

Yüzey Tahribatsız Muayene Metotları

Ekim TEPE

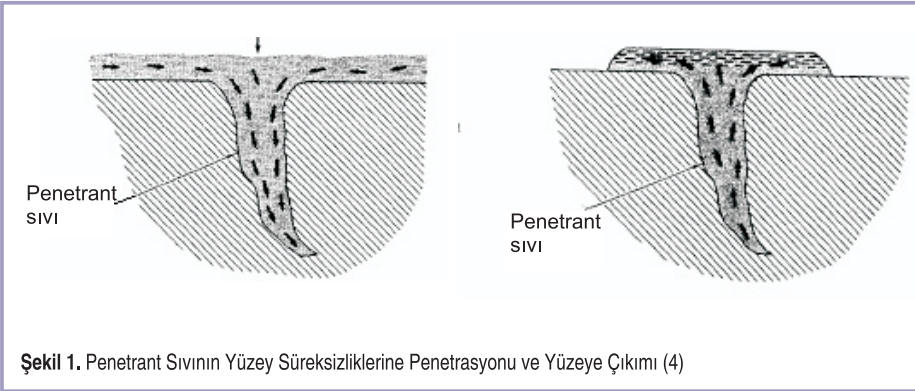
ekim.tepe@donaldson.com

YÜZEY KONTROL YÖNTEMLERİ

Malzeme ve imalatların tahribatsız yüzey kontrolünde en yaygın

test parçasının yüzeyine uygulanır, sıvının yüzeydeki süreksizliğin içerisine girebilmesi (penetre edebilmesi; penetrant kelime anlamıyla

girici, nüfuz edici demektir) için yeterli bir süre beklenir. Eğer süreksizlik aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi küçük ve dar ise kılcallık etkisiyle sıvı süreksizliğin içine nüfuz eder.



Şekil 1. Penetrant Sıvının Yüzey Süreksizliklerine Penetrasyonu ve Yüze Çıkımı (4)

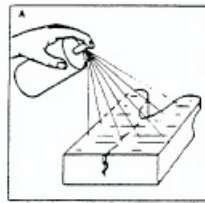
Yeterli penetrasyon zamanı geçtikten sonra parçanın yüzeyi temizlenir. Ardından geliştirici maddenin (developer) uygulanmasıyla sıvı ters kılcallık olayı ile dışarı çıkarak penetrantın yüzeyde belirmesini sağlar. Böylelikle yüzeyde normalde gözle görülemeyen kusurlar, görülebilir hâle getirilmiş olur.

kullanılan, pratik ve güvenilir metotlar Sıvı Penetrant Muayene ve Magnetik Parçacıkla Muayenedir. Bu iki metot da sadece malzemelerin yüzeylerine açık kusurların belirlenmesinde etkiliyken magnetik parçacıkla muayene yöntemi ile yüzeyin biraz daha altındaki kusurlar da tespit edilebilir. Bu iki yöntemde de malzemenin iç yapısının muayenesi mümkün değildir. Malzemelerin iç yapı muayenesinde diğer tahribatsız muayene yöntemlerinden radyografi, ve ultrasonik muayene çok etkilidir (1).

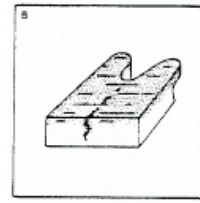
SIVI PENETRANT MUAYENE

Sıvı penetrant ile muayene yöntemi sıvıların kapillarite (kılcallık) özelliğine dayalı bir yöntemdir. Penetrant sıvı,

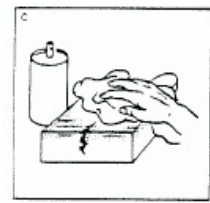
Sıvı Penetrant ile Muayenenin Temel Aşamaları



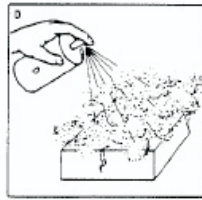
1. Penetrant malzeme, yüzeye uygulanır.



