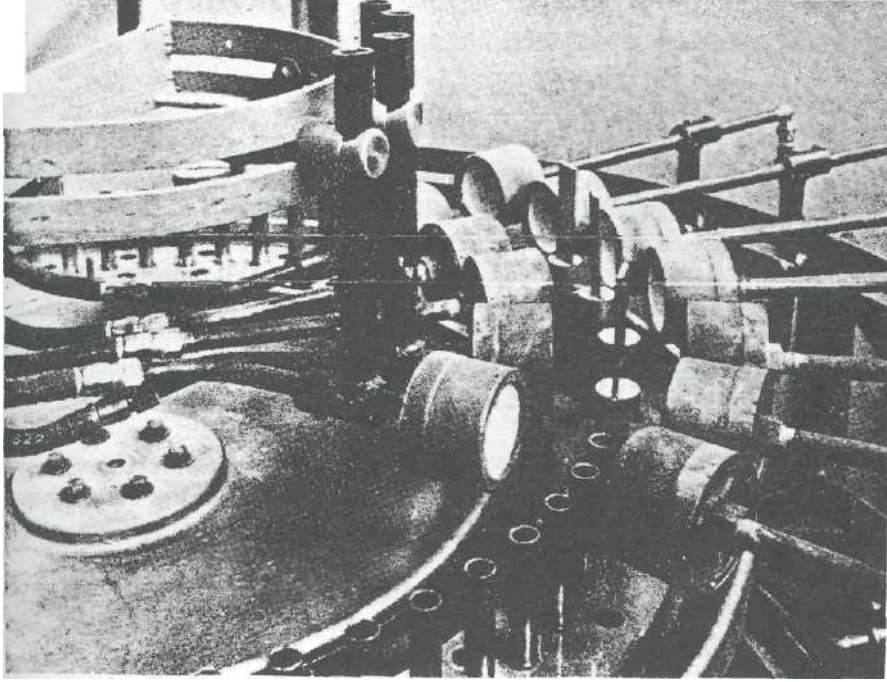


## II - SERTLEHİMLEME TEKNİKLERİ

Sert lehimleme yöntemleri genellikle ısı menbaı ya da ısıtma şekillerine göre sınıflandırılırlar. Aşağıda sayacaklarımız, sınaî uygulaması olanlardır.



Şek. 115

### A - ÜFLEÇ SERT LEHİMLEMESİ

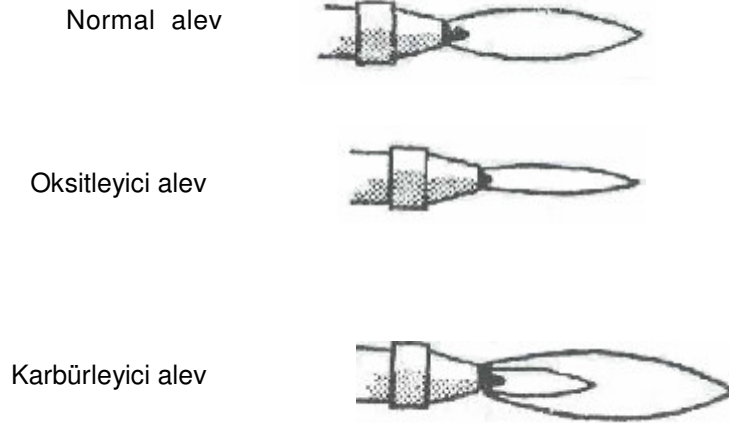
Adından da anlaşıldığı üzere üfleç sert lehimlemesi gaz üfleç ya da üfleçleriyle ısıtılarak uygulanır. Gerekli sıcaklık ya da ısı miktarına göre yakıt gazı (asetilen, propan, hava-şehir gazı vb.), hava, basınçlı hava ya da oksijenle yakılabilir.

Elle üfleç sert lehimlemesinde üfleç tek ya da çok alevli bekle donatılabilir. Elle üfleç sert lehimlemesi özellikle, eşit olmayan kitlede kısımları haiz parçaların birleştirilmesinde faydalıdır. Üretim miktarının elvermesi halinde işlem mekanize edilebilir ve tek veya çok alevli bekle donatılmış tek ya da çok üfleç kullanılabilir. Mekanizasyon ya iş parçasını veya üfleçleri veya her ikisini hareket ettirecek şekilde tertiplenebilir. Karıştırılmış havagazı-hava alevleri için, refrakter tipte bekler kullanılır (şek. 115).

