

GEMİMO

Teknik Enspektörlük Eğitim Sunumu.

Gemi yapımı ve tamirinde kullanılan sac malzemeler,

Kaynak Yöntemleri, WPS, PQR,

NDT Tahribatsız muayene testleri,

Tersanelerin yeterliliği,

Gemilerde yapılan Ark Kaynağı örnekleri.

Rev:12/2023

<https://gmim.yildiz.edu.tr/ogrenci/ders-notlari-ve-sunum-dosyalari>

kmerdgn@yildiz.edu.tr

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)

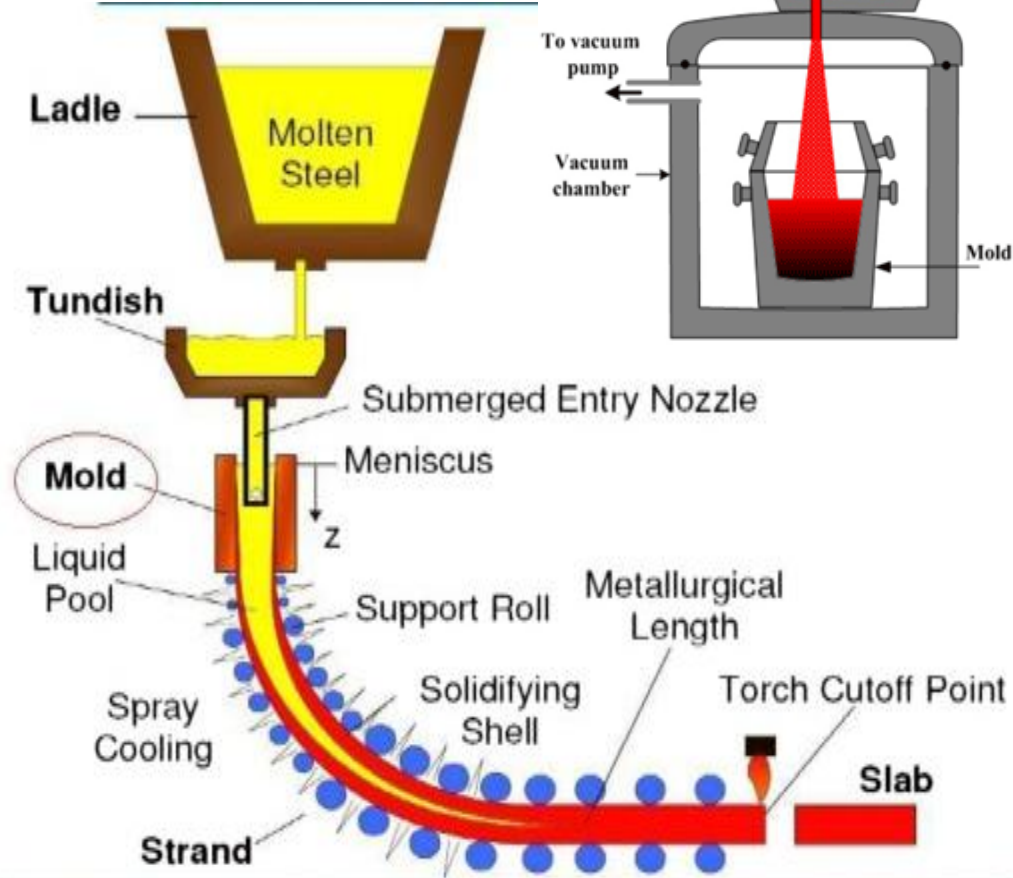
Sunum programı:

- 1-Gemi/Tekne ve Makine imalatında kullanılan Sac Malzemeleri ve yapılan testler. IACS UR W.
- 2-Tekne ve Makine imalatında kullanılan Elektrik Ark Kaynakları (Metal birleştirme), WPS-PQR, AWS D.1.1
- 3-Kaynakçı sertifikası hazırlama.
- 4-Kaynak ve Malzeme NDT kontrolü, Tahribatsız muayenesi.
- 5-Gemi İnşa ve Tamir Tersaneleri yeterliliği:
Kalite Standartları: IACS No:47, (Part: A & B).
- 6-Gemilerde Metal birleştirme Elektrik Ark Kaynağı örnekleri.

Gemi İnşa ve Tamirinde, kullanılan Sac ve Malzemeler.

- IACS UR-W gereği Gemilerde: AH,DH,EH,FH Grade Saclar de-gasing sistemle, vakum altında Hidrojeni alınmış ve atmosfere temas etmeden Continious Casting sistemi ile üretilen yüksek mukavemetli saclar kullanılmaktadır.
 - Normal üretim A,B,D,E Grade sacların mukavemet değeri daha azdır, Örnek: 10 mm'lik AH kullanmak yerine 12 mm. A Grade kullanılması gerekir, bu durumda Gemi daha ağır olur. (SEEMS' göre Taşınacak yük miktarı azalır yakıt sarfiyatı artar)
 - Gemilerde kullanılan her türlü malzeme üreticisinin ve üretim prosesinin IACS/Class tarafından onaylanması gerekir.
- Gemi Sacları ve malzemeleri IACS (Class) mühürlü olmalı ve sertifikalarında Radioaktif kalıntı olmadığı teyit edilmelidir.

Sürekli Çelik Saç Döküm (Continuous Casting)



Potada gazı alınan eriyik metal alt kısımdaki seramik borudan Atmosfere temas etmeden boşaltılır, havadaki rutubetin H²'ni erimiş metale karışmaz ve sacda Hidrojen çatlakları oluşmaz.

Table 6 Mechanical properties for normal strength steels

Grade	Yield Strength ReH (N/mm ²) min	Tensile Strength Rm (N/mm ²)	Elongation (5.65 √S ₀) A _s (%)	Impact Test						
				Test Temp. °C	Average Impact Energy (J) min					
					t ≤ 50		50 < t ≤ 70		70 < t ≤ 100	
					Long ⁽³⁾	Trans ⁽³⁾	Long ⁽³⁾	Trans ⁽³⁾	Long ⁽³⁾	Trans ⁽³⁾
A	235	400/520 (¹)	22 (²)	+20	-	-	34 (⁵)	24 (⁵)	41 (⁵)	27 (⁵)
B				0	27 (⁴)	20 (⁴)	34	24	41	27
D				-20	27	20	34	24	41	27
E				-40	27	20	34	24	41	27

Table 7 Mechanical properties for higher strength steels

Grade	Yield Strength ReH (N/mm ²) min	Tensile Strength Rm (N/mm ²)	Elongation (5.65 √S ₀) A _s (%)	Impact Test						
				Test Temp. °C	Average Impact Energy (J) min					
					t ≤ 50		50 < t ≤ 70		70 < t ≤ 100	
					Long ⁽²⁾	Trans ⁽²⁾	Long ⁽²⁾	Trans ⁽²⁾	Long ⁽²⁾	Trans ⁽²⁾
A32	315	440/570	22 (¹)	0	31 (³)	22 (³)	38	26	46	31
D32				-20	31	22	38	26	46	31
E32				-40	31	22	38	26	46	31
F32				-60	31	22	38	26	46	31
A36	355	490/630	21 (¹)	0	34 (³)	24 (³)	41	27	50	34
D36				-20	34	24	41	27	50	34
E36				-40	34	24	41	27	50	34
F36				-60	34	24	41	27	50	34
A40	390	510/660	20 (¹)	0	39	26	46	31	55	37
D40				-20	39	26	46	31	55	37
E40				-40	39	26	46	31	55	37
F40				-60	39	26	46	31	55	37

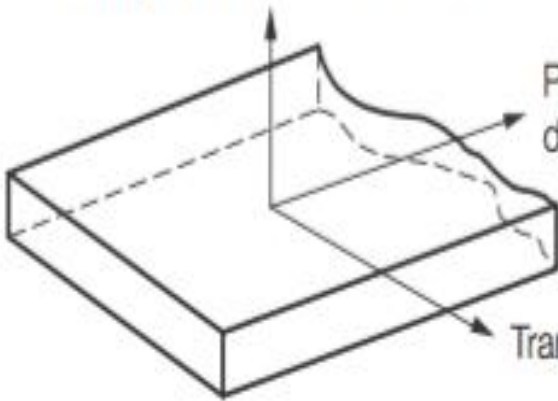
“Z” Grade Saç (Extra High Strength Steel) :

“Z” Grade Saç çift yönlü haddelenmiş ve 100% Ultrasonik (US) Lamine testi yapılmış gemi sacı, Gemilerde Ana Makine (Bedplate) taban sacı olarak, Gemi ambar perdelerinin altındaki Tank Top sacı olarak kullanılır. Double T-Joint fillet weld köşe kaynağında yırtılma/çatlama karşı mukavimdir.

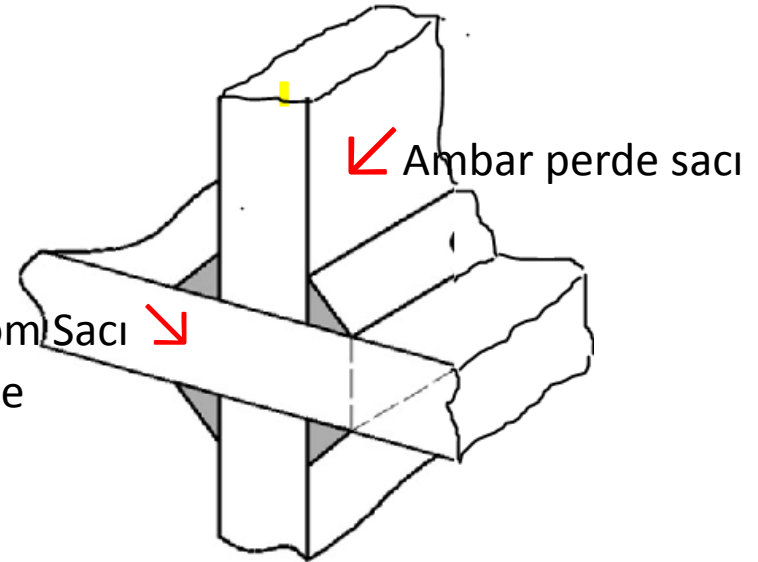
Through thickness direction 'Z'

Principal rolling (longitudinal) direction 'L'

Transverse direction 'T'



Double Bottom Sacı
“Z” Grade



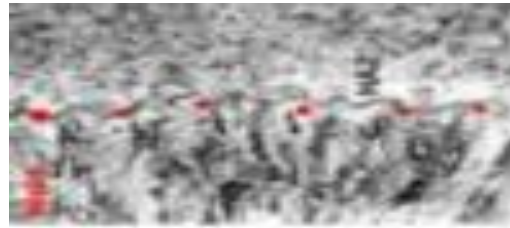
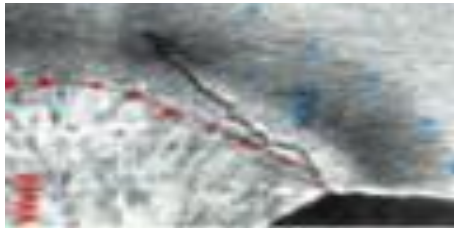
Double T-Joint Weld

Carbon equivalent hesabı.

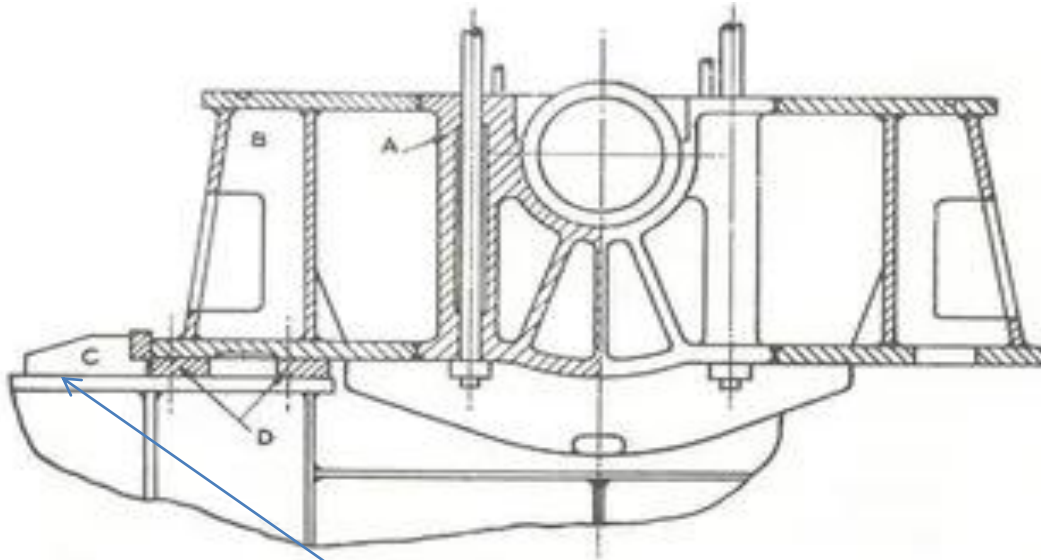
Kaynak yapılabirlik (weldability)

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (\%)$$

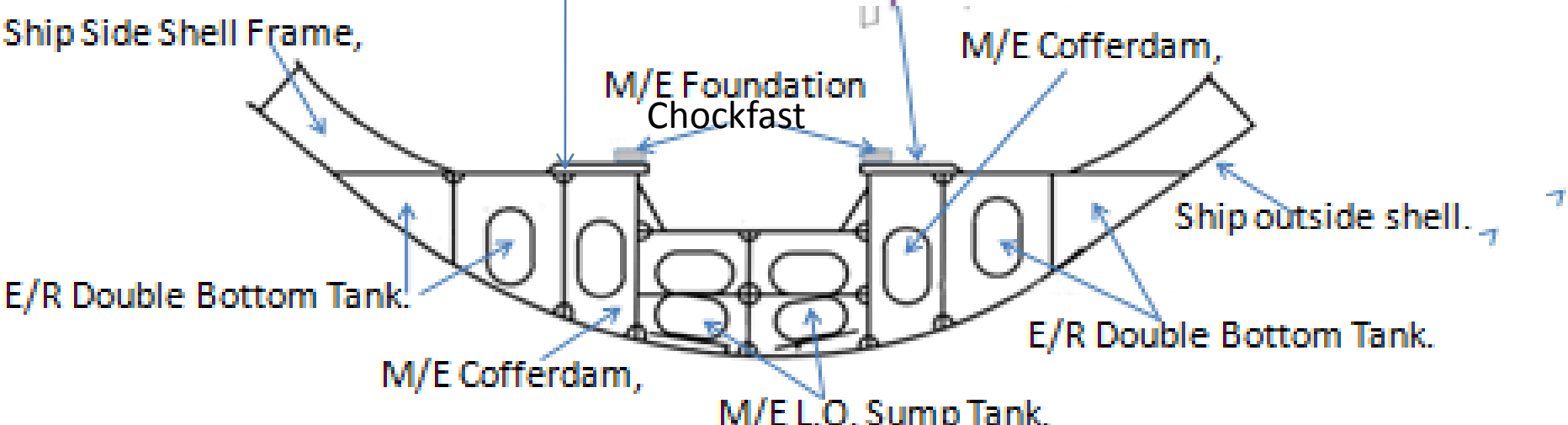
AH, DH, EH, FH Gemi Sac'larının Kaynak yapılabirlik (weldability) özelliklerine bağı olarak malzemelerin kaynaktan önce yapılacak "Ön ısıtma sıcaklığı" Pre-Heating 150-200 °C olabilir. Ön Isıtma (Pre-Heating) kaynak ve metal sıcaklık farkını ve kaynaktaki H²'ni azaltıp metalin çatlamasını, büzülme riskini en aza indirir ve kaynak metalinin soğuma hızını yavaşlatır.



Pre-Heating olmadan yapılan soğuk kaynak Hidrojen çatlağı



**Ana Makine (Z Grade)
Foundation Bedplate.**



Gemi Ana Makine altı kesit planı.

AH, DH, EH, FH Sac'ların Kimyasal ve Kaynak yapılabilirlik (weldability) özellikleri tablosu.

Table 3.3.2 Chemical composition

Grades	AH, DH, EH	FH
Carbon % max.	0,18	0,16
Manganese %	0,9 - 1,60 (see Note 1)	0,9 - 1,60
Silicon % max.	0,50	0,50
Phosphorus % max.	0,035	0,025
Sulphur % max.	0,035	0,025

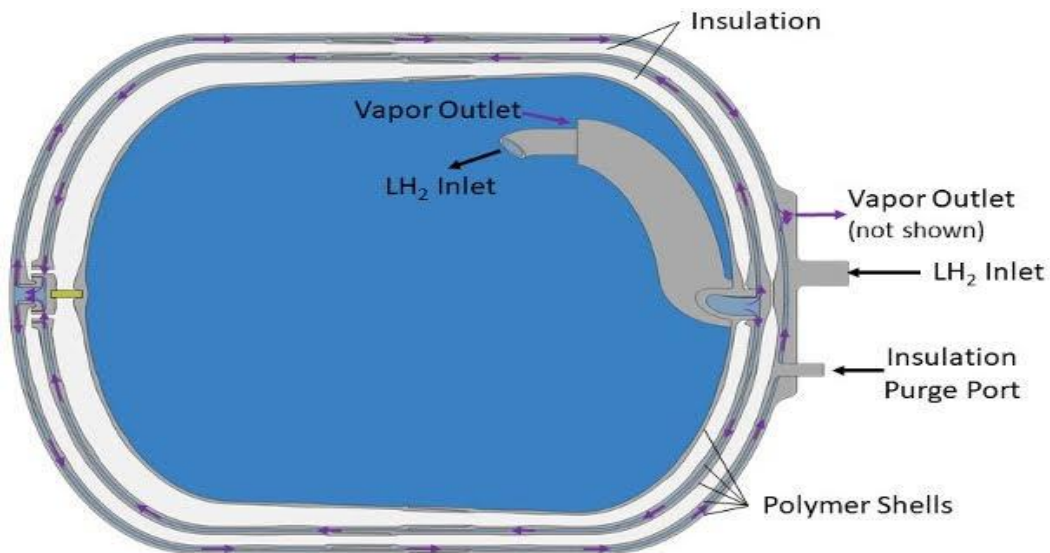
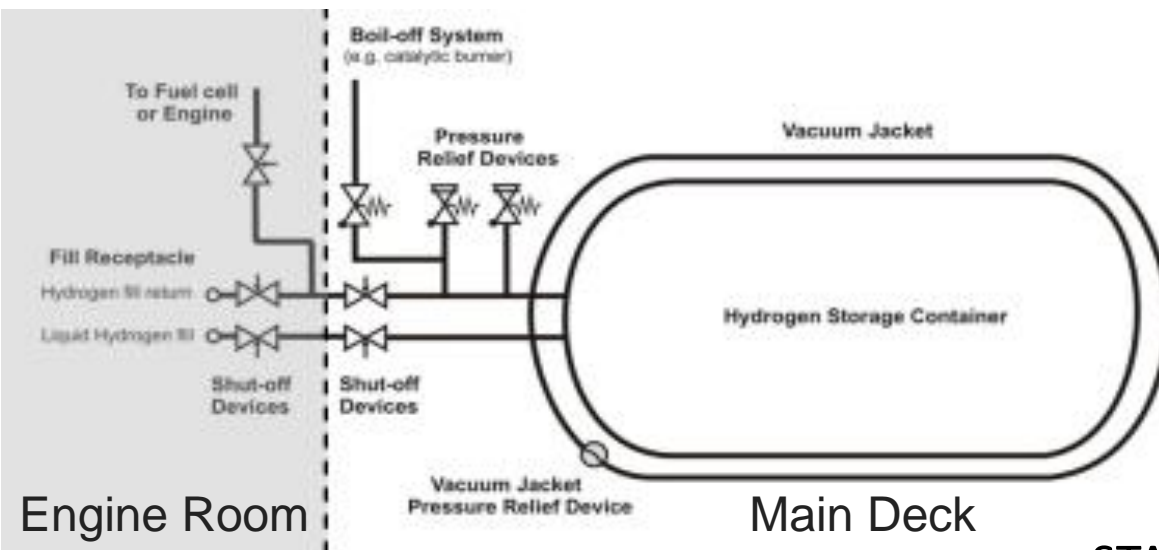
Table 3.3.4 Carbon equivalent requirements for higher tensile strength steels up to 100 mm in thickness when supplied in the TM condition (Thermo Mechanical Control Process Rolling steel Plate)

Grades				Carbon Equivalent, max. (%)	
				$t \leq 50$	$50 < t \leq 100$
AH 27S	DH 27S	EH 27S	FH 27S	0,36	0,38
AH 32	DH 32	EH 32	FH 32	0,36	0,38
AH 36	DH 36	EH 36	FH 36	0,38	0,40
AH 40	DH 40	EH 40	FH 40	0,40	0,42
		EH 47		Not applicable (see Table 3.3.1 Maximum thickness limits)	0,49

- Gemi imalatında kullanılan, en fazla soğuk yüke dayanan FH Grade saclar LPG Gemilerde kullanılır ve -60 °C'de çentik kırılma (Impact) testleri yapılır.
- Gemilerde Bunker olarak kullanılan Sıvı Doğal Gas LNG ve Hidrojen LH²'in taşıma yapılan ve gemide kullanılan Cryogenic tank malzemeleri, **High Manganese paslanmaz çelik** kullanılır.
- SEEMP gereği, Egzost Nox, Sox, Co² Gaslarının Atmosferik dengesini bozmaması için ve yakıt sarfiyat ücretinin azalması için Bunker (dual-Fuel) olarak yakan gemilerdeki Kriyojenik sıcaklıklarda kullanılan çok katmanlı vakum ısı yalıtımlı tanklar gemilerin makine dairesi dışında güvertesinde taşınır.

Not: Liquid olarak: H² -253 °C, LNG -163 °C, LPG - 42.5°C,
O² -182.8 °C'de Tankta tutulur.

Hydrogen Composite Tank Vacuum Cryogenic Cylinder Tanks for Fuel



STANDART ISO KONTEYNER- 20m3

Cryogenic tank, high Manganese paslanmaz çelikten çok katmanlı vakum ısı yalıtımlı.

Kriyojenik sıcaklıklarda kullanılan LNG ve Hidrojen LH2 yakan gemilerin güvertesinde kullanılır.

Liquid olarak H² -253 °C, (LNG -163 °C, LPG - 42.5°C, O² -182.8 °C.

Kaynak'ta Isı girdisi (Heat Input)

Kaynak işlemi sırasında malzemenin (micro) yapı kontrolü için Isı girdisi hesaplama formülü.

$$\text{Heat Input} = (60 \times \text{Amps} \times \text{Volts}) / (1,000 \times \text{Travel Speed mm/min}) = \text{KJ/mm}$$

Kontrollü ısı girdisi değerleri 1.0 -3.5 kJ/mm arasında olabilir.

Isı girişi 3 kJ/mm'den az olduğunda soğuk çatlama riski vardır.

Düşük alaşımlı çelik kaynağı ısı girdisi ~2,5 kJ/mm. olmalı.

(SS)300L serisi (low carbon) Paslanmaz Çelik kaynağında paslanmayı önlemek için ısı girdisi ~ 1,5 kJ/mm. olmalı.

Not: 40 mm'den ince Sacların kaynağında HAZ/metal birleşimindeki interpass ara sıcaklık 200 °C' yi geçmemelidir. Paslanmaz çelik İnterpass /pasolar arası sıcaklık 150 °C olmalı.

Gemi saclarında yapılan testler:

- Akma,Kopma, Uzama (Yield,Tensile,Elongation) Test,
- Çentik (Impact, V-Charpy, Lateral expansion) Test.
- Bükme (Bend) Test,
- Düşürme (Drop weight, Pellini) Test,
- Yaşlandırma (Strain ageing) Test, * *
- Kaynak yapılabirlik (Weldability) Test.
- Sertlik (Hardness) Test, *
- Katmer (Lamination US) Test.

Not: Kenar kesmeli olmayan saclarda haddeden sonra kenarlarında çatlak ve laminasyon oluşur.

Sacın kenarından (1" Inch) 25 mm. şerit kesilip atılmalıdır.

* * Sac/lama çekme testinde (Yield) akma anında test durdurulup Çekme parçasından çentik testi numunesi hazırlanıp test edilir

-- Üretim prosesi IACS tarafından onaylanmamış bir fabrikanın ürünü (sac, profil vs.) sadece test yapılarak kabul edilip kullanılamaz.

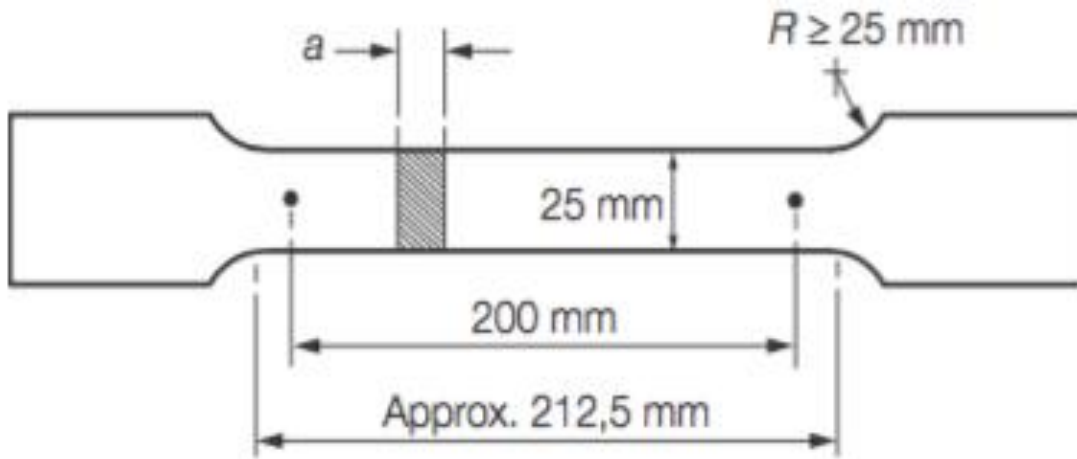
Universal Tensile (Çekme) Test Machine.



Nostaljik çekme test makinası,

Steel Plate Mechanical Test Sample.

Saç/lama Test numunesi alınma yeri ve ölçüsü.

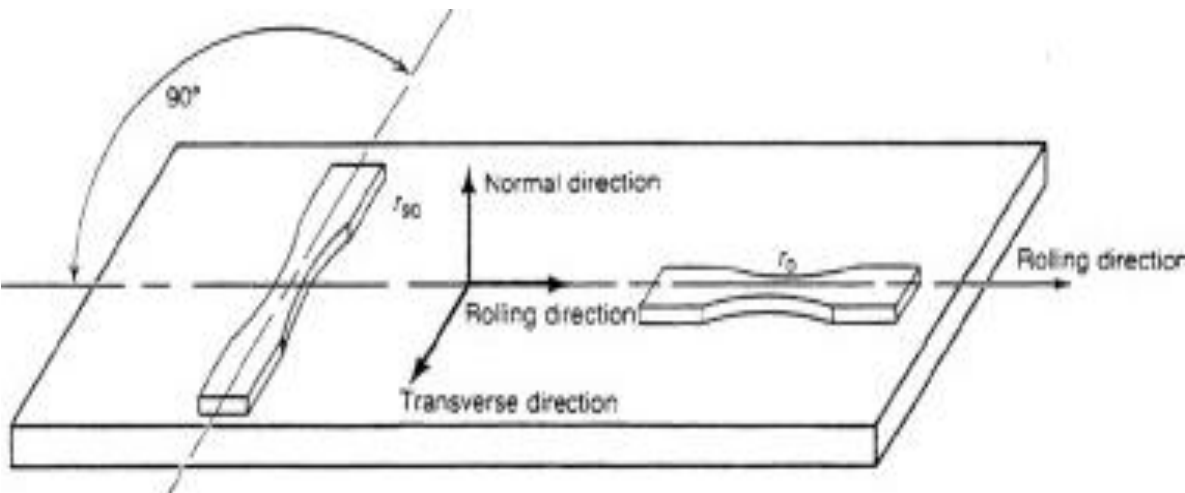


a = thickness of material

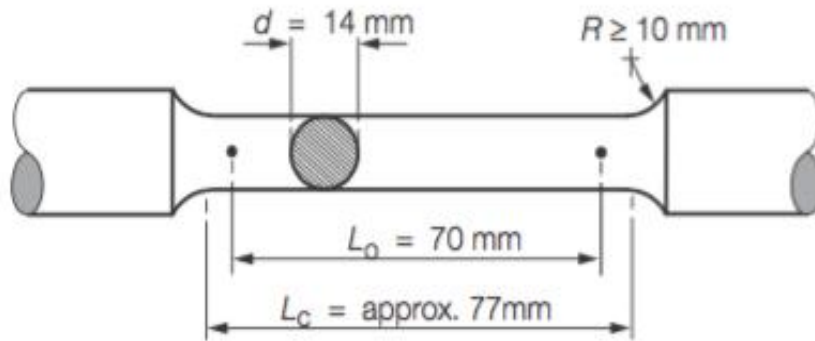


Sac test numuneleri haddeleme boyuna (L), (Rolling Direction), ve haddeleme enine (T) (Transverse direction) olarak hazırlanır, "L ve T" test değerleri farklıdır.

--Saclar gemiye monte edilirken daima "L" haddeleme yönü geminin boyu yönünde konulmalı.



Şaft'tan Test numunesi alma yeri ve ölçüleri



NOTE: For nodular cast iron and materials with a specified elongation less than 10%, $R \geq 20$ mm

Figure 2.2.1 Test specimen dimensions for forgings and castings - I



Uzama ve
Kesit daralması
Ductility

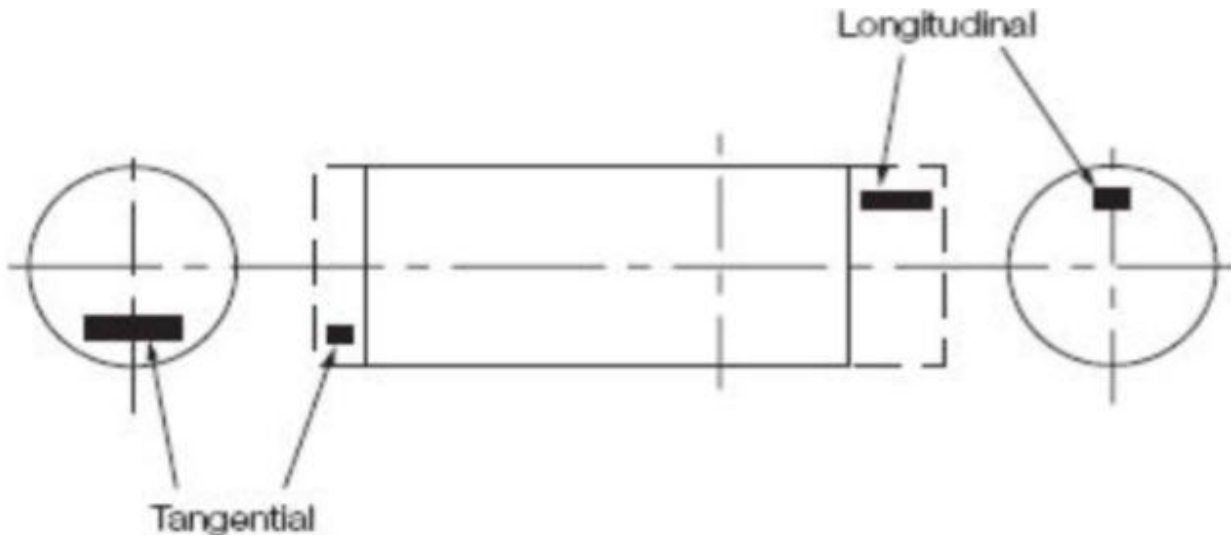
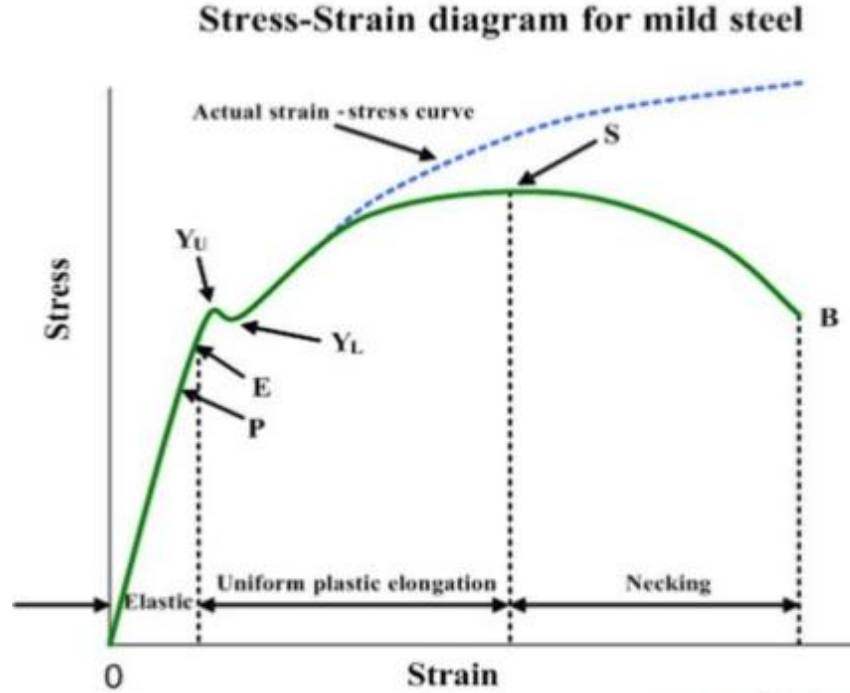


Figure 5.3.1 Directions and positions of test specimens

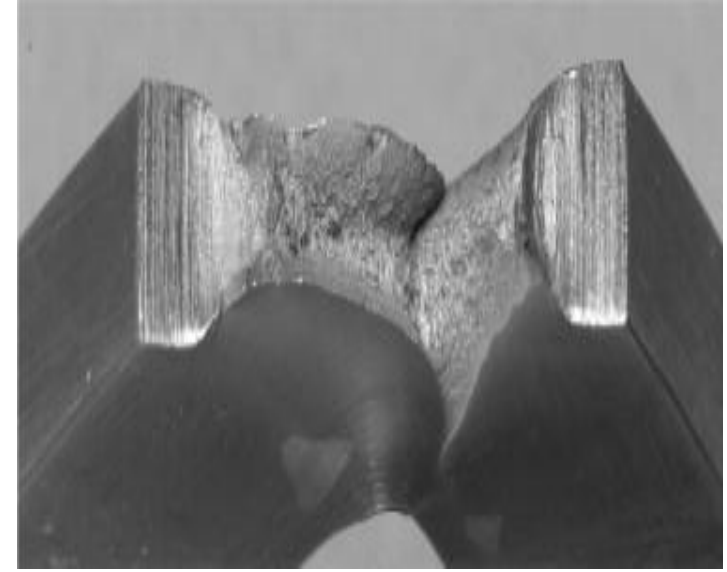
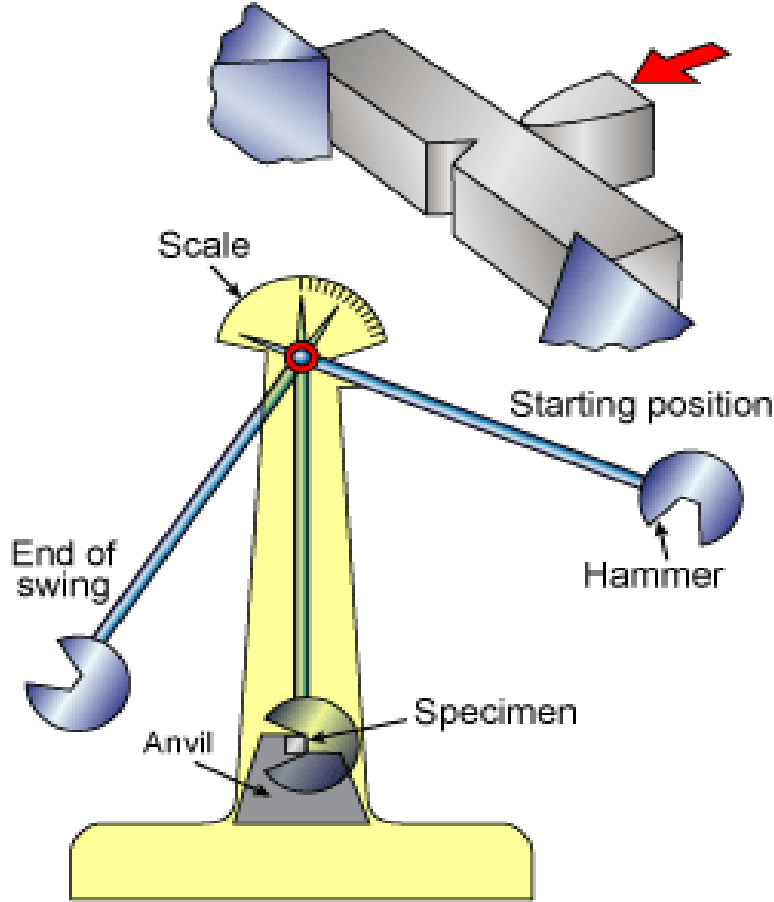
Tensile Çekme Testi (Akma/Uzama/Kopma) Diagramı.



