

KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN TEKNOLOJİK VE ISIL İŞLEM ÖZELLİKLERİ

Mehmet Baki KARAMIŞ

E.Ü. Mühendislik Fakültesi, KAYSERİ

ÖZET:

Bu çalışmada, küresel grafitli dökme demirlerin bazı teknolojik ve ısıt işlemlerinin özellikleri tanımlanmıştır. "Sıvı metalin kalıba boşluksuz olarak doldurabilme kabiliyeti" olarak tanımlanan döküm kabiliyeti Küresel Grafitli dökme demirlerde de bazı faktörlerle etkilenir. Bunlardan soğuma hızı Küresel Grafitli Dökme demirler üzerinde büyük etkiye sahiptir. Soğuma hızı karbitlerin oluşmasını etkilediği gibi, küresel grafit sayısını da etkilemektedir. Soğuma hızı arttıkça meydana gelen küresel grafit sayısı ve karbit oluşumu artmaktadır.

Kaynak işleminde, yetersiz ergime ve martenzit oluşumu gibi problemlerle karşılaşılana Küresel Grafitli Dökme demirlerde kaynaktan önce ve sonra bir ısıtma işlemi uygulanmalıdır. Kaynak sonrası grafitleştirme tavlama ile Karbitlerin Küresel Grafit haline dönüştürülmesi mümkün olabilir. Lehimleme kabiliyeti açısından da iyi sayılan küresel grafitli dökme demir, çelikle gümüş kaynağı vasıtasıyla birleştirilebilmektedir. Küresel grafitli dökme demirlerin ısıt işlemleri, çeliklerinkine benzer ve kimyasal bileşim üzerinden önceden tesbit edilebilir. Çeşitli tavlama işlemleriyle iç gerilmeler giderilebildiği gibi Alev ve İndüksiyonla yüzey sertleştirilmeye çok müsaittir. Böylece aşınma direnci fazlalaşmaktadır.

TEKNOLOGICAL AND HEAT TREATMENT PROPERTIES OF NODULAR IRONS

SUMMARY:

In this study, some technological and heat treatment properties of Nodular irons have been reviewed. The casting capability of liquid metal, which is defined as its ability to fill the mould without gap is effected by some factors such as casting temperature, casting velocity etc. The cooling velocity has considerable effects on the properties of nodular irons. The number of spheroidal and the forming of carbide increases when the cooling velocity increases

There are two problems in welding of Nodular irons, such that inadequate melting, and forming of martensite in zone of main metal Therefore annealing is needed before and after the welding processes. Carbides are transformed to spheroidal graphite by the graphite annealing after welding.

Since, nodular irons have good soldering properties, the nodular irons and steel can be joined by soldering. The type of heat treatment of nodular irons can be estimated before through its chemical composition such as steels. Residual stresses in a nodular iron are removed by annealing. It is very suitable to the surface hardening by flame and induction. Thus, the wear resistance of nodular iron is increased.

1- GİRİŞ

Genel olarak dökme malzemelerde, dökülebilirlik özelliği veya döküm kabiliyeti, ilgili malzemelerden döküm yoluyla elde edilecek parçaların sıhhati için önemli bir özelliktir. İyi kalıp doldurma kabiliyetine sahip bir sıvı metal, üretilen parçanın eksiksiz eldesini sağlar. Öte yandan döküm yoluyla elde edilmiş parçalar genellikle dökümden çıktığı gibi kullanılmazlar. Ya talaşlı işlem görürler veya bazı ısıl işlemlere tabi tutulurlar. Bu, çoğu kez parçanın kullanma ömrünü arttırmak için veya parçayı amaca uygun hale getirmek için gereklidir.

Yine döküm yoluyla komple üretilmeleri mümkün olmayan veya hasara uğrayan bazı döküm parçaların kaynakla birleştirilmesi veya tamiri yoluna gidilir. Bu durumda da ilgili döküm malzemenin kaynak kabiliyeti, işlemin sıhhatini etkileyen en önemli faktör olarak ortaya çıkar.

Küresel Grafitli Dökme demirlerin, döküm ve ısıl işlem, kaynak edilebilme ve işlenebilme özellikleri açıklanacaktır.

2- KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİRLERİN DÖKÜM ÖZELLİKLERİ

Dizayn mühendisi, projede kullanacağı malzemenin döküm özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak zorundadır. Bundan dolayı, aynı malzemeden standartlara uygun şekilde hazırlanan (dökülmüş) numuneler üzerinde yapılan deney sonuçlarıyla, o malzemenin döküm özelliği arasında bir ilgi kurulur.

Küresel Grafitli dökme demir, sıvı halde iken kır dökme demiren yüksek akıcılık ve diğer döküm özelliklerine sahiptir. Kır ve küresel grafitli dökme demirlerin her ikisi için de benzer kalıp donatımları ve kumlar kullanılır. Fakat normal olarak bu iki malzeme arasında çok özel imalat

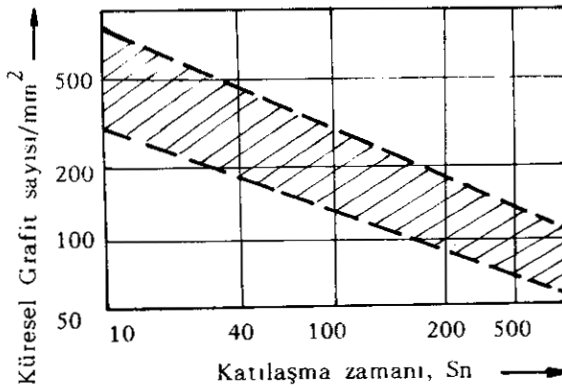
farklılıkları vardır. Küresel Grafitli dökme demir daha yoğundur ve katılaşıma esnasında büyük hacimsal büzülme (kendini çekme) vardır. Bu durum besleyicilerle önlenir.

Dökümün soğuma hızı, Küresel Grafitli Dökme Demir bünyesi üzerinde büyük etkiye sahiptir. Mekanik özellikler ise grafit şekli ve matris yapısı ile yakından ilgilidir. Dökümde soğuma hızı fazla ise karbit miktarı fazlaşırken, soğuma hızının yavaş olması nedeniyle yumuşak ferritik ve perlitik yapı meydana gelir. Soğuma hızındaki farklılıklardan dolayı döküm parçaları ve test numuneleri arasında farklılıklar görülebilir.

ASTM standartlarına uygun olarak aynı potadan dökülmüş omurga takozunun mekanik özellikleri şöyledir [1] .

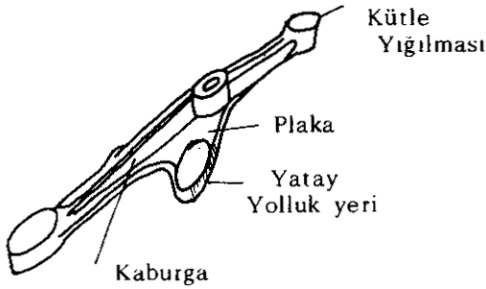
Çekme mukavemeti	: 7.9	kg/mm ²
Akma mukavemeti	: 4.28	kg/mm ²
Uzama	: % 9.5	
Sertlik	: 248 HB	dir.

Soğuma hızı, dökümdeki küresel grafit sayısını da etkileyen önemli bir faktördür. Öte yandan sıvı metale ilave edilen bazı elementlerin küresel grafit sayısını etkiledikleri tesbit edilmiştir.



Şekil:1- Katılaşıma süresinin Küresel grafit sayısına etkisi [2]

Soğuma hızının, Küresel Grafit sayısını nasıl etkilediği konusunda yapılan deneysel çalışmalarla manivela kolunun farklı soğuma bölgelerinde incelenen küresel grafit sayıları tesbit edilmiştir.



Şekil:2- Soğuma hızının küresel grafit sayısına etkisi.

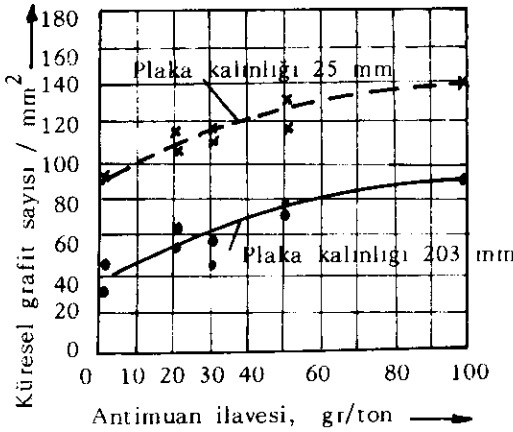
Tablo:1- Şekil 2'deki parçanın farklı yerlerindeki küresel grafit sayısı [3].