Elle üfleç sert lehimlemesinde saf oksijen başlıca yakıcı öge olarak kullanılır. Düşük dereceli ucuz oksijen menbaı olarak basınçlı hava da kullanılabilir; ancak bunun için daha düşük alev sıcaklığı ve ısıtma derecesinin yeterli olması gereklidir.

### *Sert lehim uygulamasının temel kaideleri*

-Üfleç alevinin uygun şekilde ayar, iyi sonuç almak için esastır. Genellikle bir hafif redükleyici alev istenirse de öbür alev şekilleri (nötr, oksitleyici, karbürleyici), yerine göre kullanılır. Şek.1 16'da, gaz olarak genellikle olduğu gibi asetilenin kullanılması halinde, alev ayarlarının şekli görülür. Bu ayar asetilen/oksijen oranı ile saptanır. Hidrokarbür içeren bütün gazlar bir ışıklı iç



ŞEK. 116.

koni (mızrak) verirler, Oksijen-gaz kaynak alevi üç bölgeden oluşur: iç ışıklı koni (mızrak); ara (redükleyici) bölge ve zarf (oksitleyici bölge). Asetilenden başka metan, doğal gaz, rafineri gazı gibi yanıcılar da ışıklı bir iç koni hasil ederler. İşin kimyasına girmiyoruz.

Oksi-asetilen alevi için sonuçlar şöyle özetlenir:

1.  $O/C_2H_2$  oranı 1,1/1 ilâ 1,2/1 olduğunda, ara bölge azami miktarda CO(60-66%) ve  $H_2$  (34-40%) taşır.
2.  $O/C_2H_2$  oranı arttığında, ara bölgede CO ve  $H_2$  miktarı azalır ve  $CO_2$  ile  $H_2O$  nınki artar.
3. Alev moleküler hidrojenden çok atomik hidrojen içerir,
4. Hem alev boyunca hem de bunun enine iç koniden uzaklaştıkça, CO ve  $H_2O$  miktarı azalır ve  $CO_2$ , ve  $N_2$ 'ninkiler artar.
5. Ara (redükleyici) bölge, nötr alevde sadece birkaç milimetre uzunlukta olup oksijen fazlalığında kısalmır.

Normal (redükleyici) alev, parlak, iyice belirlenmiş konisiyle hacim olarak eşit miktarda (veya buna yakın) asetilen ve oksijenin yanmasıyla hasil olur. Ana metalin üzerinde bulunan

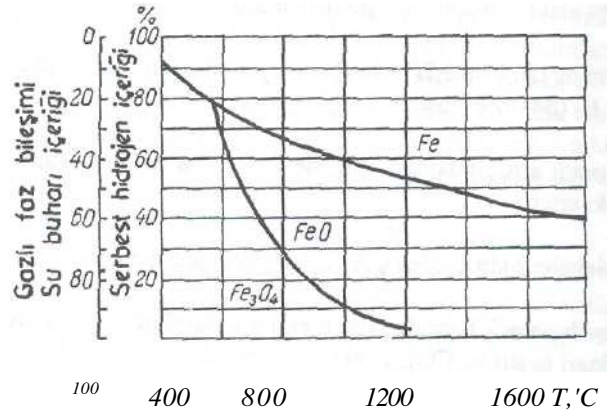
herhangi bir oksit üzerinde redükleyici etki yapar. Kabaca 3200°C" lık bir maksimum sıcaklık, alev konisinin birkaç milimetre ötesinde mevcuttur.

Karbürleyici alev (asetilen fazlalığı) de koni yeşilimsi bir "tüy" ile, uzunluğunun iki üç katı kadar uzanır ve ana metalin üzerine karbon boşaltır. Bu alev tipi, en az ısı verenidir.

