

139804

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

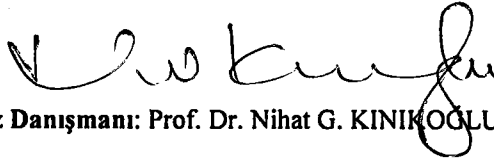
BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ İLE MAGNEZYUM
ALAŞIMLARINDAN OTOMOBİL PARÇALARI ÜRETİMİ

139804

Metalurji Müh. Ekin DANIŞMAN

F.B.E. Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı Malzeme Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

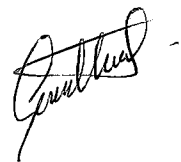


Tez Danışmanı: Prof. Dr. Nihat G. KINIKOĞLU

Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN



Prof. Dr. Mustafa GİĞDEM



İSTANBUL, 2003

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ.....	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	12
2. MAGNEZYUM ENDÜSTRİSİNE GENEL BAKIŞ.....	13
2.1 Magnezyum Nedir.....	13
2.2 Magnezyum Metalinin Diğer Metallere Göre Yoğunluğunun Karşılaştırılması ..	14
2.3. Magnezyum Metalinin Kullanım Alanları ..	14
2.4 Otomotiv Sektöründe Magnezyum Kullanımı ..	15
2.4.1 Otomotiv Sektöründeki Talep Artışı ..	15
2.4.2 Otomotiv Sektöründe Magnezyum Kullanımını Etkileyen Başlıca Faktörler ..	17
2.4.3 Neden Otomotiv Sektörü Daha Fazla Oranda Magnezyumun Basınçlı Dökümünü Kullanmaya Meyillidir ..	18
2.4.4 Otomotiv Sektöründe Kullanılan Örnek Parçalar ..	19
3. BASINÇLI DÖKÜMDE MAGNEZYUM UYGULAMASI.....	21
3.1 Basınçlı Dökümde Kullanılan Magnezyum Alaşımları ..	21
3.1.1 Basınçlı Dökümde Kullanılan Magnezyum Alaşımlarının Mekanik Özellikleri ..	21
3.1.2 Basınçlı Dökümde Kullanılan Magnezyum Alaşımlarının Kimyasal Özellikleri ..	22
3.2 Basınçlı Döküm Yöntemi ile Magnezyum Üretiminin Sağladığı Avantajlar ..	23
3.3 Basınçlı Dökümde Maliyet Karşılaştırması ..	23
4. MAGNEZYUM ALAŞIMLARI ..	24
4.1 Magnezyum Alaşımlarının Genel Özellikleri ..	24
4.2 Alaşım Gelişmeleri.....	28
4.2.1 AZ91 Alaşımı ..	28
4.2.2 AM60A Alaşımı ..	28
4.2.3 AS41A Alaşımı ..	29
4.3 Saf Magnezyum Kaynağı ..	29
5. ERGİTME ..	30

5.1	Eritme Fırını Yardımcı Dökme Ekipmanları.....	32
5.1.1	Techizat	32
5.1.2	Eritme Fırını	33
5.1.3	Potalar.....	37
5.1.4	Döküm Kepçeleri	37
5.1.5	Isıl Çiftler	38
5.1.6	Refrakter.....	39
5.2	Eritkensiz Eritmede Kullanılan SF ₆	39
5.2.1	Gaz Özellikleri ve Tedariği	40
5.2.1.1	Hava.....	40
5.2.1.2	CO ₂	40
5.2.1.3	SF ₆	41
5.2.2	Teknik Geçmiş	42
5.2.3	Endüstriyel Pratik Çalışmalar.....	42
5.2.3.1	Birincil Üretim	42
5.2.3.2	Basınçlı ve Metal Kalıba Döküm	43
5.2.4	Koruyucu Atmosfer için Donanım.....	44
5.2.5	Koruyucu Atmosfer Uygulamasında Dikkat Edilecek Hususlar.....	45
5.3	Curuf Çekme	46
5.4	Tane İnceltme	47
5.5	Eritkenler.....	47
5.6	Kalıntılar , Etkileri.....	47
5.7	Magnezyum Fırınlarında Tortu Oluşumu ve Erime Kayıpları	48
6.	İNGOT ÖZELLİKLERİ.....	51
6.1	İngotların Depolanması	51
7.	BASINÇLI DÖKÜM	53
7.1	Basınçlı Dökümün Avantajları.....	54
7.2	Basınçlı Dökümün Dezavantajları.....	54
7.3	Magnezyum Alaşımlarının Basınçlı Dökümü.....	55
7.4	Basınçlı Döküm Yöntemleri.....	56
7.4.1	Püskürtme Döküm.....	56
7.4.2	Pres Döküm	56
7.4.2.1	Sıcak Odalı Basınçlı Döküm Yöntemi	56
7.4.2.2	Soğuk Odalı Basınçlı Döküm Yöntemi.....	56
7.5	Basınçlı Döküm Makinaları	57
7.6	Basınçlı Döküm Kalıpları.....	59
7.6.1	Kalıp Tasarımı.....	59
7.6.2	Kalıp Malzemeleri.....	59
7.7	Büzülmeyi Besleme.....	60
7.8	Isı Uzaklaştırma	60
7.9	Isı Akışının Kontrolü.....	61
7.10	Parçanın Çıkartılması	61
7.11	Bir Sonraki Çevrim için Hazırlanma.....	61
7.12	Preste Taşlama.....	61
7.13	Magnezyum Alaşımlarından Üretilmesi Düşünülen Parçanın Tasarımı	62
7.14	Boyutsal Değişim e Toleranslar	63
7.15	Besleme ve Yolluk Sistemleri	64

7.16	Basınçlı Döküm Kalıbını Isıtma ve Soğutma İşlemleri.....	65
8.	GÜVENLİK BAKIMINDAN YAKLAŞIM	66
8.1	Magnezyum Yangınında Kullanılan Araçlar	67
8.2	Bireysel Güvenlik.....	67
8.3	Güvenlik Risklerinin Çıkış Noktaları	68
8.4	Çevresel Konular	69
9.	DENEYSEL ÇALIŞMALAR	71
9.1	Döküm Parametrelerinin Seçimi	72
9.2	Döküm Parametrelerinin Kayda Geçirilmesi	74
9.3	Döküm Hataları	77
9.4	Döküm Sonrası İşlemler	79
9.4.1	Tıraşlama	79
9.4.2	İşleme	79
9.4.3	Yüzey İşlemleri	80
9.4.4	Birleştirme	81
10.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	83
	KAYNAKLAR.....	85
	ÖZGEÇMİŞ.....	86

SİMGE LİSTESİ

Sf ₆	Sülfür Hekza Florid
AZ91D	Magnezyum Alaşımı
AM50A	Magnezyum Alaşımı
AM60B	Magnezyum Alaşımı



KISALTMA LİSTESİ

CRU Bağımsız Madencilik ve Metal Endüstrisi Araştırma Grubu
p.ç. Parça



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	1999 ve 2009 yılları için karşılaştırmalı olarak magnezyum metalinin kullanım alanları	15
Şekil 2.2	Motor kapağı	19
Şekil 2.3	Tepe lamba desteği	19
Şekil 2.4	Oturma şasisi	20
Şekil 2.5	Direksyon	20
Şekil 5.1	Eritme Fırını	31
Şekil 5.2	Eritme fırınına besleme yapılması	31
Şekil 5.3	Hidro norsk patentli sifon sistemi	33
Şekil 5.4	Tasarlanan edilen ve patentlenen yeni eritme ünitesi	34
Şekil 5.5	Pompa sistemli magnezyum eritme fırını teknik resmi	35
Şekil 5.6	Pompa sistemli magnezyum eritme fırını	36
Şekil 5.7	Eritme fırını üst kısmında besleme kapakları ve ısı ölçerler	36
Şekil 5.8	Gaz atmosferi korumasındaki eriyik metal yüzeyinin görünüşü	38
Şekil 7.1	Soğuk odalı basınçlı döküm makinası şematik resmi	57
Şekil 7.2	Basınçlı döküm makinası kalıp ve kolonlar	58
Şekil 7.3	Basınçlı döküm makinasında döküm sonrası parça çıkarılması	58
Şekil 9.1	Telsiz arka kapağın arka yüzü	71
Şekil 9.2	Telsiz arka kapağın ön yüzü	71
Şekil 9.3	Pompanın görünüşü	72
Şekil 9.4	Pompanın fırına yerleştirilmesi	72
Şekil 9.5	Yırtılmaların olduğu hatalı parça	75
Şekil 9.6	Hataların olduğu parçaya ait basınç zaman grafiği	75
Şekil 9.7	Yağlamanın da düzgün olarak yapıldığı hatasız parça	76
Şekil 9.8	Hatasız parçaya ait basınç zaman grafiği	76
Şekil 9.9	Yağlama düzgün yapılmadığında parça yüzeyinde lekeler oluşur	77
Şekil 9.10	Basınçlı döküm hataları ve döküm parametreleri arasındaki bağlantılar	78
Şekil 9.11	Metallerin işlenmesi için gerekli güç miktarının karşılaştırılması	80
Şekil 9.12	Basınçlı döküm magnezyum alaşımlarının yenim hızlarının alüminyum alaşımı A380 ile karşılaştırmalı olarak gösterimi	80

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Magnezyumun diğer metallere göre hafiflik avantajı	16
Çizelge 3.1	ASTM B 93'e göre kimyasal bileşimleri	21
Çizelge 3.2	Basınçlı dökümde kullanılan magnezyum alaşımlarının mekanik özellikleri..	21
Çizelge 3.3	Basınçlı dökümde kullanılan magnezyum alaşımlarının kimyasal özellikleri .	22
Çizelge 3.4	Saf magnezyumun termal özellikleri	23
Çizelge 3.5	Parça başına maliyet hesabı	24
Çizelge 3.6	Al , Zn , Mg parçalar için karşılaştırmalı maliyet tablosu.....	25
Çizelge 5.1	Ortalama tortu bileşimi	49
Çizelge 7.1	Doğrusal Boyutla için tavsiye edilen toleranslar.....	64
Çizelge 8.1	Magnezyumun oksijen ve oksijen içeren malzemelerle arasındaki ekzotermik tepkimeler	69



ÖNSÖZ

Magnezyum metali dünyada geniş bir kullanım alanına sahip olmasına rağmen ülkemizde henüz endüstriyel anlamda sürekli üretimi yapılamamaktadır. Bu çalışmada magnezyum metali, döküm şartları ve basınçlı döküm yöntemleri incelenmiş ve uygulanmaya çalışılmıştır.

Çalışmamda beni yönlendiren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Nihat G. KINIKOĞLU'na, deneysel çalışmalarda yardımcı olan arkadaşlarıma ve aileme teşekkür ederim.



ÖZET

Magnezyum temelli hafif metal alaşımlarının fiziksel ve mekanik özellikleri uygun olduğundan otomobil ve uzay sanayinde çok geniş uygulama alanları vardır. Düşük ergime sıcaklıkları onları basınçlı döküm için uygun kılar. Yüksek bir dayanım / ağırlık ve tokluk / ağırlık oranına sahiptir. Yüksek akışkanlıklarından dolayı alüminyum temelli alaşımlarla karşılaştırıldığında , daha ince cidarlı ve daha karmaşık parçalar dökülebilir. Düşük maliyetle tekrar geri dönüştürülmeye uygundur. Magnezyum alaşımları gelecek on yıl içerisinde üretim hızında önemli artış beklenen iki alaşımdan biridir. Bu çalışmanın gayesi, üniversitemiz tarafından projeye teorik bilgi sağlanmasında ve işlem prosedürlerinin analiz edilmesinde danışmanlık yapılan TİDEP basınçlı döküm projesinde yer almaktır.

Anahtar Kelimeler: Magnezyum ve Alaşımları , Basınçlı Döküm, Soğuk Oda Yöntemi , Otomotiv Endüstrisi

ABSTRACT

Magnesium base light metal alloys have physical and mechanical properties suitable for a wide range of applications and aerospace industry. Low melting temperatures make them suitable for die casting. They have higher strength / weight ratio and higher toughness / weight ratio than steel and aluminum alloys. They are suitable for recycling with lower cost. Magnesium alloys are one of the two alloys expected to have considerable increase in production rate in the next decade. The technology of casting magnesium alloys is not known in Turkey therefore there is no known application. The purpose of this study is to take part in the TİDEP die casting project which is guided by our university by providing theoretical knowledge to the project and by analyzing the operational procedures.

Keywords: Magnesium and its alloys , Die Cast, Cold Chamber , Automobile Industry



1. GİRİŞ

İmalat sanayinde son yıllarda yaşanan gelişmeler sonucu çelik ve dökme demir yerini hafif metallere (Al, Mg, Ti) bırakmaya başlaması ile döküm endüstrisinde de hafif metallerin dökümü üzerine çalışmalar her geçen gün artarak devam etmektedir. Hafif metallerin hafiflikleri ve üretim maliyetleri dökme demir ve çeliğe oranla çok daha ucuz olması başta otomotiv sanayi, elektronik endüstrisi ve daha birçok alanda hafif metallerin kullanımı her geçen gün artarak devam etmektedir.

Son yıllarda bu alanda yapılan çalışmalar sonucu hafif metaller içinden magnezyumun kullanımı yıllık % 15 gibi bir oranla artmaya başlamıştır. Bu artıştaki en büyük sebep Mg'un Al'dan % 35 daha hafif olması ve Mg hammadde fiyatlarının Çin ve Avustralya'nın üretime girmesi ile birlikte 3500 \$/ton dan 2200 \$/ton'a gerilemesiyle hem toplam maliyet açısından aynı zamanda hafiflik açısından diğer hafif metallere karşı avantajlı bir duruma gelmesi olmuştur. Bu çalışmalar sonucu yapılan tahminler de sadece otomotiv sektöründe 1999'da 130000 ton olan yıllık magnezyum tüketiminin 2009 yılında 540000 ton'a yükselmesi beklenmektedir. Başka bir deyişle 1999'da araç başına tüketim 2.7 kg iken 2009 yılında bu oranın 9.1 kg'a çıkması beklenmektedir.

21.yy'ın metali olarak değerlendirilen magnezyumdan, henüz ülkemizde döküm yoluyla parça üretiminin bulunmaması nedeniyle bu konuda çalışmalar başlatılmıştır.

Otomotiv endüstrisinde magnezyum alaşımlardan imal edilen parçaların kullanımının artması ile ülkemizde de üretim yapan otomotiv fabrikalarının magnezyum parça yönünde talepleri artmaya başlamıştır. Bu parçalardan ilki direksiyon simidi armatürü olup, yeni jenerasyon araçların tamamında magnezyum direksiyon simidi armatürü kullanılacaktır. Halen ülkemizde Fiat-Tofaş marka Dublo tipli araçların direksiyon simitleri magnezyum olup firma ihtiyacını Fransa'dan ithalat yaparak gidermektedir. Bununla birlikte Toyota Corolla , Renault ve Ford un yeni kasa araçlarının direksiyonları magnezyum alaşımlardan imal edilecektir. Amerika ve Avrupalı otomotiv üreticilerin kullandığı magnezyum alaşımlardan imal daha birçok parça bulunmakla birlikte , ülkemizde de uygulama alanları birkaç yıl içinde hızlı bir artış gösterecektir.

2. MAGNEZYUM ENDÜSTRİSİNE GENEL BAKIŞ

2.1 Magnezyum nedir

Magnezyum yapı metallerin en hafif olanıdır, çelik ve çinkonun 1/4'ü ağırlığına sahip olması ve alüminyumun ağırlığının 1/3 kadar daha hafif olmasıyla otomobil malzemesi olarak kullanıma elverişlidir. Bu malzemenin kullanımının elverişliliği olması arabaların hem iç aksamında hem de dışında değişik uygulama alanlarında kullanımını sağlamış ve orijinal donatılarda kullanılmıştır. (Mezoff,1998)

Magnezyum doğal metal formunda bulunmaz. Doğal formuna dönüştürmek için, ham malzemeler (magnezit, dolomit, serpentit, tuzlu su ve deniz suyundan elde edilen)kimyasal işlemlere tabi tutulurlar. Bu ham maddelerden üretilen magnezyum genellikle “birincil magnezyum” olarak adlandırılır. Magnezyum metali ayrıca hurda malzemelerden tekrar dönüştürülerek de elde edilebilir. Bu şekilde oluşturulan magnezyuma ise “ikincil magnezyum” denir.

Magnezyum metali Al 'dan 4 kat daha hızlı dökülebilir. Doğada bol olarak bulunur. İşlenebilirliği Al ile kıyaslandığında daha yüksektir, daha hızlı işlenir. Metallerin en hafifi olan Mg doğada serbest halde bulunmaz. En çok bulunan 8. elementtir . Yer kabuğunda % 20 oranında bileşik halde bulunur. Deniz suyu % 0,32 oranında magnezyum klorür içerir. Deniz suyunun her mil küpünde 6 milyon ton Mg olduğu hesaplanmıştır. Oksijen ve klora olan yüksek ilgisinden dolayı 1808'lere kadar bileşikten ayırma işlemi başılamamıştır. Ünlü İngiliz kimyacı Davy , cıva katot kullanarak susuz magnezyum klorürün elektrolizi ile magnezyum eldesini başarmıştır. Ticari olarak yaygın olan iki proses mevcuttur :

- Elektroliz
- Metalotermik proses (The Institute of British Foundrymen)

Magnezyumun elektrolitik ile eldesi demek magnezyum klorür hücresinin beslemesinin hazırlanması sonra elektrolizi demektir.