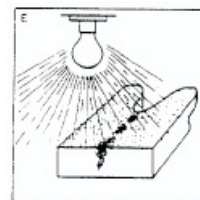
2. Penetrantın yüzeydeki süreksizliğe yeterince girebilmesi için beklenir.



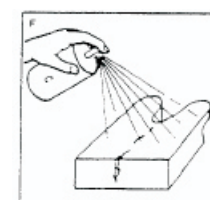
3. Yüzeydeki penetrant temizlenir.



4. Penetrantın yüzeye çıkabilmesi için geliştirici uygulanır.



5. Test parçası incelenir ve beliren izler yorumlanır.



6. Muayene bittikten sonra parça temizlenir.

Sıvı Penetrant Testinin Avantajları

1. Parçaların yüzeylerinde bulunan çatlak, gözenek gibi süreksizliklerin tespitinde prosedürüne uygun yapıldığında iyi ve hassas sonuçlar verir.
2. Test malzemelerine kimyasal yönden zararı olmadıkça bütün metallere ve hatta cam, plastik, seramik gibi metal olmayan malzemelere de uygulanabilir.
3. Diğer tahribatsız muayene metotlarına göre ekonomik sayılabilecek bir yöntemdir.
4. Nispeten pratik ve kolay uygulanabilen ve çabuk sonuç alınabilen bir metottur.

Sıvı Penetrant Testinin Sınırları

1. Sadece yüzeye açık süreksizliklerin belirlenmesinde etkindir.
2. Yüzeyi kaplı, boyalı, pürüzlü parçalarda sağlıklı sonuçlar alınmaz.

Sıvı Penetrant Test Ekipman ve Malzemeleri

Taşınmaz test ekipmanı genellikle çok sayıda ve karmaşık şekilli parçaların fabrikasyon seri üretiminde kullanılır.

Penetrant, temizleme ve geliştirme malzemeleri parçanın tank içerisine daldırılmasıyla uygulanır. Taşınmaz test ekipmanı ise daha çok şantiye üretimlerinde, yeri sabit taşınamayan parçaların testinde kullanılır. Test malzemeleri yüzeye sprey kutularıyla püskürtülür (4).

Penetrant Malzeme

Genellikle kırmızı renkte olan gün ışığında görülebilen penetrant sıvıların dışında, yalnızca karanlık ya da mor ışık altında görülebilen floresan penetrant sıvılar da mevcuttur. Floresan penetrant metodu gün ışığında görülebilen, kırmızı penetrant metoduna kıyasla daha iyi kontrast sağladığından daha küçük yüzey kusurlarının tespitinde etkiliyken, test ortamının karartılması ya da taşınabilir mor ışık ekipmanının bulundurulması gerekliliğinden de gün ışığında görülebilen penetrant metodu uygulamada daha basittir (2).

Temizleyici

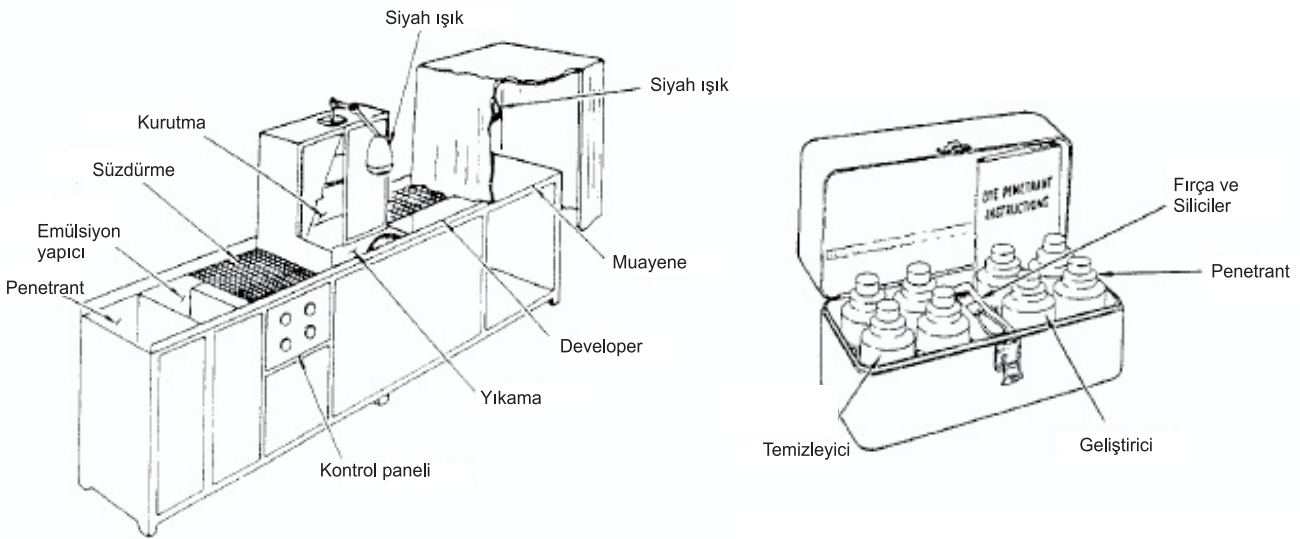
Parçanın yüzeyine uygulanmış penetrantı su ile giderebilen bir emülsiyon haline dönüştüren temizleyicilerin parçadaki kusurlara

