Teknik Bilgi

TAHRİBATSIZ MALZEME MUAYENE

Giriş

Yaşantımız boyunca, seyahat ederken, televizyon seyrederken veyahut imalatta sorunsuz çalışan sistemler bekleriz. Çoğu zaman da hayatlarımızı emanet ettiğimiz ve gün geçtikçe daha da otomatikleşen cihaz ve sistemlerden doğabilecek riskleri düşünmek yerine bunların imalatçısına ve tasarımcısına güvenmek zorunda kalırız.

İşte bu yüzden imalatta bu sorumluluğu alan bizler ürettiğimiz mamulleri bir çok ayrıntılı test ve muayeneden geçirmek zorundayız. Bu test ve muayenelerin en çok kullanılanları tahribatsız malzeme muayene yöntemleri başlığı altında incelenir. Tahribatsız malzeme muayene, kalite kontrolün bir bölümü olup, üretimin tamamlayıcı bir parçasıdır. Tanım olarak, malzemenin herhangi bir şekilde bütünlüğünü ve kullanılabilirliğini bozmadan yüzeyinde ve iç yapısında bulunan hatalarının ve metalurjik durumunun test edilmesidir. Bu yöntemler örnekleme yapılarak ya da üretimin kalitesinin %100 kontrolü şeklinde kullanılabilmektedir. Yüksek teknoloji ile birlikte, üretimin her safhasında ve kullanım esnasında uygulanabilmektedir. Kontrolün verimli olabilmesinin, test edilen malzeme hakkında maksimum derecede bilgi edinmek ve bulgular sonucunda üretim ile gerekli iletişimi sağlayabilmek için testi gerçekleştiren kişinin gerekli eğitime ve tecrübeye ihtiyacı vardır. Tahribatsız malzeme muayene sadece standardın altında olan malzemeleri reddeden bir yöntem değil, aynı zamanda iyi olan malzemenin güvencesi olan bir yöntemdir. Bu yöntemde birçok prensibin kombinasyonu kullanılmakta olup, tüm istekleri karşılayan tek bir metod bulunmamaktadır.

Aşağıda endüstride en çok kullanılan metodların kısaca açıklamaları, uygulama alanları, avantaj ve dezavantajlarına yer verilmiştir. Bu metodlar:

- Radyografi Yöntemi
- Magnetik Partikül Yöntemi
- Penetrant Yöntemi
- Ultrasonik Yöntemi
- Girdap Akımları (Eddy Current) Yöntemi

(Bu metodların yanı sıra akustik, hidrojen kaçak yöntemi, görsel muayene gibi yöntemler de bulunmaktadır.)

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

Radyografi - X ve Gama

Bu yöntem ferromagnetik ve ferromagnetik olmayan metaller ve diğer malzemelerde uygulanır. X ışınları malzemelere zarar vermeden iç yapılarını inceleme olanağı sağladığından, tahribatsız muayenede yaygın olarak kullanılmaktadırlar. X ya da gama ışınlarıyla malzemelerdeki kalınlık değişimleri, yapısal değişiklikler, içteki hatalar, montaj detayları tespit edilebilmektedir.

Elektriksel olarak üretilen x ışınları ve radyoaktif izotoplardan yayılan gama ışınları, içerisinden geçtikleri malzeme tarafından abzorbe edilirler. Kalınlığın artmasıyla beraber abzorbe edilen miktarda artar. Dolayısıyla, daha yoğun malzemede daha fazla radyasyon abzorbe edilir.

Işık gibi x ve gama ışınları da elektromagnetik dalga gurubuna aittirler. Aralarındaki tek fark dalga boylarının farklı olmasıdır. X ve gama ışınlarının dalga boyları çok küçük olduğundan gözle görülmezler ve malzemeleri delebilme yetenekleri vardır.