Eski DIN Normuna göre malzeme ismi St 42 vs. gibi anılırdı, 42 sayısı malzemenin 1 mm^2 'sinin Kg olarak min. kopma mukavemeti idi, şimdi malzeme isimleri AH32,36,40 vs gibi anılmaktadır. $315 \rightarrow 390 \text{ N/mm}^2$ malzemenin 1 mm^2 'nin Akma mukavemetidir. Gemi planlarında yapılan mukavemet hesaplarında daima akma mukavemeti değeri hesaba alınır, çünkü kopma mukavemeti malzemenin bitmiş (hurda) halidir.

Çentik (Impact) Test Machine. (Joule-N/mm²)

Numune ölçüler: 10 x 10 x 55 mm, Çentik: 2 x 2 mm. Radius: 0.25 mm

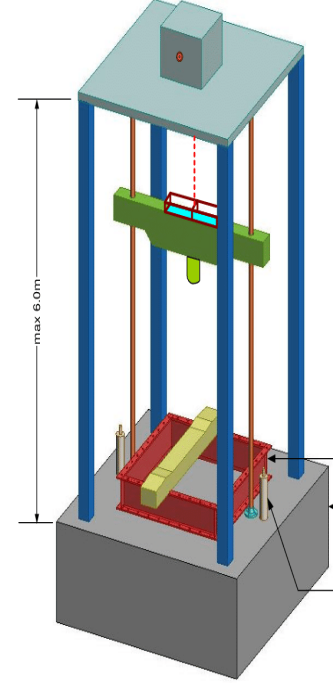
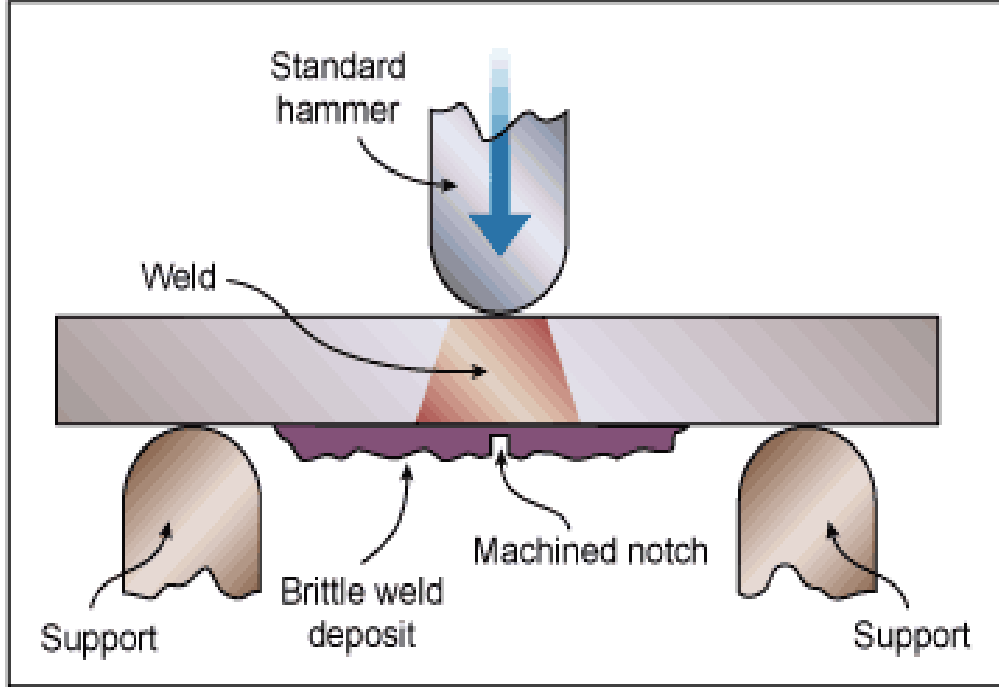


Lateral expansion (kesit daralması)

Çentik testi Gemilerin çalıştıkları soğuk bölgelere göre (Ice-Class) veya taşıdıkları yüke göre (LPG-LNG) önemlidir, saç ve teçhizatın soğukta kırılma mukavemet değerini belirler.

Drop Weight (Pellini) Impact Test.

Kaynaklı Sacın darbe kırılma testi, yırtılma yüzey analizi.



Gemi inşa projesine göre Tersanede kaynaklı sacın mukavemet tokluk ve ani darbelerde kırılmaya karşı yüksek direnç performansı ve WPS'ye uygunluk Drop Weight (Düşürme test) testi yapılır.

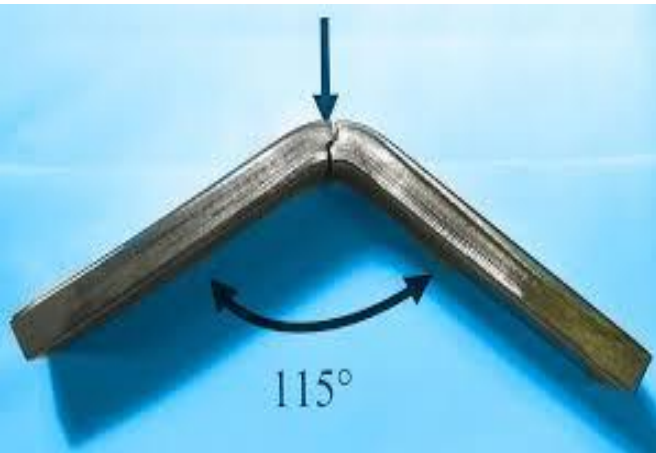
Ağırlık düşme testinin ardından deformasyon kırılma yüzeyi ve gevrek kırılma yüzeyi kırılma oranları görünümü bakılıp değerlendirilir.

Not: Ağırlığın çarpıp geri zıplama mesafesi Sacın Enerji iadesi hesaplanır.

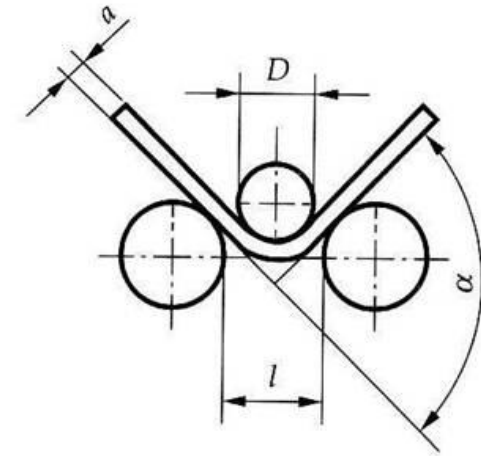
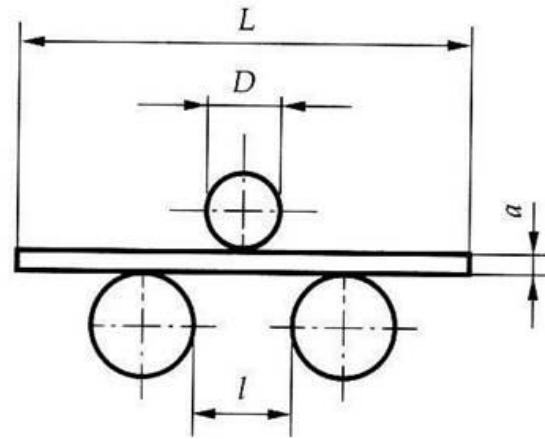
Bend Test. (Steel Plate or Bar)



Corrugated perde saçı



Kaynak dikişinden
bükme çatlak testi.



Key:

a = Diameter or thickness of the test piece

D = Diameter of the mandrel

L = Length of the test piece

l = Distance between supports

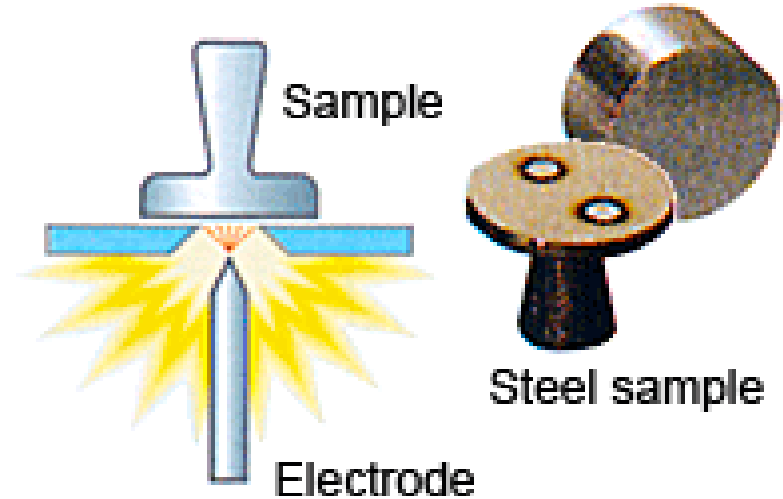
α = Angle of the bend

Max. $D = 3 \times a$

Min. $l = D + 2a$

Spectrometer. (Kimyasal Analiz)

Carbon (C), Silicon (Si), Manganese (Mn), Sulfur (S), Phosphorus (P),
Chrome (Cr), Molybdenum (Mo), Nickel (Ni), Copper (Cu), Niobium etc.
Metal malzemelerin kimyasal yapılarının değerlendirme analizi yapılır.



Sertlik (Hardness) Test Machine

Brinell Hardness(HB), Rockwell C(HRC), Rockwell B(HRB), Vickers(HV).
Kaynaklı malzemenin Kaynak metal ve HAZ bölgesi sertlikleri ölçülür,



Laboratuvar Sertlik ölçme cihazı,

Saha tipi Kaynak HAZ bölgesi için.

Gemi/Tekne ve Makine imalatında kullanılan

Elektrik Ark Kaynakları (Metal birleştirme), (Gemi Teknik Personeli için genel bilgi)

IACS Materials & Welding, AWS D1.1.
Structural Welding Steel.

ve

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)

Rev:01/2023

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 Buttering (Build-up) onaylı WPS kullanılmalıdır.

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

Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

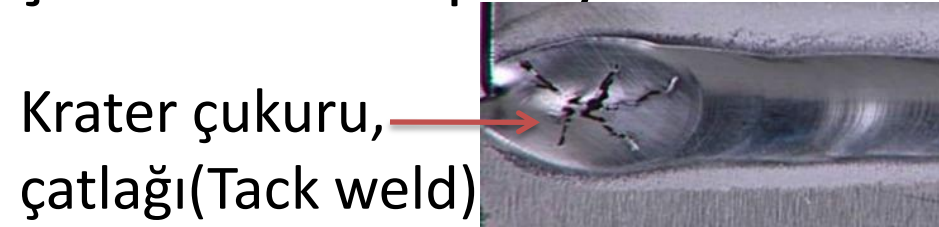
OSHA Reg. Kaynakçı sağlığı.

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



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.

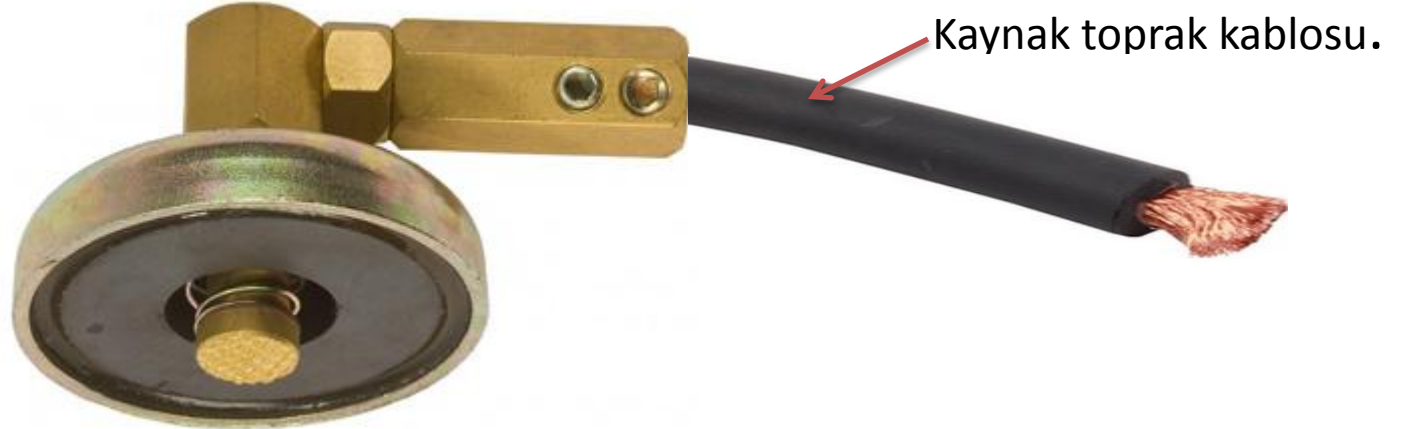
Kaynakta Topraklama Kablosu kaynak kablosu ile aynı kesit/çapta Bakır olmalıdır, ve malzemeye direkt bağlanmalıdır, lama demiri ile topraklama olmaz, demir Voltaj iletir devreyi tamamlar fakat Kaynak Elektronlarının Kaynak motoruna dönüşünü sağlayamaz, Elektronlar toprağa veya çevreye saçılır, **X-Ray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

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

Kaynak topraklaması.



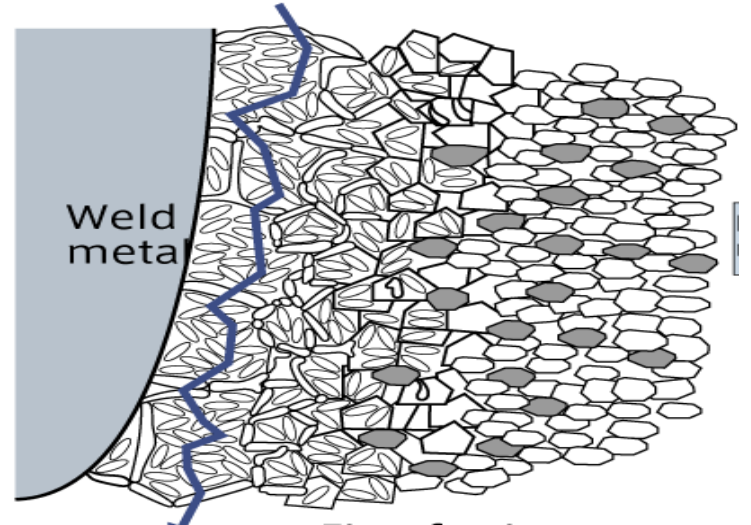
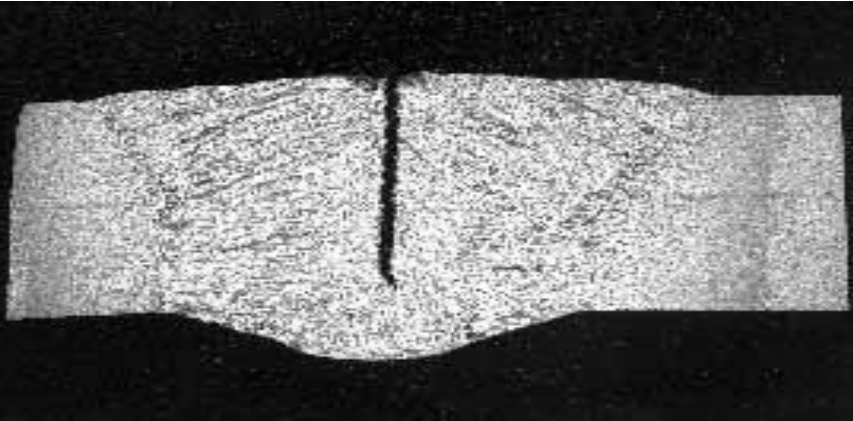
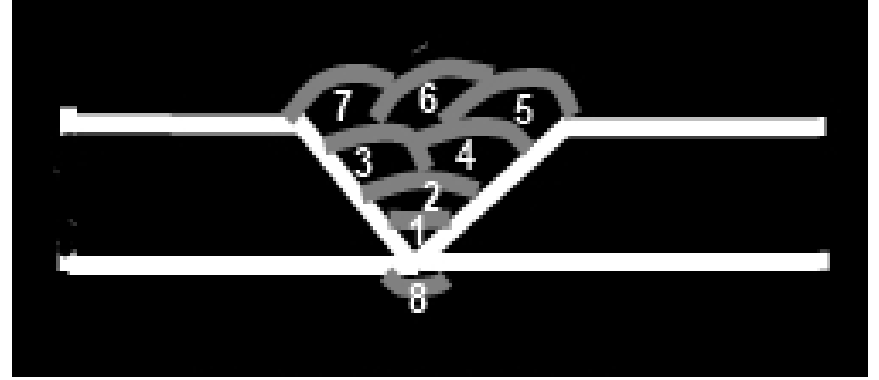
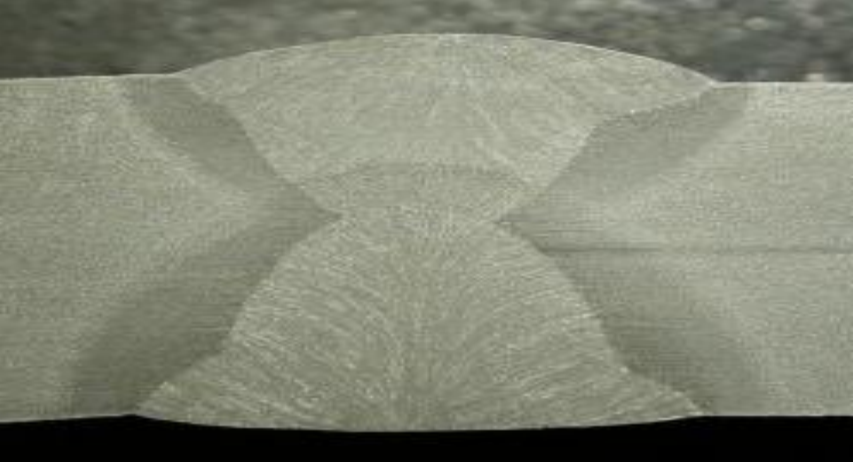
Resimde yanlış topraklama neticesi kaynak metali püskürmüş, malzeme mıknatıslaşmış. kaynak yapılamaz hale gelmiş,



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) 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 artırır.



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

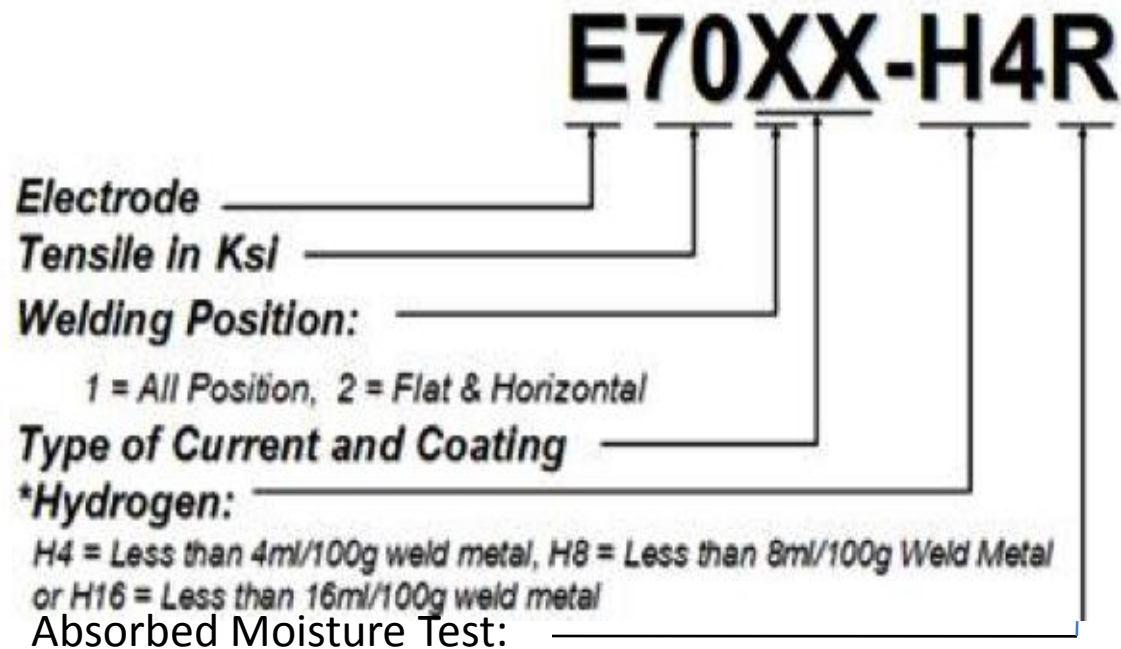
Örtülü Elektrod (Flux kaplamalı) Metal Arc Kaynağı, Manual olarak elde kullanılır, örtü(flux) içinde kaynak metalini besleyen imalatçıya özel maddeler vardır.



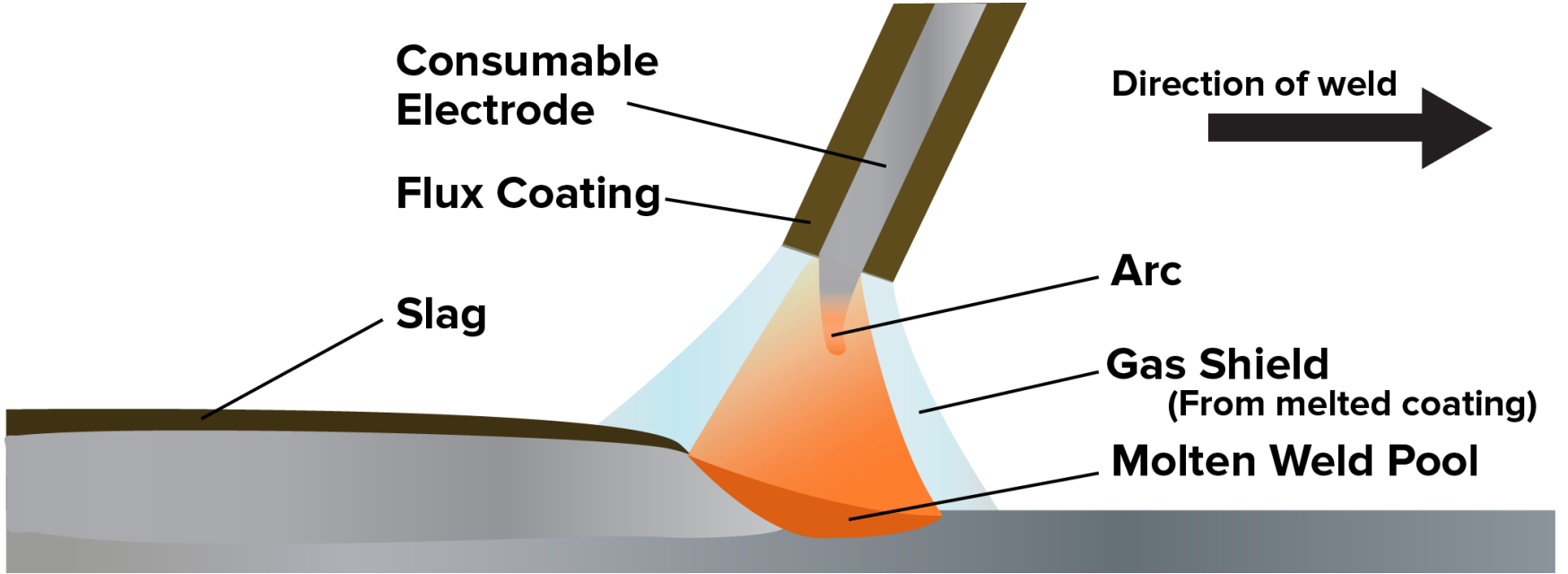
Manual metal arc consumables. Elektrod Çubuğu tanım kodu.



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 karararı maske kullanmalıdır.

Elektrod kurutma fırını ve taşıma termosu.

Bazik elektrodların örtü Flux çabuk rutubet (H^2O) alır, kaynak sırasında rutubetteki Hidrojen ergimiş metal içinde çatlamaya yol açar. Bu sınıftaki Elektrodların içindeki rutubet fırınlanıp kurutulur ve kaynak yapımı sırasında rutubet almaması için termos içinde saklanır



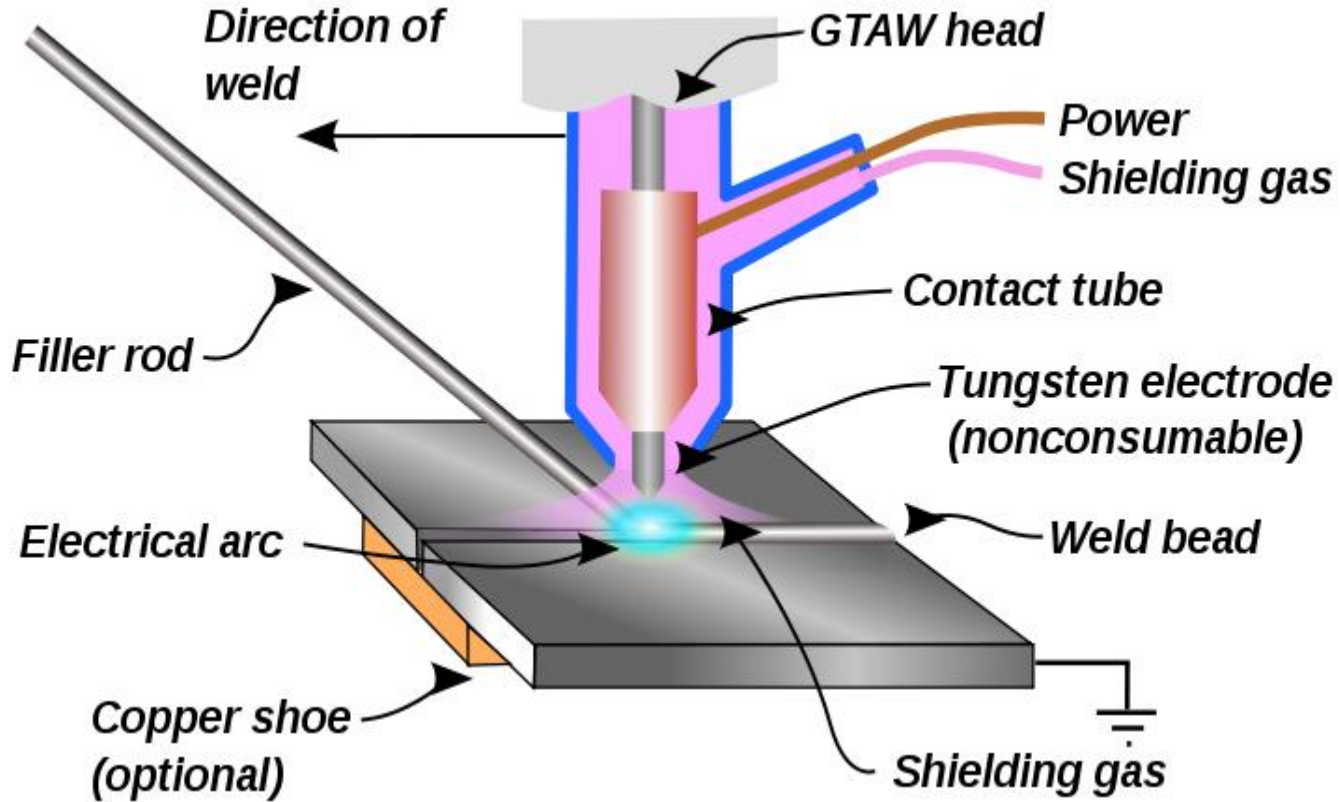
GTAW Gas Tungsten Arc Welding.(TIG) Gas Tungsten Ark Kaynağı (Argon)

Isı girdisi en az olan kaynak metodudur, kök pasalarda 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 ve Paslamaz Çelik malzeme ve borularında verimli, kolay, hatasız kaynak yapılabilir.

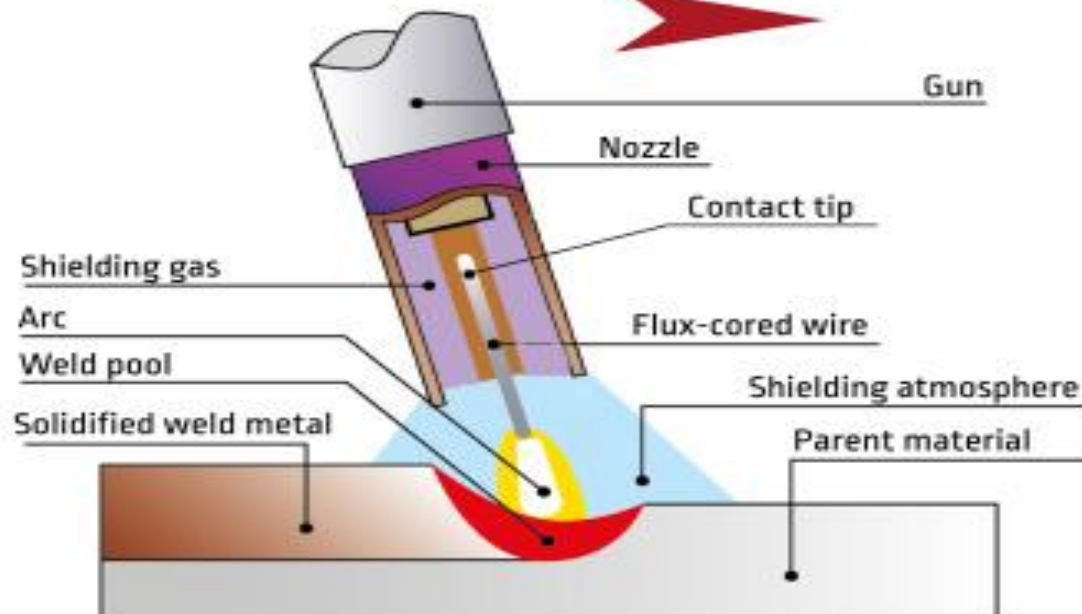
GMAW Gas Metal Arc Welding MIG-MAG Welding Machine



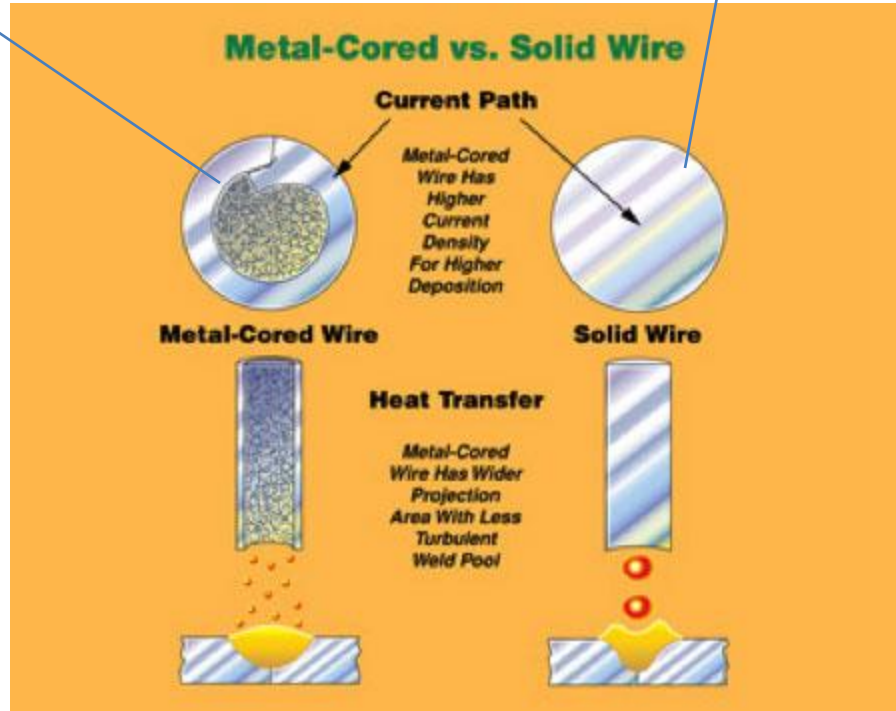
GMAW Gas Metal Arc Welding (MIG-MAG Welding) AC/DC akımı ile CO_2 veya karışım gas (Argon + Co_2) kullanılır, Özlü tel veya (solid wire) düz tel kaynak yapımında kullanılır. Tel sürüm motor ve Gas valf kontrolü Torç üzerinden Kaynakçı kontrol edebilir. Torç su ile soğutulur, kaynağa suyun damlaması kesinlikle istenmez, kaynak reddedilir.

MIG-MAG Torque

Isı girdisi çok az olan kaynak metodu.



