

XXII — BORU HATTI (PIPE – LINE) KAYNAĞI

Bundan önce boru kaynağını genel olarak irdelemiştik (bkz. 164). Büyük önemi itibariyle bu kez Avrupa ve A.B.D'de döşenmiş petrol boru hatları hakkında ayrıntılı bilgi vermek suretiyle yaşanmış ve olumlu sonuç alınmış girişimleri sergileyeceğiz.

Akdeniz'de Cenova'yı, Güney Almanya (Stuttgart ve Ingolstadt)ya bağlayan petrol boru hattı, İsviçre topraklarından geçmiş, bu ülkede ortaya çıkmış sorunlar, bunların çözüm şekilleri, malzeme seçimi, uygulanan normlar, imalâtın gözetimi, kaynakçıların denetimi, kaynakların kalite kontrolü vb. hususlar tanıtılmışlardır.

1000 km uzunluğunda ve 18 milyon ton/yıl kapasiteli boru hattında, arazinin engebeleri itibariyle işletme basıncının basınç hattını aştığı yerlere basınç düşürücüler tesis edilmiştir (işletme basınç hattı 80 ile 64 kg/cm² arasında olmuştur).

İmal, döşeme ve ölçülendirmeye ilgili normlar

1. API (American Petroleum Institute) 1105: Petrol boru hattı döşeme spesifikasyonları.
2. API 1104: Petrol boru hattı kaynağı için spesifikasyon ("Standard for field welding of pipelines")
3. API-5-L X: Yüksek mukavemetli çelikten borular için spesifikasyon ("Specification for high test line pipe")
4. DIN 2413: Boru cidar kalınlığının saptanması

Bu sonuncusuna göre boru cidar kalınlığı

$$P = \frac{200(s - c_1 - c_2)}{da \cdot v \cdot \frac{K}{S}}$$

formülü ile hesaplanır. Burada

P = müsaade edilen azami basınç (kg/cm²)

s = boru cidar kalınlığı (mm)

C₁ = hadde toleransı olarak nominal cidar kalınlığından sapma (10 mm kalınlığa kadar 0,3 mm; 10 mm üstünde kalınlıklarda 0,5 mm)

c₂ = korozyon ve aşınma için nominal cidar kalınlığından sapma olup bu durumda c₂=0 dır.

da = borunun dış çapı (mm)

v = kaynaklı borularda uzunlamasına dikiş birleşme değeri. Boru imalcisinin verilerine göre v=1 alınabilir.

K = malzemenin karakteristik değeri. Burada akma sınırı (36,6 kg/mm²)

S = emniyet katsayısı olup hattın açık araziden ya da meskûn mahalden geçtiğine, yeraltı suyunun var olup olmadığına göre 1,6 ile 2,0 arasında alınır.

Boru imalcisinde kalite kontrolü

Boru hattı 10 - 12 mm uzunlukta, uzunlamasına dikişli 22", yani yaklaşık 550 m dış çaplı borulardan oluşmaktadır. Saç, 8-12 mm kalınlığında, API-5-LX spesifikasyonuna uygun yüksek mukavemetli çelikten olup borular üzerinde, asgari kalitenin sağlandığına dair API damgası bulunmaktadır. Her borunun kaynak uçları röntgen muayenesinden geçmekte ve her bir boru teker teker müsaade edilen işletme basıncının 1,25 katına denenmektedir. Borulardan gelişigüzel alınan numunelerden kesitler alınıp uzunlamasına dikişler akma sınırı, çekme mukavemeti, uzama, yorulma ve çentik darbe deneyine tabi tutulur.

Yüksek deney talepli borular için API-5-PX spesifikasyonu 36,6 kg/mm²'lik bir asgari akma sınırını öngörmektedir. Bu koşul bir ortalama 39,12 kg/mm² ± 2,25 kg/mm² değeri ile tutulabilir. Asgari 46,4 kg/mm²'lik çekme mukavemeti de yine ortalama 53,06 kg/mm² ± 2,35 kg/mm² değeri ile sağlanır. Hattâ kaynak dikişi deneyi bile bir 58,36 kg/mm² ± 1,45 kg/mm² değeri vermiştir.

Çelikte istenen uzama % 20 olup çeliğin kimyasal bileşimi max. C = % 0,28; max. Mn = % 1,25; P = % 0,04; S - % 0,05.

Kaynak yöntemleri

Alman ve İtalyan boru fabrikalarında uzunlamasına kaynaklar otomatik tozaltı (x birleşmesi) yöntemiyle yapılmaktadır. Montaj sırasında, dairesel kaynaklar elle, ya Selülozik örtülü, ya da bazik ve asit örtülü elektrodlarla yapılır. Doğru akım, elektrod (+) kutupta olmak üzere kaynak edilir.

Elektrodlar

Uzun Amerikan ve İtalyan deneyimine uygun olarak çoğunlukla Selülozik örtülü elektrodlar kullanılır. Oysa ki Avrupalı uzmanlar, kök ve dolgu pasoları için bazik, son kapak pasosu için de asit örtülü elektrodları yeğlemektedirler.

Biz burada önce Selülozik sonra da bazik elektrodların kullanımından söz edeceğiz.