nüfuz etme özellikleri olmadığından, süreksizliklerin içerisindeki penetranta müdahale edilmez ve sadece yüzeydeki fazla olan penetrantla emülsiyon oluşturarak su ile yıkanabilmesini sağlar (2).

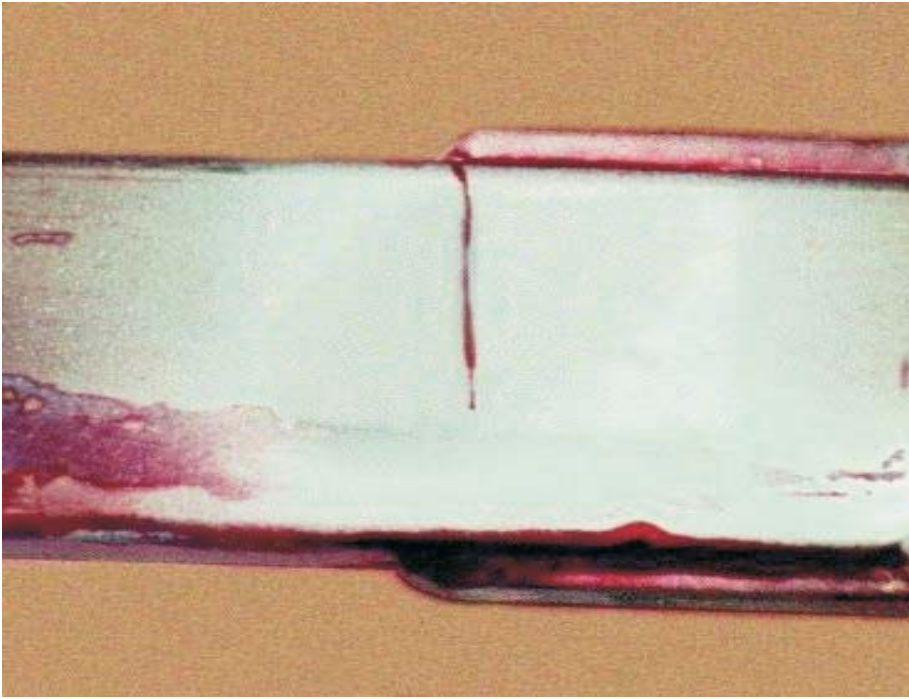
Geliştirici

Ters kılcalılık olayı ile yüzey kusurunun içerisindeki penetrantın yüzeye çıkmasını sağlayan ve penetrant yüzeye çıktıktan sonra da renklerde kontrast yaratarak belirtinin kolay görülebilmesine yardımcı olan, beyaz, kuru tozlu, susuz yağ ya da yağ çeşitleri olan malzemelerdir. Geliştiriciler özel mum ya da plastik film malzemenin olabilirler. Bu geliştiriciler parça yüzeyinde elde edilen görüntüden sert ve arşive kaldırılabilir kalıcı bir kayıt elde edilmesini sağlarlar (2).

