BESLEYİCİ ALTI SEGREGASYONU

Kenneth W. Murphy

American Cast Iron Pipe Company

Çeviren : Şefkat KOÇ

ÇİMSATAŞ

İMZA:

ÖZÜ:

Besleyici altı segregasyonu (Birikimi) bir katılaşma olayıdır, (Fenomenidir) ve çelik döküm kalitesi ve ekonomisi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Segregasyonun orijini, temel anlamı ve mikro segregasyonla kanal segregasyonunun arasındaki temel ilişki açıklanmıştır.

Bu olaya bağlı olarak proses ve kalite problemleri tartışıldı ve besleyici alt çatakları vurgulandı.

Bu çalışmanın bir kısmı olarak birkaç tane büyük test numunesi, boyuna kesildi ve derin dağlandı. Segregasyonlu numunelerin fotoğrafları bu oluşumun Görüntülü dokümanlarını oluşturmaktadır ve farklı besleyici dizaynları ile nasıl etkilendiğini göstermektedir.

Besleyici altı segregasyonlu parça bir eşitlikte dikey boyutlarında incelenmiştir. Ticari çelik döküm üretimi için konunun genel hatan verilmiştir.

GİRİŞ:

Segregasyon çelik döküm üretimine has bir katılaşma olayıdır etkileri ingotlarda, dökmelerde ve sürekli çelik dökümlerde iyi tespit edilmiştir. Darbe mukavemeti açısından bu olay döküm kalitesi ve ekonomisi demektir. Çelik dökümhaneleri literatürünün bu konuya son zamanlara kadar ilgi göstermemesi şaşırtıcıdır. Bu yazı öncelikle segregasyonun kaynağı ve etkilerini tartışacak ve bu işle uğraşanlara bazı önerilerde bulunacaktır.

MAKRO SEGREGASYONUN KAYNAĞI:

Tipik ticari bir çelik döküm demir kristallerinin genel olarak dendritik bir biçimde yönsel büyümesi ile katlaşır. Sıvı içindeki atomlar kristal yüzeyinde daha düşük enerjili bir pozisyon bulduğunda bir birlerini çekerler ve bu olay düzenli bir şekilde sürerek kristal büyür.

Sıvı içindeki her bir element büyüyen kristale karşı kendine has bir çekilebilmeye (affinite) sahiptir. Bazı elementler kristale doğru şiddetle çekilirler bazıları çekilmezler. Bunun sonucu yavaş çekilen birkaç atom itilen atomlar olurlar. Çelik dökümhanelerinde yaygın olarak kullanılan alaşımlardaki birkaç element önemli miktarda.itilirler. Demirin fiziksel özelliklerine göre demir kristalleri tarafından itilen ve az itilen elementler için tablolar mevcuttur.

Tablo 1

TABLO I. Segrege olan ve Segrege olmayan Elementlerin Fiziksel Özellikleri

Element	Atom Numarası	Atom Ağırlığı	Kristal Yapısı	Yaklaşık Atom Yarı çapı	Kristal Kafesi Sabiti
Demirin Fiziksel Özellikleri					
Demir	26	55.85	YMK/HMK	1.21 A	2.8606
Çelik Döküm Parçalarda Segrege olan bazı elementlerin özellikleri					
Karbon	6	12.01	Amorf	—	2.4564
Kükürt	16	32.06	YM Ortorombik	1.06 A	10.48
Fosfor	15	30.97	Kübik	—	7.17
Manganez	25	54.94	Kompleks Kübik	1.12 A	8.89
Azot	7	14.007	Hekzaonal	0.71 A	4.03
Çelik Dökümlerde Segrege olmayan bazı elementlerin özellikleri					
Silisyum	14	28.08	Elmas yapısı	1.176 A	5.4173
Krom	24	52.00	HMK	1.249 A	2.8787
Nikel	28	58.71	YMK	1.245 A	3.5167

Farklı çekilmelerin nedeni farklı atomların demirin kristal yapısına uygunluğudur. Atom büyüklüğü ve kristal yapısı içindeki yerleri demirinkine en yakın olanlar kuvvetle çekileceklerdir. Genel bir kural olarak atomları demirin atomlarından çok küçük olan elementler itilirler. Bu kuralın iki istisnası Manganez ve Silisyum dur. Manganez periyodik tabloda demirin yanındadır ve demire çok benzer, fakat itilir. Bunun, nedeni Manganezin kompleks kübik bir kristal yapı içinde nispeten büyük bir yapı oluşturmasıdır. Silisyum demirden çok küçüktür fakat demir kristalleri içine kolayca girebilir, ve bu nedenle itilmez.

Kristal büyürken itilen atomlar kalan sıvıya yayılırlar. Fakat yayılma hızlan bu elementlerin kristallere yakın sıvıdaki konsantrasyonlarının yükseltmesini önleyecek kadar çok değildir. Sıvı içindeki yoğunlukları arttıkça itilme eğilimleri azalır ve gittikçe artan miktarlarda kristallerle birleşirler. Sonuç olarak her kristal boyunca farklı konsantrasyon gradyanları oluşur. İtilen eleman konsantrasyonu kristal merkezlerinde en az, kristal kenarları ve kristal sınırların da en çoktur. Bu olay "Mikro-Segregasyon" olarak bilinir, fakat genel olarak merkezde toplanma çekirdekleşme (Coring) diye yorumlanır.

Bu durumun etkisi ısıl işlemle yeterince azaltılır, zira bu birikmiş (segrege olmuş) elementler stabil bileşikler yapmak için reaksiyona girmezler, ve yüksek sıcaklıklarda yayınımla düzenli olarak dağılırlar. Bu alışıla gelmiş ısıl işlem periyotlarıyla mümkündür. Çünkü yayınım mesafesi oldukça küçüktür.

