

Temper Dökümlerinin Kaynağı

Temper dökümlerine kaynak tatbikatının sınırlamaları

A - BEYAZ TEMPER DÖKÜMÜ

- Ön şartlar ve karakteristiklerin değişmesi:
 - a) Kimyevi terkinin etkisi;
 - b) Kaynaktan evvel dokunun etkisi;
 - c) Mukavemet, uzama ve sertlik üzerinde hası! olacak değişmeler;
 - d) Isıl işlem;
 - e) İşlenebilme.
- Kaynağın uygulaması, bazı tavsiyeler.

B - ADI VE ÖZEL BEYAZ TEMPER DÖKÜMÜ İLE SİYAH TEMPER DÖKÜMÜ ÜZERİNDE KAYNAKLI BİRLEŞMELERİN MUKAYESELİ MUKAVEMET DENEMELERİ

C - SİYAH TEMPER DÖKÜMÜ

- Çeşitli kaynak metodu neticelerinin mukayesesi.

Temper dökümleri kaynakla, temperleştirme tavlama ile elde edilen çok özel doku ve mekanik karakteristikleri kaybederler. Buna sadece ince cidarlı beyaz temper dökümü parçalarda bulunan tavlama grafitinden yoksun ferrit istisna teşkil eder.

Bileşik karbon veya tavlama grafiti ihtiva eden bütün diğer dokular, tekrar ergime ve oksitlenmenin tabiatında bulunan kusurlar dışında, başlangıç beyaz dökme demirlerin ve çeşitli su verme dokularının sert ve kırılğan hallerini hiç değilse mevziî olarak yeniden elde etmeye açıktırlar.

KAYNAĞIN TEMPER DÖKÜMLERİNE TATBİKATININ SINIRLAMALARI

Bu sebeptendir ki sadece 9 mm. kalınlığa kadar beyaz temper dökümleri «kaynak edilebilir» diye nam salmışlardır.

Mamafih bu sınırlama fazla bağlayıcı gibi görünmüyor.

1) Gerçekten kaynak bütün kalınlıklarda beyaz ve siyah temper dökümlerine, birleştirmeden önemli mekanik şartlar beklenmediği ve parçanın işlenmediği hallerde tatbik edilir: görünüş kusurlarının tamiri, kırık parçaların tamiri, mukavemetin bahis konusu olmadığı birleşmeler;

2) Kaynak edilmiş parçanın mekanik yük taşıması ve işlenmesi gerekiyorsa 8 mm.'den kalın beyaz temper dökümü ile her kalınlıkta siyah temper dökümünden kaynaklı birleşmeler, sert ve kırılğan karbürleri ayrıştırmak gayesi ile kaynaktan sonra mecburi olarak bir ısıl işleme tabi tutulacaklardır.

Kalın ve karışık parçalar, gerilmelerden kaçındıran kâfi sıcaklıkta (5 ilâ 600° C) kaynak öncesi ısıtmayı elzem kılarlar. Hemen kaynaktan sonra derhal ocağa sokulup burada çok yavaş soğumaya terk edilirler;

3) Siyah temper dökümünün bazı kaynak usulleri (kendisi veya çelikle kaynak) ön ısıtma ve kaynak sonrası ısıl işlemi gerektirmeyip buna rağmen, büyük seride imalâta dahi, çalışmada kâfi bir mukavemet temin ederler. Karbürlerin teşekkülü asgariye indirilmiştir. Kaynakların işlenmesi talep edilmemektedir.

Bu itibarla temper dökümünün kaynağı bu değişik görüş noktalarından tetkik edilecektir.

I - Beyaz temper dökümünün kaynak şart ve usulleri;

II - Adi beyaz temper dökümü, kaynak edilebilir temper dökümü, siyah temper dökümü, oksii-asetilen, ark ve uç uca direnç kaynağı ile kaynakların birleşmelerinin mukayeseli mukavemet deneyleri;

III - Siyah temper dökümünün kaynağı. Çeşitli metodlarla kaynak edilmiş deney çubukları üzerinde deney neticeleri. Tatbikat misalleri.

A - BEYAZ TEMPER DÖKÜMÜNÜN KAYNAĞI (*)

Temper dökümünün kaynağı aşağıdaki noktalara temas eden bir miktar ön şarta bağlıdır.

a) Kimyevi terkinin kaynak üzerindeki etkisi;

b) Kaynaktan evvelki dokuların etkisi;

c) Mukavemet, uzama ve sertlikte hasıl olan değişmeler;

d) Isıl işlem;

e) İşlenebilirle;

f) Sonradan, **kaynak uygulaması** üzerine bazı tavsiyeler hatırlatılacaktır.

Bu bahis boyunca siyah temper dökümüne, bilhassa mukayese babında, bu iki temper dökümü grubunun özelliklerini daha iyi belirtmek gayesi ile birçok atflar yapılacaktır.

a) *Kimyevi terkinin etkisi*

Alman sınıflandırılmasından alınmış aşağıdaki tablo, diğer memleketlerin temper dökümleri ile büyük benzerlikler arz eden muhtelif tiplerin kimyasal terkinini verir.

(*) **ROLL F. - Duisbourg, Schweissen von Tetnperguss, Schweissen von Gusseisen, Düsseldorf, 1958. adlı eser, sah. 87 ile 105.**

Tipler	Elde edilme usulü	Kimyasal terkip % olarak				
		C	Si	Mn	P	S
BEYAZ TEMPER						
GTW 35	Kupol ocağı	3,1-3,6)	0,8-0,6	0,3-0,4	< 0,13	0,2-0,3
GTW 40	Kupol ocağı	2,9-3,2) sonradan	0,7-0,6	0,3-0,4	< 0,1	0,18-0,22
	Reverber ocağı	2,6-2,8) tavlama ile	0,7-0,6	0,1	< 0,1	< 0,1
GTW 40	Kupol ocağı	2,9-3,2) dekarbüre edilmiş	0,7-0,6	0,3-0,4	< 0,1	< 0,15
Kaynak edilebilir	+ döner ocak veya elektrik ocağında afinaj	) 2,8-3,1)	< 0,5	1,2 ye kadar	< 0,1	< 0,06
	Reverber ocağı	) 2,6-2,8)	0,5-0,6	0,3-0,6	< 0,1	< 0,1
SİYAH TEMPER						
GTS 35	Kupol ocağı	2,7-3	1,1-0,8	0,4-0,6	< 0,13	< 0,16
GTS 38	Kupol ocağı	2,7-3	1,1-0,9	0,4-0,5	< 0,1	< 0,15
	+ döner ocak, elektrik veya reverber ocağı	) 2-2,6) 2-2,4	1,1-0,9 1 -0,9	0,3-0,6 0,3-0,4	< 0,1 < 0,1	< 0,12 < 0,1

Beyaz temper dökümünün karbürlerinin ayrışmasını ve bir dekarbüreyonunu meydana getiren oksitleyici ortamda tavlama sonra yüzeyde ve göbekte geri kalan takribi karbon oranları şunlardır (*):

Parçaların kalınlıkları	Yüzeyde	Göbekte
4 mm	0 % C	0,4 % C
10 mm	0 % C	1,3 % C
20 mm	0 % C	1,8 % C
30 mm	0 % C	2,2 % C

Beyaz temperde karbon, göbekte perlit, birleşmiş karbon veya serbest grafit şeklinde bulunur. Kaynak için en rahatsız edici şekil serbest grafitir. Gerçekten, her zaman kaçınılmayan oksitleyici kaynaktan grafit yanar ve sıvı dökme demirden karbon oksidi ve dioksidi çıkar; bunların habeleri katılma esnasında hapis kalır ve kaynak dikişinde boşluklar vücuda getirir.

Nispeti %0,4 ile 0,8 arasında bulunan silisyum da çok kolaylıkla oksitlenebilir. Dökme demirin ergime sıcaklığında yok olur; ateşte kaybı %15 ile 40'dır. Silis ve silikatlar halinde oksitlenir, bunlar danelerin sınırında ince partiküller halinde yerleşir ve kaynaktan çatlak başlangıcı doğururlar. Düşük uzama katsayıları soğuma esnasında dokuda devamlılığı bozar.

(* VDG Merkblatt. Schweißen von Temperguss. Projet de recommandations, octobre 1950.

Diğer taraftan silisyum, karbürlerin ayrışmasını kolaylaştırarak kaynakta müsait rol oynar. Pratikte, silisyumdan yana zengin örtülü kaynak çubukları kullanılır; bunun ayrıca gayesi sıvı metali oksitlenmeden koruyan bir cüruf hasil etmektir; keza silisyum ve nikelle alaşımlanmış elektrodlar da kullanılır.

%1 Manganezli dökümler ancak bir dekapan yardımı ile kaynak edilebilir. Kaynak edilebilme kabiliyeti, düşük manganez ve kükürt nispetlerinde daha iyidir. Kükürt kaynağa kötü etkide bulunduğundan manganezin rolü kükürtü nötralize etmektir (1,72 x S oranında). Kükürt yanarken sülfür gazları neşreder, bunlar da gözenekler meydana getirir. Ayrıca soğumada, bilhassa geçiş bölgesinde sert noktalar hasil eden karbürleri bağlar. Bir yüksek grafit oranı karşısında % 0,15 kükürtlü bir döküm pratik olarak kaynak edilemez.

Yukarda sayılan elementler siyah temper dökümü üzerine de benzer etki icra ederler fakat ayrıca, kaynak esnasında silisyumun ateş kaybı ve yüksek tavlama grafit oranı sebebi ile karbür teşekkülü tehlikesi daha büyük olur. Siyah temper dökümünün tamiri halinde, karbürleri ayrıştırmak için kaynaktan sonra 6 saatlik 900°C'ta bir tavlama ile ocakta soğutmaya başvurmak gerekir.

