

KUTU SEMENTASYONLA ÇELİKLERİ KARBÜRLEME İŞLEMİNDE BaCO₃ AKTİVATÖRÜN SERTLEŞME DERİNLİĞİNE ETKİSİ

Cemil ÇOBAN, Şükrü TAKTAK, M. Serhat BAŞPINAR,
Galip SAİD

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, AFYON

ÖZET

Sementasyon, yüzey sertleştirme işlemlerinden en eski ve en yaygın olanıdır. Esas olarak, karbürleme, parçanın aşınma direncini ve yüzey sertliğini arttırmak için uygulanan bir ısıl işlemdir. Bu işlem, karbon verici bir ortamda, yüksek sıcaklıklarda ve düşük karbonlu çelikler için uygulanır.

Bu çalışmada, kutu sementasyon işleminde iki farklı çeliğin (DIN CK 10 ve DIN 16MnCr5) sertleşme derinliğine, aktivatör olarak katılan BaCO₃'ın etkisi incelenmiştir. İşlemler ağırlıkça %10, %20 ve %30 BaCO₃ ilavesiyle 900 °C'de 9 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. Fırında kutu içerisinde soğuyan parçalar, yeniden östenit sahasına çıkarılarak su verilmiştir.

Sertleşme derinliği, mikrosertlik cihazında 9,81 N yük altında ölçülmüştür. Optik mikroskop yardımı ile mikroyapı incelemesi yapılmıştır. BaCO₃ miktarının artışı karbürlenmiş çeliklerin sertleşme derinliklerini etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: Kutu Sementasyon, Yüzey Sertleştirme, Sertleştirme Derinliği, BaCO₃ Aktivatör

EFFECT OF BaCO₃ ACTIVATOR FOR CASE DEPTH IN CARBURIZING PROCESS OF STEELS BY PACK CEMENTATION

ABSTRACT

Cementation is the most common and the oldest process among case hardening processes. Principally, carburizing is a heat treatment to increase surface hardness and wear resistance of components. This process is carried out in a medium which supplied carbon at elevated temperature for low carbon steels.

In this study, effect of BaCO₃ was examined on case depths of two different steels (DIN CK 10 and DIN 16MnCr5). Treatments were carried out at 900 °C for 9 hours by increasing BaCO₃ quantity at ratios of 10 % wt, 20 % wt and 30 % wt. Samples were furnace cooled in pack and then they were reheated above austenite temperature and water quenched.

The case depths were measured by means of microhardness tester under 9.81 N load. Optical microscopy was used to examine the microstructure of the carburized steels. It has been shown that increase of BaCO₃ quantity affected the case depth of the carburized steels.

Keywords: Pack Cementation, Surface Hardening, Case Depth, BaCO₃ Activator

1. GİRİŞ

Sementasyon, az karbonlu çeliklerin (%0.1 - 0.25 C) yüzeyine karbon emdirilmesine dayanan ve çeliğin yüzey sertliğini ve aşınma direncini artırmak için uygulanan bir termokimyasal işlemdir. Düşük sıcaklıklarda mevcut olan HMK kafesli α -Fe (ferrit) oldukça az miktarda karbon çözüdürebildiği için karbürleme işlemi YMK kafesine sahip olan ve %2.14'e kadar karbon çözüdürebilen γ -Fe (östenit) yapı sıcaklıklarında (900-950 °C) yapılır ve arzu edilen tabaka kalınlığına göre birkaç saat tutulur. Çeliğin yüzeyine karbon atomik halde difüze olur ve bu yüksek sıcaklıklarda karbon östenit yapı içerisinde rahatlıkla yayılır [1]. Çeliğe karbon emdirilmesi işlemi katı, sıvı ve gaz ortamlarında yapılabilir. Karbon verici ortam olarak; sıvı karbürleme işleminde, erimiş siyanür banyosu, gaz karbürleme işleminde, hidrokarbon gazları, kutu karbürleme işleminde ise, odun kömürü ve aktivatörler kullanılır [2].

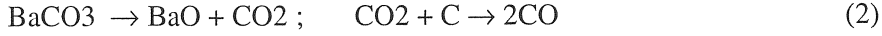
Östenitin karbonu çözme kabiliyeti daha fazladır, çünkü östenit yapı bölgesindeki sıcaklık ve daha uzun bekleme süreleri karbonun difüzyonunu artırır. Yüzeydeki karbon konsantrasyonu kaide olarak % 0.8 – 1.0'e kadar artırılır, çünkü yüzeydeki karbon miktarı % 1.0 – 1.1'den fazla olursa sementasyon yapılan tabakanın mekanik özellikleri kötüleşir. Karbürlenmiş çelik dıştan içe doğru, (i) Ötektoid üstü, (ii) Ötektoid, (iii) Ötektoid altı olmak üzere üç yapısal bölgeden oluşur [3].

