

# V - ÇEŞİTLİ METALLARIN SERTLEHİMLENMESİ

## A - ÇELİKLERİN SERTLEHİMLENMESİ

Alaşım ilâveleri, ısıtma sıcaklığı, atmosfer ve ısıtma süresine göre çelikler, değişik bileşim ve ısıl stabilitede bir veya daha fazla oksit tabakasıyla kaplanırlar. Karbonlu çelikler, oksijen içeriği itibariyle birbirinden fark eden üç oksit tabakası ile örtülür:  $Fe_3O_4$ ,  $FeO$ ,  $Fe_2O_3$ . Sonuncusu  $560^{\circ}C$ 'in üstünde sıcaklıklarda stabil olup soğumada  $\alpha.Fe + Fe_3O_4$  e dönüşür. Çeşitli çelikler üzerinde oksitlerin sırası, bileşim ve içyapısı, oksijenin bir gazlı atmosfer ve alaşım elementlerinden itibaren çeliğin iç tabakalarından yüzeyine doğru difüzyon süreci tarafından saptanır.

### 1 - ÇELİKLERİN OCAK SERTLEHİMLENMESİ

Ocak sertlehimlemesi, bir demir dışı ilâve metal kullanılarak küçük parçaların birleştirildiği bir seri imalât sürecidir. Ocak birleştirmesi ancak ilâve metalin önceden yerleştirilmesinin ve pozisyonda tutulabilmesinin mümkün olması halinde yapılabilir.

Çelik birleştirmeleri sertlehimleme ve soğuma sırasında vaki olabilecek oksitlenme veya oksitlenme ve dekarbürasyondan korumak üzere ocak sertlehimlemesi uygun bir atmosferin kullanılmasını gerektirir. Uygun atmosfer aynı zamanda birleştirme yüzeylerinin ilâve metal tarafından istenildiği gibi ıslatılmasını sağlayacaktır.

Karbonlu ve alçak alaşımlı çeliklerin sertlehimlenmesinde her ne kadar bakırdan başka ilâve metaller de ocakta kullanılabilirse de bakır, düşük maliyeti ve meydana gelen birleşmelerin yüksek mukavemetleri dolayısıyla genellikle yeğlenir. Bakır ilâve metal kullanılması halinde gerekli yüksek sertlehimleme sıcaklığı ( $1100-1200^{\circ}C$ ) aynı zamanda, çelik birleştirmelerin sertlehimlemeden sonra ısıl işleme tabî tutulmaları halinde avantajlı olmaktadır.

En verimli ve ekonomik olarak sertlehimlenen çelik birleştirmeler, küçük ve 2,5 kg dan az ağırlıkta olanlardır. Daha büyükleri özel ocaklarda birleştirilir. Parçaların boyutlarını, onları sertlehimleme sıcaklığına getirecek gerekli ısı sınırlar.

Ocak sertlehimlemesinin öbür süreçlere göre başlıca avantajı çok değişik hazırlanmış koruyucu atmosferlerin özellikle zengin eksotermik esaslı, endotermik esaslı ve bazı azot esaslı atmosferlerin kullanılmasına olanak vermesindedir. Bunlar en ucuzlar arasında olup doğruca fabrikanın içinde geniş ölçüde meydana getirilebilirler ve yaklaşık %0,2 ile %1,0 i aşan bir karbon potansiyeli kademesinde hazırlanabilirler. Bu karbon potansiyeli aralığı,

sertlehimlenmeden önce karbürleşmiş olanlar dahil, bütün karbonlu ve alçak alaşımlı çelikler için yeterli olmaktadır.

Ayrıca bu atmosferler yeterince redükleyici olduklarından, karbonlu çeliğin bakır ilâve metaliyle sertlehimlenmesinde dekapana gerek kalmaz. Bu atmosferler ocağa girerken parçaların üzerinde mevcut hafif oksit filmlerini redüklerler ve sertlehimleme sırasında vaki olabilecek herhangi bir oksitlenmeyi önlerler.

Sınırlamalara gelince, bunların çoğu bakır ilâve metalle sertlehimleme için gerekli yüksek sıcaklıklarla ilişkilidir: orta ve yüksek karbonlu ve alçak alaşımlı çeliklerde tane irileşmesine götürür; mamafih tane inceltmesi, daha sonra icra edilecek bir ısıtma işlemi sağlanabilir.

Generatörlerde hazırlanmış atmosferler zehirli elementler içerebilirler. %5 ve daha fazla yanıcı gaz ( $H_2$ , CO ve  $CH_4$ ) içerenler bir potansiyel yangın ve patlama ihtimalini ortaya çıkarırlar. Bunlara dair emniyet önlemlerinden aşağıda söz edilecektir.

Parçaların ön temizliği genellikle işleme sırasında kullanılmış olan yağların temizlenmesinden ibarettir. Yeğlenen yöntemler alkalın, solvent ve buhar temizlemesidir. Alkali temizlenmesine başvurulduğunda parçaların her türlü alkali kalıntılarının ocağa girmeden önce, suyla iyice yıkanarak yok edilmesi önemlidir. Kurşun içeren markaj kalem izleri mekanik yollarla temizlenir.

### ***Koruyucu ocak atmosferleri Zengin eksotermik esaslı atmosfer***

Teorik olarak alçak karbonlu çeliğin bakır ilâve metalle ocak sertlehimlenmesinde herhangi bir redükleyici atmosfer kullanılabilir. Pratikte ise bir zengin eksotermik atmosfer genellikle seçilmektedir; en ucuzu oluşu, daha çok karbon monoksit içeren daha kuru atmosferlere göre daha düşük is (kurum) potansiyelini haiz oluşu ve asgari bir generatör bakımını gerektirmesi itibariyle bu tercihin nedenleri olmaktadır.

Bir zengin eksotermik atmosferde redükleyici gazlar içeriği (%12,5 ilâ 15  $H_2$  ve yaklaşık %11 CO) genellikle iyi bir ısıtmayı teşvik ve birleşecek çelik parçalar üzerinde parlak yüzeyler idame etmek için yeterli olmaktadır. Hidrojen oranının düşük ve rutubetin yüksek olduğu hallerde, parlak yüzeyler elde etmek için bunun çığ noktasını düşürmek üzere gazın soğutulması gerekiyor.

Karbon potansiyelinin kontrolü gerektiğinde genellikle, bir zengin endotermik atmosfer yeğlenir.

