

ALAŞIMLI BEYAZ DÖKME DEMİRLER

Alaşım elementlerinin ve ısıtım işlem koşullarının, beyaz dökme demirlerin mikroyapısına ve özelliklerine etkisi bu yazıda özetlenmektedir.

Alaşımli beyaz dökme demirler (özellikle yüksek krom-molibdenli) cevher kırıcıları, değirmen bıyaları, tarım alet ve makinaları, pistonlar ve dişliler, çeşitli konveyörler, pompalar, diskler, tuğla kalıpları, segmanlar ve bantar gibi yüksek aşınma direnci gerektiren yerlerde kullanılmaktadır. Yapıda bulunan krom korozyon direncini artırır. Mikroyapıda yer alan geniş primer özellikle M_3C_3 tipi ötektik karbürler malzemeye yüksek sertlik ve aşınma direnci verir. Molibdenin krom ile birlikte bulunması yüksek sertliğin yanında yüksek derecede tokluk ve işlenebilirlik özelliği verir. Mükemmel aşınma direnci ve tokluk arasındaki denge ısıtım işlem ve alaşımlandırma ile sağlanır.

Yüksek alaşımlı dökme demirler başlıca iki gruba ayrılır.

1) Nikel-krom içeren beyaz dökme demirler (% 3- 5 Ni, % 1-4 veya 7-11 Cr)

2) Krom-molibden içeren beyaz dökme demirler

a- % 11-23 Cr, max % 3 Mo, Ni veya Cu

b- % 25-28 Cr % 1,5 Ni ve / veya Mo

Yüksek Krom-Molibden İçeren Beyaz Dökme Demirler

Sınıf	Tip	Sembol	Kimyasal Bileşim (%)					
			C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo
I	A	Ni-Cr-HC	3.0-3.6	1.3 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max (a)
I	B	Ni-Cr-LC	2.5-3.0	1.3 max	0.8 max	3.3-5.0	1.4-4.0	1.0 max (a)
I	C	Ni-Cr-GB	2.9-3.7	1.3 max	0.8 max	2.7-4.0	1.1-1.5	1.0 max (a)
I	D	Ni-HiCr	2.5-3.6	1.3 max	1.0-2.2	5.0-7.0	7.0-11.0	1.0 max (b)
II	A	%12Cr	2.8	0.5-1.5	1.0 max	11.0	14.0	0.5-1.0 (c)
II	B	%15Cr-Mo-LC	2.4-2.8	0.5-1.5	1.0 max	0.5 max	14.0-18.0	1.0-3.0 (c)
II	C	%15Cr-Mo-HC	2.8-3.6	0.5-1.5	1.0 max	0.5 max	14.0-18.0	2.3-3.5 (c)
II	D	%20Cr-Mo-LC	2.0-2.6	0.5-1.5	1.0 max	1.5 max	18.0-23.0	1.5 max (c)
II	E	%20Cr-Mo-HC	2.6-3.2	0.5-1.5	1.0 max	1.5 max	18.0-23.0	1.0-2.0 (c)
III	A	%25Cr	2.3-3.0	0.5-1.5	1.0 max	1.5 max	23.0-28.0	1.5 max (c)

Tablo-1 Aşınmaya dirençli yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin bileşimleri (ASTM A 532'ye göre)

(a) max %0.30 P, max %0.15 S

(b) max 0.10 P, max %0.15 S

(c) max %0.10 P, max %0.06 S, %1.2 Cu

Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin çekme mukavemeti 70kg/mm^2 , sertliği ise 700HB'ye ulaşmaktadır.

Yüksek krom-molibden içeren beyaz dökme demirler üstün aşınma direnci ve tokluk nedeniyle, aşınmaya maruz bir çok alanda kullanılmaktadır.

- Öğütücü değirmen bıyaları (Kuru öğütmede birinci kamarada martensitik yüksek kromlu dökme demir bıya kullanmak aşınma miktarını 1000g/ton çimento'dan 50g/ton'a düşürmüştür)