Kutu karbürleme işleminde parça, uygun bir kutu içindeki katı karbürleyici içerisine gömülür ve fırın 900-950 °C sıcaklığına kadar ısıtılır. Kutuda, kömür tozlarının aralarında hava bulunur ve bu havanın oksijeni fırın sıcaklığında karbon ile birleşerek karbon monoksit (CO) oluşturur. Ancak, CO işlem sıcaklığında demir yüzeyi ile temasta bulunduğu anda aşağıdaki tepkimeye göre parçalanır:



ve meydana gelmiş olan atomik karbon demir yüzeyi tarafından yutulur. Yani, atomik karbon, östenit fazındaki çelik içerisine yayılır. Oluşan karbon dioksit, karbürleyici ortamdaki karbon ile tekrar reaksiyona girer ve döngü devam eder.

Sementasyon işleminin aktif olarak devam etmesi için pratikte, karışıma baryum karbonat, sodyum karbonat ve kalsiyum karbonat gibi aktivatörler katılır. Kutu içerisine BaCO₃ katılması ile zengin bir CO üretimi gerçekleşir.



Karbürleme işlemi esnasında serbest kalmış karbon dioksit, baryum karbonatın düşük ayrışma basıncından dolayı tekrar baryum karbonat oluşturmak için reaksiyona girer.



Karbürleme işlemi devam ettikçe, 1, 2, ve 3 reaksiyonları arasında dinamik bir denge kurulacak ve sürekli bir döngü oluşacaktır [4].

Sementasyon işleminde karbonun çelik içerisine yayılımı Fick kanunları yardımı ile hesaplanmaktadır. II. Fick kanunundan basit difüzyon işlemi için ampirik olarak $x = k (t)^{1/2}$ formülü türetilerek difüzyon derinliği hesaplanabilir. Burada k değeri, sementasyon sıcaklığına bağlı bir sabit, t zaman ve x ise difüzyon derinliğidir.

Bu çalışmada, sanayide kullanımı oldukça yaygın alaşımlı ve alaşımsız sementasyon çeliklerinin katı ortamda yüzey sertleştirilmesinde BaCO₃ aktivatörün sertleşme derinliğine etkisi incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

DeneySEL çalışmalarda, Tablo 1'de spektral analizi verilmiş olan DIN normuna göre CK 10 alaşımsız ve 16MnCr5 alaşımlı çeliklerin kutu sementasyon yöntemi ile yüzey işlemleri yapılmıştır. Karbon verici ortam olarak toz halinde odun kömürü ve BaCO₃ aktivatör kullanılmıştır. İşlemin gerçekleştirileceği kutu, 200 x 100 x 100 mm boyutlarında 10 mm'lik saçtan yapılmıştır. Sementasyon işlemi ile yüzeyleri sertleştirilecek olan çelikler 20 x 10 x 10 mm ebatlarında kesilerek temizlenmiştir. Çelikler düzenli bir şekilde yarısına kadar toz katı ortam dolu olan kutunun içerisine yerleştirilmiş ve üzeri tekrar toz karışım ile kapatılmıştır. Kutu içerisinde sızdırmazlığı sağlamak amacıyla üst kapak ağzı refrakter bir çamurla sıvanmıştır.

Tablo 1. Karbürleme işlemine tabi tutulan çeliklerin spektral analizleri.

Çelikler	%C	% Si	% Mn	% P	% S	% Cr
DIN CK10	0.10	0.25	0.45	0.035	0.035	--
DIN 16MnCr5	0.16	0.20	1.00	0.035	0.035	0.8

Deneylerde, sementasyon sıcaklığı ve bekleme süresi sabit tutularak BaCO₃ aktivatör miktarı değişken olarak ele alınmıştır. İşlem sıcaklığı 900 °C ve bekleme süresi 9 saattir. Her iki çelik için deneyler % 10 - % 20 - % 30 BaCO₃ aktivatör artışı ile yapılmıştır. Fırında kutu içerisinde soğuyan numuneler, yüzey sertleştirme işlemi için kutudan alınarak tekrar ostenitleme sıcaklığına çıkarılmış (alaşimsız çelik için 780 °C, alaşımlı çelik için 820 °C) ve su verilmiştir. Bazı numuneler temperleme (200 °C) işlemine tabi tutulmuştur.