Orta kısmı (göbeği) grafitleşmiş olan beyaz temperden kalın parçaların kaynağında benzer zorluklar meydana çıkar.

b) Dokunun kaynak üzerinde etkisi

1) Sert noktalar

6 mm kalınlığı geçmeyen ferritik beyaz temper, kaynak esnasında sıvı metalin oksitlenmesinden kaçınmak şartı ile yumuşak çelik gibi kaynak edilebilir. Daha büyük kalınlıklarda, göbekte mevcut olan perlit, perlit oranının artması ve sorbit teşekkülü neticesinde, kaynak esnasında geçiş bölgesinde sert alanlar teşkil etme tehlikesini arz eder. Bu oran, esasında, dökümün karbon nispeti ile artar. Bu su alma etkisini önlemek için bir ön ısıtma ile soğuma hızını azaltmak veya bunun etkisini bir menevişle hafifletmek gerekir. 8 ile 10 mm.'lik parçalar şalümo ile böyle bir ön ısıtmayı elzem kılar. Geçiş bölgesinde sementitin mevcudiyeti çekme mukavemeti ile uzamayı azaltır.

Beyaz temper parçaların göbeğinde bulunabilen iri grafit daneleri kaynak esnasında kuvvetli bir gaz çıkarması ile yanar. Yüksek kükürt ihtiva eden parçalar, primer karbürler etrafında çatlaklar meydana gelmesi ile beyaz dökme demir halinde katılaşmaya meyleder. Bu iki kusur parçaları kaynak kabul etmez hale getirir.

Temperleştirilecek bazı parçalarda bulunması mümkün olan primer grafit tavlama belirli bir değişmeye uğramazsa da metalin ısınıp ergimesinden sonra soğumada, kaynağı tamamen işlenmez hale getiren sementite dönüşür.

Siyah temper dökümü ile beyaz temper dökümünün grafitleşmiş göbeği tavlama perlit ve grafitini ve muhtemelen de bir perlit kordonunu haizdir. Büyük kısmı kaynakta sementite dönüşür. Kaynağı müteakip bu parçalar 6 saat müddetle 900°C'lik bir tavlama tabi tutulmadıkça ne tamir ne de bir kaynak konstrüksiyonu yönünden kullanılabilirler. Karışık şekilli parçalar

kaynaktan doğruca ocağa sevk edilmelidirler. Kaynak dikişinin civarını grafitleştirmek için yavaş soğuma elzemdir.

2) Oksitlenmiş beyaz temper dökümü

Beyaz temperin tavlama sırasında matris, kusurlu imâl sebebi ile yüzeyde olduğu kadar belirli bir derinliğe kadar nüfuz eden az veya çok bir oksitlemeye uğrayabilir. Kaynak esnasında demir oksidi dökme demirin ana karbonu ile birleşip çukurluklar halinde beliren karbon oksidi teşkil eder. Kuvvetlice oksitlenmiş parçalar kabuk bile dökülebilirler.

Tavlama filizlerinin oksijenden yana çok zengin olması halinde 0,1 ile 0,4 mm. kalınlıkta bir kabuk teşekkül eder ve muhtemelen filiz yapışmaları olur. Bu kabuk kumlamadan sonra dahi kaynağa zorluk çıkarabilir.

Üzerine kum yapışmış parçaların asitle dekape edilmeleri gerekir. Maden filizi içinde tavlama parçaları, içinde nispeten büyük ölçüde oksitler ve ayrıca sülfürler bulunan oldukça kalın pulları dahi haiz olabilirler. Bunlar oyuklar meydana getirerek kaynağı olumsuz yönde etkiler.

Beyaz temper dökümünün tavlama **fazla ısıtılması** halinde dokusu (kırığı, kırılmalığa işaret olan bir parlak beyaz manzara arzeder) ferrit iğneleri (Widmanstätten dokusu) ihtiva eder. Normalin çok üstünde (normal miktarın 5 ile 10 misli) oksijeni haizdir. Kırılgan olduğundan, **kaynaktan evvel fazla oksitlenmiş kısım yok edilmelidir.**

3) Gözenekler, gaz kabarcıkları

Kaynak, kaynak çubuğu tarafından teşkil edilen oksit ve cürufların ayrışması ve ana metalde grafit ve silisyumun oksitlenmesi sebebi ile hasıl olan gazlardan gözenekler meydana getirir.

Her iki tip temper dökümü, ve bilhassa beyaz temper, muhtemelen tavlama esnasında teşekkül etmiş yüzey cürufunun reaksiyonu sebebi ile buna hassastırlar. Siyah temper ayrıca kaynaktan sonra, beyaz dökme demirin karakteristiği olan, kuvvetli bir çekme arz eder.

Paslanmış (*) kaynak çubukları, temizlenmemiş (boya, yağ, kum) metal kullanılmasından gaz kabarcıkları da hasıl olabilir. Oksitler grafitle birleşerek karbon oksidi neşreder. Diğer taraftan rutubet, hidrojen serbest bırakarak ayrışır. Pasta şeklinden çok toz halinde dekapanlar ergime sırasında teşekkül etmiş oksitleri ayırmak gayesi ile kullanılırlar.

Daha başka oksitleme menbaları gaz kabarcıkları hasıl edebilirler: kızgın alevi 3 ile 12 mm mesafede olan şalümonun yanma gazları ve aynı zamanda kaynak çubuğunun oksitlenmiş damlaları. Bu itibarla, fazla ısıtmadan kaçınmak ısıyı iyi dağıtmak, sakın bir metal banyosu idame etmek gerektir. Kıvılcımlar, yabancı madde mevcudiyetine delâlet ederler.

(*) Foundry Trade Journal, 26 Février 1953, p.245.

c) Kaynağın mekanik karakteristikler üzerinde hasıl ettiği değişmeler (mukavemet, uzama, sertlik)

Aşağıdaki tablo temper dökümlerinin tip dokularının karakteristiklerini özetler.

126 no.'lu grafik beyaz temper dökümlerinin kalınlığa göre, siyah ve perlitik temperlerin de, kalınlıklar ne olursa olsun, tekabül eden mekanik karakteristiklerini verir.

	Beyaz temper dekarbüre edici tavlama		Siyah temper nötr tavlama	
	Strüktür (doku)	6 mm homogen ferrit veya/ve perlit	> 6 mm homogen olmayan yüzey ferrit geçiş ferrit + perlit göbekte Perlit veya ferrit + grafit	Bütün kalınlıklar homogen
Kırılma kesiti	beyaz	muhtemelen siyah göbek	a) ferrit + tavlama grafiti	b) perlit + tavlama grafiti
			siyah	beyaz dikiş siyah göbek

Görüldüğü üzere kaynağın beyaz temperin dokusunda hasıl ettiği değişmeler parçaların kalınlığına göre farklıdır. 3 ile 8 mm'ye kadar, parçanın sıhhatli ve kaynağın iyi olması halinde, birleşmenin mukavemeti ana temperinkinden belirli şekilde fark etmez. 12 mm'den itibaren ve bu kalınlığın üstünde, hissedilir bir mukavemet düşmesi beklenmelidir. Dökme demirin çift temperleşme tavına tabi tutulduğu özel halde bu sınır biraz geri gidebilir. Fakat her halde 12 mm ve daha fazla kalınlıkta bir cidarın kaynağı, özel kalitede kaynak edilebilir bir beyaz temperin seçimini, bunun temper imalatçısından talep edilmesini ve uygun bir ısıl işlemleri elzem kılar.

1) Çekme mukavemeti ve uzama

Aşağıdaki deneyler bu şartları haklı çıkarır. Bunlar 4, 6, 8 ve 12 mm kalınlık, 40 mm genişlik ve 120 mm. uzunlukta, iki dökme demir kalitesinde yarım deney çubukları üzerinde icra edilmiştir. Kaynaklar, yüksek kaliteli olarak kabul edilmiş R ve S elektrodları ile yapılmıştır.

Kaynağa uygun kalitede olan ilk ana temper, kalınlık ve perlit oranına göre, 4 ve 12 mm kalınlıklar için sırası ile 38'den 48 kg/mm²'ye uzanan mukavemetler arz etmiştir. Bunlar 128 no.'lu grafikte a eğrisi ile gösterilmiştir, R ve S elektrodları ile kaynak edilmiş birleşmelerin mukavemeti ana metalinkilerden az fark etmiştir (b ve c eğrileri).

