



T.C.
ÇALIŞMA VE SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI
İş Teftiş Kurulu Başkanlığı

BASINÇLI KAPLARIN KONTROL METOTLARI

İş Müfettişi Yardımcılığı Etüdü

Onur TETİK
İş Müfettişi Yardımcısı

İzmir-2011

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLolar DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
GİRİŞ.....	1
1.BASINÇLI KAPLAR.....	3
1.1.Tanımlar.....	3
1.1.1. Basınçlı Kap	3
1.1.2. Kap	3
1.1.3. Basınçlı Ekipman.....	3
1.1.4.Emniyet Aksesuarları.....	3
1.1.5. Basınçlı Emniyet Cihazları.....	3
1.1.6. Otomatik Sistemler ve Emniyet Cihazları.....	3
1.2.Basınçlı Kap Çeşitleri.....	5
1.2.1. Kazan	5
1.2.2. Kompresörler.....	6
1.2.2.1 Basınçlı hava tankı	7
1.2.2.2 Çıkış Filtresi.....	8
1.2.2.3 Kurutucu.....	8
1.2.2.4 Hassas Filtre.....	8
1.2.2.5 Hidrafor Sistemi.....	9
1.2.3. Kriyojenik Tanklar.....	9
1.2.4. Otoklav Kazanı.....	9
1.2.5. Boyler Kazanı.....	10
2.BASINÇLI KAPLARDAN KAYNAKLANAN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEHLİKELERİ	11
2.1.Basınçlı Kaplarda İş Güvenliği Riskleri.....	11
2.1.1. Patlama.....	11
2.1.2. Boğulma ve Zehirlenme	11
2.1.3. Yangın.....	11
2.1.4. Kimyevi ve Termal Yanıklar.....	11
2.1.5. Gürültü ve Titreşim	11
2.2.Basınçlı Kaplarda Kaza Nedenler	12
2.2.1. Tasarım Hatası.....	12
2.2.2. İşletme Hatası.....	12

2.2.3. Emniyet, Kontrol ve Gösterge Cihazlarının Çalışmaması	12
2.2.4. Korozyon.....	12
2.2.5. Hatalı ve Yetersiz Bakım	12
2.2.6. Test ve Kontrollerin Yapılmaması	12
3.BASINÇLI KAPLARIN PERİYODİK KONTROLLERİ.....	13
3.1. Basınçlı kapların periyodik kontrollerinin mevzuatta yeri	13
3.1.1. Basınçlı kaplarda etiket:	13
3.1.2. Basınçlı kapların periyodik kontrolü:.....	14
3.1.3. Basınçlı kaplarda kapa - kapak:	14
3.1.4. Basınçlı kaplarda kontrol cihazları:.....	14
3.1.5. Basınçlı kaplarda emniyet supabı:.....	15
3.1.6. Basınçlı kapların basınç deneyleri:	15
4.BASINÇLI KAPLARIN KONTROL TEKNİKLERİ.....	16
4.1. Basınçlı Kapların Kontrol Teknikleri Çeşitleri	16
4.1.1. Zorlayıcı Testler (Deformatif).....	16
4.1.1.1. Hidrolik Test.....	16
4.1.1.1.1. Hidrolik Basınç Testi Uygulaması Esnasında Yapılan Kontroller.....	17
4.1.1.1.2. Hidrolik basınç testi sonrası yapılan işlemler:	19
4.1.1.2. Pnömatik Test.....	19
4.1.2. Zorlayıcı Olmayan Testler (Non deformatif).....	19
4.1.2.1. Gözle Muayene.....	20
4.1.2.2. Penetran Sıvı İle Kontrol	20
4.1.2.2.1. Penetran Sıvının Uygulanması.....	22
4.1.2.2.2. Ara Yıkama.....	22
4.1.2.2.3. Geliştiriciler.....	23
4.1.2.2.4. Hataların Değerlendirilmesi	24
4.1.2.3. Ultrasonik Kontrol.....	24
4.1.2.3.1. Ultrasonik Muayene Yöntemi ve Prensipleri.....	25
4.1.2.3.1.1. İletme Yansıma Yöntemi	25
4.1.2.3.1.2. Rezonans Metodu	26
4.1.2.3.1.3. Ultrasonik Muayenede Kullanılan Dalga Çeşitleri ve Özellikleri.....	27
4.1.2.3.2. Ultrasonik Muayene Yöntemi ile Yapılabilecek Ölçümler	29
4.1.2.3.3. Ultrasonik Muayene Test Tekniklerinin Üstünlükleri....	29
4.1.2.4. Radyografik Yöntem ile Muayene (Röntgen Işımları).....	30
4.1.2.4.1. Radyografik Yöntemin Temel Prensipleri ve Donanımı.....	30
4.1.2.4.2. Radyografide Kullanılan Işımlar ve Işınım Enerjisi	31
4.1.2.4.3. Radyografik Görüntü Oluşumu.....	32

4.1.2.4.4.Muayene Sonunda Filme Bakarak Kaynak Hatalarını Tespiti.....	33
4.1.2.4.5.Muayene Edilecek Kaynaklı Parçanın Arkasına Kurşun Plaka Yerleştirme ve Radyasyona Karşı Tedbir Alma	34
4.1.2.5.Manyetik Kontrol	35
4.1.2.5.1.Mıknatıslanabilen Metaller	35
4.1.2.5.2.Manyetizasyon İşlemi ve Yöntemleri	35
4.1.2.5.3.Manyetizasyon Akımı	36
4.1.2.5.4.Manyetik Kontrol Yönteminde Kullanılan Toz	36
4.1.2.5.5.Çatal Manyetizasyon.....	36
4.1.2.5.6.İçinden Akım Geçen Merkezi Sistemler	37
4.1.2.5.7.Manyetik Duyarlı Sonda Yöntemi	38
4.1.2.5.8.Manyetik Toz Yöntemi	38
4.1.2.5.9.Malzeme Cinsine, Şekline Boyutuna Göre Manyetik Kontrol Yöntemi Uygulama.....	38
4.1.2.5.10.Tozların Kümelenmesinden, Sapmasından ve Yönünden Kaynak Dikişindeki Hatanın Yerini ve Boyutunu Belirleyebilme ..	39
SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	40
KAYNAKLAR	42

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünde Adı Geçen Emn. Cihazları	4
Tablo 2. Sanayide En Çok Kullanılan Basınçlı Kaplar	5
Tablo 3. Kaynak Hatalarının Tanımı ve Radyografik Görüntüleri.....	33

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kompresörlerin Sınıflandırması.....	6
Şekil 2. Basınçlı hava devresi.....	7
Şekil 3. Temizleme spreyi.....	21
Şekil 4. Flüoresan penetran (girici) sıvıyla ultraviyole ışınları altında yapılan test resimleri.....	22
Şekil 5. Penetran testi işlem sırası.....	22
Şekil 6. Ultraviyole ışınları altında sıvı emdirerek yapılan muayene aşamaları.....	23
Şekil 7. Ara temizleme.....	23
Şekil 8. Hata değerlendirme.....	24
Şekil 9. Ultrasonik Laminasyon Cihazı İle Boru Kontrol.....	25
Şekil 10. Propla Kaynaklı Parçanın Hata Tespiti.....	26
Şekil 11. Direnç Kaynaklı Parçanın Hata Tespiti.....	27
Şekil 12. Osiloskop Ekranı ve Kontrol Edilen Parça.....	26
Şekil 13. Hatanın ekranda görünüşü.....	28
Şekil 14. Tek ve çift başlıkla çalışma.....	29
Şekil 15. X ışını ile yapılan muayene.....	31
Şekil 16. Hatalı parçanın radyografik görüntü oluşumu.....	32
Şekil 17. Endüstriyel bir radyografik filmin yapısı.....	33
Şekil 18. Malzeme İle Hazırlanan Film.....	35
Şekil 19. Sürekli mıknatıs.....	36
Şekil 20. Sürekli mıknatısla kaynak bölgesinin taranması.....	37
Şekil 21. İçinden akım geçen deney cihazı.....	37
Şekil 22. Sürekli mıknatıs ve sensörler ile kontrol edilen hatalı ve hatasız parçalar.....	38

GİRİŞ

Sanayi ve teknolojinin hızla gelişmesi neticesinde, yeni iş sahalarının açılması ile birlikte, yeterli önlemlerin alınmaması durumunda çalışanların sağlığını ve güvenliğini tehdit eden durumlar ortaya çıkmaktadır. Bu süreçle birlikte bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de en önemli sorunların başında iş kazaları nedeni ile ortaya çıkan can ve mal kayıplarının önlenmesi gelmektedir. Uluslararası Çalışma Örgütüne göre dünyada her yıl 120 milyon iş kazası meydana gelmektedir. Bu kazalarda her yıl 210 bin kişi hayatını kaybetmektedir. Ülkemiz ise iş kazaları konusunda dünyada üçüncü Avrupa'da ise ilk sırada yer almaktadır ki bu durum çok üzücüdür.

İşyerlerinde çalışanların sağlığı ve güvenliği açısından tehlike yaratabilecek birçok durum bulunmaktadır. Sanayide en çok kullanılan ve bu derecede tehlike arz eden ekipmanlardan birisi basınçlı kaplardır. Basınçlı kaplar doğru kullanılmaması halinde bomba etkisi yaratır, etrafındaki çalışanlar ve çevre için büyük bir tehlike haline gelir. Basınçlı kapların iş güvenliği açısından tehlikeli bir durum oluşturmasının nedenleri birkaç başlık altında özetlemek mümkün gerekirse:

1. Kullanılan cihazların kontrollerinin yaptırılmaması veya uygun şekilde yaptırılmaması,
2. Tüketicilerin güvenli ürün yerine ucuz ürünü tercih etmeleri,
3. Son kullanıcıların cihaz kullanımı konusunda üreticilerin kullanma talimatlarına uygun davranmamaları,
4. Günlük bakımlarının yapılmaması,
5. Basınçlı kapların, bu konuda eğitim almamış sadece o ekipmanı kullanmak üzere görevlendirilen ehil kişilerce kullanılmaması,
6. Üreticilerin büyük bir kısmının uygulamadaki mevzuatlara uygun üretim yapma konusunda sorumlu davranmamaları olarak sıralayabiliriz.

Basınçlı kaplar zamanla korozyona uğrar, emniyet elemanlarında arıza, bağlantı ve kaynak yerlerinde açılma, çatlak gibi hatalar meydana gelir. Basınçlı kaplarda oluşan hatalar gözle fark edilmeyebilir. Basınçlı kaplar bu şekilde çalışmaya devam ederse güvensiz bir çalışma ortamı oluşur ve buda basınçlı kabın çalıştığı

sürece patlama riski taşıdığı anlamına gelir. Basınçlı kapların yapılan kontrolleriyle bu hatalar ortaya çıkar. Ayrıca yapılan kontrollerle basınçlı kapların kullanıma uygun olup olmadığı, güvenli bir şekilde çalışabilirliği de tespit edilebilir. Bu şekilde basınçlı kapların kullanıldığı işyerlerinde daha güvenli bir çalışma ortamı sağlanmış olur.

Yukarıda da belirtildiği gibi basınçlı kapların güvenli bir şekilde çalışması için en önemli faktörlerden biri basınçlı kapların yapılan kontrolleridir. Bu çalışmada basınçlı kaplar ve tehlikelerinden bahsedildikten sonra esas olarak basınçlı kapların kontrol metotları üzerinde durulacaktır.

1. BÖLÜM

BASINÇLI KAPLAR

1.1. Tanımlar

Basınçlı kapların çeşitleri, özellikleri ve periyodik kontrolleri ile ilgili başlıklardan önce basınçlı kaplarla ilgili tanımların bilinmesi gerekir. Aşağıda bu tanımlardan en yaygın kullanılanlarına yer verilmiştir.

1.1.1. Basınçlı Kap

İç basıncı 0,5 bardan büyük olan kap ve ekipmanlara denir.

1.1.2. Kap

İçine akışkan doldurmak için tasarlanmış ve imal edilmiş hazneye denir. Bir kap birden fazla hazneden oluşabilir.

