

## YÜKSEK MANGANEZLİ OSTENİTİK ÇELİKLERİN METALLÜRJİK ÖZELLİKLERİ

Veli AYTEKİN

Doç. Dr. Müh.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi

### ÖZET

Bu yazıda, çeliklerde manganezin kullanım amaçları ve miktarları özetlendikten sonra, (Fe-Mn-C) alışımlarının denge halinde ve tatbikattaki şartlarda metallografik yapıları gözden geçirilmiş; bunların içerisinde yüksek manganizli ostenitik çeliklerin mevki ve önemi belirtilmiştir. İmal, döküm ve kaynak teknikleri ile kokile ve kum kalıplara dökülmüş manganizli ostenitik çeliklerin makro ve mikro-strüktürleri ısı işlemleri ve mekanik özellikleri incelenmiş ve buna göre en uygun kullanım yerleri belirtilmiştir.

### SYNOPSIS:

After a brief presentation of the uses and the amounts of manganese used in iron and steel, metallographic structures of (Fe-Mn-C) alloys are examined under equilibrium and nonequilibrium conditions prevailing in practice with special reference to the importance of austenitic manganese steel. Methods of production, die and sand castings, welding and heat treatment-including macro and micro-structures at various conditions-of austenitic manganese steel are studied; finally these are correlated with the mechanical properties and with Us typical applications.

### I — ÇELİKLERDE MANGANEZ:

Manganez, çeliklere muhtelif maksatlarla ve çeşitli miktarlarda ilâve edilmektedir. Ham demir ve çelik istihsalı safhalarından itibaren hadde mamullerinde ve pik-çelik dökümlerinde, malzemenin bileşimine manganez mühim bir eleman olarak daima girmektedir. Adi karbon çeliklerinde (Mn) bir deoksidant ve aynı zamanda çeliklerin sıcak gevrekliğini gideren bir kükürt bağlayıcı madde olarak kullanıldığı malumdur. Keza, çelik ve pik dökümlerde sertlik husule getiren (karbür teşkil edici) rolü de ehemmiyetlidir. Temper dökümlerde bilhassa bu özellikleri bakımlarından üzerinde ehemmiyetle durulmaktadır. Manganez, çeliklerin mukavemetini artıran ve bu yönden de karbondan sonra gelen mühim elemanlardan biridir.

Demir-Çelik malzemelerinin muhtelif gruplarında bulunan manganez miktarları ile manganezin ilâve edilişindeki maksatlar cetvel: 1 de hülâsa edilmiştir.

Cetvel: 1 deki malzemelerin çeşitli ve geniş kullanım sahaları gözden geçirilecek olursa, manganezin demir-çelik sanayiindeki önemi kolayca anlaşılır.

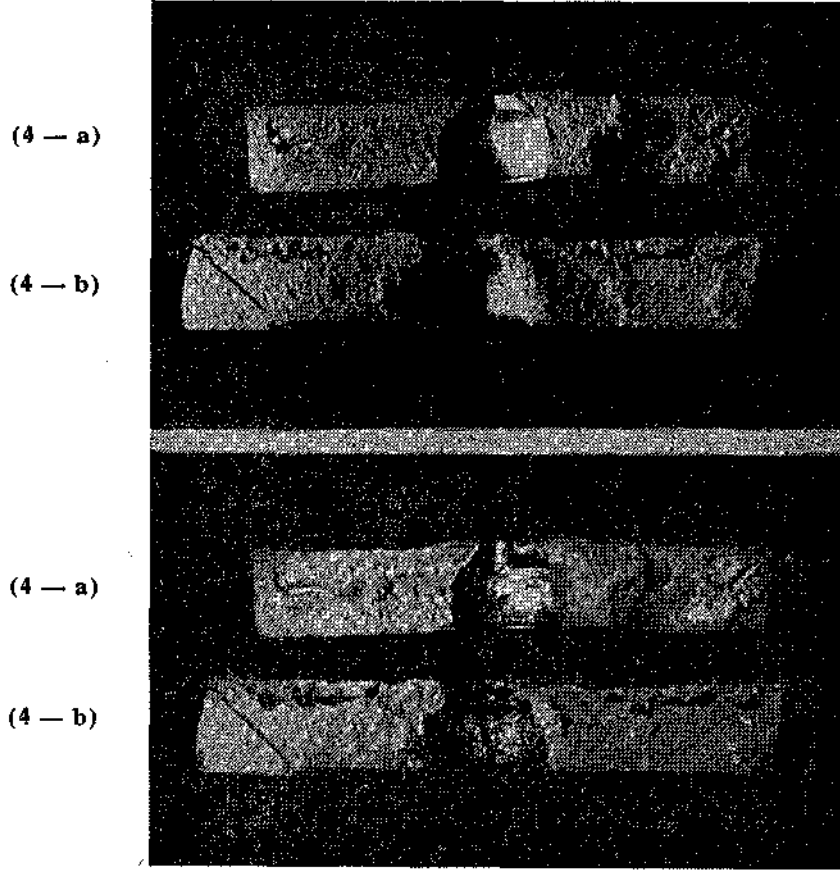
Manganez cevheri yatakları oldukça bol olan Türkiye için, manganezin böyle geniş bir tatbikat sahasına girmesi ayrıca bir değer ifade etmektedir. Manganez çelik ve piklere umumiyetle yüksek fırınlarda istihsal edilen spiegeleisen veya ferro-manganez halinde ilâve edilmektedir.