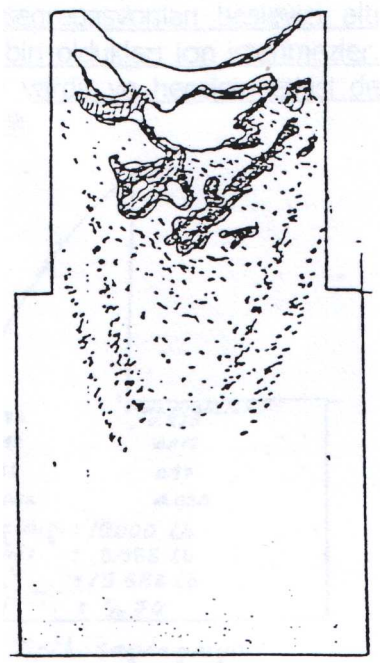
Merkezde toplanmış yapı esas olarak itilmiş çok sayıdaki atomu kristal büyümesiyle kısa zamanda bünyesine alan yapıyı ifade etmektedir. Bununla birlikte önemli miktarda itilen element kalan sıvının içine yayılır ve büyüyen kristal tarafından hapsedilemez. Bu nedenle bu itilerek sıvı içinde kalan elementlerin konsantrasyonu tüm katılaşma boyunca sürekli artar.

Kalan sıvı çelik sürekli katılaştığı için bu itilen atomların büyüyen kristaller tarafından kabul edileceği açıktır. Bu atomlar kabul edildiklerinde sonuç olarak nispeten yüksek konsantrasyonlu mikroskop yardımı olmaksızın gözlenebilen farklı bir alan oluşacaktır. Mikro segregasyonun bir ürünü olan, gözle görülen bu alanlar Makro Segregasyon alanları olarak adlandırılırlar. Şekil 1 döküm parça kesintisinden alınmış ve makro segregasyonun yapısını gösteren bir fotoğraftır. Açıkça bu olayın iki biçimi olduğu görülmektedir.

MAKRO SEGREGASYONUN İKİ BİÇİMİ

Birinci biçim koyu, hafifçe yana yatık 'V' yada ters 'V' oluşturan çizgilerdir, ve döküm parçanın ısıl merkez hattını göstermektedirler. Bu biçimin yaygın ismi kanal segregasyonudur. Kanal segregasyonunun yapısını etkileyen muhtelif nedenlerden bahsedilmektedir. Bunlardan bazıları: Katılaşma sıcaklık farkı, kalıp konikliği, Karbon Monoksit kürelerinin oluşumu, deoksidasyon pratiği, Silisyum miktarı, nisbi dendritik, kristal büyüklüğü ve konveksiyon akışlarıdır. Bu metnin yazarının düşüncesi: Kanal segregasyonu difüzyon oranlan ve konstrasyon farkı arasında uygun bir denge oluştuğunda katılaşan kısmın, itilen atomları katılaşma bölgesinin hemen önünde kabul etmesiyle oluşur. Bundan sonra itme hemen yeniden başlar. Makro segregasyonun bu biçimi kalın kesitli çelik dökümlerde, segregasyon bölgelerindeki porozite nedeniyle radyografi ile tesbit edilmesi zorlaşır.

Segrege olmuş alanda nisbeten kötü fiziksel özellikler beklenir. Bununla birlikte eğer bu alanlarda porozite yoksa ve radyografik olarak tespit edilemiyorsa çelik döküm parça üzerinde bir etkisi olmayacaktır. Eğer kanal segregasyonu mekanik olarak bozulursa izotropik olmayan özellikler ortaya çıkacaktır. Bu tip Makro segregasyon çelik dökümlerden çok dökme çeliklerde problem oluşturur.



Sekil 1: KÜP F: 8" çapında 9.4" yüksekliğinde Gömlekli besleyici 10" lik küp üzerinde. Besleyici başlığı kuru kum.

Bu yazının asli konusunu oluşturan ikinci tip Makro-segregasyon ise: koyu renkli ters koni görünümdedir. Koninin tabanı fiziksel olarak çekme boşluğunu ihtiva etmektedir. Koni döküm parçanın ısıl merkez eksenine göre simetriktir, ve koninin tepe ucu çekme boşluğunun yaklaşık iki katı mesafededir.

Bu biçimin orjini son derece açıktır. Zira bu segregasyon alanı döküm parçanın en son katılaşan kısmıdır. Tipik olarak bu bölge döküm parça hacminin yüzde üçünden (% 3) fazla değildir ve itilen elementler konsantrasyonunca yüksektir. Bu elementler gidecek başka yer kalmadığı için burada hapsolmuşlardır.

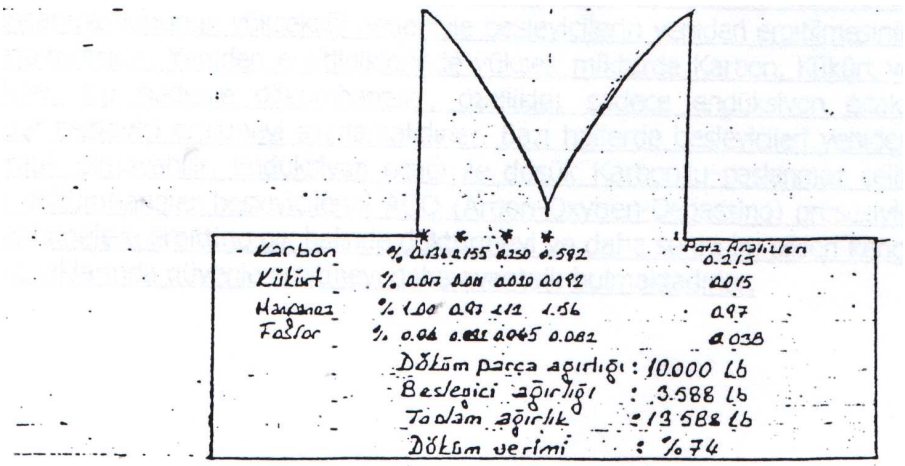
Çelik döküm besleyici dizaynında ticari amaç döküm verimini