2.2 Magnezyum Metalinin Diğer Metallere Göre Yoğunluğunun Karşılaştırılması

1,74 gr/cm³ yoğunluğundaki magnezyum;

Al'un ağırlığından % 35,6 daha hafif
 Ti'un ağırlığından %61,42 daha hafif
 Zn'nun ağırlığından %75,64 daha hafif
 Fe'in ağırlığından % 77,87 daha hafif
 Cu'ın ağırlığından % 80,59 daha hafif
 Pb'un ağırlığından % 84,74 daha hafif [2]

2.3 Magnezyum Metalinin Kullanım Alanları

Magnezyum'un % 90'ı aşağıdaki başlıca üç uygulama için kullanılır.

1-Alüminyum alaşımlama: Saf alüminyumun dayanımını ve yenim direncini artırır.

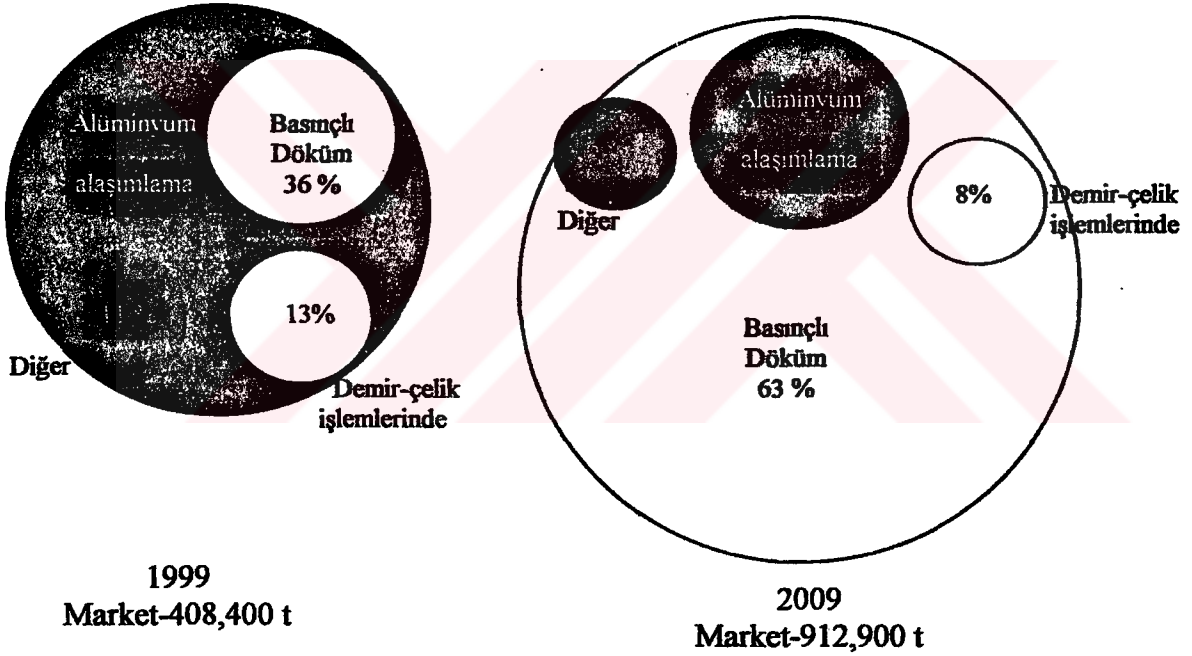
2-Basınçlı döküm: Magnezyum değişik metaller ile alaşımlandırılarak (alüminyum, çinko, mangan vb. gibi) çok geniş bir alanda basınçlı döküm uygulamaları için kullanılır. Otomobil parçaları, bilgisayar ve video donatımları ile iletişim araçlarının basınçlı dökümünde kullanılabilir.

3-Demir-çelik işlemlerinde: Magnezyum, demir ve çeliğin kükürt giderme işleminde kimyasal indirgeyici olarak kullanılır. Titanyum ve diğer çekici metallerin üretimi ile küresel grafitli dökme demir üretiminde kullanılır.

Magnezyum 20.yy ile birlikte ticari olarak kullanılmaya başlandı. İlk ticari üretimi Almanya'da gerçekleşti. 1950-1960'larda otomotiv sektöründeki uygulamalar için magnezyum talebinde bir artış oldu. Bunun sebebi Volkswagen firmasının "Beetle" modelinin üretiminde magnezyum alaşımlarını kullanmaya başlaması idi. 1970'lerde, Volkswagen Beetle zirvede iken, bu modelin üretiminde 20 kg civarında magnezyum kullanılıyordu. Yılda 2 milyon araç üretimi ile yıllık 40000 ton magnezyum talebi söz konusu idi. 1990 yılından itibaren yüksek saflıktaki magnezyumun temin edilebilmesindeki artış ve yeni alaşımların geliştirilmesi magnezyum kullanımını hissedilir şekilde arttırmıştır.

Magnezyum talebinin en hızlı arttığı sektör basınçlı döküm sektörü olmuştur. 1985 yılında Mg talebi yılda 30000 ton iken 1999’da yılda 145200 ton’a yükselmiş ve ortalama artış yıllık % 11.9 olmuştur. (Burstow,1993)

Bağımsız bir madencilik ve metal endüstrisi araştırma grubu olan CRU International Ltd , 1999’dan 2009 yılına kadar olan periyotta basınçlı döküm sektöründe magnezyum talebindeki artışın yılda % 14.8 olacağını söylemektedir. CRU 2004 yılında basınçlı döküm sektörünün, magnezyumun en geniş kullanım alanı olan alüminyum alaşımlamanın yerini alacağını ummaktadır. 2009 yılında ise birincil magnezyumun %55’inin, toplam magnezyum tüketiminin ise % 63’ünün basınçlı döküm uygulamalarında kullanılacağını tahmin etmektedir. [1]



Şekil 2.1 1999 ve 2009 yılları için karşılaştırmalı olarak magnezyum metalinin kullanım alanları [1]

2.4 Otomotiv Sektöründe Magnezyum Kullanımı

2.4.1 Otomotiv Sektöründeki Talep Artışı

Başınçlı döküm sektöründe, magnezyum talebindeki tahminlerin yükselmesinin sebebi, otomotiv sektöründeki magnezyum ihtiyacının artışıdır. CRU’nun araştırmalarına göre 1999’dan 2009’a kadar %15.2 lik bir yükselme gerçekleşecektir. Bu da yılda 130000 ton’dan

2009 yılında 540000 ton'a ulaşacak bir yükselmeyi göstermektedir. CRU'nun tahminleri 2009 yılında 60 milyon araç üretimi olacağı farz edilerek, 1999 yılındaki 50 milyon araç üretimi karşılaştırılarak yapılmıştır. Bunu magnezyum kullanımı olarak ele alırsak; 1999 yılında bir araç için ortalama 2.7 kg Mg kullanılırken, 2009 yılında bu rakam 9.1 kg'a yükselecektir.

İçlerinde Ford'un da bulunduğu başlıca otomobil üreticileri, 30'un üzerinde motorlu araç parçasının Mg kullanılarak üretilebileceğini saptamışlardır. Yalnız şu an bu parçaların yapımı için tek bir model kullanılırken, böyle bir üretimde çok sayıda farklı modele ihtiyaç duyulacaktır. Üreticilerin saptadığı bazı parçalar (motor blokları, kapı içleri, otomatik vites kutuları) için ise teknik yönden, maliyet ve altyapı açısından karşılaşılabilecek sorunların, Mg ile parça üretimini çok geniş bir alana yaymadan önce çözülmesine ihtiyaç vardır. [2]

Aşağıda orta büyüklükte bir otomobil için üreticiler tarafından saptanan magnezyum parçalarının alternatif malzemeler ile ağırlık yönünden karşılaştırılması verilmiştir.

Çizelge 2.1 Magnezyum metalinin diğer metallere göre hafiflik avantajı [2]

Parça adı	Magnezyum	Alüminyum	Çelik	Ağırlık düşümü
Kapı içi	5.4 kg	8.2 kg	-	% 33
Oturma şasisi	1.8 kg		5 kg	% 64
Bagaj kapısı	3.2 kg	5.5 kg	-	% 42
Direksiyon simidi parçaları	0.9 kg	-	1.4 kg	% 33
Direksiyon mili parçaları	1.4 kg	-	2.3 kg	% 40
Aktarma organı	11.4 kg	-	15.6 kg	% 28
Motor bloku	16 kg	22 kg	60 kg	% 27-33

2.4.2 Otomotiv Sektöründe Magnezyum Kullanımını Etkileyen Başlıca Faktörler

Otomotiv sektöründeki magnezyum talebinin artmasının sebebi magnezyumun, hafifliği, yüksek dayanım/ağırlık oranı, araç ağırlığını düşüren mükemmel döküm özellikleri gibi çeşitli yararlarının bulunmasıdır.

Aşağıda magnezyumun başlıca yararları sıralanmıştır.

1-Yakıt verimini arttırarak emisyonu düşürmesi; Magnezyum ve diğer hafif metallerin kullanılmasındaki artışın arkasındaki en önemli faktör, devletlerin ve tüketicilerin yakıt verimindeki standartlarının yükselmesidir. Araç ağırlığının düşmesi, yakıt veriminin yükseltilerek emisyonun azaltılması için en önemli yollardan biridir. Bu ise çelik gibi ağır metallerin yerine magnezyum gibi hafif metallerin kullanılmasıyla gerçekleştirilebilir.

2-Araç performansını arttırması; Araçlarda ağırlığın düşmesi üreticilerin araç performansı konusunda müşterilerini memnun etmesine olanak sağlar. Daha iyi bir ivmelenme, daha iyi bir direksiyon hakimiyeti ve frenleme sağlanarak gürültü ve titreşim azaltılır.

3-Güvenliği ve yardımcı donanımları arttırması; Güvenlik konusunda tüketici taleplerinin artması, en son üretilen araçlarda hava yastıkları, ABS fren sistemleri gibi ek güvenlik donanımları ile klima ve çeşitli müzik sistemleri gibi ek donanımların bulunmasını zorunlu kılmış bunlar da araç ağırlığını arttırmıştır. Üreticiler de hafif malzemeli konstrüksiyonlar kullanarak bunu dengelemek istemişlerdir. Sonuç olarak hem güvenlik artırılmış, hem ek donanımlar kullanılarak araçlar geliştirilmiş hem de ağırlıktan kaçınılmış olur.

4-Geri dönüşümü olması; son zamanlarda Avrupa'da 2005 yılı itibariyle tüm otomobil üreticilerini geri dönüşüm konusunda zorunlu bırakacak bir yasanın çıkarılması önerilmektedir. Böylelikle otomobil üreticileri kullanılmış otomobillerini geri alarak en azından ağırlıkça % 80'ini geri dönüştürmüş olacaklardır. Bu da geri dönüştürülemeyen veya az geri dönüştürülebilen plastik gibi malzemelerin çekiciliğini azaltacaktır. Dolayısıyla daha kolay geri dönüştürülebilen magnezyum ve alüminyumun kullanılması yaygınlaşacaktır. (Nonferrous Metals Outlook,1999)

2.4.3 Neden Otomotiv Sektörü Daha Fazla Oranda Magnezyumun Basınçlı Dökümünü Kullanmaya Meyillidir

Bir çok faktör, magnezyumun otomotiv sektöründe kullanımının artmasını etkilemektedir. Bu faktörler aşağıda sıralanmıştır.

1-Maliyet konusunda rekabet; Otomotiv sektörü maliyet konusunda oldukça duyarlıdır. Magnezyumdan üretilen otomobil parçalarının alüminyum, çelik ve plastikler ile rekabet edebilecek durumda olması gerekmektedir. Daha iyi konstrüksiyonlar ve teknik gelişmelerle parçaların maliyeti düşürülerek basınçlı döküm geri dönüşüm külçeleri miktarları artırılabilir. Bu da talebin yükselmesini sağlayacaktır.

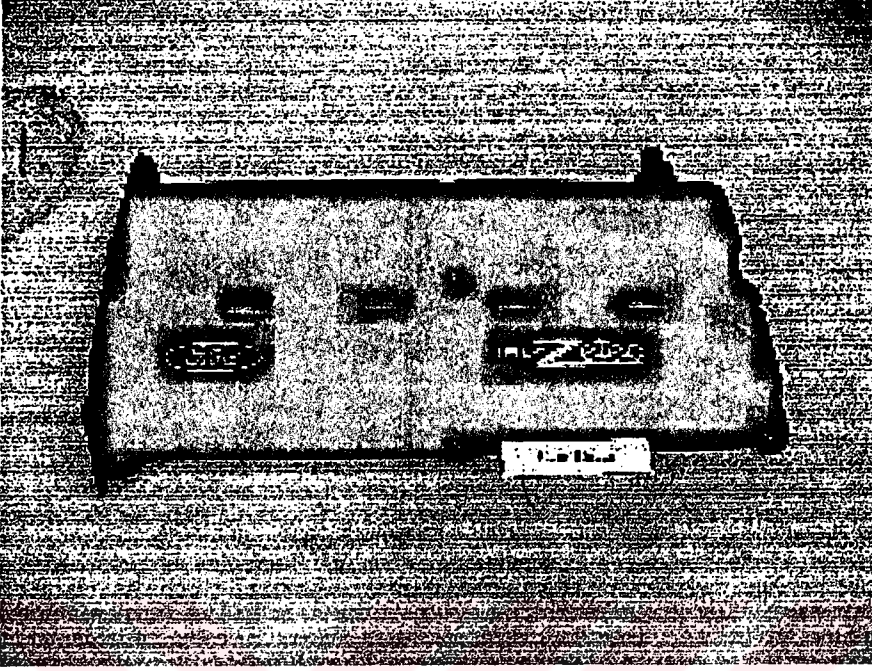
2-Teknik bilgi ve uzmanlık; Diğer malzemeler ile kıyaslandığında magnezyum alaşımlarının basınçlı dökümü konusundaki bilgiler ve uzmanlaşma oldukça sınırlıdır. Bu durumda, magnezyumun otomotiv sektöründe kullanımının artması için magnezyum konusunda daha geniş bir mühendislik desteği ve eğitiminin gerekliliğini gözler önüne serilir. Bu ise parça tasarımında ve basınçlı döküm teknikleri konusunda çalışan üretim ve tasarım mühendislerinin desteklenmesini zorunlu kılar.

3-Parçaların tekrar tasarlanma zamanları; Otomotiv sektöründe, parçalar her iki-altı yılda bir değişir veya tekrardan tasarlanırlar. Birkaç yıl sonra bir otomobil üreticisi bir parçası için özel bir malzeme kullanmaya karar verebilir. Bu sebeple magnezyum sektörü üretilen parçaların tekrar tekrar tasarlanabilme sürelerini diğer malzemelerle rekabet edebilmek için kısaltmayı arzulamaktadırlar.

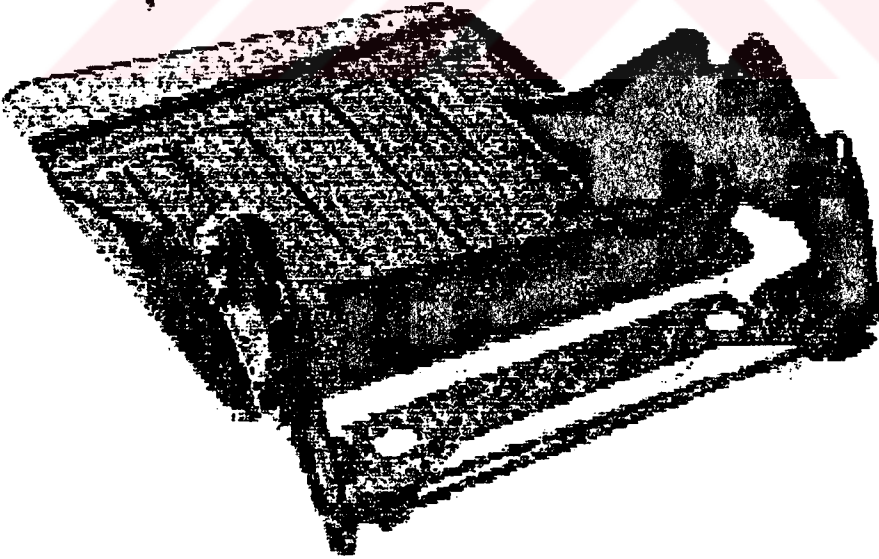
4-Temin edilebilme güvenilirliği; Magnezyum alaşımlarının basınçlı dökümünün, otomotiv platformlarında kabul görebilmesi için, otomobil üreticileri ve basınçlı dökümcüler, düşük fiyatta ve yüksek kalitedeki magnezyum alaşımlarının güvenilirliğinin ve temin edilebilirliğinin artmasını arzu etmektedirler.

