

B.4 BİRLEŞİK (KOMPOZİT) TUNGSTEN KARBÜRÜ

Genellikle "elmas uç" veya "Vidia" olarak bilinen sintelenmiş karbür kesici uçları, sert dolgunun bir yöntemini sergiler. Sert uç, bir çelik takım üzerine sert lehimlenmiş bir toz metalürjisi ürünüdür. Mutat sert dolgu, bir demir-esaslı alaşım içine dağıtılmış ve tespit edilmiş, boyutlara ayrılmış bir bileşik WC-W₂C taneciklerden oluşan bir terkedilmiş kaynak metalinden ibarettir. Bunu sağlamanın yolu bu tanecikleri içeren bir çelik tüpü ergitmektir. Bundan hasıl olan matris bir tungstenli dökme demir ya da çeliktir.

Tungsten karbürü birleşikleri, tüp şeklinde genellikle ağırlık olarak %60 tungsten karbürü ve %40 çelik tüp içerir. Tungsten karbüründe %3,5 ilâ 4,0 karbon vardır ve 8-10 mesh' den 100 mesh' e (bir inç karede elekte bulunan göz sayısı) kadar elekten geçirilerek boylara ayrılır. Bu, toz metalürjisi yöntemleriyle imal edilen metal bağlı WC nin aksine, WC ile W₂C nin bir karışımından ibaret dökülmüş ve öğütülmüş üründür. Kobalt içeriğinin çok alçak olmaması halinde sinterlenmiş kobalt bağlı WC ürününden işbu WC-WC₂ dökme alaşımı, daha üstün bir abrazyon mukavemetini haizdir.

% 3,8 civarında karbon içeren WC - W₂ C alaşımının ergime noktası 2610 °C (4700°F) dir. Bunun sonucu olarak bu alaşım bazı kaynak işlemleri sırasında değişmez. Doğruca karbürlerin en sağlamıdır. Ergiyike kobalt ithal ederek ergime noktası düşürülebilir ve sağlamlık artırılabilir. %3,8 karbonlu taneciklerin sertliği 2500 VPN' e yakın olup matris, sertleştirilmiş takım çeliği gibidir. Bunun sertliği, uygulama yöntem ve tekniğine göre Rockwell C-65' e kadar yükselir. Abrazyonların çoğunun sorumlusu olan kuvarz ve sert silikatların sertliği bunların arasındadır. Böyle olunca da abrasif aşınma tercihen matrisi kesip tanelerin çıkıntılı halinde kalmasına imkân verecektir. Bir düzgün aşınmış yüzey istendiğinde bu, bir sakınca, kesme fiili gerektiğinde bir avantajdır

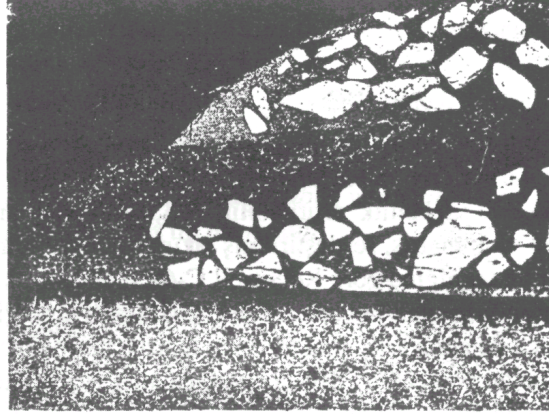
Oksi -asetilen ve atomik hidrojen kaynakları, petrol kuyusu delme uçları gibi önemli uygulamalarda tercih edilir. İlki matrise karbon ekleyebilir ve böylece de tanelerin ılımlı eriyikinin verdiği tungsten ve karbonu tamamlayabilir. Bu türlü terk edilen kaynak metalleri herhangi başka sert dolgu tipinden daha yüksek abrazyon mukavemetini haizdirler

Kaynak işleminin, terk edilen kaynak metalinin nitelikleri üzerinde derin etkisi olabilir şöyle ki matrisin bileşimi, kaynak sırasında erimiş karbür tanelerinin miktarına bağlıdır. Ark kaynağı tungsten karbürünü çok daha kolay eritme eğiliminde olup ve bir uç durumda, çok önce tanelerle, bunların hepsini eritebilir (Şek. 15c).

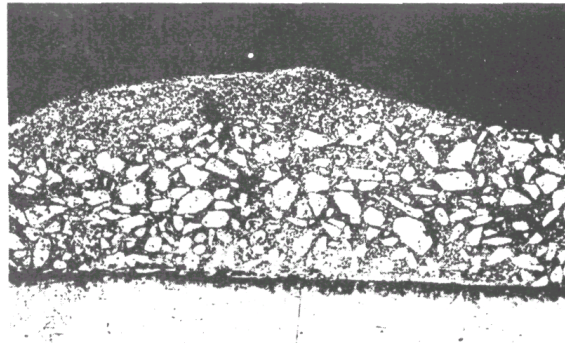
Böyle bir matris, her ne kadar sert ise de bir sert, kuvvetli matris içine tespit edilmiş iyi bir taneler hacmini içeren birleşikten aşağıdır (şek 15a ve b). Ana metalle ergime ve bunun sonucu kaynak bulaşması yine ark kaynağında vaki olur. Memnunluk verici ark kaynakları yapılabilir, ama kaynakçının ergime sırasında neler olduğunu anlaması ve optimum sonuçlar alınmak isteniyorsa, kaynak banyosu süresini asgaride tutması istenir. Daha ucuz olması itibariyle ark kaynağı genellikle bayındırlık makinelerinin sert dolgusu için kullanılır.

Terk edilen metalin sıcakta sertliği başlıca matrisin bileşimine bağlıdır. Ark kaynağı

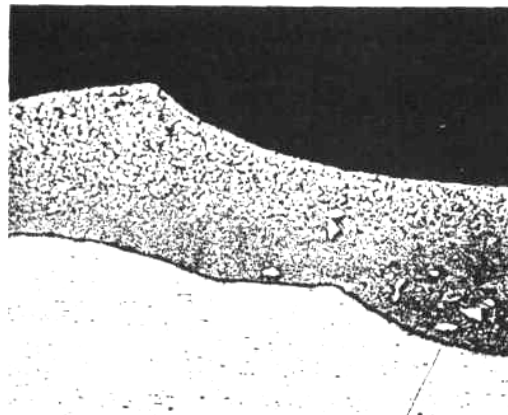
matriste daha çok tungsten erittiğinden, daha yüksek sıcaklıkta sertlik hasıl olur. Bununla birlikte 650°C m üstünde sıcaklıklar, tanelerin kolaylıkla oksitlenmeleri nedeniyle, tavsiye edilmez. Demir esaslı matris ne oksitlenmeye, ne de korozyona dayanıklıdır. O, gevrek, ama ana metalin yeterince kuvvetli olması halinde hafif ve bazen orta darbeye karşı koyabilir. Ağır darbeden kaçınılacaktır. Tungsten karbürü taneleri, terk edilen metali talaşla işlenemez ve taşlanmasını zor hale getirirler.



(A) 30/40 mesh boyutunda tanelerden %100 içeren bir kaynak çubuğundan oksii-asetilen kaynağı. Ağır karbür taneleri, kaynak banyosunun dibine çöker ve bu arada sert bir taşıyıcı matris sağlamaya yetecek kadar erir (x 10).



