

GENEL DÖKÜMCÜLÜK BİLGİSİ

Yazarlar :

Sabri
FİDANER

Süleyman
ÇELİK

Halil
DOĞMUŞ

Cumhur
SÜZEN

Ali Duray
DURAN

Ankara Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Döküm Bölümü
Öğretim Üyeleri

№ 6456

F. 110 Lira

SATIŞ VE DAĞITIM YERİ: İstanbul'da Devlet Kitapları
Müdürlüğü ve İllerde Millî Eğitim Bakanlığı Yaynevleri

MILLÎ EĞİTİM BASIMEVİ — İSTANBUL — 1979



MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MESLEKİ VE TEKNİK ÖĞRETİM KİTAPLARI

ETÜD VE PROGRAMLAMA DAİRESİ YAYINLARI NO. 44

ORTA DERECELİ ENDÜSTRİYEL TEKNİK ÖĞRETİM OKULLARI

GENEL DÖKÜMCÜLÜK

BİLGİSİ Ferit BALTACI

TEMEL DERS KİTABI

CİLT: 2

Yazanlar :

Sabri
FİDANER

Süleyman
ÇELİK

Halil
DOĞMUŞ

Cumhur
SUZEN

Ali Duray
DURAN

Ankara Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Döküm Bölümü
Öğretim Üyeleri

BİRİNCİ BASILIS



DEVLET KİTAPLARI

MILLÎ EĞİTİM BASİMEVİ — İSTANBUL 1979

"Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulunun 29/6/1979 tarih ve 141 Sayılı Kararı ile Temel Ders Kitabı olarak kabul edilmiş, Yayınlar ve Basılı Eğitim Malzemeleri Genel Müdürlüğü'nün 18/7/1979 tarih ve 6279 sayılı emriyle birinci defa olarak 7500 adet basılmıştır.

Ö N S Ü Z

"Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt I'de Döküm Endüstrisinin gerek yurdumuz ve gerekse diğer ülkeler için ne kadar önemli bir endüstri kolu olduğu anlatılmıştı.

Yurdumuz döküm endüstrisinin ileri bir düzeye gelmesi için en büyük uğraşı, hiç kuşkusuz emeği ve teknoloji bilgisi ile çalışarak, istenilen düzeye ulaştırma çabasında olanlar vermektedir. Çalışanların katkıları ile bu amaca ulaşmak ancak endüstrisi gelişmiş ülkelerin teknoloji uygulamalarını ve yeniliklerini iyi izlemek ve bize uygun olanlarını yurdumuzda da uygulamaya koymakla gerçekleşebilecektir. Bu da, teknolojisini ileri olan ülkeleri ve yayınlarını yakından takip etmek ve yapılanları izlemek ile olabilir. Ancak bunu bireysel olarak takip etmek çeşitli nedenlerle her zaman mümkün olamaz.

Yurdumuz dökümcülerinin, mesleki bilgi ve becerilerini geliştirmek, uygulamalarının daha bilinçli ve verimli olmasını sağlamak, ülkemiz yararları bakımından zorunludur. Bunun en iyi ve en etkili yolu ise yayınlardır. Ancak yurdumuzda, dökümcülük hakkındaki yayınlar yeterli olamamış veya ilgilienlere yeterli bilgiyi verememiştir. Bunun bir gerçek olduğu da, son birkaç yıldır bu endüstri kolu için yayınlanan eserlerin, diğer endüstri kollarından daha çok sayıda olması ile görülmektedir. Fakat her yayın, dökümcülük mesleğinin gereksinim duyduğu bütün konuları değil, belli birkaç konuyu içermektedir.

Bakanlığımızın öncülüğü ile yakın tarihte başlatılmış olan bu çalışmalar, hemen her meslek konusunda olduğu gibi, dökümcülük mesleğini de içermektedir. Bu çalışmalar, iyi bir programlama ile her geçen gün biraz daha gelişmektedir.

Yapılan programlar ve istenilen kalifiye dökümcülerin yetişmesi göz önünde tutularak; Dökümcülük mesleği bir bütün olarak analiz edilmiş ve mesleğin gereksinim duyduğu beceri ve teknoloji bilgisine sahip elemanların yetiştirilmesi planlanmıştır. Bu plan gereğince, önce Endüstri Meslek Liselerinin IX, X, XI. nci sınıfları atelye çalışmalarında uygulanmak üzere, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Döküm Bölümü Öğretim Üyelerinden Ali Duray DURAN, Süleyman ÇELİK, Cumhur SÜZEN tarafından DÖKÜMCÜLÜK I, II, III. nci sınıfları için İŞ ve İŞLEM YAPRAKLARI hazırlanmıştır. Bunun devamı olarak, Endüstri Meslek Liseleri ile Endüstride çalışanların teknolojik bilgilerinden doğacak noksanlıklarını gidermek ve bilinenleri daha çok geliştirmek için "Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt I, II, III" adı ile kaynak kitapların hazırlanmasına geçilmiştir. Bu kaynak kitaplardan Cilt I, 1978 yılında yayınlanmıştır. Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt II ise, bu çalışmaların bir devamıdır.

"Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt II" 12 Bölümden oluşmaktadır. Konuların işlenmesi, Dökümcülükte Kullanılan Yakacıklardan başlayıp Ferro-Alaşımaları ile bitmektedir. Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt I ve Cilt II'deki konular dikkatlice incelenirse; Dökümcülük mesleğinin gereksinim duyduğu teknolojik konuların bir bütün halinde işlenmekte olduğu görülecektir. Cilt I ve Cilt II'de bulunmayan diğer konular ise, aynı yazarlarca hazırlanmakta olan "Genel Dökümcülük Bilgisi Cilt III" te verilecektir. Cilt III'ün tamamlanması ile gerek Endüstri Meslek Liseleri Döküm Bölümü öğrencileri ve gerekse Endüstride Dökümcülük mesleğinde çalışanlar ile ayrıca dökümcülük mesleğine ilgi duyan okuyucular, dökümcülük hakkında oldukça geniş bilgi sahibi olacaklardır.

Eserin, Dökümcülük mesleğinde çalışanlara ve çalışacak olanlara yararlı olmasını dileriz.

ANKARA — 1979

Sabri FİDANER
Süleyman ÇELİK
Halil DOĞMUŞ
Cumhur SÜZEN
Ali Duray DURAN

İÇİNDEKİLER

KONU	Sayfa No.
BÖLÜM 1 DÖKÜMCÜLÜKTE KULLANILAN YAKACAKLAR	1
1.1 Yakacak ve Yanmanın Tanıtımı	1
1.2 Isı ve Sıcaklık	2
a) Tanımları	3
b) Yanma Isısı	3
1.3 Yakacakların Bölünmesi	4
1 — Katı Yakacaklar	4
A — Doğal Katı Yakacaklar	4
a) Odun	4
b) Kömürler ve Kömürleşme	6
I) Antrasit	6
II) Taş Kömürü	6
III) Linyit Kömürü	7
IV) Turba Kömürü	7
B — Yapay Katı Yakacaklar	7
a) Odun Kömürü	8
b) Kok Kömürü	8
2 — Sıvı Yakacaklar	12
A) Ham Petrolün Damıtılması ile Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	12
B) Şist Katranının Damıtılması ile Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	15
C) Linyit Katranının Damıtılması ile Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	15
D) Taş Kömürünün Damıtılması ile Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	16

E) Taş Kömürün Sıvılaştırılması ile Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	16
F) Gaz Yakacakların Sıvılaştırılması ile Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	17
G) Bitkilerden Elde Edilen Sıvı Yakacaklar	17
3 — Gaz Yakacaklar	18
A — Doğal Gaz Yakacaklar	18
B — Yapay Gaz Yakacaklar	18
a) Hava Gazı	18
b) Jeneratör Gazı	19
c) Yüksek Fırın Gazı	19
Sorular	20
BÖLÜM 2 ISIYA DAYANIKLI GEREÇLER	21
2.1 Tanıtılması	21
2.2 Özellikleri	21
2.3 Seçimi	22
2.4 Bölümlenmesi	22
1 — Tuğlalar	22
A — Asidik Tuğlalar	23
a) Ateş Tuğlaları	23
b) Silis Tuğlaları	25
B — Bazik Tuğlalar	26
a) Magnezit Tuğlaları	26
b) Dolomit Tuğlaları	26
C — Nötr Tuğlalar	27
a) Krom Tuğlaları	27
b) Karbon Tuğlaları	27
2 — Harçlar	28
2.5 Isıya Dayanıklı Gereçlerin Ergime Derecelerinin Ölçülmesi	29
2.6 Yurdumuzdaki Isıya Dayanıklı Gereç Yapımı	32
Sorular	35

BÖLÜM 3 DEMİR VE ELDE EDİLMESİ	37
3.1 Giriş	37
3.2 Yüksek Fırın	39
3.3 Yüksek Fırının Çalışması	42
1 — Kurutma Bölgesi	42
2 — İndirgeme (Redükleme) Bölgesi	42
3 — Ergime Bölgesi	42
Sorular	47
BÖLÜM 4 DÖKÜM OCAKLARI	49
4.1 Genel Bilgiler ve Bölümleme	49
4.2 Alev Ocakları	51
4.3 Döner (Rotatif) Ocakları	54
4.4 Konverter	57
1 — Tanıtılması	57
2 — Bölümleri	58
a) Gövde	59
b) Ağız	60
c) Yataklar	60
d) Hava Delikleri	60
e) Taban	60
f) Astar	60
3 — Kuruluşu	61
4 — Çalışması ve Yönetimi	62
4.5 Oksijen Konverteri	65
1 — Tanıtılması	65
2 — Çalıştırılması	66
4.6 Siemes - Martin Ocağı	68
1 — Tanıtılması	68
2 — Bölümleri	70
a) Taban	70

KONU	Sayfa No.
b) Ocak Duvarları	70
c) Tavan	72
d) Isıtıcılar	72
e) Yön Değiştirme Düzeni	72
3 — Siemes Martin Ocağının Çalışması	72
a) Yükleme	72
b) Ergime ve Arıtma	73
c) Pota Çeliği Yapımı	74
4.7 Pota Ocakları	75
1 — Tanıtılması	75
2 — Bölümlenmeleri	75
a) Kok Kömürü ile Çalışan Pota Ocakları	75
I) Yer Ocakları	75
II) Döner Pota Ocakları	80
b) Sıvı Yakacaklarla Çalışan Pota Ocakları	83
c) Gaz Yakacaklarla Çalışan Pota Ocakları	87
d) Elektrikle Çalışan Pota Ocakları	89
4.8 Elektrik Ocakları	90
1 — Tanıtılmaları ve Yararları	90
2 — Bölümlenmeleri	91
a) Ark Ocakları	91
b) Direnç Ocakları	95
c) Endüksiyon Ocakları	97
3 — Astarlanmaları	101
Sorular	102
BÖLÜM 5 KUPOL OCAĞI	103
5.1 Kupol Ocağının Tanıtılması	103
5.2 Tarihçesi	105
5.3 Çeşitleri	105
5.4 Bölümleri ve Ana Ölçüleri	106

KONU	Sayfa No.
1 — Ocak Gövdesi	106
a) Hava Delikleri	110
b) Hava Kuşağı	117
2 — Pota Kısmı	119
a) Curuf Deliği	121
b) Maden Alma Deliği	121
c) Maden Alma Oluğu	123
d) Ateşleme (Onarım) Kapısı	124
e) Ocak Tabanı	125
f) Boşaltma Kapağı	126
g) Ocak Altı ve Ayaklar	126
3 — Baca	128
a) Yükleme Kapısı	128
b) Kıvılcıklık	128
5.5 Kupol Ocağının Yapısı	132
1 — Ocak Zarfı	132
2 — Ocak Astarı	133
3 — Ocak Astarının Onarılması	137
5.6 Kupol Ocağının Yükleme Düzeni	139
1 — Gereç Parkının Düzenlenmesi	140
2 — Yükleme Yeri ve Yüklemenin Düzenlenmesi	141
5.7 Kupol Ocağının Çalışması	146
1 — Yanma ve Ergime Olayları	146
2 — Ocağa Gönderilen Havanın Debisi, Hızı ve Basıncı	149
3 — Ergitilen Dökme Demirin Bileşim Değişimleri	151
5.8 Kupol Ocağının Yönetimi	153
1 — Ocağın Yakılması	153
2 — Yatak Kokunun Hesaplanması	155
3 — Ocağın Yüklenmesi ve Vezin Miktarının Hesaplanması	156
a) Ocağın Yüklenmesi	156
b) Vezin Miktarının Hesaplanması	157

I) Kok Miktarı	157
II) Kireçtaşı Miktarı	158
III) Maden Vezinleri	159
IV) Vezinlerin Hesaplanmasına Ait Örnek	161
c) Kupol Ocağında Alaşım Yapılması	161
4 — Ergitme İşlemleri	164
a) Maden Alma Deliğinin Kapatılması	164
b) İlk Madenin Alınması	165
c) Maden Alma Aralıkları	166
d) Curuf Deliğinin Durumu	166
e) Ergitmenin Dürdürülmesi	167
f) Pekleştirme Koku	167
g) Ergitmenin Sonuçlanması	167
5 — Kupol Ocağında Çalışmaların Denetlenmesi	168
a) Sıvı Madenin Sıcaklığının Ölçülmesi	168
b) Çil Deneyi (Chill Test)	168
c) Akıcılık Deneyi	172
d) Baca Gazı Analizi	173
e) Gözlem ve Görgülere Dayanarak Yapılan Denetlemeler	174
6 — Kupol Ocağında Çalışma Aksaklıkları	175
a) Ocak Çatması	175
b) Ocak Gövdesinin Delinmesi	176
c) Ergime Bölgesinin Düşmesi	176
d) Maden Alma Deliğinin Donması	177
e) Ocak Tabanının Delinmesi	177
f) Madenin Soğuk Gelmesi	177
g) Hava Deliklerinin Curufla Tıkanması	177
h) Yükleme Kapısından Alevler Görülmesi	177
i) Hava Delikleri Üzerinde Kemer Meydana Gelmesi	178
j) Ergitmenin Durması	178
7 — Dökme Demirin Kükürt ve Oksidinin Giderilmesi	178
8 — Ağ Diyagramı	179

5.9 Depolu Kupol Ocağı	181
1 — Tanıtılması	181
2 — Yapısı ve Ana Ölçüleri	181
3 — Yakılması ve Yönetimi	184
4 — Çalışma Aksaklıkları	184
5.10 Sıcak Havalı Kupol Ocağı	185
1 — Tanıtılması ve Özellikleri	185
2 — Sıcak Havalı Kupol Ocağının Yararları	187
3 — Sıcak Havalı Kupol Ocağının Sakıncaları	187
Sorular	191
BÖLÜM 6 POTALAR	193
6.1 Tanıtılması	193
1 — Taşınma Potaları	193
a) El Potaları	193
b) Vinç Potaları	195
c) Arabalı Potalar	197
d) Özel Potalar	197
I) Askı Potaları	198
II) Depo Potaları	200
III) Tıkaçlı Potalar	201
IV) Curuf Potaları	204
6.2 Potaların Astarlanması	204
6.3 Potaların Kurutulması	206
Sorular	207
BÖLÜM 7 DÖKME DEMİRİN TANITILMASI	209
7.1 Giriş	209
7.2 Dökme Demirin Tanıtılması	209
7.3 Dökme Demirin Sınıflandırılması	210
1 — Beyaz Dökme Demir	210
2 — Grafitli (Esmer-Gri) Dökme Demir	210
a) Lamel Grafitli Dökme Demir	211

KONU	Sayfa No.
b) Küresel Grafitli Dökme Demir	211
c) Ostenitlik Dökme Demir	211
3 — Benekli Dökme Demir	211
4 — Temper Dökme Demir	212
a) Siyah Temper Dökme Demir	212
b) Beyaz Temper Dökme Demir	212
5 — Hızlı Soğutulmuş (Çil Uygulanmış) Dökme Demir	212
6 — Özel Dökme Demir	213
a) Az Alaşımli Özel Dökme Demir	213
b) Yüksek Alaşımli Özel Dökme Demir	213
7.4 Dökme Demirlerin Kimyasal Bileşimi	213
7.5 Dökme Demirlerin Bileşiminde Bulunan Elementler	216
1 — Karbon	216
2 — Silisyum	217
3 — Manganez	217
4 — Fosfor	218
5 — Kükürt	219
7.6 Dökme Demirlerin Yapı Bileşenleri (Mikro Yapısı)	219
1 — Grafit	219
2 — Sementit	220
3 — Ferrit	220
4 — Perlit	221
5 — Austenit	222
6 — Steadit	222
7 — Ledeburit	222
8 — Mangansülfür	223
7.7 Karbon-Silisyum ve Soğuma Hızının Mikro Yapıya Etkileri	223
7.8 Dökme Demirlerde Grafitleşme ve Grafit Tipleri	225
7.9 Dökme Demirlerin Özellikleri	226
1 — Beyaz Dökme Demirler	227
2 — Hızlı Soğutulmuş (Çil Uygulanmış) Dökme Demirler	227
Sorular	229
BÖLÜM 8 ESMER (GRI) DÖKME DEMİR	230
8.1 Esmer Dökme Demirin Tanıtımı	230
8.2 Esmer Dökme Demirin Kimyasal Bileşimi	230
8.3 Esmer Dökme Demirin Bileşiminde Bulunan Elementler	231

KONU	Sayfa No.
1 — Karbon	231
2 — Silisyum	232
3 — Manganez	232
4 — Fosfor	232
5 — Kükürt	232
8.4 Esmer Dökme Demirin Yapı Bileşenleri (Mikro Yapısı)	232
1 — Grafit	233
2 — Ferrit	233
3 — Perlit	234
4 — Sementit	234
5 — Steadit	235
6 — Mangansülfür	235
8.5 Esmer Dökme Demire Katılan Maddeler ve Etkileri	235
1 — Silisyum	236
2 — Manganez	236
3 — Nikel	237
4 — Krom	238
5 — Molibden	238
6 — Bakır	238
7 — Alüminyum	240
8 — Titanyum	240
8.6 Esmer Dökme Demirin Özellikleri	240
1 — Esmer Dökme Demirin Akıcılığı	240
2 — Esmer Dökme Demirin Sertliği	242
3 — Esmer Dökme Demirin Çekme Dayanımı	243
4 — Esmer Dökme Demirin Aşınma Dayanımı	243
8.7 Yüksek Dayanımlı (Soy) Dökme Demirler	243
8.8 Aşınmış Dökme Demirler	244
8.9 Esmer Dökme Demirin Isıl İşlemi	244
1 — İşlenebilme Özelliğini Artırmak	245
2 — Aşınma Dayanımını Artırmak	245
3 — Çekme Dayanımını Artırmak	245
8.10 Esmer Dökme Demirin Ergitimi	245
Sorular	247
BÖLÜM 9 DÖKME ÇELİKLER (ÇELİK DÖKÜMLER)	249
9.1 Giriş	249

KONU	Sayfa No.
9.2 Çelik ve Sınıflandırılması	250
1 — Kütle Çelikleri	250
2 — Sade Karbonlu Çelikler (Alaşsuz Çelikler)	251
3 — Kalite Çelikleri	251
4 — Asal Çelikler	251
5 — Alaşlı Çelikler	252
6 — Otomat Çelikleri	252
9.3 Karbonlu Çelikler	252
9.4 Dökme Çelik (Çelik Döküm)	253
9.5 Dökme Çeliğin Çeşitleri ve Kimyasal Bileşimi	254
1 — Alaşsuz Dökme Çelikler	254
2 — Alaşlı Dökme Çelikler	255
9.6 Dökme Çeliklerin Bileşiminde Bulunan Elementler	255
1 — Karbon	255
2 — Silisyum	255
3 — Manganez	256
4 — Fosfor	256
5 — Kütkürt	256
9.7 Dökme Çeliklerin Yapı Bileşenleri (Mikro Yapı)	256
9.8 Dökme Çeliklerde Kalıp Uygulaması	258
9.9 Dökme Çeliklerde Döküm Hataları	261
1 — Gözenekler	261
2 — Dökülen Parçaların Çatlaması	261
3 — Ergimiş Madenin Kalıp Kumuna Girmesi	262
4 — Seroksitler	263
9.10 Çelik Dökümlerin Kalıp ve Maça Boyaları	263
9.11 Çelik Dökümlerin Akıcılığı	264
9.12 Dökme Çeliğin Ergitimi ve Ergitme Ocakları	264
9.13 Çelik Döküme Katılan Maddeler ve Etkileri	266
1 — Silisyum	267
2 — Manganez	267
3 — Alüminyum	267
4 — Bakır	268
5 — Nikel	263
6 — Krom	263

KONU	Sayfa No.
7 — Vanadyum	269
8 — Molibden	269
9 — Wolfram (Tungsten)	269
10 — Titanyum	270
9.14 Özel Çelik Dökümler	270
1 — Krozyona Dayanıklı Çelik Dökümler	270
2 — Manyetik Olmayan Çelik Dökümler	271
3 — Sıcağa Dayanıklı Çelik Dökümler	272
4 — Soğuğa Dayanıklı Çelik Dökümler	274
5 — Dökme Islah Çelikler	274
9.15 Çelik Dökümlere Uygulanan Isıl İşlemleri	275
1 — Sertleştirme	275
2 — Menevişleme	275
3 — Normalleştirme Tavı	275
4 — Yumuşatma Tavı	277
5 — Gerilim Giderme Tavı	277
6 — Islah Etme	277
7 — Yüzey Sertleştirme	277
9.16 Çelik Dökümlerin Isıl İşlemlerinde Kullanılan Tav Fırınları Sorular	277
	281
BÖLÜM 10 TEMPER DÖKME DEMİR	283
10.1 Temper Demirin Tanıtılması	283
10.2 Kimyasal Bileşimi	285
10.3 Döküm Tekniği Özellikleri	286
10.4 Ergitme Ocakları	288
10.5 Temperleme Fırınları	288
10.6 Siyah Temper Döküm	290
1 — Birinci Yumuşatma İşlemi	291
2 — İkinci Yumuşatma İşlemi	291
3 — Üçüncü Yumuşatma İşlemi	292
4 — Siyah Temper Dökme Demirin Özellikleri	292
10.7 Beyaz Temper Dökme Demir	292
10.8 Dekarbürizasyon	293
10.10 Gaz Karışımı ile Dekarbürizasyon	295
10.11 Beyaz Temper Dökme Demirin Özellikleri	295

10.12 Temper Dökme Demirin Kullanma Alanları	295
Sorular	297
BÖLÜM 11 KÜRESEL GRAFİTLİ DÖKME DEMİR	299
11.1 Küresel Grafitli Dökme Demirin Tanıtılması	299
11.2 Küresel Grafitin Oluşumu	300
11.3 Küresel Grafitli Dökme Demirin Yapısı	301
1 — Kimyasal Bileşim	301
2 — Küreleştirici Gereçler	302
3 — Ergitme ve Kükürt Giderme	303
a) Soda ile Kükürt Giderilmesi	304
b) Küreçtaşı ile Kükürt Giderilmesi	305
c) Kalsiyum Karbür ile Kükürt Giderilmesi	305
4 — Küreleştirme İşlemlerinde Uygulanan Yöntemler	305
a) Potada İşlem	305
b) Daldırma Yöntemi	308
c) Üfleme Yöntemi	310
d) Kalıpta İşlem	310
e) Konverter Yöntemi	311
11.4 Küresel Grafitli Dökme Demirin Mikro Yapısı	312
11.5 Döküm Tekniği	313
11.6 Isıl İşlemler	314
11.7 Küresel Grafitli Dökme Demirin Kullanma Alanları	315
Sorular	320
BÖLÜM 12 FERRO ALAŞIMLARI	321
12.1 Ferro Alaşımlarının Tanıtımı	321
1 — Ferro - Silisyum	321
2 — Ferro - Manganez	322
3 — Ferro - Krom	323
4 — Ferro - Molibden	323
5 — Ferro - Wolfram	324
6 — Ferro - Fosfor	324
7 — Ferro - Vanadyum	324
Sorular	325
TERİMLER SÖZLÜĞÜ	327
KAYNAK KİTAPLAR	333
İNDEKS	335

DÖKÜMCÜLÜKTE KULLANILAN YAKACAKLAR

1.1 — YAKACAK VE YANMANIN TANITIMI :

Yakıldıkları zaman ısı veren gereçlere YAKACAK denir. Ancak her ısı veren gereç yakacak sayılmaz.

Isı veren bir gerecin yakacak olarak kullanılabilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekir.

- a — Yanma ısı yüksek olmalıdır.
- b — Yandığı zaman canlılar için zararlı etki yapmamalıdır.
- c — Kullanıldığı yere uygun gelmelidir.
- d — Ekonomik olmalıdır.

Yakacaklar oksijen bulunan bir ortamda ısıtılırlarsa oksijenle birleşirler, yani oksitlenirler. Bu oksitlenme olayının ısı ve ışık verecek şekilde olmasına YANMA denir. Oksitlenme olayı ısı ve ışık vermeden meydana gelirse bunada YAVAŞ YANMA denir. Örneğin: demirin paslanması.

Yukarıda belirtildiği gibi; yakacakların yanabilmesi için belli bir sıcaklık derecesine kadar ısıtılmaları gerekir. Her yakacak için değişik olan bu sıcaklığa ATEŞ ALMA SICAKLIĞI denir.

Ateş alma sıcaklığına kadar ısıtılan katı ve sıvı yakacaklar genel olarak gaz haline dönüşüp oksijenle birleşerek yanarlar. Bazı yakacakların ateş alma sıcaklıkları Tablo 1.1de verilmiştir.

Tablo 1.1 Bazı Yakacakların Ateş Alma Sıcaklıkları

Yakacağın adı	Ateş alma sıcaklığı °C
Odun	250 — 300
Linyit kömürü	250 — 450
Taş kömürü	325 — 500
Odun kömürü	250 — 360
Kok kömürü	640 — 740
Ham petrol	400
Benzin	415 — 460
Hava gazı	800
Metan	650 — 750

1.2 — ISI VE SICAKLIK :

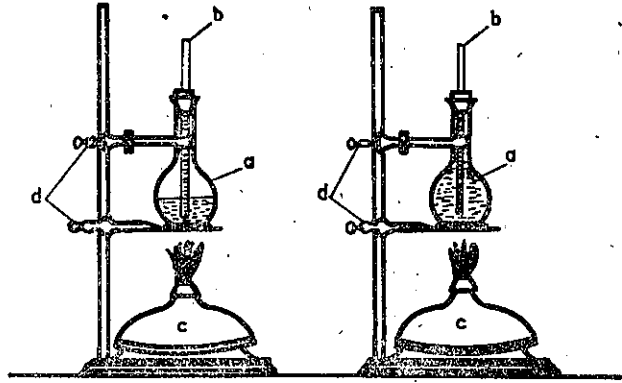
Isı ve sıcaklık çok kere birbirleri ile karıştırılmakta, hatta aynı oldukları bile söylenebilmektedir. Isı ve sıcaklık birbirlerine bağlı fakat ayrı şeylerdir. Böyle oldukları, tanımları ve birimleri ile belirleneceği gibi, basit bir deneyle de anlaşılır.

a) Tanımları :

Isı : Bir enerjidir, yani iş yapabilme yeteneği vardır. Örneğin, bir buhar makinasının çalışması. Isı Kalorimetre ile ölçülür. Birimi kaloridir.

Sıcaklık : Herhangi bir yerin veya cismin taşıdığı ısı miktarını gösteren bir değerdir. Sıcaklık termometre ile ölçülür. Birimi derecedir.

Isı ile sıcaklık arasındaki fark aşağıdaki deneyle açıklanabilir. Şekil 1.1 de görüldüğü gibi birbirinin aynı iki cam balon alalım. Birinci balona 250 gr. ikinci balona ise 500 gr. su koyalım, her ikisine de birer termometre koyarak sıcaklıklarını ölçelim ve aynı sıcaklıkta olmalarına dikkat edelim. (20°C olsun). Balonların altına tartımları belli ispirto ocaklarını koyarak yakalım ve suları ısıtmaya başlayalım. Her iki termometredeki sıcaklık örneğin 70°C olunca ispirto ocaklarını söndürelim ve tekrar tartalım. 500 gr. suyu 20°C den 70°C a yükseltmek için yakılan ispirtonun, diğerinin iki katı olduğunu görürüz. Burada balonlara verilen ısı miktarları değiştiği halde sıcaklıkları değişmedi. Bu basit deney, ısı ve sıcaklığın aynı olmadığını gösterir.



Şekil 1.1 Isı ve sıcaklığın farkı

- a — Cam balon. c — İspirto ocağı.
b — Termometre. d — Bağlama düzeneği.

b) Yanma Isısı :

Bir yakacağın birim miktarının tamamen yanması ile verdiği ısı miktarına o yakacağın YANMA ISISI denir.

Isı birimi kaloridir. Küçük ve büyük olmak üzere ikiye ayrılır.

I) Küçük kalori : Normal şartlarda 1 gr. saf suyun sıcaklığını 1°C (+ 14.5°C tan + 15.5°C a kadar) arttırmak için verilen ısı miktarına KALORI denir. Buda (Cal) sembolü ile gösterilir.

II) Büyük kalori : Küçük kalorinin 1000 katına, BÜYÜK KALORI denir ve (K. cal) sembolü ile gösterilir.

Katı ve sıvı yakacakların yanma ısıları kalori metre kabı ile ölçülür. Bazı yakacakların yanma ısıları Tablo 1.2 de görülmektedir.

Tablo 1.2 Bazı Yakacakların Yanma Isıları

Yakacağın adı	Yanma ısısı	
	Kcal/Kg. veya Kcal/m ³	
Odun	3600	— 4000
Turba kömürü	2000	— 3000
Linyit kömürü	2500	— 5500
Taş kömürü	4500	— 7500
Antrasit	7300	
Odun kömürü	6500	— 7500
Erğitme koku	7000	— 8000
Taş Kömürü Kokları Gaz koku	6900	— 7500
Sömi kok	6500	— 7000
Ham petrol	10200	
Benzin	11400	
Gaz yağı	11000	
Motorin	10500	
Mazot	10400	
Fueloil	10200	
Yer gazı	8500	
Hava gazı	4200	— 6000
Jeneratör gazı	1400	— 2500
(L.P.G.) Likit petrol gazı	23000	

1.3 — YAKACAKLARIN BÖLÜMLENMESİ :

Yakacaklar genel olarak üç bölüme ayrılır.

- 1 — Katı yakacaklar.
- 2 — Sıvı yakacaklar.
- 3 — Gaz yakacaklar.

Yakacaklar elde edilmiş şekillerine göre de; Doğal ve yapay olmak üzere ikiye ayrılırlar. Tablo 1.3 de yakacakların genel bölümlenmesi görülmektedir.

1 — KATI YAKACAKLAR :

Yukarıda belirttiğimiz gibi katı yakacaklar da, doğal, yapay ve kırntı yakacaklar olmak üzere bölümlere ayrılır.

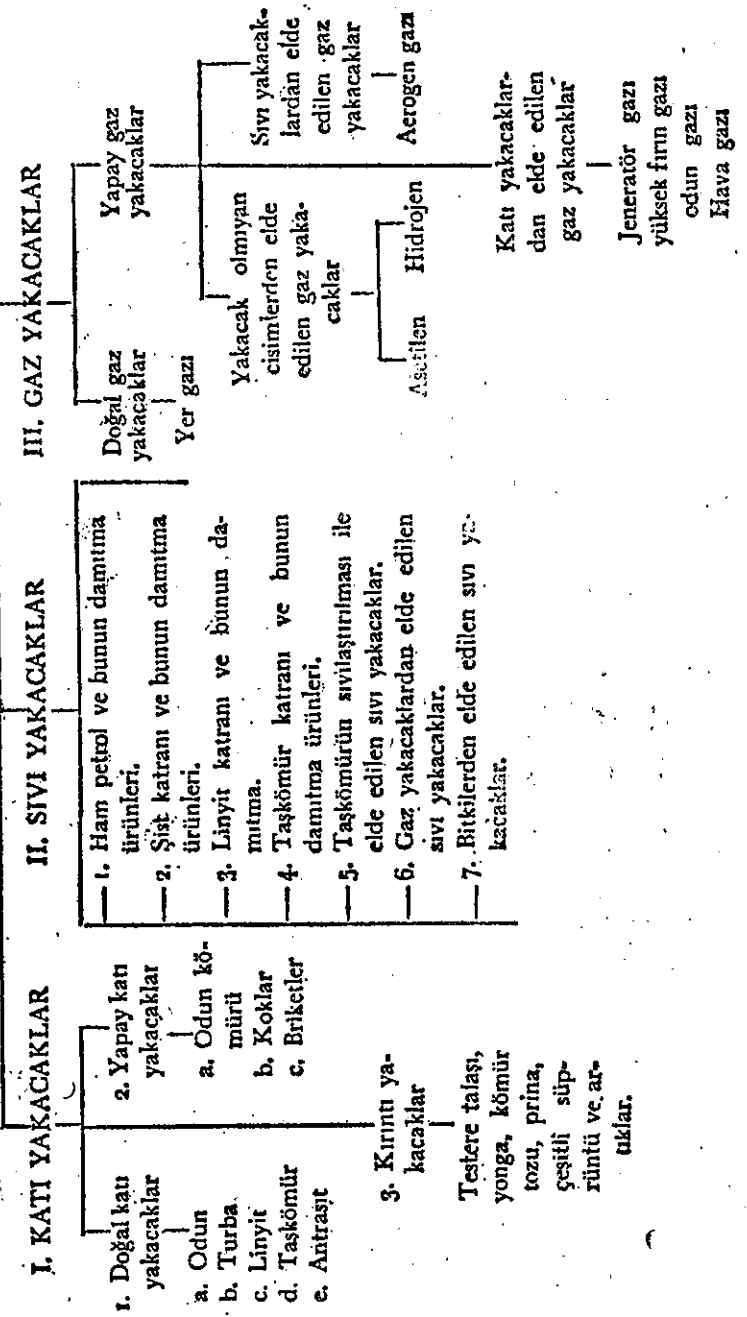
A — DOĞAL KATI YAKACAKLAR :

a) **Odun :** İnsanların ateşten faydalanmasını öğrendikleri zamandan beri yakacak olarak kullanılmaktadır. Günümüzde, odun kaynaklarının azalması ve ısı değeri yüksek diğer yakacakların bulunması ile eski önemini kaybetmiştir. Yine de yakacak olarak kullanıldığı yerler az değildir.

Odun, ağaç kütüklerinin ve dallarının küçük parçalarına denir. Ke-reste yapımına elverişli olmayan ağaçların doğranması ile elde edilir. Yeni kesilen bir ağacın su miktarı yüksektir. (ağırlığının % 60'ı kadar.) Kurutulmuş odunlarda ise bu miktar % 10—20 ye kadar düşer. Kuru bir odun % 30 linyin ve % 70 sellüloz maddesinden meydana gelir. Bunlardan başka az miktarda çeşitli madensel tuzlarda bulunur. Odunun yanma ısısı 3600—4000 Kcal/Kg. dir. Ateş alma sıcaklığı ise 250—300°C dir. Sert ağaçların (meşe, gürgen, karaağaç, ceviz, dışbudak gibi) odunu kor bıraktığı için yumuşak ağaçlara nazaran tercih edilirler.

Dökümcülükte odun, kokla çalışan ergitme ocaklarının tutuşturulmasında, kalıp ve maça fırınlarının yakılmasında, bazı kalıpların kurutulmasında, potaların ısıtılmasında ve tamburlama işleminde (sert ağaçlar) kullanılır.

YAKACAKLAR



Tablo 1.3 Yakacakların Genel Bölümlenmesi

b) Kömürler ve Kömürleşme: Kömürler bitkisel maddelerin fosilleşmesinden meydana gelmektedir. Bitkiler ve ağaçlar çok eski zamanlarda yetiştikleri yerler, göller veya deniz kenarlarında çeşitli tabiat olayları ile birikip toprak altında kalmışlardır. Üstündeki toprağın basıncı, sıcaklık, bakterilerin etkisi ve uzun bir zaman boyunca, kimyasal ayrışmalara uğrayarak kömürleri meydana getirmişlerdir. Bitkilerin özelliği ve oluşum süresinin uzunluğuna göre kömürler değerlendirilirler.

En eski kömürler karbonca daha zengin olurlar. Karbon oranının yükseliği yanma ısılarında yükselteceğinden, yakacak olarak değerleri artar.

Oluşum sırasına göre en eski kömür ANTRASİT'tir. Ondan sonra TAŞ KÖMÜRÜ ve LİNYİT gelir. En yakın zamanda oluşanı da TURBA'dır.

I) Antrasit: Maden kömürleri içerisinde en eski olanıdır. Parlak siyah renkli sert bir kömür olup özgül ağırlığı 1.4-1.7 Kg/dm³ arasındadır. Bileşiminde yaklaşık % 80 den fazla sabit karbon olup, yanma ısısı 7300-8000 Kcal/Kg. kadardır. Kısa bir alevle yanar. Taş kömüre göre demir endüstrisine daha uygundur. Çünkü içerisinde fosfor ve kükürt gibi zararlı maddeler yoktur.

Dünya üzerinde pek yaygın olmayan bir kömürdür. Yurdumuzda halen çıkarılmamaktadır.

II) Taş Kömürü: Antrasitten daha yeni bir kömürdür. Doğal (tabii) katı yakacakların en önemlisidir. Parlak siyah veya mat renkte olup, özgül ağırlığı yaklaşık 1.3 Kg/dm³ dür. Bileşiminde % 74-96 karbon, % 11-34 uçucu madde, % 15 kadar su bulunur. Yanma ısısı 4500-7500 Kcal/Kg. dir. Hava gazı, kok ve ham katran elde etmeğe elverişlidir. Ateş alma sıcaklığı 325-500°C arasındadır ve uzun bir alevle yanar.

Dökümcülükte sabit ve döner alev ocaklarında yakacak olarak kullanılır. Ergitme amaçlarında kullanılan kömürlerin kükürt miktarı % 1.25 den fazla olmamalıdır.

Yurdumuzun Karadeniz Bölgesinde ve bilhassa Zonguldak ve yöresinde halen işletilen taş kömürü yatakları vardır.

Dökümcülükte; ergitme amaçlarında ve kalıp kumlarında katkı maddesi olarak taş kömürünün tozu kullanılır. Yatağından çıkarılan taş kömürleri yıkanıp, yabancı maddelerinden arıtıldıktan sonra, kurutulur. Daha sonra çeşitli değirmenlerde öğütülerek toz haline getirilir. İnce taneli olanları iyi pülverize olur ve kolayca yanarlar. Yanmada en yüksek verim, % 75'i 200 No. lu elekten geçen toz kömürden alınır.

Toz kömürlerin incelik numaraları aşağıdaki gibidir:

Kaba	% 85-88	100 No. lu elekten geçen miktar
	% 55-65	200 No. lu elekten geçen miktar
İnce	% 88-92	100 No. lu elekten geçen miktar
	% 60-70	200 No. lu elekten geçen miktar
Çok ince	% 95-98	100 No. lu elekten geçen miktar
	% 80-90	200 No. lu elekten geçen miktar

İnce taneli toz kömürlerin depo edilmesinde özen gösterilecek en önemli husus, kendi kendine içten yanmasını önleyici tedbirlerin alınmasıdır.

III) Linyit Kömürü: Taş kömüründen daha sonra oluşmuş bir kömürdür. Bileşiminde fazla miktarda kükürt bulunması ve yanma ısısının da az olması nedeniyle ergitme işlerinde kullanılmaz. Yurdumuzun başta Kütahya (Tunçbilek, Tavşanlı) ve Manisa (Soma, Kırkağaç) olmak üzere değişik yörelerinde geniş yataklar halinde bulunmaktadır. Buralardan çıkarılan linyit kömürü, evlerde ve işletmelerde çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır.

IV) Turba Kömürü: Enyakin zamanda oluşan kömürlerdendir. Yanma ısıları çok az olduğu için, ancak çıkarıldıkları yerlerde yakacak olarak kullanılırlar.

B — YAPAY KATI YAKACAKLAR :

DAMITMA : Yapay katı yakacaklara geçmeden önce damıtmayı kısaca tanımlayalım.

Birbiri ile karışmış ve kaynama noktaları ayrı ayrı olan maddeleri, buharlaştırmak suretiyle birbirinden ayırmaya DAMITMA denir. Damıtma yaş ve kuru olmak üzere ikiye ayrılır. Sıvı maddelerin damıtılmasına yaş damıtma denir. Suyun ısıtılarak buharlaştırılması ve buharların yoğunlaştırılarak tekrar sıvı hale getirilmesi yaş damıtmadır.

Katı gereçlerin damıtılmasına da kuru damıtma denir. Katı cisimlerin, örneğin katı yakacakların içerisine hava girmeyecek şekilde kapalı yerlerde yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılıp uçucu maddelerini katı kısmından ayırmaya kuru damıtma denir.

a) **Odun Kömürü** : Odunların kuru damıtılması ile elde edilir. Damıtma sırasında ayrılan gaz ve buharlar, temizlenip yoğunlaştırılarak, odun katranı, metil alkol, asetik asit ve odun gazı gibi önemli yan ürünlerde elde edilir. Odun kömürü çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. İlk metotlarla odun kömürü yapımında yan ürünlerden faydalanılmıyordu. Son zamanlarda çelik saçıtan yapılan özel odun kömürü ocaklarında (korni ocakları) hem daha iyi özellikte kömür elde edilmekte hemde yan ürünler değerlendirilmektedir.

100 Kg. odundan 25-35 Kg. kömür elde edilir. Odun kömürünün külü yok denecek kadar azdır. İçerisinde hiç kükürt yoktur. Karbon miktarı % 85 in üzerindedir. Yanma ısı 6500-7500 Kcal/Kg. dir. Demir endüstrisine katkısı vardır. Yüksek fırınlarda ham demirin elde edilmesinde yakacak olarak kullanılmıştır. Halen çeliğin sementasyonunda, demircilikte, kalaycılıkta ve diğer ısıtma işlerinde kullanılmaktadır. Bakır ve alaşımlarının ergitilmesinde iyi bir yüzey örtücüdür.

b) **Kok Kömürü** : Odunun kuru damıtılması ile odun kömürü elde edildiği gibi, doğal kömürlerin damıtılmasıyla da koklar elde edilir. Damıtılan doğal kömürün cinsine göre üç çeşit kok oluşur. Bunlar, turba koku, linyit koku ve taş kömürü kokudur.

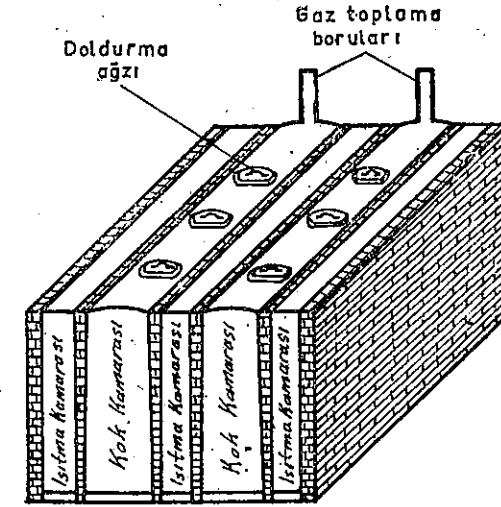
Turba ve linyit kömürleri, içlerindeki su, kükürt ve ucucu maddelerin çokluğu nedeniyle damıtma sonunda çok az (% 15-30) kok vermektedirler. Ayrıca elde edilen koklar, küçük parçalı ve basınca karşı dayanımları az ve kükürtlü olduklarından endüstride kullanılmaya elverişli değildirler. Ancak, ısıtma amaçları ile kullanılırlar.

Ergitme işlerinde, en uygun yakacak taş kömüründen elde edilmektedir. Bilhassa demir endüstrisinin bugünkü duruma gelmesinde, taş kömüründen elde edilen iyi özellikteki kokun önemi büyüktür.

Taş Kömürü Kokları :

Dökümcülükte, ergitme işlerinde kullanılan yakacakların en önemlilerinden biri taş kömüründen elde edilen koklardır. Taş kömüründen kok yapılması 300 yıldan beri bilinmektedir. İlk yapılan koklar hem iyi özellikte olmuyor, hemde kok kadar önemli olan yan ürünler (havagazı, katran, benzol, toluol vb. gibi) değerlendirilemiyordu. 1900 yıllarına doğru daha iyi özellikte kok ve yan ürünleri değerlendiren fabrikalar yapılmaya başlanmış, bugünkü modern şekillerini almışlardır.

Taş kömürünün damıtılıp kok haline dönüştürüldüğü yerlere KAMARA adı verilir. Kamaralar 10-13 m. ye kadar uzunlukta, 5-6 m. ye kadar yükseklikte ve 40-50 cm. ye kadar da genişlikte olan ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüş dikdörtgen prizması şeklindedir. Şekil 1.2. Kamaraların üst kısımlarında doldurma delikleri ve damıtmada meydana gelen gaz ve buharları toplama boruları vardır. Yanlarda ise ısıya karşı yalıtılmış kapaklar bulunur. Kok kamaralarının her iki yanında 20-25 cm. genişliğinde (diğer ölçüleri kok kamarasının aynı) olan ısıtma kamaraları vardır. Kok fabrikalarında çok sayıda (30-50-100 kadar.) kamara yan yana dizilmiştir. Bunlara BATARYA'da denir.



Şekil 1.2 Kok kömürü kamaraları

Taş kömürünün damıtılarak koklaştırılmasını üç safhada inceleyebiliriz.

- I) Taş kömürün hazırlanması ve kamaralara doldurulması.
- II) Kamarada kömürün koklaşması.
- III) Kokların çıkarılması ve söndürülmesi.

I) Taş kömürün hazırlanması ve kamaralara doldurulması :

Kömür yatağından çıkarılan taş kömürleri yıkamp yabancı maddeleri uzaklaştırılır. Hafif nemli olan bu kömürler kurutulur. Sonra parça büyüklüğü 0-10 mm. olacak şekilde değirmenlerde öğütülür. Toz kömür yine ha-

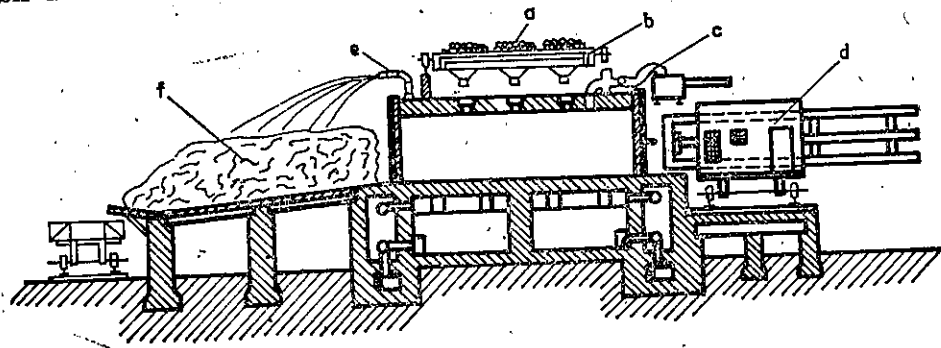
fifçe nemlendirilir ve kamaraların üstündeki depolara doldurulur. Isıtma kamaralarında herhangi bir gaz veya sıvı yakacak yakılarak, kok kamaralarının sıcaklığı 1200-1300°C a kadar çıkarılır. Sıcak kamaralar içerisine hazırlanmış taş kömürü tozu, üstte 40-60 cm. boşluk kalacak şekilde doldurulur. Kömür soğuk kamaraya doldurulursa elde edilen kok, toz halinde oluşur.

II) Kamarada kömürün koklaşması :

Sıcak kamaraya doldurulan kömür, dıştan içe doğru yavaş yavaş ısınr. 600°C civarında koklaşma başlar. Ergitme koklarında sıcaklık 900-1000°C a kadar çıkarılır. Bu sıcaklıkta 18-22 saat bekletilen kömür, gaz ve buharlaşan maddelerini verip akkor halinde bir kütle oluşturur. Koklaşma sırasında çıkan gaz ve buharlara "HAVAGAZI" denir. Kamara üzerindeki borular yardımıyla toplanarak temizlenir ve ısıtma işlerinde kullanılmak üzere depolanır.

III) Kokların çıkarılması ve söndürülmesi :

Koklaşma işlemi bittikten sonra kamaraların yan kapıları açılır. Özel bir itme makinası ile koklar kamaradan çıkarılır. (Dip kısmından boşaltılan kamaralar da vardır.) Çıkarılan kokun sıcaklığı çok yüksek olduğundan havanın oksijeni ile birleşerek yanar. Bunu önlemek için kok üzerine bol miktarda su püskürtülerek söndürülür. Şekil 1.3. Soğutulan koklar depolanır veya kullanılacakları yerlere gönderilir. 1000 Kg. taş kömürünün damıtılması ile 600-750 Kg. kok, 30 Kg. katran, 325 m³. hava gazı, bir miktarda amonyaklı su elde edilir.



- a — Taş kömürü d — İtme makinası.
b — Doldurma tertibatı e — Söndürme suyu
c — Gaz toplama borusu f — Kok kömürü .

Şekil 1.3 Kok kamarasından kömürün çıkarılışı ve söndürülüşü

Kok kömürü ergitme işlerinde, başta yüksek fırın olmak üzere kupol ve pota ocaklarında da kullanılır. İyi bir ergitme kokunun özellikleri Tablo 1.4 de verilmiştir.

Tablo 1.4 Ergitme Kokunun Özellikleri

Sabit karbon (C)	En az % 87
Kül	En çok % 11
Kükürt (S)	En çok % 1
Ucucu maddeler	En çok % 2
Su	En çok % 5
Ufalanma ve toz	En çok % 6
Özgül ağırlığı	1.5 — 1.9 Kg/dm ³ .
Basınca dayanımı	100 Kg/cm ² .
Yanma ısısı	7000 — 8000 Kcal/Kg.
Parça büyüklüğü	40 mm. elek üstü.

Yurdumuzda Karabük ve Karadeniz Ereğli'sindeki kok fabrikalarında ergitme koku üretilmektedir. Karabükte üretilen kok kömürünün özellikleri Tablo 1.5 deki gibidir.

Tablo 1.5 Karabük'te Üretilen Kok Kömürünün Özellikleri

Kül	% 18 — 20
Su	En çok % 5
Uçucu madde	% 1.5 — 2
Kükürt	% 0.6 — 0.7
Parça büyüklüğü	% 95 i 40 mm. den büyük.

Taş kömürü, ergitme koku elde etmek için damıtıldığı gibi, hava gazı ve yan ürünler elde etmek için de damıtılmaktadır. Bugün ana maddesi kok olan damıtma fırınları ile diğerleri arasında bir fark kalmamıştır. Hava gazı fabrikalarındaki damıtmada elde edilen koklara GAZ KOKU denir. Bunlar kamaralarda 500-600°C arasında ısıtılarak gazları alındığından ergitme kokunun özelliğini taşımaz. Ancak ısıtma maksatlarında yakacak olarak kullanırlar.

Taş kömürü 500°C in altındaki sıcaklıklarda damıtılırsa meydana gelen koklara YARI KOK (sömi kok) denir. Özellikleri gaz kokundan daha düşüktür. Burada esas amaç taş kömürü içerisinde bulunan, boya, ilaç ve kimya sanayiinde kullanılan ürünlerin elde edilmesidir. Yurdumuzda İstanbul, İzmir ve Ankara'da hava gazı, Zonguldak'ta ise sömi kok fabrikaları bulunmaktadır.

2 — SIVI YAKACAKLAR :

Zamanımızda çok önem kazanan sıvı yakacaklar, dünya enerji gereksiniminin büyük bir kısmını sağlamaktadırlar. Katı yakacaklar kadar bol olmamakla birlikte bazı amaçlar için çok elverişli olmaları, kullanılma yerlerini artırmaktadır.

Sıvı yakacakların önem kazanma nedenlerini şöyle sıralayabiliriz.

- a — Yanma ısıları yüksektir.
- b — Yakılmaları kolaydır.
- c — Yanma hızı kontrol edilebilir.
- d — Taşınmaları kolaydır.
- e — Külleri yok denecek kadar azdır.
- f — Az yer kaplarlar.
- g — Kendiliğinden ateş almazlar.
- h — Depolama ile özellikleri bozulmaz.
- i — Kullanıldığı yerler temiz olur.

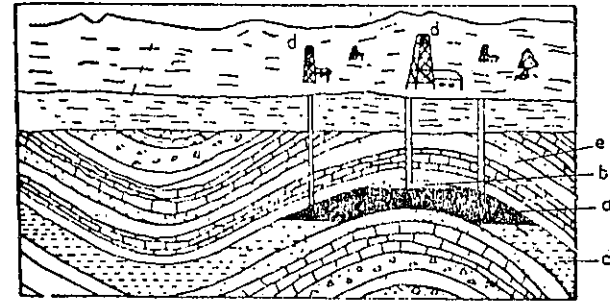
Sıvı yakacaklar elde edilmiş şekli ve çıkarıldıkları gerecin cinsine göre yediye ayrılmaktadır.

- A) Ham petrol ve damıtılması ile elde edilen sıvı yakacaklar.
- B) Şist katranının damıtılması ile elde edilen sıvı yakacaklar.
- C) Linyit katranının damıtılması ile elde edilen sıvı yakacaklar.
- D) Taş kömürü katranının damıtılması ile elde edilen sıvı yakacaklar.
- E) Taş kömürün sıvılaştırılması ile elde edilen sıvı yakacaklar.
- F) Gaz yakacakların sıvılaştırılması ile elde edilen sıvı yakacaklar.
- G) Bitkilerden elde edilen sıvı yakacaklar.

A) HAM PETROL VE DAMITILMASI İLE ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Bilinen tek doğal sıvı yakacak ham petroldür. Ham petrol 1860 yılından beri kullanılmaktadır. Önceleri yalnız aydınlatma işlerinde kullanılmaktaydı. İçten yanmalı motorların keşfi ve geliştirilmesi, kazanlarda kullanma alanlarının genişlemesi önemini kat kat artırmıştır. Bugün petrol medeniyet için hayat ve kan değerindedir. Ham petrol dünyada Arap yarımadası, İran, Rusya, Amerika, Romanya, Libya, Irak ve diğer bir çok memlekette bulunmaktadır. Yurdumuzun güneydoğu bölgesinde de ham petrol bulunmuş olup yıllık üretimi 3 milyon tonun üzerindedir. Ham petrolün, çok eski zamanlarda denizlerde yaşayan mikro organizmaların

ve bitkilerin toprak altında kalarak zamanla ayrışmaları sonucu meydana geldiği kabul edilmektedir. Oluşan ham petrol yer altında sıvı ve gazları geçirmeyen killi tabakalarda toplanmaktadır. Ham petrolün biriktiği yerde genel olarak, üstte gaz altta ise tuzlu su tabakası bulunur. Şekil 1.4. Çeşitli metotlarla yapılan aramalarda, ham petrol bulunduğu tahmin edilen yerler işaretlenir. Buralarda sondaj makinaları ile kuyular açılır. Ham petrole rastlanırsa, ya gaz basıncı ile kendiliğinden yukarı çıkar veya pompalarla emilerek yer yüzüne çıkarılır. Ham petrolün rengi açık kahverengi ile siyah arasında değişir. Kendine has bir kokusu vardır. Özgül ağırlığı 0.792—0.962 Kg/dm³. arasındadır.



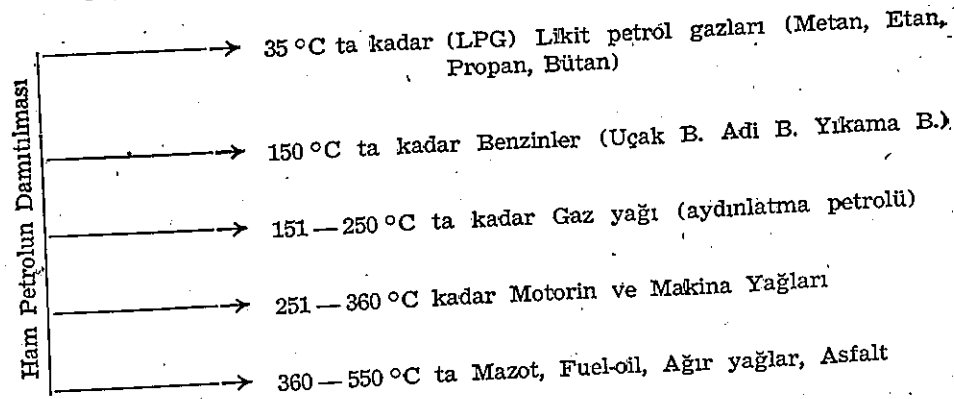
Şekil 1.4 Bir petrol yatağının kesit görünüşü
a. Petrol b. Gaz c. Tuzlu su d. Kuyu e. Toprak

Ham Petrolün Damıtılması :

Ham petrol değişik şekillerde oluşmuş hidro karbonlardan (Alifatik hidrokarbonlar, Aromatik hidrokarbonlar gibi) meydana gelir. Bileşiminde karbon (C) ve hidrojenden (H) başka az miktarda oksijen (O₂), azot (N₂), Fosfor (P) vardır.

Ham petrol çıkarıldığı gibi kullanılmaz. Damıtılmak suretiyle, yakacak olarak ısı değeri yüksek, kullanılacağı yere daha uygun ve diğer maksatlar için çok değerli ürünler elde edilir.

Aşağıda ham petrolün damıtılmasıyla elde edilen ürünler görülmüyor.



a) Likit Petrol Gazları : Ham petrol içerisinde normal şartlarda daima buhar halinde olup en hafif petrol ürünleridir. Metan, Etan, Bütan, Propan gibi gazlar basınç altında sıvı haline geçerler. Çelik tüplere konarak mutfak işleri, ısıtma ve aydınlatmada yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Dökümcülükte, maça pişirme fırınları, potaların ısıtılması ve kalpların yüzey kurutmalarında kullanılır. Hava gazına göre yanma ısıları çok yüksektir.

L.P.G. nin yanma ısısı yaklaşık 23000 Kcal/m³ kadardır.

b) Benzinler : Ham petrolün damıtma ürünlerinden en önemlisidir. 35-150°C arasındaki damıtmada elde edilir. Uçak, otomobil ve diğer taşıt araçlarında, içten yanmalı motorlarda yakıt olarak, ayrıca yıkama işleri lak, vernik, cila vb. maddelerin yapımında kullanılmaktadır. Benzinlerin yanma ısıları 11400 Kcal/Kg. özgül ağırlığı 0.700-0.780 Kg/dm³ dür.

c) Gazyağı : Ham petrolün 151-250°C arasındaki damıtma ürünüdür. Ev işlerinde, aydınlatma maksatlarında, bazı traktörlerde, gaz türbinlerinde yakıt olarak kullanılır. Özgül ağırlığı 0.780-0.840 Kg/dm³. yanma ısıları yaklaşık 11000 Kcal/Kg. kadardır.

d) Motorin : Ham petrolün 251-360°C arasında damıtılmasından elde edilen üçüncü ana üründür. Dizel motorlarında yakıt olarak kullanılır. Özgül ağırlığı 0.820-0.900 Kg/dm³. yanma ısısı 10 500 Kcal/Kg. dir.

e) Mazot : Ham petrolün 360-550°C arasındaki sıcaklıklarda damıtılmasından elde edilir. Yakacak olarak kullanılır. Özgül ağırlığı 0.850-0.950 Kg/dm³. yanma ısısı 10 400 Kcal/Kg. dir. Çeşitli endüstri kollarının ocak ve fırınlarında, lokomotif ve gemilerde genellikle mazot kullanılır.

Mazot dökümcülükte kok kadar önemlidir. Alev ve pota ocaklarında kullanılır. Kok kömürüne göre daha kısa zamanda ergitme yapar. Bürülörde iyi pülverize olur. Pota ocaklarında, aralıklı ergitmeler için çok uygundur.

f) Fuel-Oil ve Ağır Yağlar : Ham petrolün 360-550°C arasındaki sıcaklıklarda damıtılmasından fuel-oil ve ağır yağlar elde edilir.

Fuel-Oil de ergitme işlemi, kalorifer kazanlarında, tav fırınlarında ve benzeri ısıtma tesislerinde yakacak olarak kullanılır. Ancak koyu kıvamlı (viskozitesi yüksek) olduğu için bürülörde iyi pülverize olmaz, yanmayı kolaylaştırmak ve ısı randımanını yükseltmek için bürülöre gelmeden önce bir ön ısıtmaya tabi tutulur.

Ham petrolden fuel-oil le birlikte ağır yağlama yağları da elde edilir. Damıtmada geriye kalan artıklar asfalt yapımında kullanılır.

B) ŞİST KATRANININ DAMITILMASI İLE ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Genellikle petrol yatakları civarında bulunan, içerisinde yağlı maddeler emmiş kaya parçalarına şist denir. Bunlar parçalanıp korni ocaklarına benzeyen tesislerde damıtılırsa şist katranı elde edilir.

Şist katranı da damıtılırsa yağlama ve yakıt olarak kullanılan çeşitli ürünler elde edilir. Şisti damıtmak için içerisindeki yağlı madde oranının % 10 dan az olmaması istenir.

C) LİNYİT KATRANININ DAMITILMASI İLE ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Linyit kömürünün kuru damıtılmasıyla kok, gaz ve katran elde edilir. Linyit katranında damıtılırsa, benzol, açık parafin yağı koyu parafin yağı ve parafin elde edilir. Geriyede zift kalır.

Parafin yağları dizel motorlarının çalıştırılmasında ve diğer ısıtma işlerinde yakacak olarak kullanılabilir.

D) TAŞKÖMÜR KATRANININ DAMITILMASI İLE ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Taş kömürünün kuru damıtılması ile kok elde edildiğini görmüştük. Damıtmada meydana gelen uçucu maddelerin bir kısmı yoğunlaştırılarak katran haline dönüştürülür. Katı yakacakların damıtılmasıyla elde edilen katranlar içerisinde en iyisi taşkömür katranıdır.

Ham petrolde olduğu gibi taş kömür katranında tekrar damıtmaya tabi tutulursa, çeşitli işlerde kullanılan çok değerli ürünler elde edilir.

Taş kömür katranından elde edilen ürünlerden, Antresen gazı, kreozet-zift karışımı ergitme ve diğer ısıtma işlerinde yakacak olarak kullanılırlar. Akıcılıkları az olduğundan, iyi pülverize olmaları, enjektörü tıkamaları için ısıtılmaları gerekir. Diğer ürünlerin kullanma alanları çok değişiktir. Örneğin; eritici, boya, vernik, sakkarin, patlayıcı madde, parfümeri, kumaş boyası, mürekkep, antiseptik, koruyucu, plastik endüstrisi, dericilik, yol malzemesi vb. gibi maddeler.

Taşkömür katranının damıtılmasıyla elde edilen ürünler aşağıdadır.

Ham Katran	→ 110 — 170 °C Hafif yağlar (Benzol, Toluol, Ksilol, Naftalin, Eriticiler)
	→ 171 — 230 °C Orta yağlar (Fenol, Krezol, Yağlama yağı, Nafta)
	→ 231 — 320 °C Ağır yağlar (Kreozat, Antres, Karbonik asit, Ağır yağlar)
	→ 320 °C den yukarı Damıtılmış Katran, Zift

E) TAŞ KÖMÜRÜN SIVILAŞTIRILMASI İLE ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Taş kömürü toz haline getirilir. 150 atmosfer basınç ve 400—500°C sıcaklıkta bazı katalizörler yardımı ile işlenirse, yaklaşık % 55 i katrana benzer yağlı yeni bir maddeye dönüşür. Yağlı madde yeniden damıtılırsa, bazı motor ve dizel yakıtı, yağlama yağları ve yakıt yağları elde edilir. Yakıt yağları çeşitli ısıtma işlerinde kullanılır.

F) GAZ YAKACAKLARIN SIVILAŞTIRILMASIYLA ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Gaz yakacaklar 200—400°C sıcaklıklarda katalizör kullanılarak, basınçlı veya basınçsız işlemler sonucu sıvı hale dönüştürülebilirler. Bunlara sentez yoluyla elde edilen sıvı yakacaklarda denir. Bazı motorlarda ve ısıtma işlerinde kullanılırlar.

G) BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN SIVI YAKACAKLAR :

Bitkilerden çıkarılan sıvı yakacakların en önemlisi ispirtodur. İçerisine belirli oranda su karıştırılmış bir alkol olan ispiroto, şeker pancarı, buğday, arpa, patates, üzüm gibi ürünlerden elde edilir. Yanma ısısı 6360 Kcal/Kg. özgül ağırlığı 0.790 Kg/dm³. dür. Bazı motorların çalıştırılmasında, evlerde ve özel işlerde yakacak olarak kullanılır.

Yukarıda kısaca belirtmeye çalıştığımız sıvı yakacaklar dışında, ergitme ve ısıtma işlerinde kullanılan başka maddeler de vardır. Bunlar motor, makina ve iş tezgâhlarında kullanılan sıvı yağlama yağlarıdır.

Yağlama görevini bitiren yağlar toplanır. Su, talaş, tortu gibi maddelerinden temizlenir ve yakacak olarak kullanılır. Isı değerleri biraz düşük olursada, diğerlerinden çok ucuzdurlar. Ön ısıtma yapılarak yakılırlar.

Sıvı yakacaklardan, kullanıldıkları yerde en yüksek ısı verimini sağlayabilmek için, aşağıdaki hususlara dikkat etmek gerekir.

Sıvı yakacakların verimli yanmasını sağlayan faktörler :

- İyi pülverize olabilmesi için sıvı yakacak uygun akıcılıkta olmalıdır.
- Yakacak uygun sıcaklıkta olmalıdır.
- Yakacak hava karışımı doğru orantıda olmalıdır.
- Yakacak ve hava birbirine iyice karışabilmelidir.
- Hava ön ısıtmaya tabi tutulmalıdır.

Gaz yakacaklar endüstri yanında, diğer ısıtma işlerinde de yaygın bir kullanma alanı bulmuştur. Diğer yakacaklara göre önem kazanmalarını şöyle özetleyebiliriz.

- a) Yandıkları yerde hiç kül bırakmazlar.
- b) Her an kullanmaya hazırdırlar.
- c) Taşınmaları kolaydır.
- d) Yandıkları zaman is ve duman yapmazlar.
- e) Gaz yakacakla çalışan fırınların kontrolü kolaydır.
- f) Gaz ve hava ön ısıtmadan sonra yakılırsa, çok yüksek sıcaklıklar elde edilir.
- g) Genel olarak ısı değerleri yüksektir.

Bunun yanında depolamaları güçtür. Gaz yakacak bulunan yere ateşle yaklaşmak tehlikelidir.

GAZ YAKACAKLAR ELDE EDİŞLERİNE GÖRE İKİ BÖLÜME AYRILIR :

- A — Doğal gaz yakacaklar.
- B — Yapay gaz yakacaklar.

A — DOĞAL GAZ YAKACAKLAR :

Bu güne kadar bilinen tek doğal gaz yakacak, Yer gazıdır. Yer gazına, genellikle maden kömürü yatakları ve daha çok ham petrol bulunan yerlerde raslanmaktadır. Ham petrolün oluşumu sırasında meydana gelen gazlar, sondajlarla, petrole raslanması halinde basınçla dışarı çıkmaktadır.

Yer gazı yurdumuzda Tekirdağ'da (Mürefte) vardır. Yer yüzüne çıkış basıncı 8.5 atmosferdir. Yanma ısı 8500-9600 Kcal/m³ arasındadır. Yer gazı her türlü ısıtma ve ergitme işlerinde kullanılabilir.

B — YAPAY GAZ YAKACAKLAR :

a) **Havagazi :** Taş kömürü kuru damıtıldığında içinde bulunan gaz ve buhar haline gelebilen maddeler ayrılır ve bunlar uygun depolarda toplanır. Geriye kok kömürü kalır. Toplanmış olan uçucu maddeler içinden

amonyak, benzol, toluol ve kükürt ayrıştırılır. Bunların ayrıştırılmasından sonra geriye kalan gaz HAVAGAZI denir. Önceleri aydınlatma ve ısıtma işlerinde kullanılan havagazi, maden endüstrisinin gelişmesi ile, ergitme işlerinde de kullanılmaktadır.

Siemens-Martin ocaklarında, pota ve alev ocaklarında madenlerin eritilmesi için kullanılır. Ayrıca maça ve kalıpların kurutulması, potaların ısıtılması içinde uygun bir yakacaktır. Yanma ısı 5300 Kcal/m³ kadardır.

b) **Jeneratör Gazı :** Genellikle taş kömürü veya kok kömürünün jeneratör adı verilen ocaklarda yarım yakılması ile elde edilir. Jeneratör içerisine az hava gönderilerek karbonun, karbon monoksit (CO) halinde yanması temin edilir. Jeneratör gazının yanma ısı yaklaşık 1400 Kcal/m³ kadardır. Önceden ısıtılarak yakılırsa daha yüksek sıcaklıklar elde edilir. Siemens-Martin ocaklarında, tav fırınlarında ve diğer ısıtma işlerinde kullanılır.

c) **Yüksek Fırın Gazı :** Yüksek fırınlarda demir filizlerinden ham demir elde edilirken meydana gelen gazlardır. İçerisinde karbon monoksit, hidrojen, metan gibi yanıcı gazlar ve azot vardır. Fırının üst kısmındaki gaz toplama boruları ile alınır ve temizlenerek depolanır. Ağız gazı yüksek fırına gönderilen havanın ısıtılmasında, çelik ve tav fırınlarında, diğer ısıtma işlemlerinde yakacak olarak kullanılır.

Maden ve alaşımların eritilmesinde yakacaklardan ayrı olarak elektrikte kullanılmaktadır. Elektrik enerjisi çeşitli metotlarla ısı enerjisine dönüştürülür. Ergitme ocakları da bu metotlara göre isimlendirilmişlerdir. Örneğin, direnç ocakları, ark ocakları, endüksiyon ocakları gibi. Döküm atelyelerinde ergitme dışında elektrikle çalışan maça pişirme fırınlarında vardır.

- 1 — Yanma nedir?
- 2 — Yakacak nedir?
- 3 — Isı veren her gereç niçin yakacak olarak kullanılamaz?
- 4 — Isı ile sıcaklığı tanımlayarak aralarındaki ilişkiyi açıklayınız.
- 5 — Yanma ısı nedir?
- 6 — Yakacakları bölümleyiniz.
- 7 — Odun kömürü nasıl yapılır?
- 8 — Kok kömürünün yapılışını anlatınız.
- 9 — Sıvı yakacaklar niçin önem kazanmışlardır?
- 10 — Ham petrolün damıtılmasından elde edilen ürünleri söyleyiniz.
- 11 — Sıvı yakacaklardan hangileri dökümcülükte kullanılır, neden?
- 12 — Gaz yakacakların diğer yakacaklara göre üstün yönleri nelerdir?
- 13 — Gaz yakacakları bölümleyiniz.
- 14 — Dökümcülükte hangi gaz yakacaklar, ne gibi işlerde kullanılırlar?

ISIYA DAYANIKLI GEREÇLER

2.1 — TANITILMASI :

Maden ve alaşımların elde edilmesinde, arıtılmasında ve dökümünde çeşitli ocaklar kullanılmaktadır. Ayrıca tavlama, kurutma ve pişirme işlemleri için değişik tipte fırınlar kurulmaktadır. Bütün bu ocak ve fırınlar, çeşitli ısı kaynaklarından yararlanarak çalışırlar. Sıcaklığın yüksek olduğu kısımlarının ısıya dayanıklı gereçlerle yapılması zorunludur. Bu amaçla, istenen özellikte tuğlalar ve harçlar hazırlanır. Bunların yapımında silis "Kuars" (SiO_2), alümin (Al_2O_3), kil ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kireç (CaO), magnezit (MgO), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), kromit ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$), zirkon (ZrO_2), karbon, v.b. maddeler kullanılır.

2.2 — ÖZELLİKLERİ :

Isıya dayanıklı gereçlerin özellikleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

- a) Ergime derecesi yüksek olmalı ve bu sıcaklıklara kadar yumuşamamalıdır;
- b) Sıcaklık değişimlerinde ufalanıp bozulmamalıdır;
- c) Yüksek sıcaklıklarda ağır yüklere dayanabilmelidir;
- d) Aşınmaya karşı dayanıklı olmalıdır;
- e) Hacim değişiklikleri (genleşme ve çekme) yapmamalıdır;
- f) Isı iletkenliği az olmalıdır;
- g) Curuf, oksit ve gazların kimyasal etkilerine karşı dayanıklı olmalı; bu etkilerle bozulup curuflaşmamalıdır;
- h) Gözenekleri az olmalıdır;
- i) Ucuz olmalıdır.

Bu özelliklerin tümünün birleştiği gereçlerin yapımı çok zor hatta olanaksızdır. Birçok durumlar için gerekli de değildir. Bu yüzden, hazırlanan gereçlerin özellikleri farklı olabilmektedir. Bunlar uygulamada, kullanma yerinin özelliğine göre seçilirler.

2.3. — SEÇİMİ :

Isıya dayanıklı gereçlerin seçiminde kullanma yerleri büyük önem taşır. Yapılan işlemler ve sıcaklık derecesi gözönüne alınır. Örneğin, alüminyum ergiten bir ocakla çelik ergiten bir ocağın astarı aynı özellikte olmayacaktır. Bir kupol ocağının ergime bölgesi ile baca kısmının astarı aynı ısıya dayanıklı gereçle yapılmaz. Kurutma fırınlarında kullanılan gereçler de ocaklardakilere göre değişik özellikte olacaktır.

Kullanma yerinin durumu incelenerek, en yararlı ve en ekonomik olan ısıya dayanıklı gereç seçilir. Astarın ucuza elde edilmesi çok önemlidir. Ancak, bir ocağın örülmesinde yapılan harcamaların yanında, ergitilecek maden miktarı da gözönüne alınır. Böylece, daha yüksek fiatlı bir gereç ile örülen ocağın, daha çok maden ergitilmesine dayanarak daha ekonomik olabileceği görülür. Bu durum incelenerek daha iyi özellikte gerecin kullanılmasından kaçınılmalıdır.

Ocak astarının seçiminde, ergitmede meydana gelen curufun kimyasal bileşimi dikkate alınmalıdır. Eğer asidik curuf meydana geliyorsa, astar asidik gereç ile, bazik curuf meydana geliyorsa, astar bazik gereç ile yapılmalıdır. Tersi durumda, ocak astarı çok çabuk yıpranır. Elde edilen madende bileşim bozuklukları meydana gelebilir.

Curufun asidik ve bazik oluşu, curuftaki bazik oksitler yüzdesinin asidik oksitler yüzdesine bölünmesiyle saptanır.

$\frac{\% \text{CaO} + \% \text{MgO}}{\% \text{SiO}_2}$ kireç (CaO) ve magnezyum oksit (MgO) bazik,

silis (SiO₂) asidik oksitlerdir. Bölümlemeden çıkan sonuç (1) den az ise (0,5–0,9), curuf asidik, (1) den çok ise (1–2) curuf baziktir.

2.4 — BÖLÜMLENMESİ :

Isıya dayanıklı gereçler tuğlalar ve harçlar şeklinde hazırlanır ve kullanılırlar.

1 — TUĞLALAR :

Isıya dayanıklı tuğlalar çeşitli biçim ve ölçülerde hazırlanırlar. Bunlar, düz ve konik biçimde olduğu gibi kullanıldıkları yerin şekline göre de yapılırlar. Örneğin, kupol ocağının örülmesinde kullanılan tuğlalar, çapına uygun olarak biçimlendirilirler. Uygun biçim ve ölçülerde seçilen bu tuğlalar üst üste yığılarak kupol ocağının astarını meydana getirirler. Ayrıca, maden alma, curuf delikleri ile hava delikleri, v.b. yerlere uygun biçimde tuğlalar da hazırlanmaktadır.

Tuğlaların yapımında, kullanılan karışımlar iki şekilde biçimlendirilir :

I) Çamur haline getirilir, el preslerinde sıkıştırılır.

II) Kuru olarak yüksek basınçlı preslerde sıkıştırılır. Bunların özellikleri daha iyi olur.

Biçimlendirilen tuğlalar, kurutulduktan sonra özel fırınlarda pişirilirler.

Bunlar asidik, bazik ve nötr (yansız) tuğlalardır.

A — ASİDİK TUĞLALAR :

a) Ateş Tuğlaları : Genellikle, ısıya dayanıklı tuğlalar "Ateş Tuğlası" diye isimlendirilir. Ancak, asıl ateş tuğlası, iyi cins kilerden yapılan, asidik bir tuğladır. Buna "Şamut Tuğlası" da denir.

Bu tuğlalarda alümin (Al₂O₃) miktarı % 21–44 arasında olur. % 60 a kadar alüminli ateş tuğlaları da özel olarak hazırlanmaktadır. Kuru ve yaş (plâstik) sistemlerle yapılırlar. Kurutulduktan sonra 1280–1350°C de pişirilirler. Bu sıcaklığa yavaş yavaş çıkarılır; 2–3 gün bırakılarak tekrar yavaş yavaş soğutulurlar.

Alümin miktarının çoğalması, ateş tuğlalarının ısıya dayanıklılığını artırır. Pişirilmelerinin çok iyi olması gerekir. Pişirilmesi yetersiz olan tuğlalar, ilk kullanılmalarında çekerler, yani hacimleri küçülür. Birleşme yerlerinde aralıklar meydana gelir. Çünkü tuğlaları bağlamak için araya konan harç da çekme yapacaktır. Bu aralıklar astarın çabuk yıpranmasına neden olacaktır.

Satın alınacak tuğlaların çekme miktarları, örnek alınıp denenerek saptanabilir. Örnek alınan tuğla soğuk iken ölçülür. Çalışma sıcaklıklarına çıkarılıp soğutulduktan sonra tekrar ölçülür. Aradaki fark çekme (küçülme) miktarını verir.

Tuğlanın yüzeyinde meydana gelen bir sır tabakası, dayanımını artırır. Bu tabaka çeşitli etkilerle kalkarsa, tuğlanın yıpranması çabuklaşır. Bileşiminde serbest demiroksidi bulunursa yumuşama derecesi düşer. Karbon monoksit (CO) gazı karşısında 400–500°C lerde parçalanmalar meydana gelebilir.

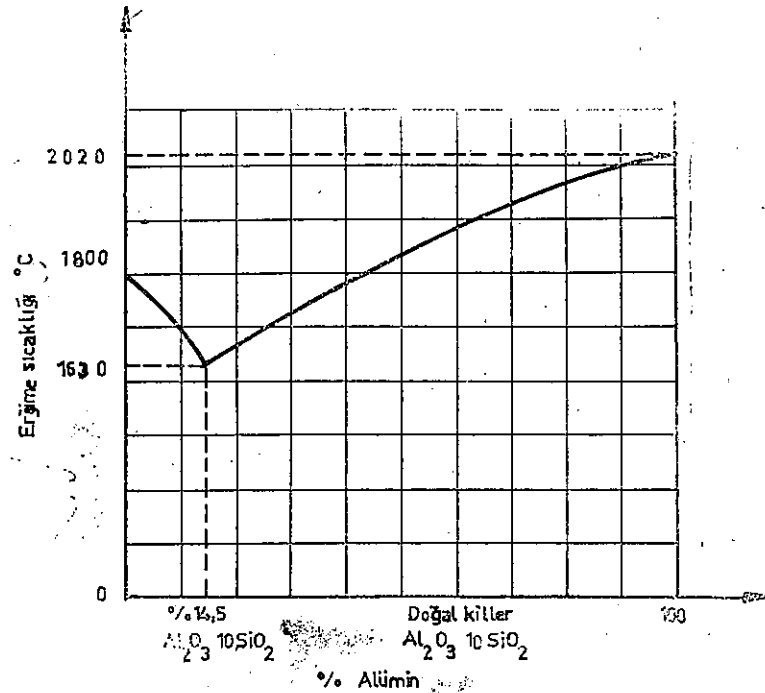
Ateş (Şamut) tuğlaları 1805–1810°C lere kadar dayanabilir. Bu, 36 numaralı-seger konisi karşılığıdır. Bu tuğlalar çeşitli ocaklarda, özellikle kupol ocaklarında kullanılırlar. Tablo 2.1 de ateş tuğlasının kimyasal analizi ve fiziksel özellikleri görülmektedir.

Tablo 2.1 Ateş Tuğlasının Kimyasal Analizi ve Fiziksel Özellikleri

Silis (SiO_2)	% 54,86
Alümin (Al_2O_3)	% 41,73
Demiroksidi (Fe_2O_3)	% 2,40
Kireç (CaO)	% 0,49
Manezit (MgO)	% 0,32
Alkaliler ($\text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}$)	eser halinde
Ergime sıcaklığı (enaz)	1760 °C (SK. 34)
Basınç dayanımı (enaz)	100 Kg/cm ² .
Çekme (1450 °C de pişirme ile)	% 0,5
Ölçü toleransı	% 1—2

Yukarıda bileşim ve özellikleri verilen ateş (şamut) tuğlası iyi cins bir tuğladır. Alümin miktarı daha az, silis miktarı daha çok ve özellikleri daha düşük ateş tuğlaları da hazırlanmaktadır.

Aşağıdaki grafik alümin ve silisli ısıya dayanıklı gereçlerin ergime derecelerini göstermektedir. Silisin ergime derecesi 1800 °C alüminin ergime derecesi 2020 °C olduğu halde, alümin % 14,5 olunca bu değer 1630 °C ye düşmektedir.

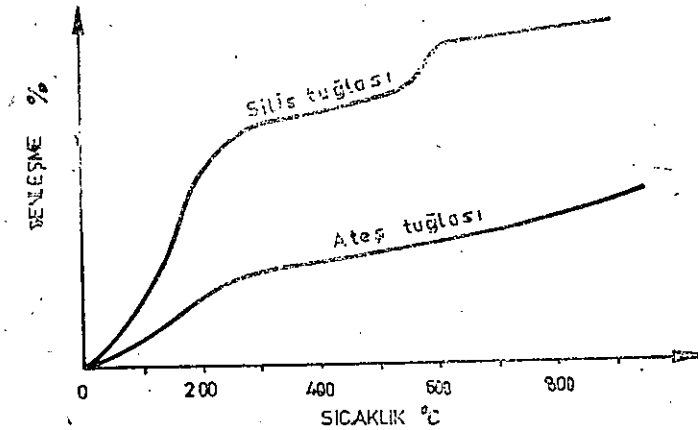


Şekil 2.1 Silisli alümin ergime sıcaklıkları grafiği

b) Silis (Silika) Tuğlaları : Bu da asidik özellikte bir tuğladır. % 2 kireç karıştırılmış silisten meydana gelir. Burada kirecin katıksız (arı) olması gerekir.

Biçimlendirme ve kurutmadan sonra, 1450—1470 °C lerde (20) gün süre ile pişirilir. Kalsiyum silikat meydana getiren kireç, silis tanelerini birbirine bağlar. Bu tuğlalarda silis miktarı % 97 civarında olmalıdır. Alümin miktarının % 1,5 i geçmemesi istenir.

Silis tuğlaları serttir. Kesilmeleri zordur. Sarı renkte olup kahverengi benekleri bulunur. 1825—1850 °C sıcaklıklara kadar dayanırlar. Asidik curuflara dayanıklı olup, bazik curuflarla çabuk yıpranırlar. En büyük avantajları, yumuşama noktasına yakın sıcaklıklarda bile ağır yüklerle dayanabilmeleridir. Genleşmeleri ateş tuğlalarına göre daha fazladır. Şekil 2.2 deki basit grafik iki cins tuğlanın genleşmelerinin karşılaştırılması hakkında bir fikir vermektedir.



Şekil 2.2 Silis tuğlaları ile ateş tuğlalarının sıcakta genleşmelerinin karşılaştırılması

Basınç dayanımı çok yüksek olan silis tuğlaları, asidik Martin ocağı, kok fırınları, v.b. yerlerde kullanılırlar. Tablo 2.2 de iyi özellikte bir silis tuğlasının kimyasal analizi görülmektedir.

Tablo 2.2 Silis tuğlasının kimyasal analizi

Adı	% Miktarı
Silis (SiO ₂)	96,31
Alümin (Al ₂ O ₃)	1,56
Kireç (CaO)	1,74
Alkaliler	0,39

B — BAZİK TUĞLALAR :

a) **Mağnezit (manyezi) Tuğlaları** : Bazik özellikte tuğlalardır. Yapımları için, magnezyum karbonat (MgCO₃) 1450–1650 °C lerde (MgO) şekline dönüştürülür. Biraz demiroksidi karıştırılarak preslerde biçimlendirilir. Pişirildikten sonra tuğla elde edilir. Demiroksidi bağlayıcı görevi yapar. Katran bağlayıcılı mağnezit tuğlaları da yapılmıştır. Bu tuğlalar, kimyasal bağlayıcı kullanılarak da yapılabilir.

Mağnezit tuğlalarının renkleri kahverengidir. Bazik curuflara karşı çok dayanıklıdır. Ergime sıcaklıkları 2200 °C ye yaklaşır. Nemden korunmaları gerekir. Sürekli sıcaklık değişimlerinde çatlamalar meydana gelebilir. Kimyasal bağlayıcı ile yapılanlarında bu sakınca azdır. Kullanma yerlerinde sıcaklık değişikliği olmamasına dikkat edilir. Tablo 2.3 de aşağıda bir mağnezit tuğlasının bileşimi görülmektedir.

Tablo 2.3 Mağnezit tuğlasının bileşimi

Adı	% Miktarı
Mağnezit (MgO)	94 — 95
Silis (SiO ₂)	2 — 2,5
Alümin (Al ₂ O ₃)	0,2 — 0,3
Demiroksit (Fe ₂ O ₃)	0,5 — 0,6
Kireçtaşı (CaO)	1,0 — 1,1
Kromoksit (Cr ₂ O ₃)	0,8 — 0,9

b) **Dolomit Tuğlaları** : Bu tuğlaların yapım maddesi yanmış dolamittir (MgCO₃ . CaCO₃). Dolamite bağlayıcı olarak susuz, sıcak katran karıştırılır. Preste biçimlendirilir. Bunlar pişirilerek dolomit tuğlaları elde edilir.

Dolomit tuğlaları bazik özellikte oldukları için, Thomas konverteri, bazik Siemens-Martin ocağı, elektrik ocakları, v.b. yerlerde kullanılırlar.

C — NÖTR TUĞLALAR :

a) **Krom Tuğlaları** : Bu tuğlalar, iyi özellikte ve kromoksit miktarı yüksek filizlerden (Kromit: Cr₂O₃ . FeO) elde edilir. Hem asidik hem bazik oksitlere dayanıklıdır. Bu yüzden nötr gereçler sınıfına girerler. Genleşmeleri çok azdır. 1600–1650 °C lerde bile bu özelliğini korur. Çok yerlerde kullanılırlar. Örnek bir krom tuğlası bileşimi aşağıdadır.

Kromoksit (Cr ₂ O ₃)	% 42–46
Mağnezit (MgO)	% 17–20
Demiroksit (Fe ₂ O ₃)	% 12–13

b) **Karbon Tuğlaları** : Az küllü kok kömürü ile katran havasız bir yerde ısıtılarak elde edilir.

Bazik ve asidik curuflara dayanıklıdır. Sıcakta genleşmesi ve çekmesi çok azdır. Yüksek sıcaklıklarda mekanik dayanımı fazladır. Sıcaklık değişimlerine dayanır ve gevrekleşerek dağılmaz. Yük altında hacim değiştirmez. Ancak iletken bir tuğladır.

Karbon tuğlaları özel şekillerde hazırlanarak kullanılırlar. Bazı durumlarda büyük parçalar şeklinde biçimlendirilerek örülürler. Hava delikleri, maden alma ve curuf delikleri için özel biçimlerde hazırlanırlar.

Oksitlenmeye elverişli olduklarından, dökümden sonra yanmamaları için su ile soğutulurlar.

Kok ile silisin elektrik ocaklarında 2000 °C ye kadar ısıtılması ile elde edilen silisyum karpit (SiC) de ısıya dayanıklı bir gereçtir. Tuğla yapımında kullanılır. Genleşmesi azdır; aşınmaya dayanıklıdır. İletkenliği yüksektir. Ancak, bu gerecin asidik curuflara dayanımı iyi olmakla beraber, bazik oksitlere dayanımı zayıftır. Asidik bir gereç sayılabilir.

Kristallenmiş karbon olan grafit de ısıya dayanıklı bir gereçtir.

Kuşkusuz ısıya dayanıklı tuğlalar yukarıda gösterilenlerden ibaret değildir. Burada örnekler verilmiştir. Aynı gruplara giren başka tuğlalar da yapılmaktadır.

2 — HARÇLAR :

Ocaklarda tuğlaların birbirine yapıştırılması için harçlar kullanılır. Bunların bileşimi tuğlalarının aynı olur. Tuğlaları birbirine yapıştırabilecek kadar sulandırılırlar.

Ayrıca, ocaklar tuğla yerine ısıya dayanıklı harçlarla örülürler. Bu harçların özellikleri, bileşimleri ve hazırlandıkları maddeler tuğlalarının benzer. Aynı amaçlar için hazırlanırlar.

Ocak duvarları veya tabanları tuğla ile örme yerine, özel olarak hazırlanan ısıya dayanıklı harçlarla meydana getirilir. Harç bu kısımlara konarak sıkıştırıp şekillendirilir. Kurutulur ve pişirilir. Bazen astarın alt tabakası tuğla ile örülür. Üstü harç ile kaplanır. Örneğin, kupol ocağında harç ile oluşturulan astar, tuğla örgüden daha iyi sonuç vermektedir. Ancak, harç tekniğine göre hazırlanmalı ve sıkıştırılmalıdır. Fazla bekletilmeden kullanılmalari gereklidir.

Harçların cins, bileşim ve özellikleri kullandıkları yere göre özenle seçilmeli;

Çok iyi karıştırılmalı; iri silis tanelerini kırmayacak karıştırma makineleri kullanılmalıdır.

Nem miktarı yeteri kadar olmalı (% 4-5 civarında);

Yerine çok iyi sıkıştırılmalı. Bunun için otomatik tokmaklar kullanılmalıdır. El aygıtları ile sıkıştırma hem yeterli olmaz hemde çok yorucudur.

İyi kurutulmalı; Çatlama meydana gelirse, bunlar özenle kapatılmalıdır. Örneğin, kupol ocağında kurutma iki gün bekletildikten sonra başlatılıp (110°C) üç gün devam etmelidir.

Daha sonra kurutma işlemi pişirmeye dönüşecektir. Bu işlem kupol ocağında (600°C ye çıkarak) iki günde tamamlanacaktır.

Dikkatle ve tekniğine uygun şekilde hazırlanmayan bir ocak astarı çok erken yıpranır. Bu da çalışmayı aksattığı gibi gereksiz harcamalara da sebep olur.

Bir ton sıvı maden için kullanılan harç miktarı, gerecin özelliğine ve uygulama koşullarına göre 15-40 Kg. kabul edilir. Bundan fazla miktarda harcın kullanılmış olması, uygun olmayan çalışmayı belirtir. Örneğin, sıkıştırma ve kurutmanın iyi olmadığı, astarın fazla kalın olduğu düşünülebilir.

Ocaklarda olduğu gibi, maden taşıma potalarının astarlanması için de harçlar hazırlanıp kullanılmaktadır.

Çok çeşitli olan harçlara aşağıdaki örnekler verilebilir:

a) Kupol ocağı örülmesi için kullanılan harçlar :

I) Kil % 25-28 (% 6-9 alümin) olur. Kalamı silis kumu tane irilikleri duruma göre seçilir.

II) Ateş toprağı % 17-18, Silis kumu % 80, bentonit % 2-3 olur.

III) Kuvars (iri taneli) 1.5-5 mm. ölçüsünde % 20, Kil % 25, diğer kısmı silis kumu.

IV) Silis kumu % 25, kil % 25, ince taneli silis kumu % 50.

V) Alüminli ateş toprağı % 70, iri taneli silis kumu % 30.

b) Döner (Rotatif) ocak için harç, bu harç döküm potası içinde kullanılabilir.

Kil % 25-28 (% 6-9 alümin) dir, diğer kısmı silis kumu, tane iriliği ocağa göre seçilir.

c) Pota ocağı için harç :

Kil % 25, iri taneli silis kumu % desi kupoldokine benzer.

d) Elektrik ocağı için harç :

Kil % 25-28, diğer kısmı silis kumu, kupoldakine benzer.

e) Konverter için harç :

Kil % 20 (% 4-6 alüminli) olur, iri taneli kuvars % 20-30, kupoldakine benzer.

2.5 — ISIYA DAYANIKLI GEREÇLERİN ERGİME DERECELERİNİN ÖLÇÜLMESİ :

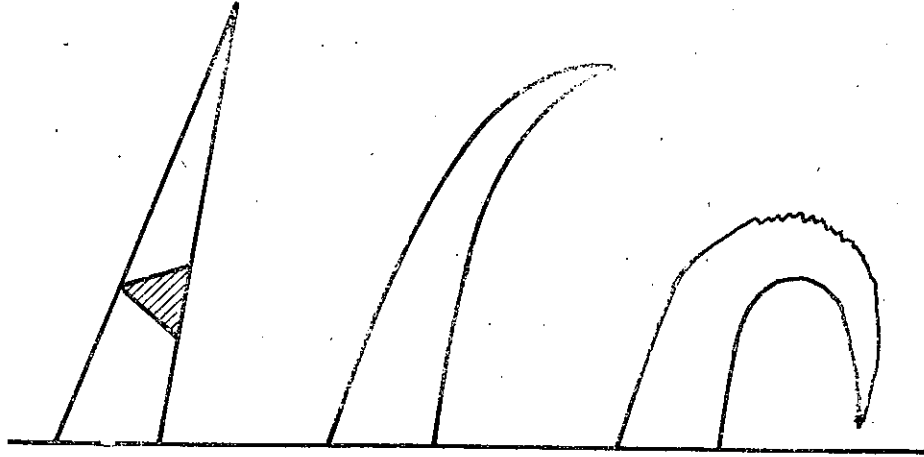
Isıya dayanıklı gereçlerin ergime noktalarının saptanması için "SEGER KONİSİ" ismi verilen küçük pramitler kullanılır. Tabanları üçgenlidir. Üçgenin bir kenarı 12,7 mm. pramitin yüksekliği 63,5 mm. dir. Bir yüzeyi tabana doğru 82 derece eğiktir. Seger konilerinin bileşimleri değişik ergime sıcaklıklarına göre hazırlanmış ve seri halde numaralandırılmıştır. Hepsinin belli ergime sıcaklıkları vardır. Tablo 2.4 de seger ko-

nilerinin numaraları ile Alman ve Amerikan standartlarına göre ergime dereceleri verilmektedir. (Bu tablo Filyos Ateş Tuğlası Fabrikası'nın broşürlerinden derlenmiştir.)

Sıcaklığı ölçülmesi istenen fırına, fırının tahmini sıcaklığına yakın sıcaklıklarda ergiyecek piramitler yerleştirilir. Sayıları genellikle üç tane olur. Fırının yanmasından sonra, hangi piramitin tepe kısmı tabanına doğru eğilmişse onun ergime sıcaklığı fırının sıcaklığı kabul edilir.

Seger konileri ile ısıya dayanıklı gereçlerin ergime derecelerini ölçmek için, bu gereçten aynı biçimde pramitler yapılır. Bunlar seger konileri ile beraber fırına konur. Fırının sıcaklığı pramitlerin tepe kısımlarının tabanlarına doğru eğilmesine kadar yükseltilir. Fırının o andaki sıcaklığı, ısıya dayanıklı gerecin ergime sıcaklığını verir. Isıya dayanıklı gereçten yapılan pramit ile aynı ergime derecesine sahip olan seger konisinin tepe kısımları tabanlarına doğru birlikte eğilmiş olacaktır. Bu seger konisinin numarası ile sıcaklık saptanmış olacaktır.

Şekil 2.3 de seger konilerinin durumları görülmektedir. Biri hiç etkilenmemiş ve biçimi bozulmamıştır. İkincisi hafif eğilmiş ve üçüncüsü tamamen tabana dönük duruma gelmiştir.



Şekil 2.3 Seger konilerinin durumu

Tablo 2.4 Alman ve Amerikan Standartlarına göre Seger Koni numaraları ile ergime dereceleri

Koni No.	Alman Standardı SK		Amerikan Standardı P. C. E.	
	°C	°F	°C	°F
1a	1145	2093	1160	2120
2a	1165	2129	1165	2129
3a	1185	2165	1170	2138
4a	1220	2228	1190	2174
5a	1230	2246	1205	2201
6a	1260	2300	1230	2246
7	1270	2316	1250	2282
8	1295	2363	1260	2300
9	1315	2399	1285	2345
10	1330	2426	1305	2381
11	1350	2462	1325	2417
12	1375	2507	1335	2435
13	1395	2543	1350	2462
14	1410	2570	1400	2552
15	1440	2624	1433	2615
16	1470	2678	1465	2669
17	1490	2714	1475	2687
18	1520	2768	1490	2714
19	1530	2786	1520	2768
20	1540	2804	1530	2786
23	1560	2840	1580	2876
26	1585	2885	1595	2903
27	1605	2921	1605	2921
28	1635	2975	1615	2939
29	1655	3011	1640	2984
30	1680	3056	1650	3002
31	1695	3083	1680	3056
32	1710	3110	1700	3092
32 1/2	—	—	1722	3151
33	1730	3146	1745	3173
34	1755	3191	1760	3200
35	1780	3236	1785	3245
36	1805	3281	1810	3290
37	1830	3326	1820	3303
38	1855	3371	1835	3335
39	1875	3407	—	—
40	1900	3442	—	—
41	1940	3524	—	—
42	1980	3596	—	—

NOT: 1 — Isıtma hızı : 150 °C/saat
2 — °C ve °F laboratuvar değerleridir.

2.6 — YURDUMUZDA ISIYA DAYANIKLI GEREÇ YAPIMI :

Yurdumuzda ısıya dayanıklı gereçleri yapan çeşitli kurumlar bulunmaktadır. Bunların en önemlisi Sümerbank'ın Filyos Tuğlası Sanayii Müessesesi'dir. Endüstrimiz için gerekli olan ısıya dayanıklı gereçlerin yarısından çoğunu karşılamaktadır. Bu fabrika 1945 yılında, 14 000 ton/yıl olarak, tuğla ve harç üretimi için plânlanmış ve aynı yıl kuruluşuna başlanmıştır. 1949 yılında tamamlanarak üretime geçmiştir.

Yeri, ilkel malzeme, elektrik enerjisi, harcama yeri olan Karabük Demir Çelik Fabrikaları gözönüne alınarak, Zonguldak'ın Filyos (Hisarönü) olarak seçilmiştir.

Bu fabrika her cins tuğla ve harçlar üretmektedir. Üretimi geliştirilerek 25 000 ton/yıl'a çıkarılmış; 1968 yılında kuruluşun modernleştirilmesine geçilmiş ve 1970 yılında bu girişim tamamlanmıştır.

Kuru ve plâstik sistemde çeşitli tuğlaların yapımı için :

- Kırma ve öğütme,
- Harmanlama,
- Şekillendirme,
- Kurutma ve Pişirme tesisleri bulunmaktadır.

Ürünler ve ilkel malzeme laboratuvarlarda denenmektedir.

Filyos fabrikasından başka aynı amaçla kurulmuş özel fabrikalar da vardır. Bunlarda aynı metotlarla ısıya dayanıklı gereçler üretmektedir.

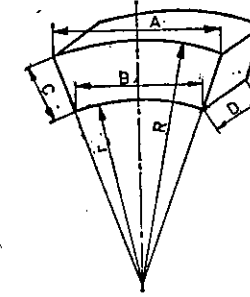
Tablo 2.5 de Filyos fabrikasının ürettiği kupol ocağı tuğlalarının numaraları ve ölçüleri bulunmaktadır.

Tablo 2.6 da ise kupol tuğlalarının ocak çapına göre numara ve sayılarının seçimi gösterilmektedir. Örnekler :

I — İç çapı 500 mm. olan bir kupol ocağı için tuğla numarası ve sayısının seçiminde, tablodaki ocak çapı sütununda 500 bulunur. Sağa doğru gidilerek 10 sayısına varılır. Buradan yukarıya doğru çıkılınca 1002 sayısı elde edilir. 1002 lik tuğladan 10 tane kullanılacak demektir.

II — 550 mm. çapındaki bir kupol ocağı için, önceki örnekte olduğu gibi hareket edilir. 1002'lik tuğladan 6 tane, 1003'lükten 5 tane kullanılacağı bulunur.

Tablo 2.5 Filyos Fabrikasının ürettiği kupol ocağı tuğlalarının numaraları ve ölçüleri



Markası	A	B	C	D	1/2 yarıçap L	Dış yarıçap R	Birbirine için kullanılacak adalet	Bir adet için net ağırlığı kg.
Kupol 1000	237	150	100	100	175	175	7	3,8
" 1001	228	151	100	100	200	300	8	3,7
" 1002	214	153	100	100	250	350	10	3,55
" 1003	205	153	100	100	300	400	12	3,46
" 1004	198	153	100	100	350	450	14	3,37
" 1005	193	152	100	100	400	500	16	3,32
" 1250	398	273	125	100	275	400	6	2,75
" 1251	423	298	125	100	300	425	6	2,55
" 1252	410	302	125	100	350	475	7	2,72
" 1253	400	304	125	100	400	525	8	2,55
" 1254	391	306	125	100	450	575	9	2,43
" 1255	384	307	125	100	500	625	10	2,32
" 12510	245	168	125	100	275	400	10	4,90
" 12511	218	153	125	100	300	425	12	4,45
" 12512	210	154	125	100	350	475	14	4,33
" 12513	202	154	125	100	400	525	16	4,25
" 12514	198	154	125	100	450	575	18	4,19
" 12515	198	154	125	100	500	625	20	4,13
" 1501	448	298	150	100	300	450	6	2,10
" 1502	432	302	150	100	350	500	7	1,79
" 1503	419	304	150	100	400	550	8	1,55
" 1504	400	307	150	100	500	650	10	1,21
" 1505	386	308	150	100	600	750	12	1,00
" 1506	380	309	150	100	650	800	13	0,80
" 1507	378	316	150	100	765	975	15	0,85
" 15010	304	189	150	110	250	400	8	2,00
" 15011	231	153	150	100	300	450	12	3,50
" 15012	221	154	150	100	350	500	14	3,37
" 15013	212	154	150	100	400	550	16	3,25
" 15014	201	154	150	100	500	650	20	3,08
" 15015	193	154	150	100	600	750	24	2,96
" 15016	191	155	150	100	650	800	26	2,92
" 15017	191	160	150	100	765	975	30	2,96

Not : Ölçüler milimetredir.