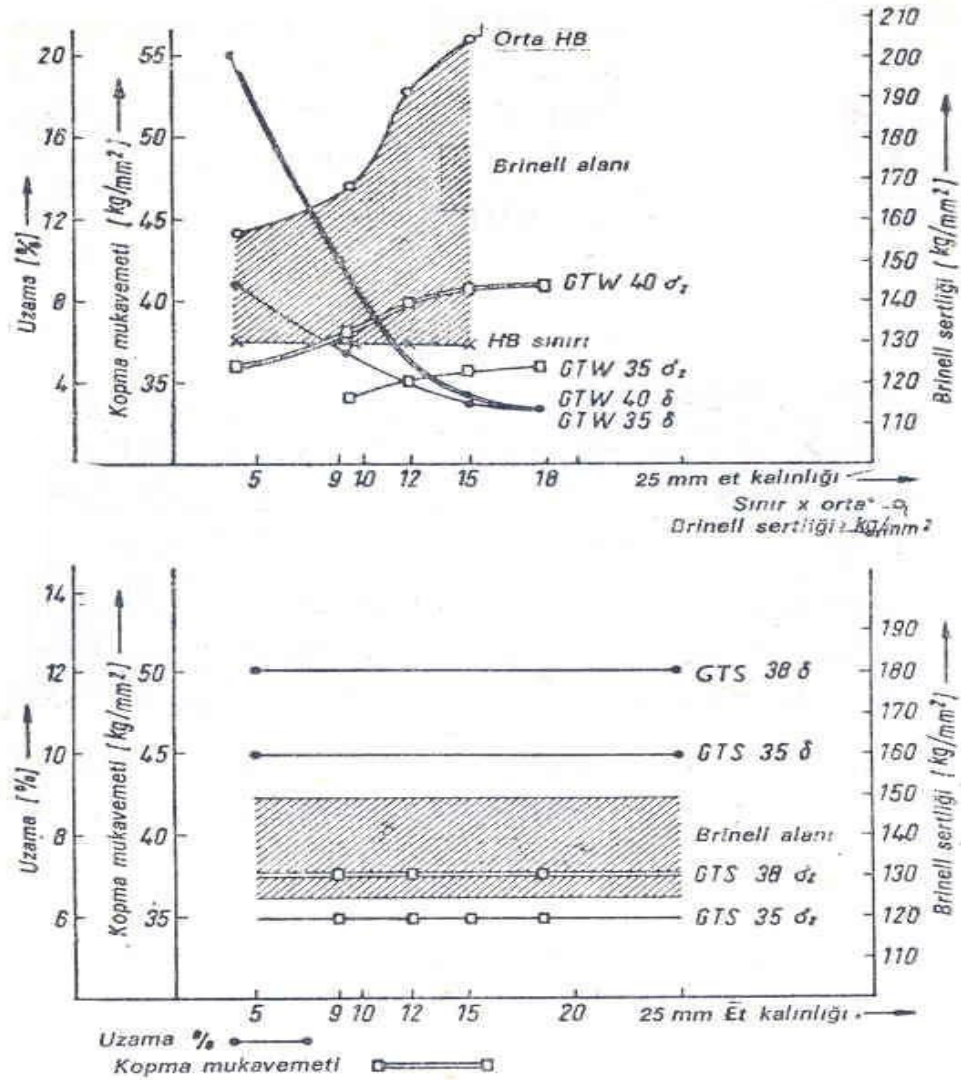
Kaynağa uygun olmayan ikinci temperde, 6 mm 'nin üstünde çekme mukavemeti takriben %50 oranında, onu kaynağa uymaz hale getiren küçük soğumada büzülme oyukları sebebi ile düşmüştür. Bu mukavemetler 29 no.'lu grafikteki a eğrisinde gösterilmiştir. Kaynaklı birleşmenin mukavemeti, kalınlık 6 mm'yi geçince düşmüş, düşüş daha büyük kalınlıklar için daha da fazla olmuştur (129

no.'lu grafiğin b ve e eğrileri). Uygun olmayan bir metal üzerine tatbik edilmiş kusursuz bir kaynağın neticeleri bunlardır.

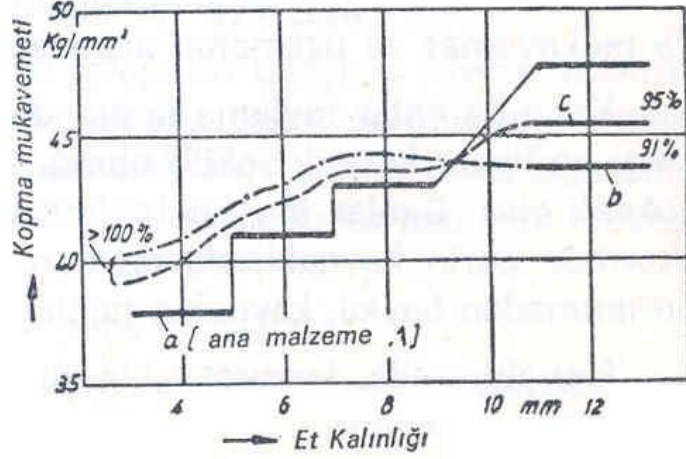
Şekil 130, büyük adette yüksek kaliteli beyaz temper deney çubuğu üzerinde kaynaklı birleşme mukavemet dağılıma sahasının parça kalınlıkları ile nasıl arttığını gösterir. 12 mm'nin üstünde çekme mukavemeti ve uzamanın %50 ve daha fazla miktarda düşmesi hesap edilmelidir. Bir ısı işleme tabi tutulmuş birleşmelerde bu düşüş daha azdır.

2) Sertlik

4 ile 8 mm kalınlıkta beyaz temper parçalarının sertliği az değişir. 8 ile 12 mm kalınlıklar arasında, geçiş bölgesinin sertliği kaynaktaki artar ve yüksek kükürlü parçalarda 350 Brinell'e kadar çıkabilir. Daha kalın parçalarda sertlik 450 Brinell'e varabilir.

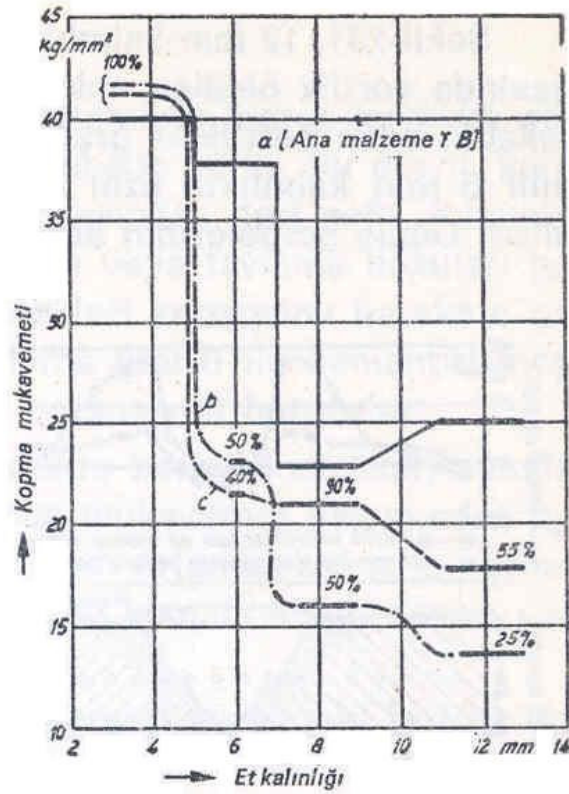


Şek. 126 - Parça kalınlıklarının fonksiyonu olarak beyaz temperlerin mekanik karakteristikleri ve siyah temperlerin karakteristikleri.

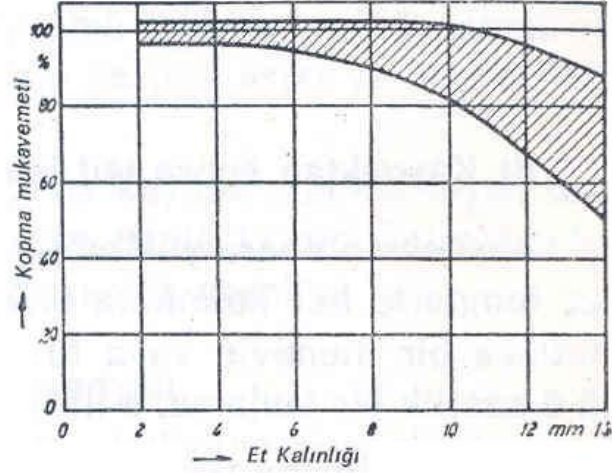


- a) Ana metalin mukavemeti; kaynağa uygun temper.
- b) R elektrodu ile kaynaklanmış birleşimin mukavemeti.
- c) S elektrodu ile kaynaklanmış birleşimin mukavemeti.

Şek. 128-Kaynaklanmış birleşimlerin mukavemeti üzerine et kalınlığı ve kaynaktan evvelki mukavemetin etkisi.

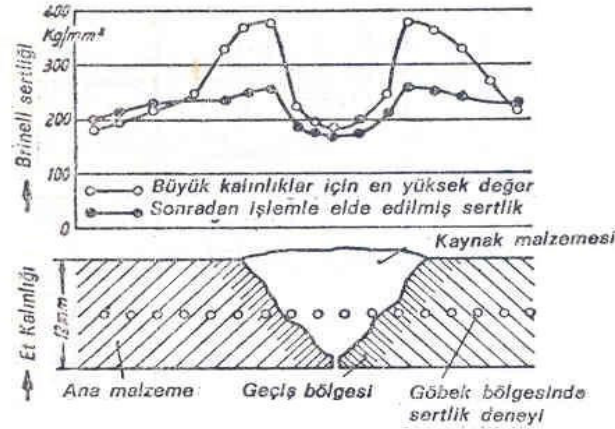


Şek. 129 - Uygun olmayan bir B temperi için aynı karakteristikler.



Şek. 130 - Ana temper mukavemetinin % 'si olarak ifade edilmiş kaynaklı birleşimin mukavemeti.

Şekil 131, 12 mm kalınlıkta bir kaynaklı birleşimin kesitini, göbek bölgesinde sertlik ölçülen noktaları, kaynaktan ve yumuşatma tavından sonra tekabül eden sertlikler grafiğini verir. 132 no.'lu mikrografi, kaynak edilebilir 5 mm kalınlıkta özel bir beyaz temperin yumuşak çelikle kaynağına aittir. Geçiş bölgelerinin sertliği burada bilhassa az olmuştur.



Şek. 131 - Kaynak dikişi ve ana temperin Brinell sertliği.



Şek. 132 - Kaliteli kaynak, 5 mm kalınlıkta özel temper (SIUS) ile çeliğin birleştirilmesi.

d) Kaynaktan sonra ısıtma işlemi

Kaynaktan sonra yüklemelere maruz kalacak kalın ve orta kalınlıkta beyaz temperle her kalınlıkta siyah temper, karbürleri ayrıştırmak gayesi ile mutlaka bir meneviş veya tavlama tabii tutulmalıdır. 900-950°C'da 2 ile 6 saatlik bir tavlama, 8 ile 12 mm kalınlıkta bir beyaz temper için kâfidir.

Keza iyi bir ön ısıtma ve çok yavaş bir soğuma ile de iyi sonuçlar elde edilir. Bu konuda şalümo ile ön ısıtma çok uygundur.

18 mm kalınlıkta beyaz temper parçalarının tavlama, kaynak tarafından sertleştirilmiş doku elementlerinin yumuşamasını ve bunu takiben de mukavemet ve uzamanın artmasını temin eder.