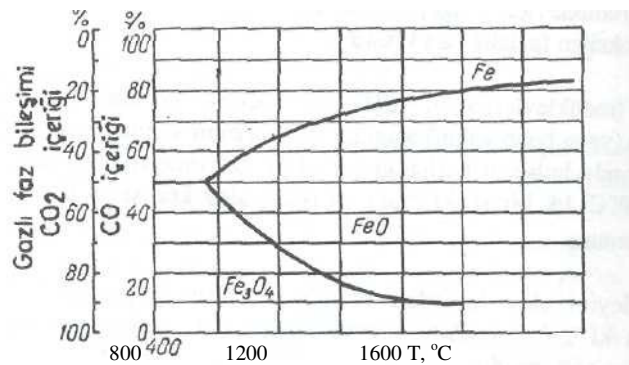
Oksitleyici alev (oksijen fazlalığı), belli keskin bir koniyi haizdir. Koni ve dış alev, normal ayardakinden daha kısa olup bu tertip en sıcak alevi sağlar ve ana metali oksitleyebilir.

Aslında "nötr" terimi yersizdir şöyle ki bir gerçek nötr alev ne oksitler, ne de redükler; o, metal ve bunun en alçak oksidi ile denge halinde bulunur. Öbür yandan, her ne kadar "nötr" alev oksitlenmeye kuvvetle karşı koyuyorsa da, bazı durumlarda (demir, bakır ve nikel kaynaklandığında), ergime banyosu metalini, ara bölgede önemli ölçüde CO ve H<sub>2</sub>'nin varlığı dolayısıyla, redükleyebilir.

Demir oksidi ve demirle H<sub>2</sub> ve CO'nun denge diyagramlarına göre (şek. 117 ve 118) sadece denge çizgisinde bulunan karışımlar bir nötr alev hasil edebilir.



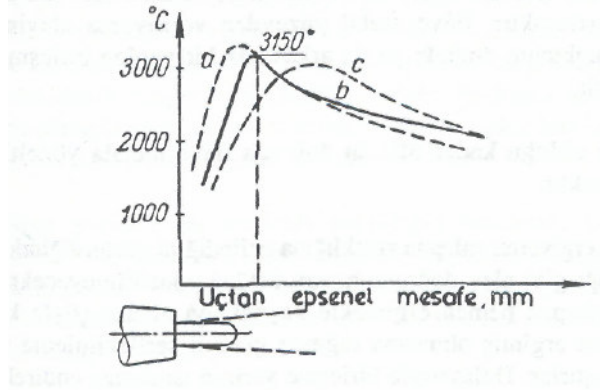
ŞEK.117-- H<sub>2</sub>'nin demir ve demir oksidiyle denge diyagramı



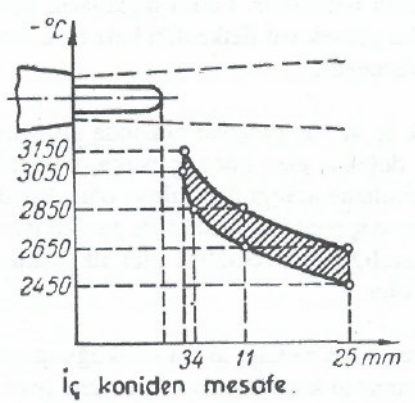
ŞEK.118-- CO'in demir ve demir oksitleriyle denge diyagramı

Alev sıcaklığı, alev boyunca sabit olmayıp alevin bileşimiyle aksenal ve radyal olarak değişir. Oksijenle yakıldığında bir iç koni hasil eden hidrokarbonlu gazların çoğunluğunda en yüksek sıcaklık, iç koniden hemen sonra, ara bölgede bulunur (şek.119 ve 120).

- Ana metalin fazla ısınmasını ya da ergimesini önlemek üzere, üfleç ucu iş parçasının uzağında tutulacak şöyle ki alevin iç konisi (mızrağı) ona yaklaşmayacaktır. *Isıtma, dış alev zarfıyla olacak ve yerel fazla ısınmaları önlemek üzere üfleç, hareket halinde tutulacaktır.* Birleşmeyi oluşturacak parçaların her birinin uniform olarak sert lehimleme sıcaklığına getirilmesi çok önemlidir.



