

ÇİMENTO DÖNER FIRINLARINDA "FEUL - ODL" ,

Ercüment KENBER

ÖZET :

Bu yazımızda feul oilin çimento sanayiinde kullanma imkânları ve muhtelif brülör tipleri ile, umumiyetle ağır yağ brülörlerinin haiz olmaları lâzım gelen, hususiyetleri üzerinde durulmuştur.

Özet olarak, asgarî primer hava miktarı ve ağır yağın iyi

Mersin ve Derince'de kurulan petrol rafinerlerinin faaliyete geçmeleri üzerine, bu müesseselerin istihsal edecekleri senede takriben 2.000.000 ton fuel-oil'in memleket sanayiinde ve bilhassa büyük bir müstehtlik olan çimento sanayiinde sarf imkânlarının araştırılması, başlı başına bir etüd mevzuu haline gelmiştir.

Bilindiği gibi, yakın zamanlara kadar çimento döner finnlarda kullanılacak en ekonomik yakıtın kömür olduğu kanaati hâkim olmakta ve tabii gaz veya ağır yağlar ancak en müsait ekonomik şartlar altında tercih edilmekte idi. Bunun başlıca sebebi;

a) Döner finnlann, kömürün püskürtülerek yakılabileceği en ideal yanma kamerasını teşkil etmesinde,

b) Kömürün ihtiva ettiği külün klinkere inzimam ederek istihsalde -cüz'i dahi olsa!- bir artış kaydetmesi ve buna mukabil, külden mütevellit bir harurî enerji kaybının mevcut olmayışında aramak icap eder.

Bundan mâda, döner finnlarda alev ile ham madde arasındaki harurî enerji mübadelesi daha ziyade radyasyon yolu ile olmaktadır. Bu itibarla, kömür alevine nazaran daha az karbon zerrelere ihtiva eden ve bu yüzden radyasyon kabiliyeti de nispeten daha az olan tabii gaz veya ağır yağ alevi ile çalışıldığı takdirde, kilogram klinker basma sarfedilecek harurî enerjide de %10 nispetinde bir fazlalık olacağı kabul edilmekte idi.

Fakat, zamanla ağır yağ brülörlerinde yapılan tadilat ve yağ tazyikinin 35 - 40 atüye kadar çıkarılması ve bilhassa, başlan-

otomize edilebilmesi şartıyla, feul oilin de, kömür püskürtmek suretiyle elde edilebilen kalorifik randımanla, çimento sanayiinde kullanılabileceğini iddia etmek mümkündür.

Kömür veya fuel oilden hangisinin tercih edileceği mevzuu, gayet tabii her fabrikanın hususî şartlarına, her iki yakıtın fiyat mukayeselerine ve evsafına tabî olacaktır.

gıçta yanma havasının % 25-30 u civarında olan primer hava nispetinin % 3 - 5 e kadar düşürülmesi ile durum bir hayli değişmiştir.

Bilindiği gibi, kömür püskürtmek suretiyle ısıtılan döner finnlarda primer havanın mecmu yanma havasına nispeti % 30 dur. Misâl olarak yağ usul ile çalışan ve kilogram klinker başına 1360 Kcal sarf eden bir finnda, kömür ve feul - oil ile çalışıldığı takdirde, soğutma tesisatından alınan ısıtılmış sekonder hava ile finna giren harurî enerjiyi hesap edelim:

| | | |
|--|-----------------|-------------------------------|
| Kömürün alt ısı değeri | " _{uk} | = 800 Kcal/kg. Kömür |
| Feul oil'in alt ısı değeri | " _{uk} | = 9500 Kcal/kg. Fuel oil |
| 1 kg klinker için sarf edilen kömür | " _k | = 0.200 Kg/kg. Kl. |
| 1 kg klinker için sarf edilen feul oil | " _f | = 0.143 Kg/kg " |
| Hava fazlalık sayısı | n | = 1,1 |
| Mecmu yanma havası (kömür için) | S | Nm ³ /Kg. Kömür |
| Mecmu yanma havası (feul oil için) | S | = Nm ³ /Kg. F. oil |
| Sekonder hava nispeti (kömür için) | * _k | = %70 |
| Sekonder hava nispeti (F. Oil için) | " _f | = %95 |
| Primer hava sıcaklığı | * ₁ | = 20°C |
| Sekonder hava sıcaklığı | * ₂ | = 550°C |
| 550°C de havanın spec. ısınma ısısı | c _D | = 0.322 Kcal/Kg.°C |
| Sekonder hava ile fırına giren ısı | Q | Kcal/Kg. |