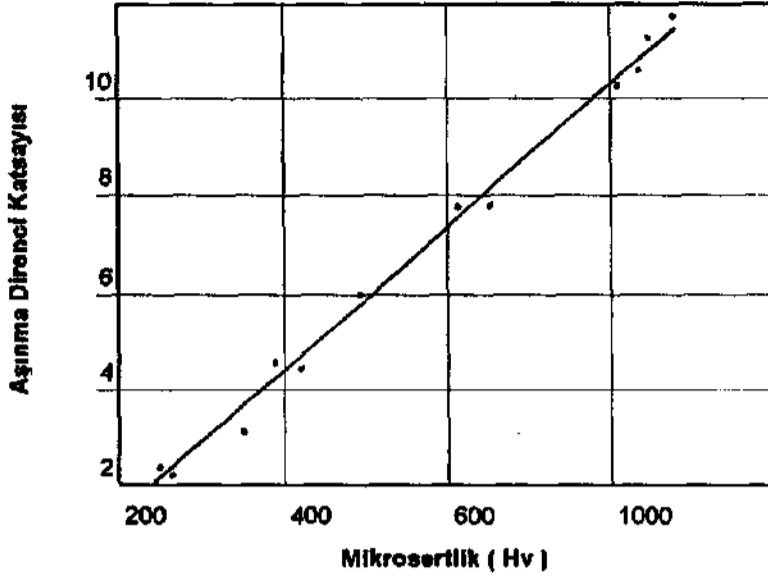
- Darbe çubukları, darbeli kırıcıların dövücü blokları

- Şahmerdanlar, bazı çekiçler ve küçük çeneli kırıcılar için aşındırma plakaları

- Çimento değirmenlerinde astar plakaları

Yüksek Kromlu Beyaz Dökme Demirlerde Mikroyapı Bileşenleri

Beyaz dökme demirlerin mükemmel aşınma direnci mikroyapılarının sonucudur. Sertlik arttıkça aşınma direnci artmaktadır.



Şekil-1 Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerde matris sertliğinin aşınma direncine etkisi

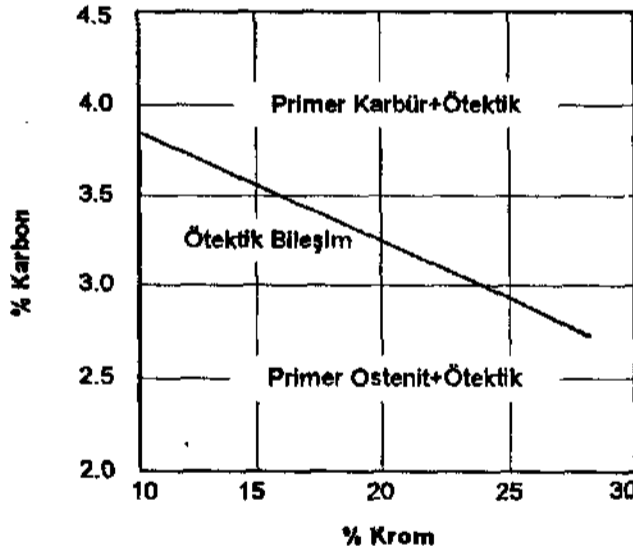
Aşınma olayı, aşındırıcı taneciklerin metal yüzeyine girmesi defarmasyon ve aşınma çizgileri oluşturması ve yüzeyden parçalar kopması nedeni ile gerçekleşir. Aşınma olması için aşındırıcı taneciğin metalden daha sert olması gerekir.

Karbürler

Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirler mikroyapıda bulunan krom-karbürler nedeniyle, sementit içeren dökme demirlerden daha sert ve aşınmaya daha dirençlidir. Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerin mikroyapısında süreksiz ötektik karbürler ve sekonder karbürler olmak üzere iki çeşit karbür bulunmaktadır.

M_3C tipi karbürün sertliği 840-1100Hv, M_7C_3 tipi karbürün sertliği 1200-1800Hv ve Mo_2C 'nin sertliği 1500Hv'dir.

Mikroyapının %40-50'si karbür, geri kalan kısım matristir. Karbon artışı ile mikroyapıda bulunan karbür miktarı artar. Ötektik karbon içeriği aşıldığında çok kaba primer karbürler oluşur.



Mikroyapıda oluşan primer karbürler gevrek yapıya sahiptir. Bu nedenle ötektik karbon içeriği aşılmamalıdır.

Ötektik karbon içeriği

%3.6 C - %15 Cr

%3.2 C - %20 Cr

%3.0 C - %25 Cr'da oluşur.

Diğer alaşım elementleri bu miktarı değiştirir.

Özellikle silisyum bu içeriği azaltmaktadır.

Şekil-2 Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde krom ve karbon arasındaki ilişki

Matris

Yüksek aşınma direnci ve tokluk için beyaz dökme demirin yapısında uygun karbür ve matrisin bulunması gerekir. Matris için yapılabilecek optimum seçim ;

- 1) İkincil karbürlerle sertleştirilmiş yüksek C'lu sert martensit veya
- 2) Isıl işlemlerle sertleştirilebilen ostenit

C miktarı arttıkça martensitin aşınma direnci artar. Isıl işlem sonucu martensitik matrisite dağılan karbürler aşınma direncini artırır. Temperleme ile aşınma direnci düşer.