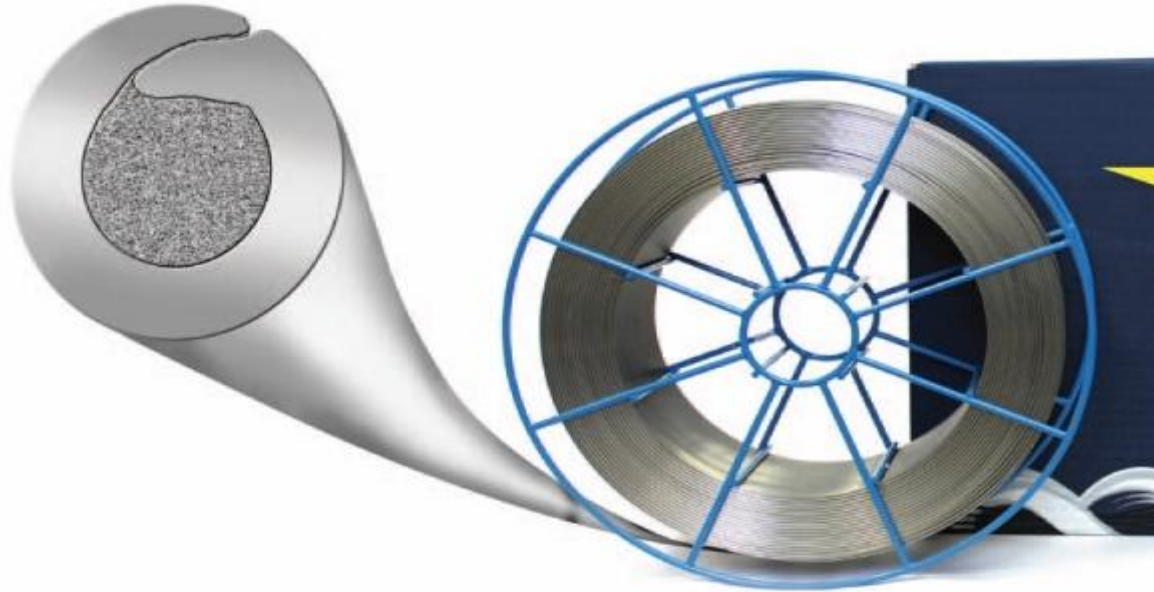
MIG-MAG Welding Consumable, Cored Wire (Özrü Tel)-Solid Wire (Düz tel)



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.”

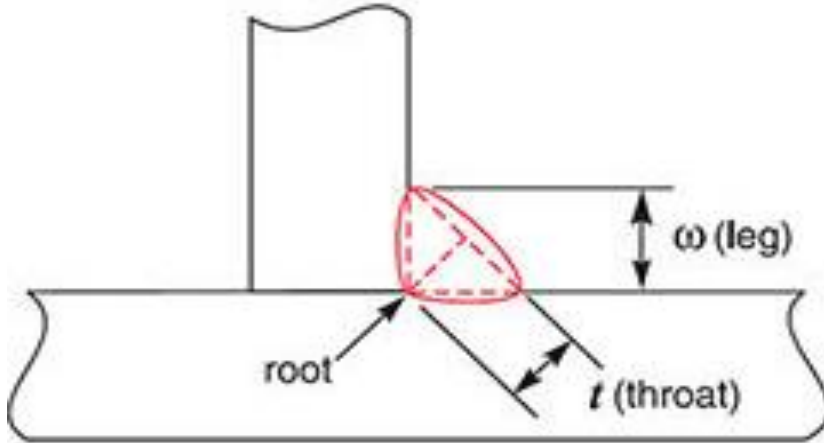
* International Agency for Research on Cancer (IARC)

Hava temizleme respiratör ve otomatik kararan kaynak Maskesi.

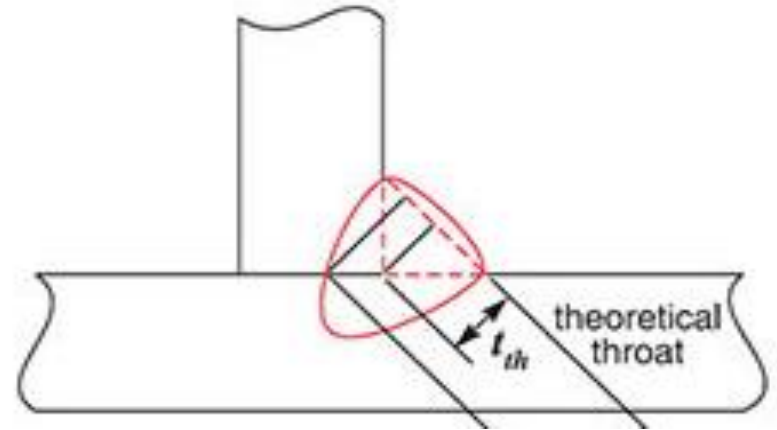
Double Fillet Weld Penetration

Çift taraflı Köşe kaynağın malzeme girdisi.

Rutile welding consumable
(Rutil elektrot/solid tel)



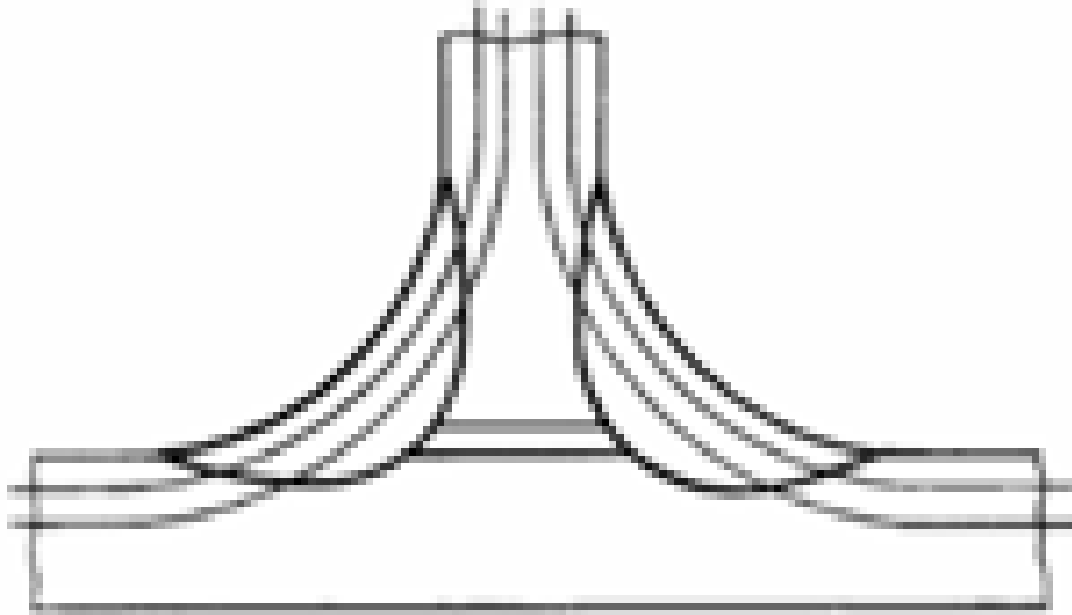
Basic weld consumable
(Bazik elektrot/ özlü tel)



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.

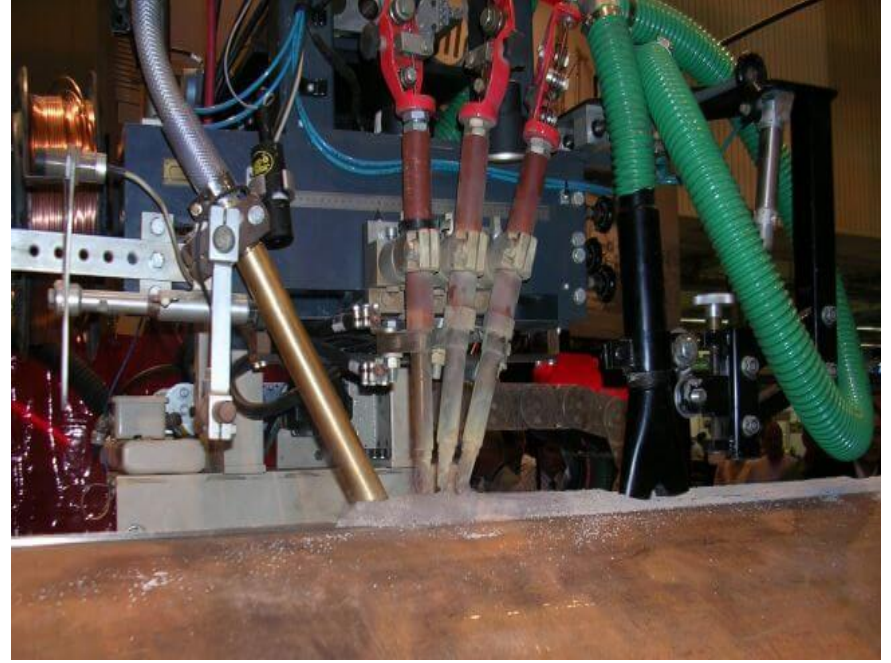


Double fillet weld stress curve.

“SAW” Submerged Arc Welding, Toz Altı Kaynağı.

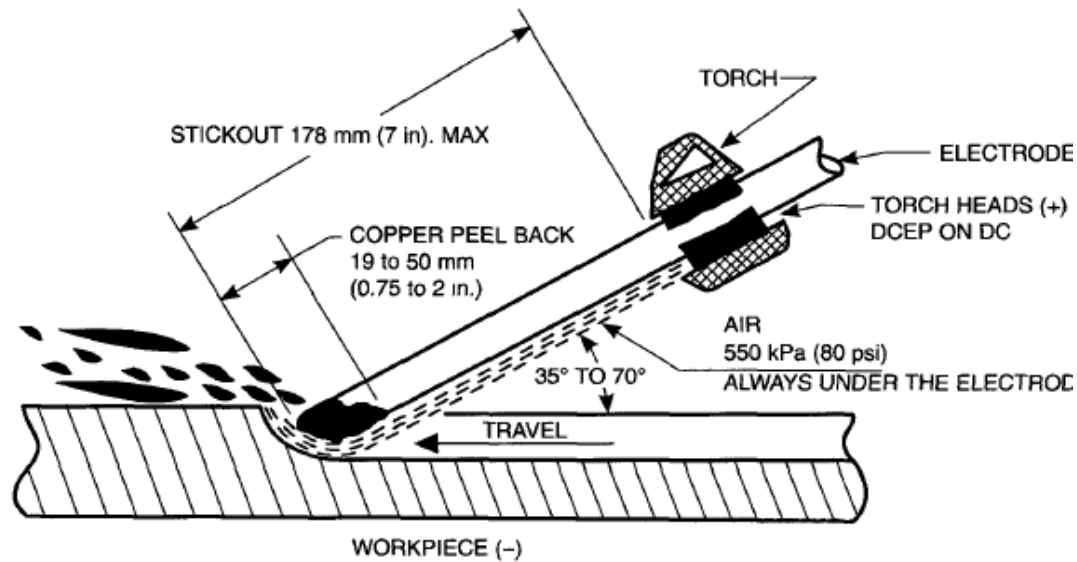


Toz altı Kaynak (SAW Submerged Arc Welding).



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 malzemedeki 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)

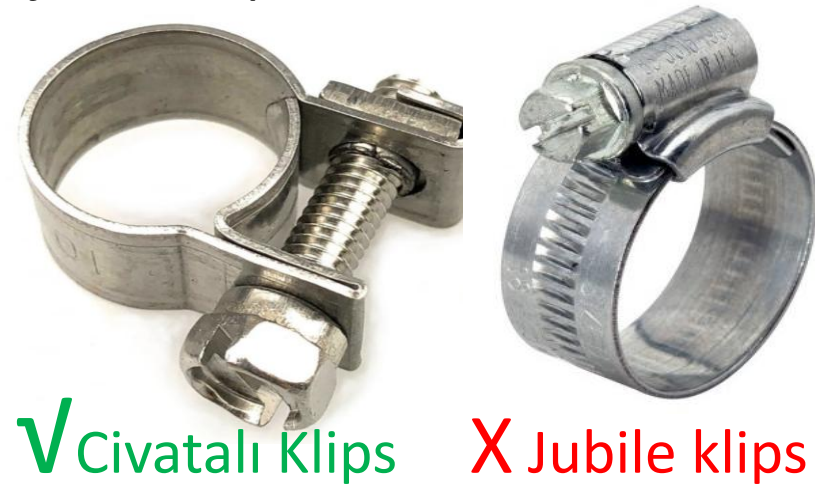
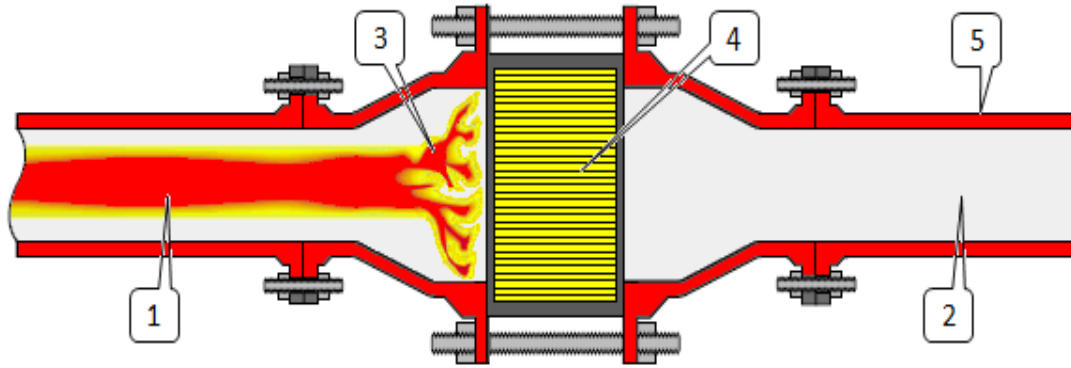
- Gas silindirleri dikey olmalı, tüplerin yerlerine bağlama sistemi çabuk çözülebilmeli, Oxygen (mavi) ve Asetilen (Kırmızı) tüpleri ayrı ayrı havadar, sacdan yapılmış bölmelerde ve elektrik, alev, kıvılcım vs. olan bölgeden uzak, insan yaşam mahalli dışında olmalı, Yanıcı/patlayıcı ikaz (IMO Sign) yazılır.



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.

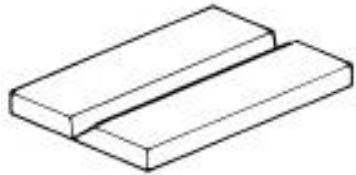
Table 12.2.1 Equivalent designations of welding positions

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

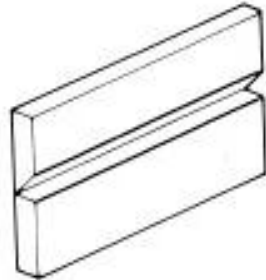
Köşe (Fillet Weld) kaynağında Pozisyonlar: 1F, 2F, 3F, 4F şeklindedir.

Butt Weld Alın Kaynağı.

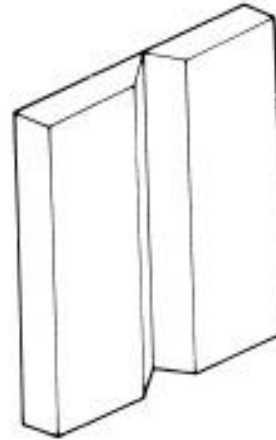
Groove Welds in Plate — Test Positions



(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,

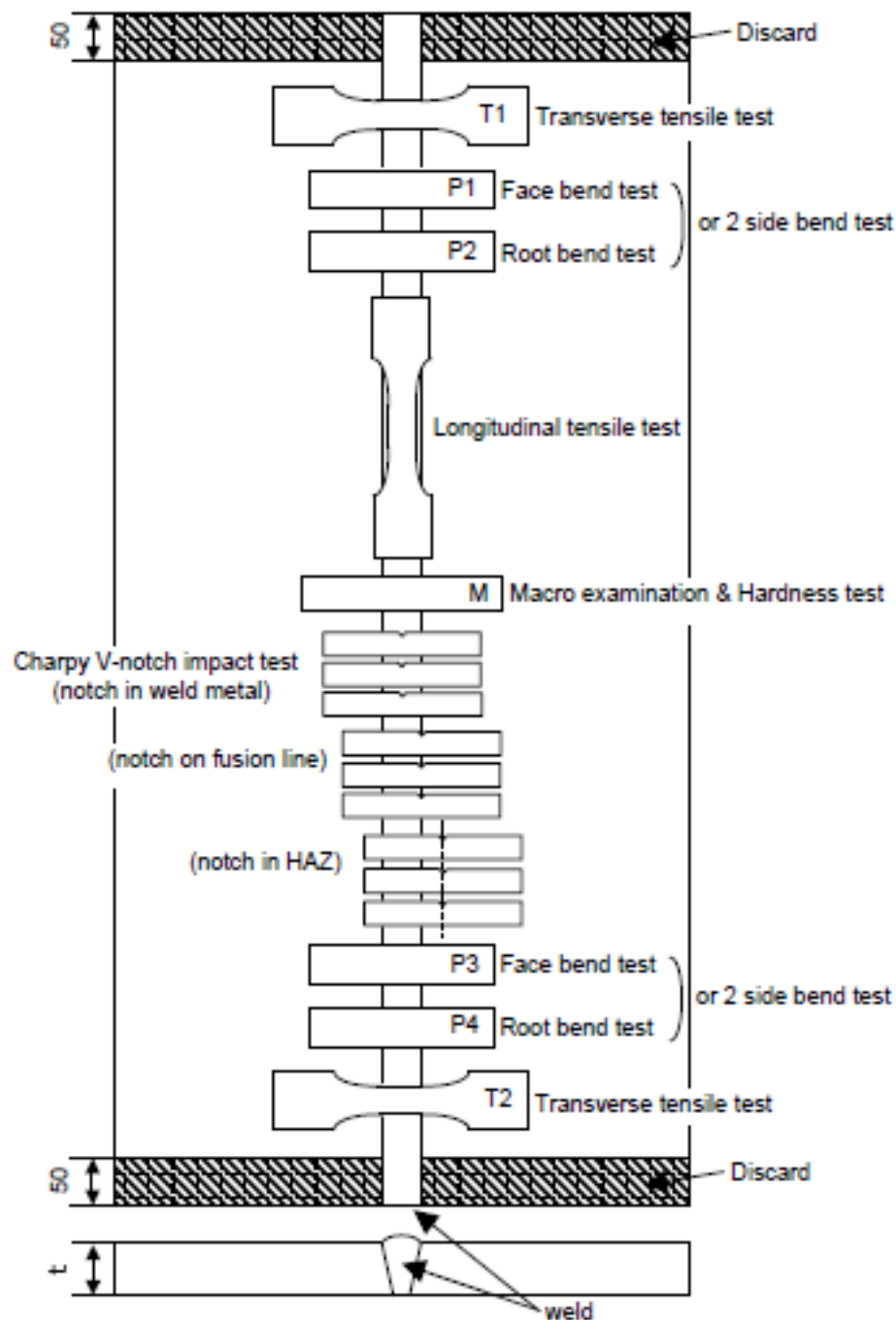
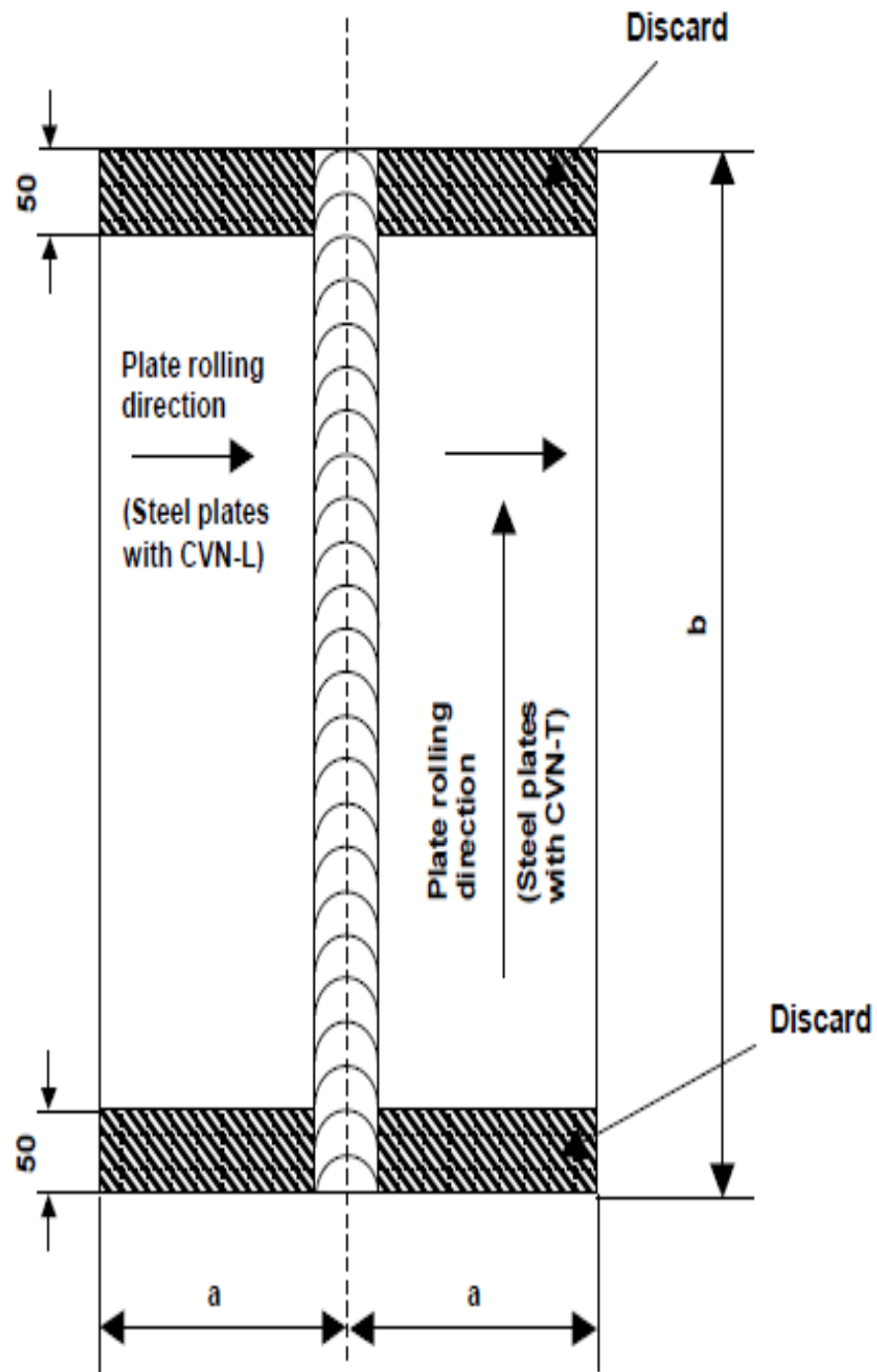
Kaynak prosedürü yeterlilik testi.

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

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

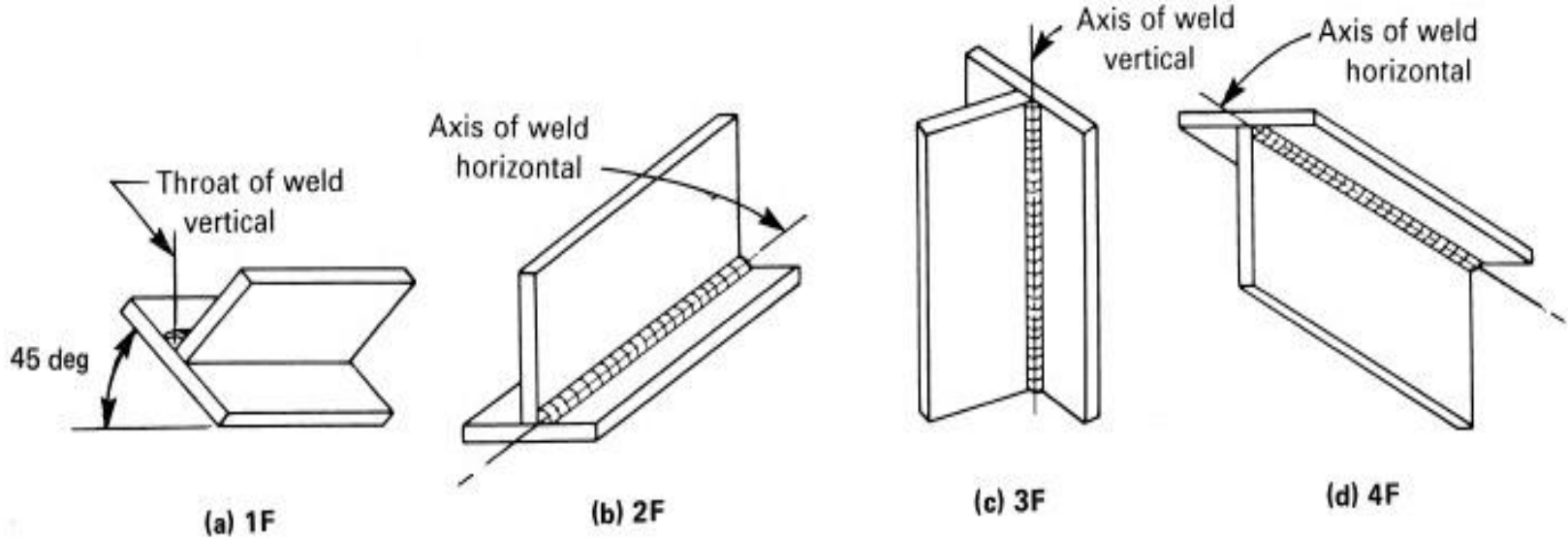
Test neticeleri plana uygun olarak kullanılacak bölgenin istenilen değerlerin üzerinde olmalıdır.

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



Fillet Weld (Köşe Kaynağı)

Fillet Welds in Plate — Test Positions

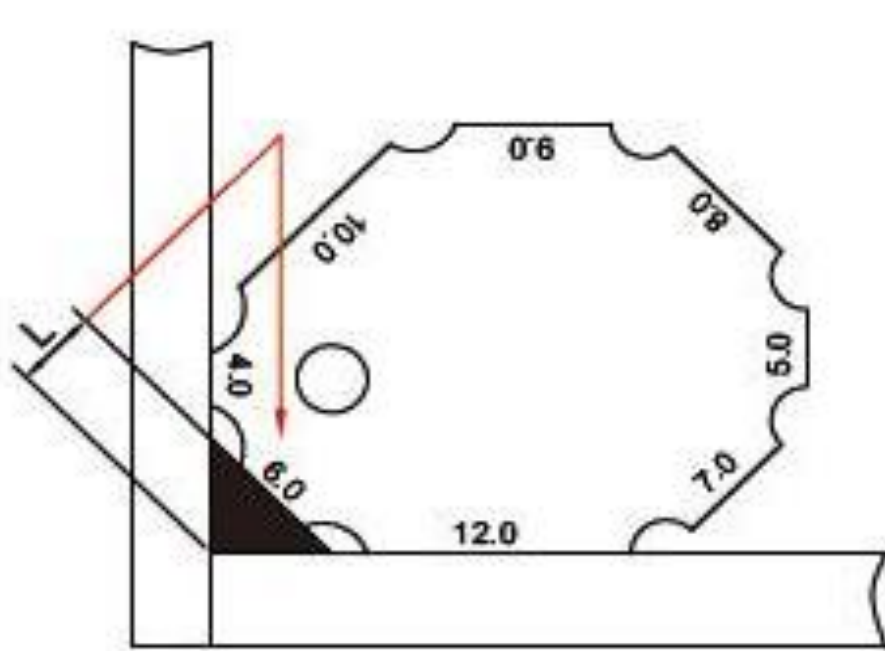


Köşe Kaynağı gemilerde en çok kullanılan kaynak metodudur, ülkemizde kaynak parametrelerine uyulmadan yapılan **fazla kalın, geniş ve hatalı kaynak taşlanması için %30 fazla işçilik yapılmaktadır.**

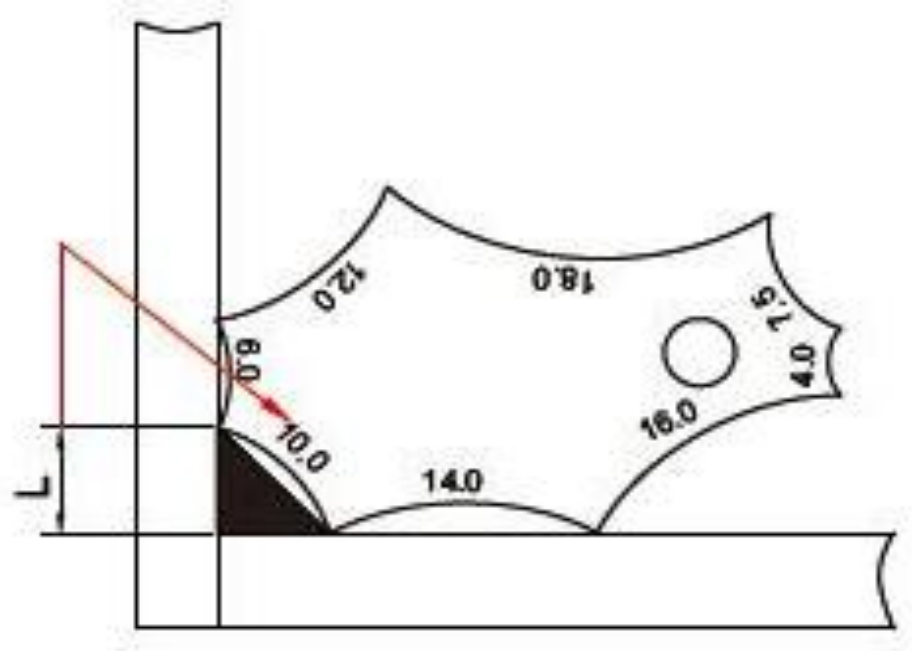
Uluslararası Tersanelerde kaynak taşlama ve tamiri IACS no.47 ve UR-Z'ye ve Boya yüzey hazırlık kabul kriterlerine göre sadece Class ve Gemi İnşa/Kaynak Müh. nezaretinde yapılmalıdır. (Boya Ensp.değil)

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.

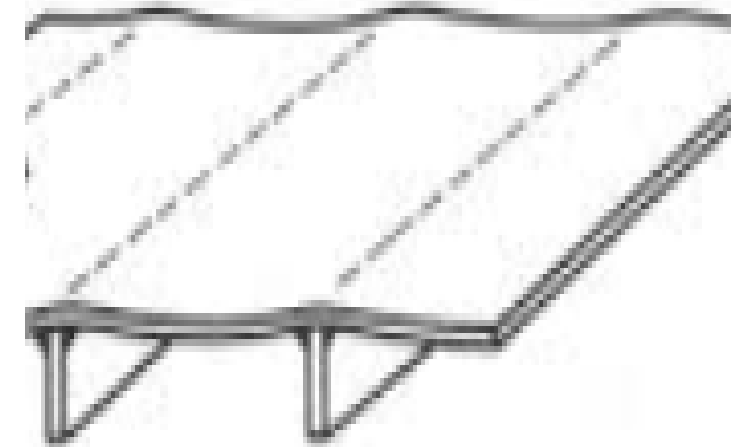
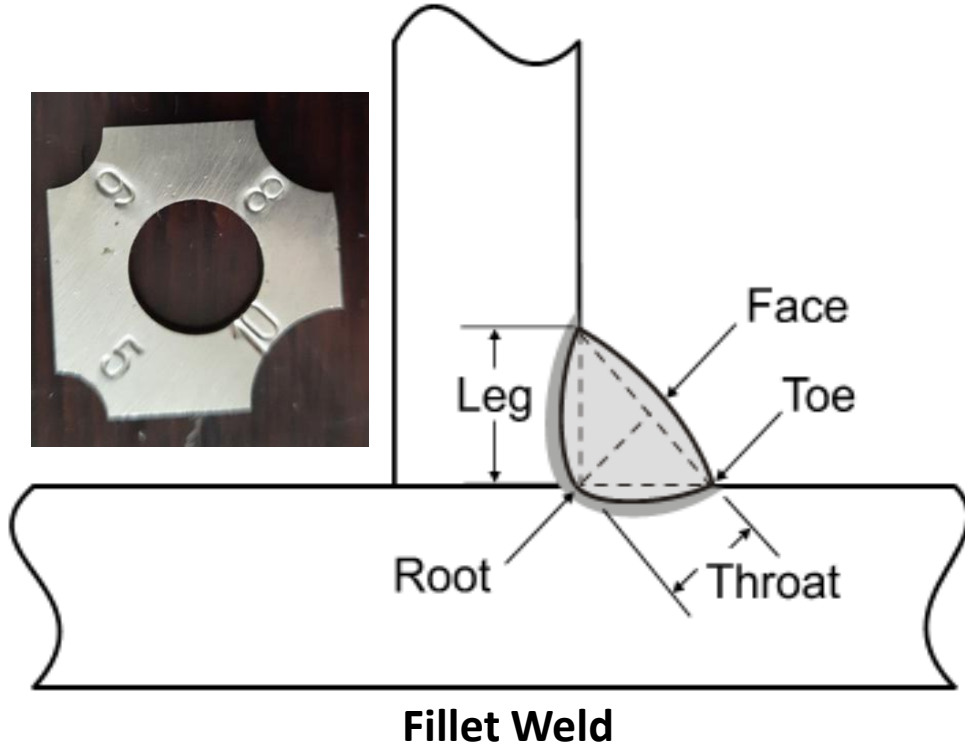


throat size



leg length

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



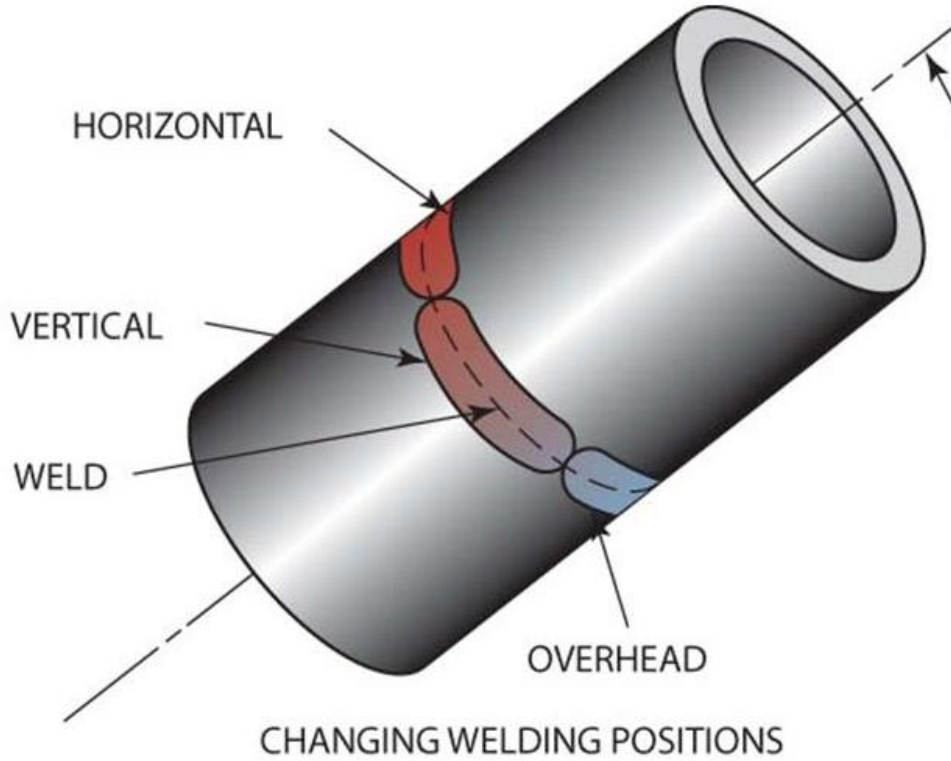
Aşırı doldurulmuş kalın Köşe kaynağı deformasyonu.

