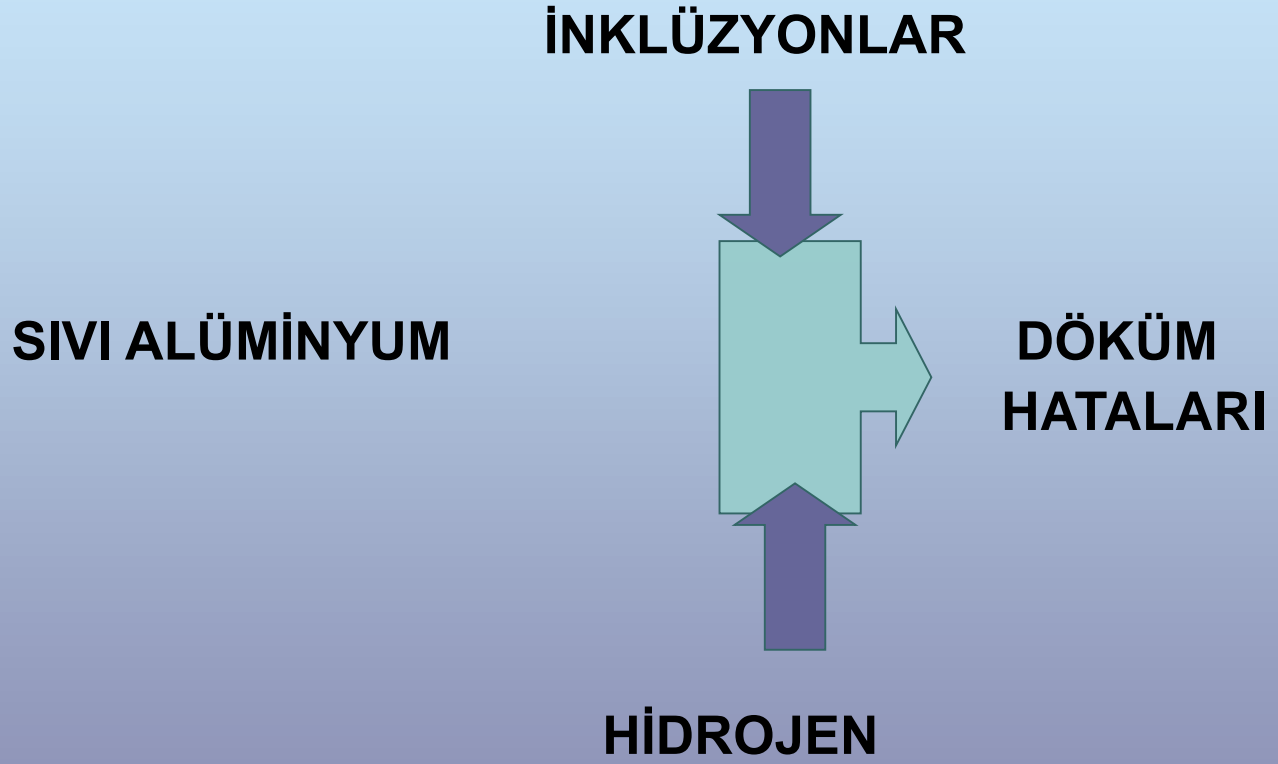


ALÜMİNYUM DÖKÜMDE METAL TEMİZLİK KONTROL YÖNTEMLERİ ve UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Yaylalı GÜNAY *, Can DEMİR *, Elvan Bilge MENTEŞE *, M. Alper TOGAY *

Döktaş Dökümcülük Tic. ve San. A.Ş., Manisa, Türkiye

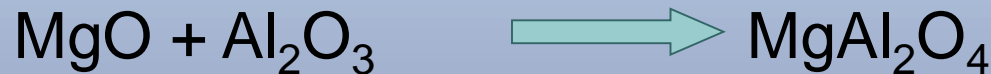
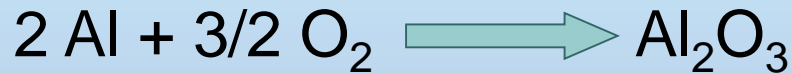
Döküm Kongresi, 10 Kasım 2006, İstanbul





OKSİTLER

Alüminyumda görülen temel oksitlenme reaksiyonları



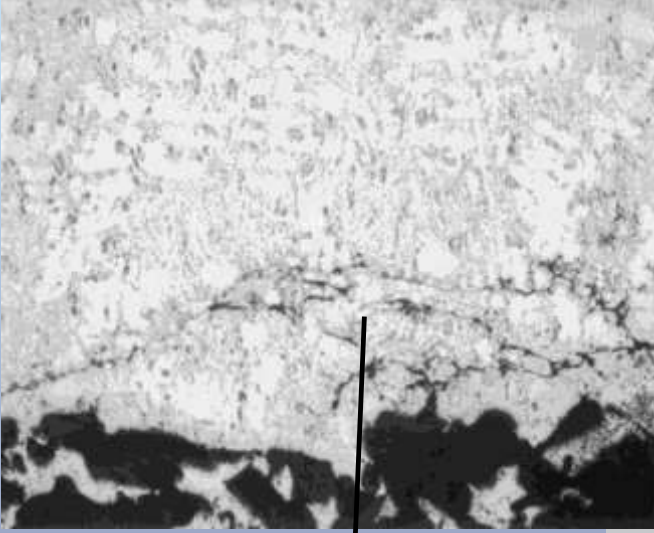
En yaygın görülen oksitler

- Alüminyum oksit (Al_2O_3),
- Magnezyum oksit (MgO)
- Magnezyum alüminat spinel (MgAl_2O_4)

ALÜMİNYUMDA GÖRÜLEN İNKLÜZYONLAR

Type	Formula	Morphology	Density	Dimension
Oxides	Al ₂ O ₃	Particles	3.97	.2 - 30
		Skins		10 - 5000
	MgO	Particles	3.58	.1 - 5
		Skins		10 - 5000
	MgAl ₂ O ₄	Particles	3.6	.1 - 5
		Skins		10 - 5000
	SiO ₂	Particles	2.66	.5 - 5
Salts	Chlorides	Particles	1.98 - 2.16	.1 - 5
	Fluorides			
Carbides	Al ₄ C ₃	Particles	2.36	.5 - 25
	SiC	Particles	3.22	
Nitrides	AlN	Particles	3.26	10 - 50
		Skins		
Borides	TiB ₂	Particles	4.5	1 - 30
		Clusters		
	AlB ₂	Particles	3.19	.1 - 3
Sludge	Al(FeMnCr)Si	Particles	>4.0	

OKSİTLER



Oksitler

Alüminyum döküm yönteminde inklüzyonların döküm hataları ile direkt ilişkisi vardır. **İnklüzyon kaynakları;**

- şarj malzemeleri,
- ergitme yöntemi,
- geri dönüşler,
- korundum oluşumu ve
- sludge (çökelti) oluşumu olarak sayılabilir.