Kaynakçıların yetiştirilip sınanması

Sadece çok iyi kaynakçılar petrol boru hattı kaynağında istihdam edilebilir. Bunlar bilgilerini bir kaynakçı sınavından geçerek ispatlayacaklardır; daha önce edinmiş oldukları deneyim ve bilgi derecesine göre, kaynakçı sınavına alınmadan önce, 8 ilâ 15 günlük bir eğitime tabi tutulur. Bahis konusu petrol boru hattının İsviçre bölümünde, dört kantonla yapımçı firmalar arasında varılan anlaşmaya göre bütün kaynakçılar İsviçre VSM 14061 normuna uygun bir sınavdan geçeceklerdir. Bu sınav şu işlemlerden oluşmaktadır:

- biri yatay, öbürü dikey pozisyonda olmak üzere 12 mm'lik bir levhanın kaynağından ibaret bir temel deneme. Birinci kaynak röntgen muayenesine tabi tutulur, ikincisinden çekme ve eğme deney çubukları çıkarılır.
- bir sözlü sınav ve

— 12" ve 24" 'lik boru hattı borularının pozisyon (boru eksenini yatay) dairesel kaynaklarını yapmaktan ibaret bir tamamlayıcı deneme. Bu kaynak % 100 röntgen muayenesine tabi tutulur. Boru şubeleriyle dik boruların dairesel birleşmelerini yapmaya namzet uzman kaynakçılar için tekabül eden tamamlayıcı denemeler seçilir.

Genel olarak, İtalya'dan gelmiş olan boru hattı (pipe - line) kaynakçıları boru kaynağında İtalya'da eğitilmiş olup hiç başka bir iş yapmamışlardı. Buna karşılık bazıları daha genel bir pratik kaynak deneyimine sahipti. Başka hiçbir iş yapmamış kaynakçılar, yatay ve dikey sınav levhasının kaynağında zorluk çekmişler, ötekiler ise bunu daha kolay başarmışlardır. Kaynak radyografileri başlarda çok sayıda kusurlu elektrod tutuşturma noktası, cüruf girdisi ve birleşme kusuru arz etmiştir. Ama daha sonra, kaynakçılar sınavdan önce daha iyi bir eğitim görünce, sonuçlar da iyice düzelmiştir. İki sınav levhası için sadece bazik elektrodlar, tamamlayıcı deneme için de, selülozik örtülü elektrodlar kullanılmıştır.

Bu bağlama belirtilmesi gereken husus, API-1104 spesifikasyonunun sadece dairesel kaynakları içerdiğidir. Boru çapının büyüklüğüne göre bu kaynaklardan çekme ve eğme deney çubukları çıkarılır.

Sözlü sınava hazırlanmaları için kaynakçıların eline birer "*Kaynak tekniği el kitabı*" verilmiş. Ancak algılama kabiliyetlerinin genellikle hayli sınırlı olduğu görülmüş olup sözlü sınavlarda sorular iyice basitleştirilmiştir. Buna rağmen adaylardan bazılarının bu sınava bir ikinci kez girmeleri zorunluğu önlenememiştir. Adayların yaklaşık % 70'i, radyografik muayene kabulü olanaksız kaba kusurlar gösterdiğinden, bir kez daha tamamlayıcı denemeden geçirilmiştir.

Amerikalıların ithal ettikleri Selülozik elektrodla petrol boru hattı kaynağı tekniği başlarda Avrupa'da yadırganmış olup kusursuz iyi kaynakların elde edilmesi kolay olmamıştır. Ama artık bu "acemilik" dönemi aşılmış, teknik yerine oturmuştur.



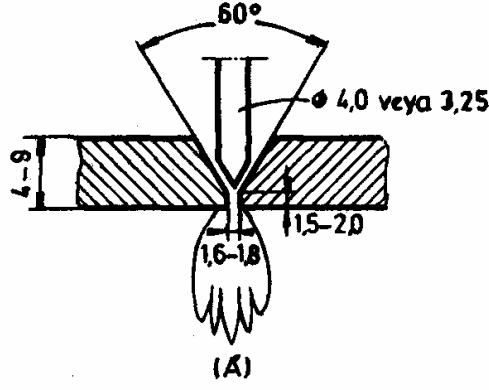
Selülozik örtülü elektrodlarla kaynak (yukardan aşağıya kaynak)

Selülozik elektrodlarla iyi bir koruyucu gaz zarfı, iyi bir nüfuziyet, "soğuk" bir kaynak banyosu ve göreceli olarak yüksek bir kaynak hızı elde edilir.

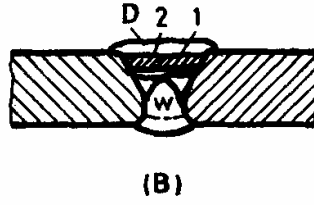
Koruyucu gaz zarfı kısa ya da uzun arka kaynağı olanağını sağlar. Bunun dışında, kaynak pozisyonunun izin verdiği ölçüde elektrodun eğim açısı arzuya göre seçilebilir.

Borular özenle kalibre edilmiş olacaktırlar.

Şekline gelince kaynak, V ağızlı ve tersten pasosuz (şek. 317 A) olarak yapılır. Bahis konusu cidar kalınlıklarında bir kök pasosu, bir ilâ iki dolgu pasosu, bir de son kapak pasosu çekilir (şek. 317 B).



Şek. 317A — Selülozik elektrodlarla kaynak için birleşmenin şekli



Şek. 317B — V kaynağının şekli. Bütün hallerde kök pasosu taşlanacaktır.

- W = kök pasosu
 1,2 = dolgu tabakaları
 D = son kapak pasosu

Boru uçları çok iyi merkezlenerek puntalamak için içten ve dıştan uygulanan bir sıkma tertibiyle bunlar karşı karşıya getirilir. Kenarların birbirlerine göre kaçıklığı 1,6 m'yi aşmayacak, aksi halde kaynak dibinin yanında çentikler meydana gelebilir.

Boru uçları her iki taraftan her türlü pas, tufal ve ziftten arındırılacaktır. Kaynak edilecek uçlar mümkün olduğu kadar mekanik yolla hazırlanmalıdır zira böylece kaynak ağzı açısında ve kök yüksekliğinde intizamsızlıklardan kaçınılmış olur. Uçların hazırlanması ve boruların kesilmesi için oksijenle kesme makinaları kullanılır. Kesme köşeleri sonra taştan geçirilir veya basınçlı havalı bir hareketli torna ile kırılır.