X ve gama ışınları, ışık ile aynı özelliklere sahip olup, gümüş kristallerini fotograf filmi üzerinde metalik gümüşe çevirirler ve filme ulaşan radyasyon yoğunluğu oranına göre bir resim oluştururlar.

Endüstriyel radyografide en temel kural, malzemenin bir tarafında ışın kaynağının, diğer tarafında ise bir algılayıcının (detektör) bulunmasıdır. Radyasyon kaynağı olarak x yada gama ışın kaynağı, detektör olarak da film kullanılmaktadır. Radyasyon kaynağının enerjisi malzemeyi delebilecek güçte seçilmelidir. Enerjinin delme gücünü belirleyen dalga boyudur. Dalga boyu küçüldükçe delme gücü artar. X ışını radyografisinde x ışınlarının delme gücü, x ışın tüpüne uygulanan voltaj ile ayarlanır. Çelik için her inç kalınlığa yaklaşık olarak 1000 volt gereklidir. Gama radyografisinde delme gücünü izotop belirler ve her izotop için değiştirilmesi olanaksızdır. ½” ten 1” e kadar çelikler için iridyum 192, ¾” ten 2 ½” e kadar çelikler için sezyum 134 kullanılır.

Malzemeyi delerek karşı tarafa geçen ışınları algılayan film, genellikle ışık geçirmez bir zarf içerisine konularak test edilen malzemenin arka tarafına yerleştirilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken kural, zarfın ön yüzeyi ışınları kolaylıkla geçirebilecek malzemeden yapılmış olmasıdır.

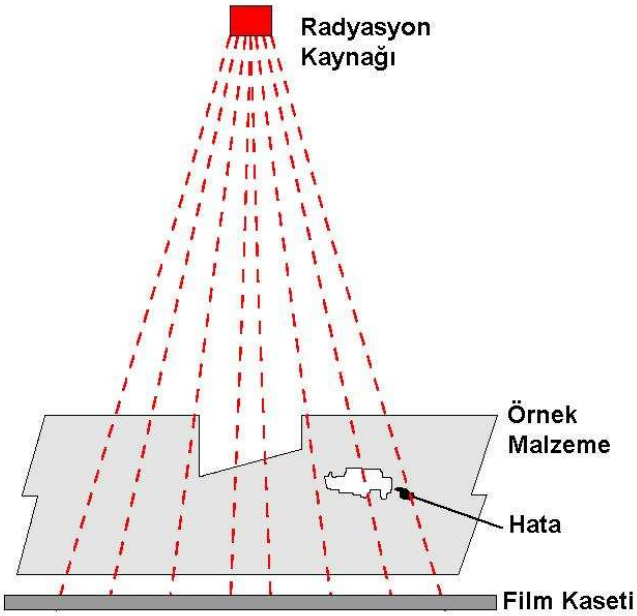
X ışınlarının film üzerinde oluşturduğu görüntü, normal bir ışık kaynağının oluşturduğu gölgeye benzemektedir. Gölgeden farklı olarak malzemenin kalınlığına

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

ve yoğunluğuna bağlı olarak film üzerinde oluşan gölgenin (görüntünün) yoğunluğuda değişmektedir. Görüntünün netliği ve büyüklüğü, radyasyon kaynağının odak büyüklüğüne, radyasyon kaynağının filme olan uzaklığına, malzemenin filme olan mesafesine bağlıdır.

Kaset içerisindeki film, test parçasının arkasına yerleştirildikten sonra belli bir süre x ışınları ile pozlanır. Pozlanmış film, banyo edildikten sonra kararma miktarına bakılır. Filmin kararması kısaca yoğunluk olarak adlandırılmaktadır. Filmde farklı yoğunlukların olması, test edilen parçada farklı yapıların olduğunu göstermektedir. Filmin fazla radyasyon alan kısımları daha fazla kararır. Bunun anlamı, bu bölgede film yoğunluğu yüksektir. Örneğin, malzemedeki bir boşluk film üzerinde daha siyah olarak görülür. Filmin sağlıklı okunup değerlendirilebilmesi için ışıklı film okuma cihazları kullanılmaktadır.