5-Çevresel faktörler; Otomobil üreticileri ürünlerinin çevreye olan etkileri konusunda çok daha duyarlı hale gelmişlerdir. Bu da konstrüksiyonlarda kullanılan malzemelerin etkisini ortaya koymaktadır. Parçaların hangi yollardan üretildiği ve nasıl zararsız hale getirileceği önem kazanır. (Nonferrous Metals Outlook,1999)

2.4.4 Otomotiv Sektöründe Kullanılan Örnek Parçalar



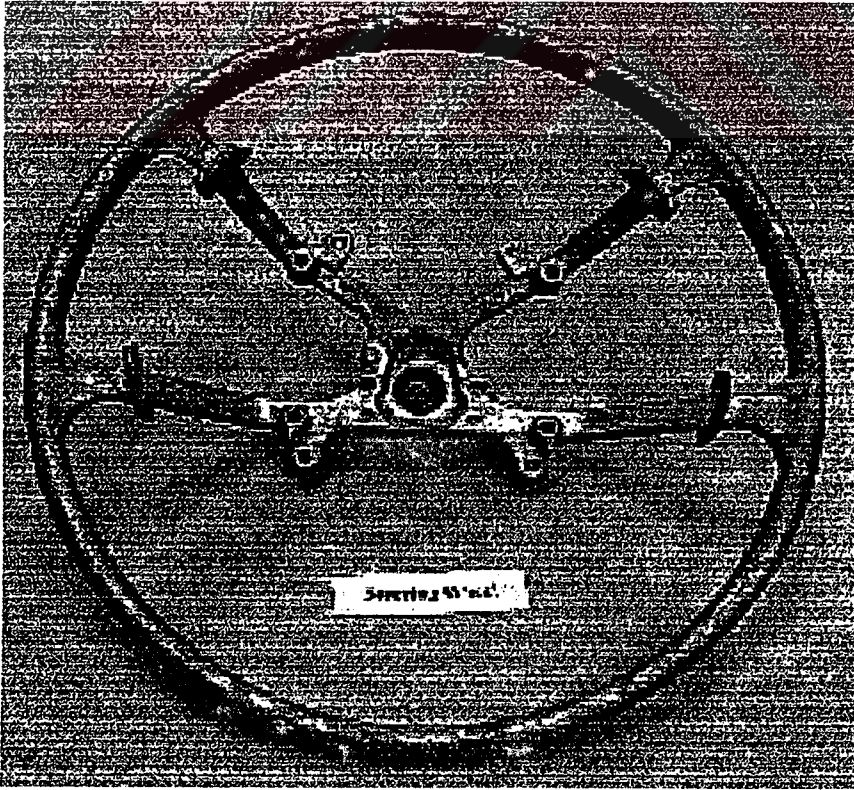
Şekil 2.2 Motor Kapağı, AZ91D, Ford Zetec Motoru [1]



Şekil 2.3 Headlamp Door Support AZ91 D [1]



Şekil 2.4 Oturma Şasisi [1]



Şekil 2.5 Direksyon Simidi Armattürü [1]

3. BASINÇLI DÖKÜMDE MAGNEZYUM UYGULAMASI

3.1 Basınçlı Dökümde Kullanılan Magnezyum Alaşımları

Basınçlı dökümde kullanılan alaşımlarda ana element magnezyum, alüminyum ve çinko bileşimleridir. Yıllardır basınçlı dökümde en çok kullanılan alaşımlar AZ91A , AM60B AM50A'dır. Aşağıda ASTM B 93'e göre kimyasal bileşimleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.1 ASTM B 93'e göre kimyasal bileşimleri (ASM Handbook)

Alaşım	AZ91D	AM60B	AM50A
Alüminyum	8,5- 9,5	5,6 – 6,4	4,5 – 5,3
Çinko	0,45 – 0,9	0,20 max.	0,20 max.
Manganez	0,17 – 0,40	0,26 - 0,50	0,28 – 0,50
Silisyum (max.)	0,05	0,05	0,05
Demir (max.)	0,004	0,004	0,004
Bakır (max.)	0,025	0,008	0,008
Nikel (max.)	0,001	0,001	0,001
Diğer metalik kalıntılar	0,1	0,01	0,01
Magnezyum	Kalan	Kalan	Kalan

3.1.1 Basınçlı Dökümde Kullanılan Mg Alaşımlarının Mekanik Özellikleri

Çizelge 3.2 Basınçlı dökümde kullanılan magnezyum alaşımlarının mekanik özellikleri [1]

Alaşım	AZ91D	AM60B	AM50A	ZAMAK3	A380	LEXAN121
Çekme Dayanımı (Mpa)	230	220	200	283	320	68
Akma Dayanımı (Mpa)	160	130	110	221	160	60

Basmada Akma dayanımı (Mpa)	165	130		414		
% Uzama	3	6-8	6-10	10	3,5	7,0
Young Modülü (Gpa)	45	45	45	85,5	71,0	
Poison Oranı	0,35	0,35	0,35	0,39	0,37	
Kayma Gerilmesi (Mpa)	140			214	190	41
Kırılma Dayanımı (Mpa)	97	10	70	47,6	138	
Darbe Dayanımı (Mpa)	2,2	4,5	9,5	58	4	

3.1.2 Basınçlı Dökümde Kullanılan Mg Alaşımlarının Kimyasal Özellikleri

Çizelge 3.3 Basınçlı dökümde kullanılan magnezyum alaşımlarının kimyasal özellikleri [1]

Alaşım	AZ91D	AM60B	AM50A	ZAMAK3	A380	LEXAN121
Sertlik , Brinell	63	62	58	82	80	
Yoğunluk (g/cm ³)	1,81	1,79	1,78	6,6	2,74	1,18
Isıl İletkenlik (W/m.K)	72	62	62	113,0	96,2	0,25 (w/m ⁰ C)
Isıl Genleşme (µm/m.K)	25,0	25,6	26,0	27,4	21,8	
Özgül Isı (kj/kg.K)	1,05	1,05	1,05	42	90	1,25
Elektrik Direnci (mW.cm)	14,1	12,5	12,5	69	69	
Katılaşma Sıc. (C ⁰)	470	540	543	381	540	
Döküm Sıc. (C)	625-700	650-695	655-700			

Çizelge 3.4 .Saf Magnezyumun Termal Özellikleri [2]

Ergime noktası	650 C
Kaynama noktası	1107 C
Füzyon ısısı	0.37MJ/kg
Buharlaştırma ısısı	5.25 “
Yanma ısısı	25 “
Özgül ısı kapasitesi katı (400 C)	1.2 Kj/K kg
Sıvı (800 C)	1.4 “ “
Yoğunluk katı (20 C)	1.74 kg / dm ³
Sıvı (700 C)	1.58 “

3.2 Basınçlı Döküm Yöntemi ile Magnezyum Üretiminin Sağladığı Avantajlar

Isı kontrolü ve takım çeliğine yapışan malzemenin sıyrılmadan dolayı yarattığı etki basınçlı döküm ile çalışanların iki önemli problemidir. Sıcak metal soğuk kalıp ile her dökümde birleşir. Bu durum kalıbın ısı işleminin bozulmasına yol açar. Bu problemlerin yarattığı tahribatları 10.000 parça dökümünden önce görmek zordur. Tahribat yavaş yavaş ilerler ve alüminyum dökümünde 150.000 – 200.000 parça sonra kalıp değiştirilir. Magnezyumun çeliğe ilgisi alüminyum kadar fazla değildir.

Magnezyum kullanımı ile kalıp ömrü 4-5 kat daha artmış olur. Magnezyum'un hızlı katılaşma hızından dolayı basınçlı döküm makinasının üretim hızı artar. Günümüzde 500.000' den daha fazla parça üretilmiş ve halen kullanılan kalıplar bulunmaktadır. [1]

3.3 Basınçlı Dökümde Maliyet Karşılaştırması

1-Ürün ömrü 5 yıldır.

2-Yıl başına kapasitesi 200.000 parçadır.

3-Malzeme maliyetleri : Alüminyum - 2.15 \$ / kg

Magnezyum - 3.5 \$ / kg

Çinko - 2.25 \$ / kg

4-Kalıp maliyeti 45.000 \$

5-Kalıp Ömrü : Alüminyum - 167.000 döküm

Magnezyum - 500.000 döküm

Çinko - 500.000 döküm

6-Basınçlı döküm makinasının boyutları : 500 ton – soğuk kamara

7-500 tonluk makinada bir saatte tahmin edilen kazanç miktarı : 70.00 \$ / saat

8-Parça Ağırlığı : Alüminyum - 0,453 kg.

Magnezyum - 0,326 kg.

Çinko - 1023 kg.

9-Parça / Saat başına döküm oranı : Alüminyum - 200

Magnezyum - 300.

Çinko - 450 (Sıcak oda)

Tüm bu kıyaslamalar sonucu maliyetler:

Çizelge 3.5 Parça başına maliyet hesabı

<i>Maliyetler</i>	<i>Alüminyum</i>	<i>Magnezyum</i>	<i>Çinko</i>
<i>Metal</i>	0.91 \$ / pç.	1.03 \$ / pç.	2.034 \$ / pç.
<i>Döküm</i>	0.35 \$ / pç.	0.233 \$ / pç.	0.156 \$ / pç.
<i>Takım</i>	0.159 \$ / pç.	0.045 \$ / pç.	0.045 \$ / pç.
<i>Toplam</i>	1.419 \$ / pç.	1.308 \$ / pç.	2.235 \$ / pç.

Bu maliyetler karşısında son kullanıcı magnezyumu tercih edecektir. Sadece ağırlıktaki % 33 avantaj değil aynı zamanda fiyatta 1,68:1 oranı da göz önünde bulundurulur. [1]

Çizelge 3.6 Al , Zn ve Mg parçalar için karşılaştırmalı maliyet tablosu [1]

Maliyet Faktörü	Alüminyum Parça	Magnezyum Parça	Çinko Parça
İki boşluklu basınçlı döküm kalıbı için orijinal maliyetler	45.000\$	45.000\$	45.000\$
167.000 dökümden sonra kalıp değiştirme maliyetleri	49.000	0	0
324.000 dökümden sonra kalıp değiştirme maliyetleri	54.450	0	0
Basınçlı dökümde ürün ile temasta olan toplam takım ömrü	159.345	45.000	45.000
Parça başına takım maliyeti	0.159 \$ / Parça	0.045 \$ / Parça	0.45 \$ / Parça

4. MAGNEZYUM ALAŞIMLARI

Magnezyum alaşımlarının dökümü metal kalıba döküm , kabuk kalıba döküm , hassas döküm, basınçlı döküm ve kum kalıba döküm gibi birçok döküm yöntemiyle yapılabilir. Döküm yönteminin seçimi parça tasarımına , uygulamasına , istenilen özelliklere , toplam parça sayısına ve alaşım özelliklerine göre değişir. (ASM Handbook)

Magnezyum alaşımlarının kodlama yöntemi ASTM Standardı B 275 'te belirtilmiştir. Örnek olarak en çok kullanılan üç alaşımı inceleyelim:

AZ91A , AZ91B , AZ 91C

- A : Alüminyum simgeler. Alaşım içerisinde miktarı en yüksek olan elementtir.
- Z : Çinkoyu simgeler. Alaşım içerisinde miktarı en yüksek olan ikinci elementtir.
- 9 : Al oranının 8,6 – 9,4 aralığında olduğunu belirtir.
- 1 : Zn oranının 0,6 – 1,4 aralığında olduğunu belirtir.
- A : AZ 91 Serisinin ilk bileşimi olduğunu belirtir.

Kodlamanın üç bölümden oluştuğunu kabul edersek:

1. Bölüm : Oranları en yüksek iki alaşım elementinin baş harfi ile başlar.

A: Alüminyum

E : Nadir Toprak Elementi

H : Toryum

K : Zirkonyum

M: Manganez

Q : Gümüş

S : Silisyum

T : Kalay

Z : Çinko

2. Bölüm : İki temel alaşım elementinin oranlarını içerir.

3. Bölüm : Oranları birbirinin aynı olan iki alaşım elementi arasındaki sıralamayı belirtir.

A : İlk Bileşim (ASTM'de)

B : İkinci Bileşim

C : Üçüncü Bileşim

D : Yüksek Safılıkta

E : Yüksek Yenim Direnci (ASM Handbook)

4.1 Magnezyum Alaşımlarının Genel Özellikleri

Mg - Al ve Mg - Al - Zn alaşımları dökülebilirliği yüksek olduğu halde kuma dökümde mikro büzülme içerdiğinden ve 95⁰ üzerinde uygulaması tavsiye edilmediğinden dolayı kullanımı sınırlandırılmıştır.

Mg katılaşma sırasında % 4,2 , 20⁰ C'ye soğurken % 5 büzülme gösterir. Bu nedenle yüzey çatlaklarına ve çekme boşluklarına karşı hassastır. Bunların önüne geçmek için Mg alaşımlarına nadir toprak elementleri ve zirkonyum ilavesi geliştirilmiş yeni alaşımlar üretime dahil edilmiştir. EZ 33 A alaşımları basınç altında mükemmel sızdırmazlık özelliğine sahip alaşımlardır.

ZK 51 A ve ZK 61 A olmak üzere iki yeni alaşım daha geliştirilmiştir. Yüksek mekanik özellik gösterirler. Dezavantajları kaynak edilememeleri sıcak çekme çatlakları göstermeleridir. 160⁰C 'ye kadar kullanılabilirler. Sadece T5 ısıtma işlemine ihtiyaç gösterirler. Uçak motorları gibi 205⁰'nin üzerinde çalışacak uygulamalarda mekanik özelliklerde düşüş olduğundan nadir toprak elementleri yerine toryum kullanılır. Artan sıcaklıkta mekanik özellikleri yükseltmekle kalmaz iyi dökülebilirlik sağlar ve kaynak kabiliyetini artırır. Toryum içeren alaşımların oksidasyona eğilimi yüksektir, eritme ve dökümde yüksek koruma gerektirir.

Yüksek sıcaklıkta ve oda sıcaklığında aynı mekanik özellikleri gösteren bir alaşım yakın zamanda geliştirilmiştir : Q E 22A. Bu alaşımda gümüş çinkonun yerini almıştır. Bu alaşımın mekanik özellikleri zirkonyum katılarak tane inceltme ile geliştirilmiş , T6 ısıtma işlemi uygulanmıştır. Toryum kullanımı çevre açısından istenmediğinden ve gümüş fiyatları son yıllarda arttığından yeni alaşım araştırmalarına ağırlık verilmiştir. Yeni alaşımlarda toryum ve

gümüş yerine % 5 oranında Y kullanılmaktadır. Bu yeni alaşım özellikleri bakımından AZ91C kadar iyi performans gösterir.

Kum kalıp için uygun olan alaşımlar metal kalıp için de uygundur. Bunun dışındaki alaşım Mg 'nin çinko ve zirkonyum ile yaptığı alaşımlardır (AZ 51 ve ZK 61A). Basınçlı dökümde en çok kullanılan alaşımlardan ikisi AZ91A ve AZ91B'dir. Bu iki alaşım arasındaki fark kalıntı Cu miktarıdır. Bu alaşım için yapılan yeni çalışmalarda Ni, Fe ve Cu oranı düşürülmeye çalışılmaktadır. Bu gibi yüksek saflıkta alaşım eldesi için yapılan çalışmaların amacı yüksek yenim direncini sağlamaktır. (Metals Handbook)

Tüm magnezyum alaşımları koruyucu atmosfer altında iyi kaynak edilebilirlik özelliğine sahiptir. Dökülebilirlikleri iyidir. Elastiklik modülleri düşüktür. Soğuk işlenebilirliği sınırlıdır. Katılaşmada yüksek oranda büzülme göstermeleri dezavantajları arasındadır.. (Mordike,1994)

4.2 Alaşım Gelişmeleri

4.2.1 AZ91 Alaşımı

AZ91 alaşımı 1925 yılından itibaren başlayan üretim prosesinin kullanımıyla magnezyum kalıp dökümcülerinin dilinde "workhorse" alaşımı olarak kullanılmıştır. Birincil metalden elde edildiğinde bu alaşım ASTM standartlarında AZ91A olarak tanımlanmıştır. Hurdadan ikincil alaşım olarak elde edildiğinde daha yüksek bakır kalıntısına izin verilmiş ve alaşım AZ91B olarak adlandırılmıştır. Bu alaşım iyi dökülebilirlik karakteristiğe, yüksek mekanik özelliklere ve üstün kullanılabilirliğe sahiptir. Bu alaşımın yaygın olarak kullandığı uygulamalar doğrudan alüminyum tasarımları yerine döküm magnezyum kullanıldığı durumlardır.

4.2.2 AM60A Alaşımı

Yakın senelerde iki yeni alaşım geliştirilmiştir. Bunda öncelikli neden otomotiv uygulamalarındaki gereksinimlerdir. Bu alaşımlardan ilki AM60A alaşımıdır. Bu alaşım basınçlı kalıp döküm magnezyum tekerleri için tipik olarak %8 sünekliliğe sahip döküm olarak geliştirilmiştir.