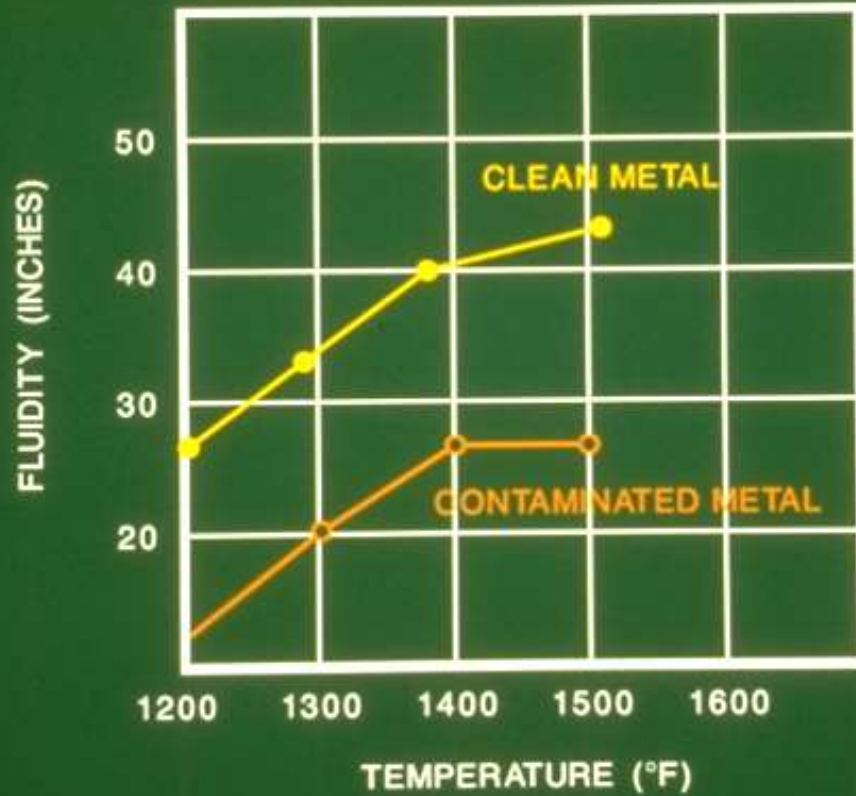
Sıvı metaldeki hidrojen kaynakları,

- atmosfer,
- nemli refrakter yada döküm takımlarından,
- kirli/yağlı şarj malzemelerinden,
- düşük külçe kalitesinden,
- yüksek ergitme sıcaklıklarından,
- metal transferinden ve
- kalıp/maça malzemeleri ile reaksiyon olabilir.

İnklüzyonlarla kontamine olmuş ergimiş metal

- sert noktalar nedeniyle zayıf işlenebilirlik
- porozitenin artması,
- korozyon direncinin düşmesi,
- mekanik özelliklerin (yorulma ve sünekliklik) düşmesi,
- sızdırmazlık özelliğinin zayıflaması,
- kaynakla tamir gerektirmesi
- emprenye gerektirmesi,
- anodik kaplama, boya için uygun olmayan yüzey kalitesi
- akışkanlığın azalmasına yol açar.

OKSİTLERİN AKIŞKANLIĞA ETKİSİ





METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

- Flaks ile temizleme
 - Oksidasyonu önleyici flakslar,
 - Curuf ayırıcı flakslar,
 - Temizleme flaksları,
 - Gaz giderme flaksları
- Gaz giderme
 - Tablet
 - Lans
 - Porous plug
 - Rotor
- Filtrasyon

METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

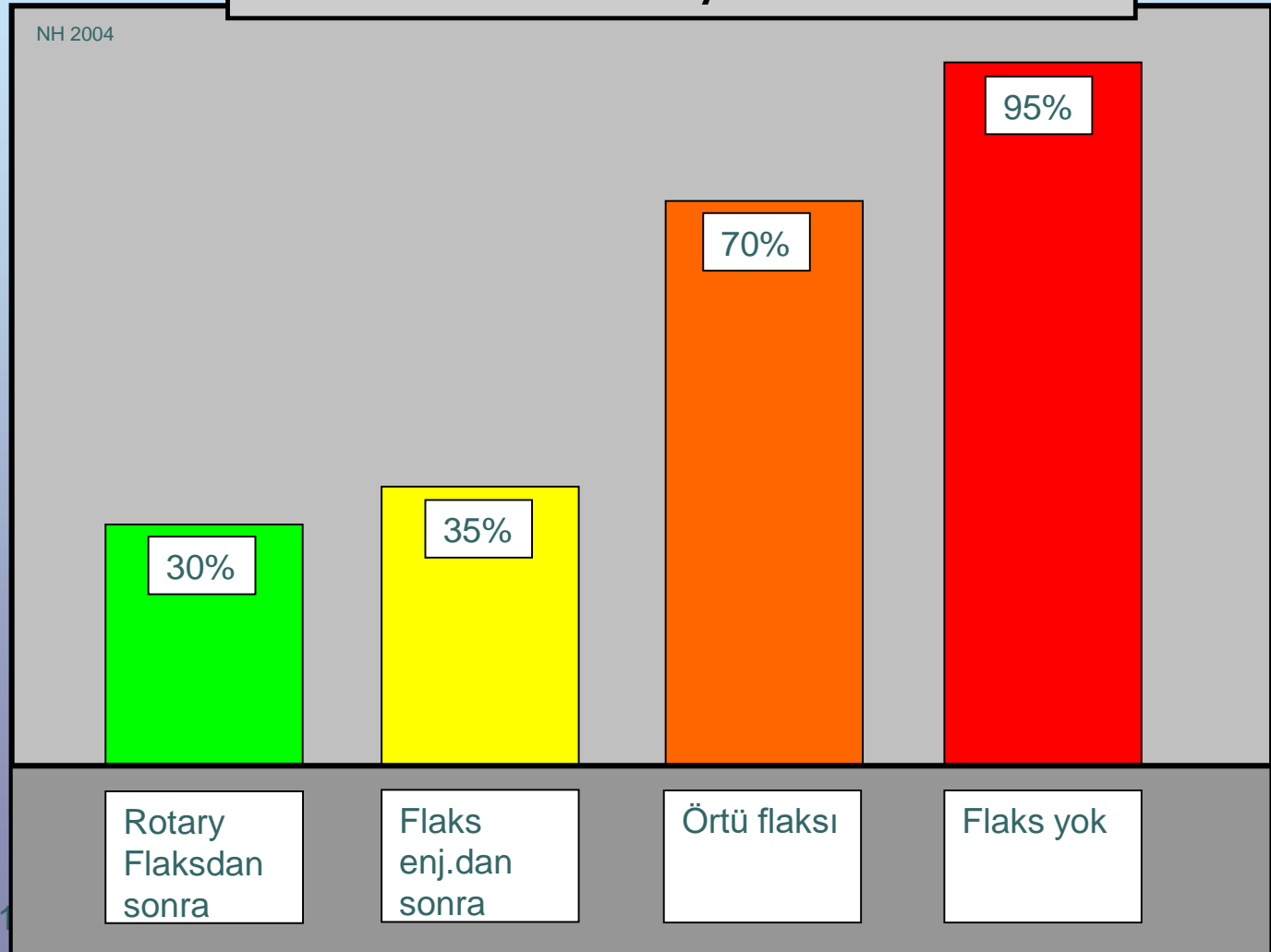
Flakslar



- Oksidasyonu önleyici flakslar
- Curuf ayırıcı flakslar
- Temizleme flaksları
- Gaz giderme flaksları

METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Curuftaki Alüminyum Miktarı