Radyografinin şematik olarak gösterimi yandaki gibidir. Radyasyon kaynağı x ışını veya gama ışını olabilir.

Pozlanmış filmde test sonucu bu şekilde gözükmektedir.

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

Avantajları

- Sonuç resim olarak görüntülenir.
- Test ortamından farklı bir yerde ve zamanda görülebilecek kalıcı kayıt sağlar.
- Ince parçalar için uygundur.
- Hassasiyet her film üzerinde gösterilmektedir.
- Herhangi bir malzemede uygulanabilir.

Dezavantajları

- Genel olarak kalın parçalarda uygun değildir.
- Sağlık için zararlı olabilir.
- Iki boyutlu hatalar için direkt ışın gereklidir.
- Filmin pozlanması ve görüntülenmesi gereklidir.
- Otomasyona uygun değildir.
- Yüzey hataları için uygun değildir.
- Yüzeyin altındaki hatanın derinliği hakkında bilgi vermez.

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

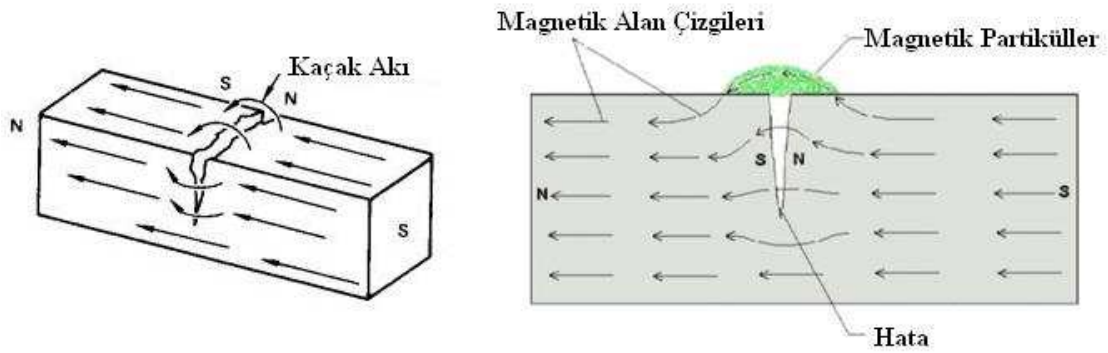
Teknik Bilgi

Magnetik Partikül Yöntemi

Magnetik parçacık çatlak kontrol yöntemi ile magnetik permeabilitesi 100'ün üzerindeki ferromagnetik olan fakat östenitik olmayan bütün çelik ve alaşımları ile dökme demirler muayene edilebilir. Genellikle yüzey ve yüzeye yakın alandaki çatlak şeklindeki malzeme ayrılmaları tespit edilebilir. Belirli koşullar altında döküm parçalarda ve kaynak dikişlerinde yüzeye yakın (yüzeyin hemen altındaki) hatalar da görüntüye getirilebilir.

Magnetik Partikül Çatlak Kontrol yöntemi döküm, dövme ve kaynak dikişi kontrollerinde yoğun olarak kullanılmaktadır. Otomotiv, çelik konstrüksiyon, güç santralleri, petrokimya ve havacılık sektörlerinde uygulama alanı bulmaktadır.