Kömür ile çalışıldığı takdirde;

$$Q = \cdot 1 \cdot k \cdot L_k \cdot e_o \cdot (t_2 - t_1) \cdot V \cdot B_k \quad \text{Kcal/Kg Klinker}$$

$$L_k = n \cdot (0.5 + 1.012 \cdot H_{u,k} / 1000) \quad \text{Nm}^3/\text{Kg Kömür}$$

$$L_k = 8.12 \quad \text{Nm}^3/\text{Kg Kömür}$$

$$Q = 191 \text{ Kcal/Kg. Klinker}$$

Feul-oil ile çalışıldığı takdirde;

$$Q = l_f \cdot L_f \cdot c_p \cdot (t_2 - t_1) \cdot B_f \quad \text{Kcal/Kg Klinker}$$

$$L_f = n \cdot (1.7 + 0.88 \cdot H_{u,f} / 1000) \quad \text{Nm}^3/\text{Kg Fuel oil}$$

$$L_f = 11.07$$

$$Q = 258 \text{ Kcal/Kg. Klinker}$$

Görülüyor ki, modern brülörler ve % 5 primer hava nisbeti ile çalışıldığı takdirde, sekonder havanın sıcaklığından istifade edilerek reküper edilen ısı miktan, toz kömüre nazaran, beher kilogram klinker için 67 Kcal veya pişirme için sarf edilecek ısının % 5 i kadar daha fazladır.

Ancak bir çimento fırınında ısı ekonomisi daha bir çok faktörlere tabidir. Şimdiye kadar yapılan muhtelif tecrübeler göre, % 90 - 95 Kalk doyma derecesindeki klinkerlerin zinterleşmesi için 8-10 dakikalık bir zamana ihtiyaç olduğu tesbit edilmiştir. Şu halde nazarı olarak, gerekli şartlar temin edilebildiği takdirde, zinterleşme işinin fırında 2.5 - 3.5 m içinde tamamlanabilmesi icap eder. Bunun için alev ucunda en yüksek sıcaklığın temin edilebilmesi, alev boyunun kısaltılması, diğer bir tâbir ile, yakıtın yanma sür'atının artırılması lâzımdır.

Buharlaşma ve yanma zamanı:

Yanma başlangıcı ve ateş çekirdeğinin teşekkülü, daima gaz fazı içinde olduğundan, yakıtın daha evvel kısmen buharlaşması veya gaz haline geçmesi gerekir. Buharlaşma yakıttan daha sıcak, bir atmosfer içinde cereyan eder ve yağ damlasının atmosfere nazaran relatif sür'atına tâbi olur. S. p o l d i n g yüksek relatif sür'atlarda kitle buharlaşması için aşağıdaki ampirik formülü tesbit etmiştir.

$$10^{-4} \cdot K_{\cdot 7} \cdot d \cdot AT(1 + R_c \cdot \cdot) \quad \text{g/saniye}$$

Bu formülde,

$$^AT = \text{Yakıt ile atmosfer arasındaki sıcaklık farkı (}^\circ\text{C)}$$

$$K = 1.36 - 0.002 M \quad (\text{M molekül ağırlığı } 130 \text{ un üstünde olan yakıtlar için})$$

$$d = \text{Damla çapı (cm)}$$

$$Re = \text{Reynold sayısı}$$

Yukardaki formül 1 atü ve 350 °C da buharlaşabilen destillasyon mahsulleri için tatbik edilebilir. 350 °C nin üstündeki sıcaklıklarda Cracking hâdisenin vukuu, karbon iskeletlerinin teşekkülü beklenebilir. H a i l yapmış olduğu tecrübelerde, yanma esnasında damlalardaki sıcaklık artışını azamî 200 °C olarak tesbit etmiştir. Damla-lar tarafından alman ısının takriben yansının buharlaşma için sarf edilmesi ve ancak diğer yarısının damlanın sıcaklığını arttırmaya yaraması da bilhassa enteresandır. Umumiyetle yanma fiilinin aşağıdaki sıraya göre cereyan ettiğim söylemek mümkündür;

- 1 — Cracking hâdisesi ile karbon iskeletleri teşekkül etmeden evvel buharlaşmanın büyük kısmı tamamlanmıştır.
- 2 — Yüksek sühnetlerde buharlaşabilen kısımlar katrana benzer bir madde halinde polimerize olurlar.
- 3 — Uçucu maddelerin % 80 i buharlaşmış, bakiyesi katı hale veya bir karbon iskeleti haline gelmiştir. Damlanın şimdiki çapı, başlangıç çapının % 60 ıdır.
- 4 — Bu'arlaşma tamamlanmış ve bakiye taneciklerin çapı % 50, ağırlıklan ise % 10 a inmiştir.
- 5 — Son olarak geri kalan karbon kürecikleri veya iskeletleri yanarlar.