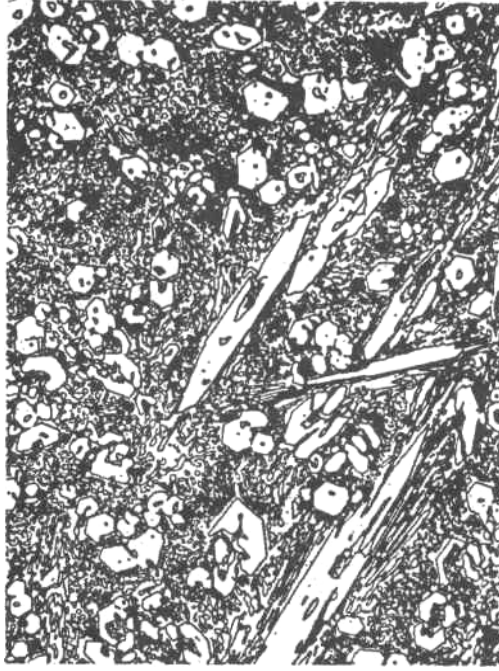
(B) 40/120 mesh boyutunde tanelerden %100 içeren bir kaynak çubuğundan oksii-asetilen kaynağı. Burada ergimiş çelik tarafından karbürün eritilmesi ılımlı ve faydalı olmuştur (x 10).



(C) 40/120 mesh boyutunde tanelerden içeren bir elektroddan ark kaynağı. Yüksek ark sıcaklığı, karbür tanelerinin çoğunun erimesine sebep olup abrazyon mukavemeti böylece azalmıştır (x 10).

Şek. 15.- Birleşik sert dolgu tabakalarında tungsten karbürü tanelerinin dağılım ve çokluğunda değişme
B.5 YÜKSEK KROMLU DÖKME DEMİRLER

Bu alaşımların mutata özelliği, dikene benzer $Cr_7 C_3$ kristallerinin varlığıdır (şek. 16).



Şek. 16.- RFeCr-Al austenitik yüksek kromlu dökme demir çubuktan oksii-asetilen kaynağı ile terkedilmiş metal. Topluca sertliği 530 BHN civarında olup krom karbür kristalleri, $Cr_7 C_3$, 1750 VPN civarında bir sertliği haizdirler ve erozyona iyi dayanıklıdır (x 100).

Bu karbür yaklaşık 1700 VPN sertliğini haiz olup kuartz ve sert silikatlar tarafından erozyona mükemmel mukavemet verir. Kendisi gevrek olup matrinden destek alması gerekir. Abrasifin uyguladığı gerilmenin yüksek olması halinde, yumuşak austenit uygun destek vermeye yeterli kuvvette olmaz. Mamafih bu karbürler, bir austenitik matrisle bile, alçak gerilme erozyonu veya tırmalama abrazyonuna fevkalâde mukavemete yardımcı olurlar. Matris sertleştirilirse, bu dökme demirlerin iyi oldukları abrasif koşullar yelpazesi genişler.

Tablo 13.- Yüksek kromlu demir esaslı yüzey dolgu metallerinin bileşimleri

Grade	C.%	Mn.%	Si.%	Cr.%	Mo%	Ni%	W%	V%	Co%
Astenitik tipler									
RFeCr A1*	3.7-5.0	4.0-8.0	1.0-2.5	27-32	...	...	...	...	...
RFeCr A2*	3.7-5.0	1.0 max	0.5-2.0	27-32	...	2.5-4.5	...	...	...
EFeCr A1*	3.7-5.0	4.0-8.0	1.0-2.5	26-32	...	...	...	...	...
EFeCr A2*	3.7-5.0	1.0 max	0.5-2.0	26-32	...	2.5-4.5	...	...	...
	4.5	6.0	1.5	30					
Martensitik tipler									
Tavlabilir grade	2.5	1.0	0.7	26	...	...	...	...	...
Çubuklar	4.0	1.5	2.0	30	...	...	...	...	...
Elektrodlar	4.5	1.0	2.0	30	...	...	...	...	...
Çoklu alaşım tipleri									
Cr-Ni-Mo	1.8	1.0	1.5	30	1.5	3.0	...	1.9	...
Cr-Mo-Co-V	3.0	...	...	17	16	...	...	...	6.3
Cr-Mo	3.1	1.0	1.0	28	3.5	...	...	...	...
Cr-Mo	3.5	1.2	0.8	31	1.0	...	...	...	...
Cr-Mo	4.5	1.0	1.0	27	3.5	...	...	...	...
Cr-Mo	4.5	2.0	3.0	26	1.0	...	...	...	...
Cr-Mo-W-V	4.5	0.3	0.9	21	6	...	2	0.7	...
Cr-Mo-W	6.0	0.5	1.5	22	7	...	5	...	...

* AWS A5-13 spesifikasyonunda demir hariç bütün elementler maksimum toplam %1,0 olarak sınırlanmıştır. Öbür 13 grade AWS tarafından standartlaştırılmamıştır.

Tablo 13' te bazı yüksek kromlu demir dolgu metallerinin bileşimleri sıralanmıştır. Bunlar % 18 ilâ 30 krom içeren yüksek karbonlu demir esaslı alaşımlardır. En çok kullanılan alaşımlar üç grupta toplanır: (1) EFe Cr ve RFe Cr grade' lan gibi austenitik tipleri; (2) ısıl işleme tabî tutulabilen (martensitik) grade' ler; (3) molibden ve tungsten alaşımlı değişik tipler. Bunlar yüksek gerilme abrazyonuna artan mukavemete göre sıralanmışlardır. 2,5C - 26 Cr grade' in en iyi niteliklerini geliştirmek için bir basit ısıl işlem yeterlidir. 1090 °C tan itibaren havada soğuduğunda bu alaşım bir martensitik matris geliştirir ve yüksek kromla martensitik dökme demirlerinin olumlu niteliklerini birleştirir. Döküm için olduğu kadar sert dolgu için de bir önemli alaşımdır.

Austenitik yüksek kromlu dökme demirler çoğu kez yüksek karbonlu olup bu ona katılma sırasında geniş bir plastik alan sağlar. Bu, sıcak "silme" veya "vurma" ile terk edilen metali biçimlendirmeye yardımcı olur. Bu alaşımlar alçak gerilme abrazyonu ve alçak gerilme metal-metalara aşınmanın bahis konusu olduğu yerlerde iyi hizmet verirler ve ekonomik olurlar. Bunlar gevrek olup ya kaynak büzülmesi (çekmesi) veya devrî sıcaklık hizmetinden ileri gelen ısıl gerilmelerden kolaylıkla çatırlar. Bir önemli kullanım yeri, kumlu arazide çalışan tarım aletlerinin korunmasıdır. Terk edilen kaynak metalinin ısıl işlemi uygun değildir; austenit, soğuma dönüşümlerine müsaade etmeyecek kadar çok iyi stabilize edilir.

Sertleştirilebilir %26 Cr tipinde karbon daha azdır (%2,5 - 3,0) ve terk edildiğinde austenitik yüksek kromlu dökme demirlerden daha sağlamdır. Mutat terk edilen metal austenitik olup alçak gerilme abrazyon ve oksidasyonuna karşı mükemmel, ama yüksek gerilme abrazyonu karşısında zayıftır. Keskin bir ergime noktasını haiz olup oksiasetlen kaynağında

RFe Cr tipinden daha akıcıdır ve tavlama (12 ilâ 24 sa 760-790 °C) ile yumuşama gibi bir ek olumlu yana sahiptir. Bazı basit talaşlı işlemler tavlamadan sonra mümkün olup metal sonradan yeniden sertleştirilebilir.