### Ocak sertlehimlemesinde genellikle kullanılan koruyucu atmosferler

AGA sınıfı	Tanımlama	Hacim olarak % nominal bileşim					Çiğ noktası (°C)	Hava gaz oranı
		N <sub>2</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		
102	Zengin eksotermik esaslı. Akkor halinde odun kömürü arasından geçirilmiş hidro-karbon gazın yanma ürünleri	71,5	10,5	5,0	12,5	0,5	---	6,0
		gerisi	30,0	—	16,0	—	-26	6,0
202	Zengin azot esaslı	75,3	11,0	—	13,2	0,5	-40	6,0
301	Zayıf endotermik esaslı	45,1	19,6	0,4	34,6	0,3	-5 ilâ 10	2,6
302	Zengin endotermik esaslı	39,8	20,7	—	38,7	0,8	-4 ilâ -20	2,5
601	Ayrışmış amonyak	25,0	—	—	75,0	—	-50	—
—	Hidrojen, tasfiye edilmiş	—	—	—	100,0	—	-60	—

Bir zengin eksotermik esaslı atmosferin nominal bileşimi aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu atmosfer, bir doğal gaz veya propan gibi bir hidrokarbon yakıtın havada, hava/yakıt gaz oranını kontrol etmek ve istenen bileşimi vermek üzere donatılmış bir generatör kullanılarak elde edilir.

#### *Zengin azot esaslı atmosfer*

Her ne kadar bir zengin eksotermik esaslı atmosfer bakırla alçak karbonlu çeliğin sertlehimlenmesinde geniş ölçüde kullanılmakta ise de bu atmosfer, zengin azot esaslı atmosferden (AGA sınıfı 202) az çok kararsızdır. Düşük çiğ noktası (-40°) ve karbon dioksit yokluğu nedeniyle bu azot esaslı atmosfer öbüründen daha redükleyici olup saflaştırılmamış eksotermik atmosferin arz ettiği dekarbürasyon etkisini göstermemektedir. Çeliğin dekarbürasyonuna (karbondan fakirleştirilmesine) müsaade edilmediği her durumda kullanılabilir.

Bir azot esaslı atmosferin birim hacim maliyeti, bir eksotermik atmosferininkinin kabaca iki katıdır. Ama asıl ekonomik sakıncası ilk yatırım maliyetinin yüksekliğidir.

#### *Endotermik esaslı atmosferler*

Bir zayıf (AGA sınıfı 301) ve bir zengin (AGA sınıfı 302) endotermik atmosferin nominal bileşimleri yukarıdaki tabloda verilmiştir. Zayıf atmosfer, hidrokarbon gaz ve havanın zayıf karışımlarının, bir nikel katalizörün varlığında bir dıştan ısıtmalı hücre içinde reaksiyonu ile elde edilir.

Endotermik esaslı atmosferlerin çiğ noktasını denetim altında tutarak bunların karbon potansiyelleri %0,20 ilâ %1,30 C arasında hassasiyetle kontrol edilebilir; böylece de alçak, orta ve yüksek karbon içerikli karbonlu ve alçak alaşımlı çelikler için denge koşullarını sağlamak

mümkün olur ve karbürlenme ve dekarbürasyonlardan kaçınılmış olur. Atmosferler redükleyici olup oksitlenmeye karşı koruma sağlar ve sertlehimleme sırasında ıslatmayı teşvik eder.

Bu atmosfer generatörleri, azot esaslılarından daha az çapraşık ve ucuz olup gaz istihsalinin maliyeti az çok aynıdır.

### ***Sair atmosferler ve vakum***

Daha pahalı diğer atmosferler ve vakum da çeliğin ocak sertlehimlemesine uygundur. Cr, Mn, Ti, V, Al ve Si içeren yüzey oksitlerinin kararlılığı nedeniyle, bu elementlerden toplam olarak % 2-3'den fazla içeren alaşımlı çelikler memnuluk verici şekilde sadece vakumda ya da kuvvetli redükleyici atmosferlerden birinde, örneğin ayrılmış amonyak veya saflaştırılmış kuru hidrojen (yukardaki tabloya bkz.) içinde dekapansız olarak sertlehimlenebilirler.

### ***Bakır ilâve metallerle sertlehimleme***

Bakır, karbonlu ve alçak alaşımlı çelik birleştirmelerinin dekapansız olarak redükleyici koruma atmosferleri altında ocakta sertlehimlenmesinde tercih edilen ilâve metal olmaktadır. Ancak eser miktarda bulunan arsenik ve fosforun önemli miktarda varlığından kaçınılacaktır şöyle ki bunlar, sertlehimlenmiş birleştirmelerde gevrek birleşimler hasil ederler.

### ***İlâve metaller ve bunların şekilleri***

AWS BCu-1, BCu-1a ve BCu-2 işaretlerini taşıyan üç Standard bakır ilâve metali mevcuttur (aşağıdaki tabloya bkz.).

#### **Ocak sertlehimlemesinde genellikle kullanılan bakır ilâve metalleri (AWS A5.8)**

AWS sınıflandırması	Asgari bakır oranı (%)	Sertlehimleme sıcaklığı (°C)
BCu-1	99,90	1090-1150
BCu - 1a	99,0	1090-1150
BCu-2	86,5	1090- 1150

BCu-1, asgari %99,90 bakır ve azami %0,10 sair elementler içerir. Şerit, çubuk ve makaraya sanlı tel şeklinde bulunur.

BCu-la, asgari %99,0 bakır ve azami %0,30 sair metalik elementler içerir, iki standart elek analizinde toz halinde bulunur: medium 1 ve medium 2. Bazı uygulamalarda toz olarak tatbik edilir ama çoğu kez bir sıvıyla karıştırılıp hamur halinde sürülür. Birçok uygulamada BCu-1 ile BCu-la, birbirlerinin yerine kullanılabilirler.

BCu-2, hamur (pasta) halinde mevcut olup asgari %86,5 Cu ve azami %0,50 sair metalik elementler ve %1,3 metalik olmayan, klorürler, sülfatlar, ve nitrik asitte erimez veya asetonda erir maddeler içerir. Gerisi oksittir. Pasta bakır ya da bakırlı oksit zerrecilerinin uçucu bir sıvı içinde süspansiyonundan ibarettir.

Alaşımsız bakır ilâve metalleri (BCu tipleri), hiçbir zaman çeliğin birleştirilmesinde kullanılmayan bakır-fosfor (BCuP), veya genellikle bir boraks-borik asit dekapanını gerektiren bakır-çinko (RBCuZn) ilâve metallerle karıştırılmayacaktır.