Sıvı penetrant testiyle çatlaklar, kaynaklarda yüzeye açık gaz boşlukları, bindirmeler, yüzeydeki nüfuziyet yetersizlikleri gibi kusurlar tespit edilebilir. Şekil 3'de gün ışığında görülebilir kırmızı penetrant malzemesiyle tespit edilen bir çatlak görebilirsiniz.



Şekil 2. Taşınmaz ve Taşınabilir Sıvı Penetrant Test Ekipmanı (4)

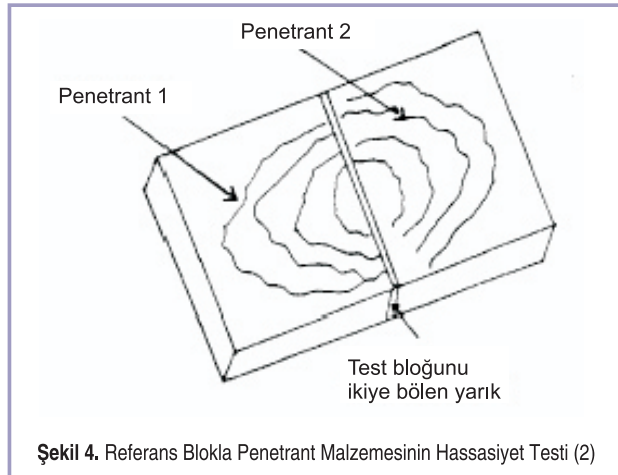


Şekil 3. Gün ışığında Görülebilir Penetrant ile Çatlak Tespiti (2)

Sıvı Penetrant Muayenede Hassasiyet Belirleme

Testte iyi bir hassasiyet elde etmede en önemli unsurlardan biri, test parçasının ve test bölgesinin yeterli ışıklandırılmasıdır. Gün ışığında görülebilen penetrant muayenede test parçasının yüzeyindeki ışık şiddeti en az 500 lux; floresan penetrant muayenede ise muayene ortamı karanlık olmalıdır. Test parçasına verilen mor ışığın ise en az $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ olması gerekir ki floresan penetrant malzeme yeterince parlayarak görülebilsin (6).

Sıvı penetrant muayenede bir diğer hassasiyet unsuru da penetrant ve geliştirici malzemesinin uygunluğudur. Bunun için yapay çatlaklar oluşturulmuş alüminyum bloklar kullanılır. Yapay çatlaklar alüminyum bloğun ısıtılması ve aniden su verilmesiyle oluşturulabilir. Blok yüzeyi ortasından bir yarıkla ikiye bölünür. Bloğun bir tarafına testte



Şekil 4. Referans Bloka Penetrant Malzemesinin Hassasiyet Testi (2)

kullanacağımız penetrant malzemesi diğer tarafına da hassasiyetini bildiğimiz ve yeterli kabul ettiğimiz penetrant malzemesi uygulanır ve yeterli bekleme süresinden sonra yüzeydeki penetrantlar temizlenir ve geliştirici uygulanır. Elde edilen çatlak görüntüleri karşılaştırılır. Eğer testte kullanacağımız penetrantla elde edilen çatlaklar görüntüsü, referans penetrantla elde edilen çatlaklar görüntüsünden daha az değilse

penetrantın hassasiyeti yeterli kabul edilir. Şekil 4'te bir test bloğu ve penetrant malzemesinin test edilmesini görebilirsiniz (2).

Penetrant malzemesinin viskozitesinin de belirli bir değerde olması gerekir. Zira düşük viskoziteli penetrantlar süreksizliklerin içerisine yeterince girmeden parçanın yüzeyinden çok çabuk süzülürler. Yüksek viskozite ise penetrasyon zamanını artıracığından testin uzun sürmesine neden olur.