Tungsten, molibden veya vanadium ilâveleri bu alaşımların sıcakta serüçğini ve abrazyon mukavemetini artırır. Alaşım dengesi ve karbon oranı önemlidir.

Sıcakta sertlik 430°C' in altında kendini iyi korur. Bu sıcaklığın üstünde hızla düşer; ancak molibden veya tungstenin sağlayacağı ve en çok 430-650 °C arasında etkin olan ikincil sertleşme yardımı bunu önler. Krom içeriğinin sonucu olarak oksitlenmeye mukavemet iyidir.

B.6 MARTENSİTİK DÖKME DEMİRLER

Bu grubun alaşımları esas itibariyle demir ve karbondan oluşmuşlardır. Manganez, silisyum gibi arızî elementler alaşım elementi olarak da mevcuttur.

Krom, nikel ve tungsten gibi alaşım elementleri, metal terk edildikten sonra soğuma sırasında oluşan (başlıca martensit ve karbürler), iç yapıyı meydana getiren öğeleri kontrol eder. Arzu edilen iç yapının meydana getirilmesi için bunlar dikkatle dengeleneceklerdir.

Adi dökme demir, (mutat olarak ferritik veya perlitik olan) çelikle demir karbürü, veya çelikle grafit karışımıdır. İlki (beyaz dökme demir) sert (yakl. 450 BHN), gevrek olup abrazyonun bazı tiplerine iyi mukavemet eder; bununla birlikte yüksek gerilmeli abrazyon onu hızla aşındırır. Öbürü (kır dökme demir) yumuşak, talaşlı işlenebilir ve metal metala sürtünmede iyi davranırsa da ağır abrazyona gelmez.

Martensitik dökme demirler, iç yapının martensit, veya dönüşmemiş austenitle karışık martensit şeklinde çelik bölümü ile belirgindirler. Dokunun matrisi karbürdür. Alaşım elementlerinden bir miktar içeren bu karbür, 1200-1400 VPN civarındadır. Martensitik alanlar 400-700 VPN olabilir. Klasik sertlik deneyleriyle saptandığı gibi birleşik iç yapının ortalama sertliği 500 ilâ 750 BHN veya RC-50 ilâ 60 arasında olur.

Tablo 14' de tipik martensitik dökme demir dolgu metallerinin bileşimleri sıralanmıştır.

Tablo 14 - Martensitik dökme demir yüzey dolgu metallerinin bileşimi (*) (%)

Grade	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	W	Fe
Cr Mo W	3,0	1,0 max	1,0	-	8	2	15	gerisi
Cr Mo	3,5	1,0 max	1,0	2,0 max	4	4	-	gerisi
Cr Mo	4,0	1,0 max	1,0	-	8	2	-	gerisi
Cr - Mo "15-3"	3,5	0,7	1,0 max	-	15	3	-	gerisi (**)
Ni Cr	3,5	1,0 max	1,0	4,5		-	-	gerisi

1,5

(*) Bunlar AWS marifetiyle standartlaştırılmamışlardır

(**) 950 °C tan itibaren havada soğuma ile gelişmiş martensitik doku. Sağlamlığı artırmak için sertleştirmeden sonra 200-260 °C ta gerilim giderme işlemi önerilir.

Terk edilen sert dolgunun iç yapısı ve nitelikleri, kaynak yöntemleri ve soğuma tempolarıyla değiştirilebilir. Önerilen, dış zarfı mızraktan 2 ilâ 3 kat uzun, karbürleyici alevli oksitlen

kaynağı, terk edilen metala karbon ekleme eğiliminde olur, böylece de gevreklik ve sertliği artırır. Buna karşılık ark kaynağı, elektrot bileşimi telâfi edecek şekilde ayarlanmamışsa, karbonu yakıp azaltma eğiliminde olur ve ana metalle karışmayı artırır; böylece de daha sağlam ama daha az aşınmaya dayanıklı kaynak metali verir.

Bir krom-molibden martensitik dökme demirin oksii-asetilen kaynağı ile terkedilmiş metalinden bir kesit, bir ince dökme demir tabakasının ötektik bileşimine varmasına ve 1090-1150 °C arasında ergimesine kadar üfleçle çelik yüzeyi karbürleyerek karbon difüzyonundan faydalanılır. Bu tabakanın görünümü, ergidiğinde parlayıp, "terleme" olarak adlandırılır ve kaynakçıya dolgunun kolaylıkla akabilip ısıtılmış yüzeye bağlanabileceğini haber verir.

Martensitik dökme demirlerin sert birleşik içyapısı her tür abrazyona iyi bir mukavemet verir ki bu keyfiyet, bunların bu yolda seçiminin başlıca nedeni olur. Bunun ötesinde bütün sıradan sert dolgu alaşımları arasında bu grup en yüksek basma mukavemetini haiz olup böylece hafif, direkt basıcı darbe etkilerine karşı koyacak elastikliğe sahiptir. Erozyon ve çizilme abrazyonuna dayanım, büyük ölçüde karbür bileşenin hacim ve sertliğine bağlıdır.

Karbürleri daha sert olduğundan yüksek kromlu dökme demirler, erozyona genellikle martensitik demirlerden daha üstün mukavemet sergiliyorlarsa da abrasif üzerine gerilme arttığından, bu durum tersine dönüyor. Bu nedenle de genel abrazyon mukavemeti için geniş ölçüde martensitik dökme demirler kullanılmaktadır.

Elastik basma mukavemeti ve bunun sonucu olarak hafif darbe deformasyonlarına mukavemet, martensitik dökme demirlerde çok yüksektir. Hem demirleri hem çelikleri ısıtma işleme tabî tutarak 210 kg/mm² (400.000 psi) ye kadar bir nihaî basma mukavemeti elde edilebilir. Terkedilmiş kaynak metalinde, arzu edilen içyapısal gelişmenin havada soğuma sırasında vaki dönüşümlere bağlı olduğu yerlerde, dökme demirler daha üstün gibidirler. Demirlerin akma sınırları genellikle en yüksek düzeyde olur.

Bu demirlerin darbeye maruz oldukları yerlerde tasarımın etkisine büyük dikkat gerekir. Bunların basmaya mukavemetleri, çekmeye mukavemetlerinden çok daha fazladır. Makaslama ve çekme gerilmelerinden kaçınılacaktır.

Yeterli bir dolgu kalınlığıyla gerilme, taşıyıcı malzemenin uygun bir alanına dağıtılmış olacaktır.

B.7 AUSTENİTİK DÖKME DEMİRLER

Yüzey dolgusunda kullanılan austenitik dökme demir bileşimleri elle kaynak için kompozit elektrotlar ve yan otomatik ve otomatik açık ark kaynağı için de özlü teller halinde imal edilmeye uygundur. Göreceli olarak ucuz olup daha gevrek dökme demir dolgu malzemesinin darbe altında parçalandığı ve martensitik çeliklerin sağlayamadığı daha yüksek erozyon mukavemetinin gerektiği yerlerde kullanma alanı bulurlar.