Kök pasosunun çekilmesi

Uçlar hazırlanıp aralarında normal mesafe bırakıldıktan sonra, 6 mm boru cidarı kalınlığından itibaren her kök pasosu için 4 mm'lik bir Selülozik elektrod, ortalama 130 ilâ 150 A akım şiddetiyle, kullanılır. Boşta gerilim 15-75 V'a ayar edilir. Uçlar arasındaki mesafe 1,6 mm olduğundan örtülü elektrod arayı az çok tamamen doldurur şöyle ki kaynakçının bulunduğu taraftan, ark neredeyse görünmez olur. Buna karşılık kaynağın kökünde her seferinde bir uzun ve derin nihâ krater meydana gelip bu, radyografik (röntgen) muayenede kusursuz olması gereken kaynaklar için, taşla yok edilip temizlenecektir.

1,6 mm'den büyük uçlar arası mesafe ve tamir durumlarında çoğu kez ϕ 3,25 mm'lik elektrod kullanılır; bu elektrod genellikle küçük bir krater meydana getirir ve böylece de yeni bir

elektrodlarla kaynağın devamı için daha az hazırlık çalışmasını gerektirir. Buna karşılık bu durumlarda yeni elektrodlara bir yanal salıntı hareketi verilir, böylece de teşekkül eden krater mükemmelen doldurulmuş olur.

Birinci tabaka için özel Selülozik örtülü elektrod kullanmak gerekir (şek. 318A)



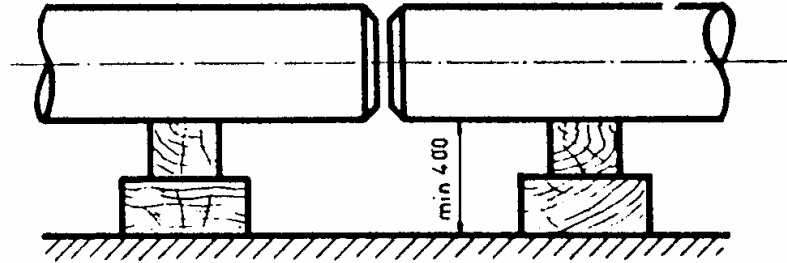
Şek. 318A — Uygun bir selülozik elektrodla çekilmiş kök pasosu.
Cüruf kenarlarından kolaylıkla temizlenir.

Aksi halde şek. 318B'de görülen uygun olmayan, çok önlem ve taşlama işçiliği gerektiren dikiş elde edilir.



Şek. 318B — Uygun olmayan bir selülozik elektrodla çekilmiş kök pasosu.
Cüruf kenarlarından güç temizlenir.

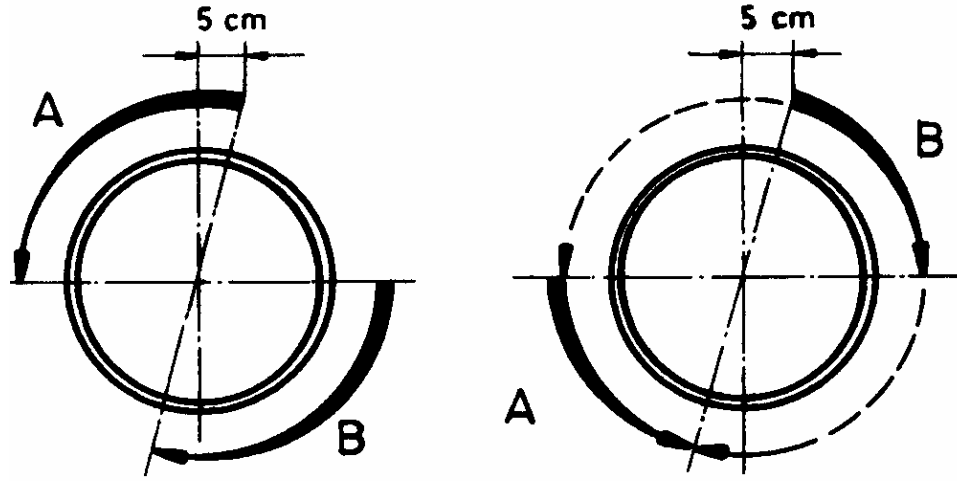
Pozisyonda kaynak için boru ile zemin arasındaki mesafe en az 400 mm olacaktır (şek. 319). Traşlerde kaynakçının rahat hareketine olanak sağlamaya yeterli genişlik bulunacaktır.



Şek. 319.

Kök pasosu

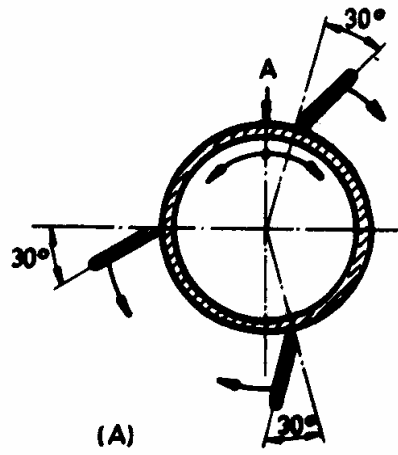
Kök pasosu genellikle aynı anda çalışan iki kaynakçı tarafından çekilir (şek. 320a, B ve şek. 321A). Amerikan API 1104 standardına göre kök pasosu, şek. 321B'ye uygun olarak iki kaynakçı tarafından çekilir.



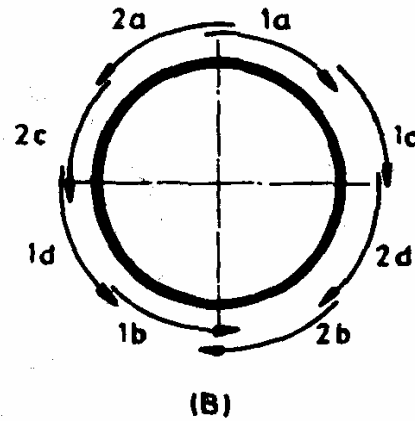
Şek. 320 — Kök pasosunun çekilmesi (2 kaynakçı).