Ölçü Yeri	Kesit ortasındaki		
	Küresel Grafit Sayısı/mm ² 1/mm ²	Ferrit %	Perlit %
Plaka	400	50	0
Kütle yığılması	326	5	0
Kaburga	386	5	0

Şekil-2 ve Tablo-1 den de izlenebileceği gibi kütle yığılmasının fazla olması nedeniyle soğuma hızının düşük olduğu bölgelerde küresel grafit daha az meydana gelmektedir. Bunun yanında soğumanın hızlı olduğu ince bölgelerde ise sayıca fazla küresel grafit oluşmaktadır.

Antimuan ilavesi arttıkça plaka kalınlığına bağılı olarak küresel grafit sayısı da artmaktadır. İnce kesitli plakalarda soğuma hızının da etkisiyle antimuan etkili olmakta ve küresel grafit sayısını artmaktadır.

Mangan, Küresel grafitli dökme demirin bünyesinde kuvvetli etkiye sahiptir. Manganın artması artık perlit oluşmasını hızlandırır. Böylece yüksek mukavemet ve fakat düşük süneklilik hasil olur. Özel uygulamalarda % 0,75 ten daha fazla Mangan uygun değildir.



Şekil:3- Antimuan ilavesinin küresel grafit sayısına etkisi [4]

3- KAYNAK ÖZELLİKLERİ

Küresel grafitli dökme demir kaynağında şu iki problemle karşılaşılır.

- 1- Ana metal bölgesinde karbit oluşumu veya kaynak sırasında yetersiz ergime.
- 2- Ana metal bölgesinde martenzit oluşumu

Karbür ve martenzit oluşumuna mani olmak için, soğuma hızını yavaşlatmak gereklidir; bu da bir ön ısıtma gerektirir ve böylece martenzit oluşumu azalır.

Ark kaynağı için tavsiye edilen minimum ön ısıtma sıcaklığı 260°C dir[1]. Gaz kaynağında ise 485-540°C ön ısıtma uygulanmalıdır. Karbit oluşumunu en aza indirebilmek için 800°C ön ısıtma gerekirse de bu pratikte mümkün değildir. Kaynak sırasında şekillenen temper martenzidine, düşük kritik sıcaklıklarda nihai ısıtma uygulanabilir. Son ısıtma ön ısıtmanın aynı ise de karbitlerin giderilmesinde yarar sağlamaz. Kaynak sonrası grafitleştirme tava ile karbitlerin çok küçük temper grafitlerine dönüşmesi sağlanabilir. Normal ölçülerde küresel grafit ihtiva eden demirin özelliklerine göre, kaynak esnasında mekanik özelliklerin zarar gördüğü söylenebilir. Kaynak edilen küresel grafitli dökme demirlerde ulaşılan mukavemet 42-56 kgf/mm² arasındadır. Kaynak bağlantılarında kaynak bölgesi tamamen tavlanmadıkça, karbit oluşumu dolayısıyla dikiş ana metalden daha az sünek olur.

Küresel grafitli dökme demirlerin kaynağı için Karbon-Ark, Metal-Ark ve gaz kaynağı metodları kullanılır. % 55 Ni ve % 45 Fe (ferro-nikel) bileşimli elektrotlarla çok iyi kaynak bağlantıları elde edilir. Bazı karakterli az alaşımlı çelik elektrodların kullanılması mekanik özelliklerin düşmesine sebep olur.

4- LEHİMLEME ÖZELLİĞİ

Küresel grafitli dökme demirlerin lehim kabiliyeti kır dökme ve çelik arasındadır. Gümüş kaynağı ile mukavemeti 38 kgf/mm² nin üzerinde olan serbest birleştirmeler yapılabilir. Gümüş alaşımları, düşük gümüş bileşimli olduklarından, yüksek ergime sıcaklıklarıyla iyi neticeler elde edilir.

Küresel grafitli dökme demirler yumuşak çelikler ile normal bakır tel kullanarak lehim yapılabilirler. Çeşitli metallografik çalışmalar çelik ve küresel grafitli dökme demir arasında bakır kullanılması halinde çok iyi bağ oluştuğunu göstermiştir. [1].

