



13-15 September / Eylül 2012, Tüyap, İstanbul

6th International Ankiros Foundry Congress
6. Uluslararası Ankiros Döküm Kongresi



Bu bildiri 6. Uluslararası Ankiros Döküm kongresinde sunulmuştur

This paper was presented on 6th Ankiros Foundry Congress

<http://kongre.tudoksad.org.tr/>

Eylül 2012
September 2012
Tüyap, İstanbul



Farklı Rotor Tasarımlarından Faydalanılarak Aluminyum Ergiyiklerinden Hidrojenin Uzaklaştırılması İçin Gaz Giderme Teknolojisi

13- 16 Eylül 2012

ANKİROS - TÜYAP/İSTANBUL

Murat KEZKİÇ

Sunum İçeriği

- 1. Giriş
- 2. Gaz Porozitesi ve İnkluzyonlar
- 3. Hidrojen özünürlüğü ve Etkileyen Parametreler
- 4. Hidrojen Gidermenin Teori ve Prensipleri
- 5. Rotor Dizaynının Karakterizasyonu
- 5.1. Gaz Giderme Rotorunun Güç Analizi
- 5.2. Gaz Giderme Rotorlarının Karıştırma Kabiliyetleri
- 6. Gaz Giderme Yazılımı
- 7. Sonuçlar

1. Giriş

- Sıvı alüminyum alaşımlarında döner gaz giderme, dökümden önce ergiyikteki hidrojenin seviyesini, alkali metalleri ve inklüzyonları kontrol etmek için geniş ölçüde kullanılan bir prosestir. Geçmiş 20 yılda, alüminyum gaz giderme kinetiğinin kapsamlı teorik anlayışı oluşturulmuştur. Ergiyik alüminyum gaz giderme teorisinin deneysel testleri yayınlanmış iken, birçok durumda önemli bilgi parçaları rapor edilmez veya saptanmaz, bu altta yatan teorisinin eleştirel bir değerlendirmesi kabul edilir. Aynı şekilde, imalat bölümü proses modellerinde bazı parametreler ile ilgili bilgi eksikliği nedeniyle bu anlayışın pratik uygulamasında zorluklar ile karşılaşmıştır.
- Bunlara ;
 - Ergiyik içinde dağılmış karıştırma yoğunluğu,
 - ortalama gaz kabarcık boyutu ile olan ilişkisi ve
 - ergiyik serbest yüzeyindeki kütle transfer katsayısı dahildir.

1. Giriş

- Farklı Foseco gaz giderme rotorlarının seçimi geniş kapsamlı bir deneysel programda nitelenmiştir. Dökümhanelerde gaz giderme prosesleri için yapılan çalışma internet tabanlı bir simülasyon programı ile sonuçlandırılmıştır; bu simülasyonun unsurları burada sunulmaktadır.

2. Gaz Porozitesi ve İnkluzyonlar

- Yüzey porozitesi süs eşyaları için kabul edilemez iken erken alüminyum uygulamaları için anahtar nitelik öncelikle estetik olmuştur. Elektrolitik üretim yöntemi ve ani maliyet düşüşleri, giderek artan sayıda mühendislik uygulamalarının çeşitliliğine yol açmıştır. Yavaşça, ergimiş alaşımlara uygulanan bazı uygulamaların performanslara zarar verebileceği deneysel bir anlayış ortaya çıkmıştır.
- Günümüzde dökümhanelerde sıvı metal kalitesinin görülen sorunlarından 2 tanesi;
 - gaz içeriği ve
 - inklüzyonlardır.

2. Gaz Porozitesi ve İnkluzyonlar



Şekil 1. Döküm parça üzerinde görünür yüzey porozitesi

2. Gaz Porozitesi ve İnkluzyonlar

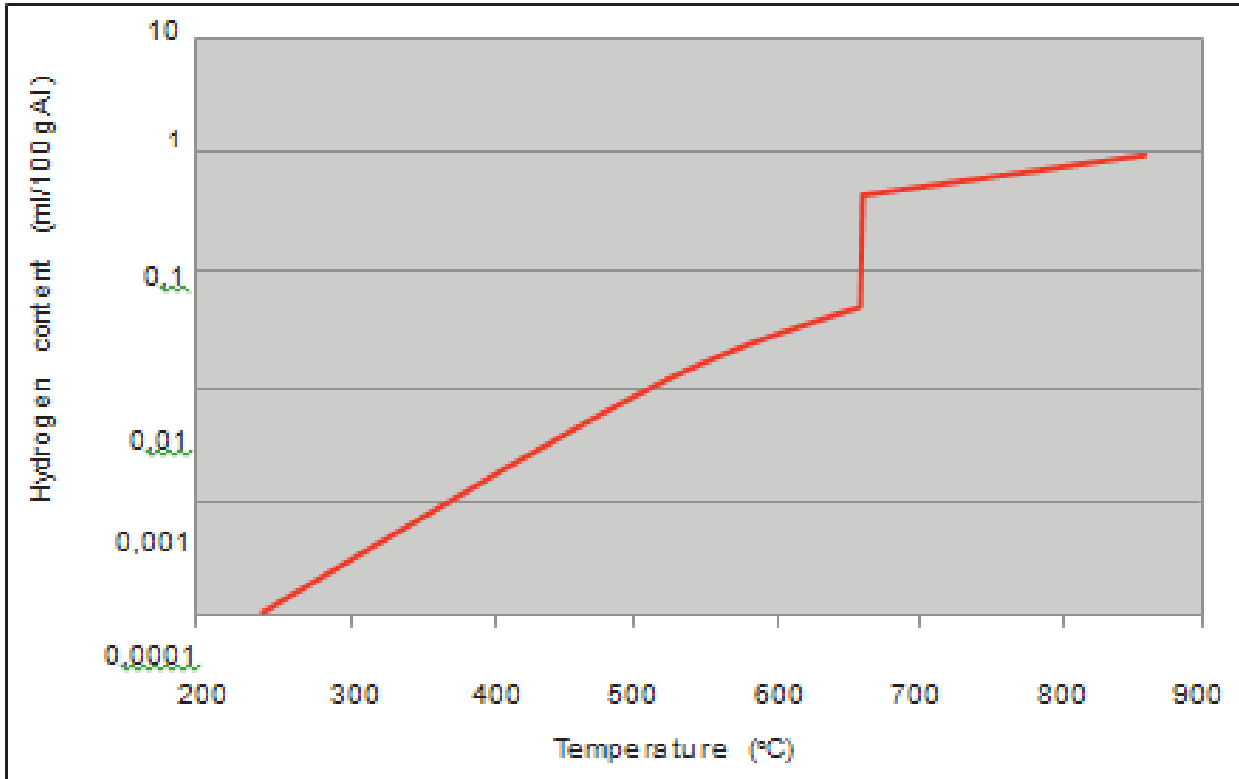


Şekil 2. İşlenmiş yüzeyde görünür iç porozite

3. Hidrojen Çözünürlüğü ve Etkileyen Parametreler

- Alüminyum ergiyik, havadaki hidrojen gazı ile ergiyik alüminyumda çözünmüş hidrojen gazı arasında bir denge olduğu noktaya kadar her zaman atmosfer ile etkileşim içerisinde. Fakat atmosferdeki hidrojenin kısmi basıncı (örneğin: miktarı) neredeyse konunun dışındadır. Bu yüzden hidrojen iki problemlili reaksiyon ürünü üretmek için kolay bir şekilde sıvı alüminyum ile reaksiyona giren havadaki su buharından gelir, örneğin, alümina (inlüzyonlar) ve hidrojen (gaz).
- $2\text{Al (sıvı)} + 3\text{H}_2\text{O (gaz)} = \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (katı)} + 3 \text{H}_2 \text{ (gaz)}$ [1]