-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.

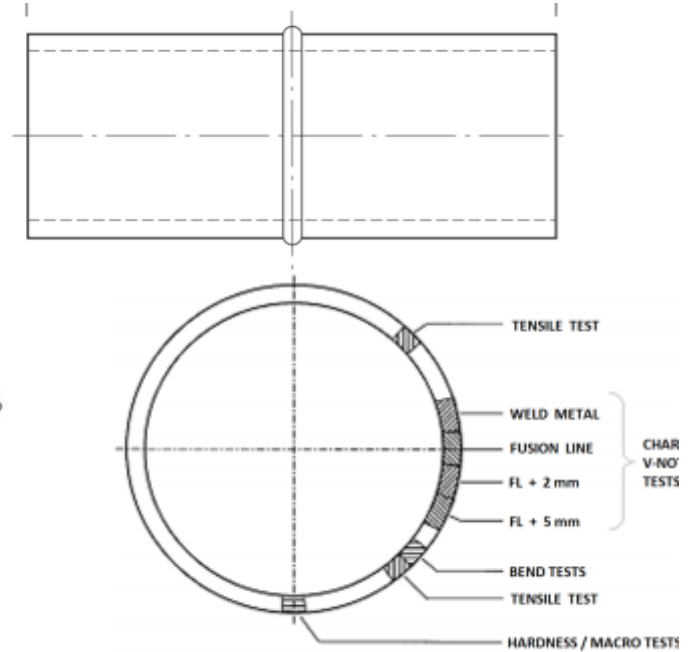
Boru Kaynak Pozisyonu.6G (45°)

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

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



45° ± 5°

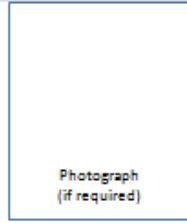


6G Pipe Weld Test numunesi,

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

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

<u>1-Kaynak yöntemi, numbers</u>	<u>Welding Process reference</u>
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 (MIG) 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 gasshield
141 Tungsten İnert Gas (TIG) Kaynağı	Tungsten inert gas arc welding (TIG welding);
15 Plazma Kaynağı.	Plasma arc welding;

<u>2-Ürün tipi.</u>	<u>Product Type:</u>
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
Özlü 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)



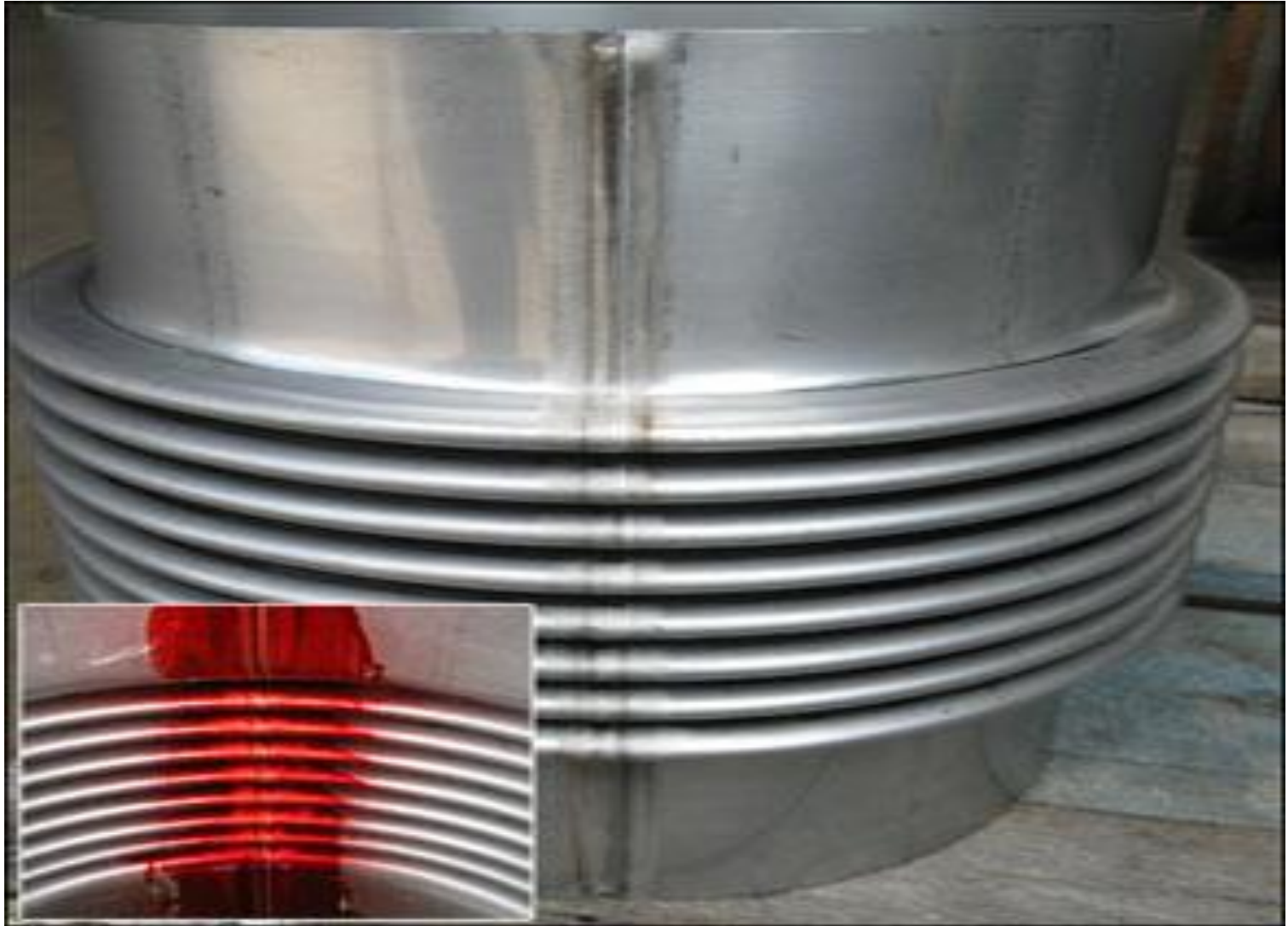
Pelesenk (Lignum vite) yataklı Şaft'ın Bronz Layner Dye-Penetrant testi.



Propeller blade tips yenilendikten sonra.

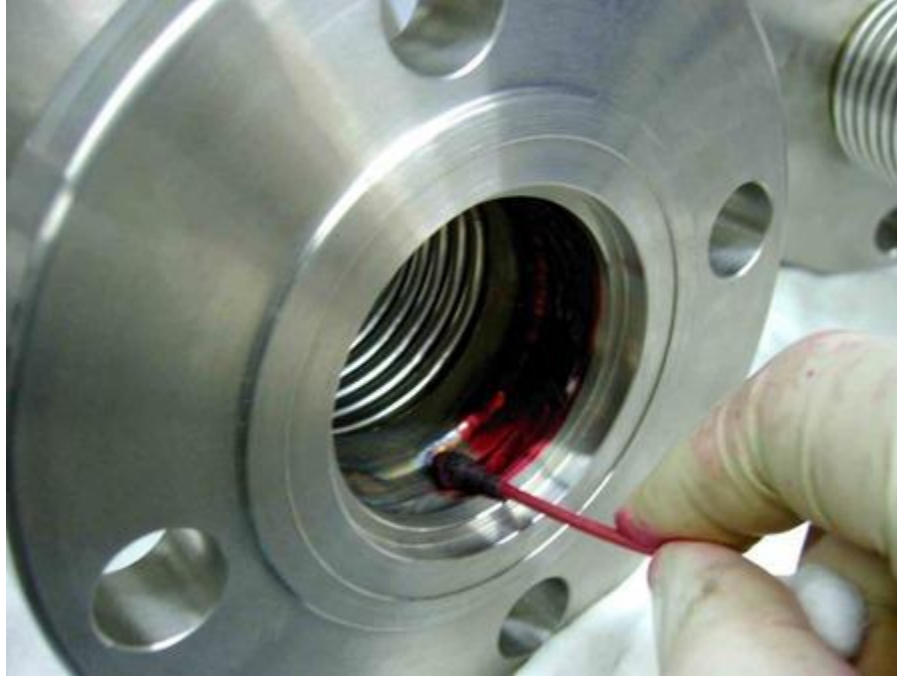


Paslanmaz Çelik Baca Expansion'ı testi.





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.

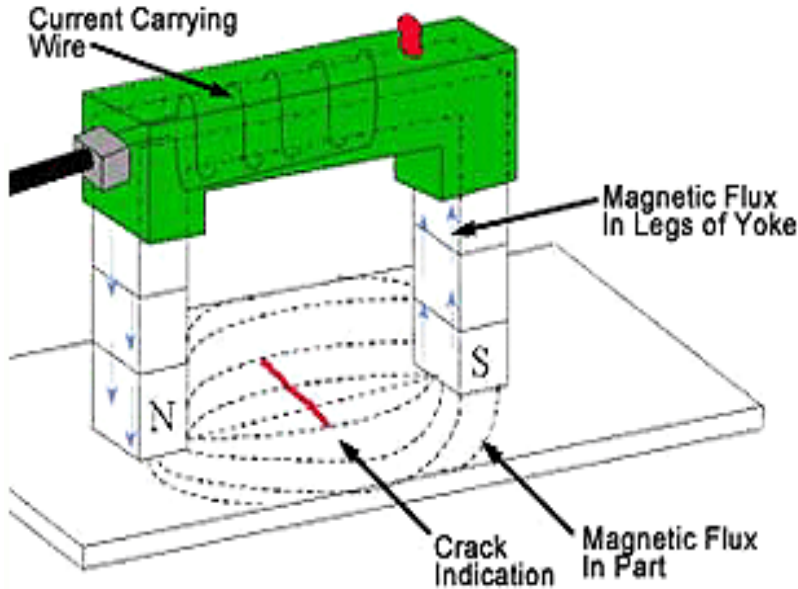
Not:MPI'den sonra malzemedeki kalan manyetik etki ile üzerine yapışan tozların motor/şaft vs.çalışma sırasında hasarlamaması için De-magnetize edilmesi gerekir.

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.

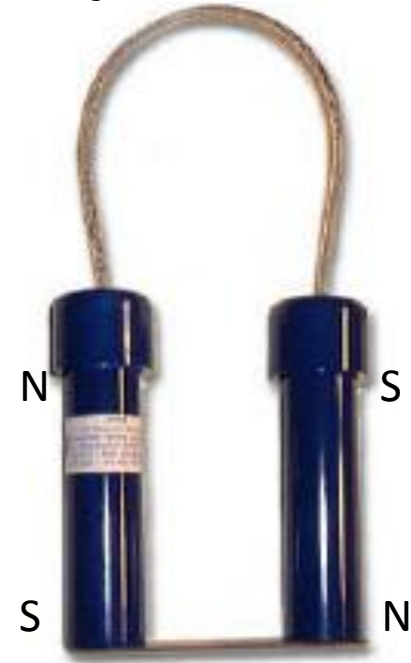
- MPI Magnetic Particle Inspection cihazı her testten önce, MPI cihazının malzemeye yeterli Magnetik akım sahası verdiğini kontrol için test malzemesi üzerinde kalibrasyon testi yapılmalıdır.



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



MPI Kalibre çubuğu.

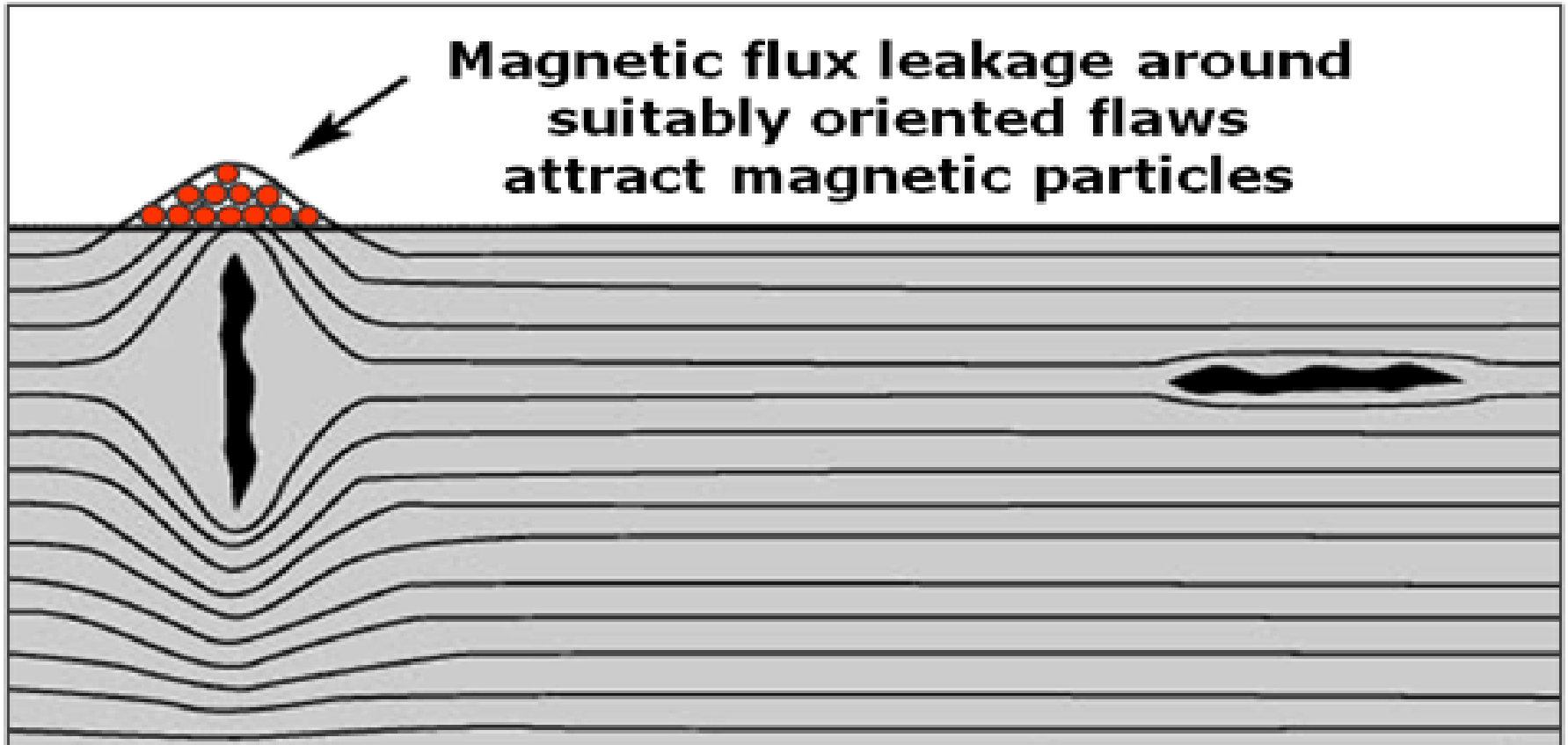


Natural Magnet
Test: 9.8 kg lift each.

AC Yoke cihazı ile MPI çatlak testi.



Yüzeye açılmamış bir çatlağın MPI Testindeki görüntüsü

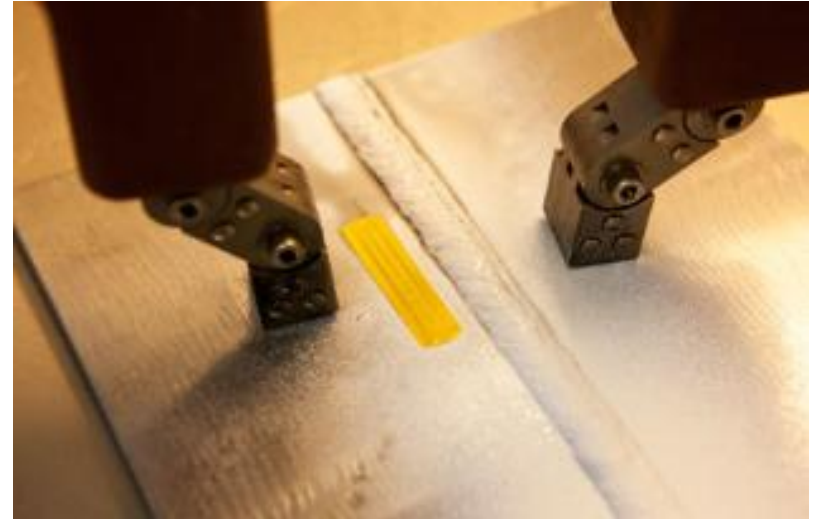


Elektrikli (DC-AC) Yoke veya Naturel (Permanent) Miknatıs kullanılması

- 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-Israk 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,

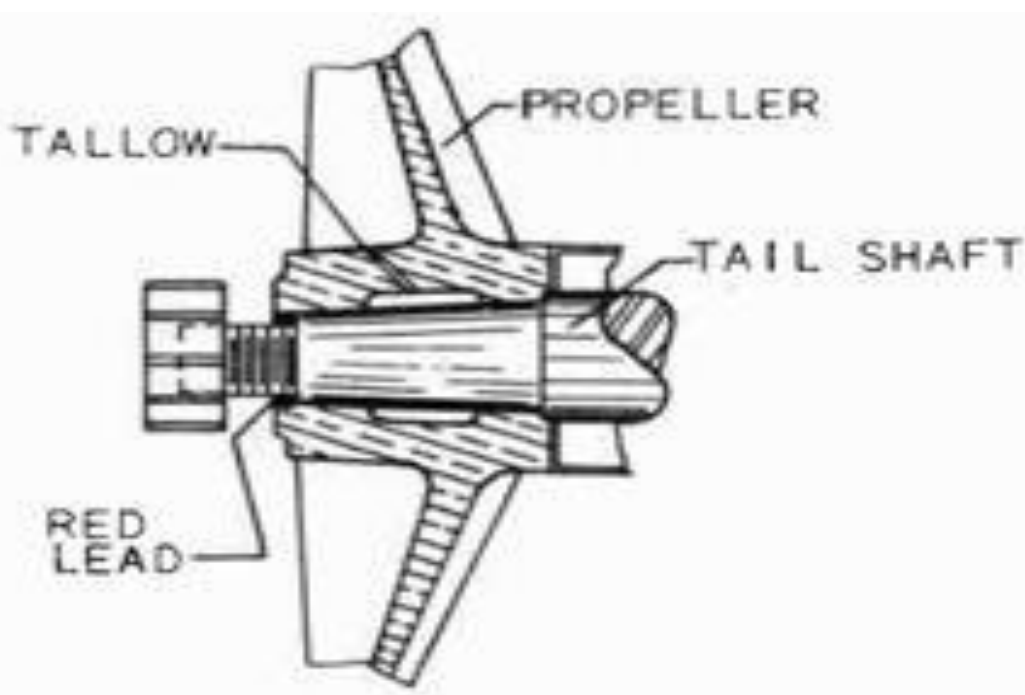
Her testten önce, her türlü MPI cihazının malzemeye yeterli Magnetik akım verdiğini kontrol için test malzemesi üzerinde kalibrasyon testi yapılmalıdır. (Magnaflux Magnetic Flux Indicators, Type G, ASTM E 1444-11, Ek A3)



Pervane Şaft koniğinin MPI testi.



Pervane Koniği (Kamalı-kamasız).



Şaft ve Pervane konik birleşim yeri çatlağı.

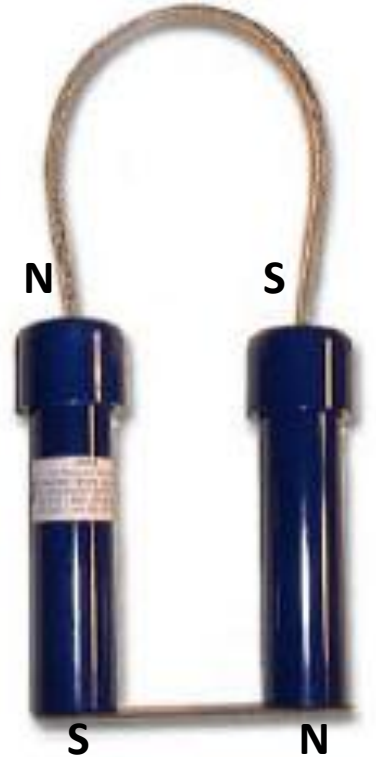
Ana Makinanın bütün burulma gücü şaftın pervane ile tapering açısının en geniş yerindeki daire çevresinde oluşur. Çatlaklar Ahead/Astern burulması ile 45° olduğu görülür.



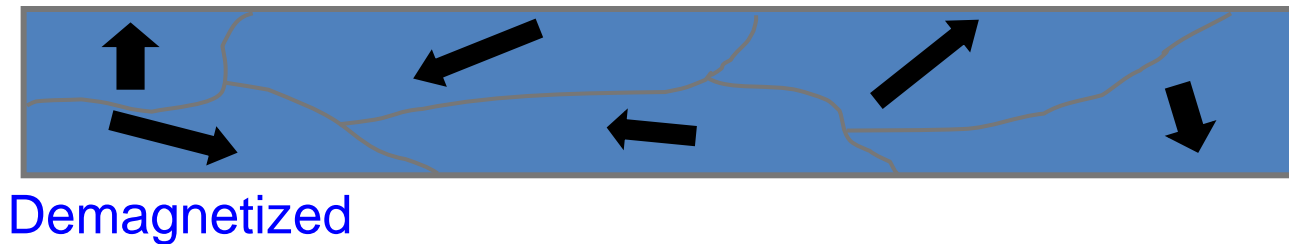
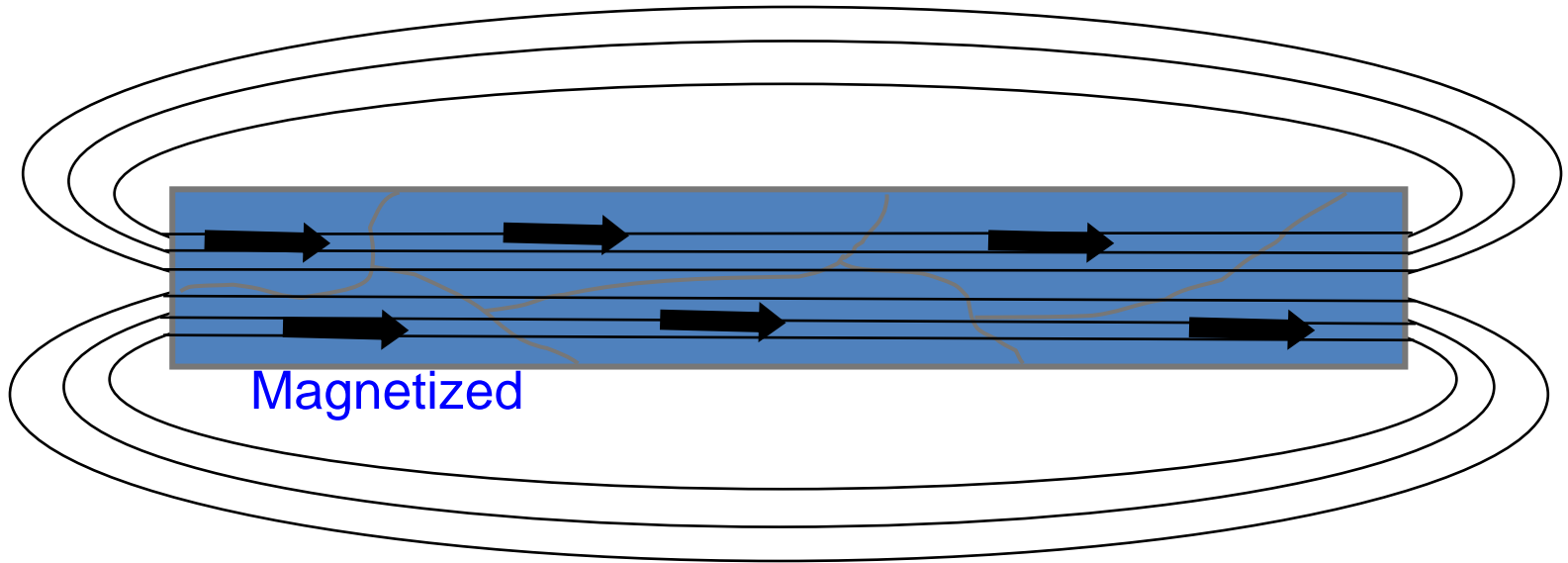
Permanent Magnet Yoke

- 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)



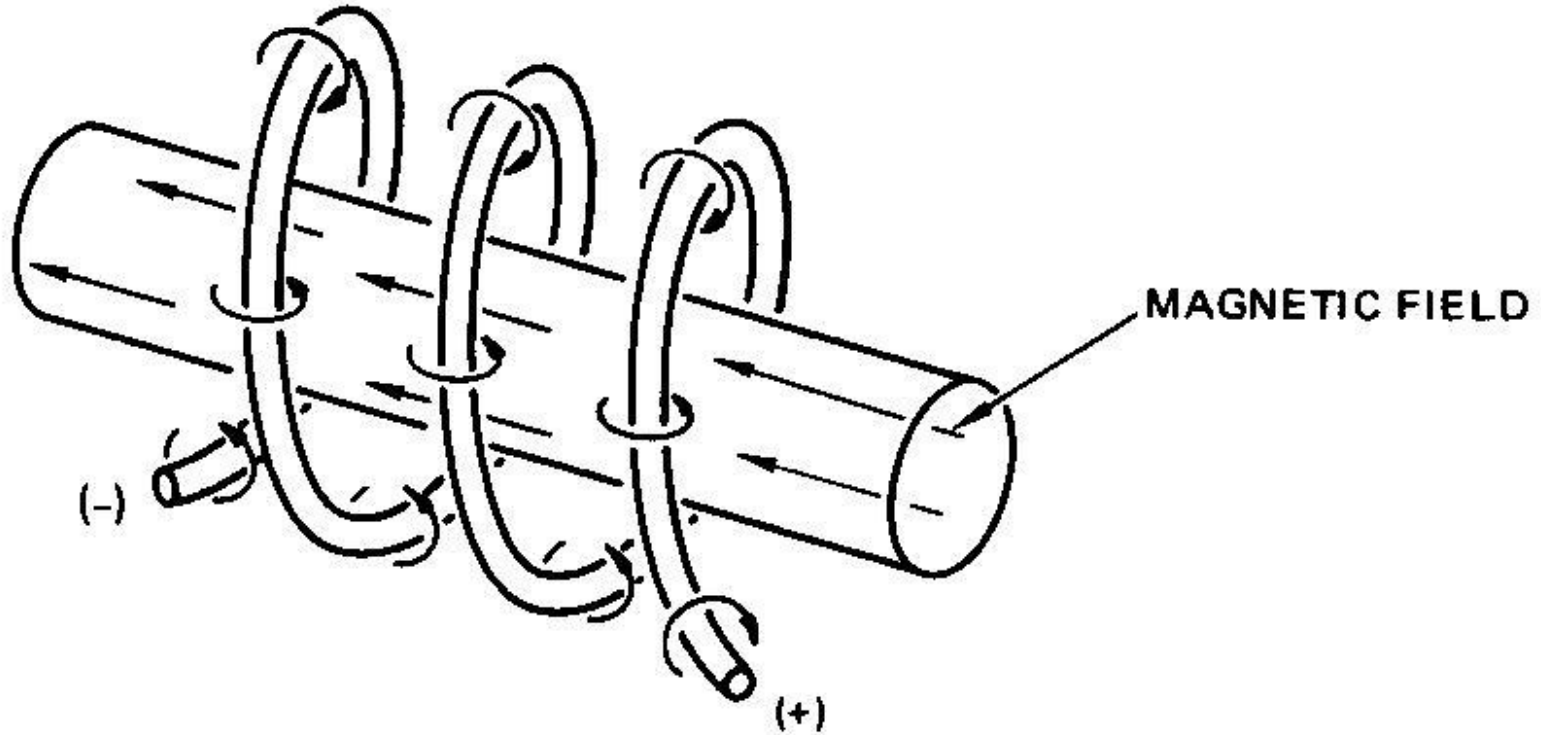
Test sırasında malzemenin Magnetik akım şekli ve De-Magnetize edildikten sonraki magnetik yapısı (notralize hali)



De-magnetize nasıl yapılır,

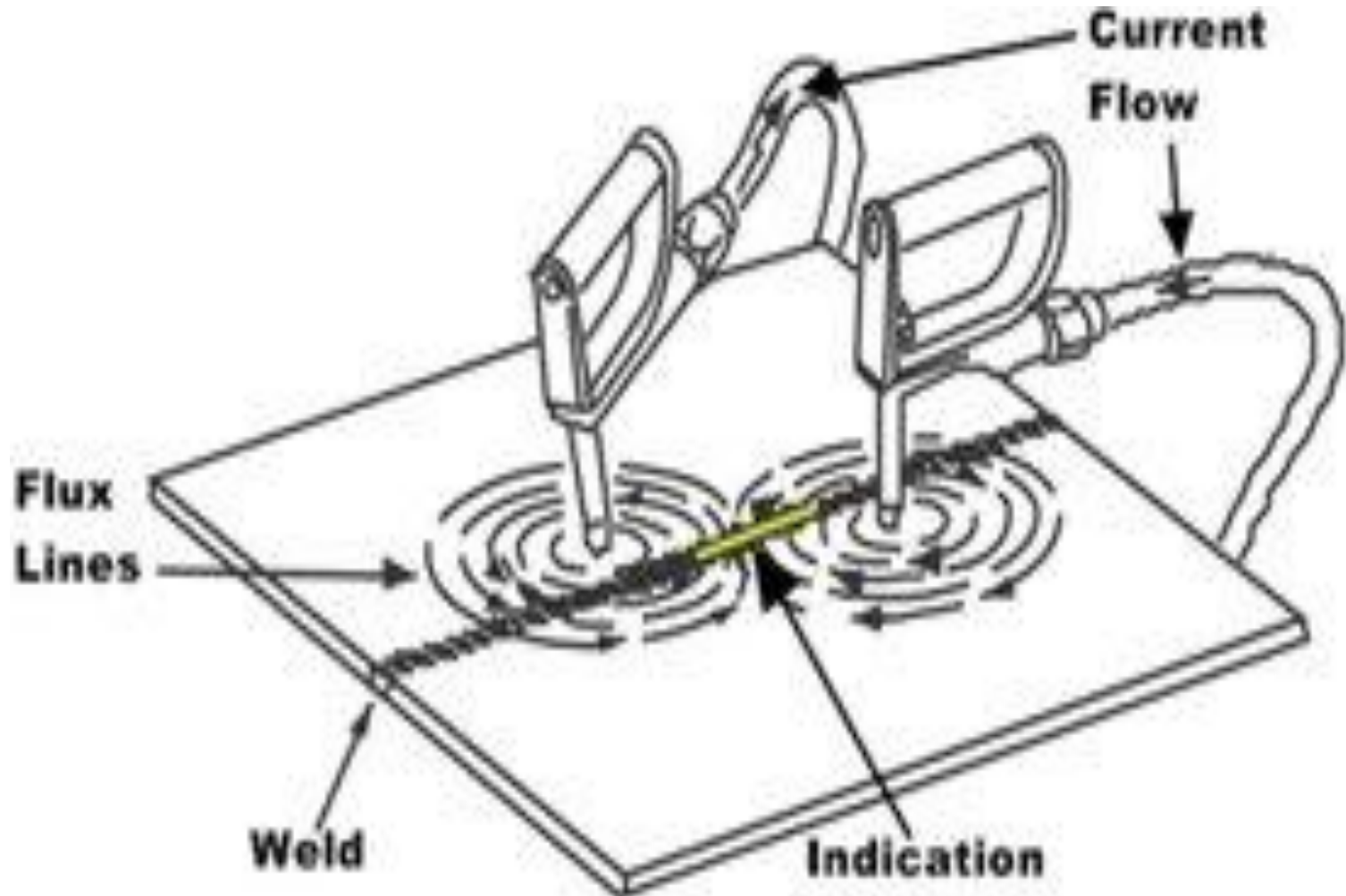
- DC akım Magnetic Yoke ve Permanent Magnet ile yapılan MPI testi neticesinde malzemede oluşan kalıcı mıknatıslığı yok etmek için MPI testi sırasında kullanılan cihazların kutuplarını yer değiştirip aynı süre ile tutmak gerekir,
- Malzemedeki yapıyı düzeltmek için Sürveyör çekici (150 gr.) ile malzemeyi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

Coil ve Prods MPI Metodları

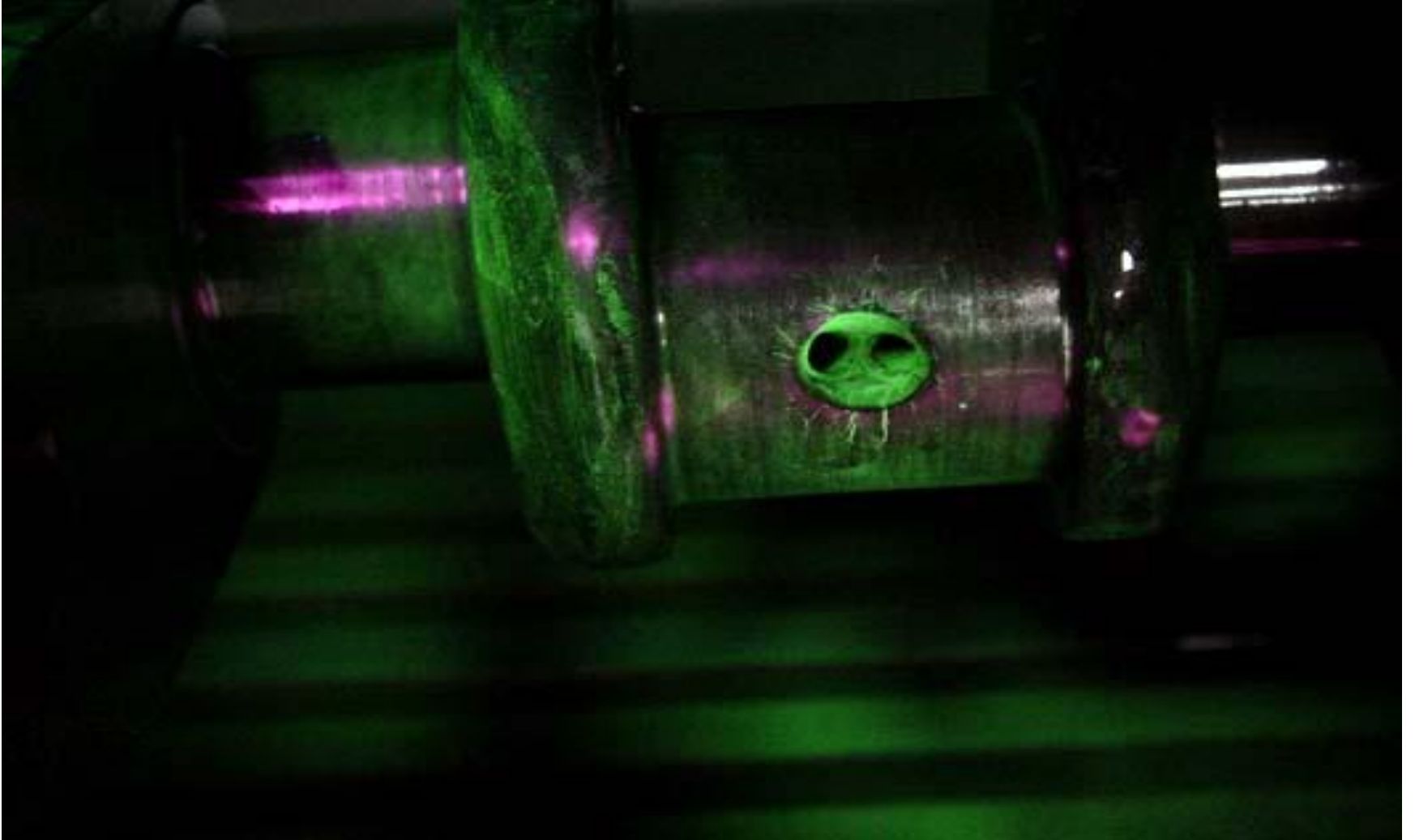


Bu işlemi Kaynak kablosu ile yapılabilir.