1.1.3. Basınçlı Ekipman

Her türlü basınçlı kap ile bunlar ile bağlantılı boru donanımı, emniyet donanımları ve basınçlı aksesuarlar anlamına gelmektedir. Eğer; varsa basınçlı ekipman üzerindeki flans, nozul, kaplin, destekler, kaldırma mapası vb. basınçlı kısımlara bağlı elemanlar da buna tanıma dahildir.

1.1.4. Emniyet Aksesuarları

Basınçlı kabın emniyetle işletilmesini sağlamak için gerekli olan cihazlardır.

1.1.5. Basınç Düşürme Cihazları

İzin verilen limit aşıldığında devreye girerek basıncı tamamen veya limit içinde kalacak şekilde düşüren cihazlardır.

1.1.6. Otomatik Sistemler ve Emniyet Cihazları

Ayarlanan limit aşıldığında devreye girerek hata düzeltme imkânlarını faaliyete geçiren, tesisi kısmen veya tamamen kapatan ya da durduran sistemlerdir. Aşağıda bazı otomatik sistem örnekleri bulunmaktadır;

- a. Basınç ve sıcaklık şalterleri,
- b. Akışkan seviye sviçleri,

c. Emniyetle ilgili her türlü ölçme kontrol ve düzenleme cihazları.

Emniyet cihazları ise basınçlı kapların emniyetli çalışmasını sağlayan parçalarıdır. Aşağıda İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünde adı geçen emniyet cihazları verilmiştir;

Tablo 1. İşçi Sağlığı Ve İş Güvenliği Tüzüğünde Adı Geçen Emniyet Cihazları

Sıra	Cinsi	Adı	Madde No.
1	Basınç göstergesi	Manometre	204/1
2	Sıcaklık göstergesi	Termometre/termo kupl	204/2
3	Besi pomp./seviye göst.	Tahliye cihazı	204/3
4	Basınç emniyeti	Em.valfi ağırlık yaylı	205
5	Boşaltma sistemi	Tahliye vanası	215
6	Blöf donanımı	Blöf valfi	211
7	Gaz yakıt yangın em.sist.	Sulu emniyet kabı	216
8	Gaz patlama emniyeti	Patlama kapağı	217/1
9	Su ısı genleşme emny.	Nefeslik Valfi	218/2

1.2. Basınçlı Kap Çeşitleri

Sanayide en çok kullanılan basınçlı kaplar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Tablo 2. Sanayide En Çok Kullanılan Basınçlı Kaplar

Kazan	Kompresör	Hidrofor
Pnömatik Akışkan Devreleri	Hidrolik Akışkan Devreleri	Otoklavlar
Gaz Tüpleri	Sınai Gaz Tankları	Boru Hatları
LPG Tankları	Kriojenik Tanklar	Hava Tankları

1.2.1. Kazan

İçine doldurulan akışkanın sıcaklık, basınç vb. değerlerini proses için istenilen sınırlar arasına getirmekte kullanılan cihazlara kazan denir.

Literatürde geçen bir başka değişik tanımda; “Yakıtın kimyasal enerjisini yanma yoluyla ısı enerjisine dönüştüren ve bu ısı enerjisini taşıyıcı akışkana aktaran ekipman” şeklinde yapılmıştır.

Kazanları genel olarak;

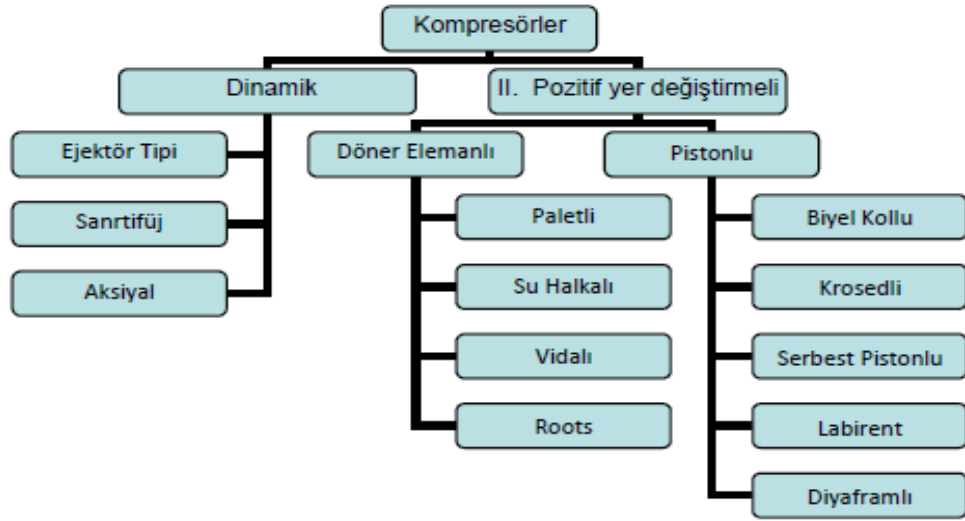
- Sıcak su kazanları,
- 90/70 Kalorifer kazanları,
- Kızgın su kazanları,
- Isı değiştiriciler (Eşanjörler, boylerler)
- Buhar kazanları,
- Kızgın yağ kazanları,
- Yüksek ve orta basınçlı kazanlar,
- Alçak basınçlı buhar kazanları,
- Buhar jeneratörleri şeklinde sınıflandırılır.

1.2.2. Kompresörler

Mekanik enerjiyi basınç enerjisine çeviren makinalardır.

Kompresörlerin sınıflandırmasını değişik kriterlere göre yapmak mümkündür. Buna örnek olarak kompresörlerin sınıflandırması aşağıdaki başlıklara göre ve genel olarak Şekil 1.'e göre yapılabilir.

- Çalışma prensibine göre sınıflandırma,
- İmalat tarzına göre sınıflandırma,
- Sıkıştırılan gazın cinsine göre sınıflandırma,
- Tahrik şekline göre sınıflandırma,
- Kullanım şekline göre sınıflandırma.



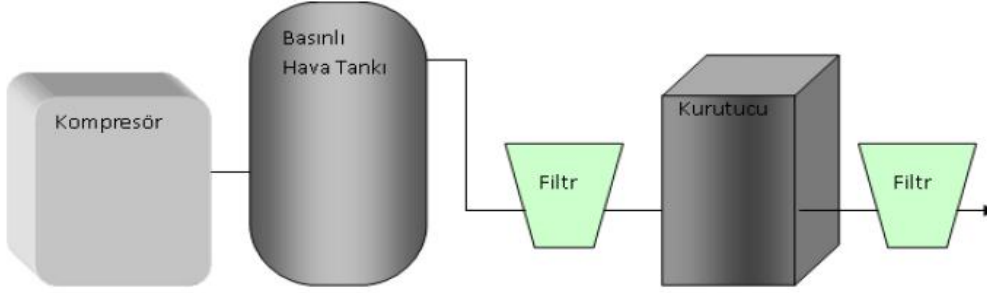
Şekil 1. Kompresörlerin Sınıflandırması

Kompresörler genelde basınçlı hava devre sistemine bağlı olarak kullanılır ve basınçlı hava devrelerinde kullanılan başlıca elemanlar şunlardır:

- I. Basınçlı hava kompresörü,
- II. Basınçlı hava tankı,
- III. Çıkış filtresi,

IV. Hava şartlandırıcı, (Kurutucu)

V. Son Filtre (hassas filtre)



Şekil 2. Basınçlı hava devresi

1.2.2.1. Basınçlı hava tankı

Basınçlı hava tankları kompresörün hemen çıkışına yerleştirilir. Sistemin önemli ve İSG açısından dikkat edilmesi gereken elemanıdır. Küresel ya da silindirik olarak yapılırlar. Depolama hacmi kullanım miktarına bağlıdır. Genellikle dakikalık kullanımın %10-15'i kadar seçilir. Tüketimin fazla olduğu ünitelerde ikinci bir depo kullanılabilir.

Basınçlı hava tankının başlıca elemanları;

- Emniyet valfi: Tank basıncının belirlenen değerin üzerine çıkmasını önlemek amacı ile kullanılan bir emniyet cihazıdır. Tankın en üst bölümüne yerleştirilir ve işletme basıncının 1,1 katına ayarlanır. Tank ile arasına hiçbir akış kesici eleman bulunmamalıdır. Emniyet valfinin tahliye kapasitesi ile tankın hacmi arasında uygunluk olmalıdır. Ağırlıklı ya da yaylı tipleri vardır. Belirli aralıklarda yetkili elemanlarca bakımı, temizliği ve ayarları yapılmalıdır.

- Manometre: Tank içi basıncı göstermesi için kullanılır. İşletme basıncının iki katını gösterecek taksimatı bulunmalı ve kolayca görülebilecek şekilde yerleştirilmelidir.

- Su tahliye sistemi: Tank içinde yoğuşan suyun tahliye edilmesi için yerleştirilir. Otomatik veya el ile kumanda edilen çeşitleri vardır.

Basınçlı hava tankı, basınçlı hava devresinde kompresörden veya diğer elemanlardan kaynaklanan debi ve basınç dalgalanmalarını yutmak ve kompresörün devreye giriş ve çıkış sıklığını önlemek, havayı soğutmak, nemi yoğuşturmak ve yoğuşan suyu tutmak gibi görevleri vardır.

Basınçlı hava tanklarının kullanım amaçları:

- a. Basınç dalgalanmalarını önlemek,
- b. Kompresör hava çıkış sıcaklığını düşürmek,
- c. Havanın nemini yoğuşturmak ve suyu tutmak,
- d. Havayı depolayarak kompresörün sık devreye girip, çıkmasını önlemek,

1.2.2.2. Çıkış Filtresi

Bütün basınçlı hava devrelerinde sistem elemanlarını korumak için filtreler kullanılır. Bu düşük basınçlarda çalışan sanayi kompresörlerinde de geçerlidir. Basınçlı hava tankı ile kurutucu arasına yerleştirilir. Havanın içindeki su, yağ gibi yabancı maddeleri ayırtırmaya yarayan bir parçadır.

1.2.2.3. Kurutucu

Havada bulunan su buharı basınçlı hava içinde yoğuşarak birikir ve hava devre elemanlarına ve proseze zarar verebilir. Suyun karışımı kompresör yağını bozar, tank ve diğer elemanlarda korozyon ve tıkanmalara sebep olur. Hava ile çalışan aletlerde aşınmaya neden olur. Bu sebeple basınçlı hava devrelerinde çıkış havasında havanın nemini tutan kurutucu elemanlara ihtiyaç vardır.

1.2.2.4. Hassas filtre

Kompresördeki nihai filtredir. Basınçlı hava sisteminde hava kurutucudan sonra gelir. Sisteme gönderilecek havadan fiziksel parçalar ile su ve yağ buharının tamamını tutacak nitelikte yapılmışlardır. Filtre kartuşunun kaç işletim saati sonunda değiştirileceği kompresör el kitabından öğrenilmeli ve zamanında değiştirilmelidir.

1.2.2.5. Hidrofor Sistemi

Basıncı düşük bir akışkanı belli bir rezervuardan veya direkt su şebekesinden alarak kullanım yerlerine basınçlı bir şekilde ileten, işletimini kullanım şartlarına göre tamamen otomatik olarak gerçekleştiren pompa sistemleridir. Binalarda, dairelerde, villalarda site ve gökdelenlerde gelen suyun yeterli olmadığı durumlarda mevcut depolardan yada bahçelerimizdeki artezyen kuyularından basınçlı su ihtiyacının karşılanması amacıyla lokal ve bireysel amaçlar için kullanılır.