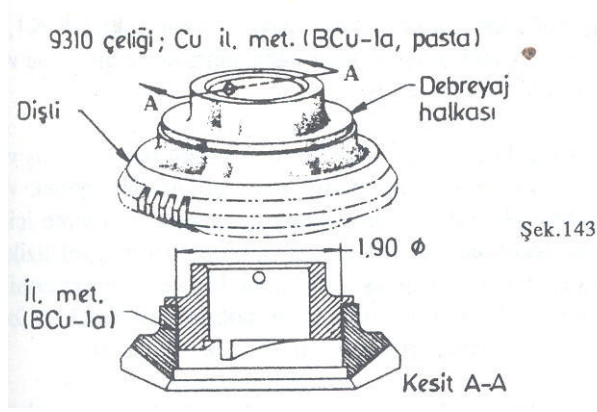
### ***Birleştirme mukavemeti***

Çeliğin ocak sertlehimlemesinde kullanılan bakır ilâve metallerin bir başlıca avantajı, birleştirmelere sağladığı yüksek mukavemettir. Alçak karbonlu çeliklerde bakır birleştirmelerin makaslama mukavemeti genellikle 16 kg/mm den 22 kg/mm ye kadar; çekme mukavemeti de 18 kg/mm den 36 kg/mm'ye kadar olur. Bu birleştirmelerin yorulmaya mukavemetleri de yüksektir. Bir deney serisinde 8,5 kg/mm kadar gerilme altında bakırla sertlehimlenmiş birleştirmeler kopmadan 10 milyon saykla dayanmışlardır. Birleştirme mukavemeti deneylerinin hepsinde alıştırmaların mukavemeti etkilediği aşikâr olmuştur.

### ***Bakırla sertlehimlenmiş birleştirmelerin semantasyonu***

Bakır ilâve metallerin likidus sıcaklığı 1083°C kadar, sertlehimleme için önerilen sıcaklıklar da 1090-1150°C tır. Bu sıcaklık aralığı, karbonlu ve alçak alaşımlı çeliklerin austenitleştirme ve semantasyon sıcaklık aralıklarından iyice yüksektir. Gazla semantasyon sıcaklıkları nadiren 940°C'ı geçer. Aşağıda vereceğimiz örnekte olduğu gibi, bir çelik birleştirmenin bakırla sertlehimlemeden sonra icra edilmiş semantasyonunun, sertlehimlenmiş birleştirme üzerine hiçbir ters etkisi olmamıştır (şek.143).

Şek.143'de görülen dişli ve kavrama birliğinin komponentleri bakır sertlehimlemesiyle birleştirilmiş ve sonradan semante edilip su verilmiş. Bunlar 9310 çeliğinden yapılmış olup bir kuru (çiğ noktası -50°C) hidrojen atmosferi içinde sertlehimlenmişlerdir (çelikte nispeten yüksek -%1 ilâ 1,4- krom bulunması nedeniyle). Sertlehimlenecek yüzeyler üzerinde krom içeren oksitlerin redüklenmesini sağlayan hidrojen atmosferi bir kapalı kabın içine üstten İthal edilip saatte 15 kap hacmi temposuyla alttan alınmıştır. Kap, sertlehimleme sıcaklığına (1125°C) bir ocak içinde getirilmiş ve parçalar çıkarılmadan oda sıcaklığına havada soğutulmuştur, ilâve metal BCu-la, sertlehimleme süresi 30 dakika olmuştur.

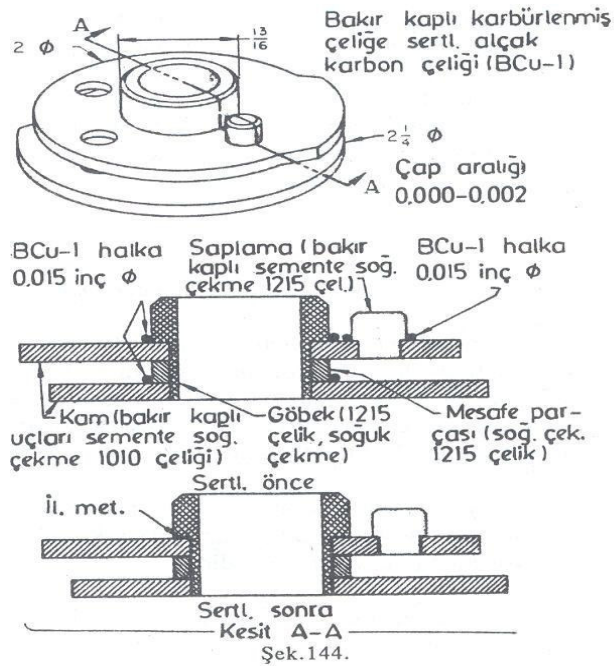


Sertlehimlemeden sonra dişli ve kavrama bütünü, standart yöntemle gaz semantasyonuna tabi tutulup sulanmış (sertleştirilmiş) tir. Her bütün, kuvvet çifti deneyinden geçirilmiş.

### Semante edilmiş komponentlerin sertlehimlenmesi

Bakır ilave metalle ocak sertlehimlenmesinin bir seçik avantajı da, sertlehimlemeden sonra olduğu kadar, ondan önce de semantasyona imkan vermesindedir. Bunun anlamı, sadece sertleştirilecek olan komponentlerin semante edilecekleridir. Bu, aşağıda (şek.144) tanıtılacak uygulamalarda olduğu gibi bazen faydalı olmaktadır.

Şek. 144’de görülen kam birleşmesinin beş komponentinden üçü, bakırla sertlehimlemeden önce semante edilmişti. 1010 çeliğinden iki kamın uçları 0,50 mm derinlikte semante edilmiş ve 1215 çeliğinden saplama, alt geçme kısmı dışında yine aynı derinlikte semante edilmiştir. Semantasyondan sonra bu işlemi görmüş kısımlarda yüzey karbon oranı yaklaşık %1,1 olmuş.



Başlangıçtaki bu yüksek yüzey karbon oranı daha sonra sertlehimleme ve su verme işlemleri sırasında difüzyonla azalmıştır.

