

Gemi inşa ve tamirinde kullanılan Kaynak Yöntemleri, WPS, PQR, NDT Tahribatsız muayene testleri,

Rev: 10/2024

Kasap Mustafa ERDOĞAN,
Yıldız Teknik Üniversitesi Öğretim Görevlisi.
Gemi Mak. ve Gemi İnşa Müh.
Marine and Offshore Senior Ship & Eng.Surveyor,
B.Sc, C.Eng, MRINA, AWS, PED(97/23)

Sunum programı:

- 1-Tekne ve Makine imalatında kullanılan Elektrik Ark Kaynakları (Metal birleştirme), WPS-PQR, AWS D.1.1
- 2-Kaynakçı sertifikası ve WPS hazırlama. IACS, AWS ve EN ISO 9606-1 (02/2014) (eski norm EN 287-1:2011:2012)
- 3-Kaynak ve Malzeme NDT kontrolü, Tahribatsız muayenesi.
- 4-Gemi İnşa ve Tamir Tersaneleri yeterliliği:
Kalite Standartları: IACS No:47, (Part: A & B).
- 5-Gemilerde Metal birleştirme Elektrik Ark Kaynağı örnekleri.

KAYNAK hazırlığı ve kaynaklama:

- 1-Class onaylı Gemi inşa Planına, malzeme, elektrod seçimine, kaynak yapma sırasına ve kesinlikle onaylı WPS'ye uyulmalıdır.
- 2-Gemide Kaynak yapım sırasında WPS ve Kaynakçı sertifikası bulunmalı.
- 3-Uygun temizlik ve hazırlık malzemelerin kaynağı için ilk adımdır,
- 4-Mekanik temizlikte sadece jet taşı ile tel fırça kullanılır.
(Paslanmaz malzemedede sadece paslanmaza uygun jet taşı ve paslanmaz tel fırça ve yüzey temizliğinde Alkol, Aseton kullanılır)
- 5-Yüzey kirliliği sıcak çatlamaya neden olabilir.
Yüzey hazırlığı, pürüzlülüğü, daima kontrol edilmelidir.
- 6-Kaynaktaki oksidasyonu önlemek için İnert Gas MIG/MAG kaynak metodu tercih edilmelidir, Oksidasyon (O^2-N^2) HAZ bölgesine zarar verir
- 7-Kaynak verimini arttırmak ve hatasız kaynak yapmak için kaynak topraklaması bakır kablo ile direkt malzemeye bağlanmalıdır.
- 8-Ön ısıtma ve yavaş soğutma kaynak sırasındaki yüksek gerilimleri ve çatlamaları önler,

- 9- Farklı malzemelerde termal genleşme ve ısı iletkenliği farklı olduğundan çatlama yapabilir, bu nedenle her malzemenin (Heat Flow) ısı iletkenliği ve Kaynağın Isı girdisi (Heat input) dikkatlice hesaplanmalıdır. Kaynak bölgesi HAZ ısı devamlı ölçülmelidir (Çelik:max.200, SS max.250 °C derece)
- 10-Isı gidisinin fazlası Kaynak Metalinde ve HAZ bölgesinde doku yapısının tane irileşmesine/ kristalleşmesine ve çatlamalara yol açar,
- 11-Karbon Çelik kaynağında “C Karbon max.% 18 olmalı ve Paslanmaz Çelik seçiminde 200-300 serisi Fe-Cr alaşımlı 304L, 316L (Krom Karbür çatlamasını önlemek için “L” low carbon max. %3) Ostenitik veya Dublex malzeme tercih edilir.
- 12- Paslanmaz Çelik ve Çelik (farklı malzeme) kaynağında mutlaka Battering (Build-up) onaylı WPS kullanılmalıdır.

Not: Yüksek karbonlu Pik ve sifero döküm malzemedede kaynak için IACS tarafından onaylanmış Döküm Elektrodu ve WPS yoktur, Döküm Kaynak Elektrodları sadece dolgu kaynağı olabilir.

IACS no 47 :

Gemi İnşa ve Gemi Tamir yapan Tersanelerin yeterlilikleri:

IACS No:47, (Part: A ve B)'nin aşağıdaki
“IACS UR-Z23 Shipyard Review Record” check liste göre denetlenir
ve Tersanenin Gemi inşa/Gemi tamir yapması onaylanır.

- a-Management sistem (ISO-9001, ISO-14001, vs.)
- b-Gemi inşa imkanları (Havuz, kızak, saha, kreyn vs.)
- c-Blok inşa ve birleştirme yer ve teçhizat imkanları,
- d-WPS/PQR ve Kaynakçı sertifikaları,
- e-Üretim kalite kontrol sistemi,
- f-Tersane Sağlık ve emniyet sistemi. (OSHA)
- g-Personelin ve Taşeronun eğitim, yeterlilik sertifikaları,
- h-Sac ve malzeme sertifikaları,
- i-Üretim: Markalama, kesme, bükme (ısıl işlem), montaj vs,
- j-NDT kontrol ve Hyd-test,

-IACS no:47 (Part A-B) ve UR- Z23

- Gemi Sacı, Malzeme (Materials),
- Kaynak yapılabirlik testi (Weldability),
- Gemi sacında yapılan testler,
- Kaynak hazırlık ve yapımı,
- Kaynak elektrot özellikleri (Welding consumables)
- WPS ve Kaynakçı Sertifikası,
- Kaynak çeşitleri,
- Kaynak Parametreleri,
- Sac montajı (Fabrication-alignment)
- Blok kaynağı,
- Alın kaynağı doldurma (Buttering, Build-up),
- Sac yenilenmesi.
- Tahribatsız muayene (NDT),

Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

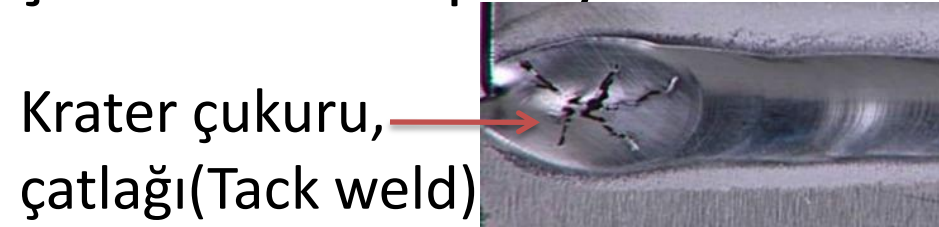
OSHA Reg. Kaynakçı sağlığı.

Kaynak yapılacak b6lge neta (temizlik, yanıcı madde ve yan tank'ta, b6lmede çalışma vs. kontrol6), emniyetli olmalıdır. Islak zeminde kesinlikle kaynak yapılmamalıdır. Elektrod veya tel değiştirirken Kaynak maşasına elektrod takarken kaynak voltajı d6ř6k olduğundan (Volt:29/30 V) hissetmeyebiliriz, ancak y6ksek akım /Amper (150/240) v6c6dunuzdan yere ıslak zemine geçer/akar ve sizi elektrod gibi yakar, ağır yaralar,



Kaynak hazırlığı (Montaj).

- Gemi inşa ve tamirinde sac montajı çok önemlidir,
- IACS no:47 kurallarını kaynakçı çok iyi bilmeli, ve “Punta Kaynağı (Tack weld) sertifikalı” ehil olması gerekir, çünkü montajcının yaptığı hatalı işlemi kaynakçı düzeltemez ve hataların üstünü kapatır ve hatalar kaynağın parçası olur.
- Malzeme hazırlığı, kaynak ağız aralığı, taşlama temizliği, sac açısı/düzgünlüğü, hizası (line) vs. çok önemlidir.
- Punta Kaynağı: Kaynak tek paso ve max.50 mm. yapılır. Kaynakta başlama noktası üzerine geri dönülüp punta hatası kapatıldıktan sonra kaynağa devam edilir, bitişte elektrod kaldırıldığında oluşan vakum/krater oyuğu (deliği) daire şeklinde örülüp kaynatılarak sonlandırılır. AWS D.1.1 / 6..2.2



Punta hatası.
(Tack weld)

Kaynak kablosu:

Yaklaşık 29/30 DC/AC Volt ve 100/600 arası Amper taşıyabilir. Kaynak kablosu yuvarlak demet rulo halinde ise bobin gibi elektrik çeker, rulo ortasına bir demir çubuk tuttuğunuzda mıknatis olduğunu görürsünüz.

Kaynak makinasını 200 Amper olarak ayarladığınızda kablo rulo bobin gibi ise kablonun her turunda yaklaşık 5 Amper azalır/eksilir ve kaynak maşasına eksik Amper gelir ve istenilen verimli kaynak yapılamaz.

WPS'ye uygun verikli kaynak yapılabilmesi için kaynak kablosunun firkete gibi uzatılıp serilmesi gerekir.

Kaynak'ta Topraklama kablo bağlantı yerinin önemi:

Topraklama seçilen kaynak metodu kadar önemlidir.

Kaynakta Topraklama Kablosu kaynak kablosu ile aynı kesit/çapta Bakır olmalıdır, ve malzemeye direkt bağlanmalı, lama demiri ile topraklama olmaz, demir Voltaj iletir devreyi tamamlar fakat Kaynak Elektronlarının (e) Kaynak motoruna dönüşünü sağlayamaz, Elektronlar toprağa veya çevreye saçılır, **X-Ray Radyasyonu gibi insana zarar verir**, malzemedede sağlıklı bir kaynak metali oluşmaz.

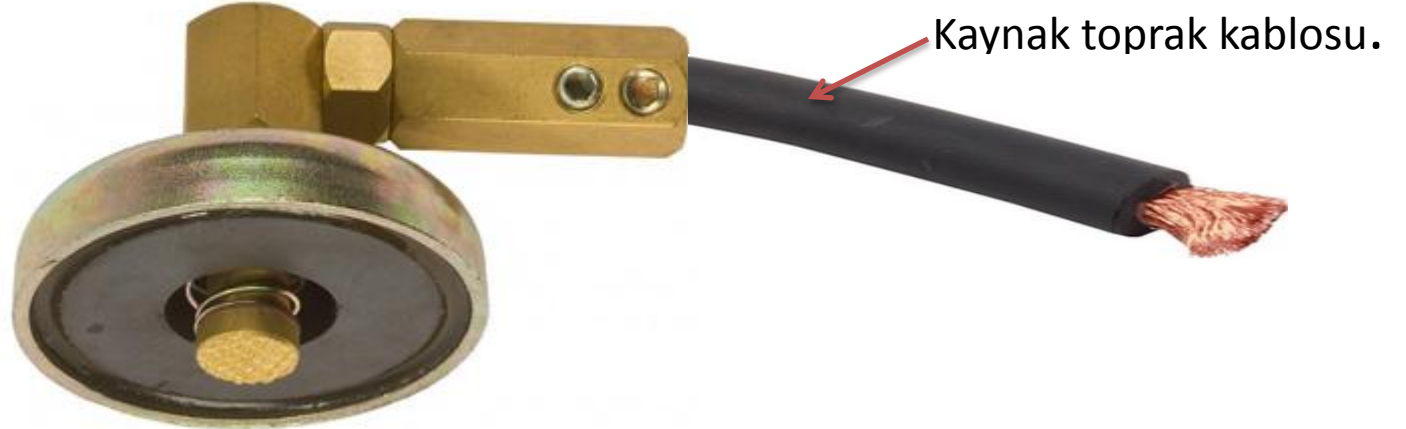
Not: Tavan kaynağında toprak kablosu malzemenin üstüne bağlanırsa eriyen metal damlacıkları mıknatıs gibi topraklama noktasına doğru gider tavana yapışır, mükemmel kaynak yapısı oluşur, böylece kaynak damlamaz, akmaz.

ELEKTROD KAYNAK TELİ ERİMESİ, MALZEMEYE DAMLA HALİNDE AKIP YAPIŞMASI, ÇOK AĞIR ÇEKİLMİŞ FİLM.

Kaynak topraklaması.



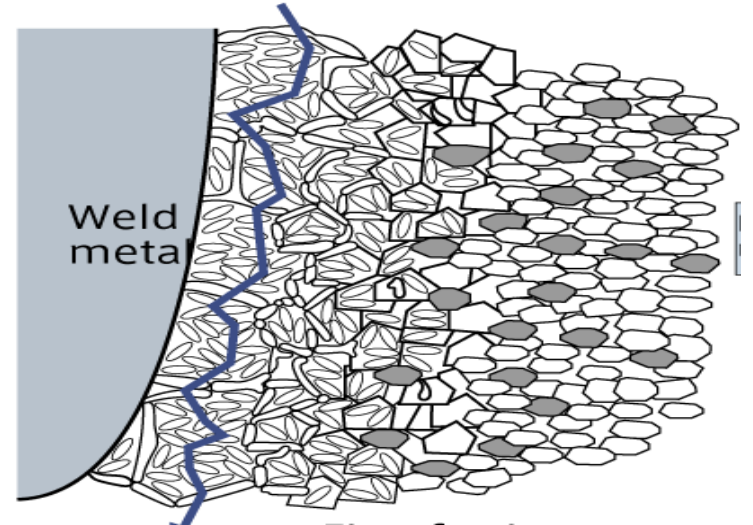
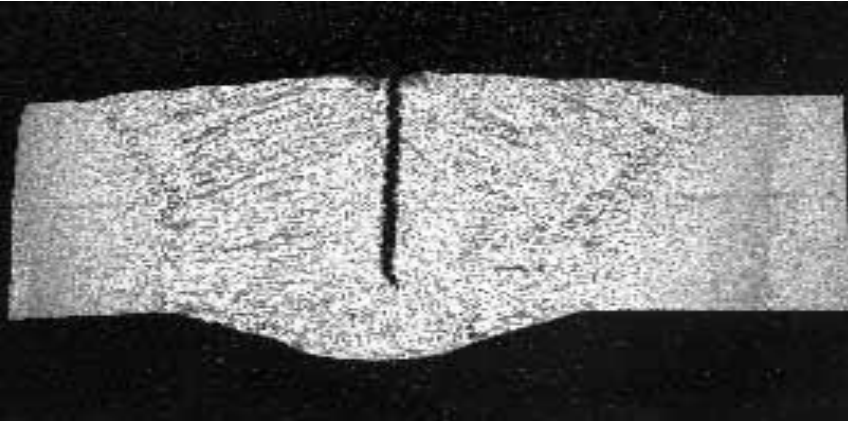
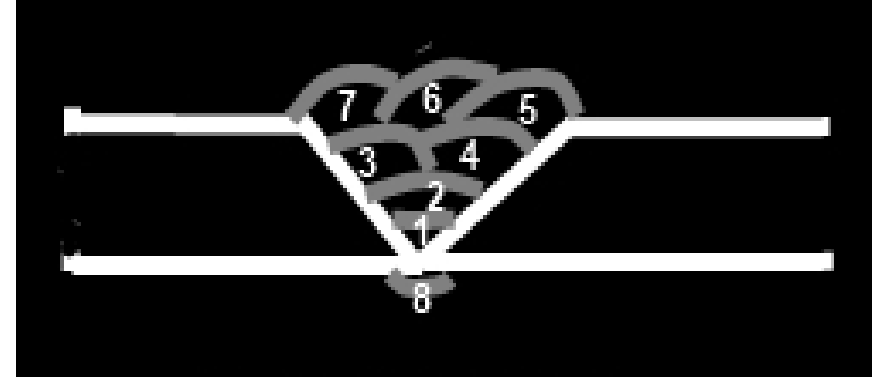
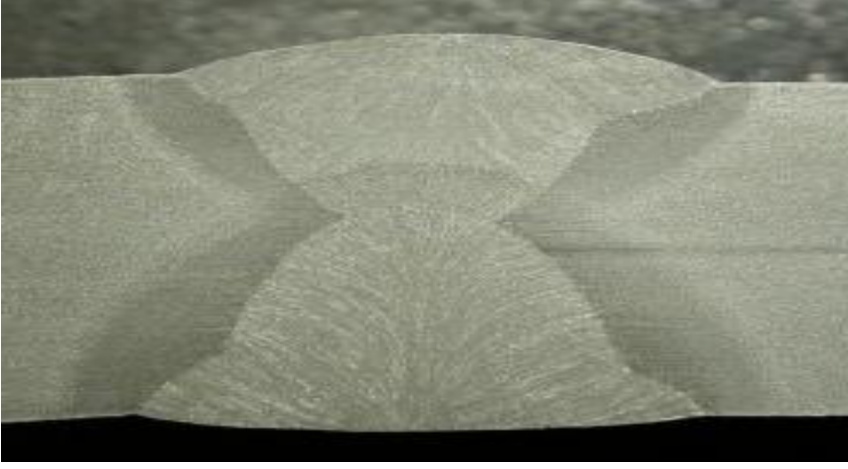
Resimde yanlış topraklama neticesi kaynak metali püskürmüş, malzeme mıknatıslaşmış. kaynak yapılamaz hale gelmiş,



Gemi düz sacları için ideal Mıknatıslı, yaylı pratik Kaynak topraklama ünitesi.(max 600 A.)

Kaynak yeri Mikro yapısı.

Tek pasolu geniş Kaynak yapımı sırasında malzemeye aşırı ısı girdisinin (Heat input) HAZda oluşturduğu doku (Grain size) donan su kristalleri gibi tane irileşmesine, gerilmelere, malzeme yumuşaması ve çatlamaya yol açar. Kaynağın çok pasolu yapılması (multi run technique) ısı girdisini kontrol altında tutar, kaynak yapısı, nufuziyetini ve mukavemetini arttırır.



Over Heat input & Flow = Hot crack, (Blok eki, geniş kaynak)

Isı girdisi çok fazla olan ve yüksek Amp'de düşük hızda yapılan geniş pasolu kaynaktan sonra genleşen metalin soğuyup çekmesi halinde Kaynak boyunca çatlak oluşur.



Kaynak Elektrod Grade özellikleri. (Welding Consumable)

Grade (see Note 3)	Yield stress N/mm ² minimum	Tensile strength N/mm ² (see Note 1)	Elongation on 50 mm % minimum	Charpy V-notch impact tests	
				Test temperature °C	Average energy (see Note 2) J minimum
1N, 2N, 3N	305	400 – 560	22	+20, 0, -20	47
1Y, 2Y, 3Y, 4Y	375	490 – 660	22	+20, 0, -20, -40	47
2Y40, 3Y40, 4Y40, 5Y40	400	510 – 690	22	0, -20, -40, -60	47
3Y47	460	570 – 720	19	-20	53

Her Elektrod (Welding Consumable) yıllık kaynak dolgusu IACS /Class ile yapılarak test yapılır. Ürün Test değerlerini sağlarsa sertifikası vize edilir, Ürünler 1,2,3 “N” veya 1,2,3,4 “Y” (High tensile) olarak anılır, Ürünlerin akma mukavemeti (Yield stress), kopma (Tensile stress), uzama (Elongation), bükme (Bend) ve soğukta Çentik kırılma testleri (Charpy V-notch Impact) mukavemetleri tabloda gösterilmiştir. Çentik testi “Ice Class ve LPG/LNG” Gemiler ve vinçler için çok önemlidir.

SMAW Shielded Metal Arc Welding

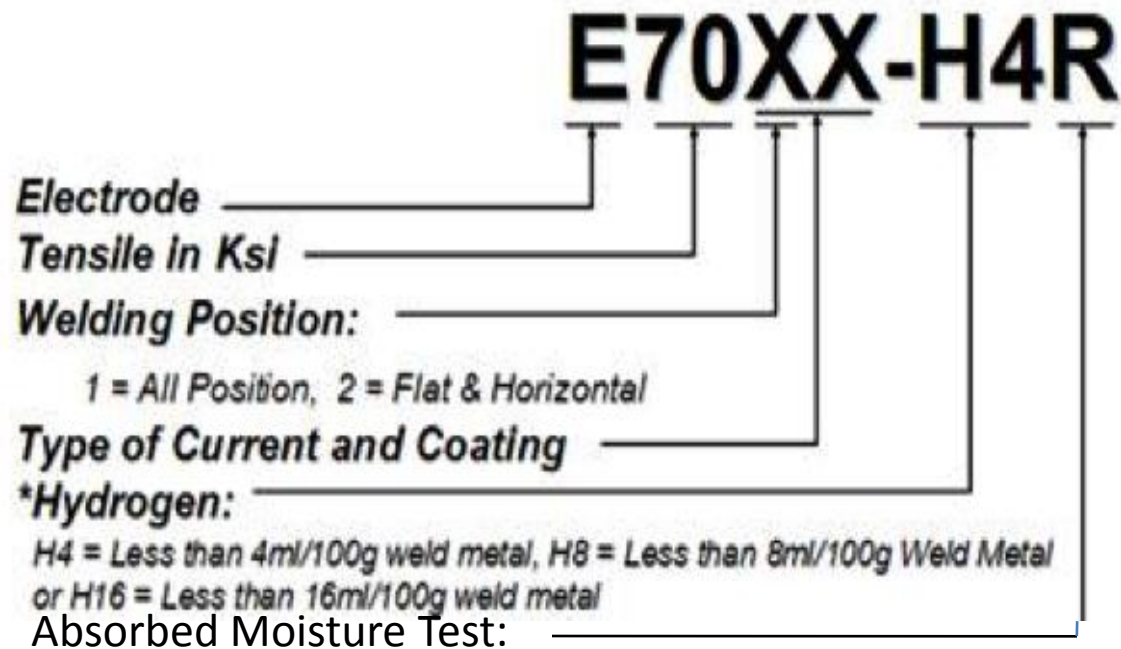
Örtülü Elektrod (Flux kaplamalı) Metal Arc Kaynağı, Manual olarak elde kullanılır, örtü(flux) içinde kaynak metalini besleyen imalatçıya özel maddeler vardır.