Yüzeyi sertleştirilen numuneler metalografik inceleme ve mikrosertlik ölçümleri için ortadan ikiye kesilmiş ve kalıplanmıştır. Numuneler sırasıyla 240, 320, 400, 600, 800, 1000 ve 1200 grit SiC zımparadan geçirildikten sonra, 3 µm elmas pasta ile parlatılmıştır.

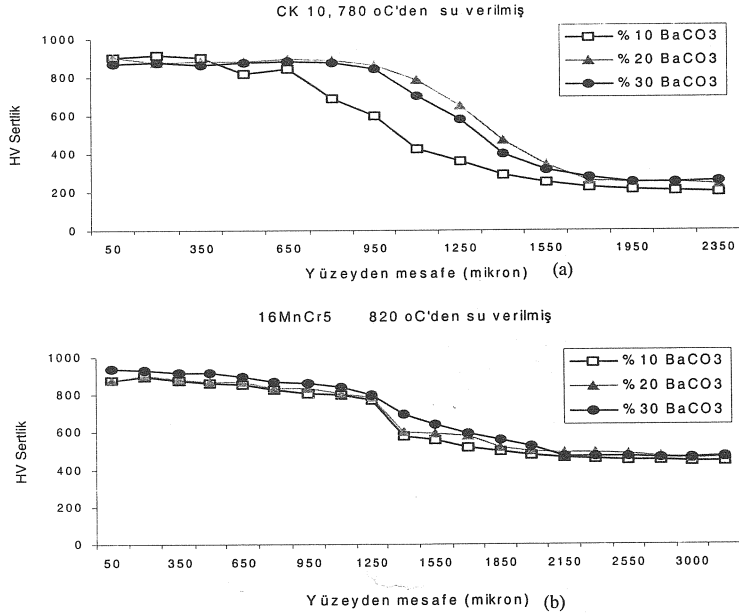
Yüzeyi parlatılan numunelerde, yüzey sertliğini ve sertleştirme derinliğini gözlemek için Shimadzu marka Vickers mikrosertlik cihazı kullanılarak mikrosertlik taraması yapılmıştır (15 saniye süreyle 9,81 N yük). Olympus marka optik mikroskop yardımıyla mikroyapı incelenmiştir.

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kutu sementasyon yönteminde karbon verici ortamın yetersizliği, çelikte karbürizasyon yerine dekarbürizasyon olayına neden olmaktadır. Yani, çeliğin yüzeyinde karbon azalması meydana gelmektedir. BaCO₃ ve diğer aktivatörler, atomal karbonun sağlayıcısı CO meydana getirerek çok yoğun ortamdan az yoğun ortama (çeliğe) karbon akışı sağlamaktadırlar. Şekil 1 a ve b'de alaşimsız (CK10) ve alaşımlı (16MnCr5) çeliklerin sırasıyla 780 ve 820 °C'de su verildikten sonraki 9,81 N yük altında ölçülen sertleşme derinlikleri görülmektedir. Şekil 1a'da görüldüğü gibi BaCO₃ miktarının %10'dan daha fazla artışı, çeliğin sertleşme derinliğinde etkili olmuştur. Karbon verici ortamdaki % 20 ve % 30 BaCO₃ miktarlarında çelikte hemen hemen aynı sertlik ve sertleşme derinlikleri gözlenmiştir.

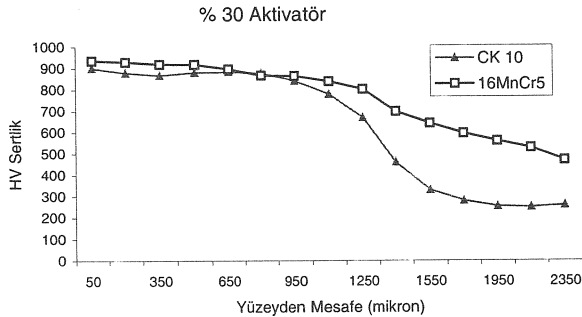
Alaşimsız çelikte % 10 BaCO₃ karışımında, 0.65 mm'den sonra sertlikte ani düşüş gözlenirken, % 20 ve %30 BaCO₃ karışımlarında bu düşüş 1mm'den sonra gerçekleşmiştir.