Tablo 2.6 Kupol tuğlalarının ocak çapına göre numara ve sayılarının seçim tablosu

İç çap	Dış çap	1000	1001	1002	1003	1004	1005	Derece	adet	
350	550	7							7	
400	600		8						8	
450	650		5	4					9	
500	700			10					10	
550	750			6	5				11	
600	800				12				12	
650	850				7	6			13	
700	900					14			14	
750	950					8	7		15	
800	1000						16		16	
İç çap	Dış çap	1250	1251	1252	1253	1254	1255		adet	
550	800	6							6	
600	850		6						6	
700	950			7					7	
800	1050				8				8	
900	1150					9			9	
1000	1250						10		10	
İç çap	Dış çap	12510	12511	12512	12513	12514	12515		adet	
550	800	10							10	
600	850		12						12	
650	900		7	6					13	
700	950			14					14	
750	1000			8	7				15	
800	1050				16				16	
850	1100				9	8			17	
900	1150					18			18	
950	1200					10	9		19	
1000	1250						20		20	
İç çap	Dış çap	1501	1502	1503	1504	1505	1506	1507	adet	
600	900	6							6	
700	1000		7						7	
800	1100			8					8	
900	1200			5	4				9	
1000	1300				10				10	
1100	1400				6	5			11	
1200	1500					12			12	
1300	1600						13		13	
1400	1700							14	14	
İç çap	Dış çap	15010	15011	15012	15013	15014	15015	15016	15017	adet
500	800	8								8
600	900		12							12
650	950		7	6						13
700	1000			14						14
750	1050			8	7					15
800	1100				16					16
850	1150				9	8				17
900	1200				9	9				18
950	1250					19				19
1000	1300					20				20
1050	1350						11	10		21
1100	1400						11	11		22
1150	1450						12	11		23
1200	1500							24		24
1250	1550							13	12	25
1300	1600							26		26
1350	1650								30	30

SORULAR

- 1 — Isıya dayanıklı gereç deyiminden ne anlıyorsunuz? Açıklayınız.
- 2 — Bir ısıya dayanıklı gerecin özelliklerini söyleyiniz.
- 3 — Isıya dayanıklı bir tuğlanın gözenekleri niçin az olmalıdır?
- 4 — Isıya dayanıklı gerecin seçiminde nelere dikkat edilir?
- 5 — Cürufun bazik veya asidik olduğu nasıl anlaşılır?
- 6 — Isıya dayanıklı gereçlerin bölümlenmesini yapınız.
- 7 — Bir ateş tuğlasının nasıl yapıldığını anlatınız.
- 8 — Asidik, bazik ve nötr gereçlere örnekler veriniz.
- 9 — Bir silis tuğlası ile karbon tuğlasını karşılaştırınız.
- 10 — Isıya dayanıklı harçlar hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 11 — Tuğladan örülmüş bir astar ile harçla yapılmış bir astarı karşılaştırınız.
- 12 — Seger konisi nedir, nerede ve nasıl kullanılır?
- 13 — Şekil 2.1 deki grafik neyi anlatmaktadır? Doğal killerin bileşimleri ile ısıya dayanma derecelerini karşılaştırınız.
- 14 — Şekil 2.2 deki grafiğe göre ateş tuğlası ile silis tuğlasının genleşme özelliklerini karşılaştırınız.
- 15 — Tablo 2.6 dan yararlanarak iç çapları 80 cm. ve 100 cm. olan kupol ocaklarının örülmesinde kullanılacak kupol tuğlalarının numara ve sayılarını bulunuz.

DEMİR VE ELDE EDİLMESİ

3.1 — GİRİŞ :

Milattan önce 5000 yıllarından beri bilinen ve kullanılan madenlerden biridir. Tarihte bir devire ismini verecek kadar önemli olan demirin bugün için teknikte kullanma yerlerini saymak mümkün değildir. Ancak hemen belirtelimki, bu günkü anlamı ile demir deyince akla saf demir değil, onun alaşımları olan ham demir, dökme demir, çelik ve dövme demir gelir.

Saf Demir'in Özellikleri :

Sembolü	: Fe
Atom No.	: 26
Atom ağırlığı	: 55.84
Ergime sıcaklığı	: 1528°C
Kaynama sıcaklığı	: 3000°C
Özgül ağırlığı	: 7.88 Kg/dm ³ .

Saf demir : Gri renkli yumuşak bir madendir. Dövülebilir, elektrik ve ısıyı iletir. Miknatıslanma özelliğine sahiptir. Saf demire yer yüzünde gök taşları Meteor dışında rastlanmamaktadır. Filizleri (Bileşikleri) halinde ise çok yayılmış madenlerden biri olup, yer kabuğunun yaklaşık % 4.7 sini kapsadığı hesaplanmaktadır. Dünyamızda bulunan demir filizleri oksitli; karbonatlı ve sülfürlü bileşikler halindedir.

Demir ve alaşımlarının üretildiği en önemli demir filizleri ise şunlardır.

1) **MAGNETİT :** Kimyasal bileşimi Fe₃O₄ dür. Rengi koyu griden siyaha kadar değişir. Bazı cinsleri miknatıslı olduğu için bu filize miknatıslı taşı da denir. İyi bir mağnetit de % 72.4 kadar, demir bulunur. Özgül ağırlığı, 5.2 Kg/dm³ dür.

2) **HEMATİT :** Kimyasal bileşimi Fe₂O₃ dür. Kırmızı renktedir. İçerisinde en çok % 70 kadar demir bulunur, özgül ağırlığı 5 Kg/dm³ tür. Yer yüzünde en çok bulunan ve demir üretiminde en çok kullanılan filizlerden biridir.

3) **LİMONİT :** Kimyasal bileşimi su miktarına göre Fe₂O₃ . H₂O — 2Fe₂O₃ . 3H₂O dur. Rengi sarıdan kahverengine kadar değişmektedir. Bileşimindeki demir miktarı en çok % 60 kadardır. Dünyamızda en yaygın olan demir filizlerinden biridir. Özgül ağırlığı 4 Kg/dm³ tür.

4) **SİDERİT**: Kimyasal bileşimi $FeCO_3$ dür. İçerisinde en çok % 48.3 e kadar demir bulunur. Rengi beyazdan yeşilimsi griye kadar değişir. Özgül ağırlığı 3.9 Km/dm^3 tür.

5) **PIRİT**: Kimyasal bileşimi FeS_2 dir. Pirinç sarısı rengindedir. İçerisinde en çok % 46 demir bulunur. Özgül ağırlığı 4.8 Kg/dm^3 tür. İçerisindeki kükürt miktarı fazla olduğundan daha çok kükürtdioksit (SO_2) ve dolayısıyla Sülfirik asit (H_2SO_4) üretiminde kullanılır.

Yer kabuğunun önemli bir kısmını kapsayan demir filizleri daha çok Amerika, Rusya, İsvç, İspanya, Kanada, Venezüella, Almanya ve Fransa'da bulunmaktadır.

Yurdumuzda ise, Sivas (Divriği, Cürek), Malatya (Hasan Çelebi), Gaziantep (İslahiye), Bursa (Gemlik), Antalya, İzmir, Çanakkale ve Balıkesir'de demir filizi yatakları vardır.

Bu gün memleketimizde demir üretimi yapmakta olan Karabük, Karadeniz Ereğlisi ve İskenderun demir ve çelik fabrikalarının filiz gereksinimi, özel teşebbüs dışında, genellikle Divriği maden yataklarından karşılanmaktadır. Buralardan çıkarılan filizler, Mağnetit ve Hematittir. Divriği'de çıkarılan hematit filizinin bileşimi aşağıdaki gibidir.

Demir	% 60-65
Kükürt	% 0,1
Fosfor	% 0,06

Maden yatakları yer yüzeyinde veya az derinlerde olduğu gibi, bazıları da daha derinlerde bulunur. Yüze yakın filizlerin çıkarılması daha kolaydır. Derinlerdeki filizleri çıkarmak için kuyular ve tüneller açılır.

Maden yataklarından çıkarılan filizlerden, Oksitli olanlar, (Hematit, Mağnetit gibi) doğrudan doğruya yüksek fırınlarda ergitilebilirler.

Karbonatlı ve kükürtlü (Siderit, Pirit gibi) filizlerde ise bir ön hazırlama ile karbonat ve kükürt ayrılarak filiz oksitli hale dönüştürülür. Ayrıca yüksek fırındaki yanma ve ergime olaylarının kolaylaştırılması bakımından, iri parçalı filizler kırılarak küçük parçalar haline getirilir. İnce parçalı veya toz halindeki filizler ise, zinterlenip pres edilerek parça (biriket) haline dönüştürülür.

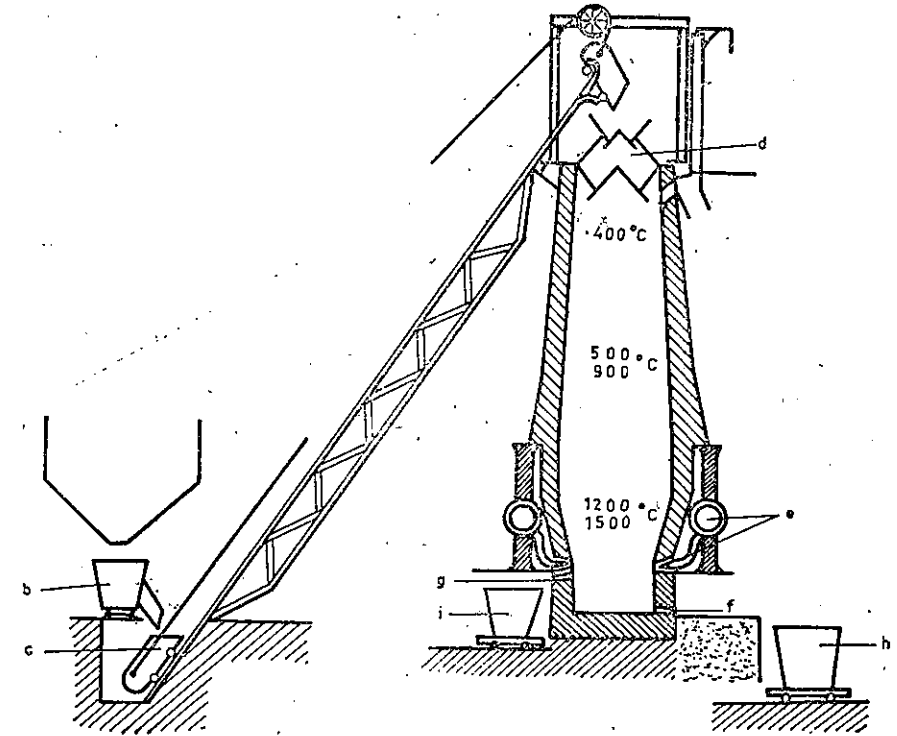
Çeşitli yataklardan çıkarılan filizlerin demir miktarlarına göre de harmanlama yapılabilir.

Böylece hazırlanmış olan filizler yüksek fırın sahasında depolanır.

3.2 — YÜKSEK FIRIN :

Demir filizlerinin ergitilerek ham demir haline getirildiği fırınlara "YÜKSEK FIRIN" denir.

Yüksek fırınlar taban tabana oturmuş iki kesik koniye benzerler. Alt tarafında da silindirik bir depo (pota) kısmı vardır. Boyları 25-30 metre, çapları en dar yerinde 5-6 metre en geniş yerinde ise 7-10 metre arasındadır. Depo (pota) kısmında çap 6 metre, yükseklik ise 3,5 metre kadardır. Yüksek fırın tabanı zeminden 3 metre yüksektedir. Şekil 3.1. Fırının dış kısmı çelik saçtan yapılmış olup, iç kısımları yüksek ısıya dayanması için ateş tuğlaları (Bak, ısıya dayanıklı gereçler kısmına) ile örülür.

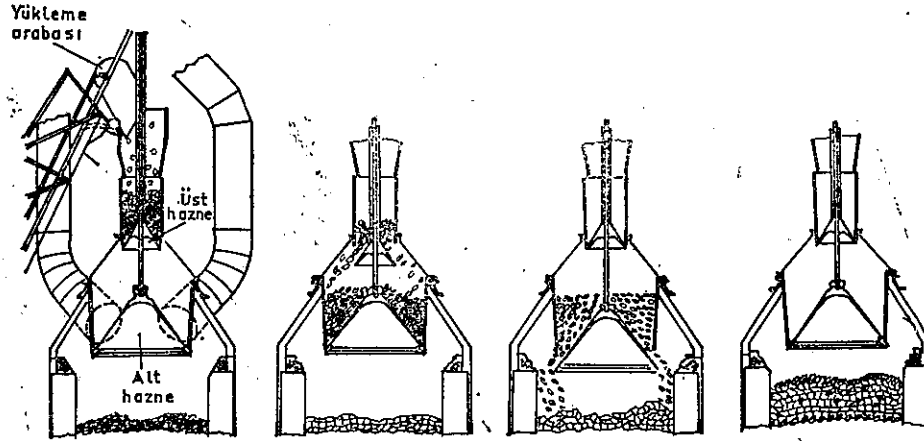


Şekil 3.1 Yüksek Fırın Şeması

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| a — Ham madde deposu. | e — Hava kuşağı ve üfleme delikleri. |
| b — Difüzör. | f — Maden alma deliği. |
| c — Yükleme arabası. | g — Curuf alma deliği. |
| d — Çift kapaklı yükleme. | i — Curuf potası. |

Yüksek fırın çalışmasının devamlı oluşu ve bilhassa ergime bölgesinde yüksek sıcaklık meydana geldiğinden, örülen tuğla kalınlığı 1.5 metreyi bulur. Ayrıca tuğla örgüyü korumak ve sıcaklığı belirli ölçüde tutabilmek için fırının soğutulması gerekir. Bunun içinde fırın örgüsü arasına piring veya bakırdan yapılmış kalın borular yerleştirilip içerisinden devamlı olarak su geçirilir. Yaklaşık olarak bir ton ham demir için 25 ton soğutma suyu harcanır.

Fırın gövde kısmının yukarıdan aşağıya doğru genişlemesi, ocağa yüklenen filiz, kok kömürü, curuf yapıcı ve katkı maddelerinin kendi ağırlıkları ile ergime bölgesine kadar inmelerini sağlamak içindir. Yüksek fırının üst kısmına çift kapaklı ve otomatik olarak işleyen bir yükleme düzeni yapılmıştır. Böylece ağız gazlarının dışarıya çıkışı ve fırının soğuması önlenmiş olmaktadır. Şekil 3.2 de yüklemenin yapılışı görülmektedir. Üst kapağa yakın olan yerde, yüksek fırın gazlarını (ağız gazı) toplamaya yarayan borular bulunmaktadır. Toplanan ağız gazları temizlendikten sonra, yüksek fırına gönderilen havanın ısıtılmasında, çelik elde etme veya tav fırınlarında yakacak olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.2

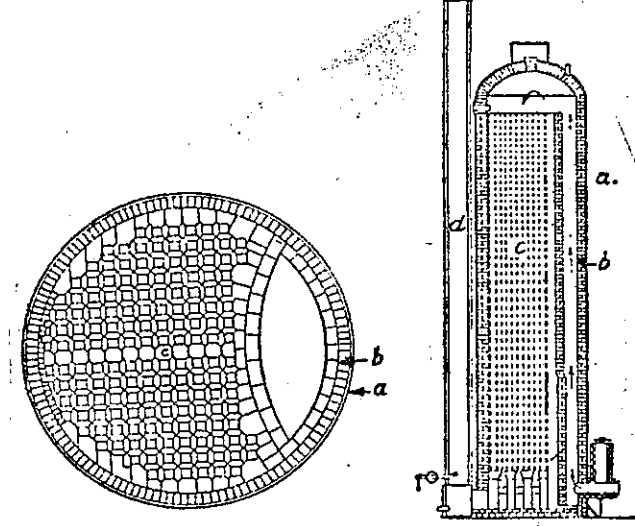
Yüksek fırın gazının bileşimi aşağıdaki gibidir :

Karbon monoksit	(CO)	% 25
Karbon dioksit	(CO ₂)	% 15
Hidrojen	(H)	% 4
Metan	(CH ₄)	% 0,2
Azot	(N ₂)	Geri kalan

Yüksek fırında kokun yanmasını sağlayan sıcak hava pota yerinin üst kısmında bütün çevreye eşit aralıklarla yerleştirilmiş, üfleme delikleri (tüyerler) yardımıyla ocağın her tarafına dağılacak şekilde gönderilir.

Havanın ön ısıtmaya tabi tutulması yakacağın tam yanmasını ve ısının yükselmesini sağlamak içindir.

Havanın 600°C-800°C a kadar ısıtıldığı yerlere (reküperatör) yüksek fırın sobaları denir. Bunlar Şekil 3.3 de görüldüğü gibi silindirik biçimli olup yaklaşık yüksek fırın kadar büyüklükte çelik saçtan yapılmıştır.



Şekil 3.3 Bir reküperatör kesiti

- a — Çelik saçı
- b — Ateş tuğlası
- c — Gözenekli tuğla
- d — Baca

İç kısımları ısıyı tutucu ve gözenekli ateş tuğlaları ile kafes gibi örülmüştür. Sobaların ısıtılmasında hava gazı, jeneratör gazı veya ağız gazı kullanılır. Gaz yakacak ve hava karışımı sobaya gönderilerek yakılır ve sıcaklık 1000°C a kadar çıkarılır. Bundan sonra gaz yakacak kesilir ve sobaya ısıtılması istenilen hava gönderilir. Sobadan geçirilen basınçlı hava yaklaşık olarak 600°C-800°C ta yükseltilir ve öylece yüksek fırına gönderilir.

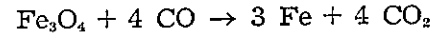
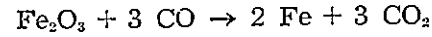
Her yüksek fırının yanında 3-5 adet hava ısıtıcısı bulunur. Isıtıcılarından biri yüksek fırına sıcak hava verirken, diğerleri de bakım, temizlik ve tekrar sıcak hava vermeleri için ısıtılırlar.

3.3 — YÜKSEK FIRININ ÇALIŞMASI :

Yüksek fırın, çalışmaya hazır hale getirildikten sonra ateşlenir ve yandıkça kok ilâve etmek suretiyle ergime bölgesinin üst seviyesine kadar doldurulur. Bir müddet (15–20 gün) örgünün kuruması ve fırının ısınması için beklenir. Bundan sonra yüksek fırının verimine göre hesaplanmış olan demir filizi, kok kömürü ve curuf yapıcı maddeler sıra ile yüklenecek normal çalışma başlatılır. Çalışma anında fırın içerisindeki kimyasal reaksiyonu, sıcaklık bölgelerine göre üç safhada inceleyebiliriz. ③

1) KURUTMA BÖLGESİ : Fırının en üst kısmıdır. Burada sıcaklık yaklaşık 400°C civarındadır. Fırına doldurulan filiz, kok ve curuf yapıcı maddeler kurur ve ısınır. Kurutma bölgesi fırının 1/3 ü kadardır.

2) İNDİRGENME (REDÜKLEME) BÖLGESİ : Burada ise sıcaklık 500–900°C arasındadır. Kok kömürünün karbonu fırına gönderilen sıcak havanın oksijeniyle birleşip yanarak (CO₂) karbon dioksit ve (CO) karbon monoksit gazlarını meydana getirir. CO gazı bu sıcaklıkta demir filizinin oksijenini alarak indirger. Böylece oksijenini vermiş olan demir sünger haline dönüşür.



3) ERGİME BÖLGESİ : Sıcaklığın 1200–1500°C arasında olduğu bölgedir. Redükleme bölgesinde oksijenini vererek süngerleşen demir, burada içerisine karbon alır ve demir karbon alaşımı meydana gelir. Normal olarak 1528°C ta ergiyen saf demir, içerisine karbon alınca ergime derecesi düşer. Böylece 1145°C in üstündeki sıcaklıklarda ergiyerek sıvı hale geçen maden, fırının altındaki silindirik pota kısmında toplanır.

Ergime bölgesindeki sıcaklıklarda, filiz içerisindeki yabancı maddeler, kok kömürünün küllü ve curuf yapıcı maddelerle ergiyerek akıcı kıvamlı curuf ismini verdiğimiz maddeyi meydana getirirler. Curuf özgül ağırlık bakımından daha hafif olduğu için sıvı maden üzerinde toplanır.

Pota kısmında biriken sıvı maden, yüksek fırının verimine göre (günümüzde verimi 1000 tonun üzerinde olan fırınlar vardır.) 4–6 saatte bir maden alma deliği açılarak potalara alınır. Bu arada sifonlama yoluyla curuf madenden ayrılır. Maden alma deliğinin açılması ve kapatılması özel makinaları ile yapılmaktadır. Fırında ilk ergime yüklemekten yaklaşık olarak 10–15 saat sonra olur. Yüksek fırına atılan ve alınan maddeler Tablo 3.1 de görüldüğü gibidir.

Tablo 3.1 Yüksek fırına atılan ve alınan maddeler

Fırına Atılan Maddeler	Filiz Hematit (Fe ₂ O ₃) yabancı maddeler (SiO ₂ — Al ₂ O ₃) ve diğerleri	Kok kömürü Karbon (C) Kül SiO ₂ Al ₂ O ₃ ve diğerleri	Kireç taşı CaCO ₃ + ısı — CaO + CO ₂	Sıcak hava 600° — 800°C O ₂ + N ₂
Fırından Alınan Ürünler	Ham demir Fe % 93 C % 4 Si, Mn, P, S, % 3	Curuf Al ₂ O ₃ SiO ₂ CaO ve diğerleri	Ağız Gazı CO ₂ , CO, H, CH ₄ , N ₂ .	

Yüksek fırının çalışması devamlıdır. Herhangi bir arıza dışında birkaç yıl devam eder.

Şekil 3.4 ve Şekil 3.5 de yardımcı tesisleriyle birlikte bir yüksek fırın görülmektedir.

Tablo 3.2 Türk Standartlarına göre ham demir (pik) bileşimleri

Ham Demir Cinsleri	İşareti Kısa	BİLEŞİMİ %				
		Toplam (*) Karbon T. C.	Silisyum Si	Manganez Mn	Fosfor P	Kükürt S
Hematit — I	H. 1	3,5 — 4,5	2,25 — 3,00	0,6 — 1,2	0,2 max	0,05 max
Hematit — II	H. 2	3,5 — 4,5	1,30 — 2,30	0,6 — 1,2	0,2 max	0,05 max
Döküm — I	D. 1	3,5 — 4,5	2,20 — 2,80	0,7 — 1,1	0,7 — 1,1	0,05 max
Döküm — II	D. 2	3,5 — 4,5	1,30 — 2,20	0,5 — 1,1	0,6 — 1,1	0,05 max
Döküm — III	D. 3	3,5 — 4,5	1,30 — 2,20	0,5 — 1,1	1,0 — 1,4	0,05 max
Çelik — I	Ç. 1	3,5 — 4,5	1,00 — 1,30	0,7 — 1,4	0,2 max	0,05 max
Çelik — II	Ç. 2	3,5 — 4,5	1,00 max	0,7 — 1,4	0,2 max	0,05 max
Temper	T	3,5 — 4,5	0,70 — 1,50	0,6 max	0,2 max	0,05 max

(*) Toplam Karbon (T.C.) Karabük Piki değeridir.

Diğerleri Türk Standartları (TS 204) de belirtilen değerlerdir.

Tablo 3.3 Karabük'te üretilen ham demir (pik) bileşimleri

PIK CİNSİ	BİLEŞİMİ %				
	Karbon C	Silisyum Si	Manganez Mn	Kükürt S (en çok)	Fosfor P
P. H. 2 (Hematit — 2 — piki)	3,5 — 4,5	1,30 — 2,30	0,60 — 1,20	0,05	0,2 En çok
P. H. 1 (Hematit — 1 — piki)	3,5 — 4,5	2,25 — 3,00	0,60 — 1,20	0,05	0,2 En çok
P. D. 2 (Döküm — 2 — piki)	3,5 — 4,5	1,30 — 2,20	0,60 — 1,20	0,05	0,6 — 1,0
P. D. 1 (Döküm — 1 — piki)	3,5 — 4,5	2,20 — 2,80	0,70 — 1,10	0,05	0,7 — 1,10
P. Ç. 1 (Çelik — 1 — piki)	3,5 — 4,5	En çok 1,00	0,70 — 1,40	0,06	0,15 En çok
P. Ç. 2 (Çelik — 2 — piki)	3,5 — 4,5	1,00 — 1,30	0,70 — 1,40	0,06	0,15 En çok
P. Ç. 3 (Çelik — 3 — piki)	3,5 — 4,5	0,70 — 1,30	1,40 — 1,30	0,06	0,15 En çok

SORULAR

- 1 — Demiri tanıtın ve özelliklerini söyleyiniz.
- 2 — Demirin tarihçesi hakkında neler biliyorsunuz?
- 3 — Yeryüzünde bulunan demir filizlerini ve özelliklerini söyleyiniz.
- 4 — Demirin endüstrideki önemi hakkında neler düşünürsünüz?
- 5 — Yurdumuzdaki demir filizleri hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 6 — Demir nasıl elde edilir? Filizlerin yüksek fırında ergitilmeye nasıl hazırlandığını anlatınız.
- 7 — Bir yüksek fırın şeması çizerek bölümlerini gösteriniz.
- 8 — Yüksek fırının nasıl çalıştığını anlatınız.
- 9 — Yüksek fırının yapısı hakkında neler biliyorsunuz?
- 10 — Yüksek fırının indirgeme bölgesindeki kimyasal olayları anlatınız.
- 11 — Yüksek fırın gazı hakkında neler biliyorsunuz?

DÖKÜM OCAKLARI

4.1 — GENEL BİLGİLER VE BÖLÜMLEME :

Maden ve alaşımlarının sıcaklıkları ısı verilerek yükseltilir. Belli bir sıcaklığa yükselen maden veya alaşım, ergime ısını alarak katı halden sıvı hale geçer. Sıvılaşan maden veya alaşımın sıcaklığı döküm derecesine yükseltilir. Buna, MADEN VE ALAŞIMLARININ ERGİTİLMESİ veya kısaca ERGİTME denir. Dökümcülükte, ergitme işlemlerinin gerçekleştirildiği aygıtlara MADEN VE ALAŞIMLARINI ERGİTME OCAKLARI veya DÖKÜM OCAKLARI adı verilir.

Döküm ocakları, ergitilecek maden veya alaşımların özelliklerine, döküm atelyelerinin ve dökülen parçaların durumuna ve ısı kaynaklarına göre çok çeşitli olurlar. Zamanla yeni tip ocaklar yapıldığı gibi kullanılmakta olanlar da birçok değişikliklere uğrarlar. Bazılarının kullanılmasından vazgeçilir.

Döküm ocakları çok değişik olduğundan, bunları inceleyebilmek için, bazı ortak özelliklerine göre bölümlenmeleri uygun olur.

Çalışma durumlarına dikkat edilirse, aşağıdaki gibi bölümlenmeler yapılabileceği görülür.

Bazı döküm ocaklarında, ergitilen madenle yakacak bir aradadır. Meydana gelen ısı madenin sıcaklığını yükseltir. Ayrıca, yakacağın kendisi ve alevi madeni etkiler. Kupol ocakları bu şekilde çalışan döküm ocaklarıdır.

Bir grup döküm ocağında, yakacak madenden ayrıdır. Yakacağın çıkardığı alev ve sıcak gazlar, madeni yalayarak ergitmeyi sağlarlar. Alev, madeni kimyasal bakımdan etkilemektedir. Buna örnek olarak alev ocakları gösterilir.

Diğer bir grup döküm ocağında ise, yakacağın kendisi ve alevi madene değmediği için, yalnız ısısından yararlanır. Bunlarda yakacağın ve

alevin meydana getirdiği kimyasal değişmeler ortadan kalkar. Pota ocaklarında olduğu gibi.

Elektrikle ısıtılan döküm ocaklarında yakacak bulunmadığı için, bunlar ayrı bir grup olarak ele alınırlar.

Döküm ocaklarında ısı kaynağı önemli bir sorundur. Bu bakımdan, bir bölümlenme yapılarak dört grupta toplanırlar.

- 1) Katı yakacaklarla çalışan döküm ocakları,
- 2) Sıvı yakacaklarla çalışan döküm ocakları,
- 3) Gaz yakacaklarla çalışan döküm ocakları,
- 4) Elektrik enerjisi ile çalışan döküm ocakları.

Döküm ocaklarını ergittikleri maden ve alaşımara göre de bölümlenmek gerekir. Bazı ocaklar yalnız çelik ergitmek için yapılırlar. Bazıları yalnız dökme demir ergitirler. Bazıları da yalnız bakır alaşımları, alüminyum alaşımları veya magnezyum alaşımları dökümleri için kullanılırlar. Ancak, bazı döküm ocakları hem çelik hem dökme demir ergitimi için kullanıldığı gibi bazıları da hem dökme demir hem bakır alaşımlarını ergitirler. Bunlar göz önüne alınarak bu yönden, döküm ocakları iki ana bölüme ayrılabilir:

- 1) Demir alaşımlarını ergiten döküm ocakları,
- 2) Demir olmayan maden ve alaşımları ergiten döküm ocakları.

Bu bölümlenmelere göre örnekler alınırsa:

Kupol ocağı, kati yakacakla çalışan bir demir alaşımı (dökme demir) ergitme ocağıdır. Bu ocakta yakacakla maden bir aradadır. Siemens-Martin ocağı gaz (bazen sıvı) yakacakla çalışan bir çelik ergitme ocağıdır. Maden yakacağın alevi ile temas halindedir. Pota ocaklarının çelik, dökme demir, bakır alaşımları ve diğer demir olmayan maden ve alaşımlarının ergitilmesinde kullanılan tipleri vardır. Bunlar her cins ısı kaynağından yararlanacak şekilde hazırlanabilirler. Yakacağın kendisi ve alevi madeni etkilemez. Elektrik ocakları her cins alaşımı ergitebilecek özellikte yapılabilirler.

Ayrıca, kupol ocağı endüstrideki önemi göz önüne alınarak ve diğer ocaklara oranla daha geniş yer tutacağı düşünülerek ayrı bir bölüm şeklinde ele alınmıştır. 5 nci bölümde kupol ocağı incelenmektedir.

4.2 — ALEV OCAKLARI :

Bu ocaklarda madenin ergime yeri ile yakacağın yandığı kısım birbirinden bir set (eşik) ile ayrılmıştır. Yakacağın yanması ile çıkan alev ve sıcak gazlar madenin yüzeyine yönelir. Maden yüzeyini yalayarak ısısının önemli kısmını bırakır ve bacaya geçer. Bu yüzden, bunlara "ALEV OCAKLARI" adı verilir.

Bu ocakların kullanılma alanları şu şekilde sıralanabilir :

- 1) Kupol ocağında ergitilemeyen büyük parçaların ergitilmesi.
- 2) Büyük bronz (tunç) parçaların dökümü.
- 3) Karbürleşmenin istenmediği durumlar. Maden yakacaktan ayrı yerde olduğu için karbon alma olasılığı azalır.

4) Kaynak Çeliği elde edilmesi.

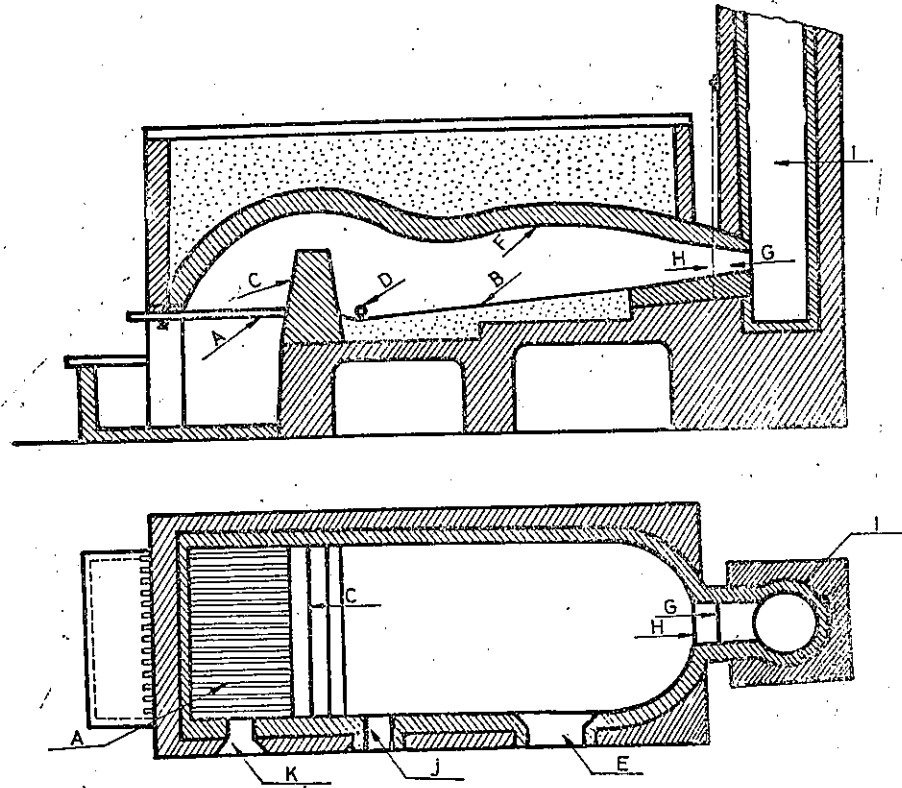
Önceleri çelik bu tip ocaklarda yapılıyordu. Ergime kısmına konan hamdemir ergitiliyor, devamlı karıştırılarak, alev ve gazların etkisi ile karbon ve diğer elementler (Si, Mn, v.b.) yakılıyordu. Karbonu azalan sıvı kütle hamur haline gelerek karıştırılmaz oluyordu. Bu kütle parçalara bölünerek tersyüz ediliyor ve alevin hertarafına düşmesi sağlanıyordu. Karbon parçasının her tarafında aynı miktarda yanıyor. Ocaktan alınan parçalar döğülerek, pres edilerek ve haddelenerek içindeki curuf uzaklaştırılıyordu. Bu şekilde elde edilen çeliğe Pudel Çeliği, kullanılan alev ocağına "PUDEL OCAĞI" deniyordu. Günümüzde bu yöntem, tamamen bırakılmıştır.

Bir alev ocağı şu kısımlardan meydana gelir :

- 1 — Yanma kısmı
- 2 — Ergitme kısmı
- 3 — Ocak tavanı
- 4 — Baca kısmı

Bu kısımları aşağıdaki gibi kısaca tanımlamak mümkündür. Şekil 4.1 de bir alev ocağı ve kısımları görülmektedir.

1) **Yanma kısmı** : Bu kısım, ızgaralar (A) ve ocaktan oluşur. Odun, gaz koku, taş kömürü, v.b. uzun alevli yakacaklar (K) kapısından yüklenerek yakılır. Hava ızgaranın altından gelir. Kömürtozu ve sıvı yakıtla çalışan alev ocakları da vardır.



Sekil 4.1. Alev Ocağı

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| A. Izgaralar. | G. Boğaz. |
| B. Ergime kısmı. | H. Sürgü. |
| C. Set (eşik). | I. Baca. |
| D. Maden alma deliği. | J. Gözetleme kapağı. |
| E. Yükleme kapısı. | K. Yakacak yükleme kapısı. |
| F. Ocağın tavanı. | |

2) **Ergitme kısmı** : Madenlerin yüklenip ergitildiği (B) kısımdır. Yanma kısmından bir set (eşik) (C) ile ayrılır. Set, ateş tuğlasından konik olarak yapılmıştır. Yüksekliği 50-60 cm. dir. Ergime kısmının tabanı, set tarafına doğru eğik olarak, ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Taban astarının kalınlığı 20-25 cm. dir. Maden alma deliği (D) tabanın en düşük yerinde bulunur. Bu kısmın uzunluğu 4-5 m. dir. Genişliği, ocağa konan gereçlerin, yatay kapılardan yerleştirilmesi, karıştırılması, v.b. iş-

lemlerinin yapımına kolayca yetecek kadar olmalıdır. Ergime kısmına konulan maden ergiyip toplanacak ve maden alma deliğinden kolayca boşaltılabilecektir. Madenin yüklenmesi, (E) yükleme kapısından yapılır. Bazı ocakların tavanı açılabilir ve büyük parçalar buradan yüklenirler. (J) deliği madeni gözetlemeğe, örnek maden almağa ve gerekli katımları yapmağa yarar.

3) **Ocağın tavanı** : Ocağın tavan kısmı (F) ateş tuğlasından örülmüş bir kemer biçimindedir. Alevi ve sıcak gazları madenin üzerine yönlendirecek şekilde eğik yapılmıştır. Tavanın çok sağlam olması gerekir. Bazı alev ocaklarında tavan açılabilir şekilde yapılmaktadır.

4) **Baca kısmı** : Ergitme kısmı ocağın bacasına (I) bir boğaz (G) ile bağlanır. Maden yüzeyini yalayarak ısıyı bırakan gazlar boğaz yardımı ile bacaya geçerler. Boğaz girişindeki ayarlı bir sürgü (H) gazların bacadan çıkışını ayarlar. Bacanın yüksekliği 20-25 m. olur.

Alev ocağındaki çeşitli alan ve kesitlerin ölçüleri ızgara alanına göre ayarlanır. Izgara alanı (A) ile gösterilirse:

Ergitme kısmının alanı :	4-4,5 A
Set üstündeki geçiş alanı :	0,6 A
Boğaz kesiti :	0,1 A
Baca kesiti :	0,25 A alınır.

Çalışma sırasında, ergitilecek maden ergime kısmına yüklenir. Izgara üzerine 20-30 cm. yakacak konur. Yakacağın yanması ile meydana gelen alevler, set üzerinden ergime kısmına geçer. Tavanın eğikliğinin yardımı ile maden üzerine yönelir. Alevlerin verdiği ısı madeni ertirir. Isısını bırakan alev ve sıcak gazlar boğazdan bacaya geçer. Ocağın çalışmasında, ocakçının bilgi ve becerisi çok önemlidir. Yetersiz bir yönetim kayıpları arttırır. İlk ergitme 4-6 saat sürer. Daha sonra süre kısalmır. Bu ocaklarda verim % 10 civarındadır. 100 Kg. dökme demiri ertirmek için 40-50 Kg. yakacak harcanır. 10-15 tonluk ocaklar daha ekonomik olurlar.

Günümüzde bu tip alev ocakları yerlerini döner ocaklara bırakmaktadır.

4.3 — DÖNER (Rotatif) OCAKLAR :

Bu ocaklar silindirik bir gövdeden meydana gelir. Silindirin iki ucu kesik koni biçimindedir. İğ kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle örülür. İki ucundan birisi baca kısmına bağlıdır; diğerine brülör konmuştur. Ocak gövdesi ekseninde etrafında ve iki yönde de tam dönme yapabilir. Dönme hareketi, gövde üzerinde çemberler yardımı ile kendi ekseninde dönen dört sabit tekerlek üzerinde gerçekleşir.

Döner ocaklar, özel dökme demirler, temper dökümler ve çelik dökümlerin hazırlanmasında kullanılırlar. Döküm endüstrisinde önemli bir yer tutarlar. Doğrudan doğruya katı maden yüklenerek eritme yapılabilirdiği gibi kupol ocaklarında eritilen madenin sıcaklığını yükseltmekte de kullanılırlar. Kupol ocağında eritilen dökme demir döner ocağa aktarılarak sıcaklığı 1550-1650 °C lere çıkarılır. Buna "İkili Ergitme" veya "Dubleks Çalışma" adı verilir.

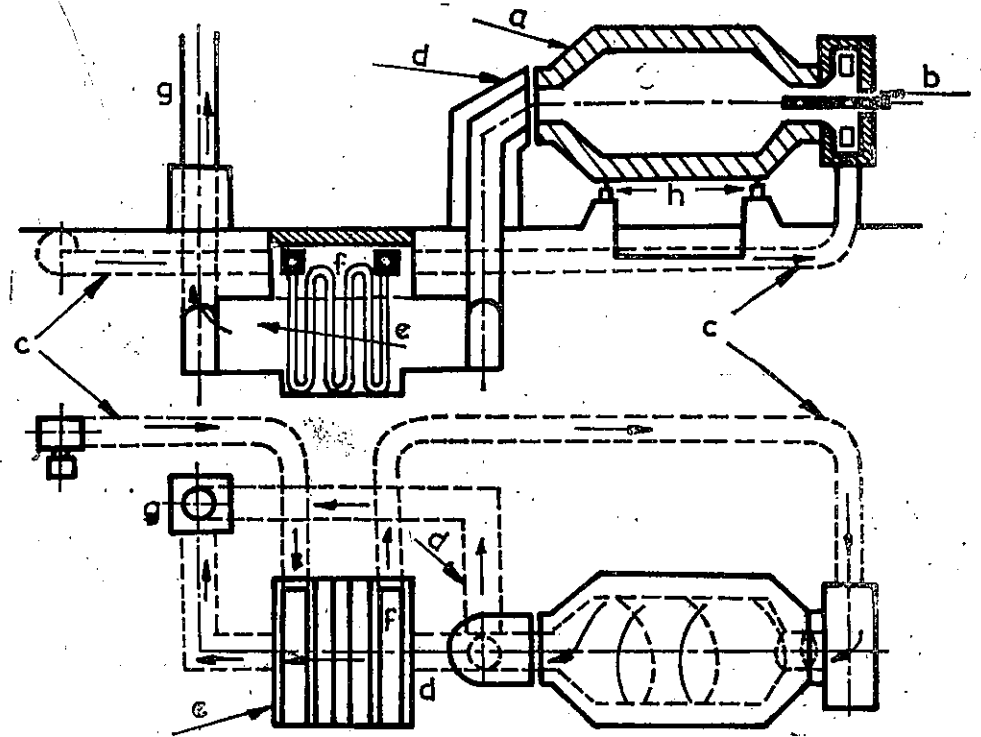
Döner ocaklar sıvı yakıtla (ağır yağ) ve kömürtozu ile çalışırlar. Elektrikle çalışanları da yapılmıştır. Ancak bunlarda alevin etkisi bulunmamaktadır.

Kömürtozu ucuz bir yakacaktır. Fakat kuruluş harcamaları yüksek olur. Küçük ocaklardaki çalışmaları da kuşkuludur. Bu yüzden, küçük ocaklarda pahalı olduğu halde sıvı yakıt kullanılır. Ancak, kapasitesi 8-10 ton olan ocaklarda kömürtozu kullanmak daha ekonomik olmaktadır.

Ocak astarı çok iyi özellikte olmalı ve iyi karıştırılmalıdır. Astarın yapımında otomatik tokmaklar kullanılmalıdır. Sıkıştırma, kurutma ve pişirme çok iyi olmalıdır. Astar kalınlığı, ocağın büyüklüğüne göre 30-40 cm. arasında olur. Bir defa örülen ocakta esmer (gri) dökme demirle 150, perlitik dökme demirle 130, çelik ve temper dökümle 110 döküm yapılabilir. Ocak astarı istenilen özellikte hazırlanmaz, sıkıştırması ve pişirmesi iyi yapılmazsa, döküm sayısı 40 a kadar düşebilir.

Şekil 4.2 de kömürtozu ile çalışan bir döner (rotatif) ocak görülmektedir. Bu tip ocaklarda bir hava ısıtma donanımı vardır.

Ocak gövdesi (a), dört tekerlek (h) üzerinde dönmektedir. Gövdenin iki ucu açıktır. Birine kömürtozu brülörü ve yanma odası (b) konmuştur. Bu düzen gövde ile beraber döner. Isıtıcıda (f) dolaşarak sıcaklığı yükselen hava, bir kanal (c) ile yanma odasına gelir. Burada kömürtozunu yakar. Meydana gelen alevler madenin yüzeyine yönelir. Ocak gövdesinin diğer ucu, sıcak gazların (d) çıkışına aittir. Buradan çıkan gazlar, ısıtma donanımına (e) gider. Havanın geçtiği borular etrafında dolaşarak bacaya (g) yönelir. Havayı ısıtmış olur.



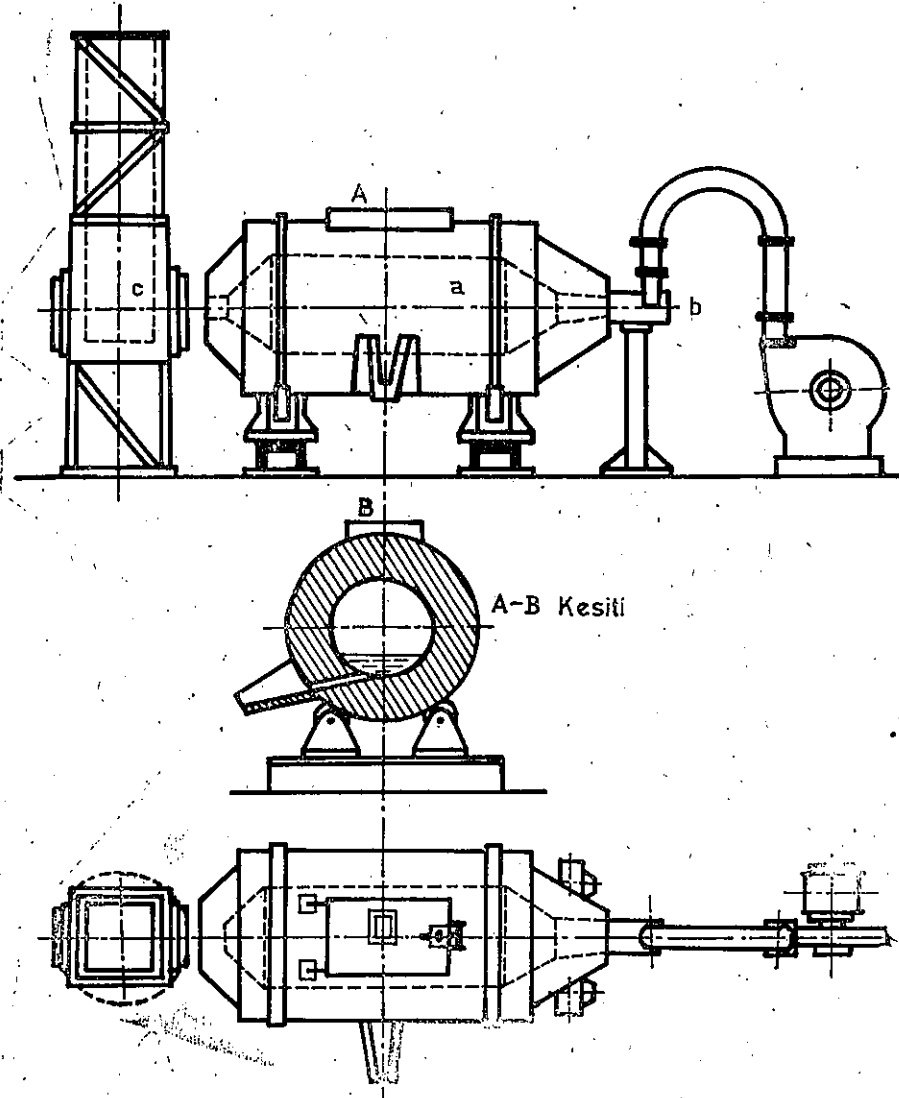
Şekil 4.2 Toz kömür ile çalışan döner ocak

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| a. Ocak gövdesi. | e. Isıtıcıdan geçen sıcak gazlar. |
| b. Yanma odası. | f. Isıtıcı. |
| c. Hava kanalı. | g. Baca. |
| d. Sıcak gazların dolaşımı. | h. Döndürme tekerlekleri. |

Gövde üzerinde karşılıklı olarak maden alma ve curuf alma delikleri vardır. Yükleme, gazların çıktığı açık kapıdan yapılır. Burası açılarak maden kepçe ile yüklenir. Bazı ocaklarda yükleme kapısı ocak gövdesi üzerinde olur.

Kısa alevli kömürtozu kullanıldığı zaman, önce uzun alevli yakacak ile ocak ısıtılmalıdır.

Şekil 4.3 de ağıryağ ile çalışan küçük bir döner ocak görülüyor. Bu ocaklarda hava ısıtma donanımı yoktur. Ocak düzeni gövde (a), yağ brülörü (b), bacadan (c) meydana gelmektedir. Brülör ocakla beraber dönmeyiz.



Şekil 4.3 Sıvı yakıtla çalışan döner ocak

Bu ocakta, 1500 Kg. dökme demir, 80 dakikada ergitilerek 1600°C ye yükseltilir. Bunun için yakıt oranı % 14-17 dir. İkili (dubleks) çalışmada, kupol ocağından 1300°C de alınan 1400 Kg. sıvı dökme demir, katı halde 100 Kg. -maden eklenerek 45 dakikada 1590°C ye yükseltilebilir. Harcanan yağ % 4,6 oranındadır. 73 Lt. tutmaktadır. Ocağa sıvı maden konacaksa önceden ısıtılması gerekir.

Döner ocak ateşlendikten sonra döndürülmeğe başlanır. Bu dönme sallantı şeklinde ve 45° yi geçmeyecek şekilde olur. Sonradan, ergimiş madenin çalkalanması ve ısınmış ocak astarı ile temasının arttırılması için, dönme hareketi çoğaltılır. Böylece tam dönmeye kadar varılır. Bu dönme ile ocak duvarının, sabit ocaklarda görülen aşınması bir oranda önlenir. Ancak, oksitlenmeyi önlemek için, sıvı madenin yüzeyi bir curuf tabakası ile kaplanır.

Ergime sona erince, gerekli deneyler yapılır. Katkı maddeleri ile istenen bileşim elde edilir. Bundan sonra sıvı maden potalara alınır.

Ocak gövdesinin astarı zamanla aşınır. İncelerek kullanılmayacak duruma gelince, bozularak yenilenir. Ocak gövdesini dik duruma getirip yerinden almak, onarım yerine götürmek ve yeniden yerine oturtmak için, ray üzerinde hareket eden bir kaldırma düzeni kurulur. Ocak astarının yapımı uzun sürer. Bunun için ocak gövdesi çift yapılır. Birinin astarının yenilenmesi sırasında diğeri çalışır.

Döner ocak kuruluşunun çeşitli kısımlarındaki elektrik harcamaları, 1 Kg. sıvı maden başına yaklaşık 12 Kw/St. olur.

4.4 — KONVERTER :

1 — TANTILMASI :

Konverter (değiştirici) ham demirin ve dökme demirin içindeki C, Si, Mn, P, S, gibi elementleri oksitleyip gidererek çelik elde etmeğe yarayan bir aygıttır. Bir ergitme yapmaktan çok, arıtma işinde kullanılır. Konvertere doldurulan sıvı madenin içine basınçlı hava gönderilir. Basınçlı havanın etkisi ile sıvı madenin içinde bulunan elementler ya tamamen yok olur veya belli bir miktara inerler. Bundan sonra gerekli katımlar yapılarak istenen bileşimde çelik elde edilir.

Bu aygıt 1855 yılında BESSEMER tarafından yapılmıştır. Bununla çelik elde edilmesine BESSEMER YÖNTEMİ denmiş ve aygıtta BESSEMER KONVERTERİ adı verilmiştir. Önemli bir buluş olan bu yöntem

büyük ölçüde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, astarı asitik (silisli) olduğu için fosfor ve kükürtü çok olan dökme demirlerde iyi sonuç vermediği ortaya çıkmıştır. Fosfor asitinin, asitik astarı çabuk aşındırdığı ve elde edilen çeliğin iyi özellikte olmadığı görülmüştür. Bu yüzden, 1878 yılında konverterin içi THOMAS tarafından yanmış dolomit ile kaplanmıştır. Dolomit bazik bir gereç olduğu için fosfor ve kükürtü çok olan dökme demirlerin arıtılması sağlanabilmektedir. Bu yöntem THOMAS YÖNTEMİ veya BAZİK YÖNTEM adı verilir. Bu yöntem Bessemer'in asitik yöntemine göre pahalı olmakla beraber, kullanılma alanı daha geniştir. Birçok memleketlerde yalnız Thomas yöntemi uygulanır.

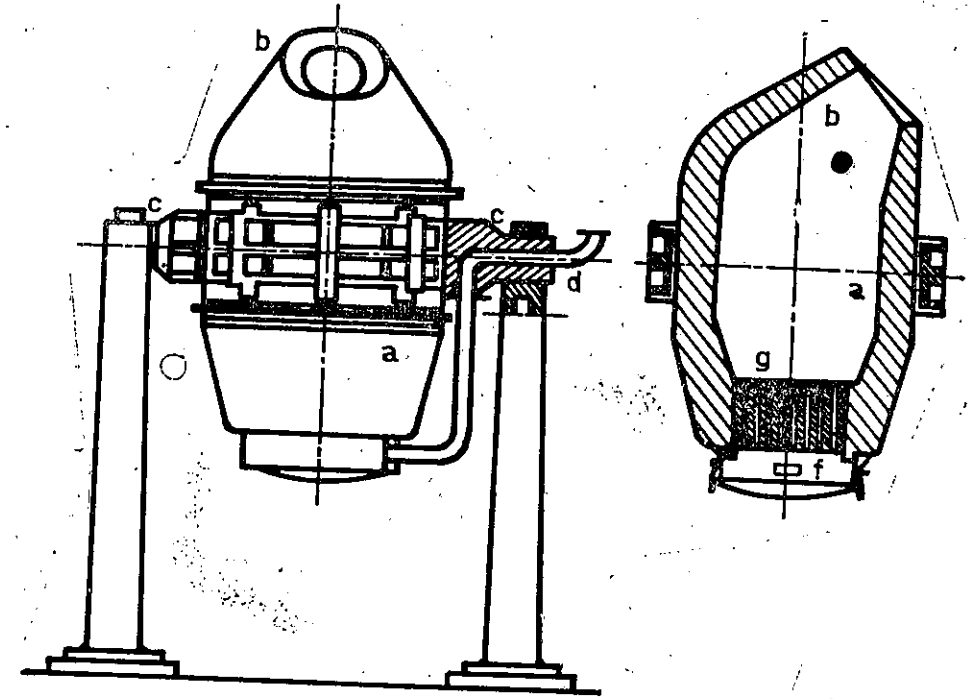
Konvertere basınçlı hava alttan gönderilir. Ancak, yandan hava gönderilen küçük konverterler de yapılmıştır. Bessemer konverteri 5-15 tonluk, Thomas konverteri 5-50 tonluk yapılırlar. Hatta 80 tonluk olanları da vardır. Ancak, en çok kullanılanları 30 tonluk olanlardır. Yandan üfleme olanlar 0,5-10 tonluk olurlarsa da 2 tonluk olanları daha elverişli sayılırlar. 30 tonluk bir Thomas konverterinin iç çapı: 4 m. yüksekliği: 6 m. olur.

Bir ton dökme demir 0,14 m³. yer tutar. Bunun için asitik konverterde 1 m³. bazik konverterde 1,4 m³. hacim hesaplanır. Bazik konverterde daha fazla curuf oluşması, daha büyük hacmi gerektirir. Konverter içindeki sıvı madenin yüksekliği 40 cm. olur. Ender durumlarda 50 cm. yi geçebilir.

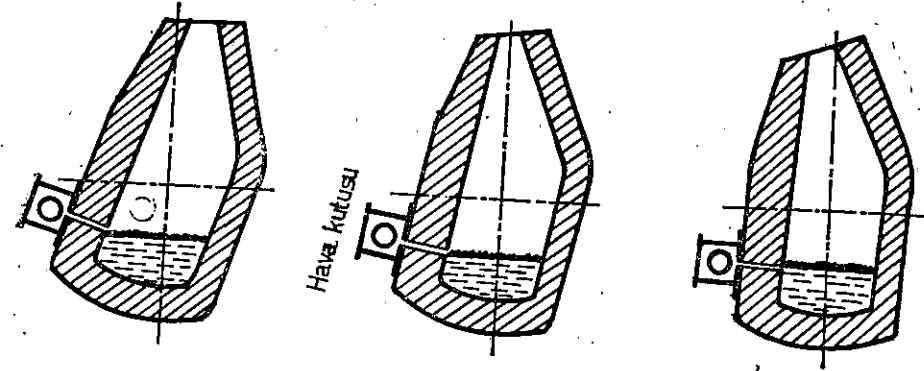
2 — BÖLÜMLERİ :

Konverter Şekil 4.4 de görüldüğü gibi üst kısmı kesik koni biçiminde olan silindirik bir gövdeden meydana gelir. Isıya dayanıklı (asitik veya bazik) gereçlerle astarlanır. Aşağıdaki gibi bölümlere ayrılabilir :

a) GÖVDE : Şekil 4.4 de silindirik (a) kısımdır. Sıvı maden bu kısımda bulunur. İç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Dış kısmı çelik sactır. Sacın kalınlığı 20-25 mm. olur. Isıya dayanıklı astarın kalınlığı 40-60 cm. dir. Şekilde görüldüğü gibi gövdenin etrafını kuvvetli bir çember sarmaktadır. İki tarafındaki yataklar yardımı ile sağlam ayaklar üzerine oturtulmuştur. Yatay üfleme konverterlerde hava delikleri gövde üzerinde bulunur. Şekil 4.5 de yatay üfleme konverter gövdesi ve üzerindeki hava delikleri görülmüştür.



Şekil 4.4 Alttan üfleme konverter



Şekil 4.5 Yatay üfleme konverter gövdesi ve hava delikleri

b) AĞIZ : Gövdenin üst kısmıdır. Kesik koni biçiminde olup şekil-
deki gibi (b) eğik olarak birleştirilmiştir. Sıvı madenin yüklenmesini, el-
de edilen çeliğin boşaltılmasını ve çalışma sırasında gazların çıkışını sağ-
lar. Çeliğin dışarı sıçramasını önler.

c) YATAKLAR : Ayaklar üzerine oturmuş iki yatak (c) gövdeyi
taşmaktadır. Bunlardan birine aygıtın döndürülmesini sağlayan bir düzen
bağlanmıştır. Hareket çeşitli şekillerde (mekanik, hidrolik ve elektrikle)
sağlanır. Diğer yatağın içi boştur. Konvertere verilen hava (d) buradan
gelmektedir. Dipten üflemlenilen havada, buradan alttaki hava kutusuna
(e), yatay üflemlenilerde gövde üzerindeki hava kuşağına geçer.

d) HAVA DELİKLERİ : Konverterin dip kısmına, tabanın altına bir
hava kutusu (e) konmuştur. Yatağın içinden geçen hava buraya gelir. Ay-
gıtın tabanına açılan hava deliklerinden (f) konverterin içine girer. Hava
deliklerinin sayısı 150-300, çapları 15-25 mm. arasındadır. Gelen hava-
nın basıncı 1,5-2,5 Kg/cm². olur. Hava kutusu açılabilir durumda yapılmıştır.

Yandan, yatay üflemlenilen konverterlerde hava çevredeki hava kuşağı-
na, buradan yatay delikler yardımı ile aygıtın içine girer. Şekil 4.5 de ya-
tayı üflemlenilen bir konverter görülmektedir. Bunlarda hava delikleri değişik
şekillerde yapılmıştır.

Yatay üflemlenilen konverterin ısı kayıpları çok fazla olur.

Konvertere gönderilen hava, ton başına ortalama 300 m³. olur. Bazı
durumlarda havanın oksijeni % 30 oranında artırılır. Bu şekilde, işlemler
gerçekleşmesi kolaylaşır. Elde edilen çeliğin özellikleri daha iyi olur.

e) TABAN : Konverterin tabanı kesik koni biçimindedir (g). Isıya
dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Dipten üflemlenilen havada hava delikleri
bu kısımdadır. Ayrılabilir durumda yapılır. Gövde kısmının astarına göre
daha çok yıprandığından, gerekince değiştirilir. Değiştirme genellikle 60
dökümden sonra yapılır.

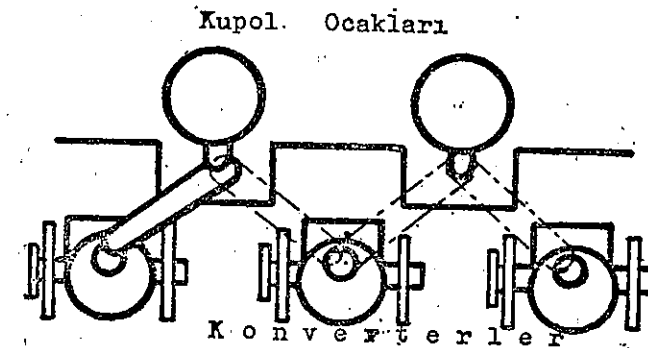
f) ASTAR : Konverterin iç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle astarla-
nır. Astarın kalınlığı duvarlarda 0,4-0,6 m. tabanda 1 m. olur. Kullanılan
gereç Bessemer yönteminde asitik, Thomas yönteminde baziktir. Yapımında,
uygun ölçülerde hazırlanmış tuğlalar veya istenen bileşimde hazırlanan
harçlar kullanılır. Tuğlalar ile örülmesinde yapıştırma harcı tuğ-

lanın gereciendir. Sac ile tuğla arasında bir boşluk bırakılır. Burası ya-
pıştırma harcı ile doldurulur. Sac üzerine açılan delikler harcın yapışma-
sını sağlar ve kurutmayı kolaylaştırır. Aradaki boşluk, yüksek sıcaklık
nedeniyle meydana gelen genleşmelerin dengelenmesini sağlar. Birçok kon-
verterlerde, saca yakın kısım tuğla örülerek üzeri harçla kaplanır. Bu har-
cın çok iyi yapıştırılması gerekir. Sıkıştırma için, iç boşluğu veren bir
takoz modeli kullanılır. Bu şekilde yapılan astarda onarım kolay olur ve
kurutma çabuklaşır. Zaman kazanılmış olur.

Konverterin taban astarı 30-100 döküme dayandığı halde iç astarı
300-400 döküme kadar dayanır.

3 — KURULUŞU :

Konvertere ergimiş maden ya yüksek fırından veya kupol ocağından
gelmektedir. Büyük kuruluşlarda yüksek fırınla birlikte çalışır. Ancak,
yüksek fırının verimi konvertere göre yüksektir. Aynı zamanda çalışması
devamlıdır. Konverter ise aralıklı çalışır. Bu yüzden, konverterle yüksek
fırın doğrudan doğruya bağlanamaz. Arada bir veya iki tane, bekletici
ve karıştırıcı büyük depo kullanılır. Yüksek fırından alınan sıvı maden bu
depolarla doldurulur. Bu depoların iyi ısıtılması zorunludur. Yakacak ge-
nellikle gazojen gazdır. Bu depolar yardımı ile konverterin bağımsız çalış-
ması sağlanmış olur. Aynı zamanda depodaki madenin bileşimi düzenli bir
duruma gelir. Bununla beraber, çelik döküm atelyelerinde konverterler
kupol ocaklarından maden alarak çalışırlar. Bu yöntemde de uygun bir
düzenleme gerekir.



Şekil 4.6 Kupol ocağı ile konverter kuruluşu

Sıvı maden kupol ocağından konvertere bir pota ile taşınabilir. Bundan başka, kupol ocağı ile konverter arasına, sıvı madeni getiren bir oluk düzeni kurulabilir. Pota ile taşımada kupolden doldurulan pota konvertere getirilir. Konverter eğilerek sıvı maden içine boşaltılır. Ancak bu durumda ısı kaybı çok olur. Oluk yardımı ile yapılan aktarmada Şekil 4.6 daki bir sistem kullanılabilir. İki kupol ocağı önüne üç konverter yerleştirilmiştir. Kupol ocakları ile konverterler oluklarla birleştirilmiştir. Konverter kupol ocağından daha düşük düzeyde olduğu için, maden kolayca konvertere akar. Bir kupol ocağı iki konvertere maden verebilir. Diğer kupol ocağı ile konverterin onarımı, üretim aksamadan yapılabilir.

4 — ÇALIŞMASI VE YÖNETİMİ :

Konverter çalışmaya başlamadan önce 1200°C ye kadar ısıtılmalıdır. Çalışma arasındaki yüklemeye, elde edilen çeliğin konverterden boşaltılmasından birkaç dakika sonra hemen yapılmalıdır. Bu şekilde konverterin soğuması önlenmiş olur.

Sıvı maden doldurulurken konverter Şekil 4.7. a daki duruma getirilir. Bu şekilde doldurma kolaylaşır ve hava deliklerinin sıvı madenle kapanmasına engel olunur.

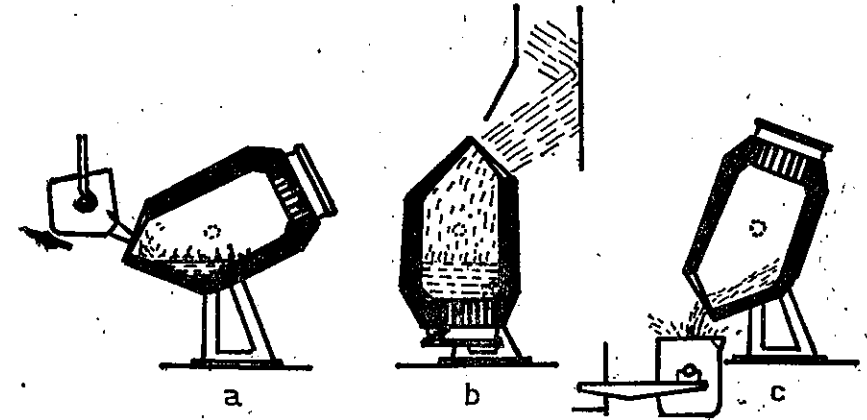
Thomas yönteminde sıvı madenin yüklenmesinden önce, konvertere madenin %12-20 si kadar iri parçalar halinde yanmış kireç konur. Kireç, bazik curufun oluşumunu sağlar. Yükleme işlemi tamamlandıca, hava verilerek konverter düşey duruma getirilir. Çeşitli elementlerin oksitlenmesi ile arıtma işlemleri başlar. Oksitlenen elementlerin meydana getirdiği ısı, madenin sıcaklığını yükseltir. 1250°C civarındaki maden 1530°C ye yükselir. Bu yüzden, konverterde yakacak gerekli değildir. Oksitlenen elementlerin etkisi şu şekilde olur. 1300°C deki ergimiş madenin sıcaklığını, % 1 oranında yanan silisyum 203°C, fosfor 156°C, mangan 50°C, demir 30°C, karbon 27°C kadar yükseltir. Ergimiş madenin sıcaklığı artınca, bu sıcaklık yükselme değerleri azalır. Örneğin, 1500°C de silisyumun yükselttiği sıcaklık 160°C ye iner.

Arıtma işlemleri başlayınca, (yani ocak çalışınca) konverterin ağzından koyu kırmızı (kızıl) kahverengi dumanların çıktığı görülür. Demirin oksitlendiği bu süre 2-3 dakikadır. Sonra kıvılcımlar meydana gelir. Silisyum ve mangan yanmaktadır. Silisyum çabuk mangan yavaş oksitlenir. Kıvılcımların devam süresi, % 2 silisyum için 8 dakika, % 1,5 silisyum için 6 dakikadır. Meydana gelen oksitler SiO_2 , MnO ve bir miktar FeO halinde birleşerek curufu meydana getirir.

Madenin sıcaklığı çok yükselmiştir. Karbon yanmağa başlar. Çok parlak bir alev ortaya çıkar. Konverterde bir titreşim olur. Sonra alevler kısalarak kaybolur. Süresi 6-10 dakikadır. Karbonun yanması bitip alevler kaybolunca koyu kırmızı (kızıl) kahverengi dumanlar çıkmağa başlar. Demir oksitlenmeğe başlamıştır. Bessemer yönteminde hava hemen kesilir. Çünkü arıtma işlemleri bitmiştir. Hava verilmesinin devamı demirin oksitlenmesine neden olur.

Thomas yönteminde karbonun yakılmasından sonra fosforun uzaklaştırılmasına geçilir. Havanın basıncı artırılarak 2,5-3,5 Kg/cm² ye çıkarılır. Bu şekilde 2-3 dakika hava verilir. Fosforun oksitlenmesi sağlanır. Fosfor oksidi, kireçle birleşip kalsiyum fosfata dönüşerek ayrılır ve curufa karışır. Bu arada bir miktar kükürt de ayrılarak curufa karışır.

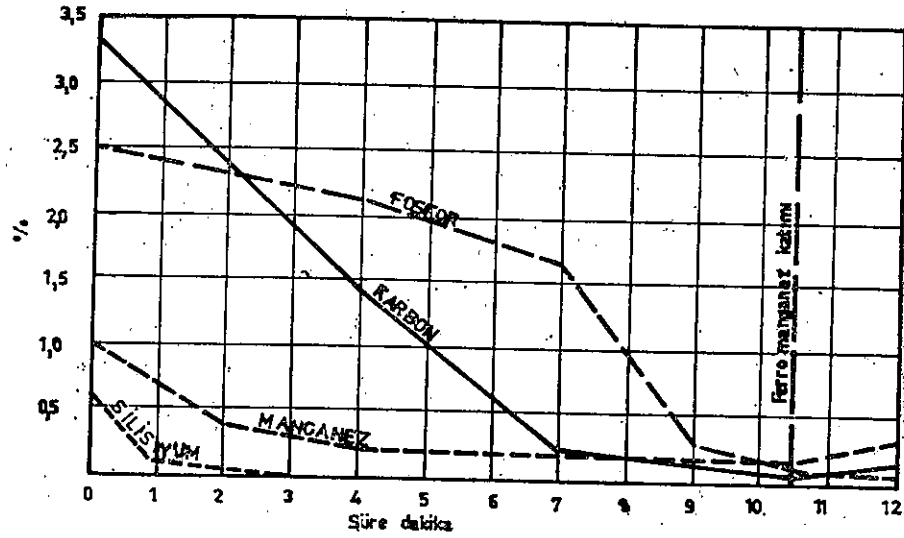
Fosforun yakılmasından sonra hava durdurulur. Konverter eğilerek curuf boşaltılır. Sıvı madenden örnek alınarak analizi yapılır. Analiz sonunda gerekli görülen elementler gerekli miktarlarda katılarak istenen bileşimde çelik yapılır. Aynı zamanda fazla oksitler giderilir, yani redüklenir. Katımlar, ferrolar halinde konverterde gerçekleşir. Ancak bazı katımlar potada da yapılabilir. Konverterde hazırlanmış olan çelik, boşaltılarak alınır. Şekil 4.7 de konverterin yüklenmesi (a), çalışma durumu (b) ve boşaltılması (c) görülmektedir.



Şekil 4.7 Konverterin yüklenme (a), çalışma (b) ve boşaltılması (c) konumları

Konverterde arıtma işlemlerinin toplam süresi 20 dakika civarındadır. Yükleme ve boşaltma işlemleri ile bu süre 30 dakikaya kadar çıkar.

Şekil 4.8 de Thomas yönteminde elementlerin % miktarlarına göre yanma sürelerini veren bir grafik görülmektedir. Örneğin % 0,5 oranındaki silisyumun ikinci dakikanın üzerinde tamamen yandığı, manganezin ise 6 ve 7. dakikalardan sonra bile bir miktar kaldığı açıkça görülüyor.



Şekil 4.8 Thomas yönteminde elementlerin miktarları ve yanma süreleri

Bessemer yönteminde fosforu az (% 0,1), silisyumu çok (% 1-2) Thomas yönteminde fosforu çok (% 1,7-3), silisyumu az (% 0,2-0,6) dökme demirler kullanılır. Bessemer yönteminde kükürtün de az olması (% 0,05) istenir.

Bir ton dökme demirden ortalama 900 Kg. çelik, 200 Kg. curuf elde edilir. Thomas curufu öğütülüp elenerek gübre olarak kullanılır. Tarım için yararlı bir yan üründür.

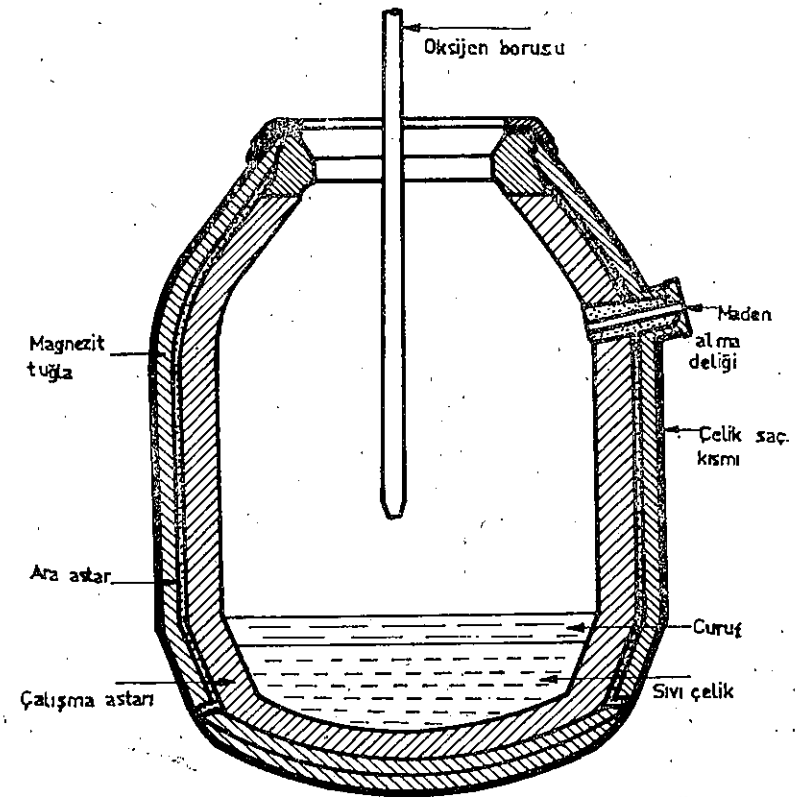
Thomas çeliklerinin özellikleri, aynı miktardaki karbonlu Martin çeliklerine göre düşük ise de, daha ucuz elde edilirler. Profil demirleri, çubuk ve tel çekimine elverişlidirler. Demiryolu raylarının yapımında da kullanılırlar.

4.5 — OKSİJEN KONVERTERİ :

1 — TANITILMASI :

Thomas konverterinde değişiklikler yapılarak Oksijen Konverteri ortaya çıkarılmıştır. Şekil 4.9 da görüldüğü gibi düzgün duruma getirilmiş, ağız kısmının eğikliği kaldırılmıştır. Hava yerine, arılığı % 98-99 olan oksijen üflenmektedir. Basıncı oksijen içiçe geçmiş ikili bir boru ile maddenin yüzeyine verilmektedir. Boru, su ile soğutulur. Bu yöntemle elde edilen çeliklere Oksijen Çelikleri denir. Bu yöntem ilk kez 1952-53 yıllarında, Avusturyada Linz ve Donawitz işletmelerinde kullanılmaktadır.

Genellikle 60-200 tonluk olarak kuruluurlar. Konverterin dış kısmı çelik sactır. İç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanır. Çoğunlukla bazik astar kullanılır.

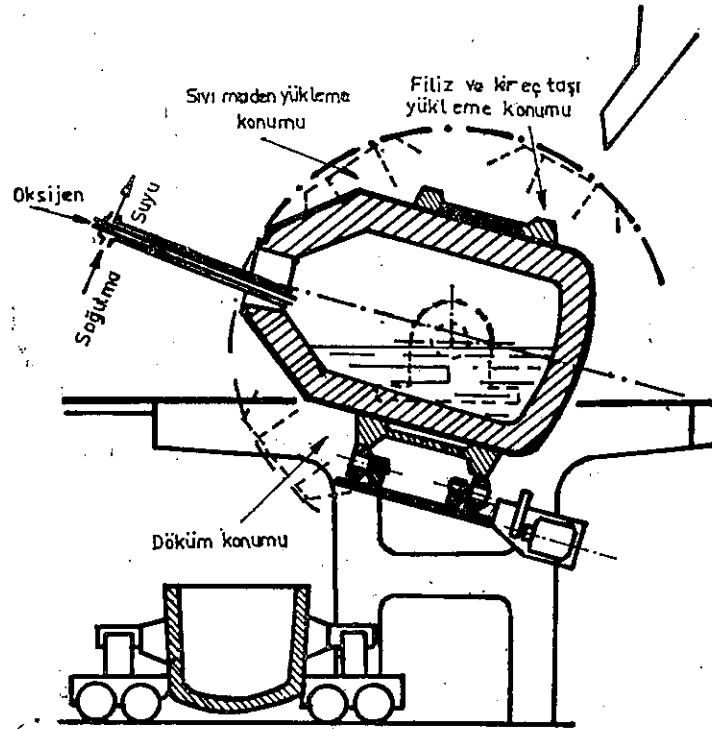


Şekil 4.9 Oksijen Konverteri

Oksijen konverteri diğerlerinde olduğu gibi eğilebilecek şekilde yataklandırılmıştır. Yükleme ağız kısmından yapılır. Elde edilen çelik yandaki maden alma deliğinden boşaltılır.

35 tonluk bir konverter için, yükseklik 7,4 m., iç çap 2,7 m., astar kalınlığı 60 cm. olur. Bir astar 25-50 bin ton çeliğin elde edilmesinde kullanılabilir.

Oksijen konverteri dik durumda çalıştığı gibi yatık çalışanları da yapılmıştır. Bunlar ilk kez İsveç'te kullanılmıştır. Şekil 4.10 da yatık çalışan bir oksijen konverteri görülüyor. Bunlar dik olarak doldurulur, yatık olarak çalışır. Çalışma sırasında yatayla 17°'lik açı yapar. Oksijen borusunun eğikliği 23° olur. 30 tonluk bir konverterin boyu 5,6 m., dış çapı 5,6 m. ve astar kalınlığı 60 cm. dir. Ekseni etrafında 30° açı ile döner. Yükleme, çalışma ve boşaltma durumlarına getirmek için, diğer konverterlerde olduğu gibi eğilebilir durumda yataklandırılmıştır.



Şekil 4.10 Döner konverter

2 — ÇALIŞTIRILMASI :

Döküme hazırlanan konvertere sıvı madenle beraber hurda yükle-

nir. Oksijenin üflenmesi ile yanan elementlerin çıkardığı ısı, madenin sıcaklığını çok yükseltir. Yüklenen hurda bu sıcaklığı uygun dereceye indirir. Hurdanın miktarı yanan elementlerin ısı verme gücüne bağlıdır. Özellikle silisyum miktarı göz önüne alınır. Sıvı madendeki silisyum miktarı arttıkça hurda miktarı da artar. Ortalama olarak sıvı madenin % 20-35 i kadar olur. Ayrıca demir filizi de yüklenmektedir.

Konvertere önce hurda konur, sonra sıvı maden doldurulur. Sabit konverter düşey, döner konverter ise yatay duruma getirilir. Oksijen borusu gerekli yüksekliğe ayarlanır Oksijenin üflenmesi başlatılır. Oksijen borusunun maden yüzeyinden yüksekliği, aygıtın tipine, yüklenen hurda miktarına, oksijenin miktar ve basıncına göre tesbit edilir. İşletme denemeleri de göz önüne alınır. Genellikle bu yükseklik 30-150 cm. arasında olur. Oksijenin basıncı dik konverterde 6-15 Kg/cm². döner konverterde 3 Kg/cm². dir. Bir ton çelik için oksijen miktarı 60 m³. kabul edilir. 100 tonluk bir konverterde, 64 mm. çapında bir borudan 200-225 m³./dak. oksijen üflenir. Bazı oksijen konverterlerinde, üflenen oksijene kireç tozları karıştırılır. Bu şekilde fosfor ve kükürtün daha iyi giderilmesine yardımcı olunur.

Üfleminin başlaması ile yukarıdaki bir depodan yanmış kireç, fluorspatı, demir oksidi (tufal) yüklenir. Yanmış kireç miktarı curufun baz derecesi $\left(\frac{\text{Ca O}}{\text{Si O}_2}\right)$ ile artar. Baz derecesinin (3) olması uygun görülür.

Borunun ağzından hızla üflenen oksijenin etkisi ile maden karışır ve elementlerin oksitlenmesi başlar. Demir oksidin bir kısmı eriyiğin içine dağılır. Karbon yanarak CO ve CO₂ durumuna gelir. Şiddetli bir kaynama olur. Aynı zamanda Si, Mn, P, S de oksitlenir. Oksitlenmeler Thomas konverterindekine benzer. Meydana gelen oksitler curufa karışır.

Karbon yanınca, üfleme sırasında görülen tozlu ve kırmızı kahverengi duman azalır. Oksijen üflenmesi durdurulur. Üfleme borusu yukarı çekilir. Konverter eğilerek madenin sıcaklığı daldırma prometre ile ölçülür. Sıcaklığın, az karbonlu çelikler için 1600-1610 °C olması uygun görülür. Sıcaklık yüksek olduğu zaman hurda katılarak düşürülür. Az olursa oksijen üflenerek yükseltilir. Sıvı çelikten örnek alınır. Analizi yapılır. Karbon fazla ise, oksijen üflenerek yakılır. Çeliğin istenen bileşiminin sağlanması için gerekli katımlar yapılır. Nikel, molibden, bakır konverterde karıştırılır. Ferrolar (Fe-Mn; Fe-Si) alüminyum ve kok (karbon vermek için) sıvı çelik potaya alındıktan sonra, potada katılır.

Bir döküm 30-50 dakika sürer. 24 saatte 40-50 döküm yapılabilir. Döküm bitince konverter temizlenerek yeni döküm için hazırlanır.

4.6 — SIEMENS - MARTIN OCAĞI :

1 — TANITILMASI :

Siemens - Martin Ocağı çelik elde etmede kullanılan bir ocaktır. Özellikle, çok düşük değerdeki hurdaların ergitilmesinde yararlı olmaktadır. Bu ocak, Siemens'in bulduğu ısıtma sisteminin Martin tarafından 1865 yılı civarında, uygulaması ile meydana gelmiştir. Ocağın tabanı üzerine yüklenen gereçlerin arıtılması ile çelik elde edilir. Yüklenen gereçler, çeşitli çelik hurdaları (parça, kırıntı, talaş, v.b.), sıvı ham demir ve katık maddeleridir. Gaz yakacak ve hava, ısıtıcılarda (reküperatörlerde) ısıtılarak ocağa gönderilir. Yanma ile 1700-2000 °C sıcaklık elde edilir. Gaz yakacak bir ek kuruluşta hazırlanır.

Siemens - Martin ocağı 15-500 tonluk olarak yapılır. 75 tondan yukarı olanlar devrilebilir durumda olur. Bu şekilde, maden alma deliğinin açılıp kapatılması ortadan kaldırılır.

Yakıt olarak genellikle gaz yakacaklar kullanılır. Ençok kullanılan jeneratör gazıdır. Yüksek fırın gazı tamamlayıcı yakıt olarak kullanılmaktadır. Jeneratör gazının bileşimi: % 25 CO; % 5 CO₂; % 15 H ve hidro karbonatlar; % 55 N₂ civarındadır. 1 m³.ü 1400 kalori (K. cal) verir. Amerika'da mazotla ısıtılan büyük ocaklar yapılmıştır. Bunlarda yakacağın ısıtılması sorunu ortadan kalkmıştır.

Siemens - Martin ocağında harcanan yakıtın mâliyeti, elde edilen çeliğin mâliyetinin % 4 ü oranındadır.

Bu ocaklar, asitik veya bazik astarla çalışırlar. Asitik astarla çalışmada fosforu az gereçler kullanılır. Bazik ocaklarda ise fosforu çok olan düşük değerli gereçler ergitilirler. Asitik yöntem günümüzde çok az uygulanmaktadır.

Siemens - Martin ocağının :

Ucuz gereçleri (Talaş, kırıntı, fosforu çok, v.b.) değerlendirme,

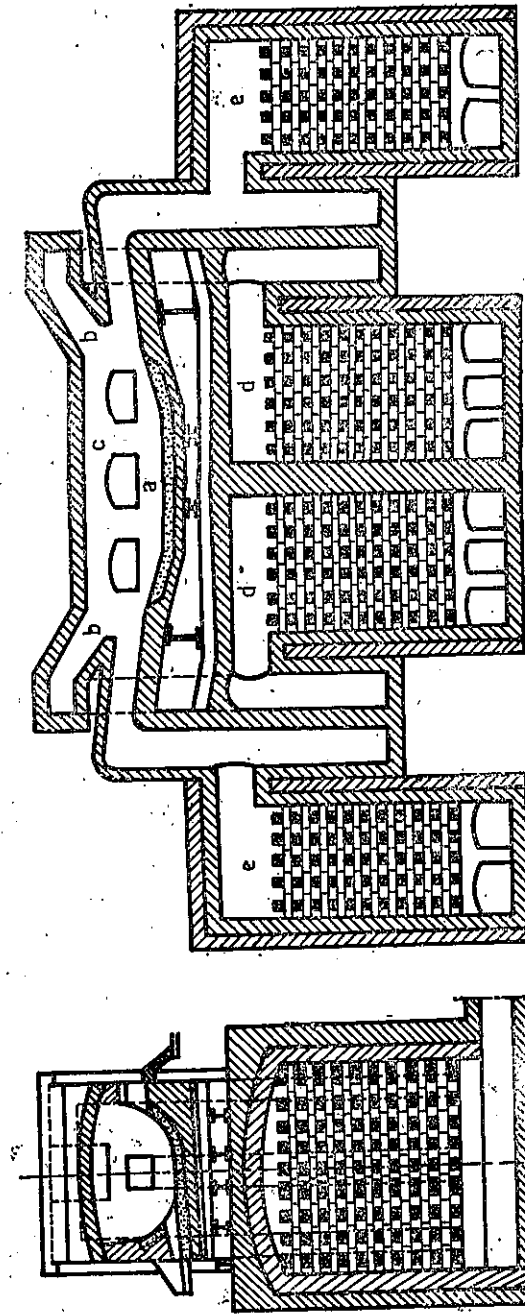
İyi kalitede çelik elde etme,

Değişik bileşimlerde alaşım çelikleri hazırlama (Cr, Ni, v.b.) gibi üstün özellikleri yanında :

Kuruluş harcamalarının yüksekliği,

Çalışmasının yavaşlığı,

Yakacak için yapılan harcamaların, örneğin konvertere göre fazla-lığı söylenebilir.



Şekil 4.11 SIEMENS - MARTIN ocağı

- a. Ergitme kısmı.
- b. Hava ve yakacak girişleri.
- c. Tavan.
- d. Hava ısıtıcıları.
- e. Yakıt ısıtıcıları.

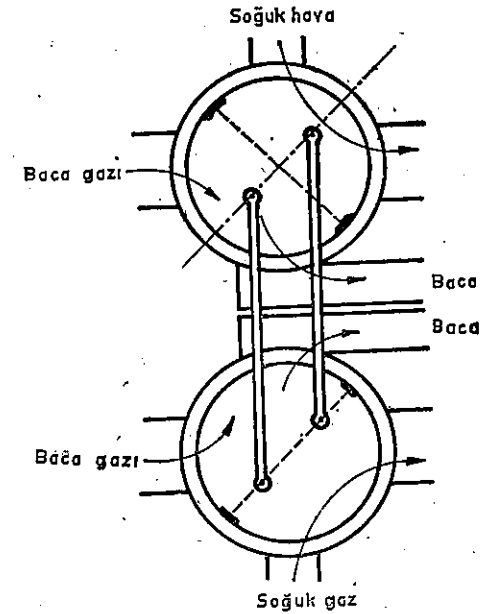
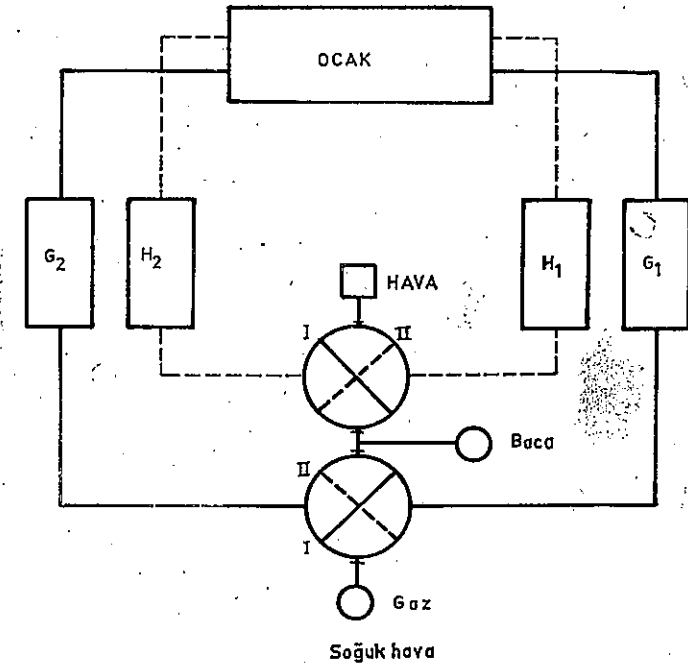
2 — BÖLÜMLERİ :

Siemens - Martin ocağı aşağıdaki bölümlerden meydana gelir :

a) TABAN : Şekil 4.11. a ocağın tekne biçimindeki alt kısmıdır. Maden bu kısma yüklenir, ergime ve arıtma işlemleri burada olur. Ölçüleri ocağın büyüklüğüne göre değişir. Örneğin, 60 tonluk bir ocakta, boyu 11 m. genişliği 4 m. 100 tonluk bir ocakta ise boyu 24 m. genişliği 6 m. olur. Tavanın sağlamlığı bakımından, genişlik az tutulmağa çalışılır. Ocak içindeki sıvı madenin yüksekliği, asitik ocaklarda 40-75 cm., bazik ocaklarda 35 cm. olur. Bazik ocaklarda, madenin curufu ile temasını arttırmak için sıvı yüksekliği az tutulmaktadır.

Tabanın alt kısmı, çeşitli profil demirleri ile desteklenmiş çelik plâkalarla meydana gelir. Bunun üzeri ısıya dayanıklı gereçlerle kaplanır. Asitik ocaklarda iki veya üç kat silis tuğlası döşenir. Üstü 30 cm. kalınlığında, % 3-5 killi silis harcı ile sıkıştırılarak kaplanır. Taban kalınlığı duvarlara doğru artar. Ortası çukur bir tekne biçimi oluşur. Bazik ocaklarda manyezi veya kromit tuğlaları döşenir. % 5 katran bağlayıcılı manyezi veya dolomit harcı ile kaplanır. Bunlarda taban düz olur. Nedeni, curuf ile temasın çoğalmasındır. Ocak tabanı, maden alma deliğine doğru hafifçe eğik olur. Çok iyi hazırlanmış olması gerekir.

b) OCAK DUVARLARI : Ocağın dört duvarı, dökme demir plâkalarla sarılmış ve dıştan profil demirleri ile desteklenmiştir. Asitik ocaklarda silis, bazik ocaklarda manyezi tuğlaları ile örülürler. Ancak, ucuz olması için üst kısımlar bazik ocaklarda da silis tuğlası olur. Alevlerin çok geldiği kısımların, çekmesi az olan tuğlalardan örülmesi uygun görülür. Sıvı madenin basıncına daha iyi dayanabilmesi için, alt kısımları daha kalın yapılır. Alt 40 cm. üst 70 cm. civarında olur. Bazı büyük ocaklarda duvarlar su ile soğutulur. Uzun duvarlardan birinde maden alma deliği, diğerinde gözetleme, curuf alma ve yükleme kapıları bulunur. Kalkıp inerek açılıp kapanan bu kapıların sayısı 3-5 adettir. Dar duvarlarda hava ve gaz girişleri bulunur. Üstte hava girişi vardır, biraz daha geniştir. Alttan gaz gelir. Alev maden üzerine yönelir. Şekil 4.11. b. Aynı giriş kanalları, çıkış görevini de yapar. Bir taraftakiler yanma yaparken, karşı taraftakiler sıcak gazların çıkışı sağlar. 30-40 dakikada bir, hava ve gazın gelişi ile sıcak gazların çıkışı yön değiştirir. Bu değişme özel bir düzence sağlanır. Şekil 4.12 bu düzeni ve dolaşımı göstermektedir.



Şekil 4.12 Yön değiştirme düzeni

c) TAVAN : Ocağın tavanı silis tuğlaları ile örülür. Kalınlığı 30 cm. olur. Hafifçe dış bükeydir (Şekil 4.11. c). Çelik iskeletlerle sağlamlaştırılır. Ocak duvarlarına bağlanır.

Tavanın sıvı maden yüzeyinden yüksekliği 2 m. kadar olur. Bir tavan 2000 döküme kadar dayanabilir.

d) ISITICILAR (Reküperatörler): Bir ocakta 4 tane ısıtıcı vardır. Şekil 4.11 d ve e. Bunlardan ikisi (d) havayı, ikisi (e) gaz yakıtı ısıtırlar. Isıtıcılar, içine çapraz olarak tuğlalar konulmuş odalardan meydana gelir. Gaz, hava ve sıcak baca gazları tuğlalar arasından dolaşır. 60 tonluk bir ocak için, yığılan tuğlaların yüksekliği 6 m. dir. İç kısımdaki hava ısıtıcılarının (d) kesit alanı 14 m², dış kısımdaki gaz ısıtıcılarının (e) kesit alanı ise 11 m² olur. Isıtıcı baca gazlarının çekimi yüksek bir baca ile sağlanır. Havayı kuvvetli bir vantilatör düzeni verir. Ocaktan çıkıp ısıtıcılara gelen gazın sıcaklığı 1580 °C civarındadır. Bununla ısıtıcının üst kısmı 1200-1300 °C, alt kısmı 300 °C civarında ısınır. Isıtıcılar 75-600 dökümde bir temizlenir.

e) YÖN DEĞİŞTİRME DÜZENİ : Şekil 4.12 de görülen bu düzen, hava ve yakacağın, ocağın bir tarafındaki girişlerden kesilerek diğer tarafına çevrilmesini sağlar. Boşalan kanallardan, sıcak baca gazlarının çıkışı başlar. Şekil 4.12 de H₁, H₂ hava ısıtıcıları, G₁, G₂ gaz ısıtıcılarıdır. Şekildeki konuma göre, H₁ ve G₁ de ısınır (gaz 1000 °C, hava 1300 °C civarında) ocağa girmektedir. Ocaktan çıkan gazlar H₂ ve G₂ de dolaşarak onları ısıtır. Yön değiştiriciden geçerek bacaya giderler. Düzen içindeki kesiciler (I) durumdan (II) duruma getirilince, hava ve yakacak gazın yönü H₂ ve G₂ ye döner. Ocaktan çıkan baca gazları H₁ ve G₁ ısıtıcılarına gelir. Onları ısıtarak bacaya geçerler. Yön değiştirme 30-40 dakikada bir olur.

3 — SIEMENS - MARTİN OCAĞININ ÇALIŞMASI :

Bu ocaklarda çalışma asitik ve bazik olur. Ancak daha çok bazik yöntem kullanılmaktadır. Ocağın yüklenmesi ve yakılması ile beraber, ergitme ve arıtma işlemleri başlar. Arıtmadan sonra oksitler giderilir. Daha sonra, istenen bileşimde çeliğin elde edilmesi için gerekli olan elementler katılır.

a) YÜKLEME : Siemens - Martin ocağına yüklenen gereçler değişik oranlarda çelik hurdaları (parça, kırıntı, talaş, v.b.), katı ham demir, sıvı hamdemir, demir filizi, kireçtaşından (veya kireç) meydana gelir. Bazan yalnız çelik hurdası veya yalnız sıvı ham demirle çalıştığı da görülür.

Ancak, ençok uygulanan şekil, çelik hurdası ve sıvı hamdemir karışımı olur. Buna bir miktar katı ham demir katılır. Hurda ve sıvı maden oram, çok defa yarıyarıyadır.

Büyük ocaklar yüksek fırın yanında olur. Sıvı hamdemir yüksek fırından alınır. Sıvı madenin kupol ocağından alındığı kuruluşlar da vardır.

Ocağın yüklenmesinde önce, curuf yapıcı olarak kireçtaşı taban üzerine yayılır. Eğer konacaksa, filiz kireçtaşının üstüne dağıtılarak yüklenir. Çelik hurdaları bunların üzerine konur. Düzenli bir şekilde yayılır. Bazan kireçtaşının çelik hurdalarının üzerine yayılarak yüklendiği de görülür. Kireçtaşının miktarı, bileşime bağlı olmakla beraber % 10 (% 5-6), oranında kabul edilir. Kireç şeklinde konunca, bu miktar azalacaktır. (% 3-4). Demir filizi miktarı, karbon miktarı ile diğer oksijen verici kaynaklara bağlıdır. Genellikle % 0-25 arasında alınır. Sıvı hamdemirin çok olması halinde, karbon yüzdesi çoğalacağından, demir filizi miktarı da artacaktır. Bu durumda, bir miktar demir filizi, madenin ergimesinden sonra katılır. Bunun için sıcaklığın yüksek olması gerekir. Uygulamada 150 tonluk bir ocağa 2,5-3 ton demir filizi yüklenerek % 0,4 civarında karbon yakılabilir.

Ocağa katı ham demir, çelik hurdasının üzerine, ocağın çalışması ve ergimesinin başlamasından sonra yüklenir. Sıvı ham demir bundan sonra doldurulur. Bu sürede çelik hurdası ergimiş olacaktır.

Siemens - Martin ocağında yükleme işlemleri, boyu 2 m. olan büyük bir kepçe ile yapılır. Kepçe doldurularak ocak içine sokulur. Ters çevrilerle boşaltılır ve çekilir. Kepçenin hareketleri bir gezer vinç ile sağlanır. Az miktardaki katım maddeleri kürekle yüklenir.

b) ERGİME VE ARITMA : Çelik hurdaları yüklendikten sonra, ocak çalışmaya başlatılır. Oksitleyici alevler madeni ısıtır. Ergime başlar. Ergime ile beraber oksitlenmeler de başlayacaktır. Oksitlenmeyi sağlayan kaynaklar şöyle sıralanabilir :

Hurdaların üzerindeki oksitler (pas),

Demir filizleri (tufal, briket filiz, zinterlenmiş filiz),

Kireçtaşının çıkardığı CO₂ gazı,

Alevlerin oksitleyici ortamı,

Curuftaki oksitler (FeO, MnO, v.b.).

Hurdaların ergimesi ve sıvı hamdemirin yüklenmesi ile kireç, demir oksitleri, silisyum, mangenez, karbon, fosfor arasında reaksiyonlar başlar ve hızlanır. Önce silisyum oksitlenir. Manganez, aynı zamanda, ancak daha yavaş olarak oksitlenmeye devam eder. Manganez oksit, silis ile birleşir. Silisyum ve manganezin büyük kısmı oksitlenince karbon yanmağa başlar ve bir kaynama görülür. Kaynama karbonun yanması biterken kesilir. Karbon miktarı % 0,2 ye inmiştir. Bundan sonra fosfor oksitlenir. P_2O_5 haline gelerek kireçle birleşir. Üçlü kalsiyum fosfat ($3CaO + P_2O_5$) meydana getirir. Curuf ne kadar bazik ve oksitleyici olursa bileşimde kalan fosfor miktarı o kadar az olur. Bu arada, kükürtün ayrılması bazik curuf ile hızlanır. Kalsiyum ile birleşerek (CaS) curufa geçer. Ancak, uygulamada kükürt % 0,2 den aşağı inemez.

Ergiyiğin üzerinde silisyum, demir, manganezle asidik bir curuf meydana gelir. Bu, gazlı ve kabarık bir curuftur. Toplanıp boşaltılır. Yerine bazik bir curuf oluşturulur.

Oksitlerin özellikle demiroksidin indirgenmesi için önce ergiyiğin sıcaklığı bir miktar artırılır. Ferro silisyum ve ferro manganez katılarak oksitler giderilir. Bunun için bazen alüminyum da kullanılmaktadır.

Gerekli analiz ve deneyler yapılır. İstenen bileşimin elde edilmesi için gerekli görülen katımlar yapılır. İşlemler tamamlandıktan sonra yeniden deneyler uygulanır. Gerekliyorsa yeni katımlar yapılır.

Çelik hazır olunca büyük bir potaya alınır. Buradan diğer potalara aktarılır. Bazı durumlarda, maden ocaktan potalara, kupol ocağında olduğu gibi, sıra ile alınır da bu yöntem pek uygun görülmemektedir.

Toplam işlemlerin süresi ocağın büyüklüğüne göre değişir. 50 tonluk bir ocak için bu süre 8 saat civarındadır.

Aşağıdaki örnek ocağın üretimi hakkında bir fikir verebilir :

% 3,6 C. lu 20 ton dökme demir; % 0,5 C. lu 20 ton demir hurdası; 3 ton demir filizi (% 70 Fe_2O_3) ve 4 ton kireçtaşı harcanarak % 0,3 C. lu çelik alınmaktadır. Ayrıca, 5 ton curuf meydana gelir. Curufun % 20 si demir oksidi, diğer kısmı silis ve kireçtir.

c) POTA ÇELİĞİ YAPIMI : Siemens - Martin ocağının tabanına eritme potaları sıralanmış ve bunların içine konan malzemenin ergitilmesi ile iyi özellikte çelikler elde edilmiştir. Bunlara pota çelikleri denilmiştir.

4.7 — POTA OCAKLARI :

1 — TANTILMALARI :

Bu ocaklarda, maden ve alaşımlar bir pota içine konarak ergitilirler. Potanın etrafından verilen ısı, maden veya alaşımın sıcaklığını yükseltir. Yeterli sıcaklığa yükselince ergime gerçekleşir. Maden yakacakla bir arada değildir. Alevler ve gazlar madene değmemektedir. Bu yüzden madenin bileşimi bozulmaz. Pota ocakları çeşitli alaşımların yapılmasına elverişlidirler. Çeliklerin, çeşitli dökme demirlerin, bakır, alüminyum, magnezyum, v.b. alaşımlarının ergitilmesinde kullanılırlar.

2 — BÖLÜMLENMELERİ :

Pota ocakları, sabit veya döner olarak kurulabilirler. Bu ocaklar dört grupta toplanarak incelenebilirler :

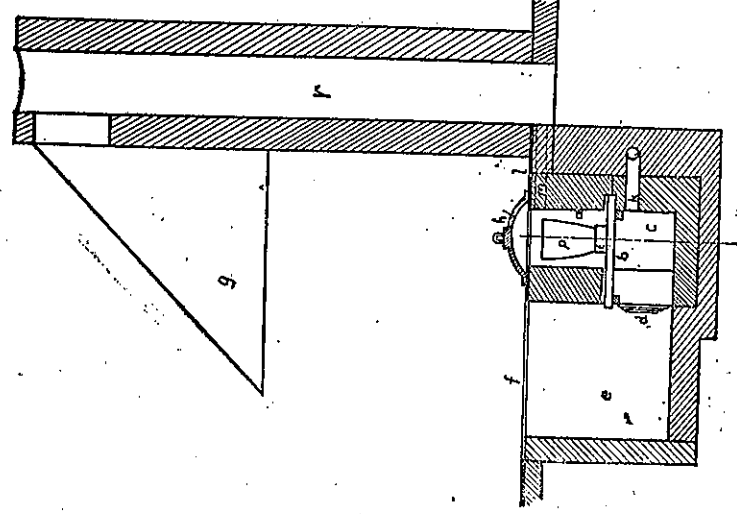
- Kök kömürü ile çalışan pota ocakları,
- Sıvı yakacaklarla (akaryakıtla) çalışan pota ocakları,
- Gaz yakacaklarla çalışan pota ocakları,
- Elektrik enerjisi ile çalışan pota ocakları.

a) Kök Kömürü ile Çalışan Pota Ocakları :

Kök kömürü ile çalışan pota ocakları, Yer Ocakları ve Döner Pota Ocakları olmak üzere iki bölüme ayrılabilirler:

I) Yer Ocakları : Bunlar atelyenin tabanına yerleştirilirler. Üst yüzeyleri yer ile aynı düzeyde olur. Zorunlu durumlarda 20 cm. yüksekte olabilirler. Bu yükseklik, potanın bir kaldırma aygıtı ile çıkarılması halinde 70 cm. ye kadar çıkabilir. Ocağın şekli silindirik olmakla beraber, kare prizma biçiminde olanları da kurulup kullanılmıştır. Kokun yanması, önceleri büyük bir bacanın çekmesi ile sağlanıyordu. Bunlara, Doğal Çekmeli Yer Ocakları adı verilmektedir. Sonra vantilatör kullanılmaya başlandı. Bu ocaklar, özellikle alaşımların ergitilmesinde uzun yıllar kullanılmışlardır. Bu gün yerlerini daha gelişmiş ve çalıştırılmaları daha az yorucu olan başka ocaklara bırakmaktadırlar.

Şekil 4.13 de vantilatörle çalışan iki silindirik yer ocağı görülmektedir. Bu ocaklar, tek olarak yapıldıkları gibi, iki veya daha çok sayıda yanyana da kurulabilirler. Kapasiteleri genellikle değişik olur. Gerek duyulan kapasitedeki çalıştırılır. Bazen beraber çalıştıkları da olur. Şekilde görüldüğü gibi ocak gövdesi (a) ısıya dayanıklı gereçlerle örülerek mey-



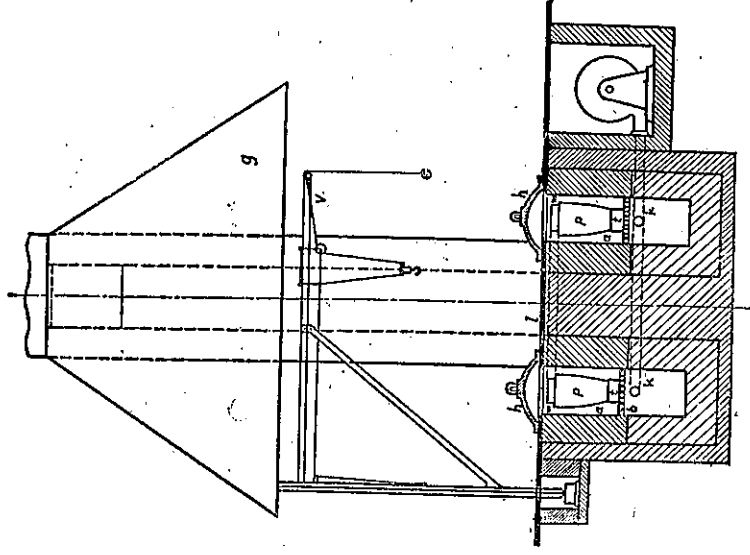
Şekil 4.13 Yer Ocağı

a. Ocak gövdesi.
b. Izgaralar.
c. Küllük.
d. Küllük kapağı.

e. Boşluk.
f. Izgara.
g. Gaz toplayıcı.
h. Ocak kapağı.

l. Plâkalar.
k. Hava deliği.
m. Baca deliği.
r. Baca.

p. Pota.
v. Kaldırma aygıtı.
z. Ventilâtör.