1.2.3. Kriyojenik Tanklar

Çok düşük sıcaklıklardaki maddeleri depolamak için kullanılan tanklardır. Kriyojenik sıcaklıklar -150°C ile mutlak sıfır (-273°C) arasındaki sıcaklıklar olarak tanımlanır. Düşük sıcaklıklarda genellikle Kelvin sıcaklık ölçeği kullanılır. Bu ölçekte mutlak sıfır, derece simgesi kullanılmaksızın 0°K olarak gösterilir. Celsius (Santigrat) ölçeğinden Kelvin ölçeğine geçmek için Celsius derecesine 273 eklenmesi gerekir. Düşük sıcaklık koşullarında cisimlerin mekanik dayanımı ısı iletkenlik, süreklilik ve elektriksel direnç gibi özelliklerinde önemli değişiklikler ortaya çıkar. Bu düşük sıcaklıklar; oksijen, hidrojen, helyum, argon ve azot gibi gazların sıvılaştırılmasında da kullanıldığından günümüzde kriyojenik kavramı bir bilim disiplini şeklinde "kriyojenik mühendisliği" olarak oldukça yaygınlaşmaktadır. Kriyojenik tanklar, içlerinde -100 derecenin altında sıvı fazda bulunan gazları taşımak ve depolamak amacı ile üretilmektedir. Sıvı haldeki gazların gaz fazına geçmemesi için izolasyon oldukça önemlidir. Bu yüzden kriyojenik tanklar farklı bir tasarıma sahiptirler. Her bir tank, iç içe geçirilmiş iki adet tanktan oluşmaktadır. Düşük sıcaklıklarda (-270°C kadar) sıvılaştırılmış bütün gazların, çift cidarlı tanklarda sıvılaştırılma sıcaklığında muhafazası, ısı iletkenlik değeri çok düşük olan etiper "Süper ince" ile mümkün olmaktadır. Rutubetsiz, bozulmaz, yanmaz ve ucuz olan bu malzeme tankın çift cidarı arasına atmosfer basıncında veya vakum altında serbestçe doldurulur.

1.2.4. Otoklav Kazanı

Vida ve civatalarla tutturulmuş basit bir kapağı olan, iç basınca dayanıklı kap olmakla beraber laboratuvar işlerinde ve ameliyatlarda yararlanılan her türlü aygıt ve gereçleri mikropsuzlaştırmak için kullanılan basınçlı buhar kazanıdır.

1.2.5. Boyler Kazanı

Kalorifer kazanından ya da başka kaynaklardan gelen sıcak ya da kızgın buhar serpantinler (borular) vasıtasıyla içinde soğuk su bulunan bir deponun içinden geçirilerek, binada kullanılacak sıcak suyun ısıtılmasını sağlar. Sürekli ve düzenli sıcak su temini sağlamış olur. İçerisinde su basınçlı olarak tutulur. Dış kısımlarının yalıtılması gerekir.

2. BÖLÜM

BASINÇLI KAPLARDAN KAYNAKLANAN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEHLİKELERİ

2.1. Basınçlı Kaplarda İş Güvenliği Riskleri

2.1.1. Patlama

Güvenlik sistemlerinin çalışmaması sonucunda aşırı basınç artması, basınçlı kabın patlamasına yol açar. Patlama sonucu basınçlı kabın çelik malzemesi etrafta yıkıcı tahribat oluşturur.

2.1.2. Boğulma ve Zehirlenme

Patlama veya kaçak sonucu çevreye yayılan akışkanın; türü, miktarı, sahip olduğu termodinamik özelliklerine göre bulunduğu ortamdakilerin zehirlenmesine veya boğulmasına sebep olabilir.

2.1.3. Yangın

Parlama noktaları düşük olan alevlenebilir akışkanların; depolanması, transfer edilmesi, proseste kullanılması bu konuda azami dikkat edilmesini gerektiren işlemlerdendir.

Özellikle LPG, doğalgaz gibi akışkanlar havayla belli oranlarda karışım oluşturup parlama, patlama veya yangın gibi büyük felaketlere neden olabilmektedirler.

2.1.4. Kimyevi ve Termal Yanıklar

Basınçlı kaptaki akışkanın sıcaklığı, her zaman patlama riski oluşturmayabilir. Flanş ve boru bağlantılarında sızıntı şeklinde çevreye yayılan akışkanın sahip olduğu yüksek sıcaklık veya aşırı sıcak yüzeylere temas etme söz konusu olabilir.

2.1.5. Gürültü ve Titreşim

Uygun şekilde konumlandırılmamış veya izolesi yeterince yapılmamış ekipmanlar gürültü ve titreşim oluştururlar.

2.2. Basınçlı Kaplarda Kaza Nedenleri

2.2.1. Tasarım Hatası

Basınçlı kaplar; mutlaka ilgili yönetmelik, standart ve dizayn kodlarına göre imal edilmek zorundadırlar.

2.2.2. İşletme Hatası

Basınçlı kapların; belirlenen amaç için kullanılmaması, uygun olmayan yer ve şekilde tesis edilmesi, yetkisiz ve eğitimsiz kişiler tarafından işletilmesi kazaların en önemli nedenlerindedir.

2.2.3. Emniyet, Kontrol ve Gösterge Cihazlarının Çalışmaması

Basınçlı kaplar uygun emniyet, kontrol ve gösterge cihazları ile donatılmalıdır. Bu tür ekipmanlar, basınçlı kap için uygun boyutlarda olmalı ve uygun şekillerde montaj edilmelidir.

2.2.4. Korozyon

Basınçlı kaplarda korozyon, genel olarak hem fiziki durumlar hem de işletme koşullarından kaynaklanabilmekte, hem iç korozyon hem de dış korozyon oluşabilmektedir.

2.2.5. Hatalı ve Yetersiz Bakım

Genellikle serviste bulunan ekipmanlar için yapılan; revizyon, tadilat, bakım, vb. ihtiyaçlar üretim sürecini aksatmayacak şekilde, çok kısa bir süre içinde yapılmak zorundadır. Bu da çoğunlukla herhangi bir projeye ve standarda uyulmadan yapılan hatalı işlemlerdir. Bakımlar, periyodik olarak yapılmalıdır. Yeterli ve etkin bakım yapılmalıdır. Bakım personeli eğitilmiş ve sertifikalı olmalıdır.

2.2.6. Test ve Kontrollerin Yapılmaması

Test ve kontroller; ilgili yönetmelik ve standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Belirtilen sürelerde ve zamanında yetkili personel tarafından yapılmalıdır.

3. BÖLÜM

BASINÇLI KAPLARIN PERİYODİK KONTROLLERİ

3.1. Basınçlı Kapların Periyodik Kontrollerinin Mevzuatta Yeri

Daha önce söz edildiği gibi basınçlı kaplardan dolayı meydana gelen iş kazalarını daha aza indirmek için öncelikli olarak imalatında belirtilen standartlara uymak, daha sonra iş güvenliği ve işletme açısından uygun ve kullanılabilir durumda olduklarının tespit edilmesi amacıyla periyodik olarak kontrol edilmelidirler. Basınçlı kabın, hem mukavemet hem de emniyet ve kontrol cihazlarının testi yapılır. Böylece eğer varsa işletme sırasında olabilecek tehlikeler önceden tespit edilir ve önlem alınır. Bu konuda Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın Basit Basınçlı Kaplar Yönetmeliği (87/404/AT) ve İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü başvurulabilecek başlıca kaynaklardır.

İşçi sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünde basınçlı kaplarla ilgili maddeleri incelersek periyodik kontroller hakkında nelere dikkat edileceği konusunda birçok madde olduğunu görürüz. Aşağıda bu maddelerden basınçlı kaplar için genel olanlar seçilmiştir.

3.1.1. Basınçlı Kaplarda Etiket:

Ocaksız buhar ve sıcak su kapları ile basınçlı hava depoları, gaz tüpleri ve depoları gibi basınçlı kaplar ve bunların bağlantıları, teçhizatı ve malzemesi tekniğe uygun olacaktır.

Basınçlı kapların görünür yerlerine imalatçı firma tarafından aşağıdaki bilgilerin yazılı olduğu bir plaka, konacaktır.

- 1) Kap hacmi (litre)
- 2) İşletme basıncı (kilogram/santimetrekare),
- 3) Deneme basıncı (kilogram/santimetrekare),
- 4) Kontrol tarihi.

(İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde:222)

3.1.2. Basınçlı Kapların Periyodik Kontrolü:

Basınçlı kapların kontrol ve deneyleri, ehliyeti Hükümet veya mahalli idarelerce kabul edilen teknik elemanlar tarafından, imalinin bitiminden sonra ve monte edilip kullanılmaya başlanmadan önce veya yapılan değişiklik ve büyük onarımlardan sonra, en az üç ay kullanılmayıp yeniden servise girmeleri halinde ise tekrar kullanmaya başlanmadan önce ve herhalde periyodik olarak yılda bir yapılır. Kontrol ve deney sonuçları, düzenlenecek bir raporda belirtilir ve bu raporlar işyerlerinde saklanır.

(İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde:223)

3.1.3. Basınçlı Kaplarda Kapı ve Kapak:

Basınçlı kapların üzerinde, gerektiğinde içine girmeyi sağlayacak kapılar veya kapaklar bulunacak, girilemeyecek kadar küçük olan basınçlı kaplarda, el delikleri yapılacak ve bu delikler emniyetli bir şekilde kapatılmış olacaktır.

Kapı ve kapaklar deney basıncına dayanacak sağlamlıkta olacak, giriş deliklerinin boyutları tekniğe uygun olarak bir insanın rahatça girmesini sağlayacak büyüklükte yapılacaktır. El deliklerinin boyutları 70x90 milimetreden küçük yapılmayacak ve basınçlı kaplar üzerinde bulunan yıkama ve kontrol kör tapaları en az 25 milimetre çapında olacaktır.

(İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde:224)

3.1.4. Basınçlı Kaplarda Kontrol Cihazları:

Basınçlı kaplar üzerinde, emniyet supabı, boşaltma vanası, manometre ve termometre gibi kontrol cihazları bulunacaktır.

Paralel çalışan basınçlı, kapların, giriş, çıkış, boşaltma ve blöf vanaları ayrı ayrı işaretlenmiş olacaktır.

Emniyet supapları basınçlı kapların en çok kullanma basıncına göre ayarlanacak ve bu basıncın onda biri oranında bir basınç artışında açılacak özellikte olacaktır.

(İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde:225)

3.1.5. Basınçlı kaplarda emniyet supabı:

Basınçlı kaplarda bulunan emniyet supabı, basınçlı kaba doğrudan doğruya bağlı olacaktır. Ancak, kabın içinde bulunan madde, emniyet supabının takılmasını engellediği veya bozulmasına yol açtığı hallerde, emniyet supabı, basınçlı kaba en yakın bir tesisat üzerine takılacaktır.

Emniyet supabı, bağlı olduğu basınçlı kabın kapasitesine ve besleme borusunun çapına uygun büyüklükte ve basıncı çabucak düşürecek şekilde yapılmış olacaktır.

Basınçlı kaplarda iki veya daha çok emniyet supabı varsa, bunlardan en az bir tanesi, en çok basınca göre ayarlanmış olacaktır.

Emniyet supapları, her vardiyada veya günde en az bir defa denenecek ve kaplar içinde yanıcı gazlar bulunduğunda, gerekli tedbir alınacaktır.

Emniyet supaplarının, yoğunlaşmaya karşı, blöf muslukları bulunacaktır.

(İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde:226)

3.1.6. Basınçlı Kapların Basınç Deneyleri:

Basınçlı kapların hidrolik basınç deneyleri, en yüksek çalışma basıncının 1,5 katı ile yapılacaktır.

Kontrol ve deney sonucu kullanılması sakıncalı görülen, güvenlikle çalışmayı sağlayacak teçhizatı eksik olan ve bağlantı parçaları uygun bir şekilde bağlanmamış bulunan basınçlı kaplar, eksikleri tamamlanıncaya ve arızalar giderilinceye kadar kullanılmayacaktır.

(İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde:227)

4. BÖLÜM

BASINÇLI KAPLARIN KONTROL TEKNİKLERİ

4.1. Basınçlı Kapların Kontrol Teknikleri Çeşitleri

Basınçlı kaplarda yapılan test teknikleri zorlayıcı test teknikleri ve zorlayıcı olmayan test teknikleri olmak üzere ikiye ayrılır.

4.1.1. Zorlayıcı Testler (Deformatif)

Basınçlı kap üzerinde bulunan her noktanın belirli bir kuvvetle zorlanmasıdır. Hidrolik test ve pnömatik test olmak üzere iki şekilde yapılır.