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 Saplaması, 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 yapılip bağlanmalıdır.

Piston Rod and Crank Pin Bolts testi.



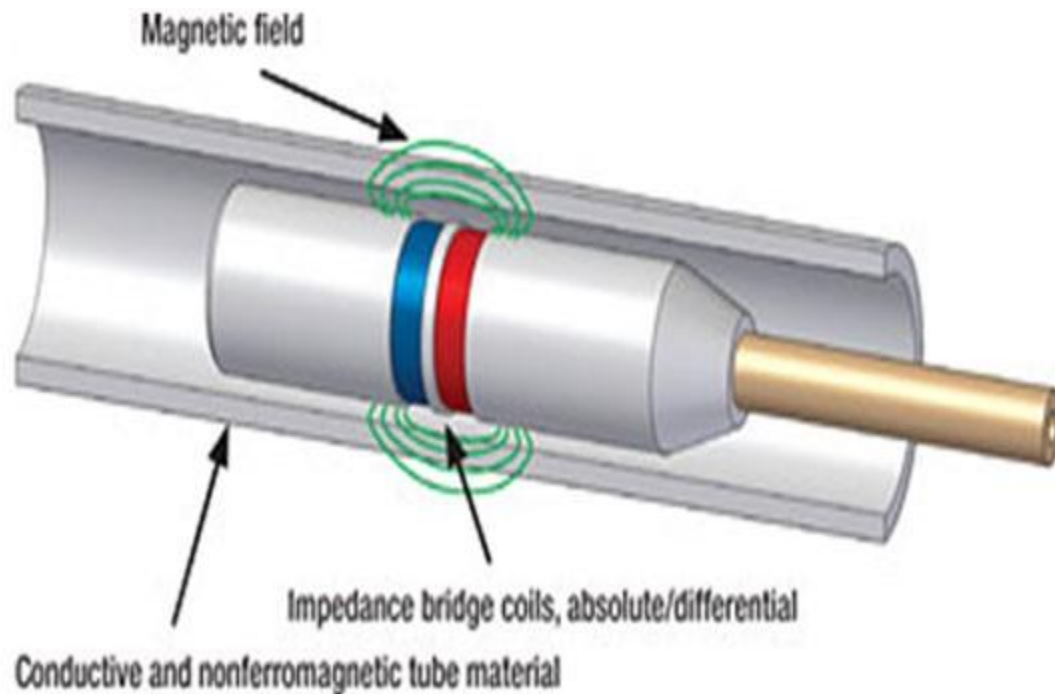
D Tipi Stim Kazanın Cehennemliğinde Su Borusu duvarında MPI testi



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.

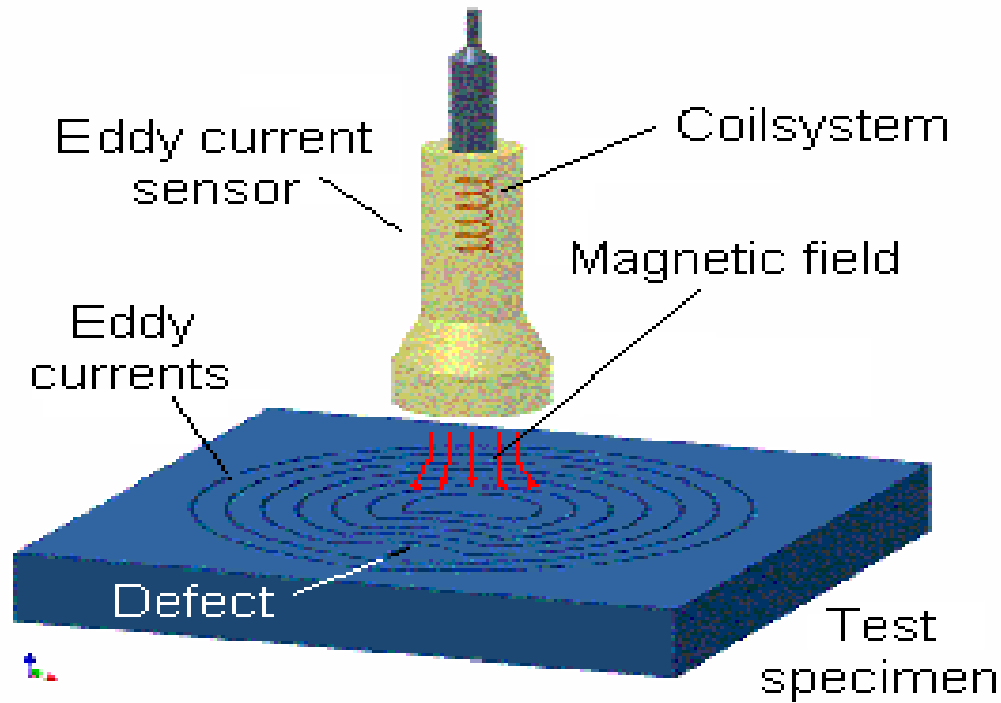
Eddy Current muayene Prob'u.



Eddy Current Inspection

(Girdap Akımları ile Muayene)

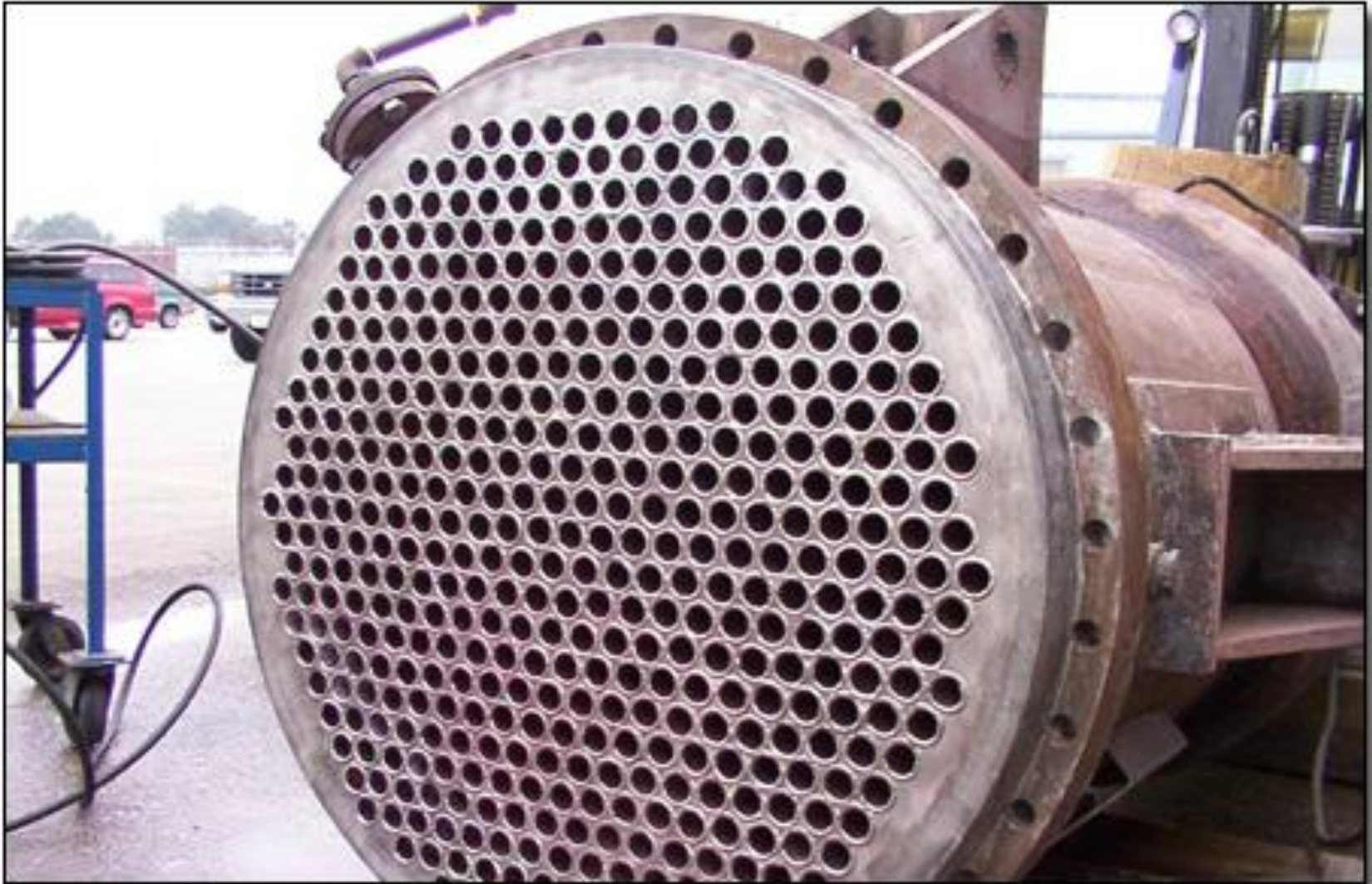
Yüzeysel çatlak muayenesi yapıldığı gibi boya ve kaplama üzerindende çatlak görülebilir.



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

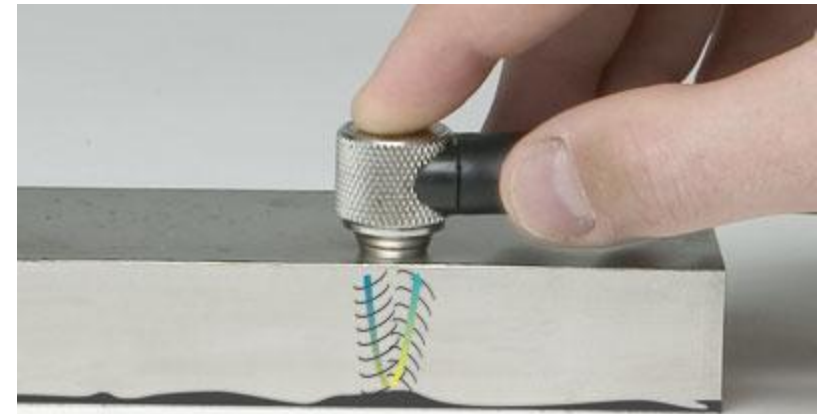


Eddy Current ile Kondenser Borusu (Bronz) çatlak testi



5-Ultrasonic Thickness Measurement (UTM)

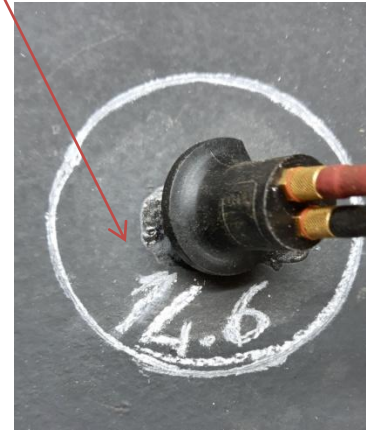
Her türlü malzemenin (Çelik, Bakır, GRP vs) kalınlık ölçüsü alınabilir, Kalınlığı ölçülecek malzemenin Frekansı ayarlanır, basamak şeklindeki Kalibre bloku ile veya mekanik olarak Kumpasla ölçülebilen malzeme kalınlığına göre cihaz kalibre edilir, Proben bir yanından gönderilen Ultrasonik ses dalgaları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



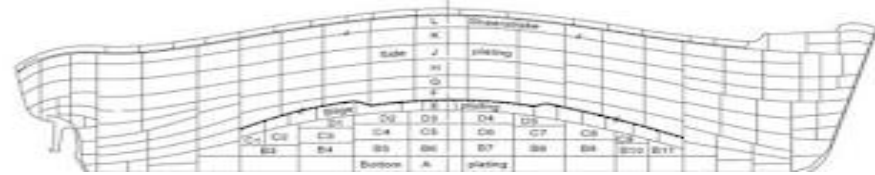
Su altı Ultrasonik sac kalınlık ölçümü.



Havuzda Gemi sac kalınlık ölçümü: (TM-Thickness Measurement) Kalınlık ölçüm Firmalarının IACS Class onaylı, TM Operatörün en az “Level II” sertifikalı, Cihazlarının kalibreli ve **boya üzerinden ölçebilen** “Ultrasonic Gauge” cihazı olması gerekir. Ölçülen nokta etrafı silinmez kalem boya ile daire içine alınır ve ölçülen kalınlık tekrar kontrol için daire içine yazılır.



TM Gauge Step-Block kalibresi
(Kalibre yapılışına nezaret edilmelidir)



Shell Expansion planı

Gemi kaplama sacı ölçülmesi geminin “Shell Expansion” planı sacı numarasına göre yapılır.

Ultrasonik Malzeme ve Kaynak içi testi



Ultrasonik test cihazı,

Yüzey işleme bitmiş malzemelerde açılı prob ile kullanılır,

Ses dalgası 2 MHz-10MHz arasındadır,

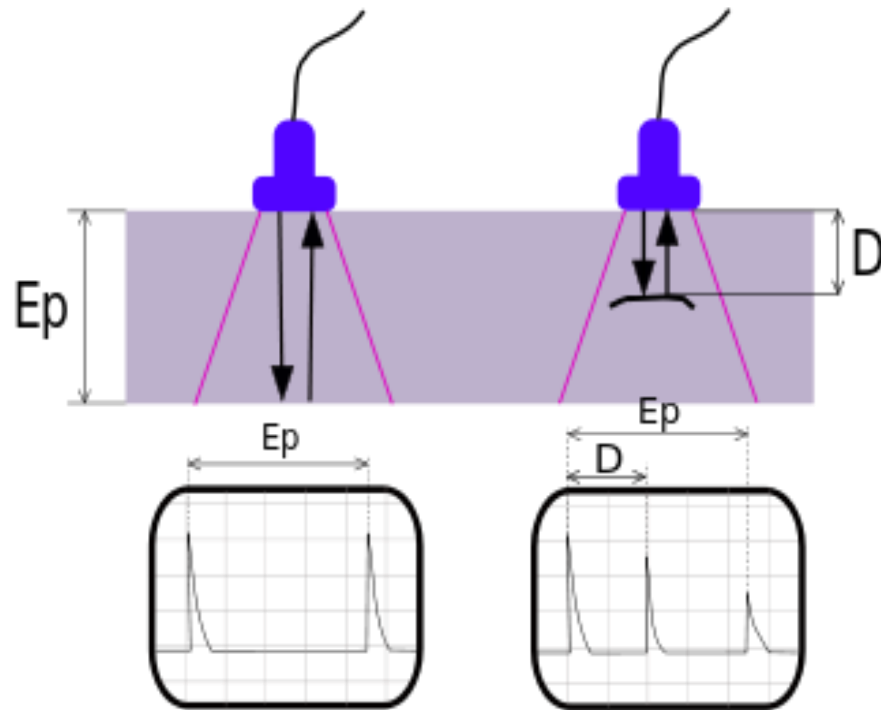
US'i sadece Level II ve Level III operatörleri kullanabilir.

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.

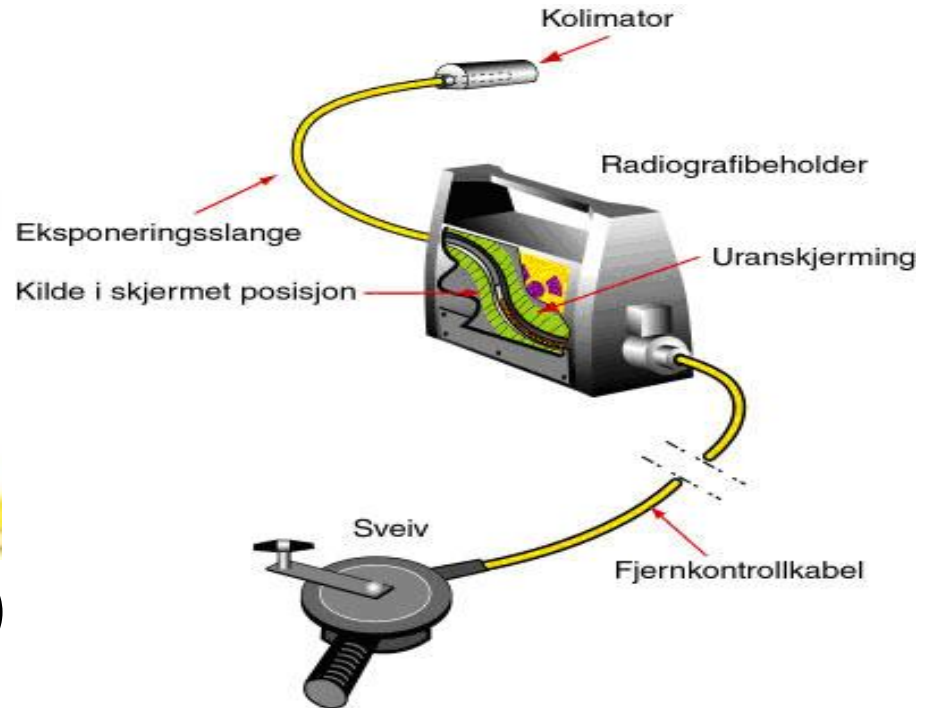
(Isotopes: Iridyum-192 ve Cobalt-60 kullanılır)

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 müzadesi ile profesyonel ekip tarafından yapılır ve Film değerlendirme raporu hazırlanır. Gemi ve Tersanelerde taşınabilir olduğundan Gama-ray kullanımı tercih edilir.

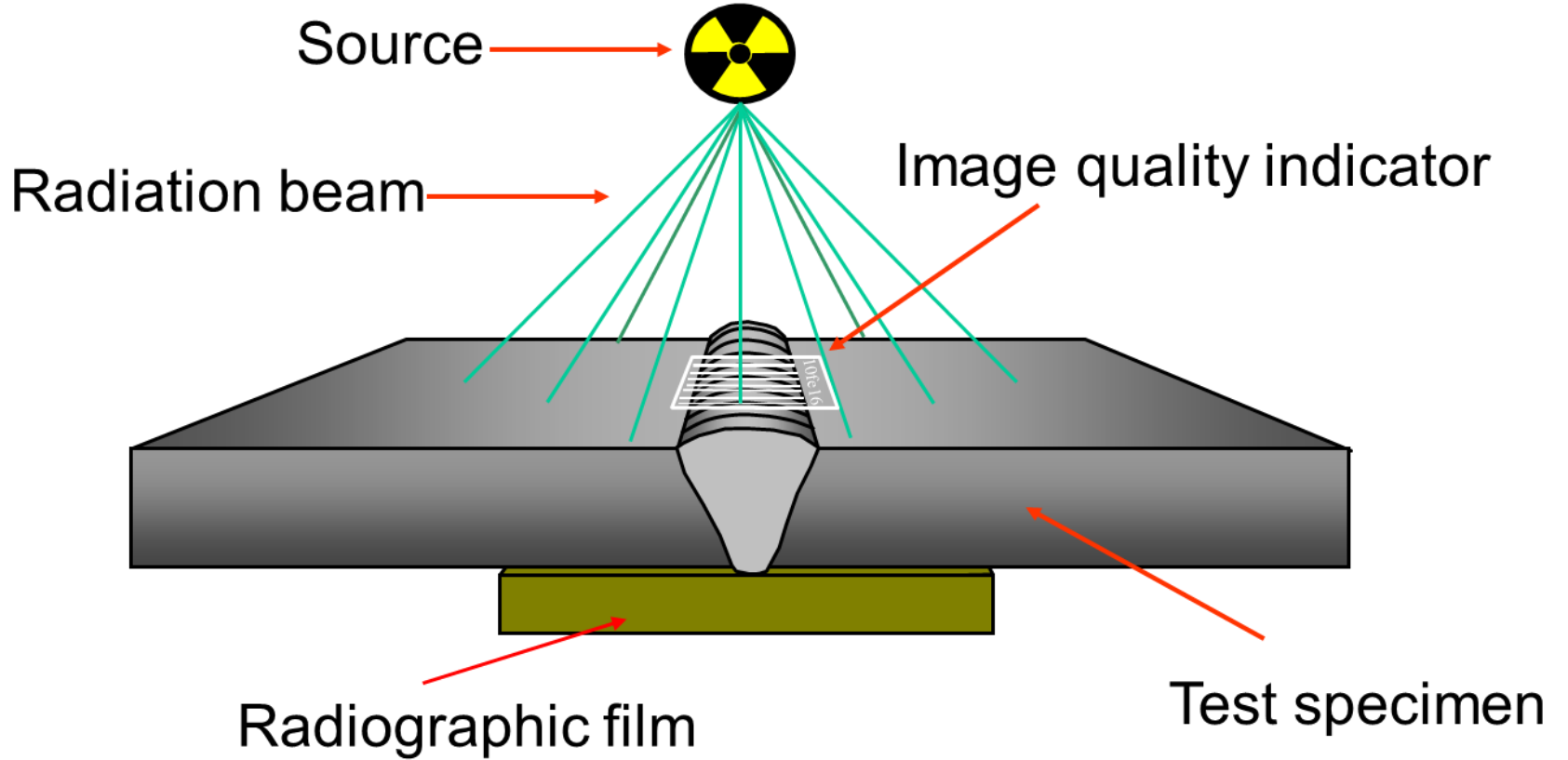
Röntgen alınacak yerler Class tarafından belirlenip plan yapılır

--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.

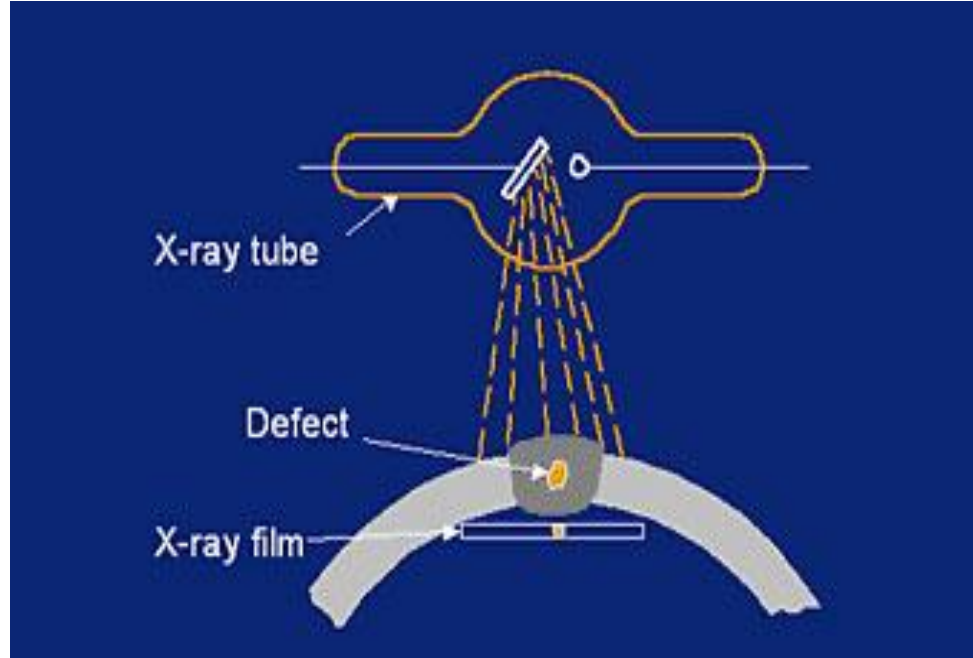
X-Ray Cihazı.

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.

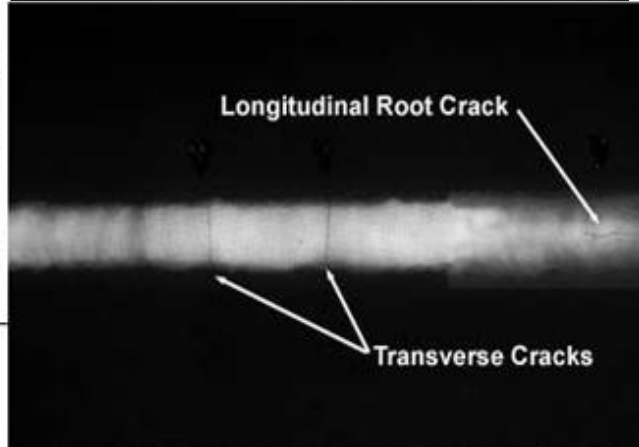
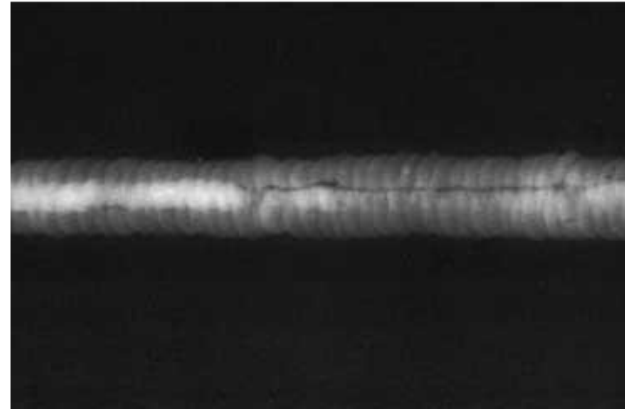
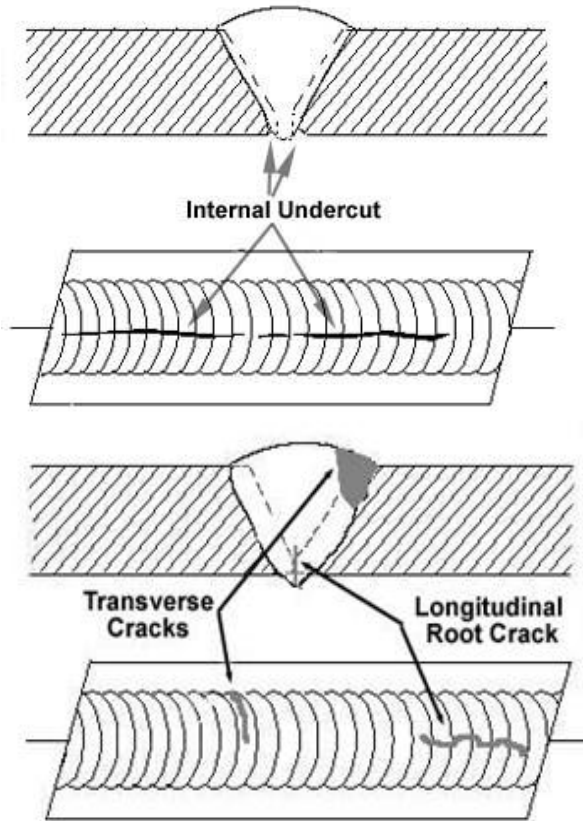
Tıp'ta Hastanelerde kullanılan rontgen cihazı ile aynı prensipte çalışır, elektrik verildiğinde Tüpün bir ucundan (+) akım diğer uca (-) giderken ortadaki Tungsten aynadan Elektronların oluşturduğu Radyasyon ışını yansıyarak test yapılacak objeye ve test filmine geçer sonra film değerlendirilir, Elektrik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



Tersane Kaynak Müh. Film ön değerlendirmede aşağıdaki yazıların kurşun harflerle yazılmış görüntüleri kontrol ediniz.

- 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.

Gemi İnşa ve Tamir Tersaneleri Kalite Standartları:

Gemi İnşa ve Hizmetteki Gemilerin bakım onarım
Tersaneleri yeterliliği IACS No:47, (Part: A & B)

IACS No: 47 Shipbuilding and Repair Quality Standard.

Part A: Shipbuilding Quality Standard for New Construction,

Part B: Repair Quality Standard for Existing Ships, UR-Z23:

Shipyard Review Record.

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

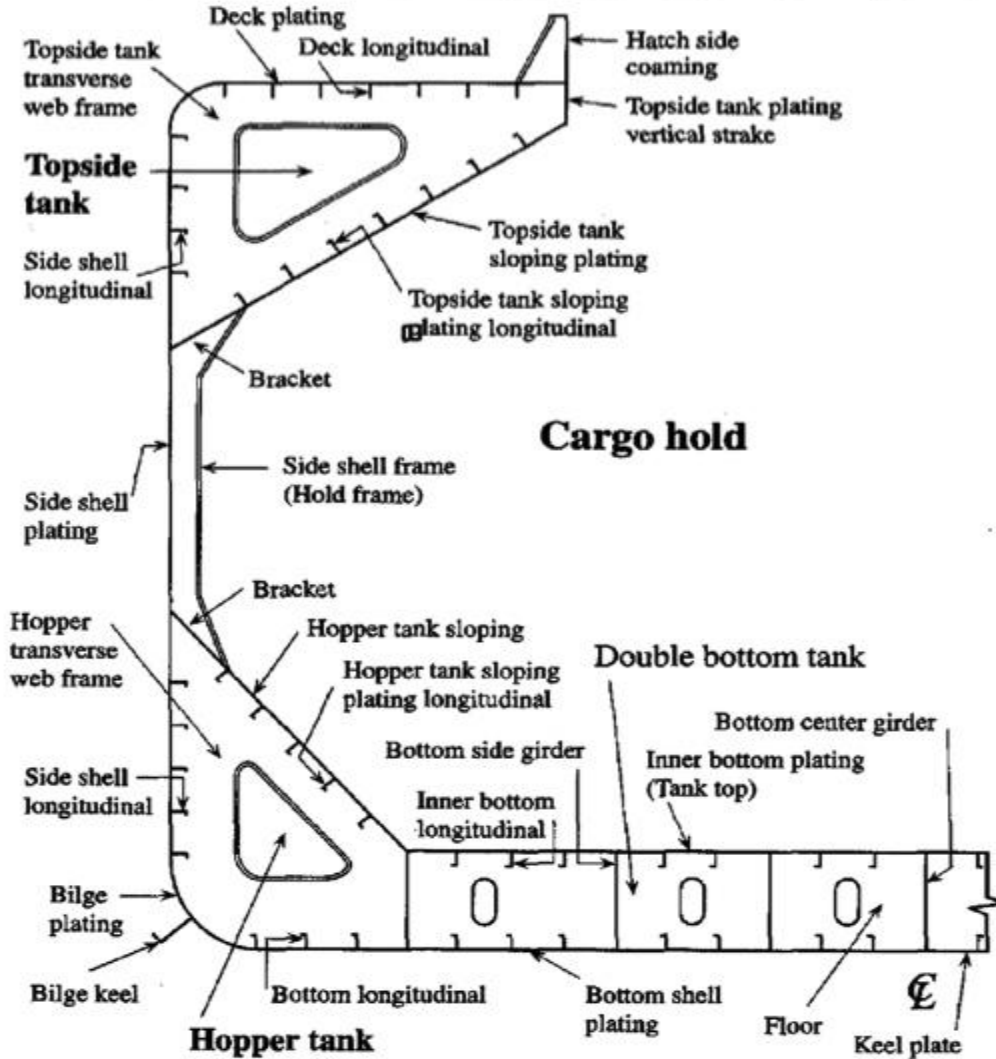
IACS no:47'ye göre Tersanede kontrol listesi:

Index:

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

Bulk Carrier (Bulk, single hull)

Midship section yapı elemanları:



Gemi tamirinde kullanılan malzemenin ve sertifikasının plana uygunluğuna, kullanılan kaynak prosedürüne (WPS) ve kaynakçı sertifikalarının yetkisine, bakılmalı. Malzeme Sac montajı IACS UR 47'ye göre kontrol edilmelidir. Not: IACS UR47 (Ship Building and Repair) internetten indirilebilir.

Gemilerin onarım, hasar tamir sırasında kontrol görevi şirket Teknik Müdürü, Gemi Müh. ve Surveyörüdür. Bu görevi yaparken Gemi yapı elemanları isim ve fonksiyonları, malzeme yapısı, dizaynı, kaynak detaylarının (WPS/PQR) bilinmelidir.

Not: Tamirde kullanılan Sac/malzeme sertifikası IACS onaylı olmalıdır ve içerisinde nükleer atık (Radioaktif material) olmadığı sertifikada belirtilmelidir.

ve “IACS UR-Z23 Shipyard Review Record” check liste göre Class’lar tarafından denetlenir ve Gemi inşa/Gemi tamir yeterliliği onaylanır.

IACS No 47 Tersanenin Kalite Kontrol Sistem (Audit) denetim’i.

a-Management sistem (ISO-9001,14001, 45001-2018)

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. (OSH-2018)

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 tank basınç testi,(su terazisi ile 0.2 kg/cm²)

“IACS UR-Z23 Shipyard Review Record” check liste göre Tersaneler denetlenip uygun olunca çalışma yetkisi verilir. (toplam 8 sahife)

Z23
(cont)

Shipyard Review Record

Name of Shipyard	Date

1. Details of any Management Systems

Obtained approval	Certified by	Expiry Date	Remarks (scope, etc.)
ISO-9001			
ISO 14001			
ISO 18001			
Other:			

2. Construction Facilities: (Documents such as a brochure of shipyard can be attached in lieu of completing this section.)