Semantasyondan sonra kamlarla saplamalar özenle yağdan temizlenmiş ve batırma ile 0,005 mm kalınlıkta bakır kaplanmış 1215 çeliğinden göbek ve mesafe parçası da yağdan temizlenmiş, bu beş komponent sertlehimleme için birleştirilmiş ve şek.144'de görüldüğü gibi önceden şekillendirilmiş tel halka bakır ilâve metalleri yerlerine yerleştirilmiş ve sistem bir fakir endotermik atmosfer altında sertlehimlenmiştir. Atmosferin karbon potansiyeli %0,3 ile 0,4 C arasında tutulmuş, sertlehimleme süresi parça başına 11 dak. olmuştur.

İlkönce bakır kaplama işlemi sadece semante edilmemiş komponentlere uygulanmış (göbek ve mesafe parçası) ve bununla bunların sertlehimleme sırasında yüksek karbon potansiyelli bir atmosferde sert ve işlenmesi güç bir yüzeye sahip olmalarının önlenmesi amaçlanmıştır. Bu yüksek karbon potansiyelli atmosfer ise, semante edilmiş parçaları dekarbüre olmaktan korumak için gerekli görülmüştü. 0,01 mm kalınlıkta bakır kaplama, yüzeylerin korunması için uygulanmıştı. Ama bu kaplama, sertlehimleme sırasında akmış ve temizlenmesi güç bir cüruf teşkil etmiştir. Bu nedenle semante edilmemiş çıplak komponentlere uygun bir atmosferin kullanılmasına ve sadece semante edilmiş parçaların bakırla kaplanmasına karar verilmiştir. Daha düşük karbon potansiyelli atmosferle 0,005 mm kalınlıkta bakır kaplama, sertleştirilecek komponentleri dekarbürazyondan korumaya yeterli olmuştur.

## **Sertlehimleme öncesi yüzey temizlenmesi**

Karbonlu ve alçak alaşımlı çelik yüzeylerinin temizlenmesi, daha önce genel olarak ifade edildiği gibi, mekanik ya da kimyasal yolla olur. Talaş kaldırarak işlenmiş parçaların sadece yağdan temizlenmesi yeterlidir. Büyük seride imal edilmiş ince cidarlı parçaların yüzeyleri oksit filminden su-asit eriyiği içinde dekapajla arındırılır. Karbonlu çeliklerde eriyik % 10-15 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> içerecektir.

Böyle bir eriyikle muamele dekapaj, akar sıcak suda yıkama, sıcak alkalın eriyikinde nötralizasyon, sıcak suda yıkama ve kurutmadan ibarettir. Dekapaj banyosunun bileşimleri şöyledir:

1 - Hacim olarak 1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (yoğunluk 1,4) + 3 HNO<sub>3</sub> (yoğ. 1,4) + 50 gr/1 NaF (sodyum flüorür). Dekapaj süresi, 17-28°C'ta 5 ilâ 20 dak.

2 - 85 gr/1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 215 gr/1 HCl + 10 gr/1 HNO<sub>3</sub>. 50-70°C'ta 5-10 dak. Bu eriyik bir seramik kapta tutulacaktır.

3 - 1 gr/1 muriatik asit + 3-5 gr/1 inhibitör + 1,5-2 gr/1 NaCl. 17-28°C'ta 10-30 dak.

1. ve 3. eriyikler içinde dekapaj, vinil plastikle (örneğin PVC) kaplı çelik tanklarda yapılır. 1. ve 2. eriyikler, kalın bir oksit (tufal) tabakasıyla kaplı yüksek alaşımlı çeliklerin dekapajında kullanılırlar. 3. eriyik, paslı ve tufallı karbonlu çeliğin dekapajında kullanılır.

Bu sonuncu ile dekapajdan sonra 30-40 san. süreyle 50-70°C'ta sıcak su içinde çalkalama; bir HNO<sub>3</sub> (350-400 gr/l) + HF(4-5 ml/l) eriyiki içinde, 17-28°C'ta 10-20san. süreyle parlatma; 50-70°C'ta 30-40 san. süreyle sıcak su içinde çalkalama ve 20-30 dak. 80-100°C sıcaklıkta bir ocakta kurutma yapılacaktır.

Sertlehimleme için böylece hazırlanmış parçalar en az 16°C sıcaklıkta bir kuru mahalde en fazla 48 saat saklanacaktır; bu süreden sonra çelik yeniden bir yüzey temizliğini gerektirebilir. Depolama süresi polietilen torbalar kullanılarak uzatılabilir. Uzun süre depolanacağı zaman karbonlu ve alçak alaşımlı çelikler kalaylanarak veya bakır ya da nikel kaplanarak oksitlenmeden korunur.

### ***İlâve metal akısının durdurulması***

ideal koşullar altında ilâve metal kapiler etkiyle akar ve böylece bütün birleştirme yerini doldurur. Ancak pratikte, birleştirme yeri dolduktan sonra akış durmayabilir ve ilâve metal, istenmeyen alanların üstüne akabilir. Örneğin:

1. Diş çekilmiş bir saplamanın bir parça üzerine sertlehimlenmesinde, ilâve metal dişleri takip edip bunları tolerans dışı bırakabilir.
2. Tespit aparatlarında mesnet uçları ilâve metal tarafından ıslatılıp istenmeyen bir sertlehimleme meydana getirebilir.
3. Sertlehimlenmiş türbin ve kompresör aksamı gibi bazı parçalar çok dar toleranslar içinde işlenmiş olup fazla ilâve metal, ölçüler bakımından sakınca yaratabilir.
4. Boru birleşmeleri, özellikle küçük kapiler borular (1,5 mm veya daha az iç Çaplı) kolaylıkla kısmen veya tamamen ilâve metal tarafından tıkanabilir.vb.