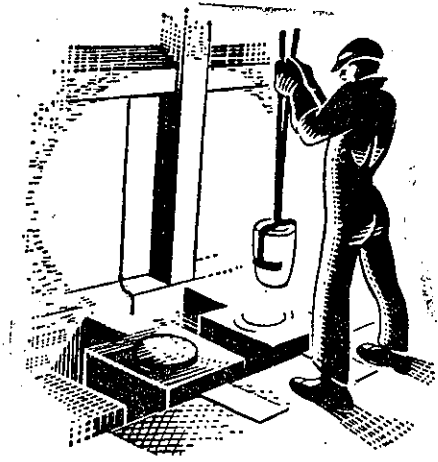
dana getirilmiş ve çelik sac ile sarılmıştır. Saca yakın kısımlar ve küllük kısmı daha düşük özellikte tuğlalarla örülür. Ocağın çapı, kullanılacak ergitme potasının çapına göre seçilir. Potanın dış kısmında 10 ar cm. lik kömür boşluğu bırakılır. Boyu da pota boyuna göre ayarlanır.-Ocak gövdesi, alt kısımdaki izgaralarla (b) son bulur. Bu izgaralar çubuk şeklindedir ve yerlerinden çıkarılabilirler. Izgaraların altı küllük (c) kısmıdır. Küllüğün ön kısmı bir kapakla (d) kapatılmıştır. Kapak bir boşluğa (e) açılır. Boşluğun üzeri izgaralarla (f) örtülmüştür. Ocağın üst kısmı plâkalarla (l) kaplanmıştır. Bombeli yapılmış olan ocak kapağı (h), üstünde bulunan kanca yardımı ile, bu plâkalar üzerinde kaydırılarak açılıp kapanır. Kapak dökme demirden dökülmüştür. Pota (p) ocak izgaraları üzerine konan altlığa (t) oturur. Altlık özel olarak yapılmış bir tuğladır. Gereğinde buraya normal ateş tuğlası da konabilir. Ventilâtörden (z) gelen basınçlı hava, hava kanalından hava deliğine (k) oradan küllüğe geçer. Izgara aralarından ocak içine girer ve kok kömürünü yakar. Bazı ocaklarda ventilâtör sabit olmaz. Küllük kapağındaki bir boruya bağlanır. Çalışma sırasında yerleştirilir. Ocak açılırken yerinden alınır. Doğal çekmeli ocaklarda bu kapak yoktur. Hava küllüğe buradan girer. Kokun yanması ile çıkan gazlar, baca deliğinden (m) girerek bacaya (r) geçerler. Baca deliği potanın üst kısmına rastlar. Gaz toplayıcı (g) ocak kapağının açılmasında çıkan ve kapak etrafından sızan gazları toplayarak bacaya ulaştırır. Pota bir kaldırıcı ile (v), ocaktan çıkarılır. Bir çok yer ocaklarında bu kaldırıcı bulunmaz.

Doğal çekmeli ocaklarda 3-4 saatte bir pota maden ergitilir. Ventilâtörlü ocaklarda bu süre 1/2-2 saattir.

Ocağın ölçüleri kullanılacak potaya göre tesbit edilir. Potalar numaralı olur. Numaralar potanın aldığı bronz miktarını gösterir. 50 numara pota, 50 Kg. bronz alacak demektir. Bu pota için yapılan ocak da 50 numaradır. Potalarda ergitilecek diğer maden ve alaşımların miktarı da buna göre hesaplanabilir. Örneğin, 50 numara bir ergitme potası, 20 Kg. civarında alüminyum ergitecektir.

Ocağın çalıştırılmasında, boşluk kısmı üzerindeki izgaralar açılarak aşağı inilir. Küllük kısmı temizlenerek ocak altındaki çubuk izgaralar yerleştirilir. Ventilâtör sabit değilse, buradaki yerine konur. Kapağın etrafı çamurla sıvanır. Ocak izgaraları üzerine pota altlığı yerleştirilir. Etrafına kok kömürünü yakacak olan tahta parçaları konur. Bunlar ateşlenir. kok kömürü yüklenir. Kömür yanınca, pota altlığının üstü açılarak, madenle doldurulmuş olan pota yerleştirilir. Potanın etrafı kok kömürü ile doldurularak ocak kapağı kapatılır. Ventilâtör çalıştırılarak hava verilir. Ocağın

çalışması başlamıştır. Pota içindeki madenin ergidiği, ocak kapağı kenarlarından ve kapak üzerine açılmış olan delikten çıkan alevlerin renginden anlaşılır. Alev ve gazların rengi değişince, hava kesilerek kapak aralanır. Gerekirse yeni maden konarak pota doldurulur. Potanın etrafındaki kömür, bara ile yerleştirilir. Izgara araları kapanmışsa, bara ile vurularak açılır. Potanın etrafı yeniden kok kömürü ile doldurulur. Kapak kapatılarak hava verilir. Maden ergiyip tavlanınca, hava kesilir ve kapak açılır. Dolu pota, ocak takımları yardımı ile çıkarılır. Şekil 4.14 de potanın kavrama ile ocaktan çıkarılışı görülüyor. Kavrama tek kişi tarafından kullanılmaktadır. Ocaktan çıkarılan pota, hazırlanmış olan pota koluna yerleştirilir. Madenin üzerindeki pislikler temizlenir. Potadaki sıvı maden kaplılara dökülür.



Şekil 4.14 Yer ocağından potanın tek kişi tarafından çıkarılması

Döküm sona erince, küllük kapağı (d) açılır. Ocak ızgaraları sıra ile çekilir. Ocak içinde kalan kok kömürleri küllük kısmına iner. Burada söner veya söndürülürler.

Pota ocaklarında kullanılan kok kömürünün kupol ocağındaki kadar iyi özellikte olması gerekmez.

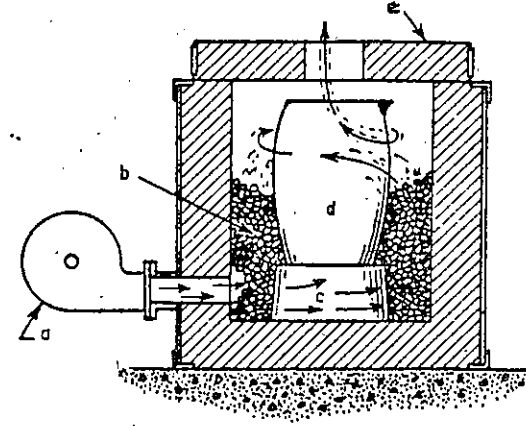
Yer ocaklarının çalışmasında fazla aksama olmaz. Kuruluş kusurları yok ise, en önemli aksama ızgaraların curuf bağlamasıdır. Bu durumda ızgara araları tıkanır, havanın geçişi zorlaşır ve azalır. Bu aksamanın gi-

derilmesi için, yukarıdan bara ile vurularak ızgaraların arasındaki curufların giderilmesi gerekir. Böylece havanın geçişi ve yanmanın normalleşmesi sağlanır. Ocağın çalışması iyi gözlenmezse, kömür yanar, potanın alt kısmı boşalır. Soğuk hava potaya çarpar. Bu durum potanın soğumasına, hatta madenin donmasına sebep olur. Potanın ömrü de azalır. Bunun için kömürün yanmasının iyi gözetilmesi gerekir. Potanın ocaktan çıkarılması en yorucu işlerden biridir. Dikkatli olunmaz ise pota düşürülebilir. Pota kırılır, maden dökülür. Ekonomik zararlar yanında tehlikeli kazalar da olabilir. Sıvı madene sokulacak olan bara, temiz, kepe, v.b. takımların önceden ısıtılmaları gerekir. Özellikle ıslak olmamalarına dikkat edilir. Ters durumlarda, patlamalar meydana gelir, kazalar olur.

Pota ocaklarında harcanan kok miktarı fazla sayılır. Bronz, pirinç için maden ağırlığının % 40-50 si kadardır. Alüminyum için % 100 e kadar çıkabilir. Bu oranlar özel durumlarda daha da yükselebilmektedir.

Günümüzde yer ocakları az kullanılmaktadır. Kokla çalışanları yanında sıvı yakıt kullanılanları da yapılmıştır.

Yer ocakları yanında atelye tabanı üzerine kurulmuş, kokla çalışan, sabit pota ocakları da vardır. Şekil 4.15 böyle bir ocağı göstermektedir.



Şekil 4.15 Atelye tabanı üzerine kurulmuş, kokla çalışan bir pota ocağı

Ocak içi ısıya dayanıklı gereçle örülmüş bir silindirik sacdan meydana gelir. Vantilâtoründen (a) gelen hava ocak içine girer ve kok kömürünü (b) yakar. Meydana gelen ısı, altlık (c) üzerine oturan potadaki (d) madeni ergitir. Ocak, ortası delik bir kapakla kapatılır. Bunların da kullanılmaları

zor ve yorucudur. Şekil 4.16 da bu şekilde kurulmuş bir ocaktan pota çıkarılışı görülüyor. Çıkarma işlemi için iki kişi tarafından kullanılan bir kavrama görülmektedir. Bu ocaklarda potanın çıkarılmasının zorluğu yanında, kokun kontrolü de yorucu bir işlem olmaktadır.

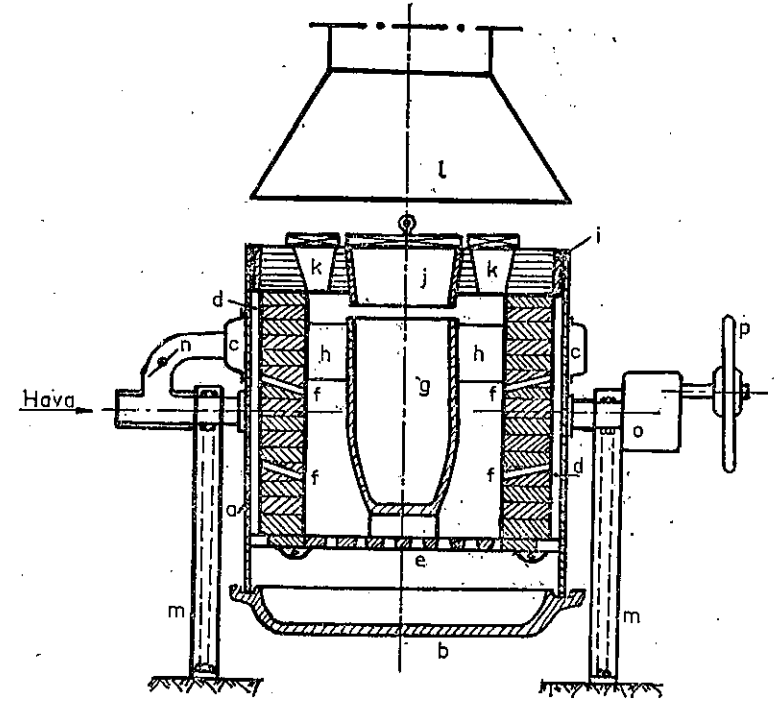
Böyle ocaklarda potanın çıkarılması için bir kaldırma aracı kullanmak uygun olur.



Şekil 4.16 Atelye tabanındaki bir ocaktan potanın çıkarılması

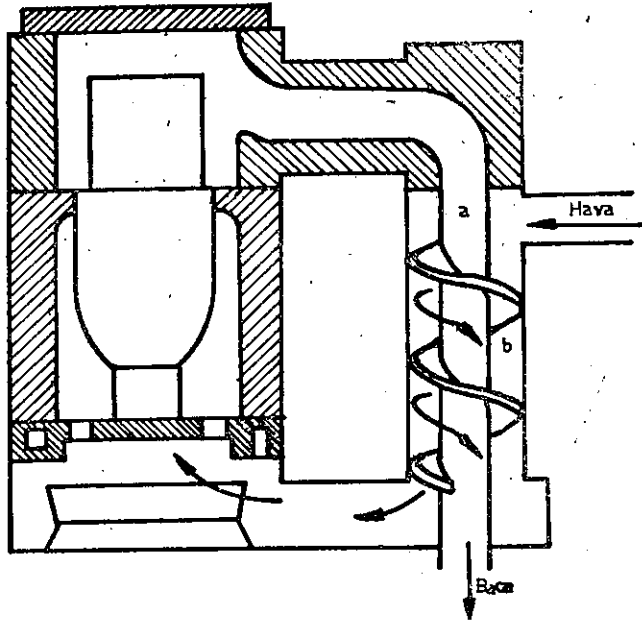
II) Döner Pota Ocakları: Potanın ocaktan çıkarılışı çok yorucu ve zor bir iştir. Aynı zamanda, ocak sıcaklığındaki bir potanın soğuk hava ile karşılaşması, çok erken yıpranmasına sebep olmaktadır. Bunlar düşünülerek, Döner Pota Ocakları yapılmıştır. Bunlar tam dönme yapmazlar. Ancak, içindeki sıvı madenin tamamının boşalabilmesi için 180° civarında dönerler. Pota ocak içinden alınmaz. Ocak eğilerek maden başka bir taşıma potasına aktarılır. Böylece, hem madenin alınması kolaylaşır, hem de pota fazla yıpranmaz. Taşıma potasının çok iyi ısıtılmış olması gerekir.

Döner pota ocaklarının çeşitli şekilleri yapılmıştır. Kok ile çalışanların yanında, diğer ısı kaynaklarından yararlananları da vardır. Şekil 4.17 de kokla çalışan bir döner pota ocağı görülmektedir. Ocak gövdesi (a) silindiri sacdan oluşur. İçi ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Alt kısmı bir dökme demir kapakla (b) kapatılmıştır. Hava kuşağı (c) ocak gövdesi-



Şekil 4.17 Kokla çalışan bir döner pota ocağı

sini çember şeklinde sarar. Buradan gelen hava düşey kanallar (d) yardımı ile ızgaraların (e) altına iner. Yanma kısmına açılan delikler (f) değişik yüksekliklerden hava vererek daha iyi yanmayı sağlarlar. Pota (g), bir altlık aracılığı ile ızgara üzerine oturur ve yanlardan tuğlalarla (h) desteklenir. Potanın ağzı maden alma deliğine rastlatılır. Bu delik arkada kaldığından şekilde görülmemektedir. Ocağın üst kısmı ateş tuğlası ile örülmüş bir kapakla (i) kapatılır. Bu kapağın ortasında bırakılan boşluktan (j) yükleme yapılır. Bunun etrafında kömür koyma ve baralama delikleri (k) bulunur. Sayıları üç veya dört tane olur. Potayı destekleyen tuğlaların arasına rastlatılırlar. Bu delikler çalışma sırasında tuğla ile kapatılırlar. Ocaktan çıkan gazları bir gaz toplayıcısı (l) bacaya yöneltir. Ocak gövdesi, atelye tabanına bağlanmış olan iki ayak (m) üzerine yataklandırılmış bir şekilde oturtulmuştur. Ocak bu yataklar yardımı ile dönmektedir. Hava bu yatakların biri tarafından gelir. Bir klâpe (n) havanın ayarlanmasını sağlar. Diğer yatak tarafında, ocağın döndürülmesini sağlayan, sonsuzvida ve karşılığı (o) bulunur. Bir volan (p), döndürme hareketini vermediği sağlar.



Şekil 4.18 Havası ısıtılarak verilen bir pota ocağı

Pota içinde ergiyen maden, ocak eğilerek maden alma deliği önüne konan bir taşıma potasına boşaltılır. Ergitme işi bitince, alt kapak ve iki parçadan oluşan ızgara açılır. Ocak temizlenerek tekrar kapatılarak hazırlanır.

Ocak çalışırken hava deliklerinin kapanmamasına dikkat edilmelidir. Bu ocakların, alt kısmından hava verilenleri de vardır. Bu durumda hava, bükülebilir bir boru ile verilir. Bazen de havayı getiren boru, ocağın devrilmesinde, ayrılacak şekilde düzenlenir.

Bu ocaklarda, havayı baca gazları ile ısıtarak gönderen düzenlemeler de yapılmıştır. Şekil 4.18 de böyle bir ocak ve havayı ısıtma düzeni görülmektedir. Bacadan çıkan sıcak gazlar, bir boru (a) ile aşağı doğru gönderilir. Bu boru etrafındaki sonsuzvida biçimindeki kanalda (b) dolaşarak gelen hava, ocağın altındaki ızgaraya gelir. Buradan ocağa girer.

Kokla çalışan döner pota ocaklarının da yerini, sıvı yakacakla çalışanları almaktadır.

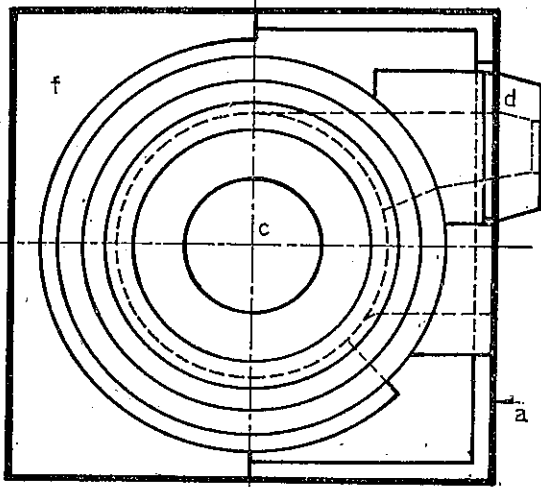
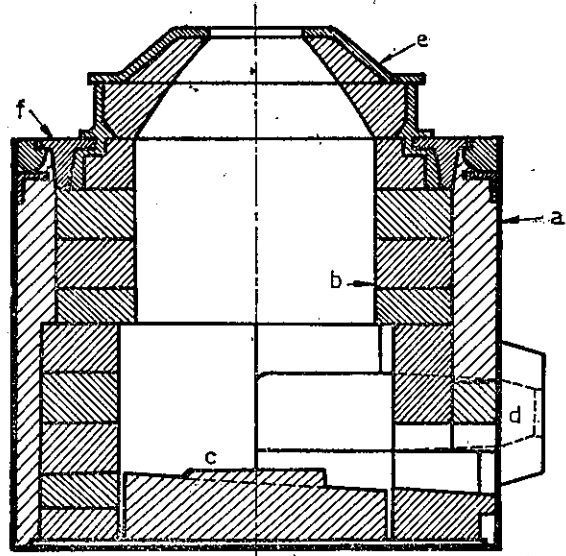
b) Sıvı Yakacaklarla Çalışan Pota Ocakları :

Çeşitli tipleri yapılan bu ocaklarda genellikle mazot, ağır yağ ve fuel oil kullanılır. Sabit ve döner olarak kurulabilirler. Şekil 4.15 de görülen döner pota ocağına bir brülör bağlanarak çalıştırıldığı gibi yer ocaklarına da aynı işlem uygulanabilir.

Şekil 4.19 da çok kullanılan ve sıvı yakıtla çalışan bir pota ocağı görülmektedir. Ocak sabit olarak kurulmuştur. Ergiyen maden pota çıkarılarak veya kepçelerle alınmaktadır. Ocağın atelye tabanına oturan gövdesi (a) çelik sacdır. İçi ısıya dayanıklı gereçlerle (b) örülmüştür. Şekilde de görüldüğü gibi gövdenin alt kısmının çapı daha geniş tutulmuştur. Bu şekilde, ısının tamamının potanın ısınmasına harcanması sağlanır. Ocağın taban kısmı (c) potanın oturabileceği şekilde hazırlanmıştır. Yandaki ateşleme odasına (d) brülör bağlanır. Brülörün eksenini potaya teğet olarak düzenlenmiştir. Ocağın kapağı (e) dökme demirden dökülmüştür. İçi ısıya dayanıklı gereçle kaplanmıştır. Kapak ocağın plâkası üzerine oturur. Ocak plâkası (f) ocağın üst kısmını kaplar, genellikle parçalı olarak yapılır. Kapak ocak plâkası üzerinde kaydırılarak açılır, kapanır. Genellikle, bir tarafından, bir eksen etrafında dönecek şekilde yapılabilir. Bunun etrafında döndürülerek açılıp kapanır. Kapak ortasındaki delikten çıkan gazlar, gaz toplayıcıdan bacaya giderler.

Ocağın çalıştırılması aşağıdaki gibi olur :

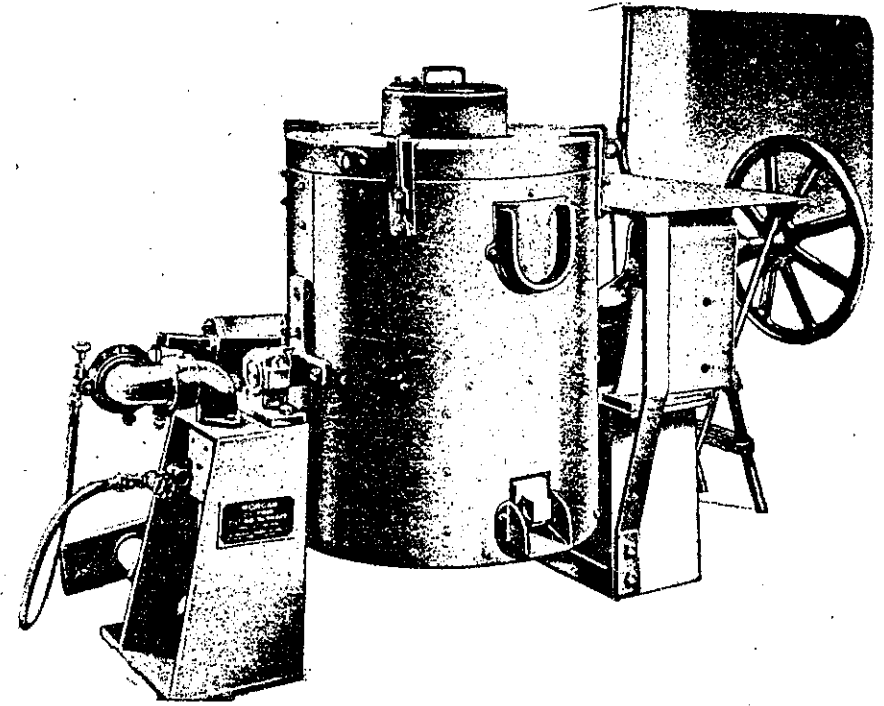
Ergitme potası iyice temizlendikten sonra ocağa yerleştirilir. Pota altlığı üzerine bir miktar kok kömürü tozu konulması, potanın altlığa yapışmasını önler. Ergitilecek maden veya alaşım potaya doldurulur. Doldurulmada, maden külçelerinin ve parçaların dik durumda konulması gerekir. Ters halde, genişleme yüzünden pota çabuk yıpranabilir. Ergiyecek madenin tamamının bir defada konulması en iyi şekildedir. Potanın ağız bir kapakla kapatılır. Ocağın içine, brülörün karşısına gelecek şekilde yağlı üstübu konur. Üstübu ateşlenir. Ventilâtör çalıştırılarak az miktarda hava verilir. Hemen arkasından yakacak gönderilir. Pülverize hale gelen yakacak yanmağa başlar. Alev pota etrafında dönerek yukarıya doğru çıkar. Hava ve yakacak oranı, ocakta az oksitleyici bir atmosfer oluşturacak şekilde ayarlanır. Ocağın bu atmosferde (ortamda) çalışması madenin gaz emmesini önler.



Şekil 4.19 Sıvı yakıtla çalışan sabit pota ocağı

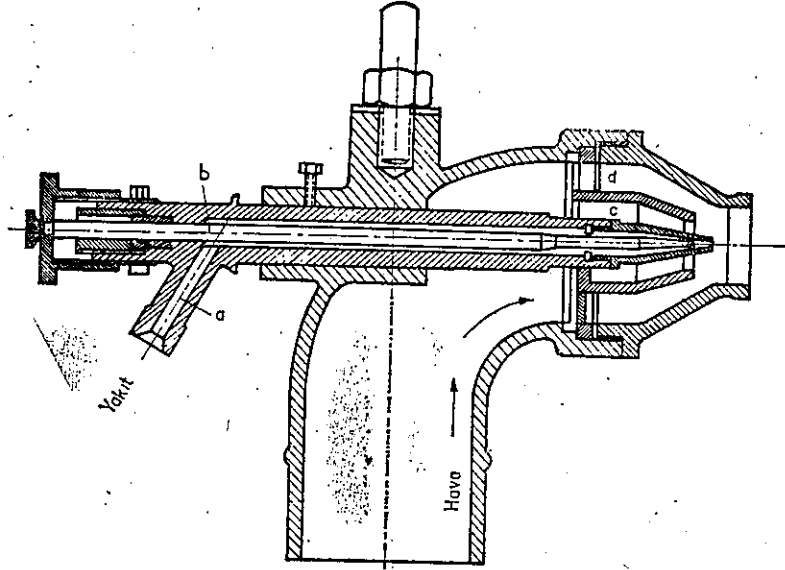
Maden ergiyip döküm sıcaklığına çıkarıldıktan sonra, yakacak ve hava kesilerek yanma durdurulur. Ocağın kapağı açılarak potadaki maden kontrol edilir. Temizlenerek, pota bir kavrama yardımı ile çıkarılır. Hazırlanmış olan kola takılır. Ergitilmiş olan maden kalıplara dökülür. Ergitme devam edecekse, aynı işlemler tekrarlanır. Etmeyecekse, pota iyice temizlenerek ocağa konur ve soğumaya bırakılır.

Şekil 4.20 de sıvı yakacakla çalışan bir döner pota ocağı görülüyor. Özellikleri ve çalışması sabit ocaklara benzer. Ancak, çalışma kolaylığı ve potanın ömrünün uzaması gibi yararları vardır. Maden ergiyince pota ocaktan çıkarılmaz. Volân ve dişli düzeni yardımı ile eğilerek maden bir taşıma potasına alınır. Büyük ocaklarda döndürme düzeni otomatik olarak çalışabilir. Bu ocakların kapasiteleri, bakır alaşımları için 900 Kg. alüminyum alaşımları için 500 Kg. a kadar olabilir.



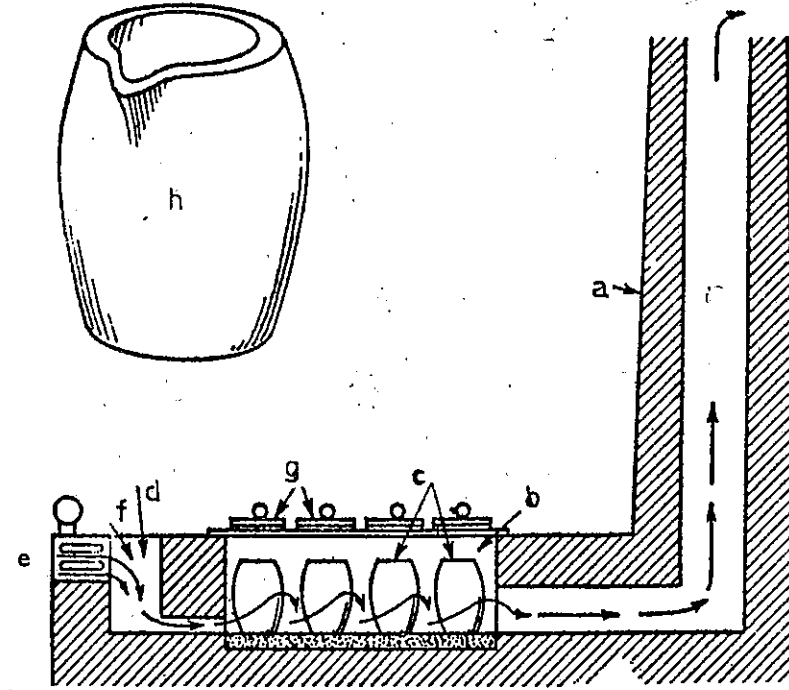
Şekil 4.20 Sıvı yakacakla çalışan bir döner pota ocağı

Şekil 4.21 de bir sıvı yakıt brülörü görülüyor. Brülörler çeşitli tiplerde olmakla beraber, çalışma prensipleri pek az değişir. Şekildeki brülöre yakıt, yukarıda bulunan bir depodan kendi ağırlığı ile gelir. Basıncılı havanın emme etkisi buna yardımcı olur. Giriş kanalından (a) gelen sıvı yakacak, ayarlayıcı mil (b) etrafından geçerek brülör ağzına ulaşır. Havanın bir kısmı iç başlığa (c) girerek yakıtı pülverize hale getirir ve karışımı sağlar. Yanma dış başlıktan (d) gelen hava ile gerçekleşir. Brülör ağzında meydana gelen alev ocağa gönderilir. Alevin uzunluğu ile, elde edilen ısının çok veya azlığı, hava ve yakıtın miktarının ayarlanması ile sağlanır.



Şekil 4.21 Bir sıvı yakıt brülörü

Şekil 4.22 de birden çok pota ile çalışan değişik bir ocak görülmektedir. Çekme büyük bir baca (a) ile doğal olarak sağlanır. Ocak boşluğuna (b) konan potalar (c) yanma odasından (d) gelen alev ve sıcak gazlarla ısınır. Yeterli sıcaklık elde edilince, potaların içinde bulunan madden ergiyecektir. Yanma odasına giren yakıt (e) ve hava (f) burada karışarak yanar. Alev ve sıcak gazlar potalara yönelir. Potaların üst kısmına rastlayan yerlerde kapaklar (g) bulunur. Potaların konulup alınması ve kontrolü buralardan yapılır. Şeklin üst kısmında, kullanılan potalardan (h) biri görülmektedir.



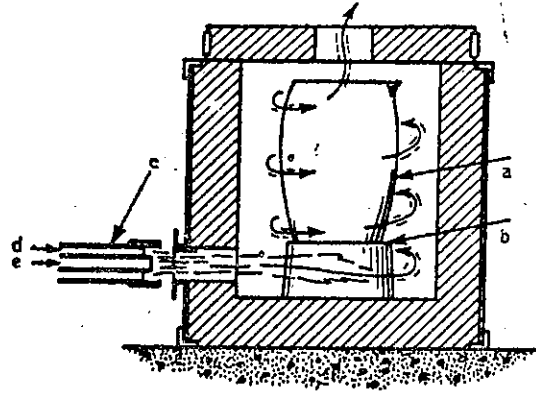
Şekil 4.22 Çok pota ile çalışan bir pota ocağı

c) Gaz Yakacaklarla Çalışan Pota Ocakları :

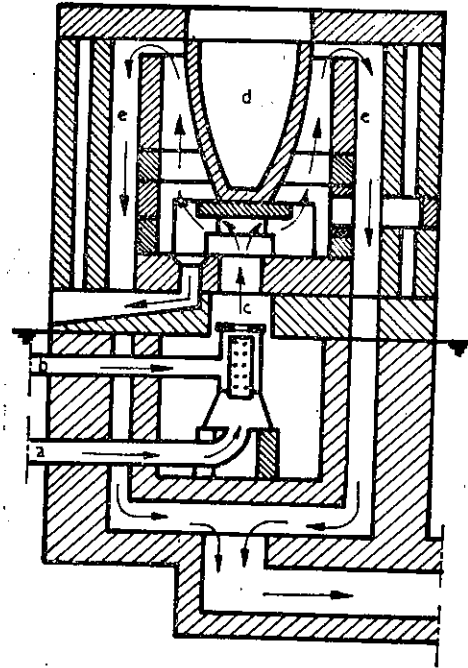
Gaz yakacaklar her yerde, her zaman bulunamadığından, bu ocaklar pek yaygın değildir. Çoğunlukla laboratuvarlarda kullanılırlar. Bunun yanında endüstride kullanılanları da vardır.

Şekil 4.23 de gaz yakacakla çalışan bir pota ocağı görülmektedir. Ocak yapısı kokla ve sıvı yakacakla çalışan benzeri ocakların aynıdır. Pota (a) altlık (b) üzerine oturmaktadır. Brülöre (c) gelen hava (d), gazı (e) yakmaktadır. Meydana gelen alev ve sıcak gazlar, pota etrafında dolaşarak yükselmekte ve ısısını potaya bırakmaktadır.

Şekil 4.24 de havagazı ile çalışan bir pota ocağı görülüyor. Gaz kanalından (a) gelen gazı, hava kanalından (b) hava, brülörde (c) yakar. Brülör gaz için hazırlanmıştır. Yanmadan oluşan alevler yükselerek potayı (d) ısıtır. Yanmış gazlar kanallardan (e) dolaşarak aşağı iner ve bacaya (f) ulaşır.



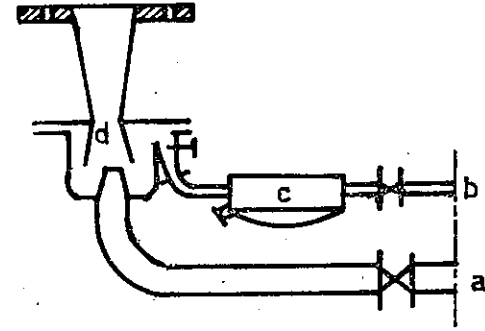
Şekil 4.23 Gaz yakacakla çalışan bir pota ocağı



Şekil 4.24 Havagazı ile çalışan bir pota ocağı

Şekil 4.25 de bir gaz yakacak brülörü görülmüyor. Hava alt kanaldan (a) gelir. Üst kanaldan (b) gelen ve düzenleyiciden (c) geçen gaz yakıt, karıştırıcıda (d) hava ile birleşir. Karışım ağızdan çıkarak alevlenir.

Sıvı yakıt brülörüne benzeyen gaz brülörleri de yapıp kullanılmıştır.

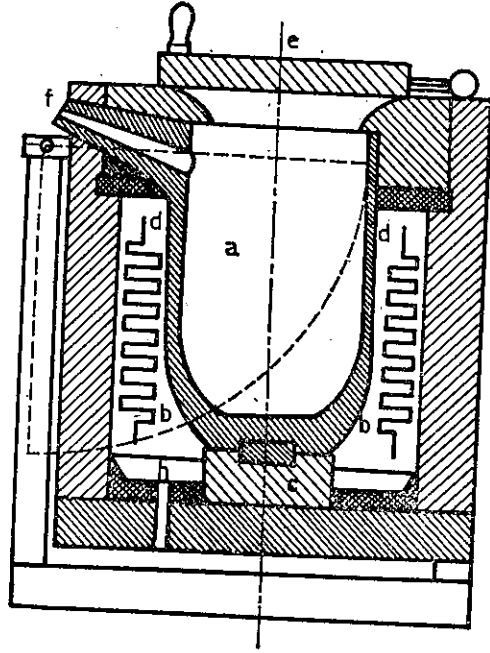


Şekil 4.25 Bir gaz yakacak brülörü

d) Elektrikle Çalışan Pota Ocakları :

Elektrik ocakları (Bölüm 4.8) çok çeşitlidir. Bunların, maden ve alaşımları bir ergitme potası içinde ergitenleri de vardır. Şekil 4.26 da görülen, potalı bir direnç ocağı örnek olarak alınmıştır. Bu ocak, demir olmayan maden ve alaşımların ergitilmesinde kullanılır. Ocağın dışı çelik sac, iç kısmı ısıya dayanıklı astardır. Potanın (a) etrafındaki direnç tellerinden (b) akım geçer. Tellerin akıma gösterdiği dirençle bir ısı meydana gelir. Pota ve içindeki maden ısınır. Sıcaklığı yeterince yükseldiği zaman maden ergir. Pota, altlık (c) üzerine oturmuş ve yanlarından tuğlalarla (d) desteklenmiştir. Kapak (e), mandal yardımı ile kaldırılarak açılır. Maden ergiyip tavlanınca, maden alma oluğundan (f) bir taşıma potasma alınır. Bunun için, ocak bir eksen (g) etrafında döndürülerek devrilir. Potanın çatlaması ve sızdırması halinde, sıvı maden bir delikten (h) dışarı akar.

Bu ocak, ergitme sıcaklığı yüksek olmayan maden ve alaşımların ergitilmesine elverişlidir.



Şekil 4.26 Elektrikle çalışan bir pota ocağı

4.8 — ELEKTRİK OCAKLARI :

1 — TANITILMALARI VE YARARLARI :

Elektrik enerjisinin döküm ocaklarında kullanılmasına 19. yüzyılın sonlarında başlanmıştır. Önemli yararları nedeniyle devamlı gelişmiştir. Bu gün, değişik alanlarda kullanılan çok çeşitli elektrik ocakları yapılmaktadır. Özellikle, elektriğin ucuz olduğu ülkelerde çok yararlı olmaktadır. Çeşit ve sayıları gittikçe artmaktadır. Çeliklerin ve özel dökme demirlerin hazırlanmasında ve çeşitli alaşımların dökümünde kullanılırlar. Doğrudan doğruya soğuk madeni ergittikleri gibi sıvı madenin sıcaklığını arttırmak için ikili (dubleks) çalışma da yaparlar. Başka ocaklarda, örneğin kupol ocağında ergitilen dökme demir, elektrik ocağına aktarılır. Burada sıcaklığı yükseltilir.

Elektrik ocaklarının yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir :

- Yüksek sıcaklıklar elde edilebilir (3000—3500 °C),
- Sıcaklıklar ayarlanabilir ve istenen sıcaklıklarda tutulabilir,
- Çalıştırılmaları ve yönetimleri kolaydır,
- Her çeşit maden ve alaşımlar için, değişik kapasitede elektrik ocakları yapılabilmektedir.
- Aritma ve katım işlemlerinin uygunluğu ile istenen bileşimde alaşım elde edilmesi kolaydır,
- Yakacak ve gazlar bulunmadığı için bileşim bozulması ve kayıplar çok azdır,
- Kül, duman ve baca gazlarından oluşan pislikler bulunmamaktadır,
- Kötü özellikteki gereçlerden iyi özellikte çelikler ve dökme demirler elde edilebilmektedir.

2 — BÖLÜMLENMELERİ :

Kullanılmakta olan elektrik ocakları, ısının elde edilme yöntemine göre üç bölümde toplanırlar :

- Ark ocakları,
- Direnç ocakları,
- Endüksiyon ocakları.

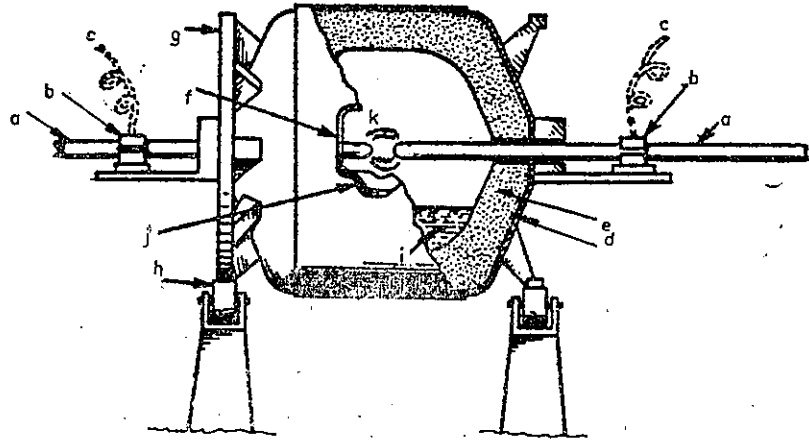
Bunlar kendi aralarında da sınıflandırılırlar.

a) Ark Ocakları :

Aralarında belli aralık bulunan iki iletgen ucun birinden diğerine elektrik akımı geçerken bir ark (çakım) meydana gelir. Bu sırada parlak bir ışık çıkar. Bir ses duyulur. Bu olay sonucu yüksek ısı meydana gelir. Bu ısıdan yararlanılarak yapılan ocaklara ELEKTRİK ARK OCAKLARI denir. Arkın meydana getirilmesinde elektrotlar kullanılır. Bunlar, amorf (şekilsiz) karbon veya grafitten olur. Yapımlarında özel yöntemler uygulanır. Elektrotların ölçüleri kullanıldıkları yere göre belirlenir.

Ark ocakları çalışma yöntemlerine göre üçe ayrılırlar :

1) Ark elektrotlar arasında meydana gelir. Buna serbest ark adı verilir. Arkın verdiği ısı ile ocakta bulunan madenin sıcaklığı yükselir. Sıcaklık yeteri kadar olunca ergime gerçekleşir. Bu şekilde çalışan ocaklara ENDİREKT (Vasıtalı) ARK OCAKLARI denir.

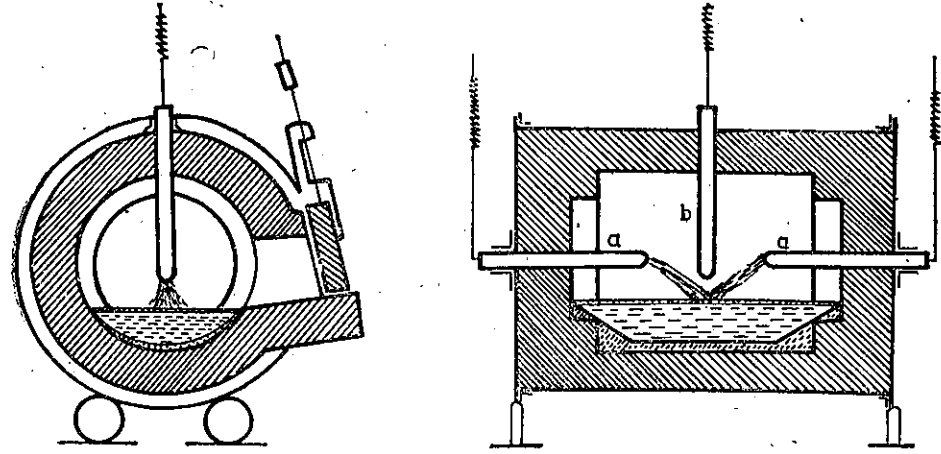


Şekil 4.27 Endirekt ark ocağı

Şekil 4.27 de böyle bir ark ocağı görülmektedir. Elektrotlar (a) kelepçelerle (b) bağlanmıştır. Akım kablolarından (c) elektrotlara gelir. İki elektrot arasında ark oluşur. Ocak gövdesi silindirik sactır (d). İçi ısıya dayanıklı gereçlerle (e) astarlanmıştır. Maden yükleme kapısından (f) yüklenir. Ocak, çark (g) yardımı ile tekerlekler (h) üzerinde döner. Ergiyen maden (i), maden alma oluğundan (j) taşıma potalarına alınır. Bazı ocaklarda, elektrotlardan birinin yeri, yükleme kapısı olarak kullanılır.

Bu tip ocaklarda, kolay oksitlenen madenler yüzünden meydana gelecek olan kayıplar azdır. Çalışma sırasında yapılan, sallantı halindeki dönme hareketi, madenin sıcaklığının artırılmasına neden olur. Aynı zamanda, sıcaklık madenin her tarafına eşit olarak yayılır. Bu ocaklarda, katı haldeki maden eritildiği gibi, sıvı madenin sıcaklığı da yükseltilir. Çeşitli tipleri yapılmaktadır.

Şekil 4.28 de aynı şekilde çalışan bir endirekt ark ocağı görülüyor. Bu Rennerfelt ocağıdır. Yukarıdaki ocağa benzer. Ayrıcalığı, üç elektrotlu olmasıdır. Yatay durumdaki iki elektrotta (a) bir üçüncü düşey elektrot (b) eklenmiştir. Bunun görevi, iki elektrot arasında oluşan arkı, bir ok biçiminde maden yüzeyine yönlendirmektir.

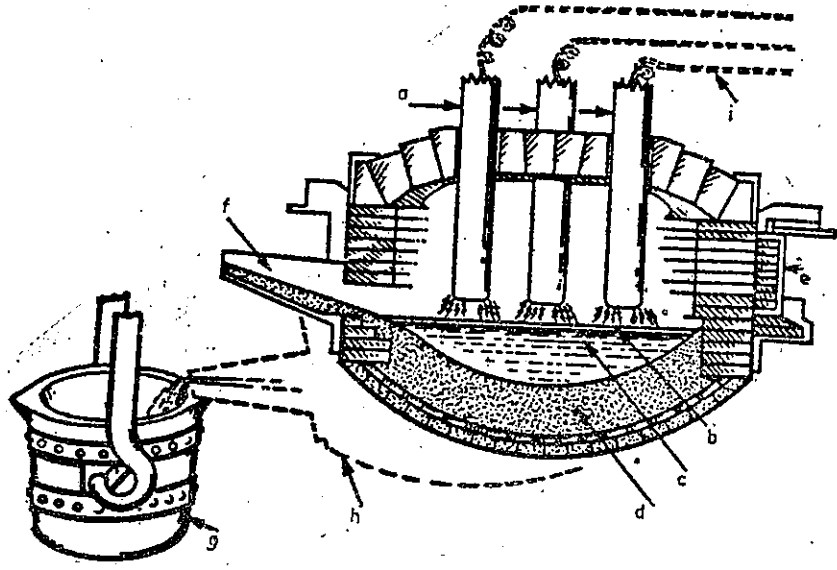


Şekil 4.28 Rennerfelt endirekt ark ocağı

II) Ark, maden ile elektrotlar arasında meydana gelir. Bu şekilde çalışan ocaklara DİREKT (Vasitasız) ARK OCAKLARI denir. Şekil 4.29 da direkt ark ocağı görülmektedir. Ocakta üç elektrot (a) vardır. Bunların iki elektrotla çalışanları da yapılmaktadır. Gövde çelik sactır. İçi ısıya dayanıklı, asidik veya bazik gereçlerle (d) örülmüştür. Bazı astar pahalı olduğu halde, fosfor ve kükürtün giderilebilmesi için daha çok kullanılmaktadır. Sac ile çalışma astarı arasında yalıtkan bir tabaka bulunur. Ocağa maden yükleme kapısından (e) konur. Akım elektrotlara kablolarından (i) gelir. Elektrotlardan birinin ucundan madene (curuf tabakasına) atarken ark oluşur. Maden içinden yatay olarak geçen akım, diğer elektrotta atlar. Yeni bir ark meydana gelir. Bu durum sürerken yüksek ısı elde edilir. Madenin sıcaklığı yükselir ve erir. Gerekli işlemleri tamamlanarak hazırlanan sıvı maden, ocaktan alınır. Bunun için ocak, şekilde kesit çizgilerle gösterilen duruma (h) getirilir. Maden alma oluğu (f) sıvı madenin taşıma potasına (g) boşaltılmasını sağlar.

Bu ocaklardaki ergitme ve arıtma işlemleri, konverter ve Siemens-Martin ocaklarındakine benzer. Önce oksitleme ile malzemedeki elementler (Si, Mn, C, P) elimine edilir. Sonra indirgeme işlemi ile devam edilir. Daha sonra, istenen bileşimlerin elde edilmesi için gerekli katımlar yapılır.

Direkt ark ocakları değişik kapasitelerde olurlar. Genellikle 3-30 tonluk olarak kurularlarsa da, son yıllarda 180-200 tona kadar çıkarları görülmektedir.

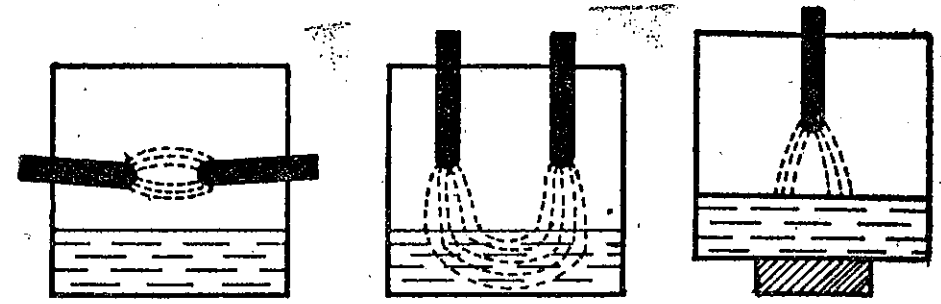


Şekil 4.29 Direkt ark ocağı

III) Bazı ark ocaklarında iletken taban kullanılır. Ocağın taban astarı demir tozu (eğre ve torna talaşı), karıştırılmış magnezitten meydana gelir.

Bu tip ocaklarda da çalışma direkt ark ocaklarına benzer. Ancak, elektrotla maden arasında ark yaparak geçen akım, tabanın altında bulunan ve elektrot görevi yapan madensel parçaya geçer. Geçişte madenin ve tabanın direnci ile karşılaşır. Burada oluşan direnç ile tekrar ısı meydana gelir. Ergime öncesi, burada ısı oluşamayacağından, ergimeyi elektrot ile maden arasındaki ark sağlar. Daha sonra ergime ile beraber tabanla bağlantı başlar. Bu tip ocaklarda tavanın ve elektrotların aşınması azalır. Ergiyikte enerjik bir karışma sağlanır. Reaksiyonları hızlandırır. Ancak, ocak tabanının onarımının güçlüğü sakıncası vardır.

Şekil 4.30 da ark ocaklarının üç ayrı çalışma şekli şematik olarak görülmüyor.



Şekil 4.30 Ark ocaklarının çalışma prensipleri

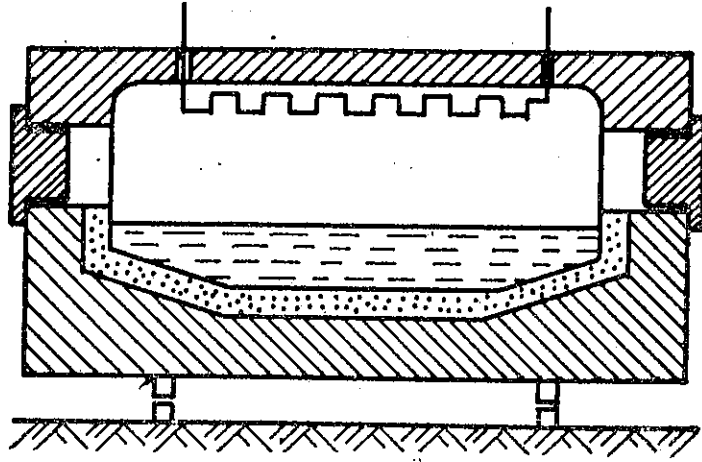
b) Direnç Ocakları :

Bir iletken, üzerinden geçen elektrik akımına direnç gösterir. Bu direncin etkisi ile ısı meydana gelir. Direnç ve buna bağlı olarak oluşan ısı, iletkenin cinsine göre değişir. Direnç, iletkenin boyu uzadıkça artar, kesiti büyüdükçe azalır. İletkende oluşan ısı, iletkenin cinsi ile beraber, akımın şiddetinin karesi ve etki süresi ile doğru orantılıdır.

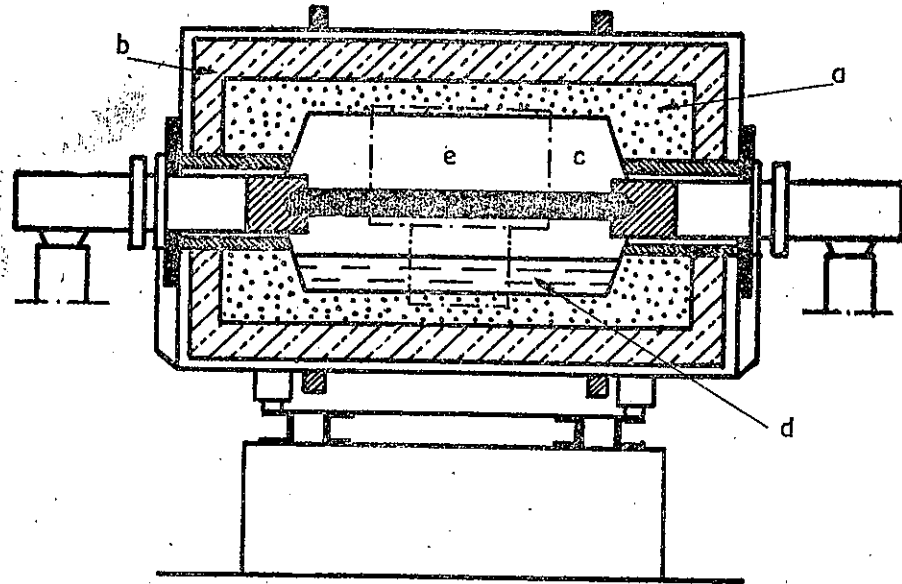
Bu şekilde oluşan ısıdan yararlanan ocaklara DİRENÇ OCAKLARI denir. Direnç ocaklıkları genellikle düşük sıcaklıklarda ergiyen alaşımlarda kullanılır. Demir alaşımlarında kullanılmaları sınırlıdır. Bunlar, madensel dirençli ve grafit dirençli ocaklar şeklinde gruplanabilir.

Bir potanın etrafına sarılan direnç tellerinde meydana gelen ısı, potadaki madeni (Şekil 4.26) ergitebilir. Bu yöntemde kullanılan direnç tellerinin ısıya çok dayanıklı ve kolay oksitlenmez olması zorunludur. Çoğunlukla, krom ve demir karıştırılmış nikel teller kullanılır. Bunlar spiral ve kafes şeklinde ısıya dayanıklı astar içine yerleştirilerek konulabilir. Tellerin bileşimi için şu sınırlar verilebilir: % 80 Ni; % 15 Cr; % 5 Fe.

Şekil 4.31 de tavan kısmına direnç telleri yerleştirilmiş bir direnç ocağı görülmüyor.



Şekil 4.31 Direnç telli bir elektrik ocağı



Şekil 4.32 Grafit çubuklu bir direnç ocağı

Grafit çubuklu bir direnç ocağı Şekil 4.32 de gösterilmiştir. Bu ocaklarda 2000 °C ye kadar sıcaklık elde edilebilmektedir. Ocağın dış kısmı silindirik sacdır. Ekseni etrafında dönecek şekilde düzenlenmiştir. İç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle örülmüştür. Çalışma astarı (a) altında yalıtkan astar (b) bulunur. Ocağın eksenine yatay olarak yerleştirilen grafit çubuk (c), akım verince ısınır. Sıcaklık yükselince ocaktaki maden (d) ergir. Ergitilecek maden yükleme kapısından (e) yüklenir. Bu tip ocakların üç grafit çubuklu olanları da kullanılmaktadır.

Direnç ocaklarının yukarıda örnek alınan tiplerinden başka, çeşitli biçim ve özellikte olanları da vardır.

c) Endüksiyon Ocakları :

Bu ocaklarda dalgali (alternatif) akım kullanılır. Akımın geçtiği iletkenin etki alanı içine bir bobin konursa, burada da bir akım oluşur. Bu olaya endüksiyon denir. Bu olaydan yararlanılarak yapılan ocaklara ENDÜKSİYON OCAKLARI adı verilir. En basit haliyle bir endüksiyon ocağı, içinden dalgali akım geçirilen bir bakır bobin ile ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanmış bir potadan oluşur.

Çeşitli uygulamalar için, değişik endüksiyon ocakları kullanılır. Çalışmaları elektrik akımının frekansına göre değişir.

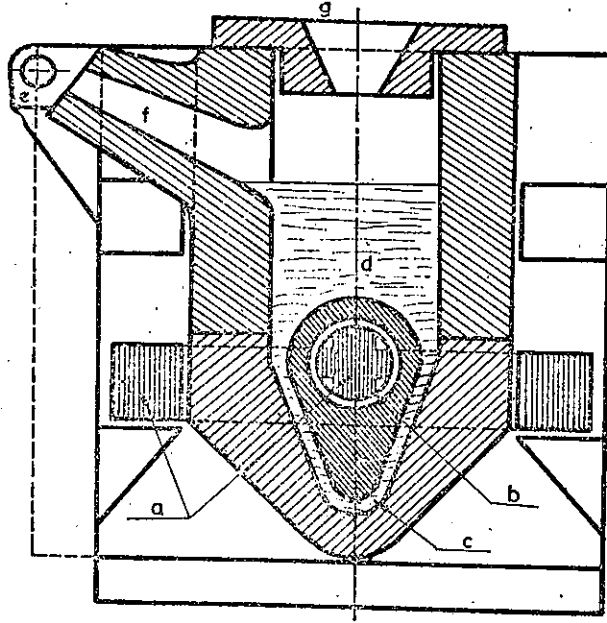
Şebeke akımı (50 Hz.) ile çalışan ocaklara ALÇAK FREKANSLI OCAKLAR denir. Endüksiyonun şiddeti, akımın frekansına ve manyetik alanın değerine bağlı olduğu için bu ocaklarda, bir demir göbek yardımı ile manyetik alan kuvvetlendirilir.

Orta frekanslı ocaklarda, çelik ergitmede akımın frekansı 1000-3000 Hz. ve bakır ergitmede 500 Hz. kabul edilir. Bu tip endüksiyon ocaklarında, şebeke akımının frekansını yükselten, pahalı düzenler kullanılmaktadır. Bunlar, özel dökme demir ve çelik dökümcülüğünde en çok kullanılan ocaklardır.

Frekansı 10 000 Hz. den yüksek olan akımla çalışan ocaklara YÜKSEK FREKANSLI OCAKLAR denir.

Şekil 4.33 de alçak frekanslı bir endüksiyon ocağı görülmektedir.

Bu ocaklar, demir olmayan maden ve alaşımların ergitilmesinde kullanıldıkları gibi çelik ve dökme demir dökümlerinde de kullanılırlar. Bu ocaklarda ergitmenin başlangıcında sıvı madene gerek vardır. Bu nedenle, dökümde ocaktaki ergiyik madenin tamamı boşaltılmaz. Bir miktar maden kanalda (c) bırakılır.

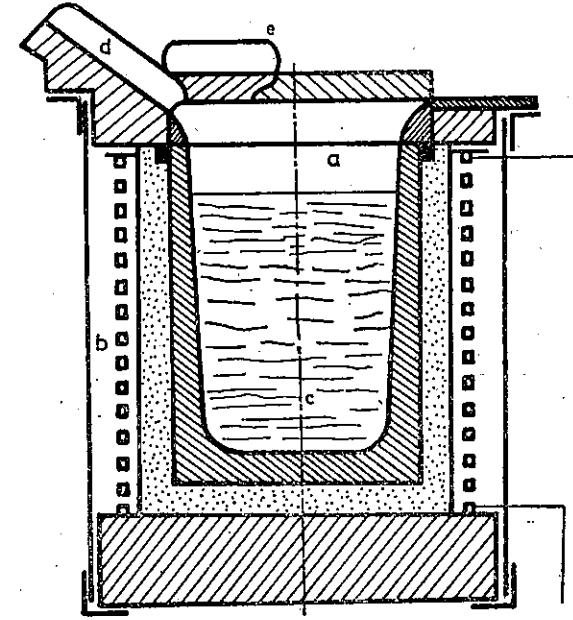


Şekil 4.33 Alçak frekanslı bir endüksiyon ocağı

Ocak eriyen madeni boşaltabilmek için devrilebilir şekilde yapılmıştır. Şekilde, manyetik halka ve göbük (a), birinci bobin (b), ısıtma kanalı (c), erimiş maden (d), ocağı boşaltmak için devrilmesini sağlayan düzen (e), maden alma oluğu (f), yükleme kapağı (g) görülmektedir.

Ocak astarı diğer ocaklardakine benzer.

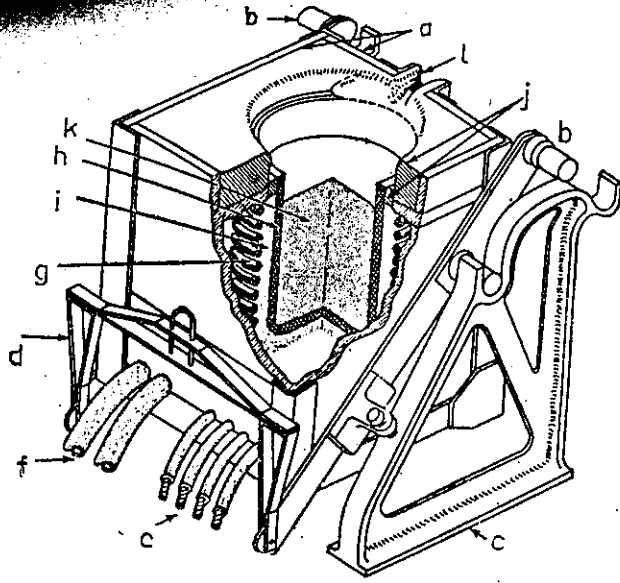
Şekil 4.34 de orta frekanslı bir endüksiyon ocağı görülmektedir. Bu ocakta birinci bobin (b) dikdörtgen kesitli bakır borudan yapılmıştır. Ocağın etrafına sarmaktadır. Soğumayı sağlamak için, bobin borularının içinden su dolaştırılmaktadır. İkinci bobini madenin (c) kendisi oluşturur. Madenin eridiği yer (a) ocağın pota kısmıdır. Bu kısım ısıya dayanıklı gereçlerle astarılanmıştır. Astarın cinsi, eritilecek gerecin özelliğine göre seçilmektedir. Ocakta ısıtma işlemi tamamlandıca, ocak devrilerek maden, maden alma oluğundan (d) taşıma potalarına alınır.



Şekil 4.34 Orta frekanslı bir endüksiyon ocağı

Eritilecek maden üstteki yükleme kapağından (e) konur. Ocak çalıştırılınca, endüksiyon etkisi ile meydana gelen ısı madeni eritir.

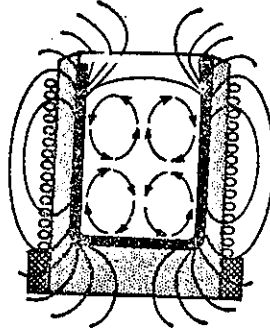
Şekil 4.35 de yukarıdakine benzer bir endüksiyon ocağının kesiti görülmektedir. Ocak çelik sac ile sarılmış (a) prizma biçimindedir. Yanlardaki muylular yardımı ile devrilebilmektedir. Ayaklar (c) üzerine oturulmuştur. Devrilmesinde, kaldırılabilmesi için bir askıdan (d) yararlanır. Akım kablolarından (e) gelmektedir. Yanındaki borular (f) soğutma suyunun dolaşımını sağlar. Kesit kısmında, bakır borulardan meydana gelen endüksiyon bobini (g), pota kısmı (h), aradaki astar (i) görülmektedir. Pota kısmının içinde sıvı maden (k) bulunmaktadır. Ocağın üst kısmını oluşturan kapak kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle (j) yapılmıştır. Maden eriyip döküme hazır olunca, ocak devrilerek maden, maden alma oluğundan (l) boşaltılır.



Şekil 4.35 Bir endüksiyon ocağının perspektif kesiti

Şekil 4.36 da ocakta meydana gelen elektro manyetik akım görülmektedir. Bu bakımdan çalışma sırasında oklar yönünde bir hareket oluşacağından çok homojen bir alaşım elde edilecektir.

Endüksiyon ocaklarının ergitme kapasiteleri çelik ve dökme demirler için 30 ton, bakır alaşımları için 8 tona kadar olabilmektedir. Ancak, en çok kullanılanları 3-5 tona kadar olmaktadır.



Şekil 4.36 Endüksiyon ocağında elektro manyetik akım

Yüksek frekanslı ocaklar demir alaşımları için kurulurlar.

Elektrik ocaklarının prensipleri yukarıda tanıtılmış olanlardan herhangi birine uymakla beraber, çok çeşitli şekilde yapılırlar.

3 — ASTARLANMALARI :

Elektrik ocaklarında da madenin ergidiği yer, ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanır. Örneğin endüksiyon ocaklarında, pota kısmı bu gereçlerle meydana getirilir. Bu gereçlerin özellikleri "Bölüm 2" de geniş olarak ele alınmıştır.

Elektrik ocaklarında da astar asidik, bazik ve nötr olabilmektedir. Asidik astarda kuvars miktarı % 99,3 olmalıdır. İyi yapılan bir astarda bir ton çelik için 11-15 Kg. astar gereci kullanılır. Astar iyi hazırlanmış işe, onarımlarla (120) döküme kadar dayanabilmektedir. Astarın sıkıştırılması 7-12 saat, kurutulması 40-50 saat sürer.

Bazik astarda, (MgO) miktarı % 80 civarında olmalıdır. % 70 MgO, % 30 Al₂O₃ (alümin) içeren astar 2400 °C ye kadar dayanabilir. Burada borik asit (H₃BO₃) te kullanılır.

Nötr astar % 75 alüminli olur. 100-850 °C lerde 12-24 saat kurutulur.

Isıya dayanıklı astar, kupol ocağında olduğu gibi, uygun ölçülerde şablonlar kullanılarak yapılır. Şablonlar, çelik sac veya asbes'ten olur. İlk ergitmede madenin içinde kahr.

Taban ısıya dayanıklı tuğlalardan örülür. Astar gerecinin sıkıştırılması için özel aygıtlar yapılır ve kullanılır. Otomatik tokmaklar kullanılması yararlı olur. Kurutma işlemleri gaz yakacaklarla gerçekleştirilebilir.

Astar kalınlığının fazla olması, dayanım bakımından yararlı olacak gibi görülürse de, elektrik harcanmasını artırdığı için uygun görülmez. Elektrik harcaması çoğalır ve verim azalır. Ergitme uygulamaları astarın ömrünü etkiler.

SORULAR

- 1 — Ergitme ocağını tanımlayınız.
- 2 — Ergitme ocaklarının bölümlenmesini yapınız.
- 3 — Alev ocağını tanıttın ve bugün hangi işlerde kullanılabildiğini açıklayınız.
- 4 — Döner (rotatif) ocağı tanıttın, özelliklerini söyleyiniz.
- 5 — Döner ocağın hangi işlerde kullanıldığını açıklayınız.
- 6 — Konverter nasıl bir ocaktır? Özelliklerini söyleyiniz.
- 7 — Konverterin çalışmasını anlatınız.
- 8 — Konverter ve kupol ocağının ikili (düpleks) çalışmasını ve bu yöntemin yararlarını söyleyiniz.
- 9 — Şekil 4.8 deki grafikte elementlerin yanma miktarları ile sürelerini karşılaştırınız.
- 10 — Oksijen konverterinin özelliklerini ve çalışmasını anlatınız.
- 11 — Konverter ile oksijen konverterini karşılaştırınız.
- 12 — Siemens Martin ocağı nasıl bir ocaktır, hangi işlerde kullanılır, ne gibi yararlar sağlar? Açıklayınız.
- 13 — Ocağın bir şemasını çizerek çalışmasını anlatınız.
- 14 — Bu ocaktaki yön değiştirme düzeninin çalışmasını şema ile açıklayınız.
- 15 — Pota ocaklarını tanıttın ve bölümlenmesini yapınız.
- 16 — Yer ocaklarını tanıttın. Bugün niçin pek kullanılmazlar?
- 17 — Döner pota ocağının yer ocağına göre yararlarını söyleyiniz.
- 18 — Sıvı yakacakla çalışan bir pota ocağının çalışmasını anlatınız.
- 19 — Gaz yakacaklarla çalışan pota ocaklarının yararlarını yazınız.
- 20 — Bir sıvı yakıt brülörü çizin, çalışmasını anlatınız.
- 21 — Elektrikle çalışan pota ocağını tanıttınız.
- 22 — Elektrik ocaklarının yararlarını söyleyiniz.
- 23 — Elektrik ocaklarının bölümlenmesini yapınız.
- 24 — Ark ocaklarının çalışmasını anlatınız.
- 25 — Direnç ocaklarında ısı nasıl oluşur?
- 26 — Endüksiyon ocaklarının çalışma prensiplerini açıklayınız ve değişik tiplerini birbirleri ile karşılaştırınız.
- 27 — Ark, direnç ve endüksiyon ocaklarını birbirleri ile karşılaştırınız.
- 28 — Bu bölümde görülen ergitme ocaklarının yararları ve kullanma yerleri bakımından karşılaştırılmasını yapınız.

KUPOL OCAĞI

5.1 — KUPOL OCAĞININ TANTILMASI:

Kupol ocağı, iç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanmış silindirik sactan meydana gelir. Dik olarak çalışmaktadır. Üst kısmındaki yüklenme kapısından vezinler sıra ile yüklenir. Üflenen hava ile yanan kokun verdiği ısı madeni ergitir. Ergiyen maden ocağın alt kısmında toplanır. Buradan, kalıplara dökülmek üzere, maden alma deliği yardımı ile alınır.

Endüstride, çok daha gelişmiş yeni ocakların yapılmasına karşın, kupol ocağı yerini ve önemini korumaktadır. Çünkü:

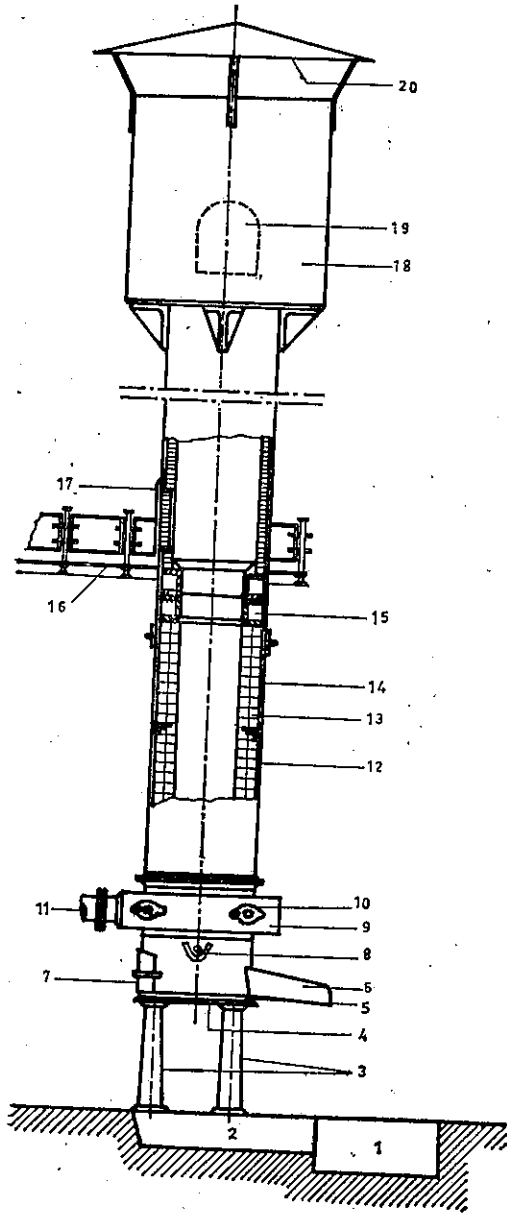
- Yapısı ve kuruluşu basittir,
- Az yer tutar,
- Kullanış ve bakımı kolaydır,
- Ergitme zamanı kısadır,
- Kayıpları az sayılır,
- Devamlı çalışır ve devamlı maden verir,
- Isı kaynağı olan kok kömürü oldukça ucuz ve depolamp bekletilmesi kolay bir yakacaktır.

Ancak, bu yararları yanında aşağıdaki sakıncaları söylenmelidir. Çünkü, kupol ocağında madenle yakacak bir arada bulunduğundan elde edilen dökme demirin bazı özelliklerinde değişiklikler olur.

- Kimyasal bileşimi değişebilir,
- Dokusu değişikliğe uğrar,
- Dökülebilme yeteneğinde azalmalar olur.

Bu sakıncalar pek önemli sayılmamaktadır. Bir çok döküm parçalarında biraz fazla karbon, az miktarda kükürt zararlı görülmemektedir. Bu çeşit değişmelerin bir dereceye kadar düzeltilmesi olanağı vardır. Özellikle, kimyasal değişmeler için çeşitli katkıları yapılabilir.

Ayrıca, ocaktaki değişme ve bozulmaların geniş ölçüde, ocağın yapım ve yönetimine bağlı olduğu da bilinmektedir. Bu bakımdan da önlemler alınabilir.



Şekil 5.1 Kupol ocağı

KUPOL OCAĞI KISIMLARI

1. Ocak önü çukuru
2. Ocak altı kanalı
3. Ocak ayakları
4. Boşaltma kapağı
5. Taban plâkası
6. Maden alma oluğu
7. Ateşleme kapısı
8. Curuf alma oluğu
9. Hava kuşağı
10. Gözetleme deliği
11. Hava borusu
12. Ocak sacı
13. Tuğla örgü
14. Tuğla ile sac arası boşluğu
15. Dökme demir tuğlalar
16. Yükleme yeri (salaş-platform)
17. Yükleme kapısı
18. Kıvılcım toplama odası
19. Kıvılcım odası kapısı
20. Şapka

Bütün bu düşüncelerle, döküm atelyelerinde, dökme demirin üretilmesinde, bazı özel dökme demirlerin hazırlanması dışında, yalnız kupol ocağı kullanılmaktadır. Bunun yanında, özel ergitmelerde bile, ikili (duplex) çalışma ile kupol ocağından yararlanılmaktadır. Önce kupol ocağında ergitilen maden, diğer ocaklara (döner ocak, elektrik ocağı, v.b.) alınarak sıcaklığı yükseltilir ve gerekli işlemler uygulanır. Böylece hem zaman kazanılmış olur, hem de ekonomi sağlanır.

5.2 — TARİHÇESİ :

Bu günkü anlamı ile ilk kupol ocağı, 18. yüzyıl sonlarında İngiliz John Wilkinson tarafından yapılmıştır. Daha önceleri, çeşitli amaçlar için, benzeri ocakların kullanıldığı biliniyor. Fakat gerçek kupol ocağı, kok kömürünün elde edilmesinden sonra, onun sertliğinden yararlanılarak yapılmıştır. Kullanışlılığı ve faydaları görülünce hızla yayılmağa başlamıştır.

Kupol ocağını daha yararlı duruma getirmek ve verimini arttırmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Deneme ve değişmeler daha çok hava deliklerinde uygulanmıştır.

İlk ocaklarda hava tek delikten veya düşey sıralanmış deliklerden üfleniyordu. Verim çok düşüktü, % 40-50 oranında kok kullanılıyordu. Sonraları hava delikleri, ocak gövdesini kesen bir yatay düzlem üzerine yerleştirildi. Biçimlerinde değişiklikler yapıldı. Çift sıra hava delikleri uygulandı. Üfleme delikleri bölgesinde, iç çap biraz daraltıldı. Hava ocak içine, alttan özel bir düzenle gönderildi. Hava deliklerinden pülverize durumda su püskürtüldü. Daha sonraları sıcak hava ile çalışan kupol ocakları yapıldı.

Aynı amaçlarla kupol ocağında başka değişmeler de yapıldı. Baca kısmı, çeşitli şekillere sokularak değişik kıvılcım odaları kullanıldı. Önceleri bir taban üzerinde oturan ocaklar, ayaklar üzerine alındı. Bu şekilde ocağın altı açıldı ve boşalma kolaylığı sağlandı. Toplu maden almak için depolu ocaklar yapıldı. Daha birçok denemeler ve değişikliklerden sonra, bugün kullanılmakta olan kupol ocaklarına ulaşıldı. Kabul etmek gerekir ki, ana biçiminde fazla bir değişme de olmamıştır.

5.3 — ÇEŞİTLERİ :

Bugün endüstride kullanılan kupol ocaklarını üç bölümde toplamak mümkün olabilir:

a) Normal kupol ocakları. Bunlar düz silindirik olan ve ısıtılmamış (soğuk) hava ile çalışan kupol ocaklarıdır. Kupol ocağı dendiği zaman, bu ocaklar anlaşılır. Bir çok memleketlerde, özellikle küçük kapasitelerde, bu ocaklar kullanılmakta ve iyi sonuçlar alınmaktadır.

b) Depolu kupol ocakları. Kupol ocaklarında fazla maden biriktirip büyük işleri dökebilmek için, ocağın ön kısmına bir depo konmuştur. Böyle ocaklara depolu kupol ocakları denmiştir.

c) Sıcak hava ile çalışan kupol ocağı. Biçimi bakımından diğerlerinin aynı olan bu ocağa, hava özel bir düzenle ısıtılarak gönderilir. Verim arttırılmış olur. Bu ocaklar, aynı zamanda su soğutmalıdır. Şekil 5.1 de bir kupol ocağı görülüyor.

5.4 — BÖLÜMLERİ VE ANA ÖLÇÜLERİ :

Kupol ocağı üç ana bölümden meydana gelir.

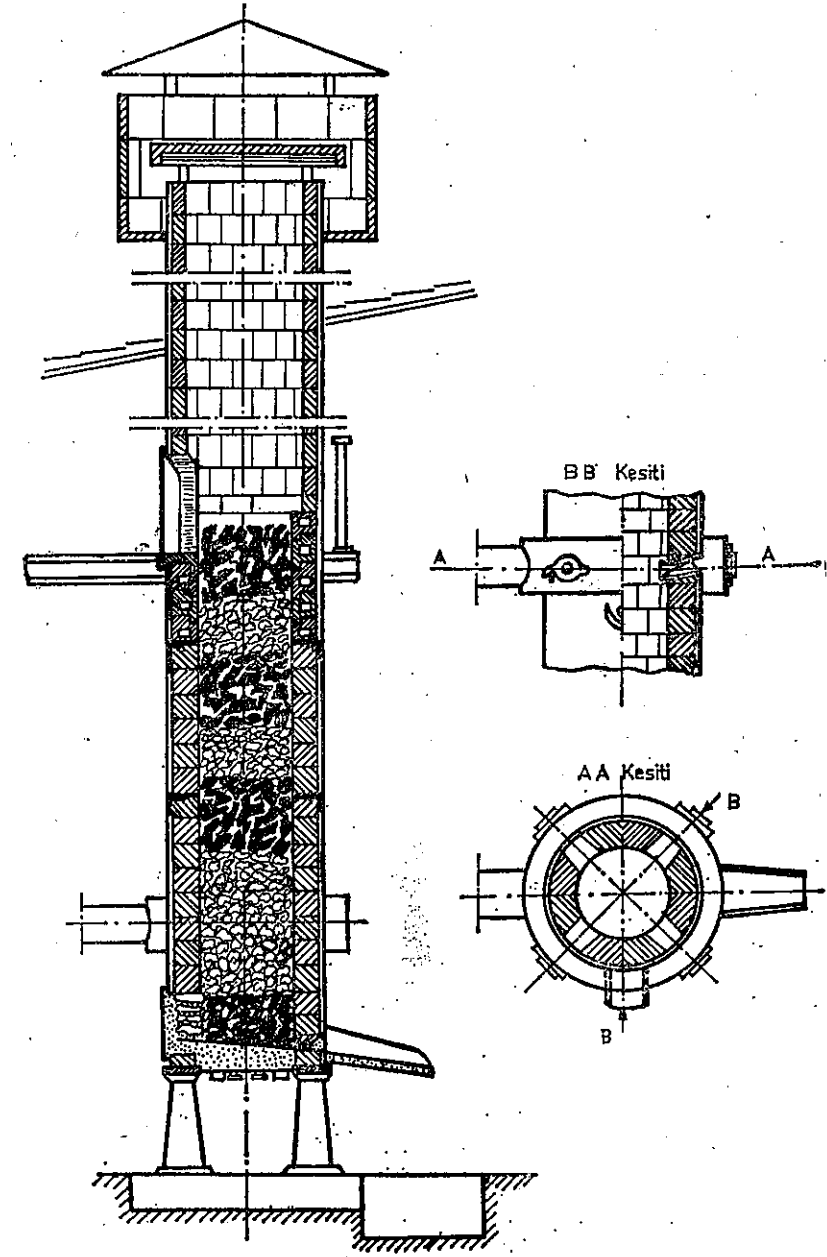
- 1 — Gereçlerin (maden, kok, v.b.) doldurulduğu, yanma ve ergimenin gerçekleştiği gövde;
- 2 — Ergiyen madenin biriktiği, maden ve curufun alındığı pota kısmı;
- 3 — Ocaktan çıkan gazların toplanarak dışarı atıldığı baca.

Ocağın bu bölümleri ve ayrıntıları aşağıdaki gibi tanıtilip incelenebilir. Şekil 5.2 deki ocak kesitinde bu bölümler görülüyor.

1 — Ocak Gövdesi :

Hava deliklerinden başlayarak, yükleme kapısına kadar uzanan kısma "Kupol ocağının gövdesi" denir. Ocağa yüklenen vezinlerin ısınarak aşağı indiği ve giderek madenin ergidiği yerdir. Aşağı inen vezinlerle, yukarı çıkan gazlar arasındaki ısı alış veriş ve çeşitli reaksiyonlar burada olur. Ocağın bu bölümü, hava deliklerinden başlayarak "Yanma Bölgesi", "Ergime Bölgesi" ve "Isınma Bölgesi" olmak üzere üçe ayrılabilir. Hava delikleri gövdenin alt kısmına rastlar.

Gövde yüksekliğinin, ısı alış verişinin sağlanmasına yetecek kadar olması gerekir. Kısa olursa ısı kaybı meydana gelir. Gerektiğinden fazla yükseklik, özellikle küçük çaplı ocaklarda "Çatma" aksaklığını meydana getirebilir.



Şekil 5.2 Kupol ocağının kesiti

Aşağıdaki amprik formülle hesaplanan gövde yüksekliği, uygulamalarda iyi sonuçlar vermektedir.

$$H = 3D + 1 \text{ m.}$$

Burada :

H : Ocak gövdesinin yüksekliği (m.),

D : Ocak çapı (m.), hava deliklerinin 20 cm. kadar üzerinden ölçülen çap.

Ocak gövdesi yüksekliği, Amerikan Dökümcüler Birliği (AFS) tarafından,

$H = 2D + 150 \text{ cm.}$ olarak verilmektedir. İki formül oldukça yakın sonuçlar verir. Ancak buradaki (D) ocağın dış çapıdır.

Bazı dökümcüler tarafından ocak yüksekliği, tabandan yükleme kapısına kadar kabul edilmekte ve ocak çapının 5-6 katı olarak alınmaktadır.

Ocak gövdesinin içi, ısıya dayanıklı gereçlerle (tuğla veya harç) örülmektedir. Örme işleminde, yükleme kapısına yakın kısımlarda dökme demir tuğlalar kullanılır.

Ocak gövdesinin iç çapı (hava deliklerinin 20 cm. yukarısı) ocak çapı olarak kabul edilir. Diğer birçok ölçüler bu çapa göre düzenlenir. Bu çap ise ocağın verimi ile bağıntılıdır. Ocak çapının hesaplanabilmesi için önce, bir saatte ne kadar maden ergitmesi gerektiği, yani saatteki verimi bulunur. Bu verim, atelyenin durumuna ve yapılacak olan işlere göre tesbit edilir.

Ocağın çapı ile bir saatte ergiteceği maden miktarı arasında bir bağıntı kurulmuştur. Yapılan deneyler, normal koşullar altında, bir (m²) ocak alanında, bir saatte (7-7,5) ton dökme demir ergitildiğini göstermiştir. Buna göre çap ile saatte ergiyen dökme demir miktarı arasındaki bağıntı şöyle yazılır:

$$Q = 7,5 \times \pi D^2/4$$

$$Q = 5,8875 D^2 \approx 6 D^2$$

$$Q = 6 D^2 \quad \text{Buradan çap}$$

$$D = \sqrt{Q/6} \quad \text{olarak elde edilir.}$$

D : (m) olarak ocak çapı,

Q : (ton/saat) olarak verimdir.

Formülde çap (dm.) olarak alırsa, verim (Kg/saat) olarak elde edilir.

$$Q = 60 D^2 \quad \text{ve}$$

$$D = \sqrt{Q/60} \quad \text{yazılır.}$$

Uygulama : 1

Çapı (60) cm. olan bir kupol ocağının, normal koşullar altında, bir saatte ergiteceği dökme demir miktarının hesaplanması.

$$Q = 60 D^2$$

$$Q = 60 \times 6^2 = 60 \times 36 = 2160 \approx 2000 \text{ Kg/saat}$$

$$Q = 2000 \text{ Kg/saat} \quad \text{veya}$$

$$Q = 6 D^2$$

$$Q = 6 \times 0,6^2 = 6 \times 0,36 = 2,16 \approx 2 \text{ ton/saat}$$

$$Q = 2 \text{ ton/saat} \quad \text{olur.}$$

Buna göre, 60 cm. çapındaki bir kupol ocağı bir saatte 2 ton (2000 Kg.) dökme demir ergitecektir.

Uygulama : 2

Saatte (7) ton dökme demir ergitmesi gereken bir kupol ocağının çapının bulunması.

$$Q = 6 D^2$$

$$D = \sqrt{Q/6}$$

$$D = \sqrt{7/6} = 1,08 \approx 1,1 \text{ m.}$$

$$D = 1,1 \text{ m.} \quad \text{veya}$$

$$Q = 60 D^2$$

$$D = \sqrt{Q/60}$$

$$D = \sqrt{7000/60} = 10,8 \approx 11 \text{ dm.}$$

$$D = 11 \text{ dm.}$$

Alıştırma olarak, saatte (3) ton maden verecek kupol ocağının çapı ve (1) m. çapındaki ocağın saatteki verimi hesaplanacaktır.

Kupol ocağının verimi, çapına göre yukarıdaki şekilde hesaplanmakla beraber, gerekli görülünce bu miktar azaltılabilir. Örneğin, yükleme ayarlanarak verim azaltılır ve alınan sıvı madenin sıcaklığı yükselir.

a) Hava Delikleri :

Basıncı havanın ocak içine girmesini sağlayan deliklere "Hava Delikleri" adı verilir. Ocak gövdesinin alt kısmında, ocak duvarına açılırlar. Şekil 5.2 deki kupol ocağı kesitinde (4) tane hava deliği görülüyor. Vantilâtor den gelen hava, hava borusundan hava kuşağına, oradan hava delikleri yardımı ile ocak içine girer. Hava deliklerini meydana getiren, kutu biçimindeki parçalar, dökme demirden dökülürler. Ocak duvarı içindeki yerlerine yerleştirilirler. Et kalınlıkları (20) mm. olur.

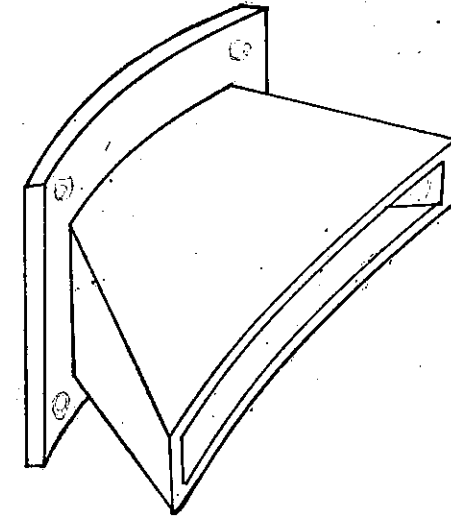
Ocağın çalışması, hava deliklerinden girecek havaya bağlı olduğundan, bunlara çok önem verilir. Özellikle çalışma sırasında curufla tıkanmalarına dikkat edilir.

Hava deliklerinin şekilleri değişik olarak yapılmaktadır. Kare, dikdörtgen ve daire kesitli olurlar.

Kare kesitli hava delikleri: Bunlar kare prizma biçimindedir. Ocağın çalışması sırasında, aralarında bir soğuk bölge meydana gelmektedir. Günümüzde az kullanılırlar. Yerlerini dikdörtgen veya daire kesitli hava delikleri almaktadır.

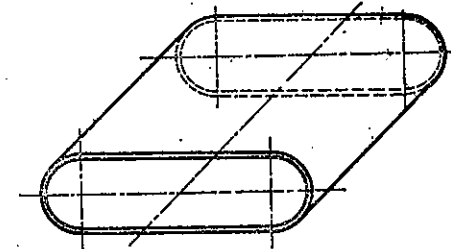
Dikdörtgen kesitli hava delikleri: Ocak içine açılan kısımları dikdörtgen şeklindedir. Bu nedenle, hava üfleme düzleminde daha geniş bir çevreyi kaplarlar. Bu şekilde, havanın daha geniş bir alandan girmesi sağlanır ve soğuk bölge ortadan kaldırılmış olur. Şekil 5.3 de böyle bir hava deliği için dökülen, kutu biçimindeki parça görülüyor. Ocağa açılan ağız kısmı, ince bir dikdörtgen şeklindedir. Diğer tarafta, yani hava kuşağına bağlanan kısımda, dikdörtgenin tabanı küçülür, yüksekliği büyür. Ancak kesit alanı aynı kalır. Eğri kısım, ocak sacına bağlanmasını sağlar.

Ancak, hava delikleri dikdörtgen kesitli olan ocaklarda, bir süre çalışmadan sonra, deliklerin hemen üzerinde, bir curuf kemeri meydana gelebilmektedir. Bu durum daha çok, külü fazla olan, kötü özellikte kok kömürü kullanıldığı zaman görülür. Bütün çevrede soğuk hava ile karşılaşan curuf, burada soğuyarak katılaşır. Hava delikleri tıkanabilir. Meydana gelen kemer, ocak çapını daraltır. Çalışma aksar ve tamamen durabilir.



Şekil 5.3 Dikdörtgen kesitli bir hava deliği

Sakıncayı azaltmak için, dikdörtgenin dar kenarları yarı daire şekline sokulur. Ancak, bu da pek yeterli olamamaktadır. Şekil 5.4 de böyle bir hava deliğinin yuvarlatılmış durumu görülmektedir.



Şekil 5.4 Kenarları yuvarlatılmış dikdörtgen kesitli hava deliği

Dikdörtgen kesitli hava delikleri, bugün herşeye rağmen, birçok ocaklarda kullanılmaktadır.

Daire kesitli hava delikleri: Bunlar silindir biçimindedir. Kemer oluşturma problemini, bir oranda ortadan kaldırır. Temizlenmeleri kolay olur. Çoğu durumlar için önerilebilirler. Bunlardan çok iyi sonuçlar alınmaktadır.

Hava delikleri, ocak içine doğru % 10-15 eğimli yapılırlar. Bununla:

Havanın ocak merkezine kadar üflenebilmesi,

Ocak duvarını yalayarak yükselmemesi,

Curufun pota kısmında yükselmesi halinde, hava kuşağına girememesi,

Hava deliklerinin kararması, yani curufla tıkanmasında temizlenmesinin kolaylaşması sağlanmış olur.

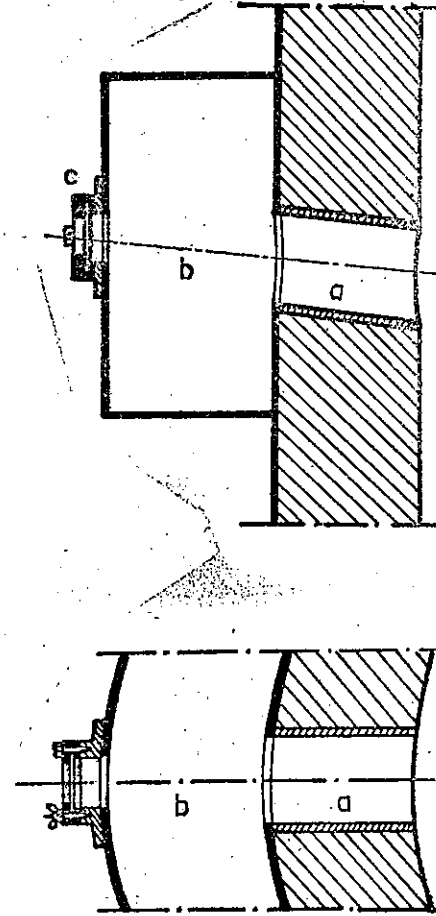
Hava deliklerinin sayısı, ocak çapına, hava debisine, kendi şekil ve kesitlerine göre 3-8 arasında olur. Bu sayı bir düzlem üzerindeki deliklere aittir.

Bir düzlemde bulunan hava delikleri aynı aralık, aynı açı ve eğimle yerleştirilirler.

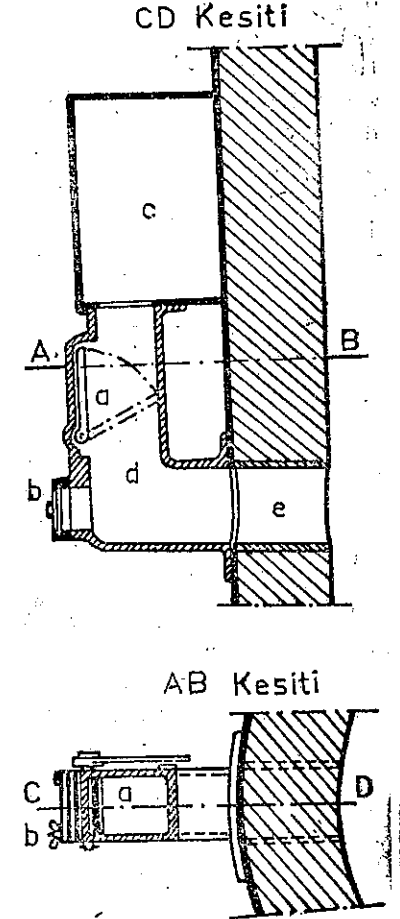
Hava deliklerinin toplam kesit alanları, ocak çapına, daha doğrusu ocağın kesit alanına göre ayarlanır. Dikdörtgen kesitlilerde, ocak alanının $1/4-1/8$ i; daire kesitlilerde $1/10-1/16$ sı oranında alınmaktadır. Bu alan, hava delikleri sayısına bölünerek bir hava deliğinin kesit alanı bulunur. Seçilen şekle göre ölçüleri saptanır. Daire kesitli olanların çapları, sayıları ile ilişkili olarak 100-140 mm. arasında bulunmaktadır.

Şekil 5.5 de dairesel kesitli bir hava deliği görülmektedir. Hava deliği (a), bir taraftan ocak içine, diğer taraftan hava kuşağına (b) açılmaktadır. Hava deliğinin tam karşısında ve hava kuşağı üzerinde, gözetleme deliği (c) bulunur. Üzerindeki kapak açılabilir şekilde yapılmıştır. Kapağa cam veya mika konmuştur. Buradan ocağın içi gözetlenir. Gereğinde, gözetleme kapağı açılarak, bir bara yardımı ile delik temizlenir. Kapak kapatılarak vidası sıkılır.

Şekil 5.6 da hava kuşağına dirsekle bağlanan bir hava deliği görülmektedir. Dirsek üzerindeki bir klâpe (a) gözetleme deliği (b) açıldığı zaman havanın kesilmesine yarar. Hava kuşağından (c) gelip dirsekte (d) geçen hava, hava deliğinden (e) ocak içine girer.



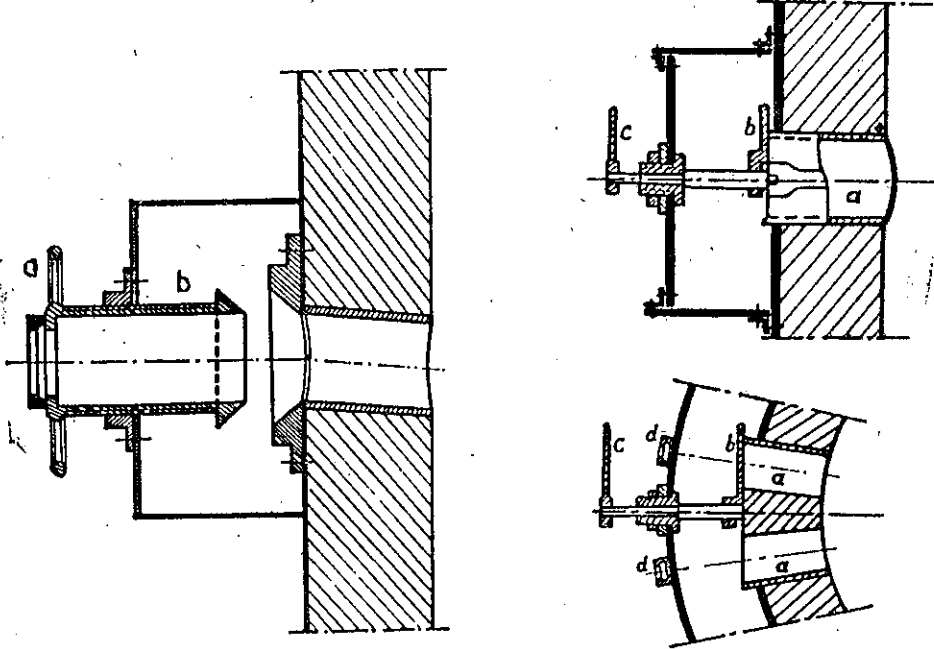
Şekil 5.5 Dairesel bir hava deliği



Şekil 5.6 Hava kuşağına dirsekle bağlanan bir hava deliği

Şekil 7.7 de başka tip bir hava deliği görülmektedir. Kesiti daireseldir. Delik gereğinde kapanabilmektedir. Küçük bir volanla (a) çevrilen vidalı parça (b) gelerek hava deliği ağızını kapatır. Birleşme yeri kapanabilecek şekilde yapılmıştır.

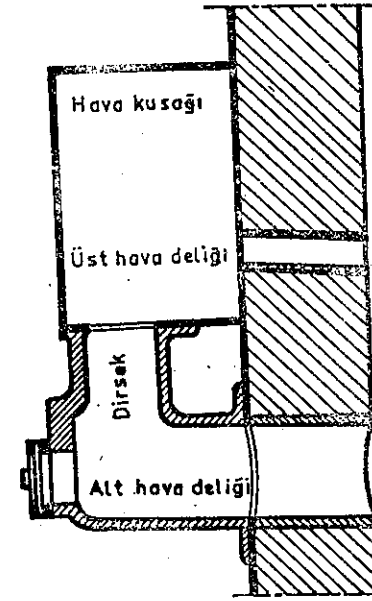
Şekil 5.8 de yanyana konmuş iki hava deliği görülüyor. Bunlardan biri çalışırken diğeri kapalı kalır. Şekildeki konumda iki hava deliğinden (a) biri kapakla (b) kapatılmıştır. Kapak bir mandal (c) ile hareket ettirilir. Mandal çevrilince, kapalı olan delik açılır, diğeri kapanır. Bu düzenle hava deliklerinin baralama işlemi ortadan kalkar. Havanın girdiği delik, curuf bağlayınca kapatılır. Diğer delik çalışmaya başlar. Kapanan deliğin önündeki curuflar, ocağın sıcaklığı ile ergiyerek aşağı iner. Delik açılmış olur. Beraber çalışan iki hava deliğinin arasındaki uzaklık en az 100 mm. olur. Her hava deliği karşısında bir gözetleme deliği (d) vardır.



Şekil 5.7 Kapanabilir hava deliği

Şekil 5.8 Yanyana iki hava deliği

Çift sıralı hava delikleri : Havanın ocak içinde daha geniş alana yayılmasını sağlamak, ergime bölgesini yükseltmek ve yanmayı güçlendirmek için, çift sıralı hava delikleri kullanılır. Hava delikleri, birbirine paralel iki düzlem üzerine sıralanır. Bu düzenin kullanılmasına, ondokuzuncu yüzyılın ortalarına doğru başlanmıştır. Çeşitli memleketlerde, değişik yıllarda birçok deneyler yapılmıştır. Bunların bazıları uygulama alanına geçmiştir. Şekil 5.9.

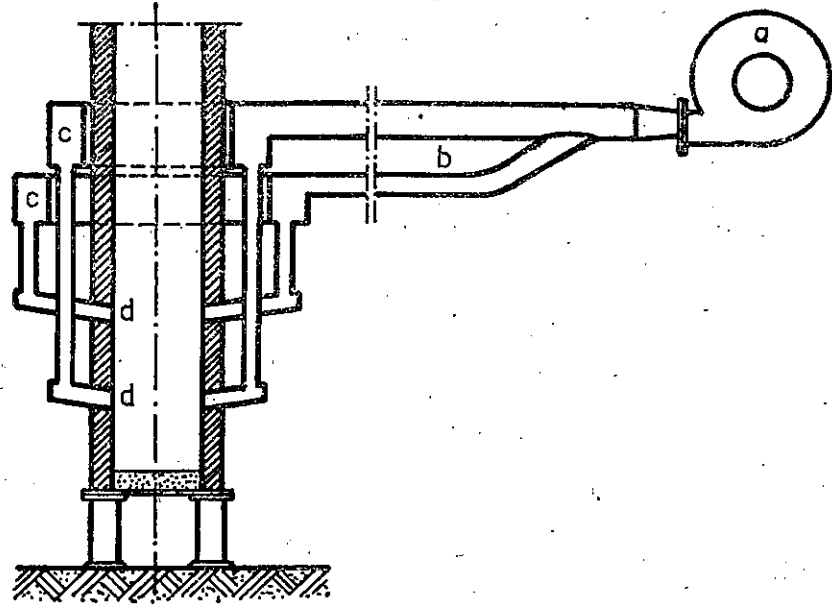


Şekil 5.9 Çift sıralı bir hava deliği düzeni

Havanın etkisini arttırmak için kullanılan hava deliklerinde, üst sırada bulunanlar yardımcı durumdadır. Toplam kesitleri alt sıradakilerin 1/4 ü oranında olur. İki sıra arasındaki düşey uzaklık ocak çapının 1/4 ü kadar alınır. Bu uzaklık bazı çevrelerce ortalama (20) cm. kabul edilir. Bu uzaklığın artması, örneğin 30-40 cm. ye çıkması ile madenin içindeki silisyum ve manganezin yandığı görülür. Bu ölçülerde, hava delikleri üzerinde curuf kemerinin meydana gelmesi önlenmiş olur. Alt sıra hava deliklerinde tıkanmalar olursa, hava üst sıradaki deliklerden girerek çalışmayı aksaksız sürdürür. Sonra çalışma normale dönebilir. İki hava delikleri düzlemi arasındaki uzaklık 1,5 m. ye kadar çıkarıldığı zaman, bileşim bozulmalarının azaldığı görülür. Yanma bakımından iyi sonuçlar alınır ve yakaktan ekonomi sağlanır.

Çift sıralı hava delikleri üzerinde, son yapılan deneylerde ilginç sonuçlar alınmıştır. Örneğin saatte 3,5 ton maden ergiten 760 mm. çapında bir kupol ocağında, her sırada, 102 mm. çapında 4'er hava deliği kullanılarak yapılan deneylerde, sıralar arasındaki uzaklığın kok ve hava miktarına bağlı olmadığı saptanmıştır. İlk endüstriyel uygulamalara göre,

ocak çapına ve yönetime bağlı olmadığı sanılmaktadır. Şekil 5.10 da bu deneylerin yapıldığı ocak görülmektedir. Ventilâtörden (a) gelen hava, ikiye ayrılarak hava borularından (b) hava kuşaklarına. (c) geçer. Oradan hava deliklerine (d) gelerek ocak içine girer.



Şekil 5.10 Son deneylerde kullanılan çift sıra hava delikli kupol ocağı

Deneylerin sonuçlarına göre, çift sıralı hava deliklerinden iyi sonuçlar alabilmek için aşağıdakiler önerilmektedir:

- Hava delikleri düzlemlerinin arasındaki uzaklık 90–95 cm. olmalı,
- Her sıradâ, tek sıralı hava delikli kupol ocağının benzeri şekilde aynı sayıda delik bulunmalı,
- Deliklerin kesit alanları toplamı aynı kalmalı,
- Aynı miktarda hava, iki sıraya bölünmeli ve ayarlanarak verilmelidir.

Bu koşullarla hazırlanan kupol ocağında, tek sıralı ocaktakinin aynı kok kullanılarak madenin sıcaklığı (50 °C) artırılır. Sıcaklık sabit kalırsa, harcanan kok miktarı % 20–30 azalır. Her iki durumda da bir miktar karbon artışı ve silisyum azalması olur.