3. Hidrojen Çözünürlüğü ve Etkileyen Parametreler

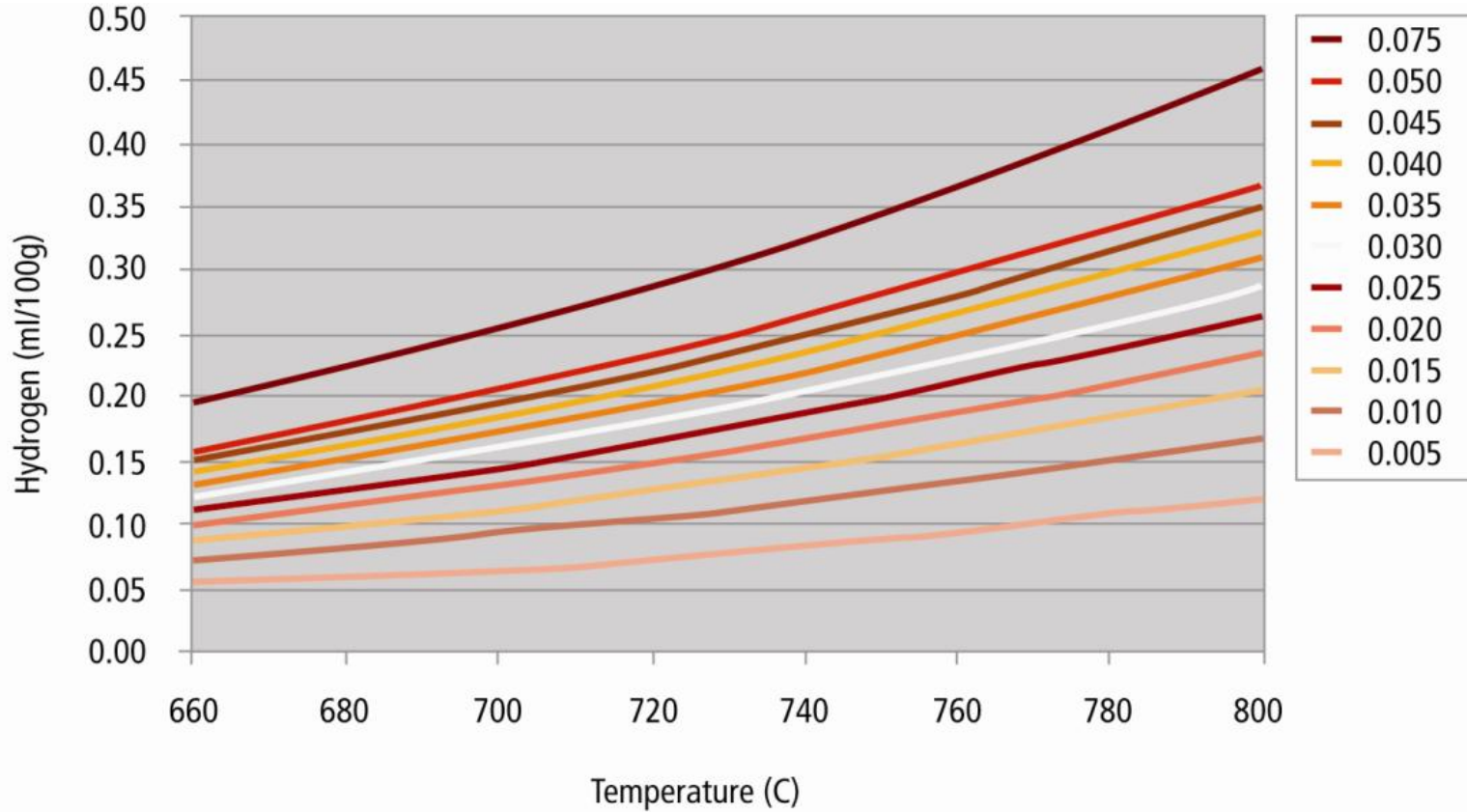


Çizelge 2. Alüminyumdaki hidrojen çözünürlüğü

3. Hidrojen Çözünürlüğü ve Etkileyen Parametreler

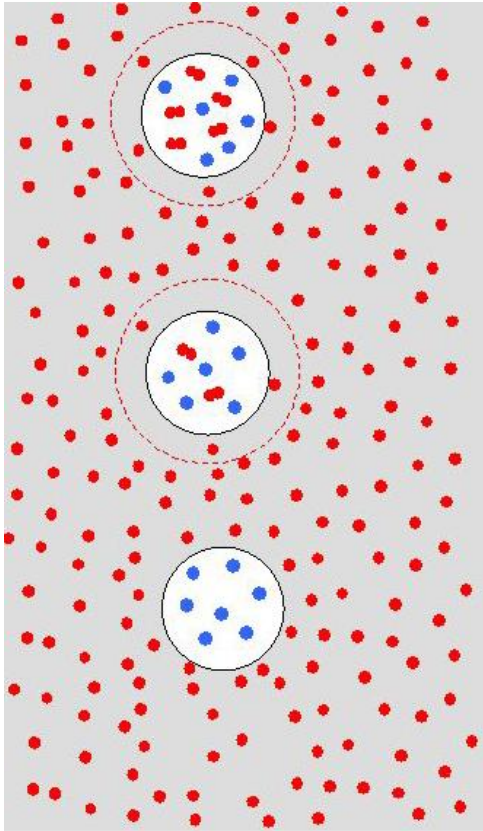
- Sıvı alüminyumdaki hidrojen için basit çözünürlük denkleği, alaşım kompozisyonu için uyarlanması gerekmektedir.
- Sıvı alüminyumda,
 - bakır, silikon ve çinko çözünürlük oranını azaltırken,
 - magnezyum, hidrojen dengesi çözünürlüğünü artırır.
- Geleneksel ilave oranlarındaki sodyum, stronsiyum ve titanyum borit gibi modifikasyon elementleri, ölçülebilir bir şekilde hidrojen çözünürlüğünü değiştirmez.