### ***ilâve metal akışını durdurma malzemeleri***

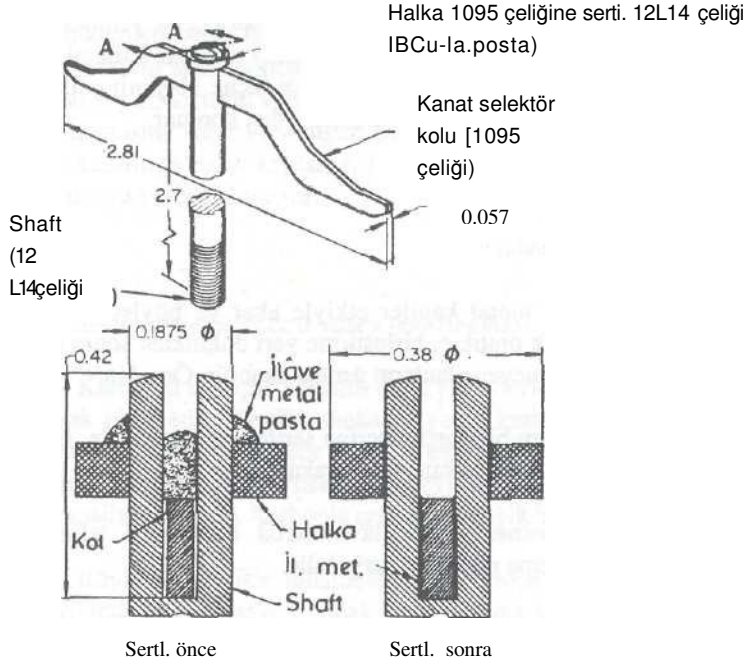
Karbonlu ve alçak alaşımlı çeliklerin, eksotermik esaslılar gibi sık kullanılan atmosferlerde sertlehimlenmelerinde uygun alanlara magnezi sütü sürülmesi durdurucu olarak etkilidir. Keza bir kromik asit-su eriyikini sürüp onu sertlehimleme sıcaklığına ısıtmakla bir ince krom oksidi filmi oluşur ki bu film, ilâve metal tarafından ıslatılmaya karşı koyar.

Bir hidrojen atmosferi ya da vakumda sertlehimleme için patentli iki malzeme alüminyum, titanium, magnezyum ve sair element oksitlerinden oluşmuştur, ilki çabuk



kuruyan ve bir ticari boya gibi davranan bir ürün olup tineri de, boyacı tineri, örneğin asetonur, ikincisi yavaş kuruyan tiptendir.

### Tespit örnekleri



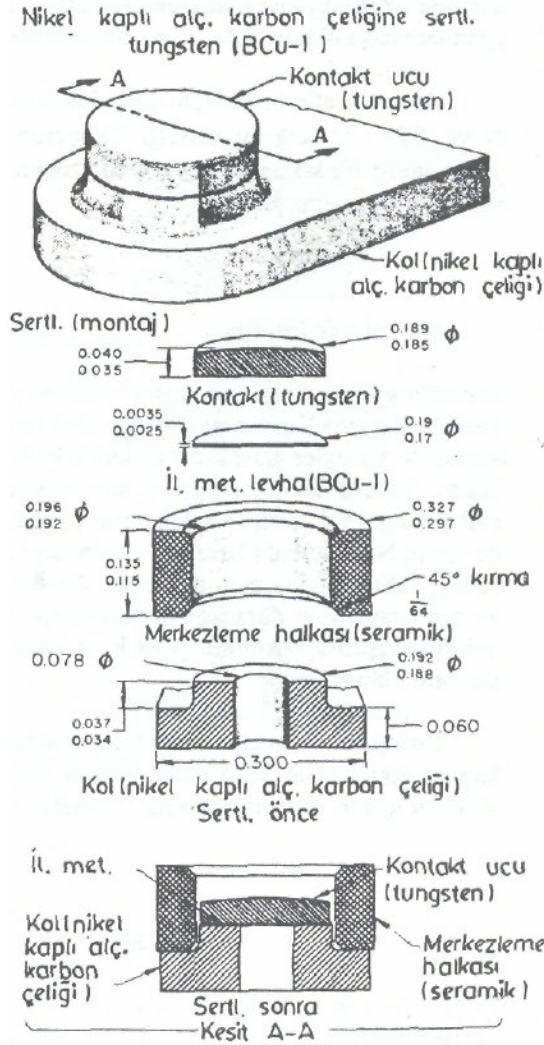
Şek. 144a.- Şaftla kol arasında toplam aralık: halka yerleştirilmeden önce 0,006 ilâ 0,010, halka yerleştirildikten sonra 0,002 ilâ 0,0005 in.

Ocakta sertlehimlenecek parçaların birbirlerine göre gerekli pozisyonda tespitleri elzem olup ya kendi kendilerini tespit edecek şekilde dizayn edilirler, ya da bu, özel basit tertiplerle sağlanır. Bu ikinci şeklin tercih edilmeyeceği aşikârdır. Şek.144'de, kendi kendini tespit tasarımına bir örnek görülür. Bunda 12L14 çeliğinden bir şaftla 1095 çeliğinden bir selektör kolu birleştirilecektir. Sorun, yangın derinliğinin artırılması ve üste sıkı alıştırılmalı bir halkanın preste geçirilmesiyle çözümlenmiştir, ilâve metal BCu-la tozundan yapılmış hamur (pasta) şeklinde uygulanmış.

Sertlehimleme tertibi olarak 12x5x3 in Ölçülerinde grafit bloklar kullanılmış. Bunların her birine 40 ar delik açılıp şaftlar bunlara geçirilmiş. Birleştirme, dakikada 150 mm hızla ilerleyen örme çelik bantkonveyör üzerinde 1120°C'ta yapılmış. Koruyucu atmosfer olarak da ayrışmış amonyak kullanılmış. Bir koruyucu atmosfer altında soğuma hücresinde soğutulduktan sonra parçalar, fazla bakırı temizlemek üzere 1 saat süreyle bir kromik asit eriyikine daldırılmış. Bu tertiple, saatte 400 adet olarak planlanmış birleştirme sayısı 1200'ü bulmuştur.

Şek.145'deki tertip de ıslatılmaya karşı bir koruma örneğidir. Nikel kaplanmış bir alçak karbonlu çelik kola bir tungsten temas ucu (distribütör kontak ucu) Özel bir merkezleme halkası ve BCu-1 ilâve metaliyle sertlehimlenmiş.

Önceleri steatit (magnezyum silikat) ten yapılmış halkalar seçilmiş ama bunların sık sık bakır ilâve metal tarafından ıslatıldığı ve metala yapıştığı görülmüş. Böyle olunca da bütün parçaların %100 muayenesi ve yapışmış halkaların sökülmesi gerekmiş.



Şekil 145

Daha başka birçok, yoğun steatit, baryum içeren seramik, ısıl darbeye dayanıklı özel cam ve litium-alüminyum silikat tipinde seramik dahil, metalik olmayan malzeme denenmiş, sadece özel cam ve litium-alüminyum silikat tipi seramik ıslatılmaya iyi mukavemet arz etmiş. Sonunda daha az, gevrek, tekrarlanan işlemlere dayanıklı ve daha ucuz olması itibariyle silikat malzeme seçilmiş.