Alaşımlı çeliğin mikrosertlik ölçümlerinde görüldüğü gibi (Şekil 1 b), BaCO₃ artışı sertleşme derinliğini pek fazla değiştirmemiştir. Alaşımlı çelikte her üç karışımında da birbirine yakın sertlik değerleri elde edilmiştir. Alaşımlı çelikte her üç karışımında da ani sertlik düşüşü 1.1mm'den sonra gözlenmiş, fakat %10 ve %20 BaCO₃ oranlarında bu düşüş keskin gözlenirken, %30 BaCO₃ oranında ise daha yumuşak bir düşüş gözlenmiştir.



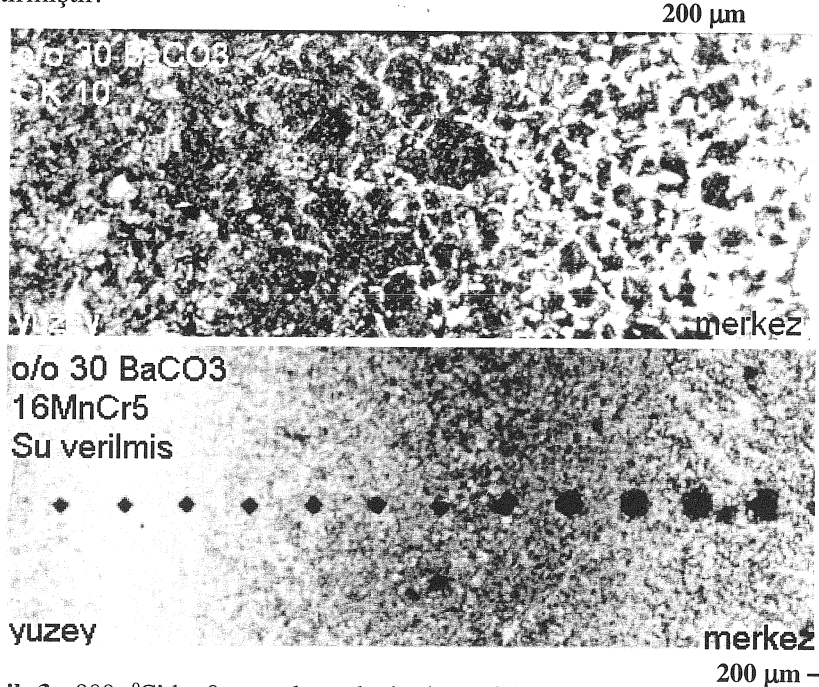
Şekil 1. 900 °C' de 9 saat kutu sementasyon işlemine tabi tutulan
a) DIN CK 10 ve b) DIN 16MnCr5 çeliklerinin sertleşme derinliklerine BaCO₃ aktivatörün etkisi (1kg yük, 15 saniye).

Sertlik ölçümleri sonucu, DIN 16MnCr5 çeliğinin aynı BaCO₃ miktarındaki su vermeden sonraki sertleşme derinliği DIN CK 10 çeliğinin sertleşme derinliğinden daha yüksektir. Bu beklenen bir sonuçtur. Zira, alaşım elementleri çeliğin sertleşebilirlik derinliğini artırmaktadır. Şekil 2' de görüldüğü gibi 1 mm' den sonra CK 10 çeliğinde keskin bir sertlik azalması görülmüştür. 16MnCr5 çeliğinde ise bu azalma yavaştır. 1 mm' den sonra aralarındaki sertlik farkı giderek büyümüştür.



Şekil 2. Katı karbon verici ortamda % 30 BaCO₃ kullanarak 900 C' de 9 saat karbürleme işlemine tabi tutulan 16MnCr5 ve CK 10 çeliklerinin sertlik ve sertleşme derinliklerinin mukayesesi.

Şekil 3'deki mikroyapılardan görüldüğü gibi, karışımdaki % 30 BaCO₃ çeliğin karbon alma derinliğini ve su verilmiş çelikteki sertleşme derinliğini arttırmıştır.



Şekil 3. 900 °C'de 9 saat kutu karbürleme işlemine tabi tutulmuş çeliklerin mikroyapıları. a) %30 BaCO₃ karışımı CK 10 çeliği b) % 30 BaCO₃ karışımı su verilmiş 16MnCr5 çeliğindeki Vickers sertlik izleri.

KAYNAKLAR

1. POIRIER D. R., Activity of Carbon in Austenite, Transactions of the Metallurgical Society of AIME, 242, 685-689, (1968).
2. CALLISTER D.W., Materials Science and Engineering An Introduction, John Wiley & Sons Press, (1997).
3. PRABHUDEV K. H., Heat Treatment of Steels, McGraw-Hill Press, (1998).
4. VERHOEVEN J. D., Fundamentals of Physical Metallurgy, John Wiley & Sons Press, (1975).