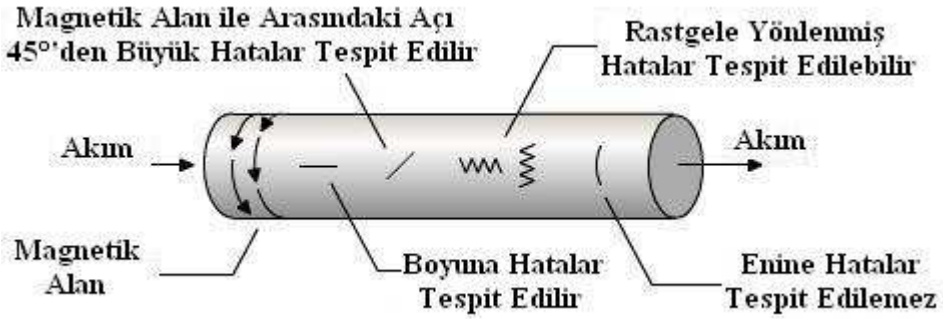
Ferromagnetik malzemelerin magnetik iletkenliği iyidir (permeabiliteleri yüksektir). Magnetizasyon sırasında magnetik alan çizgileri çatlaklarda olduğu gibi daha az iletken bir bölgeye geldiğinde, değişen magnetik iletkenlikten dolayı bir magnetik alan saçılması oluştururlar. Magnetik alandaki bu değişim, magnetik partikül muayenesinde temel oluşturur. Bir çatlak veya malzeme ayrılmasının oluşturduğu bu saçılan alan, magnetizasyon sırasında yüzeye kuru veya süspansiyon içerisinde uygulanan ve serbest olan demir ve demir oksit tozlarını çekmeye ve hatalı bölge üzerinde magnetik bir köprü oluşturmaya başlar. Bu şekilde çatlak veya malzeme ayrılması üzerinde oluşan toz yığını gözle görülerek hatalı bölge olarak tanımlanabilir.



Magnetik partikül çatlak kontrolünün temel prensibi

Bir çatlak görüntüsü için en önemli şart, magnetik alan çizgileriyle çatlak veya malzeme ayrılması arasındaki açının 45° 'den az olmamasıdır.

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene



Tespit edilebilir hata doğrultuları

Magnetizasyon Teknikleri

Magnetik partikül muayenesinde muayene parçasında bir magnetik alan oluşturmak için doğrudan ve dolaylı magnetizasyon teknikleri uygulanır.

A) Doğrudan Magnetizasyon

1. Malzemenin kendisi üzerinden akım geçirmek

Bu yöntemde ferromagnetik malzeme, kendisi üzerinden veya belirli bir bölümünden alternatif, yarı dalga veya tam dalga doğru akım geçirilerek magnetize edilir. İçerisinden akım geçen iletkenin çevresinde magnetik alan oluşacağı ve alan çizgilerini dik kesen hataların tespit edilirliği prensibi gereği, olası boyuna çatlaklar görüntüye getirilir. Malzemeden geçirilmesi gereken akımlar malzeme kesiti ile doğru orantılıdır ve bu yüzden malzemenin temas noktalarında yanma noktaları oluşmaması için çok iyi bir temas sağlanması gerekmektedir.

Yöntemin esas uygulama şekli, test cihazının temas kafaları arasına test parçasının sıkıştırılarak üzerinden akım geçirilmesi şeklindedir. İkincil uygulama şekli de prodlar veya kıskaçlar kullanılarak malzemenin bir bölgesinden doğrudan akım geçirilmesi şeklindedir. Prodlar genellikle bakırdan imal edilir ve özellikle kaynak dikişlerinin kontrollerinde kullanılır. Her iki durumda da sıkı temas önemlidir. Aksi halde yeterli olmayan temas koşullarında ark atlamaları ve ikincil hasarlar oluşabilir.

2. İndüksiyon akımı Tekniği

Bazı durumlarda, özellikle dairesel ve ortası delik parçaların testinde muayene edilecek parçadaki alanı amaca uygun yönlendirebilmek için parça içerisinde bir magnetik alan yaratılması gerekir. Şekilde görüldüğü gibi halka şeklindeki test parçası

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

üzerinde, dairesel yönde akan bir indüksiyon akımı oluşturularak dairesel hataları test edilebilir. İndüksiyon akım tekniği prensip gereği sadece alternatif akım kullanılarak uygulanabilir.