ŞEK.119.- (a) oksitleyici alev; (b) normal alev ve (c) karbürleyici alev eksenî boyunca oksî-as etil en alevî sıcaklığında değışmeler



Şek. 120.- Oksî-asetilen alevî boyunca ısı gradîeni

- . Farklı kitlede parçaların birleştirilmesinde önce büyük parça, dekapanın ergimesinin sert lehimleme sıcaklığına varıldığını göstermesine kadar ısıtılacak.
- . Sonra, sert lehimleme sıcaklığına varılana kadar daha küçük parça ısıtılacak.
- . Birleştirme en sonunda ısıtılacak ve fazla ısıtmamaya özen gösterilecek, ilâve metal, eğer önceden yerleştirilmişse, bütün birleşme yerinin çevresinden akmalı, birleşme kenarlarında belirmelidir. Bu zaman alev uzaklaştırılacaktır, ilave metal yüzeyden veriliyorsa alevin parçalara çarptığı noktanın önünde ya da arkasında bir yerden birleşme aralığına verilecektir.

- . Mümkin olduğu kadar üflecin doğruca ilâve metala yöneltmesinden kaçınılacaktır.
- . Dekapan, ergiyerek çalışma sıcaklığına gelindiğini gösterdiğinden, yukarda söylendiği gibi alev doğruca bunun üstüne yöneltmeyecektir zira aksi halde dekapan hemen ergimekle kaynakçıyı aldatır şöyle ki parçalar, dekapanın ergimiş olmasına rağmen gerekli sert lehimleme sıcaklığına varmamışlardır. Dolayısıyla birleşme yerinin ısıtılması endirekt (dolaylı) olacak, parçalar "göbeğe kadar" çalışma sıcaklığına çıkarılmış olacaktır.

Bazı uygulamalarda büyük kitleli parça ısının bütünü alıp küçük parça tamamen kondüksiyonla ısıtılabilir. Farklı metallerin (örneğin çelikle bakırın) birleştirilmesinde, daha yüksek ısıl iletkenliği haiz olan metal, daha büyük kitleli parça gibi muamele görecektir.

Bir birleştirmede iç ve dış parçalar arasında alıştırma, sert lehimleme için yeterli derecede sıkı değilse, alev önce iç parçaya yöneltir ve böylece onun genişmesiyle sert lehimleme aralığı daraltılmış olur. Bundan sonra ısı dış parça üzerine yoğunlaştırılır ve iç parça bundan böyle gerekli ısıyı kondüksiyon yoluyla alır. Sert lehimleme aralığı, tarif edildiği gibi ilk ısıtma ile daraltılmamışsa, kondüksiyon da zayıf olur.

Isıtma, iş parçaları ilâve metalin akma sıcaklığının çok az üstüne çıkıncaya kadar sürer. Fazla ısıtmadan kaçınılacaktır zira daha Önce de gördüğümüz gibi, dekapanında bozulma vaki olur ve etkisi azalır.

Gerçekten dekapanlar, beraber kullanıldıkları ilâve metallere biraz aşağı sıcaklıklarda ergirler ve ergiyerek de sert lehimleme sıcaklığına varıldığına işaret ederler. Dekapan ısıtıldığında Önce su kaybeder ve geriye toz halinde yığıntı bırakır. Isıtma devam edince dekapan berrak, ince bir sıvı halinde ergir, birleşme yerinin arasından akar ve yüzeyleri etkin şekilde oksitlenmeden korur. Yüzeyden beslenen ilâve metalin ana metalle teması sonunda ergiyip akmaması halinde, birleştirmenin sert lehimleme sıcaklığına varmadığına hükmedilir; bu takdirde ısıtmaya devam edilecektir.

Birleşme yerinin sert lehimleme sıcaklığına varmasından önce ilâve metali alevle ergiterek sert lehimleme yapılamaz zira bu durumda kapiler akış vaki olmaz. Bunun yerine ilâve metal yüzeye yığılır. Akışı teşvik etmek amacıyla ilâve metali ısıtmaya devam etmek, alaşımın bileşimini bozabilir. Bu hatalı davranış, başarısız sert lehimleme sonuçlarının çok sık rastlanan nedenlerinden biridir. *İş parçasının içindeki ısı daima ilâve metali ergitmede kullanılacaktır.*

Birleştirme yerinde bir uniform sıcaklığın tutulması çok Önemlidir. Sert lehimlemenin de, sıcaklık farkına rağmen, kaynakta olduğu gibi, bir *ısıl darbe'* meydana getirdiği ve başarının büyük ölçüde *ısıl dengenin* sağlanmasına bağlı olduğu bellekten çıkarılmayacaktır. Uniform sıcaklık idamesi için yardımcı veya çok alevli üfleçler gerekebilir.