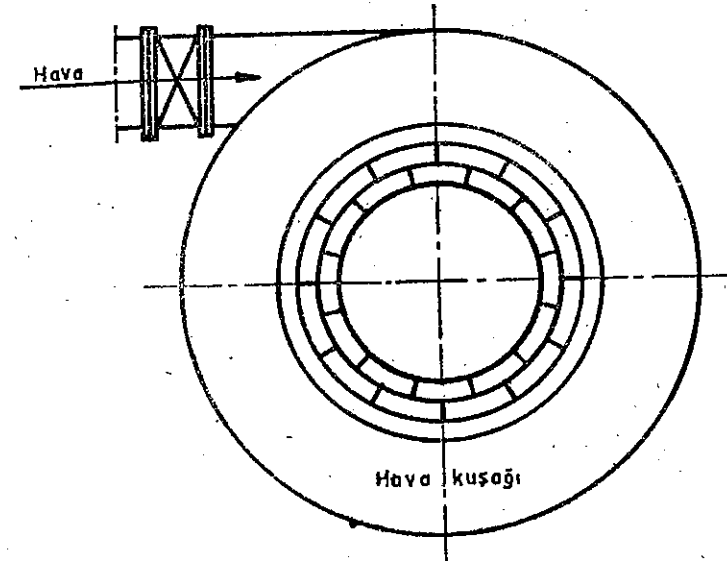
b) Hava Kuşağı :

Ocak gövdesini kuşatan dikdörtgen kesitli, silindirik bir sac kutudur. Hava borusu yardımı ile ventilâtörden gelen havayı hava deliklerine dağıtır. Şekil 5.2 deki kupol ocağı resminde hava kuşağı da görülmektedir.

Hava kuşağı, ocak sacına, kaynak edilerek birleştirilir. Önceleri birleştirme perçinleme ve civata ile bağlama yolu ile yapılıyordu. Şekil 5.5 ve 5.6 daki hava kuşakları kaynakla birleştirilmiştir. Şekil 5.8 de ise perçinle bağlanmıştır.

Hava kuşağının iç çemberinin, gövde sacından ayrı olması, genişlemeler ve bakım yönünden yararlı görülür. Şekil 5.10 da görüldüğü gibi.

Havayı ventilâtörden getiren hava borusunun hava kuşağına teğet olarak bağlanması, havanın dağıtım bakımından daha yararlı görülür. Ancak bir çok ocaklarda dikey olarak bağlandığı da görülmektedir. Şekil 5.2 deki ocakta dikey bağlanmıştır. Şekil 5.11 de teğet bağlanan bir hava kuşağı, hava borusu düzeni görülmektedir.



Şekil 5.11 Teğet bağlanan bir hava borusu

Hava kuşağının kesiti, ocağa gerekli havayı vermeğe ve bu havayı, hava deliklerine eşit olarak dağıtmağa yetecek kadar olmalıdır. Çok defa, kuşağın kesit alanı, hava delikleri kesit alanlarının toplamı kadar yapılır. Bazen % 20 kadar büyük tutulur. Yüksekliği genişliğinin iki katı alınır.

Bazı kupol olaklarında, hava kuşakları, hava deliklerine oranla büyük yapılır. Yükseklikleri fazla, genişlikleri küçük alınır. Burada havanın duraklaması, hava deliklerine giriş debisini ayarlamaya yararlı olur. Bazı ocaklarda, eğer de olsa, silindirik (daire kesitli) hava kuşakları da görülmüştür. Bugün hava kuşakları, ocak gövdesi üzerine üç konumda yerleştirilir :

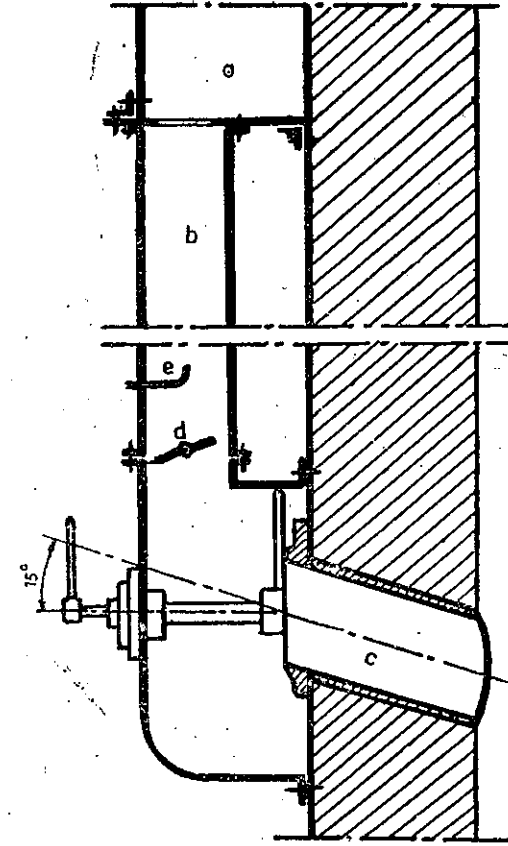
1) Hava deliklerinin üzerine konan hava kuşakları. Bunlar hava delikleri düzleminde olur. Şekil 5.2 ve 5.5 de bu şekildeki hava kuşakları görülmüyor.

2) Hava kuşağı hava deliklerinin biraz üst kısmında olur. Hava deliklerine bir dirsek ile bağlanır. Şekil 5.6 daki hava deliği ve hava kuşağı böyle bir düzeni gösteriyor. Burada, havanın dağıtımı daha düzenli olur. Çalkantılar azalır. Gereğinde, dirsek üzerindeki mandal ile hava kesilebilir.

3) Yükleme yerinin hemen altına konan hava kuşakları. Bunlar, hava deliklerine hava gönderme boruları ile bağlanır. Şekil 5.12 de böyle bir düzen görülmektedir. Şekil 5.10 da görülen hava delikleri ve hava kuşakları da bu şekle benzemektedir.

Bu durumdaki hava kuşaklarında, basınçlı havanın akışında meydana gelen çalkantıların azaldığı görülür. Hava getirme borularının uzunluğu, bu yararı artırır. Havanın dağılımı daha düzenli olur. Şekilde hava kuşağı (a), hava getirme borusu (b), ikili hava deliği (c), boru üzerinde ayar keleşi (d) ve hava basıncını ölçen Pito tüpü (e) görülmüyor.

Daha önce sözü edilmiş olan gözetleme delikleri, (2) ve (3), konumlarda dirsekler üzerindedir. Gözetleme deliklerinin, açılır kapanır kapakları vardır. Bunların üzerinde, ocak içinin görülebilmesi için cam veya mikta bulunmaktadır. Gözetleme kapakları bir eksen etrafında dönecek şekildedir. Bir keleş somunla sıkıştırılırlar. Yerlerine, hava kaçırmayacak gibi alıştırılırlar.

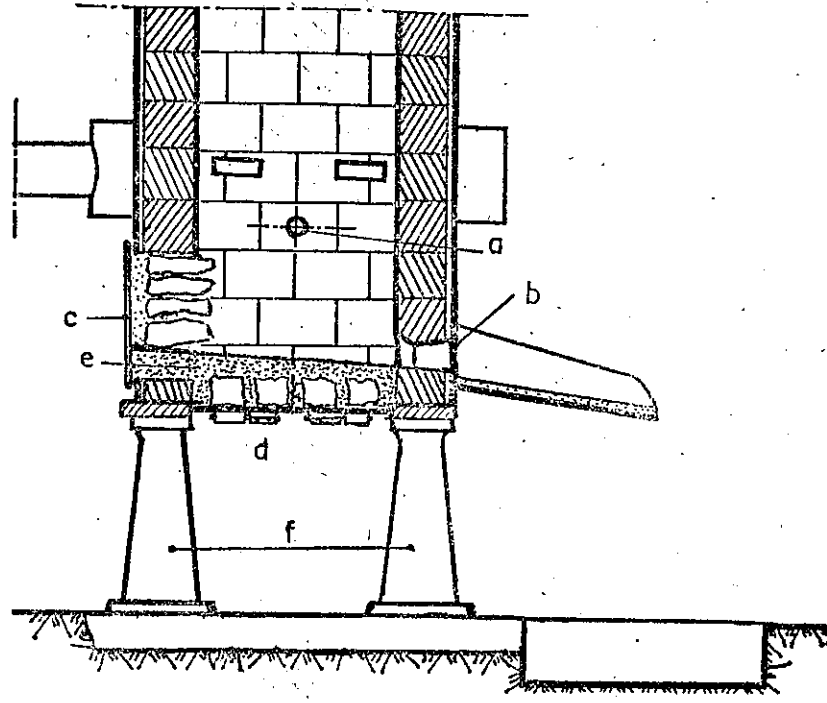


Şekil 5.12 Yükleme yerinin hemen altında bulunan hava kuşakları ve bağlantıları

2 — Pota Kısmı : Şekil 5.13

Hava delikleri altından başlayarak ocak tabanına kadar inen kısma kupol ocağının "Pota Kısmı" adı verilir. Ergime bölgesinden damlalar halinde inen sıvı maden bu kısımda toplanır. Sıvı madeni topladığı için bu isim verilmiştir. Çapı ocak çapına eşit olur. Aynı ısıya dayanıklı gereçlerle örülür. Dip kısmına ocağın tabanı denir. Pota kısmında, curuf deliği (a), maden alma deliği (b), ateşleme (onarım) kapısı (c) ve boşaltma kapağı (d) bulunmaktadır. Ocak tabanı (e) boşaltma kapısının üstüne örülür. Ocak, bu kısımdan, kalın bir taban plâkası ile ayaklar (f) üzerine oturur.

Şekil 5.13 bir ocağın pota kısmı ile bunun ayrıntılarını ve ocak altını göstermektedir.



Şekil 5.13 Kupol ocağının pota kısmı

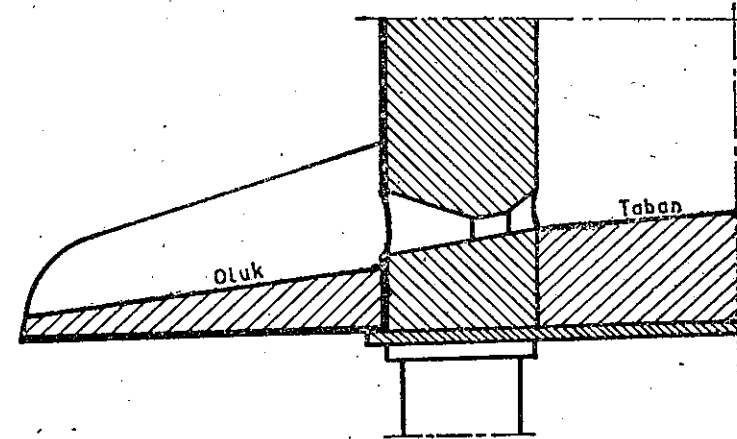
Pota kısmı hava deliklerinin altından başlar, ancak sıvı maden curuf deliğine kadar biriktirilebilir. Burası kok ile dolu olduğundan, sıvı maden bunların arasında toplanır. Kokun kapladığı hacim, toplam hacmin % 40-50 si kadar kabul edilir. Pota kısmında biriktirilecek sıvı maden miktarı, ocağın bir saatte ergittiği madenin 1/4 ü kadar olur. Bazı dökümcüler bu oramı 1/3 kabul ederler. Taban ile curuf deliği arası buna göre hesaplanabilir. Ortalama 45-50 cm. alınır. Curuf deliği ile hava delikleri arası 20-30 cm. olduğuna göre, pota yüksekliği 70-80 cm. olmaktadır. Bu yüksekliğin fazla olması, madenin bileşiminin bozulmasına neden olabilir. Bunun için pota kısmı yüksekliğinin az olması istenir.

a) Curuf deliği :

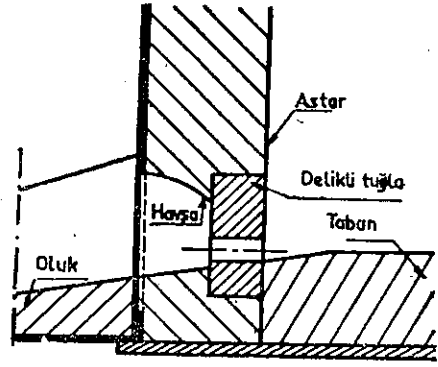
Curuf deliği pota kısmında biriken madenin üzerindeki curufu boşaltmak için ocak duvarına açılan bir deliktir. Çapı, ocağın büyüklüğüne göre 50-70 mm. olur. Curufun akmasını sağlamak için eğimli yapılır. Curuf deliğinden çıkan curuf, bir oluk yardımı ile curuf arabalarına alınır. curuf oluğu sacdan veya dökme demirden yapılır. Akma kolaylığı için geniş yapılmaları yararlıdır. İçi harç veya tuğla ile örülür. Şekil 5.13. Bazı durumlarda, curuf özel kanallara alınır.

b) Maden alma deliği :

Taban üzerinden ocak duvarına açılmış bir deliktir. Pota kısmında biriken sıvı madeni almağa yarar. Çapı ocağın büyüklüğüne göre 20-50 mm. olur. Uzunluğu 50-60 mm. dir. Maden alma deliğinin yapımı için, küçük ocaklarda, istenen çapta bir boru yerleştirilerek etrafı onarım harcı ile doldurulur. Çok iyi sıkıştırılarak boru çıkarılır. Meydana gelen deliğin iki tarafı havşalanır, perdah edilir. Madenin akmasının sağlanması için maden alma deliği % 10 eğimli olur. Şekil 5.14. Maden alma deliği, özel olarak hazırlanmış bir tuğla ile de elde edilebilir. Bu şekilde, hem daha dayanıklı olur, hem de yıpranması halinde kolayca değiştirilir. Şekil 5.15 böyle bir maden alma deliğini gösteriyor.



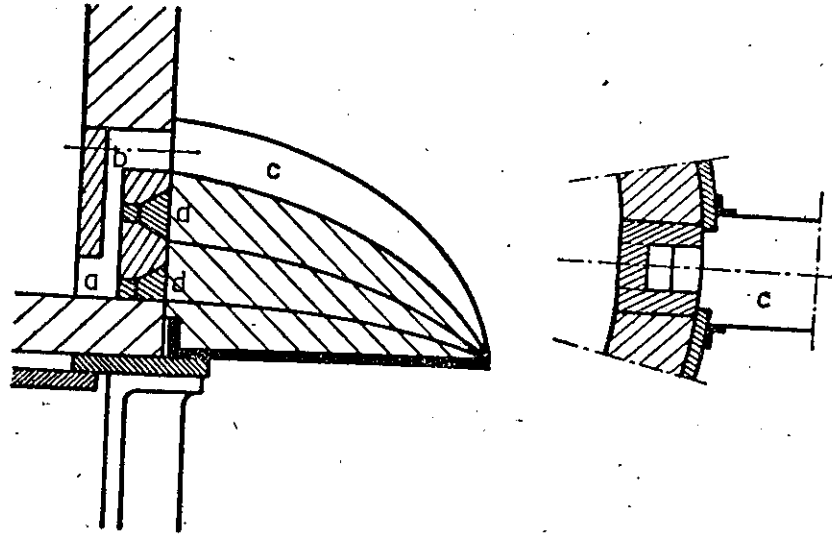
Şekil 5.14 Maden alma deliği



Şekil 5.15 Tuğla ile yapılan bir maden alma deliği

Her durum için maden alma deliğinin kısa olması ve iki ucundan havşalanması gerekir. Özellikle ön taraftaki havşanın, tampon vurulmasına uygun olması istenir. Tabanla birleşmesi, pota kısmındaki bütün madenin ve curufun boşalmasını sağlayacak şekilde olmalıdır.

Bazı özel durumlarda, maden alma deliğinde "Sifon Tuğla" kullanılır. Şekil 5.16 da görüldüğü gibi maden, yatay bir delikten düşey bir kanala geçer. Oradan oluğa akar. Gerektiği zaman, şekilde görülen alttaki deliklerden yararlanır.



Şekil 5.16 Kupol ocağında, sifon tuğlalı maden alma deliği

Bu şekildeki maden alma deliğinden, oluğa curufu temizlenmiş maden gelir. Ocak içinde bekleyen maden daha homojen olur. Bu düzen devamlı maden alan ocaklarda kullanılır.

c) Maden alma oluğu :

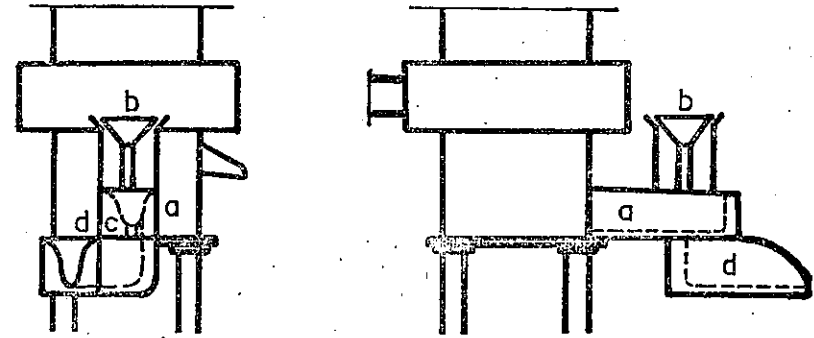
Maden alma deliğinden çıkan sıvı maden, maden alma oluğundan potalara alınır. Bu oluk, genellikle sacdan, ender olarak dökme demirden yapılır. Ocak sacına sökülebilir şekilde bağlanır. Sabit de olabilir, ancak sökülebilir olması, gerektiğinde değişebilmesini kolaylaştırır. Şekil 5.14 de bir maden alma oluğu görülmüştür.

Oluğun boyunun kısa olması istenmekte ise de, kaldırma aygıtının potaları ocak önüne yaklaştırabilmesine göre ayarlanır.

Oluğun kesiti üçgen, yarım yuvarlak ve ençok ikizkenar yamuk şeklinde olur. Derinliği, madenin dışarı fırlamasını önleyecek ve hava ile teması arttırmayacak durumda ayarlanır. Maden alma deliği gibi % 10 eğimli olur.

Oluğun içi, ince ateş tuğlası veya harçla örülür. Küçük ocaklarda kuvvetli bir kalıp kumu yeterli görülebilir. Örtüden oluğun iyi kurutulması ve madenin yapışmaması için bir ayırıcı sürülmesi gerekir. Ayırıcı madde çok defa grafit boyası artıklarıdır.

Madenin ocaktan alınmasında, özel maden alma olukları da kullanılmaktadır. Şekil 5.17 de aşılamaı kolaylaştıran bir oluk düzeni görü-

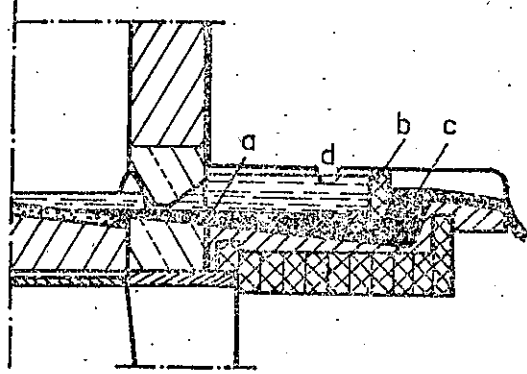


Şekil 5.17 Aşılama için düzenlenen bir oluk

lüyor. Bu oluk iki düzeylidir. Katım maddeleri üst oluğa (a), bir huni (b) yardımı ile toz halinde atılır. Bir titreşim aygıtı, katım maddeleri-

nin maden üzerine, orantılı olarak yayılmasını sağlar. Sonra maden, dik kanaldan (c) ikinci oluğa (d) geçer. Silindirik kanalda maden dönerak akar, karışma daha iyi olur.

Bazı maden alma oluklarında, özellikle devamlı maden alınan büyük ocaklarda, curuf ayırıcı perdeler konur. Şekil 5.18 de böyle bir maden alma deliğinden gelen maden (a), perdenin (b) altından geçerek oluğun ön kısmında (c) yükselir. Buradan akarken curufunu perdenin önünde bırakmış olur. Curuf, üstte bulunan curuf kanalından (d) alınır.

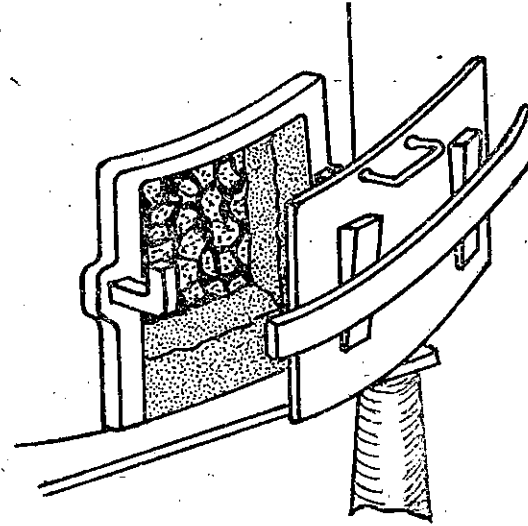


Şekil 5.18 Perdeli bir maden alma oluğu

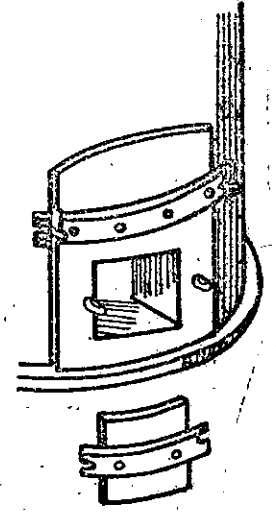
d) Ateşleme (Onarım) Kapısı :

Pota kısmında, maden alma deliğinin karşı tarafında bir kapak bulunur. Ocağın ateşlenmesinde, onarımında ve tabanın yapımında kullanılır. Bu yüzden, buraya "Ateşleme kapısı" veya "Onarım kapısı" adı verilir. Şekil 5.2 ve 5.13 de bu kapılar görülmektedir. Kapak bazen, yan açılabilir şekilde menteşeli yapılır. Bazen de tamamen ayrı olur ve bir kuşakla yerine bağlanır. Ocağın büyüklüğüne göre, genişliği 300-500 mm. yüksekliği 250-400 mm. ölçülerinde olur.

Döküme hazırlanırken tutuşturucu tahta parçaları ve odunun bir kısmı, bu kapaktan ocak tabanı üzerine yerleştirilir. İri kok kömürleri yerleştirilerek burası kapatılır. Ocağın ateşlenmesinde, yanma için gerekli hava, bu kokların arasından doğal çekme ile sağlanır. Yanma tamamlandınca, kokların üzeri fazla nemlendirilmiş kumla sıvanır. Bunun üzeri normal kumla sıkıştırılarak kapak sıkıca kapatılır. Kenarları çamurla sıvanır. Dökümden sonra, ocak tabanı bu kapak açılarak bozular ve ocak boşaltılır.



Şekil 5.19 Bir ateşleme kapısı ve kok kömürleri



Şekil 5.20 Ateşleme kapısı üzerinde küçük kapak

Şekil 5.19 da bir ateşleme (onarım) kapısı görülmüyor. Kapak bir kuşakla bağlanmıştır. Kapağın iç kısmında sıralanmış kok kömürleri görülmüyor.

Bazı hallerde, ateşleme kapısı üzerine küçük bir delik bırakılır. Ölçüleri 80 x 120 mm. olabilir. Döküme hazırlanırken, büyük kapak kapatılır. Ateşleme bu delikten yapılır. Doğal çekme buradan sağlanır. Yanma tamamlandınca, delik tıkanır ve kapağı kapatılır. Şekil 5.20 de böyle bir kapak düzeni görülmüyor.

e) Ocak Tabanı :

Pota kısmının dibine, ocağın tabanı denir. Ocak bir plâka üzerine, plâka da ayaklara oturur. Genellikle dökme demirden (fotta) yapılan plâkanın orta kısmı, ocak iç çapına göre delik bırakılır. Burası boşaltma kapağı ile kapanır. Taban bunun üzerine örülür. Tabanın örülmesi için özel kum harmanları hazırlanır. Bunlar ocağın büyüklüğüne göre seçilir. Ocak tabanı, döküm boyunca ağır yükleri üzerinde taşımaktadır. Bu nedenle sağlam olması ve sıkı dökülmesi gerekir. Ancak, dökümden sonra da kolay bozulması istenir. Bunlar göz önüne alınarak, taban şu şekilde yapılır: Önce kapağın kenarları çamurla sıvanır. Üzerine bir tabaka kum

Konarak sıkıştırılır. Bu kum, kalıp kumundan biraz daha kuvvetli bir kumdur. Bunun üzerine tuğla parçaları sıralanır. Bunlar dökümden sonra kolay bozulmaya yardımcı olur. Tuğlaların üzerine, çok zayıf kum veya benzeri maddeler doldurulur. Daha sonra, yine kuvvetli kum konur ve sıkıştırılır. Sıkıştırmanın özellikle tuğla diplerinde kuvvetli olması gerekir. Orta kısımlar normal sıkıştırılır. Üzeri düzlenerek mala edilir. Maden alma deliğine doğru eğimli olmalıdır. Maden alma deliği açıldığı zaman, sıvı madenin tamamının boşalması zorunludur. Tabanda madenin kalması, ocak açıldığı zaman tehlikeli kazalara neden olabilir.

Taban da oluklar gibi bir ayırıcı ile kaplanır.

Şekil 5.2 ve 5.13 de ocak tabanları görülmektedir.

f) Boşaltma Kapağı :

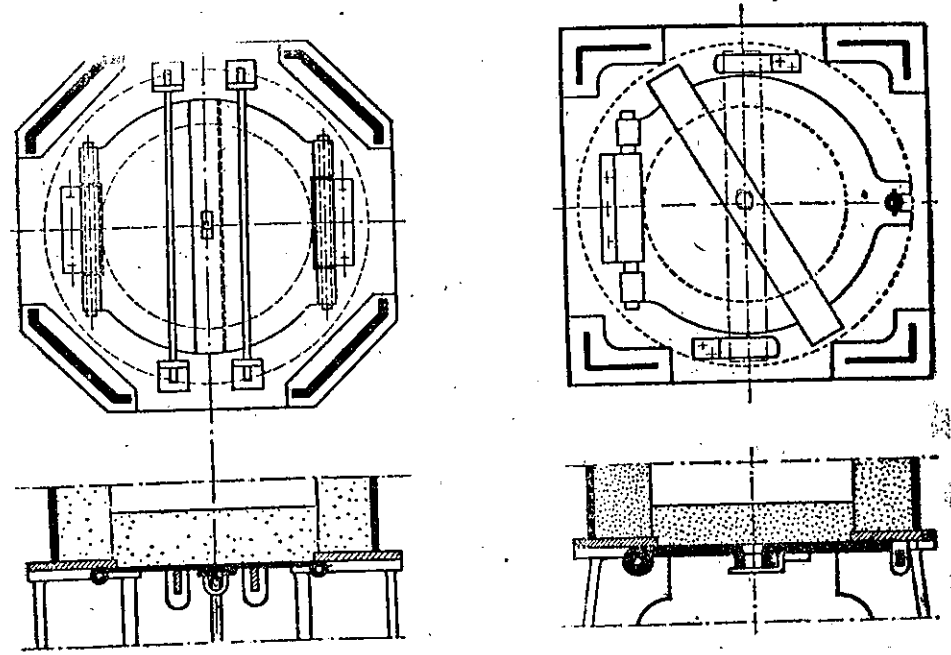
Ocak tabanındaki plâkanın ortasında bırakılan, iç çapa eşit delik bir kapakla kapatılır. Buna "Boşaltma Kapağı" denir. Ocak tabanı hazırlanırken kapatılan bu kapak, dökümden sonra, ocak içinde kalan kok ve maddelerin boşaltılması için açılır.

Bu kapağın açılıp kapanması çeşitli şekillerde olur. İki parçalı yapıldığı gibi tek parça da olabilir. İki parçalı olduğu zaman parçalar, plâkaya menteşeli olarak bağlanır. Kapatıldığı zaman, mandallar ile bağlanır. Bazan ek yerinden özel parçalarla desteklenir. Tek parça olduğu zaman, bir tarafından menteşeli, diğer tarafından mandallı olur. Beklenmedik durumlar için, kapak alttan bir dikey destek ile desteklenir. Bazan kapak tamamen ayrı olur ve bu dikey destek ile yerine sıkıştırılır. Şekil 5.21 de iki örnek görülmüyor.

g) Ocak Altı ve Ayaklar :

Ocağın taban plâkasının ortası ocak çapına göre delik yapılır. Dış şekli, ayakların durumuna uydurulur. Bazen, kare şeklinde olur. Taban plâkası dört ayak üzerine oturur ve civatalarla bağlanır. Ayaklar genellikle dökme demirden, boru biçiminde dökülür. Konik olurlar. Yapımcının görüşüne göre, başka biçimde ayaklar da dökülebilir ve kullanılır. Ayrıca, çelik malzemeden kaynak edilerek yapılan ocak ayakları da vardır. Boşaltma kapağının açılmasına engel olmamaları ve dayanım bakımından yeterli olmaları gerekir.

Ayaklar yere, beton civataları ile bağlanır. Bağlandıkları yerin dayanımı, ocak ağırlığını çekmeğe yeterli olmalıdır.



Şekil 5.21 Boşaltma kapakları ve bağlanmaları

Ocağın altına, ayaklar arasına, bir çukur daha iyisi bir kanal açılır. Burası, döküm sonunda ocağın boşaltılmasında, çalışanların korunmasını sağlar. Buradaki kanal çok defa, maden alma oluşunun altına açılan havuza bağlanır. Adı geçen havuz, büyük potaların ocak önüne yanmasına ve önden alınan curufun birikmesine yarar. Maden alma deliğinin beklenmedik açılmalarında, sıvı maden bu havuzda toplanır. Çalışanlara zarar vermesi önlenmiş olur.

Ocak ayaklarının boyu, maden alma deliğinin yüksekliğine göre ayarlanır. Bu yükseklik, yani atelye zemininden maden alma deliğine uzaklık, deliğin kolay açılıp kapatılmasını ve büyük potaların yanmasını sağlayacak kadar olmalıdır. Normal durumlarda, bu yükseklik 0,8-1,2 m. alınır. Daha yüksek yapılması gerektiği zaman, maden alma deliğini açıp kapayan için, yüksekçe bir yer yapılır. Şekil 5.2, 5.13 ve 5.21 de taban plâkası, ayaklar, ocak altı kanalı ve havuz görülmektedir.

3 — Baca :

Kupol ocağının gövdesinin üstünde kalan kısmına "Baca" denir. Yükleme kapısı ile başlar, üst kısımdaki kıvılcımlığı içine alır. Bacanın yüksekliği, yapının çatısına bağlı kalır. Ocaktan çıkan gazların dışarı atılmasını sağlar ve çekmeye yardımcı olur.

Bacanın çapı genellikle ocak çapından büyük olur. Büyüklük gazların basıncını düşürür. Ancak, dış çapta bir değişiklik yapılmaz. Ocak duvarlarının kalınlığı azaltılarak çap büyütülmüş olur. Gerçekte, bu duvarların sıcaklığın düşüklüğü nedeniyle, aşağıdaki gibi kalın olması gerekmez. Ocak astarı kalınlığının yarısı kadar olması yeterli görülür. Daha düşük özellikte gereçlerle örülebilir.

a) Yükleme Kapısı :

Kok kömürü, maddenler, kireçtaşı, v.b. gereçlerin ocağa yüklendiği kapıdır. Ocak gövdesinin üzerinde, bacanın başladığı yerdedir. Şekil 5.1 ve 5.2 de görülmektedir. Yüklemenin durumuna göre düzenlenir. Elle yüklemeye, yükleme yerinden (salaştan) 20 cm. yükseklikte yapılır. Alçak olması, yükleme kolaylığı sağlar. Aynı zamanda ocağın baralanması kolaylaştırır. Bu nedenle, bazı dökümcüler yükleme kapısının, yükleme yeri ile aynı düzeyde olmasını uygun görürler. Mekanik yüklemeye, yükleme kapısının durumu, yükleme aygıtının durumuna göre düzenlenir.

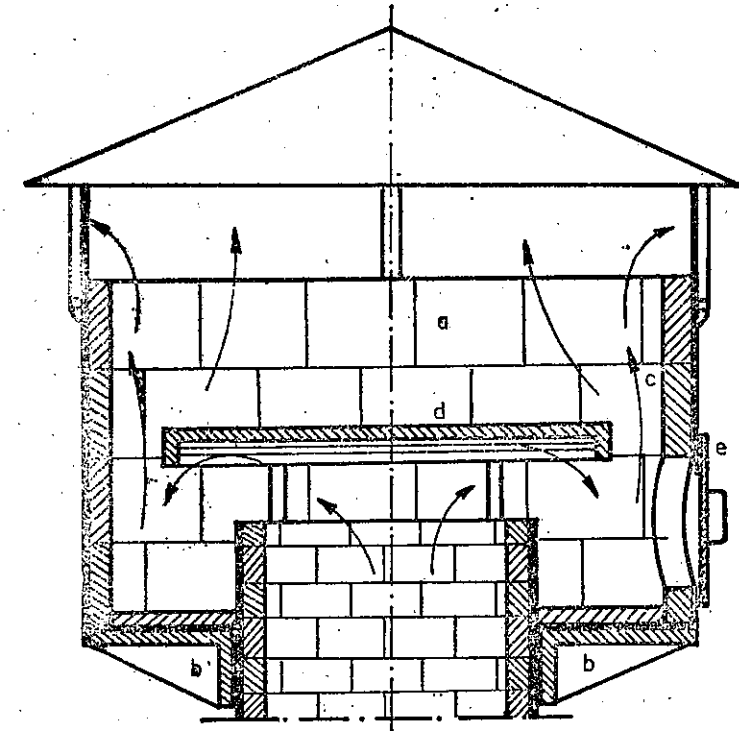
Yükleme kapısının ölçüleri 60 × 85 ile 95 × 125 cm. arasında alınmaktadır.

Özel durumlar dışında, yükleme kapısının menteşeli bir kapağı vardır. Bu kapak, yükleme süreleri dışında kapalı tutulur. Yapımcıya göre, sacdan veya dökme demirden olabilir. Sac olanlarda iç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle örülür. Dökme demirden olanlarda, iç kısmına dökme demirden bir plâka bağlanır. Yıpranınca değiştirilir.

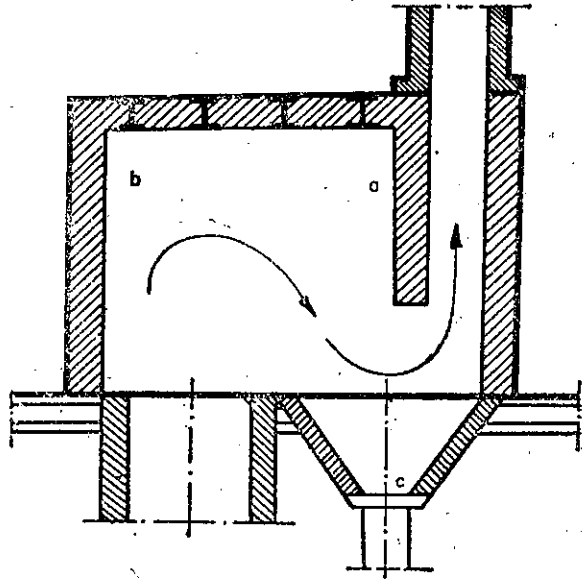
b) Kıvılcımlık :

Kupol ocağının yanması sırasında meydana gelen tozlar ve kıvılcıklar, basınçlı gazlarla bacadan çıkarılır. Bir önlem alınmazsa, bunlar çatı üzerinde birikirler. Yangın tehlikesi fazla olmasa bile sık sık temizlenmeleri gerekir. Bu da çatı için birçok sorunlar yaratır. Bu nedenle, kupol ocakları bacalarında kıvılcım ve toz tutucu düzenler kullanılmaktadır. Bunlara "Kıvılcımlık" veya "Kıvılcım Odası" adları verilir. Bunlar, ocağın yerine ve durumuna göre yapımcılar tarafından seçilir ve uygulanırlar. Aşağıda birkaç örnek görülmektedir.

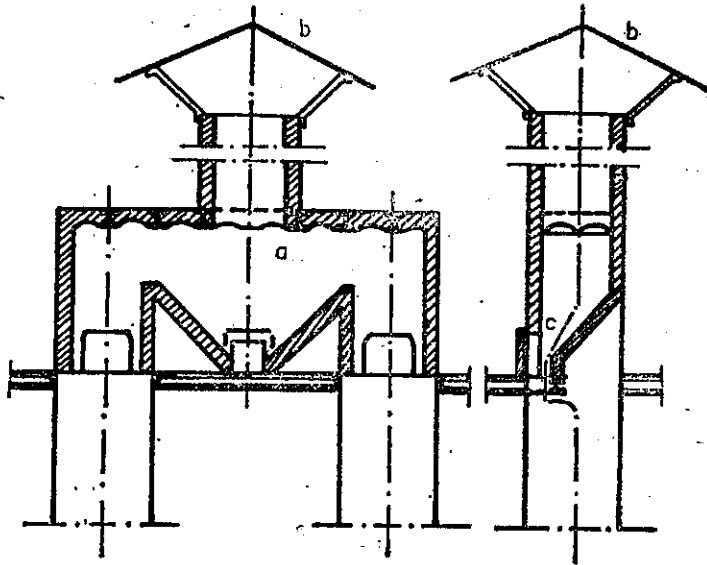
Şekil 5.22 de en çok kullanılan kıvılcım odalarından biri görülmektedir. Kıvılcım odası (a) silindirikdir. Çapı kupol ocağı çapının iki katına yaklaşır. Bacaya bağlanmış ve gönyelerle (b) desteklenmiştir. İç kısmında ince bir astar (c) vardır. Kıvılcımlığın üzerine bir şapka bağlanmıştır. Bacanın ağızını bir kıvılcım tablası (d) kapatmıştır. Bunun ocağa bakan yüzü ısıya dayanıklı gereçle kaplanmıştır. İçinde demir çubuklar vardır. Yandaki kapak (e) temizleme işlemi içindir. Aşağıdan gelen toz ve kıvılcımlar önce kıvılcım tablasına çarparlar. Yanlardaki boşluklara düşerler. Daha yukarı çıkanlar şapkaya çarparak dönerler. Yan boşluklarda biriken tozlar, kapaktan alınır. Bazı hallerde, tozları aşağı akıtabilecek durumda toz boruları yapılır. Bunlar, tozların fazla birikmeden aşağıya inmelerini sağlarlar.



Şekil 5.22 Çok kullanılan silindirik bir kıvılcımlık



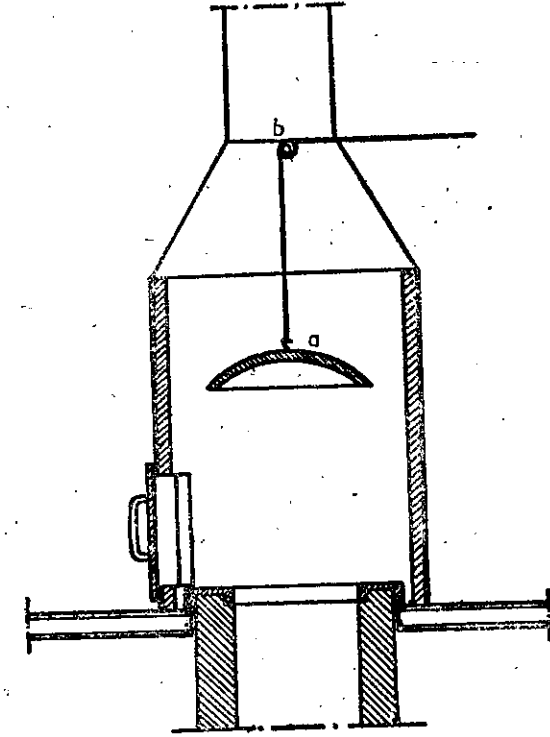
Şekil 5.23 Toz borulu bir kıvılcım odası



Şekil 5.24 İki ocağı birleştiren bir kıvılcımlık

Şekil 5.23 de kıvılcımları bir perde (a) ile durduran bir kıvılcım odası görülüyor. Ocaktan çıkıp kıvılcım odasına (b) giren gazlar oklar yönünde hareket ederek aradaki perdeye çarparlar. Toz ve kıvılcımları burada bırakarak dışarı çıkarlar. Aşağı düşen tozlar, toz borusundan (c) alınırlar.

Şekil 5.24 de iki ocağı birleştiren bir kıvılcımlık ve baca düzeni görülüyor. Ocaktan çıkan gazlar kıvılcımlık (a) tavanına çarparak toz ve kıvılcımları bırakır. Buradan kaçabilenler çıkıştaki şapkaya (b) çarparak dönerler. Tozlar odanın daraltılmış kısmında toplanır ve buradaki kapıdan (c) alınırlar.



Şekil 5.25 Hareketli şapkası bulunan bir kıvılcımlık

Şekil 5.25 de kıvılcım ve tozları, hareketli bir şapka ile tutan bir kıvılcımlık ve baca düzeni görülmektedir. Baca yükleme kapısında genişletilerek, kıvılcım odası şekline sokulmuştur. Üst kısmı tekrar daraltılmıştır. Buradan bir makara düzeni ile bir şapka sarkıtılmıştır. Bir küre par-

çası şeklinde olan şapka (a) gerektiğinde makara (b) yardımı ile aşağı yukarı hareket etmektedir. Gazlarla beraber gelen kıvılcım ve tozlar şapkaya çarparak geri dönerler. Yan kısımlarda toplanırlar.

Bütün kıvılcım odalarının yapımında veya örülmesinde ısıya dayanıklı gereçler (tuğla veya harç) kullanılır.

Kuşkusuz, kıvılcıklık şekilleri yukarıda söylenenlerden ibaret değildir. Başka çeşit kıvılcım odaları da yapılır. Örneğin, gazları döndürerek yer düzeyinde bir kanala verenler ve su ile tozları toplayanlar gibi.

Bunların yanında, bazı kupol ocaklarında, kıvılcıklık kullanılmaz, baca düz olarak yükselir. Üzerine konan bir şapka kıvılcıklık görevi yapar.

İlk yapılan ocaklarda baca kısmı yoktu. Ocağın boyu, gövdenin üst kısmına yani yükleme kapısına kadardı. Ocağa yüklenecek vezinler (maden, kok, kireçtaşı, v.b.) doğrudan doğruya gövdeye dolduruluyordu.

Bugün bile, ilkel çalışan döküm atelyelerinde, bu şekilde ocaklara çok az da olsa rastlanmaktadır.

5.5 — KUPOL OCAĞININ YAPISI :

Kupol ocağı, çelik sacdan silindirik bir zarf ile ısıya dayanıklı gereçlerden örülmüş astardan meydana gelir. Şekil 5.1 ve 5.2 Alt tarafı ocak tabanı ile kapanır.

1 — Ocak Zarfı :

Ocak zarfını oluşturacak olan saclar gerekli ölçülerde hazırlanarak istenen çapa uygun olarak kıvrılırlar. Bunlar kaynak edilerek silindirik kazanlar şekline sokulurlar. Boyları, genellikle sac standartlarına göre iki metre olur. Kazanların uç kısımlarına çaplarına göre kıvrılmış köşebentler kaynak edilir. Üst üste sıralanan kazanlar, köşebentlere açılmış karşılıklı deliklerden civatalarla birbirine bağanırlar. Doğrudan doğruya kaynakla veya perçinle birleştirilenleri de vardır. Ancak sökülebilir olması daha uygun görülür.

Yükleme kapısı, hava delikleri, cıvuf deliği, ateşleme kapısı ve maden alma deliğinin sac üzerindeki yerleri, kesilerek açılmıştır. Sac zarfın iç kısmına, ısıya dayanıklı astarı tutmak için çemberler konur. Bu çemberler için saca köşebentler kaynak edilir. İki parça yapılan çemberler, yerlerine kolay otururlar. Şekil 5.1.

Ocak zarfı, ayaklar üzerindeki taban plâkasına bağlanır. Hava kuşağı, oluklar ve kapaklar yerlerine takılır. Kabul edilen şekilde hazırlanan kıvılcıklık baca üzerine bağlanır.

Ocak zarfı için kullanılan sacın kalınlığı, ocağın büyüklüğüne göre 5-10 mm. olur. Alt kısımların sac kalınlığı, üst taraflara oranla daha fazladır.

Harçla örülen ocaklarda, kurumayı kolaylaştırmak için, sac üzerine 8-15 mm. çapında delikler açılır.

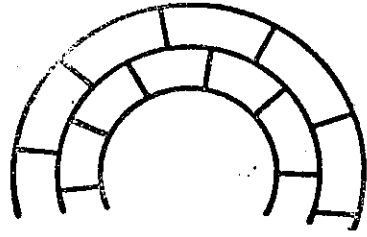
2 — Ocak Astarı :

Ocağın ısıya dayanıklı duvarları (astarı), ya ateş tuğlaları ile örülerek veya özel olarak hazırlanan harcı bu kısımlarda sıkıştırarak meydana getirilir. Astarın kalınlığı, normal özellikte gereçler için, 225 mm. alınabilir. Daha kalın olması, dayanım ve ısı kaybını önleme bakımından yararlı görülürse de birçok dökümcüler tarafından gereksiz bulunmadır.

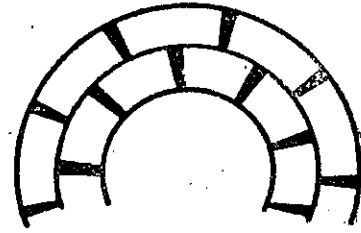
Yapım kolaylığı bakımından, pota kısmı ve ocak gövdesi aynı gereçlerle örülür.

Yükleme kapısından 1-1,5 m. aşağıya kadar olan kısma, dökme demir tuğlalar sıralanır. Şekil 5.1 de bunlar görülmektedir. Dökme demir tuğlalar, ocak sacına bağlı bir çember üzerine otururlar. Görevleri, ocağa atılan madenlerin çarpmalarından meydana gelecek yıpranmaları önlemektir. Şekil 5.2 de dökme demir tuğlalar ve bunları taşıyan çemberler görülmektedir.

Kupol ocağının astarı, ateş tuğlalarından oluşturulurken, özel olarak hazırlanmakta olan kupol tuğlaları kullanılır. Bu tuğlalar, ocak çapına göre seçilirler. Bölüm 2; Tablo 2 de kupol tuğlalarının numaraları ve ölçüleri ve tablo 3 de seçimin nasıl yapıldığı gösterilmektedir. Seçilen belli sayıdaki tuğlalar sıralanarak ocağın astarı oluşturulur. Astar iki sıradan oluşur. Tuğlalar ince bir harçla yapıştırılır. Tuğlalar arasındaki birleşimin önemi astarın dayanımı bakımından çok önemlidir. Şekil 5.26 iyi bir birleşmeyi gösteriyor. Şekil 5.27 de ise tuğlalar iyi alıştırılmamış ve araları harç ile doldurulmuş. Harç ile doldurulan kısımlar çok çabuk açıncağından astarın ömrü çok kısa olacaktır.

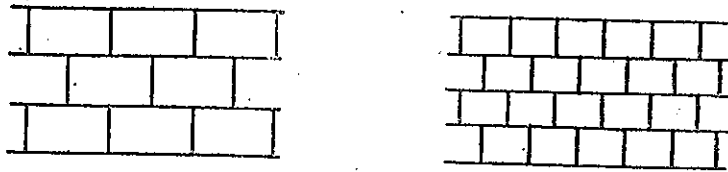


Şekil 5.26 İyi birleşme



Şekil 5.27 Aralıklı birleşme

Kupol ocakları özel hazırlanmış tuğlaların bulunmadığı zaman normal biçimdeki ateş tuğlaları ile örülür. Bu durumda, tuğlalar birbirine çok iyi alıştırmalıdır. Bu işlem özel tuğla kesme çekiçleri ile yapılır. Ancak, birleşme yerlerinin çokluğu, dayanımı önemli ölçüde azaltır. Birleşme yerleri, maden ve gazların girerek astarı aşındırmasına yardımcı olurlar. Şekil 5.28 de büyük tuğlalarla meydana getirilen, birleşme yerleri sayısı az bir astarla daha küçük tuğlalardan yapılan ve birleşme yerleri çok, bir astar görüyor.



Şekil 5.28 Ocak duvarındaki birleşme yerleri

Ocak astarının yapımında, astar ile ocak sacı arasında, genişlemeleri zararsız hale getirmek için bir boşluk bırakılır. Bu boşluk 10-20 mm. olur. Burası kuru silis kumu veya çapak tozu ile doldurulur. Şekil 5.2, 5.13 ve 5.30

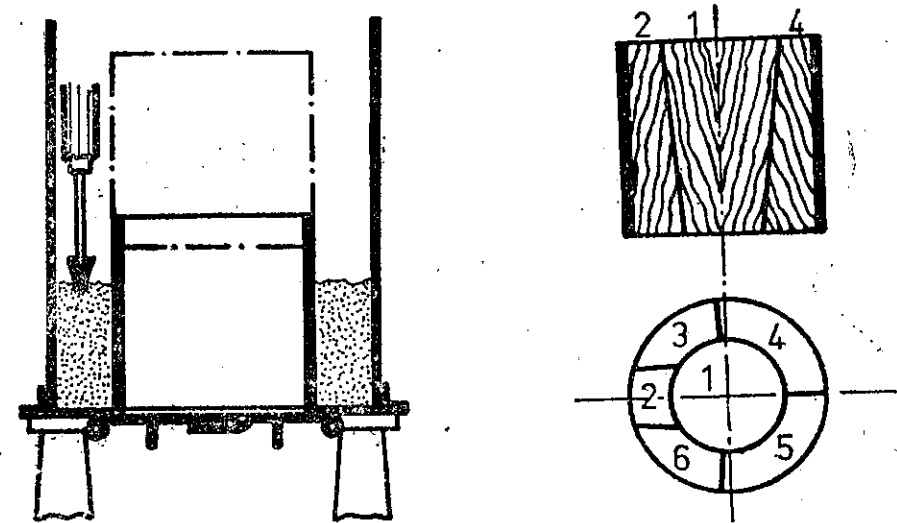
Harç ile yapılan ocak astarlarından daha iyi sonuçlar alınır. Tuğlaların arasındaki birleşme yerleri burada olmadığından dayanımları daha iyi olur. Ancak harcın iyi özellikte olması, özenle ve tekniğine uygun hazırlanması, çok iyi sıkıştırılması zorunludur. Aynı zamanda, iyi kurutulması ve çatlamaların önlenmesi gerekir. Çok ince çatlaklar bile astarın çabuk yıpranmasına neden olurlar.

Harcın bileşimi, çalışma yöntemlerine göre ilgililer tarafından seçilir. Örnek olarak aşağıdaki bileşim verilebilir:

- % 25-28 şamut,
- % 2-3 kil,
- % 20-30 iri taneli (2-5 mm.) silis kumu,
- Diğer kısmı normal silis kumu.

Harcın, karıştırma makinalarında çok iyi karıştırılması, homogenliğinin sağlanması ve nem miktarının ayarlanması zorunludur. Nem miktarı: hacim olarak % 3-5 ağırlık olarak % 5-8 olmalıdır. Karıştırılarak hazırlanan harç, çok temiz bir yere yığılarak nemli çuvallarla örtülür. Çok iyi homogenleşmesi için 48 saat kadar dinlendirilir.

Ocak astarının yapımında, harcın sıkıştırılması için, şekil 5.29 da görülen ayardan yararlanır. Bu aparat, etrafına sac sarılmış parçalardan oluşmuştur. Çapı, ocağın iç çapına eşittir. Boyu 50-60 cm. dir. Parçalar rahat sökülüp takılabilir durumdadır. Parçalar birleştirilerek şekilde görüldüğü gibi ocak içine yerleştirilir. Etrafına yayılan harç, homogen bir şekilde ve çok iyi sıkıştırılır. Sıkıştırmada otomatik tokmakların kullanılması gerekir. Harcın kurummasına engel olunmalıdır. Aparatın boyu kadar yer sıkıştırılınca, üst kısma geçilir. Bunun için, aparatın parçaları sökülür. Üst kısma çekilerek tekrar bağlanır. Sökme işlemi, şekil-



Şekil 5.29 Ocak astarının sıkıştırılması ve kullanılan aparat

de görülen numaralara göre yapılır. Aparat, yeni yerine yerleştirilince, aynı işlem devam eder. Birleşme yerlerinin sıkılığına dikkat edilmelidir. Bu şekilde devam edilerek dökme demir tuğlalara kadar çıkarılır. Duvarların çok düzgün olması gerekir. Aşağı doğru hafifçe genişlemesi, ocağın çalışması sırasındaki çatma aksaklığını önlemek için yararlı görülür.

Astar içinde delik bırakılacağı yerlere (hava delikleri, curuf deliği, maden alma deliği, ateşleme kapısı), sıkıştırma sırasında, şekillerine uygun takozlar yerleştirilir. Bunlar sonra, ocak boşluğuna doğru çekilerek alınır. Kalan boşlukların şekilleri düzeltilir. Uygun el takımları ile perdah edilirler.

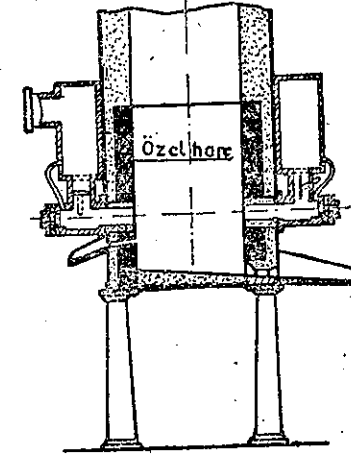
Hazırlanan astarın kurutulmasının, kendi kendine doğal olarak gerçekleşmesi en iyi yoldur. Ancak, bu yol çok uzun sürebilir. Bunun için, taban üzerinde ateş yakılır. Ateş, önce hafif olur, sonra hızlandırılır. Kurutma yavaş yavaş olur. Diğer bir kurutma şekli, ocak içine mangal indirmektir. Mangal, alt kısımdan başlayarak üste doğru çeşitli yüksekliklerde bekletilir. Çatlama olursa, mutlaka onarılır. Ocak sacı üzerindeki delikler astarın kurumasına yardımcı olurlar.

Ocak astarı, ocağın çalıştırılma yöntemine göre, bazık veya asidik gereçlerden meydana getirilebilir.

Bazı durumlarda, ocak astarı için özellikleri çok iyi olan, özel gereçler kullanılır. Bunlar çok dayanıklı olmakla beraber, pahalıdır. Aşağıdaki karışım, tuğla veya harç olarak kullanmada iyi sonuçlar vermektedir.

- 100 Kg. pişirilmiş magnezit (0-3 mm.),
- 10 " kaolin,
- 2 " flüorspat,
- 5 " camtozu,
- 10 " camsuyu.

Çok iyi özellikte astar gerecinden düşük fiatla yararlanmak için aşağıdaki yöntem kullanılır. Ocak sacına yakın kısım ateş tuğlası ile örülür. Pota kısmının altından başlayarak ergime bölgesinin 500-800 mm. üstüne kadar, ocak çapına göre 50-100 mm. kalınlıkta çok iyi özellikte harç kaplanır. Bu işlem sıkıştırma veya püskürme ile yapılır. Astarın diğer kısımları normal özellikteki ısıya dayanıklı gereçlerle tamamlanır. Şekil 5.30 da bu şekilde hazırlanmış bir ocak astarı görülüyor.



Şekil 5.30 İç kısmı ateş tuğlası ile örülmüş, üzeri özel harçla kaplanmış bir ocak astarı

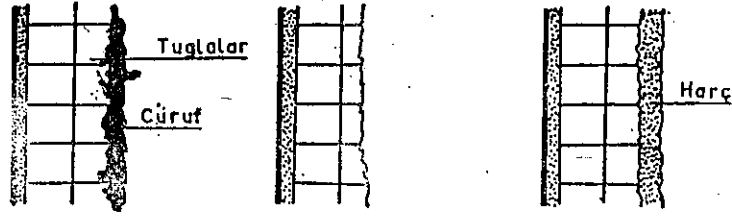
3 — Ocak Astarının Onarılması :

Kupol ocağının bir süre çalıştırmadan sonra, ergime bölgesinde çember şeklinde bir oyukma görülür. Normal çalışmada, bu oyuk hava delikleri üzerinden (60) cm. yüksekliği geçmez. Derinliği (5) cm. ye kadar olunca, bir işlem yapmayı gerektirmez. (5) cm. yi geçerse, oyuklar temizlenerek doldurulur. Buna ocak astarının onarılması denir.

Onarımı gereken kısım, özel çekiç ve keskilerle iyice temizlenir. Hiç curuf bırakılmaz.

Tuğla ile örülen ocaklarda oyuk çok derinse, ön sıradaki tuğlalar çıkarılır. Yerlerine yeni tuğlalar konur. Derinlik az ise, burası onarım harcı ile doldurulur. Doldurma sıkıştırılarak yapılır. Önce, yüzeylere yapışan curuflar çok iyi temizlenir. Sulandırılmış harç sürülür. Varsa, tuğla aralıkları harçla sıkıştırılarak doldurulur. Bir, iki saat kadar bekletilir. Onarım için hazırlanan harç, topaklar haline sokulur. Topakların çapları 8-10 cm. civarında olur. Bunlar, oyuklara vurularak yapıştırılır. Çekiçlerle çok iyi sıkıştırılır. Sonra düzeltilir. Yüzey çok düzgün olur ve çıkıntılar yapmaktan kaçınılır.

Şekil 5.31 de yüzeydeki curuf, temizlenmiş durumu ve yapıştırılmış harç görülüyor.

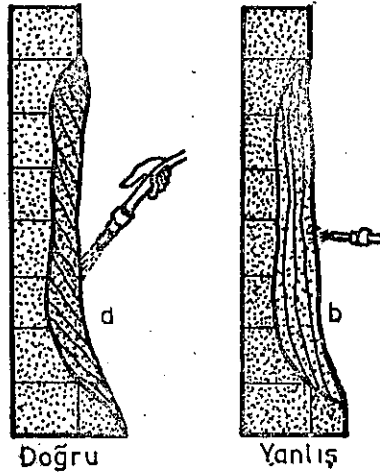


Şekil 5.31 Onarılacak ocak yüzeyindeki curuf, temizlenmiş durumu ve yapıştırılmış harç

Onarım harcı için, aşağıdaki bileşim bir örnek olabilir:

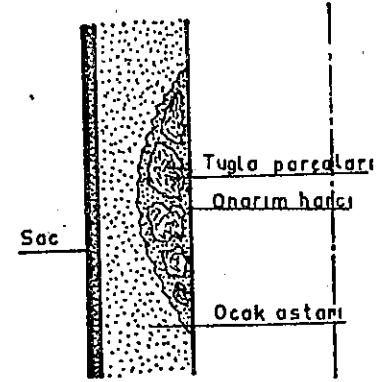
- 2 hacim silis kumu,
- 1 hacim ateş toprağı.

Onarım harcının sıkıştırma işlemi, yukarıda anlatıldığı şekilde yapıldığı gibi püskürtme yöntemi ile de yapılır. Temizlenip hazırlanan yüzeye harç, bir püskürtme aygıtı ile fırlatılır. Basınçla fırlayan harç oyuk duvarlara yapışır. Katmanlar şeklinde bu kısımları doldurur. Şekil 5.32 de püskürtme işlemi görülüyor. Harç katmanları (a) daki gibi kısa olmalıdır. (b) deki düşey katmanlar yanlıştır. Bu biçimdeki katmanların birbirinden ayrılması tehlikesi vardır. Uygulama için püskürtücünün tutuşuna dikkat edilmelidir.



Şekil 5.32 Püskürtme ile sıkıştırılan onarım harcı

Ocak astarı harç ile yapılmışsa, yine harçla onarılır. Onarım harcının astar gereci ile aynı veya ona çok yakın olması gerekir. İşlemler, tuğla astardakinin aynı olur. Onarılan kısımdaki boşluklar derinse, örneğin 100 mm. yi geçiyorsa, harç arasına tuğla parçaları konabilir. Şekil 5.33 de böyle bir onarım şekli görülüyor. Onarımda, ocak çapının bozulmaması, işlemin çabuk yapılması ve çatlamalara meydan verilmemesi gerekir.



Şekil 5.33 Onarım harcına tuğla parçaları konulması

Onarım işlemleri bitince, diğer kısımlar kontrol edilir. Curuf ve madden alma delikleri gözden geçirilir.

Bundan sonra kurutma işlemine geçilir. Kurutma, tabanda ateş yakma ve mangal indirme ile gerçekleştirilebilir. Ancak, bazı dökümcüler, ocağın yakılmasında yatak kokunun yanması ile gerçekleşen kurutmayı yeterli görmekte-dirler.

5.6 — KUPOL OCAĞININ YÜKLEME DÜZENİ :

Kupol ocağı dik çalışan bir ocak olduğu için, değişik yükseklikte iki çalışma alanı vardır. Bunlardan birincisi, ergiyik madenin oluktan alınıp kalıplara döküldüğü alt çalışma alanıdır. Atelye tabanı ve kalıplama alanı ile aynı düzeydedir. Ocağa yüklenecek olan çeşitli gereçlerin bulunduğu GEREÇ PARKI'nda buradadır. İkinci çalışma alanı, ocağın yüklendiği YÜK-YÜKLEME YERİ (salaş - plâtfon) dir. Yükleme kapısının hemen altındadır. Yükleme yerinin gereç parkı ile yakın bağlantısı vardır. Gereçler, yükleme yerine gereç parkından getirilir.

1 — GEREÇ PARKININ DÜZENLENMESİ :

Gereç parkında, her gereç ayrı konmalı ve bunlar çok iyi tanınmalıdır. Yerleri, önem ve kullanma miktarlarına göre belirlenmeli ve taşınma kolaylığı düşünülmalıdır.

Eldeki madensel gereçlerin özellikleri ve buna göre miktarları bilinmelidir. Külçe halindeki madenler, düzgün şekilde sıralanarak dikkatle yığılmalı. Bu durumda hem yer kazanılır, hem yıkılma tehlikesi önlenmiş olur.

Atelye hurdaları (yolluk, çıkıcı, besleyici, bozuk işler, v.b.) bileşimlerine göre ayrılarak yığılır. Bu yığınlar birbirinden yükseklikleri az olan duvarlarla ayrılırlar. Her cins için bir bölme ayrılmış olur.

Satın alınan hurdalar için de aynı yol uygulanır. Bu hurdaların bileşimleri, belli miktarlardan örnekler alınarak analiz edilmek suretiyle tesbit edilir. Bu yöntem, kesin olmamakla beraber, aşına oldukça yakın sonuçlar verebilir. Bu da çok zaman yeterli olur.

Curuf yapıcı madde olarak kireçtaşı veya mermer uygun bir yere yığılır. Bunun da bileşimi bilinmelidir.

Kullanılmakta olan ferro alaşımları cinslerine göre, özel olarak hazırlanmış gözlerde veya fiçilerde saklanırlar. İstenen bileşimdeki ferro'nun yeri bilinir. Gereğinde kolayca bulunarak kullanılabilir.

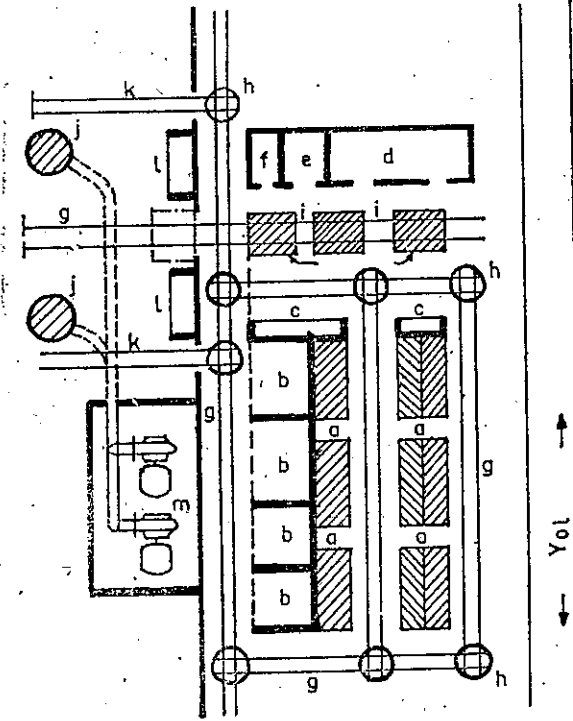
Gereç parkının uygun yerlerine yollar yapılır. Bu yollarda dolaşan arabalarla gereçler alınır. Basküllerde tartılarak yükleme yerine götürülür.

Gereç parkı, atelyenin çalışma yöntemine, dökülen işlere ve yer durumuna göre çeşitli şekilde düzenlenebilir. Bunda, yetkililerin bilgi ve görüşü de önemli rol oynar. Şekil 5.34 de bir gereç parkı görülmektedir.

Örnek olarak alınan gereç parkında : (a) hamdemirler (pikler), (b) çeşitli hurdalar, (c) ferro'lar, (d) kok kömürü, (e) kireçtaşı, (f) flüorspat, (g) gereç taşıyan arabaların yolları, (h) arabalara yön değiştiren döner tablolar, (i) basküllerdir. Ayrıca, kupol ocakları (j), curuf arabalarının yolları (k), onarım harcı kasaları (l), vantilatörler (m) görülmektedir.

Madensel gereçlerden hamdemir külçelerinin, hurdalardan iri olanlarının kırılması gerekir. Kırma işlemleri, yığılmadan önce yapıldığı gibi, yığıldan alındıktan sonra da yapılabilir.

Büyük parçaların kırılması, parçaların ölçülerine göre çeşitli araçlarla yapılabilir. Örneğin, yolluk, çıkıcı ve çapaklar büyükçe bir çekiçe kırılabilirler. Daha büyük parçalar için balyoz kullanmak gerekir. Balyozla kırılmayacak kadar büyük olan parçalar için de, özel olarak hazırlanmış düşme çekiçleri kullanılır. Bunlar, gereç parkına yakın kurulur. Ancak, civarlarında çok iyi güvenlik önlemleri alınmaktadır.



Şekil 5.34 Kupol ocağının gereç parkı

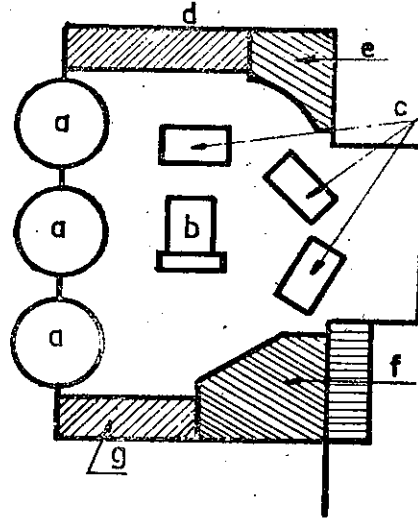
2 — YÜKLEME YERİ VE YÜKLEMENİN DÜZENLENMESİ :

Yükleme yeri, atelyenin büyüklüğüne ve çalışma durumuna göre düzenlenir. Yükleme el ile veya otomatik olarak yapılır.

a) El ile Yükleme :

Küçük döküm atelyelerinde ocağın yüklenmesi el ile yapılır. Bunun için, gereç parkındaki gereçler, çeşitli kaldırma ve taşıma araçları ile yük-

leme yerine çıkarılır. Yükleme yerinin bir dökümde kullanılacak gereçleri alabilecek kadar geniş olması zorunludur. Yukarı çıkarılan gereçler, tartılarak vezinler haline getirilir ve ocağa yüklenir. Daha iyisi, maden vezinleri, bileşimleri de göz önüne alınarak önceden hazırlanır. Numaralanarak sıra ile yüklenir. Ancak, bu şekilde çalışma için çok geniş yer gereklidir. Bazı durumlarda, gereçler döküm sırasında, aşağıda hazırlanarak araba veya kovalarla yukarı çıkarılır. Oradan el ile ocağa yüklenir. Bu durumda da, aşağıda ve yükleme yerinde olmak üzere iki ekibin çalışması gerekir. Kaldırma ve taşıma araçlarının bozulması halinde, yüklemenin durmaması için yükleme yerinde, bir miktar yedek gereçler görülüyor. Şekilde (a) kupol ocakları, (b) baskül, (c) kovalı arabalar, (d) hamdemir, (e) hurda, (f) kok, (g) kireçtaşı yedekleridir. Şekil 5.35

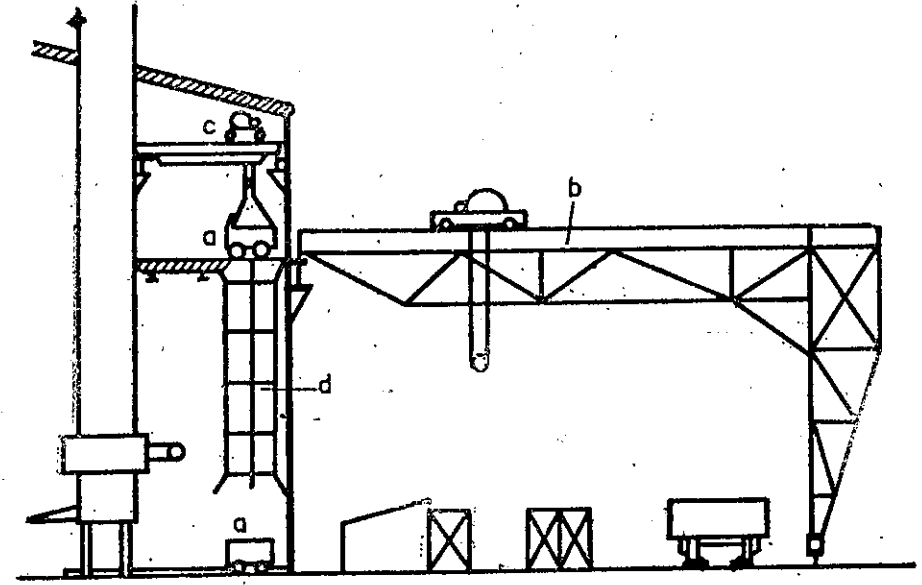


Şekil 5.35 El ile yüklemedeki yükleme yeri

b) Mekanik Yükleme :

Vezinler gereç parkında bir kova veya araba içine hazırlanarak yukarı çıkarılır ve doğrudan doğruya ocağa yüklenir. Bu şekilde yapılan yüklemeye "MEKANİK YÜKLEME" veya "OTOMATİK YÜKLEME" denir.

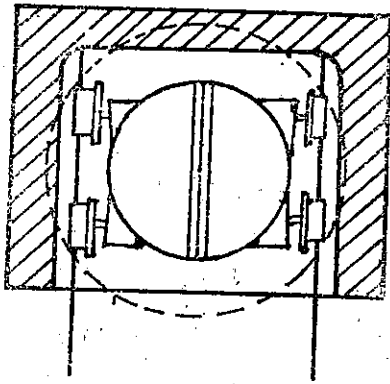
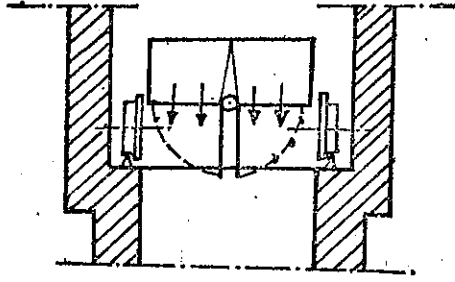
Temel prensibi böyle olan yüklemenin uygulaması çeşitlidir. Atelyenin durumuna, yapının görgü ve alışkanlıklarına göre düzenlenmiş değişik yükleme düzenleri kullanılmaktadır.



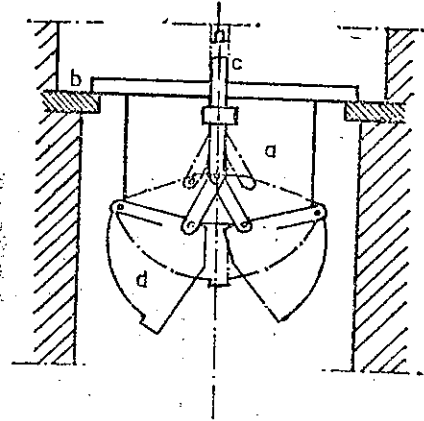
Şekil 5.36 Alt kısmı açılan bir araba ile yükleme

Şekil 5.36 da alt kısmı açılarak boşaltılan bir küçük araba ile yapılan yükleme görülmektedir. Yükleme arabası (a), aşağıda gereç parkında doldurulur. Kok, kireçtaşı ve maden arabaya sıra ile yüklenirken geçer vinçten (b) yararlanır. Yüklenen araba kaldırıcının (c) altına getirilir. Buradan koruma kafesi (d) içinden yükleme yerine çıkarılır. Yükleme yerinde arabayı ocak içine götüren bir yol vardır. Bu yola oturan araba ocak içine sürülür. Şekil 5.37 de bu durum görülmektedir. Arabanın alt kısmı açılarak içindekiler ocağa boşaltılır. Araba kapandı geri çekilerek yeni yüklemeye hazırlanır. Bu şekilde çalışma fazla kullanışlı değildir.

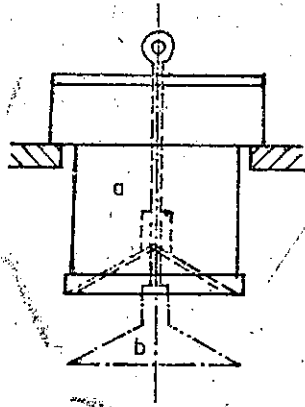
Birçok döküm atelyelerinde dip kısmı açılan kovalar kullanılmaktadır. Kovanın dibi tek parça olarak açıldığı gibi iki parça olarak ta açılabilir. Şekil 5.38 de dip kısmı ortadan ayrılarak açılan bir kova görülüyor. Kova (a) ocak içine girince aşağı doğru iner. Kenarlarından ocak astarı üzerindeki çıkıntıya (b) oturur. Gereçlerin ağırlığı ile kapakların bağlı olduğu askı mili (c) aşağı doğru harekete devam eder. Kapaklar (d) açılır. Vezin ocağa boşalır. Kova yukarıya çekilerek dışarı alınır. Kovanın (a) dibi şekil 5.39 daki gibi de açılabilir. Konik dip (b) kovanın kenarlarından oturması ile aşağı iner. Gereçler açılan yan kısımlardan boşalır. Kova yukarı çekilirken dibi kapanır. Kapanan kova dışarı alınır.



Şekil 5.37 Yükleme arabası ve boşaltılması



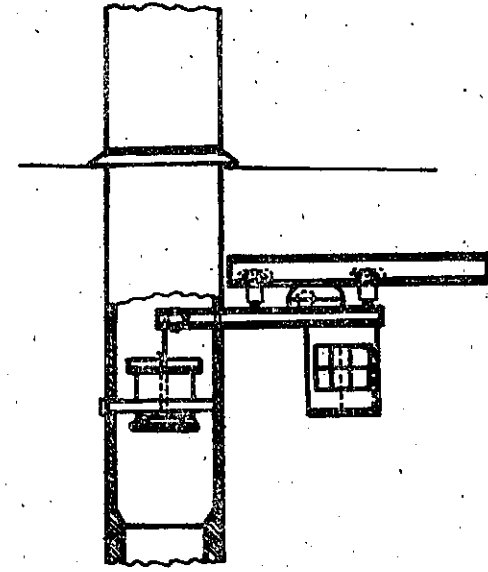
Şekil 5.38 Dibi iki parça açılan yükleme kovası



Şekil 5.39 Dibi tek parça açılan yükleme kovası

Bu şekildeki kovaların, gereç parkından ocağa getirilmesi de değişik olabilir. Şekil 5.36 daki arabanın getirilmesi gibi

Daha iyisi, oklu köprü kullanılabilir. Şekil 5.40 da oklu köprü ile taşınan bir kova görülüyor. Aşağıda doldurulan kova, okun ucundaki kaldırıcı ile alınarak ocak içine götürülür. Boşaltıldıktan sonra geri alınır.

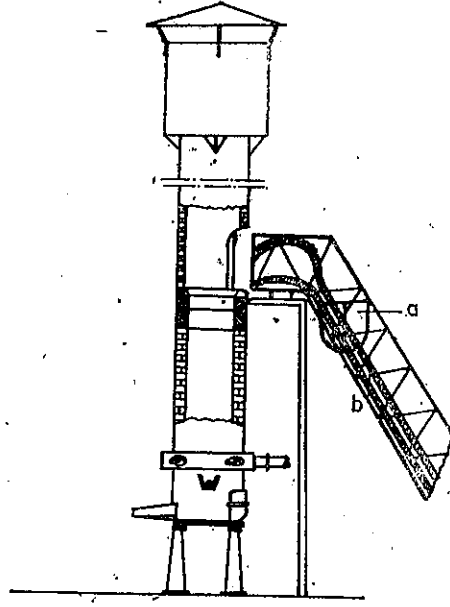


Şekil 5.40 Oklu köprü ve kova ile yapılan yükleme

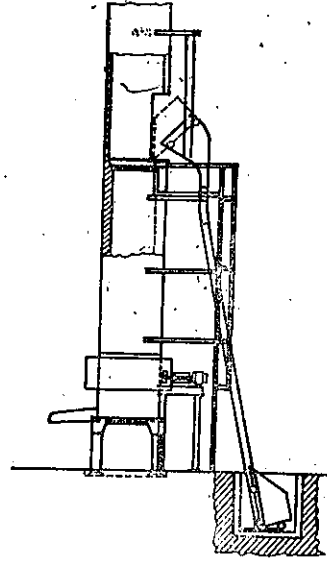
Başok kullanılan sistemlerden birinde yükleme kapısı ile alt düzey arasında bir araba yolu yapılır. Bu yol bir eğik düzlem olur. Yükleme arabası bu yolda çalışır. Vezinler (kok, kireçtaşı, maden) alt düzeyde, tartılarak arabaya yüklenir. Araba bir kaldırma aracı ile yol üzerinden yukarı çekilir. Ocağın içine devrilerek içindekileri boşaltır. Bu sistemde, araba yerine kova kullanılabilir. Şekil 5.41 de kova ile yükleme yapan bir sistem görülmektedir. Aşağıda yüklenen kova (a), yukarı çekilir. Çelik yol (b) üzerinde kızaklandırılmıştır. Yukarıya çıkınca devrilerek gereçleri ocak içine boşaltır. Şekil 5.42 de araba kullanılan aynı biçim bir sistem görülmektedir. Araba (a) çelik yol (b) üzerinde çekilir. Şekildeki gibi dönerek ocak içine boşalır.

Bazı kuruluşlarda, bir yoldan iki ocak için yararlanır. Bunun için, yükleme yerinin üst kısmına bir dağıtıcı konur. Yoldan gelen araba dağıtıcıya boşalır. Buradan çalışmakta olan ocağa, vezinleri yönlendirir.

İlk yüklemenin, bütün sistemlerde elle yapılması iyi olur. Bu şekilde ocak duvarları yıpranmaz.



Şekil 5.41 Kovalı yükleme



Şekil 5.42 Arabalı yükleme

5.7 — KUPOL OCAĞININ ÇALIŞMASI :

Ocağın yükleme kapısından atılan vezinler (kok kömürü, kireçtaşı, maden, v.b.) gövde kısmında toplanır. Hava deliklerinden gönderilen basınçlı hava kok kömürünü yakar. Meydana gelen ısı madeni ergitir. Ergiyik maden pota kısmında toplanır. Oluşan curuf, özgül ağırlığı daha az olduğu için sıvı madenin üzerinde toplanır. Maden ve curuf, maden alma ve curuf deliklerinden dışarı alınır.

Meydana gelen gazlar, tozlarından arıtılarak bacadan dışarı çıkarlar.

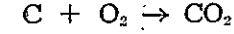
1 — Yanma ve Ergime Olayları :

Ergimenin gerçekleşmesi için gerekli ısı, kok kömürünün yanması ile sağlanır. Meydana gelen ısı, yanma bölgesindeki gereç ve gazların sıcaklığını yükseltir. Sıcak gazlar gövde içinde yükselerek, yukarıdan aşağı inen vezinleri ısıtır. Vezinler aşağı indikçe sıcaklıkları artar. Bu sırada:

Kok kömürü,
Maden vezinleri,
Kireçtaşı (ve diğer katım maddeleri).

Yanmadan oluşan sıcak gazlar devamlı temas halindedir. Bu durum, ergimenin kolaylaşmasına geniş ölçüde yardım eder. Ancak, vezinler arasında karışık reaksiyonların meydana gelmesine neden olur. Gereçleri çeşitli şekilde etkiler.

Yanma sırasında, karbon dioksit (CO₂) ve karbon monoksit (CO) gazları oluşur ve ısı meydana gelir.



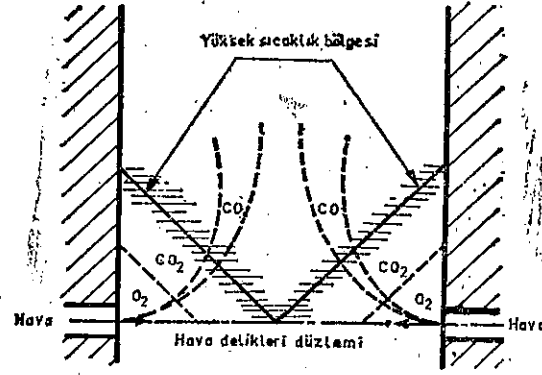
Ancak bunlar sabit kalamazlar. Ocağın içinde çeşitli yerlerdeki bulunma oranları, değişik olur. Hava deliklerinden yataya yakın bir şekilde giren havanın oksijeni, ilk karşılaştığı kok kömürlerinin tam yanmasını sağlar. Meydana gelen gazlar havaya karışır, havanın oksijeni azalır. Sıcak gazlar bir yay şeklinde yükselir. Başlangıçta, içindeki karbon dioksit gazı çoğalmıştır. Sıcaklık yükselince, karbon dioksit gazı, karbon olarak karbon monooksite dönüşür.



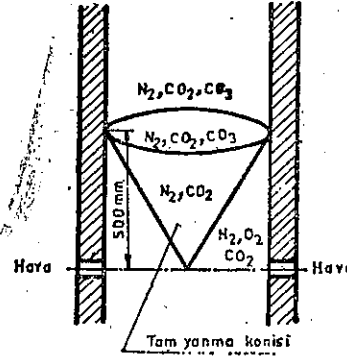
Bu denklem tersine de oluşabilir. Yani oksijen bulunduğu zaman yeniden, karbon monooksit karbon dioksit dönüşür.

Şekil 5.43 de havanın geliş düzleminde, gazların dağılımının aldığı şekil görülüyor. Yatay olarak gelen gazlar, bir yay çizerek düşey duruma geçerler. Burada üç bölgenin meydana geldiği düşünülür. Şekilde görüldüğü gibi, hava deliklerinden giren hava ile bir oksijen bölgesi oluşur. Karbonun yanması ile karbon dioksit bölgesi ortaya çıkar. Sıcaklık yükselir. Bu sıcaklıkta, oksijenin azalması ve burada bol miktarda karbonun bulunması ile karbon dioksit karbon olarak, karbon monooksit dönüşür. Karbon dioksitin en çok olduğu bölgeye "YÜKSEK SICAKLIK BÖLGESİ" denir. Bunun üzerinde azot, karbon monooksit ve karbon dioksit gazı bulunur.

Burada, tepe kısmı hava delikleri düzleminde ve ocak ekseninde bulunan bir koni meydana gelir. Koninin tabanı hava deliklerinden 50 cm. kadar yukarıda ve ocağın yatay kesitinde bulunur. Alınan ocak kesitine eşit olur. Bu koniye "TAM YANMA KONİSİ" adı verilir. Şekil 5.44 de koni ve gazların durumu görülüyor. Koninin yanal yüzeyleri yüksek sıcaklık bölgesini oluşturur.



Şekil 5.43 Yanma bölgesinde gazların dağılışı



Şekil 5.44 Tam yanma konisi

Burada, çeşitli gazların bulunduğu bölgelerin durumu, kok kömürünün özelliklerine, gazların akış hızına ve havanın debisine bağlıdır. Örneğin, kok parçalarının küçük olması, karbon dioksit ile kömürün temas yüzeylerini arttıracığından dönüşüm hızlanacaktır.

Sıcak gazlar yukarıya doğru çıktıkça, taşıdığı ısıyı aşağı doğru inmekte olan vezinlere bırakır. Vezinler aşağı indikçe sıcaklıkları yükselir. Ergime derecesine ulaştıkça, sıvı hale geçerek damla damla pota kısmına akar. Ocakın normal çalışmasında, yüksek sıcaklık bölgesine inen madenlerin ergimesi hızlanır. Buraya "ERGİME BÖLGESİ" adı verilir.

Ergime bölgesi, ocak astarında aşınmanın en çok olduğu bölge olarak tanınır.

Bir vezin kokunun tam yanması için geçen zamana "Yanma Hızı", bir maden vezininin tam ergimesi için geçen zamana ise "Ergime Hızı" denir.

Ergime hızı, maden parçalarının büyüklükleri ile orantılıdır. Ocakta atılan maden parçalarının büyüklüklerinin birbirine yakın olması istenir. Her parça, dış yüzeyinden başlayarak iç kısma doğru ısınarak ergir. Eşit büyüklükteki parçaların ergimesi beraber olur.

Kokun yanma hızı, madenin ergime hızına göre fazla olursa, madenler ergime bölgesini ergimeden geçebilirler. Oksijen bakımından zengin bölgeye inerler. Büyük bileşim değişikliklerine uğrarlar. Buna, kokun yanma hızını biraz azaltarak engel olunabilir.

2 — Ocakta Gönderilen Havanın Debisi, Hızı ve Basıncı :

Kupol ocakına gönderilen havanın debisi, hızı ve basıncının bilinmesi zorunludur. Hava miktarı aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

100 Kg. dökme demiri ergitmek için, % 90 karbonlu 10 Kg. kok kömürü kullanıldığını varsayalım. Burada yanacak karbon:

$$10 \times 90 / 100 = 9 \text{ Kg. olur.}$$

12 Kg. karbonu karbon dioksit şeklinde yakmak için 32 Kg. oksijenin gerekli olduğu bilindiğine göre, 9 Kg. karbon için:

$$9 \times 32 / 12 = 24 \text{ Kg. oksijen gerekir.}$$

Hava ağırlığının % 23 ü oksijen olduğuna göre, 24 Kg. oksijeni içeren hava:

$$24 / 23 \times 100 = 104,33 \text{ Kg. dir.}$$

15 °C de bir m³. hava 1,226 Kg. geldiğine göre, m³. cinsinden hava miktarı:

$$104,33 / 1,226 \approx 85 \text{ m}^3. \text{ elde edilir.}$$

Buna dayanarak 100 Kg. dökme demiri ergitmek için 80-100 m³. hava gereklidir denir ve genellikle 100 m³. kabul edilir. Buradan 1 Kg. dökme demirin ergitilmesi için 1 m³. hava gerektiği sonucuna varılır.

Saatte 3000 Kg. dökme demir ergitecek olan bir kupol ocakına 3000 m³ / St hava verilecektir. Ventilâtörün verimi : 3000 / 60 = 50 m³ / dak. olur. Ventilâtör seçiminde % 10-20 artırılarak 55-60 m³ / dak. alınır.

Ocaka giren havanın debisi hızı ile artar veya azalır. Birim zaman içinde yanan karbon miktarı, aynı zamanda ocaka giren hava miktarı ile düzenlenir. Buna göre yanma hızı havanın hızına bağlı olmaktadır.

Havanın hızını yükselterek ocakın verimi artırılabilir. Ancak madenin bileşimindeki değişimler çoğalır.

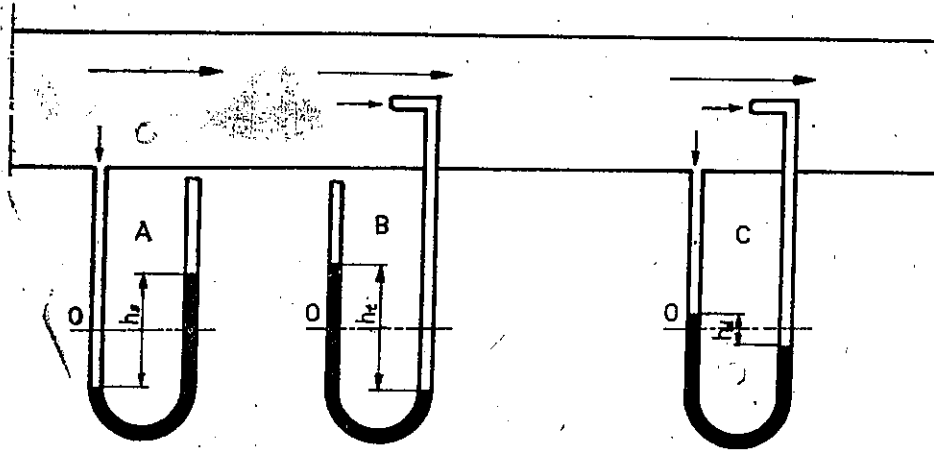
Havanın hızı, hava deliklerinde 20 m / sn. kabul edilir. Bu hız ile, hava ocakın eksenine ulaşır. Şekil 5.43'deki durum oluşur. Havanın hızı düşük olursa, ocak duvarlarını yalayarak yükselir. Hava delikleri üzerinde curuf kemeri meydana getirme tehlikesi çoğalır.

Ocaka giren havanın basıncı, hava borusu üzerinden, hava kuşağından ölçülebilir. Bazı modern ocaklarda, her hava deliğindeki basınç ölçülmektedir. Bu şekilde daha duyarlı sonuç alınır.

Havanın basıncı hızı ile bağıntılıdır. Ölçülen basınç ile havanın hızı, dolayısıyla debisi hesaplanabilir. Debi, ocağın verimine göre önceden saptanmışsa, havayı vantilatörden getiren borunun çapı hesaplanarak bulunur.

Hava basıncının ölçülmesi, ocağın hava düzenini kontrole yarar. Bu şekilde, havanın debisi, buna bağlı olarak ocağın çalışması göz altında tutulur. Basınç istenen sınırlar içinde kalıyorsa, ocağın çalışması normal kabul edilir. Ancak bu yöntem, diğer bütün koşulların sabit kalması durumunda doğru sonuç verir.

Havanın basıncı, su sütunu (ss.) cinsinden ölçülür. Ölçme için "Pitot tüpü" kullanılır. Şekil 5.45 de böyle bir aygıt görülmüyor. Aygıt, şekilde görüldüğü gibi, bükülmüş bir borudan oluşur. İçine bir sıvı konur. Bu sıvı genellikle sudur. Kolay ayırdelebilmesi için suya boya konabilir. Denge durumunda iken su, iki tarafta da (0) ı gösterir. Basıncı hava gelince denge bozulur. İki düzey arasındaki fark su sütunu (ss.) cinsinden basıncı verir. (A) daki gibi hava akışına dikey olarak bağlanan borudan ölçülen basınç "Statik Basınç" (h_s) tır. (B) de akış yönünden alınan basınç "Toplam Basınç" (h_t) denir. (C) deki durumda ise aygıtın bir kolu statik, diğeri toplam basıncı verir. İkisinin farkı "Dinamik Basınç" (h_d) tır. Havanın akış hızı dinamik basınç ile hesaplanır. Vantilatörün seçimi bu basınçlara ve havanın debisine göre yapılır. Kupol ocaklarında, kullanılan havanın basıncı, çeşitli memleketlerde değişik değerlerde kabul edilmektedir. Ancak, bunlar birbirine yakın olur. Havanın basıncı, bazı dökümcüler tarafından ocak çapına eşit alınmaktadır. Örneğin, (60) cm. çapındaki bir ocak için hava basıncı, (60) cm. su sütunu olacaktır. Cetvellerde verilen değerler de buna yakın olmaktadır.



Şekil 5.45 Basınç ölçme aygıtı

3 — Ergitilen Dökme Demirin Bileşim Değişimleri :

Kupol ocağında ergitilen dökme demirin bileşiminde, çeşitli etkilerle değişiklikler olmaktadır. Bunları üç durumda ele almak uygun olacaktır.

- Vezinlerin ergimesinden önce,
- Ergime ve pota kısmına akma durumunda,
- Pota kısmında meydana gelen değişimler.

a) Ergimeden Önce Meydana Gelen Değişimler :

Ocağın gövde kısmında ısınarak aşağı inen vezinler, yukarı doğru çıkan gazların etkisiyle bazı bileşim değişikliklerine uğrarlar. Bu gazlar: Karbon dioksit, karbon mono oksit, azot, az miktarda olmak üzere hidrojen (havanın neminden gelir), kükürt dioksit (kokta bulunan kükürttten oluşur), oksijen (havanın fazla olması halinde bulunur) gazıdır. Gazların bileşimi ve etkileri, ocağın çalışmasına göre değişik olabilir.

Dökme demirin karbonuna gazların etkisi, karbon miktarına göre değişir. Bu miktar % 3 den az ise, karbon artışı meydana gelir. Bu artışla % 3 e yaklaşır. Karbon miktarı % 3-3,6 arasında ise değişiklik olmadığı görülür. Bu sınırlar arası denge bölgesi kabul edilir. Bunun için, silisyum miktarının % 1-2 arasında olduğu düşünülür. Karbon miktarı % 3,6 dan fazla olduğu zaman, oksitleyici etkilerle, bu miktarda azalma olduğu görülür. Azalma grafitli dökme demirlerde daha çabuk ve çok olur.

Vezinlere konulan çelik parçaların karbonu azdır. Bunlarda karbon artışı olur. Ergime dereceleri düşer. Karbonun artma miktarı % 1,6-2 arasında olabilir.

Silisyum ve manganez, karbon dioksit ve oksijenin oksitleyici etkileri ile azalır. Fosfor ve kükürte gazların fazla bir etkisi olmamaktadır.

Kokun içinde bulunan kükürttten oluşan kükürt dioksit gazı, ocak gazlarına karışır. Yüksek sıcaklıkta demir içinde dağılır. Madende bir kükürt artışı meydana getirir.

Maden ile kok bir arada olduğundan, aralarında bir kimyasal ilişki olacaktır. Sıcaklık yükseldiği zaman, az karbonlu dökme demir ve çelikte, bu nedenle bir karbon artışı görülür.

b) Madenin Ergimesi ve Pota Kısmına İnışindeki Değişimler :

Normal ergime, oksijen ve karbon dioksidin yoğun olduğu bölgelerin üzerinde tamamlanır. Ergiyen maden damlalar halinde aşağı iner. Bura-

da oksijen ve karbon dioksidin oksitleyici etkisinde kalır. Bu ortam, silisyum, manganez ve demirin oksitlenmesine neden olur. Silisyum ve manganezi fazla olan alaşımlarda, kayıplar daha çok olur.

Sıvı maden damlaları aşağı inerken kızgın koklara çarparlar. Buradan bir miktar karbon alırlar. Kok kömürünün kül miktarı az ise, damlaların aldığı karbon daha fazla olur. Kül miktarı fazla olursa, kokların üzerinde bir kül tabakası oluşur. Bu tabaka, madenin kok kömürüne çarpmasında, karbon alışı sınırlandırır.

Eğer maden damlalarının karbon miktarı az, örneğin % 2 civarında ise pota kısmına %0,3-1 karbon olarak geçerler. Böylece % 2,3-3 karbonlu olurlar.

Burada meydana gelen değişimler yükseklik ile artacaktır. Ergime bölgesinden curuf tabakasına kadar olan uzaklık ne kadar fazla olursa, maden damlaları o kadar çok koka çaracak ve oksitleyici gazlarla o kadar çok karşılaşacaktır. Böylece karbon miktarı da o kadar çoğalacaktır.

e) Pota Kısmında Meydana Gelen Değişmeler :

Yukarıdan, koklar arasından geçerek inen maden damlaları, pota kısmında biriken sıvı maden üzerindeki curuf tabakasına çarparlar. Curuf tabakasını delerek beyaz halde bulunan koklar arasında birikirler. Burada bulunan kok kömürleri yanmaz. Görevleri yukarıdaki vezinlere destek olmaktır.

Sıvı maden, beyaz haldeki koklarla bir arada bulunduğu bir miktar karbon artışı ve çok az kükürt artışı olacaktır. % 3 karbonlu bir dökme demir için karbon artışı % 0,2 civarındadır.

Kupol ocağında genel olarak silisyum kaybı % 10-15, manganez kaybı % 15-20, demir kaybı % 0,1-0,3 arasında kabul edilir. Ancak buradaki demir kaybı için verilen oranlar, ocak içindeki yanmalara aittir. Diğer kayıplar, bunun içinde değildir. Kupol ocağında meydana gelen kayıplar, ocağın büyüklüğüne ve çalışma yöntemlerine göre değişebilmektedir.

Pota kısmında toplanan curuf, kok kömürünün külü, hurdaların üzerine yapışan kumlar, kireçtaşı (bazı durumlarda flüorspat) ve ergimeden oluşan silisyum, manganez, demir oksitleri, v.b. den meydana gelir. Ocak duvarlarının aşınmasından meydana gelen eriyikler de curufa karışır. Maden ve curufun ayrılması, curufun toplanıp katılması ile olur. Kireç ile akıcılık kazanır. Özgül ağırlığı madenden az olduğu için, madenin üzerinde kalır.

Kupol ocağında meydana gelen bileşim değişiklikleri vezinler hazırlanırken göz önüne alınır. Gereğinde ferro alaşımları katılarak eksik miktarlar tamamlanır.

5.8 — KUPOL OCAĞININ YÖNETİMİ :

Onarımı bitirilip döküm hazırlanmış bir kupol ocağının yakılmasından başlayarak dökümün sonuçlanmasına kadar olan işlemlerin tümüne "Kupol Ocağının Yönetimi" denir. Kusursuz olarak yapılmış kupol ocağının çalışmasından iyi sonuçlar alınması, yönetiminin iyi olmasına bağlıdır. Bu iki sınır arasındaki işlemler üzerinde, ayrıntıları ile durmak gerekir.

Bütün söylenenlere önem vermekle beraber, yönetimde en etkin ilke görgü ve gözlemdir. Bir ocakçı, kendi ocağının özelliklerini deneylerle saptayabilir.

1 — Ocağın Yakılması :

Kupol ocağında, yatak kokunun tutuşturulup tam yanmış duruma getirilmesi işlemine "Ocağın Yakılması" denir.

Ocağın yakılmasına dökümden en az iki saat önce başlanır. Yatak kokunun tam yanması, ocak duvarlarının ısınması için bu süre daha az olamaz. Çok uzun bir süre ise, yatak kokunun fazla yanmasına ve küllenmesine neden olur.

Tutuşturma çok kez tahta parçaları ve odunla yapıldığı gibi mazot brülörü veya elektrik arkı ile de yapılır.

Çok önemli olan ocağın yakılması işi, çok defa ocak işçisinin eline bırakılır. Genellikle normal çalışma saatleri dışına (sabah erken veya öğle tatili) rastladığı için atelye şefinin denetiminden çıkar. Bu yüzden dikkatli olmak gerekir. İyi olmayan bir uygulama, ergitmenin kusurlu olmasına neden olur.

a) Odunla Yakma :

Onarım kapısından tahta parçaları ve odunlar, ocak tabanı üzerine yerleştirilir. Odunların bir kısmı yüklem kapısından atılabilir. Bunlar kok kömürünün tutuşmasına yetecek kadar ve kül bırakmayan cinsten olmalıdır.

Onarım kapısı, uygun biçimdeki kok kömürleri sıralanarak kapanır. Kapak ile koklar arasında birkaç cm. lik bir kum payı bırakılır. Tahta parçaları bir yağlı üstübu ile tutuşturulur. Baçanın doğal çekmesi ile, onarım kapısındaki kokların aralarından ve maden alma deliğinden giren hava odunların yanmasını sağlar. Odunlar tam yanınca, hava delikleri düzeyine kadar kok yüklenir. Çekmeyi arttırmak için hava delikleri açık bırakılır.

Kok kömürü yanmaya başlayınca, hava deliklerinin bir metre yukarısına kadar kok doldurulur. Bu arada, curuf eritici olarak, kireçtaşı ve flüorspatı karışımı kullanılabilir. Ancak bu birçok dökümcüler tarafından gerekli görülmez. Ancak, yatak koku tam olarak yüklendikten sonra, madenin yüklenmesine başlanırken, kireçtaşı atılması yeterli görülür.

Yatak koku tam yandığı zaman, ateşleme (onarım) kapısı kapatılır. Bunun için, çamur haline getirilmiş kalıp kumu ile kokların araları ve ateşleme kapısının kenarları sıvanır. Koklarla kapak arasındaki kısım kumla sıkıştırılarak doldurulur. Kapak kapatılır. Artık doğal çekme, maden alma, curuf ve hava deliklerinden sağlanır. Gerekli görülürse, yanmayı hızlandırmak için, düşük basınçlı hava üflenir.

Bazı döküm atelyelerinde, taban ve maden alma deliğini ısıtmak için, yükleme kapısından ocak içine, dairesel bir sac kapak indirilir. Yatak kokunun üzeri kapatılır. Gazların yukarı çıkışına engel olunur. Yukarı çıkamayan gazlar, aşağı dönerek maden alma deliği, curuf deliği ve varsa ateşleme kapısı üzerindeki küçük kapaktan çıkarlar. Bu durumda, düşük basınçlı havanın üflenmesi beş dakika kadar sürer. Taban ve maden alma deliği daha iyi ısınmış olur. Hava kesilip yükleme kapısından konan kapak alınır. Ateşleme kapısı üzerindeki kapak kapatılır.

Yatak kokunun yüksekliği özel bir aygıtla veya işaretli bir zincirle ölçülür. Bu yükseklik hava delikleri üzerinden bir metre olacaktır. Denemelerle, yükseklik kontrol edilir. Gerekirse değiştirilir. Büyük ocaklarda bu yükseklik artar.

Maden vezinleri yüklenmeden önce, yatak kokunun beyaz hale gelmiş olması gerekir. Bu durum yükleme kapısından bakılarak gözlenir. Geceğinde bir ayna kullanılabilir. Kok kömürleri arasında çatma olup boşluk kalmaması için, bara ile vurulur. Kok yüksekliğinde düşme olursa, tamamlanır.

b) Mazot Brülörü ile Yakma :

Odun kullanılmaktan kaçınmak için, bazı döküm atelyelerinde kokun tutuşturulması mazot brülörü ile sağlanır. Bu işlemde, onarım kapısındaki koklar arasında bırakılacak bir delikten brülör sokulur. Brülörün yanması ile vereceği alev kok kömürünü tutuşturur. Bazen birden fazla brülör, ocak çevresine dağıtılmış olarak kullanılır. Kokların tutuşmasından sonra, brülörler çekilerek yerleri kumla sıkıştırılarak doldurulur.

c) Elektrik Arkı ile Yakma :

Taban üzerine yığılan kok kömürleri arasında kemer şeklinde bir boşluk bırakılır. Buraya sokulacak bir aygıtla elektrik arkı meydana getirilir. Ark kokları yakar.

Brülör ve ark ile yakmada, tutuşturmadan sonraki işlemler, odunla yakmadakinin aynidir.

2 — Yatak Kokunun Hesaplanması :

Kupol ocağının çalışmasında, hava deliklerinden bir metre civarında yüksekliğe kadar doldurulan kok kömürüne "YATAK KOKU" (Depozit koku) adı verilir. Vezinler bunun üzerine yüklenir. Yatak kokunun pota kısmındaki bölümü yanmaz. Döküm sonunda ocak altına iner. Yukarı kısımdaki bölümü yanar ve vezin kokları ile yenilenir. Yatak koku düzgün ve irice parçalardan meydana gelmelidir.

Yatak koku yüksekliğinin ölçülmesi ve azalıp çoğalabileceği ocağın yakılması konusunda görülmüştü. Ancak miktarlarının önceden bilinmesi de gereklidir. Bu miktar şu formül ile hesaplanır :

$$G = \frac{\pi \times D^2}{4} \times h \times g \quad \text{Burada :}$$

G = Yatak koku Kg.

D = Ocak çapı m.

h = Yatak koku yüksekliği m. Bu yükseklik, tabanla curuf deliği arası, curuf deliği ile hava delikleri arası, hava delikleri yüksekliği (veya çapı) ve hava delikleri üzerinde alınan bir m. civarındaki yüksekliğin toplamıdır.

g = Bir m³. kok kömürünün ağırlığı Kg. Normal büyüklükteki, kuru döküm kokunun bir m³. ünün ağırlığı 400-500 Kg. arasında olur. Ortalama 420 Kg. alınabilir.