S p a l d i n g ' i n ampirik formülünde tetkikinden anlaşılacağı veçhile, buharlaşma ve binnetice yanma sür'ati, damlaların çaplannın büyüklüğüne tâbidir. Resim 1 de 0 ve resim 2 de 80 m/saniye relatif sür'ate göre muhtelif yakıtlar için damla - veya kömür için tane - büyüklüğüne tâbi olarak karakteristik yanma süratleri gösterilmiştir. Ancak püskürtülen yakıt konisi içindeki damlalar muhtelif büyüklüklerde olacağından, verilen değerlerin püskürtülen yakıtın tamamına teşmili oldukça zordur. Bu itibarla, spesifik yüzeyi püskür-

tülen hızmeninkine eşit olan damla çapı, vasatî çap ('d) olarak kabul edilir. Bazı araştırmacılar vasatî çapın tesbiti için aşağıdaki formülü vermektedirler:

$$i \cdot J \text{ --- } C \text{ p --- (T34S t 0'249 170 21S}$$

P = Püskürtücü içindeki basınç kaybı (lbs. Per sq. in)

F = Püskürtücünü akım sayısı (= QNP)

V = yakıtın kinematik viskozitesi (centistoke)

Q = Yakıt miktarı (Imp. gal. /h)

A n s e l m'e göre ise,

'd = (meme çapı)^{0.5} / (basınç)^{0.3} dür.

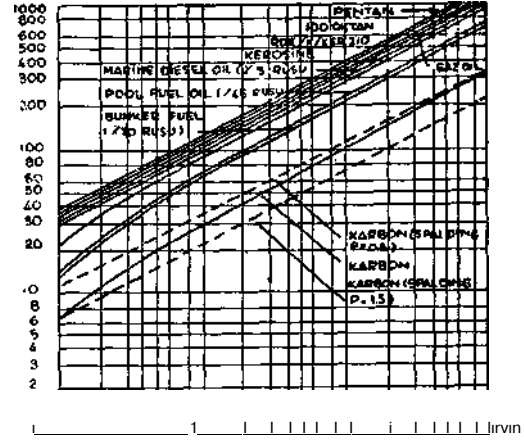
Resim 3 de vasatî damla çapı, akım sayısı ve basınç arasındaki münasebet bir grafik halinde gösterilmiştir.

Görülüyor ki, iyi bir yanmanın temini ve kalorifik randımanın artırılabilmesi için damla çapının mümkün mertebe küçültülmesi, bunun için de basıncın artırılarak viskozitenin düşürülmesi icap etmektedir. Bugün, çimento fabrikalarında kullanılan modern brülörlerde, basınç 35 - 40 atü'ye kadar çıkarılmakta ve püskürtülen yağın viskozitesi 2.5 - 3°E civarında tutulmaktadır.

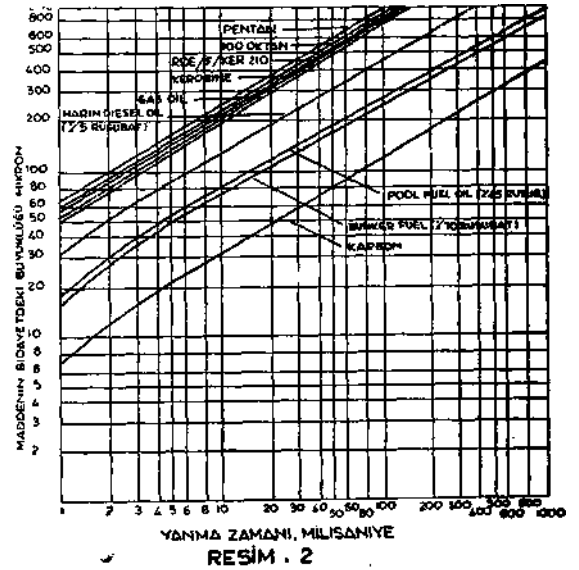
Ancak şunu da belirtmek icap eder ki, sadece vasatî damla çapı da bir brülörlerin kalitesi bakımından fikir vermeğe kâfi değildir. Vasatî çapın küçülmesi ile beraber, damlaların mümkün mertebe mütecanis büyüklükte olması, yani en büyük ve en küçük damlaların çapları arasındaki farkın asgari olması icap eder. Halen kullanılmakta olan brülörlerin bazılarında damla büyüklükleri 20 - 220x arasında değiştiği halde, iyi bir brülörde damla büyüklüğü 30 - 70 u- arasındadır.