(Parça ağırlığı / Döküm ağırlığı) çekme boşluğu (lunker) bırakmayacak en küçük besleyiciyi dizayn ederek yükseltmektedir. Bu uygulama genel olarak ikinci tip Makro segregasvonun önemli bir kısmını döküm parçada bırakmaktadır. Bu alan besleyici-parça birleşme verinin merkezinde yer alır ve parça içine doğru birkaç ine girer. Tipik verinin sonucu olarak bu tip segregasvona genel olarak "Besleyici altı Segregasvonu" denir. (1 inç: 25.4 mm)

BESLEYİCİ ALTI SEGREGASYONUNUN ZARARLI ETKİSİ

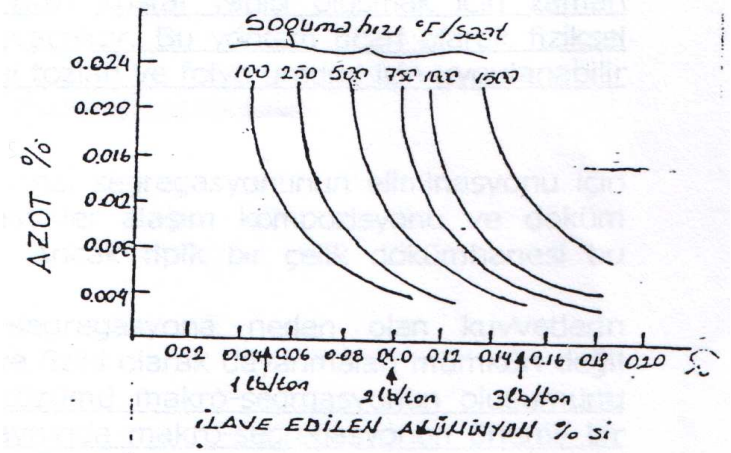
Besleyici altı segregasyonu tipik olarak pek çok çelik döküm parçada var olduğundan açıktır ki bu durum genel olarak bu parçaların kullanılabirliğini azaltmamaktadır. Etkin besleyiciler parçanın en büyük kütleli yerine yerleştirilir, bu nedenle segregasyon, probleme neden olmaz. Zira besleyicinin yerleştiği alan çok fazla gerilime maruz kalan bölge değildir. Pek çok çelik döküm üreticisi ve müşterisi olayın farkında değildir, bu sebepten besleyici alt segregasyonu problem yarattığında yanlış teşhis konulur. Segregasyon bölgesi parçanın diğer kısımlarına göre daha kötü fiziksel özelliklere sahiptir. Özellikler arasındaki farkın miktarı Makro segregasyon derecesine ve metalin oriinal kimyasal kompozisyonuna bağlıdır. Besleyici alt segregasyonuna tipik bir örnek Şekil 2.'de gösterilmiştir.

Parça kabaca 20"X30"X70" (508 mmX 762 mmX 1778 mm) ve besleyici 28" çapX22" yüksekliğinde (Ø 711 mmX 558 mm) dir. Parçada çekinti yoktur ancak parça-besleyici yerinde fazla miktarda segrege olmuştur. Karbon üç katına, kükürt altı katına, manganez ve fosfor kabaca iki katına çıkmıştır. Düşük Darbe-Geçiş Sıcaklığı test edilmemiş ancak (SFSA Spedal Research Report 75 deki bir No.lu formülden) hesaplanmış ve 9°F tan 287°F (-13℃ den 142℃ ye) çıkmıştır. (Bu formül bu ekstrem kompozisyon için doğru değildir ancak rakamlar mukayese için yararlıdır). Eğer bu parça herhangi bir nedenle kırılır ve fiziksel ve kimyasal testler için segrege olmuş alandan numune alınırsa parça spesifikasvon dışı olacaktır. Bu durumun nedeni açıktır, kalite gereklerine ilave olarak besleyici altı seoregasvonlan besleyici altı çatlağına neden oldukları yada çatlağın nedenlerinden biri oldukları için istenmezler. Besleyici altı çatlaklarının oluşmasının üç mekanizması vardır ve hepsinin etkisi de besleyici altı segreasvonu ile artar.



Şekil 2 : Kalın kesitli Döküm parçada Tipik segregasyon

1-) Besleyici altı çatlakları çoklukla taneler arası zayıf camsı çökeltiler nedeniyle oluşur. En yaygını Alüminyum Nitrittir, bu akide şekeri-kırılganlığına benzer bir kırılganlık yapar. Alüminyum Nitrit oluşumu üç değişkene bağlıdır. (Bak Sekil 3) Bunlar Alüminyum miktarı. Azot miktarı ve çökelme sıcaklığındaki soğuma hızıdır. Alüminyum deoxidasvon amacıyla ilave edildiğinde parça katılaştıkça sıvı içindeki miktarı azalır. Bununla birlikte bazı besleyici yardıma malzemeleri yakıt olarak Alüminyum içerirler. Birikim bu kaynaktan olabilir ve parça Alüminyum Nitrit oluşumu için yeterli Alüminyum alabilir. Azot segrege olduğu ve besleyici dökümün en yavaş soğuyan parçası olduğundan segregasvon alanının, Alüminyum Nitrit oluşumu için en uygun alan olacağı acıktır. Deneyimler Alüminyum Nitrit'in parçanın diğer yerlerinde değil ama besleyici altında bulunmasının mümkün olduğunu göstermiştir. Alüminyum Nitrit'e ilave olarak yüksek seviyelerdeki fosfor, tane sınırlan filmlerine neden olur ve temper kırılganlığı olasılığını artırır. Yüksek kükürt iri Tip II. enkülüzvonlarının oluşumuna neden olabilir.



Sekil 3. Taneler arası kırılganlıga neden olmadan kabul edilebilecek yaklaşık azot ve alüminyum limit leri. Baz Metal %0.30 C, % 1.60 Mn, %0.50 Si, %0.50 Cr %0.50 Mo

2-) Tane sınırı filmleri olmasa bile segregasvon bölgeleri ısıl gerilim çatlaklarına, daha yüksek karbonun daha kırılgan mikro yapı oluşturması nedeniyle, döküm parçanın diğer yerlerine göre daha duvarlıdır.