3. Hidrojen Çözünürlüğü ve Etkileyen Parametreler



Çizelge 3. Artırılmış su buharı basıncının hidrojen çözünürlüğüne etkisi

4. Hidrojen Gidermenin Teori ve Prensipleri

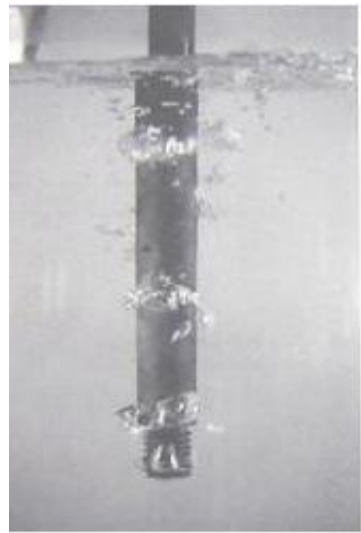


- Inert gas
- Hydrogen
- - - Boundary layer
- Inert gas bubble boundary

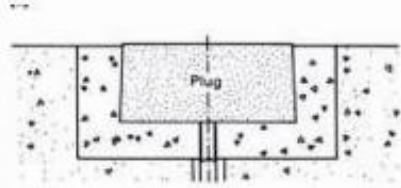
Atomik hidrojen, sıvı alüminyum içerisinde çözünmüş ve homojen bir şekilde dağıtılmıştır. Kuru inert gaz kabarcıkları ergiyiğin içinde hemen hemen sıfır bir hidrojen kısmi basıncı ile karşılaşmıştır. Sonra, erimiş sınır tabakasındaki H konsantrasyonu ile H_2 'nin kısmi basıncı arasında hızlıca yerel bir denge kurulur. Atomikten moleküler hidrojene geçişin tekrar kombinasyonu çok hızlı iken, hidrojenin toplam kütlede sınır tabakasına difüzyonu sınırlıdır. Ergiyik yüzeyine yükselirken, kabarıktaki hidrojen konsantrasyonu artar.

Şekil 3. Hidrojen gidermenin şeması

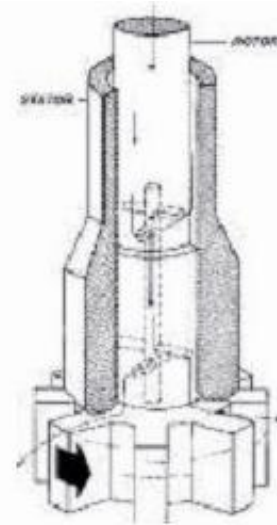
4. Hidrojen Gidermenin Teori ve Prensipleri



lance



porous plug



rotary injector



Şekil 4. Değişik sistemler ile inert gaz kabarcık boyutu oluşumu karşılaştırılması

5. Rotor Dizaynının Karakterizasyonu

Gaz giderme rotorunun güç analizi:



Şekil 5. Denemedeki rotorlar

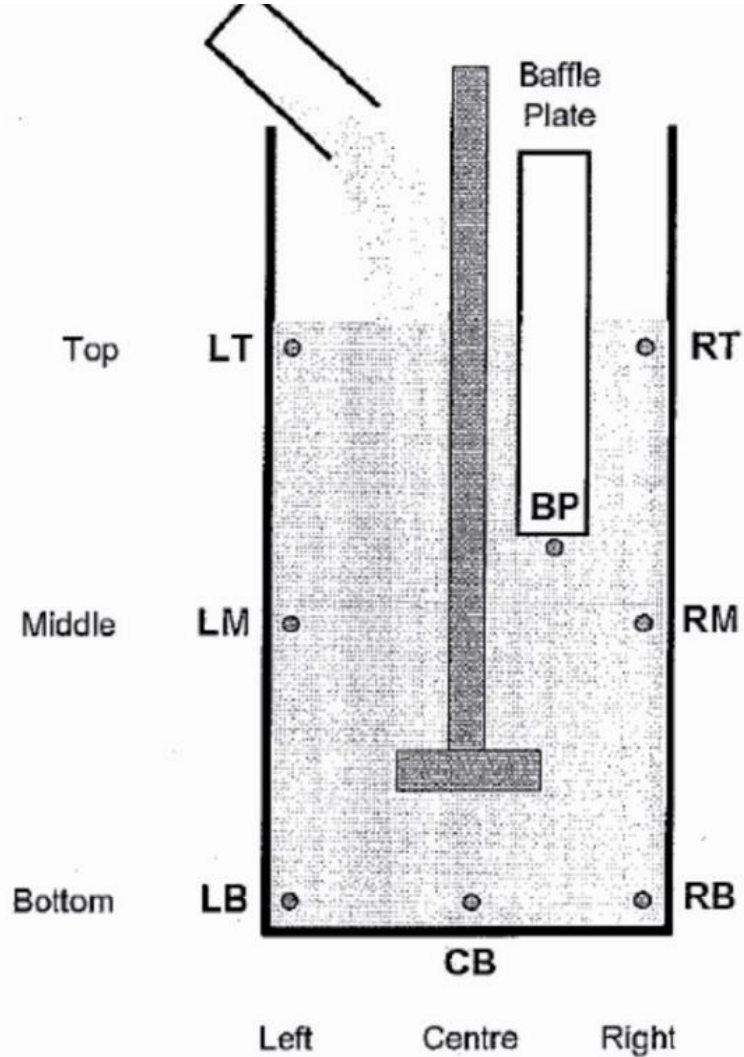
- Güçten yararlanan bütün Foseco rotorları direkt olarak birbirleri ile karşılaştırılabilir. Yakın zamanda geliştirilen FDR ve XSR rotorları geleneksel rotora göre daha yüksek enerji üretirler. Bu nedenle, bu rotorlar ile daha küçük kabarcıklar oluşturulur. GBF XHT rotorlar , sınıfının en iyi Avrupa tasarımlarına benzer şekilde bir performans sergilediği görülmüştür.

5. Rotor Dizaynının Karakterizasyonu

Gaz giderme rotorlarının karıştırma kabiliyetleri:

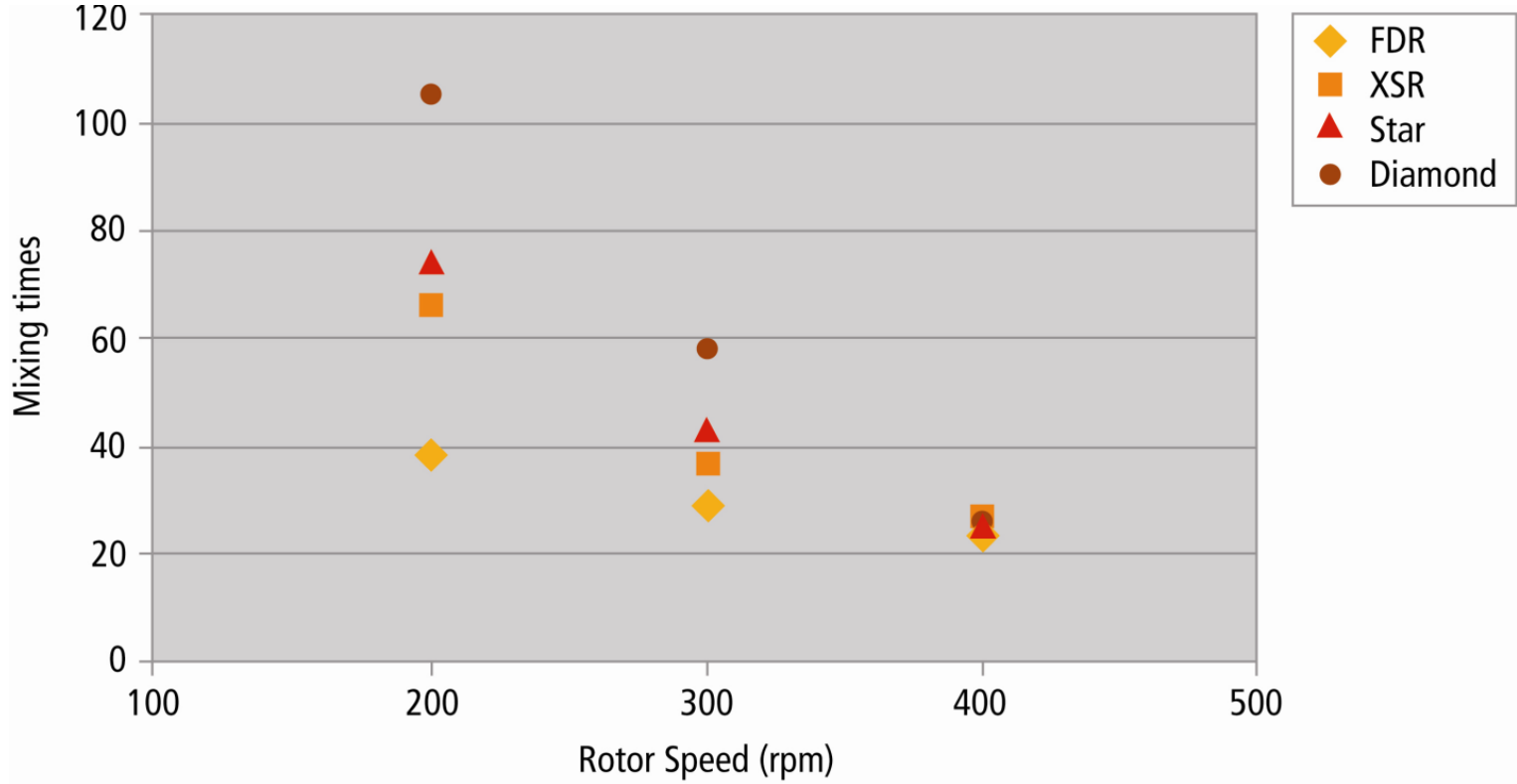
- İyi tasarlanmış bir gaz giderme sistemi, 2 önemli duruma bağlı olacaktır. Öncelikle, proses boyunca, kimyasal ve termal homojenlik elde etmek ve korumak için ergiyik hızlı bir şekilde karıştırılacaktır. Önemli nokta iyi bir karışım elde etmek için gerekli olan süre, metal tretman süresinden çok daha azdır. İkinci olarak, rotor tarafından meydana getirilen türbülans, ergiyik boyunca iyi karışmış bir akış şekli sağlayacak şekilde ergiyik boyunca tamamen dağıtılan inert gaz kabarcıklarının ortalama bir boyuta gelmesine neden olacaktır.
- Bir başka deney serisi, bir dizi çalışma koşulları altında her rotorun karıştırma özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.
- Aynı rotorların serileri Şekil 5'te gösterilmiş olan bu deneme için seçilmiş ve farklı çaplarda test edilmiştir. Deneme, bir dalgakıran, 10 lt/dk sabit akış hızında bir inert gaz ve her bir rotor için dakikada 200, 300 ve 400 devir (rpm) düzeneği ile gerçekleşmiştir.

5. Rotor Dizaynının Karakterizasyonu



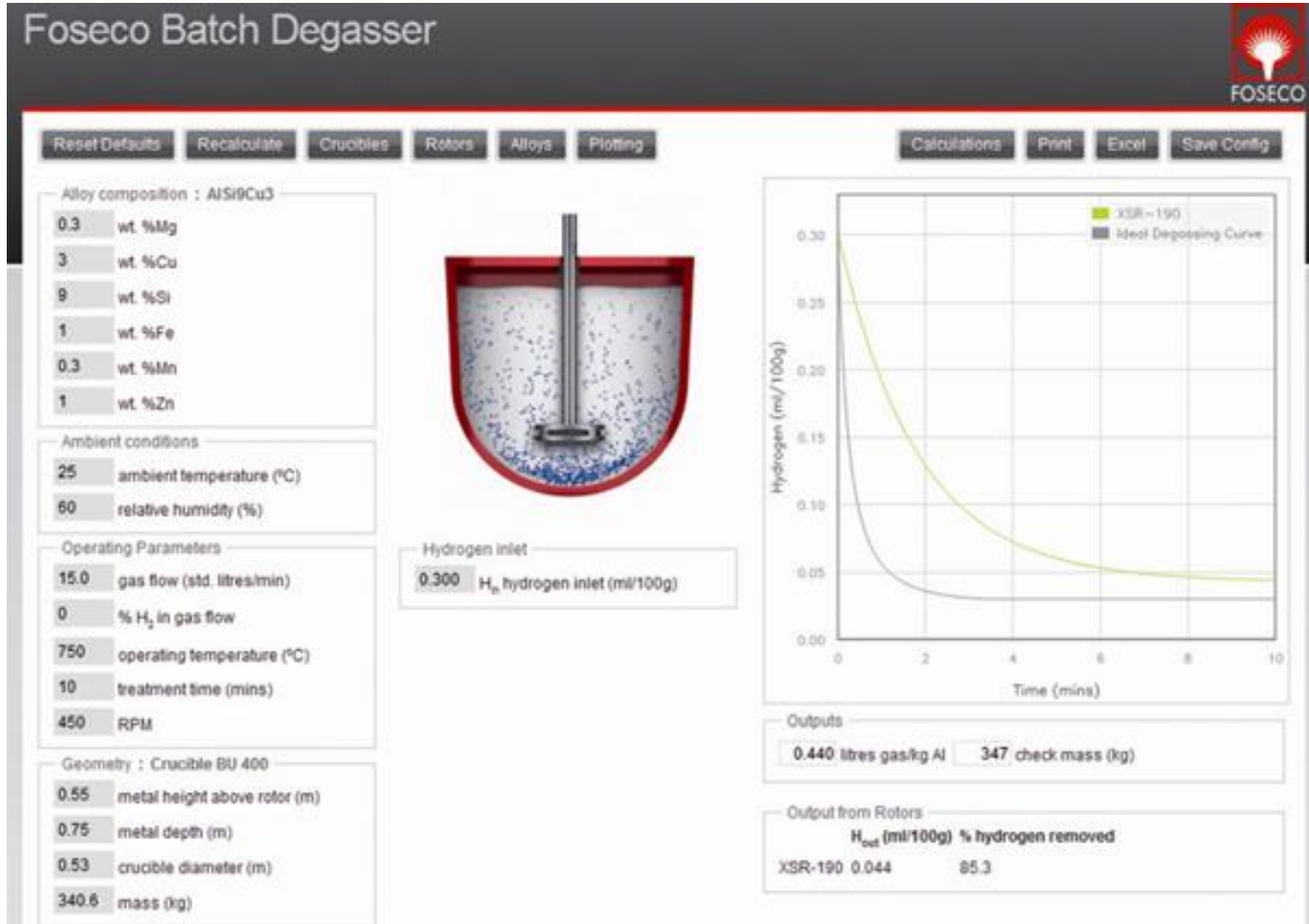
8 adet T tipi termokupl yanda gösterildiği gibi tankın içine yerleştirilmiştir. Her bir deneme için, sabit karıştırma koşulları sağlandığında, yaklaşık 7000 g su tanka eklenmiştir.