Örnek olarak :

60 cm. çapındaki bir kupol ocağının yatak koku miktarını hesaplayalım. Bilinenler : $D = 0,6$ m.

$$g = 420 \text{ Kg.}$$

$$h = 1,9 \text{ m.}$$

Bu yükseklik şu şekilde bulunmuştur: Tabandan curuf deliğine kadar, çapa eşit yani 0,6 m. curuf ve hava delikleri arası, 0,2 m. hava delikleri yüksekliği 0,1 m. alınarak buna bir m. eklenmiştir.

$$h = 0,6 + 0,2 + 0,1 + 1 = 1,9 \text{ m.}$$

Formül $G = \frac{\pi \times D^2}{4} \times h \times g$ olduğuna göre bilinenler yerine konursa :

$$G = \frac{3,14 \times 0,6^2}{4} \times 1,9 \times 420 = 225,435 \text{ Kg. elde edilir.}$$

$$G = 225 \text{ Kg. alınır.}$$

60 cm. çapındaki bir kupol ocağının yatak koku miktarı (225) Kg. bulunmuştur. Ancak, bu miktar çalışma sırasında, ocakçı tarafından kontrol edilir. Bunun için, daha önce gördüğümüz ve vezinlerin yüklenmesi konusunda göreceğimiz teknolojik bilgilerden yararlanır.

3 — Ocağın Yüklenmesi ve Vezin Miktarlarının Hesaplanması :

a) Ocağın Yüklenmesi :

Kupol ocağının yakacak (kok), curuf ergitici (kireçtaşı) ve maden vezinleri ile doldurulmasına, "Ocağın Yüklenmesi" veya "Vezinlerin Yüklenmesi" denir.

Yatak (depozit) koku tam yandıktan, yüksekliği ve aralarında boşluk bulunup bulunmadığı kontrol edildikten sonra, vezinlerin yüklenmesine başlanır. Önce, yatak koku üzerine, ağırlığının % 20 si oranında kireçtaşı (bazı durumlarda, flüorspat ile) atılır. Sonra ilk maden vezini yüklenir. Belli sıra ile (kok, kireçtaşı, maden) yüklemeye devam edilir. Ocak doldurulur.

Maden vezinlerinde, vezini meydana getiren gereçlerden ergime derecesi yüksek olanlar, bunlardan da büyük parçalar önce yüklenirler.

Kok, kireçtaşı ve maden sırasına göre yükleme el ile veya mekanik olarak yapılır. Ocağa ilk yüklenen vezinler, gövde kısmı doluncaya kadar, el ile atılırlar. Bu şekilde ocak duvarlarının yıpranmasına engel olunur. Aynı zamanda vezinlerin birbirine karışması önlenir.

Ocak doldurulup yükleme işi bitirilince, hava delikleri baralanıp temizlenerek kapatılır. Ventilâtör çalıştırılarak hava verilir. Ocak çalışmaya başlamıştır.

b) Vezin Miktarlarının Hesaplanması :

Ocağa giren gereçler, yakacak, curuf yapıcı ve maden olarak katmanlar halinde yüklenir. Bu katmanlara "Vezin" (şarj) adı verilir. Bunların miktarları aşağıdaki gibi hesaplanır:

1) Kok Miktarı :

Kupol ocağında kullanılan döküm kokunun kuru, düzenli irilikte, üzerindeki yüklere dayanacak sertlikte olması gerekir. İçinde toz, kırıntı bulunmamalıdır. Küçük ve orta büyüklükteki ocaklar için, kok parçalarının büyüklüğü (1 dm³.) civarında kabul edilir. Büyük ocaklarda bu ölçü artabilir.

Harcanacak kok kömürü miktarı şu şekilde açıklanabilir:

Katı haldeki bir Kg. dökme demiri, ergime derecesi kabul edilebilecek olan 1200 °C ye çıkarmak için: Isınma ısı 0,17 alınarak, $0,17 \times 1200 = 204$ k. cal. gerekir.

Arı demirin ergime ısı: 65,5 k. cal., hamdemirin: 47 k. cal., beyaz dökme demirin: 33,5 k. cal., esmer dökme demirin: 23 k. cal. olduğu bilinmektedir. Hamdemir (pik) ergitildiği kabul edilerek, sıvılaştırma için 46 k. cal. gerektiği düşünülür.

Sıvı madeni 1200 °C den 1400 ° ye çıkarmak için: $0,21 \times 200 = 42$ k. cal. harcanır. Bunlar toplanınca: $204 + 46 + 42 = 292$ k. cal. elde edilir. Bir Kg. dökme demiri 1200 °C de ergitip sıcaklığını döküm derecesi olan 1400 °C ye yükseltmek için 292 k. cal. ısıya gerek vardır.

Bir Kg. döküm kokunun yandığı zaman 7200 k. cal. verdiği bilindiğine göre, bir ton dökme demiri ergitip 1400 °C ye yükseltmek için $292 \times 1000 / 7200 = 40$ Kg. döküm koku harcanacaktır. Bu, % 4 oranını vermektedir. Ancak bu miktara kayıplar katılmamıştır. Baca gazları ile çıkan ısı, etrafa yayılan ısı, kireçtaşının ergimesine harcanan ısı, buna

benzer kayıplar göz önüne alınırsa, bu miktarın iki katına çıkarılması gerektiği görülür. Genellikle dökme demire göre kok miktarı % 8-16 arasında kabul edilir. Vezinlerin bileşimlerine göre bu miktar daha da artırılabilir.

Yukarıdaki açıklamalardan sonra, elde edilen bilgilere dayanarak bir vezine konacak kok miktarı şöyle hesaplanır:

İki maden katmanı arasındaki kok yüksekliği 20-25 cm. olmalı ve düzenli bir şekilde yayılmalıdır. Buna göre, çapı ocak çapına eşit, yüksekliği 20 cm. olan, silindirik hacimdeki kok kömürü vezin koku miktarını verecektir.

$$K = \frac{\pi \times D^2}{4} \times 0,2 \times 420 = 65,94 D^2 \text{ vezin koku miktarı olur.}$$

Burada :

$K = \text{Vezin koku miktarı Kg.}$

$0,2 = \text{Vezin koku yüksekliği m.}$

$420 = \text{Bir m}^3 \text{ kokun ağırlığı Kg. dir. } 65,94 \text{ yaklaşık } 66 \text{ kabul edilerek:}$

$K = 66 D^2$ yazılır. Ocak çapına (m.) göre, vezin koku (Kg.) bu amprik formül ile bulunur. Kok yüksekliği 25 cm. ye çıkarılırsa, miktarı da artacaktır.

Vezin koku miktarı sabit olur, değiştirilmez. Kok ile maden oranı değişince, maden miktarı kok kömürüne göre ayarlanır.

Kupol ocağında vezinlere atılan kok kömürü, tartı ile değil bir ölçekle atılmalıdır. Bunun için, hacmi vezin koku hacmine eşit bir kap hazırlanır.

II) Kireçtaşı Miktarı :

Küllerin ve curufu meydana getiren diğer maddelerin (Kum, tuğla ergiyikleri, oksitler, v.b.) ergimesini ve toplanmasını kolaylaştırmak için kireçtaşı kullanılır. Kireçtaşı kokun üzerine yayılarak atılır. Bazı hallerde kireçtaşı ile fluorspat da kullanılır. Ocak duvarlarını yıprattığı için, zorunlu durumlarda kullanılması doğru olur. Örneğin döküm başlangıcında ve curufun çok koyu geldiği hallerde kullanılabilir. Kokun % 5 i kadar katılması uygun olur.

Kireçtaşının, kömürün alınmasındaki rolü sınırlıdır. Ancak, bir kısmını elimine edebilmektedir.

Birçok yerlerde kireçtaşı yerine bileşimi aynı olan mermer kullanılır. Ancak, mermer kireçtaşının kristallenmiş şekli olduğundan, kristallerin çözülmesine bir miktar ısı harcanması gerekir. Bu yüzden, yeter aralıkta kireçtaşı bulununca, mermer kullanılmaz. Yabancı madde miktarı % 30 u geçmeyen kireçtaşı, yeter aralıkta kabul edilir.

Kireçtaşı (veya mermer) parçalarının iriliği 40 mm. civarında olabilir. Ergime kolaylığı bakımından, daha küçük parçalar, daha iyi sonuç verirler.

Bir vezine ait kireçtaşı miktarı, kok kömürünün % 25-35 i kadar kabul edilir. Bu miktar iyi sonuç vermektedir. Ergime sırasında kireçtaşının yeterliliği curuftan anlaşılabilir. Curuf koyu ve akıcılığı az ise, kireçtaşı azdır. Rengi açık krem renginde ise kireçtaşı fazladır. Kireçtaşı miktarının uygun olması için, curufun zeytin yeşili renginde olması gerekir. Curufun durumuna göre gerekirse, kireçtaşı azaltılır veya çoğaltılır.

III) Maden Vezinleri :

Kok ve kireçtaşının ardından maden vezinleri yüklenir. Bir maden vezini çeşitli gereçlerden meydana gelir. Bunlar, hamdemir (pik), atelye hurdası, çelik hurdaları, satın alınan çeşitli hurdalar, v.b. dir.

Vezinler ocağa atılırken ergime dereceleri göz önüne alınır. En güçlü ergiyenler önce atılırlar. Bunlardan da büyük parçalar ön sırayı alırlar. En kolay ergiyecek olanlar üst kısma konurlar.

Mümkün olduğu takdirde, bir dökümde ergitilecek maden vezinlerinin önceden hazırlanması ve numaralanarak sıra ile yüklenmesi yararlı olur. Özellikle, değişik bileşimde parçaların dökümü için, daha düzenli bir çalışma yapılabilir. Ancak bu yöntem için, geniş yer gereklidir. Bu yüzden, genellikle vezinler ocağa atılacağı zaman tartılıp ölçülerek hazırlanırlar. Değişik bileşimde hazırlanan vezinler, ocakçı tarafından dikkatle gözlenir.

Madenler tartı ile ve olabildiği kadar küçük parçalar halinde, kok kömürü ise, hacmi belli ve özel olarak hazırlanmış bir kap ile yüklenmelidir. Kireçtaşı genellikle bir kürekle atılır.

Kupol ocağında, vezinlerdeki maden ve kok oranı (normal döküm koku kullanıldığına göre):

Maden vezinlerinin bileşimine,

Ergitilecek parçaların büyüklüğüne göre değişir.

○ Bu oran yukarıda da görüldüğü gibi % 8-16 arasında bulunur. Özel durumlarda daha yüksek olabilir. Oranın saptanmasında karbon ve fosfor miktarlarının etkisi olur. Şu değerler verilebilir:

Fosforu çok (% 1,3 ve daha çok) dökme demirler için: % 8,

Normal karbonlu (% 3-3,5) dökme demirler için: % 10,

Az karbonlu (% 2,5-3) dökme demirler için: % 12.

Maden vezini iri parçalardan meydana geliyorsa, kok oranı % 2-3 artırılır. Kokun özelliklerinin iyi olmadığı durumlarda da aynı yöntem uygulanır.

Vezinlerde çelik hurdası kullanıldığı zaman, kok oranı kullanılan çelik miktarına göre aşağıdaki gibi ayarlanabilmektedir:

Vezinlerdeki çelik miktarı :	Buna göre kok oranı :
% 0	% 10 - 11
% 5	% 11 - 12
% 10	% 12 - 13
% 15	% 14 - 15
% 25	% 15 - 17
% 50 ve daha çok	% 18 - 20

Bazı memleketlerde maden ve kok oranı yüzde olarak değil, 1/6, 1/8, 1/10, 1/12 gibi oranlarda alınır. Bunlar ergitilecek madenin durumuna göre seçilir. Kok miktarı, kesrin paydası ile çarpılarak maden miktarı bulunur. Sonuç, yukarıdakilere çok yakın olur.

Kullanılacak kok oranını, kokun kül miktarı etkilemektedir. Yurdu-muzda elde edilen kok kömürlerinin kül miktarı yüksek olduğundan bir-çok döküm atelyelerinde kok oranı yüksek alınmaktadır.

Vezinlerde kok miktarının sabit kalacağı ve maden miktarının buna göre ayarlanacağı yukarıda görülmüştü. Buna göre kok miktarı saptanınca, kabul edilen orana göre maden miktarı hesaplanır. Örneğin, madene göre kok oranı % 15 ve vezin koku miktarı 30 Kg. hesaplanmışsa, maden vezini miktarı: $30 \times 100 / 15 = 200$ Kg. olur. Kok oranı değişince, maden vezini miktarı azalıp çoğalacaktır.

IV) Vezinlerin Hesaplanmasına Ait Örnek :

70 cm. çapındaki bir kupol ocağının vezin miktarlarının hesaplanması.

Vezin Koku Miktarı :

$$K = 66 D^2; K = 66 \times 0,7^2 = 66 \times 0,49 \approx 33 \text{ Kg.}$$

$$K = 33 \text{ Kg.}$$

Kireçtaşı Miktarı :

Kok kömürüne göre oranı % 30 kabul edilerek,

$$33 \times 30 / 100 = 9,9 = 10 \text{ Kg.}$$

Maden vezini miktarları :

Fosforu çok olan dökme demir olduğuna ve kok oranı % 8 kabul edildiğine göre:

$$33 \times 100 / 8 = 412,5 = 400 \text{ Kg.}$$

Normal karbonlu dökme demir ve kok oranı % 10 olduğuna göre:

$$33 \times 100 / 10 = 330 \text{ Kg.}$$

Az karbonlu dökme demir olduğuna ve kok oranı % 12 alındığına göre:

$$33 \times 100 / 12 = 275 \text{ Kg.}$$

İri parçalardan oluşan az karbonlu dökme demir ergitildiğine ve kok oranı % 15 kabul edildiğine göre:

$$33 \times 100 / 15 = 220 \text{ Kg.} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Aynı ocakta, belli miktarda vezin koku kullanılarak, maden vezinleri miktarlarının değiştiği görülmektedir. Örnekte, kok oranına göre maden vezinleri 400-220 Kg. arasında değişmektedir.

e) Kupol Ocağında Alaşım Yapılması :

İstenen özellikte döküm parça elde etmek için, kupol ocağında değişik gereçlerle alaşımlar yapılabilir. Eldeki gereçler ve bazı katımlarla istenen bileşimdeki dökümler elde edilebilir. Bunu bir örnekle açıklayalım:

Aşağıdaki bileşimde bir döküm istenmektedir.

% 3,4 C (karbon); % 1,65 Si (silisyum); % 0,73 Mn (manganez);
% 0,7 P (fosfor); % 0,1 S ençok (kükürt).

Buna karşılık, gereç parkındaki kullanılabilir gereçler ve bileşimleri aşağıdaki gibidir:

Gerecin Cinsi	% C	% Si	% Mn	% P	% S
Çelik hurdası (C ₃₁)	0,15	—	0,45	0,06	0,06
Hematit II	3,6	2	0,9	0,1	0,05
Döküm piki	3,7	2,1	1	0,9	0,05
Çeşitli hurda	3,5	1,8	0,8	0,8	0,1

Çelik hurdasının % 5 oranında katılacağı kabul edilmektedir. Problemin çözümü için, çok bilinmeyenli denklemlerden yararlanır. Silisyum, fosfor ve gereçlerin ağırlık miktarlarına göre üç bilinmeyenli üç denklem yazılabilir. Bu denklemlerin çözümü ile kullanılacak hematit piki, döküm piki, hurda miktarları bulunacaktır.

Kupol ocağındaki ergime sırasında, karbon ve fosfor miktarlarının önemli bir değişikliğe uğramadığını görmüştük. Silisyumun % 10, manganezin % 15 yandığını kabul edelim. Buna göre hesaplamalarda:

$$\text{Silisyum} : 1,65 / 0,9 = 1,83,$$

$$\text{Manganez} : 0,73 / 0,85 = 0,86 \text{ alınmalıdır.}$$

Denklemler, hematit II pikinin miktarına (X), döküm pikinin miktarına (Y), hurda miktarına (Z) denilerek şöyle sıralanabilir:

$$\text{Gereç miktarlarına (Kg) göre: } X + Y + Z + 5 = 100$$

$$\text{Silisyuma göre: } 2X + 2,1Y + 1,8Z = 100 \times 1,83$$

$$\text{Fosfora göre: } 0,1X + 0,9Y + 0,8Z + 5 \times 0,06 = 100 \times 0,7$$

Bu denklemler çözülerek istenen değerler elde edilir. Çözüm için: Birinci denklemdeki (X) yalnız bırakılırsa:

1) $X = 95 - Y - Z$ yazılır. Bu ifade diğer iki denklemde yerine konursa, iki bilinmeyenli iki denklem elde edilir.

$$2) 2(95 - Y - Z) + 2,1Y + 1,8Z = 100 \times 1,83$$

$$190 - 2Y - 2Z + 2,1Y + 1,8Z = 183$$

$$0,1Y - 0,2Z = -7$$

$$-0,1Y + 0,2Z = 7$$

$$3) 0,1(95 - Y - Z) + 0,9Y + 0,8Z + 5 \times 0,06 = 100 \times 0,7$$

$$9,5 - 0,1Y - 0,1Z + 0,9Y + 0,8Z + 0,3 = 70$$

$$0,8Y + 0,7Z = 60,2$$

Elde edilen bu iki denklemden birinde (Z) yalnız bırakılarak diğerinde yerine konursa:

$$Z = \frac{7 + 0,1Y}{0,2}$$

$$4) 0,8Y + 0,7 \left(\frac{7 + 0,1Y}{0,2} \right) = 60,2$$

$$0,8Y + 24,5 + 0,35Y = 60,2$$

$$1,15Y = 35,7$$

$$Y = 35,7 / 1,15 = 31 \text{ bulunur.}$$

$$Y = 31 \approx 30 \text{ alınır.}$$

(Y) nin değeri diğer denklemde yerine konursa:

$$-0,1 \times 31 + 0,2Z = 7$$

$$0,2Z = 7 + 3,1 = 10,1$$

$$Z = 10,1 / 0,2 = 50,5$$

$$Z = 50,5 \approx 50 \text{ olur.}$$

5) Bulunan (Y) ve (Z) değerleri ilk denklemde yerine konursa, (X) in değeri hesap edilir.

$$X = 95 - Y - Z$$

$$X = 95 - 31 - 50,5 = 95 - 81,5 = 13,5$$

$$X = 13,5 \approx 15 \text{ elde edilir.}$$

Hesaplama ve tartma kolaylığı bakımından, hesap sonunda çıkan sayılar yuvarlatılır. Buna göre:

$$\text{Hematit II piki: } 15,$$

$$\text{Döküm piki: } 30,$$

$$\text{Hurda: } 50, \text{ Kg. olarak çıkar.}$$

$$\text{Çelik hurdası: } 5 \text{ Kg. kabul edildiğine göre}$$

Toplam: 100 Kg. olur. Böylece, 100 Kg. lık vezini meydana getiren gereç miktarları ortaya çıkar. Vezin miktarı değişince, bu miktarlar ayarlanır. Örneğin, vezin 200 Kg. lık ise:

Hematit II piki : 30,

Döküm piki : 60,

Hurda : 100,

Çelik hurdası : 10 Kg. olur.

Aşağıdaki Tablo, yukarıda bulduğumuz miktarlar ile vezine giren çeşitli elementleri denetlemeyi sağlar.

	% C	% Si	% Mn	% P	% S
(X) Hematit II	15 × 3,6 = 0,54	0,3	0,135	0,015	0,0075
(Y) Döküm piki	30 × 3,7 = 1,11	0,63	0,3	0,27	0,015
(Z) Hurda	50 × 3,5 = 1,75	0,9	0,4	0,4	0,05
Çelik hurdası	5 × 0,15 = 0,0075	—	0,0225	0,003	0,003
Toplam :	3,4075	1,83	0,8575	0,688	0,0755
Yanan miktarlar :		0,183	0,128625		
Kalan miktarlar :		1,647	0,728875		

Tabloda görüldüğü gibi, hesaplanan gereçlerdeki elementlerin miktarları istenenlere çok yakındır. Örneğin karbon % 3,4 istenirken, % 3,4075; silisyum % 1,65 istenirken % 1,647; bulunmuştur. Bu değerler uygun kabul edilebilirler.

Bu şekilde alaşım hesaplanmasında, eldeki gereçlerin bileşimlerine bağlı olarak bazı elementler yetersiz çıkabilir. Örneğin, silisyum veya manganez istenenden düşük olabilir. Bu durumda, eksik kalan miktarlar ferro alaşımları katılarak tamamlanır. (Ferro alaşımları, Bölüm 12). Elementlerin miktarları istenenden fazla olunca, gereçlerin yeniden ayarlanması ile bu miktarlar düşürülür. Eksilen elementler, yine ferro alaşımlarından yararlanılarak, istenen değerlere yükseltirler. Ferro alaşımları hesaplanan miktarlarda, vezinlere katıldığı gibi sıvı madene, maden alma oluğunda (Şekil 5.17) veya potada da karıştırılabilir.

Ayrıca, dökme demire karıştırılan krom, nikel, molibden, v.b. katım maddeleri için de aynı yoldan yararlanılır.

4 — Ergitme İşlemleri :

Ocak yüklenip hava delikleri kapatılarak hava verilmeye başlandıktan sonra ergitme işlemlerine geçilmiş olur.

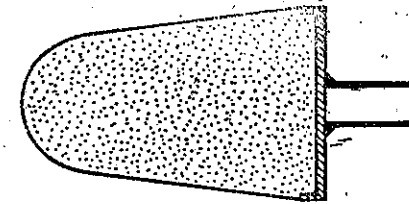
a) Maden Alma Deliğinin Kapatılması :

Hava üflendikten dört, beş dakika sonra, maden ergimeye ve damlalar halinde aşağı inmeğe başlar. Bu damlalar hava deliklerinden görülür.

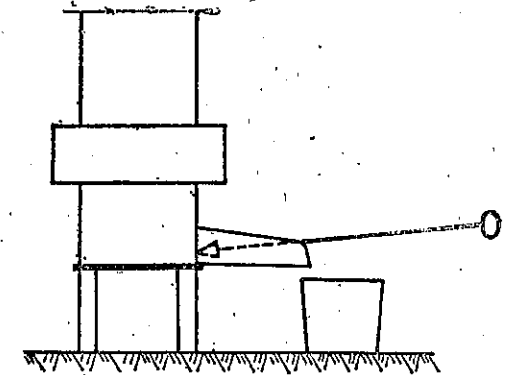
Bir süre sonra da maden, maden alma deliğinden oluğa akmaya başlayacaktır. Sıvı madenin oluktan akması, havanın üflenmesinden sonra, 8—10 dakika arasında olmalıdır. 8 dakikadan kısa sürede akması, yatak kokunun azlığını, 10 dakikadan uzun sürede akması ise yatak kokunun yüksekliğini gösterir. Bu durumlarda, yatak koku yüksekliği ayarlanmalıdır. Bu ayarlama, ilk atılan vezinlerin kokularını azaltıp çoğaltarak yapılır.

Sıvı maden oluktan akmağa başlayınca, ocak tabanı ve maden alma deliğinin ısınması için bir süre beklenir. Soğuk maden dışarı alınır. Ocağın önündeki havuza akan bu maden, alınarak tekrar ocağa atılabilir.

Akan sıvı madenin sıcaklığı, yeter dereceye yükselince, maden alma deliği bir tamponla kapatılır. Buna ocağa tampon vurulması adı verilir. Tampon, Şekil 5.46 da görüldüğü gibi sıkıştırılmış bir kum parçasıdır. Tampon demirinin tablası üzerinde sıkıştırılarak şekillendirilmiştir. Tamponun maden alma deliğine vurulup madenin akışını durduracak kadar sağlam, bara ile kolayca açılacak kadar kolay çözülebilir olması gerekir. Tamponun vurulması beceri ve alışkanlık isteyen bir iştir. Şekil 5.47'de tamponun maden alma deliğine vuruluşu görülmüştür.



Şekil 5.46 Maden alma deliğini kapatan tampon



Şekil 5.47 Tamponun vuruluşu ve doğruğuşu

b) İlk Madenin Alınması :

Maden alma deliği tamponla kapatıldıktan sonra, bir süre beklenecek bir miktar maden biriktirilir. Pota kısmının dolması beklenmez. Yeteri kadar biriken maden, maden alma deliği açılarak alınır. Maden alma deliğinin açılması için, tampon ucu sivri bir bara ile delinir. Bara döndü-

rülerek açılan delik istenildiği kadar genişletilebilir. Tamponun delinmesinde bara oluğa paralel tutulur. Baranın ucunun soğuk olmamasına dikkat edilir. Oluk ve deliğin ağzı temiz tutulmalıdır.

Ocaktaki madenin tümü alınır. Madenin bittiği, curufun maden alma deliğinde görünmesiyle anlaşılır. Hemen tampon vurulur. Maden birikmeğe başlar. Bu şekilde kısa aralıklı maden alınması birkaç kere tekrar edilir. Böylece, ocak tabanı ve maden alma deliği ısınır. Aynı zamanda, soğuk madenin fazla birikerek maden alma deliğinde donması önlenir. Potalara alınan maden, fazla sıcak maden istemeyen kalıplara veya külçe kalıplarına dökülür. Daha sonra normal aralıklarla maden alınmağa başlanır.

Bazı büyük ocaklarda, maden alma deliğinin açılıp kapanmasında özel aygıtlar kullanılır. Yine bazı büyük ocaklarda, maden alma deliği devamlı açık kalır. Maden, ocağın önündeki bir büyük potada toplanır.

c) Maden Alma Aralıkları :

Madenin sıcaklığı yükselince, ocak tabanı ve maden alma deliği de yeterince ısınmış olur. Artık, normal şekilde ve düzenli aralıklarla maden alınmağa başlanır. Pota kısmı doluncaya kadar beklenir. Ocak açılarak maden bir büyük potaya alınır. Buradan diğer potalara dağıtılır. Aralıklar 15-20 dakika olur.

d) Curuf Deliğinin Durumu :

Curuf deliğinin, pota kısmının üst tarafında, curufun boşalması için yapılmış bir delik olduğunu biliyoruz. Bazı döküm atelyelerinde curuf deliği, maden alma deliği gibi tamponla kapatılır. Gerekli görüldüğü zamanlarda açılır ve curuf alınır. Bazı dökümcüler ise curuf deliğinin devamlı açık kalmasını uygun görürler. Ocağa gönderilen hava yeterli olduğu zaman, curuf deliğinin açık kalması yararlıdır. Çünkü:

- Maden alma aralığı kolay saptanır. Pota kısmı dolunca, curuf deliğinden curuf akmağa başlar.
- Curufun alınması kolay olur,
- Ocaktaki maden miktarı bilinir,
- Madenin hava kuşağına kadar yükselmesi tehlikesi ortadan kalkar,
- Ocağın çalışması düzenli olur.

e) Ergitmenin Durdurulması :

Gerektiği zaman veya zorunlu durumlarda, ocağın çalışması bir saate kadar durdurulabilir. Bazen bu süreyi de geçebilir. Hava kesilerek ergitme durdurulur. Hemen hava delikleri açılır. Pota kısmındaki sıvı maden boşaltılır. Bekleme süresinden sonra, hava delikleri temizlenerek kapatılır ve hava verilir. Döküm tekrar başlar. Bütün bunlara karşın, ergitmenin durdurulması pek salık verilmez. Ergitmenin istenmediği halde durduğu da olur. Örneğin elektrik akımı kesilince ergitme durur. Bu bir aksaklıktır.

f) Pekleştirme Koku :

Ocağa, normal vezin koku dışında, fazladan yüklenen kok kömürüne "Pekleştirme Koku" denir. Yatak kokunun azalması durumunda veya ocakçının denemelerine göre, 4-5 vezinde bir pekleştirme koku atılır. Miktarı vezin kokuna eşit olur. Bununla yatak koku düzeyi sabit tutulur. Bunun dışında, değişik bileşimdeki vezinlerde fazladan kok yüklenir. Vezinler arasına atılan bu kok, değişik bileşimdeki madenlerin pota kısmında karışmasına engel olabilir. İki vezin arasına bu amaçla yüklenen kok vezin kokunun iki katı olur. Ancak, bu aralık bile yeterli olmayabilir. Gerçek, değişik bileşimdeki maden bir sonraki vezinden alınabilir.

İyi bir ocakçı, ocak içindeki vezinlerin durumunu çok iyi bilecektir. Ocaktaki maden miktarını ve hangi vezinlerin ne zaman ergiyip akacağını göz önünde tutacaktır. Buna göre alınan maden, ait olduğu kalıplara dökülecektir.

g) Ergitmenin Sonuçlanması :

Döküm sonuna doğru ocağın yüklenmesi durdurulur. Vezinlerin üst düzeyi azar azar aşağı düşer. Ancak astarın yıpranmaması için ocak tamamen boşaltılmaz. Ergimemiş birkaç vezin kalır ve taban bozulunca ocak altına iner. Yükleme durdurulduktan sonra havayı azaltmak yararlı olabilir. Hava deliklerinden görülen maden damlaları kesilince, ergitmenin durduğu anlaşılır. Pota kısmındaki maden tamamen boşaltılarak potaya alınır. Curuf, maden alma oluğunun altındaki havuza akar. Akma bitince, boşaltma kapağı açılır ve taban bozulur. Tabanın bozulması için, ateşleme kapağı açılır, buradan bir bara yardımı ile kenar kısımlar inceltir. Tabanın ortası delinir, içeride kalabilen maden ve curuf ocak altına akıtılır. Bir bara, ateşleme kapağından kaldıraç gibi kullanılarak taban açılır. Ocakta kalan kok ve ergimemiş madenler ocak altına iner. Bunlar, su ile

söndürülür ve soğutulur. Buradan alınan kok, kurutma fırınlarında ve büyük maçaların yapımında kullanılır.

Boşalan ocak soğumaya bırakılır. Bazen su ile soğutulur. Ancak, astarı yıprattığı için pek uygulanmaz. Soğuyan ocak temizlenir. Daha önce anlatıldığı gibi onarılır. Tabanı yapılarak döküme hazırlanır.

5 — Kupol Ocağında Çalışmaların Denetlenmesi :

Kupol ocağında beklenen sonuçların tam olarak alınması ve sapmaların kısa zamanda ortaya çıkarılması için, çalışmasının titizlikle denetlenmesi gerekir. Denetlemeler çeşitli gözlem ve deneylerle gerçekleştirilir. Bunlardan bir kısmı, ocağın çalışma süresi dışında yapılmaktadır. İkkel gereçlerin bileşim ve özelliklerinin saptanması için yapılan analiz ve deneyler ile dökülen parçaların bileşim analizleri ve mekanik deneyleri bu çeşit denetlemelerdir. Bunlar, laboratuvarlarda düzenli ve sürekli bir şekilde yapılır. Alınan sonuçlar, sayılarla belirtilebilen değerler olur.

Birçok denetlemeler ocağın çalışması sırasında yapılır. Bunlar, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a) Sıvı Madenin Sıcaklığının Ölçülmesi :

Dökümde madenin sıcaklığı, elde edilen parçaların sağlığı bakımından çok önemlidir. Bu yüzden, madenin ilk akışından başlayarak sıcaklığı belli aralıklarla ölçülür. Görülebilen bir tahta üzerine yazılır. Sonra bunlar, ilgili defterlere aktarılır. Her dökümdeki maden sıcaklıkları bu defterlerde saklanır.

Ocaktan akan madenin sıcaklığı, ilk akıştan başlayarak bir süre yükselir. Sonra bu sıcaklığı koruması gerekir. Sıcaklıktaki düşmeler, ocağın çalışmasındaki aksaklıkları belli eder.

Kupol ocağının çalışmasında, sıvı madenin sıcaklığı genellikle optik pirometrelerle ölçülür. Pek ender olarak daldırma pirometre kullanılır. Optik pirometrelerin duyarlılığı, en az yılda bir defa kontrol edilmelidir.

b) Çil Deneyi (Chill test) :

Bu deney, ocaktan alınan sıvı madenin bileşim ve özelliklerinin denetlenmesi için yapılır. Adına "Soğutma Deneyi" de denir. Ancak "Çil Deneyi" deyiminin kullanılması alışkanlık haline gelmiştir.

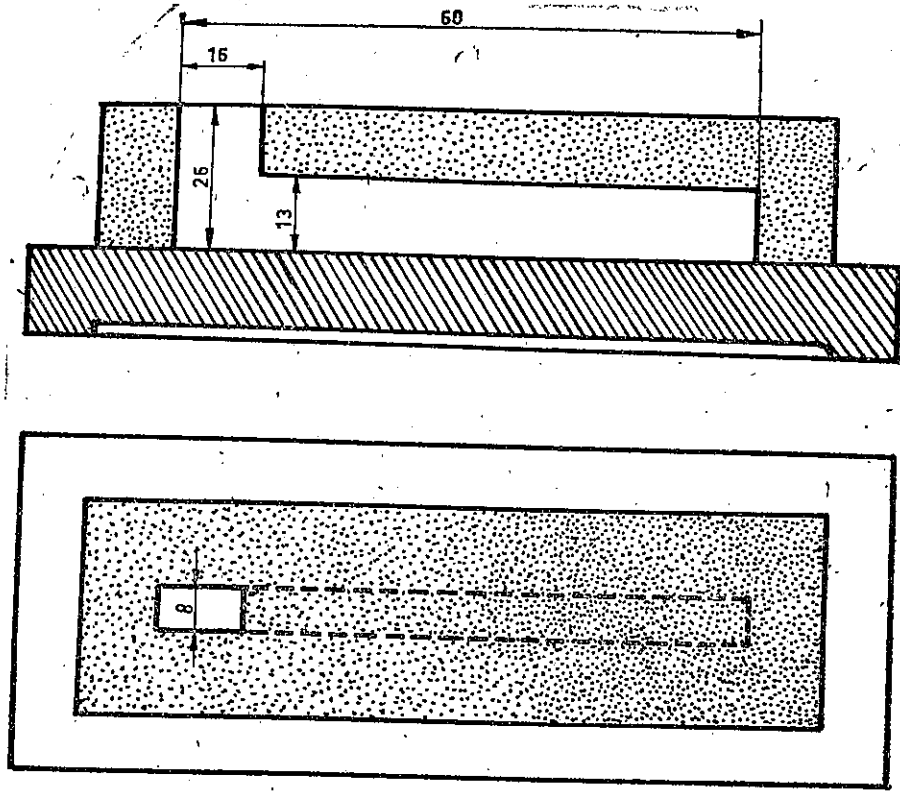
Dökme demirin dokusu, bileşimi ile birlikte soğuma hızına bağlıdır. Çabuk soğuyan kısımlar beyazlaşır ve sertleşir. Geç soğuyan kısımlar esmer halde kahr. Soğuma hızının artışı grafit ayrılması olanağı azaltır.

Bileşimleri, biçim ve ölçüleri aynı olan iki dökme demir parça, değişik koşullarla soğutulursa, dokuları değişik olur. Aynı koşullarla soğutulan, biçim ve ölçüleri aynı, iki parçanın bileşimleri ayrı olursa, dokuları yine değişik olur.

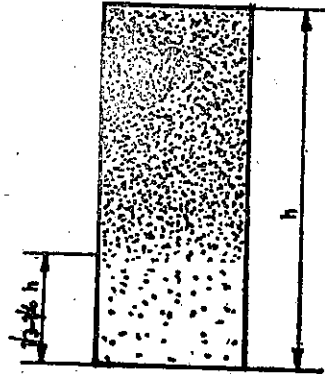
Çil deneyinde, sıvı maden özel olarak hazırlanmış kalıplara dökülür. Kullanılan kalıpların genellikle, bir kısmı kokil, diğer kısımları kumdan olur. Bütünü kumdan veya kokilden olan kalıplar da kullanılmaktadır. Kokile degen kısımlar çabuk soğurlar. Dökülerek elde edilen deney parçası kırılarak kesitine bakılır. Önce soğuyan kısımlarda grafit ayrılması daha az olacağından rengi beyazlaşır. Bu beyazlığın büyüklüğü, bazı özellikler ve özellikle silisyum miktarı hakkında bilgiler verir. Kupol ocağındaki ergitmelerde, karbon belli sınırlar içinde kalmaktadır. Manganez ve kükürt için de aynı şeyler söylenebilir. Fosforun ise grafit ayrılmasına etkisi çok azdır. Bu nedenlerle birinci etken silisyum olur.

Dökülen deney parçalarının şekilleri ve ölçüleri değişik olabilmektedir. Çeşitli memleketlerde, değişik uygulamalar görülmektedir. Ençok kullanılanlar dikdörtgen pirizma ve kama şeklinde olanlardır. Şekil 5.48 de dikdörtgen pirizma biçiminde bir çil deneyi kalıbı görülmektedir. Ölçüleri şekil üzerinde verilmiştir. Kalıbın ana kısmı (A) yağlı maça kumundan yapılmıştır. Taban kısmı (B) ise madensel bir plâkadır. Soğutucu görevi yapmaktadır. Bu soğutucu, tabanda olduğu gibi yan yüzeylerde de olabilmektedir. Ocaktan el potası ile alınan sıvı maden, kalıba üstteki yolluk kısmından (C) dökülür. Soğutucuya yakın kısımlar çabuk soğuyarak beyazlaşır. Uzaklaştıkça beyazlık azalır, giderek esmer hale dönüşür. Beyaz kısmın yüksekliği değerlendirmeyi sağlar. Şekil 5.49 da böyle bir deney parçasının kesiti görülmektedir. Beyazlığın ölçüsüne çil derinliği denir. Bu derinlik parça yüksekliğinin 1/3 ü ile 1/4 ü arasında ise bileşim normaldir. Çil derinliği 1/4 ün altında ise silisyum miktarı fazla, 1/3 ün üzerinde ise az demektir. Pratik yünden varılan bu yargılara göre düzeltmeler yapılabilir. Örneğin çil beyazlığı az olunca, çelik hurdası artırılabilir. Çok olursa, çelik hurdası azaltılabilir veya ferro silisyum katılabilir.

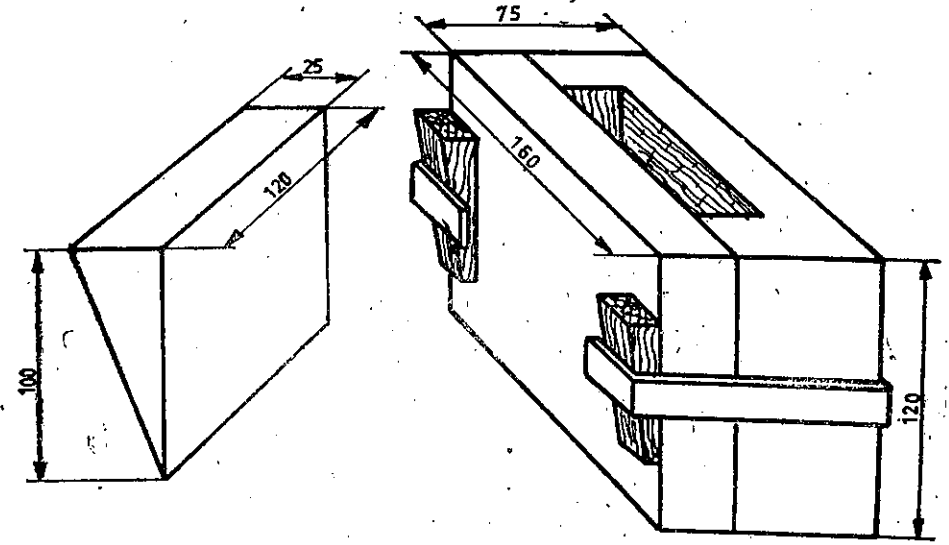
Dikdörtgen pirizma biçimindeki deney parçaları, değişik ölçülerde yapılabilen ve bunların silisyum miktarları, çil derinliklerine göre saptanabilmektedir. Bunların yanında, kama biçiminde çil deneyi parçaları da kullanılır. Şekil 5.50 de böyle bir deney parçasının kalıbı görülmüyor. Kalıbın tümü kokildir. Ölçüleri şekil üzerinde verilmiştir. Bu deney Si \geq 2 olduğu zaman iyi sonuçlar vermektedir. Kokil kalıba dökülen maden kamanın ince kısımlarında daha çabuk soğuyacaktır. Kalın kısımlara gidil-



Şekil 5.48 Bir çil deneyi kalıbı



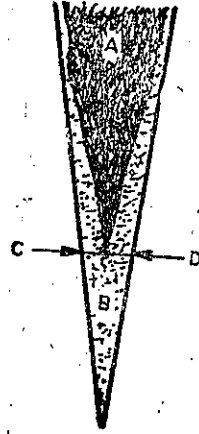
Şekil 5.49 Deney parçasının kesiti



Şekil 5.50 Kama biçiminde deney parçası kalıbı ve ölçüleri

dikçe, soğuma gecikecek ve beyazlık azalacaktır. Şekil 5.51 de görüldüğü gibi giderek esmer dökme demire dönüşecektir. Kesitin, esmer dokunun başladığı yerdeki genişliği (C-D) silisyum miktarı hakkında bilgi vermektedir. Aşağıdaki cetvel bu genişliğe göre silisyum miktarlarını yaklaşık olarak vermektedir. Ancak, dökülen madenin bileşimi şu sınırlar arasında olmalıdır. $3 < \% \text{Ct} < 3,4$; $0,5 < \% \text{Mn} < 0,8$; $0,2 < \% \text{P} < 0,9$ ve $0,08 < \% \text{S} < 0,13$.

Soğuma genişliği (C-D) mm.	Silisyum : %
3 civarında	2,6 civarında
4 "	2,5 "
5 "	2,4 "
6 "	2,3 "
7 "	2,2 "
8 "	2,1 "
9 "	2 "



Şekil 5.51 Kamanın kesiti, beyaz ve esmer kısımlarla soğuma genişliği

Değişik kalınlıktaki parçalara "Basamaklı Çil Deneyi" uygulanır. Deney parçasının değişik kesitlerden oluşması, bu kalınlıklar hakkında bilgi vermektedir. Şekil 8.9 da böyle bir deney parçası görülmektedir.

Çil deneyi kalıbının, özellikle kokil kısmının sıcaklığı önemlidir. Bu sıcaklığın 120 °C yi geçmemesi gerekir. Ters durumda aldatıcı sonuçlar alınabilir. Pratikte, kalıba elle dokunulabilir olması uygun kabul edilir.

Deney kalıbına dökülen madenin sıcaklığı 1400 °C nin üzerinde olmalıdır.

Birçok deney parçalarına, düzgün ve kolay kırılmalarını sağlamak için bir kertik açılır.

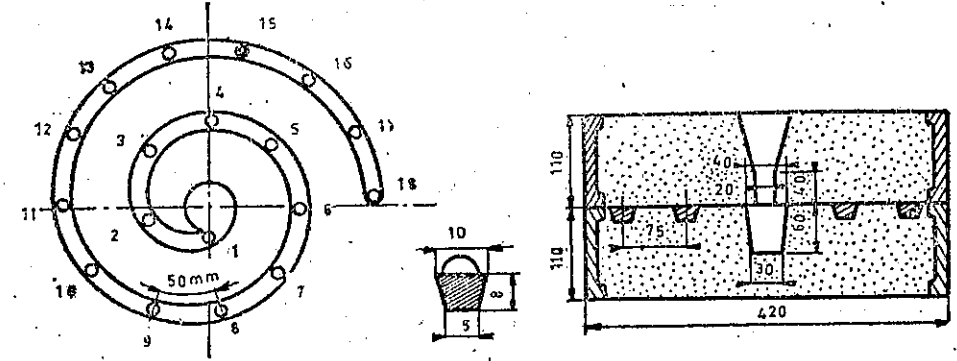
c) Akıcılık Deneyi :

Ergiyik madenin kalıbı eksiksiz ve zamanında doldurabilmesi çok önemlidir. Madenin bu yeteneğine "AKICILIK" denir.

Akıcılık iki temel ilkeye bağlıdır. Bunlar, madenin bileşimi ve sıcaklığıdır. Ayrıca kalıbın sıcaklığı, sertliği, gaz geçirgenliği, su düzeyinde duruşu, dökümde maden ve kalıbın meydana getirdiği gaz miktarı, madenin katılaşma sıcaklığı akıcılığı etkiler.

Bileşimi ötektik dokuda ve ona yakın olan dökme demirin akıcılığı iyidir.

Akıcılık, şekil 5.52 de görülen spiral şeklindeki deney parçasının dökümü ile denetlenir. Buna akıcılık spirali adı verilir. Spiral kalıbı içinde madenin yürüme uzaklığı, akıcılığı değerlendirir. Bazı dökümcülere göre spiralın boyu 150 cm. kabul edilir. Ağır makina parçalarının dökümü için, sıvı madenin yürüme uzaklığı 50 cm. ince parçalar için 75 cm. uygun görülür. Madenin yürüme boyunun kolay belirlenmesi için, spiralın üzerine belli aralıklarda işaretler konur. Bu aralıklar 50 mm. olur. İngiliz ölçüsünde 2" alınır. Spiralın dökülüşü, merkezden çevreye doğru olduğu gibi çevreden merkeze doğru da olabilir. Ancak, çevreden merkeze doğru dökülmesinde yolluk yine ortadan verilir. Bir boynuz yolluk ile çevreye bağlanır. Şekil 8.8 de de bir akıcılık ölçme spirali vardır.



Şekil 5.52 Akıcılık spirali ve kalıbı

d) Baca Gazı Analizi :

Kupol ocağında meydana gelen gazların bileşimi, yanma durumu, buna bağlı olarak ergitme kayıpları ve ergitilen dökme demirin özellikleri ile yakından ilgilidir. Vezinler arasından yükselerek bacaya giden gazlar, yükleme kapısının altından alınan örnekler aracılığı ile analiz edilirler. Elde edilen sonuçlara göre yanma ve yanma için gerekli hava ayarlanmağa çalışılır. Analizi yapılacak örnek gaz, yükleme kapısından ocak içine bir boru indirilerek alınır. Gazların analizi için çeşitli yöntemler uygulanır. Ençok kullanılan yöntem, "ORSAT AYGITI" denilen bir aygıt ile gazların analizidir.

Bacaya giden gazların bileşimi için aşağıdaki oranlar söylenebilir:

% 72-77 azot, % 12-19 karbon dioksit, % 3-16 karbon monoksit, % 0,5-2 oksijen.

e) Gözlem ve Görgülere Dayanarak Yapılan Denetlemeler :

Bunlar, sapma ve bozulmaları ortaya çıkarırlar. Gerekli çarelere başvurmayı sağlarlar. Ancak, sayılarla belirlenecek değerlere varılmasına yetmezler.

I) Hava delikleri devamlı göz altında bulundurulur. Üflenen havanın hava deliklerinden normal girişi, bunların daima açık ve temiz bulunmasına bağlıdır. Oysa, soğuk havanın çarpması ile soğuyan curufun hava deliklerini tıkaması tehlikesi vardır. Buna meydan verilmemeli ve gereğinde curuflar baralanarak kırılmalıdır.

II) Vezinlerin inişi, gözetleme deliklerinden bakarak kontrol edilir. Sıvı maden damlalarının görülmesi ergimenin devam ettiğini bildirir. Damlamalar kesilirse ergimenin durduğu ve bir aksamının meydana geldiği anlaşılır.

Damlaların biçim ve parlaklığı da çalışma hakkında fikir verebilir. Örneğin, maden damlaları kok kömürlerinden daha parlak renkte ise madenin sıcaklığı iyi, ocağın çalışması normaldir. Yani yatak koku ve vezin koku miktarı, buna göre hava yeterlidir.

Maden damlalarının yanan koktan daha koyu renkte olması, madenin sıcaklığının düşük olduğunu gösterir. Bunun bir nedeni, vezin kokunun yetersizliğidir. Hava da azdır.

Yatak koku yüksekliği iyidir. Maden soğuk olduğu halde, verim normaldir. Diğer neden, vezin koku normal veya fazladır, buna göre hava yetmemektedir. Bu durumda, hem maden soğuk hem verim azdır.

Maden damlaları birleşerek koyu renkli, kalın çizgiler (çubuklar) şeklini almıştır ve aralarında büyük parlak damlalar bulunmaktadır. Alınan maden henüz sıcaktır. Oksitlenme eğilimi vardır. Madenin sıcaklığı giderek azalacaktır. Bunun nedeni, yatak kokunun az yüklenmiş olması ve havanın, normal miktarda olan vezin kokuna göre çok fazla olmasıdır. Yatak koku giderek daha azalacaktır. Verim yüksek olmaktadır.

Aynı durum şu nedenlerle de olabilir: Ocakta çatma vardır veya pekiştirme (takviye) koku unutulmuş yahut az atılmıştır. Bu durumda, verim normal olur veya azalma eğilimi vardır.

Yukarıdaki durum ilerlerse, hava deliklerinden görülen büyük, parlak damlalar kaybolur. Yalnız koyu renkli çizgiler (çubuklar) şeklindeki madenlerin akışı görülür. Alınan maden soğuk olur. Oksitlenme eğilimi vardır.

III) Curufun görünüşü : Kupol ocağının çalışmasında, alınan curuf daima göz önünde bulundurulur. Curufun madene göre, ağırlığı ve akıcılığı azdır. Daha çabuk katılır. Tamamen boşalabilmesi için akıcılığının iyi olması gerekir. İyi olmadığı zaman, akıcılığını artırıcı çarelere başvurulur. Vezinlere katılan kireçtaşının artırılması ve flüorspat katılması gibi.

Soğuyan curuf cam şeklini alır. Bu durumda, değişik renkler gösteriyorsa ve kesitinde kofluklar varsa, ya kömür iyi değildir veya kireçtaşı azdır. Rengi yeşilimtrak sarı ise fazla demir oksidi var demektir. Normal curufun rengi zeytin yeşilidir.

Curuf koyu bir durumda ise kireçtaşının artırılması gerekir.

IV) Ergiyik dökme demirin görünüşü : Ocaktan potalara alınıp kalıplara taşınarak dökülen sıvı madenin genel görünüşü, uzman bir dökümcüye özellikleri ve uygunluğu hakkında fikir verebilir. Rengi, akıcılığı, v.b. ilkelere bunu mümkün kılar.

V) Ayrıca : Kupol ocağına ait bölümler, yardımcı sistemler devamlı göz altında bulundurulur. Böylece, bazı aksamalar ortaya çıkarılarak çareleri bulunur. Örneğin ocağın çatması halinde, vantilatörün çekişi artar. Sisteme bağlı ampermetre üzerinde, çekilen amperin yükseldiği görülür.

6 — Kupol Ocağında Çalışma Aksaklıkları :

Ocaklarımızın daima aksaksız çalışması istenir. İyi yönetilen bir kupol ocağında aksamaların meydana gelmeyeceği düşünülebilir. Fakat, bazı umursamazlıklar, dikkatsizlikler ve beklenmeyen olaylar yüzünden aşağıda sıralanan çalışma aksaklıkları, ocaklarımızda zaman zaman görülebilmektedir.

Kupol ocağının çalışmalarında aksamaları, meydana geldikten sonra gidermeğe çalışmaktansa, meydana gelmemeleri için, gerekli tedbirleri alınmalıdır.

Bunun için aksaklıkları tanımak, nedenlerini incelemek, giderilme çarelerini ve meydana gelmemeleri için alınacak tedbirleri gözden geçirmek gereklidir.

a) Ocak Çatması :

Ocağa atılan büyük parçalar ve birbirine kaynayan çok ince parçalar, gövdenin duvarları arasına sıkışarak vezinlerin inişini durdurur. Kok yandığı halde maden vezinleri yukarıda, askıda kalır. Yükleme kapısından

bakılınca, belli bir sürede aşağı inmesi gereken vezinlerin yerinde durduğu görülür. Vezinlerin arasından, alt kısmın boş olduğunu gösteren alevler yükselir. Gözetleme deliklerinden ocak içine bakıldığı zaman, madenin damlamadığı yani ergimedığı görülür. Maden alma deliği açıldığı zaman çok az ve soğuk maden gelir. Ocağın çatmış olduğu anlaşılır.

Bu çatmayı gidermek için, yükleme kapısından uygun ölçüde bir bara ile vurulur. Çatma bozularak vezinler aşağı indirilir. Eğer, çatma altındaki kok tamamen yanmış ise, baralamağa başlamadan önce havanın kesilmesi uygun olur. Böylelikle, soğuk havanın maden parçalarına çarparak onları daha fazla soğutması önlenir.

Aksaklığın meydana gelmemesi için, ocağa atılan parçaların boylarının ocak çapının 1/2 sini geçmemesi gerekir. Aynı zamanda, yükleme düzensiz olmamalıdır. Ocağın örülmesinde, duvarlar aşağı doğru genişleyecek şekilde yapılmalı, onarımda gereksiz çıkıntılardan kaçınılmalıdır.

b) Ocak Gövdasının Delinmesi :

Döküm sırasında ocağın ergime bölgesinde, çok seyrek olarak ta pota kısmında, ocak sacının kızardığı görülür. Eğer soğutulmazsa, kızaran kısımdan delinir. Gazlar ve maden buradan dışarı çıkabilir.

Ocak onarımının iyi olmayışı, tuğla ve harcın zayıflığı, madenin güç ergimesi bu aksaklığı meydana getiren nedenlerdir.

Ocak kızardığı zaman, hava kesilmeli, bu kısım basınçlı hava veya su ile soğutulmalıdır. Dökümü çabuk bitirmeğe gayret edilmelidir. Meydana gelmemesi için, kupol tuğlası veya harc iyi cinsten olmalıdır. Tuğlaların düzgün örülmesi, iyi cins yapıştırıcı kullanılması ve kalınlıkların yeter ölçüde olması bu aksaklığı önleyen tedbirlerdir.

c) Ergime Bölgesinin Düşmesi :

Hava delikleri önünde ergimemiş madenler görülürse, ergime bölgesinin aşağı düştüğü anlaşılır. Bu aksaklık az ölçüde, yükleme düzensizliğinden olabilir. Asıl nedenleri, yatak kokunun azlığı, yanma hızının fazlalığı veya kullanılan kokun zayıflığıdır. Eğer düşme tam olmadan, yani madenler hava deliklerine inmeden anlaşılırsa, kok miktarı artırılarak giderilebilir. Bütün hava delikleri önüne maden inmiş yani aksaklık tam olarak ortaya çıkmışsa, dökümü durdurmaktan başka yapacak bir şey yoktur. Bu olay sık sık oluyorsa, kokun özelliklerini kontrol etmek, vezin koku miktarını çoğaltmak ve belli aralıklarda yüklenen pekiştirme kokunu artırmak gerekir.

d) Maden Alma Deliğinin Donması :

Maden alma deliği açılmadığı zaman, delik içinde bulunan maden donmuş (katılaşmış) demektir. Bu aksaklık çoğunlukla döküm başında, maden henüz soğukken ve maden alma deliği iyice kızdırılmadan tampon vurulduğu için meydana gelebilir. Döküm sırasında da olabilir. Delik açılmadığı zaman, maden bu deliğin yanında başka bir delik açılarak alınır. Bu yapılamazsa, donan maden oksijenle ergitilerek maden alma deliği açılır.

Aksaklığın meydana gelmesini önlemek için, maden alma deliğinin boyu kısa yapılmalı. Tampon vurulmadan önce, iyice ısıtılmalıdır. Isıtmanın sağlanması için, ilk ergiyen maden ocak önündeki havuza akıtılır. Bu şekilde hem soğuk maden ocağın dışarı alınır, hem de maden alma deliği ısıtılmış olur.

e) Ocak Tabanının Delinmesi :

Bu aksaklık, ocak tabanında bir yerin delinmesi ve buradan madenin dışarı akmasıdır. Ocak tabanının iyi hazırlanmamış olmasından meydana gelir. Bu anda hemen dökümü durdurmak gerekir. Başka çare aramak boşunadır. Tehlikeli sonuçlara götürebilir. Kazalara neden olabilir. Bu aksaklığı önlemek için, tabanın tekniğine uygun yapılması gerekir.

f) Madenin Soğuk Gelmesi :

Kok miktarının vezinlere yeterli olmayışından, yatak kokunun azalması veya fazla yükselmesinden, havanın azlığından, hava deliklerinin tıkanmasından doğar. Çatma ve ergime bölgesinin düşmesi de soğuk maden gelmesine neden olur.

g) Hava Deliklerinin Curufla Tıkanması :

Hava delikleri döküm sırasında iyi kontrol edilmezse, curufla tıkanabilir. Hemen anlaşılıp, curuflar kırılarak açılmazsa, delikler işlemez hale gelebilir. Hava deliklerini sık sık kontrol ederek biriken curufları balarlarla kırmak, bunları açık tutmayı sağlar. Normal yapılmayan hava deliklerinde, bazen madenin buraya kadar yükselebildiği görülür. Deliklerin eğimli olması ve curuf deliğinin açık tutulması bu sakıncayı önler.

h) Yükleme Kapısında Alevler Görülmesi :

Bu, doğrudan doğruya bir aksama olmamakla beraber, ocağın normal çalışmadığını gösterir. Ocak boyunun kısaldığından, yüklemenin iyi

mamasından ortaya çıkar. Ocak çatmasında da yüklemeye kapısında alevler görülür. Kok tabakasının kalınlaştırılması ile önlenemez. Bu şekilde önlenemezse, ocağın yapımının incelenmesi gerekir.

i) Hava Delikleri Üzerinde Kemer Meydana Gelmesi :

Hava deliklerinin hemen üzerinde, soğuk havanın çarpması ile soğuyan curuflardan bir kemer meydana gelebilir. Bu ocağın çalışmasını aksatır. Ergiyen madenin miktarı azalır. Hava deliklerinden bakılınca, kokun yandığı ve bu bölgenin boşaldığı görülür. Hemen hava kesilerek, oluşan kemerin ergiyerek çözülmesi denir. Olmazsa, dökümün durdurulması gerekir.

Bu aksaklığın nedeni, genellikle kokun kül miktarının yüksek olmasıdır. Havanın hızı yeterli olmazsa, ocak duvarlarını yalayarak yükselecektir. Bu şekilde curufu soğutacaktır. Soğuyup katılaştıran curuf, kemeri oluşturur. Bu aksaklığın meydana gelmemesi için, iyi cins, özellikle kül miktarı az kok kömürü kullanılmalıdır. Havanın hızı, ocağın merkezine ulaşmasına yetecek kadar yüksek olmalıdır. Aynı zamanda, yardımcı hava deliklerinin kullanılması düşünülebilir.

j) Ergimenin Durması :

Elektrik akımının kesilmesi veya hava donanımında bir aksaklık meydana gelmesi ile hava kesilebilir. Ergitme ve döküm durur. Buna, ergimenin aksak olarak kesilmesi denir. Durma uzun sürecekse, döküme son verilmesi gerekir. Fakat ocağın büyüklüğüne göre bir saate kadar beklenilebilir. Bu süre içinde hava deliklerinin açık bulundurulması unutulmamalıdır.

7 — Dökme Demirin Kükürt ve Oksidinin Giderilmesi :

Dökülen dökme demirin içindeki kükürtü olabildiği kadar azaltmak veya belli bir orandan yukarı çıkartmamak gerekir. Bunun için bazı pratik çareler düşünülebilir :

Kok kömürünün az kullanılması. Kükürt madene kok kömüründen gelmektedir. Azalması kükürt miktarını sınırlayabilir.

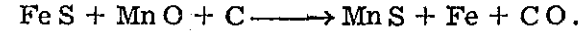
Kireçtaşı katılması. Kireçtaşı curufun oluşmasını sağladığı gibi bir miktar kükürtü de elimine eder.

Manganez ve kükürt miktarlarının ayarlanması.

Fakat bunlar, istenen sonuçları tam olarak sağlayamaz. Çünkü, kok miktarı belli bir orandan aşağı indirilemez. Kireçtaşına gelince:

$FeS + CaO + C \longrightarrow CaS + Fe + CO$ denkleminde demirin kükürtünü alır. Yani, demirsülfür kireç ve karbonla birleşerek, kalsiyum-sülfür ve karbon monooksit meydana getirir ve demir serbest kalır. Ancak, bu da sınırlıdır. İsteneni tam sağlayamaz.

Manganez de kükürtün bir kısmını alarak mangansülfür (MnS) meydana getirir. Bu reaksiyon yüksek sıcaklıkta (1500 °C civarında) olur.



Manganez demiroksidi tamamen giderebilir :



Demir içindeki kükürt, yukarıdaki çarelerle istenen orana indirilemezse, soda kullanılır. Kükürt soda ile % 70 oranında giderilebilir.

Soda, $FeS + Na_2O + C \longrightarrow Na_2S + Fe + CO$ denkleminde demirin kükürtünü alarak sodyumsülfür meydana getirir.

Bu reaksiyonlarda oluşan sülfürler curufa karışırlar.

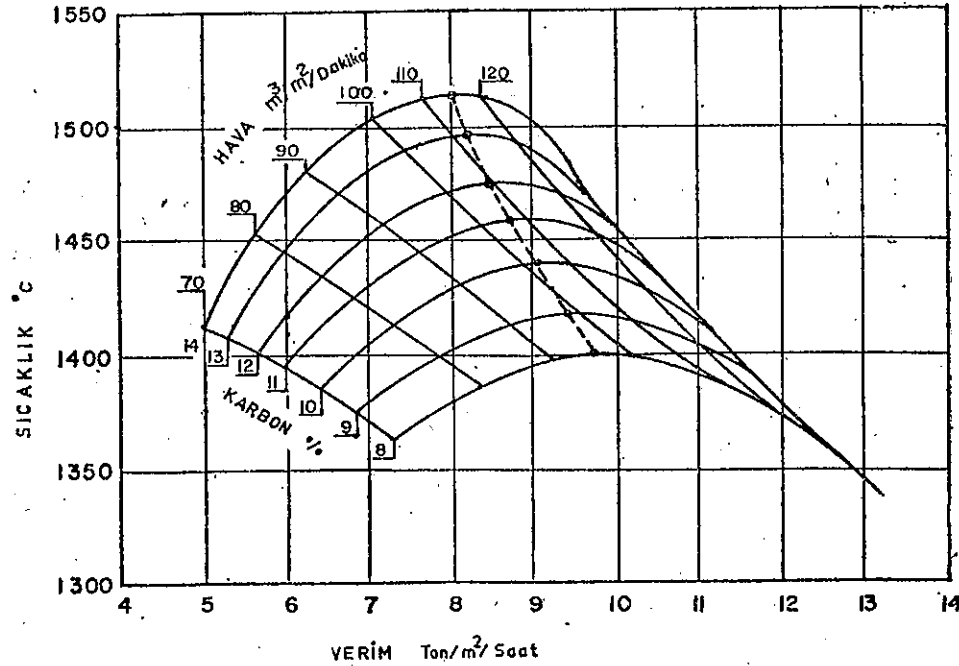
Soda curufu temizlenmiş olan potaya atılır. Ancak, rahatsız edici Luharlar çıkardığı için, briketler şekline getirilmesi gerekir. Briketler, soda az miktarda alkali tuzları katılarak, çimento cinsinden bir bağlayıcı ile meydana getirilir. Elde edilen briketler, curufu temizlenen potaya atılır. Ancak, briketlerin potaya atılması sırasında, sıvı madenin sıcaklığının düşmesi tehlikesi ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, soda briketlerinin depolu kupol ocağının deposunda karıştırılması uygun olur. Ancak her yerde depolu kupol ocağı bulunmayacağına göre, potada karıştırma işlemine devam edilecektir.

Soda briketlerinin katılma oranı, duruma göre % 0,5—0,7 arasında değişir.

8 — Ağ Diyagramı :

Dökümcüler uzun süre, kupol ocağının çalışması ile ilgili etkenler arasındaki ilişkileri bir diyagram ile gösterme gereğini duymuşlardır. Bu diyagram, kupol ocağı ile ilgili olanlara yol göstererek, kesin olarak saptanmış ilkelere birleşmeyi sağlar. Büyük hatalar yapılmasını önler.

Böyle bir diyagram önce, H. Jungbluth ve H. Korschan tarafından hazırlanmıştır. Daha sonra, yapılan deneylerle doğruluğu saptanmış ve geliştirilmiştir. Adına "Ağ Diyagramı" denilmiştir. Şekil 5.53 Jungbluth ağ diyagramını göstermektedir.



Şekil 5.53 Jungbluth Ağ diyagramı

Ocakta kullanılan kok miktarı, verilen havanın hacmi ve bunlara bağlı olarak, madenin sıcaklığı ile ocağın verimi arasındaki ilişkileri bu diyagram göstermektedir.

Burada üç temel ilke açıklanmış olmaktadır. Bunlar, aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a) Kok kömürü yüzdesi artırılmadan, hava miktarı çoğaltılırsa, ocağın verimi ve madenin sıcaklığı yükselir. Bu yükseliş, belli bir noktaya kadar devam eder. Daha sonra, verim arttığı halde madenin sıcaklığı düşmeye başlar.

b) Ocağa gönderilen hava değiştirilmez, kok yüzdesi artırılırsa, madenin sıcaklığı yükselir. Fakat ergitilen maden miktarı, yani ocağın verimi azalır.

c) Ocağın verimini değiştirmeden, madenin sıcaklığını yükseltmek veya madenin sıcaklığını düşürmeden, verimi arttırmak için, kullanılan kok kömürünün yüzdesi ile hava miktarı arasında bir denge kurmak gerekir.

Kupol ocaklarının yapıları ve özellikleri değişik olmaktadır. Bu nedenle, kendi ocağımızın ergitme işlemlerini denetim altında tutabilmek için, ocağımıza ait ağ diyagramını, kendi deneylerimizle oluşturmak gerekir. Her kupol ocağı için bir ağ diyagramının hazırlanması uygun olacaktır.

5.9 — DEPOLU KUPOL OCAĞI:

1 — Tanıtılmaları :

Kupol ocağının sakıncalarından biri, toplu halde maden vermeyişidir. Bunu ortadan kaldırmak için, ocağın pota kısmı kısaltılarak önüne bir depo konmuştur. Ergiyik maden bu depoda biriktirilir. Bu şekilde kupol ocağından toplu halde maden alınması sağlanır. Bu ocağa "DEPOLU KUPOL OCAĞI" adı verilir. Şu faydaları vardır:

a) Depolu kupol ocağının, pota kısmında sıvı maden biriktirme işlemi kaldırılmıştır. Fazla miktarda sıvı maden depo kısmında biriktirilir ve büyük parçaların dökümü mümkün olur.

b) Depoda maden kok ile bir arada olmadığından, karbon miktarının artması sınırlanmıştır.

c) Taban ile hava delikleri arası kısaltıldığından, madenin damlalar halinde düşmesindeki bileşim değişiklikleri azalmıştır.

d) Depo içinde katımlar daha kolay yapılır ve madenin bileşimi daha homogen olur.

Bu faydaları yanında bazı sakıncaları da vardır:

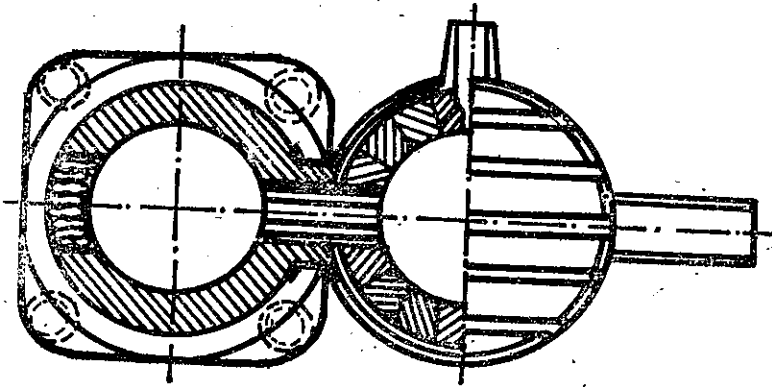
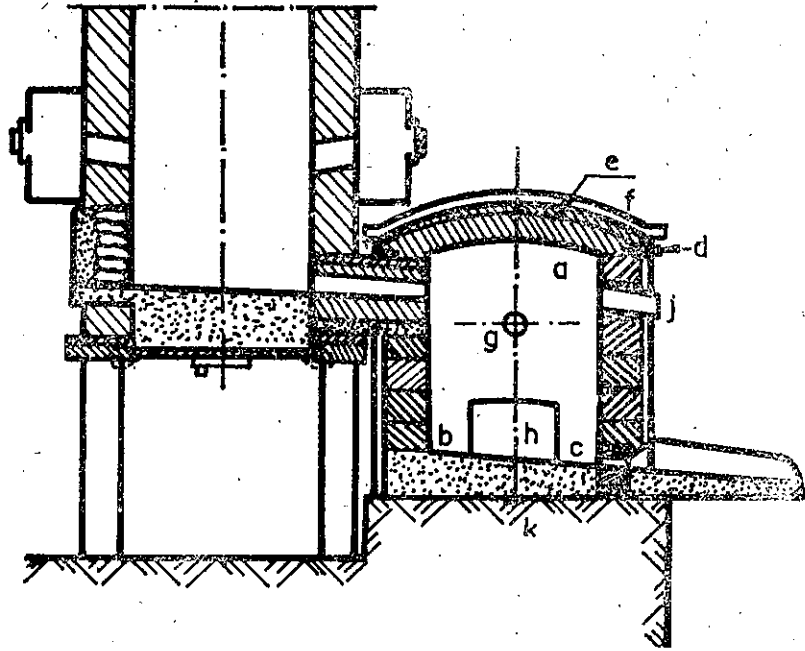
a) Kuruluş harcamaları daha çoktur.

b) Çalıştırılma ve bakımları yönünden, normal kupol ocaklarına göre daha fazla özen ve dikkat ister.

c) Bu ocaklardan alınan sıvı madenin sıcaklığı, normal kupol ocaklarına göre daima düşük olur.

2 — Yapısı ve Ana Ölçüleri :

Şekil 5.54 de görüldüğü gibi, kupol ocağının tabanı ile depo bir arakanal ile bağlanmıştır. Depo, kupolde olduğu gibi silindirik bir sacdan meydana gelir. İç kısmı ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanmıştır.



Şekil 5.54 Depolu kupol ocağı

Deponun büyüklüğü, biriktirilmesi istenen sıvı maden miktarına göre hesaplanır. Bu miktar genellikle ocağın saatteki verimi olarak belirlenir. Depodaki sıvı madenin yüksekliği, meydana gelecek basınç düşünülerek (1) m. yi geçirilmez. Tersi durumda, maden alma deliği çok zor kapanır ve kendiliğinden açılma tehlikesi ortaya çıkar. Depo yüksekliği curuf deliğine kadar kabul edilir. Curuf deliği ile arakanal arasında 100–200 mm. yükseklik vardır.

Deponun duvarları, ocağın duvarları gibi 200–250 mm. kalınlığında olur. Aynı gereçlerden yapılır. Yapılış yöntemi ocağınkine benzer. Sac ile astar arasında 10–15 mm. aralık bırakılır. Burası kuru kumla doldurularak genişlemelere rahatlık sağlanır.

Depo (a), taban kısmı (b) ile sağlam bir temel (k) üzerine oturtulmuştur. Ateş tuğlası ile örülen taban, maden alma deliğine (c) doğru hafifçe eğimli yapılmıştır. Yandaki kapak (h) döküm sonunda, depodaki curufun boşaltılmasına, onarıma ve kurutma için gerekli odunların konulmasına yarar. Bazı durumlarda bu kapak, ön kısımda maden alma oluğu ile beraber olur. Açılırken oluk ta çıkarılmış olur. Curuf deliği (g) çalışma sırasında curufun alınmasını sağlar. Gözetleme deliği (j), ocak ile depoyu birleştiren arakanalın (i) tam karşısındadır. Çalışma sırasında arakanal buradan gözetlenir. Tıkanmalar olursa bu delikten baralanarak açılır.

Depolu kupol ocağının en önemli yeri olan arakanal, madenin devamlı geçişi yüzünden, çabuk aşınır. Bunun için, sökülebilir bir tuğla içine açılmıştır. Kanal, 50–80 mm. çapında bir deliktir. Daha büyük olması, gereksiz olduğu gibi, ocaktan depoya kok parçalarının geçmesine de neden olabilir. Kanalı oluşturan delik, tuğla içinde merkezden kaçık olur. Sıvı madenin yaladığı alt kısım daha kalın bırakılır. Arakanalı meydana getiren tuğla, ocak ile depo arasındaki sacdan bir kutuya oturtulur. Yerine ocak harcı ile bağlanır. İki ucu çok iyi sıkıştırılır.

Deponun kubbe şeklindeki tavanı, dökme demirden bir çerçeve (d) içine, çektirmelerle (e) tutturulmuştur. Üst kısmında pekiştiriciler (f) vardır. Deponun tavan kısmı, depo duvarları üzerine, inceltilmiş bir harç konarak oturtulur.

Curuf ve maden alma delikleri kupoldekinin aynıdır.

Deponun örülmesi bitirilince 8–10 saat kadar kurutulur.

3 — Yakılması ve Yönetimi :

Depolu kupol ocağı; normal kupol ocağı gibi yakılır. Ancak, pota kısmının yüksekliği az olduğundan yatak koku daha az olur. Yükleme kapısından bir sac ile kapatılıp hava üflendiği zaman, sıcak gazlar arakanaldan depoya geçerler. Curuf ve maden alma deliklerinden çıkarak buraları ısıtırlar. Deponun daha iyi ısıtılması için, taşınabilir bir ark ocağı veya bir ağır yağ brülörü kullanılabilir.

Çalışma sırasında, curuf deliğinde 100-150 mm. boyunda mavi bir alev görülür. Bu alev, karbon monooksit gazının yanması ile meydana gelir. Depodaki madenin soğuması çok önemli olduğundan, bunu engellemek için, bu gazdan yararlanmak düşünülmüştür. Hava kuşağından depo içine, bir boru yardımı ile hava verilerek karbon monooksit gazı yakılır. Madenin sıcaklığı 50 °C kadar yükseltilebilir. Depoya verilen hava, kuşaktan gelen borunun üzerine konan bir kesici ile ayarlanmaktadır.

Verilen havanın miktarı :

- Kupoldaki hava basıncına,
- Curuf deliğinin çapına,
- Gazın bileşimi ve özelliğine,
- Sıcaklığına bağlıdır.

Bu şekildeki ısıtma ile depo duvarlarının daha çok yıpranacağını düşünerek, duvarları iyi cins ısıya dayanıklı gereçlerden yapmak uygun olacaktır.

4 — Çalışma Aksaklıkları :

Kupol kısmındaki aksaklıklar, normal kupol ocağındakine benzer. Ancak, burada göze çarpan özel aksaklık arakanala aittir. Arakanalın delinmesi veya tıkanması depolu kupol ocağına ait bir aksaklıktır. Bu kanal, devamlı geçen maden ve curufun aşındırıcı etkisi altındadır. Kanalı oluşturan tuğla aşınıp delinebilir. Sacı da ergitebilir. Maden ocak altına sızabilir. Bu durum meydana gelince, dökümü durdurılmaktan başka yapacak birşey yoktur. Ergitme durur, ocak boşaltılır.

Böyle bir durumun ortaya çıkmaması için:

- Arakanal özelliği çok iyi ve tekniğine göre hazırlanmış ısıya dayanıklı gereçlerden yapılmalıdır.
- Çok iyi sıkıştırılmalıdır.

— Kalınlığı yeter ölçülerde olmalıdır.

— Yerine oturtulduğu zaman iki ucu, sızma yapmayacak şekilde bağlanmalıdır.

— Delik eksenden kaçık olmalı ve alt kısmı kalın bırakılmalıdır.

5.10 — SICAK HAVALI KUPOL OCAĞI :

1 — Tanıtılması ve Özellikleri :

Kupol ocağına üflenen havayı ısıtarak ocağın verimini arttırmak düşünülmüş ve "SICAK HAVALI KUPOL OCAĞI" yapılmıştır. Şekil bakımından pek değişik olmayan bu tip ocağa, hava bir ön ısıtıcıda (reküperatör) ısıtılarak gönderilir.

Havanın ısıtılması iki şekilde olur :

a) Ön ısıtıcıda dolaşan hava, bir yardımcı yakacak kullanılarak ısıtılır. Bu pahalı bir yoldur.

b) Isıtma işlemi için ocağın baca gazlarından yararlanılır.

Normal kupol ocağındaki ısı kaybı yüzde altmışa kadar çıkmaktadır. Bu kayıpların, hiç olmazsa bir kısmını değerlendirmek ekonomik bakımdan çok önemlidir.

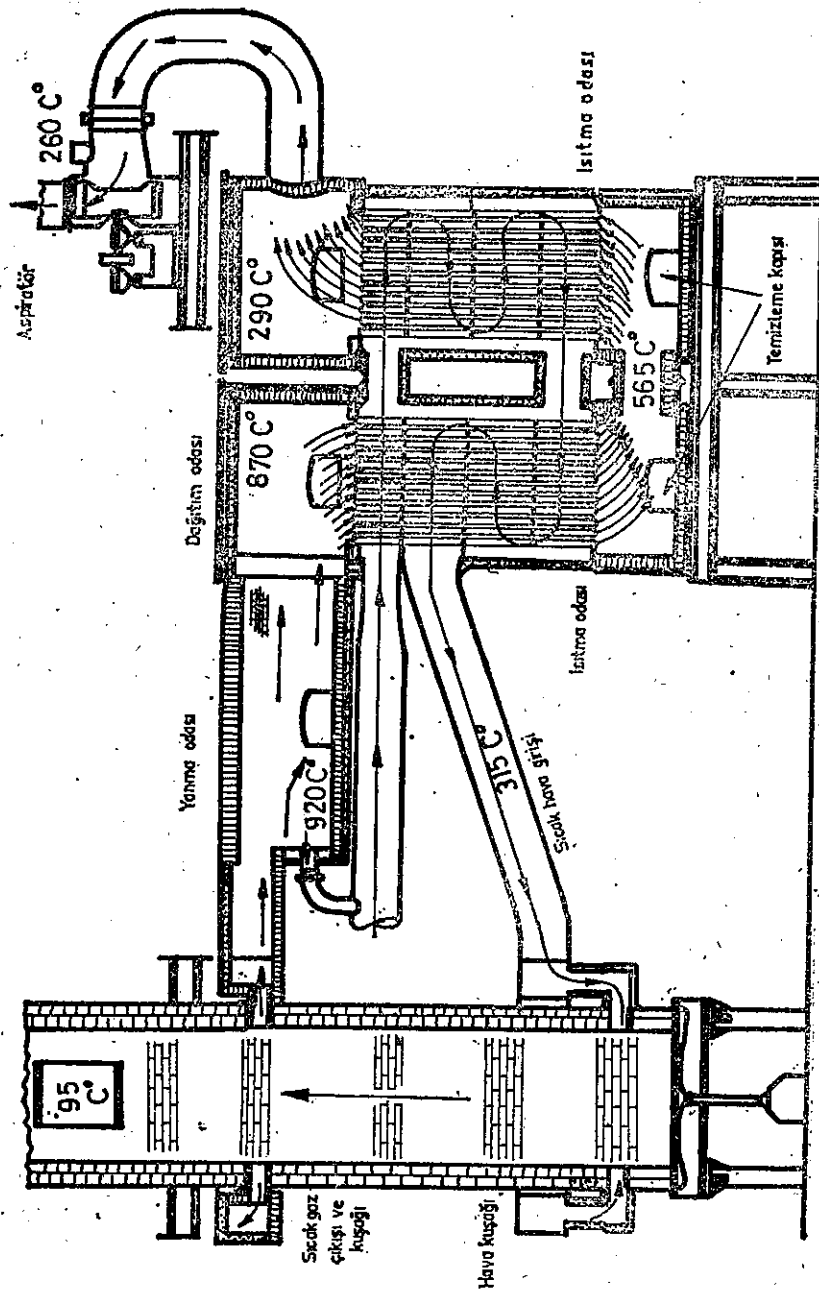
Bacaya giden gazların % 35-40'ı ergime bölgesi üzerinden alınarak ön ısıtıcıda yakılır ve havanın sıcaklığının yükselmesi için gereken ısıyı sağlar. Gazlar ocağın daha yukarı kısımlarından alınır, sıcaklıkları düşük olur. Ön ısıtıcıya giden gazlar tozlardan arıtılırlar.

Şekil 5.55 de sıcak havalı bir kupol ocağı görülmektedir. Bu şekilde, kupol ocağı, ön ısıtıcı, havanın ve baca gazlarının dolaşımı açık olarak belirlenmektedir.

Sıcak havalı kupol ocaklarının ergime bölgesi ve hava delikleri devamlı olarak soğutulmaktadır. Bu soğutma ocak sacı üzerinden su akıtılmakla sağlanmaktadır. Bütün ocak yüzeyini yalayarak akan su, bir depoya gelerek ısınıp kaybeder. Yeniden dolaşıma alınır.

Ocağın boyu normal kupol ocağından daha kısadır. Ocak astarının aşınması az olduğundan, daha az curuf meydana gelir. Verimi normal kupol ocaklarına göre daha fazladır.

Pota kısmı kısa yapılır ve maden ocak önüne konan bir potada biriktirilir. Genellikle pota devrilebilen, yatay bir silindir şeklindedir. Dökümden önce çok iyi ısıtılması gerekir.



Şekil 5.53 Sıcak hava ile çalışan kupol ocağı

2 — Sıcak Havalı Kupol Ocağının Yararları :

- Ergiyen madenin sıcaklığı normal kupol ocaklarına oranla 100–150 °C daha yüksek olur. Yani 1500 °C ye kadar yükselebilir.
- Yüksek sıcaklıkta maden elde edildiğinden, maden alma oluğunda ve potada katımlar yapılması mümkün olur. Özel dökme demirlerin elde edilmesini sağlar.
- Redükleyici ortam meydana geldiğinden, karbon emilme miktarı çoğalır.
- Kükürt miktarı az olur.
- Ocak duvarlarındaki aşınma, normal kupol ocaklarına göre çok azalmıştır.
- Ergitilen gereçler daha oksitli olabilir.
- Daha kötü özellikte kok kömürü kullanılabilir.
- % 70–80 oranında çelik hurdası ergitilebilir.
- Harcanan kok kömürü miktarı daha azdır.
- Isı kaybı az olur.

3 — Sıcak Havalı Kupol Ocağının Sakıncaları :

Bu ocakların yukarıdaki yararları yanında bazı sakıncaları da vardır:

- Yüksek sıcaklıkta reaksiyonlar çabuk olur. Bunların gözlenmesi ve gerekli ayarlamaların yapılması çok güçleşir.
- Ergitmede kullanılan kok kömürünün ve kireçtaşının özelliklerinin sabit tutulması gereklidir.
- Ocağın hazırlanması, çalıştırılması ve yapılması gerekli olan denetlemeler, bilgili ve yüksek ücretli elemanların çalıştırılmasını gerektirir. Bu da maliyet fiatını etkiler.
- Sıcak havalı kupol ocağının, ek kuruluşları olduğundan kuruluş harcamaları yüksek olur.
- Çalıştırma harcamaları da yüksektir (ön potayı ısıtma, sıcak hava için ek yakacak, v.b.).

Bu ocaklar büyük kuruluşlar için çok yararlı olmakla beraber, az döküm yapan ve küçük parçalar döken, küçük döküm atelyelerinde pek yararlı görülmezler.

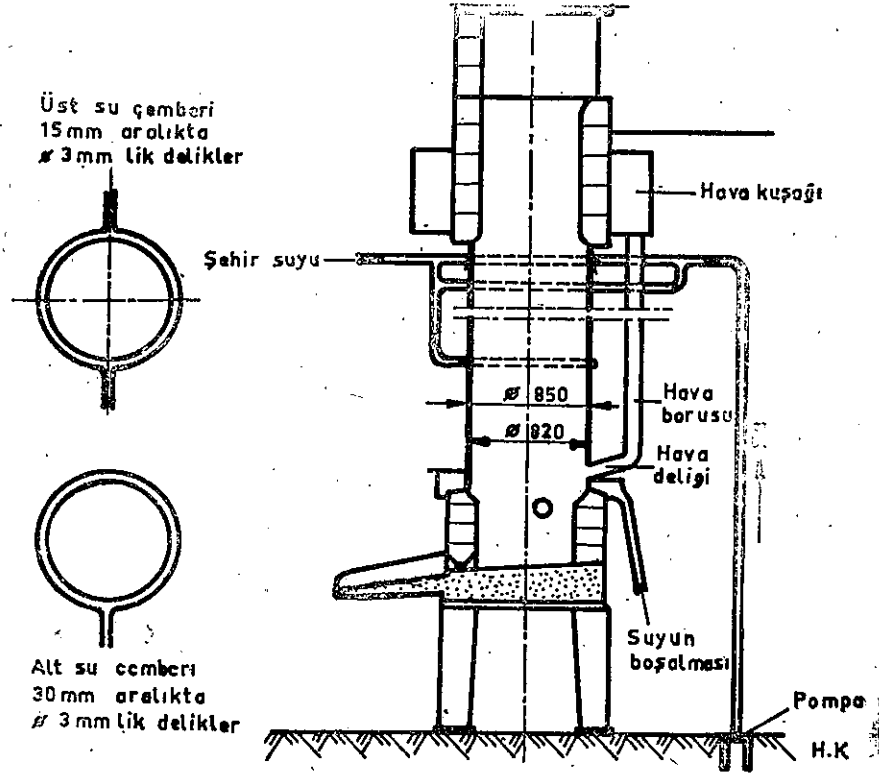
4 — Su ile Soğutma Donanımı :

Bazı ocaklar ve genellikle, sıcak hava ile çalışan Kupol ocakları, su dolaşımı ile soğutulurlar. Soğutma, ergime bölgesinde yani yüksek sıcak-

lık bölgesinde olur. Önceleri su dolaşımı, ocak duvarları içine yerleştirilen borular yardımı ile sağlanıyordu. Bu bazı zorluklar ortaya çıkarmaktaydı. Sonraları su, ocağın dış yüzeyinden verilmeğe başlandı. Daha sonra, astar tamamen ortadan kaldırıldı. Su ocak sacı üzerine yayılarak verildi. Şekil 5.56 da bu şekilde soğutulan bir kupol ocağı görülmüyor. Pompa ile dayodan alınan su, ocağın üst kısmındaki çemberlere gelir. Çemberler boru biçimindedir ve ocağın çevresini sarar. Üzerlerine delikler açılmıştır. Çemberlere gelen su bu deliklerden fışkırır. Ocak sacını yalayarak aşağı iner. Alttaki, ocağı havuz şeklinde saran kanalda toplanır. Buradan bir boru ile boşalır.

Gereğinde, üst boru çembere şehir suyu da verilebilir.

Su dolaşımı ile soğutmanın, yukarıdaki yararları ek olarak daha uzun süre çalışma avantajı vardır.



Şekil 5.56 Su dolaşımı kupol ocağı

KUPOL OCAĞINA AIT BAZI DEĞERLER

Ocak Çapı cm.	Ocağın Verimi Kg/St.	Vezin Koku Miktarı Kg.	Kireçtaşı Miktarı Kg.	Maden Vezinleri Kg.			Hava Debisi m ³ /dak.	Havanın Basıncı cm. ss.	Vantilatörün Gücü B. G.
				Kok oranı %	10	12				15
50	1500	17	6-7	170	140	110	30	50	6
60	2200	25	8-9	250	210	165	40	60	8
70	2900	35	11-12	350	290	230	55	70	10
80	3800	45	14-15	450	375	300	70	80	12
90	4900	55	17-19	550	460	365	85	90	20
100	6000	65	20-23	650	540	430	110	100	23
110	7200	80	24-28	800	665	530	135	110	31
120	8600	100	30-35	1000	830	665	160	120	35
130	10000	120	36-40	1200	1000	800	185	130	40

NOTLAR :

- 1 — Tablodaki verim $Q = 6D^2$ formülüne göre alınmıştır. En büyük değeri gösterir. Gereğinde azaltılabilir.
- 2 — Vezin koku her ne kadar (Kg.) olarak verilmişse de ölçek ile yüklenmesi daha doğrudur. Kokun iriliği ve özgül ağırlığı değeri değiştirilebilir.
- 3 — Vantilatör havanın basıncı ve debisine göre seçilir.
- 4 — Amerikan Dökümcüler Birliğinin (AFS) kupol standartları için DÖKÜMCÜLÜK İŞ VE İŞLEM YAPRAK-LARI Sınıf 3, Sayfa 167'ye bakınız.

- 29 — Kupol ocağının çalışmasındaki yanma ve ergime olaylarını anlatınız.
- 30 — Ocağa gönderilen havanın debisi, hızı ve basıncı ile bunların arasındaki ilişkileri inceleyiniz.
- 31 — Kupol ocağında 1Kg. dökme demirin ergimesi için, 1m³. hava gereklidir. Neden?
- 32 — Dökme demirin kupol ocağında ergitilmesinde meydana gelen bileşim değişikliklerini özetleyerek anlatınız.
- 33 — Kupol ocağındaki yakılma işlemlerini sıra ile anlatınız.
- 34 — 1 m. çapındaki kupol ocağının yatak koku miktarını hesaplayınız.
- 35 — Yatak kokunun yanması ile yüklemeye geçişte hangi işlemler yapılır?
- 36 — Dökme demirin ergitilmesindeki kok kömürü nasıl hesaplanır?
- 37 — Çapları 80 cm. ve 100 cm. olan ocakların vezin miktarlarını hesaplayınız.
- 38 — Kupol ocağında nasıl alaşım yapıldığını açıklayınız.
- 39 — Kupol ocağının çalışmasında ergitme işlemlerini anlatınız.
- 40 — Kupol ocağının çalışmasında hangi denetlemeler yapılır?
- 41 — Madenin sıcaklığı nasıl denetlenir?
- 42 — Çil deneyi nedir, ne şekilde yapılır, nasıl değerlendirilir?
- 43 — Akıcılık deneyi nasıl yapılır?
- 44 — Baca gazı hakkında neler biliyorsunuz?
- 45 — Hava deliklerinden bakılınca görülen maden damlalarının nasıl olması gerekir?
- 46 — Damlaların görülebileceği şekilleri ve nedenlerini söyleyiniz.
- 47 — Kupol ocağının çalışmasında meydana gelen aksaklıkları tanımları, nedenleri ve çareleri ile anlatınız.
- 48 — Dökme demirin kükürt ve oksidinin giderilmesi için neler yapılır?
- 49 — Ağ diyagramı nedir, yararları nelerdir?
- 50 — Depolu kupol ocağını, çalışmasını, fayda ve sakıncalarını anlatınız.
- 51 — Sıcak hava ile çalışan kupol ocağını tanıtm, çalışmasını anlatın. Yararlarını söyleyiniz.

POTALAR

6.1 — TANITILMASI :

Çeşitli ocaklarda (Yüksek fırın, Kupol, Alev ocakları, Elektrik ocakları v.b. gibi.) ergitilen maden ve alaşımların taşınmasında veya pota ocaklarındaki ergitmelerde kullanılan kaplara POTA denir. Tanımlarından da anlaşıldığı gibi potalar iki gruba ayrılır.

- 1 — Taşıma potaları,
- 2 — Ergitme potaları (Bu potalar 3. ciltte incelenecektir).

1 — Taşıma Potaları :

Yukarıda belirttiğimiz gibi çeşitli ocaklarda ergitilen sıvı madeni, ocaktan ocağa veya ocaktan kalıplara taşıma işlerinde kullanılırlar. Aldıkları sıvı maden ve taşıma şekillerine göre de dört bölüme ayrılırlar.

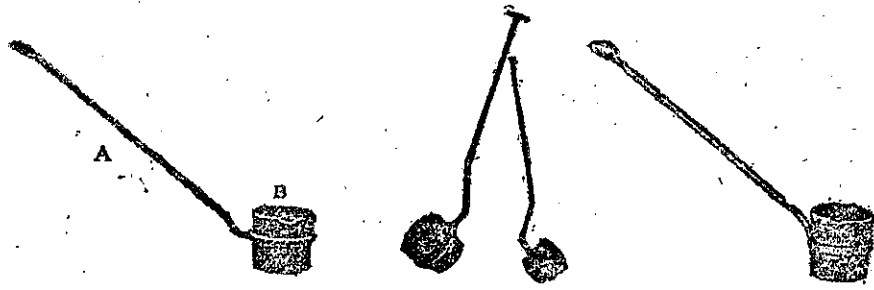
- a) El potaları
- b) Vinç potaları
- c) Arabalı potalar
- d) Özel potalar

a) El Potaları :

5-200 Kg. a kadar maden alan, taşınmaları ve dökülmeleri insan gücü ile yapılan potalara "EL POTALARI" denir.

El potalarından, 25 Kg. a kadar maden alanları bir-kışı tarafından kullanılır. Bu potalara "POŞAMEN" adı da verilmektedir.

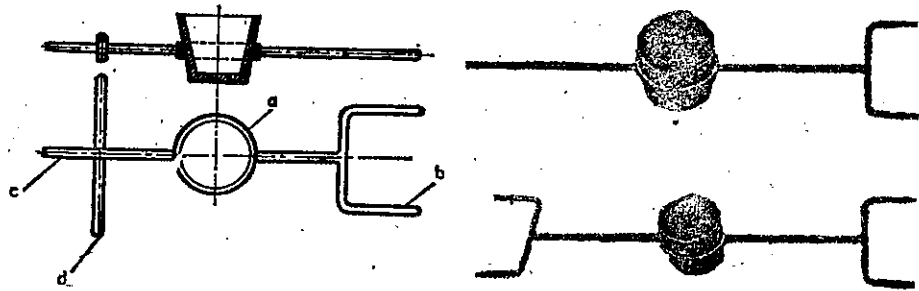
Şekil 6.1 de değişik tipleri görülen poşamenler, çelik sactan yapılmış bir pota ve yine çelikten yapılmış olan taşıma kolundan meydana gelmektedir.



a. Pota kolu b. Pota

Şekil 6.1 Çeşitli el potaları (poşamenler)

Potanın içerisi kalıp kumu veya pota astarı (harcı) ile kaplanmıştır. Genellikle deney parçaları (çil, akıcılık v.b. gibi) ve sıcak dökülmesi gereken küçük işlerde kullanılırlar. El potalarının 50-200 Kg. a kadar maden alanları, iki üç ve daha çok kişi tarafından taşınır. Pota çelik sac-tan kesik koni biçiminde yapılmış olup, kaynak veya perçinle birleştirilmiştir. Taban sac kısmına astardaki buhar ve gazların çıkışı kolaylaştırmak için 3-5 mm. çapında yeteri kadar delik açılır. Bu potalar Şekil 6.2 de görüldüğü gibi bir tarafı tek, diğer tarafı çift (çatal) olan kollarla taşınır ve dökülür. İki tarafı çatalı olan pota kolları da vardır. 100 Kg. dan fazla maden alan potalarda, taşınma kolaylığı sağlamak için yardımcı kollar kullanılır. Pota kolunun potaya geçen kısmı, döküm kolaylığını sağlayacak ve pota sallanmayacak şekilde olmalıdır.



a) Pota b) Çift kol
c) Tek kol d) Yardımcı kol

Şekil 6.2 İki ve daha çok kişi ile taşınan el potaları

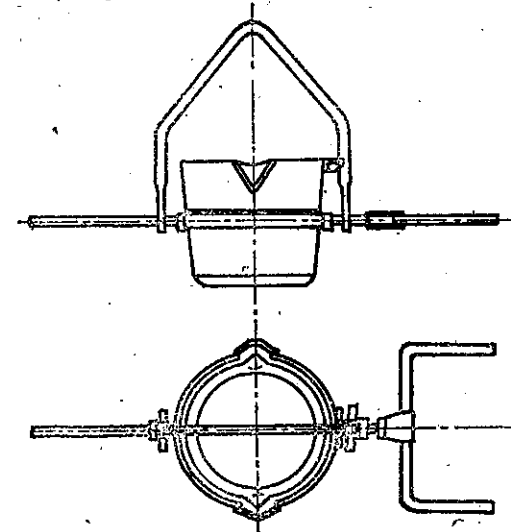
Bu potalarla kalıba maden dökülürken, mutlaka curuf süzücü (perdeli) tarafları kullanılmalı, artık ve soğuk maden ise lengoya, potanın diğer tarafı ile dökülmelidir.

b) Vinç Potaları :

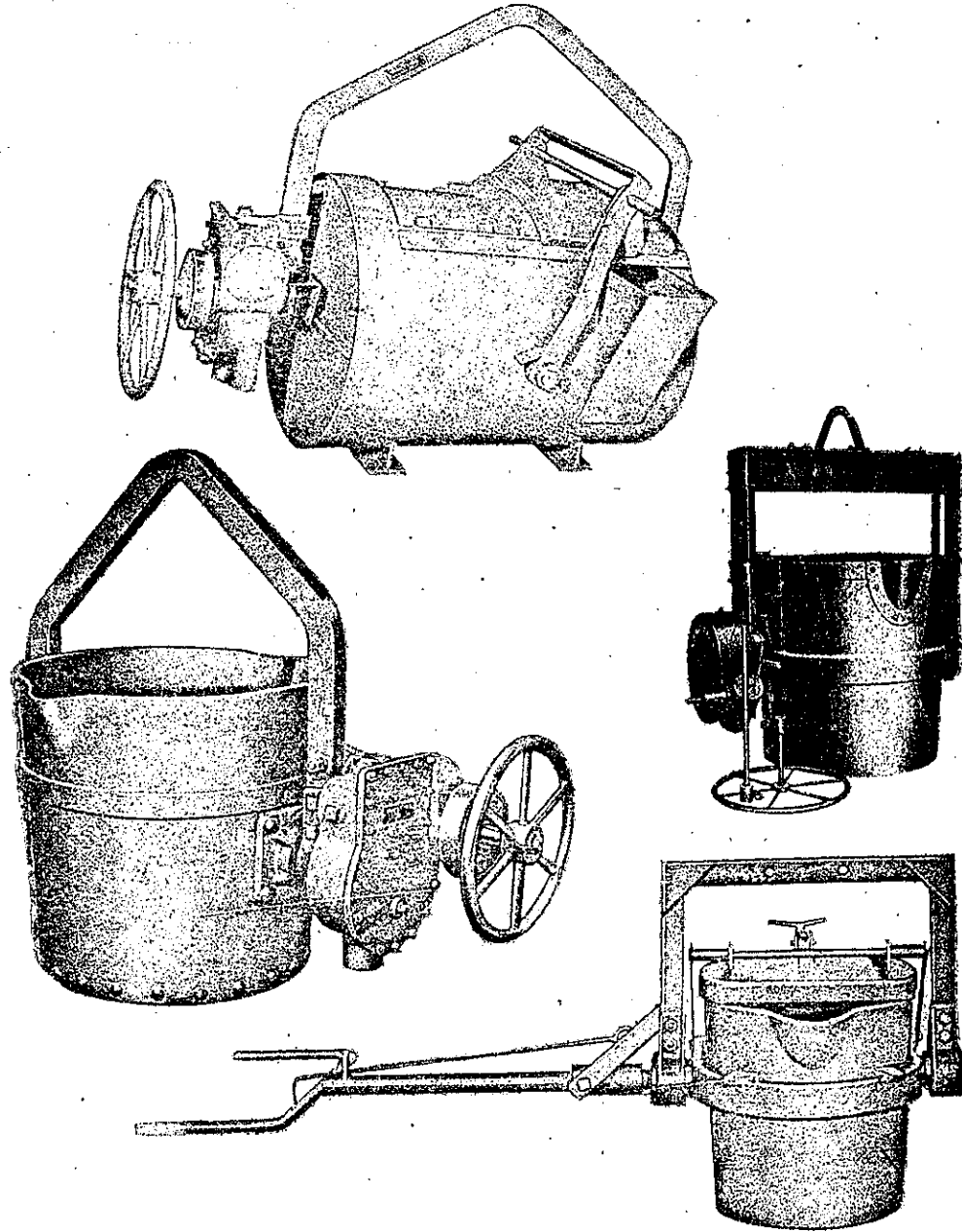
200 Kg. dan fazla maden alan potalar, emniyet ve döküm kolaylığı bakımından, vinçlerle veya arabalarla taşınırlar.

200 Kg. dan 30 tona kadar maden alan vinç potaları vardır. Bazı özel maksatlar için daha büyükleri de yapılmaktadır. Parça dökümhanelerinde daha çok küçük tipleri kullanılır ve atelyenin her yerindeki kalıplar bunlarla dökülür.

500 Kg. a kadar maden alan vinç potalarında döküm Şekil 6.3 de görüldüğü gibi çift kol yardımı ile elle yapılabilirse de çok dikkat ve güç sarfını gerektirir. Herhangi bir kazaya sebebiyet vermemek için, 200 Kg. ın üzerinde maden alan potalar bir sonsuz vida sistemiyle hareket ettirilerek maden dökülür. Şekil 6.4 de değişik tipte vinç potaları görülmektedir.



Şekil 6.3 Çift kol yardımı ile elle dökülen vinç potası

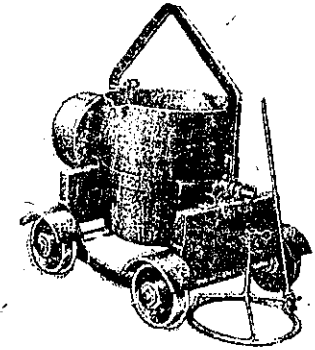
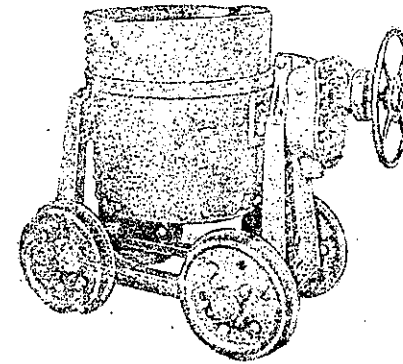
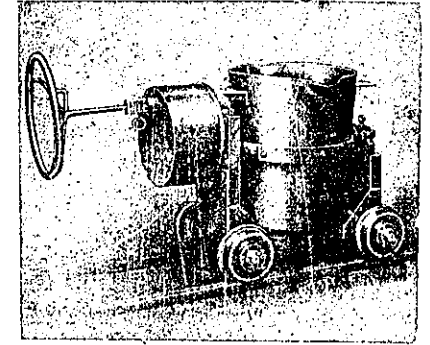
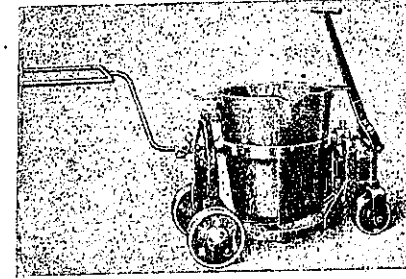


Şekil 6.4 Değişik tiplerde vinç potaları

c) Arabalı Potalar :

Bu potalar düz bir zeminde veya ray üzerinde hareket eden tekerlekler üzerine oturtulmuştur. 500 Kg. a kadar olanlar elle, daha büyükleri ise sonsuz vida sistemiyle hareket ettirilerek sıvı maden dökülür.

Genellikle bir hat üzerindeki kalıpların dökümünde kullanılırlar. Şekil 6.5 de değişik tiplerdeki arabalı potalar görülmektedir.



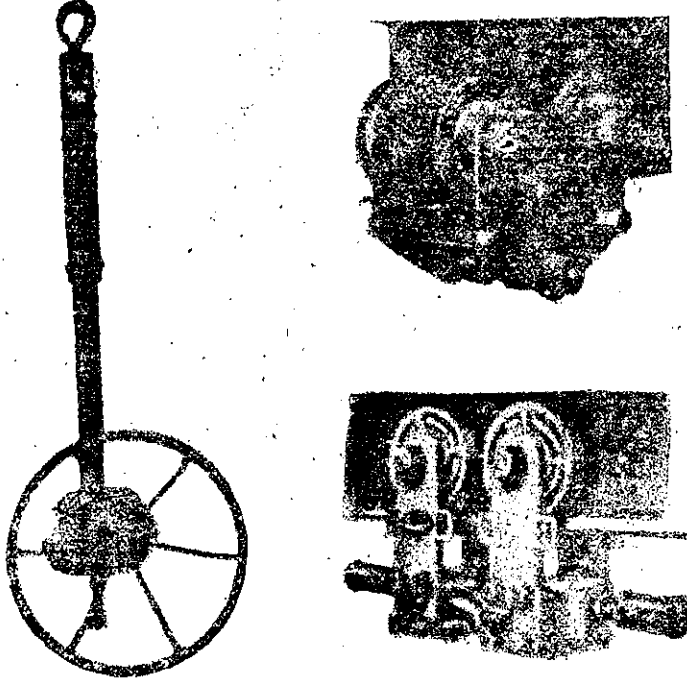
Şekil 6.5 Arabalı potalar

d) Özel Potalar :

Bu bölümde şekil ve kullanışları bakımından diğerlerinden farklı olan bazı potaları tanyacağız.