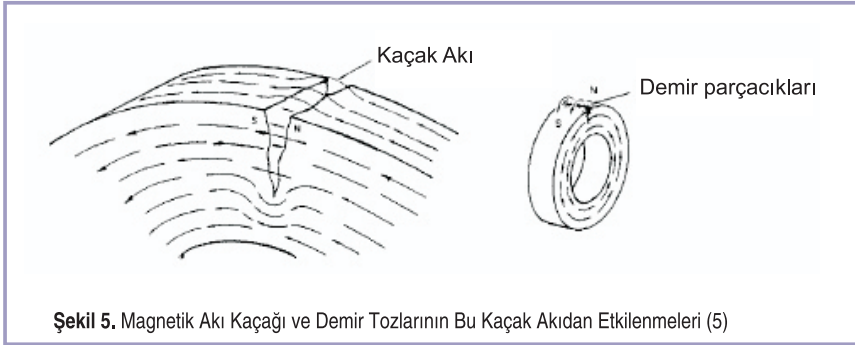
Kuru geliştirici malzemeler topaklanmaya, yapışmalara karşı gözle muayene edilir. Yaş geliştiriciler ise, taşıyıcı sıvı içerisindeki tozun yoğunluğunu ölçmek için hidrometre ile kontrol edilir.

MAGNETİK PARÇACIKLA MUAYENE

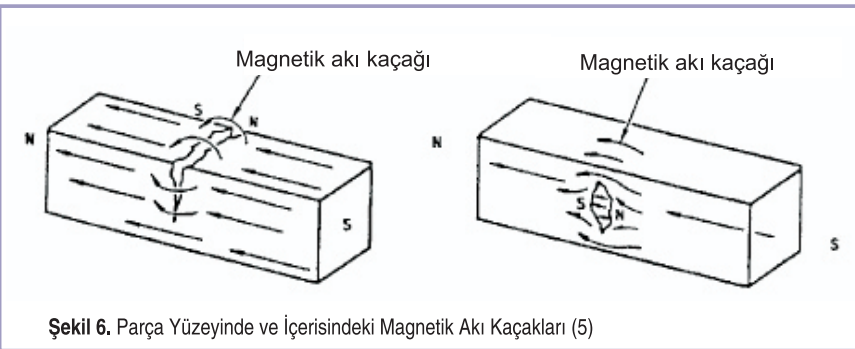
Magnetik parçacıkla test yöntemi, test parçasının magnetikleştirilmesi, yüzeyine demir parçacıklarının uygulanması ve magnetikleşmeden ötürü parçacıkların aldığı şekil ve desenlerin incelenmesi prensibine dayanır. Şekil 5'te görüldüğü gibi eğer test parçasının yüzeyinde ya da yüzeyinin hemen altında bir

çatlak, boşluk, kalıntı gibi kusurlar varsa, bu kusurların yarattığı kaçak magnetik akıdan dolayı yüzeydeki demir parçacıkları o bölgeye toplanıp belirgin izler bırakırlar.

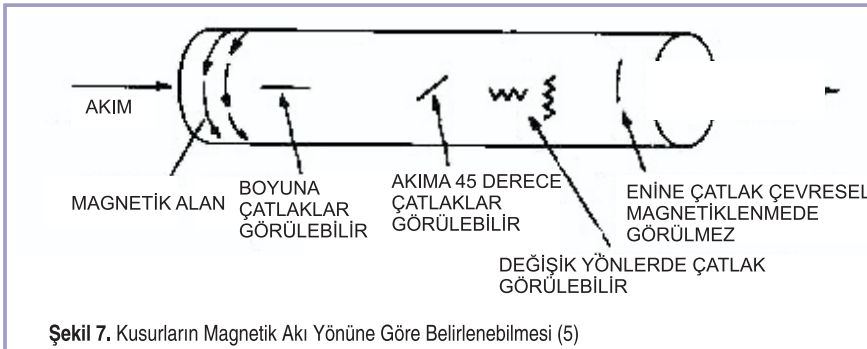
Parçanın maruz bırakıldığı magnetik akı, parçanın tüm kesiti boyunca yol alacağından parçanın içerisindeki kusurlar da magnetik akıda kaçaklar yaratırlar. Parça içerisindeki bu kaçak akı yüzeye yakın ise, bu durumda bile