4.1.1.1. Hidrolik Test

Basınçlı kabın tamamı veya bir kısmının uygun şartlarda bir sıvı ile doldurulup basınçlandırılması, izlenmesi ve boşaltılarak sonuçlarının irdelenmesi tekniğidir.

Basınçlı kabı hidrostatik basınç testine hazırlarken aşağıdaki basamaklar uygulanmalıdır;

1. Hava tankının soğuk su ile hidrolik basınç testi için tank içindeki tüm hava boşaltılır.
2. Hava tankının separatörle bağlantı kısmı sökülür.
3. Basınçlı kap üzerinde istenilenden fazla basınç oluştuğunda bunu tahliye edecek bir emniyet ventili vardır.(Emniyet ventilinin doğrudan doğruya hava deposuna dikey durumda takıldığı, emniyet ventillerinde elle kumanda edilen bir kaldırma düzeneği bulunduğu, emniyet ventilinin kolay açılıp kapandığı, emniyet ventilinde ayar bozulmalarına karşı önlem alınmış olduğu kontrol edilmelidir) Bu emniyet ventili ilk etapta sökülür. Zira hava tankına uygulanacak basınç emniyet ventilinin açılması istenen basınçtan büyüktür.
4. Hava tankından tesisata bağlantı kısımlarındaki vanalar tamamen kapatılır. Büyük hacimli tanklarda hava tankının çıkışı genellikle

flanşlıdır, bu kısım kör flanşla kapatılır, böylece tesisata su dolması önlenir.

5. Hava tankının başka çıkışları da varsa hepsi kör tapa veya kör flanşla kapatılır.
6. Bütün bağlantı borularının akış istikametine doğru eğimli olduğu, su, yağ gibi birikintilerin bir blöf vanası tarafından dışarı atıldığı kontrol edilmelidir.
7. Hava tankının içine en üst seviyeden içeride hiç hava kalmayacak şekilde su doldurulur. Yine tank üst kısmında bir yer açık bırakılır, böylece tank içerisine su doldurulurken tankın içindeki normal havanın tahliye edilmesi sağlanır.
8. Basınç test cihazı (el pompası.) hava tankına boru ve ana rakorlar ile bağlanır. Bütün çıkışlar ve eğer var ise vananın kapalı olduğu kontrol edilir.
9. Bütün bu işlemler uygulandıktan sonra; basınç test cihazı bağlantısı yapılan hava tankının içine su basılarak işletmenin çalıştığı basıncın 1,5 katı basınç uygulanır. Hava tankı 10 bar basınca kadar yavaş yavaş çıkartılır, daha sonraki basınç yüklemesi 1-2 bar/dk olarak yapılır. Hava tankı üzerindeki manometre ile test cihazı üzerindeki manometre aynı olup olmadığı kontrol edilir.

4.1.1.1.1. Hidrolik Basınç Testi Uygulaması Esnasında Yapılan Kontroller

- Çek Valf Kontrolü,

Kompresörün çalışması esnasında hava tankı içerisinde oluşan basınçlı havanın (kompresör elektrik motoru ayarlanan basınçta devre dışı kaldığı anda) geri dönmesini engelleyen çek valf kontrol edilir.

- Hava Tankı Sızıntı Kontrolü

Hava tankının kaynak yerleri bağlantı kısımlarında su sızıntısı delik, çatlak, deformasyon olup olmadığı kontrol edilir.

- Otomatiğin Kontrolü

Eğer kompresörün otomatiği çalışma anında kontrol edilmemişse hava tankına su basıncı uygulaması sırasında işletmenin çalışma basıncına ulaştığı anda otomatikte bir ses duyulur. Bu ses ayarlanan basınçla otomatiğin içerisindeki anahtardan elektrik devresi kesilirken çıkan mekanik bir sestir.

- Hidrolik Su Basıncının Düşürülmesi

Bütün kontroller yapıldıktan sonra test cihazının vanası açılarak hava tankı içerisindeki su basıncı düşürülür.

- Emniyet Ventili Kontrolü

Basınç sıfıra düşürüldükten sonra emniyet ventili yerine takılan kör tapa sökülerek yerine emniyet ventili takılır. Emniyet ventilinin işletmenin çalıştığı basıncın biraz üstünde basınçta açıp açmadığı test cihazı ile hidrolik basınç uygulanarak manometreden izlenir. Şayet emniyet ventili açmıyorsa emniyet ventili ayarlanır. Bu ayar emniyet ventili içerisinde bulunan somunun gevşetilmesi sonucu basınç düşer, sıkıştırılmak sureti ile basınç yükseltilir.

- Et Kalınlığının Kontrolü:

Et Kalınlığının belirlenen limitlerin altına düşüp düşmediğine bakılır.

- Sızıntının önlenmesi:

Test basıncı boyunca sadece nemli olan veya en azından 1 dakika boyunca kalan küçük su kabarcığının ortaya çıktığı boru makinato yerlerinin daha sonra makina çekilmesine gerek yoktur. Sonradan yapılan makinato ile sızdırmazlık sağlanamaz ise ilave germe halkasının makinetolanması veya makinato yerlerinin sızdırmaz olarak kaynak edilmesi yeterlidir. Sızan kaynak dikişleri malzemeye sızıntıların konumuna ve çevresine göre ya yerel olarak taşlanarak sonradan kaynatılır, ya da tamamen yenilenir. Böyle dikişler gerektiği takdirde gerçeğe uygun olarak ısıtılmalı ve tabii tutulmalıdır.

Sızdıran flanşlı birleşim yerleri veya kapaklar ilk önce sıkılır, bundan olumlu bir sonuç alınamaz ise sızmanın nedeni belirlenmeli ve bu sızıntılar önlenmelidir.

4.1.1.1.2. Hidrolik basınç testi sonrası yapılan işlemler:

1. Hidrolik basınç testi uygulaması esnasında yapılan tüm kontroller bittikten sonra test cihazı vanası açılarak basınç sıfıra düşürülür.
2. Test cihazını hava tankına bağlayan boru ve rakorlar sökülür.
3. Hava tankındaki kör tapa ve kör flanşla kapatılan tüm çıkışlar sökülür
4. Hava tankı içine basılan su boşaltılır.
5. Separatör ve tesisat boru bağlantıları yapılır.
6. Otomatığın emniyet ventilinin, çek valfin ve manometrenin son bağlantı kontrolleri yapılır.
7. Basınçlı kap işletmeye hazır hale getirilir

4.1.1.2. Pnömatik Test

Basınçlı kabın tamamı veya bir kısmının uygun şartlarda bir gaz ile doldurulup sıkıştırılması, izlenmesi ve boşaltılarak sonuçlarının irdelenmesi tekniğidir. Basınçlı kaplara pnömatik test yapılırken basınçlı kapta patlama meydana gelebileceği için basınçlı kapların kontrollerinde bu yöntem tercih edilmez.

4.1.2. Zorlayıcı Olmayan Testler

Basınçlı kabın hassas yerlerinin özel yöntemlerle incelenmesidir. Basınçlı kaba zorlayıcı test tekniklerinin uygulanmasında sakınca görülmesi halinde uygulanırlar. Tahribatsız muayene yöntemi olarak da adlandırılır. Kullanım amacı için gerekli olan özellikleri bozmadan, hasar vermeden gerektiğinde tüm malzemenin muayenesine imkân veren deneylere tahribatsız muayene yöntemleri denir. Tahribatsız muayene, incelenen bölgedeki hataların nereden kaynaklandığını bulup üretim başlangıcında hataları düzeltme imkânı verir. Dolayısıyla üretilen malzemenin güvenilirliğini artırır. Tahribatsız muayene yöntemlerinin iyi bilinmesi, içyapının daha güvenilir şekilde incelenmesine olanak sağlar.

Tahribatsız muayene, parça üzerinde hiçbir hasar veya iz bırakmaz. Bu açıdan tahribatsız muayene yöntemleri bitmiş parçalara uygulanır. Deney sonucunda parçanın hata içerip içermediği belirlenir. Aşağıda en çok kullanılan tahribatsız muayene yöntemleri açıklanmıştır.

4.1.2.1. Gözle Muayene

Malzeme üzerindeki süreksizlik muayenesinin gözle yapılması işlemidir. Aşağıdaki işlem basamakları izlenerek yapılır.

1. Önce yüzey temizliği yapılır.
2. Yüzeyler koordinatlara ayrılır.
3. Uzmanlarca çıplak gözle veya mercek altında göz muayeneleri yapılır.
4. Hassas noktalar ve riskli bölgeler tekrar muayene edilir.
5. Zorlayıcı testlerden sonra bu test tekrar uygulanmalıdır.

4.1.2.2. Penetran Sıvı İle Kontrol

Yüzey hatalarının tespitinde kullanılan bir yöntemdir. Muayene yüzeyine açık süreksizlikler, içine kapiler etki ile nüfuz etmiş olan penetran sıvısı geliştirici tarafından tekrar yüzeye çekilerek süreksizlik belirtileri elde edilir. Süreksizlikler çatlak türü ise çizgisel belirtiler, gözenek türü ise yuvarlak belirtiler elde edilir. Endüstrideki metalik veya metalik olmayan bütün malzemelerde beklenen yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir.

Penetran testinde temizleme kimyasal ve mekanik olmak üzere iki şekilde yapılır.

- Kimyasal yol ile temizlik yapma

Kimyasal olarak yüzey temizleyici spreylere ve sıvılar kullanılır. Şekil 3.'de gösterilen temizleyici spreylere, parça yüzeyindeki kalıntı ve yabancı maddeleri temizlemede kullanılır.

Genellikle yüzeyi sıcaklık, basınç, nem gibi çevre faktörleri sonucu aşırı şekilde kirlenmiş ve bozulmuş parçaların penetran sıvı ile kontrol aşamasından önce uygulanır.

Uygulayan kişilerin kimyasal maddeye maruz kalmaması için kimyasal yol ile temizlik yapılırken eldiven ve maske gibi kişisel koruyucu donanımları kullanması gerekmektedir.



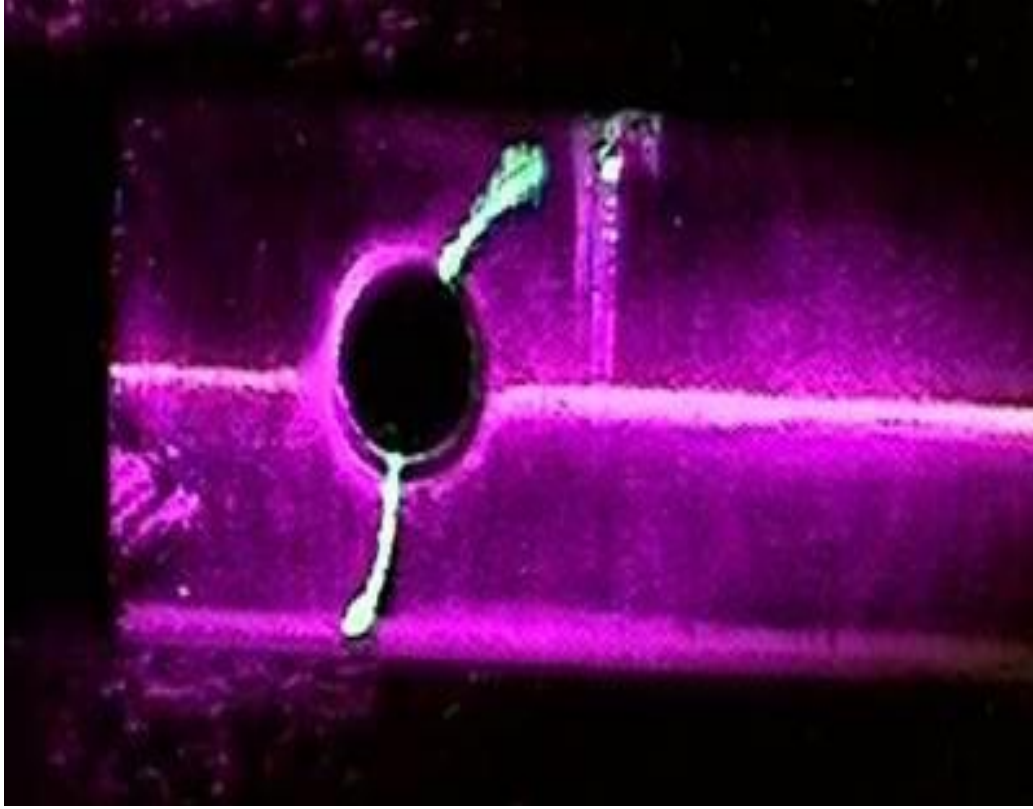
Şekil 3. Temizleme spreyi

- Mekanik yol ile temizlik yapma

Muayene edilecek parça yüzeyini zımpara, fırça v.b. gibi mekanik temizleme yapan aletlerle temizleme işlemine mekaniksel yolla temizlik yapma olarak adlandırılır.