Bu malzeme besleyicinin saluma ile kesimi, besleyicisi boyunun hava akımına maruz kalması ve tamir veya konstrüksivon kaynaklan nedeniyle maruz kaldığı ısıl gerilimler nedeniyle kolayca çatlar. İyi bir ön ısıtma, bu işlemleri takip eden iyi bir gerilim giderme işlemi yardımcı olabilir ancak besleyici alfa segregasvonu varsa bu önlemler besleyici altı çatlaklarını önleyemeyebilir.

3-) Besleyici altı çatlakları küçük boşlukların gerilim artına etkisi ile de oluşabilir. Bu boşluklar katılaşma sırasında çözeltiden ayrılan gazlar tarafından oluşturabileceği gibi mikro çekintiler yada her ikisinin birlikte davranması ile de olabilir. Kaynağı ne olursa olsun eğer segregasvon bölgesinde bir boşluk varsa çatlak başlatmak için segregasvonsuz bölgede olduğundan daha az bir gerilimle çatlak başlangıcına neden olur. Besleyici alfa segregasvonunun diğer zararlı bir etkisi de besleyicideki istenmeyen element konsantrasyonunun yüksekliği nedeniyle besleyicilerin yeniden ergitilmesinin cazibesini azaltmasıdır. Yeniden ergitildiklerinde yüksek miktarda Karbon. Kükürt ve Fosfor verirler. Bu nedenle dökümhaneler, özellikle; sadece endüksiyon ocaklı dökümhaneler besleyici ergitmeyi sınırlamalıdırlar. Bazı hallerde besleyicileri yeniden ergitmek pratik olmayabilir. Endüksiyon ocağı ile düşük Karbonlu paslanmaz çelik üreten bazı dökümhaneler besleyicilerini AOD (Argon-Oxygen-Degassing) prosesiyle başka dökümhanelere ergittirip pik halinde döktürmeyi ve daha sonra bu pikleri kendi endüksiyon ocaklarında güvenle ergitmeyi daha avantajlı bulmaktadırlar.

SEGREGASYON'U ELİMİNE ETME TEKNİKLERİ:

Teorik olarak mikro segregasyonu dolayısıyla makro-segregasyon tiplerini elimine etmek mümkündür. Gerçekte bunun iki yolu vardır ancak bunlardan hiçbirinin dökümhane şartlarında uygulanabilirliği yoktur.

A) Laboratuar şartlarında bir alaşım izotermal olarak soğutulur, bu ölçülmeyecek kadar küçük soğuma oranıdır. Bu katı kristaller ve sıvı faz içindeki atom konsantrasyonunu difüzyon yolu ile eşitler. Böylece segregasyon olmaz. Çelik dökümlerin soğuma hızları izotermal soğumaya müsaade etmezse

B) Keza diğer teknik de bir başka ekstremedir. Eğer bir alaşım çok hızlı soğutulursa (milyon derece saniyelik bir soğuma hız) kristal yapısı oluşmak için zaman bulamayacağından segregasyon oluşmayacaktır. Bu yöntem ticari olarak fiziksel özellikleri dikkate alınmayan amorf metal tozlan ve folyo üretimi için uygulanabilir fakat çelik döküm için uygulanamaz.

Kanal segregasyonları üzerinde çalışanlar kanal segregasyonunun eliminasyonu için muhtelif teknikler önermektedirler, bu teknikler alaşım kompozisyonu ve döküm parça

ebatlarını değiştirmeyi içermektedir. Ancak tipik bir çelik dökümhanesi bu değişiklikleri yapmakta serbest değildir.

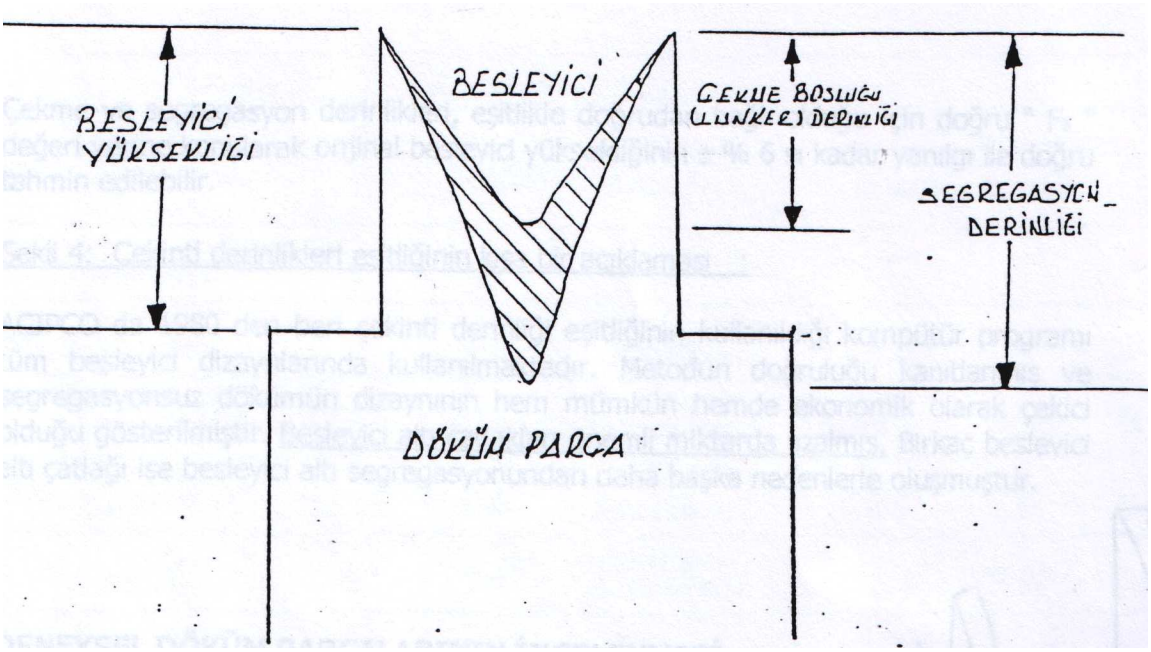
Bazı yeni teknikler bulunmazsa makro-segregasyona neden olan kuvvetlerin karşısında tipik dökümhanelerin ekonomik ve fiziki olarak dayanmaları mümkün değil gibi düşünülebilir. Bu nedenle problemin çözümü makro-segrgasvonun oluşumunu engellemek değil fakat besleyici-parça dizaynında makro-segregasyonun önemli bir kısmının besleyici içerisinde kalmasını sağlamaktır. Bu durumda döküm parça hiç besleyici altı segregasyonu olmadan üretilebilir, tabi hala kanal segreoasyonun oluşacağı izole bölgeler oluşacaktır.