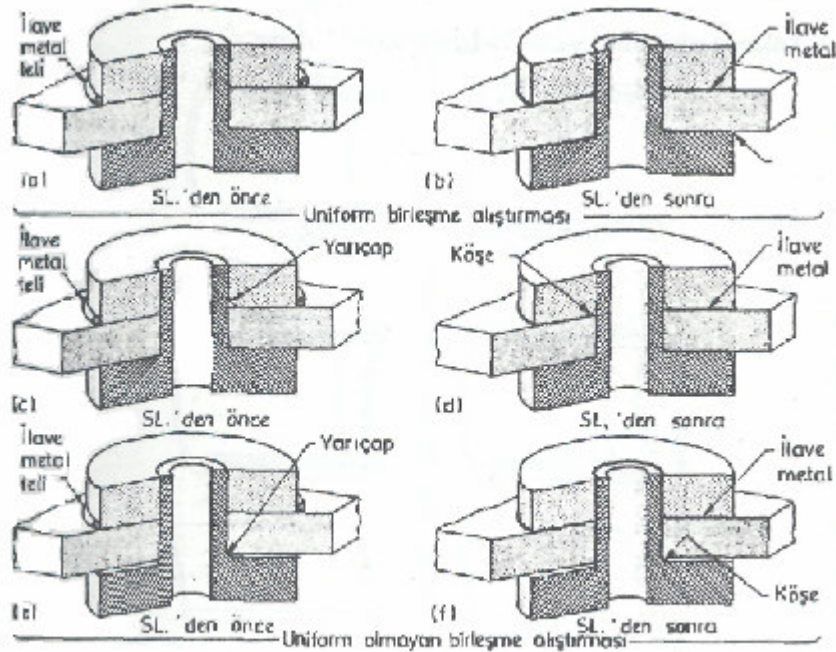
Yan otomatik bir tertiple düzenlenen sertlehimleme işlemi 1120°C'ta, %40 N ve %20 CO (çiğ noktası 18°C) içeren bir endotermik atmosfer altında yürütülmüş; bir koruyucu atmosferde soğutulmuş, ısıtma süresi 6 dak, soğutma süresi 30 dak. olmuştur.

## Alıştırma ve tasarım

Bilindiği gibi ergimiş ilâve metal birbirine yakın komşu, esas itibariyle simetrik yüzeyler arasına kapiler etkiyle akar. Bir birleştirmede ilâve metalin alacağı yol, karşılıklı yüzeyler arasındaki açıklıkla kullanılan ilâve metala bağlıdır. Ergimiş bakır, "ölçüsü ölçüsüne", yani sıfır

aralıklı birleştirmelerde bütün öbür ilâve metallere göre serbestçe ve daha uzun mesafelere akar. Aynı şeyi negatif aralıkla da yapar. Negatif aralık arttıkça, kapilariteyi artık Önleyecek yüzey yaralanmasına kadar, bakırın akma mesafesi artar. Tersine, aralık artacak olursa, ilâve metal akışının tamamen duracağı bir mesafeye varılır. Bütün birleştirme boyunca uniform alıştırma önemlidir şöyle ki uniform olmayan alıştırmada mukavemet de uniform olmaz.

Birleştirme alıştırmasının uniform olmaması halinde azami açıklıklı alanlar kapiler etkiyi kısıp ilâve metal akışını engeller. Uniform ve uniform olmayıp aralıklar içeren alıştırmanın ilâve metal akışı üzerine etkisi şek,146'da görülür.



Şek.146

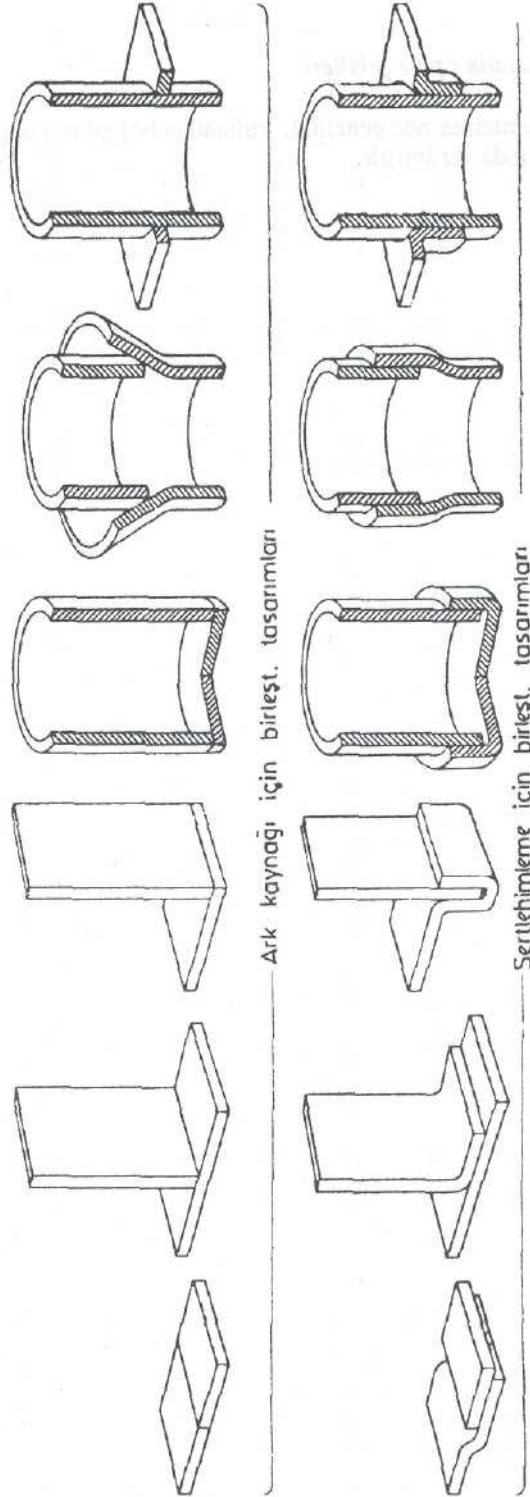
### ***Gümüş alaşımı İlâve metalle ocak sertlehimlemesi***

Çeliğin üfleç ve endüksiyon sertlehimlemesinde iş parçasına ısı girdisi yerel olduğundan bir gümüş alaşımı ilâve metalin alçak ergime ve sertlehimleme sıcaklıkları açıkça avantajlı olmaktadır. Oysa ki bu avantajlar çeliğin ocak sertlehimlemesinde nadiren Önemli faktör olur. Bu nedenle gümüş alaşımının kullanımı, bakır ya da yüksek sertlehimleme sıcaklıklarının sakınca oluşturdukları hallerde inhisar eder. Bu gibi durumlardan bazıları şunlardır:

1. Bir karbonlu veya alçak alaşımlı çeliğin bir paslanmaz çeliğe ya da bakır veya pirinç gibi bir demir dışı metala veya alaşıma sertlehimlenmesi
2. Birleştirme aralığının, bakırla çalışılan ayacak kadar fazla olması
3. Bakırla sertlen imlemede kullanılan sıcaklıkların parçalarda aşırı şekil değiştirmesine ve

nitelik kaybına götürmesi

4. Yukarda sözü edilmiş olan kademeli sertlehimleme.



Şek.147.- Ark kaynağında birleştirme dizaynlarıyla kıyaslanabilir sertlehimleme dizaynları

## İlave metalin tip ve şekilleri

Ocak sertlehimlemede genellikle kullanılan beş gümüş alaşımı ilave metali aşağıdaki tabloda verilmiştir.