B) Dolaylı Magnetizasyon

1. Tabii mıknatıs

Muayene edilecek parçanın bir bölümü mıknatısın kutupları arasında oluşacak magnetik alanla mıknatıslanır. Bu yöntem mıknatısın iki kutbu arasındaki alan çizgilerine dik olan hataların tespitinde uygulanır. Tabii mıknatıs uygulaması, oluşturulacak magnetik alanın büyüklüğünün az olması dolayısıyla seri kontrol amacıyla kullanılamaz.

2. Elektromıknatıs

Malzeme bir elektromıknatıs yardımı ile mıknatıslanır. Muayene edilecek parça kutuplar arasındaki magnetik alan içerisine yerleştirilir. Parça ve mıknatıs kapalı bir magnetik devre oluşturur ve boyuna magnetik alan yaratılır. Sabit elektromıknatısların yanısıra taşınabilir el magnetleri şeklinde de günümüzde Tahribatsız Muayene oldukça yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Elektromıknatıslar alternatif veya darbeli doğru akımla çalışabildiği gibi alan şiddetleri de ayarlanabilmektedir.

3. Yardımcı iletken üzerinden akım geçirmek

Sık kullanılan bir diğer muyene yöntemi de yardımcı bir iletken kablo veya çubuk kullanılarak oluşan magnetik alanın kullanılması şeklindedir. İletkenin çevresinde oluşacak magnetk alan ile malzeme mıknatıslanır ve boyuna ve radyal doğrultudaki hatalar tespit edilebilir. Parça ile yardımcı iletken arasında bir elektriksel temas olmadığından ark oluşması tehlikesi yoktur. Bu yöntemle hem iç hem de dış hatalar tespit edilebilir. Yöntemin bir diğer avantajlı tarafı da çok sayıda parçanın aynı anda test edilebilmesine imkan tanımasıdır.

4. Bobin ile mıknatıslama

Bobin ile mıknatıslama yine oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Boyuna magnetik alan oluşturularak enine hataların tespti yapılır. Sarım sayısı gerekli magnetik alan şiddetine bağlıdır ve şiddeti amper-tur ile ifade edilir. Ampermetreden okunan akımın bobinin sarım sayısı ile çarpılması ile elde edilir.

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

Avantajları

- Uygulaması kolaydır.
- Niceldir.
- Görüntüleme hariç tutulursa otomasyona uygundur. (Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle beraber basit hataların görüntülenmesinde kameralar kullanılmaktadır.)

Dezavantajları

- Sadece ferromagnetik malzemelerle sınırlıdır.
- Sadece yüzey ve yüzeye yakın hataların tespiti mümkündür.

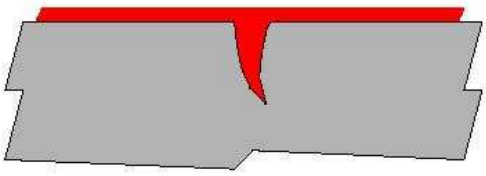
©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

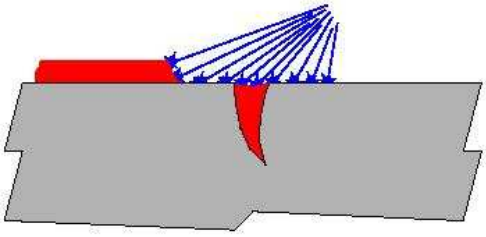
Penetrant Yöntemi

Bu yöntem ferromagnetik olmayan malzemelerin yüzeylerindeki hataların tespitinde kullanılır. Oldukça basit ve yaygın bir yöntemdir. Temel olarak kılcallık olayı ile ilgilidir. Tahribatsız muayenede kullanılan penetrantlar düşük gerilim ve yüksek kılcallığa sahiptir.