Penetran sıvı yöntemi ile muayene edilecek ekipmanların üzerinde çevre koşullarının etkisi sonucu toz, cüruf gibi istenmeyen maddeler tabaka halinde biriktiği durumlarda uygulanan bir yöntemdir.

Uygulanacak ekipmanın yüzeyine zarar verebileceği için penetran sıvı yöntemi ile muayene öncesi kimyasal yöntem ile temizliğe göre daha az tercih edilen bir yöntemdir.

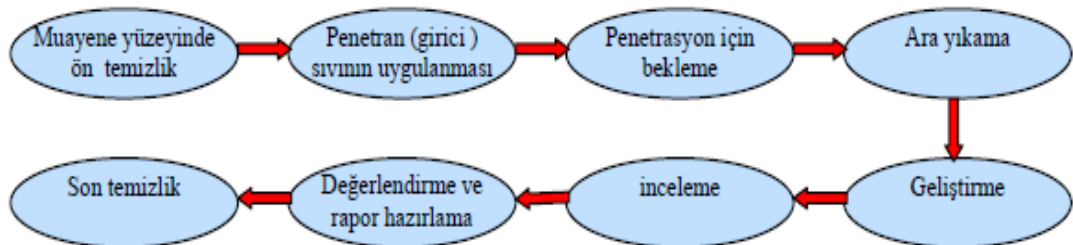


Şekil 4. Flüoresan penetran (girici) sıvıyla ultraviyole ışınları altında yapılan test resimleri

Flüoresan penetran (girici) sıvılar ultraviyole ışınları altında test yapılabilir özelliğe sahiptir.

4.1.2.2.1. Penetran Sıvının Uygulanması

Temizlenmiş muayene edilecek yüzeye penetran (girici) sıvı sürülür ve en az 5- 40 dakika arasında sıvının çatlak ve gözeneklere girmesi için beklenir.



Şekil 5. Penetran testi işlem sırası



Şekil 6. Ultraviyole ışınları altında sıvı emdirerek yapılan muayenenin aşamaları

4.1.2.2.2. Ara Yıkama

Penetran sıvı uygulanan yüzey, temizleyici spreylemlerle veya sıvılarla temizlenir. Nemsiz bir bezle malzeme kurutulur.



Şekil 7. Ara temizleme

4.1.2.2.3. Geliştiriciler

- Kuru geliştiriciler

Ara yıkaması yapılmış parçanın yüzeyi emici toz ile sürülür. Toz, parçanın çatlak ve gözenekleri içine girmiş olan penetran sıvıyı emer.

Bu yöntemin uygulanmasının sonucunda varsa çatlak ve gözenekler ortaya çıkar.

- Sıvı geliştiriciler

Ara yıkaması yapılmış parçanın yüzeyi emici sıvı (devaloper) sürülür. Kuru geliştiricilerdeki gibi çatlak ve gözenekleri ortaya çıkarır.

4.1.2.2.4. Hataların Değerlendirilmesi

Hataların değerlendirilmesi yüzeysel bir muayene yöntemi olduğu için gözle yapılır. Değerlendirmeyi yapacak kişi EN 1289 seviyesinde penetran sıvı testi sertifikasına sahip uzman olmalıdır.



Şekil 8. Hata değerlendirme

4.1.2.3. Ultrasonik Kontrol

Yüksek frekanslı ses dalgalarıyla malzeme kontrol yöntemidir. Malzeme içine gönderilen yüksek frekanslı ses dalgaları ses yolu üzerinde bir engelle çarparlarsa yansır. Çarpma açısına bağlı olarak yansıyan sinyal alıcı başlığa (prop) gelebilir veya gelmeyebilir. Alıcı başlığa (prop) yansıyan sinyal, ultrasonik muayene cihazının ekranında dalga çizgileri (eko) oluşturur. Yankının konumuna göre yansıtıcının muayene parçası içindeki koordinatları hesaplanabilir. Ayrıca yankının yüksekliği de

yansıtıcının büyüklüğü hakkında bir fikir verir. Yankı sinyalinin şekline bakılarak yansıtıcının türü hakkında da bir yorum yapmak mümkün olabilir.



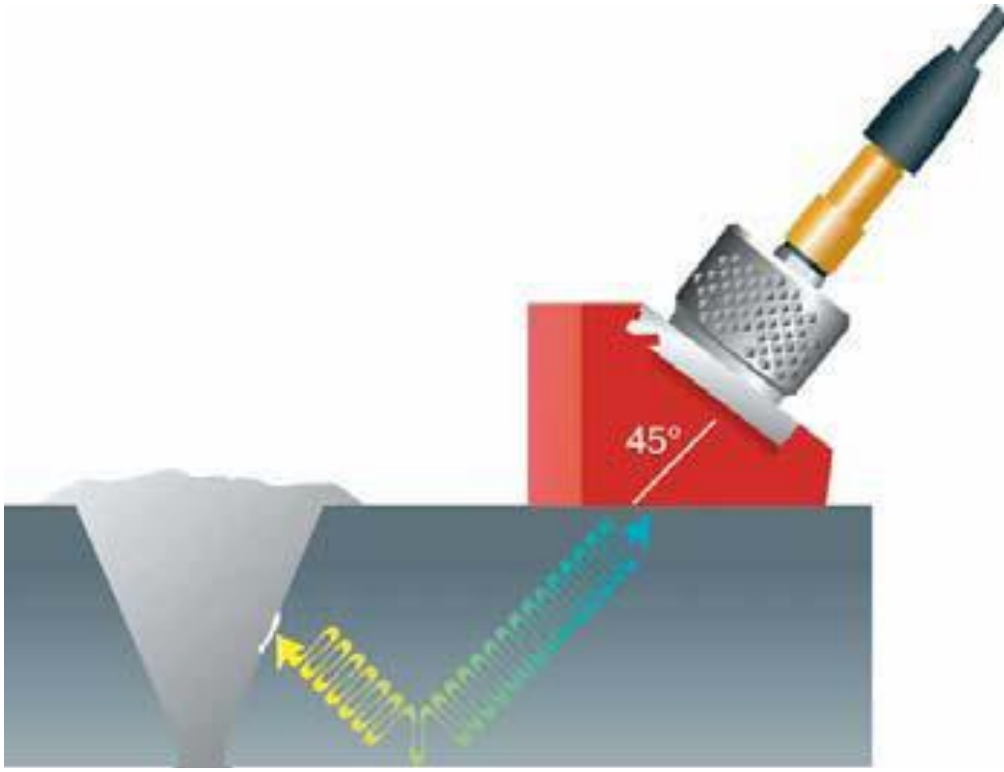
Şekil 9. Ultrasonik laminasyon cihazı ile boru kontrol

Metalik veya metalik olmayan malzemelerde beklenen hacimsel hatalar ile çatlak türü yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir. Yüksek frekanslı ses dalgaları piezoelektrik özelliği gösteren kuartz kristallerinin değişen bir akım uygulanırsa, kuartz kristallerinde mekanik titreşimler meydana gelir. Piezoelektrik özelliği olan malzemeye mekanik titreşim verilirse malzemedeki elektrik akımı doğar. Piezoelektrik özellik, malzemelere verilen elektrik akımı karşısında bu malzemelerde meydana gelen boyut değişmesi olayıdır.

4.1.2.3.1. Ultrasonik Muayene Yöntemi ve Prensipleri

4.1.2.3.1.1. İletme Yansıma Yöntemi

İletme ve yansıma metodu ile muayenesi yapılacak parçaya bir noktadan yüksek frekanslı ses dalgaları gönderilir. Bu dalgalar üretici başlık (prob) tarafından algılanarak osiloskop ekranında ekolar halinde görülür veya üretici başlığın verdiği ses dalgaları alıcı başlık tarafından yakalanarak yine osiloskop ekranında ekolar halinde görülür. Ekolara bakılarak parçada hata bulunup bulunmadığı tespit edilir.



Şekil 10. Propla kaynaklı parçanın hata tespiti

4.1.2.3.1.2. Rezonans Metodu

Rezonans yöntemi ile muayenede parça üzerine gönderilen frekans ses dalgaları sabit değildir. Malzemenin doğal frekansı ile vericiden gelen ses dalgalarının frekansı aynı olunca genişlik artar. Ses dalgalarının genişliğin artışı osiloskop ekranındaki ekoya bakarak dalga boyları arasındaki mesafeden bakılarak anlaşılır.

Bu yöntem paralel yüzeyli malzemelerin kalınlıklarının ölçülmesinde de kullanılır.



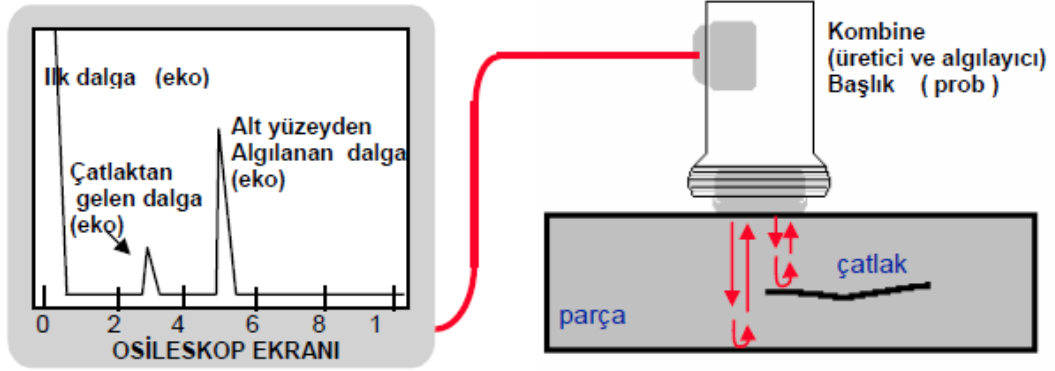
Şekil 11. Direnç kaynaklı parçanın hata tespiti

4.1.2.3.1.3. Ultrasonik Muayenede Kullanılan Dalga Çeşitleri ve Özellikleri

Ultrasonik muayene için en yaygın kullanılan dalga türleri boyuna (basınç) ve enine (kesme) dalgalarıdır. Normal başlık (prob) denilen, sıfır derece giriş açısına sahip başlıklarla çalışılırken malzeme içinde ilerleyen dalgalar, boyuna dalgalarıdır. Açılı başlıklar ise malzeme içine genellikle 45° , 60° ve 70° giriş açısı ile (bu değerler çelik malzeme içindir) enine dalgalar gönderir.