Austenitik demirlerin yaygınlığı geniş bir orta darbe, orta abrazyon hizmet alanına uygun olduğundan gelir. Bunlar, martensitik demirler ve Fe Cr-Al ve A2 yüksek kromlu demirlere göre daha az çatlama ve parçalanmaya yatkındırlar. Yapısal olarak, Ni-Hard malzemedeki olduğu gibi kromun göreceli alçak olması halinde, daha çok austenit stabilizatörlerinin, örneğin

manganez veya nikel ilâvesi, bir karbür matrisi içinde austenit adaları meydana getirecektir. Bu yol, sağlamlıkta bir telâfi edici artış sağlamadan abrazyon mukavemetini muhtemelen azaltacaktır şöyle ki karbür matrisi, alaşım içinde bir sürekli gevrek yola yine de olanak sağlar.

En yaygın austenitik dökme demirler, ılımlı ölçüde yüksek kromlu tip olup bunların bir bölümü Tablo 15' de gösterilmiştir.

Tablo 15.- Austenitik dökme demir yüzey dolgu metallerinin bileşimi (%)

Grade (*)	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	W	Fe	sairler
	2,0	2,6	0,7	-	28	3	-	gerisi	-
	2,3	2,0	1,5	-	15	-	-	gerisi	-
	3,0	2,5	1,5	-	12	1,5	-	gerisi	-
	3,2	-	-	6,0	16	8,0	-	gerisi	-
	3,5	2,0	2,5	-	14	1,0	-	gerisi	az
	4,0	-	-	2,0	16	8,0	-	gerisi	-

(*) Bu bileşimdeki dolgu malzemeleri AWS tarafından standartlaştırılmamıştır.

Martensitik demirler hem ısıl gerilmeler, hem de, etkin gerilim giderilmesine olanak vermeyecek kadar çok alçak sıcaklıklarda martensitik reaksiyonlardan ötürü gerilmelere karşı koyma durumunda olacaklardır. Bu nedenle de martensitik alaşımlar, her ne kadar aslen abrazyon mukavemetinde yüksek iseler de, sık sık, bazı kullanıcıları rahatsız edecek ölçüde gerilim giderme çatlamları meydana getirirler.

Martensitik demirlerle kıyasla austenitik demirler yüksek gerilme abrazyonu ve basma mukavemeti bakımından aşağıdırlar. Bu austenit kolaylıkla çalışma sertleşmesine uğrar ancak bunun abrazyon mukavemetine fazlaca yardımcı olduğu henüz ispatlanmamıştır. Aşınmaya dayanıklı dökme demirler konusunu ilerde yeniden ele alacağız.

B.8 KOBALT ESASLI DOLGU METALLERİ

Tablo 16' da, sert yüzey dolgu uygulamalarında en çok kullanılan kobalt esaslı dolgu metallerinin bileşimleri görülür. İçten yanmalı motorların eksos supaplarının temas yüzeyleri genellikle en yumuşak CoCr-A alaşımlarıyla doldurulur. Bu alaşım yüksek oksidasyon, korozyon ve ısı mukavemetini haizdir. CoCr-B ve CoCr-C gibi daha yüksek karbonlu dolgu metalleri, daha büyük sertlik ve abrazyona dayanımın gerektiği yerlerde kullanılır.

Tablo 16.- Kobalt-krom yüzey dolgu metallerinin bileşimi (*) (%)

Grade	C	Mn	Si	Cr	W	Fe
R Co Cr-A	0,9 - 1,4	1.00 max	0,4 - 2,0	26,0 - 32,0	3,0 - 6,0	3,0 max
R Co Cr-B	1,2 - 1,7	1.00 max	0,4 - 2,0	26,0 - 32,0	7,0 - 9,5	3,0 max
R Co Cr-C	2,0 - 3,0	1.00 max	0,4 - 2,0	26,0 - 33,0	11,0 - 14,0	3,0 max
E Co Cr-A	0,7 - 1,4	2.00 max	0,4 - 2,0	25,0 - 32,0	3,0 - 6,0	5,0 max
E Co Cr-B	1,0 - 1,7	2.00 max	0,4 - 2,0	25,0 - 32,0	7,0 - 9,5	5,0 max
E Co Cr-C	1,75 - 3,00	2.00 max	0,4 - 2,0	25,0 - 33,0	11,0 - 14,0	5,0 max

(*) Bütün grade' lerde Mo max. %1.00; Ni max %3.0; değerlerinin toplamı max %0,5, is-

tisna olarak gerisi kobalttır. Bunlar AWS A5.13'e dahildir.

CoCr-A dolgu metali mutad olarak bir yüksek kalite oksii-asetilen kaynağı dolgusu olarak kullanılır. Ana metalden karışma olmaz ya da çok az olur. CoCr-C, ark kaynağının uygun olduğu yerlerde, kaba hizmet koşulları altında yüksek aşınma mukavemetinin arandığı uygulamalarda kullanılabilir. Her ne kadar yüksek sıcaklıklarda azalan sertliği haiz iseler de CoCr dolgu metalleri temperlemeye tabî olmazlar. Terk edilen metal soğuyunca, ilk sertliği geri gelir.

Yüksek sıcaklıkta mukavemet ve sertlik, bu grubun belirgin nitelikleri olup bu alaşımlar, 650 °C in üstünde bu niteliklerin arandığı hallerde bütün öbür yüzey dolgusu alaşımlarından üstündürler. Keza 540-650 °C dan yukarı sıcaklıklarda bunların sürünme mukavemetleri de, bütün diğer dolgu malzemelerinininkinden yüksektir.

Yüksek parlaklık alabilme kabiliyetleri, pullanmaya yüksek mukavemetleri ve alçak sürünme katsayıları nedeniyle CoCr dolgu metalleri metal-metale aşınmaya iyi uygun olurlar.

Bu alaşımların içerdikleri %25 ilâ 33 krom, bunlara oksitlenme mukavemeti; %3,0 ilâ 14 tungsten, yüksek sıcaklıkta çekme mukavemeti sağlar.

Oksi - asetilen kaynağı, terk edilen metalin karbon içeriğini artırabilir; oysa ki ark kaynağı karbon azaltma eğiliminde olup CoCr metaline ana metali karıştırır.

CoCr alaşımları çelik gibi sertleşme dönüşümlerine uğramazlar ve ısıl işleme cevap vermezler.

Oksi-asetilen kaynağında alevin redükleyici (as.tüyü/mızrak oranı 3) olması önerilir. Kalın kesitlerde, temizlenmiş yüzeyin bir nötr alevle en az 430 °C a kadar Ön ısıtılması tavsiye edilir. Örtülü metal ark kaynağında, doğru akım ters kutup (elektrot +), kısa ark kullanılır. 1/4 in çapında elektrot için yaklaşık 190 ilâ 200 amp akım şiddeti önerilir. Çatlamayı önlemek için dolgular yavaş soğutulacaktır.

CoCr-C dolgu metalleri çok gevrek olup darbe akışının vaki olması halinde kolaylıkla çatlar. CoCr-A ninkiler ise, daha kolay şekil değiştirirken, çatlamadan önce baskı altında bir miktar plastik akışa dayanır. Sağamlık ve akış mukavemeti hususunda bir kuvvetli martensitik çelik üstün olarak görülür.

Kobalt esaslı dolgu metalleri çoğu kez abrazyonla korozyonun beraber buldukları hallerde kullanılırlar.