Yüksek manganizli ostenitik çeliklerin iyice anlaşılması için, önce (Fe-Mn) denge diyagramı ile bunun (C) muvacesesinde ve farklı soğutma hızlarındaki durumunu incelemek icabeder.

Cetvel: 1 — muhtelif demir-çelik malzemelerinde bulunan manganez miktarları ve manganezin rolü:

Malzeme Grubu	Ekseriya bulunan % Mn	Mn-ilâvesinden başlıca gayeler
1. Adi karbon çelikleri	0.20—1.20	Deokside ve desülfürize etmek, mukavemeti artırmak. Miktar: $(5-7) \times (\%S) = (\%Mn)$
2. Dökme demirler	0.5—1.0 (Bazan 0.1—2.0)	Yukarıdaki gibi, yüksek kalite dökümlerde: $5 \times (\%S) = (\%Mn)$
3. Temper dökümler	$2 \times (\%S) + 0.15 = (\%Mn)$	Desülfürant ve karbür teşkil edici
4. Otomat çelikleri (SAE. 11xx gibi)	0.6—2.0	Kükürtün menfi tesirini gidermek, kolay talaş almak için.
5. Az alışımlı çelikler (SAE. 13xx, 9xxx, 92xx ve 94xx gibi)	0.70—2.00	Mukavemet ve sertliği artırmak, esneklik vermek ve perlitik çelik elde etmek.
6. Martençitik çelikler	5—10	Kullanış sahası mahdut martensitik çelikler elde etmek.
7. Ostenitik çelikler	10—14	Darbeye sertleşen, darbeye ve sürtünmeye mukavim çelik elde etmek.
8. Spiegeleisen (Aynalı pik).	16—28	Deoksidant ve alaşım ham maddesi istihsalı için.
9. Ferro-manganez	en az 74	Yukarıdaki gibi.





Şekil: 4 — Yüksek manganizli ostenitik çelik dökümlerinin kırılma kesitleri:  
 (4-a) = Kokile dökülen parça  
 (4-b) = Kum kalıba dökülen parça.  
 (Tabii boyutların takriben 1/3 kadardır.)

### III —YÜKSEK MANGANEZLİ OSTENİTİK ÇELİKLERİN METALLOGRAFİK YAPISI:

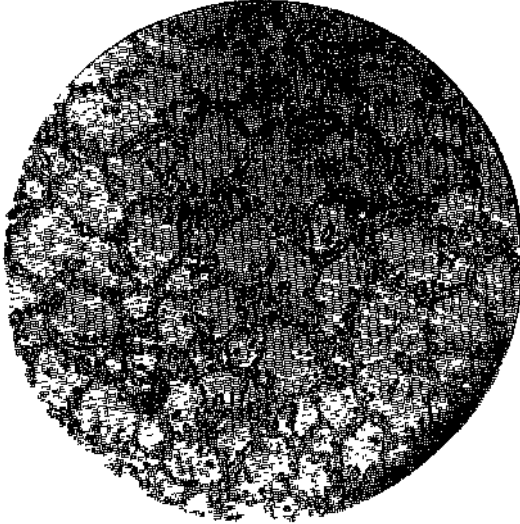
Denge diyagramına göre, çok yavaş soğutularak dökülmüş bir yüksek manganizli ostenitik çeliğin yapısı, umumiyetle  $\gamma$  (Ostenit) fazı ile bir miktar  $(Fe, Mn)_3C$  karbüründen teşekkül etmesi gerekmektedir,  $\alpha$  (=ferrit) fazı tefrik edilemeyecek kadar azdır.  $(Fe, Mn)_3C$  fazı, esas itibariyle, ortorombik sementit (=  $Fe_3C$ ) kristal yapısında olup Fe atomlarının yerleri kısmen Mn tarafından işgal edilmiştir. Ostenit ise bilindiği gibi yüzey merkezli kübik kristal yapısındadır.