- Osiloskop Ekranındaki Eko Boyuna Bakarak Hatanın Boyunu, Ekolar Arasındaki Mesafeye Bakarak Hatanın Yerini Doğru Tespit Edebilme:

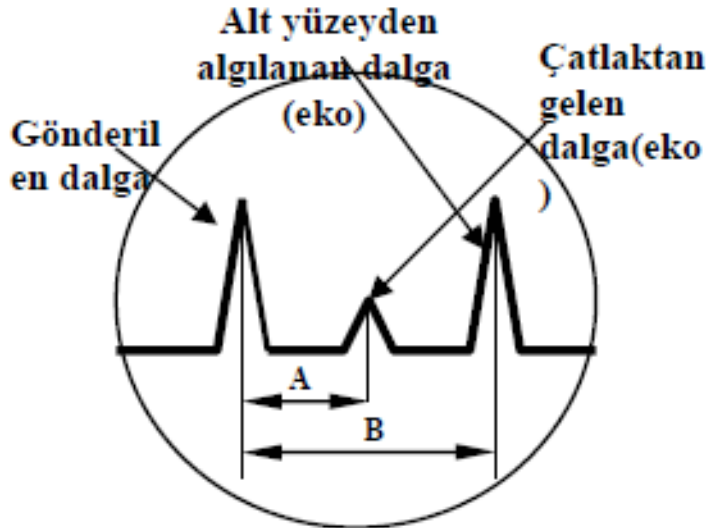
Osiloskop ekranındaki eko boyuna bakarak hatanın boyu ekrandaki ölçü değerlerine göre hesaplanabilir. Ekolar arasındaki mesafeye bakarak hatanın ekranda görülen grafikteki ölçü değerlerine göre yeri tam olarak tespit edilebilen bir yöntemdir.



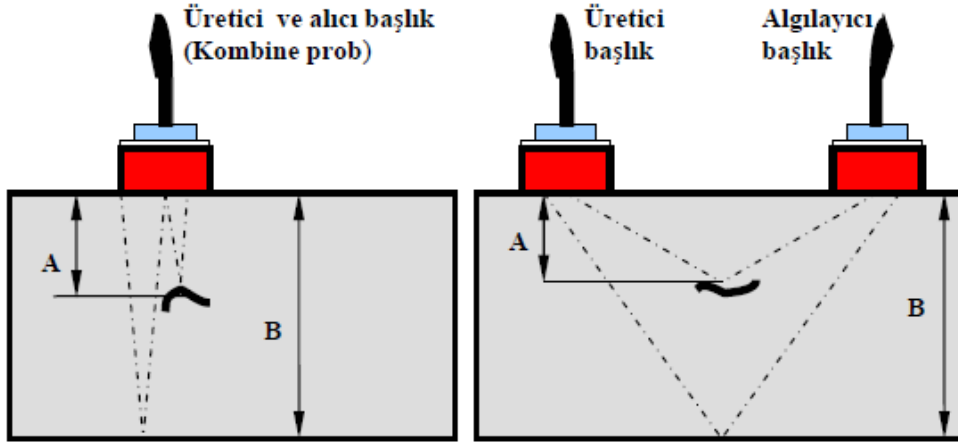
Şekil 12. Osiloskop ekranı ve kontrol edilen parça

- İletme Yansıtma Metodunda Paralel Yüzeyle Malzemelerde Malzeme Kalınlığını Tespit Edebilmek ve Varsa da Hatanın Yerini de Doğru Tahmin Edebilmek:

Paralel yüzeyle malzemelerin yüzey kalınlığı osiloskop ekranına yansıyan ekoların arasında ki mesafe, malzeme kalınlığının ölçüsüdür. Malzemede hata varsa osiloskop ekranında ilk eko ile son eko arasında kısa bir eko algılanır. Ekolar arasındaki mesafe göstergesinden dalganın yeri tespit edilir. Ekolar arasındaki mesafe şekil 13.'de gösterilmiştir.



Şekil 13. Hatanın ekranda görünüşü



Şekil 14. Tek ve çift başlıkla çalışma

4.1.2.3.2. Ultrasonik Muayene Yöntemi ile Yapılabilecek Ölçümler

- Boyut ölçülmesi (kalınlık gibi)
- Boy ve kalınlık
- Ultrasonik termometre (bir çubuğun sıcaklıkta boyut değiştirmesi tespit edilebilir).
- Yüzey sertliğinin ölçülmesi
- Özelliklerin tespiti
- Elastik modülü
- Tane büyüklüğü, ayrışan fazlar, kalıntılar, soğuk ve sıcak işlem dereceleri
- İç gerilmelerin tespiti
- Hataların (süreksizlerin) tespiti

4.1.2.3.3. Ultrasonik Muayene Tekniklerinin Üstünlükleri

- Malzemedeki hataları üç boyutlu olarak tespit etmek mümkündür.
- Uygulama kolaylığı mevcuttur.
- Malzeme içerisindeki hataların tespitinde hassastır.
- Sarf malzemesi daha azdır.

- Özellikle kalın parçalarda, düzlemsel hataların daha duyarlı bir şekilde belirlenmesini sağlar.

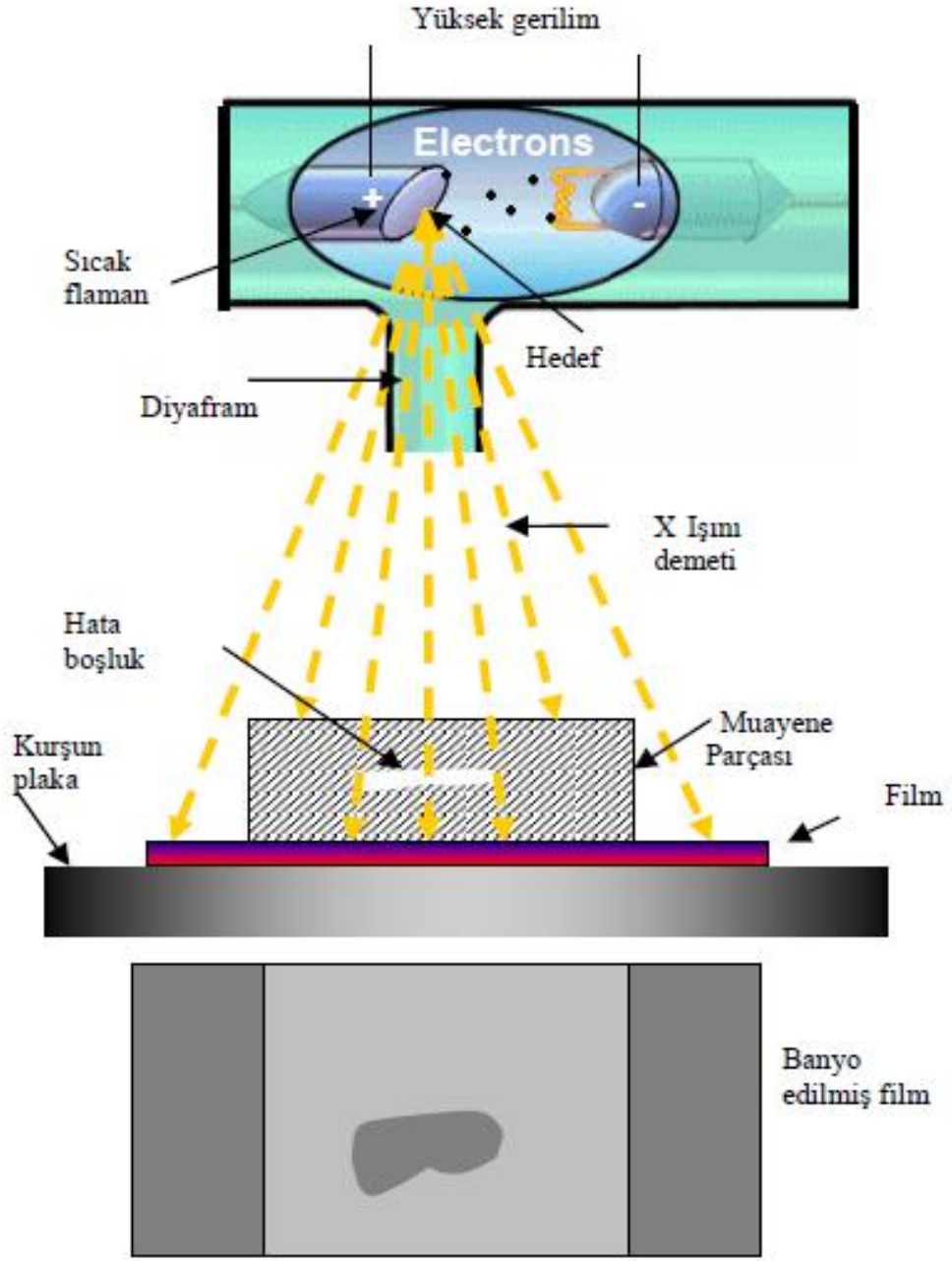
4.1.2.4. Radyografik Yöntem ile Muayene (Röntgen Işınları)

Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar (ışınım) pek çok malzemeye nüfuz edebilirler. Belli bir malzemeye nüfuz eden ışınım malzemenin diğer tarafına konan ışınım duyarlı filmleri de etkileyebilir. Bu filmler daha sonra banyo işlemine tabi tutulduklarında ışınımın içinden geçen malzemenin iç kısmının görüntüsü ortaya çıkar. Bu görüntü, malzeme içindeki boşluklar veya kalınlık / yoğunluk değişiklikleri nedeniyle oluşur. Malzemenin içinin bu şekilde görüntülenmesi radyografi olarak adlandırılır. Bu yöntemle yapılan değerlendirmeye de radyografik muayene denir. Eğer malzemenin arka tarafına film yerine bir detektör konup malzemedan geçen ışınım toplanarak bir monitöre aktarılırsa bu teknik de radyoskopi olarak adlandırılır. Muayenelerin sağlıklı ve güvenilir sonuçlar verebilmesi için standartlara göre yapılması gerekir. Bu standartlar malzeme cinsine ve/veya ürün türüne göre hazırlanmıştır. Ayrıca muayenenin yapılışına yönelik uygulama standartları ile kabul edilebilir seviyelerinin verildiği uygulama standartları vardır. Muayene parçasının özelliklerine göre uygun standartlar belirlenerek muayene yapılır. Metalik veya metalik olmayan bütün malzemelerde beklenen hacimsel ve yüzey hatalarının tespiti için kullanılabilir.

4.1.2.4.1. Radyografik Yöntemin Temel Prensipleri ve Donanımı

Işınım şiddetinin azalmasına üç temel faktör etki eder; bu faktörler ışının kat ettiği malzemenin cinsi, kalınlığı ve kullanılan ışının dalga boyu olarak sınıflandırılabilir.

Üniform şiddetli bir ışın demeti sabit kalınlıkta bir demir levha üzerine gönderildiğinde, levhanın diğer tarafında şiddeti daha zayıf ama yine üniform olan bir ışın demeti görülür. Şekil 15'de X ışını ile yapılan muayeneye ait görüntü bulunmaktadır.



Şekil 15. X ışını ile yapılan muayene

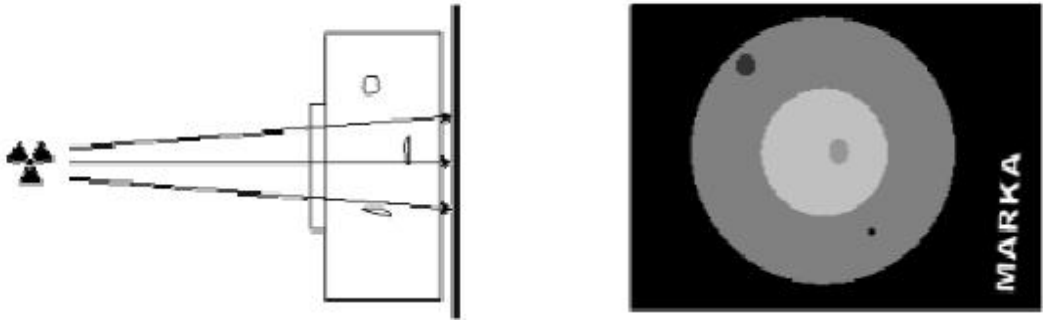
4.1.2.4.2. Radyografide Kullanılan Işınmalar ve Işınmın Enerjisi

Radyografik muayene için çeşitli ışınım kaynakları kullanılabilir. Bu kaynaklar X-ışını tüpleri veya gama (γ) ışını üreten izotoplar olabilir. Endüstriyel radyografide kullanılan X ışını enerji aralığı genellikle 50 kV – 350 kV arasındadır. Işınlama enerjisi ışınlanacak malzemenin cinsine ve kalınlığına bağlı olarak değişir.