5- ISIL İŞLEMLER

Küresel grafitli dökme demirler kötü özelliklerini iyileştirmek gayesi

ile ısıtılma tabi tutulur. Isıtılma işlemler; Ferritik tavlama, Normalize, Normalize ve temperleme, Su verme ve temperleme, Yüzey sertleştirme (Alev veya İndüksiyonla) şeklinde sıralanabilir.

Küçük kesitli dökümler (12.7 mm ve daha az) genellikle ferritik olarak tavllanır. Çünkü, küçük kesitli dökümlerin bünyesinde karbit bulunur ve malzemenin sünekliliğini azaltır [1].

Aynı bileşimdeki perlitik bünyeli küresel grafitli dökme demirlerin döküm olarak ve ısıtılma işlem görmüş durumda mekanik özellikleri tablo-2'de verilmiştir.

Tablo-2: Küresel grafitli dökme demirlerin mekanik özellikleri üzerine ısıtılma işlemlerin etkisi [2].

Şartlar	Çekme Mukaveneti (kg/mm ²)	Akma Mukaveneti (kg/mm ²)	Uzama (% mm)	Sertlik (HB)
Döküm olarak	74	48	140	241
Ferritik Tavllanmış	49	37	457	163
Normalize ve Temperlenmiş	84	53	229	255
Su verilmiş ve Temperlenmiş	103	87	76	321

5.1- Sertleşebilirlik

Reynolds, Whittington ve Taylor, belli kimyasal bileşim için sertleşme kabiliyetinin belirlenmesi konusunda çalışmışlar ve çeşitli küresel grafitli dökme demirlerin çeliklere benzer şekilde özellik gösterdiğini tesbit etmişlerdir [1].

Küresel grafitli dökme demir ve çeliğin sertleşebilme kabiliyetleri arasındaki münasebet şöyledir.

- 1- Genel olarak alaşım elementlerinin, küresel grafitli dökme demirin sertleşebilme kabiliyeti üzerine etkisi çeliğin sertleşebilirliği üzerine etkisine benzemektedir.
 - a) Fosfor sertliği düşürür
 - b) Alaşım elementlerinin izafi etkileri (birbirini etkilemeleri) dolayısıyla sertlik az değişir.
 - c) Yaklaşık % 3 Si sertliği artırır
 - d) Alaşım elementleri miktarındaki artış çeliğe göre, küresel grafitli dökme demire daha az etkilidir.
- 2- Küresel grafitli dökme demirlerin sertleşebilirliği çeliklerde olduğu gibi kimyasal bileşimi üzerinden önceden tesbit olunabilir.

Küresel grafitli dökme demirlerin sertleştirme ve diğer ısıl işlemleri çeliklerinkine benzer şekildedir. Ancak alaşım elemanları sertleşme kabiliyetini etkileyen önemli faktörlerdir.

5.2- Gerilme Gidermesi

Bu işlem dökülmüş malzemelerde, farklı kesit kalınlıklarının ve farklı soğuma hızlarının meydana getirdiği iç gerilmelerin giderilmesi için uygulanır. Bunun için 540-620°C sıcaklık aralığında kesitin her 25 mm si için yaklaşık 1 saat beklemek gereklidir [1] .

Sıcaklığın yüksek tutulması ile sertlikte azalmalar meydana gelirken, hızlı soğutma gerilmelerin tekrar oluşmasına sebep olur.

5.3- Normalizasyon

Perlitik bünye elde edebilmek için, dökümler normalleştirme tavına tabi tutulurlar. Bunun için malzeme 900°C ye ısıtılır bekletilir ve fırında 790°C ye soğutulur. Bu işlemle malzemenin mukavemet ve sertliği artar. Bu durum önlenmek istenirse Temperleme yapılabilir. Tavlama zamanı olarak her 25 mm kesit kalınlığı için 1 saat yeterlidir.

5.4- Su Verme ve Temperleme

Yüksek sertlik ve mukavemet için dökümler 870-900°C sıcaklık aralığına ısıtılır, yağda soğutulularak temperlenir.

5.5- Yumuşatma Tavlaması

Bu işlem iki sıcaklık aralığında uygulanır.