4.2.3 AS41A Alaşımı

Bu alaşımların ikinciside AS41A alaşımıdır. Bu alaşım orta sıcaklık sürünme mukavemetine sahip olup AZ91'e göre üstündür ve motor uygulamaları için geliştirilmiştir.

Alaşım geliştirme çalışmaları beklentilere göre devam etmekte olup ilave olan alaşımların özel karakteristiklere sahip olarak elde edilmesi yeni pazar gereksinimleriyle karşılaşmamıza neden olmakta ki bu gereksinimler önem kazanmaktadır. (Mezoff, 1998)

4.3 Saf Magnezyum Kaynağı

Dünyada saf magnezyum ihtiyacı 1930'larda 2500 ton iken 1992 'de 250.000 tona ulaşmıştır. İhtiyaç 60 yılda 100 kat artmıştır. 1988 yılında dünya magnezyum üretiminin % 75'i elektrolitik olarak , % 25'i metalotermik yapılmakta idi. 240.000 ton üretimin % 42'si dolomite , % 36'sı tuz veya tuzlu su maden yataklarından , % 18'i deniz suyundan , % 4'ü magnezitten elde edilir. 1989'dan beri Kanada'da magnezit kullanımı artmıştır.

Tüm magnezyum üretim prosesini kalıntılardan arındırma prosesini , ingot , bilet , slab ve granül oluşturma takip eder. Oksit , karbür, nitrür ve klorür kalıntıları Mg içerisinde kalırsa yenim direncini azaltır, mekanik özellikleri ve yüzey özelliklerini kötüleştirir. (Nair,1994)

5. ERİTME

Magnezyum eritme ekipmanları karbon çeliğinden düşük alaşımlı çelikten veya nikel içermeyen paslanmaz çelikten yapılır. En çok kullanılan malzemeler SAE 1020 ve 430 kalite paslanmaz çeliktir. Fırın yapımında eğer refraktere ihtiyaç duyulacaksa , yüksek yoğunlukta yüksek alüminalı malzemelerin kullanılması uygundur. Düşük yoğunlukta yüksek silikalı malzemeler Mg ile etkileşimlerinden dolayı kullanılmazlar.

Ana prensip Mg ile temas eden hiçbir ekipmanın Ni içermemesidir. İçerisindeki nemi uzaklaştırmak için ingotlara 149 – 204 °C'ye kadar ön ısıtma yapılır. Bu işlem H₂O'nun eriyik ile teması sonucu ocak içinde meydana gelebilecek patlamaları engellemek için uygulanır ve son derece önemlidir. İngotları ön ısıtma sistemine otomatik olarak sıralamak ve fırın üst kısmında istiflenmiş ingotları basitçe şarj edebilmek için birçok yöntem geliştirilmiştir. İngotlar için ısı kaynağı olarak genellikle baca gazı veya elektrik kullanılır. Bu alanda bir standart belirlenmemiştir. Kullanılan sistemler basınçlı döküm uygulayıcıları tarafından tasarlanmıştır. (Baker, 1990)

Magnezyum alaşımlarının eritme sistemleri diğer demir dışı metallerin eritilmesine göre farklılıklar gösterir. Magnezyumun açık atmosferde ergitilmesi sonucu 370°C 'de oksijen ile tepkimeye girerek eriyik yüzeyinde bir film tabakası oluşturur. Bu sıcaklığın üzerinde film tabakası gittikçe incilir ve 425°C civarında yanma başlar. Eritme ocakları tesis koşullarına göre gaz, fueloil veya elektrik eritmeli olabilir. Mg alaşımlarının ergitilmesinde, SF₆ gibi koruyucu atmosfer ortamında, eriyik yüzeyinin yırtılmasına önem verilmelidir. Curuf çekme operasyonları eriyik yüzeyini karıştırır ve korumayı kaldırır, küçük yanmalara sebep olur. Mg'un üzerinde gevşek ve geçirgen bir oksit tabakası oluşur. Mg iki yolla korunur:

- Tuz kullanımı ile korumada reaktif gazlar eriyik yüzeyinden uzakta tutulur ve Mg 'un buhar fazına geçmesi engellenmiş olur. İstenmeyen korozif buhar oluşumu konstrüksyona zarar verir.

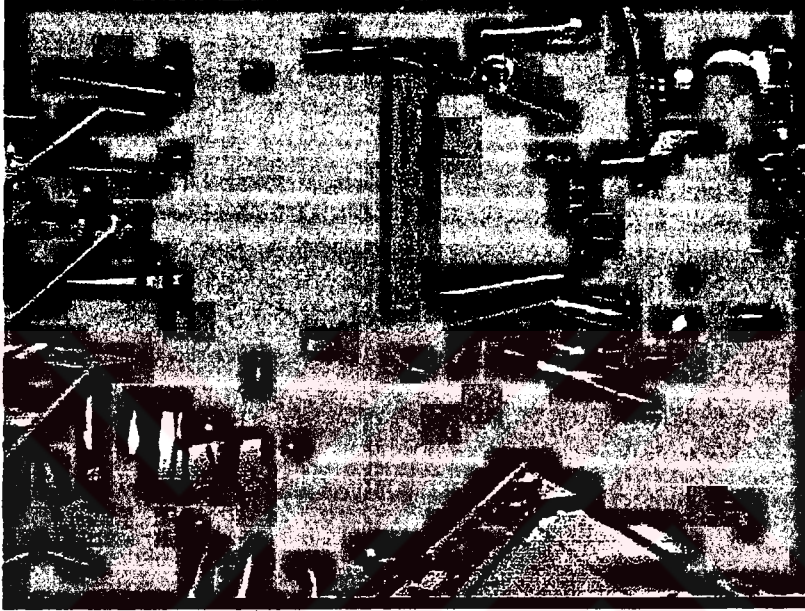
- Gaz ile korumada iki çeşit atmosfer oluşur:

Non reaktif gazlar ve Oksit film değiştiriciler

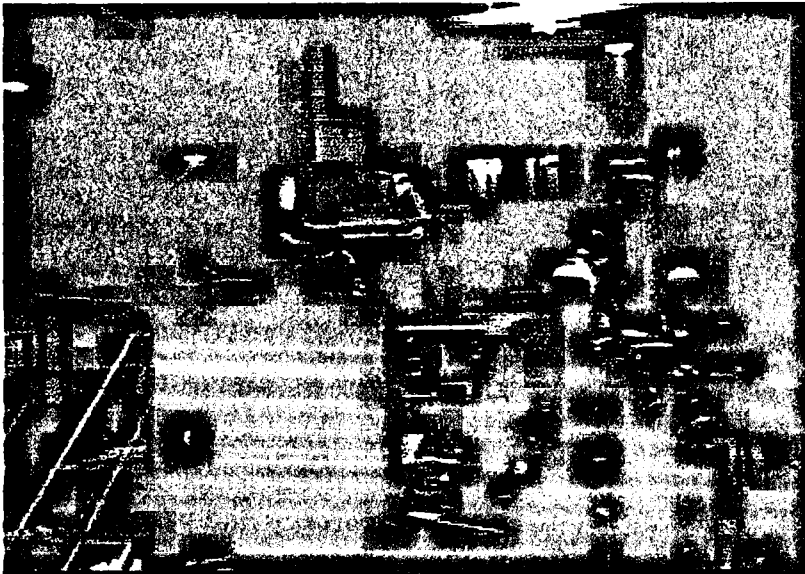
Argon...vb. Mg ile rtepkimeye girmeyen gazlarla yapılan korumada eriyik üzerinde buhar oluşur , reaktif gazlar hariçtir. Bu metot laboratuar koşulları haricinde pratik değildir çünkü

Mg buharlaşmasını önleyici baskı oluşturmaz fırının soğuk bölgelerinde yoğunlaşmaya sebep olur.

Daha yaygın kullanılan bir gaz koruma yönteminde eriyik yüzeyindeki doğal oksit tabakası değiştirilir, buharlaşmayı baskı altına alır, reaktif gazların oluşumunu önler. Bu iki gaz SO_2 ve SF_6 'dır. SF_6 zararsızdır ve çok az yenime neden olur. Hava + CO_2 karışımıyla beraber kullanımı tercih edilir. (Baker, 1990)



Şekil 5.1 Eritme Fırını



Şekil 5.2 Eritme fırınına besleme yapılması

5.1 Eritme Fırını Yardımcı Dökme Ekipmanları

5.1.1 Teçhizat:

Pres döküm biriminde yer alması gereken tipik bir eritme teçhizatı aşağıdaki öğeleri kapsamaktadır.

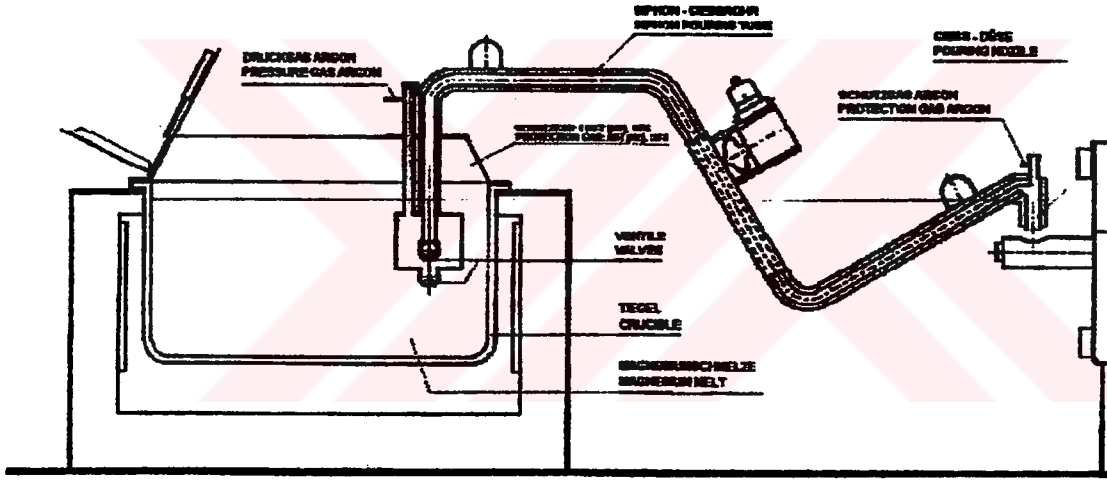
- İngotlar için minimum 150 C⁰ 'ye dek ön ısıtma kapasiteli bir ön ısıtma ünitesi
- Ön ısıtılmış ingotların eritme fırınına yüklenmesi için gerekli sistem
- Eriyik metalin gaz koruma sistemi
- Fırın (tek odalı, çift odalı, çift fırınlı vb.)
- Eriyik metal ölçüm sistemi
- Vuruş kontrollü /görüntülenebilir basınçlı döküm makinesi
- Kalıp sıcaklık ölçerler ve kontrolörleri
- Kalıp püskürtme aygıtı
- Parça çıkarılması için robot
- Parçanın soğutulması için soğutma tankı
- Kesme Presi
- Parçaların taşınması için konveyör
- Artıkların taşınması için konveyör

Fırınlarda yumuşak çelikten potalar kullanılmış olup, dış yüzey ısıya dirençli bir çelikle kaplanmıştır. Metal transferi elektrikle ısıtılmış, Ni'siz, ısıya dirençli çelik tüplerin kullanımıyla yapılmaktadır. Metalin döküm makinesine ölçümlü aktarımı, el kepçesi, sifon tüpleri, gaz pompaları, piston pompaları, merkezkaç pompaları, elektromanyetik pompalar gibi çeşitli mekanizmalarca gerçekleştirilir. Fırınlarda, ısı ölçümü, seviye kontrolü, tüp transferi, pompa ölçümü, koruyucu gaz sistemi, kontrol ve temizlik amaçlı sürgü kapılara uyumlu ve gerekli sistemlerle desteklenmiş kapaklarla donatılmıştır. Kontrollü bileşimlerle, doğru miktarda gaz tedarikinde kullanılacak bir sistem ve gaz rezervuarlarının boşalması halinde kullanılacak bir yedek sistem hazır bulundurulmalıdır. Tüm elektrik, yakıt, su soğutma, gaz vb. güç kaynakları acil durumlarda güç kesimi için uzaktan kumanda ile kontrol edilebilmelidir.

5.1.2 Eritme Fırını

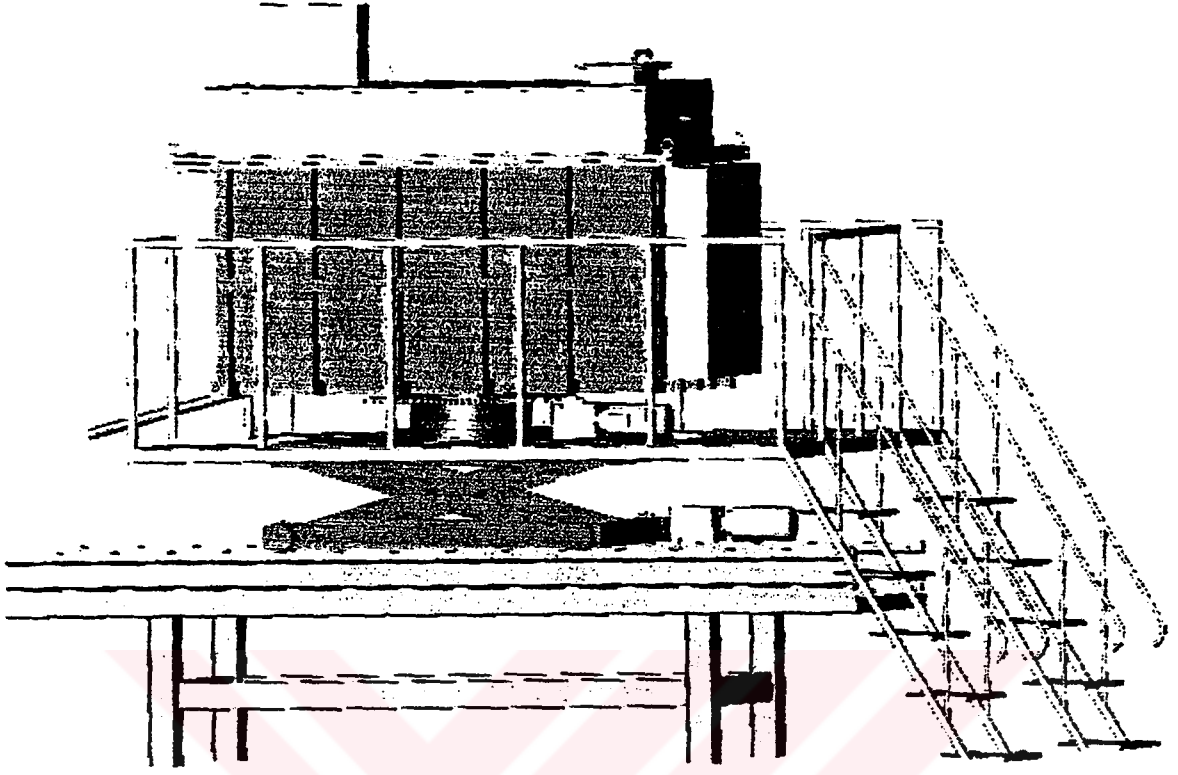
Eritme Fırını genellikle indirekt ısıtılan pota tipi fırındır. Al eritme fırınına benzer. Al ile Mg arasındaki kimyasal ve fiziksel özellik farkından dolayı farklı pota malzemesi ve refrakter kullanılır.

Endüstride ki döküm sistemlerinde birkaç değişik dozajlama üniteleri bulunmaktadır. Basıncılı dökümde önemli bir işlem aşaması, eriyik metalin, eritme fırınlarından basıncılı döküm makinası haznesine taşınmasıdır. Alüminyumda yaygın olarak kullanılan kepçeli taşıyıcı, magnezyum dökümünde eriğin hızlı oksidasyonu nedeniyle kullanılamamaktadır. Magnezyum alaşımları için geliştirilmiş patentlenmiş en yaygın kullanılan yöntem sifon sistemidir.