A = 1. kaynakçı; B = 2. kaynakçı

solda : 1. yarı; sağda: 2. yarı.



Şek. 321A - Boruların pozisyonda kaynağı. Kök pasosunun çekilmesi. Çok kısa ark; elektroda yanıl salıntı hareketi verilmeyecek. A = başlama noktası.



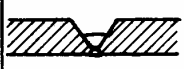




Şek. 321B — API 1104 standardına göre kök pasosu kaynak yöntemi

1a-1d: 1. kaynakçının uygulayacağı kaynak sırası

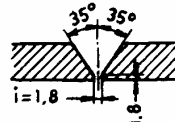
2a-2d: 2. kaynakçının uygulayacağı kaynak sırası

Selülezik elektrodlarla (uzunluk 350 mm) petrol boru hatlarının pozisyonunda kaynağı için veriler.

Çap İnç	Cidar kalınlığı mm	Daire mm	Tabaka	İnç/mm	Elektrod çapı mm	Amp.	Elektrod sayısı	Saf kaynak süresi sn./dak.	Şantiyede fiili kaynak süresi dak.	Aynı tek bir kaynakçı dak.	Kaynak kesiti
12	7-8	970	Kök pasosu	1.8	4,0 (~ 3,25)	120-140	5	5x80"=yakl.7	yakl. 7 (2 işçi) (2 kaynakçı)	yakl. 15	
			Taşlama						15 (1 işçi) (1 kaynakçı)	16 (Yard. işçi)	
			1. Dolgu tabakası		4	130	4	320"	7 (2 işçi) (2 kaynakçı)	15	
			2. Dolgu tabakası		5	145	4	380"	12 (1 işçi) (1 kaynakçı)	12	
			Son kapak pasosu		4-5	140-160	5-3	400"-285"	10 (1 işçi) (1 kaynakçı)	10	
Toplam						18-16	1500"-1300" 25'-21'	51	67		

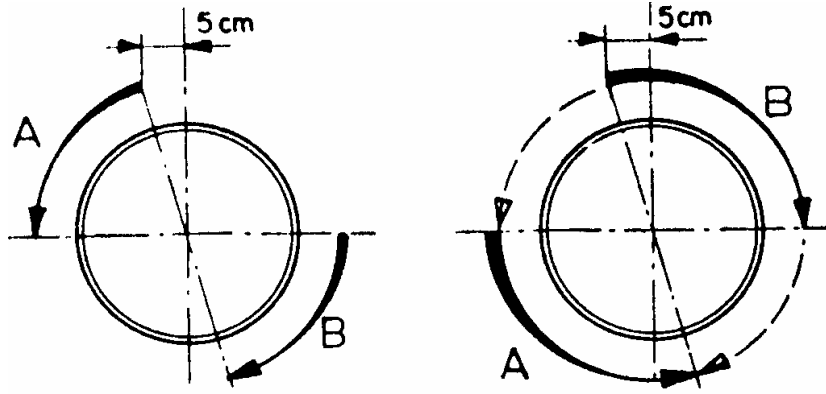
Selülezik elektrodlarla (uzunluk 350 mm) petrol boru hatlarının pozisyonunda kaynağı için veriler.

Çap İnç	Cidar kalınlığı mm	Daire mm	Tabaka	İnç/mm	Elektrod çapı mm	Amp.	Elektrod sayısı	Saf kaynak süresi sn./dak.	Şantiyede fiili kaynak süresi dak.	Aynı tek bir kaynakçı dak.	Kaynak kesiti
24	yakl.6,5	1900	Kök pasosu	1,6	4,0 (~ 3,25)	120-140	10-12	800"-960"	15 (2 işçi) (2 kaynakçı)	30	
			Taşlama							30 (Yard. işçi)	
			1. Dolgu tabakası		4,0	130	8-10	640"-800"	15 (2 işçi) (2 kaynakçı)	30	
			2. Dolgu tabakası		4,0	130-140	8-10	640"-800"	24 (1 işçi) (1 kaynakçı)	24	
			Son kapak pasosu		4 veya 5	130-160	6-8	480"-640"	20 (1 işçi) (1 kaynakçı)	20	
Toplam						32-40	2560"-3200" = 43'-53'	74	134		