Resim 4 de iyi teşekkül etmiş bir yağ huzmesi, Resim 5 de ise, düşük yağ tazyiki altında elde edilmiş bir püskürtme konisi görülmektedir. Resim 6 tazyikle püskürtülen yağ içinde damla çaplarının dağılımını göstermektedir.

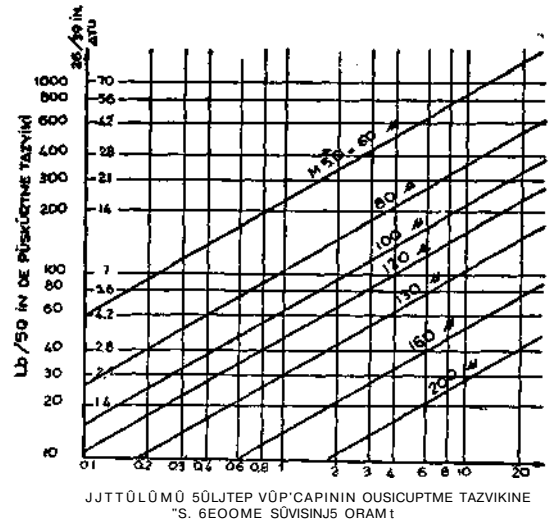
Netice olarak, çimento döner fırınlarında ağır yağ yakarak azamî kalorifik randımanın temin edilebilmesi için kullanılacak brülörlerin aşağıdaki hususları sağlaması lâzımdır:



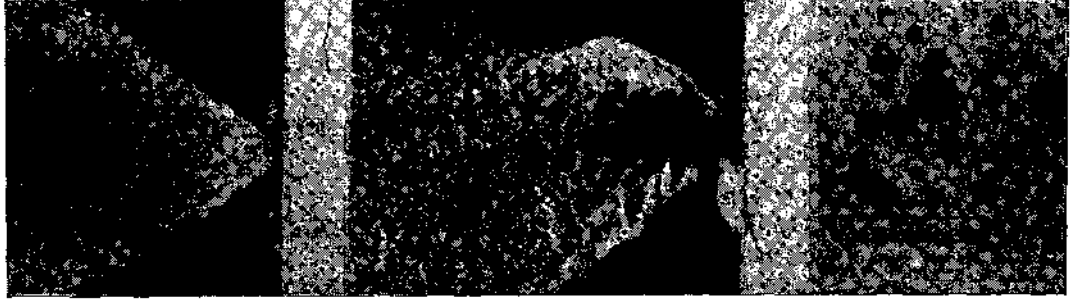
YANMA ZAMANI MILİ SANİYE
RESİM 1



RESİM . 2



RESİM, 3



Resim (1)

Resim (2)

Resim (3)

1 — Aşgarî primer hava nispeti ile çalışarak, sekonder havanın ihtiva ettiği ısıdan istifade imkânlarını temin etmek, (primer hava nispetinin her % 1 artışı için, Kg. başına 3.5 Kcal fazla ısı sarf etmek icap eder.)

2 — Alev boyunun mümkün mertebe kısa tutularak azamî alev sıcaklığının elde edilebilmesi. (Fırın serbest çapı = D (m), alev çapı = d (m) ve alev sıcaklığı — t (°C) ile gösterildiği takdirde kalorifik randıman d/Dxt münasebetine tâbi olur.)

Bütün bu nazârî mütalâalara rağmen, tecrübî neticelere dayanarak kömür ve feul oil arasında, kalorifik enerji konsümayasını bakımından, bir fark olup olmadığını cevaplandırılması bir hayli müşkül olmaktadır.

1961 senesinde B. Almanya, Avusturya, Danimarka, İsveç ve İngiltere'de yaptığımız bir gezide, ziyaret ettiğimiz çimento fabrikalarından alman malûmatı bir birinden bir hayli farklı olmuştur. Meselâ Würzburg/Almanya'daki "Zementwerk Lengfurt"da "Pillard Triplex" brülörleri ve % 3 primer hava ile çalışan 600 t/24h lık bir Lepol fırınında 800 Kcal/K. Klinker sarf edildiği ve kömüre nazaran bir farkın mevcut olmadığı, fabrika idarecileri tarafından iddia edilmiştir. Innsbruck'daki "Eiberg Zementwerke" de Humboldt - Waermeaustauscher sistemi ve kuru usul ile çalışan diğer bir 600 t/24 b. lık fırında Unitherm firmasının "Unigress" brülörleri ile 850 Kcal/Kl. sarf edildiği öğrenilmiştir.