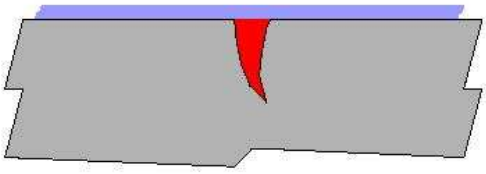
Penetrant testinde, ilk olarak test edilecek parçanın yüzeyinin (dolayısıyla çatlağın içinin) kimyasal olarak temizlenip yağ, kir vb. yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Penetrant test parçasının yüzeyine uygulanır ve penetrantın yüzeye açık süreksizliklere kılcallık olayı ile girmesi için yaklaşık onbeş dakika beklenir. Daha sonra süreksizliklerin içerisine girmeyen yüzeydeki penetrant giderilir. Süreksizliklere giren penetrantın dışarı çıkmasını sağlayan geliştirici ince bir tabaka olarak yüzeye uygulanır. Bu olaya ters kılcallık denir ve penetrantın daha geniş bir belirti oluşturmasını sağlar. Penetrantta tabi olan parçanın yüzeyi incelendikten sonra penetrant ve geliştiriciye ait kalıntıları gidermek için son temizlik yapılır.



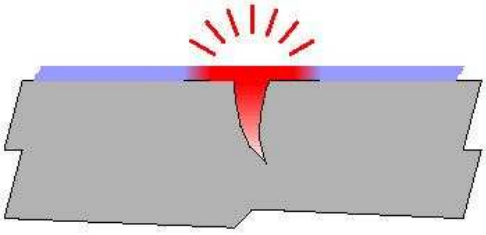
Penetrantın yüzeye uygulanması ve çatlağa girmesi



Yüzeydeki artık penetrantın temizlenmesi



Geliştiricinin yüzeye uygulanması



Çatlaktaki penetrantın yüzeye çıkması ve görüntülenmesi

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

Görülebilme özelliklerine göre üç tip penetrant sistemi vardır:

- Florışıl Penetrant: Florışıl boya içiren penetrantlardır.
- Görülebilen penetrant: beyaz ışıkta görülen, renkli boya içeren penetrantlardır.
- Görülebilen ve florışıl penetrant: Hem görülebilen renkli boya, hem de florışıl boya içeren penetrantlardır.

Bekleme süresinden sonra yüzeydeki fazlalık penetrantı giderebilme özelliklerine göre dört penetrant metodu vardır:

- Su ile yıkanabilen penetrant
- Sonradan emülsiyonlu penetrant (Lipofilik)
- Çözücü (Solvent) ile giderilen penetrant
- Sonradan emülsiyonlu penetrant (Hidrofilik)

Avantajları

- Uygulaması kolaydır.
- Bütün metallere uygulanır ve ferritik olmayan metallerde yüzey çatlakları için en iyi yöntemdir.
- Plastik, seramik, mika, cam gibi malzemelere de uygulanabilir.
- Otomasyona uygundur.
- Niceldir.

Dezavantajları

- Sadece yüzeye açık hataların tespitinde kullanılır.
- Aşırı pürüzlü ve gözenekli yüzeylerin testinde sağlıklı sonuç alınamaz. Örneğin, sırlanmamış seramikler.
- Hassasiyeti düşüktür.
- Önemli miktarda eriyen malzeme kullanılır.

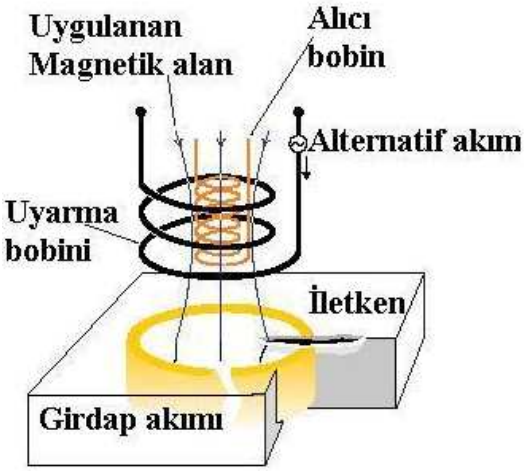
©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

Girdap Akımları (Eddy-Current) Yöntemi

Tahribatsız malzeme muayene yöntemlerinden biri olan Girdap Akımları Yöntemi temel olarak iletkenlerin incelenmesinin esası olan elektromagnetizmaya dayanmaktadır. Girdap akımları, elektromagnetik indüksiyon denilen proses doğrultusunda elde edilir.