5. Rotor Dizaynının Karakterizasyonu



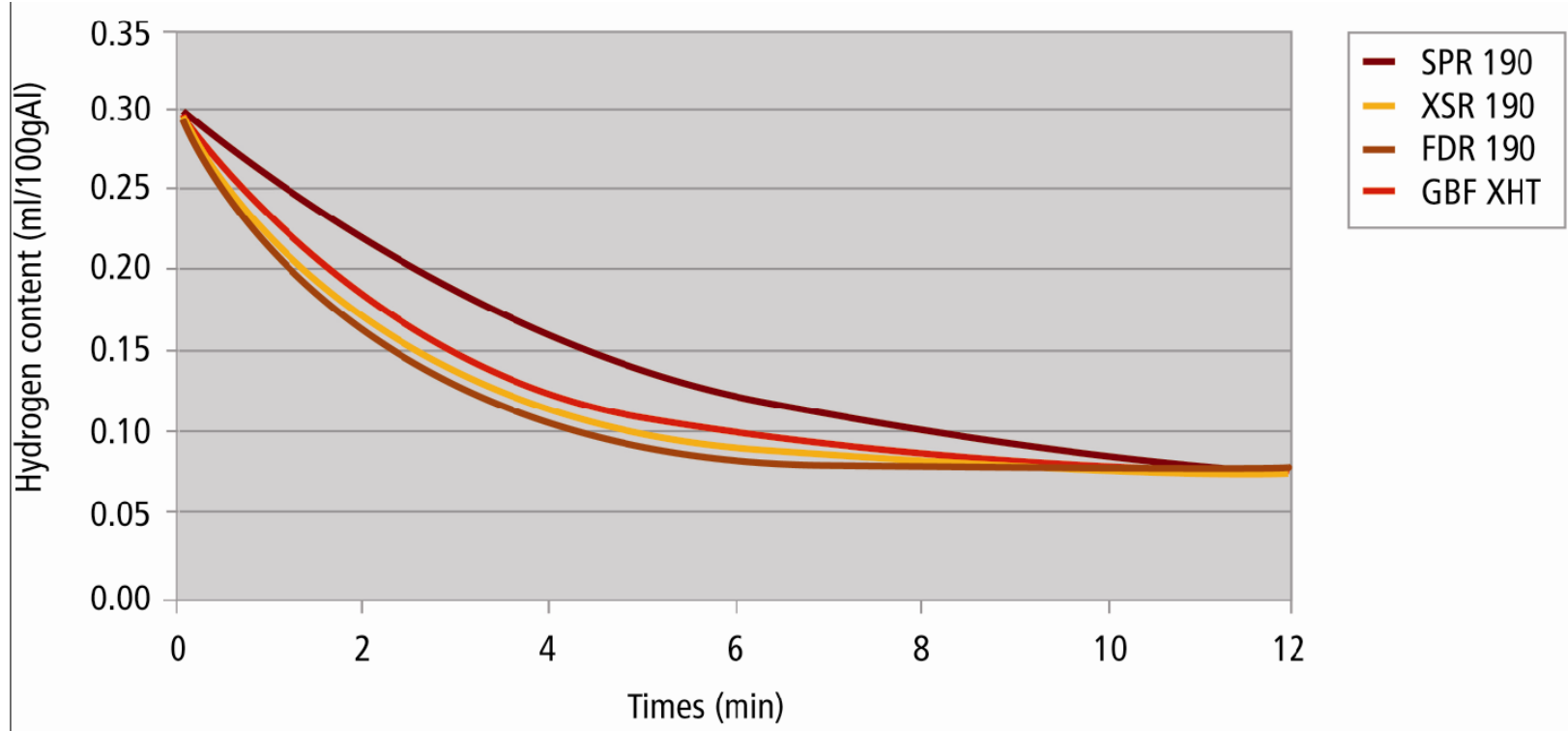
Çizelge 4. 190 mm rotorların karıştırma sürelerinin karşılaştırması