2.1 Building Berth (B) or Dock (D)

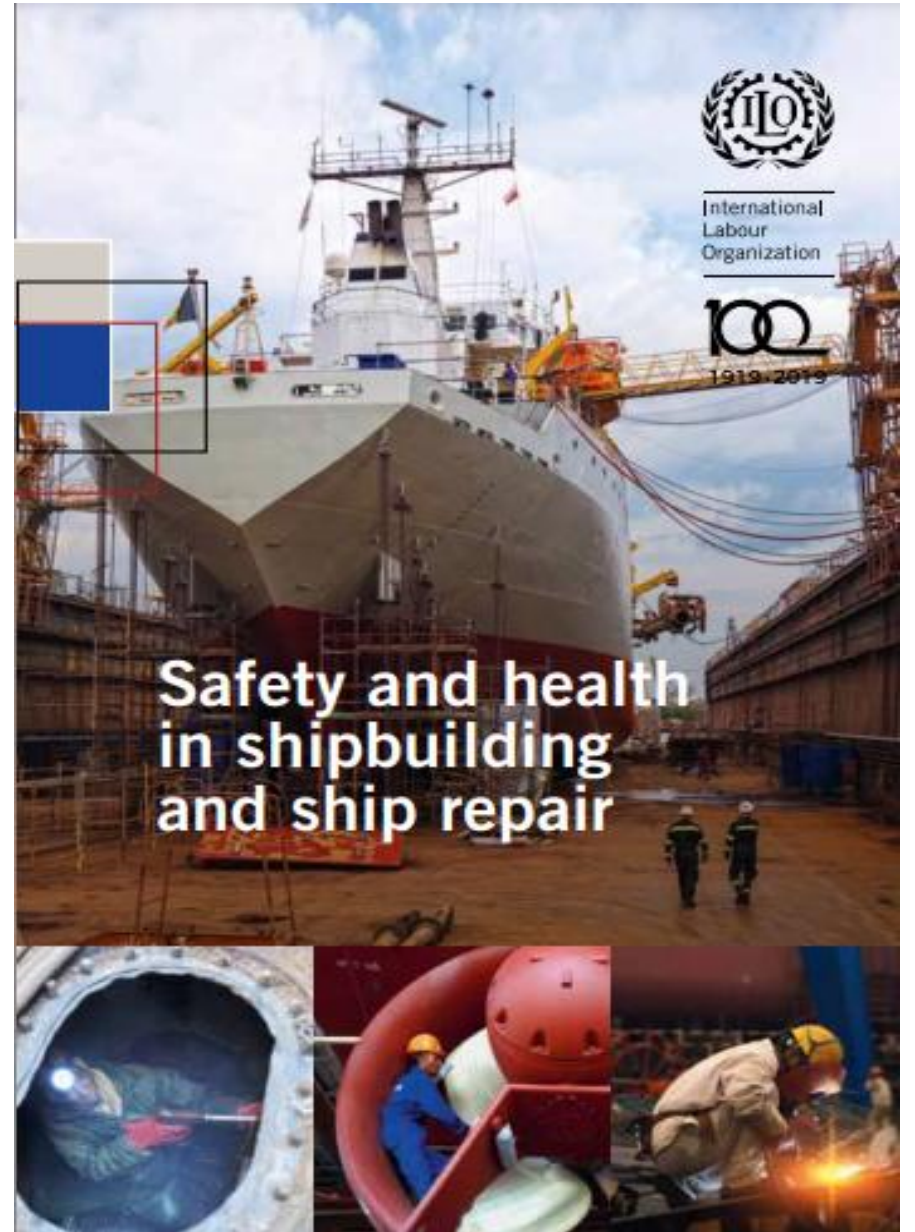
*In case of berth, Depth is not applicable.

B / D	Name	Length (m)	Width (m)	Depth* (m)	Building Capacity (Gross Tonnage)	Crane (Ton x No.)

2.2 Outfitting Quays

Name	Length (m)	Width (m)	Depth (m)	Berthing Capacity (Gross Tonnage)	Crane (Ton x No.)

ILO International Labour
Organization (OSH -2018)
Tersane Sağlık ve emniyet
sistemi kaidelerine uyulmalı,



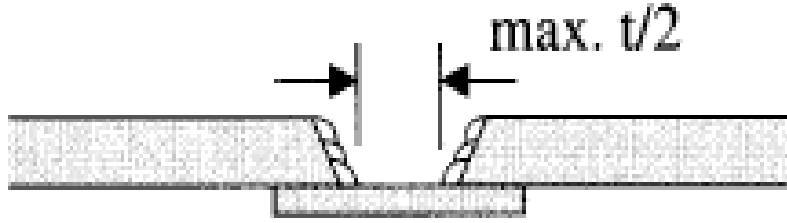
Gemide Blok ek yeri Kaynağı:

Gemilerde en fazla yırtılma, çatlama, aşınma ve kazalar blok ek kaynaklarında oluşur, Sacların hassas kesimi yapılmaz ise Blok ek yerleri Kaynak aralığı IACS no:47 limitleri dışında kalır, Bu kaynaklar el ile yapıldığından ısı girdisi (Heat input) hesap edilmez ve malzeme yapısı değişir, Prosedüre göre gap aralığını doldurma kaynağı ile (Buttering) doldurulup kaynak ağzı tekrar taş ile normal aralıkta açılarak stres alınmalı sacın soğumasını bekleyip alın kaynağı tamamlanmalıdır.

Genel olarak (Butt weld) alın kaynağında bir tarafın kaynatılıp uzun süre yarım bırakıldığında çatladığı görülür. Çatlak tamamen (Air-arc) Karbon elektrodla sıyrılıp, taşlanıp yeniden kaynatılmalıdır. Bu nedenle alın kaynağı yarım bırakılmaz.

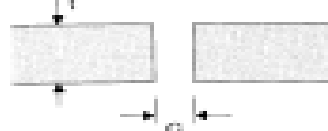
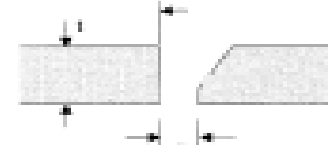
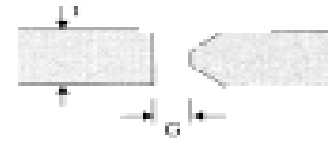
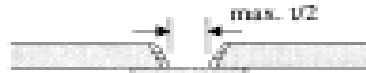
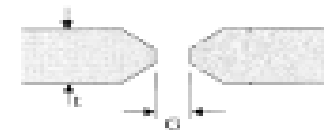

Çatlak tamiri sadece bir kere yapılabilir, kaynak yeri tamirden sonra tekrar çatlarsa malzeme/sac değiştirilmesi gerekir.

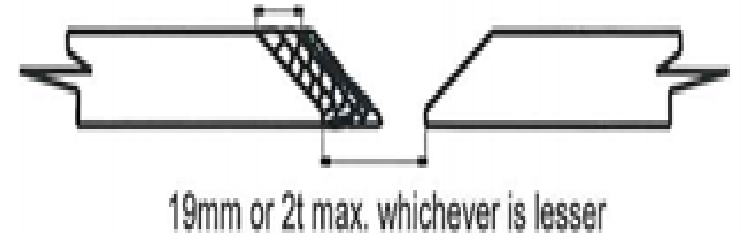
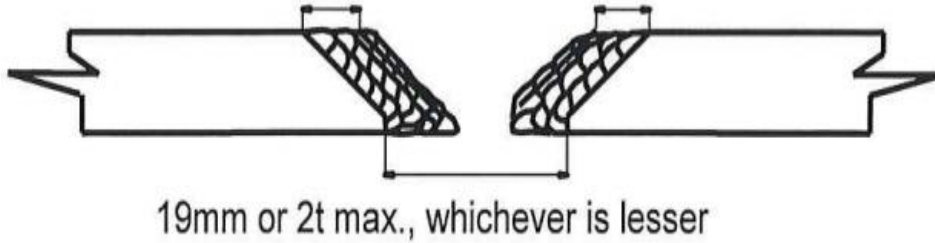
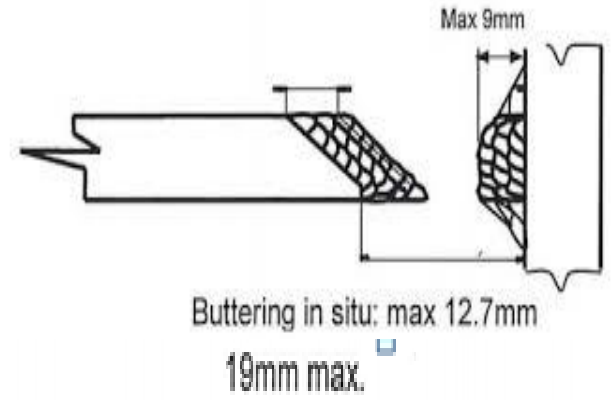
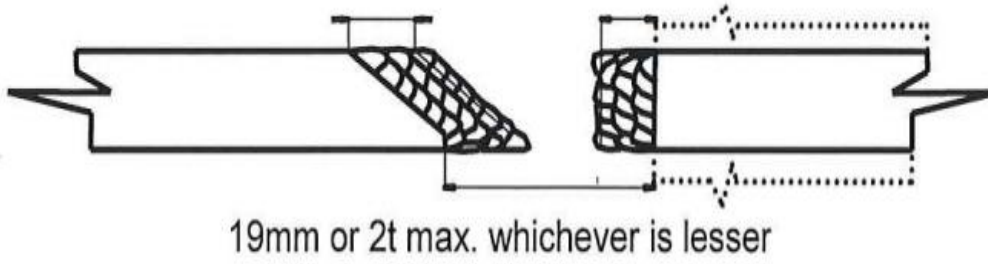
Gemide yapılacak (Buttweld edge preparation) Alın kaynağı ağız açıklığı Buttering doldurma kaynağı WPS:



“G” Gap aralığı: $5 \text{ mm} < G \leq 1.5t$ (maximum 25 mm) olduğunda kaynak ağzına altlık lama (back strip veya seramik) konular sac kenarlar ince sıralı kaynak ile örüp (build-up, buttering) ölçü daraltılır.

Doldurma Kaynağı tamamlanınca arka lama (seramik) alınıp tekrar kaynak ağzı 3 mm. Kesme taşı ile açılıp, kaynak stresi alınıp çift taraflı kaynak WPS'ye göre tamamlanır.

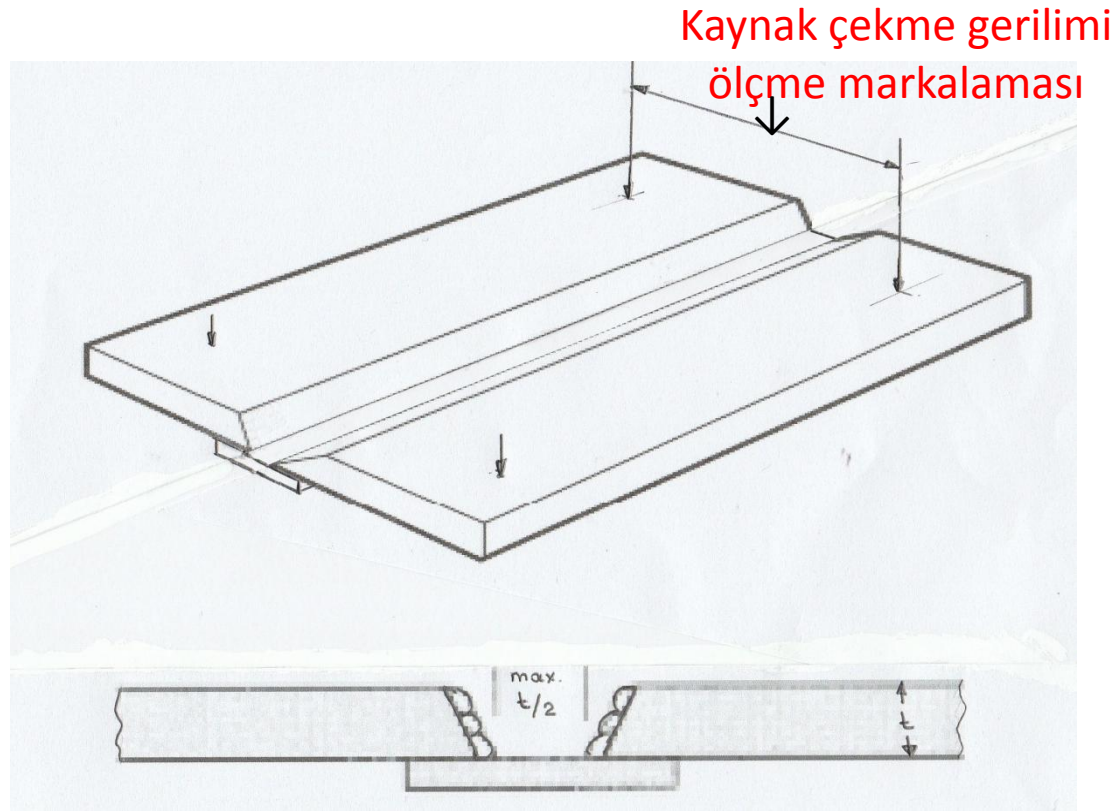
Detail	Remedial standard
Square butt 	When $G \leq 10 \text{ mm}$ chamfer to 45° and build up by welding When $G > 10 \text{ mm}$ build up with backing strip; remove, back gouge and seal weld; or, insert plate, min. width 300 mm
Single bevel butt 	When $5 \text{ mm} < G \leq 1.5t$ (maximum 25 mm) build up gap with welding on one or both edges to maximum of $0.5t$, using backing strip, if necessary. Where a backing strip is used, the backing strip is to be removed, the weld back gouged, and a sealing weld made.
Double bevel butt 	 Different welding arrangement by using backing material approved by the Classification Society may be accepted on the basis of an appropriate welding procedure specification.
Double vee butt, uniform bevels 	When $G > 25 \text{ mm}$ or $1.5t$, whichever is smaller, use insert plate, of minimum width 300 mm
Double vee butt, non-uniform bevels 	



Kaynak yapılacak iki parçanın kaynak ağız aralıkları standarttan fazla ise birleştirme için yapılacak metod WPS Buttering Build-up olmalıdır. Kaynak ağız açıklığını gerekli boyutlara getirme işlemine kaynak ağız metalini çok sıralı kaynak ile örüp, yüzey kaplanıp malzemeyi gerekli boyutlara uzatıp, taşlanıp istenilen açı ve prosedüre göre birleştirme kaynağı yapılır.

Not:Standart dışı açıklıktaki bir kaynak ağızı tek pasoda doldurulursa kaynakta gerilme, büzüşme, yırtılma ve çatlamlar oluşur.

Gemi blok ek kaynak WPS/PQR test numunesi.



Gemi sacı kaynak aralığı 5 mm. $< G < 1.5 t$ (yeni inşa veya tamir) (max.25 mm) olduğunda ek yerine arkalık (ceramic backing strip) konularak sac ağızları buttering/build up kaynak metodu yapılır. Kaynak açıklığı 25 mm'den büyükse blok ek yerine en az 300 mm genişlikte sac değişikliği yapılır. (IACS 47 Table 9-4)

Gemi dış kaplama sacında yapılacak yenileme ölçü ve Kaynak sırası:

Gemi İnşa ve tamirinde kullanılacak en küçük sac ölçüsü 300 x 300 mm. olmalı ve sac en az bir adet iç elamanada kaynatılmalıdır. Yalpa omurga (Keel Plate) sacında bu ölçü min. 1000 x 1000 mm olmalıdır ve en az 2 adet boyuna tülani'ye (Longitudinal)'a kaynatılmalıdır. ---Sac dışarıda preste bükülüp stresi alınmalı.

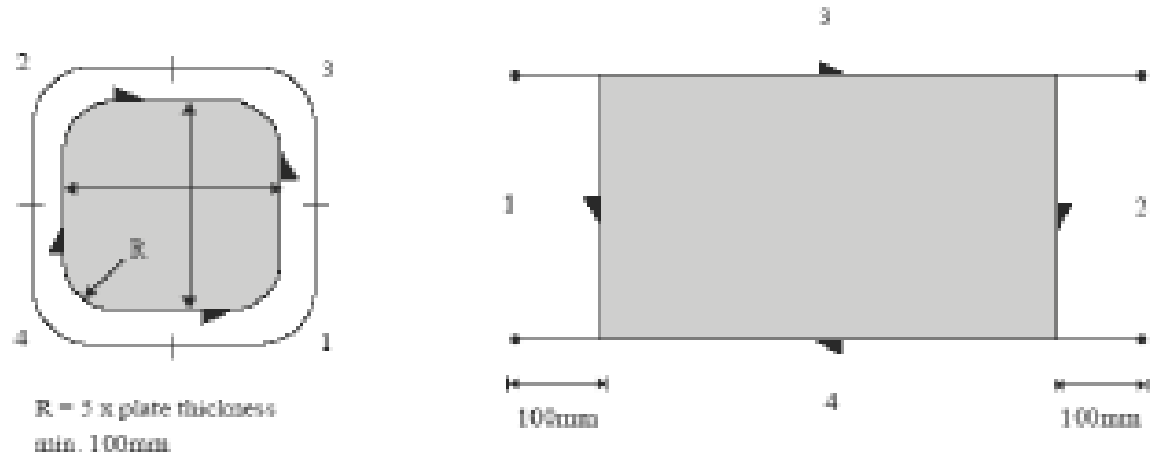
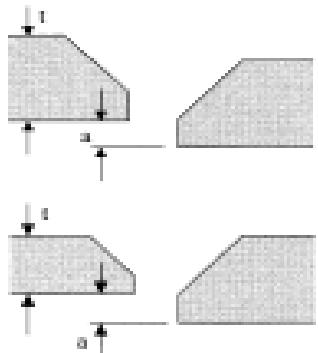
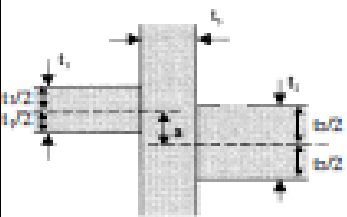
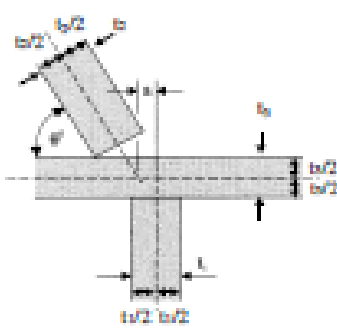


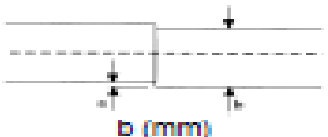
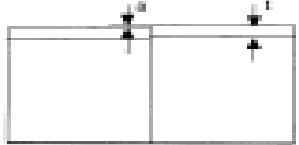
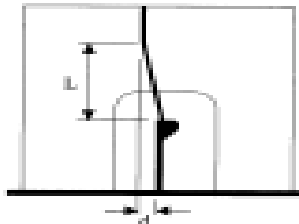
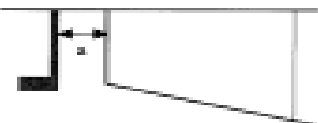

Fig 6.2 Welding sequence for Inserts

Item	Standard	Limit	Remarks
Size Insert	Min. 300 x 300 mm R = 5 x thickness Circular Inserts: D _{min} = 200 mm	Min. 200 x 200 mm Min R = 100 mm	
Material Grade	Same as original or higher		See Section 4.
Edge Preparation	As for new construction		In case of non compliance increase the amount of NDE
Welding Sequence	See Fig 6.2 Weld sequence is 1 → 2 → 3 → 4		For primary members sequence 1 and 2 transverse to the main stress direction
Alignment	As for new construction		
Weld Finish	IACS Recommendation 20 (ref. 4D-B9)		
NDE	IACS Recommendation 20 (ref. 4D-B9)		

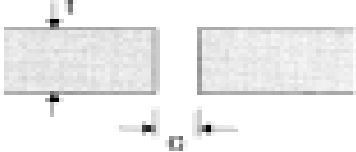
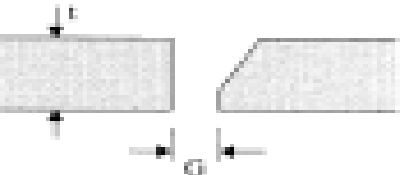

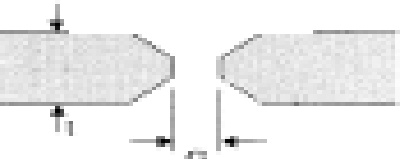
Gemide yapılacak iç elamanların montaj toleransı (Alignment)

Detail	Standard	Limit	Remarks
<p>Alignment of butt welds</p> 		<p>$a \leq 0.15t$ strength member $a \leq 0.2t$ other but maximum 4.0 mm</p>	<p>t is the lesser plate thickness</p>
<p>Alignment of fillet welds</p>  <p>$t_1 \neq t_2$</p>		<p>Strength member and higher stress member: $a \leq t_1/3$</p> <p>Other: $a \leq t_1/2$</p>	<p>Alternatively, heel line can be used to check the alignment.</p> <p>Where t_2 is less than t_1, then t_2 should be substituted for t_1 in the standard.</p>
<p>Alignment of fillet welds</p> 		<p>Strength member and higher stress member: $a \leq t_1/3$</p> <p>Other: $a \leq t_1/2$</p>	<p>Alternatively, heel line can be used to check the alignment.</p> <p>Where t_2 is less than t_1, then t_2 should be substitute for t_1 in the standard.</p>

Gemide yapılacak iç elamanların montaj toleransı (Alignment)

Detail	Standard	Limit
<p>Alignment of flange of T-longitudinal</p> 	<p>Strength member $a \leq 0.04b$ (mm)</p>	<p>$a = 8.0$ mm</p>
<p>Alignment of height of T-bar, L-angle bar or bulb</p> 	<p>Strength member $a \leq 0.15t$ Other $a \leq 0.20t$</p>	<p>$a = 3.0$ mm</p>
<p>Alignment of panel stiffener</p> 	<p>$d \leq L/50$</p>	
<p>Gap between bracket/intercostal and stiffener</p> 	<p>$a \leq 2.0$ mm</p>	<p>$a = 3.0$ mm</p>
<p>Alignment of lap welds</p> 	<p>$a \leq 2.0$ mm</p>	<p>$a = 3.0$ mm</p>

Gemide yapılacak (Buttweld edge preparation) Alın kaynağı ağız açıklığı.

Detail	Standard	Limit
<p>Square butt $t \leq 5 \text{ mm}$</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>
<p>Single bevel butt $t > 5 \text{ mm}$</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>
<p>Double bevel butt $t > 19 \text{ mm}$</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>
<p>Double vee butt, uniform bevels</p> 	<p>$G \leq 3 \text{ mm}$</p>	<p>$G = 5 \text{ mm}$</p>

Gemilerde kullanılan

Metal birleştirme Elektrik Ark Kaynağı.

(Gemi ve Tersane Teknik Personeli için genel bilgi)

WPS-PQR Welding Procedur Specification &
Qualification rnekleri.

Paslanmaz Çelik ile Karbon Çeliğın Kaynağı

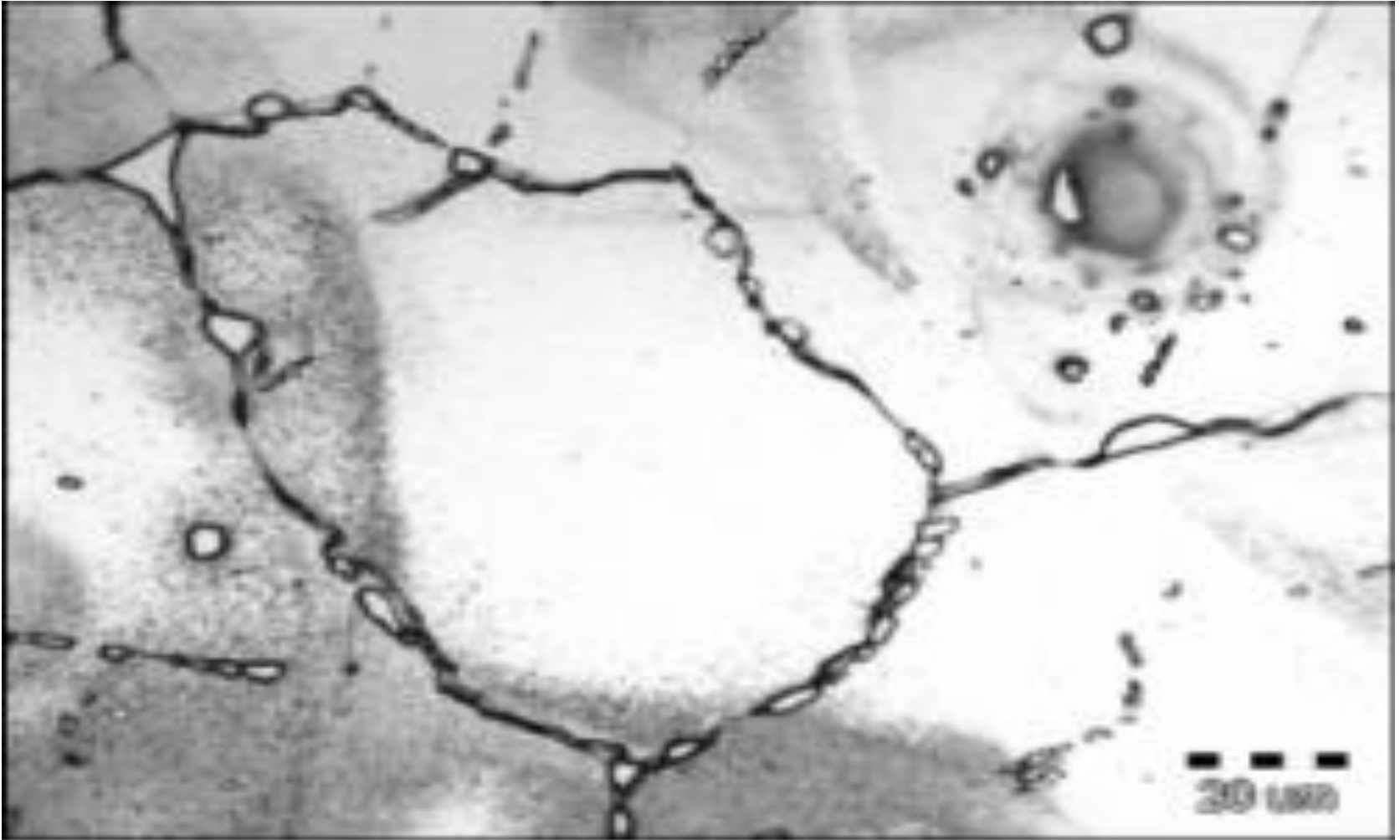
- Kaynak yapılması için onaylanmış WPS/PQR ve Kaynakçı sertifikasının istenilen metallere parametrelere uygun ve geçerli olmalıdır.
- İki farklı malzemelerin kaynağı için mutlaka baz malzemelerin Mekanik, Kimyasal ve Korozyon direnci özellikleri bilinmelidir.
- Carbon Equivalent hesabının, Weldability testinin yapılmış olması gerekir.

- Uygun temizlik ve hazırlık malzemelerin başarılı kaynağı için ilk adımdır,
- Mekanik temizlikte sadece paslanmaz jet taşı ve paslanmaz tel fırça, yüzey yağlarının temizliğinde Alkol, Aseton kullanılmalıdır,
- Yüzey kirliliği sıcak çatlamaaya neden olabilir.
- Kaynaktaki oksidasyonu önlemek için İnert Gas MIG/MAG kaynak metodu tercih edilmelidir,
- Oksidasyon (O^2-N^2) HAZ bölgesine zarar verir.
- Ön ısıtma ve yavaş soğutma kaynak sırasındaki yüksek gerilimleri ve çatlamaaları önler.

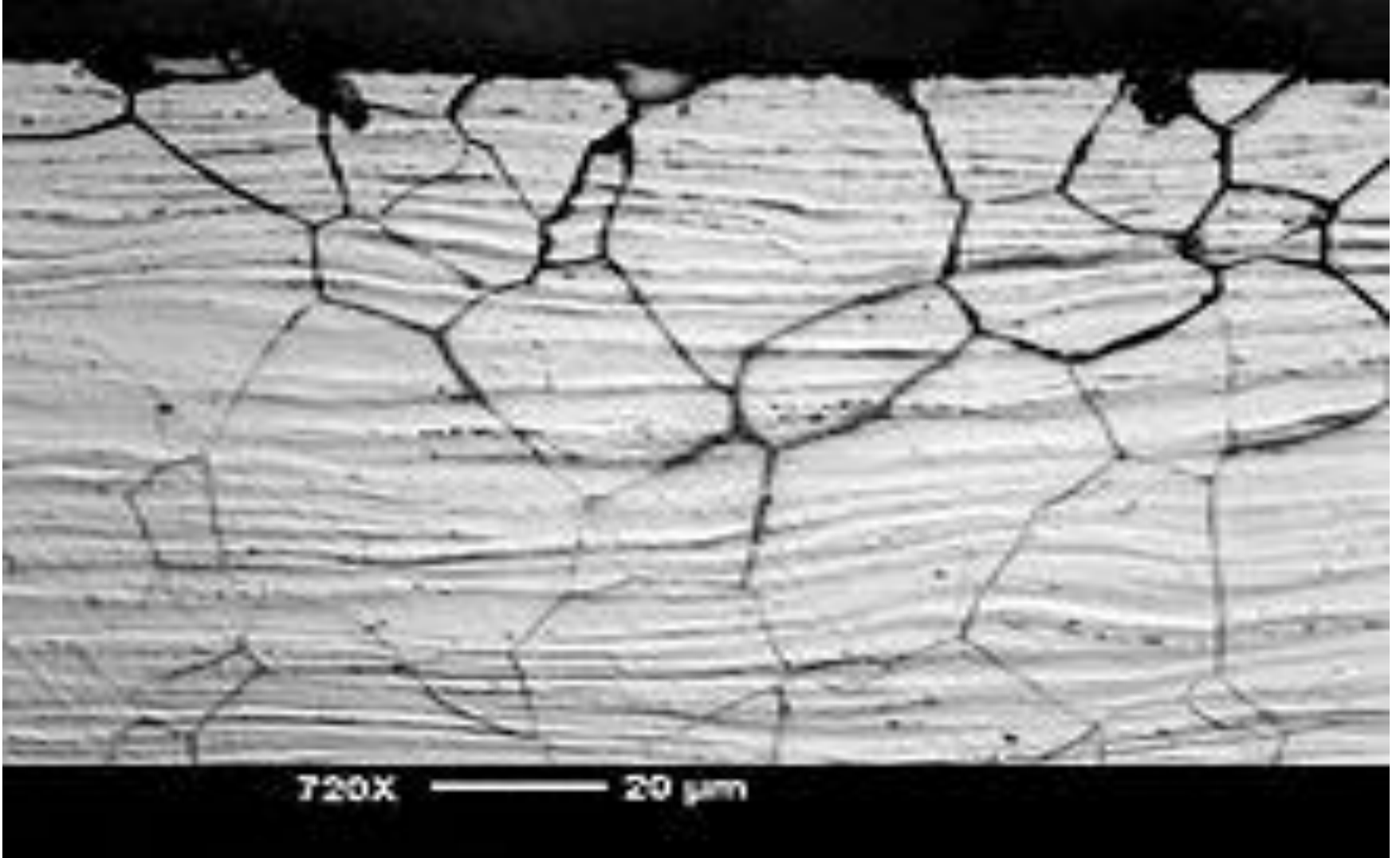
- Farklı malzemelerde termal genleşme ve ısı iletkenliği farklı olduğundan çatlama yapabilir, bu nedenle her malzemenin (Heat Flow) ısı iletkenliği ve Kaynağın Isı girdisi (Heat input) dikkatlice hesaplanmalıdır. Kaynak bölgesi ısı devamlı ölçülmelidir (Çelik:max.250, SS max.300 derece)
- Isı gidisinin fazlası Kaynak Metalinde ve HAZ bölgesinde Doku yapısının tane irileşmesine/ kristalleşmesine ve çatlamalara yol açar, (sketch)
- Karbon Çelik (C max.% 20) ve Paslanmaz Çelik seçiminde 200-300 serisi Fe-Cr alaşımlı 304L, 316L Ostenitik veya Dublex malzeme tercih edilir.

- Kaynakta ısı girdisi ile birlikte kaynak dolgu metali ve HAZ bölgesindeki doku yapısı çerçevesinde Krom-Karbür oluşmasını ve çatlamasını engellemektir. (Sketch)
- Krom Karbür'ün oluşmaması için Carbon seviyesi en az olan ürünler seçilmelidir.
- Paslanmaz Çelikte Carbon oranı max. % 0.03 olmalıdır, Dolgu malzemesi seçiminde Elektrod Fabrikasının tavsiyesi alınmalıdır, 316 L (Low C)
- (309L malzemeye eşdeğer elektrod tercihtir)

Paslanmaz Çelik'te doku yapısı arasında
Krom Karbür oluşumu.



Paslanmaz Çelik HAZ bölgesindeki
ısı girdisi ile oluşan Krom Karbür micro çatlaklar.

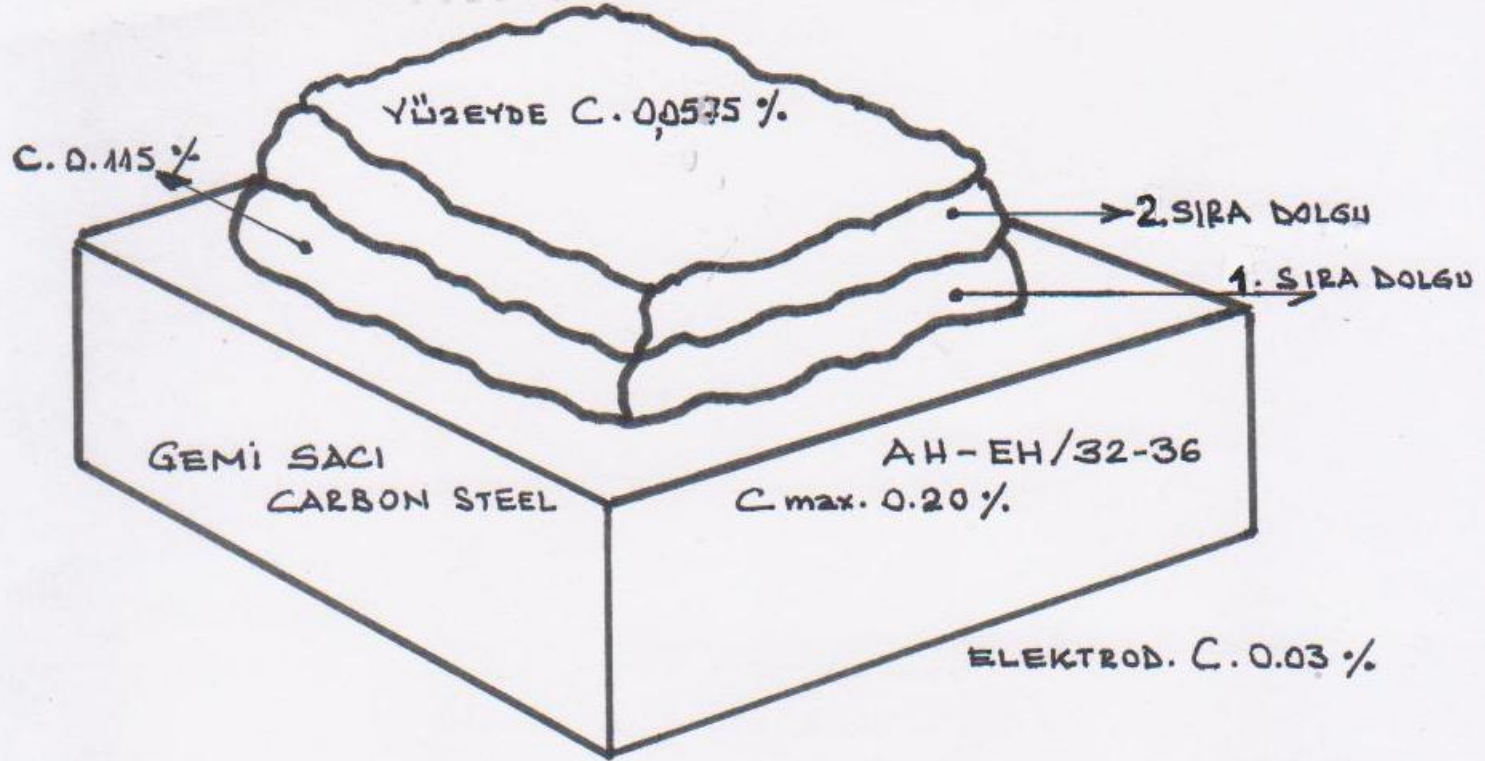


- Çelik malzemedeki % 20'lik Carbon oranını Stainless Steel malzeme (C % 0.03) seviyesine indirgeyerek kaynak metalinde uyum sağlamak için Çelik Malzemenin kaynak ağzına dolgu (**BUTTERING: Buildup-Weld**) yapılarak kaynakta yumuşak geçiş sağlanır.
- Paslanmaz çelik kaynağında HAZ çevresinde oluşan korrosive bölgesi polisajla temizlenip özel pasta ile pasivize edilmelidir.
- Not:Buttering (Buildup-Weld) Pervane tamir ve dolgu kaynağında kullanılabilir,

Buttering (Dolgu Kaynağı): Duvar örerken ustanın Tuğlalar arasına uyum için Harç koymasđ gibidir.