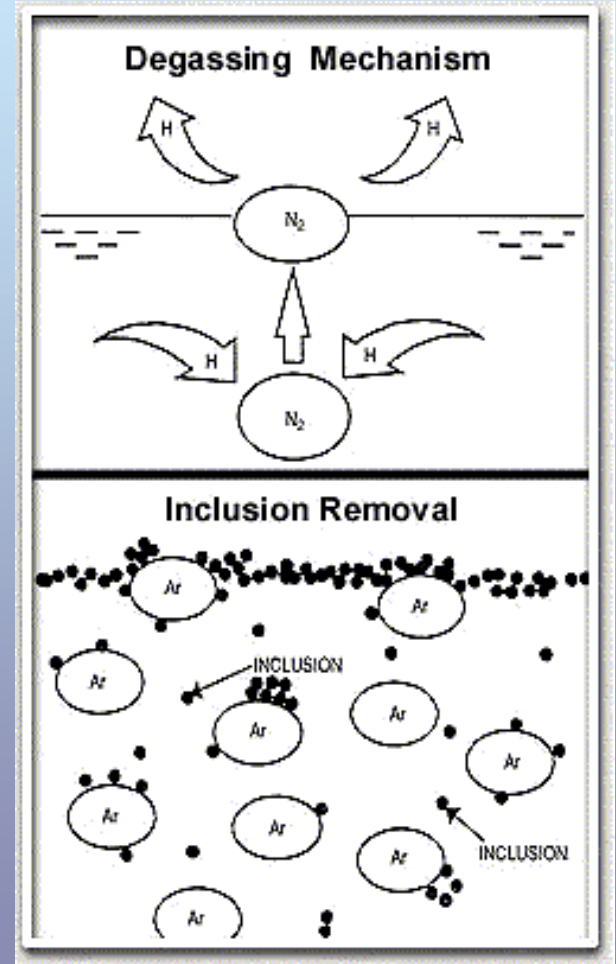


METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Gaz Giderme

Gaz gidermede en yaygın yöntem; sıvı metalden gaz kabarcıkları ile hidrojenin yüzeye taşınmasıdır. Gaz gidermenin etkinliği üretilen kabarcıkların boyutu ile bağlantılıdır.

Gaz gidermede kullanılan gazlar reaktif yada inert gazlardır. Kullanılan inert gazlar azot ve argondur. Reaktif gazlar (genellikle klor yada klor içeren karışımlar) oksit temizlemede daha etkindirler, ancak çevresel açıdan problem yaratırlar. Ayrıca Sr, Mg, Na gibi elementlerin kaybına yol açarlar.



METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Tablet ile gaz gidermede kabarcık boyutları kontrol edilemez. Tablet olarak hekzakloretan içeren tabletler kullanılır.





METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Porous plugs

İnce kabarcıklar oluşturur ancak gaz giderme rotorlarından daha az dağılım sağlar.

Lans

Dezavantajları olarak oluşan kabarcıkların boyutları (2-3 cm) nedeniyle daha düşük temizleme etkisine sahiptir. Yüzeyde oluşan dalgalanma nedeniyle gaz kapmaya ve oksitlerin içeriye girmesine neden olur.

METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Gaz Giderme Rotorları

- Gaz giderme etkinliği yüksektir
- Daha düşük hidrojen içerikleri görülür.
- Uygulama süresi kısadır (10/20 dak)
- Tam otomatik olarak kullanılabilirler.



METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Flaks Enjeksiyonlu Gaz Giderme Rotorları

Hem gaz giderme hem de oksit temizliği sağlarlar.

Daha hızlı bir şekilde daha düşük hidrojen seviyesi ve çok daha fazla oksit temizliği sağlarlar.

Uygulama süreleri daha kısadır (3-5 dak),

Tamamiyle otomatiktirler

Daha düşük flaks kullanımı sağlarlar.

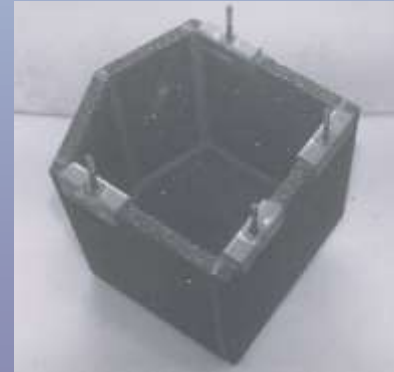


METAL TEMİZLEME YÖNTEMLERİ

Filtrasyon

Filtrasyon inklüzyonları sıvı metal banyosunda bir engel oluşturarak yakalamayı sağlar.

Bez, çelik, seramik köpük filtreler ve partikül bağlı filtreler kullanılabilir.





TEST YÖNTEMLERİ

Oksit Analizi

- LiMCA
- Prefil-footprint
- PODFA
- Qualiflash
- K-mold

Hidrojen Analizi

- Reduced Pressure Test
- Hyscan hidrojen analizi

Ultrasonik yöntem, SEM incelemesi, kimyasal analiz, Eddy current, mekanik testler vb. yöntemlerde kullanılmaktadır.

TEST YÖNTEMLERİ

LİMCA

LİMCA elektriksel direnç sinyali prensibine göre çalışmaktadır.

Küçük delik içerisinde iletken olmayan inklüzyon partiküllerinin geçişi elektrik direncinde bir düşmeye neden olur.

İnklüzyon ölçümünün sonuçları ppm cinsinden hacimsel konsantrasyon olarak verilir.

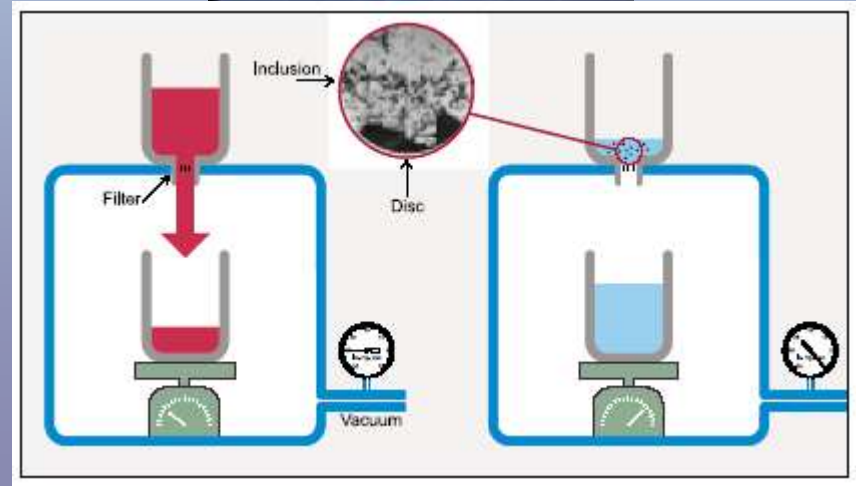
Büyük inklüzyonların ölçümünde kullanımı uygun değildir.