Üfleç boyu, işlem 3 dakika içinde bitecek şekilde seçilmelidir zira 5 dakikayı aşan sert lehimlemelerde dekapanın gaz ve yanma ürünleri bakiyesiyle doyması olasılığı meydana çıkar; buna karşılık fazla büyük üfleç de dekapan, ana ve ilâve metallerin fazla ısınmasına götürebilir.

Dar ergime aralıklı (solidusla likidus arasında en çok 28°C) saf metal ve alaşımlar, dar birleştirme aralıklı sert lehimlemelere en uygun olanlarıdır. Bu ilâve metaller için ısıtma rejimi kesin olarak sınırlayıcı değildir. Buna karşılık geniş ergime aralıklı bazı bileşimler, bir yavaş ısıtmaya duyarlı olabilirler. Bir ilâve metal, ergime aralığında, solidusun üstünde ama likidusun altında bir sıcaklığa çıkarıldığında, bu ilâve metalin bazı bileşenleri sıvı haline geçer, bazıları da katı halde kalır. Bu tipten bir ilâve metal ısıtmaya başlamadan önce yerine konup birleştirme, ergime aralığının ortalarında bir sıcaklığa ısıtıldığında ve bu sıcaklıkta bir süre tutulduğunda, ilâve metalin sıvı bölümü, birleşme yerine akacak zaman bulur, gerisinde de, tıpkı bir döküm potası bakiyesi gibi, daha yüksek sıcaklıkta ergiyen bölümü bırakır. Bu sıvı bölüm kapiler çekim ya da ana metalle reaksiyon sonucu yayılabilir ve bu bileşenden yoksun kalmış Öbür yüksek sıcaklıkla ergiyen kısım, likidus noktasının ötesinde de katı halde kalabilir.

Katı ve sıvı bileşenler arasında böylece gerçekleşen ayrılmaya *liquation* adı verilir. Bunu hafifletmenin yolu vardır: ilâve metali ergime aralığının üst noktasına getiren hızlı ısıtma. Bu *liquation* olayına daha çok, ilâve metalin sert lehimlemeden Önce birleşme yerine yerleştirildiği durumlarda rastlanır. Ana metal sert lehimleme sıcaklığına vardıktan sonra ilâve metalin tatbik edilmesi halinde bu olay vaki olmaz.

- 
- Bkz. Burhan Oğuz. - Ark kaynağı, istanbul 1986, OERUKON yay., s. 12 ve dev.

Buradan da uygun boyda üfleç seçiminin Önemi belli olur.

Isıtılmış ilâve metal çubuğunun ucunu kuru dekapana daldırarak çubuğun ucuna yapışan bir miktar dekapanı birleştirme yerine taşımak, dekapan tatbikinin en kolay şekli olmakla birlikte çıplak ilâve metal telinin bu amaçla ısıtılması sırasında ciddî bir yüzey oksitlenmesinin vaki olmamasına dikkat edilecektir. Bu olasılığı dikkat nazara alan imalciler, birçok ilâve metal türünü, ark kaynağı elektrodu gibi dekapan Örtüsüyle kaplı olarak satışa arz etmektedirler.

