

ÇELİK YAPISINA KATILAN ELEMENTLER VE ETKİLERİ

Karbon (C)

Çeliklerde gördüğümüz birçok faz ve faz karışımının oluşabilmesi için alaşımda mutlaka belli bir miktar karbon bulunması gerekiyor. Örneğin çeliğe sertlik ve aşınma direnci veren sementit fazının (ve diğer tüm karbürlerin) oluşabilmesi için mutlaka karbonun varlığı gerekiyor. Sementit dışında çeliklerde aşına olduğumuz perlit, beynit ve martensit gibi yapıların oluşabilmeleri de, karbonun yokluğunda pek mümkün değil. Bu perspektiften baktığımız zaman, karbonun çeliklerde neden temel alaşım elementi olarak değerlendirildiğini kolaylıkla anlayabiliyoruz. Karbon miktarı arttıkça çeliğin sertleşebilirliğinin (su verme derinliği) ve aşınma direncinin arttığını görüyoruz. Fakat bu artışın da bir sınırı var elbette: Karbon miktarı %1,5 sınırına yaklaşmaya başladığı zaman çeliklerin tokluğunun düştüğünü ve kırılganlaşmaya başladıklarını gözlemliyoruz. Karbonun diğer olumsuz etkileri arasında sünekliği ve kaynaklanabilirliği düşürmesini de gösterebiliriz.

Mangan (Mn)

Mangan, mekanik özellikler üzerindeki etkileri nedeniyle çelik dökümde sıklıkla kullanılan bir element. Ferrit fazının dayanımını arttıran mangan, sünekliği ise düşük bir düzeyde de olsa olumsuz etkiliyor. Manganın bir diğer etkisi de, çeliğin sertleşebilirliğini, yani su verme derinliğini arttırıyor olması. Manganın bu etkisi sayesinde su verme işleminde manganlı çeliklerin daha tutarlı bir davranış sergilediklerini söyleyebiliriz. Manganlı çeliklerde su verme işlemi yağ kullanılarak yapılabildiği için, bu işlem sırasında çatlama eğilimleri azalıyor. Manganın sağladığı olumlu özelliklerin karbon miktarıyla da ilişkili olduğunu ve karbon miktarı arttıkça, bu olumlu etkilerin daha kolay su yüzüne çıkabildiğini belirtelim.

Krom (Cr)

Tıpkı mangan gibi krom da çeliğin sertleşebilirliğini, yani su verme derinliğini olumlu yönde etkileyen elementlerden bir tanesi. Bu olumlu etkisi nedeniyle %5 ve üzerinde krom içeren çeliklere mangan da ilave edilmesi durumunda kritik su verme hızı ciddi bir şekilde azaldığı için, su ya da yağ banyosu kullanmaya gerek kalmadan, çeliğin havada sertleşmesi sağlanabiliyor. Ayrıca kuvvetli bir karbür yapıcı olması nedeniyle, çeliğin sertliğini ve aşınma dayanımını olumlu yönde etkiliyor. Kromun bir diğer bilinen önemli etkisi de, çeliklerin paslanmaya karşı direnç kazanmalarını sağlaması. Öyle ki, yaklaşık %14 ve üzerinde krom içeren çelikler, paslanmaz çelik olarak sınıflandırılıyorlar. Bu noktada bir parantez açıp, paslanmaz ifadesinin aslında pek de doğru bir kelime seçimi olmadığını, daha doğru bir ifadenin paslanmaya karşı dirençli çelik olması gerektiğini belirtmemizde fayda var. Çünkü çeliğin maruz kaldığı koşullar zorlaştıkça, paslanmaz olarak tanımlanan çeliklerin de aslında paslanabildiklerini biliyoruz. Krom, çeliklerin çekme ve yüksek sıcaklık dayanımlarını arttırdığı için tercih ediliyor olsa da, sünekliği düşürmesi ya da meneviş kırılganlığına sebep olması gibi olumsuz etkiler de yaratabiliyor. Bu olumsuz etkileri azaltmak amacıyla, kromun çoğu zaman nikel ve molibden ile birlikte kullanıldığını görüyoruz.

Silisyum (Si)

Silisyum, tıpkı dökme demirlerde olduğu gibi, çelik dökümde de ergimiş alaşımın akışkanlığını arttırıyor. Yine dökme demirlere referansla düşünecek olursak, silisyumun ferrit fazı içinde çözünmediğini ve malzemenin sünekliğini ve tokluğunu çok olumsuz bir şekilde etkilemeden, dayanımı ve sertliği arttırabildiğini biliyoruz. Doğal olarak silisyumun çelik döküm parçalarda da benzer bir etkiye sahip olduğunu görüyoruz. Silisyum, benzer etkiye sahip diğer elementlerle birlikte kullanıldığı zaman, çeliğin sertleşebilirliğini de olumlu yönde etkiliyor.

Fosfor (P)

Fosfor, çeliklerde pek görmek istediğimiz bir element değil. Çeliğin sertliğini ve dayanımını arttıran bir etkisi olsa da, sünekliği ve tokluğu oldukça olumsuz bir şekilde etkilediği için yaygın bir kullanımı olduğunu söyleyemeyiz. Üstelik çelikteki karbon miktarı arttıkça, fosforun olumsuz etkilerini daha baskın bir şekilde görmeye başlıyoruz. Bu istenmeyen etkileri nedeniye, çeliklerde düşük miktarda tutulmak istenen elementler arasında kükürt ile birlikte fosforun da yer aldığını söyleyebiliriz. Yüksek kalitede bir çelik üretmek için, alışımda bulunabilecek fosfor seviyesinin %0,030 – %0,050 bandını aşmaması gerekiyor.