Yüksek Cr'lu beyaz dökme demirlerde karbürler matris içinde dağılmıştır. Matris yumuşak olduğunda aşınır ve karbürler matrisden kopar. Karbürlerin aşınma direncinin bir kısmından yararlanılmış olur. Matris yumuşak olursa karbürlerin kırılma eğilimi yüksek ve aşınma direnci daha düşüktür. Akma noktası matris yumuşadıkça düşer. Yumuşak matris sürtünme sırasında oluşan mekanik gerilmelere karşı karbürlere gerekli desteği sağlayamaz ve sonuçta karbürler kırılır.

Bu nedenle mikroyapıda perlit varlığı da önemlidir. Perlit miktarı %10'u aştığında aşınma direnci düşmektedir. Yapıdaki bulunan dökme demirler %12Mn içeren Headfield çeliği gibi aşınma sırasında oluşan gerilmelerin etkisiyle deformasyon sertlenmesine uğrayabilir. Ancak mekanik gerilmelerde sertleşebilen ostenitik matris, martensitik matris kadar aşınmaya karşı dirençli değildir.

Matris	Oyma Aşınması Oranı	Öğütme Aşınması Kaybı (gm)	HB
Perlit	0.41	0.14	406
Ostenit	0.09	0.08	564
Martensit	0.04	0.04	840

Tablo-2 Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerde matris yapısının aşınma kaybına etkisi

Mekanik gerilme etkisi ile martensitik dönüşüme uğrayan ostenitik veya kısmi ostenitik matrisin bir dezavantajı sıcaklıktaki bir artışla matrisin tekrar kararsız hale gelmesidir. Bu faz dönüşümleri sonucu oluşan hacim değişikliği kırılmalara veya yüzeyde mikro çatlaklara neden olabilir.

Alaşım Elementlerinin etkisi

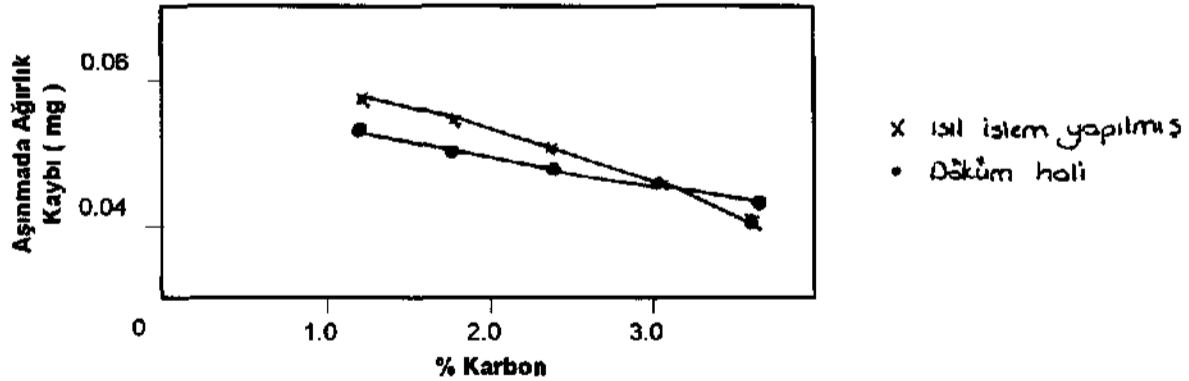
Krom (Cr) :Kararlı karbür yapısı oluşturup, sertlik ve aşınma direncini artırır

Krom miktarı > %10 ise M_7C_3 tipi ötektik karbürler, < %10 ise M_3C karbürleri oluşur.

Cr, beyaz dökme demirin korozyon direncini de artırır. %12-22 Cr içeren beyaz dökme demirler martensitik yapıda en iyi aşınma direncini gösteren alaşımdır.

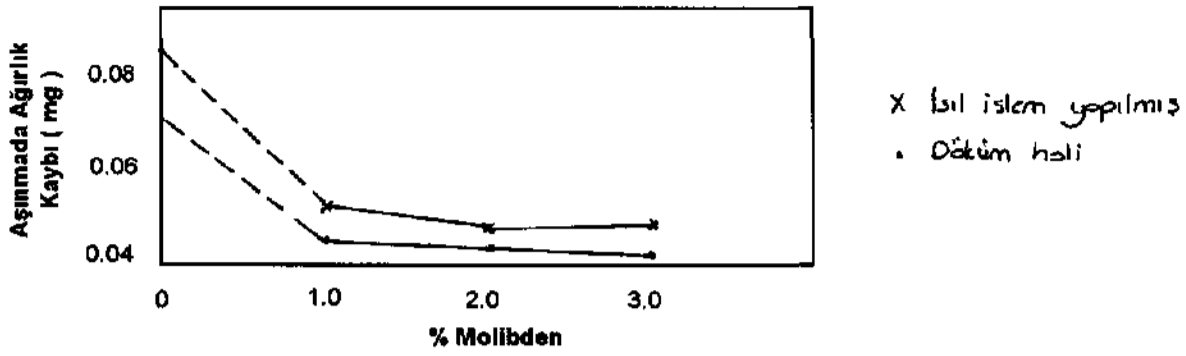
Karbon (C) :Beyaz dökme demirin sertliğini artırır. Yüksek kromlu dökme demirlerde C içeriği

% 15 Cr için % 2.20-3.50, % 27 Cr için, 2.20-2.70 civarındadır.