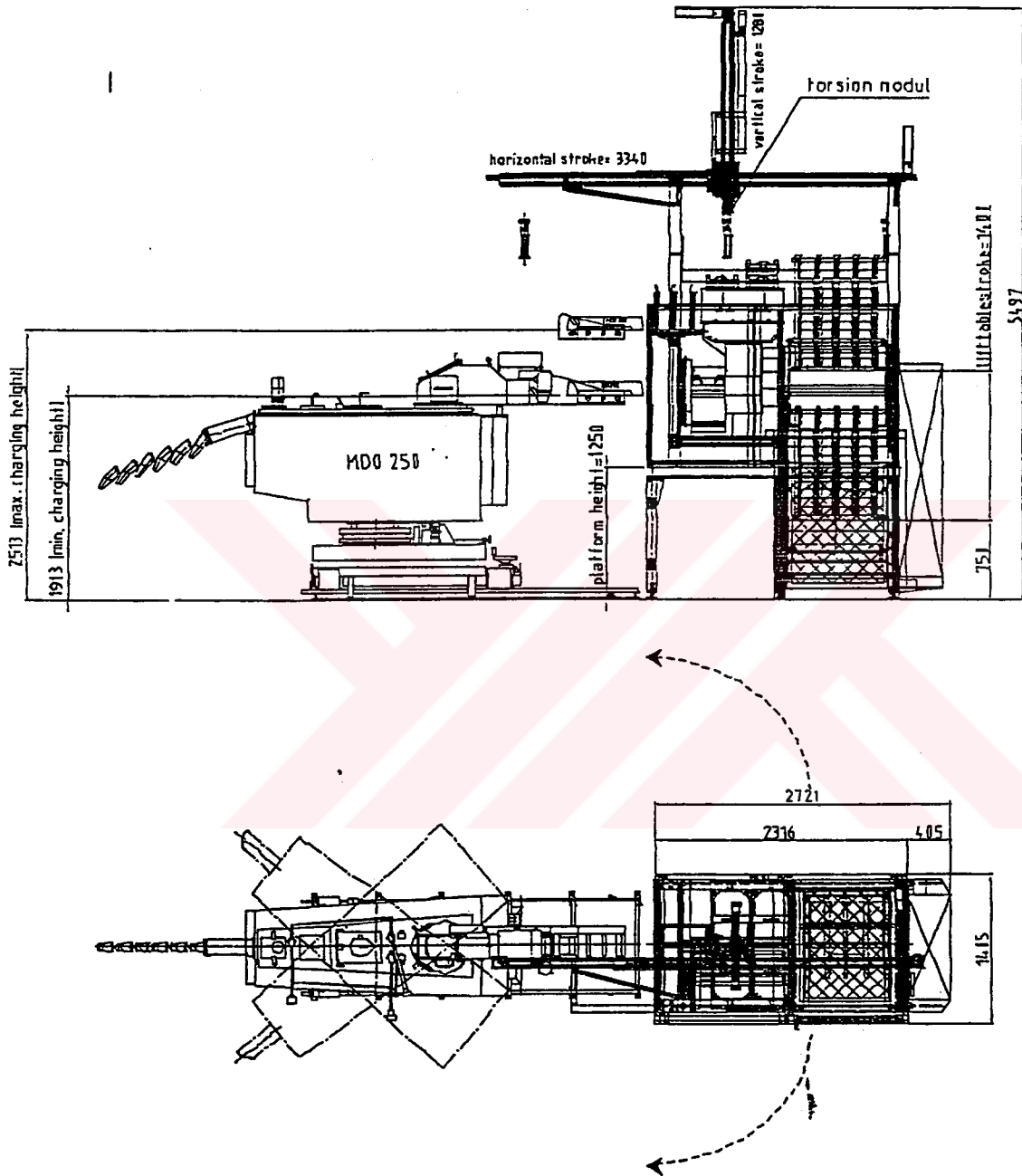
Şekil 5.3 Hidro Norsk Patentli Sifon Sistemi [2]

Sifon sistemi sık sık tıkanma ve istenilen ağırlıkta metali her zaman verememe gibi nedenlerle magnezyumun basıncılı dökümü için darboğaz teşkil etmektedir. Bu nedenle bu proje kapsamında, sifon sisteminin dezavantajlarını ortadan kaldıracak yeni bir taşıma ve doldurma sistemi tasarlanmış olup patent başvurusu yapılmıştır.

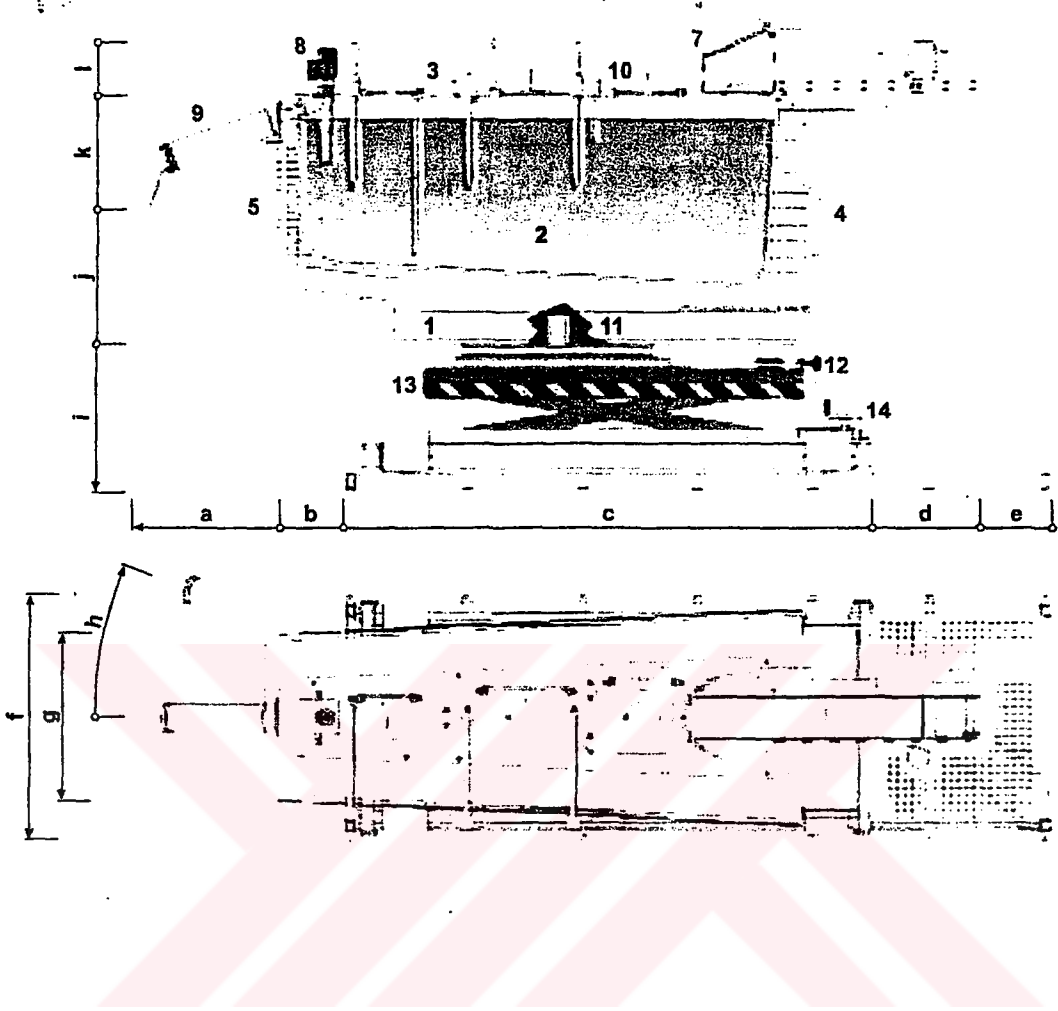


Şekil 5.4 Tasarlanan ve patentlenen yeni eritme ünitesi

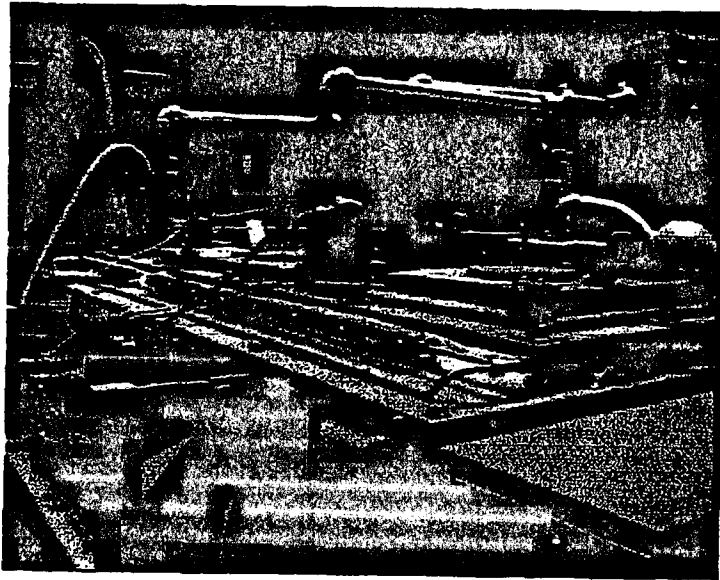
Eriyik magnezyumun kullanılmasında kullanılan diğer bir yöntem şekil 5.4 'de gösterilmektedir. Bu yöntemde eriyik , eritme fırını içerisine konulan bir pompa yardımı ile transfer tüpünün içinden geçirilerek basınçlı döküm makinasına ulaştırılır. Bu sistemde ocaktaki eriyik seviyesinin belli bir seviyenin altına düşmemesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra bu sistem maliyet açısından çok pahalıdır ve tıkanma arızası vermektedir. (Metals Handbook)



Şekil 5.5 Pompa sistemli magnezyum eritme fırını teknik resmi [3]



Şekil 5.6 Pompa sistemli magnezyum eritme fırını [3]



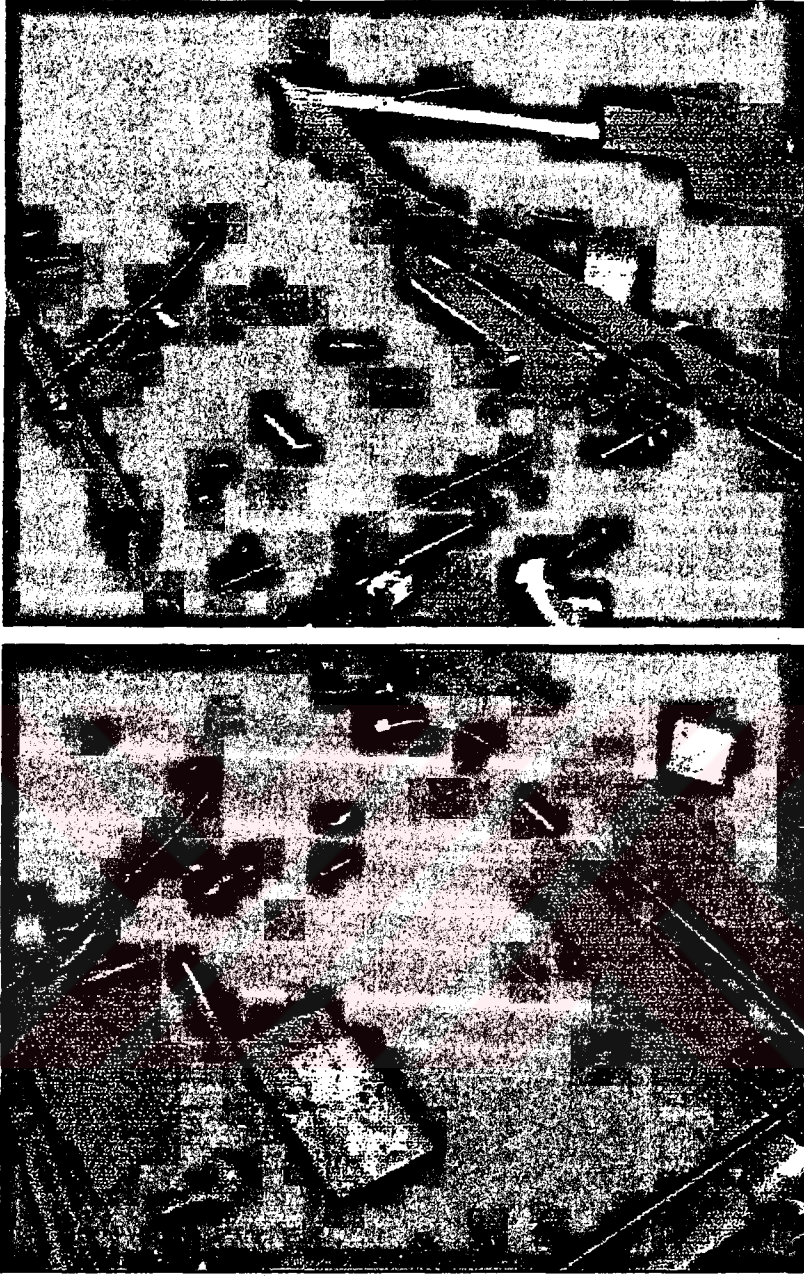
Şekil 5.7 Eritme fırını üst kısmında besleme kapakları ve ısı ölçerler

5.1.3 Potalar

Pota ağırlıkları 30 – 910 kg arasında değişebilir. Pota malzemesi olarak kullanılan çeliğin C oranı % 0,12 'nin altında olmalıdır. Eritken ile eritme tercih edilirse curuf oluşur ve bununla orantılı olarak potanın dibinde düşük ısı iletkenlik görülür. Pota duvarlarına yığılan aşırı oksit tabakası da aynı etkiyi gösterir. Potanın üzerinde genellikle bir flanş bulunur. Flanş ile potanın alt kısmında bir boşluk oluşur. Bu boşluk ısının transferi açısından avantajdır. Aynı zamanda pota yüzeyinde oluşan artılmış kısmın kolay hareketini de sağlar. Fırın tabanının temizleme kanalına doğru bir eğimi bulunur. Alev çarpmasını önlemek sınırlamak için ilerleyen pota duvarları oluşabilir. Bu durumda Fe oksit ile eriyik Mg arasında tepkime oluşabilir. Bu nedenle fırın tabanları korunmalıdır. Sızıntı durumunda dolu potayı alabilecek bir tava olması önemlidir. Temizleme deliği kolaylıkla açılabilmelidir. Elektrik dirençli pota fırınlarında temizleme deliğini çinko gibi düşük ergime dereceli bir metal ile kapatmak gerekir. Bu metal erimiş metale bariyer etkisi yapmamalı ve metali oksidasyonu hızlandıran baca gazı etkisinden korunmalıdır. (ASM Handbook)

5.1.4 Döküm kepçeleri

Küçük dökümler için elle döküm tercih edilir. Döküm kepçeleri büyük oranda dökümler için kova şeklinde, küçük oranda dökümler için yarımküre şeklindedir. Curuf uzaklaştırma kepçesi, curuf tavaşı , karıştırıcılar , yardımcı ekipmanlarında pota malzemesiyle aynı olması gerekmektedir. (ASM Handbook)



Şekil 5.8 Gaz atmosferi korumasındaki eriyik metal yüzeyinin görünüşü

5.1.5 Isıl Çiftler

Fe konstantan veya kromel alumel tip ısı çifti kullanılabilir. Isıl çift koruma tüpü olarak yumuşak çelik veya nikelsiz paslanmaz çelik kullanılır. (Metals Handbook)

5.1.6 Refrakter

Erimiş Mg bazı refrakterlerle etkileşime girdiğinden fırın refrakterinin seçimi önemlidir. Yüksek alüminalı refrakterler ve % 57 Si, % 43 Al yüksek yoğunlukta ateş tuğlaları başarılı sonuç vermiştir.

5.2 Eritkensiz Eritmede Kullanılan SF₆

Genelde magnezyum endüstrisi magnezyum alaşımlarının dış ortam etkilerinden korunması için hava ve karbondioksit ile karıştırılan SF₆ karışımları kullanmaktadır. Bu eritkensiz eritme yöntemi birincil üreticiler, ikincil üreticiler, kum kalıba dökümcüler ve basınçlı dökümcüler tarafından tatbik edilmiştir. Uygulamalar işletmeden işletmeye farklılıklar göstermesine rağmen benzer yönleri de vardır. Bu karışımlar hemen hemen tüm magnezyum üreticileri tarafından uygulanır. Gaz tedarik ve iletim sistemleri, gaz karışımları, gaz ölçüm cihazları, başlık kapakları ve gaz akış hızları gibi kriterler karışımların etkili olarak işlevini yerine getirmesi açısından önem taşımaktadır. (Heffron , 1998)

SO₂, doğal element halinde sülfür ve tuzlu eritkenler, magnezyum ve alaşımlarının, eritilmesinde kullanılmıştır. Genel olarak tuzla çevrili eritkenler metalin eritilmesi esnasında koruyucu görevlerde kullanılırlar, temizleyici eritkenler yaş oksitlerin ve metal dışı maddelerin temizlenmesinde kullanılır. Bunların birleşmelerinde, çökelmelerinde yardımcı olurlar. SO₂, sülfür ve tuzlu eritkenler metalin korunması ve temizlenmesinde oldukça iyi performans sağlamalarına karşın bunların kullanımı sırasında ortaya zehirli, korozif ve pis kokulu gazlar çıkmaktadır. Tuzlu eritkenler kullanıldığında ise dökümden kaynaklanan kirlenmeler, çökelen curuf içerisinde metal kaybı ve curufu ortadan kaldırma işlemleri nihai üretim maliyetlerinde olumsuz etki yapmaktadır. (Schubert,1998)

SF₆ uzun yıllardır bilinen olası en iyi koruyucu atmosfer olup, ilk kullanımı 1902'de başlamıştır. Erimiş magnezyumun oksidasyonuna yavaşlatıcı etkisi Birleşik Devletler patent listesinde 1934'de listeye girmiştir ama 1970'lere kadar tamamıyla ilgi kazanamamıştır. Michigan Üniversitesinde J. W. Freuhling ve J. D. Hanawalt tarafından yapılan çalışmalar sonucunda hava içersinde çok az bir miktarda SF₆, diğer geleneksel kimyasal maddelere oranla (SO₂, element halinde sülfür, ve tuzlu eritkenlerdir) eriyik magnezyumun

korunmasında oldukça etkili olmaktadır. Bundan sonra Magnezyum Araştırma Merkezi, Battle's Columbus, Ohio Laboratuvarlarında yapılan çalışmalar hava - SF₆ karışımına ilave olarak CO₂'nin de hem saf magnezyum hem de alaşımları için her tür uygulama koşullarında üstün bir koruma sağlandığını ortaya çıkarmıştır.