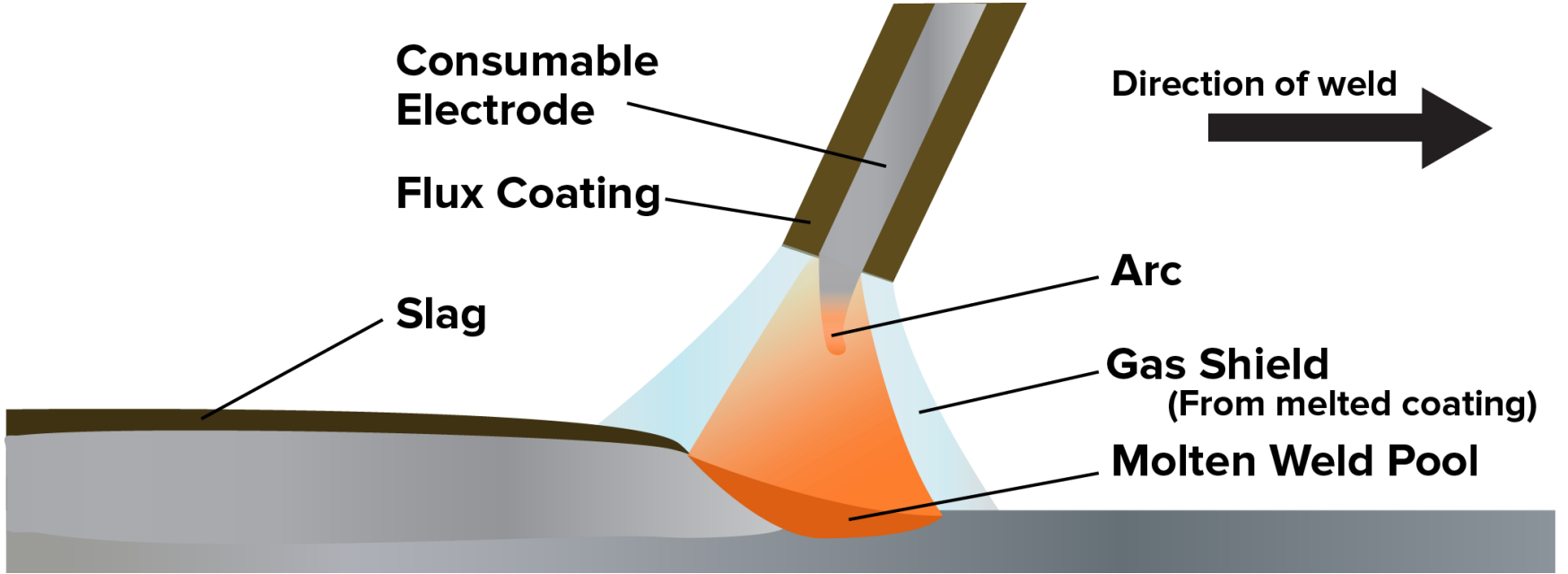
Manual metal arc consumables. Elektrod Çubuğu tanım kodu.



Elektrod tanım kodu Detayları



Örtülü Elektrod Kaynağı



Not: Kaynak ultraviyole ışınlarının zararlarından korunmak için deri önlük deri eldiven, yanmaz tulum giyilmeli. Gözlerimizi korumak ve daha verimli çalışmak için foto-cell otomatik kararan maske kullanmalıdır.

Elektrod kurutma fırını ve taşıma termosu.

Bazik elektrodların örtü Flux çabuk rutubet (H^2O) alır, kaynak sırasında rutubetteki Hidrojen ergimiş metal içinde çatlamaaya yol açar.

Bu sınıftaki Elektrodların imalatçı tarifine göre içindeki rutubet fırınlanıp kurutulur ve kaynak yapımı sırasında rutubet almaması için termos içinde saklanır.



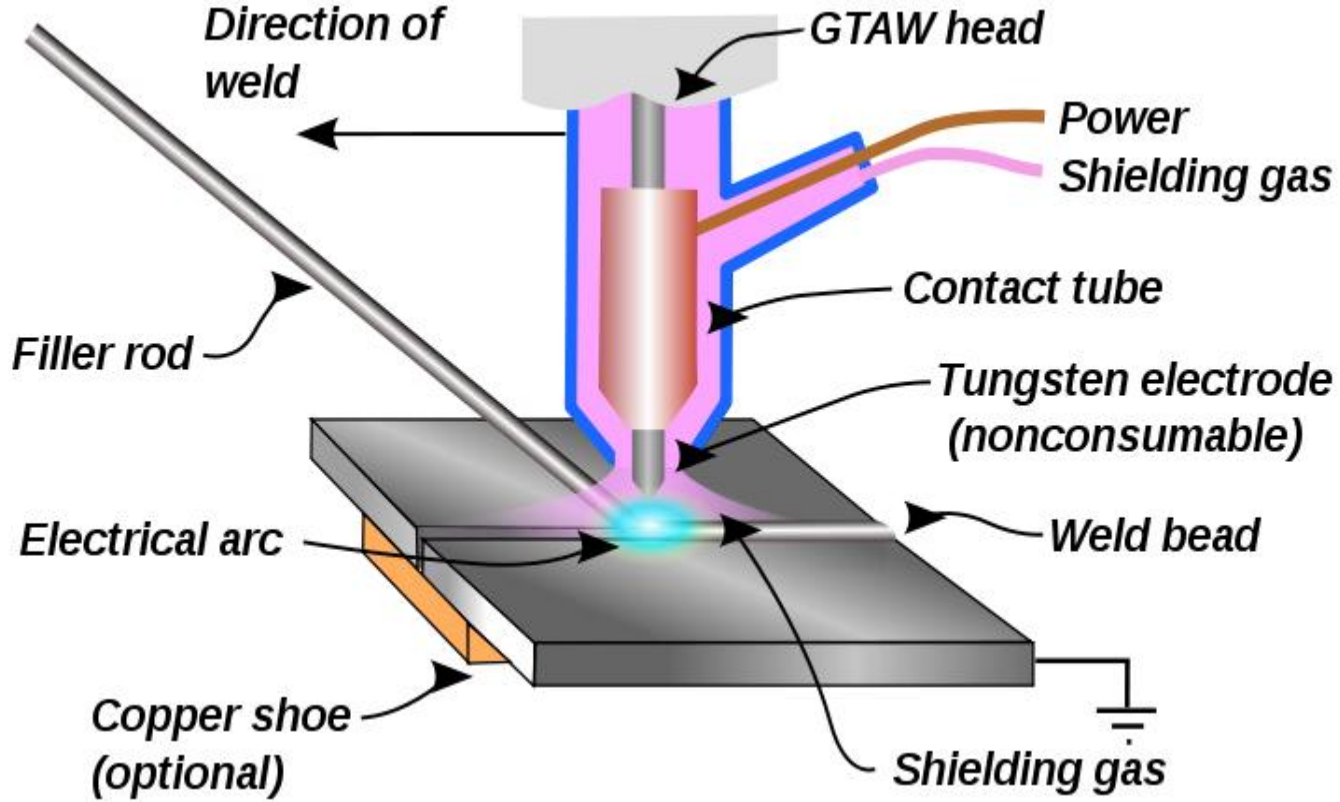
GTAW Gas Tungsten Arc Welding.(TIG) Gas Tungsten Ark Kaynağı (Argon)

Isı girdisi en az olan kaynak metodudur, kök pasolarda hatasız kaynak için tercih edilir,



Not:Tungsten iğne yanıp verimsiz olduğu zaman, (Tungsten metal tozu kesin Kanserojen olduğundan) sadece özel kapalı cihaz içinde bilenmeli.

TIG Argon Kaynağı Torç.



TIG Kaynağı DC veya AC akımlarda, inert gas olarak Argon kullanılabilir, Aliminyum, Paslamaz, Çelik malzeme ve borularda (kök paso) verimli, kolay, hatasız kaynak yapılabilir.

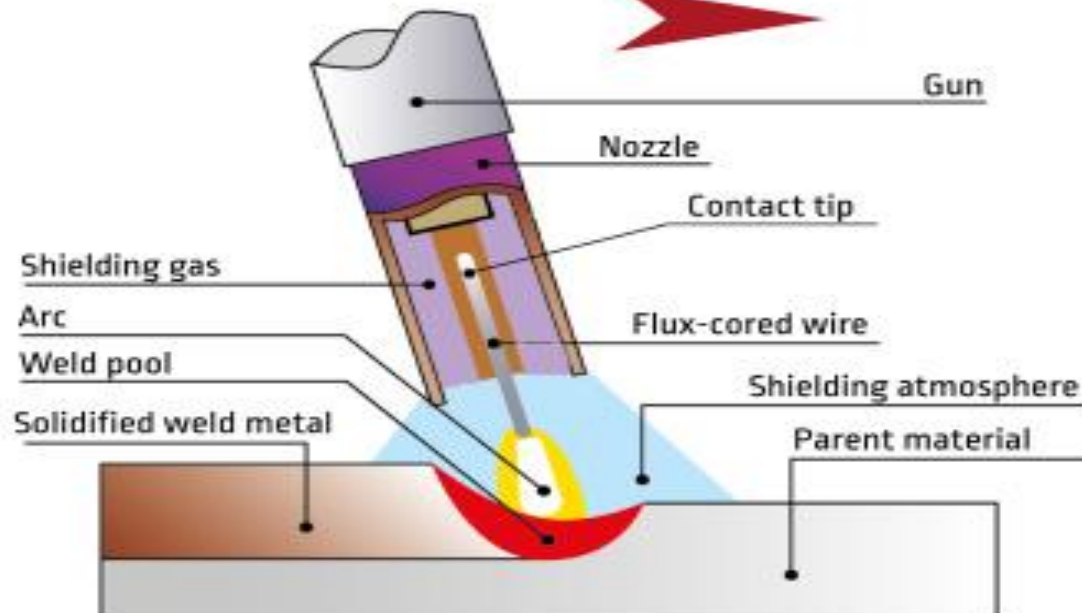
GMAW Gas Metal Arc Welding MIG-MAG Welding Machine



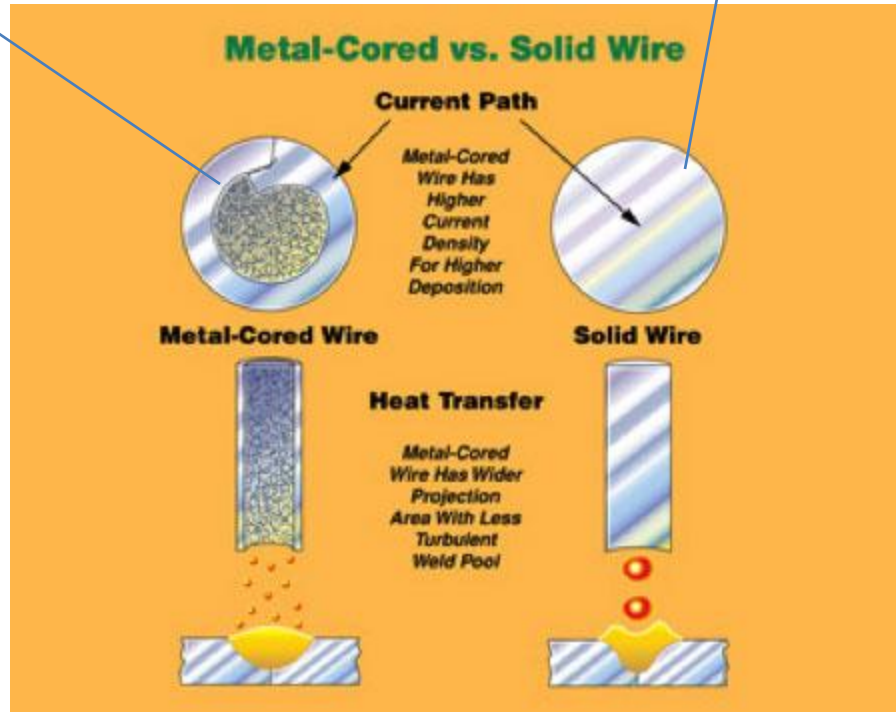
GMAW Gas Metal Arc Welding (MIG-MAG Welding) AC/DC akımı ile CO^2 veya karışım gas (Argon + Co^2) kullanılır, Özlü tel veya (solid wire) düz tel kaynak yapımında kullanılır. Tel sürüm motor ve Gas valf kontrolü Torç üzerinden Kaynakçı kontrol edebilir. Torç su ile soğutulur, kaynağa suyun damlaması kesinlikle istenmez, kaynak reddedilir.

MIG-MAG Torque

Isı girdisi çok az olan kaynak metodu.



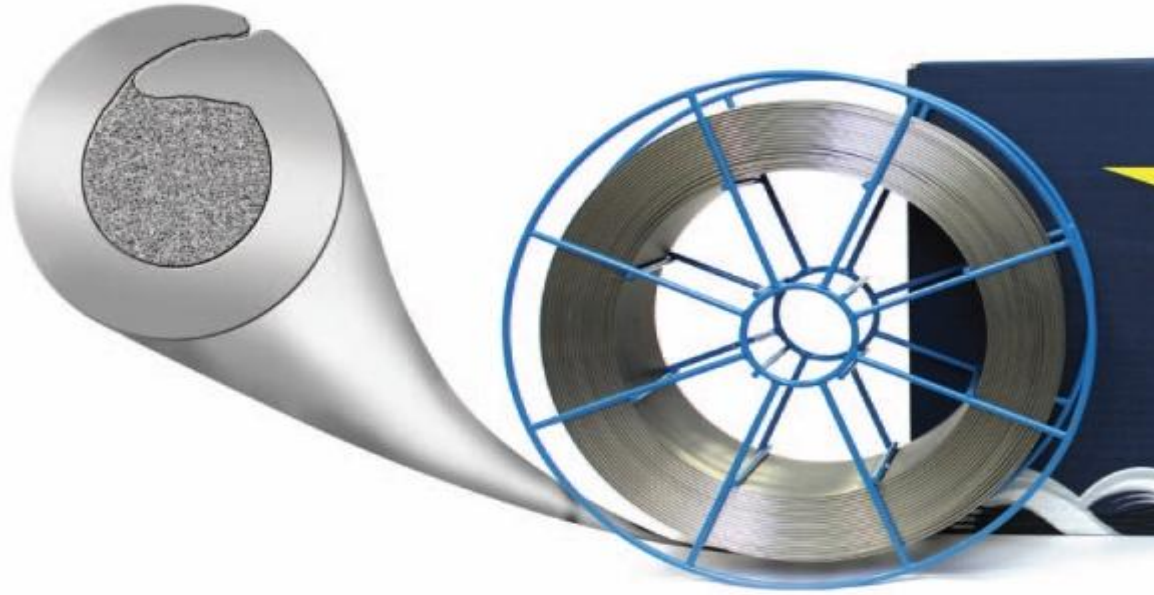
MIG-MAG Welding Consumable, Cored Wire (Özlu Tel)-Solid Wire (Düz tel)



Solid wire (Gas altı teli diye anılır), Rutil sınıfındadır, CO² Gas ile kullanılır, 0,8-1,2-1,6 mm çapına olanlar tercih edilir, yüksek Grade malzeme kayaklarda kullanılmaz, paslanmayı önlemek için tel üzeri mikron kalınlıkta elektroliz bakır kaplıdır.

Özlü Tel Flux Cored Wire

(Basic veya Rutil flux özlü)



Özlü Tel Flux Cored Wire Basic veya Rutil flux özlü olarak imal edilirler, Kaynak telinin üretiminde sarma yöntemi kullanılır, tel içindeki öz Bazik karakterli ise ambalaj açılıp hemen kullanılmalıdır. **Sarma (overlapping) aralığından rutubet girip Bazik özün içindeki Hidrojeni arttıracığından yarım kalan paket fırınlanmadan kullanılamaz.** Basik özlü Flux Cored Wire yüksek Grade'li malzeme kaynağında kullanılır.

ILO Reg. Kaynakçı sağlığı.

MIG/MAG ve TIG Gaz altı kaynakları açık rüzgarlı yerde yapılamaz, çünkü rüzgarlı yerde kaynak üstüne verilen, Inert gas: Co²/Argon dağılır/uçar, ergimiş kaynak metalinin içine havadan rutubet/nem (Hidrojen+Oksijen) girer ve kaynak gözenekli olur. Bu nedenle kaynak kapalı yerde yapılır. Kapalı kaynak yerinde Inert gas zararlarından korunmak için kaynak sırasında gas maskesi kullanmak gerekir. (Toz maskesi yeterli olmaz)



Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) * 2018 yılında yayınladığı bir değerlendirmede: “İnsanlarda Kaynak dumanları akciğer kanserine neden olur ve böbrek kanseri ile pozitif ilişkiler gözlemlenmiştir.”

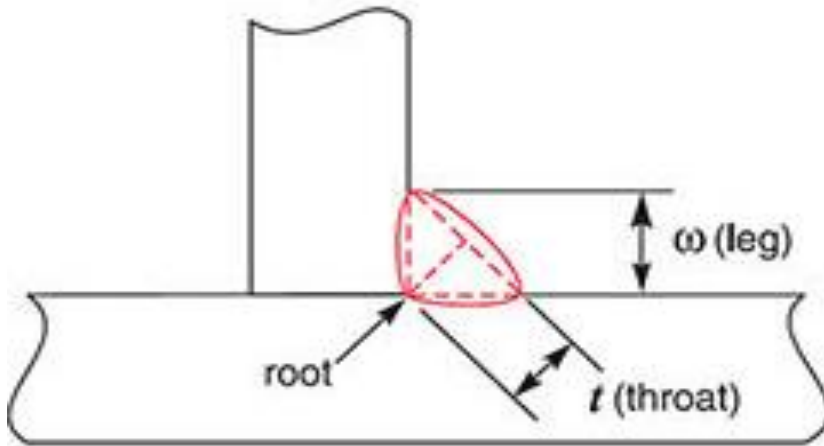
* International Agency for Research on Cancer (IARC)

Hava temizleme respiratör ve otomatik kararan kaynak Maskesi.

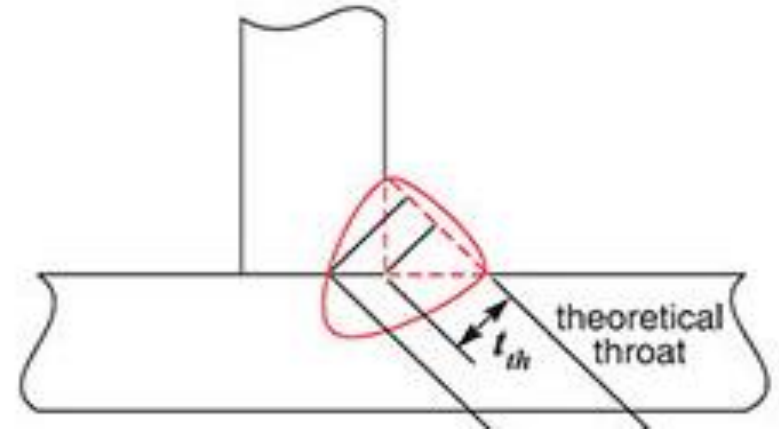
Double Fillet Weld Penetration

Çift taraflı Köşe kaynağın malzeme girdisi.

Rutile welding consumable
(Rutil elektrot/solid tel)



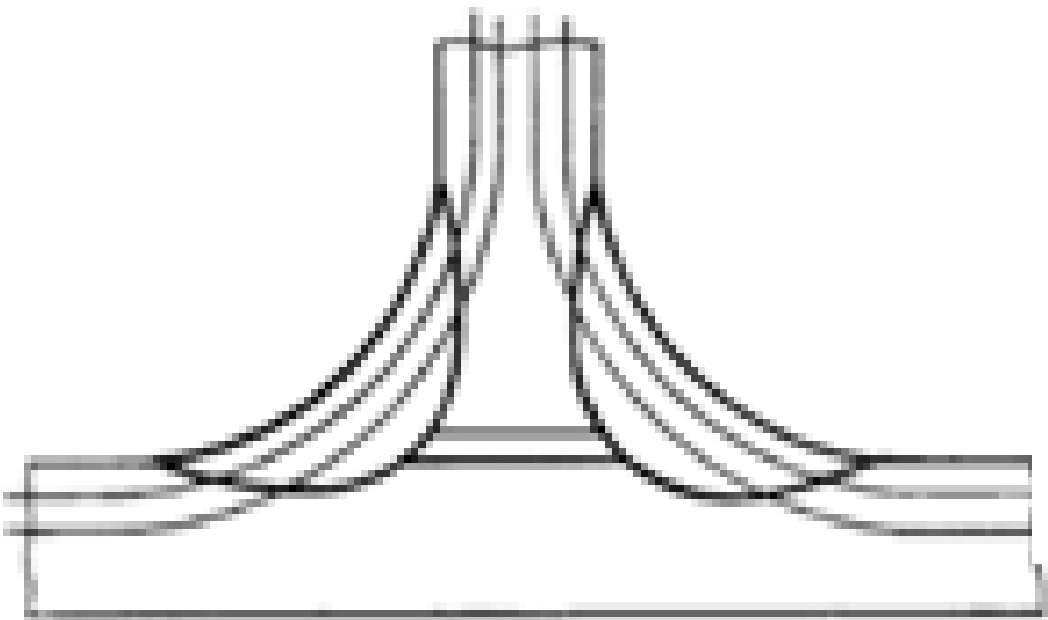
Basic weld consumable
(Bazik elektrot/ özlü tel)
ve DC+ Elektrod.



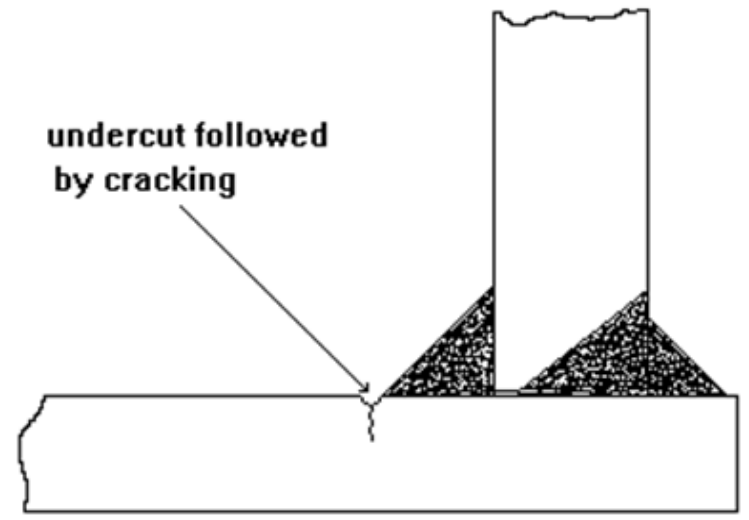
Kaynak mukavemet/mekanik hesabı:

Gemi inşa ve tamir projesinde; Kaynakta Mekanik kuvvet eğrilerinin nereden geçtiğini, kuvvet daralma/kırılma noktasını bilinmesi gerekir.