Şekil-3 Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde karbonun aşınma direncine etkisi. Karbon arttıkça aşınma direnci de artmaktadır.

Molibden (Mo) :Yüksek Cr'lu beyaz dökme demirlerde %1-4 arasında Mo ilavesi dökümden sonraki mikroyapıda perlitin oluşmaması için yapılır. Mo, beyaz dökme demirin sertleşebilirliğini ve aşınma direncini de artırır.



Şekil-4 Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde molibdenin aşınma direncine etkisi

Mangan (Mn) : Perlit oluşumunu önlemek için ilave edilir. %0.7'nin altında olmalıdır. %1,5'dan fazla olduğunda tokluk, mukavemet ve aşınma direncini düşürür. %1.5'un üzerindeki değerlerde kalıntı ostenit oluşturma riski ve kılma tehlikesi artar.

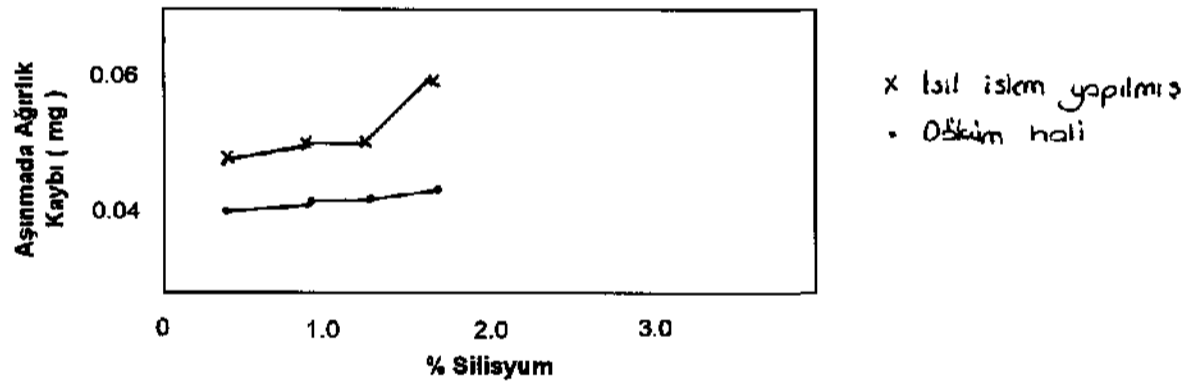
Kükürt (S) : Optimun aşınma direnci için max %0.03 olmalıdır. Bu değer üzerinde aşınma direncini olumsuz yönde etkiler.

Fosfor (P) : Yüksek kromlu beyaz dökme demirin tokluğunu düşürür. Özellikle kalın kesitli dökümlerde Mo'ün sertleştirici etkisini yok eder. Max %0.3 olmalıdır.

Nikel (Ni) : Perlit oluşumunun önlenmesi için ilave edilir, sertleşebilirliği de artırır. Genellikle Ni miktarı %0.2-1.5 arasındadır.

Bakır (Cu) : Perlit oluşumunun önlenmesi için ilave edilir, sertleşebilirliği de artırır. Max %2.5 olmalıdır.

Silisyum (Si) : Malzemenin sertleşebilirliğinde olumsuz rol oynar. Silisyum oranı arttıkça ısıl işlem görmüş beyaz dökme demirin aşınma direnci azalır.



Şekil-5 Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde silisyumun aşınma direncine etkisi

Si % 0.4-0.9 arasında olmalıdır. Silisyum mikroyapıdaki karbür çekirdeklerinin artışına neden olur ve daha ince yapıli karbürler oluşturur. Si ilavesi ile karbürler arası mesafe azalır. Bu durumda karbürler matrisi aşınmadan korur. Yeterli Si içeriği tokluğu da artırır. Ancak fazla miktarda Si perlit oluşumu nedeniyle matrisi zayıflatır, bu nedenle darbe direnci ile birlikte aşınma direnci de düşer.

Vanadyum (V) : Karbür oluşturuucu elementtir. % 0.1-0.5 arasında olmalıdır.

Bor (B) : % 0.12-0.3 olduğunda mikroyapıdaki karbürleri inceltir ve sürekli iğneler şekline getirir, darbe direnci %20 artar.

