

XVII — PASLANMAZ VE ISIYA DAYANIKLI ÇELİKLER

A — GENEL ÖZELLİKLER

1. PASLANMAZ ÇELİKLER

«Paslanmaz çelik» deyimini, içinde 'bir çok organik ve madenî agresif etkenlerin bulunduğu sulu ortamda korozyona mukavemet arzeden çeliklere uygulanır; atmosferik etkenlerin korozyonuna mukavemet, bunun bir özel durumudur. Keza bu deyim gazlı veya içinde ateşin bulunduğu ortamda yüksek sıcaklıkta korozyona dayanıklı çelikleri de kapsar.

Paslanmaz çelikler esas itibariyle demir, krom ve çoğu zaman da nikel içeren alaşımlar olup başlıca özelliklerini işbu kroma 'borçludurlar. Gerçekten elektroşimik potansiyeller cetvelinde krom demirden daha az asil bir metaldir; yani, krom içeren çelikler, bir krom oksidi tabakasıyla örtülü olmadıkları sürece korozyona, ve özellikle oksitlenmeye çok hassastırlar. Bu takdirde bunlara «aktif» denir. Buna karşılık, bu tabaka sürekli, iyi yapışan, sızdırmaz olup bir çok reaktif içinde az erir; bu tabaka teşekkül etmek imkânını bulduğunda böylece alt tabaka metalini bazı korozif ortamların, özellikle oksitleyici ortamların etkisinden korur; bu takdirde de çelikler «pasif» olurlar.

Pasivite tabakası denen bu koruyucu tabaka çıplak metalin hava ile temasında anî olarak oluşur. Bunun hızlandırılması istendiğinde bir pasifleştirici işlem uygulanır, örneğin birkaç dakika süreyle % 10 ilâ 50 yoğunlukta bir oksidan nitrik asit eriyikine daldırılır.

Bu tabaka kaldırılacak ve yeniden oluşması bazı koşullarla engellenecek olursa (örneğin, bir redükleyici asitle temas) paslanmaz çelik korozyona demirden ancak biraz daha dayanıklı olur.

Evvelce gördüğümüz gibi az miktarda dahi krom, bu korozyona mukavemet bakımından olumlu rol oynar. Ancak, «paslanmaz çelik» deyiminin en az % 10-12 krom içeren demir-krom veya demir-krom-nikel alaşımlarına uygulanması âdet olmuştur. Bu oran, memnuniyet verici şekilde atmosferik korozyona, yani anî paslanmaya karşı koyabilmek için asgarî miktara tekabül eder. Nikelin ek etkilerini evvelce görmüştük.

2. KİMYASAL VE MEKANİK OLARAK YÜKSEK SICAKLIKLARA DAYANAN (REFRAKTER) ÇELİKLER

Yüksek sıcaklıklarda da kromun çeliği koruma şekli aynı olmakla birlikte refrakter çeliklerden ayrıca değişik mekanik özellik aranır. Gerçekten yüksek sıcaklıkta yüklemde, dönüşümlü elâstik deformasyona ağır, lüzucî ve dönüşümsüz sürünme olayı eklenir.

Bu yolda nikel önemli rol oynar zira austenitik dokulu demir-krom-nikel çelikleri, demir-krom çeliklerinin kullanılma alanının üstünde bir sıcaklıkta sürünmeye iyi bir mukavemet arzederler.

3. PASLANMAZ VE ISIYA DAYANIKLI ÇELİKLERİN SINIFLANDIRILMASI

Nikel ve kobalt esaslı çelikleri bir yana bırakacak olursak fiziko-şimik karakterlerine, yani çeşitli sıcaklıklarda dokularına giren çeşitli fazların fiziksel tabiatı ile kimyasal bileşimlerine göre üç büyük paslanmaz ve ısıya dayanıklı çelikler sınıfı tefrik edilir. Çeliklerin fizifco-şimik karakterlerinin bilinmesi bunların genel olarak davranışlarını ve özel olarak da kaynak kabiliyetlerini önceden tahmin etmek imkânını sağlar.

Her ne kadar ilâve alaşım elementlerinin bu fiziko-şimik karakterler üzerinde büyük etkisi varsa da bu etki, ilk takrifoyette, ana demir-krom-nikel elementlerinininkilerine irca edilebilir. Bu sebepten aşağıda tanımlamasını yapacağımız üç büyük paslanmaz ve ısıya dayanıklı çelik sınıfında sadece bu üç ana elementi nazarı itibare alacağız.

Sınıfların ikisi demir-krom, üçüncüsü de demir-krom-nikel sistemine bağlanır.