En çok bilinen ve kullanılan gama kaynakları ise Ir 192, Co 60'tır. Bunlardan başka Se 75, Yb 169 Tm 170 gibi izotoplar da endüstriyel radyografi alanında kullanılmaktadır.

4.1.2.4.3. Radyografik Görüntü Oluşumu

Radyografik yöntemde görüntü oluşumu; muayene edilecek parçadan geçme özelliğine sahip ışınlar malzemeden geçişi sırasında zayıflamaktadır. Malzemedeki hatalardan dolayı ışınlar emilmeden geçer. Malzemenin hatasız olan kısmından geçen ışınlar emildiklerinden dolayı malzeme altına yerleştirilen filmde az etki bırakırlar. Hatalı olan kısımdan emilmeden geçen ışınlar filmde daha fazla etki bırakmasıyla, film üzerinde radyografik görüntü oluşur. Görüntü oluşumu şekil 16'da gösterilmiştir.



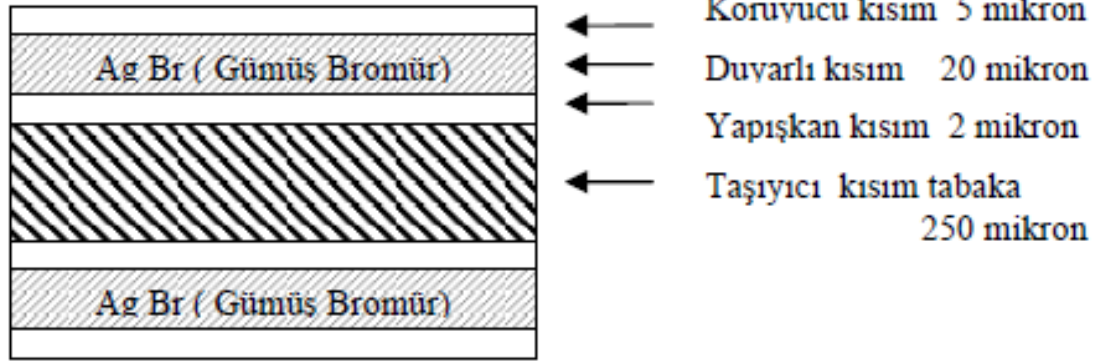
Şekil 16. Hatalı parçanın radyografik görüntü oluşumu

Radyografik görüntünün oluştuğu filmlerin yapısı, her iki yüzeyi duyarlı olan simetrik bir yapıya sahiptir.

Duyarlı tabakayı oluşturan Ag Br (Gümüş Bromür) büyüklüğü ve miktarı fotoğraf özelliğini belirtir.

Yüzeydeki Ag Br miktarı artarsa belirli bir poz müddetinde daha çok kararma yani fotografik yoğunluk sağlanır.

Aşağıdaki şekilde (Şekil 17) endüstriyel bir radyografik filmin yapısı gösterilmiştir.



Şekil 17. Endüstriyel bir radyografik filmin yapısı

4.1.2.4.4. Muayene Sonunda Filme Bakarak Kaynak Hatalarını Tespiti

Muayene sonunda filme bakarak kaynak hataları Tablo 3.'de verilen radyografik görüntülerine bakılarak tespit edilir.

Tablo 3. Kaynak Hataları Tanımı Ve Radyografik Görüntüleri

Hata	Tanım	Radyografik Görüntüsü
Gaz Boşluklar A2. Porozite	Yakalanan gazlardan dolayı oluşan boşluklar Yakalanan gazlardan dolayı oluşan uzun veya boru şeklinde boşluklar	Keskin siyah çevresi yuvarlak görüntüler Keskin siyah yuvarlak veya şeklinde hatanın değişimine bağlı olarak uzun gölgeler
B. Curuf Ba. Değişik Şekillerde Bb. Curuf Hataları Bc. Kaynak Dikiş Tekniği Hataları Bd Malzemenin Kötü Kesilmesinden	Kaynak dikişi sırasında yakalanan curuf veya diğer yabancı malzemeler. Yakalanan boşluklar içindeki curuf veya yabancı madde Kaynak dikişi sırasındaki tekniğin hatalarından oluşan curuf Keski ile aşınmadan oluşan curuf	Koyu gölgeler veya gelişi güzel şekiller Kaynak dikiş kenarına paralel sürekli koyu çizgiler Kaynak dikişinin dışında keskin içinde düzgün olmayan iki paralel koyu çizgi

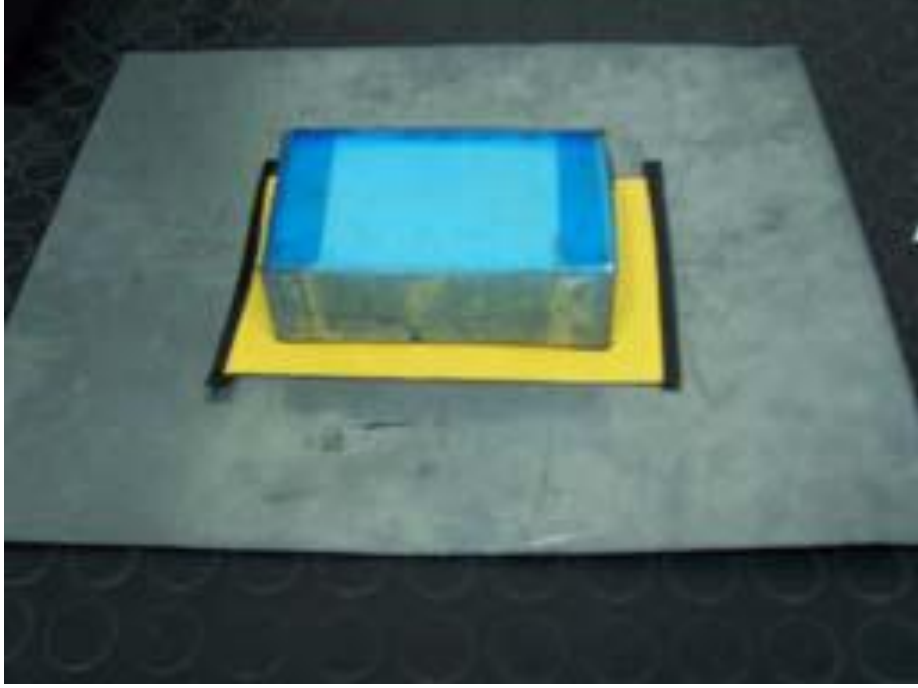
C. Birleşme Eksikliği	Kaynak malzemesi ile ana malzeme arasındaki kaynak dikişi sırasında birleşme eksikliğinden dolayı oluşan iki boyutlu hata	Keskin kenarlı ince koyu çizgi
D. Kaynak Dikişi	Kaynak dikiş kökünde birleşme eksikliği veya kökün kaynak ile tam doldurulamaması	Kaynak dikişinin orta koyu sürekli veya kesikli çizgi
E. Çatlaklar Ea. Boyuna Çatlaklar Eb. Enine Çatlaklar	Metal içindeki kırıklardan oluşan kesikler	Düz ince koyu çizgi
F. Alt Oyuklar	Kaynak dikişi boyunca malzeme yüzünde oluşan kanal veya yiv	Kaynak dikişi boyunca geniş ve yayılan koyu çizgi

4.1.2.4.5. Muayene Edilecek Kaynaklı Parçanın Arkasına Kurşun Plaka Yerleştirme ve Radyasyona Karşı Tedbir Alma

Muayene edilecek kaynaklı parçaların ve filmin arka kısmına radyografik ışını bünyesinde yok etmesi için belirli bir kalınlıkta kurşun levhalar yerleştirilir.

Parçaları radyografik muayene yöntemi (röntgen ışınları) ile muayene edecek olan kişilerin, bu konuda eğitim almış, röntgen ışınlarının ne şekilde zarar verebileceğini bilen ve röntgen ışınlarının zararlarından kendilerini koruyacak ekipmanları kullanabilecek şekilde çalışma yapabilecek uzman kişilerce yapılması gerekmektedir.

Parçaları radyografik muayene yöntemi (röntgen ışınları) ile muayene edecek olan kişilerin röntgen ışınlarına, belirlenmiş olan eşik değerlerini aşmayacak şekilde maruz kalacak sürelerde çalışacaklardır.



Şekil 18. Malzeme ile hazırlanan film

4.1.2.5. Manyetik Kontrol

Manyetik kontrol; manyetik (mıknatıslanabilir) malzemelerden yapılmış parçanın yüzeyinde veya yüzeye yakın bir yerde bulunan çatlak, boşluk, katmer, damar ve metalik olmayan yabancı maddelerin belirlenmesinde uygulanan tahribatsız muayene yöntemidir. Bu yöntemle ancak mıknatıslanabilen metal malzemelerin kontrolü yapılabilir.

4.1.2.5.1. Mıknatıslanabilen Metaller

Mıknatıslanabilen metaller periyodik sistemde üç değerli demir (Fe) , nikel (Ni) ve kobalt (Co) elementleridir. Bu elementler manyetikleşebilme özelliğine sahiptirler

4.1.2.5.2. Manyetizasyon İşlemi ve Yöntemleri

Manyetik kontrolü yapılacak malzeme önce özel bir düzenek yardımıyla mıknatıslandırılır. Mıknatıslanmış malzemenin yüzeyine ince toz halinde manyetik malzeme püskürtülür veya ince yağ içerisinde emülsiyon yapılmış demir tozu bulunan manyetik malzeme akıtılır. Manyetik akının kuvvet çizgileri boyunca demir

tozları sıralanır. Malzemede hata varsa manyetik tozlar hatanın bulunduğu yerde kümelenir.

4.1.2.5.3. Manyetizasyon Akımı

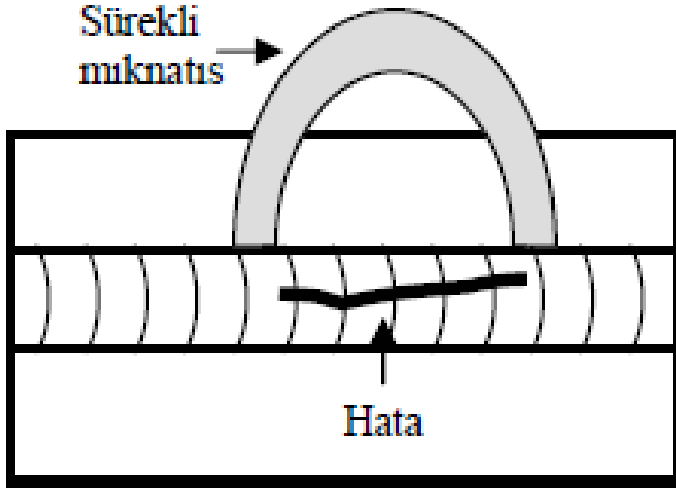
Manyetizasyon dalgalı ve doğru akım olarak kullanılabilir. Dalgalı akım ile yapılan kontrollerde yüzey altındaki çatlaklar tespit edilemez. Bu yüzden doğru akım üreten cihazlar yüzey altındaki çatlaklar da tespit edilebildiği için doğru akım tercih edilir.

4.1.2.5.4. Manyetik Kontrol Yönteminde Kullanılan Toz

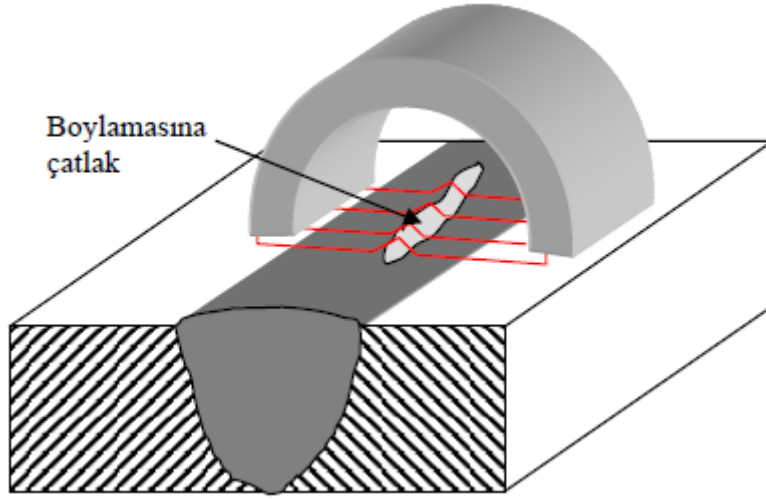
Manyetik kontrol yönteminde genellikle demir tozu (Fe_3O_4) kullanılır. Dağılma bölgesinde toz parçacıkları köprü şeklinde çatlak üzerine yapışıp kalır ve hatanın yeri görülür.