I) Askı Potaları :

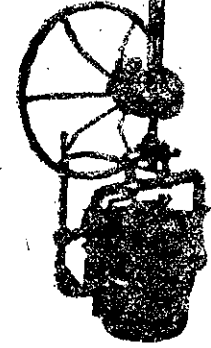
Bu potalar Şekil 6.6 da görüldüğü gibi bir askı sistemine takılmaktadır. Pota askıları, makaralar yardımıyla bir (I) demirine (putrele) bağlanmıştır .Böylece potalar ileri, geri ve aşağı, yukarı hareket ettirilebilmektedir.



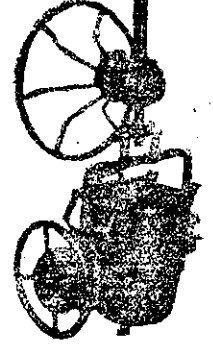
Şekil 6.6 Pota askısı ve putrel bağlantıları

Askı potaları 1000 Kg.a kadar maden alır ve bir kişi tarafından kullanılırlar. 250 Kg. a kadar maden alanları Şekil 6.7 de görüldüğü gibi bir kol yardımı ile elle dökülür. Daha büyükleri ise Şekil 6.8 deki gibi sonsuz vida sistemiyle hareket ettirilerek dökülürler.

Pota askıları, pota taşımaları dışında şekilde de görüldüğü gibi kapıp kapatmalarında ve derece taşımalarında da kullanılırlar. Şekil 6.9 da derece kapanması ve derece taşınması görülmüyor.



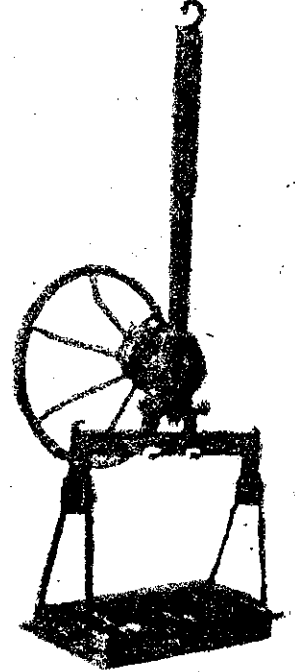
Şekil 6.7 Elle dökülen askı potası



Şekil 6.8 Sonsuz vida sistemi ile dökülen askı potası

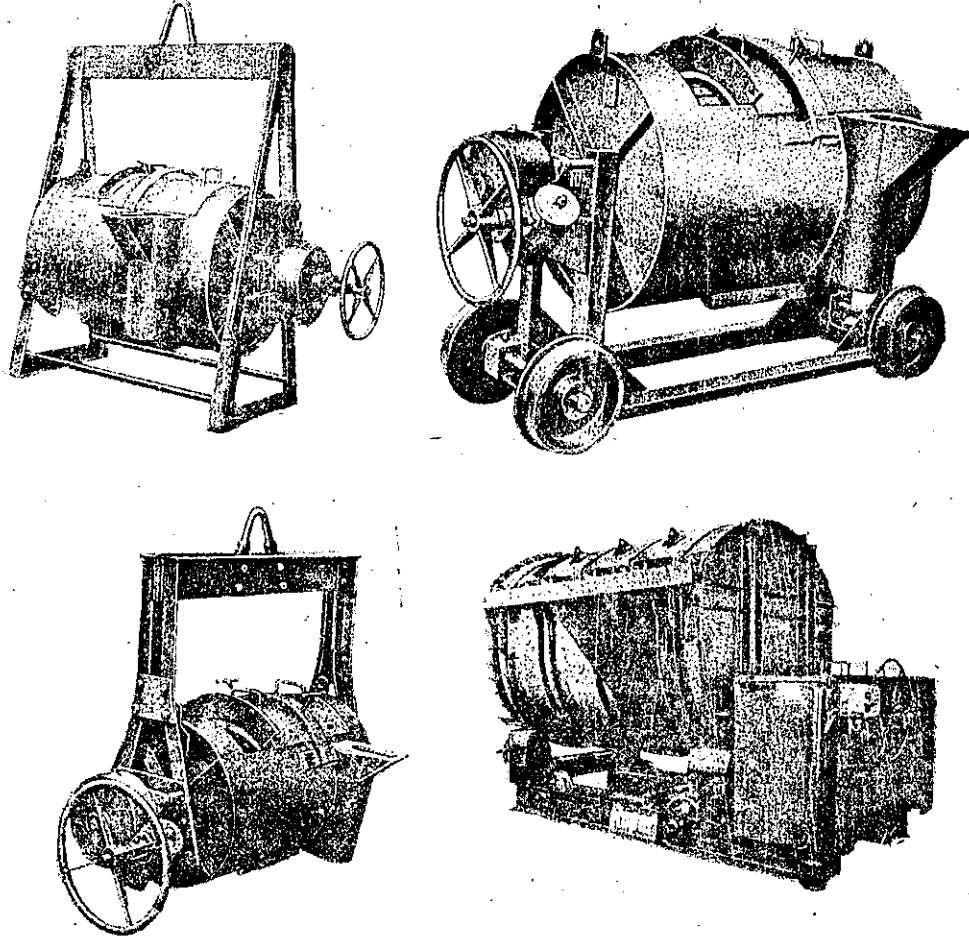


Şekil 6.9 Derecelerin taşınması



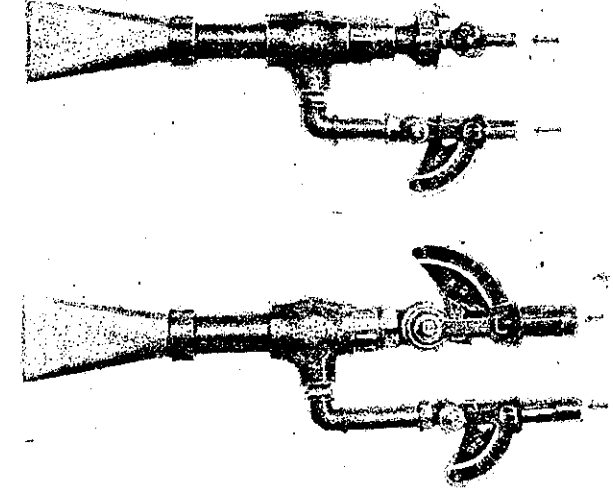
II) Depo Potaları :

Ergitilmiş madenin biriktirildiği potalardır. Genellikle kupol ocaklarında kullanılır. Bu tip ocaklarda depo kısmı yoktur. Maden alma deliği açık durur. Ergiyen maden potaya akar. Pota büyüklüğü ocak kapasitesine göre yapılır. Örneğin 500 Kg. dan 10 000 Kg. a kadar olanları vardır. Şekil 6.10 da değişik tiplerdeki depo potaları görülmektedir.



Şekil 6.10 Çeşitli depo potaları

Depo potalarda sıvı maden dinlendirildiği gibi, alaşım elementleri de katılabilir. Madenin soğumaması için pota, sıvı ve gaz yakacak'a ısıtılır. Şekil 6.11 de potanın ısıtılmasında kullanılan gaz brülörleri görülmektedir.



Şekil 6.11 Gaz brülörleri

III) Tıkaçlı Potalar :

Tıkaçlı potalar genellikle çelik ocaklarında ergitilen madenin küçük (ingot) kalıplarına dökülmesinde kullanılırlar. Bu potaların devirme sistemleri var ise de döküm işlemi dip kısımlarındaki tıkaçlı delikten yapılır.

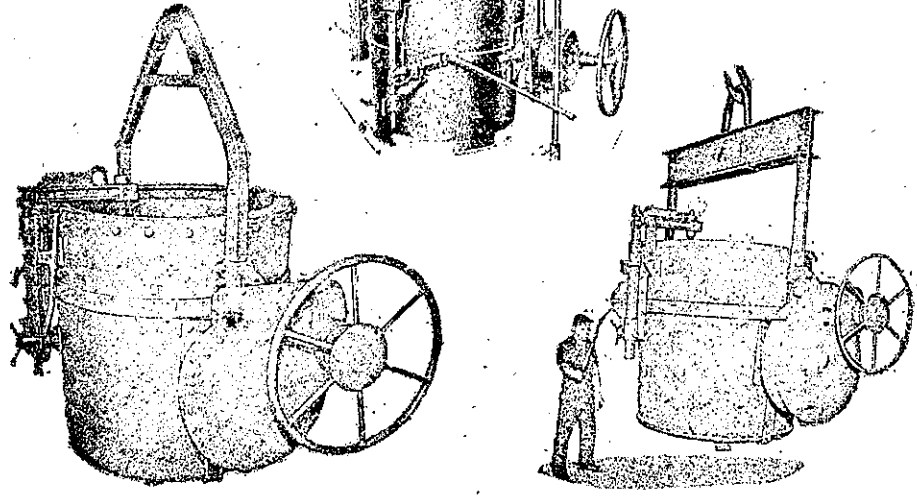
Madenin üzerindeki curufun temizlenmesine gerek yoktur. Böylece pota üzerinde biriken curuf, madenin oksitlenmesini ve soğumasını önlemiş olur. Şekil 6.12 de tıkaçlı potalar görülmektedir.

Tıkaçlı potaların en önemli kısımları, maden akıtma deliği ve tıkaçlarıdır. Şekil 6.13 de bir tıkaçlı pota kesiti görülmektedir.

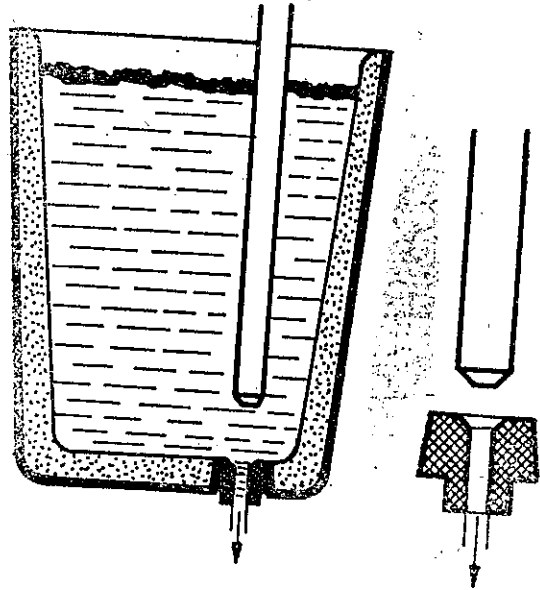
Bu tıkaç kısımlarının ısı, basınç ve aşınmaya karşı çok dayanıklı olmaları gerekir. Tıkaç çubuğunun üzeri ve akıtma deliği genellikle saf grafitten yapılmaktadır.

Yukarıda birkaçını belirtmeye çalıştığımız potaların dışında, daha değişik olanları da kullanılmaktadır.

Tablo 6.1 de kapasitelerine göre pota ölçüleri verilmiştir.



Şekil 6.12 Tıkacı potalar



Şekil 6.13 Tıkacı pota kesiti

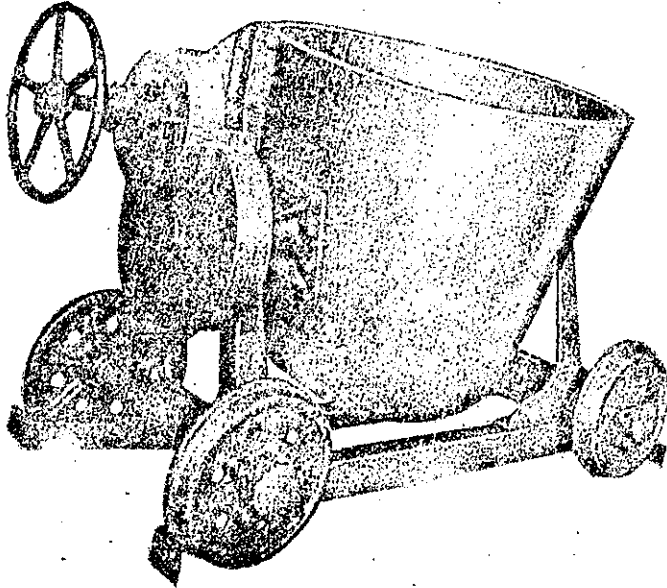
Tablo 6.1 kapasitelerine göre pota ölçüleri

Aldığı sıvı maden miktarı Kg.	Potanın örgü (astar) kalınlıkları			Potanın örüldükten sonraki tahmini ölçüleri			Sağ kalınlıkları ölçüsü	
	Kenar mm.	Taban mm.	Kapak mm.	Üst çapı mm.	Taban çapı mm.	Yükseklik mm.	Kenar mm.	Taban mm.
10	12.5	12.5	25	170	140	155	3	3
15	"	"	"	195	155	180	2.6	2.6
16	"	"	"	175	145	210	3	3
23	"	"	"	210	150	225	"	"
31	"	"	"	250	190	205	"	"
37	19.0	19.0	"	260	190	265	"	"
60	"	"	"	325	255	240	4	4
81	"	"	"	345	255	295	"	"
98	"	"	50	370	255	345	5	5
127	"	"	"	380	255	395	"	"
180	25.0	25.0	"	430	350	380	"	"
230	"	"	"	445	350	460	6	6
280	"	"	"	460	350	520	"	"
330	"	"	"	485	420	470	"	"
420	"	"	"	495	420	570	"	"
520	"	"	"	585	510	495	6.5	6.5
660	"	"	"	600	510	600	"	"
825	"	"	"	635	545	635	"	"
1020	"	38	63	685	595	685	8	8
1270	"	"	"	750	650	710	"	"
1525	"	"	"	815	685	710	"	"
2240	38	50	76	900	775	890	"	"
2540	"	"	"	990	915	865	9.5	9.5
3300	"	"	"	1030	915	915	"	"
4160	34.5	63	100	1130	1005	1015	"	"
5180	50	76	"	1180	1030	1170	"	12.5
6600	"	"	"	1270	1120	1270	"	"
7620	"	"	"	1330	1170	1330	"	"
8380	"	"	"	1370	1220	1370	12.5	"
10670	76	"	150	1525	1370	1450	"	"
12450	"	"	"	1600	1450	1525	"	"
15500	"	"	"	1700	1500	1650	"	"
20830	115	127	205	1880	1680	1880	16	19
25660	"	150	230	2060	1855	2060	"	"

IV) Curuf Potaları :

Ergitme ocaklarında (yüksek fırın, kupol ocağı gibi) meydana gelen curufun taşınmasında kullanılan potalardır. Maden potalarına göre daha kalın sactan veya dökülerek (dökme demir, çelik döküm) yapılırlar. İçlerinin astarlanmasına gerek yoktur. Düz bir zeminde veya raylarda hareket eden tekerlekler üzerine oturtularak kullanılırlar. Curufun boşaltılması küçük potalarda elle, büyüklerinde ise sonsuz vida sistemiyle hareket ettirilerek yapılır.

Curuf potalarının ölçüleri, kullanılacakları ocağın verimi ve çalışma süresine göre hesaplanır. Şekil 6.14 de bir curuf potası görülmektedir.



Şekil 6.14 Curuf potası.

6.2 — POTALARIN ASTARLANMASI :

Çelik saçtan yapılan taşıma potalarının içerisi ısıya dayanıklı gereçlerle astarlanır. Potanın aldığı maden miktarına göre, astarın kalınlığı ve özelliği değişir. Genellikle bir tona kadar maden alan potalar, kalıp kumu veya pota harcı ile astarlanır. Bir tondan büyük potalar ise, ergitme ocaklarında olduğu gibi ateş tuğlaları ile örülür.

Astar kalınlıkları, bir tona kadar olanlarda, dip kısım 25-50 mm. yanlarda alt 25-45 mm. üst 15-35 mm. arasında değişir. Ateş tuğlası ile örülen büyük potalarda ise dip kısım 80-150 mm. alt kısım 80-125 mm. üst kısım ise 50-75 mm. arasında olur. Bazı potalarda bu ölçüler daha da büyüyebilir.

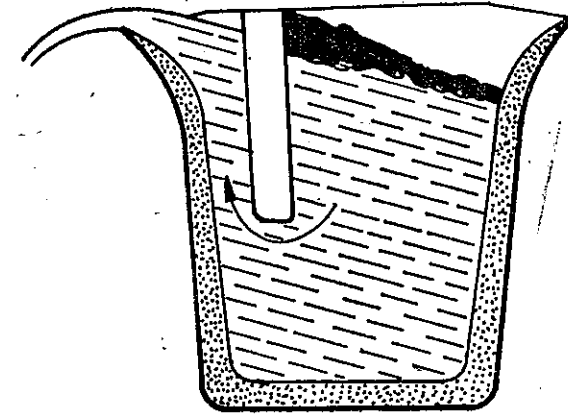
Kalıp kumu veya harçla astarlanmayı birer örnekle görelim. Doğal kumla çalışan küçük döküm atelyelerinde astar gereci olarak, 300 Kg. a kadar 2 hacim meydan kumu, 1 hacim yeni kum, 300 Kg. ın üstünde ise 2 hacim meydan kumu, 2 hacim yeni kum kullanılır. Bu kumlara birazda ağaç testere talaşı karıştırılması iyi netice verir.

Yapay kumla çalışan döküm atelyelerinde ise, %70 silis, % 17 ateş toprağı (şamut), % 13 kil (bentonit) kullanılır. Bu karışıma pota harcı denir. Suyun az olmasına dikkat edilmelidir.

Kum veya harçla astarlanan potalar önce temizlenir. Sulu bir çamur sürülüp harç veya kum konarak sıkıştırılır. İnce bir telle kalınlıklar kontrol edilerek sıyrılır ve perdelanır.

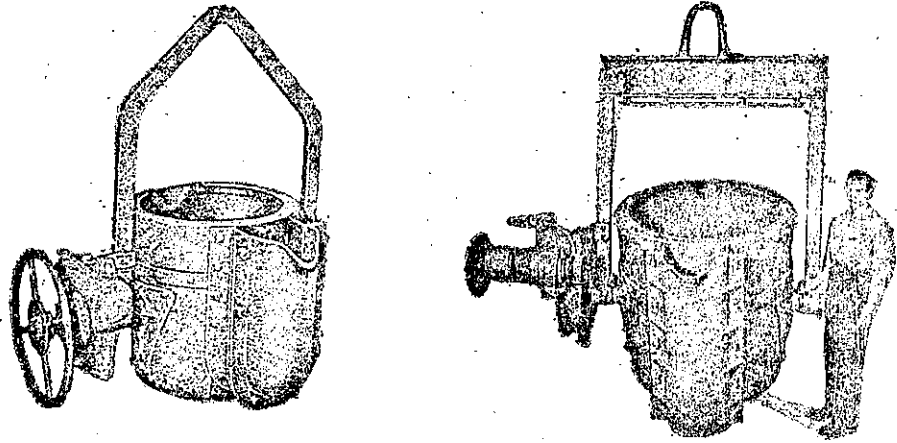
Maden potadan kalıba dökülürken, kalıp içine curuf kaçmaması için Şekil 6.15 de görüldüğü gibi potaya perde yapılır.

Astarlama bitince, sulandırılmış şamut veya grafit boya sürülerek işlem tamamlanır.



Şekil 6.15 Perdeli pota

Curuf ayırma işleminin daha iyi olması için Şekil 6.16 da görülen sifonlu potalar da yapılmaktadır.



Şekil 6.16 Sifonlu potalar

6.3 — POTALARIN KURUTULMASI :

Yeni astarlanan potalar kurutulduktan sonra kullanılırlar. Kurutulmadan kullanılan bir potada; astarda bozulma, madende kaynama ve soğuma meydana gelir.

Kurutma işlemi en iyi şekilde, sıcaklığı kontrol edilen fırınlarda yapılabilir. Bu mümkün değilse pota içerisinde odun, odun kömürü, kok kömürü yakılarak kurutulabilir.

Kurutma işleminden ayrı olarak, döküme girecek potalar maden alınmadan önce 300–500 °C ta kadar ısıtılmalıdır.

SORULAR

- 1 — Potayı tanıtırız.
- 2 — Potaları sınıflandırırız.
- 3 — Taşıma potaları kaçta ayrılır?
- 4 — Vinç potalarının özelliklerini söyleyiniz.
- 5 — Arabalı potalarla vinç potalarını karşılaştırırız.
- 6 — Özel potalar hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 7 — Tıkaçlı potalar hangi işlerde kullanılırlar?
- 8 — Curuf potalarının kullanma şekillerini açıklayınız.
- 9 — Potaların astarlanması hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 10 — Potalarda curuf hangi yöntemlerle tutulur?
- 11 — Potaların kurutulmasının amaçlarını ve kurutulma şekillerini anlatınız.

DÖKME DEMİRİN TANITILMASI

7.1 — GİRİŞ :

Dünya döküm endüstrisinin (ton ağırlık bakımından) büyük bir çoğunluğunu, demir alaşımları dökümcülüğü oluşturur. Batı dünyasının ve yurdumuzun hemen pekçok yerinde demir alaşımları dökümcülüğüne rastlamak mümkündür.

Demir alaşımları dökümcülüğünün avantajlı yönleri çok fazladır. Bunların belli başlıları şunlardır:

1. Alaşımı meydana getiren gereçler bol ve ucuzdur.
2. Dökümü, demir olmayan maden ve alaşımlarına göre daha çok yapılır.
3. Sert ve aşınmaya karşı direnci fazladır.
4. Talaş kaldırma (işlenebilme) işçiliği kolaydır.
5. Korozyona dayanıklıdır.
6. Çeşitleri çok ve farklı özelliklere sahiptir. (Esmer, beyaz, temper, küresel grafitli dökme demir ve çelik döküm gibi.)

Bunun içindir ki, demir alaşımları dökümcülüğü tercih edilmekte, yayılmakta ve gittikçe gelişmektedir.

7.2 — DÖKME DEMİRİN TARİFİ :

Dökme demir ismi genel bir tanım olup, geniş kapsamlı ve özellikleri çok farklı demir alaşımlarının tamamını kapsar. Dökme demir, sıcakta ve soğukta biçimlendirilmeye elverişli olmayıp, döküldüğü şekilde kullanılan bir DEMİR - KARBON - SİLİSYUM alaşımıdır. Bileşimindeki karbon % 4'e ve silisyum % 3,5'e kadar olabilir.

Dökme demir içinde karbon ve silisyumdan başka manganez, fosfor ve kükürt de bulunur. Özel hallerde nikel, krom, molibden, titanyum, alüminyum, bakır vb. elementlerden biri veya birkaçı da bulunabilir.

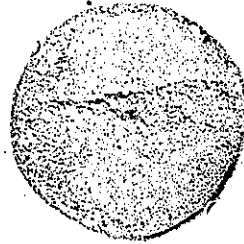
7.3 — DÖKME DEMİRİN SINIFLANDIRILMASI :

Demir alaşımları, dökme demirler ve çelik dökümler olmak üzere iki ana bölüme ayrılırlar. Bileşiminde % 2'ye kadar karbon bulunan demir alaşımları ÇELİK, % 2'den çok karbon bulunan demir alaşımları DÖKME DEMİR sınıfına girmektedir.

Dökme demirlerin grafit ve mikro yapıya göre sınıflandırılması aşağıdaki gibidir:

1 — BEYAZ DÖKME DEMİR :

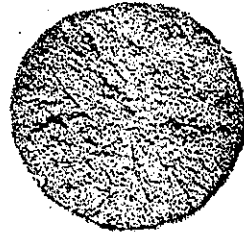
Beyaz dökme demir, alaşım katılaştığında, bileşimindeki karbon, sementit (demirkarbür Fe_3C) halinde olan dökme demirdir. Kırılmış yüzeyi beyaz kristal görünüşlüdür ve çok serttir. Şekil 7.1



Şekil 7.1

2 — GRAFITLİ (Esmer - Gri) DÖKME DEMİR :

Grafitli dökme demir, alaşım katılaştığında, bileşimindeki karbon, kısmen veya tamamen grafit halinde olan dökme demirdir. Kırılmış yüzeyi her zaman isli gri renktedir. Şekil 7.2. Grafitli (esmer - gri) dökme demir, bileşimindeki karbonun şekline göre aşağıdaki kısımlara ayrılır :



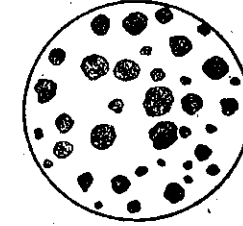
Şekil 7.2

a) Lamel Grafitli Dökme Demir :

Lamel grafitli dökme demir, bileşimindeki grafit, yaprağımsı lameller (tabaka - pul) şeklinde olan dökme demirdir.

b) Küresel Grafitli Dökme Demir :

Küresel grafitli dökme demir, bileşimindeki grafit küresel şekilde olan dökme demirdir. Bu dökme demire, Nodular veya Sfero döküm de denir. Karbonun yaprağımsı lamelden, küre şekline dönüşmesini sağlamak amacıyla, ergimiş dökme demire az miktarda Magnezyum (Mg) veya Seryum (Ce) katılır. Özel olarak elde edilen bu dökme demire, grafit yapısından dolayı küresel grafitli dökme demir denir. Küre şekilli grafitler, dökme demire yumuşaklık (süneklik) kazandırır. Kırılmış yüzeyi parlak görünüşlüdür. Şekil 7.3



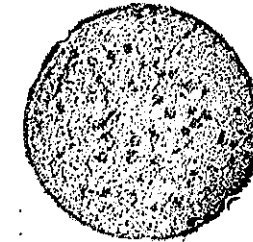
Şekil 7.3

c) Ostenitik (Austenitik) Dökme Demir :

Ostenitik dökme demir, uygun ve yüksek miktarda alaşım elementlerinden dolayı ana dokusu ostenitik olan ve içinde genellikle lamel veya küresel grafit bulunan dökme demirdir.

3 — BENEKLİ DÖKME DEMİR :

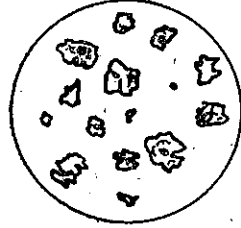
Katlaşmış yapısının bir kısmı beyaz, bir kısmı esmer (grafitli) dökme demirlerin ortak yapı özelliklerini taşır. Şekil 7.4



Şekil 7.4

4 — TEMPER DÖKME DEMİR :

Temper dökme demir, uygun kimyasal bileşimdeki sementit dokulu beyaz dökme demirin temperlemeye elverişli boyut ve biçimde dökülmüş ve sonradan ısı işlem (tavlama - temperleme) yapılarak bileşimindeki karbonu, rozet şekilli grafit kümeleri şekline getirilmiş bir dökme demirdir. Şekil 7.5



Şekil 7.5

Temper dökme demirin çeşitleri aşağıdaki gibidir:

a) Siyah Temper Dökme Demir :

Siyah temper dökme demir, uygun kimyasal bileşimdeki Sementit dokulu, beyaz dökme demir özelliğindeki gercin NÖTR bir ortamda uzun süre belli sıcaklıkta (ostenit alanında) ısıtılmasıyla hazırlanan bir temper dökümdür. Kırılmış kesiti genellikle siyah renktedir.

b) Beyaz Temper Dökme Demir :

Beyaz temper dökme demir, uygun kimyasal bileşimdeki Sementit dokulu, beyaz dökme demir özelliğindeki gercin, OKSİTLEYİCİ bir ortamda uzun süre belli sıcaklıkta (ostenit alanında) ısıtılmasıyla hazırlanan bir temper dökümdür. Kırılmış kesiti genellikle beyaz renktedir.

5 — HIZLI SOĞUTULMUŞ (çil uygulanmış) DÖKME DEMİR :

Katılma sırasında normal esmer (grafitli) dökme demir yapısını verecek dökme demire, bazı kısımlarında soğumayı hızlandırmak için, özel yöntemler (çil) uygulayarak yapılan bir dökme demir çeşitidir. Kırılmış yüzeyinin hızlı soğumuş kısımlarında beyaz, normal soğumuş kısımlarında esmer (grafitli) dökme demir yapısı görülür. Hızlı soğutulmuş dökme demir, sert ve dayanıklıdır.

6 — ÖZEL DÖKME DEMİR :

Özel dökme demir, bileşiminde silisyum, manganez, fosfor ve kükürtten başka özel olarak alaşım elementleri katılmış olan dökme demirdir. Özel dökme demirler ikiye ayrılır:

a) Az Alaşımli Özel Dökme Demir :

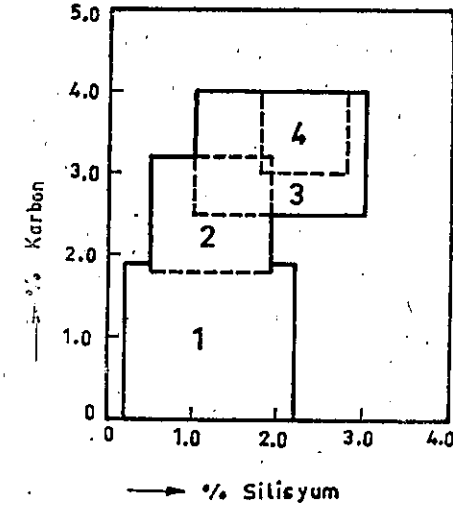
Özel olarak katılmış alaşım elementlerinin toplamı % 5 den az olan, özel dökme demirdir.

b) Yüksek Alaşımli Özel Dökme Demir :

Özel olarak katılmış alaşım elementlerinin toplamı % 5 den çok olan, özel dökme demirdir.

7.4 — DÖKME DEMİRLERİN KİMYASAL BİLEŞİMİ :

Dökme demirlerin yapısına ençok KARBON ve SİLİSYUM etki eder. Karbon ve silisyum miktarlarının az veya çok olması, esmer dökme, beyaz dökme, temper dökme, küresel grafitli dökme demirleri ve çelik dökümleri oluştururlar. Şekil 7.6 da değişik tipteki dökme demirlerde bulunan karbon ve silisyum miktarları ile Tablo 7.1 de dökme demirlerin kimyasal bileşimleri görülmektedir.



1. Çelik Dökümler
2. Beyaz Dökme Demirler (Temper Dökme Demir)
3. Esmir Dökme Demirler
4. Küresel Grafitli Dökme Demirler (Nodular-Sfero)

Şekil 7.6 Değişik tipteki dökme demirlerde karbon ve silisyum miktarları

Tablo 7.1 Değişik tipteki dökme demirlerin kimyasal bileşimleri

Elementler	Esmir Dökme Demir %	Beyaz Dökme Demir %	Yüksek Dayanıklı Esmir Dökme Demir %	Küresel Grafitli Dökme Demir %	Temper Dökme Demir %
Karbon	2.50 — 4.00	1.80 — 3.60	2.80 — 3.30	3.00 — 4.00	2.00 — 3.00
Silisyum	1.00 — 3.00	0.50 — 1.90	1.40 — 2.00	1.80 — 2.80	1.00 — 1.80
Manganez	0.40 — 1.00	0.25 — 0.80	0.50 — 0.80	0.15 — 0.90	0.20 — 0.50
Fosfor	0.05 — 1.00	0.06 — 0.18	0.15 Max.	0.10 Max.	0.01 — 0.10
Kükürt	0.05 — 0.25	0.06 — 0.20	0.12 Max.	0.03 Max.	0.02 — 0.17

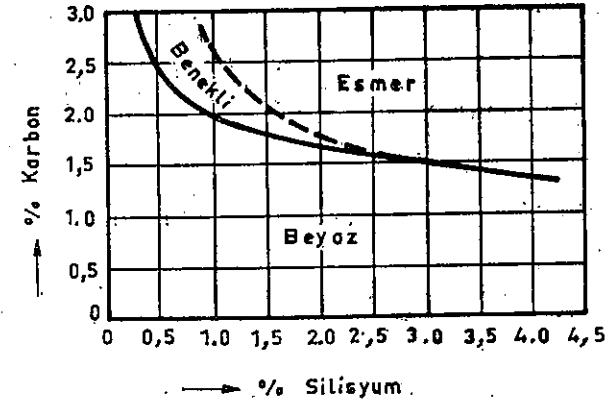
[*] Isıl işlemlerle temper dökme demire dönüştürülür.

[**] Bileşiminde 0.01 — 0.10 Magnezyum bulunmaktadır.

[***] Bileşiminde % 0.0005 — 0.0050 Boron ve % 0.0005 — 0.0150 Alüminyum bulunmaktadır.

Dökme demirlerin özellikleri, alaşımın kimyasal bileşimlerine bağlıdır. Kimyasal bileşime ise, en çok iki element etki eder. Bunlar karbon ve silisyumdur. Bu iki elementin alaşım içindeki miktarı ve grafit oluşmasına olan etkileri, dökme demirin kimyasal bileşiminde dolayısıyla, dökme demirin özelliklerinde büyük değişmelere sebep olur. Karbon, dökme demirde, demir karbür (sementit- Fe_3C) halinde bulunursa BİLEŞİK KARBON'u, serbest olarak bulunursa GRAFIT'leri oluşturur. Grafitin oluşması, serbest karbonun çökmesi veya kimyasal olarak bağlı bileşik karbonun, serbest hale dönüşmesi olayıdır. Dökme demirlerde grafitin oluşması için % 2 ve daha fazla karbon olmasına bağlıdır. Silisyum da, demir karbür oluşumunu azaltır ve grafit oluşmasında artırıcı rol oynar.

Dökme demirdeki karbon ve silisyum miktarlarının az olduğu durumda, beyaz dökme demir oluşur. Şekil 7.7. Şekilde görüldüğü gibi, dökme demirin yapısına etki eden karbon ve silisyumdan birisi sabit miktarda tutulur, diğerinin miktarı artırılırsa, meydana gelen dökme demirler, Beyaz → Benekli → Esmir dökme demir sırasını takip eder.



Şekil 7.7 Demirli alaşımlarda karbon ve silisyum miktarlarının elde edilecek dökme demir tipine olan etkileri.

Temper dökme demir üretiminde kullanılan, beyaz dökme demirdeki karbon ve silisyum miktarları azdır. Bunun için yapıdaki karbon, demir karbür halindedir. Ancak beyaz dökme demir yapısındaki demir karbürler, tam kalıcı ve dengeli (stabil) halde bulunmazlar. Katı haldeki dökme demire, çeşitli yöntemlerle yapılan ısıl işlemler (Tavlama - Temperleme) sonunda demir karbürler grafitte dönüştürülebilir.

7.5 — DÖKME DEMİRLERİN BİLEŞİMİNDE BULUNAN ELEMENTLER :

Dökme demirlerin bileşiminde bulunan elementler çok önemlidir. Dökme demirin ana yapısı olan demirden başka karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt de bulunur. Bunlardan kükürt, dökme demirin özelliklerinde zararlı etki gösterdiğinden, bileşimde bulunması pek arzu edilmez. Bulunması halinde de en az miktarda olması gerekir. Fosforun faydası da belli bir miktara kadardır. Bununda fazla miktarda olması, dökme demirin özellikleri bakımından zararlıdır. Bu iki element dışındaki karbon, silisyum ve manganez, dökme demirde bulunması zorunlu olan elementlerdir.

Dökme demirin bileşiminde bulunan bu elementler, dökme demirin ana yapısına ve özelliklerine oldukça tesir ederler. Özelliklerin değiştirilmesinde bu elementlerin yetersiz olmaları halinde, başkaca maden ve alaşımlar, dökme demirin bileşimine zorunlu olarak katılırlar. Örneğin: Bakır, Alüminyum, Nikel, Krom, Molibden, v.b. Bu katkı maddelerinin katıldığı dökme demirlere ÖZEL DÖKME DEMİR veya ALAŞIMLI DÖKME DEMİR adı verilir.

Dökme demirin bileşiminde bulunan elementler ve dökme demirlerin özelliklerine etkileri aşağıdaki gibidir:

1 — KARBON :

Dökme demirin bileşiminde bulunan karbon % 2—4 arasındadır. Karbon dökme demirin ergime sıcaklığını düşürür ve akıcılığını artırır. Karbon, dökme demirin bileşimine ve soğuma hızına bağlı olarak serbest karbon veya bileşik karbon (karbür) halinde bulunur. Bileşimde, serbest karbon bulunması, alaşımın grafitli olduğunu veya grafitleşmeyi artırıcı elementlerin bulunduğunu; bileşik karbon bulunması ise, alaşımın sementit (Fe_3C) olduğunu veya karbürleşmeyi artırıcı elementlerin bulunduğunu gösterir.

Dökme demir bileşimindeki karbonun serbest veya bileşik halde bulunması genel olarak, bileşimdeki diğer elementlerin cins ve % miktarlarına bağlıdır. Saf demir, ergime sıcaklığının üzerindeki sıcaklıklarda yaklaşık % 5 kadar karbonu eritebilir. Dökme demirde, saf demir gibi karbon eritebilir. Ancak dökme demirin ne kadar karbon eriteceği, içindeki elementlere, bilhassa silisyuma bağlıdır.

Dökme demir sıvı halde iken, bileşimindeki karbon, demirle bileşik (demir karbür - Fe_3C) olarak bulunur. Soğuma anında demir bileşiği ayrışır ve karbonun bir kısmı grafit olarak serbest hale geçer. Bir kısmı da, gene demirle bileşik halde kalır. Soğuma hızı artırılırsa, karbonun büyük bir kısmı demirle bileşik olarak kalır ve serbest hale geçemez. Bu arada, dökme demirin bileşiminde bulunan silisyumun ve manganezin de, karbon üzerinde büyük tesirleri vardır. Silisyum, karbonun grafit halinde ayrışmasına yardım ederken, manganez, karbonun demirle bileşik halde kalmasına sebep olur.

Bileşimindeki karbonun büyük bir kısmı serbest karbon (grafit) halinde ayrışan dökme demirler, yumuşak olur. Karbonun bileşik halde kaldığı dökme demirler ise, çok sert ve kırılğandır.

2 — SİLİSYUM :

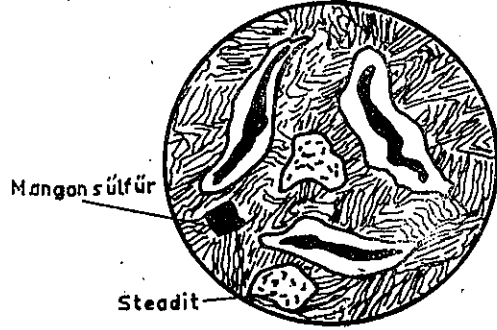
Dökme demir bileşimindeki silisyum % 0,50—3,50 arasında değişir. Dökme demirin katılaştığında karbonun bileşik halden, grafit halinde ayrılmasına yardım eder. Dökme demirin özellikleri üzerinde oldukça etkili olan silisyumun bileşiminde % 3,50 den daha fazla bulunması arzu edilmez. Çünkü alaşımın sert ve kırılğan olmasına sebep olur. Dökme demirlerden istenen özellikler, bileşimdeki silisyum miktarının ayarlanması ile sağlanır.

Silisyumun, karbon üzerindeki etkisi nedeniyle, ince kesitli veya küçük tip parçalar, silisyum miktarı fazla dökme demirden, kalın kesitli parçalar silisyum miktarı daha az dökme demirden dökülürler. Bunun sebebi, ince kesitli parçalar hızlı soğuduklarından bileşimdeki karbon, bileşik halde kalır. Dökülen parçalar sert ve kırılğan olur. Böyle parçalarda makina işçiliği çok zordur. Kalın kesitli parçalarda ise durum, bunun tersi olduğundan parçalar, silisyum miktarı daha az olan dökme demirlerden dökülür. Makina işçiliği olan küçük veya ince kesitli parçalar % 2—3 silisyumlu, büyük veya kalın kesitli parçalar silisyum miktarı % 1'e kadar olan dökme demirlerden dökülürler.

3 — MANGANEZ :

Dökme demir içinde genel olarak % 0,50—1,00 arasındadır. Bileşimdeki karbonun, demirle bileşik bulunmasına yardım ederek, dökme demirin sert ve kırılğan olmasına sebep olur.

Manganez, kükürtün kötü tesirlerini gideren bir elementtir. Kükürt ile birleşir ve MANGANSÜLFÜR (Mn S) halinde curufa karışır. Çok az bir miktarı ise, yapı içinde kalabilir. Yapıda kalan mangansülfür, mikroskop altında geometrik bir şekilde görülür. Şekil 7.8



Şekil 7.8 Dökme demir yapısında Mangansülfür ve Steadit (Fosfor ötektiği)

Manganez miktarı, bileşimdeki kükürtün kötü tesirlerini gidermek için gerekli miktardan daha fazla olmamalıdır. Aksi halde dökme demirin özelliklerini değiştirir, sert ve kırılğan olmasına sebep olur. Kısaca, manganezin miktarı, bileşimdeki kükürt miktarına bağlıdır.

4 — FOSFOR :

Dökme demirlerin bileşimindeki fosfor miktarları değişiktir. Dökme demir bileşiminde bulunan az miktardaki fosfor, serbest halde olmayıp demirle birleşmiş olarak DEMİR - FOSFÜR (Fe₃P) halinde bulunur. Fosfor, demir içinde ergir ve yapının mikroskopa incelenmesinde görülmez. Fakat bileşimdeki fosfor miktarı fazla olursa, tamamı eriyemediğinden, yapıda yer yer hücresele olarak STEADİT (fosfor ötektiği) halinde görülür. Şekil 7.8 de Steadit görülmektedir. Fosfor, dökme demirin akıcılığını artırır. Ayrıca karbonun, grafit halinde ayrılmasını sağlar. Ancak bu, silisyuma göre daha azdır.

Süslü (motifli) ve küçük şekilli parçalar fosforlu dökme demirden dökülür. Bu gibi işler için kullanılan dökme demirlerin bileşimindeki fosfor % 1' kadardır. Fakat makina işçiliği olan döküm parçaların dökümündeki fosfor en fazla % 0,35 dir. Fosfor miktarı arttıkça dökme demirin

sertliği artar, dayanımı azalır. Bundan başka, dökülecek parçaların kesit kalınlıkları da önemlidir. Kesit kalınlıkları büyük olan parçaların dökümünde bileşimdeki fosfor, % 0,20 yi geçmez. İnce kesitli parçaların dökümünde fosfor % 0,35'e kadar olabilir. Çünkü fosfor miktarı arttıkça dökme demirin katılaşması gecikir ve karbonun grafit halinde ayrışması mümkün olur.

5 — KÜKÜRT :

Karbonun, grafit halinde ayrışmasını güçleştirir. Dökme demirin bileşiminde, demirle birleşmiş olarak demir - sülfür (Fe S) ve manganezle birleşmiş olarak mangansülfür (Mn S) halinde bulunur. Demir alaşımları içinde daima zararlı etkisi olan kükürt, esmer dökme demir bileşiminde % 0,15 den fazla bulunmamalıdır.

Kalın kesitli parçalarda kükürt % 0,10 dan ve ince kesitli parçalarda ise % 0,08 den az olduğu durumlarda, dökme demirin özelliklerini fazla etkilemez. Fakat bileşimde bu miktarlardan daha fazla kükürt olması, dökme demirin sertliğini artırır ve akıcılığını azaltır. Bunun sonucu olarak da döküm parçalar gaz boşluklu çıkarlar. Bunun için silisyum miktarı artırılarak, kükürtün bu zararlı etkileri azaltılır.

Kükürt, dökme demire, hamdemirden (pik) karışır. Bunun sebebi demir filizleri ve hamdemirin yapımında kullanılan yakacaklardır. Aynı zamanda dökme demirin ergitiliminde kullanılan yakacaklar da, kükürt miktarını artırır. Bu nedenle ergitilimde, kükürtü en az olan yakacaklar kullanılmalıdır. Bunun için dökme demir ergitiliminde, kükürtü az hamdemir ve yakacak olarak kükürtü az olan kok kömürü kullanılmalıdır.

7.6 — DÖKME DEMİRLERİN YAPI BİLEŞENLERİ (Mikro Yapısı) :

Dökme demirler genel olarak kısa tanımları verilmiş olan yapılardan iki veya daha fazlasına sahiptirler. Bu yapılar şunlardır:

1 — GRAFIT :

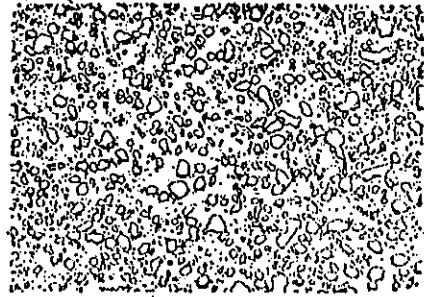
Dökme demir bileşimindeki karbon, kimyasal bileşim ve soğuma hızının uygun olduğu hallerde, demirle bileşik olarak demir karbür (sementit - Fe₃C) veya serbest grafit halinde bulunur. Bunlardan demirle bileşik halde beyaz dökme demirin, serbest halde ise esmer dökme demir, temper dökme demir, küresel grafitli dökme demirin yapısında bulunur. Grafit

đaha çok, esmer dökme demirlerin katılaşması anında lameller (yaprakçıklar, pullar) şeklinde oluşur. Dökme demirlerde lamelden farklı şekilde de grafit oluşabilir. Örneğin Temper Dökme demir grafit şekli Şekil 7.4 ve Küresel Grafitli Dökme Demir grafit şekli Şekil 7.5.

Grafit, gerek kristal şekli ve gerekse bağ kuvvetleri yönünde zayıftır. Bunun için grafitin şekli, büyüklüğü ve yapıdaki dağılımına göre, dökme demirlerin özellikleri üzerinde büyük etkisi vardır.

2 — SEMENTİT (Fe_3C) :

Dökme demirlerde karbonun bileşik halde bulunmasından meydana gelen sementit, bir demir karbür (Fe_3C) bileşimidir. Daha çok karbürleştirici ortamda oluşur. Çok sert ve kırılgan bir yapıya sahiptir. Sementit yapıya sahip dökme demirler sert ve kırılgandır. Aynı zamanda işlenmeleri de zordur. Dökme demirlerde karbon, tamamen veya kısmen sementit halinde bulunabilir. Karbon, bileşimdeki miktarının 15 katı kadar sementit oluşturabilir. Bunun sonucu olarak da dökme demir çok sert ve kırılgan olur. Şekil 7.9 da sementit yapı görülmektedir.

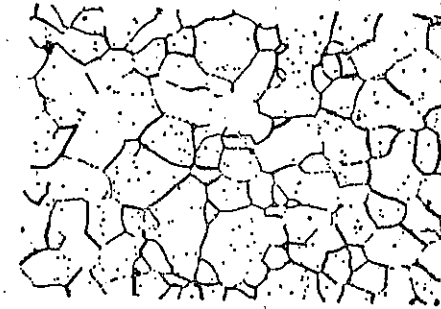


Şekil 7.9 % 1 Karbonlu dökme demir yapısında Sementit (X 500)

3 — FERRİT :

Normal oda sıcaklığından 910 °C ye kadar kübik hacim merkezli demirin az miktardaki karbon ile meydana getirdiği bir yapıdır. Ferrit çok yumuşak, eğilip bükülebilen (sünek), orta derecede dayanıklı bir yapıya sahiptir. Dökme demirlerde serbest veya perlit içinde oluşur. Bileşimindeki karbon çok, grafitleşmeyi artıran elementlerin miktarı fazla ve soğuma hızı yavaş olan dökme demirlerde ana yapı olarak serbest ferrit oluşur. Serbest ferritin etkisi, özellikle temper döküm ve küresel grafitli dökme

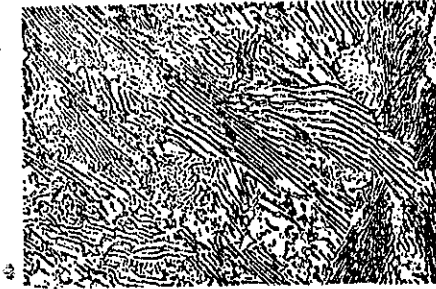
demirlerde görülür. Dökme demirin bileşimindeki silisyum, ferritin sertliğini ve dayanımını artırır. Örneğin: Sertliği 100—140 Brinele kadar çıkarır. Şekil 7.10 da ferrit yapı görülmektedir.



Şekil 7.10 Ferrit (X 500)

4 — PERLİT :

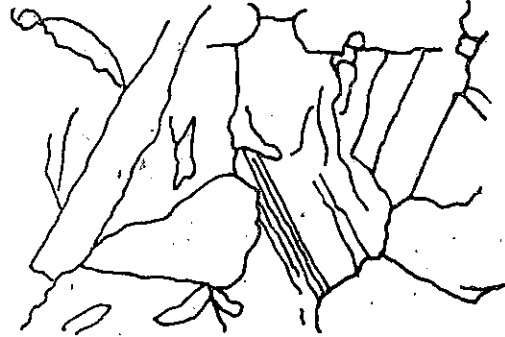
Dökme demirin soğuması anında austenitin (ostenit diye söylenebilir) ötektoid sıcaklığında, ferrit ve sementit'e ayrışmasıyla bunların lameller halindeki karışımından meydana gelmiş bir yapıdır. Perlit orta sertlikte, yüksek dayanımlı ve esnek bir yapı olup aşınmaya karşı dayanıklıdır. Bu özelliğinden dolayı yüksek dayanımlı dökme demirlerin yapıları genellikle perlitiktir. Perlit yapısı, mikroskopla incelendiğinde parmak izi şeklinde görülür. Şekil 7.11.



Şekil 7.11 % 0,85 Karbonlu dökme demir yapısında Perlit (X 500)

5 — AUSTENİT (Ostenit) :

Dökme demirlerde, 723–1410 °C de kübik yüzey merkezli demirin, karbon ile oluşturduğu bir katı yapıdır. Dökme demirlerin katılaşmasından oluşan ve yavaş soğuma ile Ferrit, Perlit veya ikisinin karışımından oluşan Austenit, 1130–1145 °C de % 2 ye kadar karbon eritme özelliğine sahiptir. Özel dökme demirlerde oda sıcaklığında da austenit bulunabilir. Ancak bu sıcaklıkta yapıda bulunabilmesi, austeniti dengeli (stabil) hale getiren Nikelin alaşıma katılmasıyla mümkün olur. Şekil 7.12 de austenit yapı görülmektedir.



Şekil 7.12 % 18 Krom ve % 8 Nikelli alaşımda Austenit (X 100)

6 — STEADİT :

Dökme demirlerde, özellikle esmer dökme demirde fosfor, düşük erime derecesinde (954–980 °C) bir demir (Fe) - demir karbür (Fe_3C) - demir fosfür (Fe_3P) ötektiği oluşturur. Buna STEADİT denir. Fosfor katılaşmasının geç olduğu bölgelerde hücresel şekiller halinde toplanır. Şekil 7.8

Demir fosfürde, demir karbür gibi, çok serttir ve dökme demirin sertliğini artırarak daha kırılğan hale getirir.

7 — LEDEBURİT :

% 4,3 karbon bulunan bölgede meydana gelir. Austenit ile sementit karışımı bir yapıdır. Ledeburit, ötektik yapının özel adı olarak tanınır. Şekil 7.13



Şekil 7.13 % 4,30 Karbonlu Ötektik Nokta yapısı Ledeburit (X 200)

8 — MANGANSÜLFÜR (MnS) :

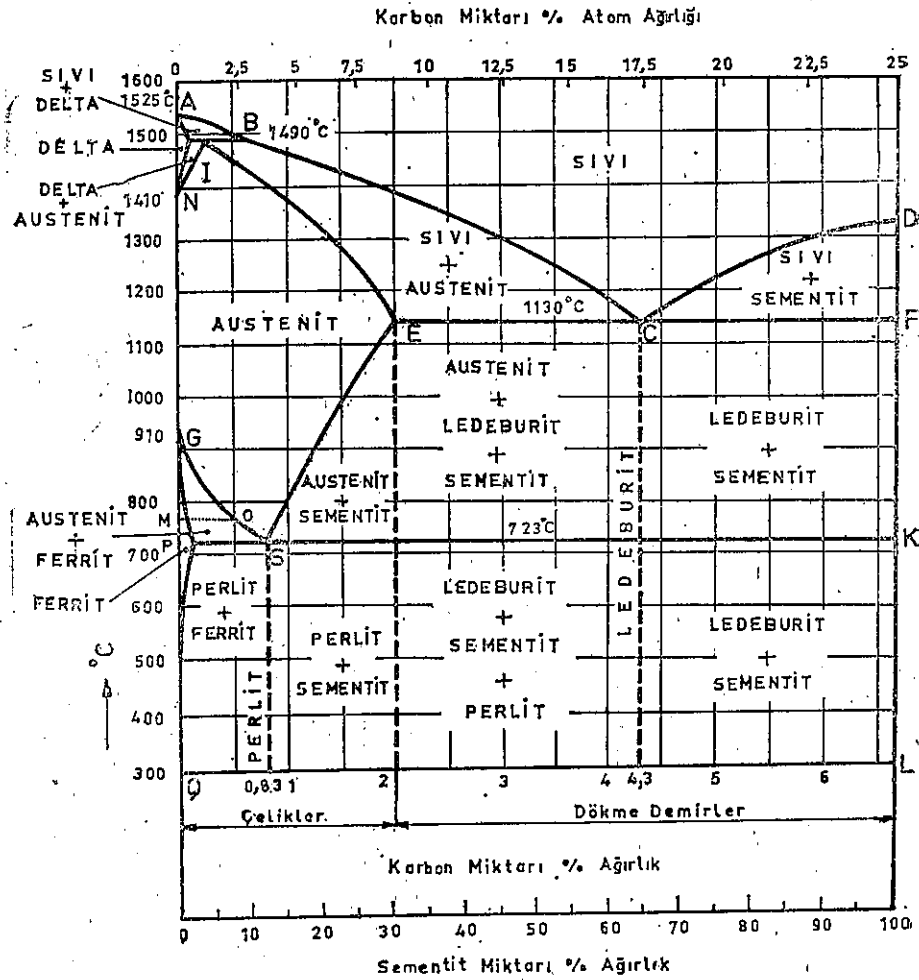
Dökme demirlerde, manganezin, kükürt ile birleşmesinden mangan sülfür (MnS) oluşur. Alaşıma mikroskopla bakıldığında, yapıda çok kenarlı geometrik şekiller halinde görülür. Şekil 7.8 de mangansülfür görülmektedir.

Buraya kadar tanımlanan yapılar, aynı zamanda çelik dökümlerin yapısında da bulunurlar. Şekil 7.14 de verilen DEMİR - KARBON DENGE DİYAGRAMI'nda, dökme demirlerin yapıları görülmektedir.

7.7 — KARBON - SİLİSYUM VE SOĞUMA HIZININ MİKRO YAPIYA ETKİLERİ :

Dökme demirlerin mikro yapılarına ve özelliklerine en çok karbon ve silisyum etki etmektedir. Bunun yanında, soğuma hızının da yapının oluşumuna etkisi en az bu iki element kadardır. Sıvı dökme demirin katılaşması sırasında, bileşimde bulunan silisyum ile yavaş soğuma hızı, demir karbürü bozar ve grafitleşmeyi artırır. Bunun için, dökme demirlerin farklı kesit kalınlıklarına göre, soğuma hızları, karbon ve silisyum miktarları ayarlanır. İnce kesitli dökme demirlerde karbon ve silisyum miktarları çok, kalın kesitli dökme demirlerde ise, karbon ve silisyum miktarları daha azdır.

Demir - Karbon Denge Diyagramı'na göre, dökme demirin, farklı soğuma hızlarında meydana gelen yapı değişiklikleri Şekil 7.15 de görülmektedir.

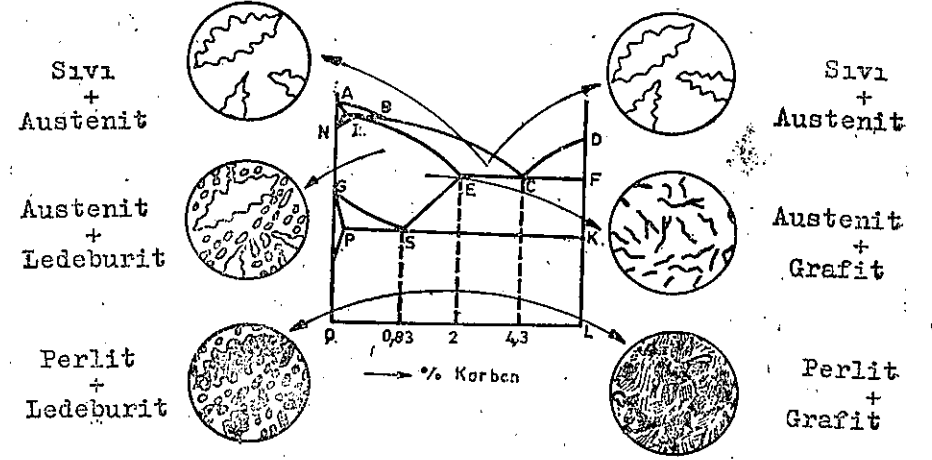


ÖTEKTİK NOKTA (C noktası): % 4,30 Karbon ve 1130 °C
 ÖTEKTİD NOKTA (S noktası): % 0,83 Karbon ve 723 °C

Şekil 7.14 Demir-Karbon Denge Diyagramı

HIZLI SOĞUMA
 (Beyaz Dökme Demir)

YAVAŞ SOĞUMA
 (Esmer Dökme Demir)

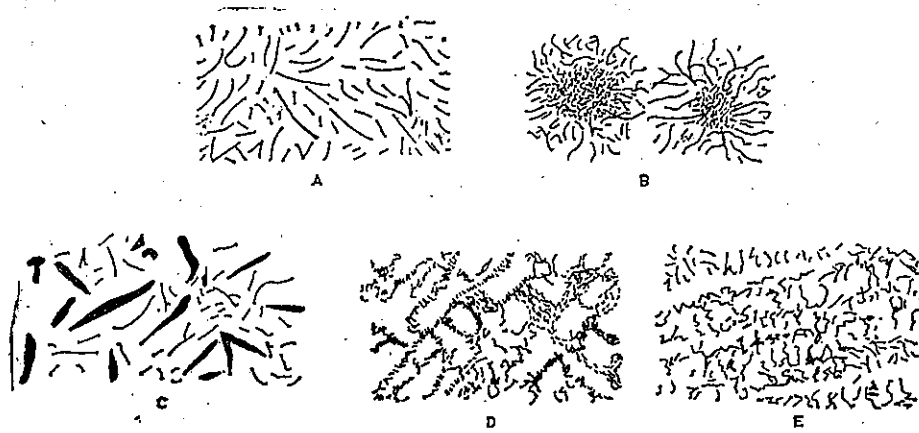


Şekil 7.15 Dökme demirin farklı soğuma hızlarında meydana gelen yapı değişiklikleri

7.8 — DÖKME DEMİRLERDE GRAFİTLEŞME VE GRAFİT TIPLERİ :

Dökme demirlerin katılaşması anında, grafitin serbest hale geçmesi, alaşımın karbon miktarına, soğuma hızına ve silisyum miktarına bağlıdır. Dökme demirin düşük sıcaklıkta dökülmesi yapıdaki grafitleşmeyi geciktirir. Çünkü, katılaşma hızlı olduğundan grafit oluşumu için yeterli zaman yoktur. Buna karşın, büyük kesitli döküm parçalarda soğuma daha geç olduğundan yapıda daha fazla grafit oluşur. Böyle döküm parçaların yapısında iri grafit yaprakları ve kalın perlit tabakaları görülür.

Katılaşma anında dökme demir yapısında oluşan grafitlerin büyüklüğü, şekli ve dağılımının metalografik görünüşleri A.F.S. (American Foundrymen's Society) ve A.S.T.M. (American Standards for Testing of Materials) Standartlarına göre 5 ayrı tip olarak ayrılmaktadır. Bunlar A, B, C, D, E tipi grafitler olarak isimlendirilir. Şekil 7.16 da bu grafitler şematik olarak görülmektedirler.



Şekil 7.16 A.F.S. ve A.S.T.M. Standartlarına göre Grafit Tipleri

7.9 — DÖKME DEMİRLERİN ÖZELLİKLERİ :

Dökme demir, demir - karbon - silisyum alaşımıdır. Bileşimindeki karbon % 4.00 de ve silisyum % 3.50 ye kadar olabilir. Bileşiminde karbon ve silisyumdan başka manganez, fosfor ve kükürtden bulunur. Dökme demirin özelliği, bileşiminde bulunan karbon miktarına, cinsine, yapı içindeki dağılışına ve büyüklüğüne bağlıdır. Bileşimindeki elementlere bağlı olarak özgül ağırlığı ortalama $7,3 \text{ kg/dm}^3$., ergime sıcaklığı $1130-1200 \text{ }^\circ\text{C}$ ve döküm sıcaklığı $1300-1400 \text{ }^\circ\text{C}$ dir.

Dökme demirler, kırılmandır. Yüksek sıcaklığa (kızıl dereceye) kadar kızdırılarak dövülselerde, bu kırılma kaybılmaz. Esnek değildir ve tel halinde çekilemez ve döğülerek biçimlendirilemezler. Basınca dayanımı fazladır. Birçok makina gövdesinin ve parçalarının, motor, piston ve silindirlerin yapımları ile daha pekçok yerde kullanılırlar.

Yapı özelliği ve bileşimindeki elementlere bağlı olarak bu bölümün başında da tanıdığı gibi çeşitli sınıflara ayrılır. Bunların hepsinin de ana yapısı demirdir. Fakat, kimyasal bileşimleri ve özellikleri birbirlerine göre oldukça farklıdır. Herbirinin özelliği bir diğerini tanımlar şekilde olmakla beraber farklılıklar gösterir. Bunun için hepsinin ayrı ayrı olan özellikleri kendi bölümlerinde tanıtılmıştır. Esmer dökme demir (Bölüm 8), Çelik döküm (Bölüm 9), Temper dökme demir (Bölüm 10) ve Küresel grafitli dökme demir (Bölüm 11) de anlatılmıştır. Bu arada diğer iki

çeşit dökme demir daha vardır ki, bunların tanıtılması bu bölümde verilmiştir. Çünkü bunlar, özel durumlarda kullanılmaktadır. Bu dökme demir çeşitleri beyaz dökme demir ile hızlı soğutulmuş (çil uygulanmış) dökme demirlerdir. Bu dökme demirlerin tanıtılması aşağıdadır:

1 — BEYAZ DÖKME DEMİRLER :

Beyaz dökme demirler, prensip olarak daha çok temper dökme demirlerin yapımı için kullanılır. Bununla beraber bazı durumlarda sertliği çok fazla olması istenen parçaların yapımında da kullanılır. Beyaz dökme demire bu dayanımı, yapısındaki perlit ve büyük bir çoğunluğunu veya tamamını teşkil eden demir karbür (sementit - Fe_3C) vermektedir. Şekil 7.17 de bir beyaz dökme demir yapısı ile Tablo 7.1 de beyaz dökme demirin kimyasal bileşimi görülmektedir.

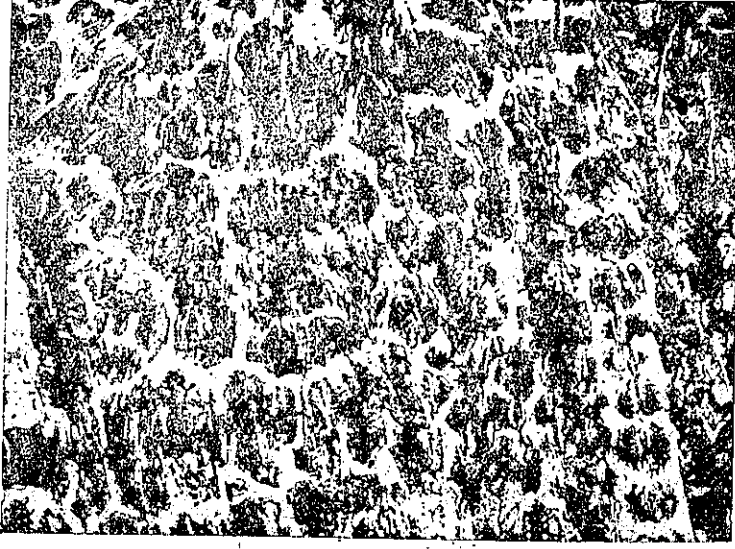
Beyaz dökme demirlerin sertliği 350-550 Brineldir. Bu değerlerden daha fazla sertliğe sahip olan beyaz dökme demirler de vardır. Beyaz dökme demir, aşınmaya aşırı derecede dayanım istenen parçaların dökümlerinde de kullanılır. Örneğin: Döküm parçaların temizlenmesinde kullanılan yıldızlar, bazı maddeleri toz haline getirmekte kullanılan değirmen iç plâkaları ve bilyaları, kırıcı silindirler gibi.

Beyaz dökme demir dışında, genel olarak tamamı değil fakat belli kısımlarının sert ve aşınmaya karşı dayanımının fazla olması istenen parçaların dökümleri, hızlı soğutulmuş (çil uygulanmış) dökme demirlerden yapılır.

2 — HIZLI SOĞUTULMUŞ (çil uygulanmış) DÖKME DEMİRLER

Sadece yüzeyi veya belli kısımları beyaz dökme demir gibi sert ve aşınmaya karşı dayanıklı olması istenen parçalar, hızlı soğutulmuş (çil uygulanmış) dökme demirlerden yapılır. Örneğin: Demiryolu vagon tekerlekleri, tahıl öğütme değirmen silindirleri, maden filizleri parçalayıcıları, hadde silindirleri vb. hep hızlı soğutulmuş dökme demirlerden yapılırlar.

Hızlı soğutulmuş dökme demirler, kalıpta uygun kısımlara madeni (soğutucu) parçalar konulmakla yapılırlar. Hızlı soğutulmuş dökme demirlerin bileşimindeki karbon ve silisyum miktarları, esmer dökme demir bileşimindeki karbon ve silisyum miktarları kadardır.



Şekil 7.17 Beyaz dökme demirin mikro yapısı

Beyazlar karbürlü, siyahlar perlitik bölgeleri göstermektedir. Sertliği 31.RC; yüzeyi Nital ile dağlanmıştır. (X 150)

Sıvı maden kalıba döküldüğünde, kalıpta uygun kısımlara konulmuş olan madeni parçalara temas edince hızlı soğur. Fakat diğer kısımları normal soğuyarak katılaştır. Parçaların bu şekilde hızlı soğuyan kısımları beyaz dökme demir gibi sert ve aşınmaya karşı dayanıklı, iç kısımları ise normal esmer dökme demir yapısındadır. Beyaz ve esmer kısımlar arasındaki bölgeler alacalı dökme demirdir.

Hızlı soğutulmuş kısımlar her ne kadar yüksek dayanımlı ise de, kolay kırılabilir özelliktedir. Kırılgenliğini azaltmak veya enaza indirmek için, dayanımını az da olsa kaybetmeyi göze almak gerekmektedir. Bunun için, hızlı soğutulmuş kısımlarına çeşitli yöntemlerle ısı işlem (tavlama) yapılır. Böylece kırılgenliği azaltılır veya tamamen yok edilebilir. Tavlama, 820 - 875 °C de, 5 - 20 saat veya daha fazla sıcaklıklarda daha az zamanda yapılır. Ancak bu sıcaklık dökme demirin bileşimi dikkate alınarak 950 - 1000 °C den daha fazla olmamalıdır.

SORULAR

- 1 — Dökme demiri tarif ediniz.
- 2 — Dökme demiri sınıflandırınız.
- 3 — Esmer dökme demirin ve beyaz dökme demirin kimyasal bileşimlerini söyleyiniz.
- 4 — Dökme demirin bileşiminde bulunan elementleri kısaca tanıtmınız.
- 5 — Dökme demirin yapı bileşenlerini söyleyiniz.
- 6 — Fosfor ve manganezin dökme demirdeki etkilerini anlatınız.
- 7 — Karbon-silisyum ve soğuma hızının mikro yapıya etkilerini anlatınız.
- 8 — Dökme demirin özelliklerini anlatınız.
- 9 — Beyaz dökme demir ile hızlı soğutulmuş dökme demirler hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.

BÖLÜM 8

ESMER (GRI) DÖKME DEMİR

8.1 — ESMER DÖKME DEMİRİN TANITIMI :

Katılaştıktan sonra bileşimindeki karbonun büyük bir kısmı serbest grafit yaprakları (lamel-pul) halinde bulunan bir dökme demir çeşitidir. Kırıldığı zaman, yüzeyi ıslı gri görünüşlüdür. Grafitten dolayı rengi esmer olan bu dökme demire, **ESMER** veya **GRI DÖKME DEMİR** denir. Dökme demir çeşitleri içinde en çok kullanılan olan bu dökme demir aynı zamanda **FONT** veya **KIR DÖKME DEMİR** olarak da tanınır.

Esmer dökme demirin kimyasal bileşimi, yapısı ve özellikleri geniş sınırları içinde değişmektedir. Esmer dökme demire, birçok özelliklerini değiştirmek ve geliştirmek için nikel, krom, molibden, alüminyum, bakır vb. alaşım elemanları katılır.

8.2 — ESMER DÖKME DEMİRİN KİMYASAL BİLEŞİMİ :

Esmer dökme demirin bileşiminde, ana yapısı demirden başka, karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt bulunur. Bileşiminde bulunan bu elementler, genel olarak **HAMDEMİR** (pik)'den gelmektedir. Kükürt esmer dökme demir içinde bulunması pek arzu edilmeyen elementtir. Fosforun ise pek az miktarı faydalıdır. Esmer dökme demirin kimyasal bileşimi aşağıdaki gibidir. (Tablo 7.1 den)

Element Adı	% Miktarı
Karbon	2.50 — 4.00
Silisyum	1.00 — 3.00
Manganez	0.40 — 1.80
Fosfor	0.05 — 1.00
Kükürt	0.05 — 0.25

Esmer dökme demir mikroskopla incelendiğinde, yapısı içinde dağılmış grafit yaprakları görülür. Bu grafit yapraklarını kalın kesitli döküm parçaların yapısında gözle dahi görmek mümkündür. Şekil 8.1 de esmer dökme demirin grafit dağılımı ile Şekil 8.2 de aynı yapının dağılanmış ve büyütülmüş şekli görülmektedir.



Şekil 8.1 Esmer Dökme Demir yapısında grafit dağılımı (X 100)



Şekil 8.2 Esmer Dökme Demirin Mikro yapısı
Perlit yapı içinde grafit yaprakçıkları. Yüzeyi Nital ile dağlanmıştır. (X 600)

8.3 — ESMER DÖKME DEMİRİN BİLEŞİMİNDE BULUNAN ELEMENTLER :

Esmer dökme demirin bileşiminde karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt bulunduğu belirtilmişti. Esmer dökme demirin bileşiminde bulunan bu elementler, dökme demir çeşitlerinin hemen tamamında bulunur. Bu elementler, esmer dökme demirin yapısına ve özelliklerine çok etki ederler. Bölüm 7 de geniş olarak tanıtılmış olan bu elementler, burada sadece esmer dökme demire olan etkileri bakımından açıklanmıştır.

1 — **KARBON**

Esmer dökme demirde serbest grafit veya demir karbür (sementit— Fe_3C) olarak bulunur. Bileşiminde ortalama % 3.00 - 3.50 karbon bulunur. Karbon, esmer dökme demirin ergime sıcaklığını düşürür, akıcılığını artırır. Bundan başka grafit miktarı fazla olduğundan esmer dökme demirin dayanımını azaltır. Bileşiminde karbon miktarı azaldıkça (örneğin : % 3 den az) esmer dökme demirin çekmesi artar.

2 — SİLİSYUM

Esmer dökme demirde ortalama % 1-3 silisyum bulunur. Karbonun serbest halde kalmasına ve grafit halinde ayrılmasına yardım eder. Dökme demirde silisyum miktarı arttıkça ötektik ve ötektoid bileşimlerindeki karbon miktarı azalır. Fakat ötektik ve ötektoid sıcaklıkları yükselir. Silisyum, esmer dökme demirin akıcılığını artırır ve yumuşak olmasına sebep olur.

3 — MANGANEZ

Karbonun grafit halinde ayrışmasını önler. Bileşimde ortalama % 0.40 -1.00 bulunur. % 2 den fazla olursa grafitleşmeyi geciktirir. Dökme demirin sert olmasına sebep olur. Manganez, bileşimdeki kükürtün kötü etkisini önler ve Mangansülfür (Mn S) halinde birleşir. Mangansülfürün özgül ağırlığı az olduğundan curufa karışır.

4 — FOSFOR

Fosfor, demir içinde erir ve demirle, demir fosfür (Fe_3P) halinde birleşir. Karbonun, grafit halinde ayrılmasına yardım eder. Dökme demirin akıcılığını artırır ve katılma zamanını uzatır. Demir fosfür, demir karbür ve demir karışık kristalleri, düşük sıcaklıkta ergiyen üçlü bir ötektik teşkil eder. Esmer dökme demir bileşiminde % 0.05 -1.00 arasında bulunur. Yüksek fosforlu dökme demirler çok kırılabilir ve zayıf olurlar. Bunun için % 0.50 normal bir fosfor miktarıdır. Yalnız ince kesitli ve motifli parçaların dökümünde fazla miktarda fosfor kullanılır. Fosfor miktarı arttıkça esmer dökme demirin sertliği de artar.

5 — KÜKÜRT

Esmer dökme demir bileşiminde ortalama olarak % 0.05 -0.25 arasında kükürt bulunur. Yapıya etkisi çok fazladır. Bileşimde % 0.15 den fazla olması, dökme demirin sert olmasına sebep olur ve işleme özelliğini azaltır. Manganez ile birleşir ve Mangansülfür olarak curufa karışır. Böylece yapıya olan kötü etkisi azalmış olur. Kükürt, karbonun grafit halinde ayrılmasını güçleştirir.

8.4 — ESMEER DÖKME DEMİRİN YAPI BİLEŞENLERİ (Mikro yapı)

Esmer dökme demirin yapısında grafit, ferrit, perlit, sementit bulunur. Bunlardan başka fosfür ötekiği ve mangansülfür de bulunabilir. Bu yapı bileşenleri kısaca aşağıdaki gibi tanımlanır.

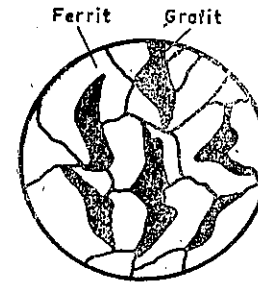
1 — GRAFIT

Esmer dökme demirin en önemli yapı bileşenidir. Şekil ve miktarına göre dökme demirin özellikleri üzerinde önemli derecede etkili olur. Döküm parçanın geç soğuması, kalın kesitlerinin fazla olması veya bileşiminde grafitleştirici elemanların çok miktarda bulunması, serbest grafitin artmasını sağlar. Grafit, yapıda gözle görülecek yaprakcıklar (lamel-pul) halindedir.

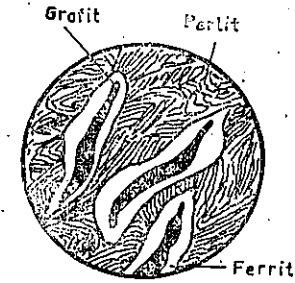
Grafit, esmer dökme demirin çekme dayanımını azaltır ve ötektik yapının ergime sıcaklığını düşürür. Katılma sabit sıcaklıkta olur. Ötektik yapının kristalleri küçük olması nedeniyle alaşımın akıcılığı iyidir. Grafit tiplerinin de esmer dökme demirin dayanımını üzerinde etkileri fazladır. Esmer dökme demirin grafit tipleri çeşitlidir. Şekil 7.16 da A.F.S. ve A.S.T.M. Standartlarına göre grafit tipleri görülmektedir.

2 — FERRİT

Ferrit, bilhassa ferritik esmer dökme demirde görülür. Esmer dökme demirde, serbest veya perlitin bileşeni olarak bulunabilir. Ferritik halde bulunması daha çoktur. Şekil 8.3 ve Şekil 8.4 Ferrit yumuşak olduğu için dökme demirin çekme dayanımını da düşüktür. Fakat silisyum, ferriti sertleştirir ve kuvvetlendirir.



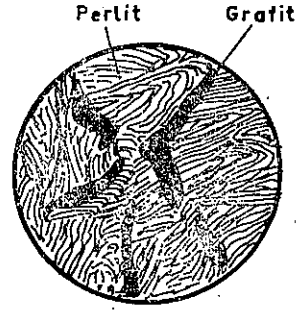
Şekil 8.3 Ferritik esmer dökme demir



Şekil 8.4 Ferritik-Perlitik esmer dökme demir

3 — PERLİT

Perlit, daha çok perlitik esmer dökme demirlerde görülür. Perlit, ferrit ve sementitin karışımıdır. Mikroskopta bakıldığında, perlit ince, uzun veya kısa ve paralel tabakalar (parmak izi) halinde görülür. Perlitin miktarı, yapıdaki grafitleşme derecesi ile orantılıdır. Şekil 8.5 de perlitik esmer dökme yapısı görülüyor.



Şekil 8.5 Perlitik esmer dökme demir

4 — SEMENTİT

Esmer dökme demirde sementit perlit içinde bulunur. Bir demir karbür bileşimidir. Daha çok karbürleştirici ortamda oluşur. Çok sert ve kırılğan bir yapıya sahiptir. Katı hal grafitleşmesine gelinceye kadar grafit ve ferrite ayrışır.

5 — STEADİT (Fosfür Ötektiği)

Esmer dökme demirde fosfor, düşük ergime derecesinde bir demir (Fe) — Demir karbür (Fe_3C) — Demir fosfür (Fe_3P) üçlü ötektiği oluşur. Buna steadit denir. Steadit geç soğuduğu için, esmer dökme demirin yapısında hücresel şekilde görülür. Steaditin görünüşü, açık ve parlak renkte ve üstü beneklidir. Esmer dökme demirde fazla miktarda fosfor olduğu zaman, daha çok steadit yapı oluşur, bunun sonucu olarak da alaşımın kırılğanlığı artar. Şekil 8.6 da esmer dökme demir yapısında steadit görülmektedir.



Şekil 8.6 Esmer dökme demir yapısında Steadit

6 — MANGANSÜLFÜR

Esmer dökme demirde manganezin, kükürt ile birleşmesinden Mangansülfür (Mn S) oluşur. Mikroskop ile yapı incelendiğinde, çok kenarlı, açık mavi veya grimsi renkte görülür. Bu yapının esmer dökme demir özellikleri üzerinde herhangi bir etkisi yoktur.

8.5 — ESMER DÖKME DEMİRE KATILAN MADDELER VE ETKİLERİ

Esmer dökme demirlere, belli özelliklerini değiştirmek veya geliştirmek için bazı maddeler katılır. Bunlar; silisyum, manganez, nikel, krom, molibden, bakır, alüminyum, titanyum vb. gibi maddelerdir. Bunlara alaşım maddeleri de denilir. Alaşım maddeleriyle yapılan esmer dökme demirlere, ÖZEL veya ALAŞIMLI ESMER DÖKME DEMİRLER denir. Alaşım maddeleri, esmer dökme demirin:

- Mikro yapısını ve grafitleşme özelliğini değiştirir,
- Mekaniksel özelliklerini yükseltir,
- Sıvı ve gazların oksitleyici etkilerine dayanımını artırır,
- Belli fiziksel özelliklerini geliştirirler,

Alaşım maddelerinin bazıları karbürleşmeye, bazıları da grafitleşmeye etki ederler. Bunun sonucu olarak esmer dökme demirin özelliklerinde birçok değişiklikler olur.

Esmer dökme demirlere katılan bazı alaşım maddeleri ve etkileri şunlardır:

1 — SİLİSYUM

Silisyum bir grafitleştiricidir. Ötektik ve perlitik karbürün dengesini (stabilite) bozar. Beyaz dökme demirlerde silisyum miktarı genellikle az, esmer dökme demirlerde daha fazladır. Örneğin: Esmer dökme demirin bileşiminde enaz % 1.50 silisyum bulunur. Dökme demire katılan silisyum miktarı % 1—18 arasındadır. Isıya dayanıklı parçalar için, % 6—8, asit ve diğer korozyonlara dayanım istenen (karbonu % 0,20—1,00 olan) dökme demir alaşımlarına % 13—18 silisyum katılır.

Silisyum, esmer dökme demir yapısında ferritin oluşmasını kolaylaştırır ve ferrit, silisyum ile birleşerek kırılğan olur. Esmer dökme demir bileşiminde silisyum miktarı pekaz % 3'ün üstüne çıkar. % 14 den fazla silisyumlu dökme demirlerin yapısında çok ince grafit ve ferrit bulunur. Bu tip dökme demirler yüksek sıcaklıklarda çok dengeli ve asit korozyonuna dirençleri yüksek olmakla beraber, bazik korozyona karşı dirençleri yoktur. Silisyum bir katkı elemanı olarak dökme demirlere katıldığında, beyaz dökme demir katılaşması yerine, esmer dökme demir katılaşması olur.

2 — MANGANEZ

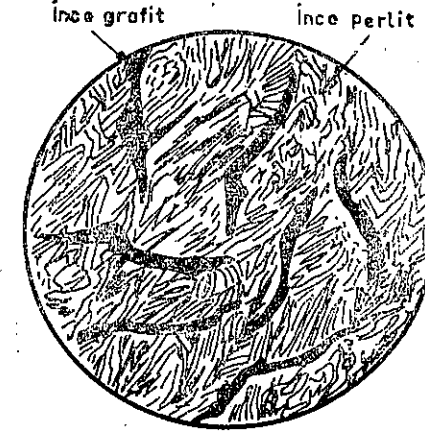
Manganez, esmer dökme demirin önemli elemanlarından birisidir. Manganez, yapıda perlitli dengeli hale getirir. Ayrıca perlit yapısını inceltir ve sertleşme derinliğini artırır. Manganez, kükürt ile birleşir ve katı eriyikte mangansülfür halinde bulunur. Şekil 7.8. Yapıda bu şekilde oluşması, kükürtün kötü tesirlerini azaltır. Manganezin, kükürtün kötü tesirlerini ortadan kaldırması için, kükürt miktarından % 0,30 kadar daha fazlası alaşıma katılır. Bu miktardan daha fazla manganez katılması, düşük döküm sıcaklıklarında boşluklar meydana getirebilir. Özel alaşımlarda manganez % 1'e kadar çıkarılabilir. Örneğin: Perlitik temper dökme demir.

3 — NİKEL

Dökme demire çok kullanılan bir alaşım elemanıdır. Alaşıma katıldığında, döküm parçanın ince kesitleri ile kalın kesitlerindeki kristal dokuları arasındaki fazlalığı kaldırır. Katılaşmanın dengeli bir hale gelmesini sağlar. Nikel, silisyumun etkisini gösterir. Bunun için nikel katılacak esmer dökme demirlerde silisyum miktarı az olmalı veya fazla ise, azaltılmalıdır.

Silisyum miktarı az olan dökme demirden dökülen parçaların katılaşmasında, ince kesitleri beyaz dökme demir ve kalın kesitleri de esmer dökme demir halinde olur. Katılaşmadaki bu farkı azaltmak için alaşımın silisyum miktarı artırılırsa, bu defa da aynı döküm parçanın kalın kesitleri kaba dokulu olur. Bu kısımlarda dayanım düşer. Nikel katılmasıyla döküm parçanın kristalleri homogen hale getirilir. Alaşımdaki nikel, karbonun, ince kesitlerde grafit halinde ayrışmasını sağlarken, kalın kesitlerde grafit halinde ayrışmasını geciktirir. Çünkü az miktarda kullanılan nikel, grafitleşmeyi artırır ve soğumayı azaltır. Ayrıca dökme demirin korozyona dayanımını artırır.

Dökme demire katılan nikel miktarı, % 0,50—2,00 arasındadır. Bu miktarda nikel sahip dökme demirlerin makina işçiliği iyi ve yapı ince perlitiktir. Şekil 8.7. Nikel miktarı % 2 den çok olduğu zaman, dökme demirin sertliği artmaya başlar. Nikel % 5 den fazla olursa iğne şeklinde martenzitik yapı oluşur. Nikel miktarı daha fazla artırılırsa, sertlik yavaş yavaş azalır ve martenzitik yapı austenite (ostenite) dönüşür. Bu değişime genel olarak % 20 ve daha fazla miktardaki nikel olması halinde olur.



Şekil 8.7 % 1 Nikelli perlitik esmer dökme demir

Dökme demire % 92 nikel, % 6 silisyum ve % 2 demir bileşimindeki nikel alaşımı kullanılır. Nikel alaşımı, küçük saçmalar (bilya) veya külçeler halinde kullanılır. Nikel alaşımının ergime sıcaklığı 1245—1290 °C arasındadır. Sıvı dökme demire, ergitme ocağının oluğundan akarken katılan bilya halindeki nikel, potadaki sıvı maden içinde kolayca ergir. Yalnız, nikel katılması maden pota dibinde 5-10 cm. kadar olduğu zaman yapılmalı ve pota tam dolmadan önce bitirilmelidir. Nikel miktarı çok olduğu zaman madene katılması maden alma oluğunda değil, külçeler halinde ergitme ocaklarına vezinlerle birlikte atılır.

4 — KROM

Dökme demirin bileşimindeki karbonun bileşik halde kalmasına yardım eder. Krom, dökme demirin sertliğini artırır. Aşınmaya ve yüksek sıcaklığa dayanım ve oksitlenmenin önlenmesi istenen dökme demirlere krom katılır. Makina işçiliği olan dökme demirlere katılan krom % 0,15—0,75 arasındadır. Oksitlenmenin olabileceği sıcaklıklara kadar ısıtılan dökme demirlere % 1,50—2,00 krom katılır. Korozyonun hiç olmaması istenen durumlara ise, % 30 kadar krom katılır. Fakat bu durumda alaşım beyaz dökme demir olur.

Krom, sıvı dökme demire, ferro - krom halinde potada veya içinde ferro - krom olan birikimler halinde, ocak şarjlarında vezirlerle birlikte katılır. İçinde % 2.40 krom ve % 1.20 nikel olan ve Mayeri denilen hamdemir, dökme demire krom ve nikel karıştırmak için, ocak şarjlarına katılmakta çok kullanılır. Sıvı dökme demire, potada katılan Ferro - Krom analizi aşağıdaki gibidir :

Krom	% 60-75
Karbon	% 4- 6
Silisyum	% 4- 7
Demir	Geri kalan

5 — MOLİBDEN

Dökme demire normal olarak % 0,25-1,50 arasında katılır. Molibden, dökme demirdeki karbonun toplanarak kütle haline gelmesini önler ve grafitin ince parçacıklar halinde şekillenmesini sağlar. Molibden, dökme demirin dayanımını ve sertliğini artırır. Dökme demirlere, molibden genellikle Molibden - Nikel alaşımı halinde kullanılır.

6 — BAKIR

Bakır, dökme demirin aşırı grafit oluşumunu azaltır. Dökme demire % 3'e kadar kullanılabilen bakır, aşınmaya karşı dayanımı artırır. Çünkü, yapıdaki perlit hem ince hem kalın kesitlerde dengeler. Böylece yapıyı dengeli bir hale getirmiş olur. Fazla bakırlı dökme demirlerde bakırın fazlası, yapıda ince kürecikler halinde ayrışır.

7 — ALÜMİNYUM

Alüminyum, dökme demirlerde grafitleşmeyi artırması için katılır. Genel olarak % 0,25-2, özel durumlarda % 4'e kadar alüminyum katılır. Alaşıma, alüminyum miktarı % 2'ye kadar katı olarak, daha fazla miktardaki ise, sıvı olarak katılır. % 4-10 arasında alüminyum, ötektik karbürü dengeli hale getirir. Yüksek alüminyum, dökme demirlerin tane büyümesini ve yüzeyde oksit tabakası oluşmasını önler. Alüminyum miktarı arttıkça (bilhassa % 3'ün üzerinde) yüzey oksitlenmesi azalır. % 24 alüminyumlu alaşımlarda mevcut bütün karbon grafit halini alır. Fakat % 29 alüminyuma çıkınca, alaşımda hiç grafit kalmaz.

Tablo 8.1 Esmer Dökme Demire Katılan Maddeler ve Etkileri

Özelliği	Grafitleşmeye etkileri	Karbürleşmeye etkileri	Bileşik Karbona etki	Perlitik dökme demirlerde %	Perlit ve Ferrit yapılarına etki	Grafit yapısına etki
Azaltıcı	Krom (Cr)	Kuvvetli karbür yapıcı	Arttırır	0,15 — 1,00	Perlit sertleştirir ve inceltir, ferriti yok eder.	Az inceltir
Grafitleşmeyi Arttırıcı	Vanadyum (V)	Kuvvetli karbür yapıcı	Arttırır	0,15 — 0,50	Perlit sertleştirir ve inceltir, ferriti yok eder.	İnceltir
	Manganez (Mn)	Karbür yapıcı	Arttırır	0,30 — 1,25	Perlit sertleştirir ve inceltir, ferriti yok eder.	Az inceltir
Grafitleşmeyi Arttırıcı	Molibden (Mo)	Karbür yapıcı	Arttırır	0,30 — 1,00	Perlit inceltir, yüksek % de beynitik yapı yapar	İnceltir
	Silisyum (Si)	Karbürü azaltır	Azaltır	.....	Ferrit yapar ve yumuşatır	İrileştirir
	Nikel (Ni)	Karbürü azaltır	.....	0,10 — 3,00	Perlit az inceltir ve sertleştirir	Az inceltir
Grafitleşmeyi Arttırıcı ve Azaltıcı	Bakır (Cu)	Karbürü azaltır	.....	0,25 — 2,00	Perlit az inceltir ve sertleştirir	Nötr
	Alüminyum (Al)	% 8 den fazlası beyaz dökme demir yapar	Arttırır	.....	Perlit yapar	Esmer dökme demir yapar
Grafitleşmeyi Arttırıcı ve Azaltıcı	Alüminyum (Al)	% 0,50 den az kararsız karbürler (TIC) yapar.	Azaltır	.....	Ferrit yapar	Karışık
	Titanyum (Ti)	% 0,25 den az kararsız karbürler	Arttırır	.....	.....	Azaltır
	Titanyum (Ti)	.....	Azaltır	.....	Ferrit yapar	İnceltir

8 — TİTANYUM

Titanyum, alüminyum gibidir. % 0,005—0,025 kadar kullanılır. Dökme demire titanyum katılması, aşırı soğumuş ince grafit oluşturur. Bunun da sebebi, titanyumun kükürtle birleşmesidir. Aşırı soğumuş grafit, ferrit yapma eğilimi gösterip, mekanik dayanımı azaltmaktadır. Titanyum ise, bir ana yapı oluşturur ve dökme demirin dayanımını artırır. Aynı zamanda titanyum, dökme demirin asit eriyiklerindeki korozyon direncini artırır. Titanyum, ferrolar halinde kullanılır.

Buraya kadar tanıtılmış olan alaşım maddelerinin, esmer dökme demirin yapısı ve özelliklerine etkileri Tablo 8.1'de görülmektedir.

3.6 — ESMEER DÖKME DEMİRİN ÖZELLİKLERİ :

Esmer dökme demirin kullanıma sahası, dökümü yapılan diğer maden ve alaşımlardan daha geniştir. İnce şekillerdeki parçaların dökümleri gayet rahat olur. Ortalama bir mekanik dayanıma sahip olan esmer dökme demirin dökülerek şekillendirilmesi ucuzdur. Makina işçiliği kolaydır. Bunlardan dolayı esmer dökme demir, otomotif sanayi parçaları, fırın ve ocak parçaları, radyatörler, makina gövde ve parçaları ile daha pek çok sanayi kolunun makina ve parçalarının yapımında kullanılır.

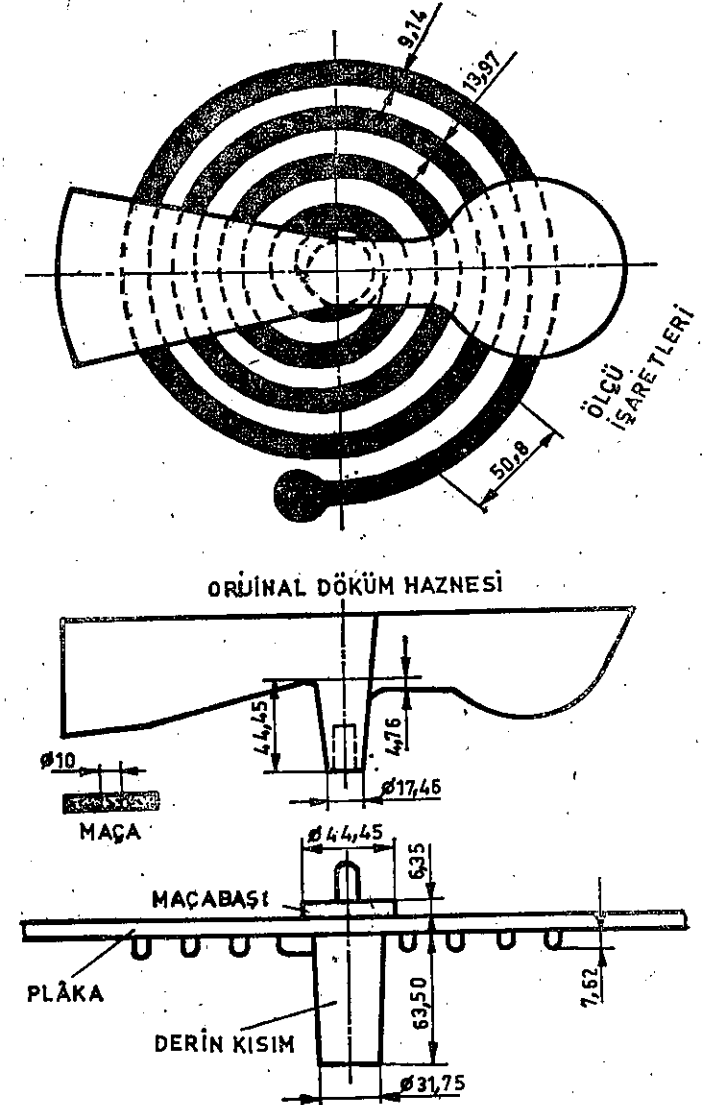
Esmer dökme demirden, dökülecek parçaların kullanılacağı yere göre, kimyasal bileşenleri değişir. Bilhassa sürtünerek çalışan makina gövde ve parçalarının özelliklerinin çok iyi olması gerekir. Esmer dökme demirde aranan belli başlı özellikler aşağıdadır. Bu özelliklere sahip esmer dökme demir, hemen her parçanın yapımında kullanılabilir.

1 — ESMEER DÖKME DEMİRİN AKICILIĞI

Esmer dökme demir, bütün dökme demirler arasında en akıcı olanıdır. Bunun için piston bilezikleri, radyatörler, motor gövdeleri vb. ince ve karmaşık şekilli parçaların dökümünde çok kullanılır.

Esmer dökme demirin akıcılığı bileşiminde bulunan elementlerin (bilhassa karbonun) miktarına ve döküm sıcaklığına bağlıdır. Esmer dökme demirin ergimiş haldeki sıcaklığı ne kadar yüksek olursa katılaşması da o kadar geç olur. Buna bağlı olarak da çok akıcı hale gelir. Bileşimdeki fosfor miktarı da akıcılığı artırır. Örneğin: Fosfor miktarı % 0,30'dan daha fazla olduğu hallerde, esmer dökme demirin katılaşma sıcaklığı düşer ve akıcılığı artar. Bu nedenle, süs eşyaları % 1 fosforlu esmer dökme demirlerden dökülür. Esmer dökme demirin bileşimindeki karbon miktarı azaldıkça, döküm güçlükleri başlar. Karbon miktarı % 2,20'den az olduğu durumlarda, akıcılık çok azalır ve döküm parçalarda hatalar artar.

Esmer dökme demirin akıcılığı, alaşımın özelliğine ve kimyasal bileşimine bağlı olduğu kadar, kalıp gereğine de bağlıdır. Sıvı maden, kurutulmuş kalıplarda, yağ (rutubetli) kalıplara göre daha uzun zamanda katılaşır. Bunun için sıvı maden, katılaşmadan, kalıp iç boşluğunun tamamını doldurur. Halbuki, yağ kalıplara dökülen sıvı maden kısa zamanda veya daha kalıbın tamamını doldurmadan katılaşabilir.

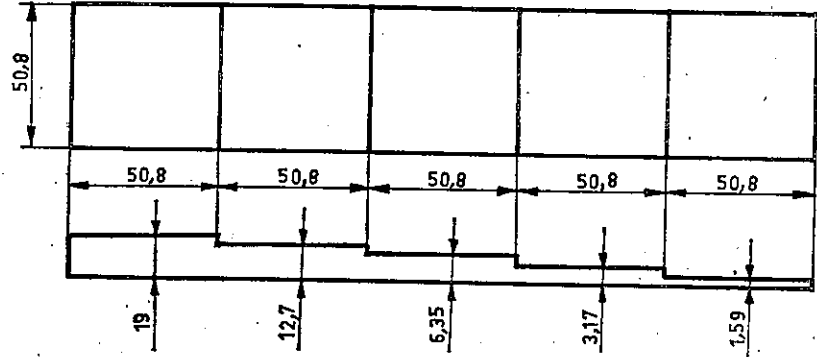


Şekil 8.8 Esmer dökme demirin akıcılık deneyinde kullanılan spiral ve modeli.

Esmer dökme demirin akıcılığının tesbiti için, Şekil 8.8'de görülen AKICILIK SİRALLI kullanılır. Yolluk, spiralin orta (göbek) kısmından bağlanmıştır. Sıvı maden dışı doğru yürümektedir. Spiralin üzerinde ölçmeyi kolaylaştırmak için 50,8 mm (2 inç) aralıklarla işaretler konulmuştur. Spiralin uzunluğu 150 cm. kadardır. Madenin yürüyeceği kanalların kesiti, yarım daire veya yamuktur. Büyük makina parçalarının döküleceği alaşım 50 cm.ye, ince kesitli parçaların döküleceği alaşım 75 cm.ye kadar yürümelidir.

2 — ESMER DÖKME DEMİRİN SERTLİĞİ

Sertlik, esmer dökme demirin kimyasal bileşimine bağlıdır. Soğumanın hızlı olduğu zamanlarda esmer dökme demirin sertliği artar. Soğumanın hızlı veya yavaş olması döküm parçasının kesit kalınlıklarına bağlıdır. Kesit kalınlıklarının incelenmesine göre, esmer dökme demirin sertliğini pratik olarak kontrol etmek kolaydır. Şekil 8.9'da, bileşimi bilinen esmer dökme demir alaşımının, değişik kesit kalınlıklarına göre, aldığı sertliği tesbit etmeye yarayan BASAMAKLI (kademeli) bir deney parçası görülmektedir.



Şekil 8.9 Basamaklı deney parçası

Bu deney parçası, değişik kesit kalınlıklarında parçalar döken döküm atelyeleri için çok faydalıdır. Alaşımın terakibi istenen kesit kalınlıklarına göre hazırlanır. Deney parçası, alınan maden ile dökülür ve soğuduktan sonra sıra ile kırılır. İnce kesitlerin beyaz olduğu ve kalın kesitlere doğru gidildikçe alaşımın esmer dökme demirin yapısına dönüştüğü görülür. Bu da esmer dökme demirin sertliği ve yumuşaklığı hakkında gerekli bilgiyi verir.

Bu arada esmer dökme demirin bileşimine katılan alaşımın elementlerinin de durumları, yapıyı ve dolayısıyla dökme demirin sertliğini değiştirir. Örneğin: % 2-5 miktarındaki Nikel, az miktarda dahi olsa krom

ve % 0,30'dan fazla olan fosfor, esmer dökme demirin sertliğini artırır. Normal esmer dökme demirin sertliği 120-200, alaşımli esmer dökme demirin ise 600 Brinele kadar olur.

3 — ESMER DÖKME DEMİRİN ÇEKME DAYANIMI

Esmer dökme demirin önemli özelliklerinden birisidir. Çekme deneyi, esmer dökme demirin, milimetre karesinin (mm^2) kaç kilogram (kg) yüke dayanabildiğini gösterir. Çekme dayanımının da kimyasal bileşim ile yakın ilişkisi vardır. Makina parçalarının ve özel esmer dökme demir parçaların çekme dayanımları 18-24 kg/mm^2 arasındadır. Daha fazla olması ancak alaşımın çok sertleştirilmesine bağlıdır. Normal esmer dökme demirin çekme dayanımı 20-24 kg/mm^2 dir. Bu arada bu sertlikten daha az değerlerde olması da mümkündür. Örneğin: ocak ızgaraları ve boru gibi parçaların çekme dayanımı 14-16 Kg/mm^2 civarında olabilir.

4 — ESMER DÖKME DEMİRİN AŞINMA DAYANIMI

Sertliğin ve aşınmaya dayanımın fazla olması istenen birçok yerde beyaz dökme demir, esmer dökme demire tercih edilir. Esmer dökme demirin kullanıldığı yerler ise, basıncı yüksek ve aşınmanın fazla olmadığı yerlerdir. Yumuşak yapıya sahip döküm parçaların aşınmaları fazla olur. Aşınma durumunda, dökme demirin bileşimindeki grafit, kendi kendine bir yağlama yapar. Bileşiminde serbest grafitin az olduğu dökme demirlerde grafitin kendi kendine yağlama yapması azalır. Buna karşı grafitin az olduğu durumlarda alaşım sert olduğu için aşınması da az olur. Fakat grafitin kendi kendine yapacağı yağlamaya rağmen aşınmalara karşı yağ kullanıldığı zaman, esmer dökme demir oldukça dayanıklı ve uzun ömürlü olur.

Esmer dökme demirin buraya kadar tanıtılmış olan özelliklerinden daha başka özellikleri de vardır. Örneğin: Basma, kesme, burulma, eğilme, yorulma vb. gibi özellikleridir. Ancak bunlar birbirlerine çok yakın özellikler, olup, birçok deneyler sonunda tesbit edilirler. Esmer dökme demirlerde esas aranan özellikler, tanıtılmış olan özelliklerdir.

8.7 — YÜKSEK DAYANIMLI (soy)ESMER DÖKME DEMİRLER

Yüksek dayanımlı esmer dökme demirler, normal esmer dökme demirlere bazı alaşım elemanları katılarak ve ısı işlem uygulanarak yapılır. Isıl işlem sonucu mikro yapısı, grafit dağılımı ve şekilleri kontrollü şekilde değiştirilir.

Yüksek dayanımlı esmer dökme demirlerin dayanımı, korozyona, ısıya, aşınmaya dayanımı ve bunlara benzer diğer özellikleri yüksektir. Bu dökme demirlerin mikro yapısı perlitiktir. Grafiti ince ve bileşimindeki fosforu çok azdır. Bu tip dökme demirlerin dayanımları 40 kg/mm^2

ye kadar çıkar. Ayrıca yüksek sıcaklığa, darbelere ve aşınmalara dayanımı yüksektir. Yüksek dayanımlı esmer dökme demirlerin kimyasal bileşimi şöyledir: (Tablo 7.1'den)

Elemen adı	%
Karbon	2.80 — 3.30
Silisyum	1.40 — 2.00
Manganez	0.50 — 0.80
Fosfor	0.15 max.
Kükürt	0.12 max.

8.8 — AŞILANMIŞ DÖKME DEMİRLER

Bu tip dökme demirler, sıvı maden potaya alındıktan sonra uygun miktarlarda grafitleştirici katılmasıyla yapılırlar. Bileşimdeki karbon miktarı % 2.40—3.00 arasındadır. Silisyum miktarı normal esmer dökme demirlerde bulunan miktarlardan daha azdır. Silisyum miktarının yükseltilmesi, sıvı madene, potada katılan ferro-silisyum ile olur. Bu şekilde katılan ferro-silisyumun grafitleştirici etkisi, bileşimde bulunan silisyumun etkisinden daha fazladır. Bileşimdeki grafitler lameller halinde ayrılmasına rağmen, daha ince ve homogen olarak dağılmıştır.