TEST YÖNTEMLERİ

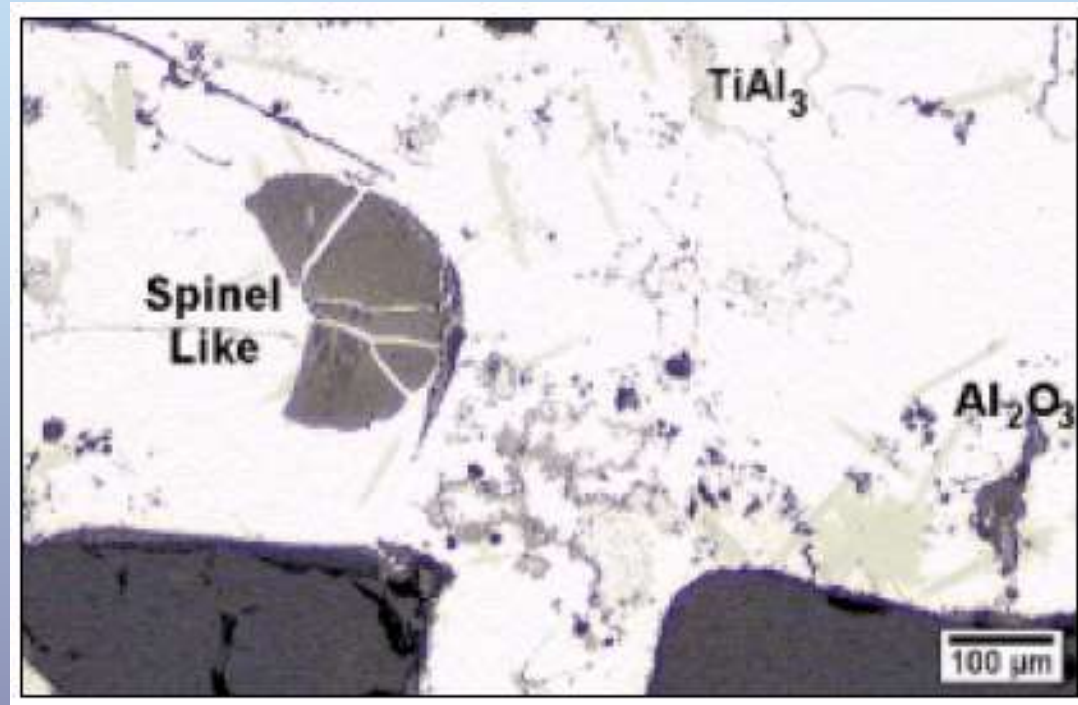
Pressure Filtration Tekniđi

Teknik; sıvı alüminyum numunenin basınç altında çok ince bir filtreden geçirilmesi sonucu filtre üzerinde kalan inklüzyonların incelenmesine dayanır. Metalografik olarak inklüzyonların sayılması ve alanın ölçülmesi sonucu, inklüzyon seviyesi filtre edilen metalin her bir kilogramına karşılık gelen inklüzyon birim alanıyla (mm^2/kg) ifade edilir.