AWS sınıflandırması	Bileşim, %					Sıcaklık (°C)	
	Ag	Cu	Zn	Cl	N	Solidus	likidus
B <sub>Ag</sub> -1	44 - 46	14 - 16	14 - 18	23 - 25	.....	607	618
B <sub>Ag</sub> -1a	49 - 51	14,5 - 16,5	14,5 - 18,5	17 - 19	.....	629	635
B <sub>Ag</sub> -3	49 - 51	14,5 - 16,5	13,5 - 17,5	15 - 17	2,5 - 3,5	632	688
B <sub>Ag</sub> -4	39 - 41	29 - 31	26 - 30	....	1,5 - 2,5	672	780
B <sub>Ag</sub> -5	44 - 46	29 - 31	23 - 27	....	.....	677	743

B<sub>Ag</sub>-1 ve B<sub>Ag</sub>-1a ilâve metalleri karbonlu çeliğin karbonlu çeliğe, austenitik paslanmaz çeliğe ve bakır veya bakır alaşımlara ocak sertlehimlemede kullanılırlar, B<sub>Ag</sub>-1a, daha ucuz olan B<sub>Ag</sub>-1 ilâve metalına genellikle tercih edilmesinin nedeni daha

yüksek gümüşle birleştirmede gözeneklilik eğilimini azaltıcı olarak daha alçak kadmium içeriğidir.

Önemli ölçüde kadmium içeren gümüş alaşımları başlangıçta sadece üfleç veya endüksiyon sertlehimlemesi için meydana getirilmişti. Ocak sertlehimlemesi sırasında büyük kadmium kaybı vaki olup sonuç olarak hasıl olan birleştirme metali, üfleç ve endüksiyonla hasıl olanından çok farklı miktarda kadmium içerecektir. Bununla birlikte kadmiumlu ilâve metaller ocak sertlehimlemesinde geniş ölçüde kullanılmaktadır.

Bu aynı metaller birleşmeleri BAg-1 ve BAg-la ile olduğu gibi BAg-5 ile de sertlehimlenebilir. Bu sonuncusu çok daha yüksek birleştirme sıcaklık alanını haizdir ve tasarım şekli ve sair faktörler nedeniyle ilâve metalin serbest akışının istenmediği uygulamalarda kullanılır. Bileşiminde kadmium bulunmaması itibariyle örneğin besin maddeleri kaplan ve eczacılık teçhizatı gibi bu metalin yasaklanmış olduğu yerlerde ele alınır.

BAg-3 ile BAg-4 nikel içerir ve çeliğin, başlıca alaşım elementinin krom olup çok az nikel içeren veya hiç içermeyen ferritik veya martensitik paslanmaz çeliklere ocakta sertlehimlenmesinde kullanılırlar. Bu çeliklerin birleştirmeleri su veya rutubetli havada yüzey arası korozyona eğilimli olup bunun için nikel içeren bir ilâve metalle dekapansız olarak sertlehimlenir. BAg-4, BAg-3'ünkünden daha geniş solidusla likidus arası sıcaklık alanına gerek görüldüğünde kullanılır. Keza her iki alaşım karbür uçların çelik takımlara sertlehimlenmesinde kullanılır.

## **Dekapanlar**

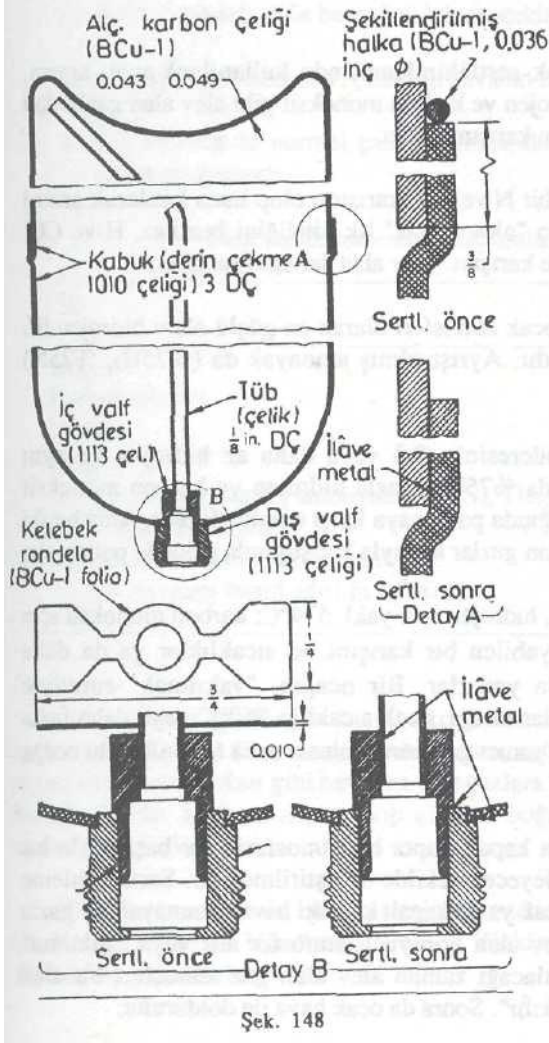
BAg-1, BAg-la, BAg-3, BAg-4 ve BAg-5 ilâve metalleri kullanıldıklarında, çeliğin çeliğe veya çeliğin farklı bir metala ocak sertlehimlemesinde, bir dekapana gerek vardır. AWS 3 A tipi bu yolda geniş ölçüde kullanılır ve 565 ile 871°C arasında koruyucu atmosfer altında ocak sertlehimlemesinde etkindir.