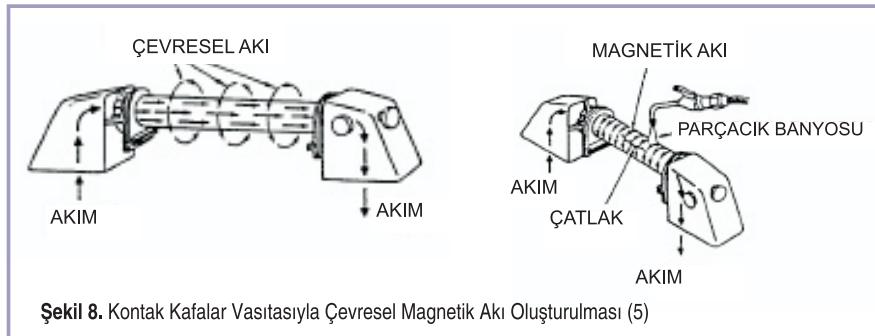
Şekil 5. Magnetik Akı Kaçağı ve Demir Tozlarının Bu Kaçak Akıdan Etkilenmeleri (5)



Şekil 6. Parça Yüzeyinde ve İçerisindeki Magnetik Akı Kaçakları (5)



Şekil 7. Kusurların Magnetik Akı Yönüne Göre Belirlenebilmesi (5)



Şekil 8. Kontak Kafalar Vasıtasıyla Çevresel Magnetik Akı Oluşturulması (5)

hâlâ yüzeydeki parçacıkları etkileyebilmektedir. Dolayısıyla şekil 6'da gösterildiği gibi, magnetik parçacıkla muayene tekniğinde yüzeyin hemen altındaki kusurlar da bu metotla belirlenebilir (5).

Magnetik Parçacıkla Muayene Yönteminin Avantajları ve Sınırları
Sıvı penetrantla muayene yöntemiyle karşılaştırıldığında avantajı, yüzeyin hemen altındaki kusurların tespitinde de etkili olabilmesiyken; en önemli

sınırlaması sadece ferromagnetik (mıknatıslanabilen) malzemelere uygulanabilir olmasıdır. Örneğin östenitik paslanmaz çeliklerin magnetiklenme özellikleri olmadığından; bu malzemeler magnetik parçacıkla test edilemezler. Östenitik paslanmaz çeliklerde sıvı penetrant test uygulanır (3).

Magnetik Akı Üretimi ve Uygulama Ekipmanları

Magnetik akının iki çeşit üretilme ve test parçasına uygulama metodu vardır: Çevresel ve Boyuna Magnetikleme.

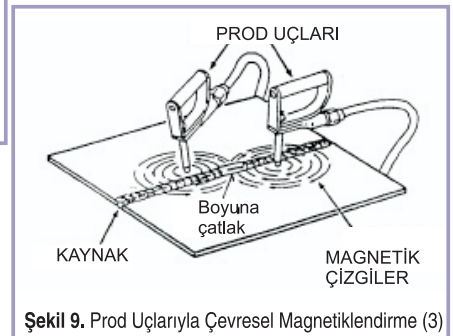
Çevresel Magnetikleme Cihazları

İçinden akım geçen bir telin etrafında sağ el kuralı yönünde bir magnetik alan oluşma prensibine göre, test parçasının ilgili yerinden akım geçirilerek test bölgesinin magnetikleşmesi sağlanır.

Magnetikleme yönü, tespit edilmesi beklenen kusurların yerine ve yönüne göre seçilmelidir. Zira Şekil 7'de temsil edildiği gibi magnetik akının yönü kusura ne kadar dikse o kadar belirgin bir görüntü elde edilirken, magnetik akıya paralel kusurlar bu magnetik akıyla belirlenemez.

Test parçası yüksek akım veren kafaların arasına sıkıştırılır ve geçen akım Şekil 8'de görüldüğü gibi parçanın etrafında çevresel magnetik akı oluşturur.