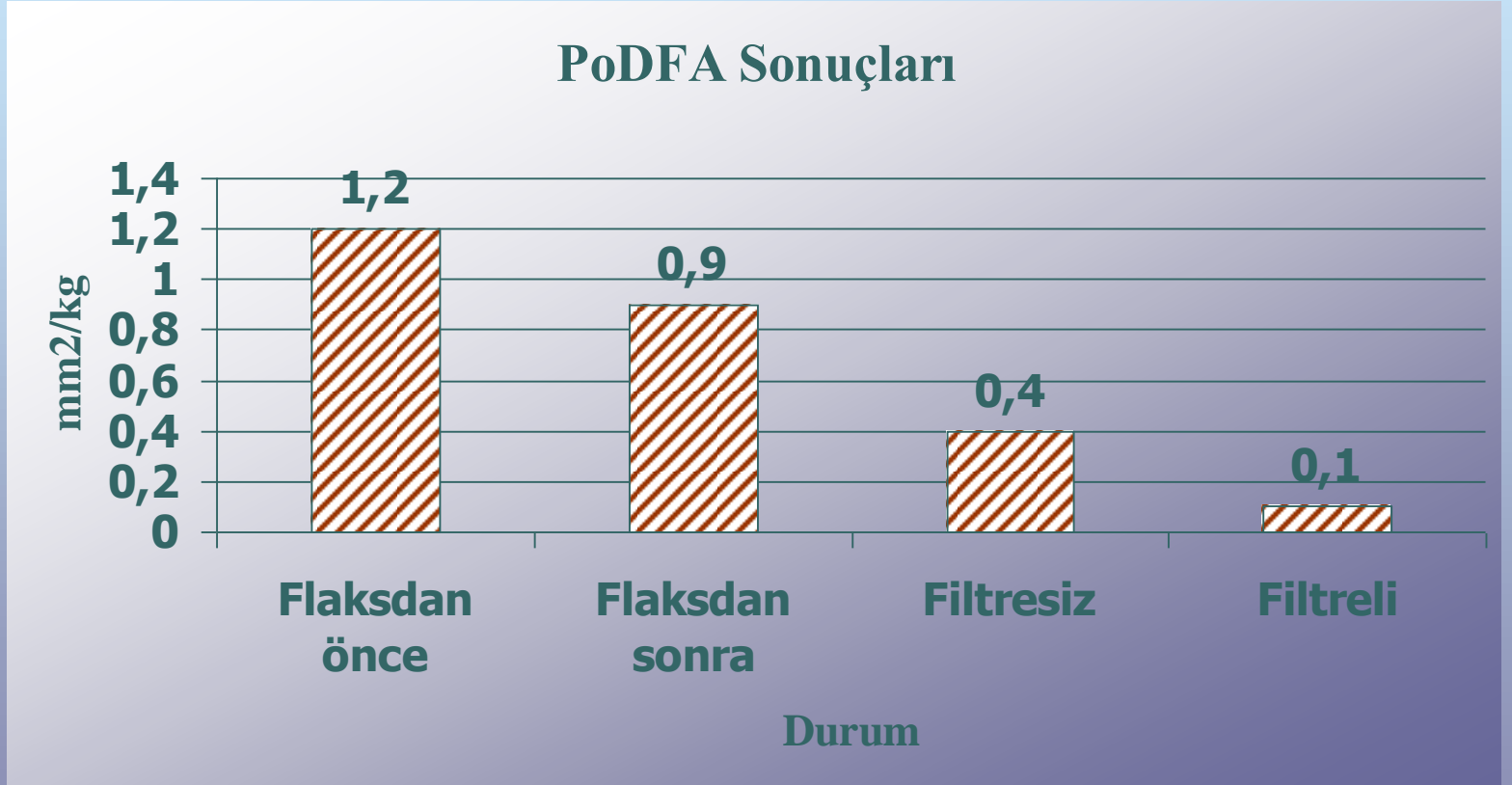


TEST YÖNTEMLERİ

Metalografik İnceleme



TEST YÖNTEMLERİ



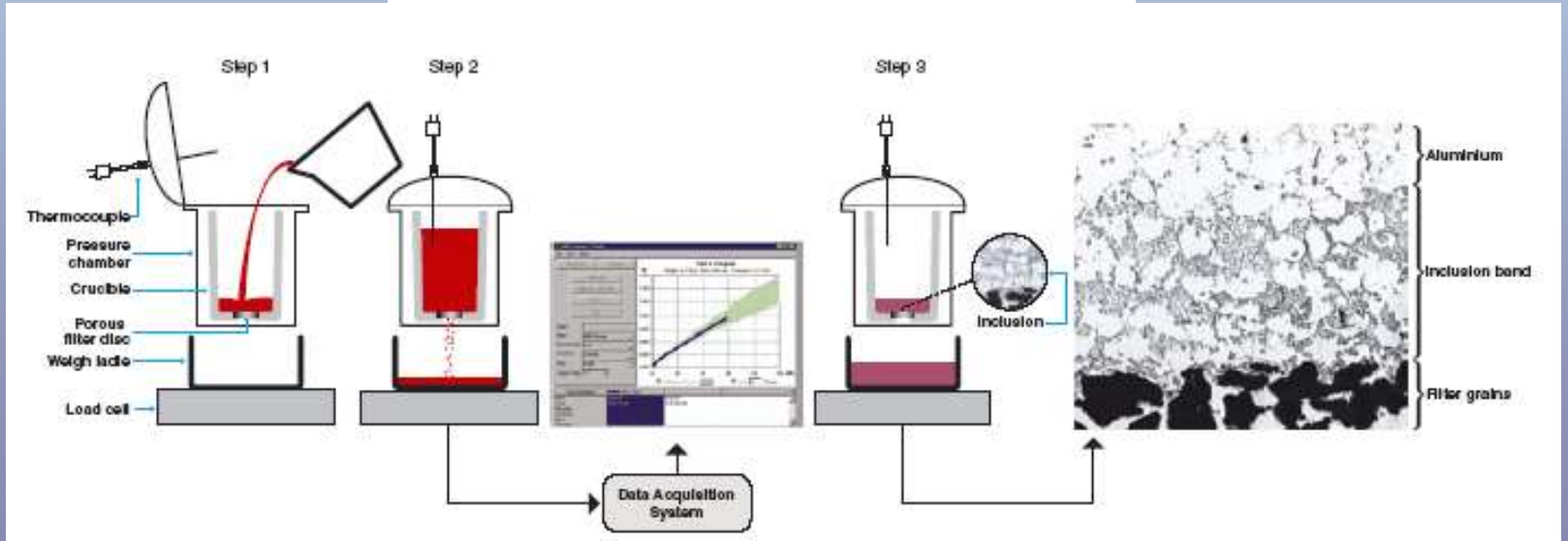
TEST YÖNTEMLERİ

Prefil Footprint

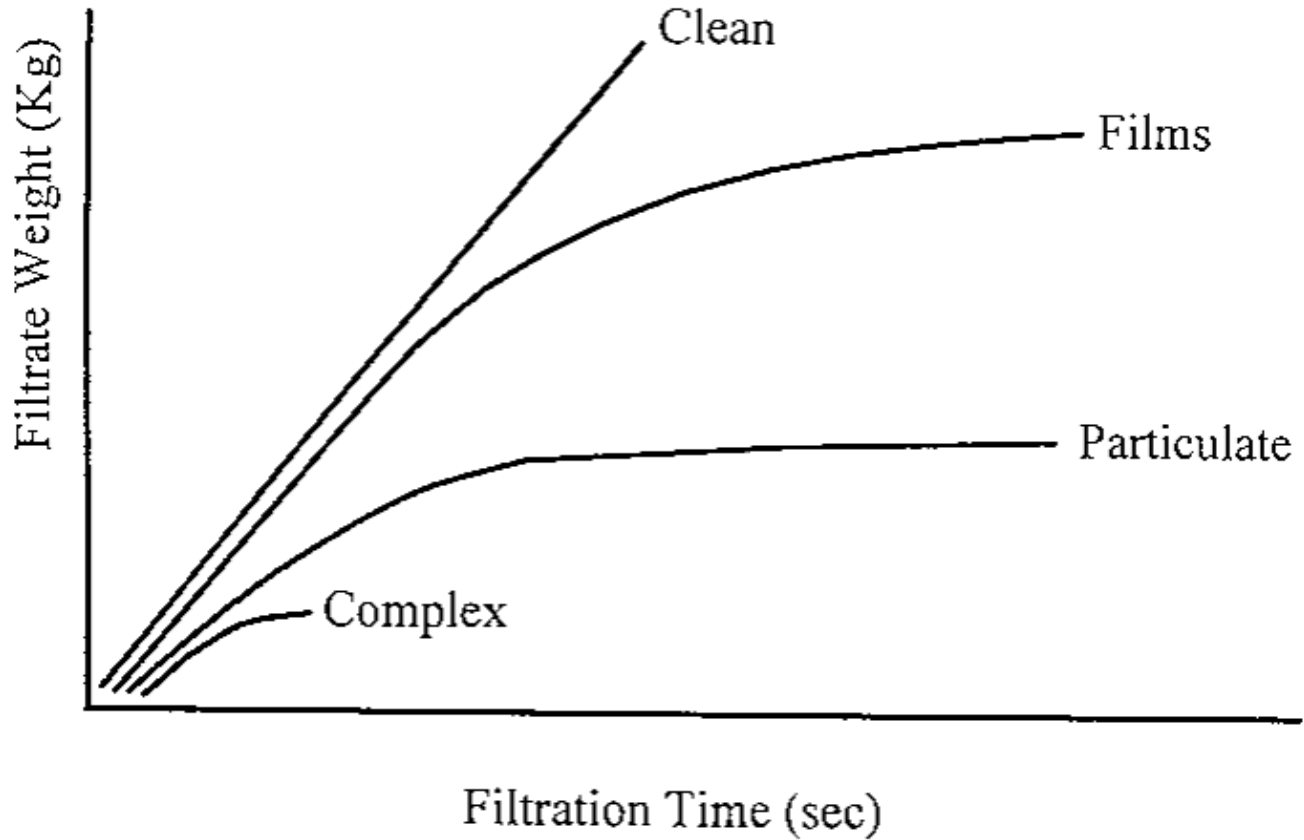
N-Tec tarafından geliştirilmiş Prefil Footprint yöntemi sayısal bir yöntemdir, çok ince bir filtreden akan sıvı metalin akış hızı ve filtre kekinin analizine dayanır.