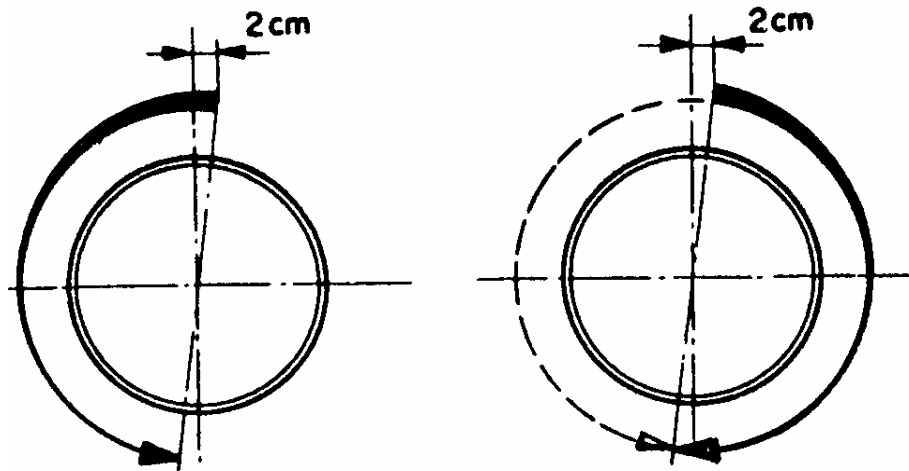


Dolgu tabakaları ve son kapak pasosu

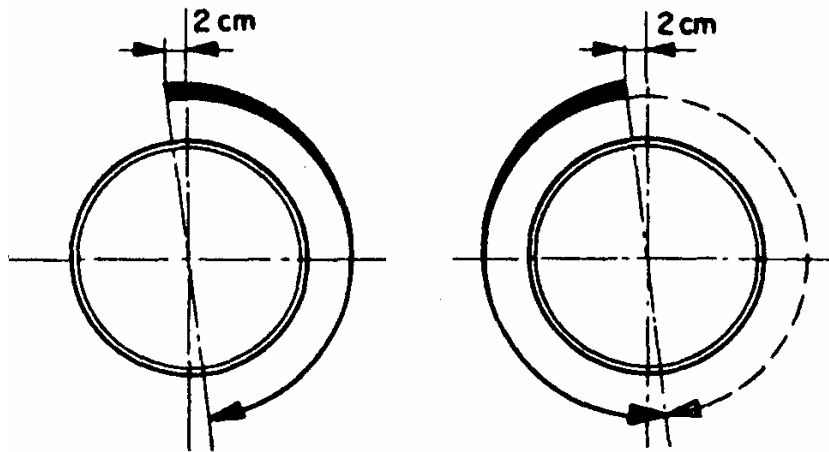
İlk dolgu tabakası iki kaynakçı tarafından çekilir, bundan sonrakilerini ve son kapak pasosunu tek bir kaynakçı çeker (şek. 322 ila 327).



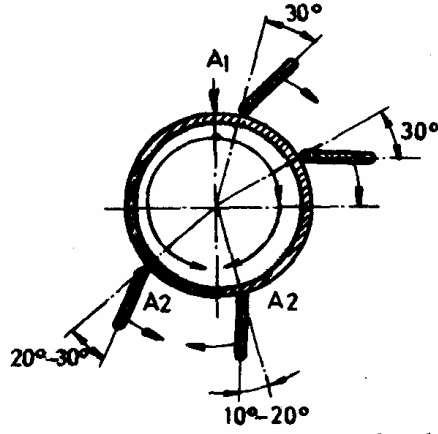
Şek. 322 — İki kaynakçı tarafından 1. dolgu tabakasının çekilmesi.
 A = 1. kaynakçı; B = 2. kaynakçı
 solda: 1. yarı; sağda: 2. yarı.



Şek. 323 ve 324 — Müteakip tabakaların kaynağı (1 kaynakçı).
 solda: 1. yarı; sağda: 2. yarı



Şek. 325 ve 326 — Son kapak pasosunun çekilmesi (1 kaynakçı).
 solda: 1. yarı; sağda: 2. yarı.



Şek. 327 — Selülozik elektrodlarla dolgu tabakaları ve kapak pasosunun çekilmesi

Burada dikkat edilecek husus, her tabakanın başka bir noktadan başlatıldığıdır.

Elektrodun idaresi

Her zaman yukardan aşağıya kaynak edilir. Dolgu tabakaları için elektroda hafif bir zikzak hareket, son kapak pasosu için de bir gerçek salıntı hareketi verilir (şek. 328 ve 329). Yukardan aşağı kaynakla tavan kaynağındaki hareket farkı kaydedilecektir.



A1 - A2 den

Şek. 328 — Son kapak pasosunun yukardan aşağı kaynağı için elektrodun hareketi.



A2 - B1 den

Şek. 329 — Son kapak pasosunun tavan kaynağı için elektrodun hareketi.

Büyük kaynak hızları için çalışma yöntemi

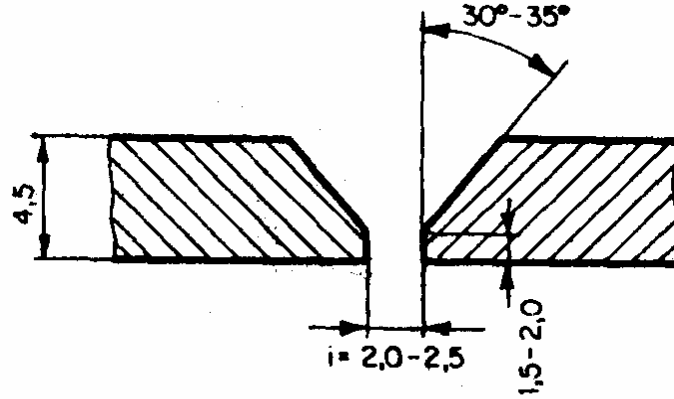
Fransa'da günlük randımanı artırmak için aşağıda tarif edildiği gibi çalışılmaktadır (çap: 860 mm yani 34" ; cidar kalınlığı 8-9,5 mm): Kök pasosu 4 kaynakçı (kök pasosu ekibi) tarafından çekilir; kaynakçılardan her biri dairenin dörtte birini kaynak eder. Birinci doldurma tabakası yine 4 kişilik bir ekip (1. dolgu tabakası ekibi) tarafından, kök pasosunun bitiminden hemen sonra, yani müteakip 5 dakika içinde çekilir. Bunlar şek. 323 ilâ 326'da gösterilen yöntemle ve aynı anda iki komşu dairesel birleşme üzerinde çalışırlar. Dördüncüye kadar müteakip tabakalar aynı çalışma yöntemiyle dört kişilik kaynakçı ekipleriyle çekilir, bunlar yine aynı anda iki komşu kaynak üzerinde çalışırlar. Bütün kaynakçı sayısı 20 olup bunlar günde 120 ilâ 140 adet ϕ 860 mm'lik dairesel kaynak yapabilmekteler ki bu da günde 2 ilâ 2,5 km boru döşemek demektir.

Bazik elektrodlarla kaynak (aşağıdan yukarıya kaynak)

Bazik elektrodlarla kaynak edildiğinde, aşağıda betimlendiği gibi başka bir çalışma yöntemi uygulanacaktır.