Aşılama, potada yapıldığı gibi, maden alma oluşunda, akan sıvı madene veya ocağa yüklenen vezinlerle birlikte de yapılabilir. Aşılamanın şekli ve miktarı grafitleştirici alaşım elemanlarının özelliklerine göre yapılır.

8.9 — ESMER DÖKME DEMİRİN ISIL İŞLEMİ :

Dökme demirin çekmesi az olduğu halde döküldükten sonra çatlama hataları olabilir. Bilhassa büyük kasnak kollarında çatlama, çok görülen hatalardandır. Dökülen parçalarda çatlama olmasa bile soğumanın dengeli olmamasından dolayı ve çekmenin değişik yönlerde olması nedeniyle, iç yapıda gerginlikler meydana gelir. Bu gerginlikler fazla olduğu zaman hafif bir zorlama veya darbe neticesinde parça derhal çatlayabilir. Ancak önemli yerlerde kullanılacak parçalarda bu tehlikeyi gidermek için, döküm parçaya ısıtma işlemi uygulanır. Esmer dökme demirin ısıtma işlemi çeşitli tav fırınlarında yapılır. Genellikle parçalar fırına konulduktan sonra fırın sıcaklığı yavaş yavaş 550 - 650 °C'ye kadar yükseltilir. Bu sıcaklıkta, parçanın kesit kalınlığına ve büyüklüğüne göre belli bir zaman tutulduktan sonra yavaş soğumaya bırakılır. Isıtma işleminin fırında yapılmasına imkân vermeyecek kadar büyük olan döküm parçalar, açık havada uzun

müddet bekletilmek suretiyle gerginlikleri giderilir. Örneğin; Torna, freze, plânya, radyal, taşlama vb. gibi önemli ve duyarlı tezgâhların gövdelerindeki ve büyük parçalarındaki gerilmeler bu şekilde giderilebilir. Bekletme müddeti enaz 8-12 ay ve hatta özel hallerde bu zaman daha da uzun olur.

Isıtma işlemi tabii tutulan esmer dökme demirin işlenebilme özelliği, aşınmaya dayanımı ve çekme dayanımı artar. Bu özellikleri için esmer dökme demir çeşitli yöntemlerle tavlama yapılır. Bunları kısaca şu şekilde tanıtmak mümkündür.

1 — İŞLENEBİLME ÖZELLİĞİNİ ARTIRMAK

Isıtma işlemi uygulamak esmer dökme demiri yumuşatır ve işlenebilme özelliğini artırır. Döküm parça 650 °C de 2 - 4 saat kadar tutulup, yavaş yavaş soğutulur. Perlitin küreleşmesi ve bir miktar grafitleşme bu sırada oluşur. Tam olarak tavlama (900 °C) o sıcaklıkta tutmak ve sonra yavaş soğutmakla olur. Bu işlem tabii tutulan dökme demir yapısı tamamen grafitleşir ve 120—140 Brinel sertliğine kadar yumuşar.

2 — AŞINMA DAYANIMINI ARTIRMAK

Dökme demirlerde sertleştirme ve tavlama, aşınma direncini artırmak için yapılır. Döküm parçayı 850 - 880 °C'ye kadar tavladıktan sonra, (yağda veya suda) su verilirse dökme demir yapısı aynen çelik gibi sertleşir. Yalnız bu işlem sonunda meydana gelen iç gerginlikleri gidermek için, tavlama yapmak gerekir. Parçanın belli kısımları için sertlik istendiğinde, alev veya endüksiyon sertleştirilmesi yapılır.

3 — ÇEKME DAYANIMINI ARTIRMAK

Bazen sertleştirme ve tavlama en büyük çekme dayanımını meydana getirmek için yapılabilir. Bunun için dökme demir parça 800-900 °C ye kadar tavlama yapılır ve sonra da su verme ile en büyük çekme özelliği meydana getirilir. Fakat su verilerek sertleştirilmiş birçok dökme demir kırılan olur. Bu nedenle çekme dayanımı için uygulamalar her zaman yapılmaz.

8.10 — ESMER DÖKME DEMİRİN ERGİTİMİ :

Esmer dökme demirin ergitimi genel olarak kupol ocaklarında, özel hallerde elektrik endüksiyon ocaklarında yapılır. Esmer dökme demirin ergitiminde kullanılan kupol ocağının iyi bilinmesi ve tanınması gerekmektedir. Bu nedenle kupol ocağının tanıtılması ve esmer dökme demirin nasıl ergitildiği Bölüm 5'de açıklanmıştır.

BAZI NÖRMLARA GÖRE DÖKME DEMİR BİLEŞİMLERİ

Amerikan Normu ASTM A 48 — 69 T	İngiliz Normu BS 1452 (1961)	Alman Normu DIN 1691 (1961)	% (yüzde)					Brinell sertlik HB
			Toplam karbon T. C.	Silisyum Si	Manganez Mn	Fosfor P	Kükürt S	
20 (14) 25 (17,5)	10 (15,7)	GG-15 (15)	3,5	2,4	0,55	0,45	0,12	157
30 (21,1)	12 (18,9) 14 (22)	GG-20 (20)	3,4	2,22	0,55	0,4	0,12	187
35 (24,6)	17 (26,8)	GG-25 (25)	3,25	1,85	0,85	0,2	0,1	208
40 (28,2) 45 (31,7)	20 (31,5)	GG-30 (30)	3,25	1,60	0,85	0,2	0,1	230
50 (35,1)	23 (36,3)	GG-35 (35)	3,15	1,35	1,0	0,2	0,1	250
60 (42,2)	26 (41)	GG-40 (40)						

Parantez içindeki değerler o kalitenin Kg/mm² olarak çekme dayanımını göstermektedir.
(Çekme dayanımı için deney çubuğu 1,2" = Ø 30,5 mm.)

SORULAR

- 1 — Esmer dökme demiri tanıtır.
- 2 — Esmer dökme demirin kimyasal bileşimini söyleyiniz.
- 3 — Esmer dökme demirin bileşiminde bulunan karbon - silisyum - manganez - fosfor ve kükürtün etkilerini söyleyiniz.
- 4 — Esmer dökme demirin yapı bileşenlerinden ferrit ve perlitini tanıtır.
- 5 — Esmer dökme demire katılan nikelin etkisini anlatınız.
- 6 — Esmer dökme demire katılan maddeler nelerdir? Söyleyiniz.
- 7 — Esmer dökme demirin özelliklerini anlatınız.
- 8 — Esmer dökme demirin akıcılığı hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 9 — Esmer dökme demirin sertliği hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 10 — Esmer dökme demire ısıl işlem nasıl yapılır? Anlatınız.

DÖKME ÇELİKLER (ÇELİK DÖKÜMLER)

9.1 — GİRİŞ

Çelik döküm ve çelik dökümcülüğü son yıllarda büyük aşamalar yapmıştır. Bunun da sebebi, çelik dökümün, diğer demirli alaşımlara göre üstünlüğünün fazla olmasıdır. Demir alaşımları çeşitlerinden aşınmalara, darbelere, çekmelere, korozyona, asitlerin ve deniz suyunun kötü tesirlerine en çok dayanım göstereni çelik dökümlerdir. Ancak çelik dökümlere bu özellikleri, katılan çeşitli alaşım maddeleri sağlar.

Şekilleri (konstrüksiyon) ve maliyetleri bakımından, dövme çelik veya makina işçiliği ile üretimi çok zor hatta imkânsız olan makina parçalarının yapımları, çelik döküm ile olur. Böyle parçaların çelik döküm yoluyla yapımları daha ekonomik ve kaliteli olmaktadır. Yalnız çelik dökümlerin bu avantajlı yönlerinin yanında; döküm zorluklarının oldukça fazla olması, bu alaşımın sakıncalı yönlerinden en büyüğünü teşkil eder. Bunun yanında istenilen kalitede alaşım yapmak ve talaş alma zorlukları da sakıncalı yönlerinden birkaçıdır. Bütün bunlara rağmen, çelik dökümlerin gene de tercih edilecek yönleri vardır.

Çelik döküm, ısı işlem (tavlama) ile istenilen özelliklere kavuşturulabilir. Bu ısı işlemi, demir ve karbonun mikro (kristal) yapısı bunların katı haldeki düzeni yüksek sıcaklık ile (820—925 °C) bozulur ve kontrollü bir şekilde soğutulur, bazı değişikliklere uğratılır. Bu şekilde çelik dökümün mikro yapısı ve özellikleri istenilen şekilde değiştirilebilir.

Çelik dökümlerin, dövme çeliğe göre farklı bir diğer özelliği de, deneylerde görülür. Örneğin: Çelik dökümler hangi yönden deneyi yapılırsa yapılsın, aynı özellikleri gösterir. Bu özellik, kütüklerden veya hamdemir çubuklardan yapılan haddelenmiş inşaat çeliklerinde pek görülmez. Çünkü, haddemeleme işlemi, çeliğin, ezilerek uzamasına sebep olmaktadır. Bu şekilde haddelenmiş çelik, boylamasına yapılan deneyinde sağlam, enlenmesine yapılan deneyinde kolaylıkla kopabilecek durumda olduğu görülür. Oysa, çelik dökümlerde böyle bir yön durumu bulunmadığından, haddelenmiş çeliğin kullanılması hatalı olan parçalarda, çelik döküm kullanılması gerekir.

Çelik dökümlerin, diğer dökme demir çeşitlerine göre bir üstünlüğü de, bunlarda kaynak işlemlerinin kolaylıkla yapılabilmesidir. Çelik döküme bileşiminde ve özelliklerinde büyük kayıplar olmadan kaynak yapılabilir. Kaynak işlemi, çelik dökümlerin yapımında olduğu kadar, hatalarının onarımında da büyük bir kolaylık sağlamaktadır.

Çelik dökümler sıvı halden, katı hale geçerken hacmen küçülürler. Çelik dökümden dökülecek olan kalıplara, alaşımın bu özelliğinden dolayı besleyiciler koymak gerekir. Konulacak besleyiciler ve açılacak meme ağızları diğer demir alaşımlarına göre daha büyüktür. Bunun için besleyiciler ve meme ağızları döküm parçalardan kolaylıkla koparılamazlar. Çelik döküm parçaların bu kısımlarını kesmek gerekir. Bu amaçla destere, kesici diskler, oksijen ve şalümo takımı gibi araçlar kullanılır. Bunlar da işletme giderlerini artırır.

Çelik dökümün bir sakıncalı yönü de özelliklerini ve kimyasal bileşimini etkileyen sınırların birbirlerine çok yakın oluşudur. Üretimi yapılacak olan parçaların çizimleri ile alaşım yapanları birbirleriyle yakın ilişki içinde çalışmaya zorlamaktadır. Ayrıca çok yüksek sıcaklıkta ergimesi, bu sıcaklıklara dayanan gereçlerin, potaların, kalıp kumunun kullanılması zorunluluğu ile sıvı madenin kalıba kısa yoldan gitmesini ve kalıp içinde boşluk kalmayacak şekilde doldurmasına dikkat etmek gerekmektedir. Çelik dökümler çok çektiği için kalıplama tekniği ve üretim projelerinde diğer alaşım çeşitlerine göre büyük sorunlar yaratmaktadır.

9.2 — ÇELİK VE SINIFLANDIRILMASI

Dökme çeliklerin incelenmesinden önce, çeliği ve sınıflandırılmasını iyi bilmek gerekir. Çünkü, dökme çelik (çelik döküm olarak söylenebilir), çelik çeşitlerinin değişik yöntemlerle eğitilmesi ve katkı elementlerinin katılmasıyla yapılır.

ÇELİK : (Türk Standartları—TS 1111'e göre) Sıcak veya soğuk olarak biçimlendirilebilen ve içinde % 2'den daha az karbon bulunan demir—karbon alaşımıdır, diye tanımlanır.

Çelikler çeşitli sınıflara ayrılır. Bunlar;

1 — KÜTLE ÇELİKLERİ

Kütle çelikleri, genel maksatlar için kullanılan, çekme dayanımı ile tanımlanan, bileşimi esas alınmayan ve genellikle içindeki fosfor (P) ve kükürt (S) miktarları % 0,050 ve daha çok olabilen çeliklerdir.

2 — SADE KARBONLU ÇELİKLER (Alaşımız Çelikler)

Sade karbonlu çelikler, bileşiminde karbondan başka genellikle aşağıda belirtilen üst sınırları aşmayan elementler bulunan ve içinde özel maksatlarla başka elementler bulunmayan çeliklerdir. Tablo 9.1.

Tablo 9.1 Sade karbonlu çeliklerin kimyasal bileşimi

Elementin Adı	% Miktarı
Silisyum (Si)	0.5
Manganez (Mn)	1.0
Alüminyum (Al)	0.1
Bakır (Cu)	0.25
Fosfor (P)	0.09
Kükürt (S)	0.06

NOT : Yukarıdaki tabloda verilen "üst sınırlar", çelik üretiminde teknolojik ve ekonomik zorunluklar — örneğin, deoksidasyon ve benzeri sebepler ile katılan maddelerden gelen, yahutta giderilemeyen elementlerdir.

3 — KALİTE ÇELİKLERİ :

Kalite çelikleri, kimyasal bileşimi ile beraber mekanik özellikleri esas alınarak ve içinde genellikle fosfor (P) ve kükürt (S) miktarlarının herbiri % 0,050 den az olan (otomat çeliği hariç) sıcakta biçimlendirildikten sonra gerektiğinde ısı işlemi uygulanabilen çeliklerdir.

4 — ASAL ÇELİKLER :

Asal çelikler, kimyasal bileşimi esas olan, aranan mekanik özellikleri ısı işleminden sonra kazanan ve özel işlemlerle bileşiminde fosfor (P) ve kükürt (S) miktarları genellikle % 0,035 ve daha az olan çeliklerdir.

Asal çelikler aşağıdaki şekilde sınıflandırılırlar:

- Alaşımız asal çelikler,
- Az alaşımlı asal çelikler,
- Yüksek alaşımlı asal çelikler.

5 — ALAŞIMLI ÇELİKLER :

Alaşımli çelikler, bileşiminde "sade karbonlu veya alaşımsız çelikler" de belirtilen miktarları aşan ve özel maksatla içerisinde diğer alaşım elementlerinden bir veya birden çoğu bulunan çeliklerdir.

Alaşımli çelikler, şu sınıflara ayrılırlar;

A. Az alaşımli çelikler : Bileşimindeki alaşım elementlerinin toplamı % 5'i geçmeyen çeliklerdir.

B. Yüksek alaşımli çelikler : Bileşimindeki alaşım elementlerinin toplamı % 5'i aşan çeliklerdir.

6 — OTOMAT ÇELİKLERİ :

Otomat çelikleri, genellikle hızlı talaş alma işleminde, talaşların kırık çıkmasıyla talaş alma işçiliği kolay olan çeliklerdir. (Bu özelliği sağlamak amacı ile, Çeliğe fosfor (P), kükürt (S) ve kurşun (Pb) katılır. Kükürt miktarı genellikle % 0,1 den çoktur.) Yukarıda tanıtılmış olan çelik çeşitlerinden, dökme çelik ile ilgili olanları "Sade Karbonlu Çelikler (Alaşım-sız Çelikler) ve Alaşımli Çeliklerdir.

9.3 — KARBONLU ÇELİKLER :

Karbonlu çeliklerin bileşiminde % 0.08—1.7 ye kadar karbon ve az miktarda silisyum, manganez, fosfor ve kükürt bulunur. Bileşimindeki karbon miktarı arttıkça, çeliğin plastikiği azalır ve kırılganlığı artar. Bunun için pratikte % 1.4 den daha fazla karbonlu çelikler yapılmaz. Bu nedenle çeliklerin büyük bir kısmı % 1.6 dan az karbonludur. Ancak karbon miktarı arttıkça çekme dayanımında, akma sınırında ve sertliğinde önemli artışlar olur. Örneğin: % 0.10 karbonlu bir çelikte çekme dayanımı 34 kg/mm² olduğu halde % 0.60 karbonlu olanında 80 kg/mm² kadar olur.

Karbonlu çelikler, bileşimindeki karbon miktarına göre :

1. Az karbonlu çelikler (karbon miktarı % 0.30 dan az)
2. Orta karbonlu çelikler (karbon miktarı % 0.30 — 0.60 arasında)
3. Yüksek karbonlu çelikler (karbon miktarı % 0.60 dan fazla olarak 3'e ayrılırlar.

Not : Bazı kaynaklarda karbon miktarı % 0.20 — 0.50 arasında belirtilmektedir.

Yukarıdaki karbonlu çeliklere;

Karbon miktarı % 0,10 — 0,30 olanlara makina çelikleri,

Karbon miktarı % 0,30 — 0,60 olanlara dövme çelikler,

Karbon miktarı % 0,60 dan fazla olanlara takım çelikleri örnek verilebilir.

Karbonlu çelikler sertliklerine göre, az karbonlu çelikler "çok yumuşak" — orta karbonlu çelikler "yarı yumuşak", "yarı sert" — yüksek karbonlu çelikler "sert", "çok sert" ve "pek çok sert" olmak üzere ayrıca sınıflandırılırlar. Tablo 9.2 de karbonlu çeliklerin sınıflandırılması ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 9.2 Karbonlu Çeliklerin Sınıflandırılması

Karbona göre	Sertliğe göre	% Karbon miktarı	Çekme dayanımı kg/mm ²	Su alma kabiliyeti	Kaynak yapılabilme özelliği
Az karbonlu	Çok yumuşak	0.05—0.20	32—45	yok	Çok iyi
	Yumuşak	0.20—0.30	45—55	çok az	iyi
Orta karbonlu	Yarı yumuşak	0.30—0.40	55—60	az	orta
	Yarı sert	0.40—0.60	60—75	iyi	az
Yüksek karbonlu	Sert	0.60—0.80	75—90	iyi	Çok az
	Çok sert	0.80—1.00	90—95	Çok iyi	Çok az
	Pek çok sert	1.00—1.40	95—100	Çok iyi	Çok az

9.4 — DÖKME ÇELİK (Çelik Döküm) - (Türk Standartları - TS 1111'e göre)

Dökme çelik, genellikle döküldüğü biçimde kullanılmak üzere kalıplarda katılaştırılan çeliklerdir.

Dökme çelikler kum, şamot, grafit ve özel hallerde madeni kalıplara dökülerek katılaştırılır. Dökme çeliğe, dövme veya kaynak metodlarına göre daha iyi şekil verilir. Fakat buna karşılık, dökme çeliğin ergime derecesinin çok yüksek ve bileşiminde karbon ile diğer elementlerin çok az olması dökümünü güçleştirir. Ayrıca katılması amında çok çekmesi ve yapıda gözenekler meydana gelmesi bir sorundur.

Dökme çeliğin veya çelik dökümün karbon miktarına bağlı olarak krom, nikel, molibden ve diğer elementlerle alaşımlar yaparak mekanik, fiziksel özelliklerini, ısı, korozyon, aşınma dayanımlarını değiştirmek mümkündür. İşıl işlem (tavlama) uygulanarak çekme, kopma, çentik dayanımları yükseltilir.

Dökme çelik bu özelliklerinden dolayı esmer (gri-kır) ve temper dökme demirlerin yerini alır. Soğuk ve sıcakta kullanılma alanı bulur. Çelik döküm çeşitlerinin tamamı iyi kaynak edilebildikleri gibi, kaynak yardımı ile dökümde meydana gelen hataları da gidermek mümkün olur.

9.5 — DÖKME ÇELİĞİN ÇEŞİTLERİ ve KİMYASAL BİLEŞİMİ

Dökme çeliğin (çelik dökümün) bir demir-karbon alaşımı olduğu daha önce belirtilmişti. Dökme çeliğin özelliklerine en çok bileşiminde bulunan karbon etki eder. Karbon miktarına göre, dökme çeliğin özelliklerinde büyük değişiklikler görülür. Dökme çeliğin çeşitleri aşağıdaki gibidir.

1 — ALAŞIMSIZ DÖKME ÇELİKLER

Alaşimsız dökme çelikler, sade karbonlu çelik malzemeden dökülmüş çeliklerdir.

Sade karbonlu çeliklerin bileşiminde karbondan başka silisyum, manganez, fosfor, kükürt ile deoksidasyon, arıtma gibi işlemler sonucu bileşiminde çok az da olsa kalan alüminyum, bakır vb. elementler bulunabilir. Dökme çeliklerin kimyasal bileşimi Tablo 9.3 de görülmektedir.

Tablo 9.3 Dökme çeliklerin kimyasal bileşimi

Elementin Adı	% Miktarı
Karbon (C)	0.25 — 1.7 (2.0)
Manganez (Mn)	0.50 — 1.00
Silisyum (Si)	0.20 — 0.80
Fosfor (P)	0.05 en çok
Kükürt (S)	0.06 en çok

2 — ALAŞIMLI DÖKME ÇELİKLER

Alaşımli dökme çelikler, alaşımli çelik malzemeden dökülmüş çeliklerdir.

Alaşımli çelikler, bileşiminde sade karbonlu çeliklerde (alaşimsız çelikler) belirtilen oranları aşan ve özel maksatla içerisinde diğer alaşım elementlerinden bir veya birden çoğu bulunan çeliklerdir. Alaşımli çelikler, bileşimindeki alaşım elementlerinin toplamına göre aşağıdaki gibidir.

A. Az alaşımli dökme çelikler

Bileşimindeki alaşım elementlerinin toplamı % 5'i (bazı kaynaklarda % 8'i) geçmeyen çelikler,

B. Yüksek alaşımli dökme çelikler

Bileşimindeki alaşım elementlerinin toplamı % 5'i (bazı kaynaklarda % 8'i) geçen çelikler.

9.6 — DÖKME ÇELİKLERİN BİLEŞİMİNDE BULUNAN ELEMENTLER :

Dökme çeliklerin bileşiminde, karbon, silisyum, manganez, fosfor ve kükürt bulunur. Esasen bu elementler, bütün dökme demir çeşitlerinde bulunmaktadır. Bölüm 7 de geniş olarak ve Bölüm 8 de esmer dökme demire olan etkileri bakımından tanıtılmış olan bu elementler, burada dökme çeliklere olan etkileri bakımından açıklanmıştır.

1 — KARBON :

Dökme çeliklerin özelliklerine en çok karbon etki eder. Karbon dökme çeliğin sertliğini ve çekmesini artırır. Buna karşılık esnekliğini, dövülebilme, kaynak edilme ve kesilme özelliğini azaltır.

2 — SİLİSYUM :

Silisyum, diğer elementler gibi demir filizlerinden veya ocak astarlarından (tuğla v.b. örgü gereçler) bileşime karışır. Silisyum, dökme çeliklerin bileşiminde meydana gelen gaz boşluklarını önler ve dökme çeliklerin mekanik dayanımı ile özgül ağırlığını artırır. Ayrıca esnekliğini azaltır fakat çekme dayanımı ile akma sınırını artırır. Bileşiminde % 14 silisyum bulunan çelikler, kimyasal etkilere dayanıklı olurlar. Ancak silisyumu fazla olan çelikler dövülemezler.

3 — MANGANEZ :

Manganez, kükürt ile birleşerek mangansülfür (MnS) halinde oluşur ve curufa karışır. Böylece kükürtün, demirle birleşmesini önler. Kükürt, demirle birleşince alaşım sert ve kırılgan olur. Diğer yandan manganezin fazlası, karbonla birleşir ve mangan-karbür (Mn_3C) oluşur. Bu da çeliğin sertliğini ve dayanımını artırır fakat plâstikliğini azaltır. Ancak bu, bileşimdeki karbon miktarına bağlıdır.

Manganez, ayrıca dövme ve kaynak yapma özelliğine olumlu yönde etki eder. Manganezin yüksek karbonlu çeliklerdeki etkisi, az karbonlu çeliklere göre daha fazladır. Manganez sü verme derinliğini artırır ve korozyona etkisini geliştirir.

4 — FOSFOR :

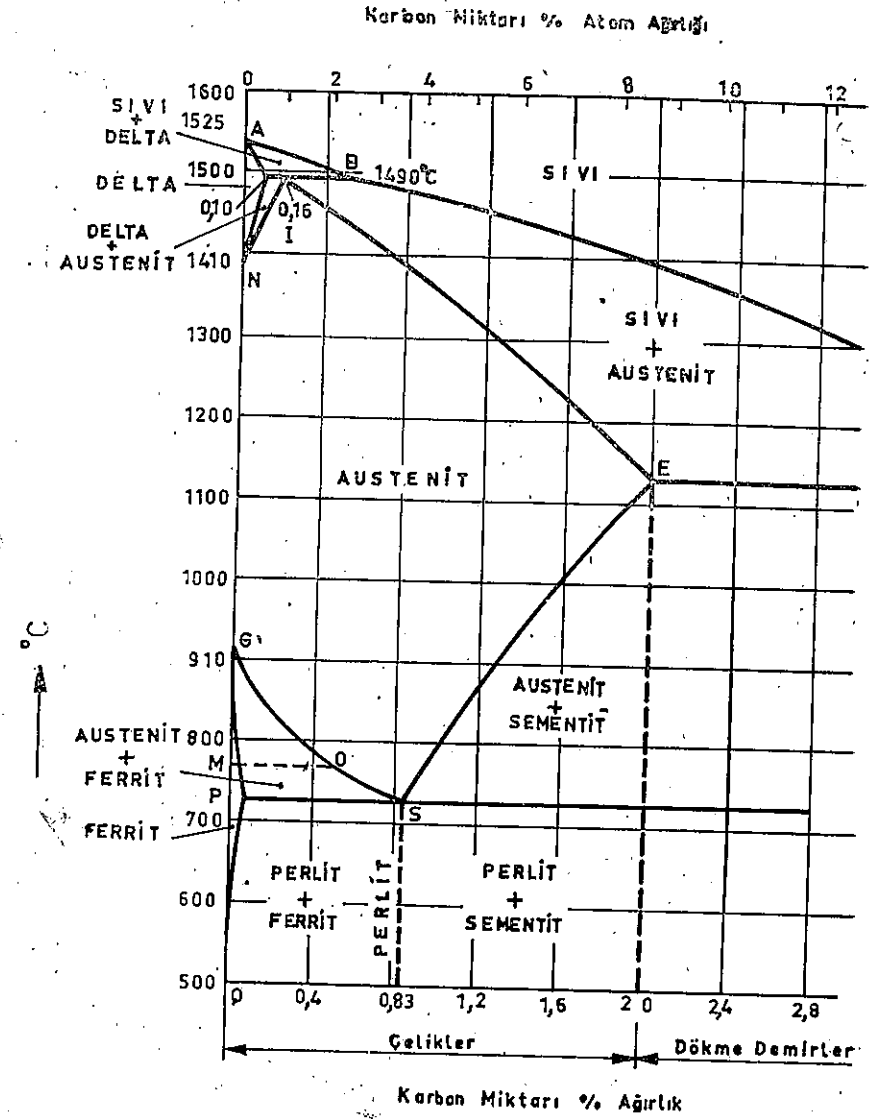
Bileşiminde en çok % 0,030–0,050 arasında bulunur. Genel olarak fosfor, çeliklerde zararlı bir element olarak tanınır. Çünkü, mikro yapının büyümesine ve dökme çeliğin kırılgan olmasına sebep olur.

5 — KÜKÜRT :

Bu da fosfor gibi bileşimde bulunması istenmiyen bir elementtir. Genel olarak bileşimde en çok % 0,025–0,050 arasındadır. Alaşımın kırılgan olmasına sebep olduğu için, bileşimdeki bütün kükürtün, manganez ile birleşmesi istenir.

9.7 — DÖKME ÇELİKLERİN YAPI BİLEŞENLERİ (Mikro Yapısı) :

Dökme çelikler ferrit, perlit, sementit, austenit (ostenit) gibi yapı bileşenlerine sahiptir. Bunlar, Bölüm 7 de "Dökme Demirlerin Yapı Bileşenleri" konusunda tanıtılmış, ayrıca Şekil 7.14 de verilen Demir-Karbon Denge Diyagramında da belirtilmiştir. Bu nedenle gerekli açıklamalar burada tekrar verilmemiştir. Yalnız, dökme çeliklerin yapı bileşenleri topluca Şekil 9.1 de görülmektedir. Bu yapılar içinde dökme çelikler için en önemlisi austenit yapıdır. Bu yapının önemi daha çok ısı işlem (tavlama, gerginliklerin giderilmesi, sertleştirme v.b. gibi) yönündendir. Bununla ilgili gerekli açıklamalar ısı işlem konusunda verilmiştir.



Şekil 9.1 Demir-Karbon Denge Diyagramında Dökme Çeliğin Yapı Bileşenleri

9.8 — DÖKME ÇELİKLERDE KALIP UYGULAMASI

Dökme çelik veya çelik döküm için kullanılan kalıp ve maça kumları, diğer maden ve alaşımlar için kullanılan kumlardan pek farklı değildir. Bunun için, kalıp ve maça kumlarında aranan özellikler, çelik dökümlerinin kalıp ve maça kumları içinde geçerlidir. Esasen, kalıp ve maça kumları ile kalıp ve kalıplama hakkında gerekli açıklamalar, "Genel Dökümcülük Bilgisi cilt - 1" de verilmiştir. Yalnız çelik dökümün özelliği nedeniyle, aşağıda bazı açıklamalar yeniden verilmiştir:

Çelik dökümün, diğer maden ve alaşımlara göre özellikleri farklıdır. Bunun için değişik maden ve alaşımlarda kullanılan kalıplar, çelik dökümlerinde kullanılamazlar. Çelik dökümlerin kalıplarında kullanılan yapay (sentetik) kalıp kumu ترکیبی Tablo 9.4 de verilmiştir. Çelik dökümlerin dökülebileceği kum kalıplar, şunlardır: Kurutulmadan dökülen kalıplar, kurutulduktan sonra dökülen kalıplar, yüzeyleri zirkonyum ve grafit ile boyanıp, alkolle yakılarak kurutulan kalıplar, maçalı kum kalıplar ve çimentolu kum kalıplardır. Bu kalıplar, diğer dökümlerin kalıplarından çok, çelik dökümlerin kalıpları olarak yapılırlar. Çünkü, çelik dökümler için kullanılacak kalıplar yüksek sıcaklığa ve basınca dayanmalıdır. Çelik dökümler ayrıca, bağlayıcı maddesi seramik, etilsilikat (ethyl-silicate) tozu ve silis tozu olan sulu çimentolu olarak hazırlanmış "investment" kalıplarına dökülebilir. Çünkü bu gereçler ile hazırlanan kalıplar yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. Bu arada çelik dökümler, ergimiş çeliğe karbon karışmaması için gerekli önlemleri alınmış grafit kalıplara da dökülebilirler. En iyisi seramik olanlarıdır.

Tablo 9.4 Çelik dökümlerin kalıp kumu ترکیبی

Cinsi	% Miktarı
Silis (tane iriliği 0.27 mm.)	90,5 — 92,5
Bentonit	4,0 — 4,5
Organik bağlayıcılar	0,5 — 1,0
Su	3,0 — 4,0

Çelik dökümlerin kalıp kumları, diğer kalıp kumlarında aranan özellikleri taşımakla beraber, aşağıda belirtilen özellikleri ile diğer kalıp kumlarından ayrılırlar.

1. Çelik kalıp kumu yüksek sıcaklığa dayanmalıdır.

Ergimiş çelik yüksek sıcaklığa sahip olduğu için kum bu sıcaklığa dayanmalıdır. Kum taneleri birbirleriyle kaynamamalı ve bozulmamalıdır. Ergimiş maden ile direkt temasta olan kum taneleri ile olmayan kısımlardaki taneler arasında sıcaklık farkları vardır. Bu farklılıklar nedeniyle kum taneleri arasında bağlayıcılık görevi yapan katkı maddesi oldukça önem kazanır. Genel olarak çelik kalıp kumlarında bağlayıcı madde olarak Bentonit kullanılır. Kalıp kumunun yüksek sıcaklığa dayanabilme özelliği dışında, aldığı şekli de uzun zaman korumalıdır. Çok yüksek sıcaklıklar kalıp kumunun fiziksel ve kimyasal bağını etkileyeceğinden; eski kum içine zaman zaman yeni kum katılması gerekir. Aksi halde yenilenmeyen kum gittikçe özelliklerini kaybeder ve döküm hataları çoğalır.

2. Kalıp kumunun gaz geçirgenliği fazla ve rutubeti az olmalıdır.

Kalıp kumunun gaz geçirgenliği, rutubet ile yakın ilişkilidir. Fazla rutubet, yüksek sıcaklıktaki maden ile temas edince buhar haline geçer. Bu kalıp dışına atılmazsa kalıp iç boşluğunda, ergimiş maden içinde kalır. Bu nedenle kalıpta uygun yerlere çıkıcılar açılmalıdır. Çelik döküm kumlarının gaz geçirgenliği, diğer maden ve alaşımların kumlarından daha fazla olmalıdır. Buna bağlı olarak da rutubet miktarı azaltılmalıdır. Örneğin çelik kalıp kumlarının rutubeti % 3-4 arasında olmalıdır. Madenin fazla çekmesinden dolayı kalıbın uygun kısımlarına konulan besleyiciler de birer çıkıcı gibi görev görürler ve gazların kalıp dışına çıkmasına yardım ederler.

Çelik dökümlerde, bağlayıcı maddesi az olan yapay (sentetik) kumlar kullanıldığı takdirde; kabuklanma, şekil bozulması, ve yüzeysel kanal şişkinlikleri gibi döküm hatalarına rastlanır. Bu daha ziyade ısınan kalıp kumunun hacmen büyümesinden ileri gelir. Kuma katılan bir miktar katkı maddesi, bu gibi döküm hatalarının olmasını önler.

Ergimiş çeliğin, rutubetli kumdaki özelliklerini etkileyen bu özel durumlar; değişik maden ve alaşımlar için kullanılan kum karışımlarında görülenlerinden değişik özellikler oluşmasına yol açar. Rutubetli kumla hazırlanan kalıpların çoğunda, istenilen terkiplere göre hazırlanan yüzey (model-astar) kumu ile dolgu (meydan) kumu kullanılır. Ancak hazırlanacak kumlarda tane iriliklerine ve özelliklerine gerekli özen gösterilmelidir.

Daha ekonomik olması ve üretim kapasitesini artırması nedeniyle; rutubetli kum kalıplar, diğer kalıplara göre daha elverişlidir. Çünkü, hazırlanan kalıplara biraz daha fazla özen göstermekle çelik parçaların dökümlerinde kullanılabilirler. Yalnız hazırlanan kalıbın daha sağlam olmasını veya döküm parçalarda gaz boşluklarının (gözenekler) oluşmasını önlemek gerekir. Bunun için, ergimiş maden dökülmeden önce kalıplar kurutulurlar. Kalıpların yüzeyleri prümüs lâmbaları, enfrarüj ampülleri veya sıcak hava akımı ile kurutulabileceği gibi, kalıplar özel arabalar üzerinde kurutma fırınlarında kurutulurlar. Kurutma genellikle 250-300°C civarında olmaktadır. Yüzey kurutmalı veya kurutulacak kalıpların rutubetleri normalden biraz fazla olabilir.

Bazı çelik kalıp kumlarında, bağlayıcı madde olarak çimento kullanılmaktadır. Fakat bu metot, henüz yaygın bir uygulama alanı bulamamıştır. Çimentolu kum kalıplar, genellikle büyük hacimdeki çelik parçaların dökümlerinde kullanılmaktadır. Investment kalıplarından da tolerans sınırları dar olan döküm alaşımlarında veya dökülecek parçaların değişik kesitlerde olması hallerinde faydalanılmaktadır. Özellikle duyarlılığı (hassas) fazla olan gaz türbini pervaneleri, özel alaşımlar investment kalıplarına dökülürler.

Çelik dökümlerin dökümünde, kabuk kalıplar (Croning kalıpları), bir dereceye kadar başarı ile kullanılmakta ise de; bu tip kalıplar döküm yüzeylerinde hatalara sebep olmaktadır. Bu hatalarda, kabuk kalıplarda gerekli yerlere çelik veya dökme demirden yapılmış soğutucu parçalar yerleştirilerek, önlenmektedir.

Seramik kalıplardan da faydalanmak mümkündür. Yalnız bu kalıplar daha çok ince kesitli döküm parçalarda kullanılmaktadır.

3. Maçalar

Maçalar, çelik dökümlerin yüksek sıcaklığına dayanmalıdır. Bu arada gaz geçirgenliği de diğer maden ve alaşımlar için yapılan maçalardan daha fazla olmalıdır. Çünkü, ergimiş çeliğin yüksek sıcaklığı çok miktarda gaz meydana getirmekte, bu gazın maça içinden geçerek kalıp dışına çıkması gerekmektedir. Aksi halde, çok gazlı parçalar dökülmüş olur. Bunun sonucu olarak hatalı dökümler meydana gelir. Kabuk maçalar, diğer maçaların meydana getirdiği gaz sorunlarının çözümlenmesine bir yere kadar yardımcı olmaktadır. Bunun için çelik dökümlerin maçaları, dökme demir veya diğer maden ve alaşımların maçalarından daha fazla bir gaz geçirme özelliğine sahip olması gerekir.

9.9 — DÖKME ÇELİKLERDE DÖKÜM HATALARI :

1. Gözenekler

Dökülen parçaların yüzeylerinde görülen kanal şeklindeki yatay şişkinlikler, şekil bozulmaları, kabuklaşma, küresel toplanmalar gibi hatalar dışında kalan diğer bir hata da dökümlerde meydana gelen gözeneklerdir. Bunlara gaz boşlukları da denilebilir.

Gözenekler, düzgün yüzeyli, ufak ve döküm yüzeyinin derinliklerine doğru dikine uzayan delikler halinde olurlar. Bu hatanın meydana geliş nedeni henüz tartışma konusu olmakla beraber, madenin yüzeyinde veya biraz altında oluşan bir reaksiyon sonucu meydana gelen Karbonmonoksit (CO) veya su (H₂O) yada bunların her ikisinin de olabileceği görüşü ağırlık kazanmaktadır.

Gözenekler, rutubetli kalıp kumlarına dökülen çelik dökümlerde daha çok görülmektedir. Rutubetli kum ile kurutulmuş kum kalıplar arasındaki başlıca fark, kalıp kumlarındaki rutubet miktarı olduğuna göre; çelik dökümünün yapısındaki, hidrojen ve oksijen reaksiyonundan oluşan su (H₂O), bu hatanın meydana gelmesine sebep olmaktadır. Bunun için ergimiş çeliğin, dökülmesinden önce alüminyum ile işlem görmesi ve içindeki oksijenin, alüminyumla birleşmesi sağlar. Böylece döküm parçada oksijen oluşumunun, yani meydana gelecek gözeneklerin önlenmesi sağlanmış olur. Bu durumda, oksijen, hidrojen yerine alüminyumla reaksiyona girmiş olmaktadır.

2. Dökülen parçaların çatlaması

Bu hata daha çok maçadan oluşabilir. Şöyleki; ergitilmiş çelik, yüksek sıcaklıklarda kalıplara dökülür ve çok kısa bir zaman sonra da katılaşabilir. Bu şekilde hızla katılaşma olması halinde maça, henüz ısınmamış olabilmektedir. Bu durumda maçayı oluşturan kum tanelerinin ve bağlayıcı katkı maddesinin, birbirleriyle olan bağlarının gevşememesi çatlamaya sebep olur.

Döküm çatlaklıklarının, yalnız çelik döküme has bir özellik olmayıp, hemen her çeşit maden ve alaşımlarda oluşabilir. Fakat daha çok çelik dökümlerde olabilmektedir. Genel olarak çatlamaların hemen hepsi hiç şüphesiz maçalardan olmayabilir. Ancak maçalar, kalıplara göre daha sağlam bir yapıya sahiptirler. Bunun içindir ki, maçaların kalıplara göre bir ölçü olarak, hataya daha fazla sebep olduğu belirtilmektedir.

Diğer bir görüşte; çatlama, kıl gibi ince olup, görülmeleri mikro dalgalardan ve asitlerden faydalanılarak yapılan deneylerle saptanabilir. Kıl gibi çok ince haldeki bu çatlakları, gözle görmek mümkün değildir. Döküm parçada, dış yüzeylerine göre daha geç katılan kısımların bulunması, çatlama daha da artırır. "Sıcak Noktalar" olarak tanımlanan bu kısımlar, çevredeki madene göre, sıvı halini bir müddet daha devam ettirdiğinden; çekme gerilmelerinin toplandığı birer odak noktası halindedir.

Bu arada şu hususu da gözden uzak tutmamak gerekmektedir. Örneğin: bir maça için hazırlanan kum karışımı bir uygulamada iyi bir iş meydana getirebildiği halde bir başka işde pekala hatalı sonuçlar meydana getirebilmektedir. Gene bunun gibi, belli özellikte ergitilmiş çelik alaşımı, bir döküm işleminde çatlama yapmayabilirse de, bir başka döküm de çatlama yol açabilir. Çatlamalara neden olan sebeplerden birisi de çelik dökümün bileşiminde bulunan fosfor ve kükürt gibi elementlerdir. Bunların belli miktarlardan daha fazla olması halinde döküm parçalarda çatlama artmasına yol açarlar. Bunun için alaşımın bileşimi iyi ayarlanmalı, bir önlem olarak alüminyum ile deokside edilmeli ve maçalar ile kalıp kumu karışımları, bunlardan yapılan kalıp ve maça sıklıkları normal olmalıdır.

3. Ergimiş madenin kalıp kumuna girmesi

Çelik dökümün, diğer maden ve alaşımlardan ayrılan bir diğer özelliği de dökümündedir. Çelik döküm, kalıp veya maçalarda bulunan en küçük delikleri dahi doldurabilir. Bunun için döküm parçaların yüzeylerinde bazen kum yapışmaları veya dart hatası sonucu sürüklenen kumun yerini ergimiş maden doldurmak suretiyle şişkin kısımlar görülmektedir.

Ergimiş madenin, kuma girmesine sebep olan durumlar aşağıda belirtilmiştir:

- Ergimiş madenin kalıp kumu ile temas halinde bulunduğu süre ne kadar uzun olursa, kuma girmesi ihtimali de o kadar fazla olmaktadır.
- Madenin basıncının artırılması, madenin kuma girme eğilimini artırır.
- Yüksek sıcaklıklarda dökülen madenlerin kuma girmesi daha fazladır.
- Kalıp kumunun taneleri çok iri olduğu veya kalıp kumu normal karıştırılmadığı durumlarda, ergimiş madenin kuma girmesi artar.

e) Kalıp ve maçaların yüzeyleri uygun yüzey örtücü gereçlerle (örneğin zirkonyum, silikatlar ve grafit boyaları gibi) boyanmadığı hallerde ergimiş madenin kuma girmesi fazlalaşır.

f) Ergimiş çeliğin bileşiminde fazla miktarda karbon bulunması hallerinde, girme olayı olabilir.

g) Kalınlığı az olan kum kalıplara fazla miktarda maden dökülmesi girmeyi artırabilir.

h) Kum içinde bulunan rutubet ve iyi özellikte olmayan katkı maddelerinin kullanılması ergimiş madenin, kuma girmesini artırır.

Yukarıda açıklanmış olan sebeplerden daha başkaca olanları da vardır şüphesiz. Bunun için önlemler alınır. Örneğin: kalıp ve maçaların yüzeyleri gerekli örtü gereçleri ile boyanır. Bu şekilde yüzey gözenekler kapatılır ve ergimiş çeliğin bu gözeneklere girmesi önlenir.

4. Seroksitler

Çelik dökümlerin üst yüzeylerinde, normal olarak madenden ayrı maddeler birikebilir. Değişik silis, mangan, demir ve alüminyum oksit bileşiklerinin düşük sıcaklıklarda ergiyen karışımlarından oluşan bu birikintilere Seroksitler denilir. Seroksitler, kum taneleri ile birleşerek cam gibi bir katı halini alırlar. Seroksitler, döküm şekli, pota astarlarının bileşimi, yolluk ve gidiciler, kalıp iç boşluğunda bulunan hava, ergitilen alaşımın bileşimine bağlı olarak oluşurlar.

9.10 — ÇELİK DÖKÜMLERİN KALIP VE MAÇA BOYALARI :

Çelik dökümden yapılacak parçaların temiz ve düzgün yüzeyli olması arzulanır. Ancak bunları engelleyen bazı sorunlar vardır. Çelik dökümün kalıp ve maçalarında daha çok zirkonyumlu ve grafitli boyalar kullanılmaktadır. Kalıp ve maçaların boyanması aşağıdaki faydaları sağlar:

- Sıvı madenin kalıp yüzeyinde rahat akışını sağlar,
- Kalıp kumunun sürüklenmesini (erozyonunu) önler,
- Yüzeyde kabuklaşmayı önler,
- Dökülen parçaya düzgün bir görünüş sağlar,
- Dökülen parçanın temiz yüzeyli olmasını sağlar,
- Dökülen parçanın kolay temizlenmesini sağlar,

Yukarıda açıklananlardan başka daha pek çok faydalı yönü olan kalıp ve maçaların boyalarından bazı terkipler Tablo 9.5 de verilmiştir.

Tablo 9.5 Çelik döküm kalıp ve maçalarında kullanılan boya terkipleri

Döküm Cinsi	Su miktarı	Isıya dayanıklı gereç	Diğer katkı maddeleri
Çelik Döküm	100 Lt.	70 kg. Silika Tozu	5 kg. Bentonit
Çelik Döküm	Yeterli su	100 kg. Manyezit	20 ks. Bentonit 20 ks. Hububat bağ. % 0,15 Sodyumbenzol
Çelik Döküm	12 — 15 Lt.	5 kg. Silika Tozu	1 kg. Bentonit 2,5 kg. Suda eriyen reçine

9.11 — ÇELİK DÖKÜMLERİN AKICILIĞI :

Ergitilmiş çelik dökümlerin akıcılığı, spiral ile ölçülür. Kullanılan spiral Şekil 8.8 de Esmer Dökme Demirin Akıcılık Deneyinde kullanılan spiral benzeridir. Çelik dökümün dökülme sıcaklığı ile bileşimi, spiral uzunluğuna etkileri fazladır. Bilhassa bileşimde bulunan karbon, silisyum, manganez, kükürt ile deoksidasyon maddeleri (alüminyum, ferro-silisyum v.b), spiralın uzun veya kısa olmasına etki ederler. Bunlar yanında, kalıbın yapıldığı gereç ile ergitmede uygulanan işlemler, çelik dökümün akıcılığına etki eden faktörlerdir.

Çelik dökümün akıcılığının iyi olması, kalıpta en ince kesitlere kadar yürümesi bakımından çok önemlidir. Bunun için alaşımın hazırlanmasına, kalıbın hazırlanmasında gerekli yöntemleri uygulamaya ve ergitmede uygulanan işlemlere bağlıdır.

9.12 — DÖKME ÇELİĞİN ERGİTİMİ VE ERGİTME OCAKLARI :

TS 1111'e göre; Çelik ergitme işlemi, sıvı veya katı hamdemir (pik) veya döküm malzemenin, demir veya çelik hurdasının, yahut bunların karışımının yeniden ergitilerek, istenilen özellikte bir çelik yapımı işlemidir, diye tanımlanır.

Bugün çelik, bir çok araç ve gerecin yapımında kullanılmaktadır. Bu nedenle çeliğin büyük miktarda (ton olarak) üretimi gerekmektedir. Çelik üretiminde kullanılan bir çok metot ve her metodun farklı özellikleri vardır.

Hamdemir (pik) bileşiminde normal olarak % 4—4,5 kadar karbon bulunmaktadır. Çeliklerdeki karbon miktarı en çok % 1,7 veya % 2 kadardır. Ancak üretiminde bu miktarda karbona hiç bir zaman zorunlu olmadıkça çıkılmaz. Hatta bileşimindeki karbonu % 0,60—0,80 olan çeliklere, yüksek karbonlu çelikler denildiği konunun başında belirtilmişti. Bunun yanında hamdemirin bileşiminde, karbondan başka değişik ve yüksek miktarlarda silisyum, manganez, fosfor ve kükürt gibi elementlerde bulunmaktadır.

Hamdemirden çelik üretmek için karbonun ve diğer elementlerin, çeliğin bileşimindeki miktarlara kadar indirilmesi gerekmektedir. Bunun için çelik üretimi gerçekte bir arıtma işlemidir.

Çelik üretiminde kullanılan hamdemirin bileşimine ve yapılmak istenilen çeliğin özelliklerine göre;

1. Asitik metot
2. Bazik metot

olmak üzere iki metot uygulanır. Bu metotlar ile elde edilen çeliklere de,

1. Asit çelik (A)

Asit astarlı ergitme ocaklarında ve asit curufla elde edilen çelikler,

2. Bazik çelik (B)

Bazik astarlı ergitme ocaklarında ve bazik curufla elde edilen çeliklere denir.

Asit ve bazik metotla karbon, silisyum ve manganez kolaylıkla azaltılırlar. Bu metotlardan; hamdemirin bileşimindeki fosfor ve kükürt miktarları az, buna karşılık silisyum miktarı fazla olduğu zaman ASIT METOT uygulanır. Bileşimdeki fosfor ve kükürt miktarları az olmalıdır, çünkü bunları asit metot ile azaltmak mümkün değildir. Bileşimdeki fosfor ve kükürt bazik metot ile azaltılır. Bazik metotta ocağa atılan kireç ile bazik bir curuf yapılır. Bu curuf arıtma işleminde, fosfor ve kükürt ile bileşikler meydana getirerek bu elementleri içine alır. Böylece bileşimden uzaklaştırılırlar.

Ergitmede kullanılacak döküm ocakları, curufların kimyasal bileşimine göre uygun bileşimdeki ısıya dayanıklı gereçler (refrakter) ile astarlanması (örülmesi) gerekir. Örneğin: Ergitme ocağını, asit metotla çalışıldığında asitik ısıya dayanıklı gereçlerle, bazik metotla çalışıldığında bazik ısıya dayanıklı gereçlerle astarlamak gerekir. Aksi halde curuf, ocak astarı ile birleşerek astarın çabuk yıpranmasına ve aşınarak bozulmasına sebep olur.

Çelik üretiminde kullanılan hamdemirin, çeliğe dönüştürülebilmesi için genel olarak oksitleme yöntemi uygulanır. Bu yöntemde, havanın oksijeni veya özel olarak hazırlanmış saf oksijen kullanılır. Oksijen sıcak haldeki madenin bileşimindeki kükürt hariç, diğer elementler ile birleşir. Bu arada demir de bir miktar oksitlenir. Bileşimdeki kükürtün giderilmesi ancak bazik bir curuf oluşturulması ve yüksek sıcaklıkta mümkün olur. Bu olay ile meydana gelen oksitler, gaz halinde banyodan uzaklaşır ve bacaya gider. Diğer yandan sıvı halde olanları ise, ocağa katılan maddeler ile birleşir ve curufu oluştururlar.

Arıtma sonunda çeliğin içinde kalan demiroksitin redüklenmesi gerekir. Bunun için ergimiş çeliğe, alüminyum, ferro-silisyum v.b. gibi deoksidasyon maddelerinin katılması gerekir. Bu maddeler genellikle çeliğin, potaya alınmasında veya kalıplara dökülmesi anında katılırlar.

Çeliklerin ergitme şekilleri ile bunların tarifleri ve tanıma sembolleri aşağıdaki gibidir.

D — Oksijen Konverter Çelikleri

Özel metotlarla konverter içine oksijen püskürtülerek üretilen çeliklerdir.

M — Siemens - Martin Çelikleri

Siemens - Martin ocaklarında üretilen çeliklerdir.

E — Elektrik Ark Ocağı Çelikleri

Elektrik ark ocaklarında üretilen çeliklerdir.

I — Endüksiyon Elektrik Ocağı Çelikleri

Endüksiyon Elektrik ocaklarında üretilen çeliklerdir.

Buraya kadar çeliğin nasıl ve hangi metotlarla üretildiği kısaca açıklanmıştır. Ancak çeliklerin ergitme yöntemleri ile beraber kullanılan ergitme ocaklarının neler olduğu ve nasıl çalıştıklarının açıklanması Bölüm 3'deki "Döküm Ocakları" konusunda verilmiştir.

9.13 — ÇELİK DÖKÜME KATILAN MADDELER VE ETKİLERİ :

Çelik dökümlerin bir çok özelliklerini değiştirmek ve geliştirmek için çeşitli maddeler katılır. Bu maddeler ve çelik dökümün mikro yapısına etkileri aşağıda açıklandığı gibidir.

1 — SİLİSYUM :

Silisyum, oksijen alıcı bir temizleyicidir. Silisyum, manganez gibi çeliklerin bileşiminde bulunabilir veya sonradan katılabilir. Çelikte % 0,3'e kadar silisyum bulunması mekanik özellikler üzerinde fazla etkisi olmamakla beraber, deoksidasyonu sağlar ve tam deokside edilmiş çelik üretimini kolaylaştırır. Fakat bu miktar artarsa çeliğin dayanımı ile sertleşme derinliği artar. Buna karşılık darbelere dayanımı azalır. Bunun için bir çok çeliklerin, silisyum miktarları % 0,35'in üzerine çıkmaz.

Silisyum, demirde çok erir ve katı eriyik meydana getirir. Karbon, bu eriyikte sementitten çok grafitik şekilde çökme eğilimi gösterir. Silisyum, paslanmaz çeliklere % 2 kadar, nikel - krom - wolfram (tungsten) valf çeliğinde ise % 1-2,5 arasında bulunur.

2 — MANGANEZ :

Manganez, karbür yapıcıdır ve çeliklerde oksijen alıcı olarak kullanılır. Ancak bu özelliği, silisyumdan daha azdır. Çeliklerdeki manganez miktarı % 10'un üzerine çıktığı zaman faz değişimleri azalır. Bileşiminde % 1-1,4 karbon ve % 10-14 manganez bulunan, manganezli çelikler çok kullanılır. Bu çeliklere 1000 °C de su verildiğinde, yüksek manganez miktarı normal sertleşme değişimini durdurur ve çeliğin yapısı oda sıcaklığında austenitik (ostenitik) olarak kalır. Bu yapıdaki çeliğin çekme dayanımı yüksek, dayanıklılığı çok fazladır. Aşınması çok az olduğu için kayalar kırıcıları, kırma silindireleri, demiryolu parçaları v.b. gibi çok yüksek dayanım istenen parçaların yapımında kullanılır.

Otomobil krank milleri ile piston kolu gibi yüksek çekme ve darbe dayanımı gerektiren parçaların yapımında % 0,35 karbon, % 1,5 manganez, % 0,35 molibden kullanılır.

3 — ALÜMİNYUM :

Alüminyum, çelikte oksijen alıcı olarak çok kullanılır. Demiroksidin oksijeni ile birleşerek alümina meydana gelir. Alüminyum, sıvı madenlerde erimiş olan gazları alarak çelik dökümlerde meydana gelen karınca v.b. gibi hataları önler.

Alüminyumla deoksidasyon işleminin, çelikteki yabancı sülfidlerin tip ve dağılımı üzerindeki etkisi çoktur. Bu amaçla % 0,5'e kadar alüminyum kullanılır.

Çeliklere, alüminyum katılması yapının küçük taneli olmasını sağlar. Bunun sonucu olarak da normal karbonlu çeliklerin çekme ve darbe dayanımları yüksek olur.

4 — BAKIR :

Bakır, bir çok az alaşımli yüksek dayanımlı yapı çeliklerinde kullanılır. Bu çeliklerin korozyona dayanımlarını artırır. Çeliğe az miktarda bakır katılması, atmosferik korozyon tesirlerini en aza indirir. Bu amaçla çeliğe % 0,15—0,25 bakır katılır. Bakır ayrıca çeliğin sülfürik aside karşı da dayanımını artırır. Bakır, demir ile birleşmez ve karbürleştirici değildir.

5 — NİKEL :

Nikel, çeliğin dayanımını artırır. Çelikte, özellikle krom ile birlikte bulunduğu zaman, sertliğin derinliklere inmesini sağlar. Krom - nikelli çelikler paslanmaz; korozyona (paslanma) ve ısıya dayanıklıdır. Bazı az karbonlu çeliklere dayanım ve sertliği artırmak için % 5'e kadar nikel katılabilir. % 5'den fazla nikelli çelikler, martenzit yapı meydana getirdiği için alaşım kırılğan (gevrek) olur. Bileşiminde % 15—20 nikel bulunan çeliklerin yapısı tamamen martenzitiktir. Bu gibi çeliklerin sertliği 300 Brinele kadar çıkar. Nikel miktarı daha fazla olursa, yapıda austenit görülür ve çeliğin sertliği azalır.

Bileşimlerinde alaşım elemanı olarak yalnız nikel bulunan çelikler, çok kullanılmakla beraber fiziksel özelliklerin artırılması için az miktarda krom ve molibden katılmasını gerektirir. Böyle çelikler, yüksek aşınma ve darbe dayanımı gerektiren parçaların yapılmasında kullanılır.

6 — KROM :

Krom, çeliğin dayanma özelliğini artırır, fakat buna karşılık esnekliğini azda olsa azaltır. Ayrıca çeliğin sıcaklığa dayanımını da artırır. Korozyonu önler. Bilhassa yüksek miktardaki krom, çeliğin paslanmaya ve aşınmaya karşı dayanımını artırır.

Kromlu paslanmaz çeliklerde, krom miktarı arttıkça, çeliğin kaynak yapılabilme özelliği azalır. Krom çok kullanılan bir alaşım elemanıdır. Çeliklere % 0,30'a kadar krom kullanılabilir. Krom çok kuvvetli karbür yapıcı bir yapı elemanıdır. Krom, yüksek karbonlu çeliklerde aşınma dayanımını artırır.

7 — VANADYUM :

Vanadyum, çeliklere çok az kullanıldığında bile alaşımın sıcağa dayanımını artırır. Vanadyum, bilhassa makina yapı çeliklerinin kristal yapılarının ince olmasını sağlamak ve mekaniksel özelliklerini geliştirmek için katılır.

Vanadyum genellikle, alaşımli makina yapı çeliklerinde % 0,03—0,25 arasında bulunur. Karbür yapıcı bir katkı elemanıdır. Ayrıca çeliğin çekme dayanımını artırır. Makina yapı çeliklerinde krom ve wolfram ile birlikte kullanılır.

Vanadyum, makina yapı ve sıcak iş çeliklerinde daha çok krom, hava çeliklerinde wolframla birlikte kullanılır.

8 — MOLİBDEN :

Molibden, çeliğin çekme dayanımını ve ısıya dayanıklılığını artırır. Ayrıca kaynak edilme özelliğini de artırır. Yalnız bileşiminde fazla miktarda molibden bulunursa, çeliğin dövülebilmesini güçleştirir. Molibden, daha çok krom ile birlikte kullanılır ve etkisi wolframa benzer.

Çeliklere krom ve nikel ile birlikte kullanıldığında, akma ve çekme dayanımlarını artırır. Molibden kuvvetli bir karbürleştirici olduğundan hava ve sıcak iş çeliklerinde, korozyona ve ısıya dayanımı istenen çeliklerin yapımında kullanılır.

Molibden genellikle % 0,5—1 arasında kullanılır. Bu miktar % 0,3 karbonlu çeliklerde % 8'e kadar olabilir. Az ve yüksek alaşımli çeliklere molibden katılması, bu çeliklerin yüksek sıcaklıklardaki mekaniksel dayanımlarını artırır.

9 — WOLFRAM (Tungsten) :

Kuvvetli bir karbür yapıcıdır. Wolfram, çeliğin dayanımını artırır. Takım çeliklerinde kesici ağızların sertliğinin, kullanma ömrünün artmasını ve yüksek ısıya dayanmasını sağlar. Bunun için takım ve hava çeliklerinde çok kullanılır. Wolfram, kaynak edilebilme özelliğini geliştirir. Wolframın başlıca kullanıldığı yer, yüksek hız takım çelikleridir. Bu çeliklerin en önemli elemanı olan wolfram, yüksek hız ve derin pasalarda verimli bir kesme sağlamak için, çeliğe gerekli özellikleri verir. En çok kullanılan yüksek hız çeliğinde % 18 wolfram, % 4 krom, % 1 vanadyum ve % 0,70 karbon bulunur.

10 — TITANYUM :

Titanyum, çok kuvvetli bir karbür yapıcıdır. Ayrıca temizleyici bir elementtir; başlıcaları oksijen ve azot olmak üzere diğer yabancı maddelerle dengeli bileşikler kurar. Genellikle oksijen alıcı olarak az miktarlarda kullanılır ve çeliklerin bileşiminde % 0,25'e kadar bulunabilir. Az karbonlu deoksidedilmemiş çelikleri deoksidedetmek için, potaya orta veya yüksek karbonlu ferro-titanyum katılır.

9.14 — ÖZEL ÇELİK DÖKÜMLER :

Belli özellikteki bir çelik alaşımından yapılmış araç ve gereçleri asit, korozyon, sıcak, soğuk gibi yerlerin hepsinde kullanmak mümkün olamaz. Çelik dökümden belli amaçlar için üretilen araç ve gereçler, buldukları ortamın tesirlerine dayanabilecek uygun özellikleri taşımalıdırlar. Bu nedenle belli etkilerde özelliğini bozmadan kullanılacak ve dayanabilecek çelik bileşimini yapmak gerekir. Aşağıda belli yerlerde dayanım gösteren ve istenilen özellikleri taşıyan çelik dökümlerden örnekler verilmiştir. Genel olarak bunları "Özel Çelik Dökümler" diye tanımlamak da mümkündür.

1 — KOROZYONA DAYANIKLI (Paslanmaz) ÇELİK DÖKÜMLER

Bazı kaynaklar korozyonu, kimyasal ve elektrokimyasal tesirlerle katı bir cismin yüzeyinden, iç kısımlarına doğru oluşan tahribat olarak tanımlar. Buna örnek olarak demir ve çeliklerdeki paslanma gösterilebilir. Bu madenlerdeki paslanma olayı oksijen ve rutubetin etkileridir. Havadaki oksijen demir ve hidrojenle birleşir ve demiroksit (FeO) bileşimini meydana getirir. Bu bileşik için gerekli olan demir miktarı, etkilenen demir parçasının yüzeyinden alınır. Bu kimyasal olay ne kadar uzun olursa, o kadar çok demir alınır ve olayın meydana getirdiği tahribat o derece fazla olur.

Biraz rutubetlenmiş iki değişik madende derhal beklenilmeyen ve hatta arzu edilmeyen gayet ufak paslanma olayları başlar. Bunlardan korozyona dayanımı daha az olan maden etkilenir ve zamanla bozularak özelliğini kaybeder. Bu tesirlere çeliğin dayanımını artırmak için belli maddeler katılır. Bu maddelerin en çok kullanılanı ve önemlisi kromdur.

Krom, demire göre oksijen tarafından daha çabuk etkilenir. Çünkü oksijen, krom atomları ile birleşir ve krom oksit oluşur. Bu oksit, çeliğin bütün yüzeyini zar gibi sarar. Böylece çelik, oksijenin etkisinden korunmuş olur. Kromun bu görevini yapabilmesi için bileşimde en az % 12 krom olması gerekir.

Bileşiminde % 12 krom bulunduran bu tip çeliklere paslanmaz çelik dökümler denilir. Bu çelik dökümler bilhassa kimyasal etkilere karşı çok dayanıklıdır.

Paslanmaz çelik dökümlerin değişik kullanma alanları vardır. Su türbinlerinin korozyon ve aşınmasının fazla olabilecek kısımlarında, kimya endüstrisinde asitlere dayanım istenen parçalarda, tıp alanında pek çok araç ve gereçlerin yapımında, ayrıca; subaplar, pompa gövdeleri ile dişliler ve daha bir çok parçaların yapımında paslanmaz çelik dökümler kullanılır.

Paslanmaz çelik dökümlerin ergitilmesi ancak az miktarda asitli endüksiyon ocaklarında mümkündür. Daha büyük hacimler için yalnız bazik ocakları kullanılır. Krom - Nikelli çelikler her zaman bazik astarlı endüksiyon ocaklarında ergitilir.

Paslanmaz çelik dökümler üç gruba ayrılırlar :

- Ferritik - Karbürü çelik dökümler (% 25-30 krom, % 0,5-1 karbon)
- Perlitik - Martenzitik çelik dökümler (% 13-17 krom, % 0,1-0,25 karbon)
- Austenit - Krom - Nikel çelik dökümler (en az % 18 krom, % 8 nikel ve en fazla % 0,1 karbon)

% 14 kromlu çelik dökümün çekme dayanımı 60-110 kg/mm² arasında değişir. Akma sınırı ise 40-80 kg/mm² dir.

2 — MANYETİK OLMAYAN ÇELİK DÖKÜMLER :

Manyetik olmayan çelik dökümlerin, düşük elektrik geçirgenliği, dayanımı ve çok iyi işlenme özelliklerinin olması gerekir. Ayrıca, korozyona da dayanabilmelidir. Bu çeliklerde manganez ve nikel öncelikle belirtilecek elemanlardır. Yukarıda belirtilen özelliklerin olabilmesi için, karbon miktarının iyi seçilmesi, katılan alaşım elementlerinden krom, molibden, vanadyumun alaşımında bulunması gerekir. Manyetik olmayan belli başlı çelik dökümler şunlardır:

Çok manganezli çelik dökümler, Krom - Nikel - Manganezli çelik dökümler, Krom - Nikelli çelik dökümler. Bunlardan krom - nikel - manganezli çelik dökümlerinin bileşiminde; % 8 krom, % 5 nikel, % 8 manganez veya % 5 krom, % 8 nikel, % 8 manganez ve % 1 vanadyum bulunur. Bu çelik dökümün iyi dökülme ve yeterli işlenebilme özelliği vardır. % 12

manganezli, çelik dökümünden ayrılır. Vanadyumlu alaşım, 60 kg/mm²'ye dayanır. Buna karşılık dökme özelliği bakımından vanadyumsuz alaşımdan daha kötüdür.

Krom - nikelli çelik dökümler ise, % 18 krom ve % 8 nikelli alaşımdır. Bilinen paslanmaz çelik döküm çeşitleri alaşımı meydana getiren elementlerin ayarlanması ile daha az geçirme değerlerine getirilebilirler. Bunun için nikel katılması ile krom, molibden miktarlarının sınırlanması ve ferrit miktarının azalması gerekir.

3 — SICAĞA DAYANIKLI ÇELİK DÖKÜMLER :

Sıcağa dayanıklı çelik dökümler, gazların bilhassa 600 °C den daha fazla sıcaklıklardaki oksitleyici etkilerine dayanıklı bir alaşımdır. Sıcağa dayanıklı çelik dökümler, belli sıcaklıkta ve belli soğutma işlemlerine dayanabilen bir yapıda olmalıdır. Ayrıca sıcak durumda iyi bir dayanım ve yanmış yağın oluşturduğu korozyona karşı dayanımı da aranan özellikleridir.

Sıcağa dayanıklı çelik dökümler, bir çok yerde kullanılır. Devamlı çalışan ve sıcaklığa dayanıklı çelik dökümden yapılmış konveyör, ızgara, kutu ve zincirlerle, içine tav gereci gönderilen ısı işlem fırınlarının yapımı bu çelik sayesinde mümkün olmuştur. Sıcağa dayanıklı savurma dökümden yapılan borular, ocakların ve döküm potalarının ısıtılmasında kullanılırlar.

Kükürtlü filizlerin tavlama fırınlarındaki işlemlerinde kullanılan kromlu çelik dökümden karıştırıcılar ve ızgara çubukları diğer bütün gereçlerden daha ekonomiktir. Çimento endüstrisi döner fırınlarında sıcaklığa dayanıklı gereçler kullanılır. Petrol endüstrisinde ve petro - kimya fırınlarında sıcağa dayanıklı, savurma dökümüyle yapılmış borular, dirsekler ve boru askıları kullanılır. Krom - nikelli çelik dökümlerden yapılmış ızgaralar, parçaların tavlama sırasında kullanılır. Dizel motorlarında subap gövdesi ve tablası gene sıcağa dayanıklı çelik dökümden yapılan bir başka örnektir...

Sıcağa dayanıklı yüksek alaşımli çelik döküm çeşitlerinin karbon miktarı, dövme gereçlere göre biraz fazladır. Karbonun fazlalığı, döküm özelliğini artırır. Austenitik (ostenitik) krom - nikel çeşitlerinin sıcaklığa dayanımlarını artırır. Bileşimlerine göre bunları iki sınıfa ayırabiliriz.

a) Kromlu Çelik Dökümler :

Sahip oldukları krom miktarına göre 600—1200 °C arasında oksidasyona dayanıklıdır. Fakat dayanımları azdır.

b) Krom - Nikelli Çelik Dökümler :

Bu austenitik çelik dökümler, oksidasyona karşı iyi bir dayanıklılık yanında, artan nikel miktarı ile sıcak durumdaki dayanımı artar. Isıl zorlamaların yanında, mekanik zorlamaların da bulunduğu durumlar için çok elverişlidir.

Nikelli çeliklerin, kükürtlü gazlarla temasta bulunmaları uygun değildir. Bilhassa gazlar, indirgeyici olarak etki yapar ve kükürt bulunursa çok kötü durum yaratır. Düşük sıcaklıklarda ergiyen nikel sülfidlerin oluşması, yapıyı çok bozar. (Nikel - sülfidin ergime noktası 787 °C ve ötektik nikel - sülfidin ergime noktası 644 ° dir.)

Sıcaklığın 900 °C ye kadar çıkabildiği ve çok miktarda alkali bulunan yakacakların kullanıldığı durumlarda, takriben % 50 krom, % 50 nikel; aynı şekilde % 60 krom ve % 40 nikel tavsiye edilen değerlerdir. Bu çelik alaşımları soğuk durumda kırılırlar, fakat 600 °C nin üstünde iyi bir esneklik kazanırlar.

Tablo 6 da Krom - Nikelli çelik alaşımlarının üst sıcaklık sınırları verilmiştir.

Tablo 6 Krom - nikelli çelik alaşımlarının sıcaklığa dayanımları

Alaşımın cinsi	Dayandığı sıcaklık (°C)
% 50 Krom — % 50 Nikel	750 — 850
% 60 Krom — % 40 Nikel	850 den fazla

Yanma ürünlerindeki küllerin etkisi daha az ise, daha yüksek sıcaklıklara çıkılabilir. Krom % 35 ve Nikel % 65 olan çelik döküm alaşımı soğuk durumda, yukarıdaki iki alaşımdan daha esnektir (sünek). Buna rağmen küllerin korozyonuna dayanıklı değildir. Ancak 750 °C ye kadar kullanılabilirler.

4 — SOĞUĞA DAYANIKLI ÇELİK DÖKÜMLER :

Soğuşa dayanıklı çelik dökümler, sıfırın altında (-10°C) den daha aşağı sıcaklıklarda dahi yeteri kadar çekme dayanımı ve esneklik (süneklik) gösteren çelik dökümler için söylenebilir.

Soğuşa dayanıklı çelik döküm, kutuplarda çok düşük soğuklarda kullanılmakta olan taşıtlarda, ayrıca (-70°C) dolaylarındaki strotosfer sıcaklıklarında değişen durumlarda uçan uçaklarda kullanılır. Bununla birlikte ana uygulama yeri, son yıllarda çok önemli bir ekonomik alan olarak gelişmiş olan endüstriyel soğutma tekniğidir.

Çelik elde etme metodlarındaki fazla oksijen sarfiyatı, oksijene olan ihtiyacı oldukça artırmıştır. Petro-kimya sanayiinde organik ürünlerin ayrışması dondurulmakla yapılmaktadır. Bunların arasında bilhassa plastiklerin ana maddesini teşkil eden etilenin elde edilmesi ve parçalanışı önemlidir. Yüksek soğuk tekniğinde yer gazı (metan) ın sıvılaştırılması, yeni bir kullanma sahası ortaya çıkarmıştır. Bu sahada çelik döküm, esas olarak soğuşa dayanıklı donanımlarda kullanılır.

Soğuşa dayanıklı belli başlı çelik dökümler şunlardır :

a. Alaşımız, ferritik-perlitik yapıdaki çelik dökümler. Çekme dayanımları $45-60\text{ kg/mm}^2$ ve kullanma sıcaklığı (-40°C) ye kadar.

b. İslah edilmiş çelik dökümler. (Krom-Molibden veya Nikel alaşımli çelik dökümler) 65 kg/mm^2 ye kadar çekme dayanımı kazandırılır. Kullanma sıcaklığı (-120°C) ye kadar.

c. Austenitik çelik dökümler. Ergiyik halde tavllanmış ve su verilmiş, kullanma sıcaklığı (-196°C) ye kadardır.

5 — DÖKME İSLAH ÇELİKLERİ :

$\%5$ alaşımli, $70-120\text{ kg/mm}^2$ çekme dayanımı olan dökme çeliğe, az alaşımli dökme islah çeliği denir. Yüksek çekme dayanımı, yüksek zorlanma, büyük yüklerle karşı islah çelikleri kullanılır. Bileşimindeki karbon oranı $\%0,25-0,46$ arasında değişir. Karbon miktarı fazla olduğu takdirde, kaynak anında bazı sorunlar doğar. Silisyum $\%0,3-0,5$, manganez $\%0,5-0,9$ arasında değişir. Darbelere dayanabilmesi için, fosfor ve kükürt miktarları mümkün olduğu kadar az olmalıdır.

Alaşım elementleri olarak, molibden, krom-molibden-vanatyum veya krom-nikel-molibden kullanılır. İyi bir sertleştirme için, alaşım elementlerinin uygun ve yeterli miktarlarda seçilmesi gerekir. İslah çelikleri

için, en iyi ve ekonomik alaşım elementi kromdur. Krom miktarı yükseldikçe, kritik soğuşma hızı çok çabuk düşer. Krom miktarı $\%3,5$ 'e kadar uygundur. İslah işlemi 70 kg/mm^2 ye kadar olur. Az karbonlu iken, suda sertleştirmeyle çok iyi darbe dayanımı sağlanır. Molibdenli alaşımında, sertleştirme iyi sonuç vermez. Darbe dayanımı düşüktür. $\%0,20-0,50$ ye kadar molibdenli alaşım yapılabilir. Krom-molibdenli çeliklere nikel katılmasıyla sertleşme normalleşir. Krom-molibden dökme çeliklerinde 100 kg/mm^2 çekme dayanımı ve üstün bir tokluk sağlanabilir. Eğer iyi bir çekme dayanımı ve iyi bir dayanıklılık istenirse, krom-nikel-molibdenli çelikler seçilmelidir.

9.15 — ÇELİK DÖKÜMLERE UYGULANAN ISIL İŞLEMLERİ :

Çeliklere uygulanan ısıl işlemleri aşağıdaki gibi belirtmek mümkündür. Bu işlemler için kullanılan diyagram Şekil 9.2 de görülmektedir. (TS 1111'e göre)

Isı işlemi: Katı durumdaki metal veya alaşımlarına kimyasal bileşimine göre belirli özellikler kazandırmak amacıyla uygulanan bir veya daha çok sayıda veya birbiri peşine tavlama (ısıtma) ve soğutma işlemidir. (Sıcak biçimlendirme veya sıcak işlemle yüzey koruması amacıyla yapılan ısıtmalar, ısı işlemi sayılmaz.)

1 — SERTLEŞTİRME (Sulama) :

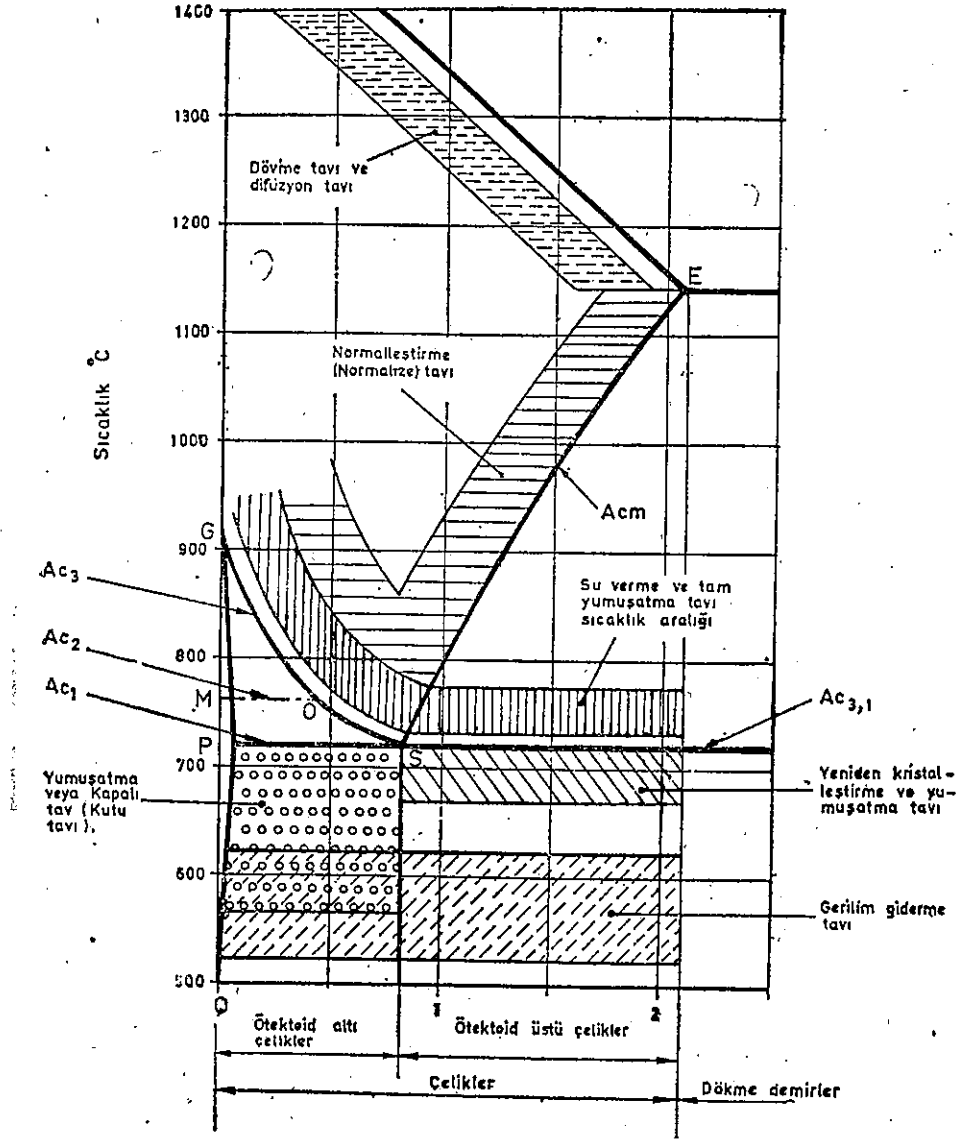
Sertleştirme, genellikle çeliği kimyasal bileşimine göre Ac sıcaklığının (Şekil 9.2) az üstünde tavladıktan sonra kritik soğuşma hızından daha çok hızla suda, yağda veya havada soğutma işlemidir. (Karbon çeliklerinin sertleştirilmesinde, ötektoit altı çelikler, Ac₁'ün, ötektoit üstü çelikler ise Ac₁'in az üstünde ısıtılır.)

2 — MENEVİŞLEME :

Menevişleme, ısı işlemi ile sertleştirilmiş bir çeliği Ac₁ (Şekil 9.2) dönüşüm sıcaklığı altında ve yüksek olmayan sıcaklıklarda ($150-450^{\circ}\text{C}$) ısıtılarak uygun bir hızla soğutup, kırılabilirliği giderme işlemidir.

3 — NORMALLEŞTİRME (Normalize) TAVI :

Normalleştirme veya normalize tavi, tane küçültme, homogen bir mikro yapı elde etmek ve çoğunlukla mekanik özellikleri geliştirmek amacıyla ötektoit altı çelikleri Ac₁ (Şekil 9.2) ve ötektoit üstü çelikleri Ac₁ dönüşüm sıcaklıklarının üstündeki sıcaklıkta ısıtma ve fırın dışında sa-kin havada soğutmadır.



Şekil 9.2 Çeliklere uygulanan çeşitli ısı işlemlerine ait sıcaklık bölgeleri (tavlama bölgeleri)

4 — YUMUŞATMA TAVI:

Yumuşatma tavlama, genellikle çeliğe perlit dönüşüm noktası Ac_1 (Şekil 9.2) civarında, fırında veya özel kapalı bir yerde tavlama ve sonra yavaş soğutma işlemidir.

Ötektoid altı çelikler, soğuk biçimlendirmenin devam etmesi gerektiği hallerde, $550-723^\circ\text{C}$ arasında bir sıcaklıkta ısıtılarak yavaş soğutulur. Buna ara tavlama denilir.

Ötektoid üstü çelikler, sert lamel sementitleri küresel sementit haline dönüştürerek talaş kaldırmak için Ac_1 noktası civarında tavlama yapılarak yavaş soğutulur.

5 — GERİLİM GİDERME TAVI:

Gerilim giderme tavlama, biçimlendirme, dökme veya kaynak işleminin doğan iç gerilmeleri azaltmak amacıyla, bir madeni gereci dönüşüm sıcaklığı altında uygun bir noktaya kadar ısıtma ve sonra yavaş soğutmadır. (Çelikler çoğunlukla $550-670^\circ\text{C}$ arasında tavlama yapılır.) Şekil 9.2.

6 — ISLAH ETME:

Islah etme, genellikle makina yapı çeliklerinin özlüğünü artırmak amacıyla, bunları önce sertleştirme sonra da Ac_1 (Şekil 9.2) dönüşüm altındaki sıcaklıklarda ($400-675^\circ\text{C}$) yapılan menevişleme işlemlerinin tümüdür.

7 — YÜZEY SERTLEŞTİRME:

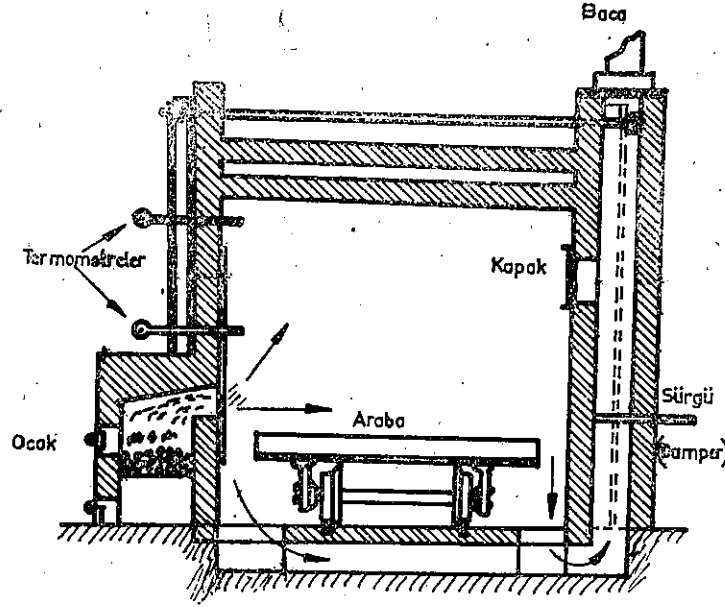
Yüzey sertleştirme, iç kısmının vurmaya karşı dayanımı yüksek olan, uygun bileşimdeki çeliklerin yüzeylerini belirli bir derinliğe kadar sertleştirme işlemidir. Başlıca yüzey sertleştirme metotları; Semantasyon, Nitürleme ve Sadece Isıtma ile (alevle veya endüksiyonla) yüzey sertleştirme işlemidir.

9.16 — ÇELİK DÖKÜMLERİN ISIL İŞLEMLERİNDE KULLANILAN TAV FIRINLARI:

Çelik dökümlerinin ısı işlemlerinde kullanılan tavlama fırınları çok çeşitlidir. Çelik döküm atelyesinin şekline ve döküm parçalarının durumlarına göre değişik biçim ve büyüklükte yapılırlar.

Tav fırınlarının iç kısımları ısıya dayanıklı ateş tuğlaları ile örülür. Tavanları düz veya kavisli yapılırlar. Döküm parçalar tav fırınına elle veya vinç ile konulur.

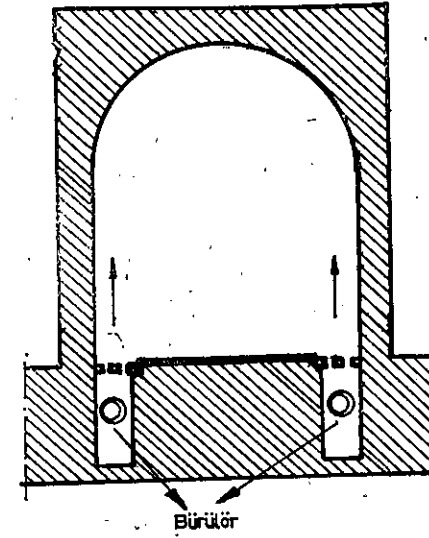
Tav fırınları, arabalı veya arabasız olarak kullanılabilirler. Arabalı olanları, kalıpların ve maçaların kurutulmasında kullanılan "Kurutma Fırınları" na benzerler. Büyük ve ağır döküm parçalar, araba üzerine vinç ile konulur. Sonrada araba raylar üzerinde, fırın içine itilerek sürülür. Şekil 9.3 de arabalı ve katı yakıtla çalışan tav fırını görülmektedir.



Şekil 9.3 Arabalı ve katı yakıtla çalışan tav fırını

Arabasız olanlarında döküm parçalar elle, büyük döküm parçalar ise fırın üstü (tavanı) açılarak vinç ile fırın içine yerleştirilir. Ancak böyle tav fırınları genellikle az kullanılır. Şekil 9.4 de arabasız ve tavanı kavisli, sıvı yakıtla çalışan tav fırını görülmektedir.

Tav fırınlarının içi, istenilen sıcaklıkta olmalıdır. Tav fırınlarında istenilen tavlama sıcaklıkları gerektiğinde azaltılabilmeli veya artırılabilir. Bunun için fırın iç sıcaklığını ayarlayan ve bu sıcaklıkları gösteren sistemleri bulunmalıdır.



Şekil 9.4 Arabasız ve tavanı kavisli, sıvı yakıtla çalışan tav fırınının kesiti

Tav fırınlarının iç sıcaklığı tavlacak döküm parçalar için çok önemlidir. Fırın içindeki sıcaklığın dışarıya sızmasını önlemek amacıyla fırın kapıları iç içe iki tane yapılır. Kapılar yanlara açılacak şekilde veya yukarıya kalkacak şekilde sürgülü olarak yapılırlar. Ayrıca diğer kısımlarından sıcaklığın sızmaması için gerekli önlemler alınır. Böylece fırın iç sıcaklığı sabit tutulduğu gibi yakıttan da gerekli tasarruf sağlanmış olur.

Tav fırınlarının ısıtılmasında katı, sıvı ve gaz yakacaklar kullanılır. Özel hallerde veya küçük tipdeki tav fırınlarında elektrik de kullanılır. Katı ve sıvı yakacaklarla yapılan tavlamalarda, yakacağın alevi döküm parçalar üzerine direkt olarak gelmemelidir. Bu durumdaki döküm parçanın yakacak alevinin direkt etkisinde kalan kısımları çok fazla, diğer kısımları ise az ısınır. Bu şekildeki tavlama ile döküm parçanın her tarafı istenilen şekilde tavlannamış olur. Sonuç olarak döküm parçanın mikro yapı değişimi de tam olmaz.

Yakacak alevinin, döküm parça yüzeyine direkt olarak teması önlenmelidir. Bunun için, yakacak alevi ile döküm parçaların bulunduğu kısımlar arasına ateş tuğlasından ince duvarlar örülür.

Tav fırınının ısıtılmasında kullanılan sıvı veya gaz yakacağıın ısısı fırın büyüklüğüne ve şekline göre, değişik kısımlarından fırın içine gönderilir. Katı yakacak ile ısıtılan tav fırınlarında ise, yakacak fırının uygun bir kısmına konulan ocak kısmında yakılır. Burada meydana gelen sıcaklık, fırın içine özel olarak gönderilerek tavlama sıcaklığı sağlanır. Bütün bu sistem ve fırın şekilleri döküm atelyesinde yapılan döküm parçaların özelliklerine bağlıdır.

Tavllanmış döküm parçaların gerektiğinde soğutulabilmesi için, tav fırınının ön veya yakın kısmında yapılmış su havuzları bulunur. Bu havuzlar, tavllanmış döküm parçaların soğutulması için kullanılırlar. Fırında tavllanmış döküm parça alınır ve su havuzunda hızla soğutulur. Bu havuzun suyu, gerektiğinde değiştirilebilecek şekilde bir sistemle donatılmış olmalıdır.

SORULAR

- 1 — Çeliği tarif ediniz ve sınıflandırınız.
- 2 — Karbonlu çelikleri karbon miktarına göre sınıflandırınız.
- 3 — Dökme çeliği tanıtmınız.
- 4 — Dökme çeliğin kimyasal bileşimini söyleyiniz.
- 5 — Alaşımli dökme çelikleri tanıtmınız.
- 6 — Çelik dökümlerde kullanılan yapay (sentetik) kalıp kumunun bileşimini söyleyiniz.
- 7 — Çelik kalıp kumlarında ne gibi özellikler olmalıdır.
- 8 — Çelik dökümlerde kullanılan maçalar hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 9 — Dökme çeliklerde meydana gelen hatalar nelerdir.
- 10 — Ergimiş madenin kuma girmesine sebep olan durumlar nelerdir.
- 11 — Çelik dökümlerin kalıp ve maçalarında kullanılan boyaların faydalarını söyleyiniz.
- 12 — Çelik üretiminde kullanılan asitik ve bazik metotlar hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 13 — Çeliklerin ergitme şekilleri ile tanıma sembolleri nelerdir.
- 14 — Çelik dökümlere katılan maddeler nelerdir.
- 15 — Dökme çeliğe katılan kromun etkisi nasıldır.
- 16 — Dökme çeliğe katılan molibdenin etkisini söyleyiniz.
- 17 — Özel çelik dökümleri tanıtmınız ve sınıflandırınız.
- 18 — Çelik dökümlere uygulanan ısı işlemler nelerdir.
- 19 — Çelik dökümlerin ısı işlemlerinde kullanılan tav fırınları hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 20 — Çelik dökümlere uygulanan normalleştirme tavını anlatınız.

TEMPER DÖKME DEMİR

10.1 — TEMPER DÖKME DEMİRİN TANITILMASI :

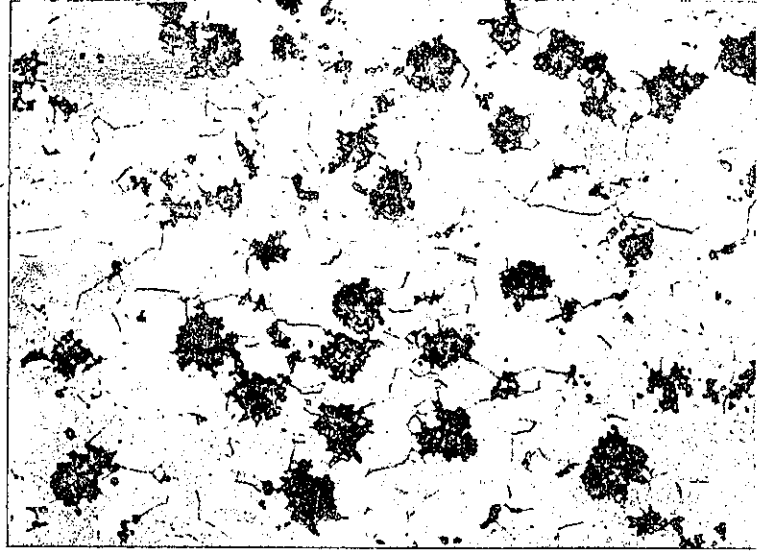
Yüksek fırından elde edilen beyaz ve esmer hamdemirin Kupol ocaklarında kok ve kireçtaşı ile ergitilerek dökme demir elde edildiği daha önce anlatılmıştı. Dökme demirin akıcılığının iyi olduğunu ve böylece birçok makina parçasının döküm yolu ile elde edildiğini biliyoruz.

Dökme demirin bileşimindeki karbonun fazla olması dökme demirin, normal sıcaklıkta veya kızıl derecede bile kırılğan olmasına sebep olmaktadır. Dövülmeğe elverişli olmaması, esnememesi ve çok kırılğan olması dökme demirin en sakıncalı yönleridir.

Dökme demirlerin bilhassa esmer (gri) dökme demirin bileşimindeki karbonun, büyük bir kısmı, ~~lamel~~ (yapraçık) grafit halindedir. Bu grafit yaprakçıkları doku içinde boş bir hacim oluşturur. Böylece darbe ve zorlamaların etkisiyle gerecin bünyesinde meydana gelen iç gerilmeler, kolayca bütün kütleyle dağılmaktadır. Bu yüzden dökme demir kırılğan olmaktadır. Ayrıca, döküm parçalar, ölçüleri küçüldükçe ve kesitleri incelidikçe, dökümden sonra hızlı soğumadan dolayı sert, kırılğan olmakta ve makina işçilikleri zorlaşmaktadır. Bu şekildeki parçaların, demirden dövülerek şekillendirilmesi veya çelik döküm yolu ile elde edilmesi çok masraflı olmakta bazı hallerde yapımları bu yollarla bile mümkün olamamaktadır.

Uzun çalışmaların sonra, her kalıba kolayca dökülebilen ve beyaz dökme demirden yapılan parçalara ısıl işlem uygulanarak "TEMPER DÖKME DEMİR" elde edilmiştir.

Isıl işlem yolu ile beyaz dökme demirin içindeki karbon, rozet gurupları haline getirilmektedir. Şekil 10.1 Ayrıca, oksitleyici bir ortam yardımı ile yüzeydeki karbon da kısmen indirgenmektedir.

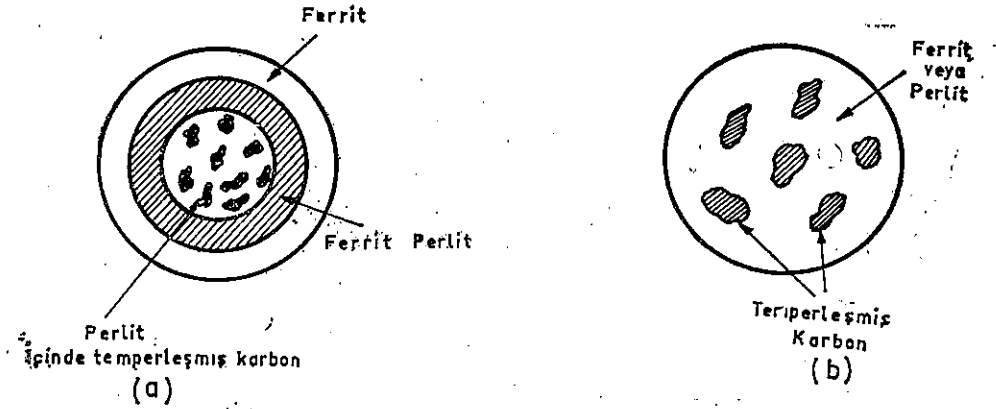


Şekil 10.1 Temper dökme demir karbonu

Temper dökme demir, yapımında kullanılan gercin beyaz dökme demir olması zorunludur. Beyaz dökme demirde karbon, perlit ve sementit (Fe_3C) halindedir. Beyaz dökme demir, uygun sıcaklıklara kadar ısıtılarak yapısında bulunan sementit ve perlit parçalanır. Böylece serbest kalan karbon, çok yavaş soğuma hızı ile rozet gurubu haline geçer. Buna "TEMPER KARBONU" adı verilir.

Yapısında bir miktar grafit bulunan dökme demir, ısı işlem uygulanırsa bile, temper dökme demir haline getirilemez. Çünkü grafitler şekil değiştirmez. Bu nedenle tekrar belirtelim, temper dökme demir yapımında mutlaka beyaz dökme demir kullanılmalıdır.

Temper dökme demir, iki ayrı metotla elde edilmektedir. Birincisi, Avrupa metoduudur. Buna "BEYAZ TEMPER DÖKME DEMİR" denir. Türk Standartlarına göre rumuzu BTD dir. İkincisi, Amerikan metoduudur. Adı "SIYAH TEMPER DÖKME DEMİR" dir. Rumuzu STD dir. Her iki temper dökme demirin kimyasal bileşimleri pek farklı değildir. Fakat uygulanan temperleme işlemlerinin farklı olması, yapılarının ayrı ayrı oluşmalarına sebep olur. Şekil 10.2 de beyaz ve siyah temper dökme demirlerin yapıları görülmektedir.



Şekil 10.2 (a) Beyaz. (b) Siyah temper döküm yapıları

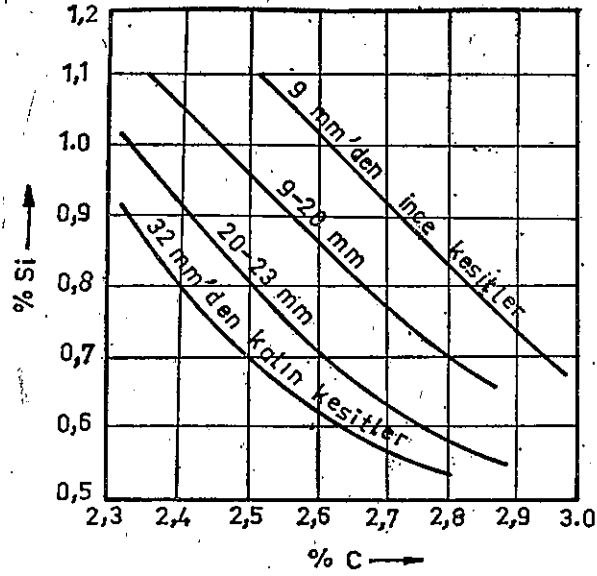
10.2 — KİMYASAL BİLEŞİM :

Seçilen kimyasal bileşim, katılaşma anında dokuda serbest grafit oluşumuna meydan vermemelidir. Aksi halde meydana gelecek grafitlerin şekilleri tavlama ile değiştirilemez. Karbon miktarı mümkün olduğu kadar az olmalıdır. Karbon miktarı azaldıkça dekarburizasyon kolaylaşır ve tavlama işlemi daha iyi netice verir. Temper dökme demirin bileşimindeki elementlerin % değerleri genellikle Tablo 10.1 de görüldüğü gibidir.

Tablo 10.1 Temper dökme demirin bileşimi

Elementin Adı	% Miktarı
Karbon (C)	2.00 — 3.00
Silisyum (Si)	1.00 — 1.80
Manganez (Mn)	0.20 — 0.50
Fosfor (P)	0.01 — 0.10
Kükürt (S)	0.02 — 0.17

Bilindiği gibi silisyum, dökme demirlerin katılaşmasında grafitleşmeyi kolaylaştıran bir elementtir. Aynı zamanda tavlama sırasında sementitin ayrışmasını da çabuklaştırır. Bu nedenle, kimyasal bileşimdeki silisyum miktarı, bu iki sakıncayı ortadan kaldıracak miktarda olmalıdır. Şekil 10.3 deki diyagramda karbon ve silisyum miktarları ile dökülecek parça kalınlıkları arasındaki bağıntı gösterilmektedir.



Şekil 10.3 Karbon ve silisyum miktarlarının parça kalınlıklarına etkileri

Manganez, ısıl işlem anında sementitin parçalanmasına mani olur. Manganez miktarı genellikle % 0.40 civarında tutulmalıdır. Bileşimde fazla kükürt karbürlerin parçalanmasını önleyerek tavlama zamanını artırır. Bileşimde yüksek fosfor, kırılabilirliğin artmasına sebep olur. Genellikle fosfor miktarı % 0.20 nin altında tutulur.

Daha iyi beyaz temper dökme demir elde etmek için, alaşıma % 0.03 kadar krom katılması önerilir. Ayrıca alaşıma katılan % 1.50 oranındaki bakır, tavlama sırasında zamanı % 20-50 azaltır ve temper dökme demirin fiziksel özelliklerini artırır.

10.3 — DÖKÜM TEKNİĞİ VE ÖZELLİKLERİ :

Temper dökme demirin, Beyaz dökme demirden yapıldığını belirtmiştik. Beyaz dökme demirden dökülecek döküm parçalar için kullanılan kalıp ve maça kumu esmer dökme demir için kullanılanların aynıdır. Yalnız kalıplamada kalıp sıklığının fazla olmasına dikkat edilmelidir.

Çünkü beyaz dökme demirin % çekme miktarı, esmer dökme demire göre daha fazladır. Kalıp sıklığının fazla olması, esmer dökme demire göre

daha fazladır. Kalıp sıklığının fazla olması, alaşımın katılaşmasında hacim olarak küçülmesine engel olur. Böylece döküm parçalarda sakıncalı olan iç gerilmeler meydana gelir.

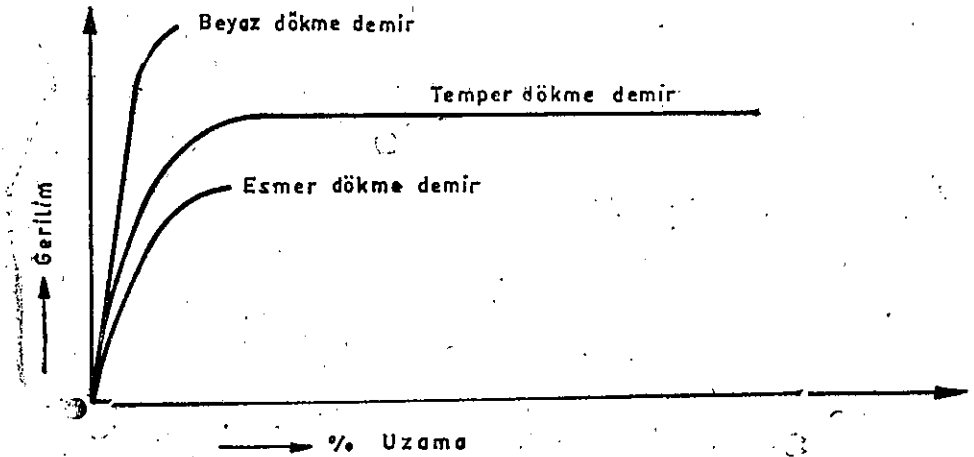
Beyaz dökme demirin çekme miktarı % 1.50-2.50 kabul edilir. Döküm parçaların sağlam alınabilmesi için çelik döküm gibi besleyici kullanılması gerekir. Dökümlerin yüzey temizliği iyidir. Bu nedenle parçalara fazla işleme payı vermeye gerek yoktur.

Temper dökme demirden yapılan parçaların ağırlıkları genellikle 0,5-1 Kg. kadardır. Parçalar gayet ince kesitlidir. Kalıpta madenin akıcılığını arttırmak için üst derece yükseltülerek sıvı madenin basıncı artırılır. Özel olarakta 100 Kg. a kadar olan parçalar da dökülebilir.

Akıcılığı iyidir. Karbon miktarı arttıkça ve sıcaklığı yükseldikçe, akıcılığı artar. Dökülme sıcaklığı, esmer dökme demire göre daha fazladır. Döküm sıcaklığı, 1420°C-1480°C arasındadır.

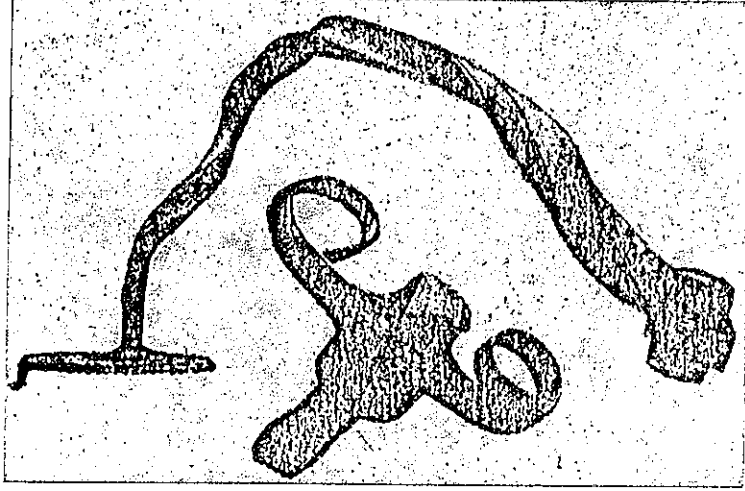
Temper dökme demirin % uzaması fazladır. Yapısındaki ferrit miktarına göre yumuşaklığı, perlit miktarına göre dayanımı artar.