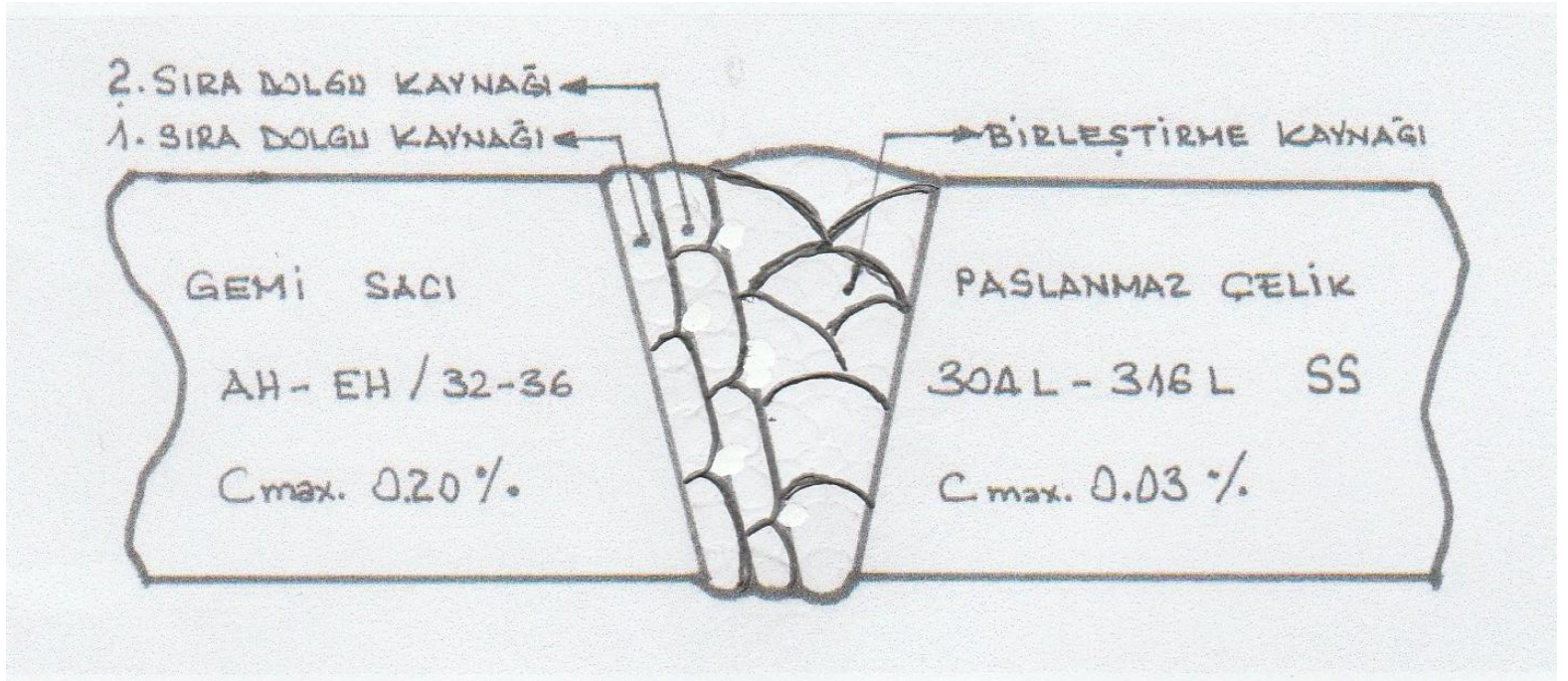
Buttering Kaynağı ile Kimyasal analiz uyumu sağlanması



$$C: 1. SIRA = \frac{METAL + ELEKTROD}{2} = \frac{0.20 + 0.03}{2} = 0.115\%$$

$$C: 2. SIRA = \frac{1. SIRA + ELEKTROD}{2} = \frac{0.115 + 0.03}{2} = 0.0575\%$$

Paslanmaz Çelik ile Gemi Sacının Buttering birleştirme kaynak metodu. (Buttering: Buildup-Weld)

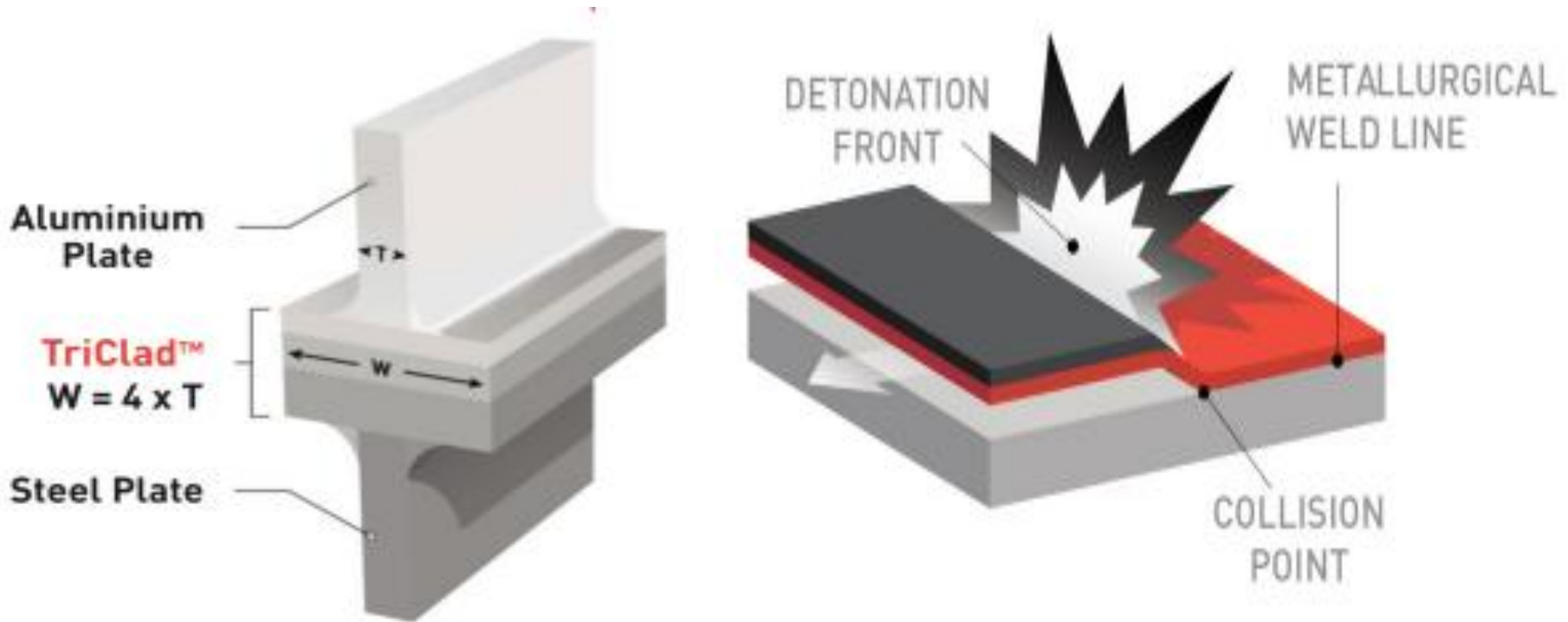


Farklı Malzeme Kaynak metodu.

- Yukarıdaki Buttering Kaynağı ile Kimyasal analiz uyum testine uygun olarak birleştirme kaynağında farklı metallerin
- Kaynağını yapmaya uygun hale getirilmiştir. Toplam iki(2) sıra dolgu (Buttering) kaynağından sonra birleştirme kaynağı WPS ve gerekli PQR testleri başarıyla tamamlanmıştır.

Farklı Malzemelerin Kaynağı. TriClad. (IACS approved)

Gemi İnşaatında alüminyum/çelik yapısal geçiş derzleri için kullanılır, NobelClad® patlama kaynağı teknolojisi (explosion welding technology)



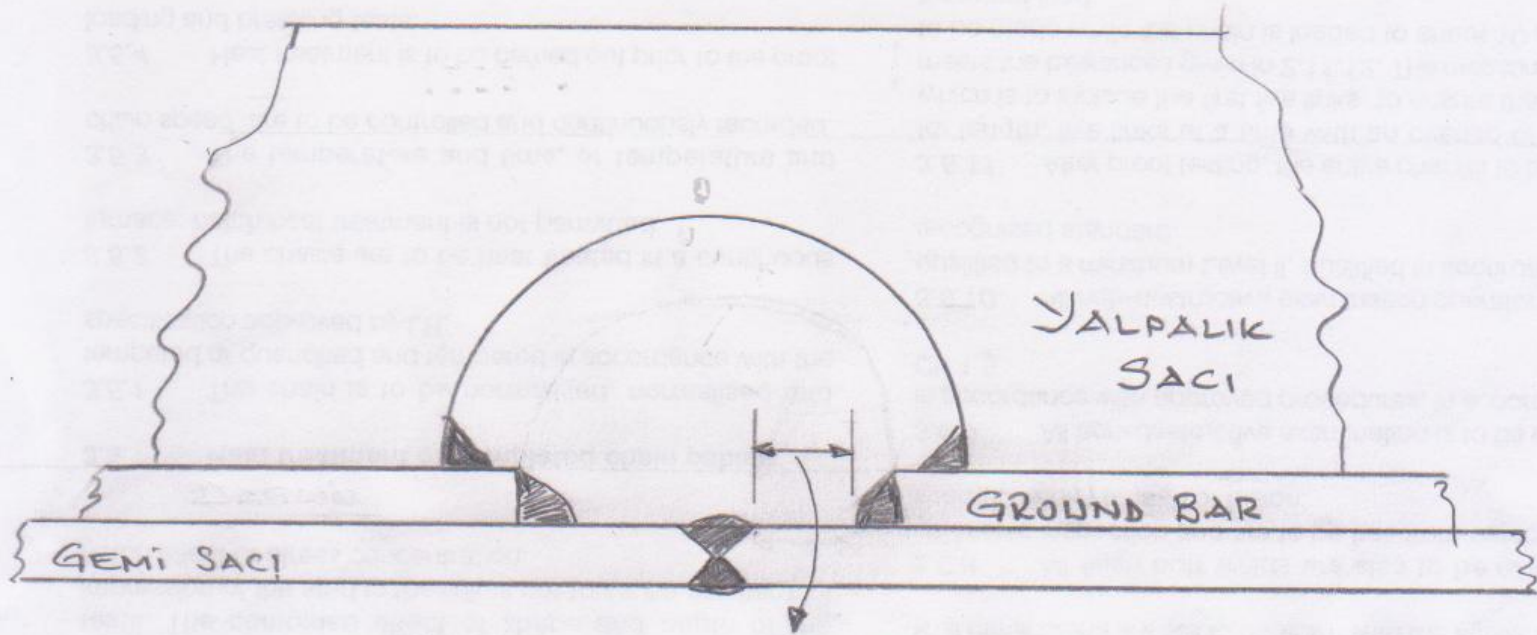
Not: Tren Raylarındaki gerilimlerin alınması için yapılan Alümino Termit kaynağı. Bir metaloksit tozu ile alüminyum tozu arasında oluşan alüminotermik reaksiyon sonucu ergitilen metalin kaynak edilecek parçaların alın yüzeylerine dökülerek birleştirilmesini sağlayan bir döküm ergitme esaslı kaynak yöntemidir.

Yalpa Omurga (Ground plate) kaynak HAZ birleşimi (çok hatalı)



- Ground Bar'ın gemi bünyesindeki kaynak geçişi kaynak yüzeyi traşlanarak tam temaslı olarak boyuna kaynak edilir,
- Eğer resimdeki gibi kaynak geçişinde ek yapılacaksa kaynakların HAZ geçişleri arasında en az 10 mm olmalıdır.
- Bu kaide her kaynak elemanında geçerlidir.
- (Sketch) min HAZ ara mesafesi.

Weld Opening HAZ Clearance, Cugul R3" kaynak mesafesi



FARKLI KAYNAKLARIN HAZ'LAR ARASI MESAFE

MESAFE Min. 10 mm OLMASI GEKELİR.

Alın Kaynağı (Butt Weld)WPS

- 1970'li yıllardan beri, pratik olarak sadece Türk Tersanelerinde kullanılan, çok akılcı ve verimli Alın Kaynağı metodu,
- Yabancı Teknik personele izah edebilmek için bu pratik alışkanlığın gerekli testlerini yaparak uygun WPS/PQR düzenlendi ve Uluslar arası gemi inşa/tamir prosedürleri arasına girdi.
(Sketch)

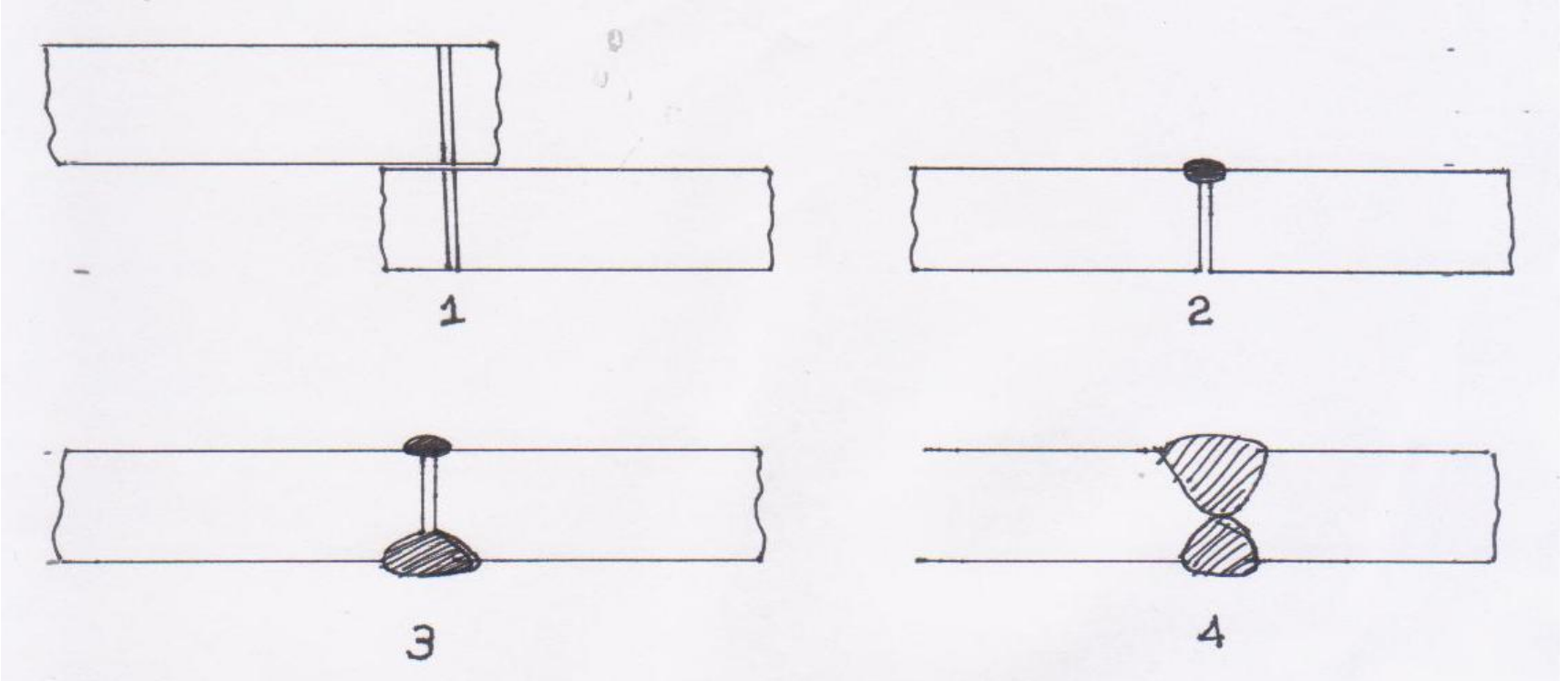
Türk Tersanelerine mahsus Alın Kaynak Prosedürü.

1-Sac fazlalıklı olarak istenilen bölgeye yerleştirilir, ve her iki sac Oxi Asetilen ile kesilir, 3-4 mm kaynak ağzı oluşur.

2-Sacın üstüne O2 girişini kapatmak (Inert Gas gibi) geçici bir paso kaynak yapılır, kalıcı olarak yapılacak alt kaynağın hatsız olması sağlanır

3-Sacın alt kısmı taşlanır ve kalıcı alt paso tavan kaynağı yapılır,

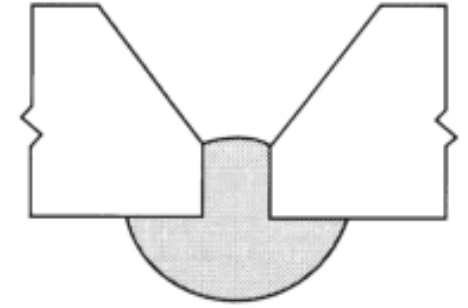
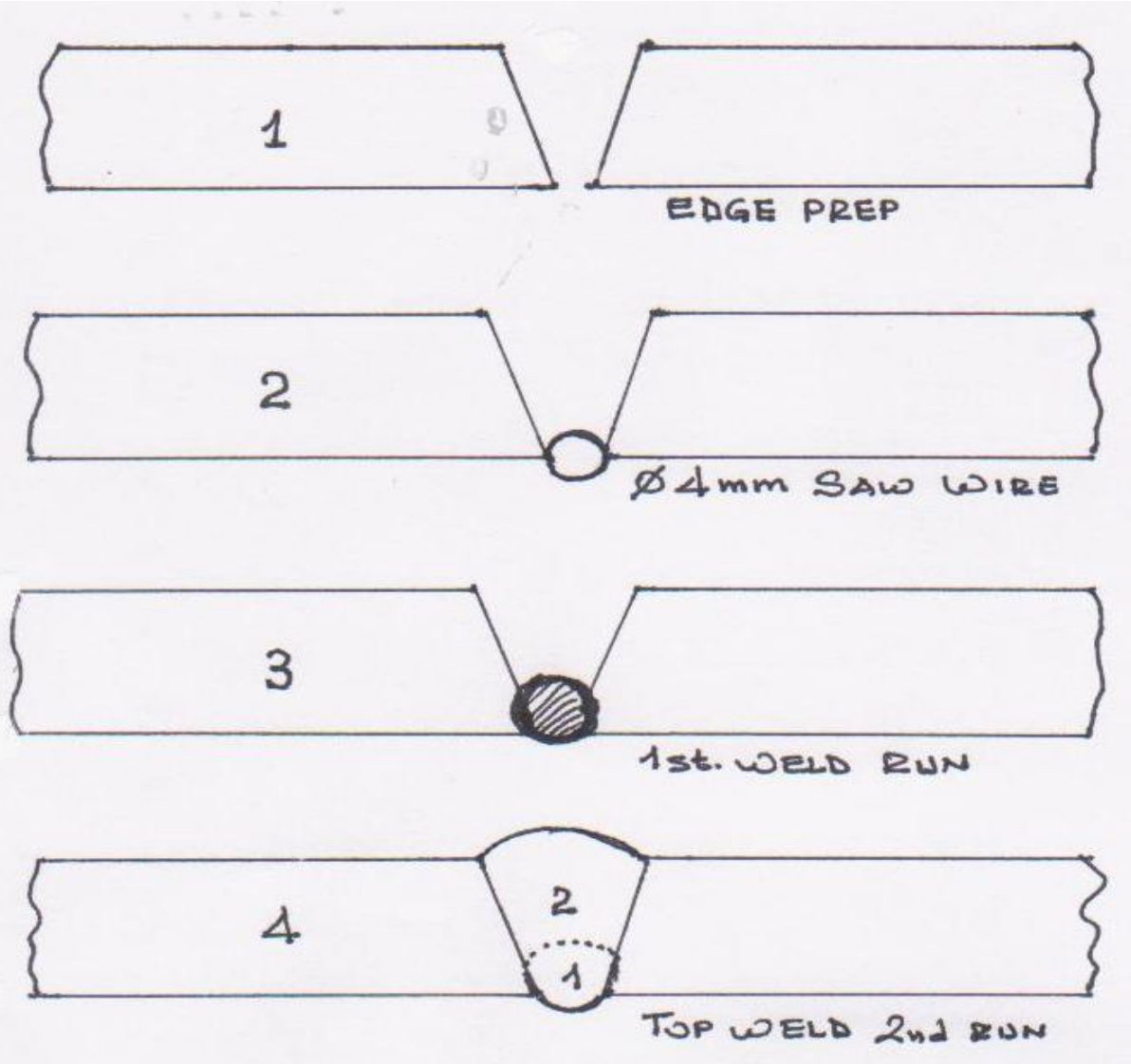
4-Sacın üst kısmı Air-Arc ile açılır, alt kaynak bulunur gerekli kontrolden sonra kalıcı üst kaynak pasoları tamamlanır. NDT yapılır.



Tek taraflı alın kaynağı.

- Tek taraflı kaynakta elik lama veya seramik altlık kullanmanın dahi mümkün olmadığı yerler vardır, (Teknik veya yer konumundan)
- Kök pasonun iyi olabilmesi için TiG kaynağı veya Selülozik elektrod kullanılabilir, ama bununda kabul edilemez, yapılamaz durumu olabilir,
- Kök pasoda SAW Toz Altı Kaynak teli kullanılarak yaptığımız WPS/PQR uluslararası kaynak teknolojisine kazandırılmıştır. (Sketch)

Tek taraflı alın kaynağı (Scetch)



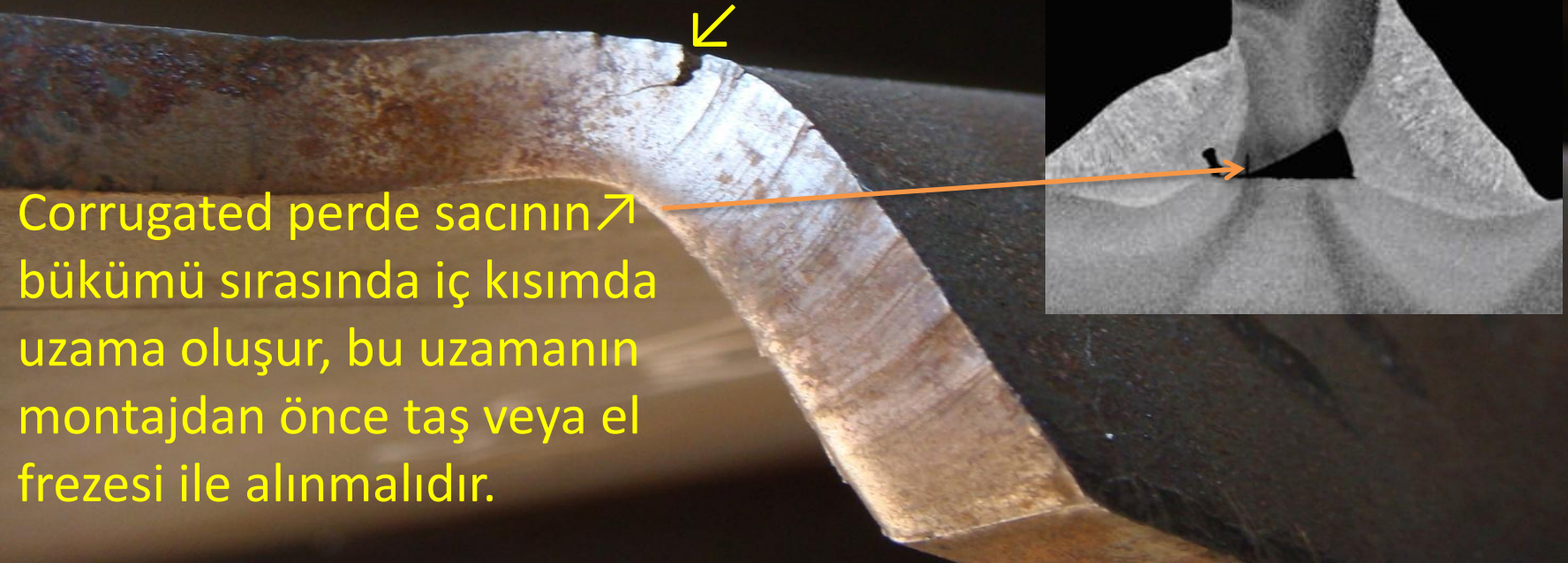
Tek taraflı sac ve boru, alın kaynağında Back strip/ arkalık olarak şekildeki gibi (ilk kaynak pasoda eriyebilir) özel çekme tel kullanılabilir.

- Tek taraflı alın (Butt weld) kaynağı:
- Girilmesi mümkün olmayan Saclarda (bölmelerde) tek taraflı Alın (Butt Weld) Kaynağı yapma prosedürü.
- 1-Sacların üstünden kaynak ağız açıları taşlanır,
- 2-Kaynak ağızı alt kısmına 4 mm.çapındaki Toz Altı SAW Kaynak teli (lamba/back strip gibi) puntalanır, tamir sacı yerine (arkalık/tel üzerine) montajı yapılır,
- 3-İlk Kaynak pasosu için WPS'ye göre Amp, Volt ve Hız ile SAW teli eritilerek alttan ve kaynak içi tam ergime sağlanır ve üst kaynak için uygun bir kaynak yüzeyi olur.
- 4-Gerekli kontrolden sonra üst taraftaki dolgu/sıra pasoları tamamlanır ve NDT yapılır.

Corrugated Bulkheads

(Double Fillet Weld to Inner Bottom Plate)

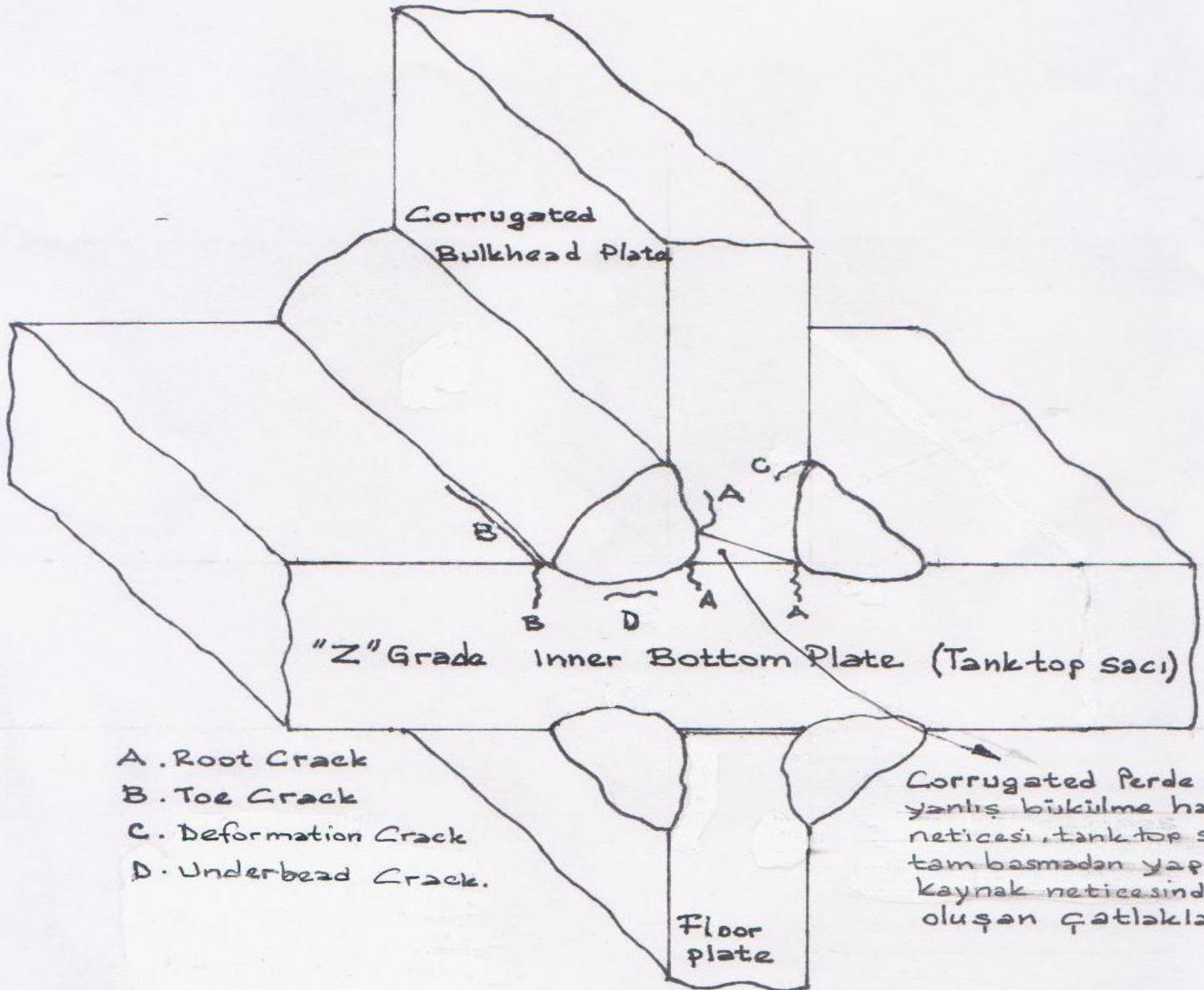
Corrugated perde sacının bükümü sırasında dış kısımda çatlama oluşur, çatlayan sac monte edilmeden önce onaylı prosedüre göre giderilmelidir.



Corrugated perde sacının bükümü sırasında iç kısımda uzama oluşur, bu uzamanın montajdan önce taş veya el frezesi ile alınmalıdır.

Çift taraflı Köşe Kaynağı

- Corrugated Bulkhead sacını bükerken büküm iç köşesinde uzama olur, dış kısımda çatlaklar.
- (Bu olay her türlü bükümlü sacda görülebilir)
- Bu sac düz bir sacın (Tanktop/inner bottom plate) üzerine konulduğunda arada açıklık kalır, bu açıklık çift taraflı kaynakla kapatılamayacağı gibi perde sacında ve Double Bottom Tank top sacında çatlaklarda yol açar.
- Ambar/tank arasında sızıntı olur, deniz kirliliği oluşur. (Sketch)



- A. Root Crack
- B. Toe Crack
- C. Deformation Crack
- D. Underbead Crack.

Havuzda Zincir ve Demir kontrolü

- Gemi Havuzlanınca (P-S) Demir ve Zincir Havuza serilir, Zincirler her kilit (bir boy) 27.5 m. en az 3 Lokmadan d1, d2 çap ölçüleri alınıp aşınma tespit edilir, max. aşınma % 12'den fazla ise zincir değiştirilir veya müsait zaman için Klass'tan uzatma (max.3 ay) istenir, eğer aşınma % 15'ten fazla ise gemiden mutlaka çıkarılır.
- Zincir Lokma boyu 6d'dir, max. uzama % 2.5'dir
- Demir Anele, D ve Kenter (Shackle) kilit pimlerinin aşınmasına bakılır gerekirse yenilenir,
- Hırça mapa (Bitter end) kontrol edilir çabuk sökölüp atılabilmesi için bakım yapılır,
- Geminin full Bottom, kinistin ve valfların temizlik ve boyası ile Zincirliklerin çamurluk bölümü dahil temizlik ve boyası yapılıncaya Geminin USA kara sularına girebilmesi için Klass'tan USCG (US Coast Guard) National Pollutant Discharge Elimination System Sertifikası alınır.

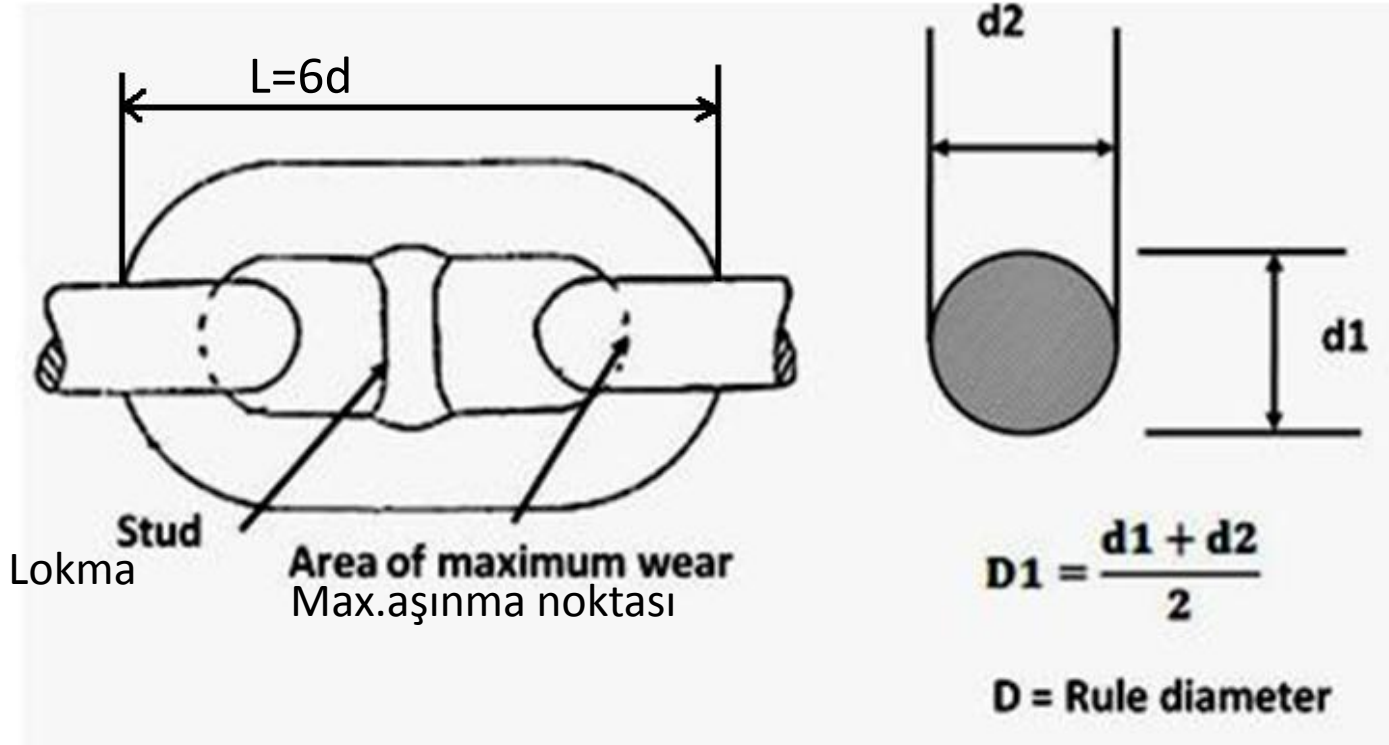
Gemi Demir Zincirinin ölçümü.