İş masasının üstü ateş tuğlası, asbest gibi ateşe dayanıklı malzeme ile kaplı olacağı gibi çalışma sırasında parçalar, metalik mesnetler üzerine oturtulmayacaktır: metalik mesnetler, ısıyı geçirgen olduklarından, bunun bir kısmını kendi üzerlerine çekerek ısı kaybına neden olurlar. Keza tespit işinde de bu hususa dikkat edip birçok durumda basit bir tutma tertibi, çok sayıda küçük parçayı sert lehimleme durumunda tutabilir. Mümkünse parçalar, kendi

kendilerini taşıyabilecek şekilde tasarlanacaktır. Ama herhangi bir tertibin alınmasının zorunlu olduğu hallerde bunun üfleç alevine, ilâve metal tatbikine ya da kaynakçının görüşüne engel olmaması gerekir. Bu tertip olabildiği kadar hafif olup birleşecek parçalara ancak gerekli olduğu yerlerden temas edecektir. Yine aşağı bir ısı düşüşünün arandığı hallerde, nokta ya da çizgi teması, bir yüzey alanı temasına yeğlenecek tir. Seramik nokta ya da temaslar, tespit tertibatında ısı kaybını önlemek üzere, satışa arz edilmektedir.

Belli bir alanı üflecin etkisinden korumak için asbest hamuru mevcuttur. Bu hamur istenilen yeri sarabildiği gibi tespit için de kullanılır. Isının etkisiyle kuruyan hamur, suyla ıslatılarak eski plastik haline getirilebilir.

Özellikle belli bir birleştirme aralığını tutması istenen tespit tertibinin, ısının etkisiyle genişip bu aralık genişliğinin değişmesini mucip olmamasına dikkat edilecektir.

Tespit tertibatının basitliği, hattâ buna hiç gerek olmaması çoğu kez üfleç sert lehimlemesinin seçiminde etken olabilir.

Sanayide herhangi bir uygulama için uygun yakıt gazı karışmanın seçimi, bir alevi kullanan eldeki çeşitli sistemlerin karakteristiklerinin bilinmesini gerektirir.

Alevin karakteristikleri geniş ölçüde, metali ergitmek veya ısıtmak için gerekli enerjiyi serbest bırakan oksitlenme sürecine bağlıdır. Uygulamaların çoğunda kritik olan, ısının meydana getirilme ve parçaya intikal ettirilme hızıdır. Keza, intikal ettirilen kalorifik enerji oranı çoğu kez, etkinliğini saptayan sürecin bir karakteristiği olmaktadır.

Yakıt gazının oksitlenme reaksiyonundan meydana gelen enerji, yanma gazlarının sıcaklığını ve ışınlanma, konveksiyon ve kondüksiyon yoluyla da dış çevreninkini yükseltir. Belli bir bileşim ve hacimdeki karışımın yanmasından hasıl olan enerji önceden saptanmış olduğuna göre, dış çevre tarafından "çekilen" enerji artışının, alevin kendisinin sıcaklığında bir düşmeye götüreceği açıktır.

Çok sayıda araştırmacı alevin sıcaklıklarını ölçmeyi denemişler ve elde edilen sonuçlar, belli bir yakıt gazı ve oksijen karışımı için genellikle izafi sıcaklıkları vermektedir. Bununla birlikte yanma halinde karışım kimyasının çapraşık olması ve pratikte de yakıt gaz bileşimlerinin değişmesi itibariyle, mevcut karışımları değerlendirmek için hesaplanmış teorik sıcaklık eğrilerini kullanmak belki daha kolay olabilir. Bunda, her türlü yakıt gazı seçiminin esasını, hidrokarbürlerin moleküler yapısı oluşturacaktır.

Belli bir yakıt gazına ait alev sıcaklığının değerlendirilmesinde çoğu kez net kalorifik güç, esas olarak alınmaktadır. Aşağıdaki tablolar bu amaçla kullanılmaktadır.

Alev sıcaklığı konusunda klasik olan eğri, oksijen oranına göre sıcaklığı veren eğridir. Ancak, yanma sıcaklığının bir başka izafi temsil şekli de yanma gazını C/H oranının fonksiyonu olarak ifade etmektir.