Şekil 10.4 deki gerilim - uzama diyagramında, beyaz ve esmer dökme demirlerin uzama kabiliyetlerinin çok sınırlı, buna karşılık temper dökme demirin çok iyi olduğu görülmektedir.



Şekil 10.4 Beyaz, esmer ve temper dökümün gerilim - uzama diyagramları

Şekil 10.5 deki resimde temper dökme demirin eğilmeye, bükülmeye ve dövülmeye ne kadar elverişli olduğu açıkça görülmektedir.



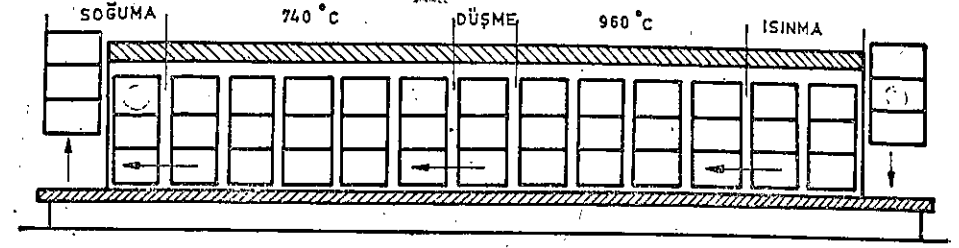
Şekil 10.5 Bükülmüş ve eğilmiş temper dökme demir

10.4 — ERGİTME OCAKLARI :

Beyaz dökme demirin ergitilmesinde genellikle döner ocaklar kullanılır. Bundan başka, Kupol ocağı - Döner ocak veya kupol ocağı - elektrikle çalışan ocak ikilisi şeklinde paralel (dubleks) çalışma şekli endüstride bir hayli yaygındır. Döner ocaklarda ergitme hızıdır. Sıcaklık 1600 °C a kadar çıkabilir. Ocak içinde yakacak ile madenin teması olmadığından, düşük karbonlu alaşım elde etmek kolaylaşır. Bu ocaklarda yakacak olarak toz kömür, sıvı ve gaz yakacaklar kullanılmaktadır.

10.5 — TEMPERLEME FIRINLARI :

Bu fırınlar kamaralı veya tünel şeklindedirler. Isı tasarrufu bakımından tünel şeklinde yapılan fırınlar her zaman tercih edilir. Tünel şeklindeki fırınlar seri çalışırlar. Büyük işletmeler için en uygun fırın tipi budur. Şekil 10.6 bir tünel fırın görülmektedir.

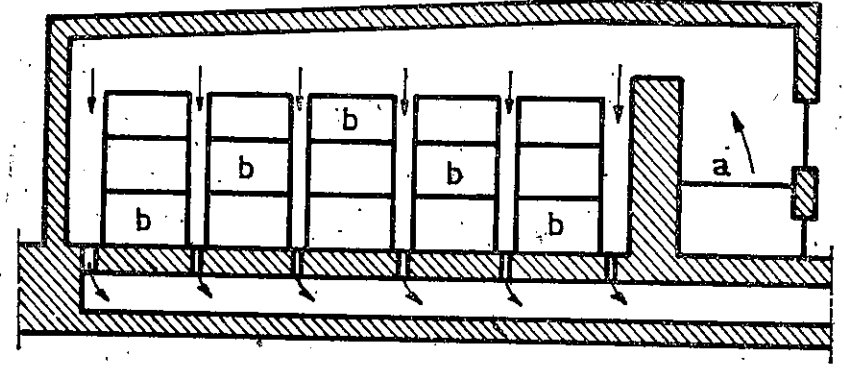


Şekil 10.6 Tünel fırını

Kamaralı fırınların yakıt sarfiyatı fazladır. Sürekli çalışmazlar. küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde rahatça kullanılabilirler.

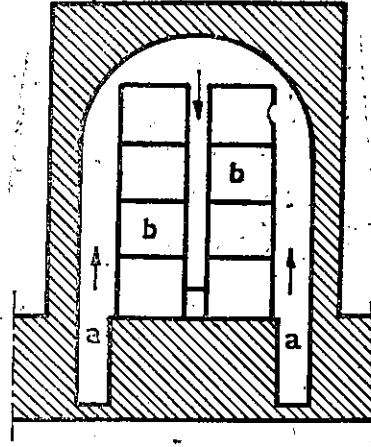
Temperleme fırınlarında yakacak olarak katı, sıvı ve gaz yakacak kullanılır. Elektrikle çalışan temperleme fırınları da vardır.

Şekil 10.7 de içten ocaklı bir temper fırını kesiti görülmektedir. (a) ocak kısmıdır. Burada yanan katı yakacağın sıcak gaz ve alevleri, fırın içindeki tavlama kasalarının (b) arasından bacaya geçer.



Şekil 10.7 İçten ocaklı temper fırını kesiti

Şekil 10.8 de içten ocaklı ve sıvı yakıtla çalışan temper fırını kesiti görülmektedir. (a) yakıtın yandığı kanallar, (b) ise üst üste yığılmış olan tavlama kasaları görülmektedir.

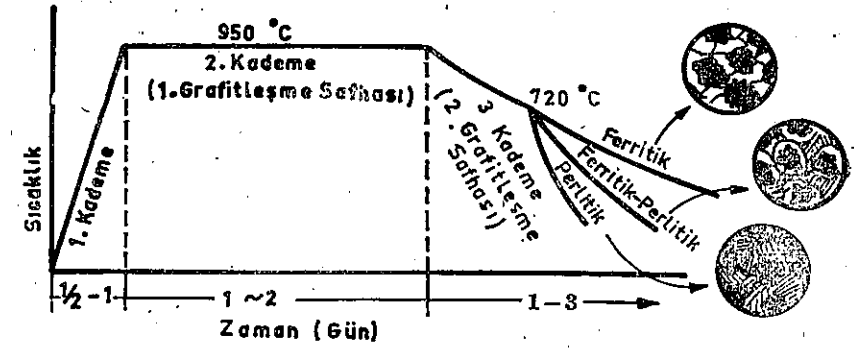


Şekil 10.8 Sıvı yakıtla çalışan içten ocaklı fırın

Temperlenecek döküm parçalar, dökme demir, çelik döküm, krom nikelli veya çelik sağıtan yapılan kasalar içinde tav fırınlarına yerleştirilirler. Kasalar içine konulan döküm parçaların aynı kesitlerde olması gerekir. Tavlama sıcaklığı parçaların kesitlerine göre ayarlanır. Çelik dökümden yapılan kasalar 120, dökme demirden yapılan kasalar ise 20 defa kullanılabilir. Temperlenecek parçalar kasalara konduktan sonra arabalar yardımı ile veya fırın tavanı açılarak fırına yerleştirilirler.

10.6 — SIYAH TEMPER DÖKÜM :

Beyaz dökme demir, nötr bir ortamda tavlendiğinde siyah temper dökme demire dönüşür. Tavlanaacak döküm parçalar, kuru silis kumu ile beraber kasalara yerleştirilir. Parçaların kasalara yerleştirilmeleri düzenli yapılmalıdır. Kasanın hava alabilecek olan yerleri çamur haline getirilmiş şamut ile dikkatlice çamurlanır, sonra kasalar fırına yerleştirilir. Temperleme işleminde zaman, döküm parçaların kesit kalınlığına ve uygulanan metoda göre 2-6 gün arasında değişir. Şekil 10.9 daki diyagramda temper ısısl işlem kademelerini inceleyelim.



Şekil 10.9 Isıl işlemin Sıcaklık-Zaman diyagramı

1 — BİRİNCİ YUMUŞATMA İŞLEMİ :

Isıl işleminin sonunda sağlanacak başarı, bu yumuşatma işlemine bağlıdır. Bu işlem sırasında grafit çekirdekleri oluşur. İyi bir temper döküm işlemi için yeteri kadar grafit kümelerinin (çekirdeklerinin) oluşması gerekir. Bu işlemde tavlama 10-20 saat sürer. Sıcaklık 720°C-760°C a gelince, dokudaki perlit yavaş yavaş austenite dönüşür. Sıcaklık arttıkça austenit içinde eriyen karbon miktarı artar. Sıcaklık 950°C a gelince yapı, karbona doymuş austenit, çözülmemiş sementit ve grafit çekirdeklerinden meydana gelir. Grafit kümelerinin oluşmasını etkileyen faktörler aşağıdaki gibidir.

- Hızlı ısıtma grafit kümelerini azaltır.
- İnce kesitlerde fazla grafit kümeleri oluşur.
- İyi ayarlanmış bir kimyasal bileşim grafit kümelerini artırır.
- Ergitmenin oksitleyici ortamda yapılması, grafit kümelerinin oluşumunu engeller.
- Ergimmiş madene potada katılan % 0.001-0.003 Brom veya % 0.02-0.05 alüminyum, grafit kümelerini artırır.

2 — İKİNCİ YUMUŞATMA İŞLEMİ :

Bu işlemde parçalar 950°C sıcaklıkta 1-2 gün tutulur. Birinci grafitleşme olayı "Çözülme ve çökme" yolu ile meydana gelir. Sonrarda karbon grafit kümeciklerine doğru yayılır ve orada grafit halinde çöker. Böylece meydana gelen bu karbon "TEMPER KARBONU"dur. Temper karbonunun büyümesi, austenit içindeki karbonun çökmesinin sona ermesine kadar devam eder.

3 — ÜÇÜNCÜ YUMUŞATMA İŞLEMİ :

Parçalar önce fırında sonrada havada yavaş yavaş soğutulurlar. Zaman 1-3 gün arasında değişir. İkinci grafitleşme olayı bu sırada oluşur. Parçalar 790°C ile 720°C arasında yavaş yavaş soğutulur. Soğutma hızının austenitin ferrite dönüşmesini ve karbonun grafit halinde çökmesini sağlayacak şekilde yavaş olması gerekir. Hızlı soğutma perlit yapıyı meydana getirir. Soğuma hızı 5°C/saat arasında değişir. Yavaş soğutmaya 650°C a kadar devam edilir. Bundan sonra parçalar açık havada soğutmaya bırakılır.

4 — SİYAH TEMPER DÖKME DEMİRİN ÖZELLİKLERİ :

Siyah temper dökme demirin makina işçiliği iyidir. Korozyona dayanımı çinko, kadmiyum, alüminyum ve kurşun ile kaplanarak artırılır. Aşınma direnci iyidir. Esmer dökme demire göre daha az olmakla beraber, oldukça iyi titreşim söndürme özelliği vardır. Siyah temper dökme demirlere kaynak yapılamaz. Çünkü kaynak yerleri çok gevrek olur ve kırılır. Tablo 10.2 de siyah temper dökme demirin mekanik özellikleri verilmiştir.

Tablo 10.2 Siyah temper dökme demirin mekanik özellikleri

Temper Dökme Demirin Rumuzu	Deney Örneğinin Çapı (mm)	Çekme Dayanımı (Kgf/mm ²) (min)	0.2 Sınırı (Kgf/mm ²) (min)	Kopma Uzaması (Lo = 3d) % (min)	Brinell Sertlik Değeri (Kgf/mm ²)
STD — 35	12 15	35	20	12	150 ye kadar
STD — 45	12 15	45	30	7	160 — 200
STD — 65	12 15	65	36	5	200 — 220
STD — 70	12 15	70	55	2	220 — 270

10.7 — BEYAZ TEMPER DÖKÜM :

Beyaz dökme demirin oksitleyici bir ortamda tavlama ve karbonunun indirgenmesi ile beyaz temper dökme demir elde edilir. Döküm parçalar hematit filizi veya demir oksit ile beraber kasalara konulup fırınlara yerleştirilir. Tavlama süresi, parçaların kesit kalınlıklarına ve uy-

gulan tavlama metoduna göre 3-6 gün arasında değişir. Tavlama sırasında dekarburizasyonu sağlayacak oksitleyici ortam, yüksek sıcaklıkta, hematit filizinden serbest kalan oksijen (O₂) ile sağlanır.

Hematit filizindeki demir oksit (Fe₂O₃) miktarı % 65 civarında olmalıdır. Hematit filizinde genellikle prit (FeS₂) mineralide bulunur. Tavlama sırasında pritin kükürtü, kükürt oksit haline gelerek, döküm parçalara etki eder ve onların kırılmasına sebep olur.

Hematit filizi içindeki kireç taşı (CaCO₃)' ısı karşısında parçalanır ve filizin tozlanmasına sebep olur. Filizin tozlanması, kolay yanmasının zorlaşması demektir. Filizde fosfor pentaoksit (P₂O₅) şeklinde bulunan fosfor (P) tavlama sırasında dokuya yayılarak döküm parçaların, soğuk halde kolayca kırılmasına sebep olur. Bu nedenle kullanılacak hematit filizinin bileşimi Tablo 10.3 deki gibi olmalıdır.

Tablo 10.3 Hematit filizinin bileşimi

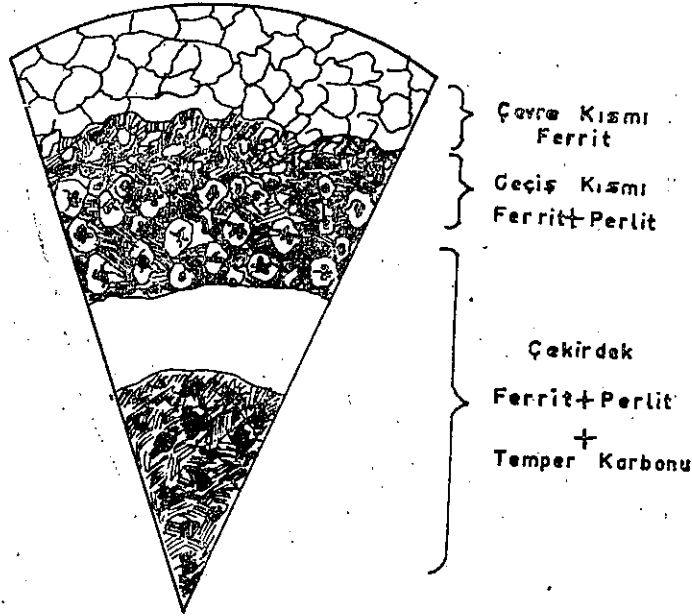
Elementin Adı	% Miktarı
Fe ₂ O ₃	65
Fe O	1 max.
Si O ₂	20 — 30
Ca O	1 max.
Mn	0.10 — 0.20
P ₂ O ₅	0.30 — 0.60
S	Eser halde
Alkaliiler	Hiç olmamalıdır.

Bu değerler içinde bulunan filiz pratikte yalnız başına kullanılmaz. Oksijen bakımından zengin olması, karbondan başka demirinde oksitlenmesine sebep olur. Pratikte bir kısım yeni hematit filizi ile dört kısım kullanılmış temper filizi karışımı kullanılır.

10.8 — DEKARBÜRİZASYON :

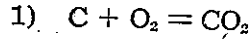
Siyah temper döküm için uygulanan yumuşatma işlemleri, beyaz temper dökme demir içinde aynen uygulanır. Yüksek sıcaklıkta hematit filizinin serbest kalan oksijeni (O₂) döküm parçanın karbonunu oksitleyerek redükler. Böylece döküm parçaların dış yüzeylerinden başlayarak,

merkezine doğru karbon azalması görülür. Yapı esas biçimini kaybeder. Dış yüzeylerinde karbonun tamamen yanması nedeniyle yapı ferritik olur. Bu kısımlarda temper karbonu kalmamıştır. İç kısımlara doğru karbon, temper karbonu halinde Ferrit - Perlit yapısı içinde dağılır. Şekil 10.10 da beyaz temper dökme demirin yapısı görülmektedir.

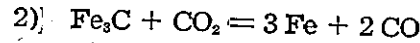


Şekil 10.10 Beyaz Temper Dökme Demirin Yapısı

Dekarbürleşme, önce hematit filizinin oksijeni ile döküm parçaların karbonunun,



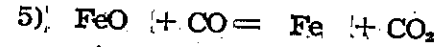
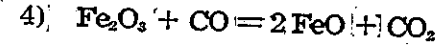
şekilde dış yüzeylerde yakılmasıyla başlar. Yüksek sıcaklıkta yapıdaki atomlar arasındaki bağ kuvvetinin zayıflaması sonunda 1 numaralı reaksiyon sonucu meydana gelen karbondioksit (CO_2) gazı, yapı içinde yayılır ve demir karbürün (Fe_3C) karbonunu,



şeklinde okside eder. Bu sırada ısının etkisiyle, karbürlerin parçalanması sonucu açığa çıkan temper karbonu, yapıya etki etmiş olan karbondioksit (CO_2) ile,



şeklinde reaksiyona girer. Daha sonra 2 ve 3 numaralı reaksiyonlara göre oluşan karbon monoksit (CO) gazı, temper filizinin demir oksitleri ile reaksiyon yapar.



4 ve 5 numaralı denklemlerin sonucunda çıkan karbon dioksit (CO_2) gazı, demir karbürün (Fe_3C) karbonu ile temper karbonunu tekrar 2 ve 3 numaralı denklemlerdeki gibi oksitler. Bütün bu reaksiyonlar, yumuşatma tava süresince devam eder. Dekarbürleşme zamanı, döküm parçaların kesit kalınlıklarına göre değişir.

10.10 — GAZ KARIŞIMI İLE DEKARBÜRİZASYON :

Yukarıda görüldüğü gibi dekarbürleşme, oksijen (O_2) karbondioksit (CO_2), karbonmonoksit (CO) ve döküm parçanın karbonu (C) arasında meydana gelen reaksiyonların sonucunda oluşmaktadır. O halde oksijen, karbondioksit, ve karbonmonoksit gazlarının belirli oranlarda ve bu oranları muhafaza ederek verilmesiyle dekarbürleşme sağlanabilir.

Gaz karışımı ile yapılan dekarbürleşmenin, hematit filizi ile yapılan dekarbürleşmeye göre; temizlik, az işçilik masrafı, iyi kontrol, küçük çalışma sahası ve kısa tav zamanı gibi teknik, metalürjik ve ekonomik avantajları vardır.

10.11 — BEYAZ TEMPER DÖKME DEMİRİN ÖZELLİKLERİ :

Beyaz temper dökme demirden yapılan parçalara, güçte olsa kaynak yapılabilir. İnce kesitli parçalar lehimlenebilir. Makina işçiliği, siyah temper dökme demire göre daha iyidir. Aşınmaya direnci azdır. Tablo 10.4 de beyaz temper dökme demirin mekanik özellikleri verilmiştir.

10.12 — TEMPER DÖKME DEMİRİN KULLANMA ALANLARI :

Temper dökme demirin kullanma alanları şunlardır;

TARIM : Pulluk, traktör, tırmık, tırpan, balya makineleri, pompa v.b. gibi parçalar.

GÜÇ : Motor ve jeneratör parçaları.

DENİZCİLİK : Zincir, çapa, sürgü, cer kancası, v.b. parçalar.

Tablo 10.4 Beyaz Temper Dökme Demirin Mekanik Özellikleri

Temper Dökme Demirin Esmuzu	Deney Örneğinin Çapı (mm)	Çekme Dayanımı Kgf/mm ² (min)	0.2 Sınırı Değeri Kgf/mm ² (min)	Kopma Uzaması Lo = 3d % (min)	Brinel Sertliği Kgf/mm ²
BTD — 35	9	34	—	6	200
	12	35	—	4	
	15	36	—	3	
BTD — 40	9	36	20	10	210
	12	40	22	5	
	15	42	23	3	
BTD — 45	9	42	23	12	220
	12	45	26	7	
	15	48	28	5	
BTD — 55	9	52	34	7	240
	12	55	36	5	
	15	61	40	2	
BTD — 65	9	62	41	4	270
	12	65	43	3	
	15	67	44	2	
BTD—K38	9	32	17	15	200
	12	38	20	12	
	15	40	21	8	

TAKIM TEZGAHLARI : Torna, vargel, planya, freze, matkap, tezgahları parçaları.

EV EŞYASI : Dikiş makinası, buz dolabı, çamaşır makinası, ütü makinası ve elektrik süpürgesi parçaları.

OTOMOTIV ENDÜSTRİSİ : Motor transmisyon elemanları, mil, direksiyon dişlileri, motor blokları v.b. gibi parçalar.

BORU VE TESİSAT : Fittings, musluk ve valf, cıvata ve somun v.b. gibi parçalar.

SORULAR

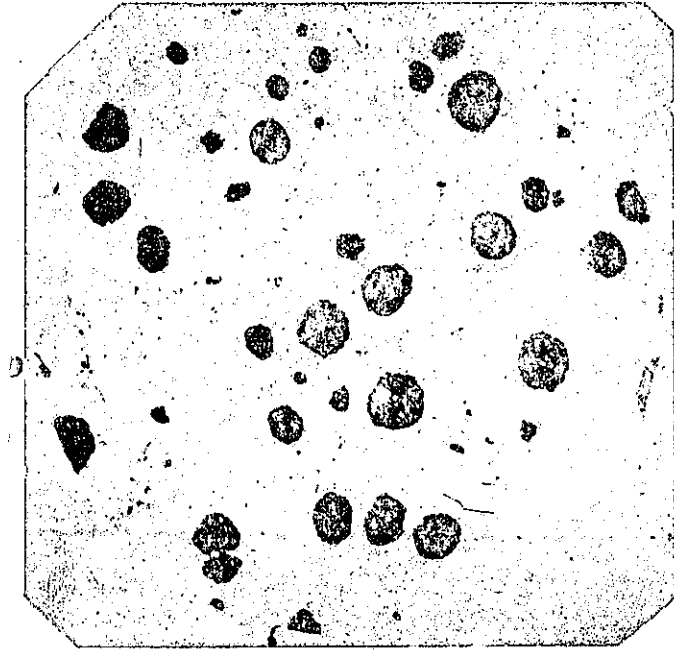
- 1 — Temper dökme demiri tanıtırız.
- 2 — Temper dökme demirin bileşiminde bulunan elementleri % değeri ile belirtiriz.
- 3 — Temper dökme demirin döküm tekniği ve özellikleri hakkında önemli noktaları açıklarız.
- 4 — Temper dökme demir ergitiminde kullanılan ergitme ocakları nelerdir.
- 5 — Temperleme fırınları hakkında bildiklerinizi belirtiriz.
- 6 — Siyah temper dökme demirin temperleme işlemini açıklarız.
- 7 — Beyaz temper dökme demirin oluşumunu açıklarız.
- 8 — Temper dökme demirin kullanma alanlarını belirtiriz.

KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİR

11.1 — KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİRİN TANITILMASI:

Genel olarak küresel grafitli dökme demirin bileşimi ile esmer dökme demirin bileşimleri arasında bir fark yoktur. Fakat; özellikleri, kullanma amaçları ve alanları bakımından büyük farklar vardır. Esmer dökme demirin yapısında grafitler, lamel (yaprakçıklar) halindedir. Bu grafitler yapı içinde boş hacim meydana getirerek gerecin dayanımını düşürürler. Esmer dökme demirin sayısız fayda ve kullanma alanlarına rağmen daha iyi özelliklere sahip olması için çalışma ve araştırmalar devam etmiştir. 1948 yıllarında esmer dökme demir içersine bazı katkı maddeleri konularak, küresel grafitli dökme demirin yapımı gerçekleştirilmiştir.

Küresel grafitli dökme demirin yapısındaki grafitler küreler halindedir. Şekil 11.1. Grafitlerin, küreler haline geçebilmesini sağlamak için sıvı dökme demire magnezyum (Mg) veya selyum (Ce) madenleri saf veya alaşım olarak çok az katılır.



Şekil 11.1 Küresel grafitli dökme demir yapısı

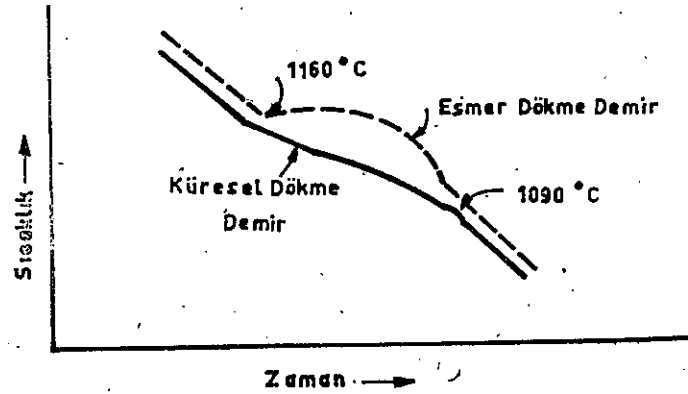
Küresel grafitli dökme demirin mekaniksel özellikleri oldukça iyidir. Makina işçiliği kolaydır. Korozyona karşı dayanıklıdır. Dökülecek parçaların konstrüksiyon (kesit dağılımı) bakımından sınırlanmasına gerek yoktur. Küresel grafitli dökme demir, birçok yerde; esmer dökme demir, dövme çelik ve demir olmayan maden ve alaşımlarının yerine kullanılmaktadır.

Küresel grafitli dökme demir üzerinde, araştırmalar ve çalışmalar bugünde devam etmektedir. Bu çalışmalar, gerecin değişik endüstri dallarında daha çok kullanılabilmesi için; ergitme, döküm, kalıp, yolluk ve besleyici yöntemlerinin geliştirilmesi, çeşitli ısı işlemlerinin kullanma yerlerine göre özelliklerinin belirlenmesi gibi çok geniş alanları kapsamaktadır.

Küresel grafitli dökme demirler; "Nodular Cast Iron, Ductile Iron, Fonte Spheroidale Graphit, Kufelgraphit Gusseisen, Spheregus" isimleri ile bir çok memleketlerde tanınır ve standartlara bu isimlerle geçerler. Türk Standartlarındaki adı ise KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİR'dir. Rumuzu da DDK dir.

11.2 — KÜRESEL GRAFITİN OLUŞUMU :

Sıvı dökme demire katılan ve alaşımın yapısında kalan bir miktar magnezyum veya alaşımının, grafitleri küresel şekilde nasıl oluşturduğu, bu gün bile tam olarak açıklanmamıştır. Bu hususta çeşitli görüşler vardır. Esmer dökme demir ile küresel grafitli dökme demirin, soğutma eğrilerinden hareket ederek durumun açıklanması, bu gün için en doğru yol olarak görülmektedir.



Şekil 11.2 Esmer dökme demir ile küresel grafitli dökme demirlerin soğuma eğrileri

Şekil 11.2'deki diyagramda görüldüğü gibi; esmer dökme demirin soğuma eğrisinde duraklama noktası bulunmasına karşın, küresel grafitli dökme demirin soğuma eğrisinde bir sıcaklık aralığı bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak, küresel grafitli dökme demirde kristalleşmeyi durduran bir tutukluğun olması gerekir. Bu tutukluk iki şekilde açıklanabilir. Birincisi; sıvı madenden önce austenit öncül kristalleri ayırmakta ve daha sonra bu kristaller içinde küresel grafitler oluşmaktadır. Küresel grafitlerin büyümesi için gerekli karbon, austenit katı eriyikten ayrılarak, grafit kümelerine geçmektedir. İkincisi; grafit kümeleri doğrudan doğruya sıvı madende oluşmakta ve bir müddet sonra grafitlerin yüzeyleri austenit tabakası ile kaplanmaktadır. Austenit kristalleri, üzeri kaplanmış veya kaplanmamış grafit kürelerinin büyümelerini sağlar. Sonuç olarak; Kükürt azalması veya grafit kümelerinin yüzey gerilimlerinin artması sonucu veyahutta magnezyum atomlarının grafit kafesleri arasına girerek grafit düzlemlerinin yayılmasını önlemesiyle, Küresel grafitin oluştuğu düşünülebilir.

11.3 — KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİRİN YAPILIŞI :

Küresel grafitli dökme demirin yapılışında sırasıyla şu yol izlenir.

1 — KİMYASAL BİLEŞİM :

Küresel grafitli dökme demirin kimyasal bileşimi genel olarak;

Karbon (C)	% 3.00—4.00	0,035	0,03
Silisyum (Si)	% 1.80—2.80	0,250	
Manganez (Mn)	% 0.10—0.80	0,050	
Fosfor (P)	% 0.10 max.	0,008	
Kükürt (S)	% 0.02 max.	0,002	
Magnezyum (Mg)	% 0.05	0,005	

sınırları içinde bulunur. Küreleştirici elementin ve kükürdün dışında, bileşimdeki karbon, silisyum, manganez ve fosforun alaşımın özelliklerine etkileri, esmer dökme demirin özelliklerine olan etkileri gibidir. Bileşimde karbon miktarı arttıkça alaşımın dayanımı azalır. % 2 civarında silisyum en iyi mekanik özellikleri verir. Fosfor esmer dökme demirde olduğu gibi, küresel grafitli dökme demirde de alaşıma kırılganlık veren bir elementtir. Bu nedenle fosfor miktarının en asgaride yani, % 0.10 civarında tutulması zorunludur. Manganez karbürleştirici bir elementtir. Alaşımın sertliğini ve kırılganlığını arttırmaması için bileşimdeki manganez

miktarı % 0.5 miktarında olmalıdır. Küreleştirici elementlerin etkilerinin azalmaması için, küresel grafitli dökme demir yapımında kullanılması en sınırlı olan element, kükürttür. Bileşimde % 0.02 den fazla bulunmamaktadır.

2 — KÜRELEŞTİRİCİ GEREÇLER :

Küresel grafitli dökme demirlerin yapımında grafitlerin küresel şekilde oluşmasını sağlamak için sıvı madene bazı özel gereçler katılır. Bunlara küreleştirici gereçler denir.

Bu gereçler; magnezyum (Mg), seryum (Ce), lityum (Li), sodyum (Na) v.b. gibi elementlerdir. Bu elementlerden en çok kullanılanları magnezyum ve sodyumdur. Uygulamada; gerek magnezyumun ve gerekse seryumun saf olarak kullanılmalarına karşın, uygun bir şekilde hazırlanmış alaşımları halinde kullanılmalarının, daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Küreleştirici gereçlerin, sıvı madene katılmaları 1300°C—1450°C arasında yapılmaktadır. Daha düşük sıcaklıklarda katılırlarsa örneğin, 1300°C in altında istenilen sonuç alınmaz. Bilindiği gibi magnezyum, 650°C de ergir ve 1120°C de buharlaşır. Seryum ise, 804°C de ergir ve 2927°C de buharlaşır. Buradan da anlaşılacağı gibi bu elementlerin, 1300°C—1450°C deki sıvı madene katılması, fazla miktarda kayıp vermelerine sebep olacaktır. Diğer taraftan, gerek magnezyum ve gerekse seryum, çok kuvvetli deoksidasyon gereçleridir. Bundan dolayı sıvı maden içindeki ve havadaki oksijenle çok hızlı reaksiyona girerek oksitlenmek suretiyle büyük kayıplar vermektedirler.

Magnezyum ve seryum elementleri, bakır (Cu), manganez (Mn), silisyum (Si), nikel (Ni) ve demir (Fe) gibi elementlerle ikili veya üçlü alaşımlar haline getirilir. Böylece bu elementlerin buharlaşma basınçları düşürülerek, kayıp vermeden sıvı dökme demire katılabilmeleri sağlanmıştır. Bu alaşımlarda küreleştirici element miktarları, genellikle % 15—30 arasındadır. Tablo 11.1 de küreleştirici olarak kullanılan magnezyum alaşımları görülmektedir.

Tablo 11.1 Küresel grafitli dökme demir yapımında kullanılan magnezyum alaşımları

ALAŞIM	% Mg	% Si	% Ni	% Cu	% Fe	% Zr	% Al	% Ce
1) Mg-Ni	15	—	82	—	—	—	—	—
2) Mg-Ni-Si	15	30	50	—	—	—	—	—
3) Mg-Si-Fe	8	46	—	—	42	—	—	—
4) Mg-Si-Fe	5	45	—	—	50	—	—	—
5) Mg-Si-Fe-Cu	12	40	—	18	30	—	—	—
6) Mg-Si-Fe-Zr	15—30	20—45	—	—	5—35	13—30	—	—
7) %100 Saf Mg.	100	—	—	—	—	—	—	—
8) Mg-Cu	20	—	—	88	—	—	—	—
9) Mg-Cu	50	—	—	55	—	—	—	—
10) Mg-Al	50	—	—	—	—	—	50	—
11) Misch Metal	—	—	—	—	—	—	—	50—55

3 — ERGİTME VE KÜKÜRT GİDERME :

Bugün endüstride, küresel grafitli dökme demirin ergitilmesinde kupol ocakları ve elektrik ocakları kullanılmaktadır.

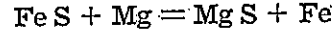
***Kupol ocakları, küresel grafitli dökme demirin ergitilmesinde önemli rol oynar. Bunların kurulması, işletme ve bakım masraflarının ucuz olması her işletme için büyük avantajdır.

Elektrik ocakları; kuruluş işletme ve bakım masrafları bakımından pahalı olan kurulumlardır. Fakat, ergitme garantisi ve kalite yönünden her zaman tercih edilirler.

Küresel grafitli dökme demirin ergitilmesinde, genellikle ikili ocak sistemleri (dublexing) uygulanmaktadır. Alaşım önce kupol ocağında ergitilir. Sonrada elektrik ocaklarına alınarak istenilen sıcaklığa yükseltilir ve küreleştirici katılır. Bu metotla kupol ocağı ve elektrik ocağı beraber kullanılmaktadır.

Kupol ocaklarının sevk ve idaresi oldukça kolaydır. Normal bir ergitme yapılabilmesi için dikkatli olmak ve gerekli teknolojik bilgileri uygulamak zorunludur. Aksi halde kaliteli bir alaşım elde etmek mümkün olamaz.

Sıvı dökme demirde, kükürt miktarının % 0.02 den daha az olması gerekir. Kükürt miktarı fazla olursa, küreleştirici olarak kullanılan magnezyum, aşağıdaki denklem gereğince,



kükürt ile birleşir. Böylece küreleştirme işi gerçekleştirilemez. Kükürt miktarı % 0.02 den az olursa mağnezyum küresel grafiti daha rahat oluşturur.

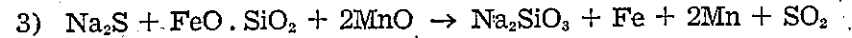
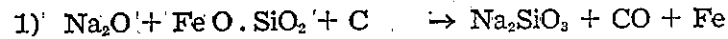
Şu halde, kaliteli küresel grafitli dökme demir yapabilmek için önce alaşımdaki kükürt giderilmelidir. Kükürt giderici olarak en çok soda (Na_2CO_3), kireç taşı (Ca CO_3) ve kalsiyum karbür (Ca_2C) kullanılır. Bu arada ayrıca, ergitme ocaklarında kükürt emici (absorbe) olmaları istenir. Bunun için ergitmede bazik astarlı kupol ocağı veya elektrik ocakları kullanılmalıdır.

Kükürt giderilmesinde; kükürt giderici gerecin miktarı, alaşımın kimyasal bileşimi, ergitme sıcaklığı, döküm potasında kullanılan astarın bileşimi, potadaki curuf miktarı ve curufun baz oranı dikkate alınmalıdır.

a) SODA İLE KÜKÜRT GİDERİLMESİ: Soda (Na_2CO_3), ucuz olduğundan, kükürt gidermede tercih edilir. Potanın dibine, potaya alınacak maden ağırlığının % 1 i kadar soda konur. Ergitilmiş maden pota içine alınır. 3-5 dakika sonra soda, curuf olarak sıvı maden yüzeyine çıkar. Bundan sonra toz haline getirilmiş kireç taşı, sıvı maden yüzeyine serpilir. Böylece curufta kolayca temizlenir.

Soda ile kükürt giderme metodu, bilhassa asit astarlı kupol ocağında ergitilen sıvı maden içindeki kükürdün giderilmesinde kullanılır.

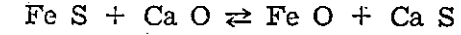
Dökme demirde kükürt, mangan sülfür (Mn S) ve demir sülfür (Fe S) karışımı halinde bulunur. Soda katılmasıyla bu sülfürler, ayrışarak mangan oksidi (Mn O), demir oksidi (Fe O) ve sodyum sülfürü (Na_2S) meydana getirirler. Soda ile kükürt giderilmesinde meydana gelen kimyasal reaksiyonların denklemlerini aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.



Sıvı maden içinde sodyum oksid (Na_2O) olduğu müddetçe 1 ve 2 nolu denklemlerle belirtilen reaksiyonlar devam eder. Bunu 3 nolu denklem

ile gösterilen reaksiyon takip eder. Yalnız curuf sıcaklığı düştükçe reaksiyonun şiddeti azalır. 4 nolu denklemle gösterilen reaksiyon, geri dönme reaksiyonudur. Maden sıcaklığı düştükçe bu reaksiyonun hızı artar.

b) KİREÇ TAŞI İLE KÜKÜRT GİDERİLMESİ: Soda, kükürdün giderilmesinde pota astarlarının yıpranmasına sebep olur. Bu nedenle kireç taşı ile kükürt giderme tekniğine başvuruldu. Kireç taşı ısı karşısında parçalanarak kalsiyum oksidi (CaO) ve karbondioksidi (CO_2) oluşturur. Kalsiyum oksit ile kükürdün giderilmesi aşağıdaki denklem gereğince olur.



c) KALSİYUM KARBÜR (Ca C_2) İLE KÜKÜRT GİDERİLMESİ:

Potaya sıvı maden alınır. İçine bir grafit boru daldırılır. Kalsiyum karbür (Ca C_2) ile kuru azot gazı (N_2) karışımı bu borudan sıvı maden içine basınç altında gönderilir. Kullanılan kalsiyum karbür miktarı, sıvı madenin beher tonu için 4.5 Kg. civarındadır. Kalsiyum karbür ile kükürt giderme aşağıdaki denklem gereğince olur.



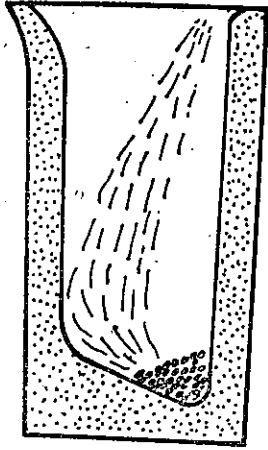
4 — KÜRELEŞTİRME İŞLEMLERİNDE UYGULANAN YÖNTEMLER:

Küreleştirme işleminde birçok yöntem uygulanır. Uygulanan yöntemler aşağıdaki gibidir.

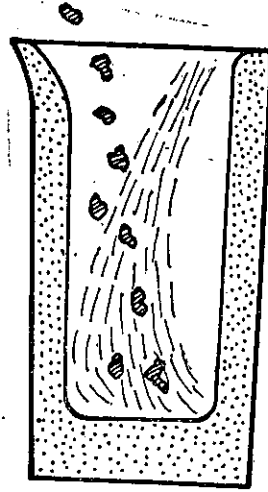
A — POTADA İŞLEM:

a) Küreleştirici gerecin pota dibine konulması: Küreleştirici gereç Şekil 11.3 de görüldüğü gibi, potanın dibine yerleştirilir. Sıvı maden, ilk anda küreleştirici gerecin üstüne gelmeyecek şekilde potanın içine hızla dökülür. Bu yöntemde genellikle, dökme demire göre özgül ağırlığı daha fazla olan küreleştirici gereçler (Ni-Mg , Fe-Ni-Mg) kullanılırsa, sonuç daha iyi olur.

b) Küreleştirici gerecin sıvı madene verilmesi: Sıvı dökme demir, ocaktan potaya alınırken küreleştirici, el veya yardımcı donanım ile sıvı madene katılır. Kupol ocaklarında bu işlem, maden alma oluğunda da yapılabilir. Yine bu işlemde, dökme demire göre özgül ağırlığı daha fazla olan, Fe-Ni-Mg ve Ni-Mg gibi küreleştiriciler kullanılır. Şekil 11.4

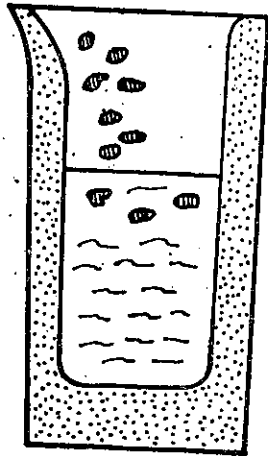


Şekil 11.3

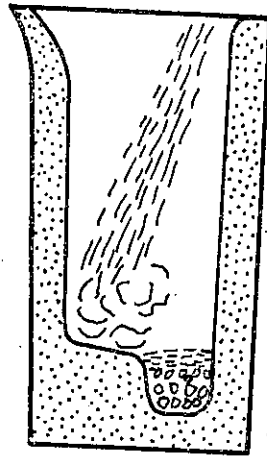


Şekil 11.4

c) Küreleştirici gereç, potadaki sıvı madenin üstüne atılır. Bu yöntemde de özgül ağırlığı, dökme demirden fazla olan küreleştirici gereçler kullanılır. Potanın derin olması iyi sonuç alınmasını sağlar. Şekil 11.5



Şekil 11.5



Şekil 11.6

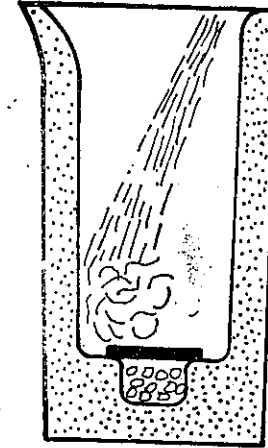
d) Sandviç yöntemi: Bu yöntemde, küreleştirici gereç, potanın dip kısmında özel olarak hazırlanan boşluğa (cep) yerleştirilir. Şekil 11.6 Küreleştirici gerecin üzeri çeşitli gereçlerle örtülür. Potaya doldurulan sıvı maden, bu örtü tabakasını eritinceye kadar, alaşımdaki magnezyum reaksiyona girmemektedir. Sıvı maden, potaya dolduktan sonra örtü gereci erimekte ve reaksiyon başlamaktadır. Bu yöntemde küreleştirici gerecin buharlaşması az olduğundan, alaşım çok iyi olmaktadır.

Küreleştirici gerecin üzerini örtmek için çeşitli örtü gereçleri kullanılır. Kullanılan örtü gereçine göre de sandviç yöntemi çeşitli adlar almaktadır.

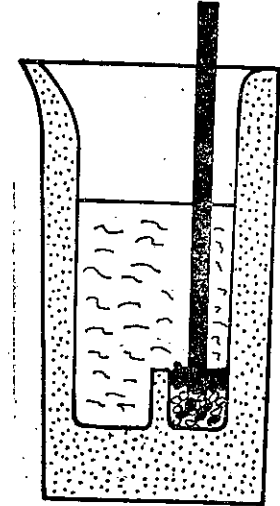
1 — Örtü tabakası olarak dökme demir, çelik veya küresel grafitli dökme demirin torna talaşı kullanılmaktadır. Buna klasik yöntem denir. Şekil 11.6

2 — Küreleştirici gerecin üzeri 20-25 mm. kalınlığında bir sac veya küresel grafitli dökme demirden yapılmış bir plaka ile örtülür. Buna kapak yöntemi denir. Şekil 11.7

3 — Örtü gereci olarak kalsiyum karbür (CaC_2) kullanılır. Sıvı maden kalsiyum karbür ile temas ettiği zaman, sertleşerek bir tabaka oluşturmaktadır. Böylece pota sıvı madenle doluncaya kadar küreleştirici gereç reaksiyona girmemektedir. Daha sonra bir bara yardımı ile örtü tabakası delinerek reaksiyonun başlaması sağlanmaktadır. Şekil 11.8



Şekil 11.7

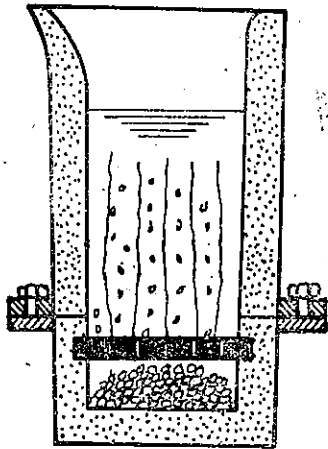


Şekil 11.8

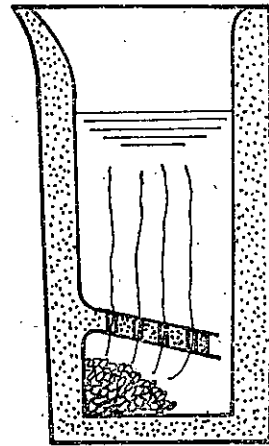
4 — Örtü gereci olarak kalsiyum karbür yerine ısı ile sertleşen reçineli maça kumu kullanılır. Buna reçineli kum yöntemi denir.

5 — İki parçalı pota yönteminde pota, alt ve üst kısımdan oluşmaktadır. Potanın alt kısmına, magnezyum emdirilmiş kok kömürü doldurulur. Kok kömürünün üzerine, ısıya dayanıklı (refrakter) gereçten yapılan bir plâka konur. Plâka deliklidir. Potanın alt kısmı, üst kısmına bağlanır. Sonra maden ile doldurulur. Şekil 11.9

6 — Potanın alt kısmında, Şekil 11.10 da görüldüğü gibi tabana doğru % 5 eğimli, ısıya dayanıklı (refrakter) gereçten delikli bir raf yapılır. Ön tarafı açık olan bu rafın altına, magnezyum emdirilmiş kok kömürü konur. Sonra pota sıvı maden ile doldurulur. Buna raflı pota yöntemi denir.



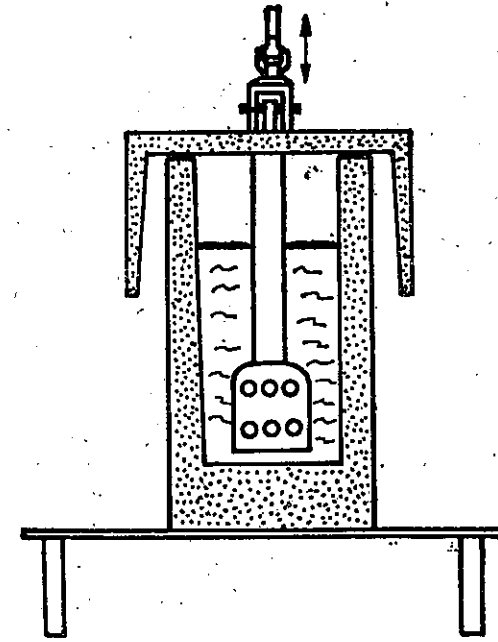
Şekil 11.9



Şekil 11.10

B — DALDIRMA YÖNTEMİ :

Küreleştirici gereç, ısıya dayanıklı gereçten veya grafitten yapılan bir hücre (boşluk) içine konur. Şekil 11.11. Sonra bu hücre mekanik olarak sıvı maden içine daldırılır. Saf magnezyum ile yapılan işlemde, magnezyumun buhar basıncı çok yüksek olduğundan potanın üzeri bir kapak ile kapatılmalı veya işlem basınçlı bir ortamda yapılmalıdır. Pota kapağı üzerindeki basınç, mekanik veya pnömatik bir sistem ile sağlanır. Bazen pota kapağı üzerine sadece ağırlıkta konabilir.



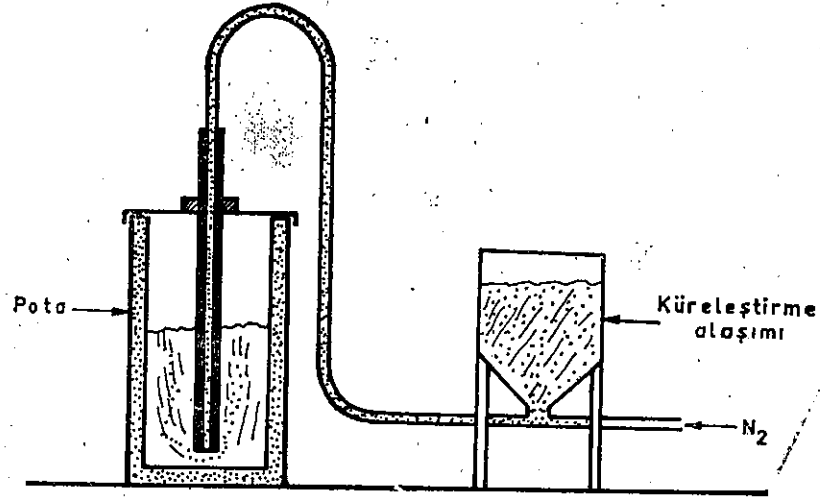
Şekil 11.11

Küreleştirici gereçler (hücre) boşluk içine çeşitli şekillerde konabilir. Bunlar;

- Küreleştirici saf magnezyum, külçe halinde konulur.
- Küreleştirici gereç konserve kutusuna konularak hücre içine yerleştirilir.
- Küreleştirici gereç, ince saç ile sarılmış olarak hücre içine konulur.
- Magnezyum emdirilmiş kok kömürü, olduğu gibi veya saç ile sarılmış olarak hücre içine konulur.
- Magnezyum emdirilmiş gözenekli (sünger gibi) demir parçacıkları, olduğu gibi veya saç ile sarılmış olarak hücre içine konulur.
- Saf magnezyum parçaları ısıya dayanıklı gereç ile kaplanarak hücre içine konulur.
- Saf magnezyum, bir boru içinden basınçlı olarak sıvı maden içine gönderilir.

C — ÜFLEME YÖNTEMİ :

Bu yöntemde küreleştirici; argon ve azot gibi gazlar ile pota içindeki sıvı madene pülverize olarak püskürtülür. Bu iş için uygun bir aparat kullanılır. Şekil 11.12 Bu yöntemde, küreleştirici gereç ile beraber sıvı madene içine istenirse, kükürt giderici gereçlerde püskürtülebilir.

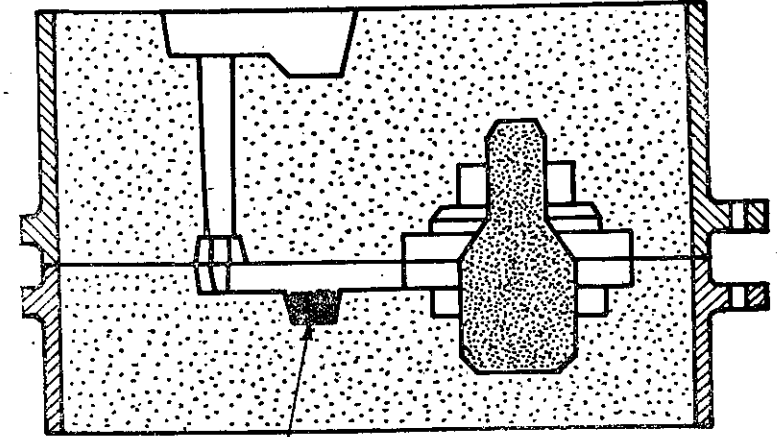


Şekil 11.12

D — KALIPTA İŞLEM :

Küreleştirme işleminden sonra, sıvı madendeki magnezyumun zamanla yandığı ve etkisini kaybettiği bir gerçektir. Bu kaybı önlemek için, işlemden hemen sonra sıvı madenin kalıplara dökülmesi gerekir. Fakat bu, her zaman mümkün olmayabilir. Bunun için küreleştirme işleminin kalıpta yapılması denenmiş ve geliştirilmiştir.

Özel ölçülerde hazırlanan küreleştirici gereç, yolluk sistemine yerleştirilir. Şekil 11.13 Küreleştirici gereç yolluğa giren sıvı maden ile temas eder ve küreleştirme işini gerçekleştirir.



Küreleştirici alacağı

Şekil 11.13

E — KONVERTER YÖNTEMİ :

Alt kısımda, delikli özel bir boşluğu (cebi) bulunan konverter ile küreleştirme işlemi yapılır. İlk önce cep kısmına küreleştirici gereç, külge halinde konulur. Konverter yatay durumda iken, içine sıvı maden konulur. Bu sırada cep kısmındaki küreleştirici gereç, sıvı maden seviyesinin üzerindedir. Sonra konverter hızla döndürülür ve sıvı madenin cep kısmına girmesi sağlanır. Böylece işlem tamamlanır.

Buraya kadar çeşitli yöntemlerle küreleştirme işleminin nasıl yapıldığı açıklandı. Küreleştirme işleminden sonra önlem alınmazsa, alaşım yapısındaki küresel grafitler, düzensiz bir şekilde katılaşır. Ayrıca grafit küreleri büyük olur. Bu arada karbür oluşumu artar. Bunu önlemek için küreleştirme işleminden hemen sonra, sıvı madene aşılama katılır. Aşılama olarak ferro-Silisyum (Fe-Si) kullanılır. Kullanılacak ferro-Silisyum miktarı % 0.50-0.75 arasındadır.

Aşılama, potadaki sıvı maden üzerine atılır ve karıştırılır. Aşılama bir seramik boru yardımı ile de sıvı madene karıştırılabilir. Bundan başka aşılama, toz halinde, kalıbın yolluk sistemine de yerleştirilebilir. Böylece döküm anında sıvı madene karışmış olur.

Ferro-Silisyum katımından sonra, alaşımın dokusu incelik ve düzgün şekilli küresel grafitler oluşur. Ayrıca karbür oluşumu da azalır.

11.4 — KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİRİN MİKRO YAPISI :

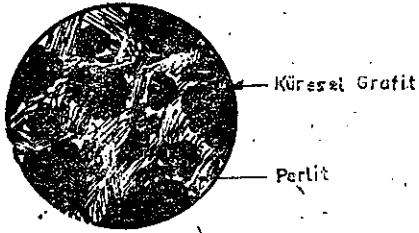
Yüksek sıcaklıklarda austenit yapıya sahip olan küresel grafitli dökme demir, 735°C'ın altındaki sıcaklıklarda değişik yapıya sahiptir. Austenit içinde çözülebilen karbon miktarı yaklaşık olarak % 1 dir. Karbon ferrit içinde yok denecek kadar az çözülür. Bundan dolayı austenitin, ferrite dönüşümü sırasında % 1 kadar karbon, austenitten ayrışır. Ayrışan karbon, karbür olarak oluşur veya mevcut küresel grafitler üzerinde katılaşır.

Austenit içinde çözülen karbonun tamamı, küresel grafitte dönüşmeğe zaman bulursa yapı, ferritik ve bu yapı içinde gelişmiş güzel dağılmış küresel grafitlerden oluşur. Bir çok hallerde austenitten ayrılan karbon, grafitlerin bulunduğu bölgelere kadar hareket edemez ve orada katılaşmaya zaman bulamaz. Bu durumda grafitler, ince karbür tabakaları şeklinde oluşur. Bu karbürü tabakalar, ferritik yapının devamlılığını bozar. Ferrit ve karbür tabakaları devamlı olarak birbirine bitişik şekilde oluşur. Böyle yapıya perlit adı verilir.

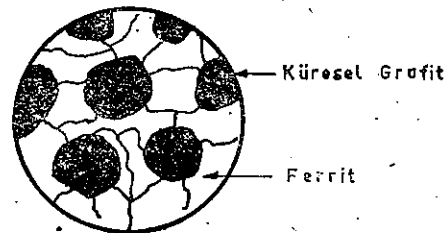
Bu tanıttımdan sonra, küresel grafitli dökme demirlerin yapısında, yapı bileşenlerinden bir veya bir kaçını görme mümkündür. Kimyasal bileşim ve kullanma alanı bu yapıların oluşumunda önemli rol oynar.

1 — Perlitik küresel grafitli dökme demir :

Kesit kalınlıkları 50 mm. ye kadar olan, döküm parçalarda görülen bir yapıdır. Alaşım serttir ve mekanik özellikleri iyidir. Şekil 11.14.



Şekil 11.14



Şekil 11.15

2 — Ferritik küresel grafitli dökme demir :

Ferritik yapı küresel grafitli dökme demir yapımı için üç yol vardır:

a) Sıvı dökme demire, ağırlığına göre % 0.20 miktarında magnezyum alaşımını kullanmak.

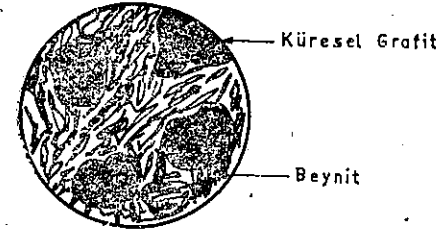
b) Perlitik küresel grafitli dökme demire ısı işlem uygulamak.

c) Sıvı küresel grafitli dökme demirin katılaşmasını çok yavaş bir şekilde yapmak.

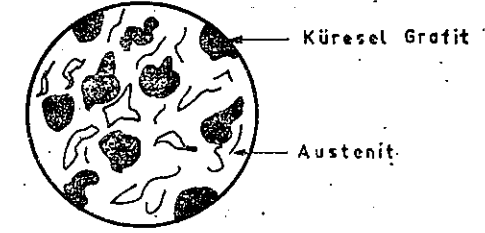
Ferritik küresel grafitli dökme demir çok yüksek % uzama özelliğine sahiptir. Şekil 11.16.

3 — Austenitik küresel grafitli dökme demir :

Korozyona dayanıklı ve yüksek mekanik özelliklere sahip bir alaşımdır. Yapı, austenit ve pek azda perlitten meydana gelmiştir. Şekil 11.16.



Şekil 11.16



Şekil 11.17

4 — İğneli küresel grafitli dökme demir :

Diğer demirli alaşımlar gibi su verme ve ısı işlem uygulamaya ile küresel grafitli dökme demirin yapısı değiştirilebilir. Bu şekilde elde edilen yapı, beynitik doku ve küresel grafitlerden oluşur. İğneli küresel grafitli dökme demir, yüksek mekanik özelliklere ve sertliğe sahiptir. Şekil 11.17

11.5 — DÖKÜM TEKNİĞİ :

İstenilen kalitede döküm parça elde etmek, hiç şüphesiz ergitilen maden veya alaşımın kaliteli olmasına bağlıdır. Bu nedenle küresel grafitli dökme demirin yapımında uygulanan işlemlerin hatasız olması çok önemlidir. Bunun yanı sıra, kalıplama tekniği dikkat ister. Küresel grafitli dökme demir, çeşitli gereçlerden yapılan (örneğin; kum, kokil, grafit ve seramik) kalıplara rahatlıkla dökülebilir. Basıncı ve santrifüslü döküme gayet elverişlidir.

Esmir dökme demir için kullanılan yolluk sistemleri, küresel grafitli dökme demir içinde aynen uygulanır. Yalnız, küresel grafitli dökme demirler, dökülmüş halde perlitik yapıya sahip olduklarından hacmen çok çekerler. Çelik döküm gibi besleyiciye ihtiyaç gösterirler.

11.6 — ISIL İŞLEMLER :

Döküm parçalar, kimyasal bileşim ve mekaniksel özellikler bakımından kullanma yerlerine göre farklılıklar gösterirler. Kalıplama, ergitme ve döküm işlemleri her zaman aynı şekilde gerçekleşemez. Bu nedenle aynı maden veya alaşımdan dökülen parçalar, farklı özellikler gösterdikleri gibi, bir parça üzerinde bile farklı yapı ve özellikleri görmek mümkündür.

Diğer taraftan bir döküm parça çeşitli kesitlerden meydana gelmektedir. Buda dökümden sonra farklı soğuma ve katılaşmaya sebep olmaktadır. Farklı soğuma ve katılaşma, değişik yapı ve özellikleri oluşturur. Bunun yanı sıra döküm parçada meydana gelen gerginlikler, alaşımın dayanımını azaltır.

Döküm parçalara; gerilimi azaltmak, yapı farklılıklarını gidermek, sertleştirmek ve daha iyi özellikler kazandırmak için ısı işlem uygulanır. Dökümden sonra küresel grafitli dökme demirlere uygulanan ısı işlemler özet olarak şöyle sıralanabilir.

① — GERİLİM GİDERME : Değişik kesitli döküm parçalarda oluşan iç ve dış gerilmeleri gidermek için yapılır. Bu gerilmeleri, oda sıcaklığında gidermek çok zaman alır. Gerilim giderici tavlama sıcaklık, 500°C—550°C dir. Bu sıcaklıkta parçalar 2—6 saat tutulur. Sonra 340°C ye kadar düşük bir soğuma hızı ile soğutulurlar. Bundan sonra parçalar, fırından çıkarılarak havada soğumaya bırakılırlar.

② — TAVLAMA : Döküm parçalar 1—4 saat 850°C—900°C de tutulur. Bundan sonra fırında çok yavaş olarak 650°C ye kadar soğutulur. Sonra fırından çıkarılır ve oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Böylece döküm parçaya ferritik bir yapı kazandırılır.

③ — NORMALİZASYON : Döküm parçalar, 1—4 saat 850°C—900°C ta tutulur. Sonra 800°C a kadar yavaş soğutulur. Bundan sonra fırından çıkarılarak oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Bu işlem sonunda döküm parçalar, perlitik bir yapı kazanırlar. Böylece çekme ve akma dayanımlarının maksimum değere çıkması sağlanır.

④ — SU VERME : Döküm parçalar 1—4 saat 850°C—900°C da tutulur ve sonra ılık yağda su verilir.

⑤ — TEMPERLEME : Su verme ve temperleme işlemleri bir kademede yapılabilir. Parçalar, su verildikten sonra, arzu edilen özelliklere göre 200°C—600°C arasında bir süre bekletilirler.

⑥ — YÜZEY SERTLEŞTİRME : Yüzey sertleştirme işlemi, döküm parça yüzeyinin çok hızlı ısıtılması ve sonra çok çabuk soğutulmasıdır. Yüzeyin hızla ısıtılması alev veya endüksiyon akımı ile yapılır. Sert yüzey tabakasının kalınlığı; soğutma ortamına, alaşımın cinsine, bilhassa nikel ve molibden gibi katık elemanlarının miktarlarına bağlıdır.

11.7 — KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİRLERİN KULLANMA ALANLARI :

Küresel grafitli dökme demir, çeşitli endüstri alanlarında kullanılır. Bu alanları şöyle sıralayabiliriz.

MADENCİLİK VE METALÜRJİ : Kırıcı gövdeler, alüminyum ve kurşun ergitme potaları, curuf potaları, sıcak hadde merdaneleri v.b. gibi parçalar.

MAKİNA : Hidrolik presler, silindirler, dişliler, akslar v.b. gibi parçalar. *tezgah gövdeleri*

TARIM : Traktör parçaları, tekerlek çataları, transmisyon kutuları, pedallar.

İNŞAAT : Kreyn (Vinç) parçaları, karıştırıcılar, yol ve inşaat makineleri.

KİMYA : Valfler, pompalar, pilastik karıştırıcılar, kurutma silindirleri.

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ : Diferansiyel dişli kutusu, volanlar, dişli kutuları v.b. gibi parçalar.

GÜÇ : Kompresör gövde ve kafaları, su türbinlerinin döküm parçaları, brülör gövdeleri, ısıya dayanıklı fırın parçaları v.b. gibi işlerde kullanılır.

KÜRESEL GRAFITLİ DÖKME DEMİR STANDARTLARI

TÜRK STANDARTLARI

Küresel Grafitli Dökme Demir	Çekme Mukavemeti (kgf/mm ²) (min)	Akma Sınırı (kgf/mm ²) (min)	Kopma Uzunluğu δ ₅ % (min)	Yapısı
DDK—38	38	25	17	Çoğunlukla Ferrit
DDK—42	42	28	12	Çoğunlukla Ferrit
DDK—45	45	35	5	Çoğunlukla Ferrit
DDK—50	50	38	7	Ferrit/Perlit
DDK—60	60	42	3	Ferrit/Perlit
DDK—70	70	50	2	Çoğunlukla Ferrit

Küresel Dökme Demir Normları (ALMANYA) (1)

Deutsche Normen; DIN, 1693. DK 669.131.7

Tip No :	Kopma Mukavemeti (kg/mm ²) (min.)	Akma Sınırı (kg/mm ²) (min.)	% Kopma Uzunluğu 1 = 5d (min.)	Malzeme Yapısı
GGG—45	45	35	5	Çoğunlukla Ferritik
GGG—38	38	25	17	" "
GGG—42	42	28	12	" "
GGG—50	50	35	7	Ferrit - Perlit
GGG—60	60	42	2	" "
GGG—70	70	50	2	Çoğunlukla Perlitik

DIN 50115 numunesi ile tayin edilen GGG-38 malzemesinin yurma dayanımı değerleri

Vurma Dayanımı

Tecrübe Sıcaklığı C	"3" tecrübenin "1" denemenin ortalaması, (min.) değeri	
	kpm/cm ² .	kpm/cm ² .
+ 20	2.3	2.0
- 40	1.9	1.6

NOT: (1) Ostenitik Küresel Dökme Demirler ALMAN Standardı DIN 001694 ile tesbit edilmiştir.

Küresel Dökme Demir Normları (U.S.A.)

Normun ait olduğu organizasyon	Norm No.	Karakteristikler	Sınıf
A.S.T.M.	536—65	Genel	60—40—18 65—45—12 80—55—06 100—70—03 120—90—02
	A395—61	Yüksek hararete çalışan tazyikli parçalar için	60—45—15
	A445—63T	Valflar, Boru ek parçaları	60—45—15
S.A.E. (Otomotiv)	J434A	Ferritik Ferritik Ferritik - Perlitik Perlitik Sertleştirilmiş ve Temperlenmiş	D—4018 D—4512 D—5506 D—7003 D—QT
S.A.E./A.M.S.	5315		
S.A.E./A.M.S.	5316		
(Askeri) Military	MIL-1-24137 (Ships)		A B C
	MIL-1-2243 (Nord)	küresel dökme demir Yüksek mukavemetli	55—37—20
	MIL-1-11466A (Mr.) (Ord)	S.A.E.-J434A ya bakınız	
AGMA	211.02	Dişli malzemesi	Tavllanmış Normalize Yağda sertleştirilmiş ve temperlenmiş

Küresel Dökme Demirlerin Mekaniksel Özellikleri
(Amerikan Normları) (*)

Norm No :	Kopma Mukavemeti, Kg/mm ² , (min.)	Akma Sınırı, %0.2 kalıcı uzamayı doğuran gerilim, Kg/mm ² , (min.)	% kopma uzaması (50.8 mm. de)	Sertlik değeri (Brinell)	Not
ASTM - 536 - 65/60 - 40 - 18	42.18	28.13	18	—	—
/65 - 45 - 12	45.70	31.64	12	—	—
/80 - 55 - 06	56.25	38.67	6	—	—
/100 - 70 - 03	70.31	49.22	3	—	—
/120 - 90 - 02	84.37	63.23	2	—	—
ASTM - A395 - 61/60 - 45 - 15	42.18	31.64	15	149—201	—
ASTM - A445 - 63T/60 - 45 - 15	42.18	31.64	15	137—187	—
SAE - J434A - D - 4018	42.18	28.13	18	149—207	—
.D - 4512	45.70	31.64	12	179—255	—
.D - 5506	56.25	38.67	6	229—285	—
.D - 7003	70.31	48.22	3	—	—
.D - T	—	—	—	—	—
SAE/AMS 5316	56.25	42.18	3	202—269	—
MIL - 1 - 24137 (Ships)	42.18	31.64	15	190 max.	—
	38.67	21.09	7	190 max.	—
	35.16	17.58	20	175 max.	—
AGMA - 211 - 02/A	38.67	26.02	20	165 max.	—

Satıcı ile alıcı arasındaki anlaşmaya göre ayarlanır.

Küresel Dökme Demir Normları (İNGİLTERE) (2)
İngiliz Norm No : 2789 — 1961 (UDC 669, 121 — 669, 111.2)

Sınıfı	Kopma Mukavemeti Kg/mm ² , (min.)	% 0.5 kalıcı gerilim, Kg/mm ² uzamayı doğuran (min.)	% kopma uzaması (min.)	Vurma Değerleri				Sertlik HB.
				3 değerlerin ortalaması (min.)		Bir denemenin değeri, (min.)		
				ft. lb.	mkg.	ft. lb.	mkg.	
SNG 24/17	37.8	23.6	17	6 (1)	0.84 (1)	4 (1)	0.56 (1)	187 max.
SNG 27/12	42.5	28.3	12	10		9	1.26	171 max.
SNG 32/7	50.4	34.6	7					
SNG 37/2	58.3	39.4	2					
SNG 37/7	58.3	39.4	7					
SNG 42/2	66.1	44.1	2					
SNG 47/2	74.0	47.2	2					

(1) Alıcı firma talep ettiği takdirde

(2) Ostenitik küresel dökme demirler İngiliz Standardı 3468 - 1962 (UDC 669.15-196) ile tesbit edilmiştir.

Küresel Dökme Demir Normları (İTALYA)
UNI 4544 (1960)

Tip No :	Kopma Mukavemeti kp/mm ²	Akma Sınırı kp/mm ²	Kopma Uzaması %
GSQ 42/15	42	28	15
GS 42/10	42	30	10
GS 50/5	50	38	5
GS 55/2	55	40	2

SORULAR

- 1 — Küresel grafitli dökme demiri tanıtır.
- 2 — Küresel grafitli dökme demirin bileşiminde bulunan elementleri % değerleri ile belirtiniz.
- 3 — Küreleştirici gereçler hakkında bildiklerinizi söyleyin.
- 4 — Küresel grafitli dökme demirin ergitilmesi ve kükürt giderilmesi için uygulanan metotları belirtiniz.
- 5 — Küreleştirme işlemlerinde uygulanan yöntemleri açıklayınız.
- 6 — Küresel grafitli dökme demirin mikro yapısını açıklayınız.
- 7 — Küresel grafitli dökme demire uygulanan ısı işlemlerini söyleyiniz.
- 8 — Küresel grafitli dökme demirin kullanma alanlarını belirtiniz.

FERRO ALAŞIMLARI

12.1 — FERRO ALAŞIMLARIN TANITIMI:

Dökme demirlerin bileşiminde noksan olan elementlerin, istenilen miktarlara tamamlanması için kullanılan alaşımlardır. Bu alaşımlar, özel olarak hazırlanır ve FERROLAR veya FERRO ALAŞIMLARI olarak tanınırlar. Örneğin: Ferro - silisyum, ferro - manganez, ferro - krom v.b. gibi.

Ferro alaşımları, özel çelik dökümler ile özel alaşımlı dökme demirlerin yapımında veya ergitme anında yanarak eksilen elementlerin tamamlanmasında kullanılır. Ferro alaşımları genel olarak ergitme ocaklarında, ergitilecek vezinlerle birlikte katılır. Özel durumlarda toz halinde maden alma oluğunda veya potada katılırlar. Ençok kullanılan ferro alaşımları şunlardır:

1 — FERRO - SİLİSYUM :

Ferro - silisyum alaşımlarının, bileşimindeki silisyum miktarlarına göre gruplandırmak mümkündür.

- a) Bileşiminde % 45-50 Silisyum olanlar,
- b) Bileşiminde % 75-80 Silisyum olanlar.

Bunlardan, bileşiminde % 45-50 Silisyum olanlarının kristalleri küçük kabarcıklar halinde, % 75-80 Silisyumlu olanlarının kristalleri ise, çok küçük taneler halindedir.

Ferro - Silisyum alaşımları, rutubetten korunmalıdır. Rutubetli olarak kullanılması halinde patlamalara ve çıkardıkları gazlardan korunulmazsa zehirlenmelere yol açabilirler. Bunun için kullanılmasında dikkat edilmelidir. Ferro alaşımlarının bileşimindeki silisyum miktarı arttıkça özgül ağırlığı azalır. Ferro-silisyum alaşımları silindirik briket şeklinde olup, koyu gri renktedirler.

Ferro-silisyumlar, çelikleri kükürtün kötü etkilerinden korumak, silisyumlu çeliklerin yapımında ve esmer dökme demirin bileşimini ayarlamakta kullanılır. Ferro-silisyum alaşımlarından bazı örnekler Tablo 12.1 de verilmiştir.

Tablo 12.1 Ferro-Silisyum Alaşımları

Elementin Adı	%	%	%
Silisyum (Si)	17.50	47.80	75.60
Manganez (Mn)	1.55	0.15	0.10
Karbon (C)	0.85	0.09	0.02
Fosfor (P)	0.08	0.04	0.02
Kükürt (S)	0.04	0.03	0.02
Demir (Fe)	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

2 — FERRO - MANGANEZ :

Ferro-Manganez alaşımları bileşimindeki manganez miktarlarına göre;

a) Manganez miktarı % 25'şeye kadar olan ferro-Manganezler. Bunlara SPIYEJEL de denir. Bu ferro alaşımların kesitleri pullar halindedir ve ayna gibi parlaktır. Bu tip ferrolar oksitlenir ve manyetikler.

b) Manganez miktarı % 25-95 arasında olan ferro-manganezler. Bunların yapıları küçük tanelidir. Gözeneklidirler ve çabuk oksitlenirler.

Ayrıca manyetik değildirler.

Ferro-manganez alaşımlarında karbon miktarı % 4-10 arasındadır. Karbon, demir ve manganez karbür halinde oluşmuştur. Ferro alaşımın bileşimindeki manganez miktarı arttıkça ergime derecesi düşer. Örneğin: Bileşimindeki manganez miktarı % 90 olan ferro alaşımı 1250 °C de ergir.

Ferro-manganez dikdörtgen prizma şeklinde olup renkleri kırmızı-kahverengidir. Ferro-manganezler, adi çelikler dökülürken oksitlerinin alınmasında, manganez çeliklerin ve esmer dökme demir ile bazı bakırlı (bronz) alaşımlarda kullanılır.

Ferro-manganez alaşımlarından bazı örnekler Tablo 12.2 de verilmiştir.

Tablo 12.2 Ferro-Manganez Alaşımları

Elementin Adı	% 25'şeye kadar Manganez	% 25'den çok Manganez
Manganez (Mn)	22.54	84.35
Karbon (C)	4.92	6.45
Silisyum (Si)	0.95	0.70
Fosfor (P)	0.08	0.25
Kükürt (S)	0.01	0.01
Demir (Fe)	Geri kalan	Geri kalan

3 — FERRO - KROM

Ferro-krom alaşımları, 6 veya 8 köşeli prizmatik şekilde olup yeşil renktedir. Bileşiminde % 82'ye kadar krom bulunabilir. Karbon miktarı % 10'a kadar olabilir. Karbon miktarı az olanları yumuşak ve kırılmaları güçtür. Küçük parçalar haline getirilmesi çok zor olur. Fakat karbon miktarı fazla olanları sert ve kırıldırırlar.

Ferro-krom alaşımları, kromlu çelik dökümlerin ve esmer dökme demir alaşımlarının sertliğini ve korozyona dayanımını artırmak için kullanılır. Ferro-krom alaşımlarından bazı örnekler Tablo 12.3 de verilmiştir.

Tablo 12.3 Ferro-Krom Alaşımları

Elementin Adı	%	%	%
Krom (Cr)	20.50	41.50	65.80
Karbon (C)	5.95	7.82	9.50
Silisyum (Si)	0.14	0.20	0.60
Manganez (Mn)	2.75	1.85	0.30
Fosfor (P)	0.06	0.05	0.03
Kükürt (S)	0.02	0.02	0.02
Demir (Fe)	Geri kalan	Geri kalan	Geri kalan

4 — FERRO - MOLİBDEN :

Ferro-molibden alaşımları 2 gruptur. Bunlar,

- Bileşiminde % 50'ye kadar molibden olanlar,
- Bileşiminde % 50'den çok molibden olan ferro-molibden alaşımları.

Ferro-molibden alaşımları bazı özel çeliklerin hazırlanmasında kullanılır. Örneğin: Mıknatıslar, süpaplar ve takım çelikleri. Ferro-molibden alaşımlarından bazı örnekler Tablo 12.4 de verilmiştir.

Tablo 12.4 Ferro-Molibden Alaşimleri

Elementin Adı	%	%
Molibden (Mo)	17.50	83.40
Karbon (C)	3.65	2.25
Silisyum (Si)	0.42	0.15
Fosfor (P)	0.01	0.01
Kükürt (S)	0.02	0.01

5 — FERRO-WOLFRAM (Ferro-Tungusten) :

Endüstride % 50-85 Wolfram ve % 0.3-3 Karbonlu ferro-wolfram alaşimleri hazırlanır. Zengin ferro-wolfram (% 80 wolfram) alaşımının bileşiminde bulunan karbon azdır. Güç ergir ve çeşitli çelik dökümlerin yapımında kullanılırlar. Örneğin: Miknatıslı çelikler ve takım çelikleri gibi. Ferro-wolfram alaşımından bazı örnekler Tablo 12.5 de verilmiştir.

Tablo 12.5 Ferro-Wolfram Alaşimleri

Elementin Adı	%	%
Wolfram (W)	62.70	70.50
Karbon (C)	1.65	1.60
Silisyum (Si)	0.35	0.32
Manganez (Mn)	0.45	0.56
Fosfor (P)	0.01	0.01
Kükürt (S)	0.01	0.01

6 — FERRO-FOSFOR :

Ferro-fosfor alaşımının bileşiminde % 20-25 arasında fosfor bulunur. Esmer dökme demirlerin dökülmesini kolaylaştırmak, akıcılığını artırmak ve katılaşmasını geciktirmek için kullanılır. Az karbonlu çeliklere ise, sertliğini artırmak ve korozyona dayanımını artırmak için katılırlar.

7 — FERRO-VANADYUM :

Maden ve alaşımlara kullanılan ferro-vanadyum alaşımının bileşimlerinde % 38-42 Vanadyum, % 7-11 Silisyum, % 1-4 arasında karbon bulunmaktadır.

SORULAR

- 1 — Ferro alaşımının faydalarını söyleyiniz.
- 2 — Ferro alaşimleri tanıtırız.
- 3 — Ferro-silisyumu hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 4 — Ferro-manganez hakkında bildiklerinizi söyleyiniz.
- 5 — Ferro-kromu tanıtırız.

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

A

Ağız gazı	: Yüksek fırından elde edilen gaz yakacak.
Akıcılık	: Dökülen sıvı madenlerin kumdaki akışları.
Alkaliler	: Periyodik sistem cetvelinin birinci sütununda bulunan elementlere verilen ad.
Amorf	: Şekilsiz cisim.
Aritma	: Temizleme veya saflaştırma.
Asidik curuf	: Bileşiminde asit oksitlerin çoğunlukta olduğu curuf.
Asidik tuğla	: Asidik karakteri gösteren tuğla.
Aspiratör	: Hava emici.
Astar	: Pota ve ergitme ocaklarının iç örgüsü.
Aşılama	: Alaşım yapma.
Ateşleme kapısı	: İlk yakım yeri.
Ateş tuğlası	: Isıya dayanıklı gereçten hazırlanmış tuğla.
Austenit	: Kübik yüzey merkezli demirin karbon ile oluşturduğu bir katı yapıdır.

B

Batarya	: 12 adet kamaranın yan yana dizilmiş şekli.
Bazik curuf	: Bileşiminde bazik oksitlerin çoğunlukta olduğu curuf.
Bazik tuğla	: Bazik karakterli tuğla.
Bentonit	: Kil.
Beyaz dökme demir	: Bileşik halde karbonun bulunduğu demir alaşımı.
Beyaz temper D. D.	: Avrupalı usulde elde edilir. Karbonun azaltılmasıyla (oksiteleyici ortamda) yapılır.
Bobin	: Emaye bakır telinden yapılan sargı.
Brom	: Bir elementtir.
Bürülör	: Sıvı yakıt yakıcısı.

C

Cam suyu	: Sodyum silikat. Kalıp ve maça kumu bağlayıcısı.
Curuf	: Ergitmede meydana gelen yabancı maddeler.
Curuf deliği	: Curufun ahndığı delik.

C

Çatma	: Kupolda meydana gelen hata. Büyük parçaların birbirlerine takılması.
-------	--

Çekme dayanımı	: Malzemenin çekmeye karşı olan dayanımı.
Çelik	: Bileşiminde % 1,7 ye kadar karbon olan demir alaşımıdır.
Çil testi	: Sıvı madene uygulanan soğutma.
Çökelme	: Çözeltide çözünmeden dibe çöken kısım.
Çözünme	: Bir sıvı içinde katı, sıvı ve gaz maddenin dağılması.

D

Dalgalı akım	: Kesintili elektrik.
Damıtma	: Birbiri ile karışık ve kaynama noktaları farklı maddeleri buharlaştırarak ayırma.
Debi	: Verim.
Dekarbürizasyon	: Karbonların dıştan içeri doğru azaltılması işlemi.
Deoksidasyon	: Oksitlerin giderilmesi.
Depo pota	: Ergitme ocakları önünde oluşan sıvı maden biriktirme potaları.
Dinamik basınç	: Hareketli basınç.
Doğru akım	: Kesintisiz elektrik.
Dolamit	: Kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat karışımı.
Dökme çelik	: Döküm yolu ile elde edilen çelik.
Dökme demir	: Bileşiminde % 2 — 4,5 a kadar karbon bulunan demir alaşımı.

E

Elektrot	: Grafit çubuk.
Elemine	: Bertaraf etme.
Ergitme	: Madenlerin katı halden sıvı hale geçmesi.
Esmer dökme demir	: Serbest (grafitlerin) karbonların bulunduğu demir alaşımı.
Esmer temper D.D.	: Amerikan usulü ile elde edilir. Nötr ortamda yapılır.

F

Ferrit	: Küçük hacim merkezli demirin az miktardaki karbon ile meydana getirdiği yapıdır.
Ferro alaşımları	: Dökme demirin bileşiminde noksan olan elementleri istenilen oranlara tamamlanması için katılan elementlerdir.
Filiz	: Madenlerin topraktan çıkma durumu.
Flüorspat	: Kalsiyum flüorür.
Frekans	: Kesintili elektrik akımı.
Fueloil	: Ham petrolün damıtılması ile elde edilen sıvı yakacak.

G

Gaz koku	: Hava gazı fabrikalarından elde edilen kok kömürü.
Gereç parkı	: Ocağa yüklenecek malzemelerin bulunduğu alan.
Gerilim giderme tava	: Biçimlendirme işlemlerinden doğan iç gerginlikleri azaltmak için yapılan ısıl işlemidir.
Gezer vinç	: Çeşitli hareketlere sahip taşıyıcı.
Grafit	: Karbonun kristallenmiş şekli.
Gözetleme deliği	: Çalışma anında ocak içinin gözetlendiği yer.

H

Ham demir	: Demir filizinden yüksek fırında elde edilen demir alaşımı.
Hava gazı	: Taş kömürü damıtılması ile elde edilen gaz yakacak.
Hematit	: Demirin oksitli filizi.
Hidro karbon	: Hidrojen ve karbon bileşikleri.
Homogenlik	: İyi karışım.

I

Isı	: Bir çeşit enerji.
Isı işlemi	: Malzemedeki gerginliklerin giderilmesi işlemi.
Islah etme	: Genellikle makina çeliklerinin özlülüğünü artırmak için yapılan işlemidir.

J

İndirgeme	: Bileşimindeki oksijenin alınması.
İspirto	: Bitkisel gereçlerden elde edilen sıvı yakacak.

K

Kalori	: Isı birimi.
Kadmiyum	: Bir elementtir.
Kamara	: Kömürlerin damıtıldığı yer.
Kaolen	: İyi cins bir kil.
Kapasite	: Verim.
Katran	: Doğal kömürlerin ve şistin damıtılması ile elde edilen sıvı madde.
Kıvılcımlık	: Kupolun en üst kısmına konulan şapka.
Kil	: Kum tanelerini birbirine bağlayan madde. Alüminyum silikat.
Kireçtaşı	: Kalsiyum karbonat.
Klape	: Hava ayarlayıcı.

Kok kömürü	: Taş kömürünün kuru damıtılması ile elde edilen katı yakacak.
Konverter	: Sıvı ham demirin çeliğe dönüştürülmesinde kullanılan ocak.
Kromit	: Krom ve demir oksitlerin karışımı.
Krozyon	: Maden ve alaşımların kimyasal ve elektro-kimyasal etkilerden ötürü yavaş yavaş aşınıp bozulmaları.
Kuru damıtma	: Katı maddelerin damıtılarak ayrıştırılması.
Kuyars	: Kristallenmiş silis.
Küreleştirici gereç	: Grafitlerin küresel şekilde oluşmasını sağlamak için sıvı madene katılan gereçler. Mağnezyum, seryum, lityum, vanadyum, sodyum gibi maddeler.
Küresel grafitli D. D	: Dökümdeki grafitlerin küresel hale gelmesidir. (mağnezyum ve selyumla oluşur.)

L

Ledeburit	: Bileşiminde % 4,3 karbon bulunan bölgede oluşur. Austenit ile sementit karışımı bir yapıdır.
Likit petrol gazları	: Basınç altında sıvılaştırılmış metan, etan, bütan ve propan gibi gazlardır.
Limonit	: Demirin oksitli filizi.

M

Mağnetit	: Demirin oksitli filizi.
Mağnezit tuğla	: Bazik karakterli tuğladır.
Manyetik alan	: Elektriklenen kısım.
Manyezit	: Mağnezyum oksit.
Menevişleme	: Sertleştirilen çelikleri uygun bir hızla soğutularak kırılabilirliğinin giderilmesi.

N

Normalleştirme	: Dönüşüm sıcaklıklarının üstündeki sıcaklıkta ısıtılarak soğutulmasıdır.
Nötr tuğla	: Asidik ve bazik karakter göstermeyen tuğla.

O

Ocak harcı	: Ocak içinin astarlanmasında ve örülmesinde kullanılan karışım.
Oksitleme	: Cisimlerin oksijenle birleşmeleri.
Orsat aygıtı	: Kupollerdeki baca gazlarının analizini yapan aparat.

P

Perlit	: Dökme demirin soğuması anında austenitin ferrit ve sementite ayrılması ile meydana gelen bir yapıdır. % 16 sementit ile % 84 ferritten oluşur.
Pik	: Ham demir.
Pirit	: Demirin kükürtlü filizi.
Pitot tüpü	: Ocağa üflenen havanın basıncını ölçen alet.
Platform	: Ocağın yükleme kapısının bulunduğu alan.
Pnömatik	: Basıncı hava etkisi ile elde edilen mekanik hareket.
Poşament	: Bir kişi tarafından taşınıp dökülen pota.
Pota	: Maden ergitmede veya sıvı maden taşımada kullanılan kap.
Pota çeliği	: Asallaştırılmış çelik. (potada elde edilen)
Pota harcı	: Potaların astarlandığı karışım.
Pota kısmı	: Ergitme ocaklarında sıvı madenin toplandığı yer.
Prometre	: Sıcaklık ölçümünde kullanılan alet.
Putrel	: Değişik ölçüdeki I demirleri.
Pülverize	: Yakıt ve havanın toz haline gelişi.

R

Reaksiyon	: Tepki.
Redükleme	: İndirgeme (azaltma)
Rekuperatör	: Yüksek fırına gönderilen havanın ısıtıldığı sobalar.
Reküpüratör	: Yüksek fırına gönderilen havanın ısıtıldığı sistem.

S

Salaş	: Ocağa atılacak malzemenin konulduğu yer.
Seğer konisi	: Isıya dayanıklı gereçlerin ergime noktalarının belirlenmesinde kullanılan pramitler.
Sementit	: Dökme demirdeki karbonun bileşik halde olması ile meydana gelir. Çok sert ve kırılmandır.
Sertleştirme	: Çeliklerin suda, yağda veya hava ile soğutma işlemi.
Sıcaklık	: Bir yerin taşıdığı ısı miktarını gösteren ölçek.
Siderit	: Demirin karbonatlı filizi.
Siemes Martin ocağı	: Çelik elde edilmesinde kullanılan ocak.
Sifonlu pota	: Curuf ayırma sistemi için yapılmış pota.
Sifon tuğla	: Süzgeçli tuğla.
Silis	: Silisyum oksit.
Statik basınç	: Duran basınç.
Steadit	: Demir karbür ve demir fosfür ötektiği oluşturur. Bölgelerde hücreleşen şekiller halindedir.

T

- Tamburlama : Döküm parçalarının tamburda temizleme işlemi.
Temper dökme demir : Beyaz dökme demirden yapılan parçalara ısı işlem uygulanarak elde edilir.
Temper karbon : Temper dökme demirde dokudaki karbonun rozet şeklinde bulunması hali.
Tıkaçlı pota : Sıvı madenin taban kısmından dökülen pota.
Tufal : Demir oksit.

Ü

- Üfleme deliği : Ergitmede kullanılan havanın girdiği yer.

V

- Vantilatör : Hava üfleyicisi.
Vezin : Ocak çaplarına ve çalışma durumuna göre ocağa yüklenen maden miktarı.

Y

- Yakacak : Isı elde etmek için yakılan madde.
Yanma ısı : Birim miktarda yakacağın yanması ile çıkan ısı.
Yanma odası : Yanmanın olduğu kısım.
Yaş damıtma : Sıvı maddelerin damıtılarak ayrıştırılması.
Yumuşatma tava : Çeliğin perlitte dönüşüm noktası civarında fırında veya özel kapalı bir yerde tavlama ve ağır soğutma işlemidir.
Yükleme kapısı : Malzemenin ocağa konulduğu yer.
Yükleme yeri : Malzemelerin ocağa yüklendiği yer.
Yüksek fırın : Demir filizlerinin ergitilerek ham demirin elde edildiği ocak.

Z

- Zintverlenmiş filiz : Toz halindeki filizlerin külçe haline getirilmesi.
Zirkon : Zirkonyum bileşimidir. Ateş tuğlasının harçlanmasında kullanılır.

KAYNAK KİTAPLAR

1. **ARAS, Nurettin.** Küresel Grafitli Demir Dökümü. Makina Mühendisleri Odası. Yayın No. 45. — 1970.
2. **BAYDUR, Galip.** Malzeme. Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu. Ankara — 1970.
3. **COSTE, H.** Cours Elementaire De Fonderie. Tome III. — V. Syndicat Général Des Fondateurs De France — 1966.
4. **ÇELİK, Süleyman.** Çelik-Dökümcülüğü. Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Matbaası. Ankara — 1977.
5. **ÇELİK, Süleyman.** (Derleyen). Temper ve Küresel Grafitli Dökme Demir. Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Matbaası. Ankara — 1972.
6. **ÇİĞDEMÖĞLU, Macit.** Pük ve Çelikte Alaşım Elemanları. Makina Mühendisleri Odası. Neşriyat No. 31 — 1968.
7. **ÇUHADAR, Nurettin.** Madenlerin Mekanik Teknolojisi İmal Usulleri. Cilt 1. Döküm. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi. Sayı 124. Teknik Üniversite Basımevi — 1947.
8. **DIKEÇ, Feridun.** Magnezyum ile Yapılan Küresel Grafitli Dökme Demir. Üretiminde Bileşim ve Bazı Döküm Şartlarının Etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Gümüşsuyu — 1971.
9. **DOĞANAY, Cemal.** Dökümcülük Bilgisi. Sümerbank Yayınları — 1944.
10. **DOĞMUŞ, Halil.** Demir Olmayan Maden ve Alaşımalarının Ergitme Ocakları. Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu Matbaası. Ankara — 1974.
11. **DÖKER, Mehmet.** Döküm İşleri Meslek Teknolojisi. Yeni Kitapevi. Konya — 1944.
12. **DRUOT, A.** Cours De Technologie D'Atelier, Sixieme Volume, Fonderie Ecoles Nationales D'Ants et Metiers — 1952.
13. **DUBOUE, M.M.** Le Cubilot En Fonderie. Ecol Superieure De Fonderie — Paris.
14. **DURAN, Ali Duray.** — **ÇELİK, Süleyman.** — **SÜZEN, Cümhur.** Dökümcülük İş ve İşlem Yaprakları, Sınıf 3. M.E.B. Mesleki ve Teknik Öğretim Kitapları. Etüd ve Programlama Dairesi Yayınları. Ankara — 1977.
15. **DURAN, Ali Duray.** Dökümcülükte Chill - Akıcılık - Basamaklı Döküm Testleri. Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Matbaası. Ankara — 1971.
16. **Prof. ERSÜMER, Aram.** Çelik Döküm. İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi. Sayı 952. Gümüşsuyu — 1973.
17. **Prof. ERSÜMER, Aram.** — **Y. Müh. ŞEN, Yılmaz.** Genel Döküm. Ofset Matbaacılık Ltd. Şti. — 1972.

18. Prof. ERSÜMER, Aram. — Y. Müh. UZUNOVA, Tayfun. Demir Dökümü. İstanbul Teknik Üniversitesi. — 1967.
19. FLINN, Richard. Fundamentals of Metal Casting. Addison-Wesley Publishing Company Inc. London — 1963.
20. GERIN, M. Conférences Sur Les Fours De Fusion En Fonderie. D'Alliages Cuivreux. Ecole Supérieure De Fonderie.
21. HEINE, Richard W. — LOPEZ, Jr. Carl R. — ROSENTHALL, Philip C. Principles of Metal Casting. Hill Book Company. Newyork — 1967.
22. HILL, G. Chaussin C. Cours De Metallurgie. Dunod — 1968.
23. KAYA, Halil. Malzeme I. Millî Eğitim Basımevi. İstanbul — 1950.
24. KAYA, Halil. Malzeme II. Millî Eğitim Basımevi. İstanbul — 1946.
25. LE BRETON, H. Manuel Pratique Du Fondeur De Fonte. Dunod — 1966.
26. Prof. Dr. Ing. ROESCH, Karl. — Dip. Ing. ZIMMERMANN, Kurt. Stahlguss. Verlag Stahleisen, M. B. H. Düsseldorf — 1966.
27. BUSINOFF, S. E. — Foundry Practices. American Technical Society. Chicago — 1964.
28. SURENKÖK, Ruhi. Malzeme. İkinci Baskı. Mesleki ve Teknik Öğretim Okulları Ders Kitapları. Millî Eğitim Basımevi. İstanbul — 1970.
29. YAYLALI, Günay. Makina ve Mühendis. T.M.M.O.B. Makina Mühendisleri Odası aylık yayın organı. Sayı 242.
30. YAZICI, Metin. Metalurjiye Giriş. Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş. Eğitim Yayınları No. 1 — 1968.
31. YAZICI, Metin. Demir ve Çelik Metalurjisi. Ereğli Demir-Çelik Fabrikaları Eğitim Müdürlüğü. Ankara — 1969.
32. American Foundrymen's Society. The Cupola and Its Operation. Third Edition. Published by American Foundrymen's Society. — 1965.
33. American Society for Metals. Metals Handbook (Volume 5), Forging and Casting.
34. Guide Pratique De Conduite Des Cubilots. Centre Technique Des Industries De La Fonderie. — 1963.
35. M. K. E. Özel Nitelikte M. K. E. Normu Çelik Türleri Kataloğu — 1972.
36. Sümerbank, Ateş Tuğlası Sanayii Müessesesi Tanıtma Broşürü —
37. Türkiye Demir ve Çelik İşletmeleri Tanıtma Broşürü — Karabük.
38. Türk Standartları Enstitüsü Yayınları.
39. Yüksek Teknik Öğretmen Okulu Döküm Bölümü Meslek Derslerinde Okutulmak üzere, bu kitabın yazarlarınca hazırlanmış çeşitli ders notları.

I N D E X S

A	
Ağ diyağramı	: 179, 180
Akıcılık	: 172, 173, 240
Alaşımli çelikler	: 252
Alaşımli dökme çelikler	: 255
Alaşımli dökme demir	: 216
Alçak frekanslı ocaklar	: 97
Alev ocakları	: 51
Altan üfleli konverter	: 59
Alüminyum	: 238, 267
Amonyaklı su	: 10
Antrasit	: 3, 6
Arabah potalar	: 193, 197
Ark ocakları	: 91
Asal çelikler	: 251
Asidik çelik	: 265
Askı Potaları	: 268
Aşlanmış dökme demir	: 244
Aşınma dayanımı	: 243, 245
Ateşleme kapısı	: 124
Ateş tuğlası	: 23, 41
Austenit	: 222, 301, 312
Az alaşımli dökme demir	: 213
B	
Baca gazı analizi	: 173
Baca kısmı	: 53, 128
Bakır	: 209, 238, 268

Bazık çelik	: 265
Bazık tuğlalar	: 26
Benekli dökme demir	: 211
Bentonit	: 258
Benzin	: 1, 5
Bessemer konverteri	: 57
Beyaz dökme demir	: 210, 213, 227
Bileşik karbon	: 216
Boşaltma kapağı	: 126

C

Curuf alma deliği	: 39, 121
Curuf potası	: 39, 204

C

Çekme dayanımı	: 245
Çelik	: 210
Çelik dökümde maçalar	: 260
Çil deneyi	: 168

D

Damıtma	: 7
Daldırma yöntemi	: 308
Dekarbürizasyon	: 293
Demir	: 210
Demir fosfor	: 218
Demir sülfür	: 219
Depolu kupol ocakları	: 181
Depo potaları	: 200
Difüzör	: 39
Direkt ark ocağı	: 94
Direnç ocakları	: 95

Dolanit tuğlalar	: 26
Dökme çelikler	: 249, 253
Dökme demir	: 209, 210
Döküm ocakları	: 49
Döküm tekniği	: 313

E

Elektrik ocakları	: 90
El potaları	: 193
Endirekt ark ocakları	: 92, 93
Endüksiyon ocakları	: 97
Ergitme bölümü	: 42
Ergitmenin durdurulması	: 167, 178
Ergitme işlemleri	: 164
Ergitme koku	: 3
Ergitme ocakları	: 288
Ergitmenin sonuçlanması	: 167
Ergitme potaları	: 193
Ergitme ve küllüğü giderme	: 303
Esmer dökme demir	: 230

F

Ferrit	: 220, 233
Ferro alaşımlar	: 321
Ferro fosfor	: 324
Ferro krom	: 323
Ferro manganez	: 322
Ferro molibden	: 323
Ferro silisyum	: 322
Ferro vanadyum	: 324
Ferro volfram	: 324
Fosfor	: 209, 216, 218, 230, 232, 266
Fueloil	: 3

G

Gaz koku	: 3, 11
Gaz yağı	: 14
Gaz yakacak	: 4
Gaz yakacak burülörü	: 89
Gerilim giderme tavi	: 277, 314
Gözenekler	: 261
Gözenekli tuğla	: 41
Grafit	: 205, 217, 233
Gri dökme demir	: 230

H

Ham demir	: 230
Ham madde deposu	: 39
Harçlar	: 28
Hava delikleri	: 110
Hava gazı	: 1, 18
Hava kuşağı	: 39, 117, 118
Hematit	: 37
Hızlı soğutulmuş dökme demir	: 212

I

Isı	: 2
Isıl işlemi	: 314
Islah etme	: 277

i

İğneli küresel grafitli dökme demir	: 313
İlk madenin alınması	: 172

J

Jenaratör gazı	: 3, 19
----------------	---------

K

Kalıpla işlem	: 310
Kalite çelikleri	: 251
Kalori	: 3
Kamara	: 9
Kalsiyum karbür	: 305, 307
Karbon	: 209, 213, 215, 216, 231
Karbondioksit	: 295
Karbonlu çelikler	: 252
Karbon tuğlaları	: 27
Katı yakacak	: 4
Katran	: 10
Kıvılcımlık	: 128
Kireç taşı	: 305
Kireç taşı miktarının hesabı	: 158, 159
Kok kömürü	: 1, 8
Kok miktarının hesabı	: 157, 158
Konverterler	: 57
Konverter yöntemi	: 311
Krom	: 209, 237, 268
Kromlu çelik dökümler	: 273
Krom nikelli çelik dökümler	: 273
Krom tuğlaları	: 27
Kupol ocağı	: 103
Kupol ocağının çalışması	: 146
Kupol ocağının yapısı	: 132
Kupol ocağının yükleme düzeni	: 139
Kükürt	: 209, 219, 232, 250
Küresleştirici gereçler	: 302
Küresel grafitli dökme demir	: 211, 299
Kütle çelik	: 250

L

Lamel grafitli dökme demir	: 211,
Ledeburit	: 222
Limonit	: 37
Linyit kömürü	: 1, 7

M

Maden alma aralığı	: 166
Maden alma deliği	: 39, 121, 122
Maden alma deliğinin donması	: 177
Maden alma oluğu	: 123, 124
Madenin soğuk gelmesi	: 177, 178
Maden vezin hesabı	: 159, 160
Mağnetit	: 37
Mağnezit tuğlaları	: 26
Mağnezyum	: 211
Manganez	: 217, 232, 236, 256, 267
Mangan sülfür	: 218, 223, 235
Manyetik olmayan çelik dökümler	: 271
Mazot	: 3, 15
Mazot bürülörü ile ocağın yakılması	: 155
Mekanik yükleme	: 141
Menevişleme	: 275
Metan	: 1
Mikro yapı	: 219, 256, 312
Molibden	: 209, 238
Motorin	: 3, 14

N

Nikel	: 209, 236, 268
Nodular	: 211
Normalizasyon	: 314

Normal kupol ocakları	: 106
Normalleştirme tavı	: 275
Nötr tuğlalar	: 27

O

Ocağın yakılması	: 153
Ocağın yüklenmesi	: 156
Ocak altı ve ayakları	: 126
Ocak astarı	: 133
Ocak astar onarımı	: 137, 138
Ocak çatması	: 175
Ocak gövdesinin delinmesi	: 176
Ocak tabanı	: 125
Ocak tabanının delinmesi	: 177
Ocak tavanı	: 53
Ocak zarfı	: 132
Odun	: 1
Odun kömürü	: 1, 8
Oksijen konvertörü	: 65, 66
Organik bağlayıcılar	: 258
Orta frekanslı endüksiyon ocağı	: 97
Ostenitik dökme demir	: 211
Otomat çelikler	: 252

Ö

Ötektik nokta	: 224
Ötektoid nokta	: 224
Özel çelik dökümler	: 270
Özel potalar	: 193, 197

P

Perlit	: 221, 224, 233
Pirit	: 38

Pnomatik sistem	: 309
Poşamen	: 193
Pota	: 193
Pota kısmı	: 119
Potaların astarlanması	: 204
Potaların kurutulması	: 206
Pota ocakları	: 75
Pudel ocağı	: 51

R

Rennerfelt indirekt ark ocağı	: 93
-------------------------------	------

S

Sade karbonlu çelikler	: 251
Sadviç yöntem	: 307
Seğir konisi	: 29
Sementit	: 220, 216, 234
Sertlik	: 242
Seryum	: 211
Sfero	: 211
Sıcağa dayanıklı çelik dökümler	: 272
Sıcak hava ile çalışan kupol ocağı	: 106
Sıcak havalı kupol ocağı	: 185, 186
Sıcaklık	: 2
Sıvı madenin sıcaklığının ölçülmesi	: 168
Sıvı yakıtla çalışan potalı ocak	: 83, 84, 85
Sıvı yakacaklar	: 4
Sıvı yakıt bürülörü	: 86
Siderit	: 38
Silis tuğlaları	: 25
Silisyum	: 209, 213, 212, 232, 235, 255, 267
Simes martin ocağı	: 68, 69
Siyah temper dökme demir	: 212, 284, 290

Soda	: 304
Sođa ile kükürt giderme	: 304
Soğuşa dayanıklı çelik dökümler	: 274
Somi kok	: 3, 11
Steadit	: 228, 234
Su verme	: 314

Ş

Şamut	: 205
Şist katranı	: 15

T

Taşınma potaları	: 193
Taş kömürü	: 1, 6
Tav fırınları	: 222
Tavlama	: 314
Temper dökme demir	: 212
Temperleme	: 314
Tıkaçlı potalar	: 201, 202
Titanyum	: 209, 240, 270
Toz kömürü	: 7
Turba kömürü	: 3, 6, 7

V

Vanadyum	: 269
Vezin miktarının hesabı	: 157
Vinc potaları	: 195, 6

Y

Yakacak	: 1
---------	-----

Yanma	: 1
Yatak kokunun hesaplanması	: 155
Yatay üfleme konverter	: 58, 59
Yer ocakları	: 75
Yumuşatma işlemi	: 291
Yumuşatma tava	: 277
Yükleme arabası	: 39
Yükleme kapısı	: 128
Yüksek alaşım dökme demir	: 213
Yüksek dayanımlı esmer dökme demir	: 243
Yüksek fırın	: 39
Yüksek fırın gazı	: 19
Yüksek frekanslı ocaklar	: 97
Yüzey sertleştirme	: 277
Ü	
Üfleme yöntemi	: 310
W	
Wolfram	: 269
Z	
Zirkon	: 21