Resimde; Çatlak etkisi yapacak bombeli kaynak fazlalığı, çentik ve kenar kesmesi (undercut) yok. Taşıyıcı kuvvet/yükü yayma eğrileri eşit, (Stress curve) paralel durumda ve hiç kesit daralma, keskin köşe (Hot point) yok.



Double fillet weld stress curve.



Hot Point Crack.

“SAW” Submerged Arc Welding, Toz Altı Kaynağı.

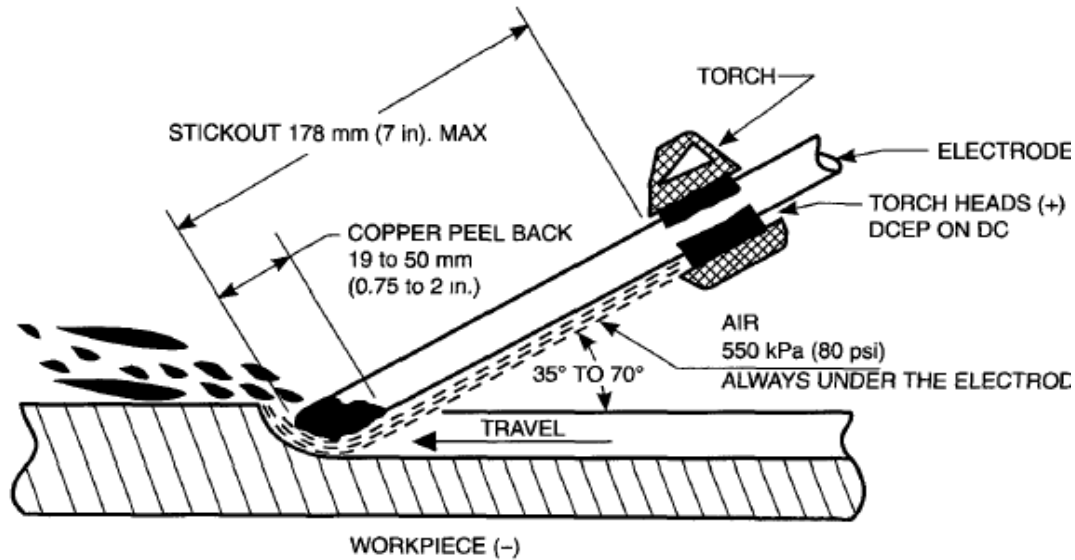


Toz altı Kaynak (SAW Submerged Arc Welding).



Toz altı kaynağı (SAW) kaynak verimini arttırmak için tek veya çok telli olarak “Yer/D”, “Köşe/F” veya spiral Boru kaynağında kullanılabilir. Kaynak üzerini örten Toz/Flux içerisinde çeşitli kimyasal maddeler (Demir tozu gibi) kaynak içine nüfuz ederek kaynağı besler ve atmosferden korur. Kullanılmayan toz vakum ile tekrar depoya alınıp, elenip, fırınlanıp rutubeti atıldıktan sonra tekrar kullanılabilir.

Karbon oluk açma Elektrodu. (Air-Arc Gauging)



Karbon oluk açma elektrodu (Air-Arc gauging) içi saf Karbon ve dışı elektroliz bakır kaplıdır, sistem yüksek amper ile kullanılır, bakır kaplamanın ilettiği elektrik akımı enerjisinin ısıttığı malzemeyi Elektrottaki Karbonun yanarak verdiği * ekstra enerji ile çeliği eritir, elektrod yanında verilen basınçlı hava eriyen çeliği/eski kaynak metalini vs. süpürerek dışarı döker ve malzeme oluk, kaynak ağzı vs. açılmış olur.

Karbon elektrod malzeme yüzeyinde tufal (Mill scale) bırakır bu tufal yapılacak kaynak ile birlikte malzemeye geçer ve yüksek karbon nedeniyle çatlamaya yol açar. Bu nedenle Karbon elektrod ile oluk açılıp kaynak yapılmadan önce oluk içi jet taşı ile mutlaka temizlenmelidir.

(sadece çelik tel fırça ile temizlik yeterli değildir, taşlanmalıdır)

* Not: O^2 kaynağı ile sac kesmede ilave verilen O^2 ile sacdaki "C" nun yanması ile yüksek ısı ve sacın eriyip kesilmesi sağlanır.

Oxy-Acetylene Weld Equipment. (Kaynak)

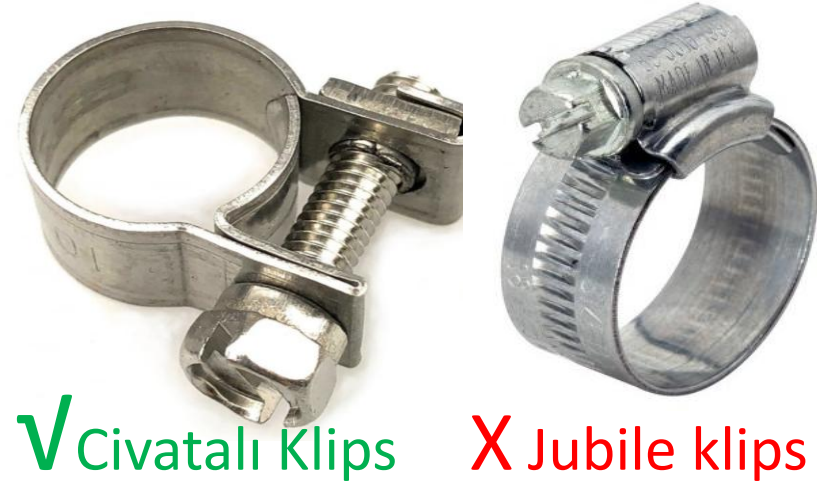
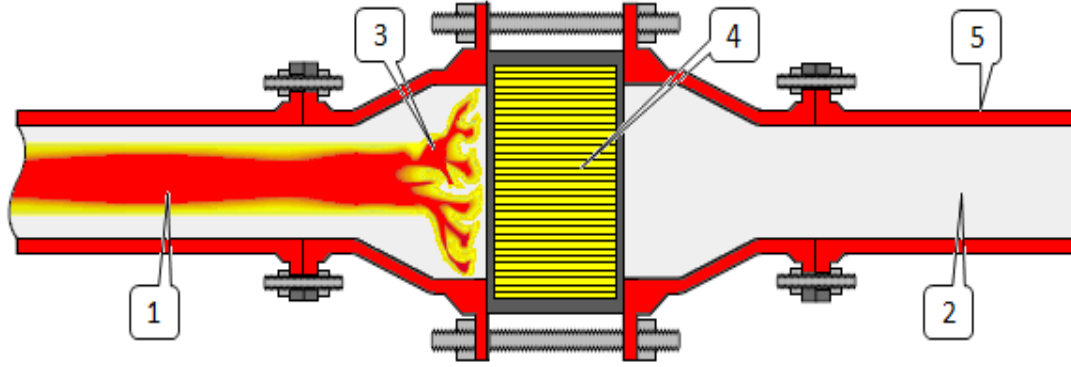
- Gas silindirleri dikey olmalı, tüplerin yerlerine bağlama sistemi çabuk çözülebilmeli, Oxygen (mavi) ve Asetilen (Kırmızı) tüpleri ayrı ayrı havadar, sacdan yapılmış bölmelerde ve elektrik, alev, kıvılcım vs. olan bölgeden uzak, insan yaşam mahalli dışında olmalı, Yanıcı/patlayıcı ikaz (IMO Sign) yazılır.



Oxygen Tüpte Gas halindedir. Acetylene Gas'ı tüp içindeki Pomza taşının gözeneklerine emdirilmiş olarak bulunur, Acetylene Gas'ı serbest olarak taşınmaz statik elektrik üretir tehlikelidir. LPG ile birleştirme kaynağı yapılamaz, LPG petrol gazı içindeki yanmayan yağlar kaynak yüzeyine sıvanır kaynak metali tutmaz.

In-line Flame Arrester (Alev tutucu) Pipe Line + Oxy. Acety. Hose.

Hortumlar en geç 5 yılda yenilenmelidir, hortum tamirleri imalatçı talimatına göre yapılmalıdır, Bakır boru ve jubile clips kullanılamaz.



1. Paslı sacı keserken şalomadan gelebilecek alev tarafı.
2. Alevden korunmuş bölge (tüp/gas tarafı),
3. Alevin söndürüldüğü bölüm,
4. Alev tutucu Flame arrester,
5. Boru veya hortum.

Not: Sistem kesinlikle yağdan arındırılmalıdır.

WPS-PQR Welding Procedur Specification & Qualification ve WPQ Kaynakçı Sertifikası hazırlaması,

IACS, AWS ve EN ISO 9606-1 (02/2014)
(eski norm EN 287-1:2011:2012)

WPS Welding Procedure Specification:

Geminin onaylı planına uygun aynı malzeme ve planda belirtilen kaynak parametrelerine (Pozisyon, Elektrot, Volt, Amper, Hız vs)'ye göre eğitilmiş kaynakçının kaynatıp PQR'a göre (akma, kopma, uzama, çentik vs)'ye göre IACS üyesi Class surveyörü tarafından izlenip test edilip raporlanmasıdır.

WPS/PQR sadece eşdeğer parametreler için aynı kaynakçı tarafından veya WPS'ye uygun test edilen kaynakçıların yapması halinde geçerlidir.

Kaynak Pozisyonları.

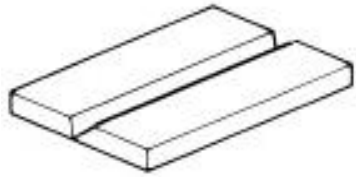
Table 12.2.1 Equivalent designations of welding positions

Weld position		Standard	
		ISO 6947	AWS
Plate butt welds			
Flat	D	PA	1G
Horizontal	X	PC	2G
Vertical, weld up	Vu	PF	3G
Vertical, weld down	Vd	PG	3G
Overhead	O	PE	4G

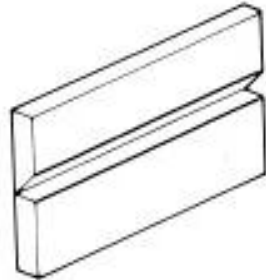
Köşe (Fillet Weld) kaynağında Pozisyonlar: 1F, 2F, 3F, 4F şeklindedir.

Butt Weld Alın Kaynağı.

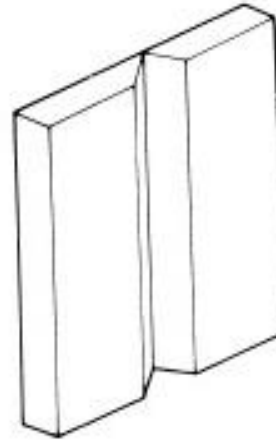
Groove Welds in Plate — Test Positions



(a) 1G



(b) 2G



(c) 3G



(d) 4G

WPS Welding procedure speciification (uyumlu ön Kaynak) testi.

Gemi yapımı ve tamirinde WPS Welding procedure speciification ve (yeterlilik)Qualification testi için plana uygun olarak sertifikalı malzeme (kalitesi Gr. Weldebility, Kalınlık ve boyut: 2 adet 350 x 17 cm.) seçilir, bu malzemeye uygun olan Kaynak ekipmanı, Welding Consumable kaynak dolgusu için (onaylı elektrod, özlü tel vs) temin edilir, kaynak ağzı açılır, Planlanan kaynak yapma metodu ile plana uygun olarak pozisyonda bağlanır.

Fotoğraftaki gibi alın kaynağı için iki numune sacların ortası istenilen pozisyonda kaynak ile WPS IACS kaidelerine uygun olarak Surveyör ve Tersane Müh.nezaretinde yapılır ve sonra test edilir.

Kaynak yapımı sırasındaki kayıt:

Kaynak hazırlığı, (ön ısıtma ve gerekirse kaynak sonrası ısı işlem) Elektrod kurutma (Hyd.seviyesi), her kaynak pasosunda Hız, Amp, Volt yazılması, ısı girdisi-HAZ bölgesi sıcaklığı,

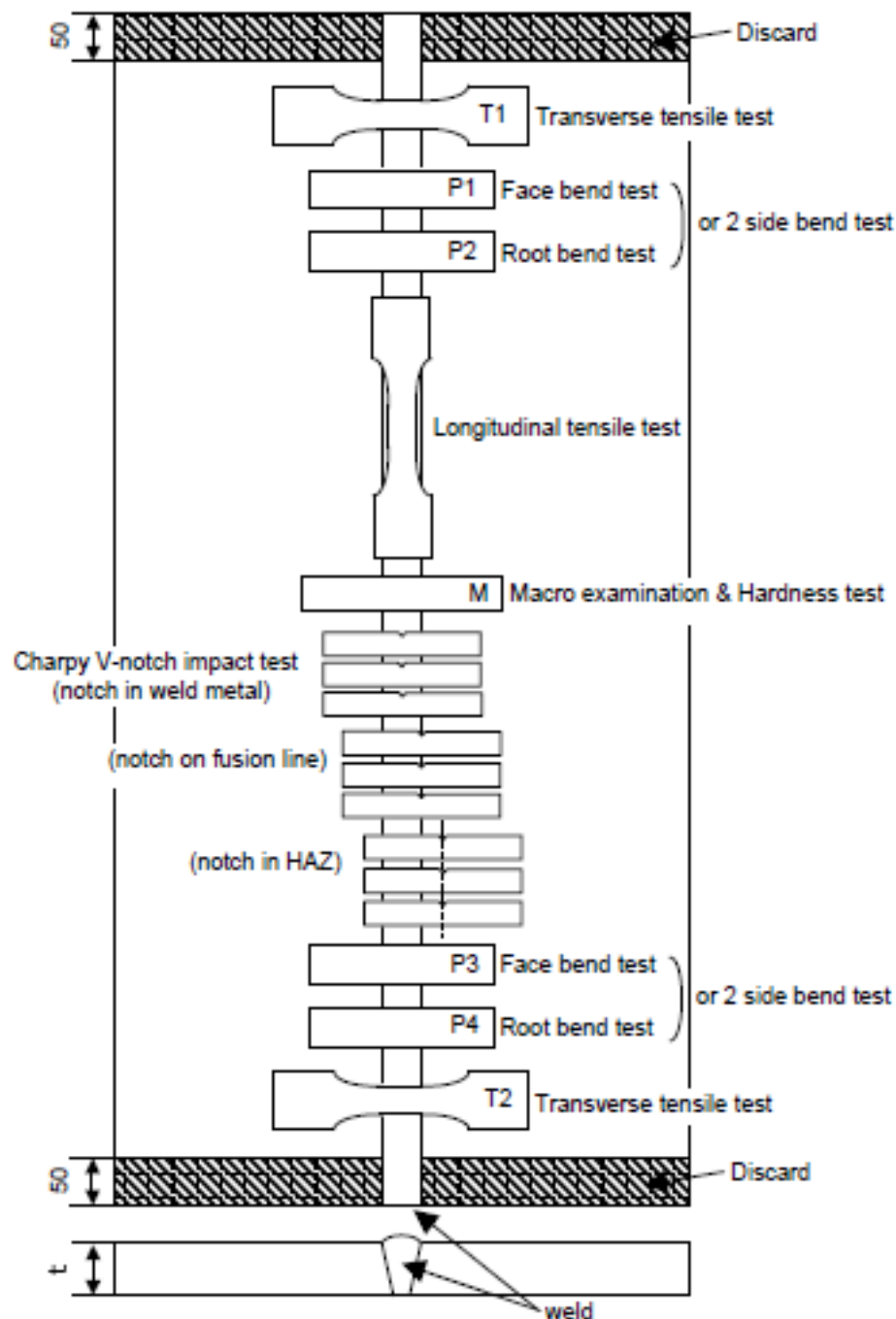
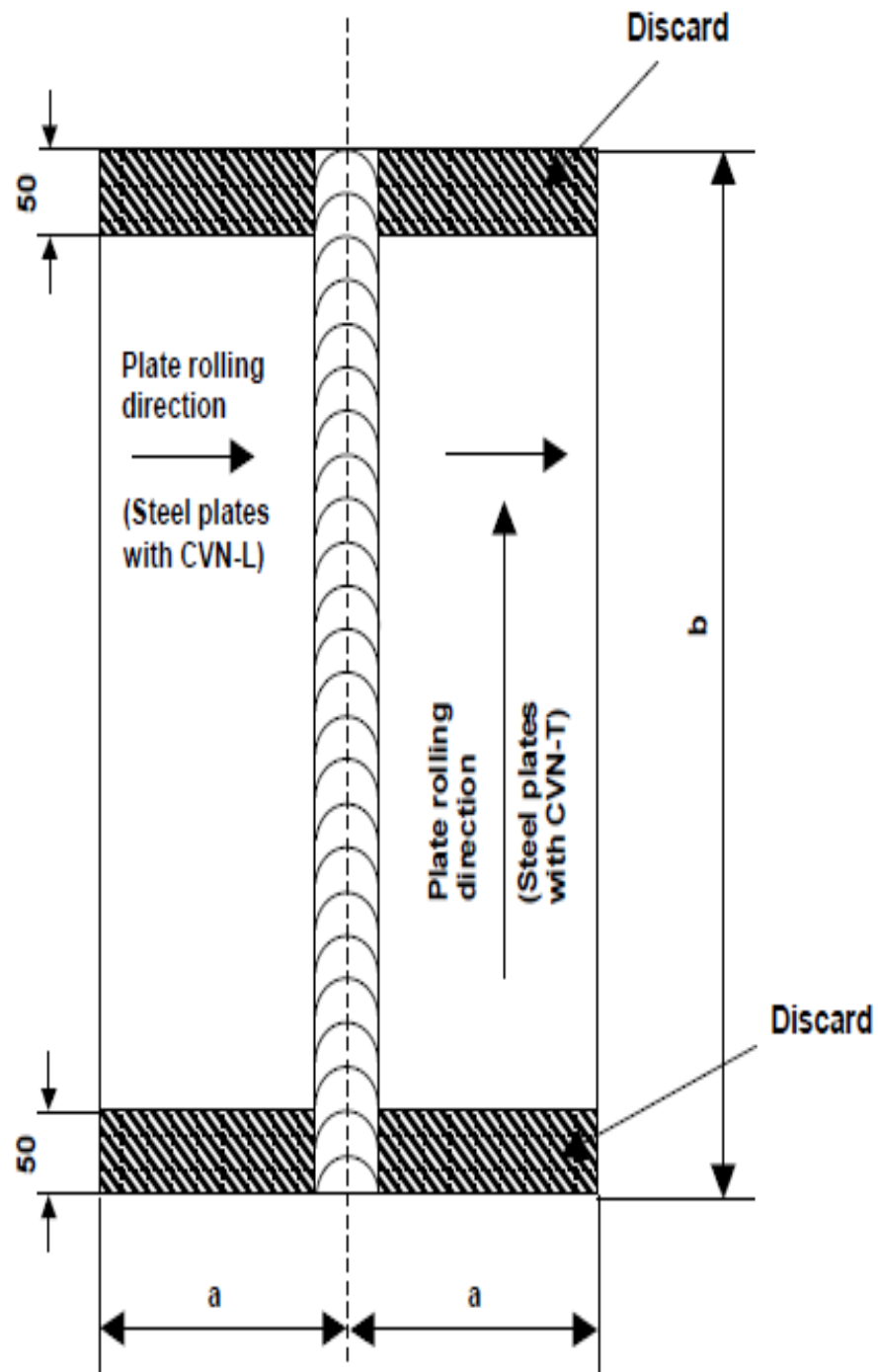
Kaynak prosedürü yeterlilik testi.

1-Tahribatsız NDT Muayenesi.(malzemedeki gerilimler bitmeli, soğuduktan sonra)

2-Mekanik testler: Çekme /Tensile (akma, kopma,uzama), Çentik /Impact (weld,side,HAZ), Bükme/Bend, (fece, root)

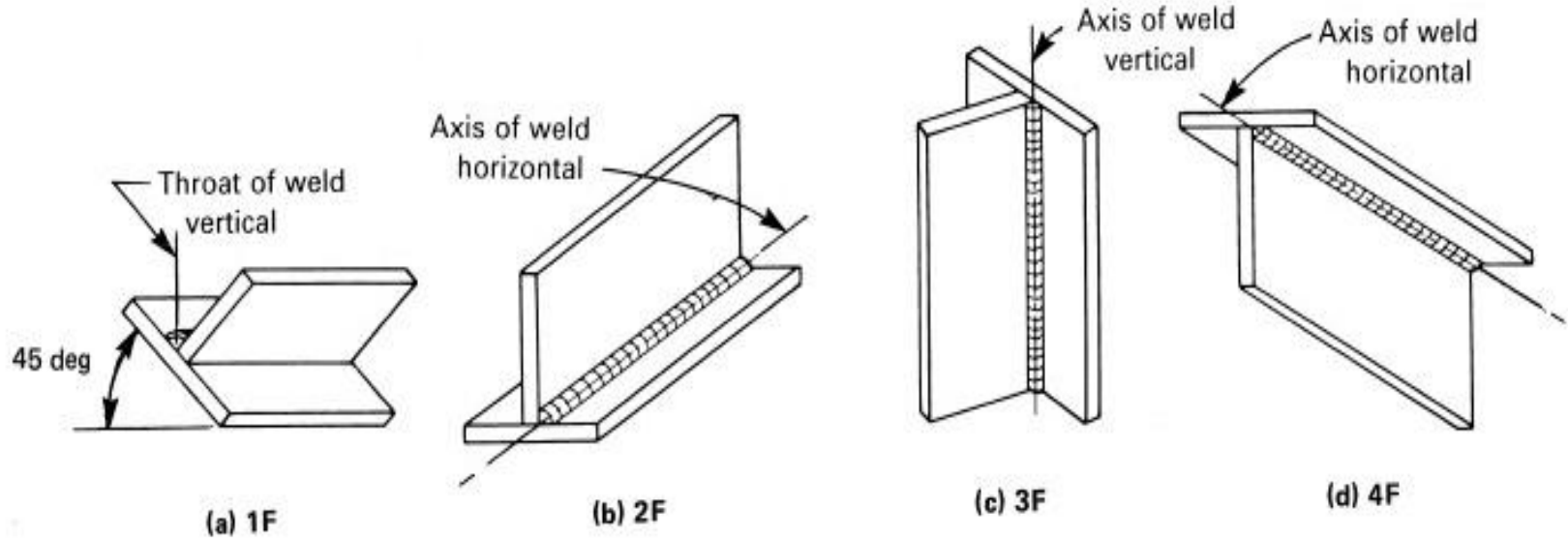
Test neticeleri plana uygun olarak kullanılacak bölgenin istenilen değerlerin üzerinde olmalıdır.