Kenarların hazırlığı

Şek. 330'da gösterilen V hazırlığı yapılır. Daha kalın cidarlı borularda, özellikle doğru akımla kaynak edildiğinde (magnetik üfleme etkisi), "i" kök aralığı biraz artırılabacaktır.



Şek. 330 — Aşağıdan yukarı kaynak için ağız hazırlığı.

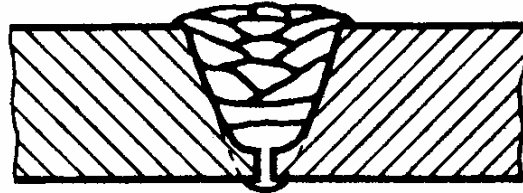
Elektrodlar

Son kapak pasosu da dahil, bazik elektrod kullanılır; mamafih son kapak pasosu asit elektrodlarla da çekilebilir.

Şantiyede elektrodların korunmasına özel özen gösterilecek olup mutlaka taşınabilir kurutma fırınları bulunacaktır.

Kaynağın yapılması

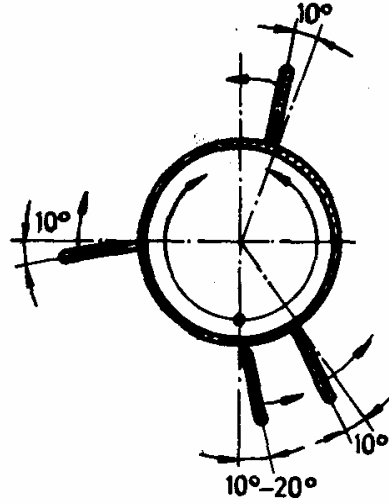
Kaynak, şek. 331'de görüldüğü gibi yapılır. Büyük cidar kalınlıklarında son dolgu tabakalarıyla son kapak tabakası, elektroda yanıl salıntı hareketi verilmeden çekilecektir.



Şek. 331 — Bazik elektrodlarla yapılmış kaynak.

Kök pasosu

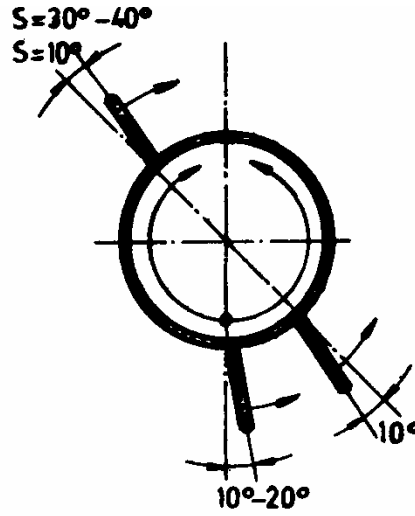
Kök pasosu, $\phi 2,5$ mm'lik bir bazik elektrodla çekilir. Bu ince elektrodlarla, özellikle tavan kaynağı yapıldığında, kaynak banyosu daha iyi kontrol edilebilir. Elektrodun çeşitli pozisyonları şek. 332'de gösterilmiştir. Aşağıdan yukarıya kaynak edilir.



Şek. 332 — Bazik elektrodlarla kök pasosunun pozisyonunda kaynağı.

Dolgu tabakaları ve son kapak pasosu

Genel kaide olarak dolgu tabakalarının kaynağı için bazik elektrod kullanılır mamafih deneyimli bir kaynakçı asit elektrodlar da kullanabilir. Ancak bunlarda cüruf bazik elektrodlarda olduğu gibi geriye dönmeğinden, dikişe cüruf girişi tehlikesi vardır. Şek. 333, elektrodun tutuluş şeklini gösterir.



Şek. 333 — Dolgu tabakalarıyla son kapak pasosunun pozisyonunda çekilmesi

B = bazik elektrod

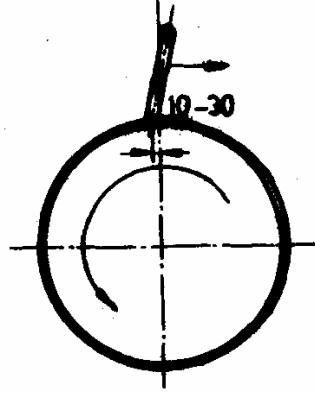
S = asit elektrod

Döndürülebilir boruların kaynağı

Boruların döndürülebilmelerinin mümkün olduğu hallerde bunları makaralar üzerine oturtmakta fayda vardır. Böylece bunlar elle veya bir motorla döndürülür, kaynakçı pozisyon değiştirmeden çalışır. Ancak bu takdirde toprak kablosu mesnede değil, parçanın kendisine bağlanıp onunla iyi bir elektriksel temas sağlayacaktır. Aksi halde borunun makaralara oturduğu yerlerde yanmalar olur.

Döndürülebilir borularda kök pasosu

Pozisyon kaynağında olduğu gibi 02,5 mm'lik bazik elektrod kullanılır. Elektrodun tutuluşu şek. 334'de gösterilmiştir.

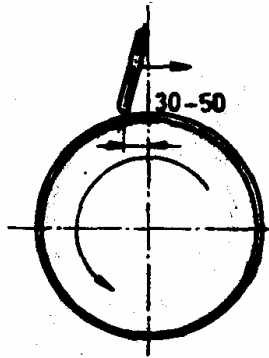


Şek. 334 — Döndürülebilir borularda bazik elektrodlarla kök pasosunun çekilişi

Döndürülebilir borularda dolgu tabakaları ve son kapak pasosu

Pozisyonda kaynağın aksine, daha büyük çaplı elektrodlar kullanılabilir; örneğin: 1. dolgu tabakası için $\phi 3,25$; öbürleri için $\phi 4$; son kapak pasosu için de yüksek randımanlı 4 ilâ 5 mm'lik elektrodlar kullanılabilir.