(Anchor Chain Cable Range)

Zincir Lokmalarının temas/aşınma yerlerinden 90° açı ile alınan $(d1+d2\div 2)$ iki ölçünün ortalamasıdır. Her boy/kilitin

(1 boy= 1Length:27.5 m) en az 3 lokmasından ve lokma

boyundan ($L=6d$) Tersane tarafından ölçü alınırken Gemi Müh. ve Surveyör nezaret eder.



Flush Butt Weld Chain Cable Type:(a)

(Alın Kaynaklı imalat Zinciri)

Yerinden kopan, oynayan Zincir lokması kaynağı IACS onaylı WPS/PQR'a göre ve ehliyetli kaynakçı tarafından yapılmalı. Zincir ek kaynağının çatlamaması için Lokma Kaynağı diğer tarafına yapılmalıdır. Yerinden oynamış Lokma, demir atarken çıkıp insanları tehlikeli olarak yaralayabilir kaynatılmalıdır.



Yeni Zincir.

Kullanılmış zincir,



Lokması (Stud) düşmüş olan bu zincir fotoğraftaki gibi WPS'ye uygun olmayan bir şekilde çift taraflı ve çok sıralı olarak kaynatıldı ve gemi sefere çıkıp ilk demir attığında lokma kaynağı çatlayıp zincir koptu ve demirle birlikte denize gitti.



Not: Kaynak yalnızca Flash butt weld imalat kaynağın karşı tarafından sadece tek pasolu olarak onaylı WPS'ye uygun olarak yapılmalıdır,

Bilge Keel (Yalpa omurgası) kaynak detayı.

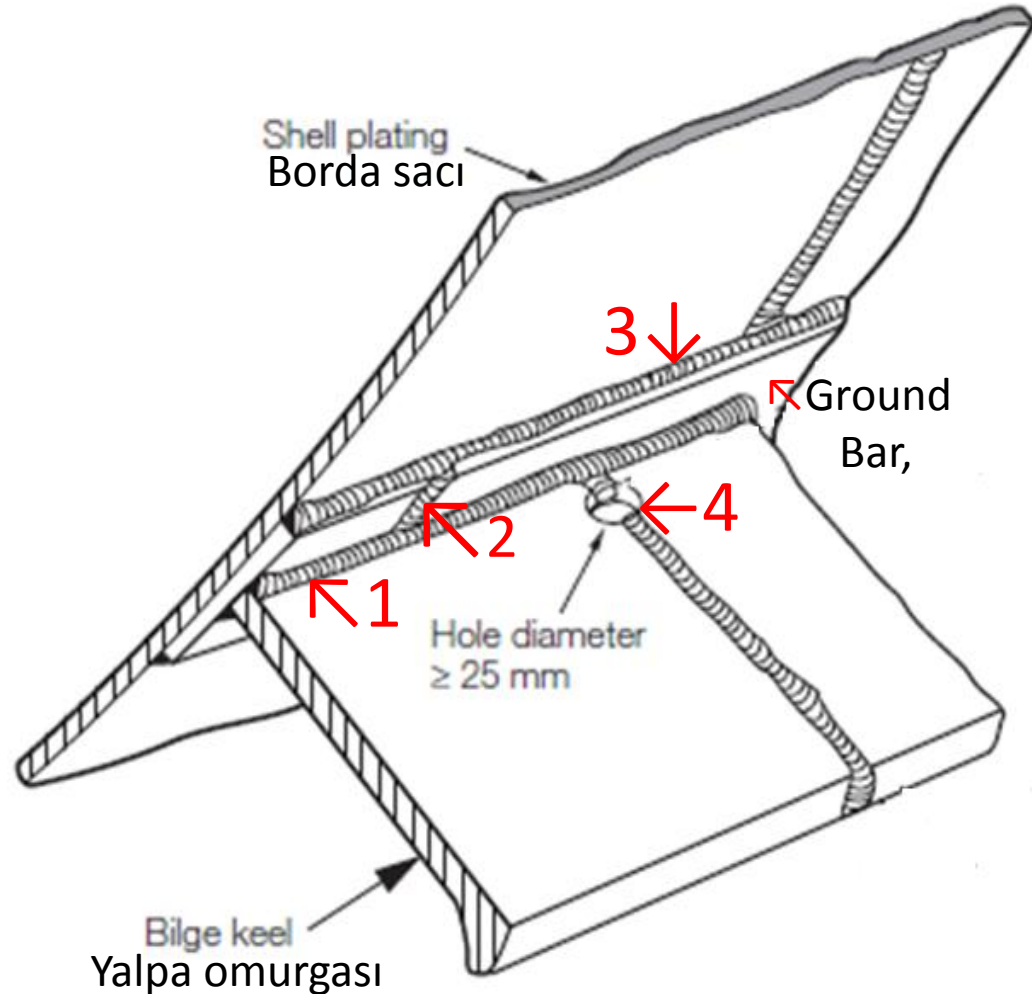
“IACS onaylı planı”

1-Yalpa omurgası Dablin (Ground bar) lamasına kaynatılır, direct olarak borda sacına kaynatılırsa Yalpa omurganın rıhtıma veya herhangi yere vurması halinde borda sacını yırtıp geminin su almasına, ağır hasara sebep olur.

2-Dablin lamasının ek kaynağı borda sacına kaynatılmaz (3'lü ek yerinden çatlak) Boyuna kaynaktan önce ek yerine altlık seramik veya bakır levha koyulur, ek kaynağından sonra alınır.

3-Dablinin boyuna kaynağı sadece tek paso yapılır ve NDT çatlak bakılır,

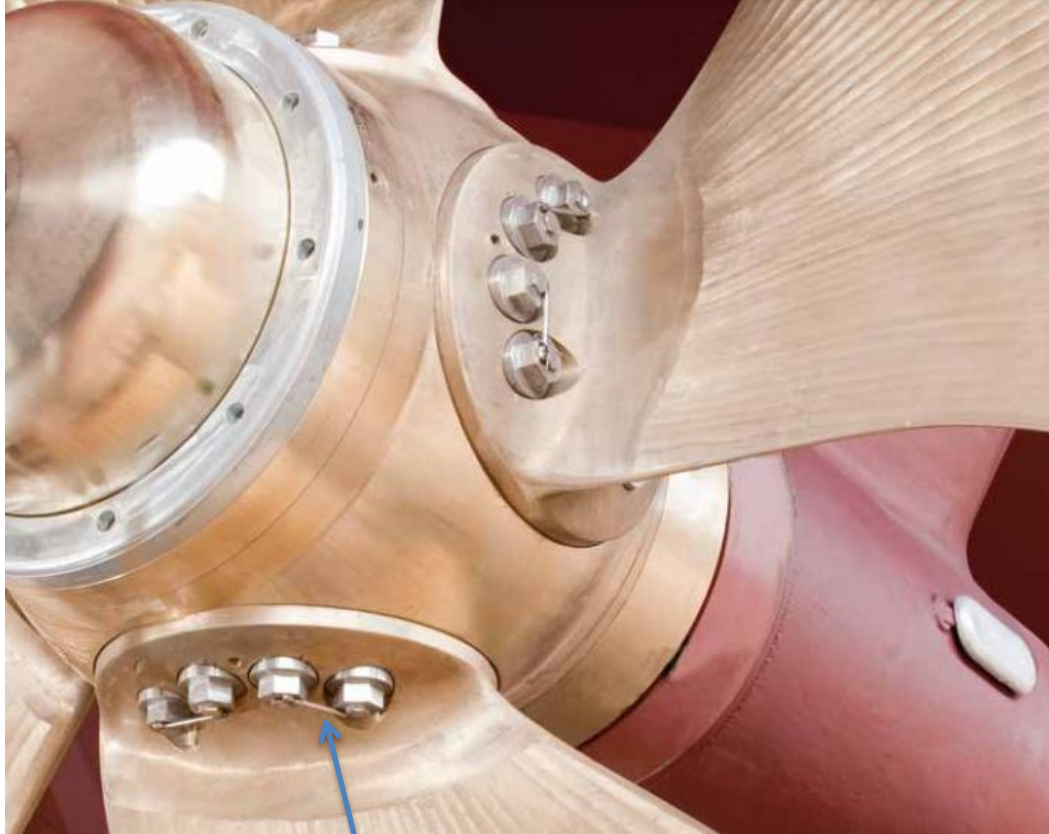
4-Yalpa omurgası ek kaynağında olası çatlakların lama/borda sacına geçmemesi için kaynağın bordaya yakın yerde $\varnothing 25$ mm (1 inch) raybalı stoper deliği açılır.



CPP Pervane kanatları cıvata emniyet kaynağı

- CPP Pervane Kanatları imalatçı verilerine göre yerine monte edildikten sonra Saplamların gevşeyerek yerinden çıkmalarını, pervane kanatlarının düşmesini önlemek için saplamları birbirine bağlayan paslanmaz çelik malzeme konulur ve elektrik kaynağı ile kaynatılır,
- **Kaynatma sırasında kaynak motorunun topraklaması direkt olarak ve sadece saplamaya bağlanmalıdır,**
- IACS No.47 Shipbuilding and Repair Quality Standard.
- Topraklama eğer gemi bünyesine bağlanırsa, kaynak yapılırken devreyi tamamlayan elektronlar pervane, Hub, Oil Seal, Şaft, Şaft Yatkları ve Ana Makina üzerinden geçerek devreyi tamamlar, Kaynak yapımı sırasında bu elektronlar geçtiği sistemi aşındırır, spark yaparak punta kaynağı yapar, dolayısıyla Pervane, Şaft sistemin kalıcı olarak hasarlanmasına neden olur,

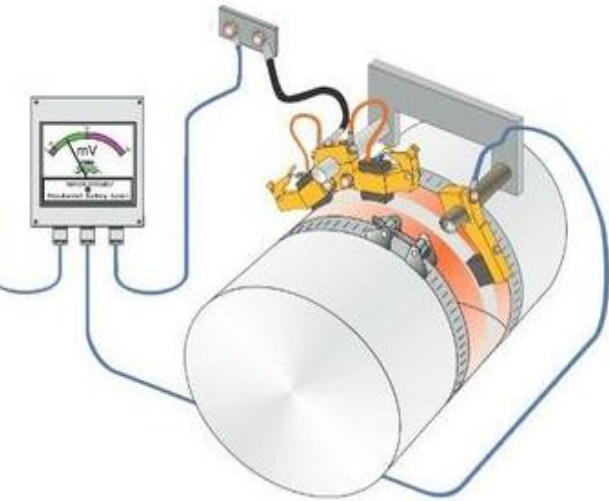
Pervane Kanatlarının civata emniyet Kaynağı



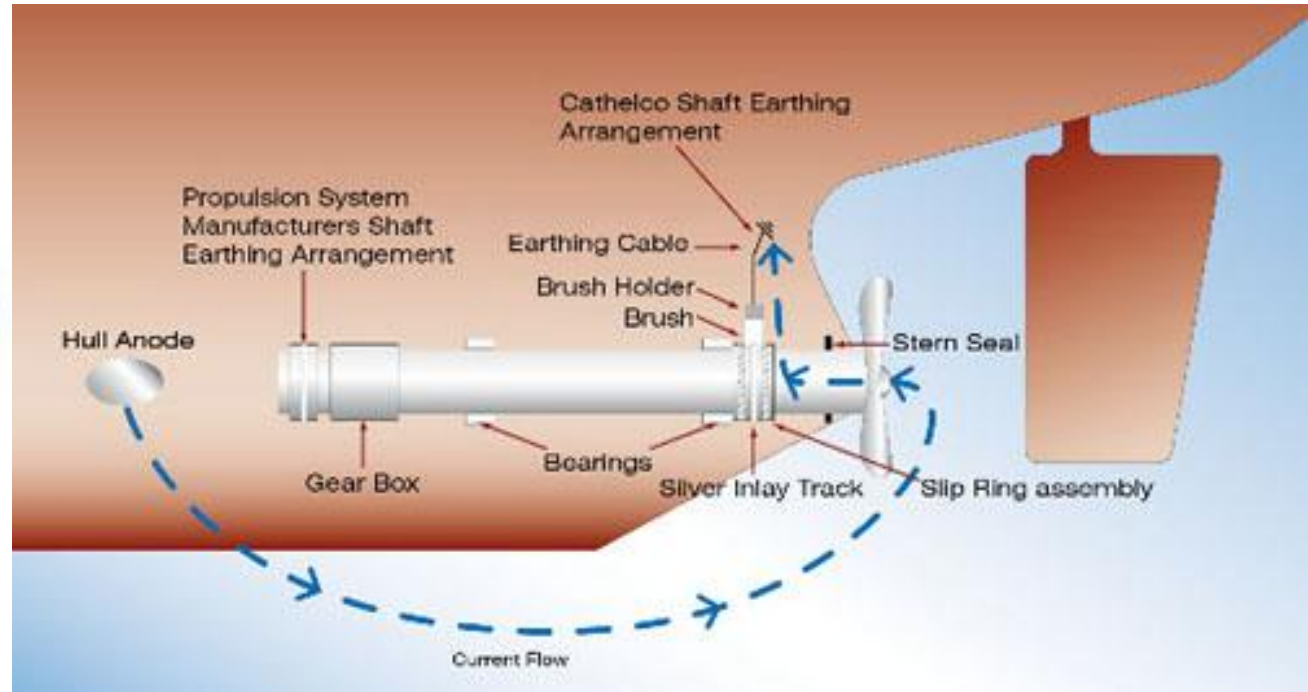
CPP Pervane kanat saplamaları gevşeyip düşmemesi için somun üzerleri (SS) Paslanmaz çelik çubuk/lama kaynatılır.

Şaftın Topraklanması (Spark Errosion/Shaft Earthing)

ICCP koruma akımları ve Ship Propulsion sistemde oluşan statik elektrik akımı dıştan Pervaneye oradan Şaft ve Crankshaft yataklarından motor bünyesine girerek yatak malzemesinde karıncalanma ve spark (punta kaynağı gibi) erime yapar ve hasarlar. Sparkı önlemek için Şaft üzerine bağlanan gümüş/bakırlı-bant/ray üzerinde gümüş grafit kömürlü fırça şaft dönerken akımı gemi bünyesine topraklayıp aktararak Pervanenin cavitationa uğramasını ve motor crankshaft yataklarının hasarını engeller.

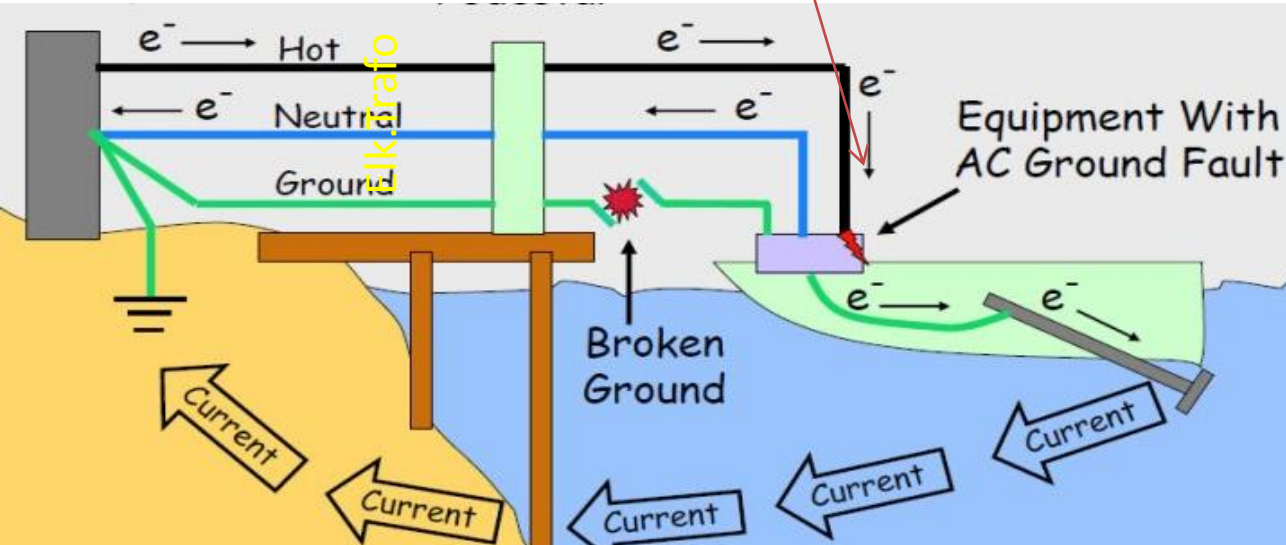


Shaft earthing device



Geminin Tersane tamir rıhtımında topraklaması

Topraklama kablosu direkt olarak sisteme bağlanmalıdır, yanlış bağlama veya * resimdeki gibi kablo kopması halinde gemideki Elektronlar “e” devreyi tamamlamak için gemi bünyesinden denize akar ve gemi altında tuzlu su ile elektroliz yapar, Gemi sacını, kaynakları ve pervaneyi eritir,



Pervane tamir Kaynağı/Prosedürü.



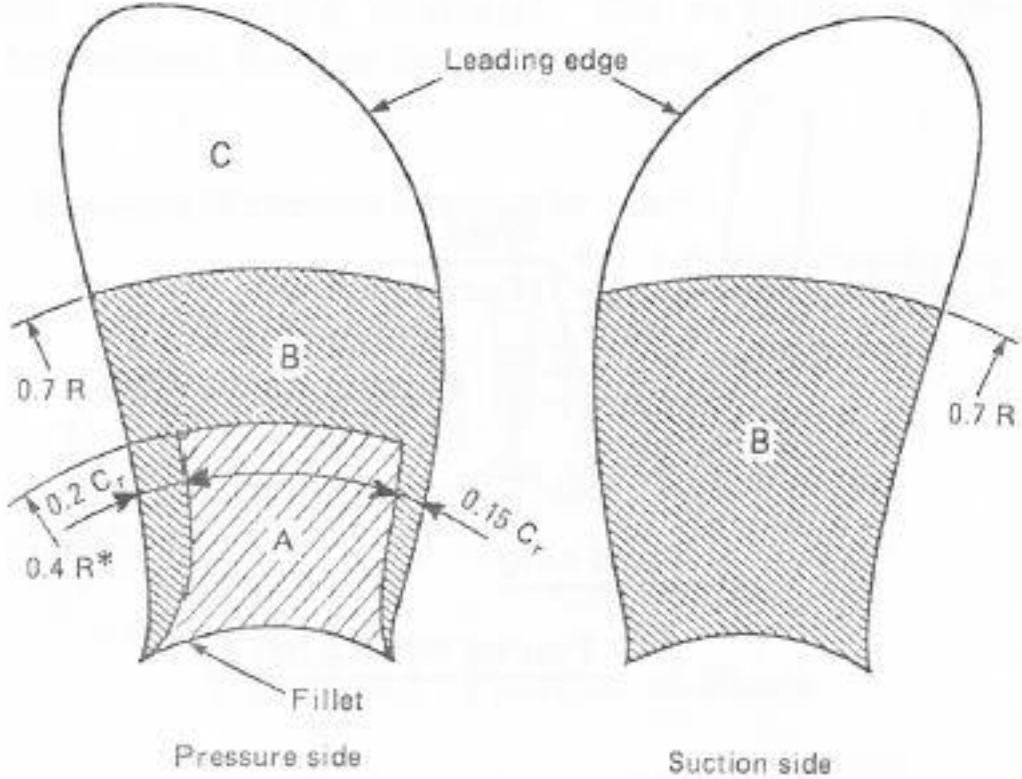
Pervane Tamir Prosedürü:

IACS onaylı WPS/PQR'a göre yapılmalıdır.

- 1-Pervane kanatları temizlik ve Dye-Penetrant çatlak testi,
- 2-Çatlak, kusur ve hatalar markalanıp sketch çizilir,
- 3-Çatlak ve kusurlar taşlanıp/giderilip tekrar Dye çatlak Testi.
- 4-Pervanenin kırık parçasından Spektro kimyasal analiz,
(Pervane malzemesi Cu1,Cu2,Cu3,Cu4 kalitesinde olabilir,
Zinc equivalent hesabı yapılmalı)
- 5-Kopuk parçanın şablonuna göre aynı analizde IACS
kaidelerine göre parça dökümü yapıp test edilmelidir,
- 6-Pervanenin sadece "C" zone'daki hasarı tamir yapılabilir,
- 7-Pervanenin parçaya kaynağına uygun Mig/Mag Kaynak
teli ve saf Argon Gas-shilded metal arc welding tavsiye edilir,

- 8-Kaynak Flat/downhand pozisyonda Butt weld yapılmalıdır,
- 9-Kaynak ön ısıtma (Preheating) 100-150°C olmalıdır,
- 10- Pervane kanatlarının ve parçanın kaynak yüzeyleri birer sıra buttering weld ile doldurulup yüzey hazırlığı yapılmalı,
- 11-Çok sıralı kaynak (multi run technic) kullanılmalı,
- 12-Kaynak (inter-pass) ara geçiş sıcaklığı max.200°C olmalı,
- 13-Pervane ısı battaniyesi ile yavaş/kontrollü soğutulmalıdır,
- 14- Pervane soğuduktan sonra Kaynak tepesi ve kanat uçları orijinal plana göre taşlanmalı, polisaj ve US test yapılmalı,
- 15-Pervane tekrar full Dye_Penetrant çatlak testi yapılmalı.
- 16-Pervane statik balans kontrol edilmeli.
- 17-Pervane ve Tailshaft tapering testi yapılmalı.(Şaft koniği)
- 18-Pervane manualine göre monte edilmeli,
- 19-Yağ sızdırmazlık ve salgı testi yapılmalı,

Pervane Tamir bölgesi "C" (0.7R) Zone



Propeller kanat uçları (blade tips) yenilendikten sonra.



US Ultrasonik olarak kaynak içi NDT tahribatsız muayenesi kontrolünden sonra Dye Penetrant ile Bronz non magnetik Pervane tamirinin yüzeysel çatlak testi yapılmalıdır.

Diesel Gen.Engine Blok hasarı tamiri:

Krankpin saplamaları her overhaul'den sonra aşırı sıkma nedeniyle bir miktar uzar ve diş dibinden çatlayıp kırılabilir. NDT çatlak testi ve pin boyu uzama ölçüm kontrolü yapılmadan monte edilirse Crankpin kırılır ve Piston Rod karterden dışarı çıkar, Pik Döküm Makine blok kürsüsü (A frame Entablature) ağır hasarlanır.



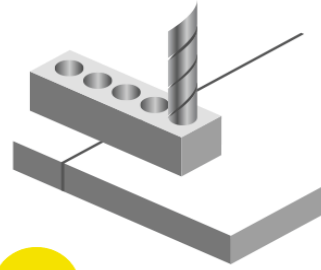
Pik/Sifero Döküm Diesel Engine Blok tamiri;

Spheroidal or nodular graphite Iron Cast/ Pik veya Sifero Döküm yapısında % 2-5 Carbon içerdiğinden Kaynakla tamir yapılamaz, Kaynak yapılabilirlik (Weldability) özelliği Kaynak Teknolojisi ve IACS, Class Kaidelerine göre Karbon yüzdesi max. 0.023 altında olan malzemelerde yapılabilir.

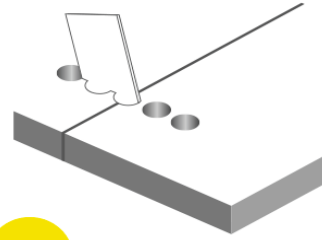
Pik Dökümden yapılmış Diesel Motorda çalışan mukavemet, basınç, darbe ve taşıma elemanlarının (Piston,Cover,Liner gibi) dışındaki eleman çatlaklarında sadece Metalock tamiri yapılabilir. IACS ve Class'lar Metalock tamiri için her 6 ayda bir çatlak testi yapılması şartı koyarlar.

Not: Döküm Kaynağı Elektrodu ile sadece dolgu kaynağı yapabilir, hiçbir mukavemet özelliği yoktur. (IACS)

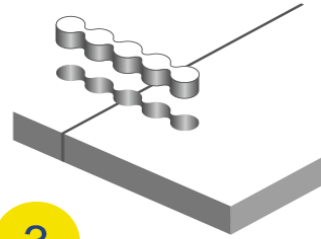
Metallock tamir işlemi.



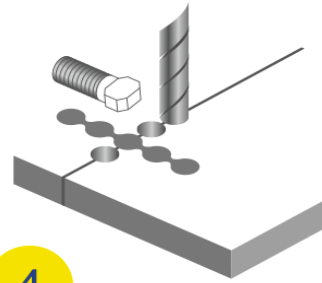
1



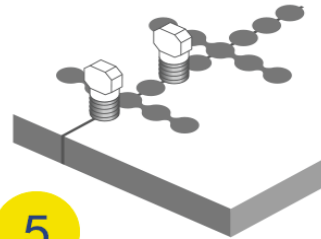
2



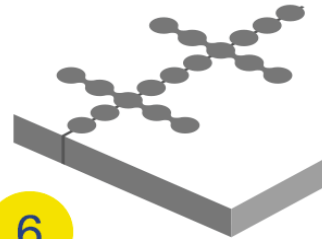
3



4



5

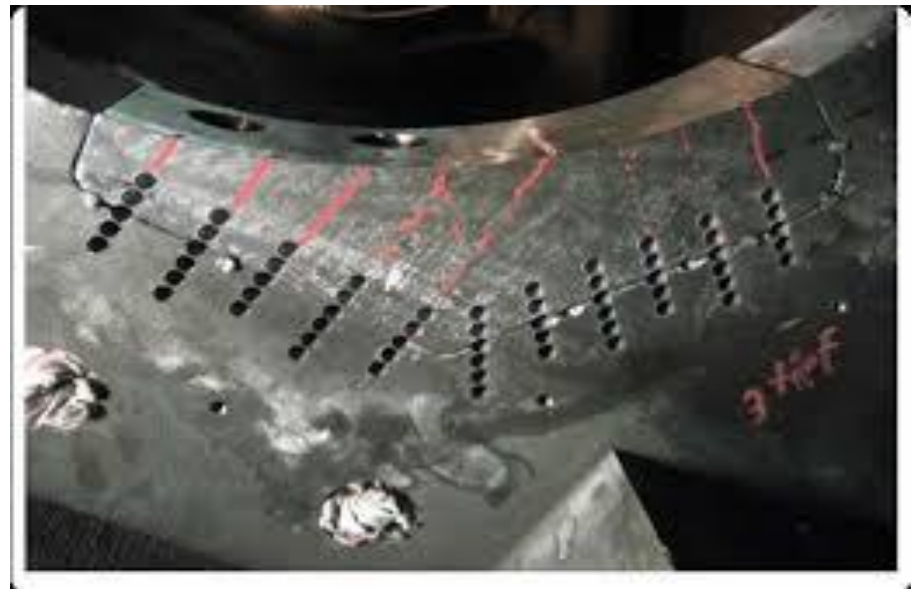
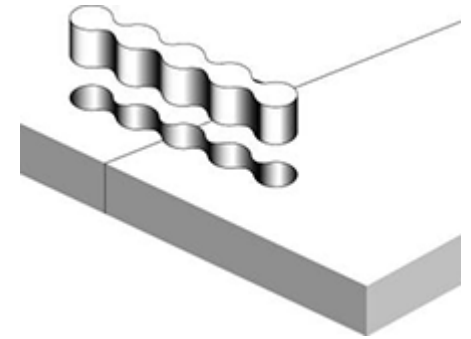
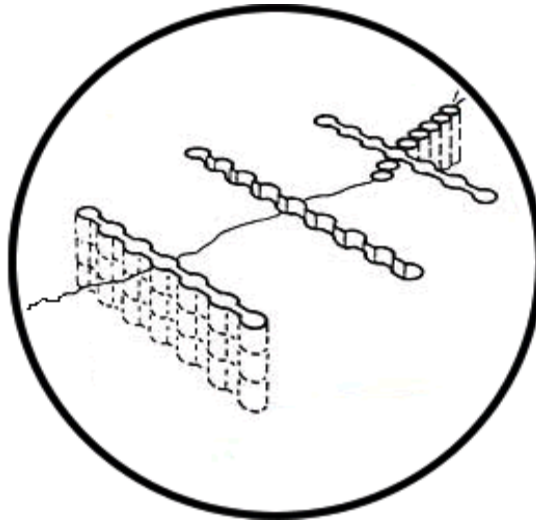


6

Metalock Tamir prosedürü.

- 1-Bir matkap mastarı kullanarak, çatlak yönüne dik delikler delinir, (Metal-Lock pimini takmak için)
- 2-Delik ara bölmeleri havalı keski ile çıkarılır.
- 3-Metalock pimi yerleştirilir ve dövülerek perçin edilir.
- 4-Metalock vidalar için çatlak boyunca delikler delinir.
- 5-Vidalar çatlak boyunca sızdırmazlık için sırayla sıkılır.
- 6-Son olarak, NDT çatlak testi ve tüm tesisat/sistem sızdırmazlık testi yapılır.

Metallock Casting Repair



Gemiden Kaynak örnekleri

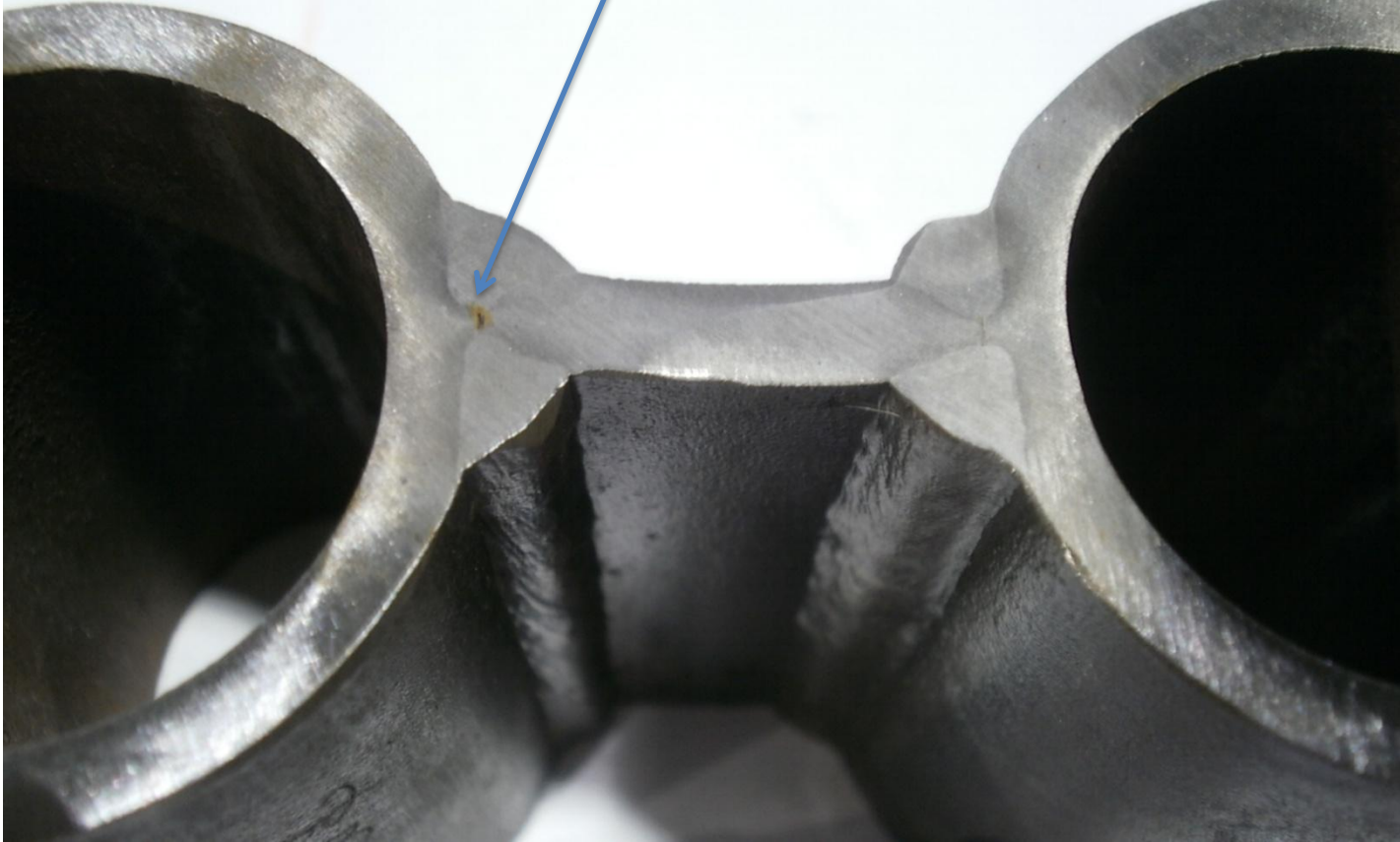
- Resimde görülen Makine Dairesi Borda çıkış valfi discharge borusu bayrak sacı (Bracket) ile desteklenmelidir fakat bayrak sacının uçları mutlaka bir elemana bağlanmalıdır. Resimde görülen ucu açık bayrak sacı (Bracket toe) gemi bünyesini delebilir. Çözüm için bayrak sacının ucuna bir stiffener (lama) koyarak alt ve üst tülaniye (Longitudinal) bağlamak gerekir.
- Not: Gemilerde her sac/bayrak vs.eleman mutlaka üçüncü bir elemana bağlanması gerekir. (Unutmayalımki üç noktadan bir düzlem geçer.)

Overboard discharge connection Bracket end toe.



Boiler Water Wall Pipes Weld Micro yapı fotoğrafı.

Boyuna eksik kaynak (In complete penetration) Kazan cehennemlik yan duvar borusunun genişmesinde çatlama yapıp borudan su sızar ve çatlak domino taşı gibi diğer boruları büker/çatlatır, kazan çöker.



Bulb profil (in-complete) weld.

Ambar/Tank Borda (Frame) Postası, Borda Sacı Çatlağı.
Borda Sacında ve (Bulbous Bow) Hollanda Profilinde kaynak
ağızı açılmadan, içerisi boş olarak bırakılarak yapılan yüzeysel
kaynak Geminin ilk yüklemesinde veya ilk seferinde çatlar.



Sayın Enspektör Arkadaşlarım,

Uluslararası çalışmalarımnda gördüm ki her türlü meslek sahipleri (Gemi Mak. ve Gemi İnşa Müh , Gemi dizayn, Kaptan, kaynakçı, tornacı vs.) belirli bir olgunluğa erişince hayatında yaptığı çalışmaları ve püf noktalarını kitap haline getiriyor ve bu kitabı bağlı bulunduğu meslek odalarına gönderiyor, orada okunup değerlendirildikten sonra basıma değerse basılıp yayımlanıyor veya kütüphanede nezih bir yere konuluyor. Hint Filozof Bhartrihari “Bilgi paylaştıkça çoğalan bir hazinedir” dediği ata sözüne istinaden bende Uluslararası projelerde kazandığım “Bilgi birikimi, araştırmalarımı ve tecrübelerimi sizler ile paylaşmak istedim, Faydalı oldumsa ne mutlu bana, Denizcilerin Gemiye girerken ve çıkarken söyledikleri gibi:

“Allah selamet versin”