Buna mukabil, Malmö/İsveç'deki "Skanska Cement Co." dan alman malûmatı bir hayli değişik olmuştur. Bu müessese 1946 - 1949 seneleri arasında viskozitesi 17

20 "E/50 °C ve 1954 - 1960 seneleri arasında ise % 50 si yukarıda verilen spesifikasyonda, diğer % 50 si viskozitesi 55 "E/50 °C olan bir yağ karışımı ile uzun müddet çalışmıştır. Ziyaretimiz esnasında fırınlar yine kömür ile çalışmakta idiler. Müessese müdürünün verdiği izahata göre, her iki periyotta da eski tip FLS brülörleri ve % 25 primer hava ile çalışılmış olmasına rağmen, nispeten hafif yağ ile yapılan birinci çalışma devresinde kömüre nazaran % 5 bir sarfiyat fazlalığı tespit edilmiş, fakat daha ağır yağ ile çalışılan ikinci devrede böyle bir fark görülemedi.

Bu şekilde değişik neticeleri nazârî olarak ve mantık yolu ile izah etmeğe imkân yoktur. Daha ziyade; gerek kömür ve gerekse feul-oil ile yapılan tecrübelerin kâfi derecede hassas olmadığı ve normal işletme şartları içinde % 100 kat'î değerler elde etmenin zorluğu üzerinde durmak ve iyi seçilmiş brülörler, yetiştirilmiş bilgili personel ile çalışmak sureti ile, feul-oil ile de, kömür ile elde edilebilen, kalorifik randıman rakkamlarına erişmenin mümkün olabileceğini kabul etmek icap eder.

Muhakkak olan bir şey varsa; hazırlama ve kullanma kolaylığı, zinter mıntıkasının içinde veya hemen arkasında teşekkül eden kömürün külünden mütevellit, kemer probleminin ortadan kalkışı feul-oil için büyük bir avantaj teşkil etmektedir. Buna mukabil ağır yağın içinde bulunan kükürt, üzerinde ehemmiyetle durulacak bir faktördür. Her ne kadar, yakıtın içindeki kükürtün klinker kalitesi üzerinde menfi bir tesir icra etmesi varid değilse de, baca gazları sühneti kondensasyon noktasının altına düştüğü takdirde, bilhassa madenî kısımlar üzerinde, korrosif tesirler icra etme-

si beklenebilir. Diğer taraftan, yakıt içindeki kükürt nispetlerinin yüksekliğinin kalsiyasyon muntıkasında sülfat kemerlerinin teşekkülünü teşvik etmesi de muhtemeldir. H. Kü h l ' e nazaran, bazik $2CaO.SO_3$ den müteşekkil bu kemerlere misâl olarak yine Malmö'deki çimento Fabrikası verilebilir.

Bu fabrikada, % 4.5 S ihtiva eden rus menşeli feul oil ile yapılan çalışmalarda $16/3.3/3.6$ m < j, x 166 m boyundaki fırında kısa bir müddet sonra ve fırın çıkış ağzından takriben 45 m. geride granit sertliğinde sülfat kemerlerinin teşekkül ettiği bildirilmiştir. Enteresan olan cihet, yukarda eb'admı verdiğimiz yeni FLS - Folax fırınında hasıl olan kemerin kopmıyarak bir müddet sonra fırını tıkamasına mukabil -verilen malûmata göre, 15 - 20 gün içinde takriben 200 t kemer teşekkül etmektedir!- aynı şartlar altında çalışan, diğer daha küçük fırınlarda hasıl olan kemerlerin devamlı olarak kopup gelmesi, binaenaleyh fırın çalışmaları üzerinde merifi bir tesir icra etmeyişidir. Fabrika idarecileri, bu halin daha ince saçtan mamul küçük fırınlardaki

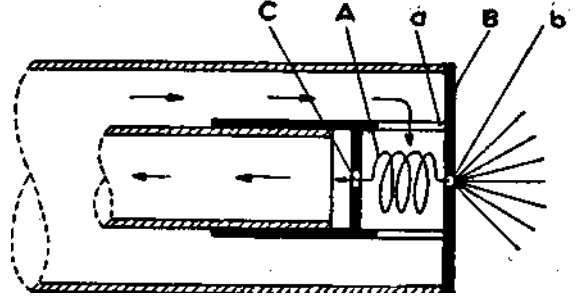
devamlı periodik manto deformasyonlarından ileri geldiğini iddia etmekte ve nitekim yeni büyük fırınlarda da, kemer teşekkül eden muntıkaya koydukları bir âlet ile, fırın saçını periodik olarak sıkmak suretiyle, hasıl olan kemerlerin kopmasını temin edebildiklerini belirtmektedirler.