Niobyum (Nb) : Matrisin sertliğini artırarak beyaz dökme demirin aşınma direncini artırır.

Amaç, martensitik matris içinde ikincil karbürleri oluşturmaktır. Su verme işlemi, genellikle havada yapılır. Bu nedenle kesite uygun bileşim seçilmeli, uygun soğuma hızı kullanılmalıdır.

Katılma sırasında veya yüksek sıcaklıkta oluşan ostenit, krom, karbon ve diğer alaşım elementlerine doymuş haldedir. Sıcaklık düşüğüyle birlikte krom ve karbon ikincil karbürler olarak çökeler ve yapıdaki ostenit miktan azalır. Bu durumda kararsız hale gelen ostenit soğuma hızına bağılı olarak perlit, beynite veya martensite dönüşebilir. Bununla birlikte karbür çökmesi düzensizdir. Bu nedenle ortalama soğuma hızlarında bile mikroyapıda kalıntı ostenit bulunur. Dolayısıyla dökümden sonraki yapı perlit, martensit ve kalıntı ostenittir.

İnce kesitli malzemelerde ostenit, kalın kesitlerde perlit mikroyapıya hakimdir. Bileşim kesit ve soğuma hızına göre ayarlanırsa tamamen ostenitik yapı elde edilebilir (yüksek miktarda Cr kullanılması, Mo, Ni, Cu ilavelerinin yapılması)

Aşın miktarda kalıntı ostenit içermeyen, tamamen martensitik yapı elde etmek için dökümün 920-1000C'de tutularak stabilize edilmesi gerekir. Bu sırada oluşan sekonder karbür çökmesi matrisin Cr ve C içeriğini düşürür. Destabilizasyondan sonra yapılan soğutmada soğuma hızı perlit dönüşümüne yol açmayacak kadar yüksek ise ostenit martensite dönüşebilir.

Alaşımın stabilize edilmesinden sonra sertleşebilirlik krom ve karbon içeriğı ile belirlenir. Krom ve karbon birleşerek öteklilik ve sekonder karbürleri oluşturur. Alaşımın toplam karbon içeriğinden yalnızca bir kısmı matris içinde kalarak sertleşebilirliği artırır. Karbon miktan sabit tutulup krom artırılırsa sertleşebilirlik artar.

Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin çoğı %13-20 Cr, %2.5-3.0 C içerir ve Cr/C oranı 4-8 arasındadır. %2.5-3.0 Mo ve 5-7 Cr/C oranına sahip 100mm kesitli parçalar havada su verme işleminin şiddetine bağılı olarak tamamen sertleşebilir. Perlitsiz yapı için max yarı soğuma süresi havada soğutmada 20-30mm'lik kesit için 10 dakikadır.

Su verme sıcaklığı

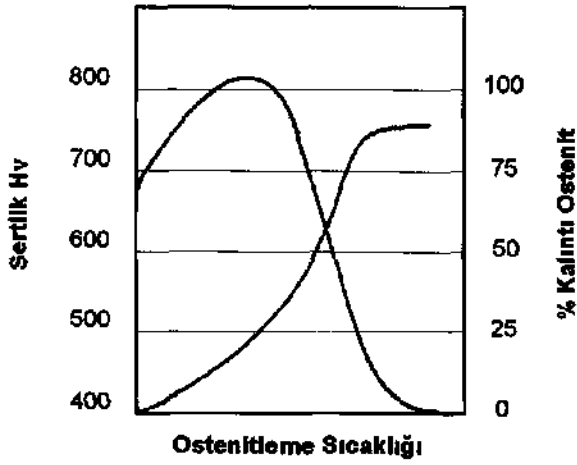
Su verme sıcaklığı dönüşüm özelliklerini ve son durumdaki sertliği ostenit içinde çözünen krom ve karbon miktanna bağılı olarak belirler. Ostenit içindeki karbon çözünürlüğü sıcaklık arttıkça artar. Karbon içeriğini arttırmak sertleşebilirliği artırır ve su verdikten sonra sert martensit oluşumuna yol açar.

Su verildikten sonra sertlik su verme sıcaklığına bağılı olarak artar. Krom femitten ostenite dönüşüm sıcaklığını arttırdığından krom içeriğı arttıkça max. sertliğin elde edildiğı su verme sıcaklığı artar. Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde sekonder karbür çökmesinin sertliğe etkisi olduğu için, %20 kalıntı ostenit sağılayan ostenitleme sıcaklığı en yüksek sertliği sağılar. % 15 Cr içeren bir alaşımda max. sertliğin elde edildiğı su verme sıcaklığı 940-970C arasındadır.