En iyi koruma hava - SF₆ - CO₂ gaz karışımı kullanıldığında kazanılmış ve bu şekilde metal üzerinde hiç eritken bulunmamıştır. (Gleeson, 1979)

5.2.1 Gaz Özellikleri ve Tedariği

Magnezyumun eritkensiz eritme işlemlerinde üç tür gaz kullanılır. Bunlardan hava, CO₂ bir çok uygulayıcı tarafından oldukça iyi bilinmektedir. SF₆'nın sülfürün yanmasıyla ortaya çıkan bir gazdır. Bir kaç aşamada arındırma işlemleriyle elde edilmekle beraber her ne kadar kulağa pek hoş gelmese de, SF₆ oda sıcaklığında kimyasal olarak inert olup güvenli olarak kullanılabilir. Kullanılan üç gazın bileşiminde zehirlilik sıralaması yapacak olursak;

-CO₂'nin başlangıç sınır değeri 5000 ppm,

-SF₆'nin başlangıç sınır değeri 1000 ppm'dir.

Bu durumda CO₂'den daha düşük bir zehirliliğe sahiptir. Havadaki her iki gaz değişimi için günde sekiz saatten haftada kırk saat çalışanlar üzerinde hiç bir ters etki göstermemiştir. (Heffron , 1998)

5.2.1.1 Hava

Hava genel olarak kurutma ve filtreleme donanımlı hava kompresörleriyle tedarik edilir. Sıkıştırılmış hava kapasitesine sahip fabrikalarda 0,7 C⁰ veya daha iyi bir yoğunlaşma noktasında kurutma işlemini gerçekleştirilir ve havanın içerisinden geçtiği borular bir nevi karıştırıcı görevi yapar.

5.2.1.2 Karbon Dioksit

Karbon dioksit renksiz, kokusuz, zehirsiz, önemsiz oranda asidik karakterde bir gazdır. Karbon dioksit her hangi üç faz halinde de bulunabilir: katı, sıvı ve gaz halleri sıcaklığa ve basınca bağlı olarak değişmektedir. Normal atmosfer sıcaklık ve basınçlarında karbon dioksit havadan 1.5 kat daha ağır bir gaz olarak bulunmaktadır.

Sıkıştırılmış gazlar çelik silindirlerde saklanır. Karbon dioksitte sıvı halde, soğutucu sıvı silindirler , yoğunlaştırıcılar veya hacimli tankların hepsinde saklanabilmektedir.

Küçük oranlarda kullanıcılar 27,2 kg ağırlıkta veya 173 kg ağırlıkta 21 bar basınç altında tutulan vakum buhar gömlekli silindirlerden satın alabilirler. Ticari derecede CO₂ ağırlıkça %99.5 saflığa sahip olup 128 ppm nem içermektedir.

Büyük oranlarda kullanıcılar için PU (Polyurethane) ile izole edilmiş soğutma sistemine sahip ve tank basıncı 16,5 ve 20,5 bar arasında kontrol edilebilen hacimli tankların kullanılması tavsiye edilir. Buharlaştırıcı, sıvıyı gaza çevirmek için kullanılır ve gaz basıncı bundan sonra ticarethane içi hatlarda kullanım için ayarlanır.

5.2.1.3 SF₆

SF₆ renksiz, kokusuz, zehirsiz, yanıcı olmayan sıvılaştırılmış bir gazdır. Havadan yaklaşık 5 kat daha ağırdır ve yüksek basınçlı çelik silindirler içersinde 2 C⁰'de 21,7 bar buhar basıncında sıvılaştırılmış gaz olarak taşınır. SF₆ sıvı halde silindirlerde satın alınabilir. Ticari derecede SF₆ ağırlıkça %99.8 saflığa ve 20 ppm nem içeriğine sahiptir. (Heffron , 1998)

En optimum şartlarda SF₆ tüketimi endüstride bilinmemektedir. Yaklaşık değerler verilmektedir. Dökümhane koşullarında farklı uygulamalarla karşılaşılabilmektedir. Çok düşük seviyelerde gaz koruması oksidasyon hızını artıracaktır ve eriyik kayıpları da bununla beraber çoğalacaktır. Bir diğer yandan yüksek seviyede olması halinde de kabul edilemez oranda gaz koruma maliyetlerini artıracaktır. En düşük maliyet seviyesi oksidasyonla kaybolanla SF₆ maliyeti arasında dengelenmelidir.

Gaz koruması etkisi açısından en önemli faktör fırın kapısı kullanımında boşaltma ve doldurma sisteminin tasarımıdır. Fırın içersinde SF₆ ile koruma sırasında sızıntı ile hava akışında her seferinde kapı aktif bir rol oynamaktadır. Potaya ingot şarj edildiğinde veya kepçe eriyik metali kaldırırken yüzey rahatsız olmaktadır. (Thorvaldsen, 1994)

5.2.2 Teknik Geçmiş

Dow Kimyasal araştırmacıları 1952 senesinde SF_6 gazını erimiş magnezyum için koruyucu atmosfer olarak kullandılar ve testler yaptılar. J. W. Freuhling ve J. D. Hanawalt, Michigan Üniversitesi SF_6 'nın değişik oranları ve bunların yanı sıra SO_2 , BF_3 ve diğer florin bileşenleri arasında karşılaştırmalar yaparak derinlemesine çalışmaları yürüttüler. Bu araştırmaların hepsi, ticari kullanımda, SF_6 'nın erimiş magnezyum üzerinde oluşturulan koruma ortamı için üstün bir performans sağladığı hakkında hem fikir oluşturmuş ve havada % 0,01 - 0,10 oranında SF_6 'nın, magnezyum alaşımlarının oksidasyonunu yavaşlattığını kanıtlamıştır. (Heffron , 1998)

Hanawalt'ın raporlarında, yumuşak çelikte ve 430 paslanmaz çelikte, 665C° sıcaklıkta, %0,5 SF_6 ve daha az olmak şartıyla korozif bir atak görülmediğini belirtilmiştir. Erimiş magnezyumun yüzey film analizlerinde havada %0,1 SF_6 kullandığında yüzeyde esas olarak MgO oluşmaktadır. SF_6 derişiminin artmasıyla %3 SF_6 oranında MgF_2 oluşur. Bu durumda yüzey filminde MgO 'den daha fazla MgF_2 bulunur.

Battle's Columbus Magnezyum Araştırma Merkezinde, Ohio laboratuvarlarında yapılan daha detaylı çalışmalar hava- CO_2 - SF_6 gaz karışımlarının, koruyucu olarak, saf magnezyum ve A291B alaşımının $650\text{-}815\text{C}^\circ$ arasındaki karakterini ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Bu çalışma göstermiştir ki hava- SF_6 karışımına karbon dioksit eklenmesiyle alaşımsız ve alaşımlı magnezyumun aynı koşullar altında korunması için önemli bir gelişme sağlanmıştır. En iyi korunmanın metal yüzeyinde tuzlu eritken bulunmadığı zaman olduğu kanıtlanmıştır. (Heffron , 1998)

5.2.3 Endüstriyel Pratik Çalışmalar

5.2.3.1 Birincil Üretim

Birincil magnezyum üreticileri, hem elektrolitik hem de ısıl proseslerde eritme işleminde, tutucu potlarda, ingot taşıyıcılarda, T-bar kalıplarda, ekstrüzyon bilet kalıplarında, metal transfer kepçelerinde CO_2 - SF_6 karışımlarını kullanmaktadırlar. Birincil magnezyum metalin tutulması esnasında daha yüksek sıcaklıklarla ($750\text{-}760\text{C}$) karşı karşıya kalınmaktadır ve bu süreçte sürekli olarak metal transfer edilerek ingotlara döküm yapılmaktadır.

Sürekli olarak yüksek sıcaklığa maruz kalan metal üzerinde uygun koruma sağlanması için düzenli olarak daha yüksek derişimlerde SF_6 gerekmektedir. Karbon dioksit içersinde %1-2 oranında SF_6 'ya sahip karışım daha sonra kapalı alan içersine, havadan sızan nemin olduğu kullanım noktasına borularla iletilir.

Bu tür durumlarda koruyucu atmosferin oluşturulacağı alanda kurallara uygun olarak hava akışının engellenmesi ve çok az yüzey çalkalanması olması arzulanır, SF_6 derişimleri %1'den daha az (%0,8-0,3) olması halinde %50 hava - %50 CO_2 karışımıyla karıştırılarak kullanılmalıdır. Hava - SF_6 veya hava - CO_2 - SF_6 gaz karışımlarına eritken eklendiğinde eriyik metal üzerindeki koruma bozulur. Eritken gaz karışımında SF_6 değerini düşürür, hava- CO_2 karışımları yan ürün olarak CO ve HF ortaya çıkarırlar. CO derişimleri %12.5'i aşarsa metal yüzeyinde mavimsi bir alev görülebilmektedir. (Heffron , 1998)

5.2.3.2 Basınçlı ve Metal Kalıba Döküm

Genelde basınçlı ve metal kalıba döküm sistemi, birincil magnezyum ve kum kalıba döküme göre hava geçirgenliği açısından daha avantajlıdır. Daha düşük çalışma sıcaklıkları nedeniyle daha düşük derişimlerde SF_6 içeren hava - CO_2 karışımları kullanılmaktadır. Hava - CO_2 karışımıyla birlikte %0,3-0,5 SF_6 yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu gaz karışımları eritkenin yerini alarak eritme ve tutma fırınlarında kullanılır, SO_2 'nin yerini alarak da basınçlı döküm ve sürekli döküm makinelerinde basınç altında kalan besleme sistemlerinde (pompa) ve kalıp boşluklarının temizlenmesinde kullanılmaktadır.

Soğuk ve sıcak kamaralı basınçlı döküm makinalarında, magnezyumun pompalara ve kalıp boşluğu besleme sistemlerine girişine izin veren ve bu esnada ortamda koruyucu atmosferle etkili olarak koruma sağlayan donanımlar oluşturulabilir., kapaklar açıldığında ve ingotlar eklendiğinde, ingot tarafında gaz akış hızında artış olacaktır. Pnömatik basınç etkisinde çalışan metal eritme fırınlarında hava, basınç etkisi için kullanılır ve bu basınçla metal beslemesi yapılır.

5.2.4 Koruyucu Atmosfer için Donanım

Uygulamalarda kullanılan SF₆ erimiş metalin döküm ve işleme aşamalarında koruyucu atmosfer görevi yapmaktadır. Bu amaçla kullanılan donanım parçaları endüstride yaygın olarak bulunmakta ve kullanılmaktadır. SF₆ ve CO₂ silindirleri kullanıldığında gaz tedarik başlangıcından itibaren manifold sistemleri, uygun basınç ayarıyla birlikte karıştırıcıya gaz sağlamak zorundadır. Buradaki manifoldlar 2-24 silindir için elverişli olmakla beraber silindirlerin yarısı kullanımda diğer yarısı da daha sonra kullanım için ayrılabilir. Eğer çalışma alanının büyüklüğü yeterli ise CO₂ daha büyük silindirlerde (yoğunlaştırıcılar) 2-6 silindirli manifold üzerinden veya hacimli sıvı sistemleri tarafından desteklenebilir.

Gaz karıştırıcılar giren iki veya üç gazın karışmasını ve toplamda yaklaşık 5000 schf değerine kadar karışmış gaz çıkışını sağlayabilmektedir. İki tip karıştırıcı tank mevcuttur bunlardan bir tanesi sabit oranda karıştırıcı diğeri ise karışım alanında değişken oranda karıştırıcıdır. Her bir karıştırıcıyla yapılan çalışmalarda, sabit bir miktar gaz karışımı her şeye rağmen geride kalmaktadır. Bu durum çalışma parametreleri değişmediği müddetçe karışımıza çıkmaktadır. Değişken oranda karıştırıcılar üzerinde SF₆ analizörü bulunmaktadır. Bu analizör karışım alanındaki SF₆ oranının değişiminde kullanılmaktadır. Sabit oranda karıştırıcı fabrikada önceden kurularak karıştırma işlemini yapmakta ve karışım alanında ayarlanamamaktadır. Karıştırıcının doğruluğu genel olarak karışma düzeninin en fazla % 2'si kadar sapmaktadır.

Öncelikle SF₆ gaz oranları, karıştırıcı istasyonda tespit edildikten sonra, gaz karışımı kullanım bölgesine iletilir. Kullanım noktaları: eritme ve tutma potaları, döküm taşıyıcıları ve ingot kalıpları, transfer ve boşaltma kepçeleri, curuf taşıyıcıları, sıcak ve soğuk kamaralı basınçlı döküm makineleridir.

Tüm eritme donanımı gaz koruma sistemi için koruyucu gaz atmosferinin ortamda güvenli ve uygun şekilde saklanması ve hava akımları ile sızıntıların azalması için uygun olarak yumuşak çelikten kapak veya sızmayı indirgeyen uygun setlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Potada eritme durumunda şarj edilebilmesi, alaşımlama yapılabilmesi, numune alınabilmesi ve dökümün gerçekleşebilmesi için kapağın menteşeli olması gerekmektedir. Kapağın sabitlenmiş parçasının gaz girişi bağlantısı ve ısılıft girişi ile donatılmış olması gerekmektedir.

Tüm kullanım noktaları uygun şekilde ayarlanabilir akış ölçerlere sahip olması gerekmektedir. Bu ölçüm aletleri sistemin çalışma pratiğinin sağlanması, kontrolü ve gaz akışıyla koruma işleminin tekrarlanabilmesi için gerekmektedir. İngot, hurda veya alaşım elementlerinin eritme potuna eklenmesinde gaz akış ölçerler SF₆ karışımının hava dilutasyonunu karşılamak için seviyesini artırır bu sayede taze ve uygun şekilde metal yüzeyinde korumayı sağlayan gaz atmosferi oluşturur. Atölyelerde gerçekte kullanılan SF₆/ CO₂ karışımlarında düşük derişimlerde SF₆ (%0.5 altında) kullanılmaktadır. Koruyucu gaz akış hızları hurda şarj edildikten veya alaşımlama yapıldıktan sonra normal seviyesine geri dönmesi gerekmektedir. Erimiş magnezyumdaki SF₆ derişimini, istenilen seviyenin çok altında sağlanmışsa yanma başlar. Daha yüksek SF₆ derişimleri yanmayı söndürür ve SF₆'nın tekrar dolmasını sağlar. (Heffron , 1998)

5.2.5 Koruyucu Atmosfer Uygulamasında Dikkat Edilecek Hususlar

Donanım açısından gaz karıştırma istasyonları ve gaz dağıtım pompaları basınç altında çalışan sistemler olduğundan uygun koşullarda kullanılması gerekmektedir. Bunun anlamı yeterli sayıda yardım valflerinin bulunması ve borulardan iletim koşullarının göz önünde tutulması gerekmektedir. Genel olarak manifold sistemleri ve karıştırıcılar, kaliteli ve güvenli gaz, donanım tedarikçilerinden temin edilmelidir. Eğer her iki CO₂ ve SF₆ sınırlı bir alanda beraberce saklanıyorsa o alan içersinde oksijen içeriğini gösteren oksijen analizör kontrol sistemi kurulması önerilmektedir. Her iki gazda havadan ağırdır. Sızması karşısında sınırlı alanın oksijen içcriği tükeneccektir. Görsel veya sesli bir alarm, eksoz fanları oksijen analizörüyle bağlantılı olarak çalışarak personel güvenliğini sağlamak zorundadır.

Metal oksidasyon çalışmaları üzerinde J. D. Hanawalt ve Battle Columbus Laboratuvar araştırmalar göstermiştir ki SF₆ derişimleri, %0.5 ten daha yüksek olduğunda, 650C-760C⁰ sıcaklık aralığında, yumuşak çeliğin oksidasyon hızı artırmaktadır.

Çelik konstrüksyon çevresi periyodik olarak herhangi nedenle oluşabilecek ağır oksidasyona karşı gözlenmelidir. Eğer büyük parçalar magnezyum banyosu içersinde düşürülürse bunu tehlikeli ekzotermik tepkimeler lar takip eder ve eriyik metal patlamalarına neden olur.