Besleyici dizaynındaki hedefi "boşluksuz döküm" den "segregasyonsuz" döküme değiştirdiğimizde segregasyonsuz döküm için gerekli besleyici boşluksuz döküm için gerekli besleyiciden daha büyük olacaktır. Besleyiciyi daha iyi çalıştıracak besleme malzemeleri kullanıldığında bile segregasvonsuz parça dökmek için gerekli besleyiciye boşluksuz parça dökmek için gerekenden yüzde beş (% 5) kadar daha fazla sıcak metal gerekecektir. Faydalı metal oranı azalmış bile olsa besleyici altı çatlaklarını elimine ettiği irin bu besleyici dizaynı uygundur.

ÇEKİNTİ DERİNLİĞİ EŞİTLİĞİ:

Besleyici dizayn edilirken makro-segregasyon bölgesi sağlıklı olarak tespit edilmiyorsa besleyici altı segregasyonunun anlaşılmasının yaran az olacaktır 1979 yılında ACIPCO çekme derinliği eşitliğini geliştirdi.

Bu eşitlik besleyici parça kombinasyonunda hem çekinti hemde segregasyon derinliğini doğru bir biçimde tespit etmek için kullanılabilmektedir. Çekinti Derinliği Eşitliği Referans Listesinde ver alan yayınlarda daha önce yayınlanmıştı. Bu eşitliğin bir özeti Sekil 4 dedir.



Şekil 4

Gerçek Modül Oranı Eşitliği:

$$TMR = \frac{Vp / Ap}{Vt / At} \qquad \frac{At \times Vp}{Vt \times Ap}$$

Burada : Ap: Parçanın yüzey alanı

Vp: Parçanın hacmi

At: Parça ve besleyicinin toplam yüzey alanı

Vt:: Parça ve besleyicinin toplam hacmi

TMR: Gerçek Modül Oranı'dır.

Çekinti Derinliği Eşitliği:

$$PD = \frac{6 \times Vt \times Fs \times Fr}{Ar \times (TMR)^2}$$

Burada : Fs : Çekme veya segregasyon faktörü

Fr : 1.0: Eğer kum besleyici kullanılmışsa

....: Gömlek besleyici kınlanılmışsa gömlek faktörü

Ar : Besleyicinin yatay kesit alanı

PD : Çekme boşluğu yada segregasyon derinliğidir.

Çekme ve segregasyon derinlikleri, eşitlikle doğrudan bağlı olduğu için doğru " Fs " değeri yerine konularak orijinal besleyici yüksekliğinin ± % 6 sı kadar" yanılgı ile doğru tahmin edilebilir.

Sekil 4: Çekinti derinlikleri eşitliğinin kısa bir açıklaması:

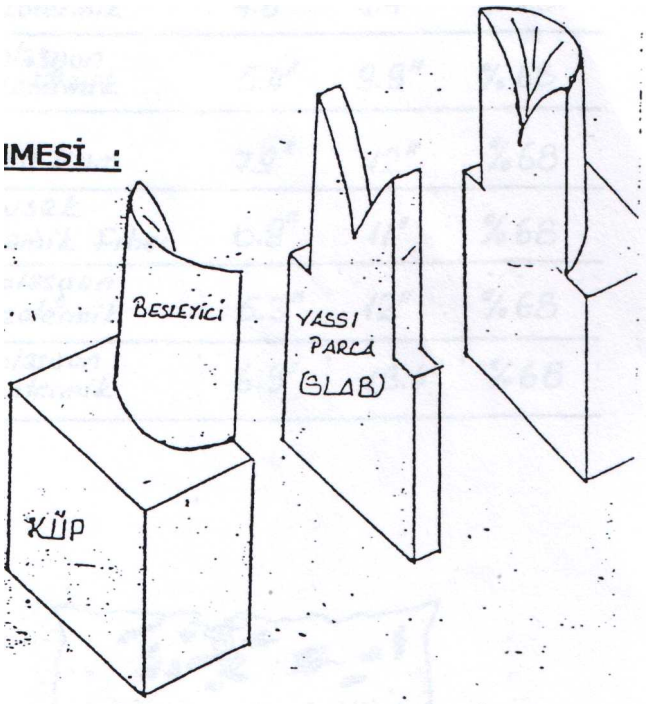
ACIPCO da 1980 den beri çekinti derinliği eşitliğinin kullanıldığı kompütür programı tüm besleyici dizaynlarında kullanılmaktadır. Metodun doğruluğu kanıtlanmış ve segregasyonsuz dökümün dizaynının hem mümkün hemde ekonomik olarak çekici olduğu gösterilmiştir. Besleyici altı çatlakları önemli miktarda azalmış. Birkaç besleyici altı çatlağı ise besleyici altı segregasyonundan daha başka nedenlerle oluşmuştur.