B — DEMİR KROM SİSTEMİNE BAĞLANAN ÇELİKLER

Şek. 59'da demir-krom alaşımlarının denge diyagramı görülür. Bu diyagramın katı hale tekabül eden kısmında üç bölge bulunur (diyagramın sol tarafı) :

— «gamma kıvrımı» adı verilen bir kıvrımla sınırlanmış bölgede stabil faz austenit (γ fazı) olup bunun kristal dokusu merkezli yüzeyli kübiktir;

— birinci kıvrımı çevreleyen bir ikinci kıvrımın dışında bulunan 'bölgede merkezli kübik dokulu ferrit (α veya δ fazı), çevre sıcaklığından alaşımın ergimesine kadar stabildir. Demir ve adi çeliklere benzeterek δ ferriti katılaşmada teşekkül edene, α ferriti de soğumada austenitin transformasyonundan hasil olana denir;

— içinde ferrit ve austenit fazlarının aynı zamanda bulunduğu, iki kıvrımın arasındaki bölgede bu fazların oranlarına denge diyagramlarının mutad kanunları egemendir.

Krom oranının yükselmesi sonucu, austenitin stabil olduğu sıcaklık alanı daralır. % 11 kroma kadar, Ac_3 (ısıtmada ferrit \Leftrightarrow austenit) ile Ac_4 (ısıtmada austenit \Leftrightarrow ferrit) noktalarının krom oranının artışı ile yaklaşmalarına rağmen, alaşımın tutumu demirinkinin aynıdır. Yaklaşık % 13 kromdan itibaren artık ne ısıtmada ne de soğumada transformasyon olur, alaşım bütün sıcaklıklarda ferritik kalır.

Bu diyagramdan iki paslanmaz çelik tipi tefrik edilebilir :

Martensitik paslanmaz çelikler. Bunların fiziko-şimik davranışı % 12'den az krom içeren alaşımlarıninkinin aynıdır. Bu çelikler 8 ferriti halinde katılaşır, sonra soğuma sırasında tamamen austenite dönüşürler. Soğuma yeterli derecede yavaş olursa tekrardan ferrit α 'ya dönüşebilirler. Kaynakta olduğu gibi soğuma hızlı olursa, bu dönüşüm vaki olmak ve austenit, adi veya az alaşımlı çeliklerde olduğu gibi martensitik su alır.

Ferritik paslanmaz çelikler. Bunların davranışı, dış γ kıvrımının dışınma kalmaya yeter oranda krom içeren demir-krom alaşımlarıninkinin aynıdır. Katı hallerine tekabül eden bütün sıcaklık alanında esas itibariyle ferritten oluşurlar; dolayısıyla su verme ile martensitik çelikler gibi sertleşmezler.

Ayrıca martensitik-ferritik veya «yarı ferritik» çelikler de bulunup bunlar, her iki kıvrımın

dikey teğetleri arasında kalan demir-krom alaşımları gibi davranırlar. Bunlar kısmen bütün katı hal alanında değişmeyen δ ferriti, ve kısmen de, yukarıda martensitik çelikler için söylenenlere uygun olarak, austenit ve sonra α ferriti veya martensite dönüşebilen δ ferritinden oluşmuşlardır.

Bu demir-krom diyagramı sadece bu çelik doku tiplerini kolayca ayırd etmek imkânını veren bir şema olarak kabul edilmelidir. Zira alaşım ve ilâve elementleri, burada görülenlerden başka fazların oluşmasını teşvik edip özellikle austenit ve ferritin stabilite alan sınırlarını kaydırırlar. Bunları ilerde daha ayrıntılı olarak göreceğiz. Yalnız şimdiden özellikle kromla, karbürler teşkil edip austenitin stabilite alanını yüksek krom oranlarına doğru genişleten karbonun önemli etkisine işaret edelim. Austenitik paslanmaz çelikler üzerinde karbon oranının etkisini aşağıda irdeleyeceğiz.

Pratikte martensitik paslanmaz çelikler, bahsettiğimiz elementlerden başka % 10 ilâ 16 krom ve % 1'i aşabilen oranda karbon içerirler. Başka çelikler de martensitik çeliklere bağlanabilir: bunlarda % 20'ye kadar krom ve % 0,15'ten az karbon bulunur; % 4 kadar nikel ilâvesi sayesinde, çok yüksek sıcaklıklardan itibaren soğumaları sırasında stabil olmayan austenite dönüşürler ve dolayısıyla, çevre sıcaklığına kadar soğumanın devamında martensitik su alabilirler.

Martensitik paslanmaz çelikler su verilmiş ve menevişlenmiş halde kullanılırlar. Bu işlem onlara en iyi mukavemet ve süneklik koşullarını sağlar. Tavlanmış halde de kullanılabilirler.