Tuzlu eritkenlerle SF_6/CO_2 /hava gaz karışımının birleştirilerek kullanılması banya üzerinde daha yüksek seviyede CO ve HF oluşmasına neden olur. CO ve HF erimiş metalin üzerinde korunması gereken alanda yer alır. Günümüzde yapılan çalışmalar sonrası alınan gaz örneklerinin hiçbirinde CO veya HF bulunmamaktadır. Eğer eritken kullanılacaksa SF_6 gaz koruma sisteminden ayrı tutulmalıdır.

Magnezyum endüstrisinde hava/ CO_2 / SF_6 gaz karışımlarının hem ekonomik hem de çevresel uygunluğa sahip olduğu kanıtlanmış olup aşağıdaki koşullarda kullanılmaktadır:

-Birincil magnezyum üreticileri genel olarak CO_2/SF_6 karışımlarında CO_2 ile dengeli olarak %1-2 SF_6 kullanılmaktadır. Couling'e göre CO_2/SF_6 'nın hava içindeki en iyi karışım oranı % 30-70 arasında çeşitlilik gösterir. (Couling, 1990)

-Kum kalıba dökücüler de benzer şekilde CO_2 ile dengeli olarak %1-2 SF_6 içeren karışım kullanmalarına rağmen birkaç üretici firma karışımı kullanım noktasına göndermeden önce hava ile SF_6 içeren ön karışımlar kullanmaktadırlar.

-Basıncılı dökümcüler hava/ SF_6 , CO_2 / SF_6 ve hava/ CO_2 / SF_6 karışım kombinasyonlarında SF_6 derişimi %0,3 ile %0,5 arasındadır. Bu karışımlar basıncılı döküm makinelerinde özellikle eritme istasyonunda, transfer kepçelerinde ve tutucu kamaralarında kullanılmaktadır. (Heffron , 1998)

5.3 Curuf Çekme

Magnezyum fırınlarından curuf çekme prosesin önemli bir aşamasıdır. Bu konuda acemilik büyük metal kayıplarına sebep olur. Eğer metal yanmaya başlarsa fırın kapağı koruyucu gazın tekrar dolması için kapatılmalıdır. Yanma bittiğinde curuf çekme tekrar başlamalıdır. Curuf çekme sırasında sıvı metalin hareket ettirilmemesi gerekir. Mutlaka bir miktar metal curufa karışır. Önemli olan bu oranın en aza indirilmesidir. Metal kaybı fırından fırına değişir, bu oranın % 2 veya daha altında olması gerekmektedir. Acemice yapılan curuf çekmede kayıplar % 20'ye ulaşır. (Baker, 1990)

5.4 Tane İnceltme

Tane inceltme ilk olarak zirkonyum kullanımı ile uygulanmış sonraları nadir toprak elementlerinden seryum ve neodymium kullanılmıştır. Bunun sonucu ZRE1 , RZ5 ve EQ21A alaşımları ortaya çıkmıştır. Bu grubun en önemli özelliği mekanik özellikleri 300° C 'nin üzerinde koruyabilmesi ve yenim direncinin yüksek olmasıdır. (The Institute of British Foundrymen)

5.5 Eritkenler

Alkali klorid ve magnezyum klorid eritkenler kalıntıların yüzeyini ıslatır ve kaplar. Kalıntılar yüksek yoğunluğundan dolayı potanın dibine curuf olarak çökerler. Eritkenlerin metalle yoğunluk farkı sağlayacak şekilde olmaları istenir. Magnezyum oksit , kalsyum florid gibi yoğunlaştırıcılar metalin kirlenmesini önlemek için curufun akıcılığını azaltıcı etki yapar. Yoğunlaştırılmış curuflar metalin taşınması, dökümü sırasında yüksek yoğunlukları ve sağlamlıkları nedeniyle metali korumak için kullanılırlar. (The Institute of British Foundrymen)

5.6 Kalıntılar , Etkileri

Metalik kalıntılar, üretim proses parametrelerinde ham metale göre kontrol edilir. Mg 'da ki genel kalıntılar Fe, Cu , Ni , Mn , Zn , Al, Si , Ca ve Na'dur. Al, Mn, Fe ve Si 'un intermetalik parçalarına da rastlanmıştır. Eriyikte galvanik hücreler içinde katot görevi gören ağır metaller, bu işlem sırasında yenim direncini azaltırlar. Mg içerisinde Fe çözünürlüğü artan sıcaklık ile artar. 660 – 680°'de düşük sıcaklıklarda temiz şartlarda çalışılırsa Fe içeriği azaltılabilir. Fe içeriği , Mn , Zn , Berilyum veya Titanyum klorür ilavesi ile de azaltılabilir. Si içeriği çinko klorid veya kobalt klorid ilavesi ile azaltılabilir. Bu proseste kompleks Fe ve Si bileşikleri çökeltilir. Na ve Ca oranı etkili şekilde azaltılır ve Mg kloridin eriğiye katılmasıyla kendi kloridlerine dönüştürülürler. Mg nem içeren hava ile veya proses malzemeleri ile temas ettiğinde H oluşur. Katılaşma sırasında yüksek seviyede H içeriği gözeneğe neden olur. Bu durum özellikle Mg alaşımlarında önemlidir. H içeriğini azaltmak için 725 – 750°'de Cl , 650 -680 °C 'de N , Ar veya He ile işlem yapılır. %99,8 saflıktaki Mg tüm kullanımlar için uygundur. Standart işlem şartlarında elektroliz uygulaması ile elde edilir. % 99,95 ve % 99,98 saflıkta Mg sadece metalotermik proses ile elde edilir. Yüksek saflıkta Mg damıtma ile elde

edilebilir fakat çok pahalıdır ve endüstriyel uygulaması yoktur. % 99,8 saflıktaki standart Mg'da kalıntı miktarı katılaşma şekline etki etmez. Düzensiz akış metal olmayan kalıntıların oluşumuna sebebiyet verir. Bu nedenle katılaşma prosesine önem verilmeli , akışta türbülans önlenmelidir. (The Institute of British Foundrymen)

5.7 Magnezyum Fırınlarında Tortu Oluşumu ve Eritme Kayıpları

Magnezyum alaşımları için tortu oluşumu ve eritme çalışmaları doğrudan basınçlı döküm ürünlerinin maliyetine ve kalitesine etki eder. Magnezyum basınçlı döküm alaşımları, bu alaşımlarla rekabet eden malzemelerden örneğin alüminyum ve çinkodan daha fazla eritme kaybına sahiptir. Bu yüksek eritme kaybının altında yatan neden yüksek oranda oksitlenme eğilimidir. Eritme potalarında oksitlenme başlar ve oksit içeren bir artık birikir. Bu artıklar tortu şeklinde ise potanın alt kısmında meydana gelir, curuf şeklinde ise eriyik yüzeyinde yüzer. Önemli miktarda magnezyumu beraberinde artık içerisinde tutabilirler. Bununla beraber önlenmek istenen yalnızca eriyik metalin oksidasyonunu indirmek değil aynı zamanda metal kaybını azaltmak için tortunun ve curufun yapısını da değiştirmektir.

İngotlar doğrudan eriyiğin içine eklenir. Bu durum sıcaklıkta $\pm 10-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ civarında dalgalanma yaratır. Çoğu dökümhaneler eriyik yüzeyinde şarj etkisiyle oluşan bu durum karşısında hiçbir çaba göstermemektedir. Verim için ingot şarj ünitesini geliştirilmeli ve ingot şarjı esnasında hava etkisi azaltılmalıdır. Tortunu en düşük miktarda bulunduğu yer, eriyiğin en düşük sıcaklıkta tutulduğu noktalardır.

Dökümhanelerin maliyet değerlendirmesi üzerine yapılan görüşmeler sonucunda tortunun magnezyum metali içeriği her oluşan bir kg tortuda kaybedilen metalin maliyeti 1\$ olduğu saptanmıştır. Bu sonuçla her yıl 1000 ton metal kullanımı için toplam kayıp yılda 20-40 k\$ ($\times 1000$ \$) civarındadır. (Thorvaldsen,1994)

Fırınlardan günlük olarak 10-20 kg civarında curuf ve tortu çıkar. Bu miktar aşağıdaki faktörlere bağlı olarak değişmektedir:

- Eritme hızı
- Eritme sıcaklığı
- İngot şarj sistemi

- Ölçüm sistemi (pompalar, sifonlar, sıcak kamaralar.vs.)
- Gaz koruma sistemi içeriğinde gaz bileşimi

Tortu içersinde üç ana bileşen tanımlanmıştır. Bunlar oksitler, intermetalikler ve curuf içerisinde tutulan metaldir. Ortalama tortu bileşimi aşağıdaki gibidir:

Çizelge 5.1 Ortalama Tortu Bileşimi (Thorvaldsen,1994)

Bileşen	% Ağırlık
Oksitler	29±14
İntermetalikler	0,8±0,8
Tuzağa düşen metal	70±14

İntermetalik partiküllerin miktarı analizlerde genel olarak mangan esaslıdır. Yakalanan metal içersindeki mangan derişiminin %0.2 civarında olduğu saptanmıştır. Bunun tümü alüminyumla birleşerek intermetalik (Al_xMn_y) formunu kazanır. Elde edilen analizlerde tortu kompozisyonunda karşımıza çoğunluklu olarak oksitler ortaya çıkmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta tortunun heterojen bir yapıda olduğudur ve aynı fırından elde edilen tortu numuneleri önemli oranda farklı kompozisyonlara sahip olabilir. Bundan dolayı geniş dağılımlarda yalnızca ortalama olarak kompozisyonun yukarıdaki sınırı dikkate alınmalıdır.

Oksitler içteki kalıntılarda veya yüzey kabuğundaki birincil metalden kaynaklanabilir. İçsel oksitlerden katkının çok az olduğu varsayılmaktadır. Oksitlerin miktarı yüzey kabuğundan kaynaklanmaktadır bu durum ingotun yüzey/ hacim oranına ve kabuğun kalınlığına bağlıdır. İngotlar Kuzey Amerika da üç ana magnezyum basınçlı döküm alaşımları üreticilerinden elde edilir ve yüzey/ hacim oranı aralığı $1.4-1.7 (dm^{-1})$ dır. Eğer tortu içersinde tüm oksitler ingotlardan kaynaklı olarak ortaya çıkıyorsa kabuk kalınlığı aralığı 0,1-0,2 mm arasında olması gerekir. Normalde gözlenen, metalografik örneklerden bu çok daha kalındır. Yüzey kabuğu tortuda oksit kaynağı olarak baskın değildir. (Thorvaldsen,1994)

Herhangi bir magnezyum basınçlı döküm uygulamasında eriyik yüzeyine göz atıldığında bir diğer oksit kaynağının, yüzey üzerinde yüzebilen ağır curuf olduğu ortaya çıkmaktadır. Üç ana faktör curuf oluşumunu etkilemektedir. Bunlar eriyik yüzeyinin çalkalanma derecesi, eritme sıcaklığı ve gaz koruma sistemidir.

İngot eriyik içersine indirildiği her seferde eriyik yüzeyinde çalkalanma oluşturmaktadır. Yüksekliğe ve indirme tipine bağlı olarak yüzeyde çeşitli seviyelerde bir rahatsızlık oluşur. Çalkalanma olayı, tamamen işini iyi yapan operatörün ingotları dikkatlice eriyik içersine indirmesiyle bağlantılı olarak, boşaltım sisteminin en iyi şekilde işlevini yerine getirmesine bağlıdır. Diğer bir yandan zorunlu olarak şarj kapağının açılması pota atmosferini rahatsız edecektir. Bu durum curuf oluşumu üzerinde ters etki yaratacaktır.

El kepçeleriyle elle yapılan boşaltım da, bir diğer şekilde eriyiğin çalkalanmasına kaynaklık etmektedir. Soğuk kamaralı makinelerde kepçe ile toplanan metal önemli ölçüde oksidasyonu artırıcı etki yaratmaktadır. Curuf oluşumunun seviyesi esas olarak operatöre bağlıdır. Uygun şekilde eğitilmiş operatör kepçeyi doldurabilir ve metali hiçbir yanma görülmeksizin döküm ağzına transfer edebilir. Her durumda yüzey çalkalanmakta ve bir miktar oksidasyon oluşmaktadır. Şarj kapağının açık olma zorunluluğu pota atmosferinin kirlilik oluşturmaya neden olacaktır. Otomatik transfer sistemi çalkalanma sorununu ve kapının açık kalması olayını büyük ölçüde indirgeyebilmektedir.

Sıcak kamaralı sistemlerde kepçeleme işlemi yoktur. Eriyik magnezyum, eriyik yüzeyi altında kaz boynu içinde buluşur. İdeal olarak eriyik metal üzerinde hiçbir rahatsız edici etken olmalıdır. Piston şaftının her bir enjeksiyon çevriminde normal olarak eriyiğin yüzeyine doğru korunmamış bir halde ilerler. Böylece sıcak kamaralı basınçlı döküm makinelerinde pistonun her hareketinde pota doğrultusunda dalgalar yayılır ve bu dalgalar tortu oluşumu üzerinde tıpkı soğuk kamaralılarda elle boşaltma işlemindeki gibi benzer etki yaratırlar.

Eriyik magnezyumun oksidasyon hızı doğrudan erime sıcaklığından etkilenmektedir. Likidüs yakınındaki sıcaklıklarda eriyik metal nispeten reaktif değildir. Daha yüksek sıcaklıklarda eğer ki yüzey rahatsız edilirse eriyik tutuşmaktadır. Halen çeşitli gaz atmosferleri ve farklı çalkalama seviyelerde, oksidasyon hızı üzerinde sıcaklığın etkisi araştırılmaktadır. (Thorvaldsen,1994)

6. İNGOT ÖZELLİKLERİ

Bir Mg ingotunun ağırlığı 4 kg'dır. 580 mm uzunluğunda , 60 mm derinliğinde ve genişliği 100 mm'den 50 mm'ye inceltilmiştir. Magnezyum ingotlarına taşıma sırasında özel önlem alınır. İngotlar uygun havalandırılmış plastik veya kağıt ambalajında korunur. Uzak mesafelerde ince bir katman halinde mineral yağ ile kaplanır. Yenime dirençli yüksek kalitede magnezyum basınçlı döküm parçası üretmek gelen ingotun kalitesine ve depolama tekniklerine bağlıdır. İngotun güvenli bir yerden alınması gerekmektedir. Satıcının ingot spesifikasyonu konusunda eritken, oksit içeriği ve kimyasal analiz konusunda sertifika vermesi zorunludur. Satıcı için bir kalite kontrol sistemi kurulmalı , istenen özellikler satıcıya son gelişmelerle bildirilmelidir. İngotları kapalı yerde depolamak nemli metalin eritmeye alınmasını da önler. Magnezyum alaşımı ingotlar ve basınçlı döküm parçaları tutuşabilecek yakacak malzemelerin yanında bulundurulmamalıdır. (Baker, 1990)

Uzun yıllardır birincil magnezyum ve alaşımları ithalatı vergisi yaklaşık %40 civarındaydı ki bu özel durumlar için ithalatı etkin olarak kısıtlamaktaydı. Kennedy döneminde GATT (General Agreement on Tariffs and Trade) düzenlemeleriyle bu vergiler yaklaşık olarak yarıya yani %20 lere düştü. Yakın zaman sonra Tokyo GATT düzenlemeleri tamamlanması birincil magnezyum ithalatı üzerindeki vergileri %8'e, magnezyum alaşımlarında da bunu %6.5 oranlarına düşürdü. Bu adım magnezyum pazarını doğrudan gelişmesine neden olan önemli bir dönüm noktası oldu. (Mezoff,1998)

6.1 İngotların Depolanması

İngotlar genellikle imalatçı firmalar tarafından, paletlerin üzerinde plastik bir ambalajla kaplı olarak teslim edilir. Depolama ve nakliye esnasında meydana gelebilecek ısı değişimine bağlı olarak nemlenme oluşabilir. Mg ingotları alaşım tipi ve döküm metotlarına bağlı olarak daima bir miktar gözenek, yüzey çatlağı ve yüzey oksit içermektedir.

Nem, aşağıdaki unsurlarla birleşerek birtakım olumsuzluklara neden olabilmektedir: Eğer külçeler nemli koşullarda oldukça uzun bir süreç için depolanmışsa nem etkisiyle yenim sorunları ortaya çıkabilmektedir. Hidro-magnezyum çıkışlı alaşımlarda serbest nemlilikliği ortadan kaldırmak için, ingotların başlangıç olarak min. 150 C'ye kadar eritme öncesi bir

ön ısıtmaya tabi tutulması gerekmektedir. Ağır bir yenimin meydana gelmesi halinde, tavsiye edilen eritme ve ön ısıtma öncesi yenim ürünlerinin giderilmesi gerekmektedir.

Tercihen yüksek oranda sıcaklık dalgalanmalarının önlenebileceği kapalı alan depolamaları tavsiye edilmektedir. Bu şekilde yağışlar ya da yoğunlaşmayla oluşabilecek su baskınlarından korunma mümkün olabilmektedir.