Sertlehimlemeden sonra dekapan artıkları tamamen temizlenecektir. Gümüş sertlehimlemesinde genellikle kullanılan flüörür tipi dekapanlar, higroskopik (rutubet kapan) ve korozif bir artık bırakırlar. Bunun temizlenmesi için ayrıntılar, aşağıda üfleç sertlehimlemesi bahsinde verilecektir.



## Sertlehimleme aralığı

Gümüş alaşımı ilâve metalle sertlehimleme için önerilen aralık mesafesi 0,05 ile 0,13mm arasında olup bu aralık, değişik gümüş alaşımı ilâve metallerin akış karakteristiği ve likidus sıcaklıktan farklarını hesaba katar. Sıfır veya negatif aralık çokça önerilmez.



Şek. 148

## Koruyucu atmosferler

Gümüş alaşımlarıyla ocak sertlehimlemesinde en çok kullanılan atmosferler zengin ekso-termik gaz, endotermik gaz, ayrıştırılmış amonyak ve kuru hidrojendir. Bir dekapanın kullanılması halinde bile, ana metalin oksitlenme ve renk atmasını asgariye indirmek veya önlemek ve dekapanın işlevini tam yerine getirmesini sağlamak için bir atmosfer genellikle kullanılır.

## Öbür süreçlere karşıt ocak

### sertlehimlemesi

Ocak sertlehimlemesinin avantajları arasında yüksek üretim temposu, sonuçların yüksek ölçüde tekrarlanabilirliği ve ucuz bakır ilâve metallerle atmosferlerin kullanılabilmesi sayılabilir. Şek.148'de bu avantajlardan faydalanmak üzere endüksiyon ve gümüşlü ilâve metalden bakır ilâve metalle ocak serilenimle-meşine dönüştürülmüş bir aerosol bombası görülür. Yapılar hesaplar bu suretle büyük ekohesaplar bu suretle büyük ekonomi sağlandığını göstermiştir.

## Emniyet önlemleri

Koruyucu atmosferler içeren sertlehimleme ocaklarının harekete geçirilmesi, işletilmesi, kapatılması ve bakımında, personel ve teçhizatın emniyeti için doğru süreçlerin takibi önemlidir. Emniyet yönetmelikleri mevcutsa da talihsiz hatalardan kaçınmanın en emin yolu ve emniyet Önlemi, donanımı, kullanılan gazların tabiatını ve doğru işletmenin önemini kavramış iyi eğitilmiş personel kullanmaktır.

Alev almayan gazlar (ocak sertlehimlemede kullanılan) azot, argon, helium ve karbon dioksit ile hidrojen ve karbon monoksit gibi alev alan gazlardan küçük oranlarda içeren bu gazların karışımlarıdır.

Fakir eksotermik gaz tipik bir N ve CO<sub>2</sub> karışımı olup buna katılacak azami %1 oranında H ile CO, bu gazın "alev almaz"lık niteliğini bozamaz. H ve CO'nun % Terden fazla olması halinde karışım "alev alan"lar sınıfına girer.

*Alev alan gazlar* arasında ocak atmosferi olarak en güçlü olanı hidrojendir. Öbürleri CO ve CH\* (methan) dır. Ayrıştırılmış amonyak da (%75H<sub>2</sub>, %25N) yüksek derecede alev alıcıdır.

Bir sertlehimleme ocak hücresinin %3 veya daha az hidrojen ve aynı miktarda karbon monoksit, ya da %75'den fazla hidrojen ve karbon monoksit içermesi halinde, havayla karıştığında patlamaya karşı emniyetli olur. Ama bu iki sınır arasındaki oranlarda alev alan gazlar havayla karıştığında şiddetle patlamaya hazır hale gelir.

Yanma sıcaklıkları, havada, hidrojen için yakl. 574°C; karbon monoksit için yakl. 650°C'tır. Böylece patlayabilen bir karışım bu sıcaklıklar ya da daha yukarısına maruz kaldıklarında yanarlar. Bir ocağın, "yakılmak" suretiyle temizlenmesinde, bu yanıcı gazlar ocağa, ocak sıcaklığı 760°C veya daha fazla olmadıkça, sevk edilmez şöyle ki yanıcı gazların yanması daha hava ile dolu ocağa girer girmez vaki olur.

*Temizleme*, bir ocak ya da kapalı kaptaki bir atmosferin bir başkasıyla bir patlayıcı karışım oluşmasını önleyecek şekilde değiştirilmesidir. Sertlehimleme ocağında, ilk harekete geçişte, ocak ya da kapalı kaptaki hava, yanmayan bir gazla değiştirilir, bunun yerini de alev alan koruyucu atmosfer alır veya "yakılma" yöntemi kullanılır. Ocak kapatılacağı zaman alev alan gaz atmosferi bir alev almaz gazla değiştirilir ya da "yakılır". Sonra da ocak hava ile doldurulur.

## **Kritik aşamalar**

Alev alan koruyucu atmosfer içeren bir ocakla çalışıldığında, dört kritik aşama mevcuttur:

1. Ocak hücresine alev alan koruyucu atmosfer ithal edilirken
2. Alev alan gazla dolu bir soğuk hücre açıldığında
3. Alev alan gaz atmosferi çıkarılıp havanın ocağa yeniden girmesi sırasında
4. Sair hususlarda normal çalışma sırasında ocağa alev alır gaz akışı arızı olarak durduğunda.



### *Ocak temizlenmesinde kullanılan alev almaz gazlar*

Gaz	Özgül ağırlık*
Argon	1,379
Karbon dioksit	1,527
Helium	0,137
Azot	0,972
Fakir yanmış ayrılmış amonyak (%99N <sub>2</sub> , 1H <sub>2</sub> )	0,963
Fakir eksotermik gaz	1,030
Fakir tasfiye edilmiş eksotermik gaz	0,966

(\*) havanın özgül ağırlığı 1,000 dir.

Alev almaz gazlar, herhangi bir patlama tehlikesi olmadan ocaklarda serbestçe kullanılabilir. Ancak buna rağmen, zehirli olan karbon monoksit ve argon ve karbon dioksit gibi havadan ağır gazlara karşı önlem alınmalıdır şöyle ki bu ağır gazlar ocaktan dışarı akıp alçakta boğulma hasıl edebilecek birikim meydana getirirler.

Ocakların emniyetle işletilmesinin ayrıntılarına burada girmiyoruz, ilgililer bu hususta "Metals Handbook, Vol, 6, Welding and Brasing" in 615 - 618 sayfalarına bakabilirler.