4.1.2.5.5. Çatal Manyetizasyon (Sürekli Mıknatıslar)

Çatal sürekli mıknatıslar daha çok yüzey çatlaklarının belirlenmesinde kullanılır. Çatlağın manyetik akım çizgilerine paralel olması halinde çatlağı görmek mümkün değildir. Bundan dolayı parçanın enine ve boyuna şekillerdeki gibi muayene edilmesi gerekir



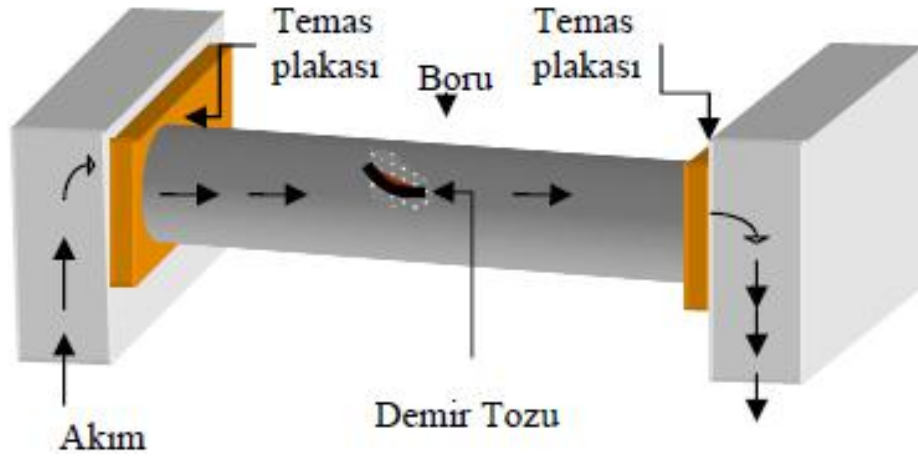
Şekil 19.Sürekli mıknatıs



Şekil 20. Sürekli mıknatısla kaynak bölgesinin taranması

4.1.2.5.6. İçinden Akım Geçen Merkezi Sistemler

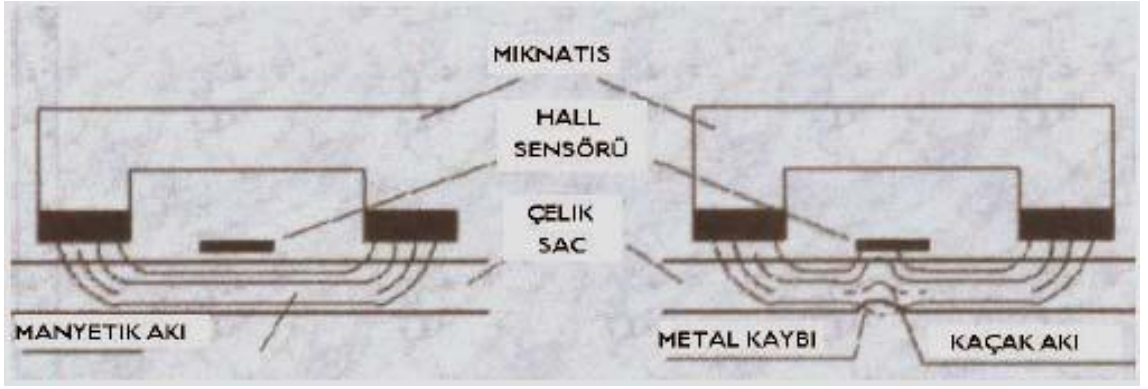
Genellikle boru millerin manyetik tozla kontrol edilmesi amacıyla içinden akım verilen yöntemler tercih edilir. Akım, temas plakaları arasına bağlanmış parçalara verilerek devre tamamlanır. Parçanın içinden akım geçmesiyle manyetikleşmiş malzeme üzerine sürülen manyetik tozlar hatanın olduğu yerde kümelenir. (Şekil 21' de görüldüğü gibi)



Şekil 21. İçinden akım geçen deney cihazı

4.1.2.5.7. Manyetik Duyarlı Sonda Yöntemi

Manyetik duyarlı sonda yöntemi, incelenen malzemede oluşturulan manyetik akının, düşük manyetik geçirgenli bir bölge ile karşılaştığında kaçak akı oluşturmasına ve bu kaçak akının sistem tarafından algılanmasına dayanır (Şekil 22). Dolayısıyla kaçak manyetik akım metodu yalnızca yüksek manyetik geçirgenliğe sahip düşük alaşımlı karbon çeliklerinde verimli olarak uygulanabilir. Malzeme, bir mıknatıs sayesinde ve manyetik doymuşluğa yakın bir seviyede mıknatıslanır. Manyetik duyarlı sonda yöntemi cihazlarında genellikle güçlü doğal mıknatıslar kullanılır, ancak bazen elektro mıknatıslar ya da her ikisinin kombinasyonundan oluşan sistemler de kullanılmaktadır.



Şekil 22. Sürekli mıknatıs ve sensörler ile kontrol edilen hatalı ve hatasız parçalar

4.1.2.5.8. Manyetik Toz Yöntemi

Manyetik toz yönteminde ise manyetikleşen malzeme bünyesinde çatlak ve diğer hataların olduğu bölgede tozun kümelenmesi ile hatanın yeri tespit edilir.

4.1.2.5.9. Malzeme Cinsine, Şekline Boyutuna Göre Manyetik Kontrol Yöntemi Uygulama

Mıknatıslanabilen metallerin hepsine manyetik kontrolleri uygulanabilir. Malzemelerin yüzey çatlağı, boşluğu gibi hataları akım veren cihazlar ve sürekli mıknatıslarla kontrol edebiliriz. Malzemelerin fazla derinde olmayan boşluklarını da doğru akım veren cihazlarla kontrol edebiliriz.

4.1.2.5.10. Tozların Kümelenmesinden, Sapmasından ve Yönünden Kaynak Dikişindeki Hatanın Yerini ve Boyutunu Belirleyebilme

Manyetik yöntemle kontrol yapacak kişi tozların kümelenmesinden hatanın yerini farklı yönlerde tarama yaparak hatanın boyutunu tespit eder.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İçerisinde yaşadığımız dönem içerisinde teknolojinin ilerlemesi, sanayinin hızla gelişmesi makina ve aksamlarının artması beraberinde iş yaşamı ile ilgili kazaların artmasına neden olmuş ve buna bağlı olarak güvenlik tedbirlerinin alınması gerekliliğini doğurmuştur.

Çeşitli endüstri tesislerinde önemli miktarda gaz, sıkıştırılmış, sıvılaştırılmış ve basınç altında çözülmüş şekilde kullanılmaktadır. Bu kullanılan gazların taşınması ve depolanması için basınçlı kaplar kullanılmaktadır. Basınçlı kaplar çalışma koşulları ve zamana bağlı olarak zaman içerisinde bozulmaya ve deforme olmaya başlarlar. Bu süreç ilerledikçe makinaların ömrü git gide tükenir. Sürekli bakım ile bu durum geciktirilebilir ancak yalnızca yapılacak olan kontroller ile emniyetli bir şekilde çalışıp çalışmayacağı belirlenebilir. Bu bağlamda basınçlı kapların yılda bir kez periyodik kontrollerinin yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde hali hazırda yürürlükte bulunan "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü" gereğince işletmelerde kullanılan basınçlı kapların periyodik kontrollerinin konularında uzman olan, ehliyeti Hükümet veya mahalli idarelerce kabul edilen teknik elemanlar tarafınca yapılması zorunlu hale getirilmiştir.

Basınçlı kaplar için birçok periyodik kontrol yöntemi bulunmakta olup bunları genel olarak zorlayıcı test yöntemleri ve zorlayıcı olmayan (tahribatsız) test yöntemleri olarak iki başlıkta toplayabiliriz. Mevzuatımızda basınçlı kapların periyodik kontrollerinin senede bir kez hidrolik basınç yöntemi ile yapılması gerektiği söylenmektedir. Bu sebeple zorlayıcı olmayan test yöntemleri hidrolik basınç testi yöntemine yardımcı muayene yöntemi olarak veya hidrolik basınç testi yapılma imkânı olmayan basınçlı kaplarda uygulanabilir.

Periyodik kontroller esnasında kontrolü yapılan cihaza ait tüm genel ve kritik noktalar incelenerek kayıt altına alınır. Gerekli bölümlerin kalınlık, uzunluk, derinlik, iç ve dış çap ölçümleri yapılır. Kontrolün son aşamasında cihaz ile birlikte deneyler gerçekleştirilir, deney sonrasında alınan gözlem ve ölçüm değerleri ile deney öncesi yapılan ölçümler karşılaştırılır.

Basınçlı kaplarda yapılan kontrollerle;

-İş kazalarının önüne geçilmesine,

-Makina ve cihazların güvenli olarak kullanılmasına,

-Verimli çalışma koşullarını düzenlenmesine,

-Makinaların ömrünün uzamasına,

-İnsan-makine ilişkisine,

-Çevre kirlenmesinin azalmasına,

-Üretimin verimlendirilmesine katkıda bulunulması sağlanmaktadır.

Uygun şekilde kullanılmadığı hallerde etrafındaki çalışanlar için büyük tehlikeler yaratabilecek potansiyele sahip basınçlı kapların düzenli olarak yapılan kontrolleri sayesinde basınçlı kapların güvenli bir şekilde çalışmaya uygun olup olmadığı belirlenir.

Sonuç olarak sanayileşmenin yayılması ile birlikte sanayi tesislerinin en önemli parçalarından olan basınçlı kapların kullanımı da artacak ve yayılacaktır. Uygunsuz kullanım şartları altında etrafındaki canlılar ve çevre için oldukça tehlikeli bir hal alabilen basınçlı kapların düzenli olarak yapılan kontroller ile basınçlı kaplarda meydana gelebilecek olası patlamalar ve iş kazaları büyük ölçüde önlenerek, basınçlı kaplarla çalışmada iş güvenliği sağlanmış olur. Nerdeyse her sanayi tesisinde kullanılmakta olan basınçlı kapların yapılan kontrolleri ile güvenli bir şekilde çalışması sağlanarak daha sağlıklı iş yaşamı, güvenli koşullar, huzurlu çevre ve verimli bir üretim ortamı oluşturulacaktır.

KAYNAKLAR

- ANIK, S., “Malzeme Bilgisi ve Muayenesi”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2000,
- GEOTSCH, D.L., “Occupational Safety and Health: In The Age Of High Technology for Technologists Engineers and Manegers”, Prentice Hall International, New Jersey, 1966,
- İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü,
- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Basit Basıncılı Kaplar Yönetmeliği (87/404/AT),
- SERFİÇELİ, Y.S., “Metal İşleri Meslek Teknolojisi II”, S.H.Ç.E.K. Basımevi, Ankara, 2001,
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası, “Genel Tesis ve Cihazlar İçin Koruyucu Periyodik Bakım El Kitabı”, No: MMO/2000/250, 2000
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası, “Genel Tesis ve Cihazlar İçin Teknik İşletme El Kitabı”, No: MMO/2000/249, 2000
- TMMOB-Makina Mühendisleri Odası, “Periyodik Kontrol Mühendis El Kitabı II Basıncılı Kaplar”, No: MMO/2001/272, 2 Kasım 2001,
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, “Metal Teknolojisi-Tahribatsız Muayene”, Ankara, 2006,
- UZTUĞ, E., “Basıncılı Kaplar El Kitabı”, TMMOB-MMO/2003/126-3, Ankara, Eylül 2003,
- Yiğit, A., ”İş Güvenliği”, Aktüel Yayınları, İstanbul, 2011.