Testlerin olumlu olunca Kaynakçı sertifikası, WPS,PQR imzalanıp kayıtlara alınır,



Fillet Weld (Köşe Kaynağı)

Fillet Welds in Plate — Test Positions

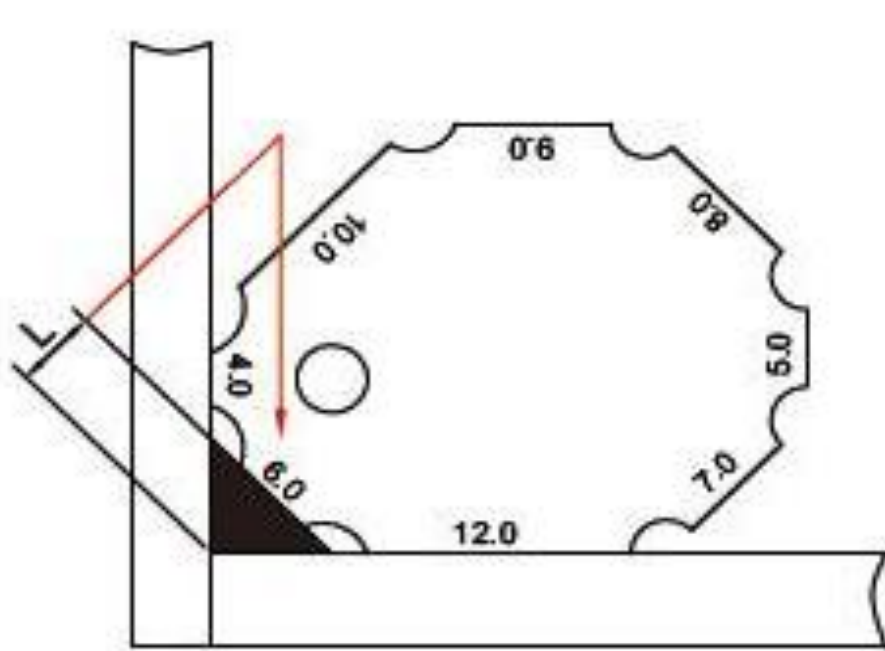


Köşe Kaynağı gemilerde en çok kullanılan kaynak metodudur, ülkemizde kaynak parametrelerine uyulmadan yapılan **fazla kalın, geniş ve hatalı kaynak taşlanması için %30 fazla işçilik yapılmaktadır.**

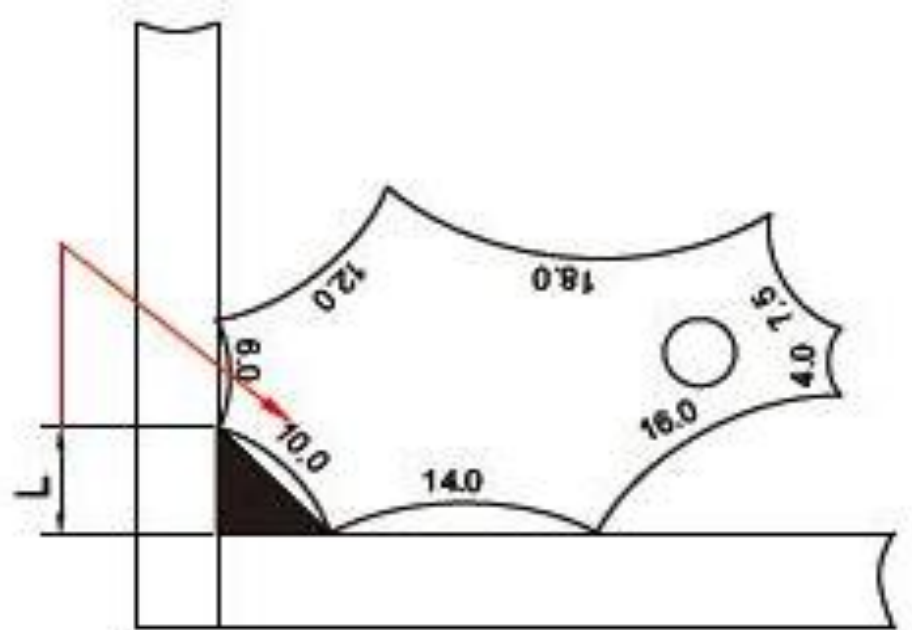
Uluslararası Tersanelerde kaynak taşlama ve tamiri IACS no.47 ve UR-Z'ye ve Boya yüzey hazırlık kabul kriterlerine göre sadece Class ve Gemi İnşa/Kaynak Müh. nezaretinde yapılmalıdır. (Boya Ensp.değil)

Köşe kaynağı ayak uzunluğu (Leg length) ve kaynak yüksekliği (Throat size) fotoğraftaki el masterları ile ölçülebilir.

Köşe kaynağı (Fillet weld) ölçümde planda belirtilen ölçüye uygun (mm) olan radius/mastar kullanılır.

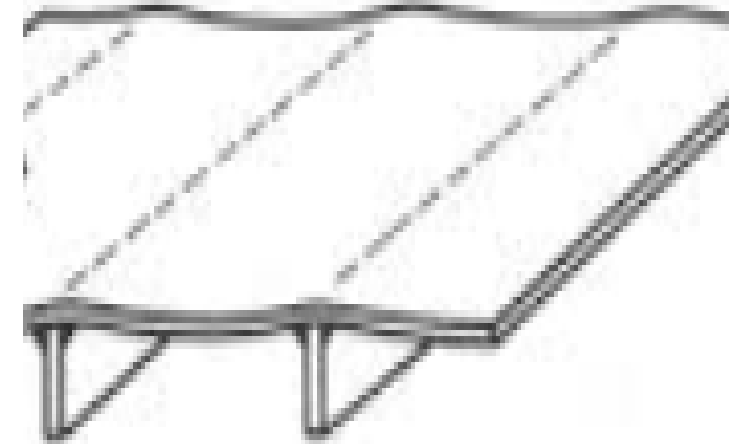
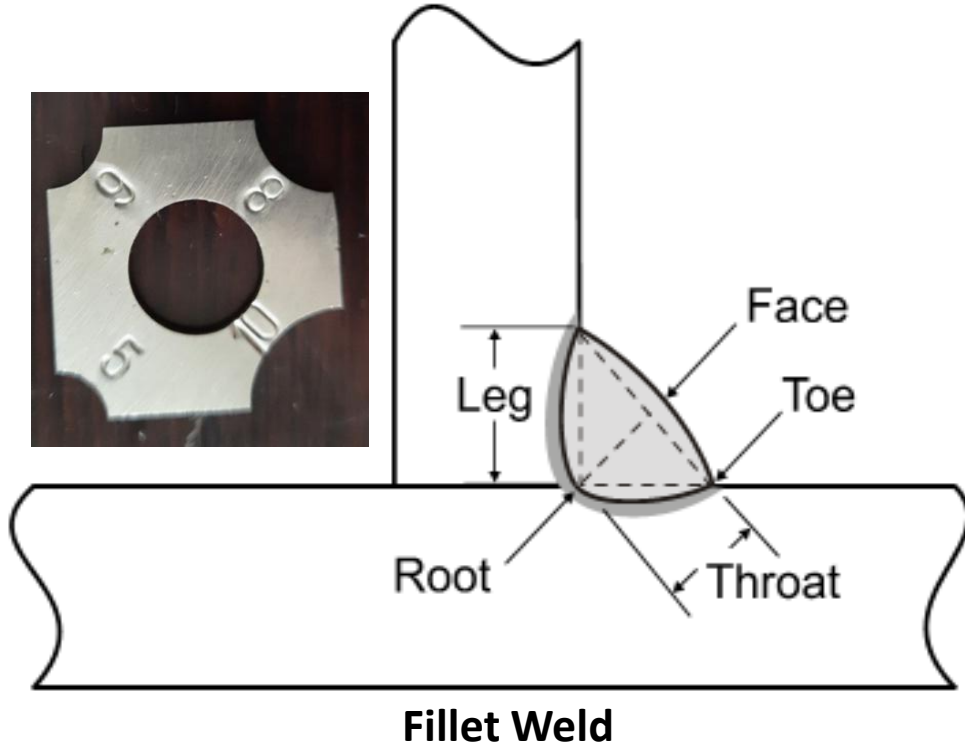


throat size



leg length

Köşe Kaynağında kaynak kalınlığı (Throat) ve Kaynak Boyu (Leg Length) ölçme.



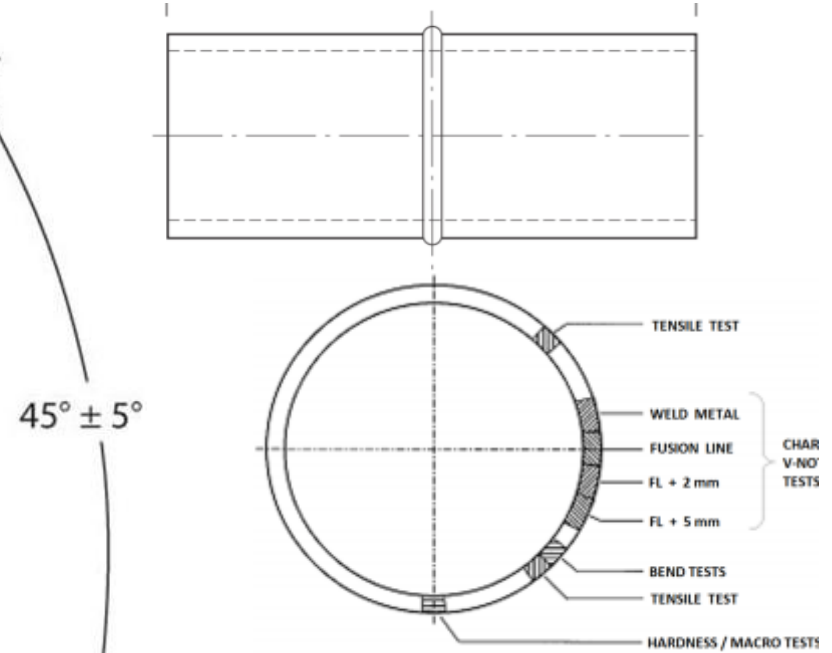
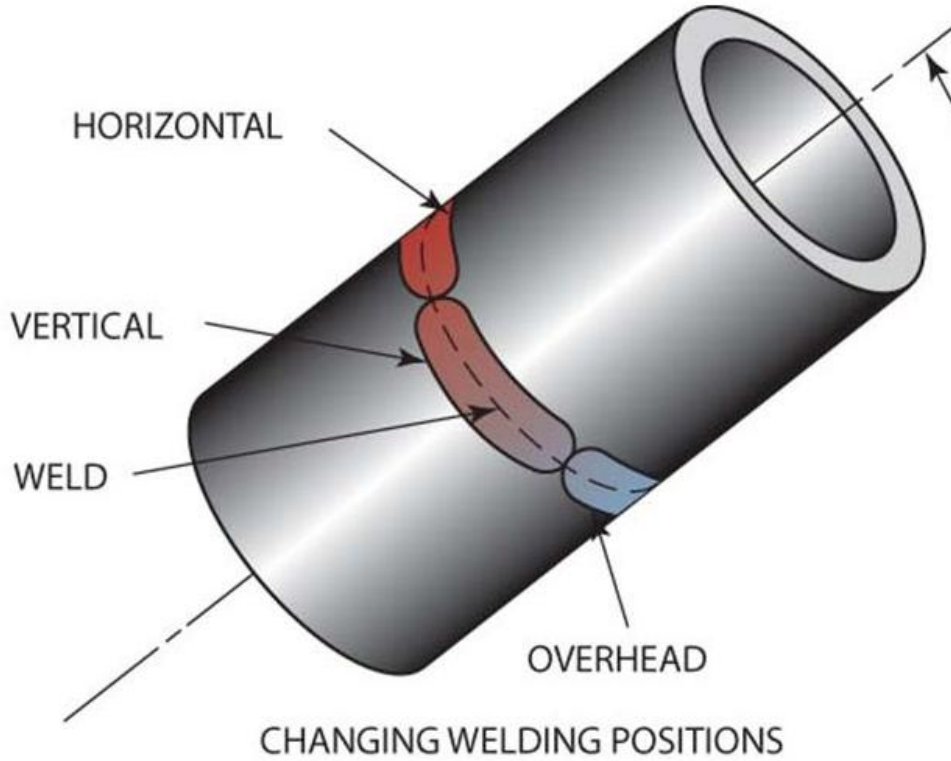
Aşırı doldurulmuş kalın Köşe kaynağı deformasyonu.

-Köşe kaynağında kalınlık fazla olması kaynaklı sacın bükülüp bombe yapmasına neden olur, saçı tav ile düzeltme ve ilave taş işçiliği gerektirir, kaynak ve Gemi maliyetini attırır.

Boru Kaynak Pozisyonu.6G (45°)

Test pieces: Dia.10", Thick: ½", L:20"

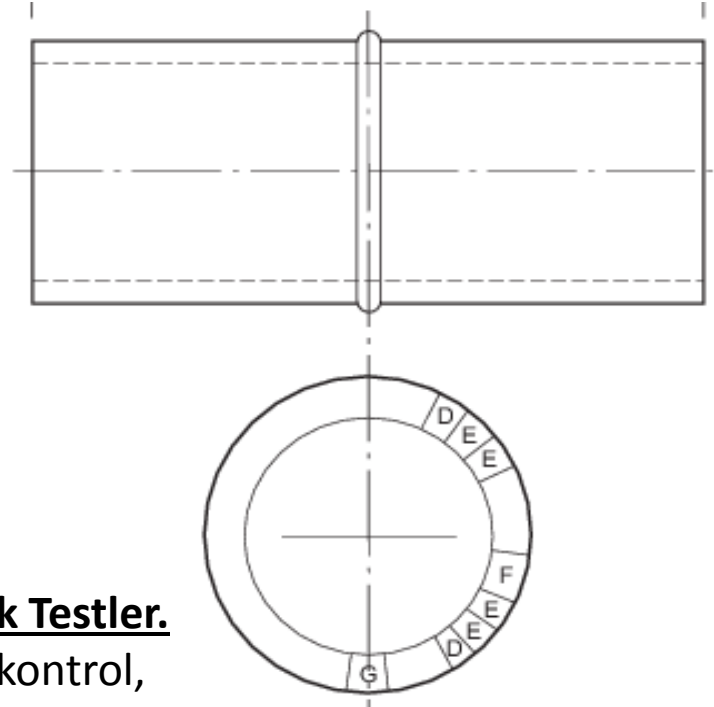
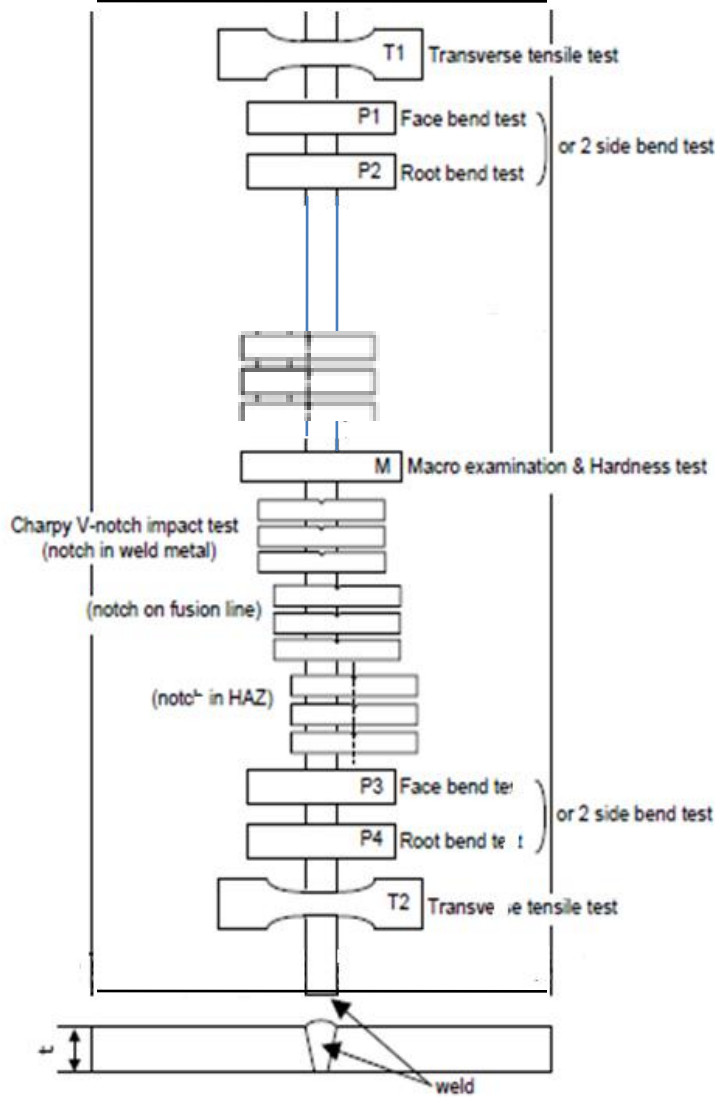
6G testinde Borunun iç kısım kaynak metalinde akıntı ve çöküntü olmayacak, yüzey görüntüsü temiz, pürüzsüz olacak.



6G Pipe Weld Test numunesi,

Not: 45° yatay boru 6G (PF, 5F)pozisyon WPS/PQR Kaynakçı sertifikası diğer bütün kaynak türlerini (1G,2G,3G,4G)'yi kapsar.

6G Kaynakçı, WPS-PQR test borunun mekanik testi.



Yapılacak Testler.

- A-Gözle kontrol,
- B-Yüzey çatlak testi(MPI)
- C-100% Radiographic kontrol, (X, Gama, US)
- D-2 ad. Enine çekme testi, (T1,T2)
- E-4 ad. Bükme testi (P1,P3 Yüzey-P2,P4 Kök)
- F-4 set x (3 ad.) Çentik testi,
 - 1 set Kaynak merkezinden,
 - 1 set HAZ,
 - 1 set HAZ + 2 mm,
 - 1 set HAZ + 5 mm,
- G-Macro test + Sertlik,(M)

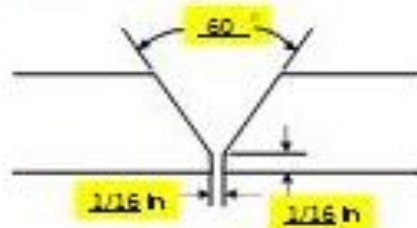
Numuneler çelik mühür ile markalanır.

6G Kaynakçı test borusundan mekanik test numune parçaları hazırlanması.