DENEYSEL DÖKÜM PARÇALARININ İNCELENMESİ:

Çekme derinliği eşitliğinin geliştirilmesinin Bir parçası olarak ACIPCO da bir seri 10" lik (254 mm lik) küpler dökülmüştür. 1035 çeliği küpler yaş kum kalıplara dökülmüştür. Hem kalıplama malzemesi hemde döküm parça şekli "en kötü durumu" oluşturacak şekilde seçilmiştir. Yaş kum kalıbı nispeten büyük besleyici gerektirir zira kalıbın fazla miktarda şişmesine olanak tanır. Küp şekilli parça besleyici ölçülerine, levha şekilli bir parçadan çok daha fazla duyarlıdır. Zira küpün büyük bir kısmının beslenme ihtiyacı besleyicideki sıvı metalin bitmesine yakın bir zamandadır. Bu döküm parçalar şekil 5'de görüldüğü gibi ısıl merkez hattı boyunca kesilmiştir. Çıkarılan slablar (yassı parça) değişik kontrol teknikleriyle incelenmiştir. Her küp ayrı çekme ve segregasyon oluşturacak şekilde farklı besleyici dizaynına sahiptir. Derin dağlanmış yassı parçalar makro segregasyonun her iki şeklinin

grafiksel görünümünü temin etmektedir. Sonraki kimyasal analiz konsantrasyon farkını vermektedir.

Tablo II önemli besleyici dizayn parametrelerinin ve bu küplerin dokuz tanesi için sonuçları vermektedir. Şekil ‘6’dan – 18’e kadar yassı parçaların fotoğraflarıdır.

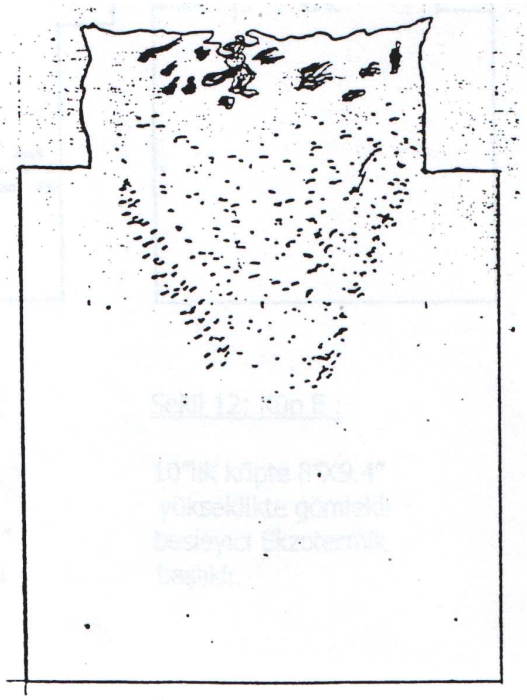


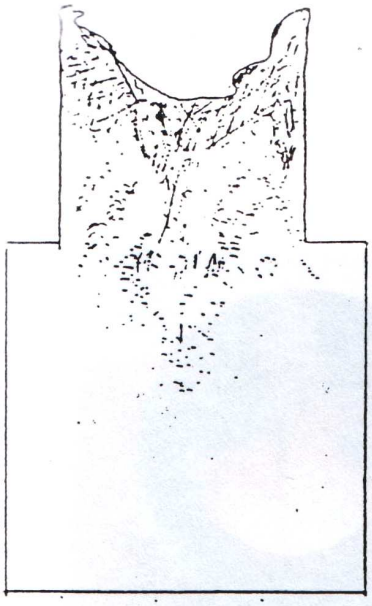
Şekil 5 : Slaben izometrik görünüsü.

TABLO II. Danev küpleri karakteristikleri

Küpün sembolü	Besleyici Malzemesi	Çap	Yüksekliği	Besleyici Başlığı	Çekinti Derinliği	Segregasyon Derinliği	Verim
A	Gömlek	7"	3"	Sıcak Metal	2"	7"	%90
B	Gömlek	8"	6.6"	İzolasyon Ekzotermik	5.4"	9"	%75
C	Gömlek 2" yüksekliğe kadar	8"	9.4"	İzolasyon Ekzotermik	4.9"	11.6	%68
D	Kum	12 1/8"	9.4"	İzolasyon Ekzotermik	4.8"	9.4	%48
E	Gömlek	8"	9.4"	İzolasyon Ekzotermik	5.4"	9.9"	%68
F	Gömlek	8"	9.4"	Kuru kum	7.9"	12"	%68
G	Gömlek	8"	9.4	Gevşek Seramik Fiber	6.9"	11"	%68
H	Gömlek + 6" Kırma maça	8"	10.4"	İzolasyon Ekzotermik	5.3"	12"	%68
I	Gömlek + 4" Kırma maça	8"	10.4"	İzolasyon Ekzotermik	6.9"	13.4"	%68

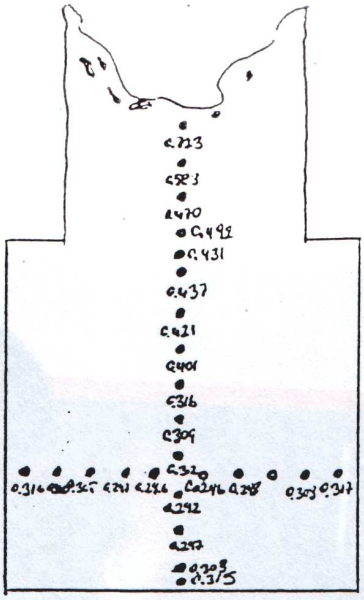
Şekil 6: Küp A: 7” çapında gömlekli besleyici 3” yükseklikte sıcak başlık kullanılmış %10’luk nitrik asitle derin dağlanmış. Bu döküm çok iyi metal sağlayan sıcak başlık kullanılarak yapılmıştır. Şekle göre %90 verim bu büyüklükte bir parçada mümkün olmuş. Yüksek verimin çekiciliği fazla segregasyon nedeniyle kaybolmaktadır.





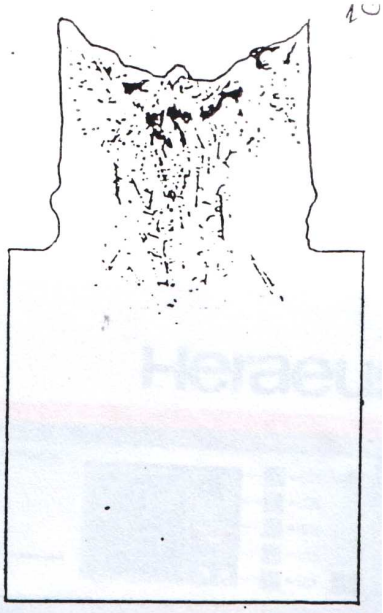
Şekil 7: Küp B :

8"X16" yükseklikte gömlekli besleyici ekzotermik başlıklı.