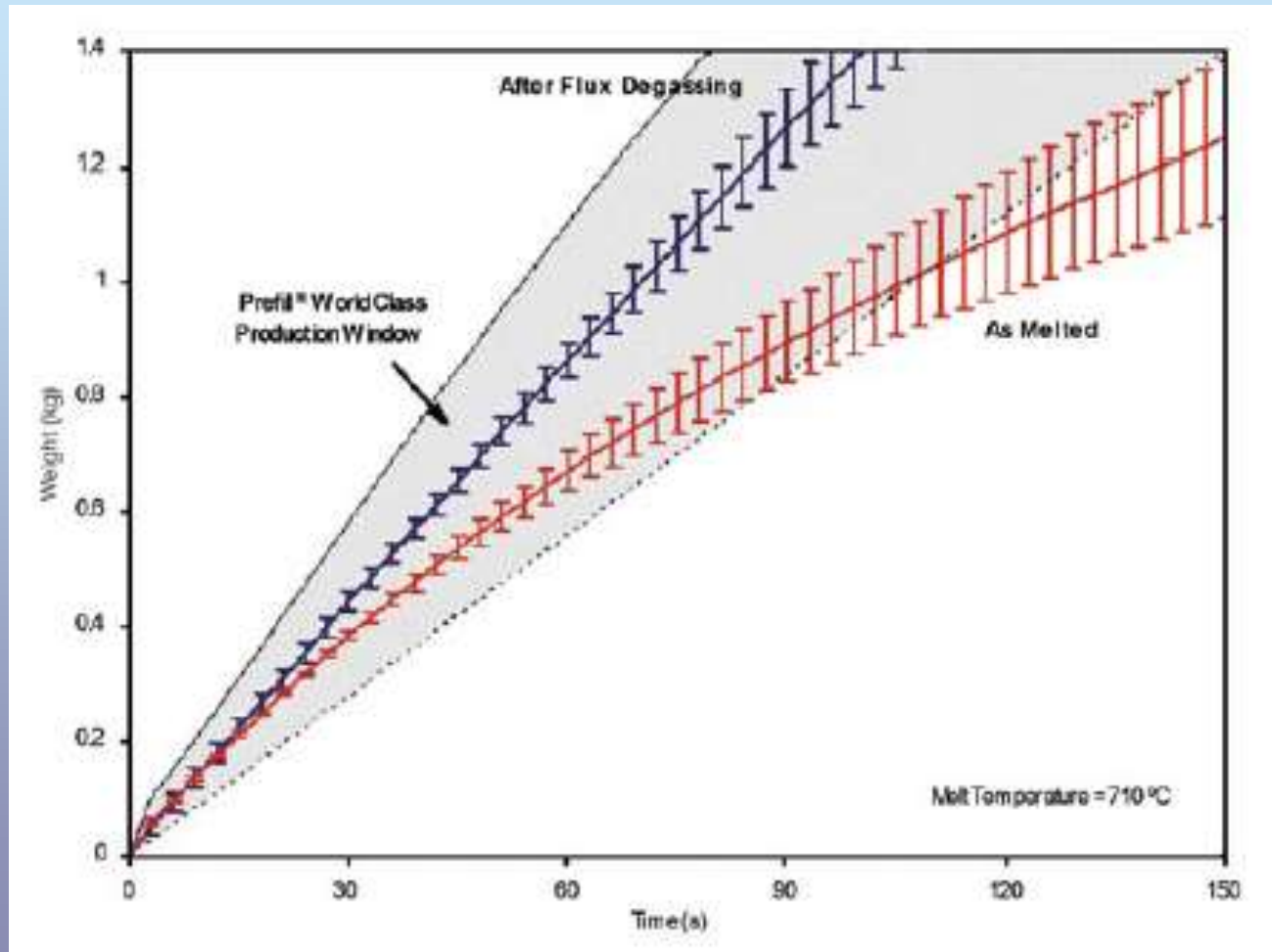
PREFIL TEST METODU



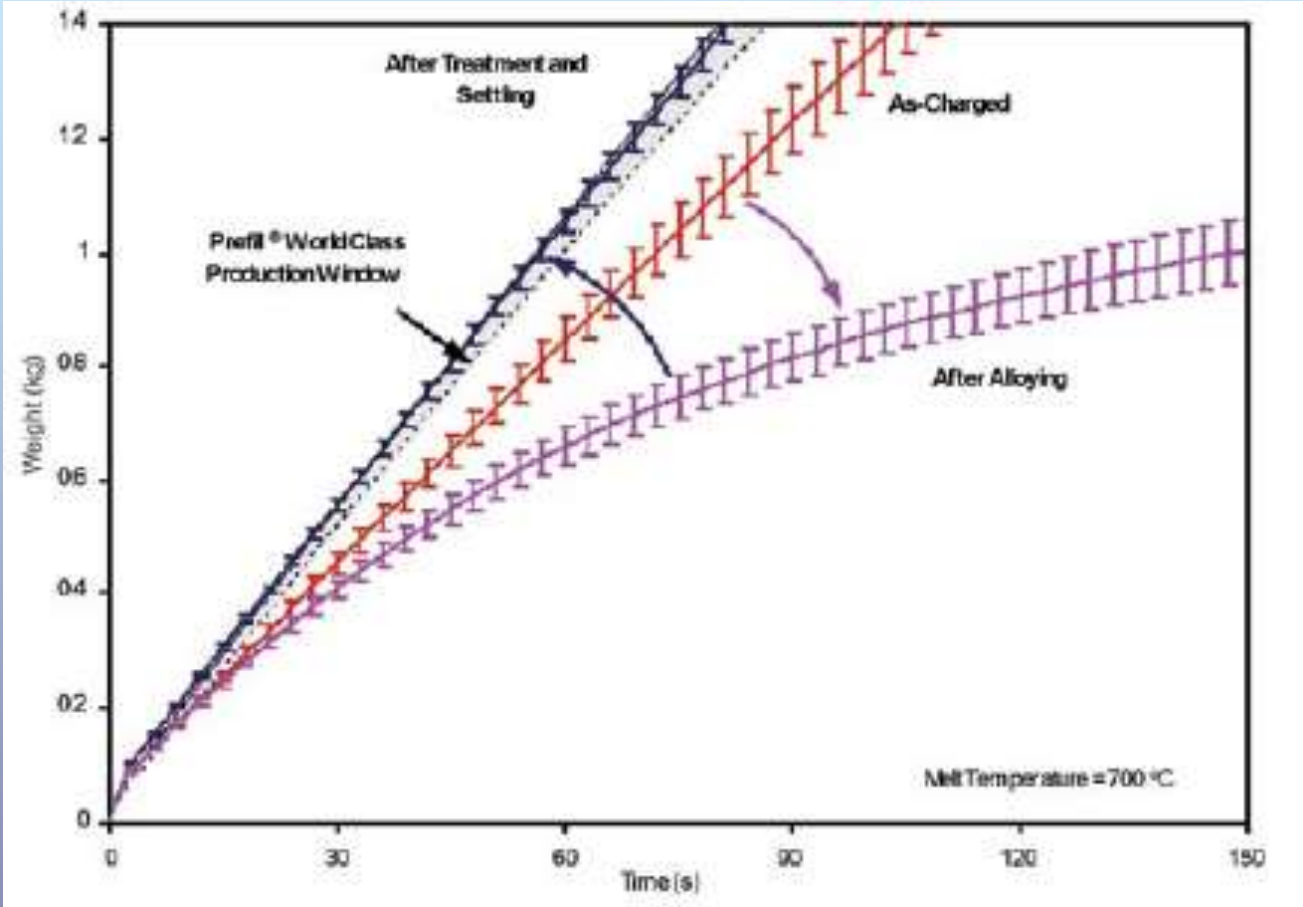
TEST YÖNTEMLERİ



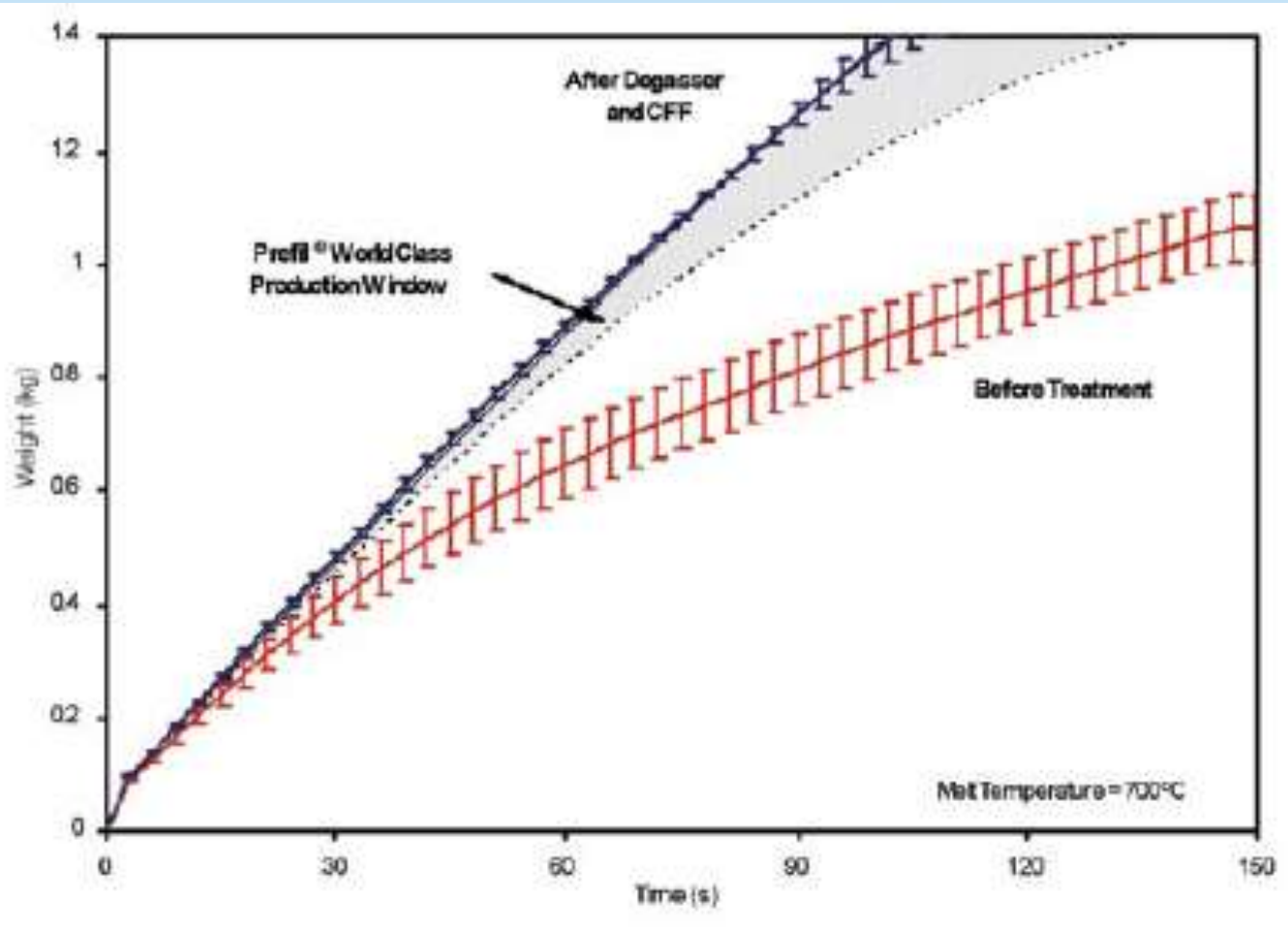
TEST YÖNTEMLERİ



TEST YÖNTEMLERİ



TEST YÖNTEMLERİ



PoDFA-f
(*Porous Disc Filtration Analysis*)



Prefil®- Footprinter
(*Pressure Filtration*)



Filtrasyon yöntemidir.