Welder Performance Qualification Worksheet

6G – Groove – SMAW

Testpiece Configuration



Thickness, $t = \text{sch } 80$

Mark Test piece with Welders Initials

* Use paint marker and steel stamp; apply in two (2) locations at opposing corners

Test Joint Length 6-8" after welding

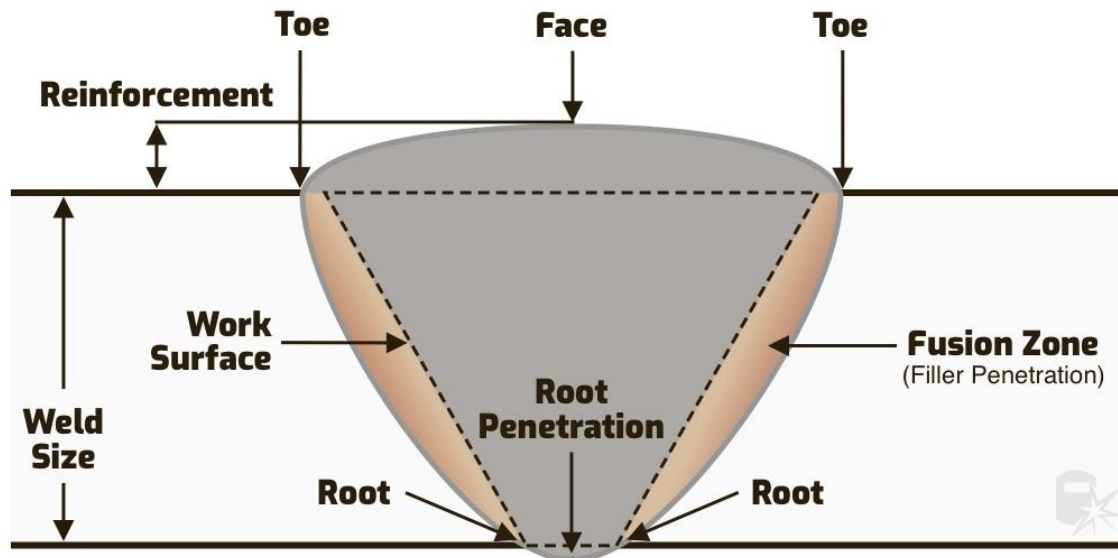
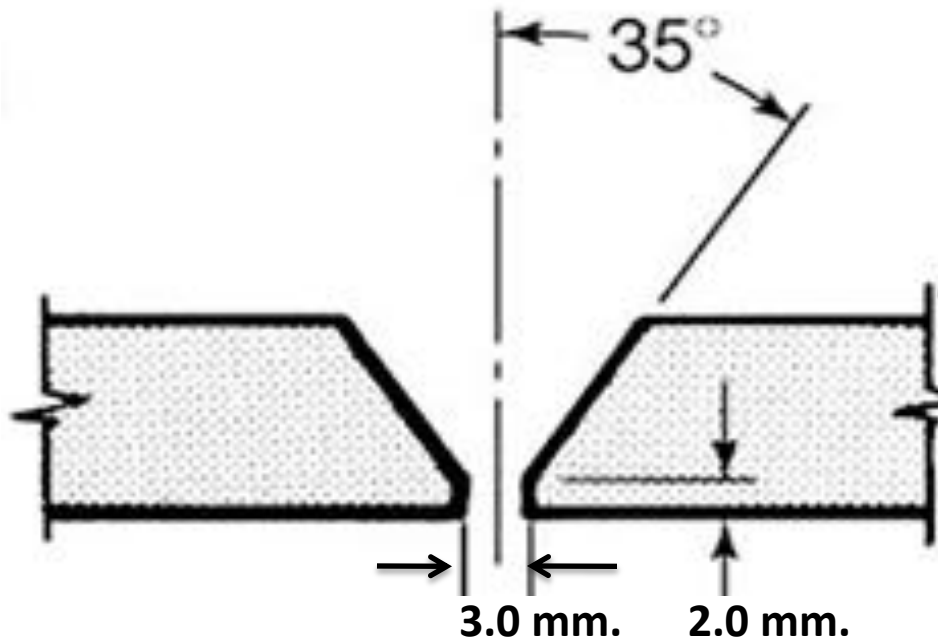


Test Conditions

Test Variable	Recommended Target Value	Confirm/Record PQR Values
Process	SMAW	
Application mode	Manual	
Test position	6G (uphill)	
Base metal	A106 / A513	
Type / grade	N/A	
Electrode type/specification	E6010: Root E7018: Fill and Cap	
Size(s), in [mm]	1/8" - 3/32"	

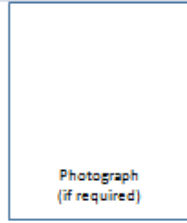
Test Variable	Recommended Target Value	Record PQR Values
Preheat, °F	50° F min	
Interpass min/max, °F	50° F min / 650° F max	
Current type	DCEP (Reverse Polarity)	
Amperage, A		
E6010 Root	Per Procedure	
E7018 Fill & Cap	Per Procedure	
Interpass cleaning	Wire brushing as required	

WPS-PQR



Welder Performance Qualification Certificate (WPQ)

Standards/Codes	
Designation(s)	
WPS Reference no.	
Welder's Name	
Identification	
Welder's Stamp	
Date and place of Birth	
ID No	
Employer	
Job knowledge	Acceptable/Not Tested



Welding Code EN ISO 9606-1 (02-2014)'e uygun düzenlenen

“Kaynakçı Sertifikası Formu”

	Test piece	Range of Qualification
Welding process(es)		
Product: Plate of Pipe		
Type of joint/weld		
Material group/sub group		
Consumable/Filler metal		
Shielding gas		
Auxiliaries(backing,gas,flux)		
Material thickness		
Pipe outside diameter		
Welding positions		
Other weld details		

Type of qualification test result: Satisfactory or Not applicable				We certify that the above statements are correct and that the test pieces were prepared, welded and tested in accordance with the codes: _____ Organisation: _____ Org.signature: _____ Examiner: _____ Date and Place : _____ Validity of Cert.: _____ This qualification recovered at any time if the welders skill or knowledge is found inadequate WPS and WPQR to be attached this cert.
Visual Inspection		Magnetic particle		
Liquid penetrant		Radiographic		
Ultrasonic		Macro examination		
Bend		Fracture		
Others				
The validity of this Welder's Qualification Test Certificates extends until the biennial prolongation by employer's welding coordinator:				
Date	Signature	Position of title		
		recovered at any time if the welders skill or knowledge is found inadequate	recovered at any time if the welders skill or knowledge is found inadequate	

Gemide yapılacak her türlü Kaynağın onaylı plana göre malzeme, Elektrod ve Pozisyonuna uygun WPS/PQR ve Kaynakçı Sertifikası IACS Class surveyörü tarafından denetlenmiş olmalıdır.

-- Tersanede imalat sırasında WPS kontrolü için Kaynak Müh. bulunması tavsiye edilir.

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes |
PREQUALIFIED _____ QUALIFIED BY TESTING _____
or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes

Company Name _____
 Welding Process(es) _____
 Supporting PQR No.(s) _____

Identification # _____
 Revision _____ Date _____ By _____
 Authorized by _____ Date _____
 Type—Manual Semiautomatic
 Mechanized Automatic

JOINT DESIGN USED

Type: _____
 Single | Double Weld |
 Backing: Yes No
 Backing Material: _____

Root Opening _____ Root Face Dimension _____
 Groove Angle: _____ Radius (J-U) _____
 Back Gouging: Yes No Method _____

BASE METALS

Material Spec. _____
 Type or Grade _____
 Thickness: Groove _____ Fillet _____
 Diameter (Pipe) _____

FILLER METALS

AWS Specification _____
 AWS Classification _____

SHIELDING

Flux _____ Gas _____
 Composition _____
 Electrode-Flux (Class) _____ Flow Rate _____
 Gas Cup Size _____

PREHEAT

Preheat Temp., Min. _____
 Interpass Temp., Min. _____ Max. _____

POSITION

Position of Groove: _____ Fillet: _____
 Vertical Progression: Up | Down

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) Short-Circuiting
 Globular Spray
 Current: AC DCEP DCEN Pulsed
 Power Source: CC CV
 Other _____
 Tungsten Electrode (GTAW)
 Size: _____
 Type: _____

TECHNIQUE

Stringer or Weave Bead: _____
 Multi-pass or Single Pass (per side) _____
 Number of Electrodes _____
 Electrode Spacing Longitudinal _____
 Lateral _____
 Angle _____
 Contact Tube to Work Distance _____
 Peening _____
 Interpass Cleaning: _____

POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp. _____
 Time _____

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			

Kaynak Prosedürü:
 WPS Welding Procedure
 Specification. (AWS)

Procedure Qualification Record (PQR) # _____
Test Results

TENSILE TEST

Specimen No.	Width	Thickness	Area	Ultimate Tensile Load, lb	Ultimate Unit Stress, psi	Character of Failure and Location

GUIDED BEND TEST

Specimen No.	Type of Bend	Result	Remarks

VISUAL INSPECTION

Appearance _____
 Undercut _____
 Piping porosity _____
 Convexity _____
 Test date _____
 Witnessed by _____

Other Tests _____

Welder's name _____

Tests conducted by _____

Radiographic-ultrasonic examination

RT report no.: _____ Result _____
 UT report no.: _____ Result _____

FILLET WELD TEST RESULTS

Minimum size multiple pass	Maximum size single pass
Macroetch	Macroetch
1. _____ 3. _____	1. _____ 3. _____
2. _____	2. _____

All-weld-metal tension test

Tensile strength, psi _____
 Yield point/strength, psi _____
 Elongation in 2 in, % _____
 Laboratory test no. _____

Clock no. _____ Stamp no. _____

Laboratory _____

Test number _____

Per _____

We, the undersigned, certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in conformance with the requirements of Clause 4 of AWS D1.1/D1.1M, (_____) *Structural Welding Code—Steel*.
 (year)

Signed _____
 Manufacturer or Contractor

By _____

Title _____

Date _____

PQR Procedure (AWS)
 Qualification Record.
 (WPS Test değerleri kaydı)

Welding Parameters, Codes and Standards. EN ISO 9606-1

1-Kaynak yöntemi, numbers

Welding Process reference

111 Örtülü Elektrod ile Elektrik Arc Kaynağı.	Manual metal arc welding;
114 Gas korumasız Özlü Tel Elektrodla ark Kaynağı.	Self-shielded tubular-Flux cored arc welding;
121 Tekli tel ile Toz altı Kaynağı	Submerged arc welding with one wire electrode;
125 Özlü Tel Elektrod ile Toz altı kaynağı.	Submerged arc welding with tubular cored elektrod
131 Metal İnert Gas (MİG) Kaynağı.	Metal inert gas welding (MIG welding);
136 Metal aktif (MAG) Kaynağı.	Metal active gas welding (MAG welding);
136 Gas korumalı Özlü Tel elektrodla ark kaynağı	(MAG) Tubular cored metal arc welding with gas shield
141 Tungsten İnert Gas (TIG) Kaynağı	Tungsten inert gas arc welding (TIG welding);
15 Plazma Kaynağı.	Plasma arc welding;

2-Ürün tipi.

Product Type:

P Levha Sac.	Plate,
T Boru.	Pipe,

3- Kaynak tipi	Type of Weld,
FW Köşe Kaynağı	Fillet Weld,
BW Alın Kaynağı	Butt Weld.

4-Malzeme Gurupları Material Group:

(Kaynak yapılacak Malzemelerin min. Akma (ReH) mukavemetine göre değerlendirilmiştir)

Group 1:

Steels with a specified minimum yield strength $ReH \leq 460 \text{ N/mm}^2$ a and with analysis in %: $C \leq 0,25$ $Si \leq 0,60$ $Mn \leq 1,70$ $Mo \leq 0,70$ $S \leq 0,045$ $P \leq 0,045$ $Cu \leq 0,40$ $Ni \leq 0,5$ $Cr \leq 0,3$ (0,4 for castings) $Nb \leq 0,05$ $V \leq 0,12$ $Ti \leq 0,05$

Sub-group:

1. Steels with a specified minimum yield strength $ReH \leq 275 \text{ N/mm}^2$
2. Steels with a specified minimum yield strength $275 \text{ N/mm}^2 < ReH \leq 360 \text{ N/mm}^2$
3. Normalised fine grain steels with a specified minimum yield strength $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$
4. Steels with improved atmospheric corrosion resistance whose analysis may exceed the requirements for the single elements as indicated under 1

5- Kaynak Dolgu Malzemesi

A Acid,
C Cellulosic,
R Rutile,
RR Thick Rutile
RC Rutile-Cellulosic,
B Basic.
RA Rutile-Acid,
RB Rutile-Basic,
S Solid Wire
W Cored Wire
Z Cored Wire-Rutil,
P Cored Wire (other)
nm without consumable,
wm with metal.

Welding Consumables:

Asidik Elektrod,
Selülozik Elektrod,
Rutil Elektrod,
Rutil Elektrod (kalın)
Rutil/Selülozik Elektrod,
Bazik Elektrod
Rutile/Asidik Elektrod,
Rutil/Bazik Elektrode,
Tel, (Saf dolu tel bakır renkli)
Özlü Tel (Bazik) (içerisinde Flux olan tel)
Rutil Özlü Tel,
Diğer tip Özlü tel,
Elektrodsuz Kaynak (Punta kaynağı gibi)
Metal ilaveli Kaynak (Oxy-Asetilendeki
ilave tel gibi)

6-Malzeme Kalınlığı **Material Thickness (Plate or Pipe)**

7-Boru dış Çapı **Outside Pipe Diameter.**

8-Kaynak Pozisyonu **Welding Position.**

	<u>Plate Weld.</u>	<u>Fillet weld,</u>	
Flat	PA-1G	PA-1F	Düz oluk pozisyonu,
Horizontal	PC-2G	PB-2F	Yan (Korniş) pozisyonu,
Vertical up	PF-3G	PF-3F	Aşağıdan yukarıya pozisyonu (tırmanma)
Vertical down	PG-3G	PG-3F	Yukarıdan aşağıya pozisyonu (düşey)
Overhead	PE-4G	PD-4F	Tavan pozisyonu,
Pipe fixed 45 °	JL045-6G	PF-5F	Borularda yukarıdan aşağıya pozisyonu (Boru eksenini 45 derece açı ile bağlı)

9- Kaynak detayı

ss single side,
bs both side,
mb with backing,
nb not backing,
sl single line,
ml multi line,
lw left weld,
rw right weld.

Weld details.

Tek taraflı Kaynak,
Çift taraflı Kaynak,
Arkalık malzemesiyle Kaynak,
Arkalık malzemesi olmadan Kaynak,
Tek paso ile Kaynak,
Çok pasolu Kaynak,,
Sola doğru Kaynak,
Sağa doğru Kaynak,

10-Kaynak Metodu

(SMAW) Shielded metal arc welding

(GTAW) Gas Tungsten arc welding
(GMAW) Gas metal arc welding
(FCAW) Flux-cored arc welding
(SAW) Submerged arc welding
(ESW) Electroslag welding

Welding methods:

Örtülü Elektrod (Flux kaplamalı)
metal ark kaynağı
Gaz Tungsten ark kaynağı (Argon)
Gaz metal ark kaynağı
Özlu Tel ark kaynağı
Tozaltı kaynak
Elektroslag kaynağı

Malzemelerin NDT kontrolü

Tahribatsız muayene

(Gemi Teknik Personeli için genel bilgi)

Non-destructive Testing

Inspection Methods.

Rev.01/2023

Reference:

Surface Inspection: MPI, Dye Penetrant, Eddy Current,
Ind. Radiography: (X Ray & Gama Ray),
Ultrasonic Inspection,US.

Non-Destructive Examination and refreshment course
and workshop, (LR Crawley-London)

Gemi Teknik Personeli:

- Makine Enspektörü, Baş Mühendis ve diğer Teknik Personel NDT konusunda genel bilgiye sahip olmalıdır çünkü gemilerinde yapılan Havuz , Şaft ve gerekli tamir/tadilat surveyleride yapılan NDT kontrollerini Surveyör ile birlikte Gemi adına izleyip kabul edip onaylamalıdır,
- NDT personeli Tersane adına yaptığı testleri teslim edeceği tek söz sahibi Gemi'dir.

Tahribatsız muayene

(Non-destructive testing NDT),

- Tahribatsız muayene yöntemleri malzemeye zarar vermeden, malzeme/kaynak vs. içerisindeki gözenek, çatlak, kusur ve görünmeyen süreksizliklerin veya malzeme yüzeyine açık süreksizliklerin tespitinde kullanılır.
- NDT Testleri yapmak için malzeme dinlenmiş (Kaynak gerilimleri bitmiş) ve ortam sıcaklığında olmalıdır.

Surface Inspection Methods

Malzemelerin yüzeysel kontrolü

1- Dye Liquid Penetrant Inspection, (PT)

(Visible Dye ve Fluorescent Dye Systems)

Sıvı Emdirme (Penetran Sıvısı) ile Muayene,

2- Magnetic Particle Inspection, (MPI)

(Current Flow ve Magnetic Flow Methods)

Manyetik Parçacık ile Muayene ,

3- Eddy Current Testing. (ECT)

Girdap akımları (Eddy Akımı) ile Muayene,

NDT operatör sertifikası:

- NDT (test) sadece sertifikalı ve yeterlikli personel tarafından yapıp raporlanabilir,
- NDT Personeli (Seviye) Level: I, II, III olarak eğitilip yeterliliği değerlendirilir,
- 5 yılda bir (re-freshing) sertifikası yenilenir.
- NDE (Non-Destructive Examination) personelide NDT eğitimini alır sadece NDT operasyonunu ve raporların doğruluğunu kontrol ve kabul eder.

Tahribatsız Muayene yöntemleri,

1. Göz ile Muayene, (VI),
2. Sıvı Emdirme (Penetran Sıvısı) ile Muayene (PT),
3. Manyetik Parçacık ile Muayene (MPI),
4. Girdap akımları (Eddy Akımı) ile Muayene (ECI),
5. Ultrasonik Muayene (US),
(Ultrasonic Thickness Measurement)
6. Radyografik (Röntgen) Işınları ile Muayene,
(X Ray, Gama Ray)

1-Göz ile muayene (Visual Inspection)

Gözle muayene yapacak NDT operatörünün gözlerinin görme yeteneği tam olmalıdır.
(gözlükle veya gözlüksüz)

Çıplak gözle (veya büyüteç ile) yapılan muayene genellikle her tahribatsız muayene (NDT) metodunun uygulanmasından önce yapılması ve bulguların kaydedilmesi gerekir.

Tıp'ta kullanılan ayna yöntemi
Gemilerde genellikle çok kullanılır.



2-Sıvı Emdirme (Penetran Sıvısı) ile Muayene,

Pratik, ekonomik, uygulaması hızlı ve kolaydır.

- Genel olarak malzeme sınırlaması yoktur. Metaller, metal dışı malzemeler, manyetik ve manyetik olmayan malzemeler, iletken ve iletken olmayan malzemeler muayene edilebilir.
- Karmaşık geometrideki malzemelerde kullanılabilir,
- Bütün malzemelerde kullanılabilir, ancak:
Gözenekli/pütürlü malzemeler bu tip muayeneye tabi tutulamaz. (Kumlu döküm yüzeyi gibi)
- Dikkat : Penetrant sıvısı sağlığa zararlı ve yanıcı (Toksosite) olduğundan ortam havalandırılmalıdır.

Dye Penetrant'ın Gemilerde kullanılması

- Dye Penetrant malzemedede sadece yüzeye açılmış çatlakları, görüntüleyebilir,
- IACS ve Class müesseseleri gemilerde kullanılan Ferromagnetik malzemelerde sadece MPI (Magnetic Particle Inspection) kullanılmasına müsaade eder, çünkü MPI Test malzemesinin yüzeyine çıkmayan çatlaklarıda görüntülenebilir,
- Dye Penetrant gemideki sadece Ferromagnetik olmayan ünitelerinde kullanılabilir.

Dye-Penetrant yüzeyel çatlak testi:

-Non magnetik malzemeler (GRP, Plastic, SS, Brass, Pervane vs.) Dye-Penetrant sıvı testi yapılmalıdır. Dye-Pen. Sıvı çatlak testinde sadece yüzeye açılmış çatlak ve hatalar görülebilir.

-Not: Penetrant sıvısı sağlığa zararlı ve yanıcıdır. (Toksiste)



Penetrant muayene yönteminin uygulanma aşamaları

- Ön temizlik: Malzeme yüzeyindeki yabancı maddeleri; yağı, kiri, pası kimyasal solvent ile temizlenir.
- Penetrant tatbiki: Akıcı ve çatlığa nüfus edici kırmızı Penetrant sıvısı yüzeye püskürtülür, veya fırça ile sürülür
- Ortam sıcaklığına göre çatlığı doldurması için beklenir
- 2. temizlik: Malzeme yüzeyindeki kırmızı sıvının fazlalığı (penetrant) temizleme işlemidir. (Solvent püskürtülmez)
- Developer tatbiki: Kalın olmayan püskürtme ile tatbik edilebilir. Çatlaktan sıvıyı emip dışarı çıkarır.
- İnceleme: Floresan sıvı kullanılıp kullanılmadığına göre gözle ya da siyah ışık altında muayene edilir.
- Değerlendirme ve rapor hazırlama.
- Not: Çatlak Developerde görülen ölçülerden daima daha küçüktür.



1 Crack filled with dirt



2 Ideally cleaned



3 Application of penetrant



4 Intermediate cleaning



5 Application of developer



6 Crack indication

Dye Penetrant ile Bronz Pervane testi. (non magnetik)



Pelesenk (Lignum vite) yataklı Şaft'ın Bronz Layner Dye-Penetrant testi.



Propeller blade tips yenilendikten sonra.



Paslanmaz Çelik Baca Expansion'ı testi.





LNG/LPG Stainless Steel flexible borunun elik flange TIG kaynak testi, testten sonra kaynak yerinin paslanmaması için özel pasta ile pasifize edilmelidir.



Paslanmaz Çelik Cooler petek testi.



Manyetik Parçacık ile Muayene (MPI),

- Sadece Ferromanyetik (mıknatıslanabilir) malzemenin muayenesi bu yöntemle yapılabilir. Elektrikli (DC-AC) Yoke veya Naturel (Permanent) Mıknatıs kullanılır,
- Genellikle demir partikülleri, kuru toz veya bir sıvı (manyetik mürekkep) içinde süspansiyon haline - mıknatıslama akımı halinde iken uygulanır,
- Muayene malzemesinin yüzeyini Yoke cihazı ile 90 derecelik hareketlerle taranarak manyetik akımların çatlak olabilecek alanları tarayıp tam bulunması gerekir.

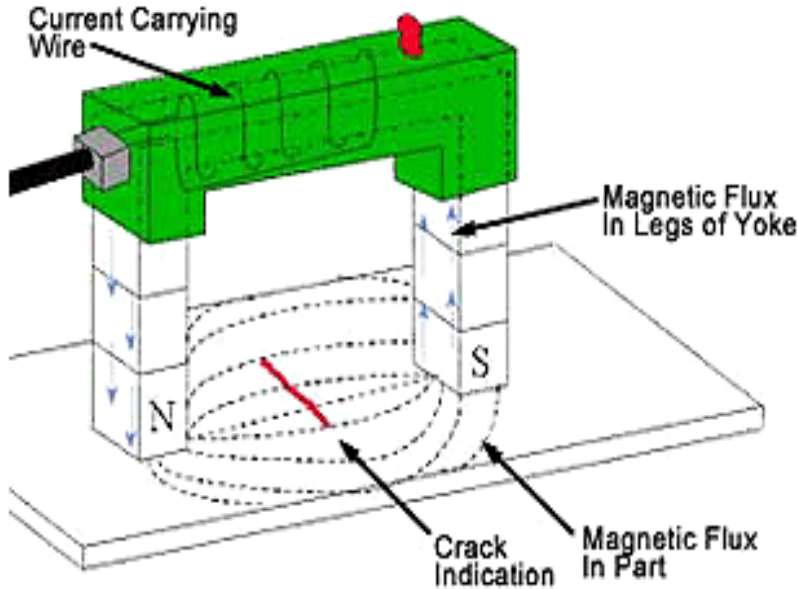
Not:MPI'den sonra malzemedeki kalan manyetik etki ile üzerine yapışan tozların motor/şaft vs.çalışma sırasında hasarlamaması için De-magnetize edilmesi gerekir.

Tahribatsız Muayene/MPI Yüzey Çatlak Testi:

- IACS kaidelerine göre magnetik çelik malzeme sadece MPI Testi yapılır.
- MPI Magnetic Particle Inspection testinde yüzeye açılmış veya açılmamış çatlak, kaynak hataları vs. görüntülenebilir.

Not: Dye-pen sadece non-magnetik (Brass,GRP vs) malzemede kullanılır.