6. Gaz Giderme Yazılımı



Şekil 7. Toplu gazalma yazılımının ekran görüntüsü

6. Gaz Giderme Yazılımı

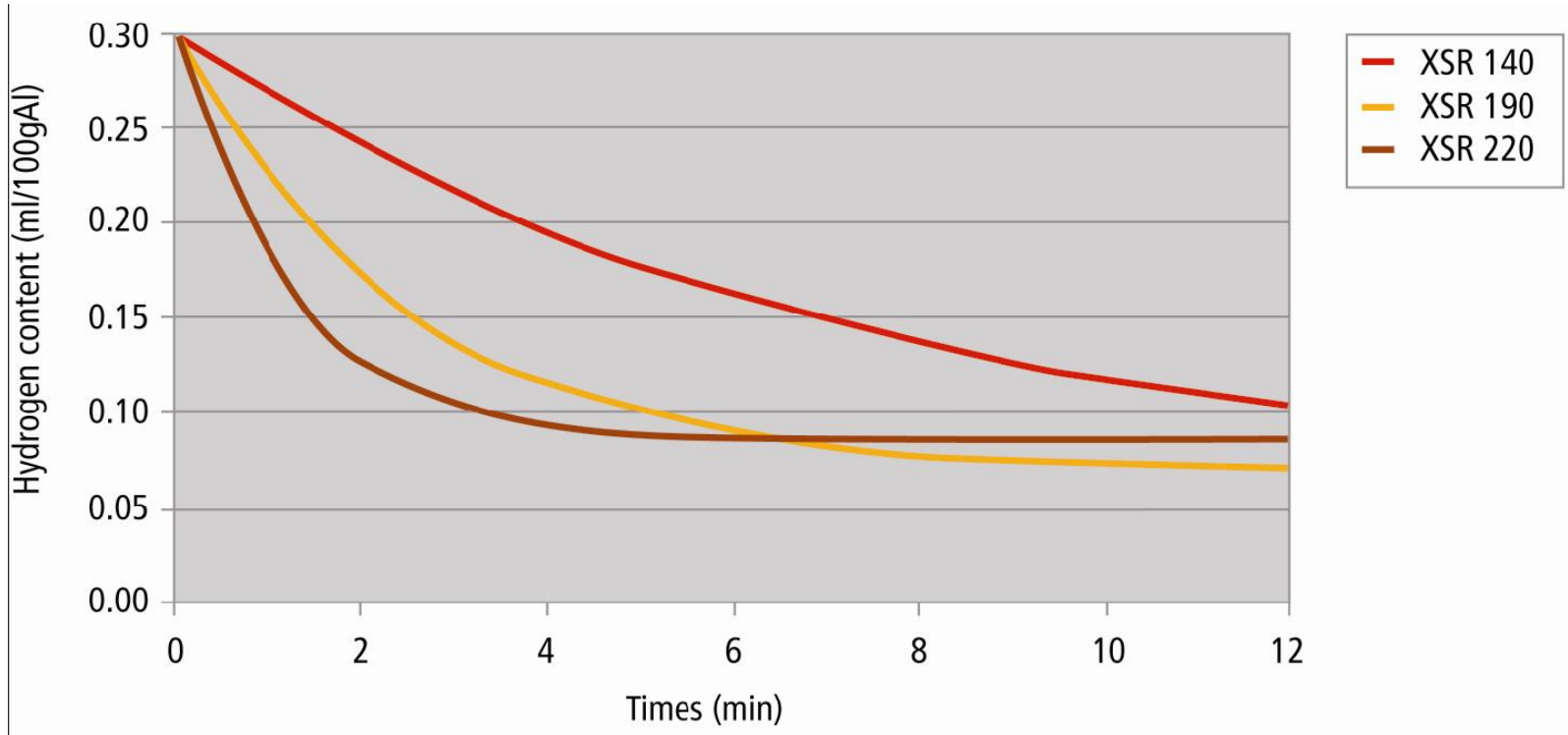


Çizelge 5. Farklı rotor tasarımlarının gaz giderme verimliliğine etkisi

6. Gaz Giderme Yazılımı

- Simulasyon değişkenleri:
 - Bekletme ocağı tipi: BU 600 ile 600 kg ergiyik
 - Alaşım tipi: AlSi7Mg
 - Inert gaz akış hızı: 20 lt/dk
 - Rotor hızı: 450 rpm
 - Rotor tasarımı: Değişken
 - Rotor apı: 190 mm

6. Gaz Giderme Yazılımı

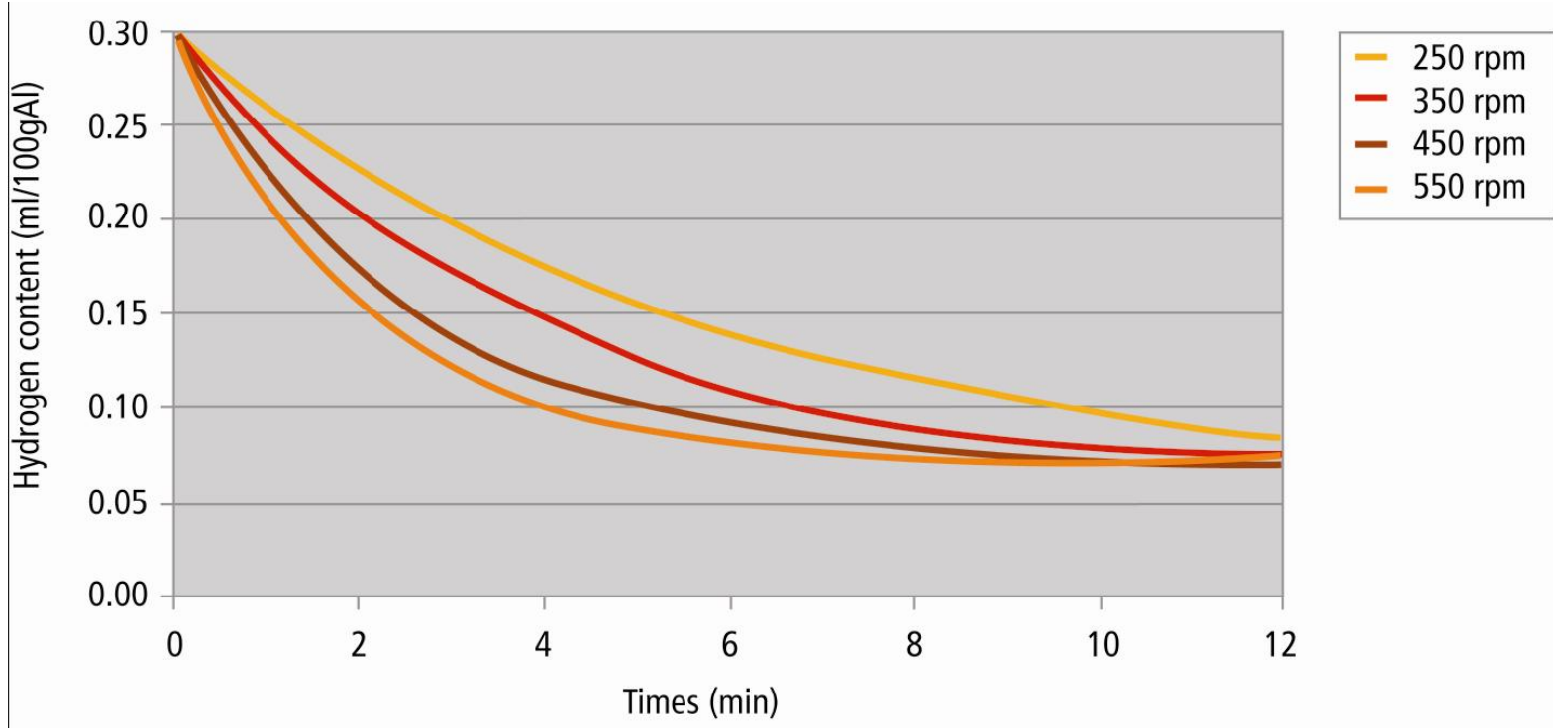


Çizelge 6. Farklı rotor çaplarının gaz giderme verimliliğine etkisi

6. Gaz Giderme Yazılımı

- Simulasyon değişkenleri:
 - Bekletme ocağı tipi: BU 600 ile 600 kg ergiyik
 - Alaşım tipi: AlSi7Mg
 - Inert gaz akış hızı: 20 l/dk
 - Rotor hızı: 450 rpm
 - Rotor tasarımı: XSR
 - Rotor apı: Değişken