En önemli çevresel magnetikleme ekipmanı "Prod Uçları"dır. Şekil 9'da

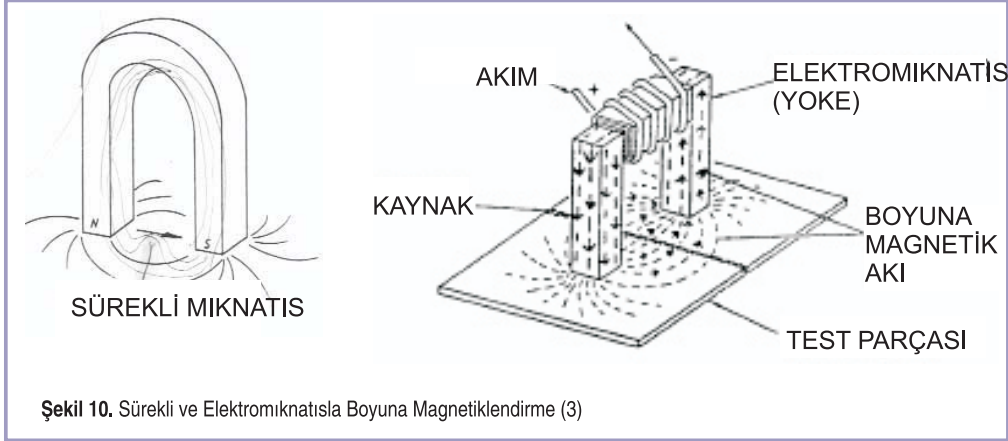


Şekil 9. Prod Uçlarıyla Çevresel Magnetikleme (3)

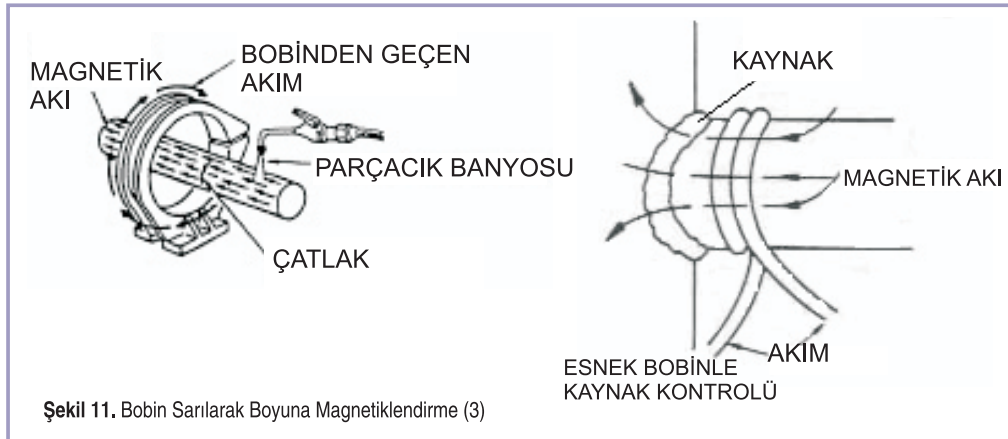
da görüldüğü gibi bakır prod uçları, parçaya 1000 amper gibi yüksek bir akım vererek parçanın magnetikleşmesi sağlanır.

alternatif akım (AC) ile elde edilebilir. Alternatif akım parça yüzeyindeki kusurların tespitinde daha etkiliyken, doğru akım yüzeyin hemen altındaki kusurların tespitinde de etkilidir.

altında ve karanlık ortamda görülebilen floresan tipleri de mevcuttur. Floresan magnetik parçacık metodu daha iyi bir kontrast sağladığından hassasiyeti daha



Şekil 10. Sürekli ve Elektromıknatısla Boyuna Magnetikleme (3)



Şekil 11. Bobin Sarılarak Boyuna Magnetikleme (3)

Boyuna Magnetikleme Cihazları

Test parçasına dış kaynaklı bir magnetik akı verilir. En basit boyuna magnetikleme cihazları Şekil 10'da görülen sürekli ya da elektromıknatıslardır.

Test parçasının etrafına, içinden akım geçen bir bobin sarılırsa da Şekil 11'de görüldüğü gibi test parçasında bir magnetik akı oluşturulur.