- MPI Magnetic Particle Inspection cihazı her testten önce, MPI cihazının malzemeye yeterli Magnetik akım sahası verdiğini kontrol için test malzemesi üzerinde **Manyetik alan gücü ve yönü** kalibrasyon testi



MPI Yoke (AC/DC) cihazı,
Test: Yoke lift 4.5 kg.



MPI Kalibre çubuğu.
5 lamine Multi Metal.

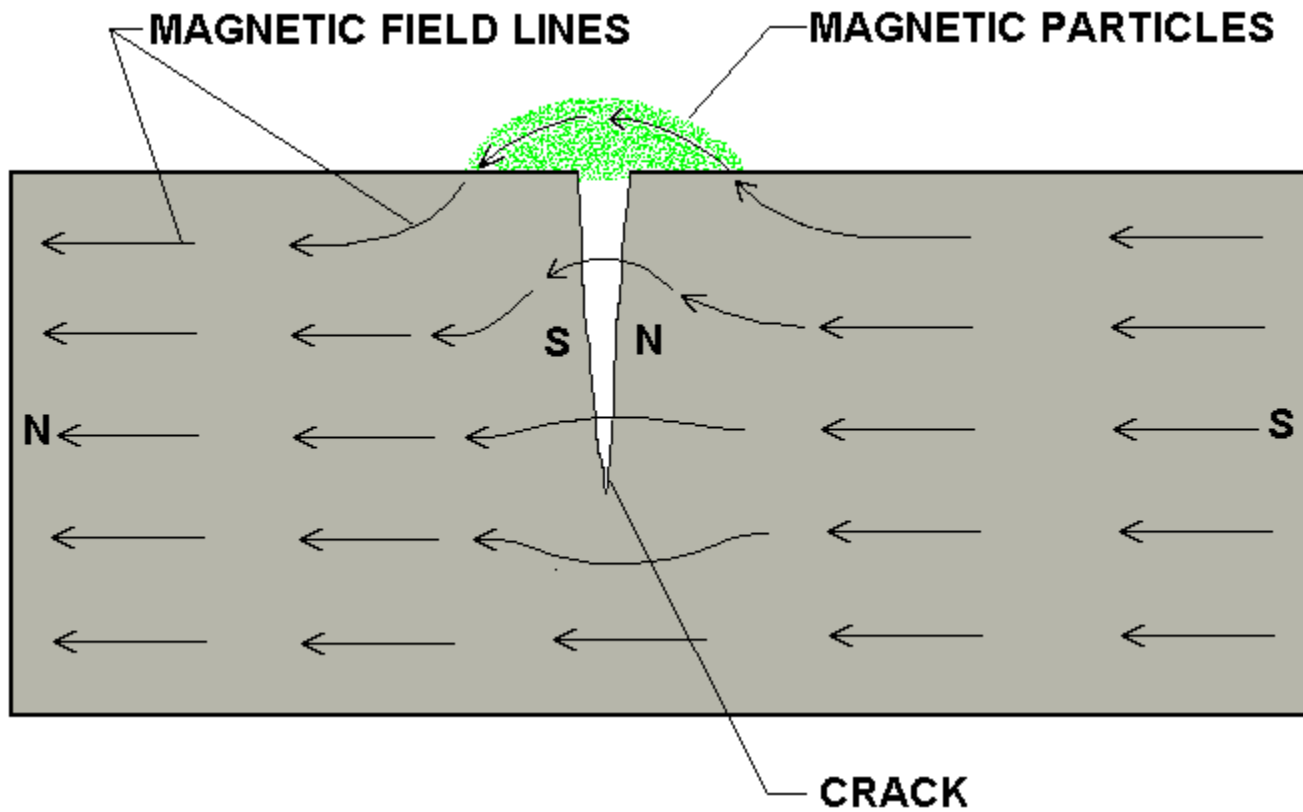


Natural Magnet
Test: 9.8 kg lift each

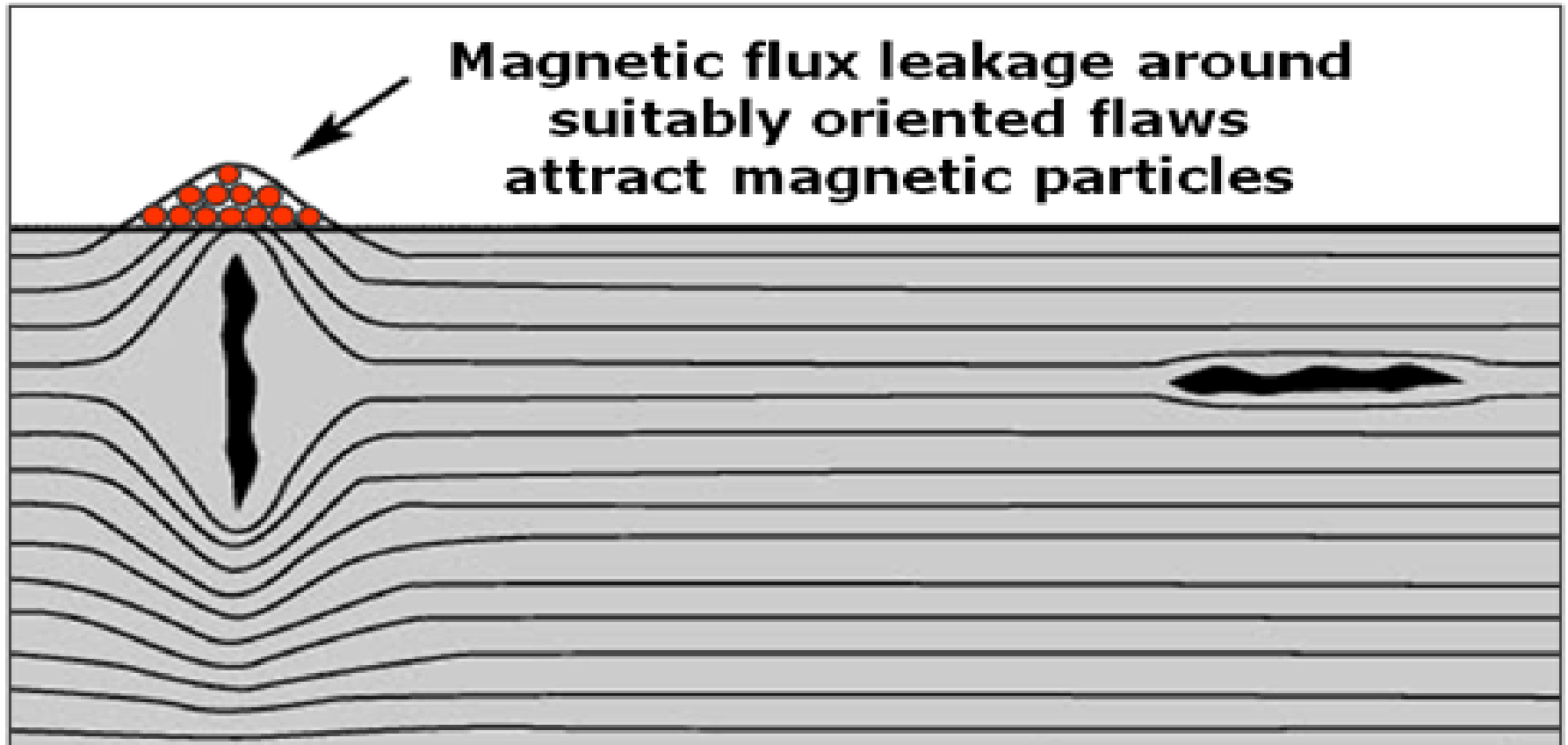
AC Yoke cihazı ile MPI çatlak testi.



Malzemenin Çatlak kısmının kutuplaşması



Yüzeye açılmamış bir çatlağın MPI Testindeki görüntüsü

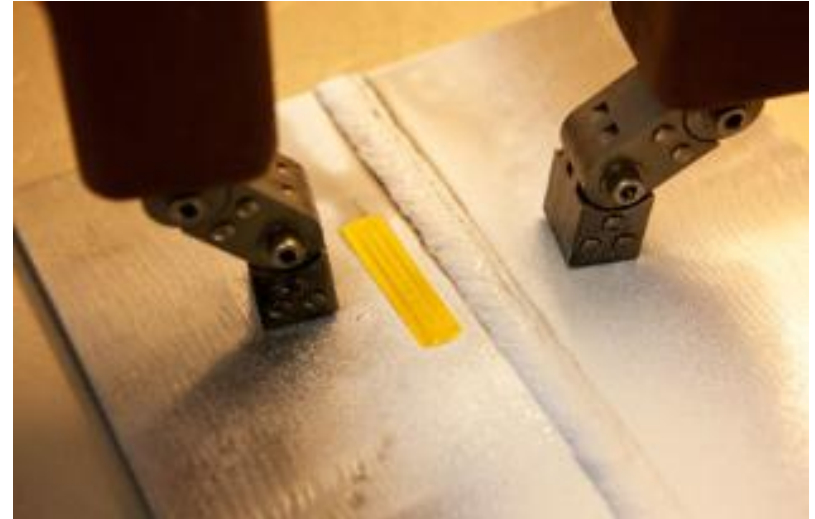


Elektrikli (DC-AC) Yoke veya Naturel (Permanent) Miknatıs kullanılması

- Muayene yüzeyinin pas, kir ve yağdan tamamen kimyasallar ile temizlenip kurutulması gerekir,
- Yüzey seçilen cihazla Miknatıslandırılır, ve kalibre edilir:
 - 1-Kuru Toz Metodu: (Dry Powder) Yüzeye koyu Gri veya Renkli Fluorescant toz serpilir ve karanlıkta özel lamba ile çatlak etrafına kümelenen toz hataları gösterir,
 - 2-Islak Metod: Yüzey max. 40 mikron fon olarak beyaza boyanır, ve üzerine sprej sıkılır, sprej içindeki siyah demir granülleri çatlak civarında kümelenerek hatayı gösterir, bu metot daha çok Permanent Miknatıslar için tercih edilir, gün ışığında, sahada her yerde kullanılır.

MPI kalibre cihazı,

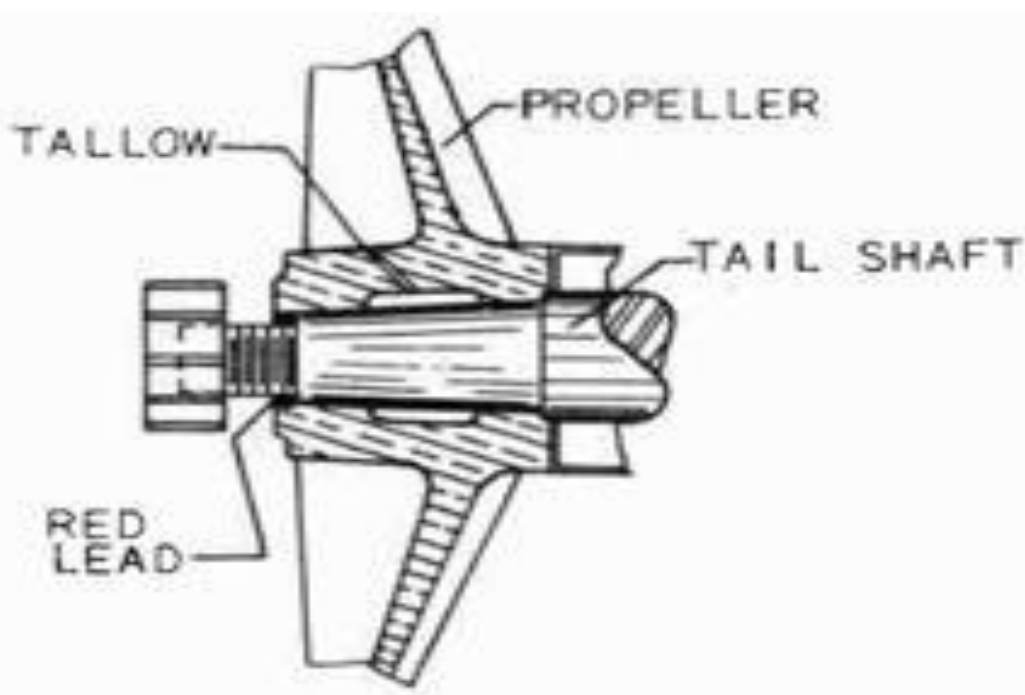
Her testten önce, her türlü MPI cihazının malzemeye yeterli Magnetik akım ve yönü kontrol için test malzemesi üzerinde kalibrasyon testi yapılmalıdır. (Magnaflux Magnetic Flux Indicators, Type G, ASTM E 1444-11, Ek A3)



Pervane Şaft koniğinin MPI testi.



Pervane Koniği (Kamalı-kamasız).



Şaft ve Pervane konik birleşim yeri çatlağı.

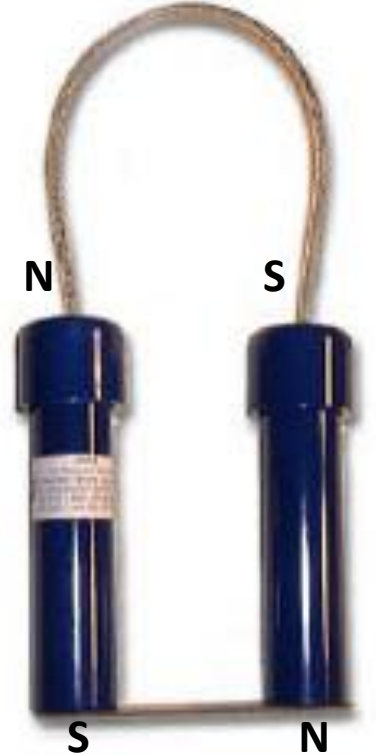
Ana Makinanın bütün burulma gücü şaftın pervane ile tapering açısının en geniş yerindeki daire çevresinde oluşur. Çatlaklar Ahead/Astern burulması ile 45° olduğu görülür.



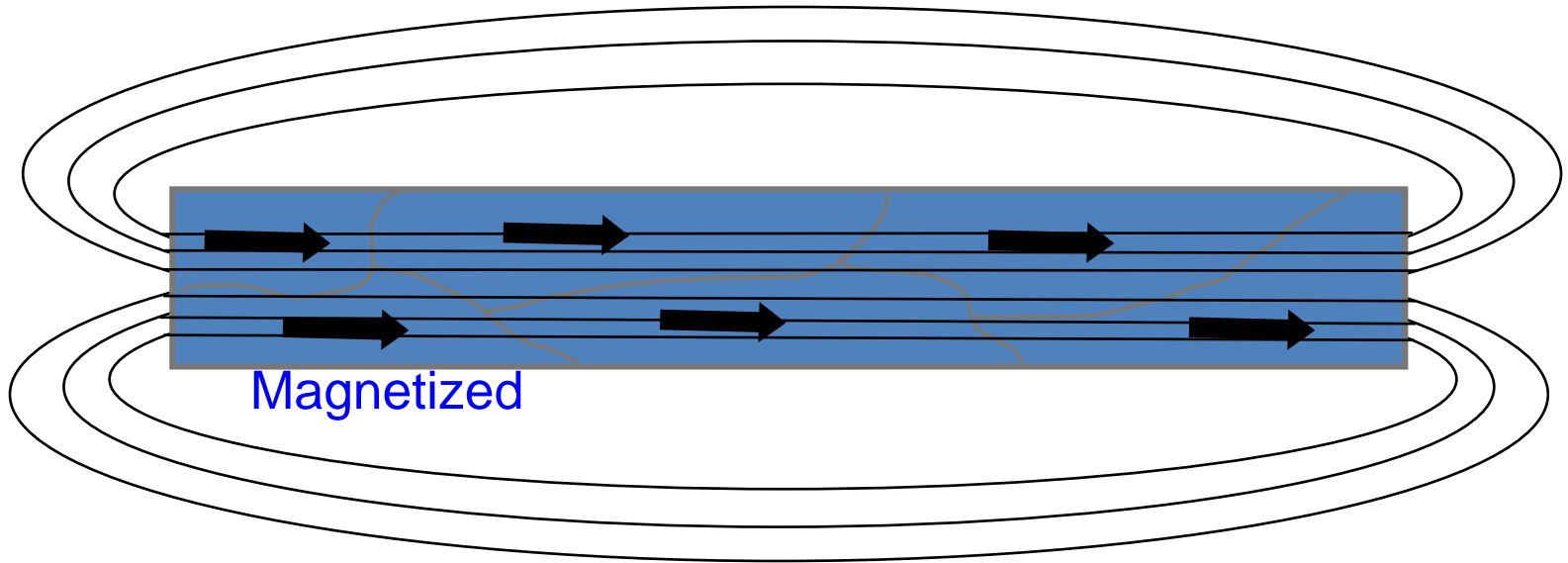
Permanent Magnet Yoke

- Permanent (Natural Miknatis) Yoke:
- Seyyardır, ergonomik, her yerde kullanılabilir,
- Hafiftir, taşınması kolaydır,
- Harici güç kaynağı ihtiyacı yoktur,(Elektrik,UV lamba vs)
- Kıvılcım yapma ihtimali yoktur, yanıcı, tehlikeli bölgelerde kullanılabilir.
- Her türlü ortamda sahrada kullanılabilir,
- Birbirine halat ile bağlı ve bir bütündür.
- Standartlara uygundur.

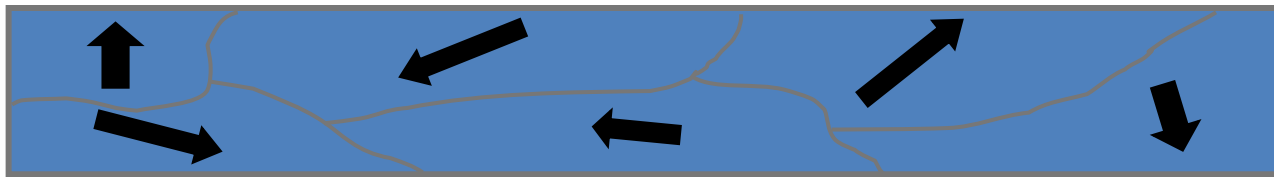
Natural MPI Cihazı (sahra tipi),
(BS kaldırma gücü: 2 x 9.8 kg)



Test sırasında malzemenin Magnetik akım şekli ve De-Magnetize edildikten sonraki magnetik yapısı (notralize hali)