Yakıt gazı grupları	H/C oranı
A Asetilen B Propan	1,00 2,67
C Propilen D Doğal gaz E Metilasetilen	2,00 4,00
karışım 1 F Metilasetilen karışım 2	1,75 - 2,00
	1,95 - 2,00

Not: Grup E : %30'un üstünde metilasetilen + propadiyen Grup F : %30'un altında metilasetilen

Yakıt gazı grupları	Net kalorifik güç	
	kj/gr	Mj/m 15°C'ta
A Asetilen	48,3	53,2
B Propan	46,5	86,6
C Propilen	45,8	81,5
D Doğal gaz	50,2	34,0
E Metilasetilen karışım 1	46,2	82,8
F Metilasetilen karışım 2	46,2	83,8

Yakıt gazı grupları	Normal alev koşul			Maksimum alev Koşulu		
	R	$cv_w$	$CV_v$	R	$cv_w$	CV
A Asetilen	1,1	20,5	25,3	1,50	16,9	21,3
B Propan	3,7	12,4	18,3	4,50	10,9	15,8
C Propilen	3,1	13,6	19,9	3,70	12,0	17,3
D Doğal gaz	1,6	12,0	13,1	1,80	10,9	12,2
E Metilasetilen karışım	2,8	14,8	21,6	3,50	12,6	18,2
F Metilasetilen karışım	3,1	13,9	20,3	3,75	12,1	17,5

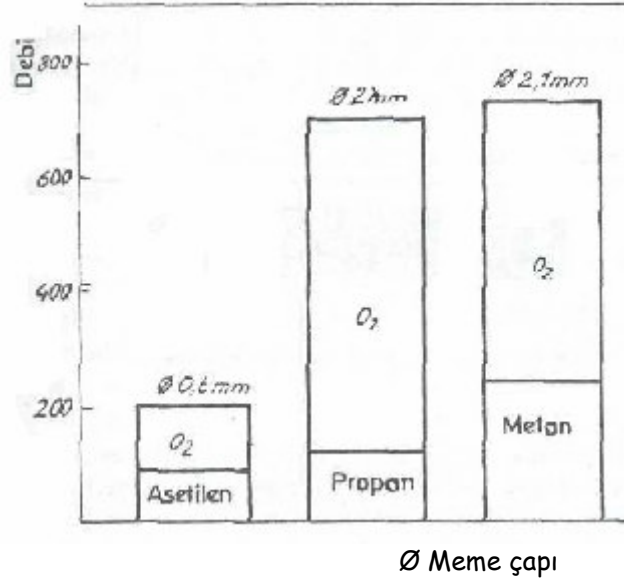
R = oksijen oranı  $CV_w = Kj/gr$   $CV_v = Mj/m$

Beli bir uygulama ya da süreç için en etkin alevin seçimi hususunda tek kriter sıcaklık değildir. Oksijene karıştırılmış yakıt gazının bir başka kıyaslama karakteristiği alevin içindeki enerji ya da alevin gücüdür.

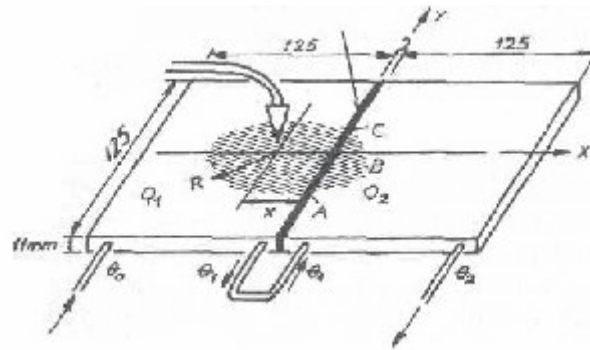


Özgül güç, alevin mavi mızrağının birim zaman ve birim yüzey başına kalofirik üretim değeri olarak tanımlanır. Alevin gücü yakıt gazının değerlendirilmesinde faydalı bir faktör olmakla birlikte ısı intikal katsayısının esas karakteristik olması nedeniyle bu faktörü değerlendirmeye yönelik deneylerin tetkiki nihai karar bakımından önemli olmaktadır.

Kalorimetrik yöntemler kullanılabilir ve bu deney tipinden itibaren, güç hesaplan yapılabilir. Şek.120a, içinde ısı artışının su debisiyle ölçüldüğü bir plakanın üzerine yerleştirilmiş bir üfleç memesinden geçen debinin (şek.120b) fonksiyonu olarak ölçülmüş gaz karışımlarının kıyaslamasını verir.



ŞEK.120a.-Bir gaz-oksijen karışımında belli bir güç elde etmek için gerekli debi



ŞEK.120b.- Diferansiyel kalorimetrenin şeması