Metal numune vakum yöntemi ile filtre edilir.

1966 dan bu yana kullanılmaktadır.

Pahalı bir cihaz değildir.
Kolaylıkla taşınabilir, üretim hattında kullanımı çok kolaydır.

Online analize uygun değildir, alınan numuneler metalografik olarak incelenir.

Yapılan ölçümlerle ilgili bilgiler saklanamaz

Filtrasyon yöntemidir.

Metal numune basınç yöntemiyle filtre edilir.

1996 da N-Tec tarafından geliştirilmiştir.

Daha büyük bir cihazdır.

Online ölçüm metodudur. İnklüzyonların cinsi ve miktarı hakkında sonuç verir.
Aynı zamanda metalografik incelemede yapılabilir.
Test sonucundaki eğri zamana göre filtreden geçen metal miktarının değişimidir.

2 GB lık hafızada yapılan ölçümlere ait bilgiler ve sonuçlar saklanır.

TEST YÖNTEMLERİ

Qualiflash

Sıvı metal alttaki bir filtreden sıcaklık kontrollü hücreye geçer.

Geçen metal 10 adımlı bir metal kalıp içerisine dolar.

Birkez filtre içinden metal akışı durduğunda temizlik derecesi kalıbı dolduran metalin miktarıyla hesaplanır.

Test süresi 20 sn dir.

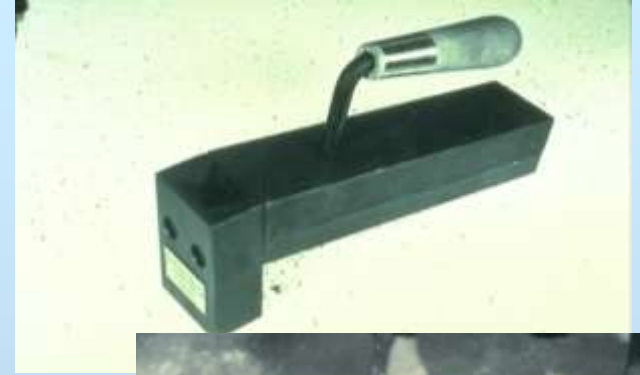


TEST YÖNTEMLERİ

K-Mold

K-mold Japonya' da geliştirilen yaklaşık 10 yıldır Amerika' da kullanılan kırarak yüzey kontrolünün yapıldığı bir testdir. K-mold dört çentikli adımdan oluşan düz bir plaka (240x36x6 mm) dökümü ile üretilir. Çentikler kırılma noktaları vazifesi görür ve kalıptaki keskin kenarlar girdap etkisi sayesinde inklüzyonları kırık yüzeyde toplanmasını sağlar.

$$K = \frac{\text{Oksit görülen kırık yüzey sayısı}}{\text{Toplam kırık yüzey sayısı}}$$



TEST YÖNTEMLERİ

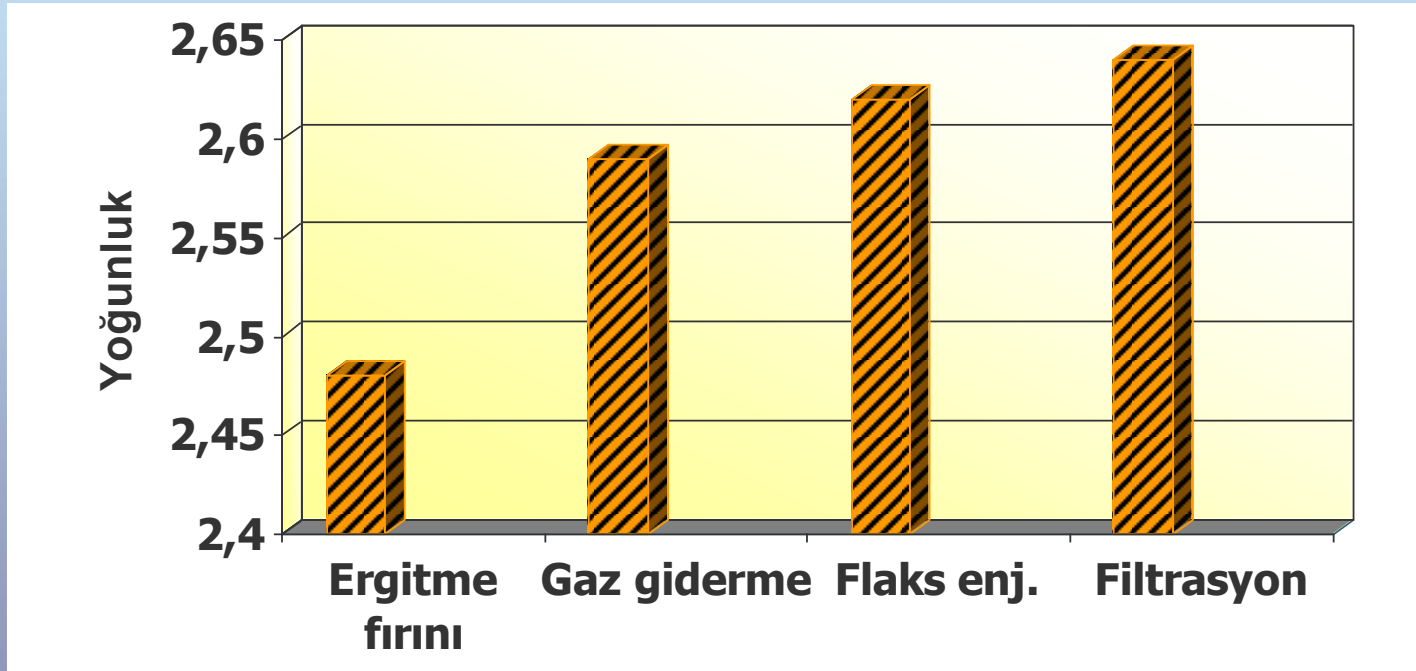
Reduced Pressure Test

Hidrojen porozitesinin miktarını tayin etmede kullanılan ucuz, basit ve kullanışlı bir test yöntemidir. Vakum ölçümü, basınç düşmesi ve katılaşmayı içerir. Numune katılaşırken hidrojen gazının bir kısmı dışarı çıkarken bir kısımda inklüzyonlar etrafında çekirdeklenir ve içeride porozite olarak kalır.