Kükürt (S)

Kükürt de, tıpkı fosfor gibi, çeliklerde pek görmek istediğimiz bir element değil. Çeliğin sünekliğini ve tokluğunu ciddi bir şekilde azaltması yanında, mangan ile dengelenmediği durumlarda FeS bileşiğinin oluşmasına yol açtığı için, yüksek sıcaklıkta çeliğin kırılma davranışına yol açıyor. Malzemenin sertleşebilirliğini ve kaynaklanabilirliğini de olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle, kükürtü de çeliklerde istenmeyen bir element olarak değerlendiriyoruz. Kükürtün sadece talaşlı şekillendirilen otomat çeliklerinde işlenebilirliği arttırmak amacıyla yüksek tutulduğunu, son bir not olarak ekleyelim.

Nikel (Ni)

Nikel, ferrit fazını sertleştiren bir element olması nedeniyle çeliğin dayanımını ve aynı zamanda tokluğunu olumlu yönde etkiliyor. Bu etkileri nedeniyle özellikle düşük alaşımlı çeliklerde malzemenin hem tokluğunu, hem de sertleşebilirliğini (su verme derinliğini) arttırmak amacıyla kullanıldığını görebiliyoruz. Özellikle paslanmaz çeliklerde yaygın bir kullanımı olan nikel, alaşımlı çeliklerde de %5'e varan oranlarda kullanılıyor. Tek başına bir alaşım elementi olarak pek kullanılmadığı için, genellikle krom ve/veya molibden ile birlikte, Ni-Cr, Ni-Mo ve Ni-Cr-Mo gibi alaşımlarda kullanım alanı buluyor.

Molibden (Mo)

Molibden, çeliklerin akma ve çekme dayanımı yanında, kaynaklanabilirliklerini ve yüksek sıcaklık performanslarını da arttıran bir element. Daha çok kromla birlikte kullanıldığını gördüğümüz molibden, düşük krom ve nikel içeren çeliklerin temper gevrekliği eğilimini azaltabiliyor. Aynı zamanda bu ilave sonrasında temperlenmiş çeliklerin darbe dayanımlarının da arttığını görüyoruz. Molibden takviyesi çeliklerin sertleşebilirliğini de olumlu yönde etkilediği için, kritik su verme hızının düşük tutulmasına olanak sağlayabiliyor.

Vanadyum (V)

Vanadyumun çeliklerde en bilinen etkilerinden bir tanesi, ısıtma işlemi sırasında tane büyümesini engellemesi ve tanelerin ince kalmasını sağlıyor olması. Öyle ki, %0,1 oranında vanadyum takviyesinin bile, ısıtma işlemi sırasında bu etkiyi ortaya çıkartabildiğini görebiliyoruz. Bu önemli etki sadece ısıtma işlemi sırasında fayda sağlamıyor elbette: Yüksek sıcaklıkta çalışan çeliklerde de vanadyum takviyesi sayesinde yüksek sıcaklık dayanımının arttığını görüyoruz.

Volfram (Tungsten, W)

Volfram, ısıtma işlemi sırasında serbest karbürleri bağladığı için, tokluk kaybına yol açmadan sertliği ve aşınma direncini arttıran bir etki yaratıyor. Bu özelliği sayesinde özellikle kesici takımların sertliklerini muhafaza etmelerini ve ısıya dayanım kazanmalarını sağlayarak ömürlerini uzatıyor. Aynı zamanda çeliklerin dayanımı arttıran bir element olarak da biliniyor. Kuvvetli karbür yapıcı özelliği sayesinde

yüksek çalışma sıcaklıklarında çeliğin menevişlenip sertliğini kaybetmesini engelleyebiliyor. Bu nedenle volframın yüksek sıcaklık dayanımı istenen çeliklerin üretiminde tercih edilen bir element olduğunu görüyoruz.

Bakır (Cu)

Yüzde 0,2 ila 0,5 arasında bakır ilave edilmesi, çeliklerin korozyon dayanımını arttırabiliyor. Fakat eğer sıcak şekillendirme uygulanacaksa, kırılma eğilimine yol açacağı için bu tür çeliklere %0,5 sınırının üzerinde bakır takviyesi yapılmıyor. Genellikle sertliği arttıran bir element olduğu için eklenen bakırın, sünekliği olumsuz yönde etkiliyor olmasını da bir diğer olumsuz etkisi olarak gösterebiliriz.

Bor (B)

Bor, sünekliği olumsuz bir şekilde etkilemeden çeliğin sertleşebilirliğini arttırabilen bir element. Özellikle düşük karbonlu çeliklerde etkisi daha belirgin bir şekilde görülen borun, %0,0005 ila %0,003 gibi oldukça düşük miktarlarda ilave edilmesi, bu etkinin ortaya çıkabilmesi için yeterli geliyor.

Niobyum (Nb)

Niobyum hem tane inceltici özelliği, hem de karbür yapıcı özelliği sayesinde çeliklerin akma dayanımını ve sertliğini artırıyor. Kuvvetli karbür yapıcı özelliği nedeniyle karbon atomlarını bağladığı için, çeliğin sertleşebilirliğini düşürüyor. Burada sertleşebilirlik ifadesiyle karbürlerin sağladığı sertlikten değil, su verme sonucunda meydana gelen sertleşmenin derinliğinden bahsettiğimizi parantez içinde belirtelim.

Titanyum (Ti)

Titanyum da önemli karbür yapıcı elementlerden bir tanesi olduğu için, çeliğin sertliğini artırıyor. Aynı zamanda, tıpkı niobyum gibi tane inceltici bir etki de yaratıyor. Ayrıca bor ile birlikte kullanılması durumunda, borun sertleşebilirlik üzerindeki olumlu etkisinin daha da kuvvetlenmesini sağlayabiliyor.