Dolgu tabakaları ve son kapak pasosu için sadece asit elektrodlar kullanılır. Bunlarla cüruf, kaynak sırasında kendiliğinden kalkacağı gibi kolaylıkla da temizlenir. Şek. 335, elektrodun tutuluşunu gösterir.



Şek. 335 — Döndürülebilir borularda dolgu tabakalarının ve kapak pasosunun asit elektrodlarla çekilişi

Burada dikkat edilecek husus, dairenin tepe noktasının altında ergitildiğidir; böylece kaynak banyosu daha iyi kontrol edilebilir.

Cürufun temizlenmesi

Pozisyonda kaynak durumunda özellikle kök pasosuyla tavan kaynağı yapılmış bölümlerin taşlanması gerekir. Taşlamadan önce cüruf lar keski ve tel fırçayla temizlenecektir.

Kaynağın öbür bölümlerine gelince, bunlar fazlaca dışbükey olmadıkları sürece, önceden bunları taşlamadan üzerine kaynak edilebilir.

Kaynakların muayenesi

a) Göz muayenesi

Spesifikasyonların birinci grubu, çıplak gözle ve basit ölçü aletleriyle muayeneyi öngörür: kaynak dikişlerinin taşkınlığı ve azami müsaade edilen boru kaçıklıkları 1,6 mm'dir. Daha büyük kaçıklıklarda dairesel dikiş kesilip atılacaktır. Bu dar toleransların tutulması basit değildir. API normunun kabul koşullarına göre nominal çaptan sapma, azami 4 mm'dir. Döşeme ve nakil sırasında borular ovalleşebilir ki bu da merkezlemeyi güçleştirir. Merkezleme noksanı tehlikesi kök çatlaklarına götürür ve dolayısıyla bu kaynak dikişinin mukavemetini olumsuz yönde etkiler. Başka bir kusur da, müsaade edilmeyen elektrod tutuşturma noktalarıdır. Kaynak püskürmelerinden kaçınılacaktır. Vaki oldukları yerlerde bunlar taşlanacaklardır. Görülebilir çatlak içeren bütün dairesel kaynaklar kesilip atılacaklardır. Yanma çentiklerine azami 0,8 mm derinliğe ve 300 mm uzunlukta 40 mm boya kadar müsaade edilir. Daha büyük kaynak yanma çentikleri olan yerler önce taşlanır ve sonra yeniden kaynak edilir.

Tahribatsız muayene

İkinci grup hatalar dikişin içinde olup sadece özel tertiplerle saptanabilenlerdir. Bahis konusu tertipler şunlardır:

1. Ultrasonik muayene
2. Borunun içinden bir iridyum menbai ile muayene (gammagrafi)
3. Röntgen ışınlarıyla muayene

Boru hatları üzerindeki deneyimler, ultrasonik muayenenin hata saptamasında yetersiz kaldığını göstermiştir. Keza iridyum ışınlarıyla muayene de hatanın keskin bir görünümünü vermemektedir. DIN normuna göre hata çizgisi 0,23 mm veya 8 mm boru cidarı kalınlığında % 1,7 ve 12 mm kalınlıkta da 0,3 mm veya % 1,5 kalınlığında bir çizgi olacaktır. Her bir dairesel dikişten 30 cm uzunlukta 5 röntgen filmi, çift ışınlandırma ile, çekilir. Her film DIN normunun ve boruya basılmış kaynakçının numarasını içerir.

Röntgen muayenesiyle aşağıdaki hatalar saptanır:

- Kapak pasosu yanında yanma bölgesi
 - Yetersiz kök nüfuziyeti ve kökte çatlak
 - Kökte taşkınlık
 - Yerel sertleşme ve birleşme bölgesinde muhtemel çatlak
 - Cürufun dikiş içinde hapis kalması ve birleşme hatası.
1. Kaynama eksikliği. Müsaade edilen toplam uzunluğu 10 mm. İki kaynama eksikliği gösteren ve her biri 8-10 mm uzunlukta olan yer arasındaki minimum mesafe 300 mm olacaktır.
 2. Üst kapak veya kök pasosunda yanma çentiği; müsaade edilen uzunluk 40 mm; bu alanda başka hiçbir tür hata bulunmayacaktır.

3. Cüruf girmeleri ve gözenekler. İntizamsız olarak dağılmış cüruf girdisi ya da sıralarının toplam en yüksek uzunluğu 30 - 40 mm olabilir. Keza küçük, tamamen intizamsız olarak dağılmış gözeneklere de müsaade edilir.

TRANS - ALASKA PIPELINE'I HAKKINDA KISA BİLGİ

Trans - Alaska petrol boru hattı (48 " = 1200 mm ϕ) normal hatların gerektirdikleri nitelikler dışında kutbun büyük soğğunun ve hat boyunca olası yer sarsıntısının etkilerine karşı koymak zorundadır. Bu itibarla uygulanan çeşidi muayeneler bu koşullara uyacak şekilde saptanmıştır.

Petrol endüstrisi standartları kopma mukavemeti, eğme ve kertik kırma (nick - break) testlerini öngörmekte olup bu sonucusunda dikiş bir kertikle zayıflatılarak çekilir ve kaynak metalinin içi gözle muayene edilebilir.

Ayrıca numuneler Charpy V çentik darbe, mikrosertlik ve çatlak açılma yer değiştirmesi (COD - crack opening displacement) testlerine tabi tutulur.

Bütün bunların dışında, kullanılacak akım şiddeti, gerilme sınırları ve kaynak hızı ve metal terk etme derecesini saptamak üzere kaynak makinaları ve elektrodlar üzerinde denemeler yapılmıştır.

Şantiyede kaynak işlemleri genel olarak iki aşamaya ayrılmıştır: "alın - uç" ve "ateşleme hattı - firing line".

"Alın - uç" işleminde, bir kaynak edilmiş borular kesiminin ucuna yeni bir borunun birleştirilmesi ve ilk kaynağı bahis konusudur.