Kalın parçalar tavlama sırasında tedrici bir ısıtmayı gerektirir zira parçalar ne kadar karışık şekilli olursa kaynaktan hasıl olan gerilmeler o kadar yüksek olur. Bunlar hiç bekletilmeden ocağa konulmalıdır. Büyük parçalar üzerinde derin kaynaklarda da durum aynıdır. Bunlarda 500-600°C'lik bir ön ısıtmadan başka, kaynakla tamiri takiben yavaş bir soğuma gereklidir.

Her durumda, kusursuz bir mukavemeti İdame etmek için hassas bir tav işlemi elzemdir.

Kaynaklı birleşmelerin korozyonu

Çalışma esnasında rutubet veya benzer ortamlara maruz kaynaklı alaşımlarda çoğu zaman bir korozyona meyil müşahade edilir. Bu meyil, komşu dokular arasında elektrolitik potansiyel farklarından ileri gelir. Kaynaklı temperde bu meyil, kimyevi terkip az farklı ise veya tavlama dokuları homojen kıldı ise az belirli olur. Kaynak gözenekleri korozyonu harekete geçirir. İşleme yüzeyde iki bileşeni, yani tavlama grafiti ile sementiti meydana çıkarabilir; bunlar da farklı elektrolitik potansiyeli haizdirler.

Mamafih tecrübe, kaynaklı temperin pratikte boru konstrüksiyonunda, çelik ve dökme demir birleşmelerde korozyona mukavemet bakımından uygun olduğunu göstermiştir. Buna mukabil rutubetli ortamda monelle kaynak prensip olarak korozyonu hızlandırır. Mamafih bu konuda kesin karara varmak için kâfi miktarda sonuç henüz elde yoktur.

Kaynaklı beyaz temperin korozyona mukavemeti yüzeydeki ferritik doku sayesinde; bu doku, siyah temperinkinden daha elverişlidir. Perlitik temper korozyona daha hassastır.

e) İşlenebilme

8 mm kalınlığa kadar beyaz temper dökümü işleme zorluğu arz etmez ise de daha fazla kalınlıklarda geçiş bölgesinin sertliği artar ve işlenebilme kabiliyetini azaltır.

Oksi-asetilen veya elektrik ark kaynağı ile kaynak edilmiş siyah temper dökümü işlenemez. Bu güçlüğü yenmek için 10 ile 12 mm kalınlıkta beyaz temperi ve her kalınlıkta siyah temperi tavlama gerekir.

1) Beyaz ve siyah temper dökümlerinin tanınması

Temper dökümünü kaynak etmek isteyen kullanıcı kaynaktan evvel, kendisine teklif edilen dökümün kalitesini bilmelidir. Doku genellikle bir parçanın kırığından daha kolay tanınır. Parçayı harap etmeden, 1 ile 3 mm çapta bir matkapla talaş kaldırılabilir.

Talaşların ve sarılmalarının tipi ve renkleri ayırıcıdır.

Az kalınlıkta (azami 8 mm) bir beyaz temperin talaşları dövme demirin-kilerini hatırlatır. Daha kalın parçalarda, yüzeye yakın derinliklerde talaşlar aynı görünüşü haiz olup daha büyük derinliklerde bunlar daha kısa olur, kolay kırılır ve renkleri daha koyudur. Bu renk, tavlama karbonunun mevcudiyetinden ileri gelir.

Perlit talaşları ferritkinlerden biraz daha koyudur.

Siyah temperde talaşlar, yüzeyden parça göbeğine kadar, tavlama grafitinden dolayı, koyu renktedir.

Görüldüğü gibi tanınma usulü kırığın veya talaşların tetkikinden ibarettir. Büyük mukavemet arz etmesi gereken kaynaklarda kükürt dozajı veya Baumann miyarı %0,1'den aşağı bir kükürt nispeti vermelidir.

2) Kaynağın uygulanması

Doku ve kimyasal terkip sınırlamaları dışında temper dökümü oksii-asetilen kaynağı ile olduğu kadar elektrik ark kaynağı ile de iyi kaynak edilir.

Bir avantaj olan hızlı ergime sebebi ile parçaya az miktarda ısı aktarması, mahzur teşkil eden ısıl darbe ve yüksek sıcaklıkla karakterize olan ark kaynağı, tamir ve imalâta daha sık kullanılır. Bu usulde ön ısıtma ve kaynaktan sonra tavlama işlemlerinden sarfi nazar edilir. İnce parçalarda ark kaynağı ile direnç kaynağı bilhassa denenmiş usullerdir. Zorluklar 10 mm-den fazla kalınlıklarda belirir. Bunlar geçiş bölgesinde sertlik artmasından ileri gelir, mamafih kaynak üfleci ile tavlama bile bu sertliği azaltabilir.

Ark kaynağı şekil değışmeleri ve parçaların çatlama tehlikelerini azaltır. Ekonomik mülâhazalarla bu kaynak tercih edilir. Ancak, kaynak ağızlarının önceden hazırlanmasını gerektirir.

Temper dökümü için oksii-asetilen kaynağı, içinde mevcut ve tavlama grafitinden hasil olan sementit teşekkülünü sınırlaması sebebi ile alevin daha tatlı sıcaklığı avantajına sahiptir. Üflecini aynı zamanda ön ısıtmaya ve uygulamadan sonra ısıl işleme de yaraması, karışık şekilli parçalarda daima çekinilen çekme çatlaklarından kaçınma imkânını vermesi, pratikte kullanılma sebebini teşkil eder. Oksii-asetilen kaynağında çubuk metalinin içindeki elementlerin reaksiyonu daha tamam olur.

Ön ısıtmalı veya ısıtmasız ark kaynağı

Ön ısıtma 300 ile 400°C'da olur. Elektrod çapı 2,5 ile 4 mm'dir. Aşağıdaki bileşmeler iyi sonuçlar vermiştir:

	I	II	III
C	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08
Si	Sp < 0,2	2 - 3	< 0,2
Mn	0,3 - 0,8	0,3 - 0,8	0,3 - 0,8
P	< 0,03	< 0,03	< 0,03
S	< 0,03	< 0,03	< 0,03
N	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ni		2 - 3	25 - 35

Büyük kalınlıklarda, çekme gerilmelerine mukavemetin zayıf olduğu halde kaynak dikişi çatlamaya bilhassa meyillidir. Bundan kaçınmak için akım şiddeti metalin ergimesine gerekli değerde sınırlandırılır.

Elektrod çapı mm.	Akım şiddeti, Amp.	Akım yoğunluğu, Amp/mm ²
2,5	90	18
3,25	120	14,5
4	160	12,5

Temper dökümünün kaynağı için farksız olarak doğru ve dalgalı akımlar kullanılır. Doğru akımla kaynakta fazla ısınmadan kaçınmak için elektrod pozitif kutba bağlanır.

Uygulama şekli

Temper dökümünün kaynağında ark mümkün olduğu kadar kısa tutulacak. Arkın üfleme tesiri sebebi ile elektrodla sıvı metali çok çalkalayan dairesel hareketler çizmeyip metalin akıcılığını uzatan ve kaynak dikişinin gazlardan kurtulmasına yardım eden «geri adım» usulü tercih edilir. Yavaş soğuma aranmalı, parça hava cereyanlarından korunmalı ve gereğinde, bir amyant levha veya kumla örtülmelidir.

Üst üste tabakalar halinde veya 3 mm'den fazla kalınlıkta kaynaklarda İyi bir kök kaynağı elde edip cüruf girmesini önlemek için ilk tabaka daha ince elektrodla çekilmelidir.

X dikişlerinde bunlar bir sağa bir sola gelecek şekilde parça çevrilmeli. Kaynak çekmesinden hasil olabilen fazlaca şekil değiştirmeden böylece kaçınılmış olur.

Temper dökümünün takviye kaynağında, bilhassa, karbondan yana zengin olan göbeğin perlitik bölgelerinde kaynak dikişi difüzyonla karbürleşme sünekliğini kaybetme tehlikelerine maruz olup bu hal çatlak ihtimallerini artırır. Elektrod tipini değiştirerek başarı sağlanamamışsa birleştirilecek kenarlar üzerine önceden ince bir kaynak tabakası çekmek faydalıdır. Sonra çelik tel fırça ile fırçalanır ve bununla kaynak dikişinin kalitesi düzeltilebilir.

Ön ısıtmalı ve soğuk oksitlenmiş kaynak

Ön ısıtmadan maksat, iletkenlik sebebi ile soğuma hızını ve semantit teşekkülünü azaltmak üzere ana metalle ergime ve komşu geçiş bölgeleri arasındaki sıcaklık farkını azaltmaktır. Ön ısıtma tercihen 300 ile 400°C arasında yapılır.

Kaynak çubukları bakırlanmış çok yumuşak çelikten veya %2 ile 3 silisyumlu veya nikelli austenitik çeliktendir. Örtülü çubuklar daha avantajlıdır. Dökme demir çubukları da kullanılır ancak bunlar soğumada bir doku sertleşmesi hasil ederler.

Alev nötr (normal), hafif karbürleyici (asetileni fazla) olacak. Üfleç ve çubuk çapları çelik kaynağınınkindir. Sıvı metali havadan koruyup onu deokside eden toz halinde dekaplan kullanılır.

Punta kaynağı

Punta kaynağı yüksek mukavemetin aranmadığı hallerde çelik saca birleştirmede (çelik dolaplar ve karterler, armatürler) kullanılır. Doku bakımından beyaz temperin saca birleştirilmesi siyah temperinkinden üstündür. Böyle bir birleşmenin İyi dekarbüre edilmiş 10 mm kalınlıkta beyaz temper üzerinde mukavemeti, yüzey kalitesi kusursuz olmak şartı ile nokta başına meselâ 500 kg olarak takdir edilebilir.