Ferritik çelikler başlıca % 17 krom ve % 0,05 ilâ % 0,1 karbon içeren çeliklerce temsil edilir. İlerde göreceğimiz gibi bunlar daha çok yarı-ferritik demir-krom alaşımlarına benzetilirler. Saç veya döğme parçalar halinde daima tavdan sonra, ferrit + karbür dokusu halinde kullanılırlar; ancak, kaynakta olduğu gibi, hızlı soğumadan sonra biraz martensit ihtiva edebilirler.

% 17 kromlu çeliklerden başka, ferritik paslanmaz çelikler sınaî tatbikatta % 25 veya 30 kromlu refrakter çeliklerce temsil edilirler; bu çeliklerin bazılarında ısıl işlem sırasında austenit hiç ortaya çıkmaz.

C — DEMİR-KROM-NİKEL SİSTEMİNE BAĞLANAN AUSTENİTİK ÇELİKLER

Demir-krom tipinde çeliklere artan oranlarda nikel ilâve edildiğinde austenitin mevcut olduğu alan genişler ve sıcaklık azaldıkça bu fazın stabilitesi artar. Şek. 57'de, % 18 kromlu ve alçak karbonlu bir çelikte nikel oranı ve sıcaklığa bağlı olarak dokunun şekli şematik olarak görülür.

Az miktarda nikel ilâvesiyle çelik bir demir-krom alaşımı gibi davranır. Nikel oranı artınca, bir C_1 değerinin altında kaldığı sürece, alaşım solidusun hemen altında hâlâ δ ferritinden ibaret olur fakat sıcaklık azaldıkça austenit + ferrit iki fazlı bir alana girer ve nikel miktarı yeterli ise, sıcaklık azalınca tamamen austenite dönüşür.

Ve nihayet C_2 nikel oranının üstünde alaşım, solidusun hemen altında saf austenitten oluşmuş olur.

Yeter derecede yüksek belirli bir sıcaklıkta, sadece austenitik bir doku elde etmek için

gerekli nikel miktarı, çelikteki krom oranının yüksekliği oranında fazla olur. Bunun ayrıntılarına ilerde gireceğiz.

Demir-krom-nikel austenitleri içinde karbonun erime kabiliyeti, sıcaklık düştükçe azalır; bu keyfiyet bu tip paslanmaz çeliklerin metalürjisinde önemli bir rol oynar. Ekser austenitik çelikler % 0,15'ten az karbon içerirler ve bu miktar, 1000°C'ın üstünde, austenitte tamamen eriyebilir. Bu çelikler yavaş soğutulduklarında veya 500 ilâ 900°C arasında kısa süre bile tutulduklarında krom (ve muhtemelen başka alaşım elementlerini de içeren) karbürleri çökebilir ve bu çeliklerin bazı kullanıma özelliklerine hanel getirebilir. Austenitik paslanmaz çeliklerin 1000 ilâ 1100°C'tan itibaren havada veya suda su verilmiş halde kullanılmalarının başlıca nedeni budur; zira hızlı soğuma karbürlerin çökmesine imkân bırakmaz. *Aşırı su verme* denilen bu işlem çeliğe saf austenitik bir doku sağlar; burada en müsait süneklik ve korozyona mukavemet özellikleri de beraberce bulunur.

Karbon oranının austenitik paslanmaz çeliklerin kaynak kabiliyeti üzerinde önemi kesindir. Bu arada, normal karbonlu çeliklere göre farklı olan fiziksel özelliklerin bazılarının da kaynak kabiliyetine olumsuz etki yaptığını da hemen belirtelim: paslanmaz çeliklerin ısı iletim kabiliyetleri hayli düşük olup ferritiklerinki normal karbonlu çeliklerinkinin yarısı; austenitifelerinki de yaklaşık $\frac{1}{3}$ 'ü kadardır; bu, kaynak bölgesinin soğuma koşulları üzerinde etkili olması itibariyle ilerde ele alınacak korozyon sorunu açısından da sakıncalıdır.

Ferritik paslanmaz çeliklerin genleşme katsayıları yaklaşık normal karbonlu çeliklerinkine kadarken austenitiklerinki % 50 kadar fazladır.

Karbonun austenitik paslanmaz çeliklerin kaynak kabiliyeti üzerindeki etkisi incelenirken zorunlu olarak bunun kaynakların korozyona dayanımına etkisi de ele alınacaktır ki bu konuya ilerde değineceğiz. Çeşitli korozyon tiplerinin değişik çatlama şekillerine yol açtığını şimdiden zikrederim.

Yüksek sıcaklıkta azalan δ ferriti teşkil etme kabiliyetlerine göre sıralanmış austenitik paslanmaz ve ısıya dayanıklı büyük çelik sınıfları şunlardır:

- % 17 Cr ve % 7 Ni'li çelikler
- % 18 Cr ve % 10 Ni'li çelikler
- % 25 Cr ve % 20 Ni'li çelikler
- % 18 Cr ve % 38 Ni'li çelikler.