İçerisinden akım geçen bir iletkenin etrafı bir magnetik alanla çevrilidir. Bu magnetik alanın gücü, kendini oluşturan bu akımla direkt olarak ilişkilidir. Büyüklüğü değişen bu akım, örneğin zamana bağlı olarak değişen bir alternatif akım, palslı bir magnetik alan yaratır. Şayet elektrik iletkenliğine sahip bir malzeme bu magnetik alan içerisinde bırakılırsa, malzemenin içerisinde bir gerilim indüklenir. Malzeme iletken olduğunda bu gerilim malzemenin içerisinde bir akım indükler. Bu akım "Eddy current" (Eddy akımı ya da Girdap Akımı) olarak bilinir. Eddy akımı kendini oluşturan akımın özelliklerini taşır fakat doğrultusu terstir. Malzeme yüzeyindeki eddy akımı doğrudan doğruya kendini oluşturan akımın frekansı ile ilgilidir. Bu açıdan, eddy akımının etkilediği derinlik bu frekansın artmasıyla azalacaktır. Malzeme yüzeyinden içerideki oluşan eddy akımları, yüzeyde oluşan akımların faz değişimleri ile ilişkilidir. Eddy akımları şayet çatlak, boşluk, yüzey hasarları veya hatalı kaynak birleştirmeleri gibi malzeme kusurları ile karşılaşırsa, akısın olması gerektiği doğrultuda yayınamazlar. Bunun sonucunda magnetik alanda bir değişiklik oluşur, ve buna bağlı olarak test bobini de reaksiyon verir. Eddy current test prosedüründe bu kavram malzeme hatalarının tespitinde kullanılmaktadır.



Girdap Akımları Kullanarak Hata Tespiti

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene

Teknik Bilgi

Tahribatsız muayene olarak girdap akımlarının temel avantajlarından biri çeşitli kontrol ve ölçümlerin gerçekleştirilebilmesidir. Genel olarak, girdap akımlarının kullanım yerleri şunlardır:

- Çatlak Tespiti
- Malzeme Kalınlık Ölçümü
- Kaplama Kalınlığı Ölçümü
- İletkenlik Ölçümü
  - Malzeme Belirleme
  - Isı Hasarları Tespiti
  - Doku Kalınlığı Tespiti
  - Isıl İşlem İzleme

Avantajları

- Küçük çatlaklara ve diğer hatalara karşı duyarlıdır.
- Yüzey ve yüzeye yakın hataları tespit eder.
- Kontrol hemen sonuç verir.
- Ekipmanlar taşınabilir.
- Metot kusur tespitinden çok daha fazlası için kullanılabilir.
- Minimum parça hazırlığı gereklidir.
- Test problarının parçaya değmesi gerekmez.
- Kompleks şekillerde ve sayıda iletken malzeme kontrolünde kullanılabilir.

Dezavantajları

- Sadece iletken malzemeler test edilebilir.
- Prob yüzeye erişebilmelidir.
- Diğer yöntemlerden daha kapsamlı beceri ve eğitim gerektirir.
- Yüzey temizliği ve pürüzsülük gereklidir.
- Limitli penetrasyon derinliği vardır.
- Ayar için standart referanslar gereklidir.
- Prob bobin sarımına ve tarama yönüne paralel olan tabakalar halinde dizilmiş hatalar tespit edilemezler.

©2007 TMM Tahribatsız Malzeme Muayene