Direnç kaynağı

Beyaz temperin direnç kaynağı son zamanlarda otomobil imalatı, mekanik ve metalik konstrüksiyonlarda belirli bir önem kazanmıştır. Çelikle kaynakta azami kalınlık 8 mm'dir. Bu birleşmelerin mekanik, statik ve dinamik karakteristikleri müsaittir.

Kaynakla tamir

Dökümcülükte ve mekanik İmalâtta bir aksın kırılması veya hatalı işleme neticesinde temper parçaları kullanılamaz hale gelebilir. Muayyen sınırlar içinde bunlar kaynakla tamir edilebilir: çatlak kenarlarına kaynak ağızı açtıktan sonra ark kaynağı veya, hatta kaynak ağızsız, oksitlenmiş kaynak kaynağı.

Kaynağın kontrolü

X şuları kaynak dikişlerinin kökünde gözenek, boşluk ve cüruf karışmalarını gösterebilir. Magnetik deneyler ise bilhassa, yanlış elektrod seçiminden ileri gelen kılcal çatlaklar için etkilidir. Bu çatlaklar, enlemesine (arzani yönde) gerilmeden dolayı kaynak dikişine paralel olarak meydana gelirler. Bu yöne tevcih edilmiş magnetik alanda parazit kesiklikler hasil ederler. Ve nihayet kıymetli ve tatbikî daima basit bir kontrol usulü de, ultra-viyole ışınlarına hassas yağ emdirildikten sonra «terleme» (ressuage) deneyidir.

B- KAYNAKLI BİRLEŞMELERİN MUKAYESELİ DENEYLERİ (*)

- Beyaz Temper Dökümleri;
- Siyah Temper Dökümleri;
- Perlitik Temper Dökümleri.

Deneylerin gayesi üç esas kaynak usulüne en uygun gelen temper dökümü kalitelerini sınıflandırmaktır:

- İlave metalli oksii-asetilen ve elektrik ark kaynağı;
- Direnç kaynağı (çubuk ve boruların uç uca kaynağı), şişirmeli;

ön ısıtmalı ve ısıtmasız, nihaî tavlmalı veya tavlamasız. Altı tip temper dökümü etüt edilmiştir. (Tablo I ve II):

a) Dört çeşit beyaz temper dökümü, terkip ve elde edilme metotları bakımından değişik (normal döküm, iki kaynak kabul eder döküm ve bir kaynak kabul eder özel döküm);

b) Bir ferritik-perlitik ve bir perlitik siyah temper dökümü;

Ayrıca deneyler bütün bu dökümlerin 37-21 çok yumuşak çeliği ile kaynağı üzerine de yürütülmüştür.

Bu temper dökümleri oksii-asetilen ve ark kaynağına 6,9 ve 12 mm kalınlıkta plâkalar halinde arz edilmiştir.

6 X 60 X 90

9 X 75 X 90

12 X 75 X 90

Kaynak edilebilir özel beyaz temperle çok yumuşak çelik ayrıca 42 X 3,5 mm uzun borular halinde denenmiştir. 6 mm plâkalarda 45°, 9 mm plâkalarda 60° açılı ve 12 mm'lik plâkalarda da X kaynak ağızları açılmıştır.

(*) H. MAEDER, — Schweißen von Temperguss. Forschungsberîche des VVirtschafts - und Verkehrsministeriums Nort - VVestfalen, n° 328, 1957.

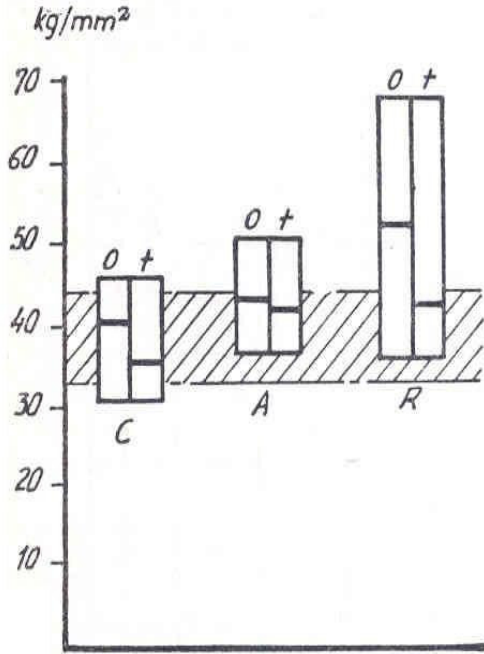
TABLO I
Etüd edilmiş dökme demirlerin karakteristikleri

	Gösterilişi	Doku	Kalınlık	E, kg/mm ²	R, kg/mm ²	A, %
I	GTW 40 S Kaynak edilebilir özel beyaz temper	Ferrit-Perlit	9 12	20-28 20-28	33-42 36-44	28-36 20-28
II	GTS 38 Siyah temper	Siyah göbekli Ferrit-Perlit	9 12	22-25	38-40	12-15
III	GTS 38 Perlittik siyah temper	Perlittik, tavlama grafiti	9 12	31-35	52-55	7-9
IV	Çelik 37-21	Ferrit	9 12	21-25	37-45	18-20
V	GTW 40 S Kaynak edilebilir beyaz temper	Ferrit-Perlit göbekte ferrit içinde tavlama grafiti	9 12	21-24	38-45	8-15
VI	GTW 40 S Kaynak edilebilir beyaz temper	Ferrit-Perlit göbekte tavlama grafiti	9 12	23-27	38-45	10-30
VII	GTW 40 Normal beyaz temper	Perlittik, göbekte tavlama grafiti	9 12	23-25	40-45	7-10

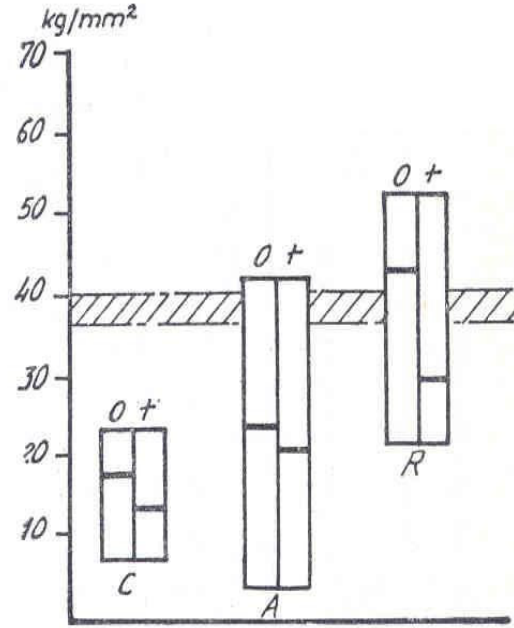
TABLO II

Elde etme ve tavlama usulleri: Tavlama evvel terkip

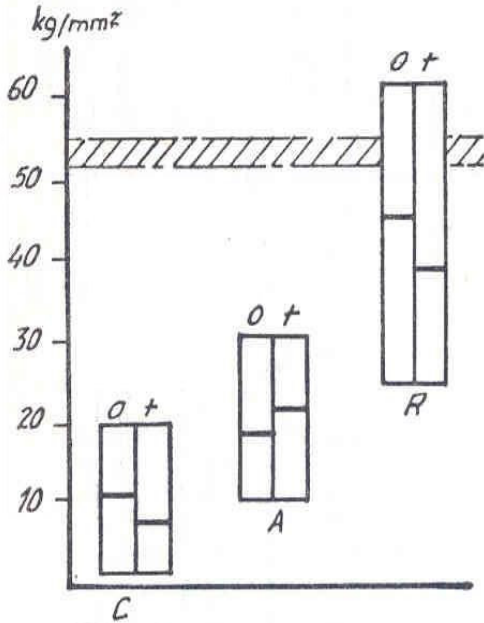
	Usul	Tavlama		Kimyasal terkip % olarak						
		Sıcaklık C°	Süre saat	C	Si	Mn	S	P	Cr	
I	GTW 40 S Duplex reverber-kupol	1050	96	2,7 -3	0,25 -0,35	0,7 -0,8	0,02 -0,06	< 0,08	< 0,08	< 0,1
II	GTS 38 Brakelsberg ocağı	900-950	60-90	2,2 -2,5	1,3 -1,1	0,3 -0,5	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,06
III	GTS 38 perlitik Brakelsberg ocağı	900-950	60-90	2,2 -2,5	1,3 -1,1	0,3 -0,5	< 0,08	< 0,08	< 0,08	< 0,06
IV	Çelik 37-21			0,09	eser	0,34	0,016	0,022		
V	GTW 40 S Duplex reverber-kupol	1020-1050	96	2,8 -3	0,5 -0,6	0,3 -0,4	0,06 -0,08	0,04 -0,05		
VI	GTW 40 S Duplex reverber-kupol	1020-1050	96	2,8 -3	0,4 -0,5	0,2 -0,3	0,06 -0,08	0,04 -0,05		
VII	GTW 40 Kupol	1000-1020	84	3 3,2	0,6 0,7	0,3 0,4	0,16 0,02	0,07 0,09		



I — Kaynak edilebilir özel beyaz temper

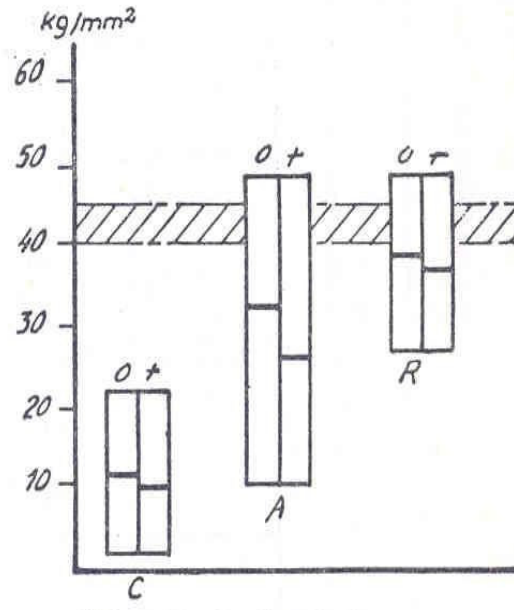


II — Ferritik siyah temper



III — III — Perlitik siyah temper

C = ultiç kaynağı
A = ark kaynağı
R = direnç kaynağı



VII — VII — Normal boyaz temper

0 = temper-temper kaynağı
+ = temper-çelik kaynağı
— = birleşmenin ortalama mukavemeti
//// = Ana temperin ortalama mukavemeti

DENEYLERİN NETİCELERİ

Yandaki şekil dört döküm tipinin üç kaynak usulü ile yapılmış kaynak deney çubuklarının çekmeye mukavemetini mukayese eder: I, II, MI ve VII. Taranmış bölge ana dökümün kopma mukavemetini, dörtgenler kaynaklı birleşmelerin dağılmalarını, ya döküm-döküm (o), ya döküm-çelik (+) olarak ifade eder.