6. Gaz Giderme Yazılımı

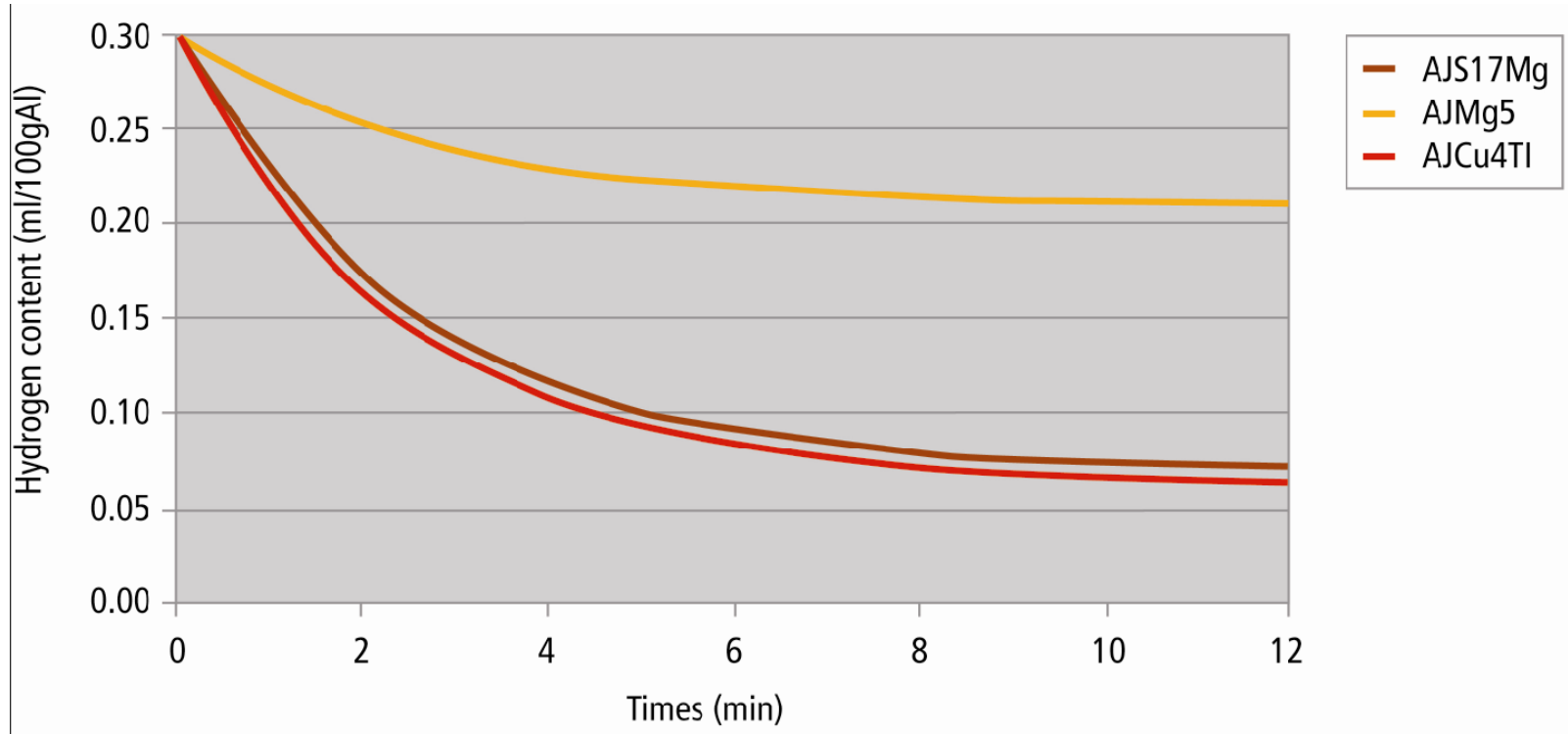


Çizelge 7. Farklı dönme hızlarının gaz giderme verimliliğine etkisi

6. Gaz Giderme Yazılımı

- Simulasyon değişkenleri:
 - Bekletme ocağı tipi: BU 600 ile 600 kg ergiyik
 - Alaşım tipi: AlSi7Mg
 - Inert gaz akış hızı: 20 lt/dk
 - Rotor hızı: Değişken
 - Rotor tasarımı: XSR
 - Rotor apı: 190 mm

6. Gaz Giderme Yazılımı

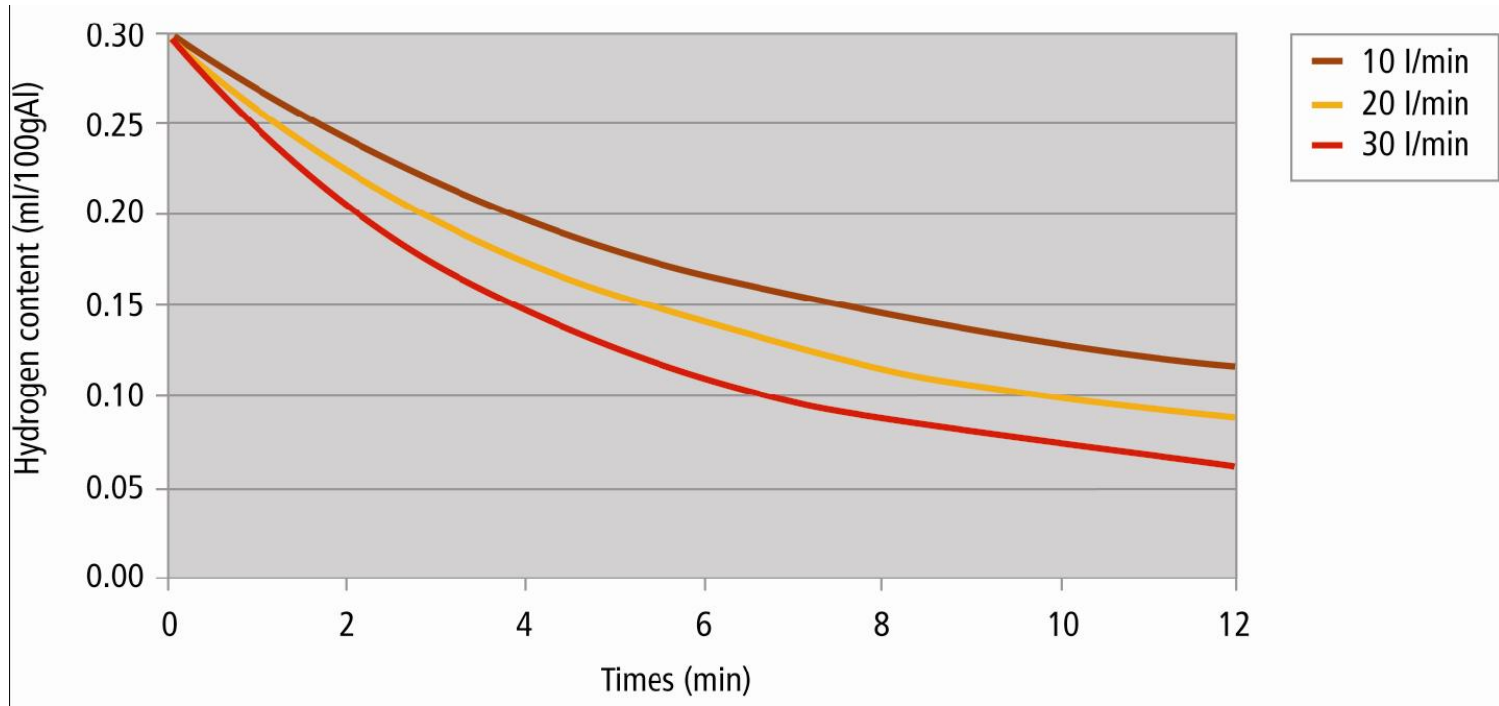


Çizelge 8. Farklı alaşım kompozisyonlarının gaz giderme verimliliğine etkisi

6. Gaz Giderme Yazılımı

- Simulasyon değişkenleri:
 - Bekletme ocağı tipi: BU 600 ile 600 kg ergiyik
 - Alaşım tipi: Değişken
 - Inert gaz akış hızı: 20 lt/dk
 - Rotor hızı: 450 rpm
 - Rotor tasarımı: XSR
 - Rotor apı: 190 mm