Magnetized

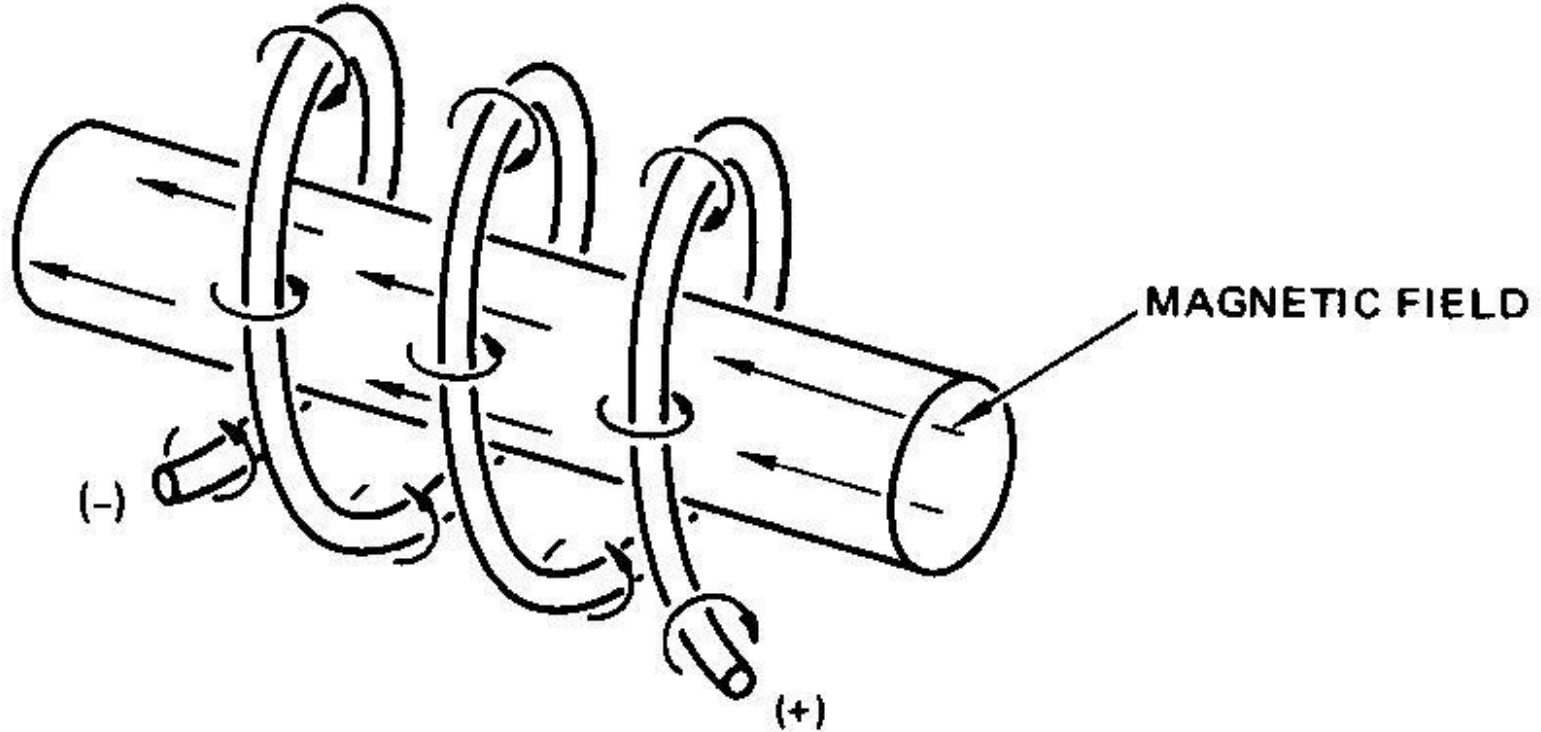


Demagnetized

De-magnetize nasıl yapılır,

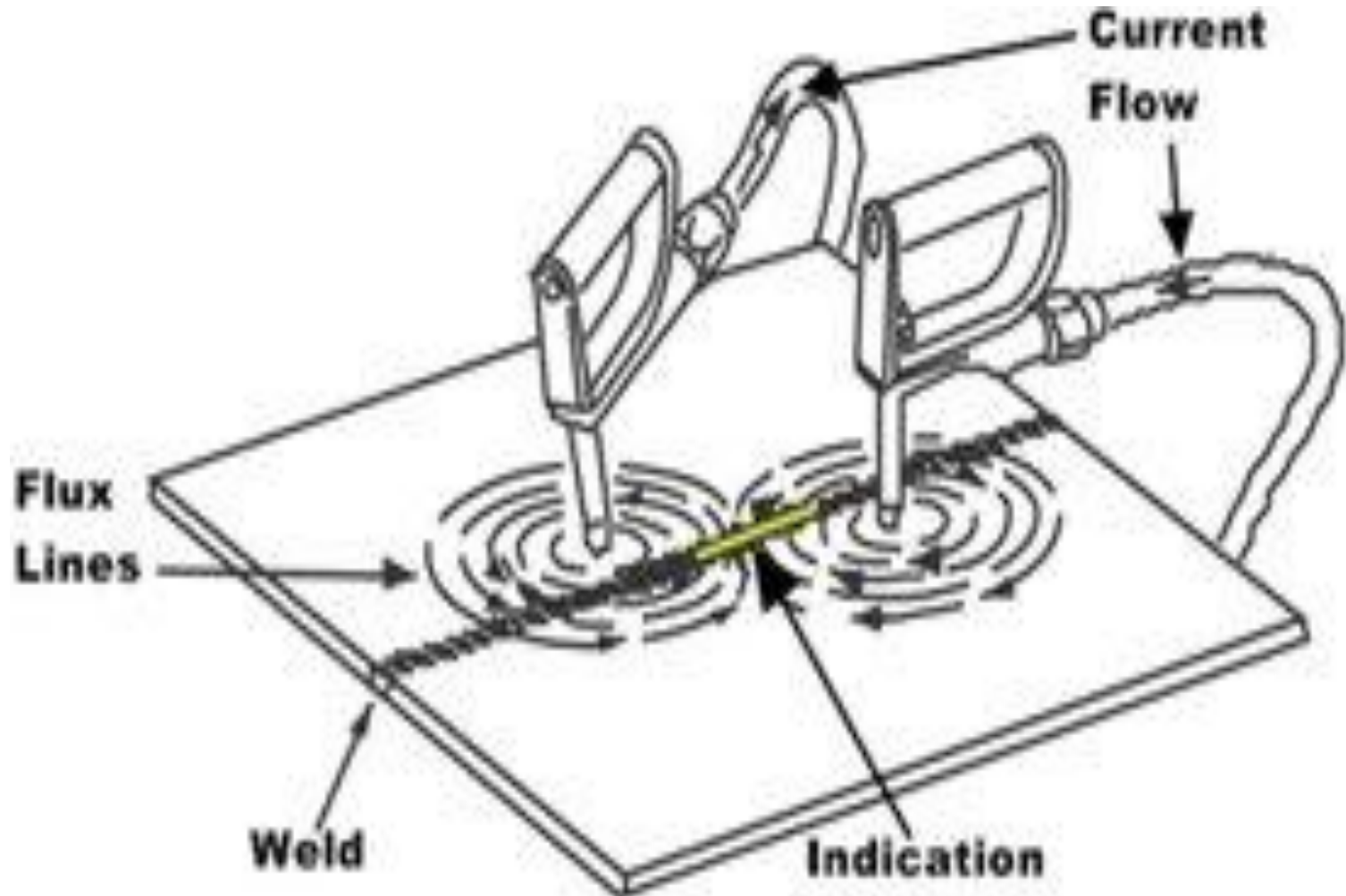
- DC akım Magnetic Yoke ve Permanent Magnet ile yapılan MPI testi neticesinde malzemedede oluşan kalıcı mıknatıslığı yok etmek için MPI testi sırasında kullanılan cihazların kutuplarını yer değiştirip aynı süre ile tutmak gerekir,
- Malzemedeki yapıyı düzeltmek için Sürveyör çekici (150 gr.) ile malzemeyi rezonansa getirinceye kadar hafifçe vurulur.

Coil ve Prods MPI Metodları

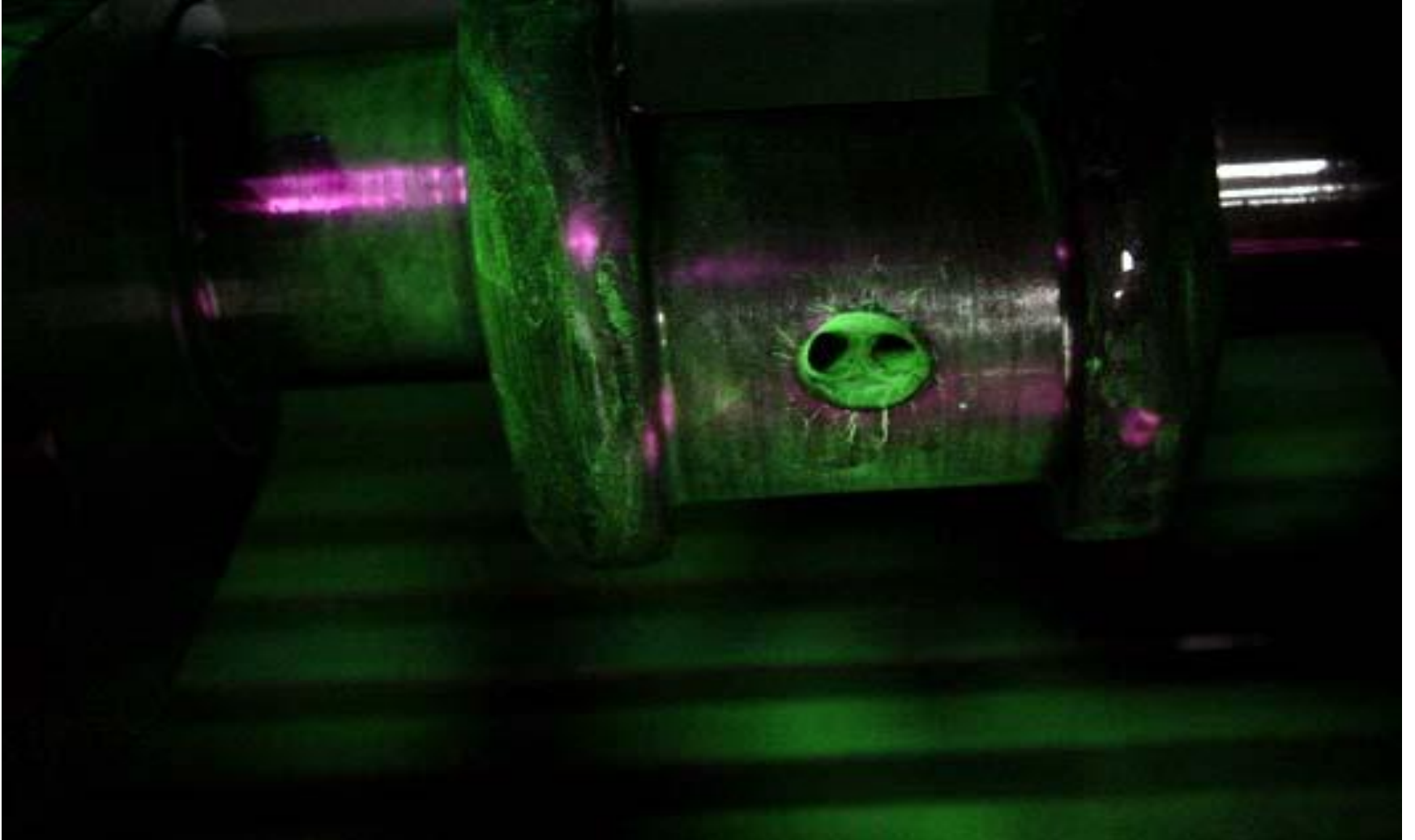


Bu işlemi Kaynak kablosu ile yapılabilir.

Prods uçları malzemeye direct elektrik verirken spark yapıp hasar verebilir,



Fluorescent ışık altında MPI testi.
(Krank Şaft pin yağlama deliği)



Çekiç Çatlak Testi

- Küçük boyuttaki Krankpin yatak Saplama, kazan safety valve yayı, çeşitli pin, ve parçalar kendir halat ile havada tutulur, surveyör çekici (100-150 gr.) ile bir defa vurulur, eğer malzemedede çatlak yok ise çekiç vuruşundan oluşan ses rezonans halinde devam eder, malzemedede çatlak varise iki farklı malzeme sesi yani tok bir ses verir ve hemen kesilir devam etmez. Keskin radüslü dişli, pin gibi ve sıkıştırdıkça uzayan saplama gibi bütün malzemeler mutlaka NDT veya en azından pratik olarak çekiç testi yapıp bağlanmalıdır.

Piston Rod and Crank Pin Bolts testi.



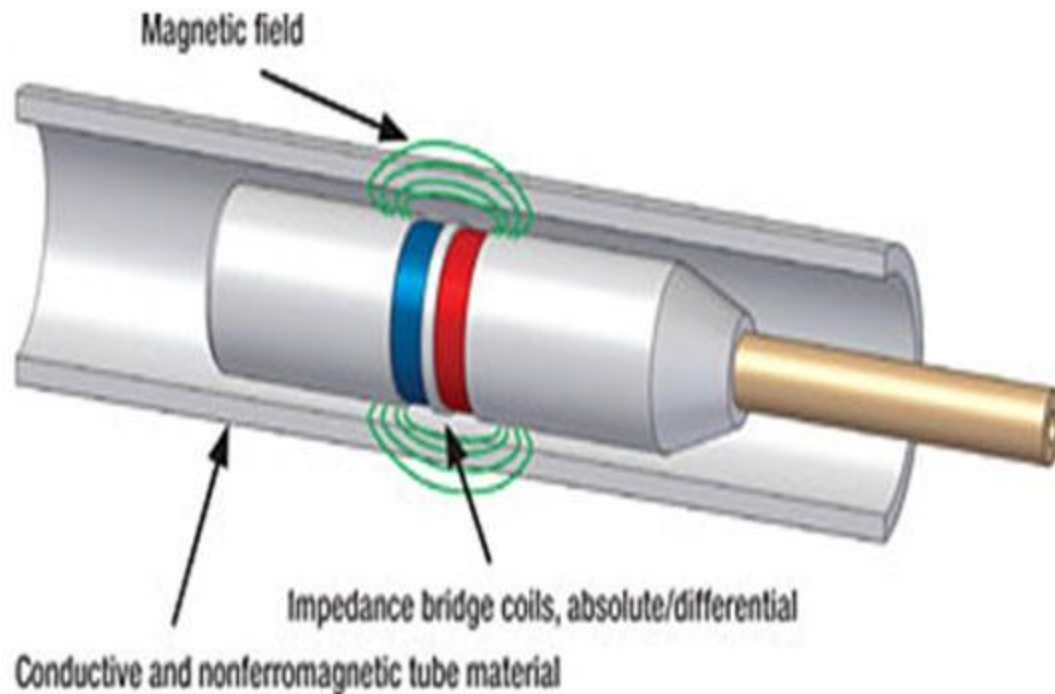
D Tipi Stim Kazanın Cehennemliğinde Su Borusu duvarında MPI testi



4. Girdap akımları (Eddy Akımı) ile Muayene,

- Eddy-current testi her türlü iletken malzemedeki sorunları tespit etmek için kullanılan elektromanyetik endüksiyon bir sistemdir.
- Eddy-Current testi ile malzemenin yüzeyinde veya yüzeyine yakın çok küçük çatlaklar algılanabilir.
- Fazla hazırlık gerekmez ve geometrik açıdan zor yüzeyler incelenebilir. Ayrıca, elektrik iletkenliği ve kaplama kalınlığı ölçümü için yararlıdır. Test cihazları taşınabilir, hemen geribildirim sağlar ve cihazın malzemeye temas etmesi gerekmez.

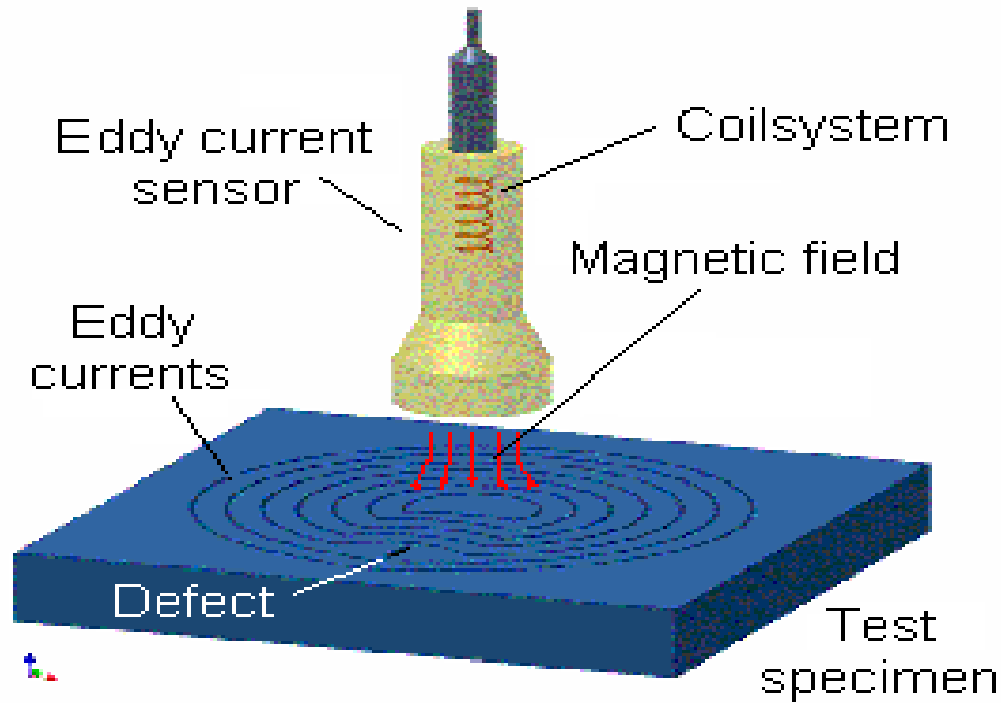
Eddy Current muayene Prob'u.



Eddy Current Inspection

(Girdap Akımları ile Muayene)

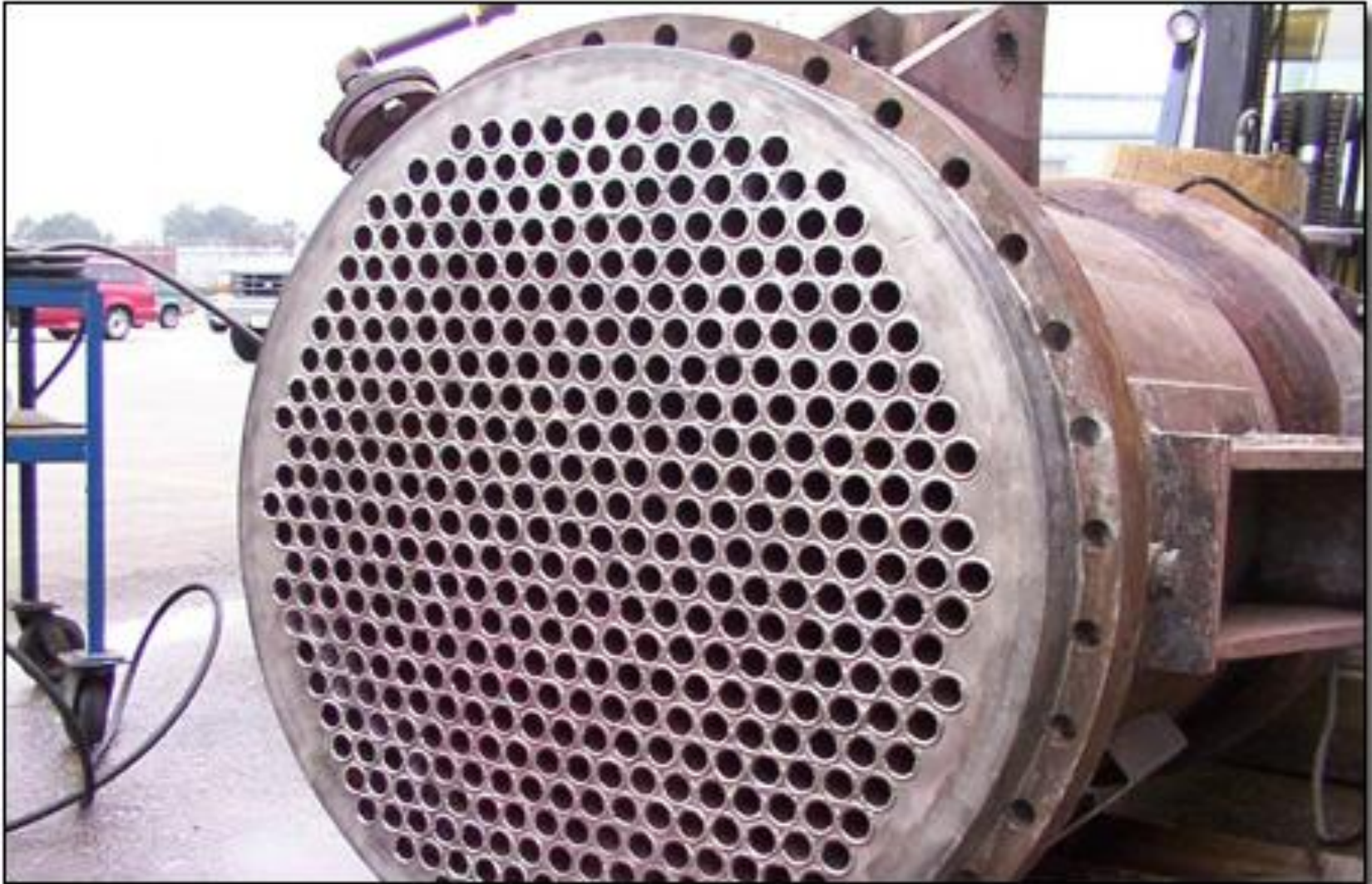
Yüzeysel çatlak muayenesi yapıldığı gibi boya ve kaplama üzerindende çatlak görülebilir.



Eddy Current ile Kazan Borusu (elik) atlak testi

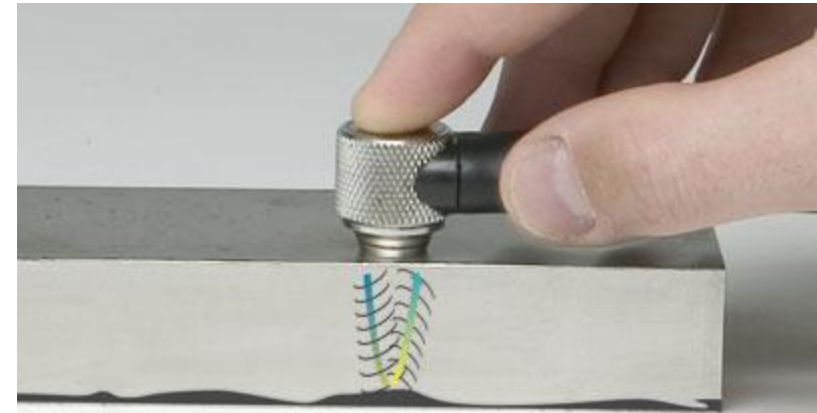


Eddy Current ile Kondenser Borusu (Bronz) atlak testi

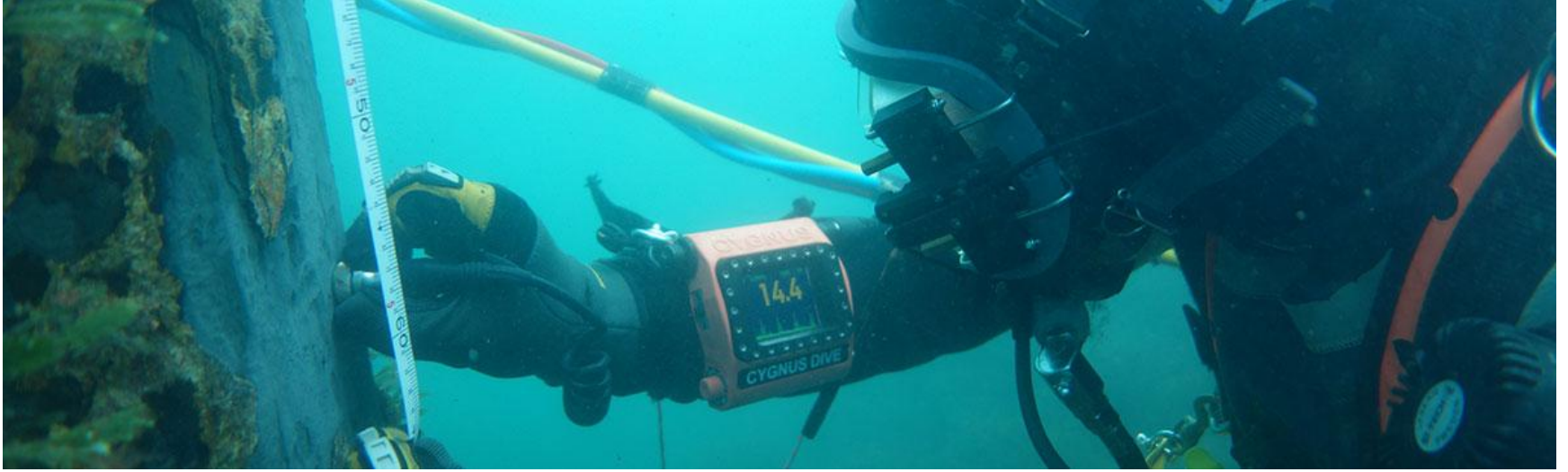


5-Ultrasonic Thickness Measurement (UTM)

Her türlü malzemenin (Çelik, Bakır, GRP vs) kalınlık ölçüsü alınabilir, Kalınlığı ölçülecek malzemenin Frekansı ayarlanır, basamak şeklindeki Kalibre bloku ile veya mekanik olarak Kumpasla ölçülebilen malzeme kalınlığına göre cihaz kalibre edilir, Probu bir yanından gönderilen Ultrasonik ses dalgaları malzemenin arka tarafından yansırarak geri gelir probun diğer yarısı tarafından algılanır ve kalınlık ekranda belirlenir.