1°) **Kaynak edilebilir özel beyaz temper I** 40-25 kupol ocağı-Reverber ocağında elde edilmiş (%2,7-3 C; %0,30 Si; %0,7-0,8 Mn; %0,02-0,06 S; < %0,03 P; < %0,1 Cr) bu döküm bütün usullerle iyi kaynak kabul eder. 7 mm kalınlığın üstünde 350°C'lik bir ön ısıtmaya ve geçiş bölgesinde sertleşmeyi azaltmak için, kaynaktan sonra yavaş soğumaya tabi tutulmalıdır.

2°) Siyah temper dökümleri (II ferritik, III perlitik), pik kaynak çubuğu ve oksii-asetilen veya bazik örtülü elektrodla ark kaynağı ile 400°C'lik bir ön ısıtma ve sonradan yavaş soğuma ile çatlaksız olarak kaynak edilebilir. Bu ısıtma işlemine rağmen kaynak dikişi yakınındaki geçiş bölgesinde doku sertleşmesi kalır ve bu temper dökümlerini konstrüksiyon için kaynakla birleştirilmeye elverişsiz kılar.

Bununla beraber, evvelce gördüğümüz kaideler çerçevesinde kalmak kaydı ile kusurların tamiri ve parçaların görünüşünün ıslahı için bunlara kaynak tatbik edilebilir.

3°) 40-10 ve 40-20 (V ve VI) göbekte tavlama grafiti ihtiva eden kaynak edilebilir beyaz temper dökümleri 7 mm kalınlığa kadar, oksii-asetilen kaynağında pik kaynak çubuğu, ark kaynağında bazik elektrodla 400°C'a ön ısıtma ve kaynaktan sonra yavaş soğuma ile kaynak edilebilirler. 7 mm 'nin üstünde, bu aynı tedbirlerle, başarı ancak kısmîdir. Doku sertleşmesi birleşmeyi kırılğan ve konstrüksiyona elverişsiz kılar. Buna mukabil kusurların tamiri mümkündür.

Kaynak edilebilir mezkûr iki döküm, kaynak dikişinde, ana dökümün ferrit adacıklarında tavlama grafiti varlığından ötürü meydana gelen gözler hasil ederler ve bu meyil normal beyaz temperde çok daha az belirlidir.

4°) **Kaynak usulünün seçimi** (oksii-asetilen veya elektrik ark) - kaynak edilebilir özel dökümler bir kenara bırakılarak - çeşitli temper dökümlerinin birleştirilme başarısını etkilemez. Sadece adi VII beyaz temperin direnç kaynağında düzelme görülür.

5°) Çeliğin çeşitli temper dökümleri ile kaynağı bunların kendileri ile kaynağından daima daha az mukavemetlidir. Mamafih katı bir şey söyleyebilmek için deneme adedi henüz azdır.

6°) Temper dökümlerinin kaynak mukavemetleri genellikle plâka kalınlıkları ile artar. Çelikle kaynak edilme halinde 9 mm kalınlık en uygun düşeni olmuştur.

7°) Direnç kaynağı genellikle en elverişlisidir. Ergimenin kısa sürmesi sebebi ile difüzyon yolu ile ısıtılmış geçiş bölgesi, daha yavaş yürüyen oksii-asetilen veya elektrik ark kaynağına nazaran çok daha sınırlıdır.

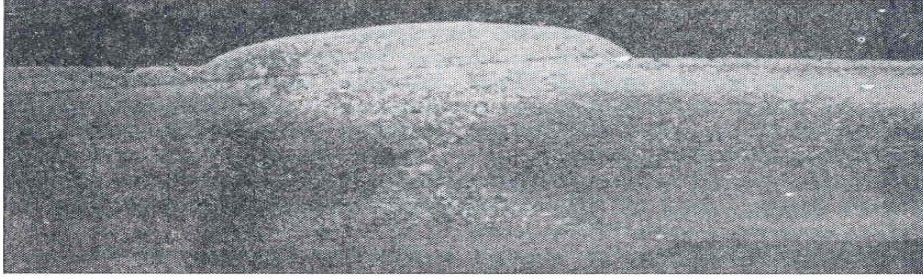
DENEYLERİN ŞARTLARI

Ön denemeden sonra kaynak, üfleç ve pik kaynak çubukları ile ve elektrik ark kaynağı ile de bazik örtülü elektrodlarla uygulanmıştır.

1°) **Kaynak edilebilir özel beyaz temper (I) dökümü:** 7 mm kalınlığa kadar plakaların dokusu aşağı yukarı münhasıran ferritik olup ön ısıtmasız ve kaynaktan sonra yavaş soğuma olmadan kaynak edilebilir. Bu kalınlığın üstünde ön ısıtma ve ocakta yavaş soğumanın yokluğu göbekte sert martansitik veya sorbitik doku bölgeleri hasil eder, bunlar elektrik ark kaynağında (şek. 19), oksii-asetilen kaynağına nazaran (Şek.20) daha belirlidir.



Şek. 19 - 12 mm kalınlıkta bir kaynak edilebilir özel I beyaz temper dökümünün elektrik ark kaynağı birleşmesinin kesiti (x3)



Şek. 20 - 12 mm kalınlıkta bir kaynak edilebilir özel I beyaz temper dökümünün oksii - asetilen kaynağı birleşmesinin kesiti (x3).

350°C'de ön ısıtma ve ocakta soğuma ile göbekte az çok ince perlit veya biraz troostit görülür; lekeler az çok serttir.

Direnç kaynağında, ısı geçiş bölgesi oksii-asetilen veya elektrik kaynağına nazaran daha dardır. 9 ve 12 mm'lik plakalarda akım, şişirmeden sonra 3 saniye tutulmuş ve soğuma ocakta olmuştur.

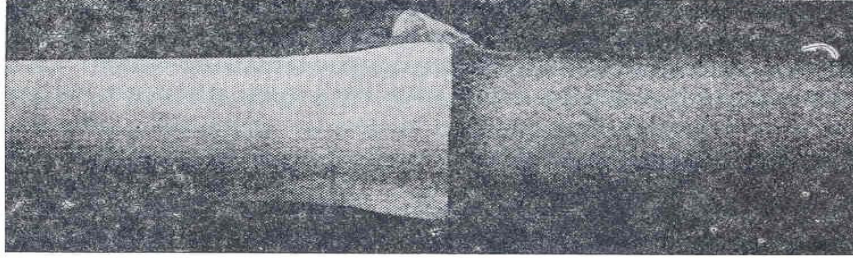
Nötr gaz altında, kaynak dikişi gözeneksizdir.

I dökümünden 4 mm'lik boruların kendi aralarında kaynağı zorluk arz etmemiştir. Buna mukabil bu boruların çelik borularla birleşmesinde çatlaklar hasil olmuştur.

2°) **II ferritik siyah temper dökümü**

Siyah ferritik temper dökümünün kaynağı pik çubuk içinde bulunan ve metal akıcılığını sınırlayan bir dekapanla olmak üzere üfleç ile ve elektrik ark kaynağı ile (bazik örtülü elektrodla) iyi uygulanır.

Fakat çok yüksek tavlama grafiti nispeti sebebiyle kaynak, dikişin yanındaki geçiş bölgesinin sertlik ve kırılabilirliğini çok fazla artırır. Bu sertlik ve kırılabilirlik ancak sonradan tatbik edilen bir ısıl işlemle yok olur, bu sebepten bu döküm kaynaklı birleşmelerde kullanılmaz.



Şek. 34 - 9 mm 'lik yuvarlaklar üzerinde bir direnç kaynağının kesiti. Ferritik çelik üzerine perlitik temper (x3)



Şek. 35 - Perlitik temper - çelik birleştirme geçiş bölgesinin dokusu.

3°) III siyah perlitik temper dökümü

Siyah perlitik temper, ferritik tempere göre kaynağa daha az elverişlidir; bununla beraber geçiş bölgesinde sert ve kırılabilir doku ve çatlakla hasıl eder. Bunlar 400°C'lık bir ön ısıtma ve ocakta yavaş soğuma ile azaltılabilir. Bu temperin çelikle direnç kaynağı mümkünse de Şek.34 ve 35'den görül düğü gibi doku değişmesi çok anidir.

4°) Kaynak edilebilir V ve VI beyaz temper dökümleri

Bu dökümler 400°C 'lık ön ısıtma ile (pik çubukla) oksii-asetilen kaynağında olduğu kadar bazik elektrodla elektrik ark kaynağında da kaynak edilebilirler. Fakat hem dikişte, hem de ana metalde, ve bilhassa oksii - asetilen kaynağında, gözeneklerin teşekkülü görülür. V dökümü bu sebepten pratik olarak kaynak edilmez. VI dökümü nispeten daha iyidir.

V dökümünün bu gözenekleri, ferrit adacıkları içinde bulunan tavlama grafitine bağlı olup bunun hemen bitişiğinde teşekkül eder. Direnç kaynağına nazaran daha uzun ısıtma müddeti sebebi ile bu gözenekler oksii-asetilen kaynağında daha barizdir. Direnç kaynağında çok az çekme gözeneği görülür.