B.9 NİKEL ESASLI ALAŞIMLAR

Tablo 17.- Nikel esaslı dolgu metallerinin bileşimleri

Grade	C	Si	Ni	Cr	B	Co	Fe	
Nikel - Krom - Bor tipleri								
E/R NiCr-A	0.30-0.60	1.25-3.25	75-85	8-14	2.0-3.0	1.50 mx	1.25-3.25	
E/R NiCr-B	0.40-0.80	3.00-5.00	71-81	10-16	2.0-4.0	1.25 mx	3.00-5.00	
E/R NiCr-C	0.50-1.00	3.50-5.50	65-75	12-18	2.5-4.5	1.00 mx	3.50-5.50	
Nikel - Molibden tipleri								
	C	Si	Ni	Cr	B	Co	Fe	
	0.5	0.5	Gerisi	16	16	4	5	
	2.0	...	Gerisi	26	8	...	-	
Nikel - Bakır tipleri								
	C	Si	Ni	Cu	Ti	Fe	Al	Mn
ERNiCu7	0.15 max.	1.25 max.	62.0- 69.0	Ger.	1.5- 3.0	2.5 max.	1.25 max.	4.0 max.
ERNiCu	0.04 max.	0.15 max.	29.0- 32.0	Ger.	0.2- 0.5	0.4- 0.7	...	1.0 max.
Nikel - Krom tipleri								
	C	Si	Ni	Cu	Ti	Fe	Al	Mn
80-20	0.2	0.3	Ger.	21.0
ERNiCr3	0.10 max.	0.50 max.	67.0 min.	18.0- 22.0	2.0- 3.0	3.0 max.	0.75 max.	2.5- 3.5
ERNiCrFe5	0.08 max.	0.35 max.	70.0 min.	14.0- 17.0	1.5- 3.0	6.0- 10.0	...	1.0 max.
ERNiCrFe6	0.08 max.	0.35 max.	67.0 min.	14.0- 17.0	...	10.0 max.	2.5- 3.5	2.0- 2.7
Yüksek Nikelli tipler								
	C	Si	Ni	Fe	Al	Ti		
ERNi3	0.15 max.	0.75 max.	93.0 min.	1.0 max.	1.5 max.	2.0- 3.5		

Nikel esaslı alaşımlar başlıca ısı ve korozyon mukavemetleri itibariyle değerlidirler. Yüksek nikelli alaşımlar kükürt ve sülfürik asit tarafından ataka çok hassastırlar.

Bunun sonucu olarak da yaklaşık kübik ayakta 100 grain' in üstünde kükürt içeren redükleyici atmosferlerde kullanılmaya elverişli değildir.

Koruyucu üst tabaka olarak bu nikel esaslı alaşımların en iyi uygulanma şekli sürekli elektrot sağlanabilmesi halinde, gaz altı ark kaynağıdır. Bu yolla karbon kapmasından kaçınılmış olup dekapan (flux) kullanma zahmetine gerek kalmaz.

En az beş tip nikel esaslı alaşım, yüzey kaplaması olarak önemli uygulama yeri bulur. Daha ekonomik demir esaslı alaşımlara göre daha iyi sıcakta mukavemet, sağlamlık veya yüzey

koruması sağlarlar.

Önemli nikel esaslı alaşımlar şunlardır:

1. Nikel-krom alaşımlar, başlıca %80 Ni, %20 Cr grade' i
2. iyice bilinen ısıya dayanıklı alaşımlara tekabül eden nikel-krom-demir bileşimleri
3. Nikel-krom-demir-silisyum-bor alaşımları
4. Nikel-krom-molibden-tungsten alaşımları
5. Nikel-demir-molibden alaşımları
6. Nikel-bakır (monel) alaşımları

Yüksek silisyumlu dökme demire yakın nikel-silisyum alaşımı mutad olarak yüzey kaplamasında kullanılmaz.

% 80 Ni- % 20 Cr grade' i göreceli yumuşak ve sünek bir alaşım olup sıcak gaz korozyonu mukavemeti için seçilir, içten soğutulmuş uçak eksos supap tacı (tepesi) ve bazen de yuvasının dolgusunda kullanılan

Bu tipin göreceli alçak sıcakta mukavemeti, karbon, ya da molibden veya tungsten ilâvesiyle ıslah edilir. % 2C, % 26Cr ve yaklaşık % 8Mo bir alaşım, uçak supaplarının dolgusunda mükemmel performans arz etmiş olup bazen % 1 C CoCr-A tipinden üstün motor yanma ürünlerine dayanım sergiler.

Nikel-krom-demir ısıya dayanıklı alaşımları, %80 Ni - %20 Cr tipinden itibaren demir esaslı paslanmaz çelikler arasında köprü olarak kabul edilebilirler. Bunlar tel halinde çekilebilirler ve dolayısıyla tel elektrot imaline gelirler.

Nikel arttıkça sıcak sünelik artma eğilimi gösterir. Bu alaşımlar tamamen yumuşak olmakla birlikte sürünmeye dayanıklıdır. Önemli miktarda karbon bile bunları belirgin şekilde sertleştirmez.

Krom ve bor içeren nikel esaslı alaşımlar en mutad nikel esaslı sert dolgu malzemeleridir. Bunlar püskürtme tabancası uygulamasına da elverişlidirler

Başlıca gereksinimin erozyon mukavemeti olduğu durumlarda, daha düşük maliyetleri dolayısıyla, yüksek kromlu dökme demirler önce düşünülecektir. Bu her iki tipin gaz kaynağı metalinin mikroyapısı $Cr_7 Cr_3$ tipinde karbür iğneleri sergiler

60 Ni - 20 Mo - 20 Fe alaşımı başlıca klorhidrik asite dayanım için kullanılır zira bu asit pratik olarak bütün paslanmaz çelikleri tahrip eder. Hatta düşük asit konsantrasyonlarında bile, yüksek sıcaklıkta, zararlı olabilir. Molibden içeriği bu tür korozyona belirgin dayanım sağlar. Bu alaşım keza sülfürik, formik ve asetik asitlere, tuz püskürmeli ortamlara ve alkalilere de iyi karşı koyar. Ama nitrik asit ve serbest klorürlere karşı zayıftır.

BAKIR ESASLI ALAŞIMLAR

Bu hususta başka bir çalışmamızda bütün ayrıntılar verilmiş olduğundan burada ayrıca irdelenmeyecektir.

B.10 MARTENSİTİK ÇELİKLER

Havada sertleşen demir esaslı martensitik dolgu metalleri, hem alçak, hem de yüksek gerilme abrazyonuna ılımlı mukavemetli kaplamalar terk etmede kullanılırlar Tablo 18, bunların bazılarının nominal bileşimlerini verir.