Yüksek manganizli ostenitik çeliğin çeşitli şartlarda metallografik yapısını tetkik için metal kalıba (kokile) ve kum kalıba dökülen ortası delik bir ezme disk parçasının

makro ve mikro-strüktürleri Şekil: 4, 5 ve 6 da gösterilmiştir. Gerek çekilme boşluğu ve gerekse gaz boşluklarına bu nevi, çeliklerde hemen hemen daima rastlanmaktadır Kokile dökülmüş olan parçada (Şekil: 4-a) çekilme boşlukları bariz olarak görülmekte; buna mukabil kum kalıba dökülmüş olan parçada (Şekil: 4-b) ise fazla miktarda gaz boşlukları (parçasının üst yüzeyinin hemen altında) bulunmaktadır. Umumiyetle döküm halinde kullanılan ve soğuk işlemeye elverişli olmayan bu cins çeliklerde boşlukların mevcudiyeti muayyen bir haddi aşmamak kaydıyla bazı hallerde mühim bir mahzur tevhit etmeyebilir. Mikroskobik yapı itibariyle, kokile dökülen parça, hemen hemen % 100 ostenit kristallerinden ibarettir (Şekil: 5) kum kalıba dökülen parçanın yapısı ise (donma daha yavaş olduğu için) ostenit kristallerini bir

ağ gibi ihata eden karbür fazım da ihtiva etmektedir. Bu farkın izahı basittir: Soğuma ve donma süratlendikçe  $A_3$  transformasyon sıcaklığı düşmektedir, kokil kalıba döküm halinde bu sıcaklık normal sıcaklığa kadar düşmüş bulunmaktadır. Karbür fazının mevcudiyeti malzemenin kırılganlığını, artırdığından bilhassa girift şekilli parçaların, tercihan kokile dökülmesi daha elverişli olabilir.

Yüksek manganezli ostenitik çelik dökümler tavlana elverişli değildirler. Zira, 350-400 C° tan yukarı ısıtıldıkları takdirde derhal karbür fazı y-kristal sınırlarına çökelmeğe başlar ve malzemeyi kırılgan hale getirir. Ayrıca, parça kalınlığı 12-15 santimetreyi aştığı zaman çekilme boşlukları da artmaktadır. Isıl genişleme katsayısı yüksek, ısı iletkenliği düşük ve dökülmüş halde ekseriya kırılgan durumda olan bu grup ostenitik çelikler çatlamaya fazla mütemayildirler. Tavlama da elverişli olmadıkları için dökülecek parçanın oldukça düzgün kesitli olması ve döküm şartlarının iyi intihap edilmesi şarttır.



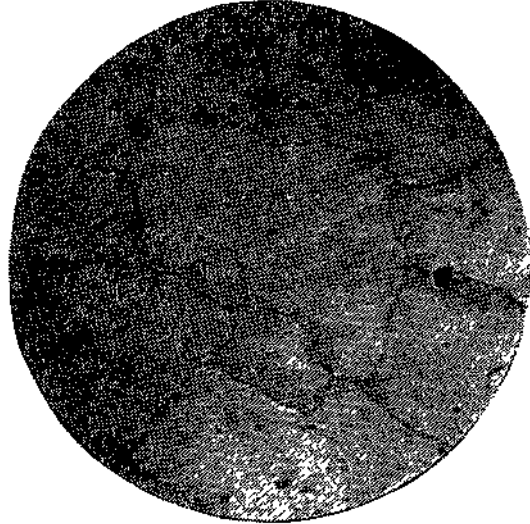
Şekil: 6 — Kum kalıba dökülen yüksek manganezli ostenitik çelik dökümünün mikroskopik yapısı. Ostenit kristal sınırlarına karbür fazı bir ağ şeklinde eökelmştir. Büyültme: X 50.