5°) **Adi VII beyaz temper dökümü**

Bu dökümün bundan evvelki kaynak malzemeleri ile oksii-asetilen ve elektrik ark kaynağını kabul ettiği görülmüştür. Evvelki iki dökümden daha az göz teşekkül etmiştir. Göbek dokusunun sertleşmesinden kaçınmak için muayyen bir kalınlıktan sonra ön ısıtma ile yavaş soğuma icap etmiştir.

GENEL MÜLÂHAZALAR

Kaynak edilebilir I özel beyaz temper dökümü dışında bütün dökümlerde, kaynak dikişii civarında doku sertleşmesinden dolayı çekme deney çubuklarının hazırlanması güçlükler arz etmiştir. İşlenme esnasında birçok kaynaklı deney çubuğu kırılmıştır.

Genel olarak, her biri yüksek sertlik değerlerine tekabül etmelerine rağmen elektrik ark ve direnç kaynağında oksii-asetilen kaynağına nazaran çekme mukavemeti değerleri daha yüksek ve daha az dağınık olmuştur. Bu keyfiyet daha hızlı olup kaynak süresince dökümün ana dokusunun daha az bozulduğu elektrik ark kaynağına bağlıdır.

Diğer taraftan, 6 mm'lik daha homojen ferritik dokulu deney çubukları, çok dağınık değerler arz eden kalın çubuklara nazaran daha muntazam bir kaynak mukavemetini haizdir.

Bazı şartlar altında kaynak edilebilen ferritik II ve perlitik III siyah temper dökümleri büyük bir kırılmalığı haizdir. En az 9 mm kalınlığa kadar dirençle kaynak edilebilirler.

C-SİYAH TEMPER DÖKÜMÜN KAYNAĞI (*)

El kitaplarının çoğu, oksitleyici olmayan atmosferde tavllanmış temper dökümünün (siyah temper) kaynak kabul etmediğini, kaynağa elverişli olarak kabul edilmemesi gerektiğini beyan ederler. Buna rağmen bu temper dökümü kalitesinin kaynağı çeşitli metotlarla, seri halinde parçalar ve çok sayıda uygulama için tatbik edilmektedir.

Usulden ne beklemek lâzımdır ve en iyi sonuçları almak için başvurulacak tedbirler nelerdir?

KAYNAKLA TAMİR

Kaynak, döküm hatalarının tamiri için daimi olarak başarı ile tatbik edilmektedir. Bu tamir, temperleşme tavlamasından evvel brüt döküm parçalar üzerinde üfleç ile veya daha sık olarak, düşük karbonlu çelik elektrodlarla elektrik ark kaynağı ile yapılır. Bu şartlar altında, ark veya üfleç tarafından ısıtılmış bölgede ve çabuk soğumadan da hasıl olan doku değişmesinin önemi, değişme bu ısıl işlem tarafından tashih edildiğinden, artık büyük değildir.

(*) H. CARY. - «Welding Malleable Iron», Modern Castings, novembre 1963, p.620-624. Transactions American Foundrymenti Society, 1963.

İMALATTA KAYNAK

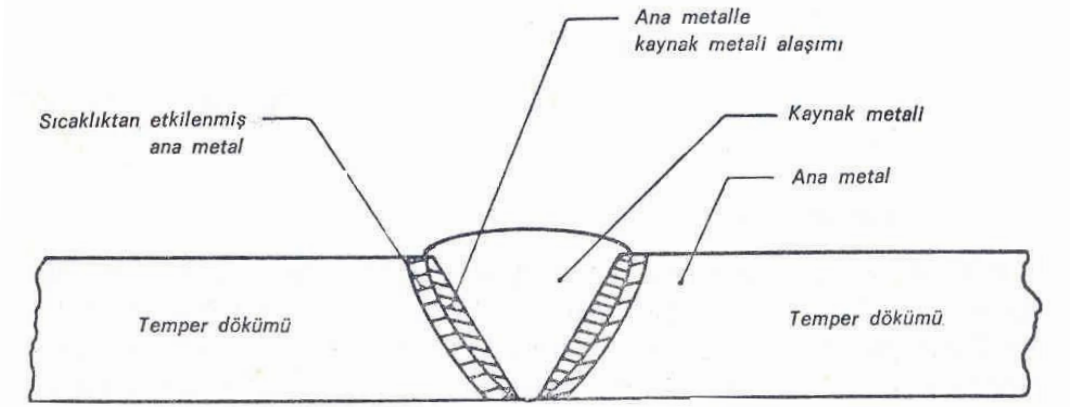
Oksi-asetilen kaynağında, kullanılan çubuk metaller yumuşak çelik, gri döküm (pik), tel halinde sert lehim pirincidir. Sert lehim uzun senelerden beri temperi kendisi ile veya hadde çeliği ile kaynakta kullanılmıştır. Birleşmenin kalitesi elverişli olmakla beraber usul ağır olup sert lehimin temperinkinden farklı rengi mahzur olarak görülür.

Pikin (gri döküm) kaynağı için yakın zamanda geliştirilmiş usuller temper dökümüne de, ya çok karışık şekli haiz olduğundan dökümde zorluk arz-eden ve dolayısıyla birkaç elementin birleştirilmesi ile meydana getirilen parçalara, ya da bir hadde memulüne, boru veya çelik profile, birleştirmede tatbik edilir.

TEMPER DÖKÜMÜ KAYNAĞININ ORTAYA ÇIKARDIĞI PROBLEMLER

Siyah temperin temperleştirme tavlamasından sonra kritik sıcaklığın üstünde (austenitik bölge) yeniden ısıtma, tavlama karbonunu matris içinde yeniden eritir. Ve çabuk soğuma ile de erimiş karbon demirle birleşerek, ilk sünek dokunun aksi olarak sert ve kırılğan Fe_3C karbürü teşkil eder.

Ayrıca, çabuk veya elektrod metali ana metalle yeni bir alaşım meydana getirir. Kaynak ve hemen yakınındaki ana metal, parçanın diğer kısmı hissedilir derecede ısıtılmadığından (ısıtma çabuk ve mevzii olduğundan) iletkenlikle çabuk soğur (Şek.1). Siyah temperin kaynağındaki zorluk sert ve kırılğan bir bölge hasil eden yüksek karbon nispetinden ileri gelir.



Mamafih bu sertliği azaltmanın çeşitli çareleri vardır:

a) Kaynaktan sonra bir tavlama serbest karbür oranını ve kırılğan bölgeyi azaltmaya meylederse de hâl çaresi tamamen memnuniyet verici değildir. Bazı parçalar kaynaktan sonra bu işleme tabi tutulamaz ve tavlama beklenen en iyi neticeyi vermez;

b) Başka bir çare de daha düşük sıcaklıkta yapılan bir kaynak usulüne başvurmak veya hiç değilse büyük bir ısı yoğunlaşmasından kaçınmaktır. Oksi-asetilen kaynağı bu şarta cevap verir;

c) Bir başka çare de kaynağı takibeden soğumanın hızını, ısı gradyenini düşürmek gayesi ile parçayı veya bir kısmını bir ön ısıtmaya tabi tutmaktır. Teorik olarak su alma tesiri ve yüksek sertlik meylı azalır;

d) Bir dördüncü hâl çaresi yüksek süneklığı haiz bir kaynak çubuğu kullanmak veya bazı hallerde bu usullerin bir karışımıdır.

Oksi-asetilen sert lehimı çok yaygındır. Sert lehim pirinci yüksek süneklığı haiz olup teorik olarak bu süneklık karbon oranının artmasından müteessir olmaz, ayrıca pirinç daha düşük bir ısıyı gerektirir. Sert lehim ön ısıtma ile birlikte tatbik edilebilir. Uzun zamandan beri uygulanmakta olup tek mahzuru, döküm renginden farklı renkte oluşundan ibarettir;

e) Yeni bir yaklaşık hal çaresi yüksek nikelli elektrodlarla ark kaynağıdır. Süneklığı yüksektir: kırılğan bölgede gerilme yoğunlaşmasını azaltır ve kırılğan kopmayı önler;

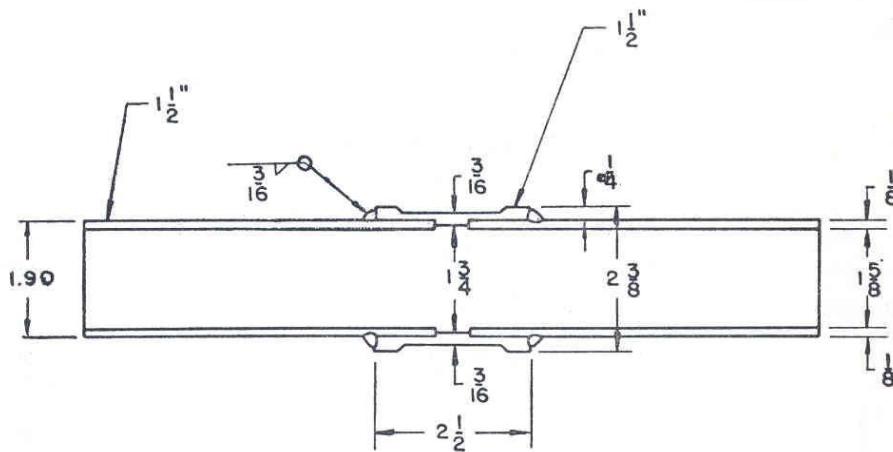
f) Bir başka yol düşük hidrojenli elektrod kullanmaktır. Bu elektrodların, prensip olarak «kaynak edilmez» diye bilinen çelikleri kaynak etmek için endüstride özel bir yeri vardır. Bu çeliklerin kaynağında elde edilen başarı temper dökümüne aktarılmıştır;

g) Nihayet, yakın zamanda koruyucu atmosfer altında çok küçük çaplı tel ve düşük voltaajla kaynak usulü geliştirilmiştir. Bu usul çeliklerin birçok kaynak müşküllerini halletmiş olup her gün biraz daha fazla temper dökümünün kaynağında kullanılmaktadır.