Tablo 18.- Martensitik çelik dolu metallerinin bileşimleri *

Grade	C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Mo, %	W, %	V, %
E302	0.10	1.00	0.90	4.0-6.0	0.40	0.45-0.65	...	...
E430	0.10	1.00	0.90	15.0-18.0	0.60	...	...	...
B410	0.12	1.00	0.90	11.0-13.5	0.60	...	...	...
	0.20	2.7	0.80	3.5	...	1.0	...	0.4
	0.25	1.8	0.7	2.8	1.3	0.5	...	...
	0.25	2.0	0.7	4.3	...	0.8	...	...
	0.30	1.75	0.75	4.0	...	0.5	...	0.3
	0.30	0.75	0.75	4.5	...	1.5	1.5	...
	0.30	2.0max	1.0max	0.3-2.5	2.0max	2.0max	...	...
	0.35	0.45	0.5	13.0	0.2	...	...	...
	0.3-0.7	2.0max	1.0max	1.5-3.5	2.0max	2.0max	...	...
	0.3-0.7	2.0max	1.0max	4.5-8.5	2.0max	2.0max	...	...
	0.3-0.7	2.0max	1.0max	11-15	2.0max	2.0max	...	...
	0.6	1.5	0.8	5.0	...	0.5	...	...
	0.6	1.1	...	2.5	...	0.4	...	...
	1.0	...	...	5.0	...	1.5	...	...
	1.0	1.0	0.8	5.3	...	0.5	...	...
	0.7-1.5	2.0max	1.0max	5.5-9.5	2.0max	2.0max	...	...
	0.7-1.5	4.5max	1.0max	11-15	2.0max	2.0max	...	...
Hız çeliği tipleri								
E Fe5-A	0.7-1.0	0.5max	0.7max	3.0-5.0	...	4.0-6.0	5.0-7.0	1.0-2.5
E Fe5-B	0.5-0.9	0.5max	0.7max	3.0-5.0	...	5.0-9.0	1.0-2.5	0.8-1.3
E Fe5-C	0.3-0.5	0.5max	0.7max	3.0-5.0	...	5.0-9.5	1.0-2.5	0.8-1.2
R Fe5-A	0.7-1.0	0.5max	0.5max	3.0-5.0	...	4.0-6.5	5.0-7.5	1.0-2.5
R Fe5-B	0.5-0.9	0.5max	0.5max	3.0-5.0	...	5.0-9.5	1.0-2.5	0.8-1.3

* Bu bileşimlerin gerisi demir olup Fe-5 grade' leri için max. toplam diğer elementler %1,öbürlerinde %2' dir.

+ Bu sütunda gösterilmemiş tipler AWS tarafında standartlaştırılmamıştır.

Havada soğumayı müteakip martensit oluşturacak gibi bileşimin dengelenmiş olduğu varsayıldığında, terk edilen metalin sertliği geniş ölçüde karbon ve krom içeriğine bağlı olacaktır. %0.20' ye kadar karbon, Re 45 civarında bir maksimum sertlik sağlayaca olup terk edilen metal talaşla işlenebilir; mamafih daha üst sertlik derecesinde karbür uçlu takım gerekebilir. Bunlar daha çok makine parçalarının aşınma kısımlarını doldurmakta kullanılırlar şöyle ki suya daldırma ve temperlemeye gerek olmadan, ısıl işlem görmüş çeliğin mukavemet ve sağlamlık karakteristiklerini sergilerler. %0,7 ilâ 1,5 karbonlu çelikler, ılımlı abrazyon ve darbenin beklendiği yerlerin kaplamasında kullanılırlar. Hem karbon hem de kromun yüksek olması halinde, bakiye austenitten bir miktar sağlamlık kazanırlar. Bu austenit metastabil ve çalışma sertleşmelidir.

Alçak karbon, alçak alaşımli tipleri çelik haddehanesi sarsakları, traktör zincir dişlileri, makaraları, tokmaklar ve çelik öğütme çekiçlerine elverişlidirler. Orta karbonlu çelikler kalıp dolgusu, ray uçları, çelik shaftlar, dişliler, kamlar pimler, çelik merdane ve taşlama ile ölçüye

getirilebilecek parçalara uygundurlar. Tipik yüksek karbonlu uygulamaları için de öğütücü merdaneleri, çekiçler, kalıp halkaları ve öğütücü merdane çemberleri zikredilebilir.

Havada sertleşen martensitik çelikler, sağlamlığı yüksek basma mukavemeti ile birleştirebildiklerinden, orta darbeli hizmet için yeğlenirler. Bunlar çok sık, daha gevrek ve daha abrazyon dayanımlı üst tabakayla dolgudan önce bir yüksek mukavemetli yastık olarak kullanılırlar.

Bu alaşımlar, alçak karbonlu çelikten çok daha iyi metal-metal aşınma ve alçak gerilme abrazyonu (erozyon) na dayanırlarsa da, yüksek gerilme abrazyonuna çok dayanıklı olarak telakki edilmezler. 'Abrazyon mukavemeti karbon ve krom içeriğinin artmasıyla yükselme eğilimi gösterirse de yüksek hız tipleri, hem çevre hem de 590oC a kadar sıcaklıklarda grubun en iyisi durumundadırlar. Bu kitap boyunca söyleye geldiğimiz gibi *sertlik, abrazyon mukavemetinin güvenilir bir göstergesi değil* ise de, alçak gerilme erozyon koşulları altında bunların arasında belli bir bağlantı bulunur. Martensitik çelikler genellikle, sağlamlık ve mukavemet aralıklarının birlikte arandığı hallerde abrazyona dayanmak için en iyi ve en ekonomik kaplanlardırlar.

B.11 PERLİTİK VE ÖLÇÜYE GETİRME ÇELİKLERİ

Perlitik çelikler yüzey dolgusu için bazen kullanılırlarsa da bunların daha uygun ve önemli kullanımı, aşınmaya daha dayanıklı malzemelerle dolgudan önce karbonlu çeliklerin "ölçüye getirilmesidir. Bunlar çoğu kez hem ekonomik, hem de bir parçayı eski boyutlarına getirmek için iki veya üç tabakadan çoğu gerektiğinde ölçüye getirme kaynaklarının mantığına uygun düşmektedirler şöyle ki aşınmaya daha dayanıklı alaşımlarının çoğu göreceli pahalı ve birkaç kalın tabaka çekilmesine elverişli değildir.

Amaca uygu ölçüye getirme alaşımlarının kullanılması önemlidir zira mukavemeti düşük çelikler hizmet sırasında akabilirler ve üstteki tabakanın kopmasına yol açabilirler. Dolayısıyla bir ölçüye getirme malzemesi yeterli akma mukavemetini haiz olarak dolguya uygun destek olmalıdır. Keza, ani kırılmaları karşı korumak ve sağlamlığa yardımcı olmak üzere uygun sünekliğe de sahip bulunacaktır. Kaynak açısından da çok sayıda iyi kalitede tabakayı kolaylıkla terk edecektir. (Alçak karbonlu martensitik çelikler de, perlitik çelikler gibi, ölçüye getirmede kullanılır. Austenitik ana metal üzerinde, benzer austenitik ölçüye getirme dolgu malzemesi kullanılır).

Çok sayıda perlitik çelik dolgu metalinden birkaçı Tablo 19' da gösterilmiştir.

Tablo 19.- Perlitik çelik yüzey dolgusu metallerinin ölçüye getirme ve sert dolgu esas tiplerinin bileşimleri

Grade	C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Mo, %
	0.5	...	...	1.5	0.2
	0.5	0.8	0.3	1.0	...
AISI 1045	0.45	0.7	0.2	...	...
	0.4	1.5	0.6	4.0	...
	0.3	1.0	0.7	2.5	...
	0.2	1.0	0.5	1.5	...

%0,4 ilâ 1,00 karbon içeren basit çelikler, kaynak sıcaklığından itibaren normal soğumada geniş ölçüde perlitten ibaret olacaktır. Bunlar ucuz olup kolaylıkla terk edilirler. Bununla birlikte bunlar ve benzeri alçak alaşımlı çelikler, karışmaya ve soğuma temposuna hassas olup sertlik ve sair nitelikler çokça fark edilir.