Muhtelif Brülör tipleri :

Çimento döner fırınlarda kullanılan ağır yağ brülör tiplerini, konstrüksionlan ve çalışma prensipleri itibariyle, üç ana grup içinde mütaleâ etmek mümkündür;

- 1 — Yağ sirkülasyonu ile çalışan brülörler,
- 2 — İleri basınçlı brülörler,
- 3 — Kombine yağ ve hava basınçlı brülörler.

Yağ sirkülasyonu ile çalışan brülörlerde, basınçlı ağır yağ püskürtücünün dış borulardan geçerek, tangential yarıklardan rotation kamarasına girmekte, düşe (meme) ve düşe plâkası vasıtası ile yanma kamarasına püskürtülmektedir. Teknolojik bakımdan fırın için lüzumlu olan yakıt miktarının ayarlanması, brülörlerin ortasından geçen boru üzerine konulmuş bir reglaj ven-

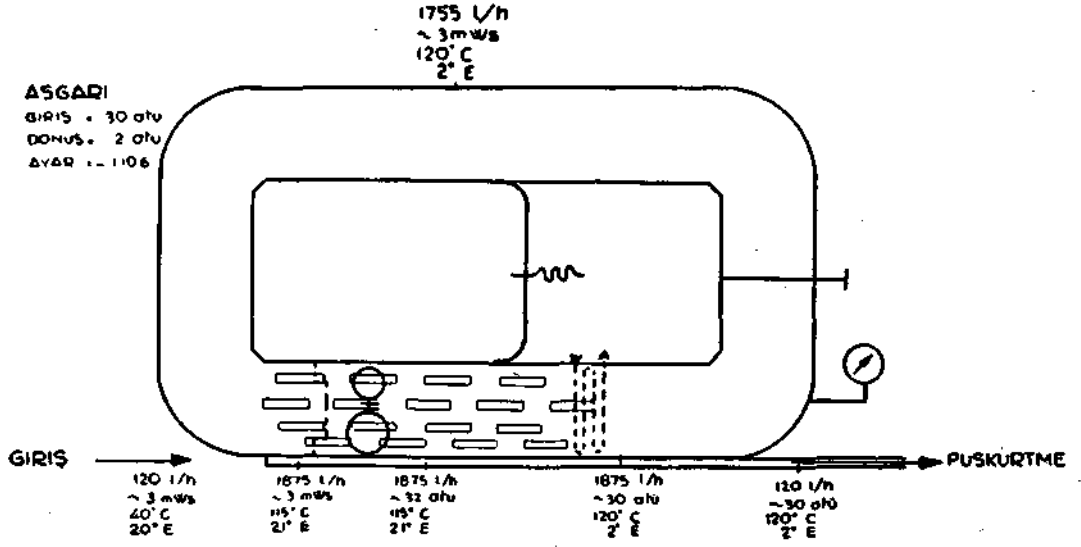


RESİM, 7

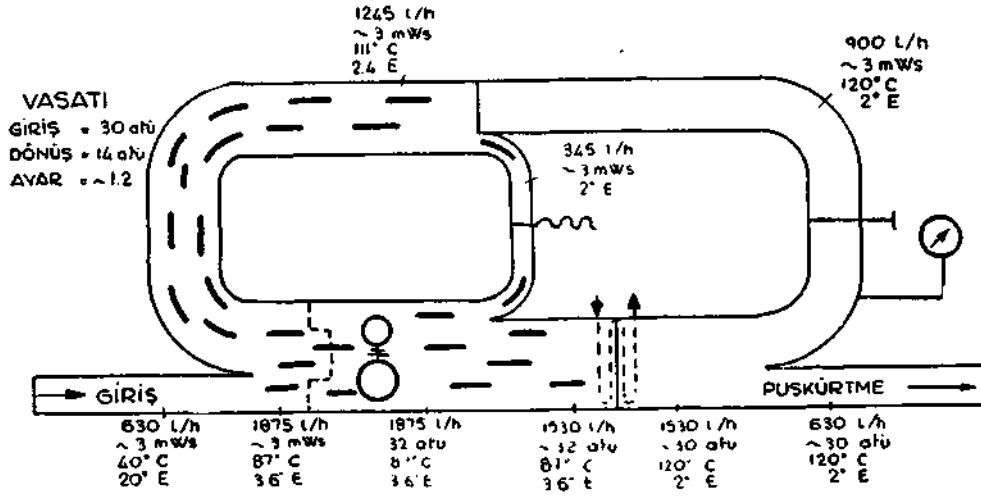
tili vasıtasıyla yapılır. Ve yüksek tazyik pompalanndan, ihtiyaçtan fazla gelen, ağır yağ ısıtıcıları ile brülör arasında sirküle ettirilir. Bu suretle yağ miktarını 1.8 nisbetine kadar ayarlamak mümkündür. Ancak, brülör kapasitesinin ayarlanması aynı zamanda püskürtme zaviyesi üzerinde de müessir olmaktadır. Diğer taraftan bu tip, brülörlerin çalışma prensipleri bakımından yağ pompalarını kapasitelerinin püskürtülecek azami yakıt miktarının üzerinde seçilmesi, yani daimi olarak bir miktar yakıtın sirküle ettirilmesi icabeder. Resim 7 de Blacke (Bochum) firması tarafından imâl edilen böyle bir brülörün şematik resmi ve resim 8 - 10 da da aynı püskürtücünün muhtelif takatlara göre ayarlanması gösterilmektedir.