Kalın kesitli parçalarda soğuma hızına bağılı olarak mikroyapıda perlit oluşması beyaz dökme demirin sertliğini çok fazla düşürmese bile, aşınma direncinde önemli bir düşüşe neden olabilir.

Yapıdaki değişimlere bağılı olarak oluşan iç gerilimler beyaz dökme demirin aşınma ve darbe direncini düşürür.

Mikroyapıdaki kalıntı ostenit sertliği düşürür. Kalıntı ostenit miktan, stabilizasyon işlemi ile azaltılabilir. Kalıntı ostenitin kararlılığını azaltmak için bu fazın krom ve karbon içeriğini azaltmak gerekir. Bu işlem süresini uzun tutarak sağılanır. Ni veya Cu içermeyen alaşımlarda bu süre en az bir saattir. Mo'n kalıntı ostenit üzerindeki etkisi çok azdır. Bununla birlikte % 0.50-1.0 Ni veya Cu içeren beyaz dökme demirlerde yeterli kararlılık stabilizasyon sıcaklığında 6 saat (veya daha fazla) durularak sağılanır. Sonuçta oluşan düşük karbonlu ostenit, yüksek karbonlu martensitten daha düşük sertlik ve aşınma direncine sahiptir.



Şekil-6 Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerde ostenitleme sıcaklığının sertlik ve kalıntı ostenite etkisi

Martensit dönüşümü

Martensit dönüşüm süreci ikincil karbür çökmesi ile ilgilidir. İkincil karbür çökmesi, ostenitin C ve Cr oranını azaltır, Ms sıcaklığı ile birlikte Mf sıcaklığını artırır. Bu nedenle martensit dönüşüm oranı artar. Ms ve Mf sıcaklığı, ostenitleme sıcaklığı düştükçe azalır, yani sıcaklık arttıkça, matris C ve Cr yönünden gittikçe fakirleşmektedir.

Yüksek kromlu beyaz dökme demirlerin matrisleri katılaşma sırasında oluşan ayrışma nedeni ile homojen bir yapıya sahip değildir. Martensit dönüşüm oranı karbür çökme oranı ile birlikte artar. Yüksek sıcaklıkta karbür çökme oranının artması ile oluşan sertlik düşüşü ve kalıntı ostenit oranının artışı ile ilgilidir. Düşük sıcaklıklardaki düşüş, martensitin karbonunun azalması nedeniyledir. Matrisin sertliği martensit dönüşüm oranı ve oluşan martensitin sertliğine bağlıdır. Martensitin sertliği de içerdiği C miktarına bağlıdır. Ostenitin C'ü arttıkça martensit dönüşüm oranının azalması nedeniyle matrisin sertliğinin artış hızı azalır.

Tavlama ve Temperleme

Yüksek sertlik ve karbür içeriği nedeniyle beyaz dökme demirlerin işlenmesi çok zordur. Ancak yüksek Cr ve Mo içeren beyaz dökme demirlerin işlenebilirliğini arttırmak için tavlama yapılabilir. Tavlama prosesinin amacı, martensit veya ostenit içermeyen perlitik matris elde etmektir.

Genellikle yüksek sertleşebilirliğe sahip beyaz dökme demirler için tavlama prosesi oldukça uzun bir ısı işlemi kapsar.

Sınıf	Sıcaklık °C	Su verme süresi	Su verme ortamı	Temperleme sıcaklığı °C
15-3	920-960	1/2-1saat	Hava	200-260
15-2-1	920-961	min 4 saat	Hava	
20-2-1	950-1000	min 6 saat	Hava	

Tablo-3 Yüksek krom-molibdenli beyaz dökme demirlerin ısı işlem koşulları işlem aşağıdaki şekilde yapılır:

- a) 930-980°C'de 2 saat bekletme b) 820°C'ye kadar 60°C/h ile kontrollü soğutma
c) 700-720°C'ye kadar 10-15°C/h soğuma hızıyla kontrollü soğutma d) 700-720°C'de 4-20 saat bekleme

Tavlamadan sonra sertlik 350-430 HB arasında olur. Ötektik krom karbürler tavlama prosesinden etkilenmedikleri için işlenebilirliği etkileyen başlıca faktör C içeriğidir. En kolay işlenebilir sınıf 15-3LC'dir. % 3 C'un üzerinde işleme zorlaşır. Temperleme işlemi genellikle 205-230°C'de 2-4 saat yapılır. Sertleşimden sonra yapı %10-30 ostenit içerir.

Artan temperleme sıcaklığı ile çok az yada hiç kalıntı ostenit içermeyen alaşım sıcaklık artışı sonucu sertlik düşüşü gösterir. 500°C üzerinde sertlik ani olarak düşer.