Perlitik çelikler nihaî kaplama tabakası olarak kullanıldıklarında, aranan özellik genellikle sürtünme aşınmasına dayanımdır. Talaşlı işlenebilme ve döğülebilme bazen tercih sebebi olur. Alaşım içeriğinin, soğumada bir miktar martensit oluşturacak kadar yüksek olmaması halinde, terk edilen metal yüzey dolgusu uygulamaları için ekonomik olmaz.

B.12 YARI AUSTENİTİK ÇELİKLER

Tablo 20' de bunların bileşimi görülür. Bunlar, içyapılarında genellikle austenit, biraz martensit, ve bazen de bainit veya perlit içerir.

Tablo 21.- Yan austenitik yüzey dolgusu çeliklerin bileşimleri

Grade	C, %	Mn, %	Cr, %	Mo, %
	0.4	1.5	4.0	...
	1.0	4.0	12.0	...
	1.2	1.5	8.0	0.5
	1.7	1.0	3.5	...

Yan austenitik çelikler havada sertleşirler. Bu keyfiyet, kaynak metali soğuduğunda austenitin bir kısmî dönüşümünün vaki olduğunu gösterir.

Büyük ölçüde austenitik olan kaynak metalleri çok aranır şöyle ki daha yumuşak austenit çatlamaya daha az eğilimlidir. Her ne kadar austenit çalışma sertleşmeli ise de bu sertlik değişmesi, kuzart ve sert silikatlar tarafından yüksek gerilme abrazyonu dayanımına az şey ekler. Mamafih bu karakteristik, dolomit (başlıca magnezyum karbonat ile kalsium karbonattan oluşan kaya) ve kireç taşı gibi yumuşak abrazyonun bahis konusu olduğu uygulamalarda bir kesim avantajı olmaktadır.

B.13 AUSTENİTİK ÇELİKLER

Austenitik çalışma sertleşmeli çelikler, aslî sağlamlıkları nedeniyle, austenitik manganez çeliğinden parçalar için en iyi dolgu malzemesi olmaktadır. Abrazyonla birlikte ağır darbenin de bulunduğu duruklarda bunlar çoğu kez nihaî kaplama tabakası olarak kullanılırlar.

Cr-Mn ve Cr-Ni-Mn elektrotları ya karbon çeliği, ya da çalışma sertleşmeli austenitik manganez esaslı metalleri, daha yüksek abrazyon mukavemetli üst takadan önce, ölçüye getirmede kullanılır. Mamafih ılımlı abrazyonla ağır darbe mukavemetinin arandığı hallerde nihaî tabaka olarak da kullanılabilir. Bazı önemli uygulamalar arasında demiryolu makas korkulukları, geçiş makasları, ray uçları eb. sayılabilir.

Tablo 21' deki yüksek manganezli alaşımlar, artan akma mukavemetine göre sıralanmıştır. Tablo' da görülen max. %0,07 fosfor içeriği, istenilen bir sınır değildir. Ancak bu grade' lerdeki elektrotlar daha aşağı fosforlu olarak elde edilemediklerinden konmuştur. Bu tür dolgu metali genellikle % 0,04 ilâ 0,07 fosfor içerir. Terk edilen kaynak dikişinde %0,035' i geçmemesinin

gerektiği fosfor, dikişin çatlamasından büyük ölçüde sorumludur.

Bu metallerin sair karakteristikleri hakkında daha önce ayrıntılı bilgi verilmiş olduğundan bunların üzerinde burada durmayacağız.

Austenitik çalışma sertleşmeli alaşımlar, ağır darbeli hizmet için çok üstün mühendislik malzemeleridir. Bu amaçla, kalın dolgular gerektiğinde, çalışma sertleşmeli alaşımlar havada sertleşen tiplerden üstündürler.

Austenitik çalışma sertleşmeli alaşımların kuvarz gibi keskin köşeli taneciklerin yüksek gerilme abrazyonuna mukavemetleri sadece ılımlıdır. Metal-metale aşınma veya alçak gerilme abrazyonuna dayanım çoğunlukla iyidir. Kromlu yatak grade' leri çoğu kez EFe Mn alaşımlarına, daha yüksek basma akma sınırlıra nedeniyle tercih edilir.

Tablo 21.- Austenitik çelikler dolgu metallerinin bileşimleri (a) (b)

AWS Classification	C, %	Mn, %	Si, %	Ni, %	Cr, %	Mo, %	Fe, %	V, %	P, %	Total Others %
EFeMn-A bare	0.55-0.90	12.5-16.0	0.4-1.3	2.75-5.0	0.50	...	bal.	...	0.07	1.0
EFeMn-A covered	0.5-0.9	11.0-16.0	0.3-1.3	2.75 min	0.50	...	bal.	...	0.07	1.0
EFeMn-B bare	0.65-0.90	12.5-16.0	0.4-1.3	...	0.50	0.6-1.4	bal.	...	0.07	1.0
EFeMn-B covered	0.5-0.9	11.0-16.0	0.3-1.3	...	0.50	0.6-1.4	bal.	...	0.07	1.0
EFeMn-C bare	0.55-0.90	12.0-16.0	0.2-0.8	1.00 min	2.5-5.0	...	bal.	...	0.035max	1.0
EFeMn-C covered	0.55-0.90	12.0-16.0	0.2-0.8	1.00 min	2.5-5.0	...	bal.	...	0.035max	1.0
Spesifikasyonu olmayan tipler (h)										
	0.6	14.5	...	3.5	4.0	...	bal.	...	...	...
	0.8	16.0	...	...	...	1.0	bal.	...	...	...
	0.75	16.5	0.35	1.1	4.0	...	bal.	...	...	...
	1.2	14	0.8	1.0	15	...	bal.	...	...	...
	0.6	4	0.6	9.5	20	...	bal.	...	...	...
	0.4	4	0.6	9.5	20	...	bal.	...	...	...
	0.4	4	0.6	9.5	20	1.4	bal.	0.6	...	...
	0.4	14	0.5	1.0	14	1.6	bal.	...	...	...
	0.4	15	...	1.0	15	...	bal.	...	...	...
	0.9	16	...	2.0 max	16	2.0 max	...	...	...	...
Austenitik paslanmaz çelikler										
AWS Classification	C, (d) %	Mn, %	Si, %	Ni, %	Cr, %	Mo, %	Cb plus Ta, %	S, %	P, %	
E308	0.08	2.5	0.90	9.0-11.0	18.0-21.0	...	...	0.03	0.04	
E308L	0.04	2.5	0.90	9.0-11.0	18.0-21.0	...	...	0.03	0.04	
E309	0.15	2.5	0.90	12.0-14.0	22.0-25.0	...	...	0.03	0.04	
E309Cb	0.12	2.5	0.90	12.0-14.0	22.0-25.0	...	0.70-1.00	0.03	0.04	
E309Mo	0.12	2.5	0.90	12.0-14.0	22.0-25.0	2.00-3.00	...	0.03	0.04	
E310	0.20	2.5	0.75	20.0-22.0	25.0-28.0	...	...	0.03	0.03	
E310Cb	0.12	2.5	0.75	20.0-22.0	25.0-28.0	...	0.70-1.00	0.03	0.03	
E310Mo	0.12	2.5	0.75	20.0-22.0	25.0-28.0	2.00-3.00	...	0.03	0.03	
E312	0.15	2.5	0.90	8.0-10.5	28.0-32.0	...	...	0.03	0.04	
E16-8-2	0.10	2.5	0.50	7.5-9.5	14.5-16.5	1.0-2.0	...	0.03	0.03	
E316	0.08	2.5	0.90	11.0-14.0	17.0-20.0	2.00-2.50	...	0.03	0.04	
E316	0.04	2.5	0.90	11.0-14.0	17.0-20.0	2.00-2.50	...	0.03	0.04	
E317	0.08	2.5	0.90	12.0-14.0	18.0-21.0	3.00-4.00	...	0.03	0.04	
E318	0.08	2.5	0.90	11.0-14.0	17.0-20.0	2.00-2.50	6xC min. to 1.00 max.	0.03	0.04	
E330	0.25	2.5	0.90	33.0-37.0	14.0-17.0	...	...	0.03	0.04	
E347	0.08	2.5	0.90	9.0-11.0	18.0-21.0 _(c)	...	8xCmin ^(d) to 1.00 max.	0.03	0.04	
E349 ^(a)	0.13	2.5	0.90	8.0-11.0	18.0-21	0.35-0.65	0.75-1.2	0.03	0.04	