Basit bir ileri basınçlı ağır yağ brülörünün şekli resim (11) de gösterilmiştir. Bu tip püskürtücülerde takat değişiklikleri doğrudan doğruya verilen yakıt miktarının kısılması suretiyle ayarlanmakta ancak, tazyik düşüklükleri aynı zamanda püskürtmenin kalitesi üzerinde de müessir olduğundan, umumiyetle değişik takatlarda değişik düşe'ler kullanmak zarureti hasıl olmaktadır.

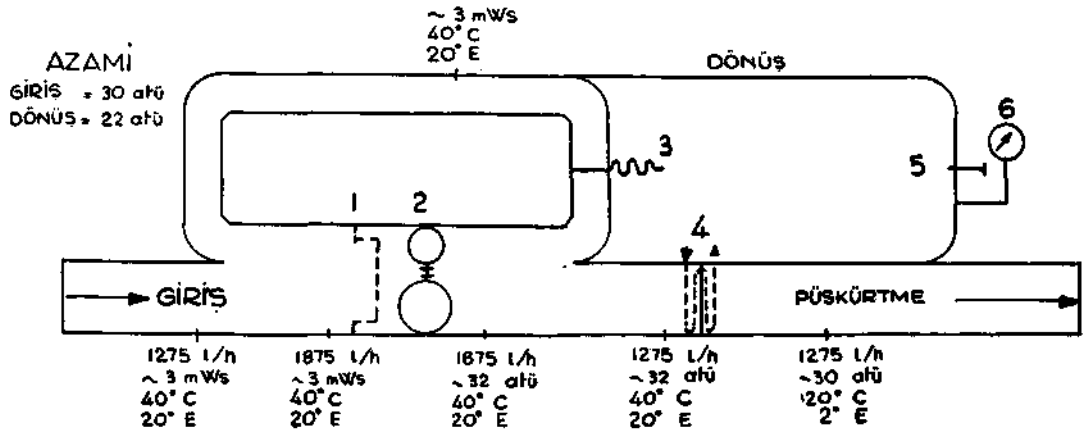
Pillard (Marsilya) firmasının imâl ettiği brülörlerde, tazyikli yağ primer ve sekonder olmak üzere, iki ayrı koldan verilmektedir. Primer yağ önceden aldığı bir dönüş ile, sekonder yağ ise doğrudan doğruya rotation kamarasına girmekte ve böylece, primer ve sekonder yağ tazyikleri arasındaki muhtelif farklara göre, rotation kamarasında değişebilen bir rotation sür'ati temin edilmektedir. Primer ve sekonder yağlar arasındaki tazyik farkını ayarlamak suretiyle püskürtme açısı ve bilnetice alev şekli üzerinde müessir olmak mümkündür. Firmanın beyanına göre, püskürtme açısı 40 -