DENEY PROGRAMI

Aşağıdaki çabuk deneylerin gayesi halen kullanılan çeşitli kaynak metotlarını kıymetlendirmek olup bunlar pratikte karşılaşılan şartlar altında yapılmıştır: ön ve son ısıtmadan ve her türlü karışık hazırlıklardan kaçınmak ve çevre sıcaklığında kaynak etmek.

Seçilen ek manşonu (Şek.2) karbonlu çelik boruları birleştirmekte kullanılan tiptendir: ASTM 32 510 tipinde temperden, asgari 35 kg/mm² çekme mukavemetli ve 50 mm üzerinden asgari %10 uzamalı.



Şek. 2 - Temper manşon üzerine kaynak edilmiş çelik borular. Ölçüler inç (25,4 mm) cinsindedir.

OKSİ-ASETİLEN KAYNAĞI

Dört adet numune oksî-asetilen üfleci ile, çubuk teli eritilerek ve birleştirilecek ana metalleri ısıtarak kaynak edilmiştir. Bir ekin kaynak müddeti takriben 5 dakikadır. Tablo I eylemlerin şart ve sonuçlarını verir.

TABLO I
Oksî-asetilen üfleci ile kaynak

Kaynak çubuğu	Çap mm	Alev	Mukavemet da N/mm ²	Kopma yeri
% 50 Gümüşlü sert lehim.....	1,6	Nötr	27	Tesbit plakası
Bronz.....	2,4	Nötr	11	Birleşme yeri
Bakır - Silisyum ..	2,4	Nötr	5,6	Birleşme yeri
Dökme demir	3,2	Karbürleyici	12,2	Kaynak dikişi

ÖRTÜLÜ ELEKTRODLARLA ARK KAYNAĞI

Altı numune bu usulle kaynak edilmiş, beheri 2 ila 3 dakika sürmüştür. (Tablo II)

TABLO II
Elle ark kaynağı, örtülü elektrodlar

Elektrod	Çap mm	Amper	Volt	Mukavemet da N/mm ²	Kopma yeri
Yumuşak çelik (SPL)	3,4	80	26	18,7	Manşon
Yumuşak çelik E 6013	3,4	110	26	18,6	Manşon
Düşük hidrojenli çelik E 7018	2,4	100	25	22,6	Dikiş ve manşon
Cu (55%) - Ni (45%)	2,4	100	15	28,2	Dikiş ve manşon
Ni 100 %	2,4	80	25	28,7	Dikiş ve manşon
Ni (55%) - Fe (45%)	2,4	75	25	28,4	Manşon

NÖTR ATMOSFERLER ALTINDA Ø 0,9 mm'lik TEL ile ARK KAYNAĞI (MIG USULÜ)

Altı numune bu usulle yumuşak çelik, mayeşor, bakır-silisyum ve alüminyum telleri ile ve tablo III 'deki şartlar altında kaynak edilmiştir. İşlemin süresi 30 san.

TABLO III
Nötr gaz altında ark kaynağı

Elektrod	Çap mm	Gaz	Debi l/saat	Amper	Volt (1)	Mukavemet da N/mm ²	Kopma yeri
Yumuşak çelik	0,9	75 % argon	400	100	18	6,3 (2)	Ergime bölgesi
Yumuşak çelik	0,9	)	400	120	18	24,8	Dikiş ve manşon
Yumuşak çelik	0,9	) 25 % CO ₂	400	120	19	27	Manşon
Ni-Cu.....	0,9	argon	560	140	18	28	Manşon
Bakır-Silisyum...	0,9	50 % argon	800	140	23	19,6	Ergime bölgesi
Al.....	1,1	50 % helyum	800	140	24	18,7	Dikiş

(1) Bütün kaynaklar ters kutupta.
(2) Çok dar kaynak.

KORUYUCU ASAL GAZ ALTINDA TUNGSTEN ELEKTRODU İLE ARK KAYNAĞI (TIG USULÜ)

Tungsten elektrodla ana metal arasında tutuşan ark, birleşmenin yüzeylerini ve yumuşak çelik, saf nikel ve bakır - silisyumdan kaynak telini Tablo IV 'deki şartlar altında ergitir. Her numune bir dakikadan biraz fazla müddette kaynak edilmiştir.

TABLO IV
Asal gaz altında, tungsten elektrodu ile ark kaynağı

Kaynak çubuğu	Çap.mm	Amper	Volt	Mukavemet da N/mm ²	Kopma yeri
%100 Nikel	1,6	125	12	21,7	Manşon
Yumuşak çelik	1,6	130	12	21,7	Manşon
Bakır-silisyum	2,4	125	12	18,6	Dikiş

Argon debisi : 540 l/dakika

OTOMATİK TOZALTI ARK KAYNAĞI

Kaynak harareti bir yumuşak çelik tel elektrodu ile ana metal arasında, havanın oksitlenmesine karşı (granüle) toz altında tutuşan ark tarafından temin edilir. Kaynak tozu pislikleri yok eder. Usul otomatik veya yarı otomatiktir. Tablo V bir dakikadan az süren işlemin şartlarını verir.

TABLO V
Tozaltı ark kaynağı

Kaynak metali	Yumuşak çelik, 1,6 mm Ø tel
Akım şiddeti	180 A
Gerilimi	23 V
Mükavemet	23,1 daN/mm ²
Kopma boruda	

DENEY SONUÇLARI

Endüstri uygulamasında kullanılmayan ve burada sadece referans olarak verilen %50 gümüşlü sert lehim dışında sert lehimler ancak düşük mukavemet arz ederler.

Yumuşak çelik ark kaynağı orta (18,8 kg/mm² mertebesinde) mukavemet verir. Düşük hidrojenli yumuşak çelik elektrodlarla nikel elektrodlar birleşmelere daha yüksek mukavemet verir (28,5 kg/mm²); bu sonuncuların fiyatı nispeten yüksektir.

Nötr atmosfer altında yumuşak çelik elektrodla kaynak daha ekonomiktir. Nikel-bakır elektrodu dayanıklı bir birleşme verirse de elektrodun fiyatı yüksektir.

Asal gaz altında tungsten elektrodu ile kaynak ilgi çekici neticeler verir. Mamafih usul oldukça pahalıdır.

Nihayet, tozaltı ark kaynağında birleşme iyi olup otomatik kaynak için tavsiye edilebilir. Çekme denemesinde kopma boruda, kaynağın yakınında vaki olmuştur.

TAVSİYELER VE PRATİK UYGULAMALAR

Bu neticeler temper dökümünün ön ve son ısıtmasız kaynağı için birkaç usulün mevcudiyetini gösterirler.

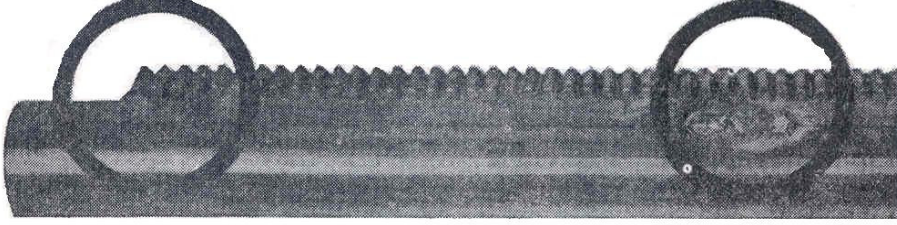
Her tarafta en çok tatbik edileni düşük hidrojenli yumuşak çelik elektrodlarla elektrik ark kaynağı olup kaynak teli itibariyle de en ekonomik olanıdır.

Nötr atmosfer veya toz altında yumuşak çelik elektrodla ark kaynağı otomatik veya yarı otomatik usul olarak uygundur.

Bu itibarla her özel duruma düşünülerek uygulanması ile elde edilen %50 üstün bir mukavemetle bu kaynak usulleri perçinle birleşmeye rekabet edebilirler.

Müellif, bir siyah temper dökümü parça ile T ve köşebent demirlerinin kaynakla birleştirilmesinden elde edilen mesnetleri zikrediyor.

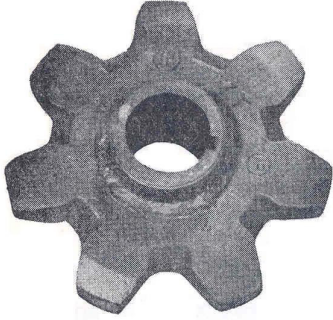
UYGULAMA ÖRNEKLERİ (*)



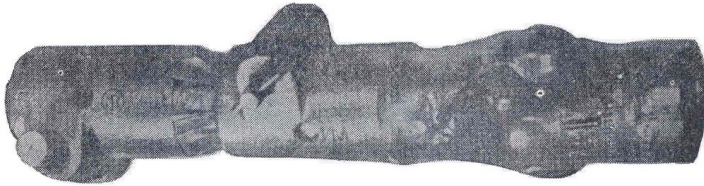
Şek. 2 - Gemi römorku hidrolik krikosu için çelik boru üzerine arkla kaynak edilmiş temper dökümü kremayer. Temper kalitesi 35 018.



Şek. 3 - 45010 kalitesinde perlitik temperden zincir tahriki için dişli merdane, yüksek mukavemetli mil üstüne kaynak edilmiş. Yüksek nikelli elektrod.



Şek. 4 - Perlitik temperden zincir dişlisi; çelik göbek yüksüğü üzerine kaynak edilmiş.



Şek. 5 - 35 018 ferritik temperden mafsalı kavrama manşonu; tansimiyon mili vazifesini gören çelik borular üzerine vidalanmış, vidalı tespit ayrıca kaynakla takviye edilmiş.

(*) H. J. HEINE. - Welding of malleable iron castings. Foundry, juin 1963, p. 74 a 77.