Yüksek Kromlu Beyaz Dökme Demirlerin Aşınma Direnci

Yüksek Cr-Mo'li beyaz dökme demirlerin abrosiv aşınma özelliklerini başlıca 2 faktör belirler

1-Karbür Yapısı

Karbür miktarı arttıkça aşınma direnci artar.% 30 karbür oranına kadar sertlik arttıkça aşınma direnci artar. %30'un üzerinde karbür oranındaki artıştan aşınma direnci etkilenmez. Bu oran ötektik bileşime yakındır.

Ötektik üstünde karbür oranı artışı aşınma direncini fazla etkilemez. Karbürler arası uzaklık aşınma direncinde önemli rol oynar. Karbürler arası uzaklık ne kadar düşük olursa aşınma direnci o kadar yüksek olur.

2-Matris Yapısı

Matris sert ötektik M C tipi karbürleri yerinde tutar. Matris aşınırsa desteksiz kalan karbürler gerilmeler altında kırılır.Bunlar bazı durumlarda yumuşak matrise gömülerek sert bir yüzey tabakası oluşturur.Bu durum özellikle ferritik matriste etkin olmaktadır.

Perlitik matris en düşük aşınma direncine sahip olduğu için beyaz dökme demirlerde perlitik yapı istenmez.

Matrisin aşınma direnci, aşınma sırasındaki gerilmelere bağlıdır.

Matrisin bileşimindeki C arttıkça mikrosertlik ve buna bağlı olarak aşınma direnci de artar. Ancak düşük gerilmeli aşınma ortamlarında sertlik belli bir değere geldikten sonra mikrosertlik artışı aşınma direncini etkilemez.

Aşınmaya neden olan gerilmeler yüksek olursa martensitik yapı ostenitik yapıya göre 2-3 kat daha iyi aşınma direnci gösterir. Martensitik yapı ostenitleme işlemi ile sağlandığı için bu işlem sırasındaki reaksiyonlar martensitin yapısı açısından önemlidir.

Ms sıcaklığını aşın yükseltecek bir işlem martensitik karbonu azaltıp sertliği düşüreceği için aşınma direncini düşürür. Ms sıcaklığı ile beraber Mf sıcaklığı da düşeceği için mikroyapıdaki kalıntı ostenit miktarı artar,sertlik düşer. Yüksek gerilmeler altında ostenit martensite dönüşerek hacimsel gerilmelerin oluşmasına ve bunun sonucu oluşan gerilmeler nedeniyle mikro çatlaklara neden olur.

DIN 1685 normuna göre Asmaja dayanıklı alüminyum alaşımların sınıf ve karşılık tabelaları ile Genel Kullanım Alanları

Sınıf	C	Si	Mn	Al	Ni	Mg	Özellikler
G-X 300 Ni-Mg 3 Mg	2.8-3.5	2.0-2.6	0.2-0.5	-	1.5-4.5	9.5-2.8	Özellikler
G-X 260 Cr 4.2	2.6-3.8	0.2-0.8	0.3-0.7	14-24	3.3-5.0	6.5	Özellikler
G-X 300 Ni-Cr 4.2	3.2-3.6	0.2-0.8	0.3-0.7	14-24	3.3-5.0	6.5	Özellikler

DIN 1685 normuna göre asmaya dayanıklı alüminyum alaşımların sınıf ve karşılık tabelaları ile Genel Kullanım Alanları

DIN 1685'e göre Sınıf (Alüminyum alaşımı)	ASTM	BS	Trade Name
G-X 300 Ni-Mg 3 Mg	A 574	B 5	Ni-Hard 2
G-X 260 Ni-Cr 4.2	A 532	4 894	Ni-Hard 1
G-X 300 Ni-Cr 4.2			Ni-Hard 4
G-X 300 Cr-Ni-Si 9.5.2			Alcon 15-3
G-X 300 Cr-Mg 15.3			Alcon 15-2-1
G-X 300 Cr-Mg-Ni 15-2-1			Alcon 20-2-1
G-X 260 Cr-Mg-Ni 20-2-1	Sınıf I Tip D Ni-Mg-Cr	Grade 2A	
G-X 260 Cr 2.7	Sınıf I Tip A Ni-Cr-Mg	Grade 2B	
G-X 300 Cr-Mg 2.7.1	Sınıf I Tip D Ni-Mg-Cr	Grade 2C+2D+2E	
	Sınıf II Tip C Ni-Cr-Mg	Grade 3A+3B	
	Sınıf I Tip A Ni-Cr-Mg	Grade 3A+3B	
	Sınıf II Tip D+E	Grade 3C	
	20% Cr-Mg-Li	Grade 3D	
	Sınıf II Tip A 25% Cr	Grade 3E	
	Sınıf II Tip A 25% Cr	Grade 3E	