1- Düşük sıcaklıkta Ferritleştirme

Döküm malzemeler dönüşüm sıcaklığının hemen altında (700°C) uzun süre tavlanylrlar ve fırında yavaş olarak soğutulurlar. Böylece perlitik yapı tamamen veya kısmen ferritleşir. Buna bağlı olarak malzemenin sertliğinde azalmalar olur. Yapının tamamen ferritik olması isteniyorsa tavlama süresinin uzun tutulması ve soğumanın 25-50°C/saat hız aralığında olması gerekir.

2- Yüksek sıcaklıkta Ferritleştirme

Bu işlemdede 900-950°C aralığında yapılır. Soğuma hızı, dönüşüm sıcaklığı bölgesinden geçişte 20°C/saat olmalıdır. Böylece serbest karbürler parçalanmış olur.

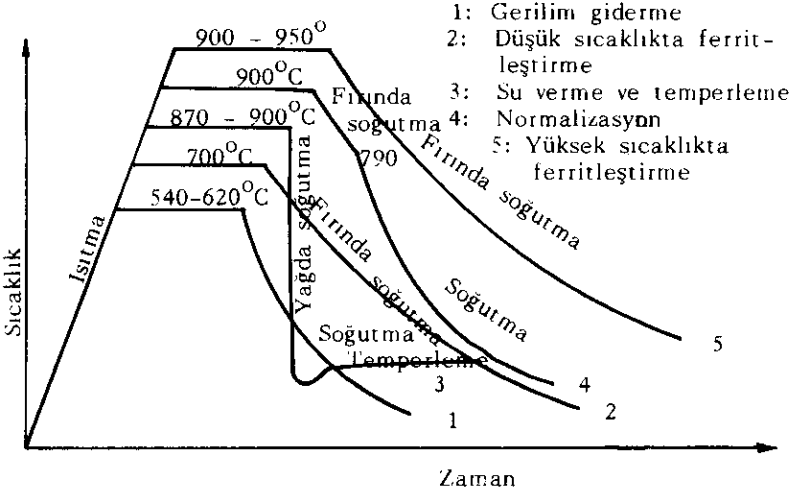
5.6- Yüzey Sertleştirme

Küresel Grafitli Dökme demirlerin yüzeyi alevle çok iyi bir şekilde sertleşebilir. Böylece aşınma direnci büyük oranda arttırılmış olur. Bünye durumu sertleşebilirliği etkilediğinden, işlemde önce bünyenin durumu gözden geçirilmelidir. Maksimum sertlik ve aşınma direnci için perlitik bünye çok uygundur. Alevle sertleştirmeden önce artık gerilmelerin giderilmesi gereklidir. Aksi takdirde sertleştirilen blokta çatlamlar meydana gelebilir. Isıl gerilmeleri gidermek üzere sertleştirilmeden sonra 150-200°C arasında tavlama yapılmalıdır.

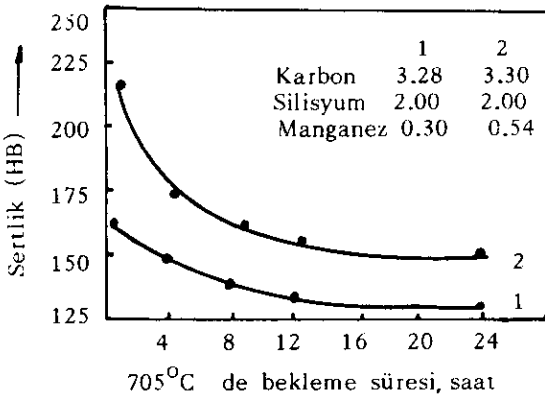
Küresel Grafitli Dökme demirler İndüksiyonla sertleştirmeyede iyi bir uyumluluk gösterir. İndüksiyonla sertleştirmeden sonra yüzey 55-60 Rc sertlik derecesine ulaşır. Ancak dökümdeki gerilmeleri hafifletme tedbirleri alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1- ASM (American Society for Metals) "Casting Design Handbook" Metals park, ohio, 1969, U.S.A
- 2- Transactions, AFS (American Foundrymen Society), 83, (1975),313/20, U.S.A.
- 3- Giesserei, 65 (1978), Nr.11
- 4- Transactions, AFS 79, (1971). 57, U.S.A.



Şekil:4- Isıl işlemler



Şekil:5- Yumuşatma ısıl işleminde bekleme zamanının sertliğe etkisi [1] .