TEST YÖNTEMLERİ

RPT Sonuçları



TEST YÖNTEMLERİ

DI _ H _ Porozite

Serbest H Etkisi

H = 0,482 cm³H / 100 g Al
DI = 6,4 %

Cüruf / Çekinti Etkisi

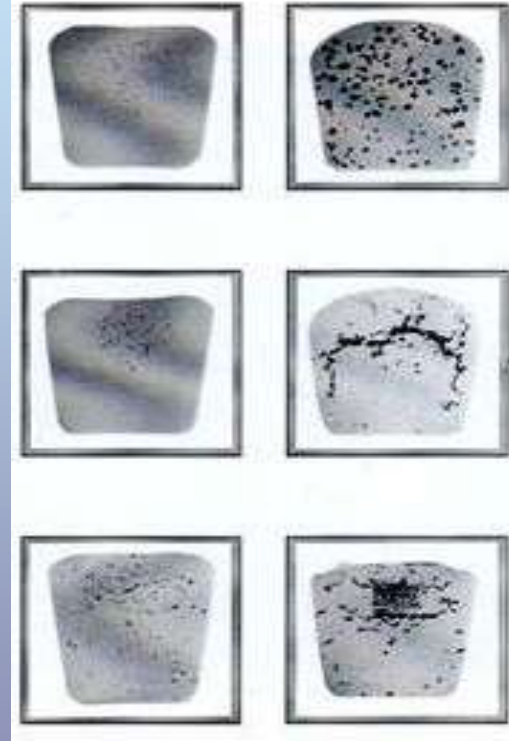
H = 0,009 cm³H / 100 g Al
DI = 5,8 %

Serbest H ve Cüruf / Çekinti Etkisi

H = 0,295 cm³H / 100 g Al
DI = 6,1 %

Havada
Katılaştırma

80 mbar vakumda
Katılaştırma



Yoğunluk indeksi (DI)

33 Yoğunluk İndeksi = $(d_{\text{hava}} - d_{\text{vakum}}) / d_{\text{hava}} \times 100$

TEST YÖNTEMLERİ

Hyscan II Hidrojen Analizi

Metal içerindeki hidrojen miktarını verir.

Metal katılaşırken hidrojen aıĝa çıkar ve ortaya çıkan kısmi basınç kalibre Pirani lüm aletiyle lölür ve çıktısı digital bir ekran ile hidrojen ieriĝine çevrilir.

Hidrojen ieriĝi $\text{cm}^3/100\text{g}$ cinsinden lölür.





DÖKTAŞ' DAKİ UYGULAMALAR

Döktaş' da

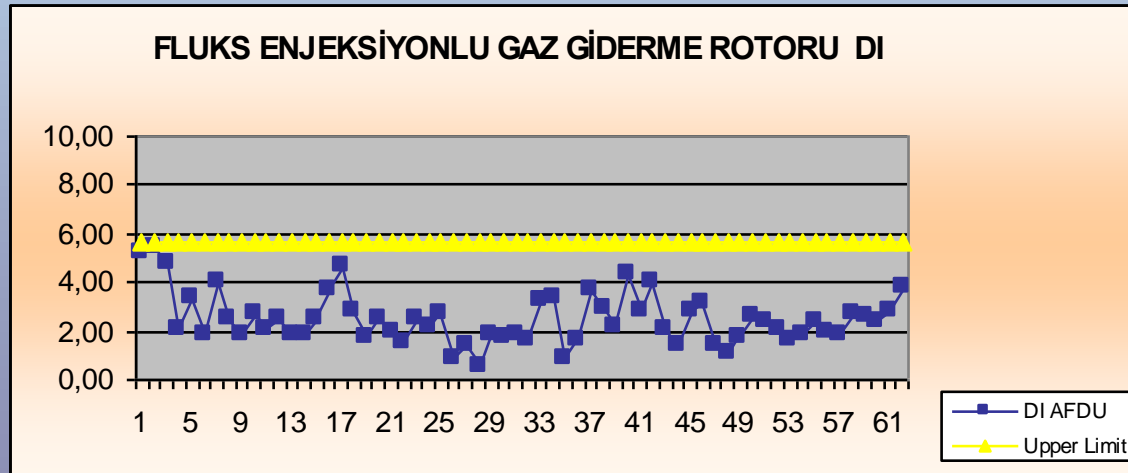
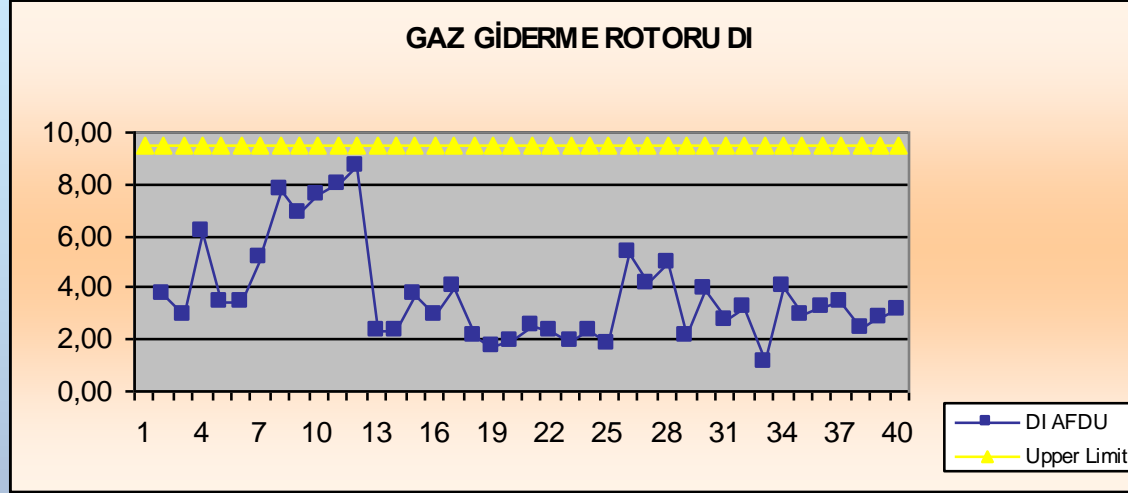
- curuf ayırıcı,
- temizleme,
- gaz ve oksit giderme amaçlı flakslar

Flaks enjeksiyonlu gaz giderme rotoruyla argon yada azot gazı ile oksit ve gaz giderme işlemi

Test yöntemleri

- Hyscan II hidrojen ölçümü
- Reduced Pressure Test
- K-Mold

DÖKTAŞ' DAKİ UYGULAMALAR



Gaz gidermede flaks kullanımının DI (yoğunluk indeksi) üzerine etkisi

DÖKTAŞ' DAKİ UYGULAMALAR

SONUÇLAR

- Gaz giderme esnasında flaks kullanımının etkinliği yapılan denemeler ile kanıtlanmıştır. Sadece inert gazla gaz giderme rotoruyla gaz giderme ve flaks enjeksiyonlu gaz giderme rotoruyla yapılan sıvı metal temizleme işlemlerinden alınan yoğunluk indeksi numuneleri ve N-Tec' de analiz ettirilen Prefil Test numuneleri flaks enjeksiyonunun hidrojen ve özellikle oksit temizliğinde çok daha başarılı olduğunu göstermiştir.

DÖKTAŞ' DAKİ UYGULAMALAR

SONUÇLAR

- Endüstriyel uygulamalarda özellikle dökümhanelerde yatırım maliyeti düşük, kullanımı kolay ve hızlı sonuçlar veren RPT, K-mold ve hidrojen ölçümü yöntemleri kullanılmaktadır. Birincil alüminyum üreticileri, araştırma merkezleri ve test laboratuvarları Limca, Prefil footprint, PODFA gibi yöntemleri kullanmaktadır.
- İnklüzyon miktarı ve cinsi açısından en doğru sonuçlar Prefil Footprint ve PoDFA yöntemleriyle elde edilir.