NİFİSER SİTİNGİ, HN30

SİNİFLER	Özel Isıl İşlendikten Sonra Minimum	Sertleştirilmes ve Temperlenmes Minimum	Yumuşaltılmas Maximum	ASTM A532-750		Ticari İsmi
				BS 4844		
G-X 300 NiMo 3 Ni ₂	400	550	300	-	-	-
G-X 260 NiCr 4 2	450 ¹⁾	520	-	Sınıf I Tip B Ni-Cr-CC	Kısım 2 Sınıf 2A	Ni-Hard 2
G-X 330 NiCr 4 2	450 ¹⁾	550	-	Sınıf I Tip A Ni-Cr-HC	Kısım 2 Sınıf 2B	Ni-Hard X
G-X 300 CrNiSi 9 5 2	450 ¹⁾	600	400 ²⁾	Sınıf I Tip D Ni-Ti-Cr	Kısım 2 Sınıf 2C +2D+2E	Ni-Hard 4
G-X 300 CrMo 15 3	450 ¹⁾	600	400 ²⁾	Sınıf II Tip C %15 Cr-Mo-HC	Kısım 3 Sınıf 3A+3B	15-3 Alasim
G-X 300 CrNi 15 2 1	450 ¹⁾	600	400	-	Kısım 3 Sınıf 3A+3B	15-2-1 Alasim
G-X 260 CrMoNi 20 2 1	450 ¹⁾	600	420	Sınıf II Tip D+E %20Cr-Mo-LC	Kısım 3 Sınıf 3C	20-2-1 Alasim
G-X 260 Cr 27	450 ¹⁾	550	400	Sınıf III Tip A %25 Cr	Kısım 3 Sınıf 3D	-
G-X 300 CrMo 27 1	450 ¹⁾	600	400	Sınıf III Tip A %25 Cr	Kısım 3 Sınıf 3E	-

1) Bu sınıflar sadece döküm koşullarında kullanılır.

2) max. %3.1C içeriğine kadar

SINIFLAR	C	BİLEŞİM, % Ağırlık				Ni	Mo	ÖZELLİKLER VE KULLANIM ALANLARI
		Si	Mn	Cr				
G-X 300 NiMo 3 Mg	2.8-3.5	2.0-2.6	0.2-0.5	-	1.5-4.5	0.5-0.8	Getme mukavemeti %1-80 ²⁰⁰⁰ 700-1300 N/mm ² olan yüksek mukavemetli malzemeler	
G-X 260 NiCr 4 2	2.6-2.9	0.2-0.8	0.3-0.7	1.4-2.4	3.3-5.0	max. 0.5	Yüksek aşınma direnci, orta derecede darbe gerilim koşullarında kullanılabilir.	
G-X 330 NiCr 4 2	3.0-3.6	0.2-0.8	0.3-0.7	1.4-2.4	3.3-5.0	max. 0.5	Gök yüksek aşınma direnci, düşük darbe gerilim koşullarında kullanılabilir.	
G-X 300 CrNiSi 9 5 2	2.5-3.5	1.5-2.2	0.3-0.7	8.0-10.0	4.5-6.5	max. 0.5	Gök yüksek aşınma direnci,	
G-X 300 CrMo 15 3	2.3-3.6	0.2-0.8	0.5-1.0	14.0-17.0	max. 0.7	1.0-3.0	yüksek darbe gerilim koşullarında kullanılabilir.	
G-X 300 CrMoNi 15 2 1	2.3-3.6	0.2-0.8	0.5-1.0	14.0-17.0	0.8-1.2	1.8-2.2	Darbe direnci, artan karbon miktarı ile azalırken, aşınma direnci artar.	
G-X 260 CrMoNi 20 2 1	2.3-2.9	0.2-0.8	0.5-1.0	18.0-22.0	0.8-1.2	1.4-2.0	G-X 300 CrMo 15 3,	
G-X 260 Cr 27	2.3-2.9	0.5-1.5	0.5-1.5	24.0-28.0	max. 1.2	max. 1.0	G-X 300 CrMoNi 15 2 1 ve	
G-X 300 CrMo 27 1	3.0-3.5	0.2-1.0	0.5-1.0	23.0-28.0	max. 1.2	1.0-2.0	G-X 260 Cr 27 yumuşatılmış şartlarda karbon içeriğine bağlı olarak istenebilir.	
							G-X 300 CrMoNi 15 2 1 yüksek sertleşebilirliğe ve	
							G-X 260 CrMoNi 20 2 1 en yüksek sertleşebilirliğe sahiptir.	
2	Beyazıtık yapıdaki kesirler için molozeme olarak belirlenmiştir. Agır ve kullanımlarında yüksek kaliteli yapılar kullanılabilir.							