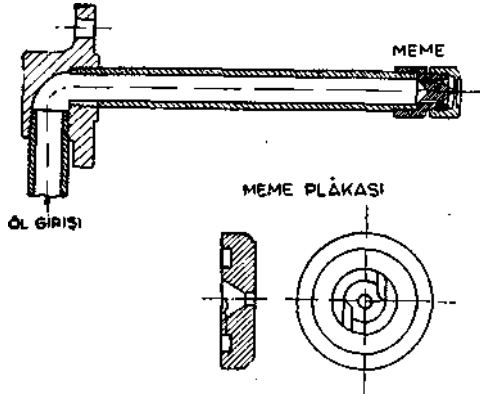
RESİM . 8



RESİM 9



RESİM.10

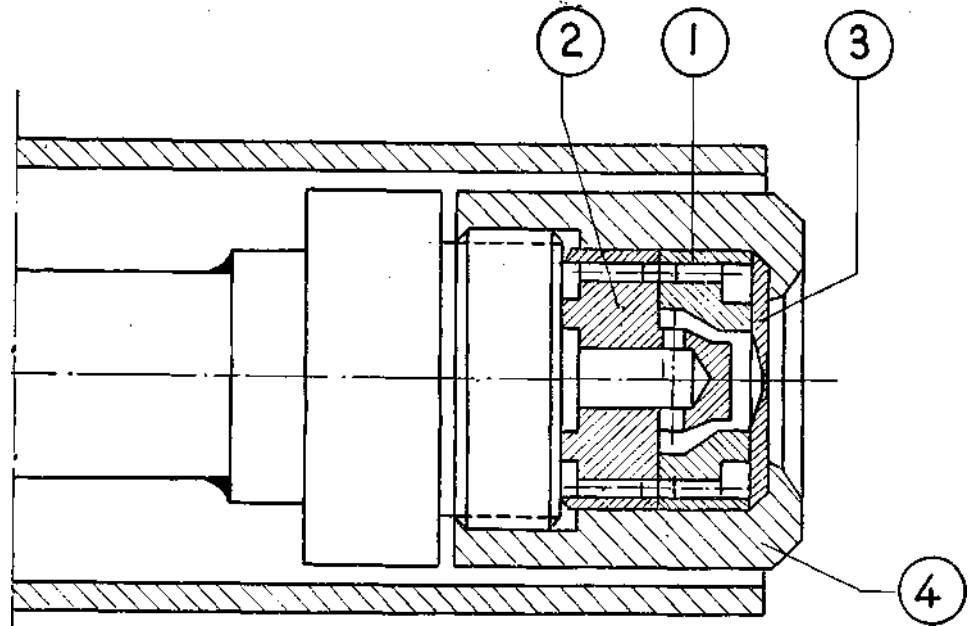


TAZYIKLI HAVA PÜSKÜRTÜCÜSÜ TANGENTIAL ÇİZGİLİ
MEME PLAKASI BUVULTULMUŞ OLURAK ÇİZİLMİŞTİR.

RESİM.. 11

120° arasında değişmekte ve ihtiyaca göre, fırın içindeki alev boyu ayarlanabilmektedir. Resim 12 de bir Pillar MY. 67 brülörünün düşe kısmı gösterilmiştir.

Unitherm (Viyana) firması ise kombine bir brülör konstrksionu tavsiye etmektedir. Bu firmanın çıkardığı ve Resim 13 de şematik olarak görülen "Unigress" brülöründe primer yağ ileri basınç kanallarıyla ve büyük yarıklar vasıtasıyla tangential olarak rotasyon kamarasına girer. Yağın rotasyon kamarasına girme sür'atını ayarlayabilmek için, düşe içerisine ortası delik bir piston yerleştirilmiştir. Bu delikten rotation kamarasına sekonder yağ vermek, veya aynı yoldan yağı sirküle ettirmek mümkün-



RESİM = 12

dür. Firma, brülörü yalnız primer - veya primer ve sekonder müşterek - yağ vermek suretiyle tamamen ileri basınçlı, yahut yağ sirkülasyonlu bir püskürtücü olarak kullanmanın ve böylece alev şeklini istenildiği gibi ayar etmenin mümkün olduğunu belirtmektedir.

Kombine yağ ve hava tazyikli brülörlerle misâl olmak üzere, Resim 14 de gösterilen, bir Körting (Hannover) brülörü zikredilebilir. Bu püskürtücüde yüksek tazyikli ağır yağ bir spiral vasıtası ile meme ağzına sevk edilmekte ve böylece bir rotati-

ona maruz bırakılmaktadır. Meme ağzını terkeden yakıt, yüksek rotation tesiri ile, koni şeklinde bir yağ filmi teşkil eder. Başlangıçta kalın olan yağ filmi, koninin çapı büyüdükçe inceler ve nihayet, bir damla karışımı halinde parçalanır.

Diğer taraftan, mantonun etrafından sevk ve düşe eksenine doğru tevcih edilen tazyikli hava, büyük bir sür'atla yağ konisine çarparak kuvvetli bir rotation doğurur ve bu suretle iyi bir yağ ve hava karışımı, elde edilebilir.