Su altı Ultrasonik sac kalınlık ölçümü.



NDE Checkpoint IACS Requirements: 01/01/2025

Geminin FDA Fatigue Design Assessment (Yorgunluk tasarım değerlendirme prosedürü) ve SDA ShipRight Structural Design (Yapısal tasarım değerlendirme prosedürü) dikkate alınarak US ve Radiographic Check Point yerleri tespit edilmelidir. Geminin kaplama sacında (shell expansion: Güverte, borda ve bottom) Ultrasonik Kaynak muayenesinde min. 50 cm, Radiographic kontrol min 30 cm olarak bakılmalıdır, hata bulunması halinde NDT kontrol edilen bölgenin iki ucundan toplam 3 misli bakılmalıdır. İlave veya ek parça sacların kaynakları % 100 NDT bakılmalıdır.

Ultrasonik Malzeme ve Kaynak içi testi



Ultrasonik test cihazı,

Yüzey işlemleri bitmiş malzemelerde açılı prob ile kullanılır,

Ses dalgası 2 MHz-10MHz arasındadır,

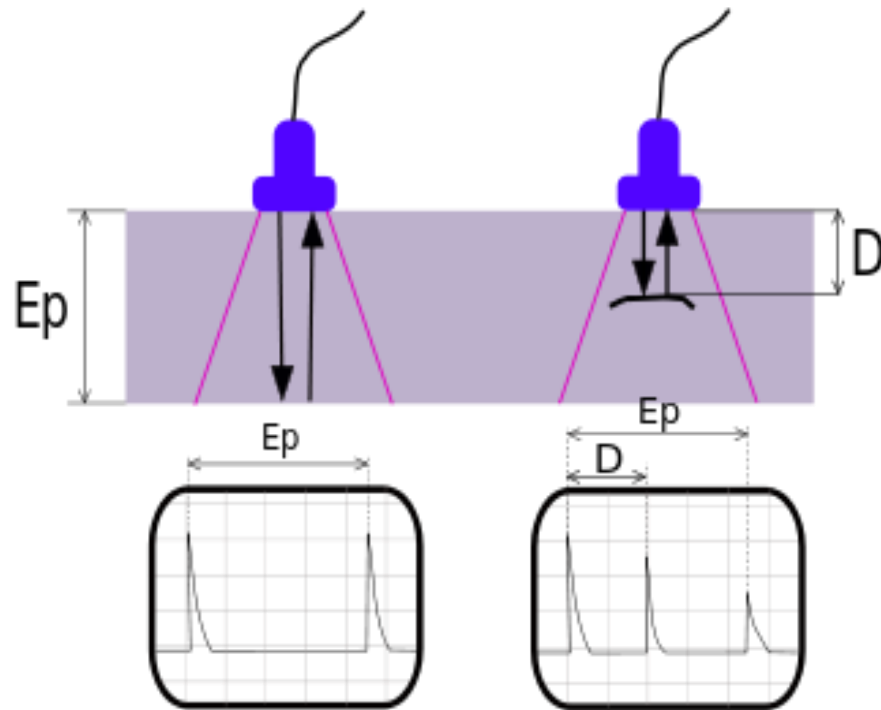
US'ı sadece Level II ve Level III operatörleri kullanabilir.

Not: Cihaz diagram çizebilir ve print edilebilir.



Kaynak ve Malzeme içindeki gözenek, çatlak, kusur ve görünmeyen süreksizliklerin tümü görülebilen NDT metodu.

Ultrasonik malzeme/Kaynak test metodu



Offshore Petrol platformu Ultrasonik kaynak kontrolü



6-Industrial Radiography

Radyografik (Röntgen) Işınları ile Tahribatsız Muayene, Radyografik metallerin yaydığı Radyasyon ışıkları her türlü malzemedен geçebilir, bu ışınların geçişi sırasındaki test malzeme/kaynak vs. içerisindeki gözenek, çatlak, kusur ve görünmeyen süreksizliklerin Film üzerinde yaptığı görüntüde tespit edilir, iki çeşit Röntgen ışığı kullanılır.

a- Gama-Ray.

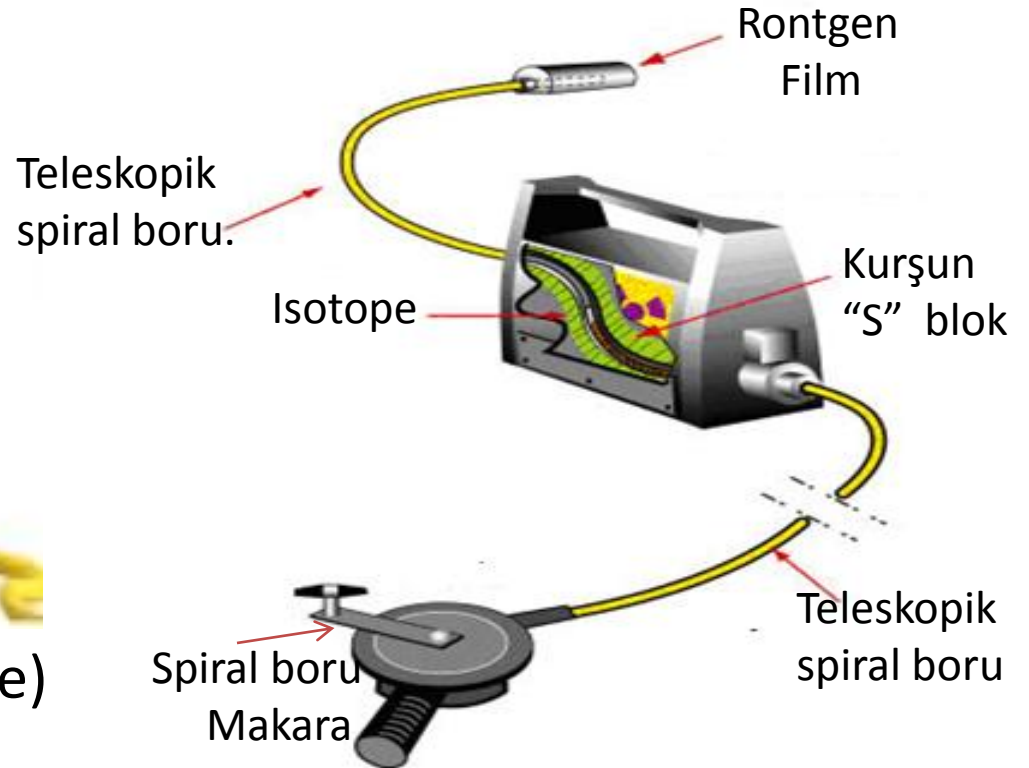
(Isotopes: Iridyum-192 ve Cobalt-60 kullanılır)

b- X-Ray, (X-Ray tüpü kullanılır)

Gama-ray Isotope taşıma cihazı: Cihaz içerisinde Iridyum-172 veya Cobalt-60 çekirdeği kullanılır, Cihaz içinde Radyasyon geçirmeyen Kurşun kütle vardır, Isotope "S" şeklinde bir kesit içinde bulunur, Isotope içerdeyken Radyasyon dışarı sızdırmaz. Cihazın uçlarındaki teleskopik borular ile Isotope röntgen yapılacak yere taşınır, işlem sonu cihazın içine geri çekilir,



Gama Izotop (Kurşun blok içinde)
(Radioaktif atom çekirdeği)



Gama-Ray ölçümü.

Tersane ve gemide yapılacak X-Ray veya Gama-Ray ölçüm yeri ve zamanı bütün personele duyurulmalıdır, test yeri 20 metre çapında koruma altına alınmalı ikaz işaretleri, bantları ile belirtilmeli ve görevli bulunmalıdır.



Röntgen-Industrial Radiography

Radyografik /Röntgen (Gama ve X-ray) ışınları ile Tahribatsız Muayene yapabilmek için sadece T.C.Başbakanlık Nükleer Enerji Araştırma ve Eğitim Merkezinin verdiği çalışma müzadesesi ile profesyonel ekip tarafından yapılır ve Film değerlendirme raporu hazırlanır. Gemi ve Tersanelerde taşınabilir olduğundan Gama-ray kullanımı tercih edilir.

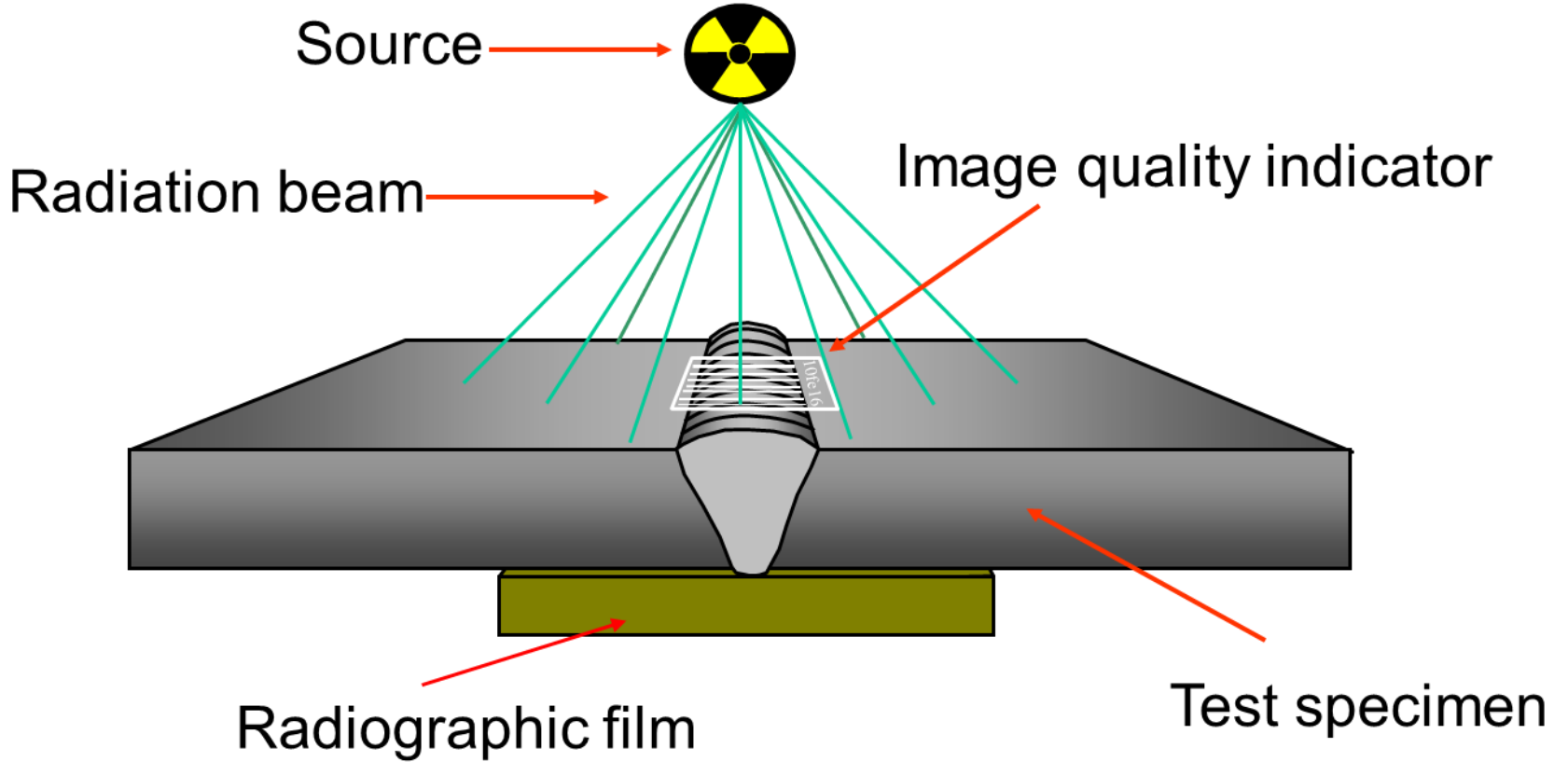
Röntgen alınacak yerler Class tarafından belirlenip plan yapılır

--Röntgen alındığı sırada bölge bariyer ile korunup çalışanların sağlığı için sahaya ve tanka girmemesi sağlanmalıdır.



(X-Ray tüpü cihazı (boy~60 cm, 35 kg)

Gama-Ray Inspection method.



Not: Gemilerin tamirinde kullanılan Sac'lar WPS/PQR'a uygun, IACS Class sertifikalı ve Sac içerisinde Nükleer atık olmadığı belirtilmelidir.

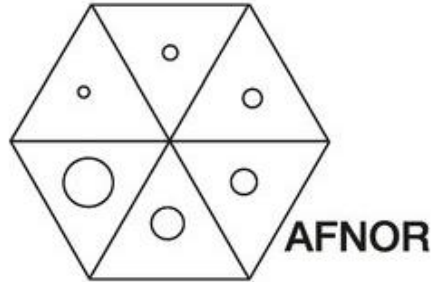
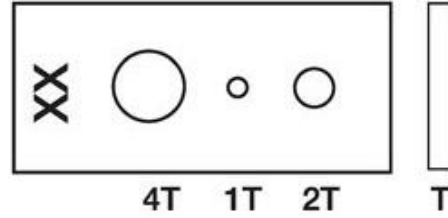
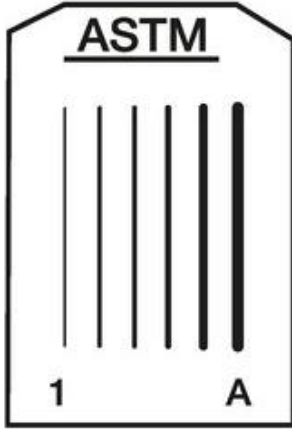
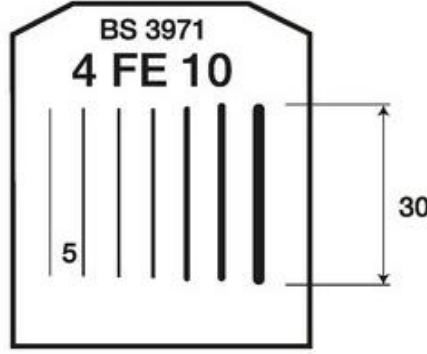
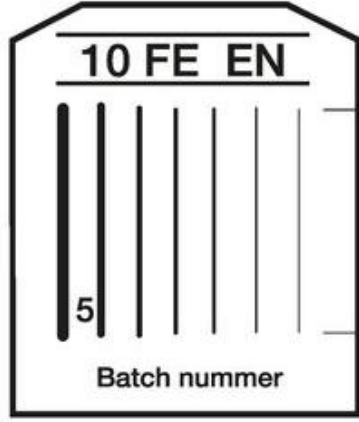


IMAGE QUALITY INDICATORS (IQI'S) ASTM ve EN SERIES.

IQI Indicator, test parçasının üzerine konular, filmde görülen IQI'nin en ince tel kalınlığı kadar büyüklükteki çatlak/hata görülebiliyor demektir.

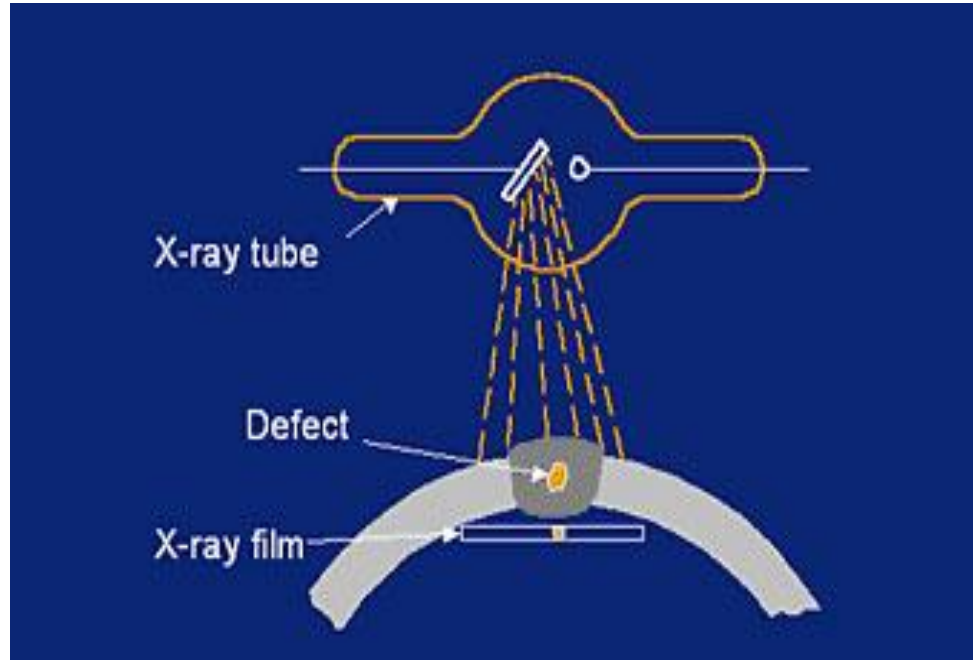
X-Ray Cihazı.

X-Ray cihazın Tersane ve Gemilerde taşınması ve yerine ayarlanması zor olduğundan sadece fabrika tesislerinde, laboratuvarlarda kullanılır (Cihaz: boy 60/70 cm, 30/35 kg)



X-Ray Inspection metod.

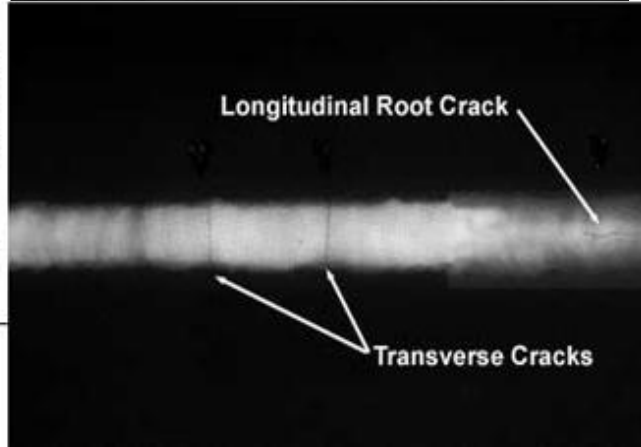
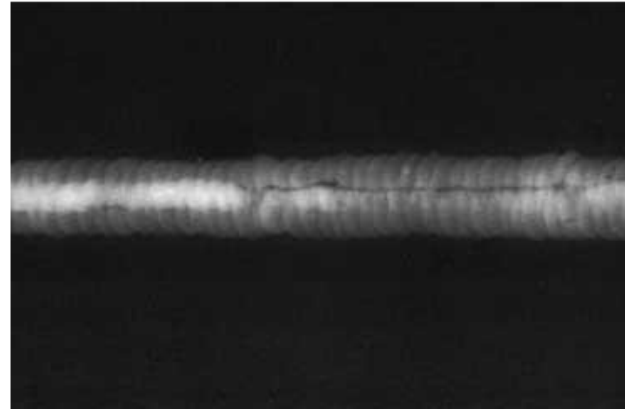
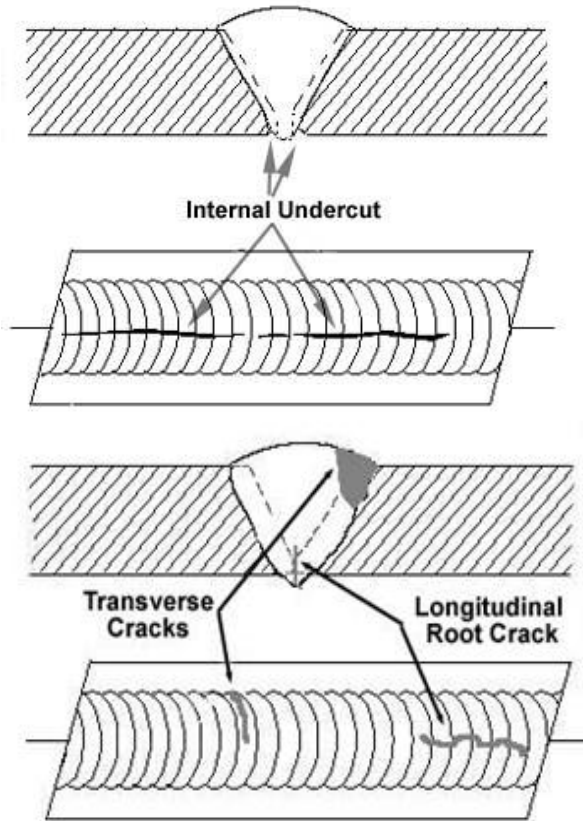
Tıp'ta Hastanelerde kullanılan rontgen cihazı ile aynı prensipte çalışır, elektrik verildiğinde Tüpün bir ucundan (+) akım diğer uca (-) giderken ortadaki Tungsten aynadan Elektronların oluşturduğu Radyasyon ışını yansıyarak test yapılacak objeye ve test filmine geçer sonra film değerlendirilir, Elektrik kapatıldığında Radyasyon biter.



X-Ray/Gama-Ray Film Interpretation

Röntgen film değerlendirmesi sadece sertifikalı Level II ve Level III Operatörleri tarafından yapılabilir.

Çatlak veya eksik kaynaktan daha çok Radyasyon ışığı geçtiğinden filmde koyu olarak görülür.



Film ön değerlendirmede aşağıdaki yazıların kurşun harflerle yazılmış görüntüleri Ensp. Kaynak Müh. kontrol edebilir, sonra Interpretationı Level II,III yapılmalıdır.

- 1- Film sıra numarası,
- 2- Film ismi (ekildiği yer/Gemi vs.),
- 3- Film ekme tarihi,
- 4- Film uzunluğu (başlama bitme işaretleri), (A-B veya 1-2)
- 5- Filmde kullanılan Radioactive/Isotope cinsi vs.
- 6- Film Density, (Film renk yoğunluğu)
- 7- IQI Sensitivity, (Film okunabilirlik hassasiyeti)

Not: Film yer doğrulaması için Rontgen çekilecek yere özel elik mühür ve numarator ile markalanınca aynı marka/ yazıların filmde görülmesi gerekir.