-814