Alışlagelmiş "alın - uç" süreci, daha önceden kaynak ağzı açılmış (şevlendirilmiş) boru ucunun, toz ve kalıntılardan arındırılmak üzere, kum püskürtmeyle temizlemekle başlar. Sonra birleşecek uçlar üfleç ya da endüksiyonlu ısıtıcıyla, sıcaklığı kullanılacak kaynak yöntemine göre saptanmış bir ön ısıtmaya tabi tutulur.

Yeni bir boru, boru hattının uçuna pozisyona getirilip gerektiği gibi kök aralığı ayarlandığında ve sıkıca tespit edildiğinde dört kaynakçı, her biri dairenin dörtte biri olmak üzere, birleşmenin etrafında kök pasosunu çeker. Dikiş bittiğinde, "sıcak" paso uygulanır. Kök pasosu tamamlandıktan sonra tespit tertibatı sökölüp müteakip pozisyona taşınır.

İki kişiden oluşan "ateşleme hattı" kaynakçı ekibi, geri kalan ve altı yedi pasoluk bütün sıralar tamamlanana kadar çalışır şöyle ki boru hattı inşası şu sıraya göre uygulanır:

A — Alın - uç işlemi

1. Münferit boru üzerinde uç şevleme işlemi
2. Münferit boru üzerinde kum püskürtme
3. Münferit boru üzerinde şevleme kontrolü
4. Münferit boru üzerinde ön ısıtma
5. Borunun, içten merkezleme tertibatıyla pozisyonda hizaya getirilmesi
6. Kalite kontrol ekibi tarafından hiza, sıcaklık, kök aralığı ve kaynak parametrelerinin denetimi
7. Kök pasosu

8. Birinci dolgu pasosu.
 5. ilâ 8. işlemler sırasıyla tek bir birleşme üzerinde uygulanır.
 B — Bundan sonra ateşleme hattı başlar:

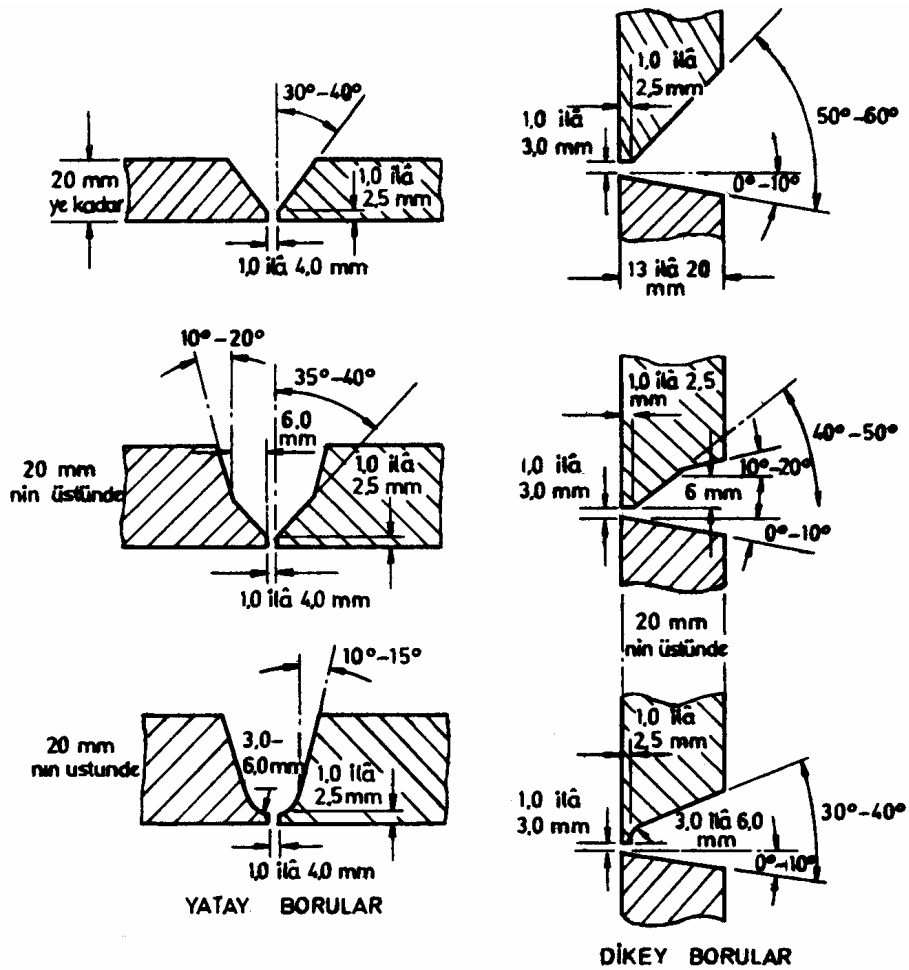
9. Kaynaktan önce yeniden ön ısıtma
 10. İkinci dolgu pasosu
 11. Üçüncü dolgu pasosu
 12. Dördüncü dolgu pasosu
 13. Son kapak pasosu

10. ilâ 13. işlemler her bir birleşme üzerinde aynı zamanda uygulanır. Bundan sonra göz muayenesi, radyografi gelir.

Kaynakları radyografiden geçirmek için boru içine giren bir "sürüngen" alet kullanılır. Film, ışıktan korunmuş olarak, boru dışına tatbik edilir.

İçten sürüngen aletle ulaşılamayan ve tamir edilmiş kaynaklar için çoğu kez bir gamma ışını menbaı kullanılır. Radyasyon menbaı borunun bir yanına konur, film borunun içine, kesitin mukabil tarafına yerleştirilir.

Ve nihayet uç uca boru kaynakları için kaynak ağız ayrıntıları, şek. 336'da verilmiştir:



Şek. 336 — Uç uca boru kaynakları için ağız hazırlığı.