Test parçasının etrafına, içinden akım geçen bir bobin sarılırsa da Şekil 11'de görüldüğü gibi test parçasında bir magnetik akı oluşturulur.

Magnetik akı, doğru akım (DC) veya

Parçacıklar

Magnetik parçacıklar kuru ya da yağ olabilirler. Kuru parçacıklar tamamen kuru toz halinde parçacıklardır, yağ parçacıklar ise bir süspansiyon içerisindedirler. Parçacıklar test yüzeyiyle kontrast oluşturması için genellikle kırmızı, siyah, sarı renkte demir tozlarıdır. Ayrıca test parçası yüzeyine kontrast sıvısı da uygulanabilir. Parçacıklar test parçası magnetikleştirildikten sonra yüzeye uygulanır. Uygulama metodu çoğunlukla spreylemedir. Parçacıklar genellikle piyasada metal sprey şişeleri halinde bulunurlar.

Magnetik parçacıkların sadece mor ışık

yüksektir. Şekil 12'de bir gün ışığında görülebilen, bir de mor ışık altında görülebilen floresan parçacıklı test örnekleri görebilirsiniz.

Magnetik Parçacık Testinde Hassasiyet

Testin hassasiyeti yapay çatlaklı referans ölçüm cihazlarıyla belirlenir. En çok kullanılan ölçüm cihazı Şekil 13'te görülen "elma dilimli gereç"dir.

Bu basit gerecin üzerinde yapay oyuklar oluşturulmuştur. Bu gereç, magnetiklendirilmiş yüzeye konduğunda hem magnetik akımın yönünü tespit etmemizi, hem de şiddetinin yeterliliği hakkında bilgi



Bir kaynakta magnetik parçacık testiyle belirlenen çatlaklar.

Bir kren kancasında floresan magnetik parçacıkla çatlak tespiti



Şekil 12. Magnetik Parçacıkla Testte Çatlak Tespiti (3)



Şekil 13. Elma Dilimli Gereç (3)

sahibi olmamızı sağlar. Parçacıkların üzerinde belirlediği çizgiye dik yönde bir magnetik akı olduğu anlaşılır ve eğer bu çizgi ya da çizgiler belirirlerse, uygulanan magnetik akının yeterli olduğu söylenebilir.

SONUÇ

Hem sıvı penetrantla muayene hem de magnetik parçacıkla muayene yöntemleri sadece yüzey muayene yöntemleri olup, bu yöntemlerin

dışında radyografi, ultrasonik test, girdap akımları, akustik emisyon, görsel muayene, sızdırmazlık muayenesi, nötron radyografi, infrared ve termal test gibi diğer tahribatsız muayene metotları da mevcuttur. Ancak bu metotlar sadece eğitimli ve kalifiye personel tarafından, prosedürüne uygun yapıp doğru değerlendirildiğinde etkili sonuçlar verir. Özellikle birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunan, ancak yüzey çatlak tespitinde çok etkili metotlar olan sıvı penetrantla muayene ve magnetik parçacıkla muayene metotları, son derece prosedüre ve operatöre bağlı metotlardır. Bu yüzden uygulamalarda prosedüre tam uyulmalı, testin niteliğine göre doğru ekipman seçilmeli, eğitimli, tecrübeli ve kalifiye operatörler tarafından uygulanmalıdır.

KAYNAKÇA

1. MIX Paul E., Introduction to Nondestructive Testing A Training Guide, John Wiley and Sons, New York, 1987
2. Moore Patrick O. 1999. Nondestructive Handbook Volume 2 Liquid Penetrant Testing, ASNT.
3. McIntire Paul, Nondestructive Testing Handbook Volume 6 Magnetic Particle Testing, ASNT, 1989
4. NDT Training Program Liquid Penetrant Method, ASNT, 1979
5. NDT Training Program Magnetic Particle Method, ASNT, 1977
6. ASME Section V Article 6, Liquid Penetrant Examination
7. ASME Section V Article 7, Magnetic Particle Examination