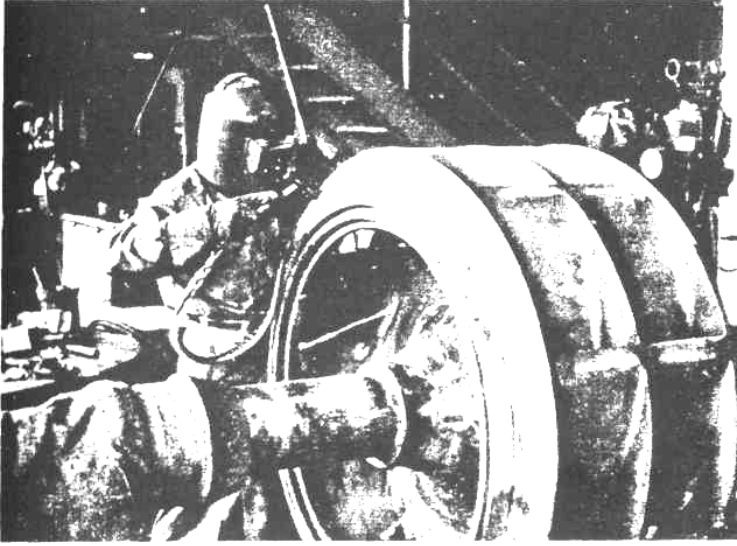
(a) Başka türlü ifade edilmedikçe tek değerler maksimum yüzdeleri gösterir.

(b) Aws Specification A5.13.

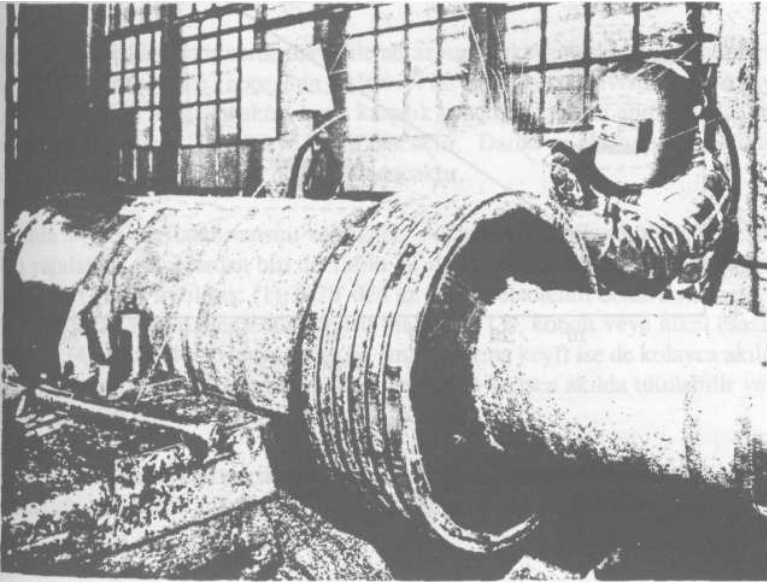
(c) AWS Specification A5.4.

(d) Karbon %0,01 yaklaşıkla tahlil edilecektir.

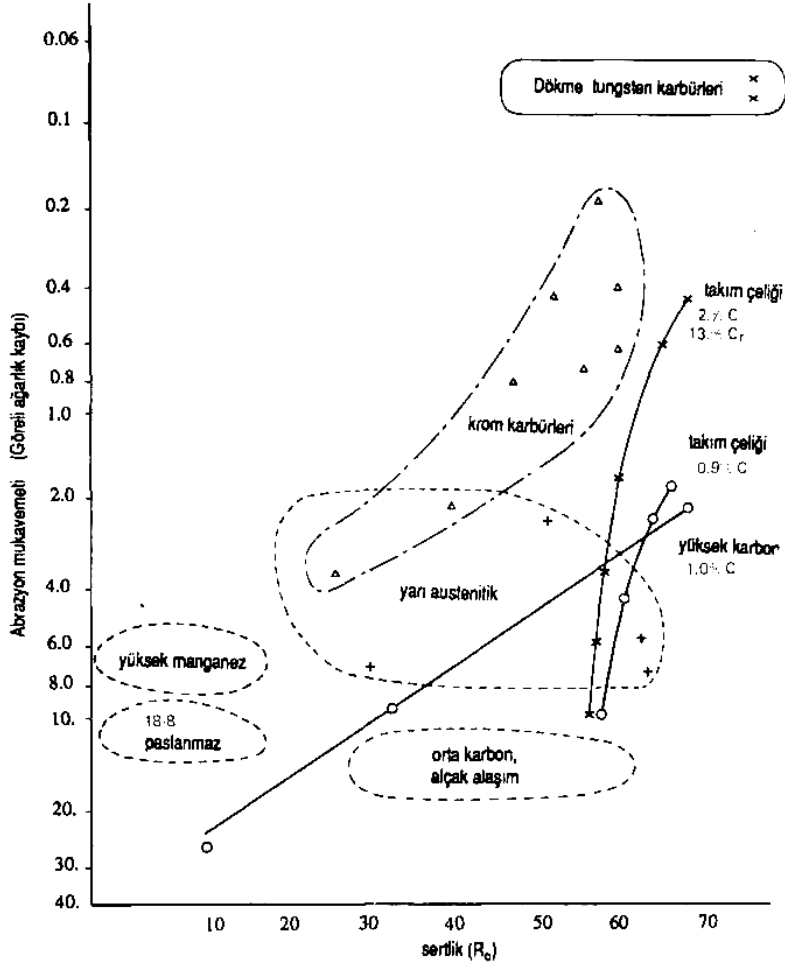
- (e) Böyle ifade edildiğinde krom min 1,9xNi olacaktır.
- (f) Böyle ifade edildiğinde tantal,max.0,10 olacaktır.
- (g) Tantal max.0,15 olacaktır.
- (h) Tek değerler nominal bileşimleri temsil ederler.



Şek. 18.- 10 ton ağırlığında bir pompa çarkının, korozyon ve erozyon mukavemeti için silisyum bronzu ile ölçüye getirilmesi



Şek. 19.-Büyük bir düğme presi pistonunun, metal-metale yapışkan aşınmaya dayanması için alüminyum bronzu (Cu Al A-2) dolgusuyla eski haline getirilmesi



Şek. 20.- Sıradan sert dolgu malzemelerinin sertlik ve abrazyon mukavemetleri