Kullanma esnasında, bu nevi çeliklerin ostenitik durumda bulunmalarını ve bilhassa karbür fazından tamamen arı olmalarını sağlamak için, malzeme standartları gereğince, özel bir sulama işlemine tabi tutulması şart koşulmaktadır. (ASTM. A123-33) e göre, dökülmüş parçanın yavaş olarak 1000 C° a ısıtılması ve kısa bir süre bu sıcaklıkta tutulduktan sonra oda sıcaklığındaki suya dal-

dırılması suretiyle ostenitik bünye elde edilmektedir. Şekil: 4, 5 ve 6 da gösterilen parçaların sulanmamış ve sulanmış haldeki mikrostrüktürleri, mukayeseli olarak şekil: 7, 8, 9, ve 10 da gösterilmiştir. Sulama işlemi sadece bünyeyi tamamen ostenit haline getirmekten ibaret olmayıp aynı zamanda kristalleri de küçültmektedir. Şekil 4-10 da gösterilen parçaların kimyasal bileşimi:

% 1.2	C
% 12.0	Mn
% 0.59	Si
% 0.004	S
% 0.028	P

ve ihtiva etmektedir.



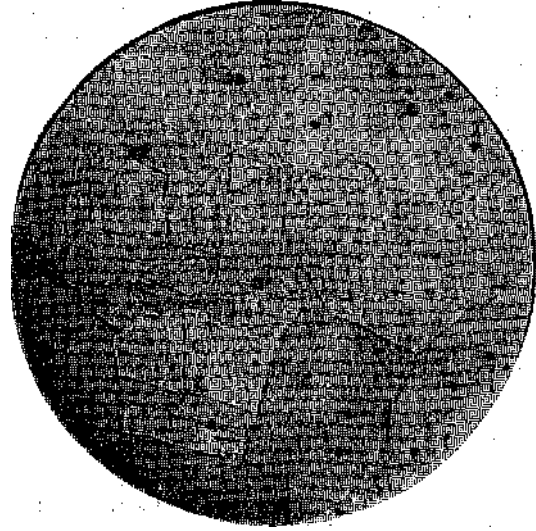
Şekil: 7 — Kokile dökülen manganezli ostenitik çelik dökümün sulanmamış halde yapısı. Büyültme: X 210.



Şekil: 8 — Şekil 7 deki parçanın sulandıktan sonraki yapısı. Büyültme: X 210.



Şekil: 9 — Kum kalıba dökülen manganezli ostenitik çelik dökümünün sulanmamış halde yapısı. Büyültme: X 210.



Şekil: 10 — Şekil: 9 dakt parçanın sulandıktan sonraki yapısı. Büyültme: X 210.

#### IV — DÖKÜM TEKNİĞİ:

Yüksek manganezli ostenitik çelikler, umumiyetle, bazik elektrik ocaklarında, tek cüruflla istihsal edilmektedir. (4) Ergitme sonunda banyoda % 0.90-1.00 C, % 11 kadar Mn, % 0.30 Si olacak şekilde şarj ayarlanır. Bitirme cürufunda, takriben %50 CaO, %20 SiO<sub>2</sub>, % 3 FeO ve % 10-15 MnO bulunur.

Çift cürufulla ostenitik çelik istihsalı de mümkün ise de ekseriya tercih edilmemektedir. İlk cürufulla takriben % 10 CaO, % 30 SiCv, % 3 FeO ve % 40 MnO mevcut olabilir; bu cüruf pulvarize kok tozu ile redüklendikten sonra nihaî cüruf takriben % 60 CaO, % 25 SiC<sub>2</sub>, % 10 Fe ve % 1 kadar MnO olacak şekilde ayarlanır. Deoksidasyon, dökümden 5-15 dakika önce ferro-silisyum kullanılarak yapılır.

Bu nevi ostenitik çeliklerin döküm sıcaklığı 1460-1570 C° arasındadır, iyi kurutulmuş kum kalıplara veya kokile dökülebilirler. Yüksek manganezli çelikler, adi çeliklere nazaran, çok daha fazla çekilme gösterdiklerinden çekilme boşlukları fazladır. Tavsiye olunan model çekilme payı % 2.5 dur.

#### V — KAYNAK TEKNİĞİ:

Kaynak işlemi parçanın kaynak yapılacak kısmını ergitmeyi icabettirdiğinden, bu bölgede ve (450-500 C°) ı tecavüz eden mücavir kısımlarda ostenit kristallerinin sınırlarına karbür çökmesi husule gelmektedir. Buna mani olmak için, kaynaktan müteessir

olan kısmın bileşimini tamamen ostenitik bünye yapacak şekilde, özel elektrotlar kullanmak gerekmektedir. Ostenitik büneyi kolayca temin ve kırılabilirliği gidermek üzere kaynak elektrodunun bileşiminde yüksekçe Ni ve düşük nisbette C bulunmasına, yani takriben % 3-5 Ni, % 10-15 Mn ve % 0.60-0.80 C ihtiva etmesine itina edilir. Kaynak esnasında tavsiye olunan elektrik akımı da aşağıda verilmiştir:

Elektrodun takribi çapı (mm)	Çıplak elektrot (Doğru akımla) Amper	Örtülü elektrot (Doğru veya alternatif akımla) Amper
3	50-70	50-70
4	70-100	70-100
5	100-140	100-140
6	140-175	140-175

#### VI —MEKANİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIŞ YERLERİ:

Yüksek, manganezli ostenitik çeliklerin döküldükten sonra sulanmış halde arzettikleri ostenitik bünyesi soğuk deformasyon tesiriyle martensitik bünyeye tahvil olmaktadır. Bu transformasyon, darbe halindeki sathi tesirler veya sair soğuk işlemlerle husule gelmektedir. Böylece, normal sertliği 180-220 Brinell sertliğinde olan malzemenin darbe tesiriyle transformasyona uğrayan yüzey kısımlarının sertliği 450-550 Brinell sertliğine yükselmektedir. Deformasyon mevzii kaldığından iç kısımları kırılmaya mukavim ostenitik yapıyı muhafaza edebilmektedir. Yine sertleşme özelliğinden dolayı, bu çeliklerin soğuk işlemesi imkânsız denecek kadar güç-

tür. Zira küçük bir talaş veya destere izi tesiriyle malzeme hemen satıhta martensitik yapıya tahavvül ederek sertliği derhal yükselmekte ve daha fazla işlemeyi imkânsız hale sokmaktadır. Bu itibarla Mn li ostenitik çeliklerin mümkün mertebe nihaî şekle göre dökülmesi ve ancak taşlama suretiyle işlenmesi göz önünde tutulmalıdır.

Mekanik özelliklerin tayini için numunenin nihaî şekilde dökülerek hazırlanması veya kupon-çubuk şeklinde döküldükten sonra taşlanarak hazırlanması gerekmektedir. Cetvel: 2 de tipik mekanik özellikler verilmiştir.

Cetvel: 2 Yüksek manganezli ostenitik çeliklerin tipik mekanik özellikleri (5, 6)

Özellik		Kupon-dökümden	
		Dökülmüş halde numune	taslanmış halde nGmune
Kopma mukavemeti	Kg/mm <sup>1</sup>	56—70	84—91
Orantı sınırı	Kg/mm <sup>2</sup>		30
Kopma uzaması	(2 inç) %	15—35	45—55
Brinell sertliği			

Kokile dökülen parçalar, kum kalıba dökülenlerden daha yumuşaktır, bu husus aşağıdaki sonuçlardan da anlaşılmaktadır.

Kokile dökülen parça = 190 — 240 Brinell sertliği.

nell sertliği.

Kum kalıba dökülen parça = 280 — 300 Brinell sertliği.

Yukarıda belirtilen özellikler muvacehesinde, yüksek manganezli ostenitik çeliklerin kullanım yerlerini kolayca tesbit etmek mümkündür. Filhakika, bu çelikler, darbeli ve sürtünmeli çalışmalarda aşınmaya çok mukavim buna mukabil kırılma dayanıklılığı da dayanıklı yerlerde meselâ: kırma, ezme makinalarında, değirmenlerin darbeye ve sürtünmeye maruz parçalarının imalinde, iş makinalarının keçe-tımsaklı kazma aksamında, taş ocaklarında, çimento değirmenlerinde, yüksek fırın ve diğer tesislerin zırhlarında, demiryolu makası ve ek yerlerinin imalinde v.s. de kullanılmaktadır.

Darbesiz ve sadece sürtünmeye mukavemet isteyen sahalarda, en iyi ve ucuz malzeme olarak tavsiyeye şayan olmayabilir. Bu gibi hallerde beyaz pik dökümler tercih edilebilir. Ancak, darbeye ve aşınmaya aynı zamanda mukavemet isteyen kullanım yerlerinde diğer malzemelerden üstündür.

3. American Standards For Testing Materials, 1958, (ASTM. A1923 - 33).

4. Charles Willers Briggs, The Metallurgy of Steel Castings, 1946, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. Newyork.

5. Steel Castings Handbook, 1950 - Steel Founders Society of America, U. S. A.

6. Samuel L. Hoyt, Metal Data, 1952, Reinhold Publishing Corporation, Newyork.

## BİBLİOGRAFYA:

1. Metals Handbook, 1948, American Society for Metals, U.S.A.
2. Albert Sauveur, the Metallography and Heat Treatment of Iron and Steel, 1943, Mc Graw Hill Book Company, Inc., Newyork.