6. Gaz Giderme Yazılımı

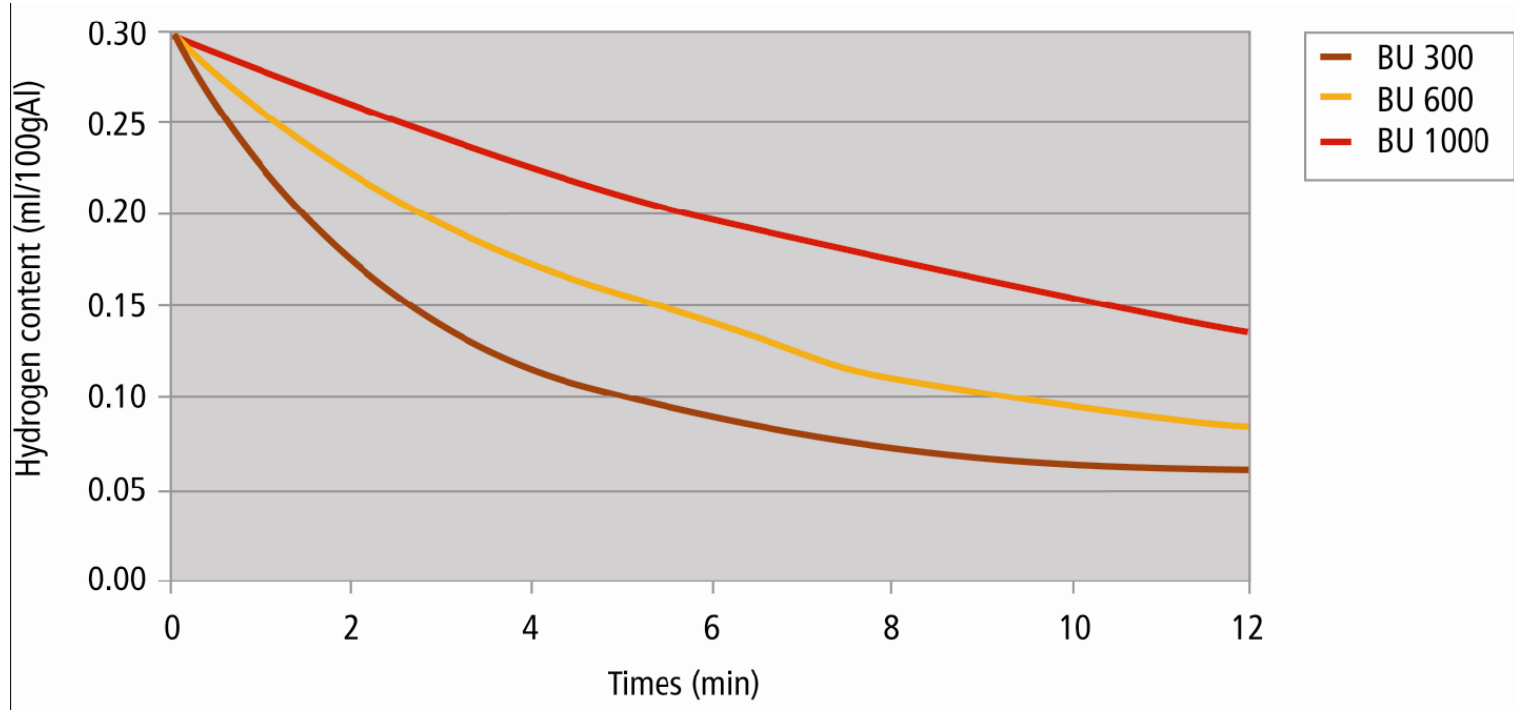


Çizelge 9. Farklı inert gaz akış hızlarının gaz giderme verimliliğine etkisi

6. Gaz Giderme Yazılımı

- Simulasyon değişkenleri:
 - Bekletme ocağı tipi: BU 600 ile 600 kg ergiyik
 - Alaşım tipi: AlSi7Mg
 - Inert gaz akış hızı: Değişken
 - Rotor hızı: 450 rpm
 - Rotor tasarımı: XSR
 - Rotor apı: 190 mm

6. Gaz Giderme Yazılımı



Çizelge 10. Farklı bekletme ocağı boyutu ve erimiş metal miktarının gaz giderme verimliliğine etkisi

6. Gaz Giderme Yazılımı

- Simulasyon değişkenleri:
 - Bekletme ocağı tipi: Değişken
 - Alaşım tipi: AlSi7Mg
 - İnert gaz akış hızı: 20 lt/dk
 - Rotor hızı: 450 rpm
 - Rotor tasarımı: XSR
 - Rotor çapı: 190 mm

7. Sonuçlar

- Gerçekleştirilen araştırma çalışmaları, alüminyum ergiyiklerindeki hidrojen kontrolünün anlaşılması için önemli bir katkı sağladığını kanıtlamaktadır ve bu metal tretman çalışmasının önemli parçasının en uygun hale getirilmesi kabiliyetini arttıracaktır.
- Foseco, imalat dökümhanelerinde gerçeği yansıtmak için gaz giderme prosesi modelinin tahminlerini bulmaktadır.
- Gaz giderme modeli, gaz giderme sürecinin analizi ve optimizasyonu için etkili bir araç olduğunu kanıtlamaktadır.
- Her bir özel metal tretman istasyonu, bir takım özel parametreler gerektirir-rotor tasarımı, çapı, hızı.

7. Sonuçlar

- Model, dökümhaneler için gaz giderme prosesini daha iyi anlamalarını sağlamaktadır. Farklı stratejileri kolayca karşılaştırabilirler:
 - En kısa gaz giderme zamanı
 - Sarf malzemelerin ömrünün uzatılması
 - Fazla gaz giderme yapmaktan kaçınma
- Daha önce bahsedilen bilimsel testlerin geliştirilmesi ile, Foseco FDU ve MTS gaz giderme makineleri için gelişmiş performans sağlayacak daha verimli rotor tasarımları geliştirmiştir.

TEŞEKKÜRLER