Şekil 8: Küp B :

Karbon dağılımı 10" lik küpte 8"X6.6" yükseklikte gömlekli besleyicili.

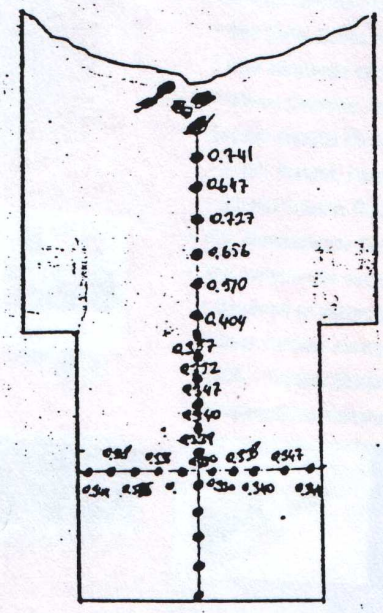


Şekil 9: Küp C :

10" lik küp üzerinde 2" yüksekliğe kadar gömlekli, ekzotermik başlıklı.

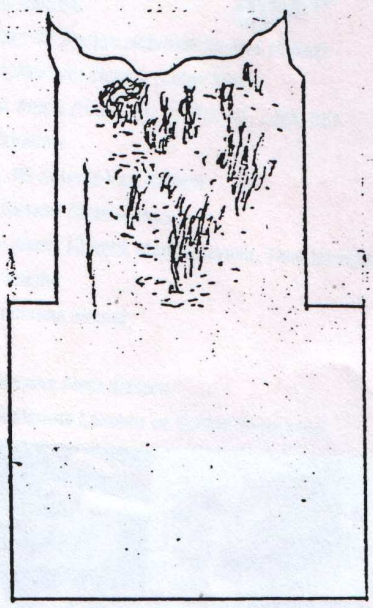
Şekil 10: Küp D :

10"lik küp üzerinde 12 1/8" çapX9.4" yükseklilte kum besleyici ekzotermik başlıklı.



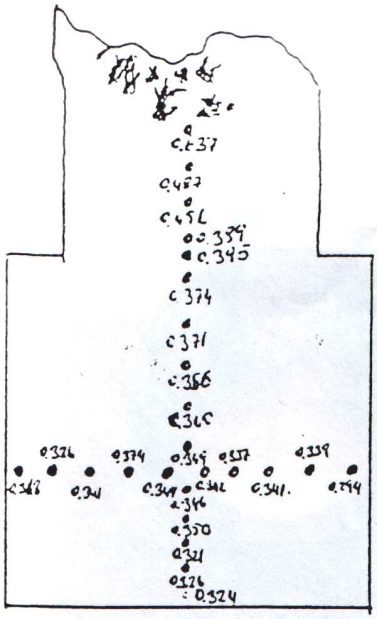
Şekil 11: Küp D :

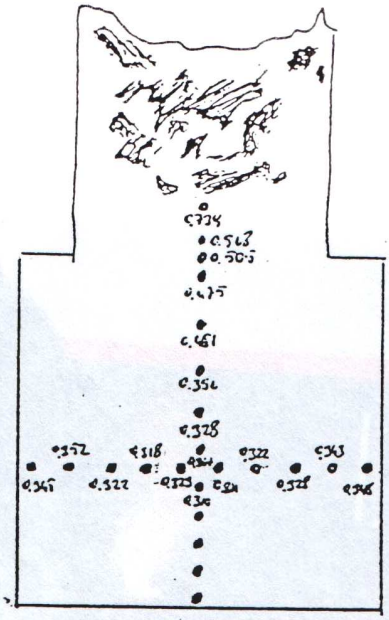
% Karbon dağılımı 10" lik küpte 12 1/8" çapX9.4" yükseklikte kum besleyicili.



Şekil 12: Küp E :

10"lik küpte 8"X9.4" yükseklikte gömlekli besleyici Ekzotermik başlıklı.





Şekil 13: Küp E :

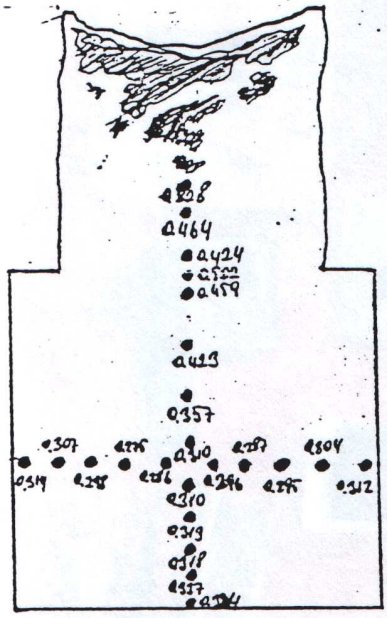
% Karbon dağılımı 10"lik küpte 8"çapX 9.4" yükseklikte gömlekli besleyici ekzotermik başlıklı.

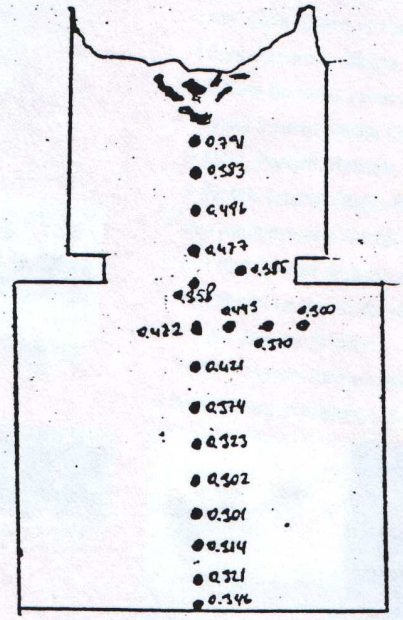
Şekil 14: Küp F :

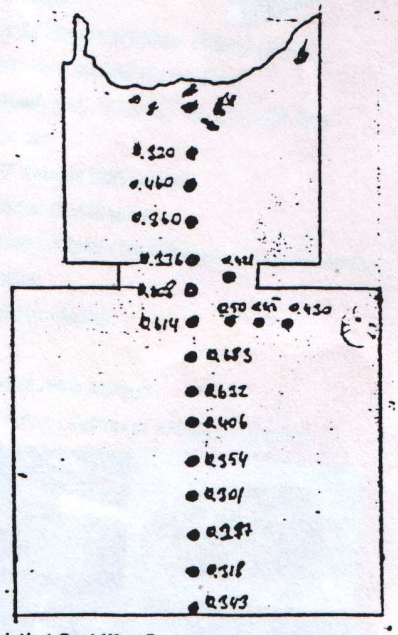
% Karbon dağılımı 10"lik küpte 8"çapX 9.4" yükseklikte gömlekli besleyicili. Kuru kum başlıklı.

Şekil 15: Küp G :

10" lik küpte 8"çapX 8.4" yüksekte gömlekli besleyicili. Gevşek seramik fiber başlıklı.







Şekil 16: Küp G :

Şekil 17: Küp H :

Şekil 18: Küp I :

KÜP-B : Sekil 7 ve 8:

Bu döküm tipik gömlekli besleyici dizaynını göstermektedir. Besleyici 6.6" yüksekliğinde dökülmüş parça ile besleyicinin bağlantı bölgesi üzerinde 1" lik çekinti boşluksuz bir bölge oluşturmuştur. Bu miktar çekme boşluksuz bir parça elde etmek aşısından üretim için yeterli görülebilir. % 75 verim pek çok dökümcü tarafından kabul edilen bir miktardır. Bununla birlikte segrege olmuş alan döküm parçanın içine 2,5 inç girmiştir. Bu parça besleyici altı çatlaklarına duyarlı olabilir.

KÜP-C:Sekil9:

Bu küpün dökümünde besleyici ile parça birleşme bölgesinde 2" yüksekliğinde gömlek kullanılmış, bu durum alttaki 2" lik bölge için yaş kum besleyici ve üstteki 7.4" için gömlekli besleyici oluşturmuştur. Besleyici çapı 8" tir. Kum ve gömlek malzemesinin rölatif ısı transferleri farkı besleyicinin tabanında sıcak bir boyun oluşturur. Aynı durum besleyiciye boyun yapıldığında yada kırma maça konulduğunda da oluşur. Bu parçanın gösterdiği en önemli şey kırma maça kullanıldığında segregasyon derinliğinin arttığıdır.

KÜP-D : Sekil 10 ve 11:

Bu döküm besleyici yaş kumdan yaparak segregasyonsuz parça dökmeyi amaçlamaktadır. Segregasyon çekme boşluğu besleyicinin orijinal boyuna eşittir. % 48 lik verim pek çekici değildir.

KÜP-E : Sekil 12 ve 13:

Bu küp segregasyonsuz ve kabul edilebilir verimlilikte (% 68) parça dökmeyi göstermektedir. Küp-D ile karşılaştırıldığında yaklaşık olarak aynı segregasyon derinliğini % 20 fazla verimle sağlamaktadır. Bu doğru gömlek ve sıcak başlığın doğru kullanımının iyi bir ifadesidir E ve B küplerini karşılaştırdığımızda besleyici dizaynlarındaki tek fark “E” nin besleyicisinin 3" daha uzun olmasıdır ve “E" segregasyonsuz “B" ise sadece boşluksuzdur. Bu segregasyonu parçadan atmaya iyi bir örnek göstermedir.

KÜP-F : Sekil 1 ve 14:

Bu küp iyi bir sıcak başlık uygulamasını göstermektedir. “E” küpünün aynısıdır sadece iyi bir besleyici başlığı yerine kuru kum kullanılmıştır. Açıkça görülmektedir ki kuru kumun hemen yanında 1" kalınlıkta çil (Hızlı soğumuş) bölge oluşmuştur. Besleyici sanki çil kalınlığı kadar kısa dökülmüş gibi performans göstermiştir. Sonuç olarak da segregasyon bölgesi parça içine girmiştir.

KÜP-G : Sekil 15-16:

Bu küp bir istisna dışında "E" ve T" küplerinin aynısıdır. Besleyici başlığı olarak gevşek bir seramik fiber kullanılmıştır. Hızlı soğumuş bölge (çil) kalınlığı F" deki kadar değildir ama gene de besleyicinin beslenme gücünü azaltır ve segregasyonlu bölgenin parçanın içine kadar girmesine neden olur.

KÜP-H : Sekil 17:

Besleyici ile parça arasına 1" kalınlığında 6" çapında deliği olan kırma. maça yerleştirilmiştir. Bu termal boyun segrege olmuş alanın döküm parça iğne 2" girmesine neden olmuştur.

KÜP-I: Sekil 18:

Bu küp Küp-H in aynısıdır sade kırma maçanın delik çapı 4" tir. Maça burada ayrı bir termal boyun oluşturarak segregasyon bölgesini parça içinde bırakmıştır.

SONUÇLAR:

1- Makro-Segregasvon mikro-segregasvonunun doğrudan sonucudur. Ticari çelik döküm üretiminde makro-searegasvonu oluşturan kuvvet önlenemez.

2- Makro-Segregasvon alanı döküm parça içinde ver aldığında besleyici alt çatlaklarına neden olabilir.

3- Optimum besleyici dizaynı makro segregasvon alanlarının besleyici içinde oluşmasına yönelik olmalıdır. Böylece döküm parçalar seareaasvonsuz elde edilebilir.

4- Besleyici besleme yardımcı malzemelerinin uygun kullanımı segregasvonsuz kabul edilebilir verimde döküm parça üretimini mümkün kılar.