Mg ingotlar kolaylıkla tutuşabilen ve yanıcı metallerle birlikte depolanmamalıdır. Meydana gelebilecek bir yangın durumunda Mg'un depolandığı alanın dışında başvurulacak bir su püskürtme sistemi hazır bulundurulmalıdır. Bu sistem sadece yangının depolama alanına yayılmasını önleyebilmektedir. Eğer metal alev almış durumdaysa, püskürtme sistemi yangının hızlanmasına ve patlamaların meydana gelmesine yol açacaktır. [2]

Nizami ambalajlama aşağıdaki koşullar doğrultusunda gerçekleştirilmelidir:

-Katı Mg'nin kolay yanabilir malzemelerden ayrı saklanması doğru bir prensiptir. Mg'nin saklandığı binada çıkabilecek olası bir yangında metalin doğrudan ısınmasına neden olacak koşulları engellemek hayati önem taşımaktadır.

-Mg ingot ve parçaların saklandığı alanlara özel birtakım yasaklamalar getirilebilir. Bu yasaklamalar miktar, zemin ve otomatik su püskürtme makineleri gibi yangınla mücadele konularıyla ilintili olabilir.

-Temiz ve katı Mg hurdaları tercihen alev almayan varil veya taşıyıcılarda muhafaza edilmelidir.

-Farklı alaşımlar ayrı ayrı saklanmalıdır.

-Kuru işleme talaşları nemden arındırılmış çelik varillerde muhafaza edilmelidir.

-Islak işleme talaşlarının kendi kendine alev alma ve ısı geliştirme özelliklerine bağlı olarak kurutulmalarına izin verilmemelidir. Talaşların; Mg ve su arasında gelişen tepkime sonucu ortaya çıkan hidrojen gazının önlenmesi için iyi havalandırılan taşıyıcılarda saklanması gerekmektedir. Bu durumda sadece hidrojen gazı oluşumunu yavaşlatan / önleyen özel geliştirilmiş soğutucu sıvıların (su-yag emülsiyonları) kullanımına izin verilmektedir. Tüm binalar ve taşıma araçları doğru çalışan havalandırma sistemlerine sahip olmalıdır. [2]

7. BASINÇLI DÖKÜM

Basınçlı döküm, ağırlıkları birkaç gram ile 15 kg ve üzerinde değişen, nihai üretim şekline yakın parçaların, tam otomatik, yüksek verimli ve kapasiteli üretimine yönelik çok iyi yapılandırılmış bir döküm metodudur. Bu yöntem ilk olarak 1849 yılında Sturges'in , 1852'de Barr'ın , 1856'da Helize'nin ve 1877 'de Dusenbury'nin yaptıkları elle çalışan makinenin yapılmasıyla başlamıştır. Ottomar linotip ise bu makinaları geliştirerek pnömatik olarak çalışan ilk basınçlı döküm makinasını yapmıştır. (Çiğdemoğlu , 1972)

Günümüzde demir dışı metallerden yapılmış parçalara olan talebin artışına paralel olarak basınçlı döküm makinaları gelişerek , hidrolik olarak çalışan, otomatik , robot elektronik kontrol sistemine sahip makinalar yapılmaktadır. Basınçlı dökümde ilk kullanılan metaller , kalay , kurşun ve alaşımlarıdır. Düşük ergime noktası basınçlı döküm için bir avantajdır. Böylece aynı kalıba çok sayıda döküm yapılabilmektedir. Kalıp malzemelerinin yüksek sıcaklıklardan etkilenmeleri nedeniyle önceleri Al, Mg ve Cu alaşımları dökülememekteydi. Fakat daha yüksek sıcaklıklara dayanan kalıp malzemelerinin ve ısıl işlemlerin geliştirilmesi bu metallerin dökümüne imkan sağlamaktadır. Basınçlı dökümde kullanılan alaşımın ergime sıcaklığı yükseldikçe kalıp ömrü azalır.

Genel döküm ekipmanlarının mekanik ve hidrolik kısımlarına ait temel prensiplerden 100 seneyi aşkın bir süredir faydalanılıyor olunmasına rağmen, basınçlı döküm işlemi hala çok hızlı bir gelişim süreci içerisinde yer almaktadır. Döküm donanımı imalatçıları günümüzde magnezyum, alüminyum, çinko ve bakır ağırlıklı alaşımları arzulan şekle dönüştürmeye hazır tam otomatik ve mükemmel döküm sistemleri üretmektedirler. Ekipman imalatçılarının kalıpları da kapsayan döküm ekipmanlarının tedarikinde tam sorumluluk almaları sık rastlanan bir durumdur. Böylelikle basınçlı dökümcü, döküm işlemine hazır bir sisteme sahip olabilmektedir. Basınçlı döküm üreticilerinin, belirli bir boyut aralığında, farklı biçim ve şekilde ürünlere göre döküm kapasitesine sahip, döküm sistemiyle üretim yapabilmeleri büyük avantajdır.

Yeni uygulamaların geliştirilmesi, olanaklar ve basınçlı döküm işleminin gerektirdiği sınırlamalar kadar, magnezyum basınçlı döküm alaşımlarının özelliklerinin iyi bilinmesine ve tesbit edilmesine de bağlıdır. Kalıbın optimum performansına uygun tasarlanabilmesi ve nihai ürünün, gereken ürün nitelikleriyle örtüşmesinin güvence altına alınabilmesi açısından ürün

tasarımcısı ve kalıp tasarımcısının ortak çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bir basınçlı döküm parçasının geliştirilmesi görevi bir takım çalışması olarak ele alınmalıdır. Kalıp maliyetinin önemi bir faktör oluşu ve çok küçük toleransların bile bu maliyeti arttırabileceği hesaplanarak gerekli toleranslar belirlenmelidir.

Aralarında tanımlanması gereken önemli farklar olmasına rağmen magnezyum basınçlı dökümün temel teknolojisi alüminyum basınçlı dökümüyle benzeşmektedir. Bu iki döküm sistemi arasındaki temel farklılık eriyiğe uygulanan işlemlerdir ki bu kesinlikle önemli bir kriterdir. Magnezyum ve alüminyum basınçlı döküm alaşımları, aynı zamanda, enjeksiyon parametreleri ve kalıp tasarımlarında da değişiklikler gerektiren farklı özelliklere sahiptir.

[2]

7.1 Basınçlı Dökümün Avantajları

- Diğer döküm yöntemlerine göre daha karmaşık parçaların dökümü mümkün olmaktadır.
- Kalıplar basınç altında doldurulduğundan diğer döküm yöntemlerine göre daha ince cidarlı ve boyutsal hassasiyeti daha yüksek olan parçalar dökülebilir.
- Dökülen parça boyutlarında bir değişim olmaksızın aynı kalıptan binlerce parça üretilir.
- Aynı kalıp ile aynı anda çok sayıda parça dökülebildiğinden imalat hızı diğer yöntemlerden çok daha fazladır.
- Basınçlı dökümde parçalar yüzey işlemine ihtiyaç göstermez , sadece çapakları alınır.
- Daha ince kesitlerin dökülebilmesi malzeme maliyetini azaltır.
- Basınçlı dökümle üretilen parçaların mekanik özellikleri diğer döküm yöntemlerine göre daha yüksektir.
- Yoğunlukları farklı malzemeler aynı kalıpta dökülebilir. (Çiğdemoğlu , 1972)

7.2 Basınçlı Dökümün Dezavantajları

- 1-Döküm parçalarının boyutları sınırlıdır.
- 2-Basınçlı döküm kalıplarının tasarımı yapılırken, dökülecek parçanın şekline göre yolluk, maça ve hava çıkış deliklerinin yeri çok önemlidir.
- 3-Basınçlı döküm makinası ve aparatları pahalı olduğundan çok sayıda parçanın dökümü için uygundur.

4-Ergime sıcaklıkları bakır alaşımlarinkinden yüksek olan malzemeler bu yöntemle dökülemez. Yüksek sıcaklıklarda istenilen kalıp ömrü değerlerine ulaşan uygun kalıp malzemesi bulunamamıştır. (Çiğdemoğlu , 1972)

7.3 Magnezyum Alaşımlarının Basınçlı Dökümü

Magnezyumun basınçlı döküme girmesi oldukça hızlı olmuştur. Bunun başlıca nedeni magnezyumun hafifliğidir. Bir makinada hafifliğin azalması atalet kuvvetlerinin düşmesine , dolayısıyla verimin artmasına neden olur. Aynı zamanda nakliye kolaylığı da sağlar. Genel olarak avantajları:

- Yüksek ısı iletkenlik
- Kolay işlenebilirlik
- Düşük elastikiyet modülü
- Manyetik olmayışları
- Atmosferik yemim direncinin iyi oluşu
- Ağırlık arttırılmadan rijitliğin yükseltilebilmesi

Magnezyum alaşımlarının basınçlı dökümünde kalıp sıcaklıkları 120 – 350 °C arasında değişir. Ortalama sıcaklık 200°C'dir. Magnezyum alaşımlarının normal döküm sıcaklığı 635 - 680°C 'dir. İyi bir döküm için bu sıcaklık 700°C'nin üzerine çıkmamalıdır. [1]

Basınçlı döküm Mg alaşımı parçaların üretimi için üst düzey bir işlemdir. Karmaşık, ince cidarlı parçalar yüksek üretim hızıyla çalıştığında alüminyumla mukayese edildiğinde daha az takım aşınması göstermektedir. Magnezyum parçaların üretimi için sıcak ve soğuk oda makinelerinin ikisi de kullanılmaktadır. En uygun performansın elde edilmesi için özellikle ince duvarlı parçalarda alüminyumla karşılaştırıldığında daha yüksek vuruş hızlarının kullanımı tavsiye edilmektedir.

Modern basınçlı döküm makinelerinin bir çoğu operatör güvenliğini sağlayacak şekilde donanımlanmıştır. Diğer metallerde olduğu gibi Mg dökümünde de güvenlikle ilgili standart kurallar kesin olarak kaçınılmazdır. Su ve su içeren malzemeler göz önünde bulundurularak bu tip tepkimelerin ortaya çıkarabileceği olumsuzlukların engellenmesi yolunda özel tedbirler

alınmalıdır. Yoğun su bazlı döküm yağları döküm kalıbı boşluğundan uzaklaştırılmalı ve döküm ağızında rutubet oluşumuna izin verilmemelidir.

Yoğun döküm yağları, su yada hidrolik sıvı mevcut ise döküm kalıbı boşluğuna doğru kazara oluşabilecek metal sızıntıları tehlike arz edebilir. Kalıp boşluğu temizlenmeli ve etkili bir yağ drenajı gerçekleştirilmelidir. Diğer metallerde de olduğu gibi yoğun döküm kalıbı parlamaları (alev alma) önlenmelidir. [2]

7.4 Basınçlı Döküm Yöntemleri

7.4.1 Püskürtme Döküm

Ergime sıcaklığı düşük olan özellikle Pb , Sn , Zn , alaşımlı metallerin ergime sıcaklıklarının oldukça üzerinde bir sıcaklıkta, metalin yüksek basınçta kalıba püskürtülerek kalıp boşluğunu doldurması yöntemidir.

7.4.2 Pres Döküm

Ergime dereceleri yüksek Al, Mg ve Cu alaşımlarının eritme fırınlarından alınarak döküm makinası haznesine doldurulup bir piston vasıtasıyla kalıp boşluğuna dolduran basınçlı döküm yöntemine denir. Bu yöntemde alaşımın döküm sıcaklığı düşüktür.

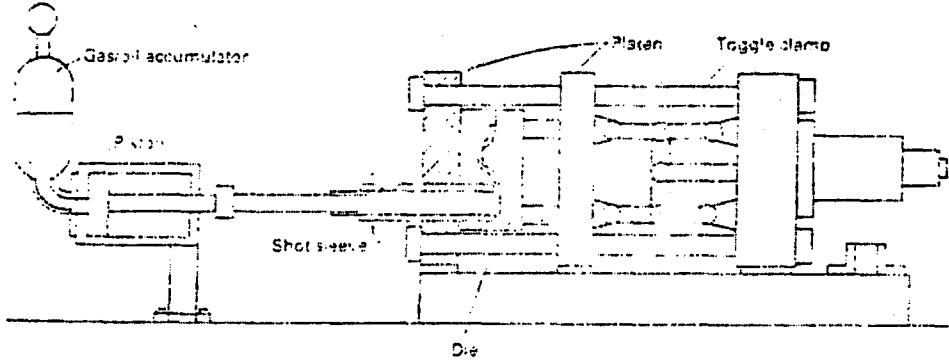
7.4.2.1 Sıcak Odalı Basınçlı Döküm Yöntemi

Düşük ergime noktalarına sahip kalay , kurşun ve çinko alaşımlarının dökümünde kullanılır. Bu yöntemde hidrolik itici ergimiş metalle doğrudan temas halindedir. Sıcak odalı yöntem ergimiş metalin türbülansını , oksitleyici havanın temasını ve hidrolik enerjinin taşınması sırasında ısı kaybını önler. Ergimiş metal ile makina parçalarının uzun süre temasta kalmaları üretimde ciddi malzeme problemlerine yol açar.

7.4.2.2 Soğuk Odalı Basınçlı Döküm Yöntemi

Üretim çevriminin çoğunda sıvı metal haznesini iticiden ayırarak malzeme problemlerini çözer. Bu yöntemde ergimiş metal belirli miktarda kalıba basılırken itici sadece bir kaç saniye metalle temasta kalır. Kısa temas süresi daha yüksek sıcaklıkta eriyen Al, Cu ve hatta demir

asılı alaşımların dökümüne imkan verir. Soğuk kamaralı basınçlı döküm makinalarında enjeksiyon basıncı 200 kg / cm^2 civarındadır. Bu yüksek basınç hidrolik güçle sağlanır. (ASM Handbook)



Şekil 7.1 Soğuk odalı basınçlı döküm makinasının şematik resmi (ASM Handbook)

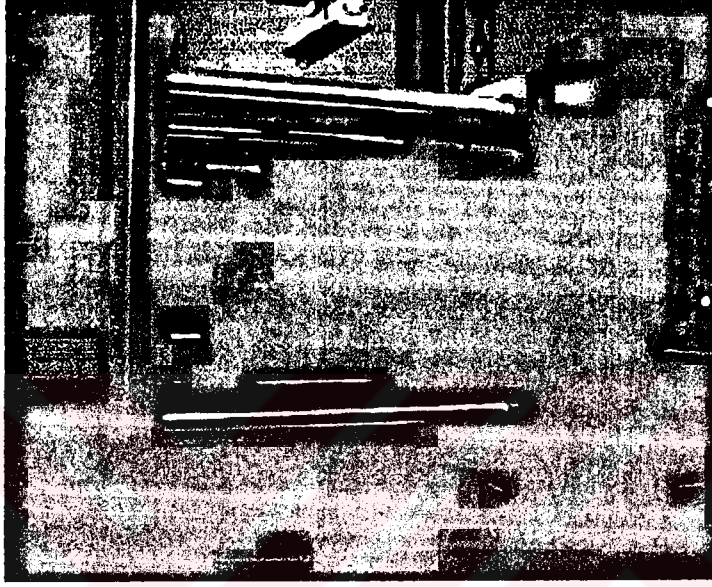
Kalıp içine dolan ve katılaşılan alaşımın alınması için kalıp yarımları açılır. Bu sırada parçanın hareketli plakada kalması sağlanır. Açılan kalıp yarımlarının içinden iş parçasını çıkarmak için itici pimler kullanılır. Hareketli plakadaki pimler parçayı iterek kalıptan çıkarır.

7.5 Basınçlı Döküm Makinaları

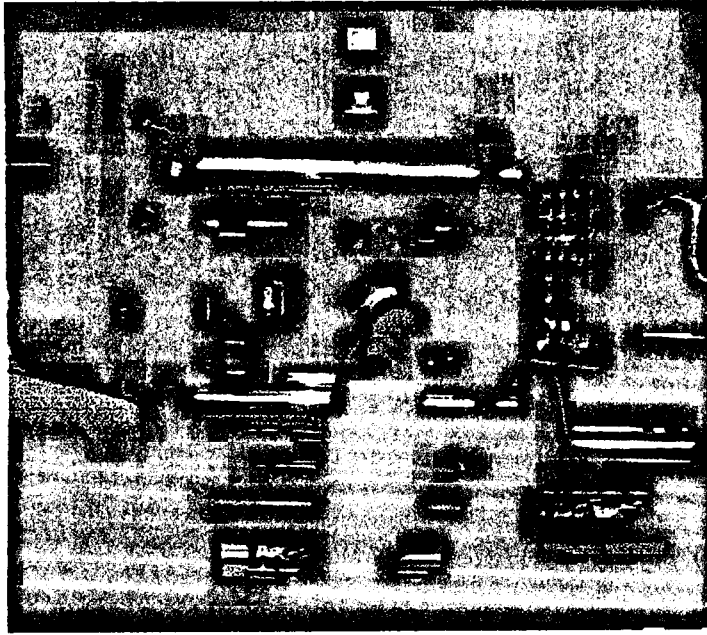
Genel anlamda alüminyum için tasarlanmış basınçlı döküm makineleri magnezyum için de kullanılabilir. Magnezyum ve alüminyum arasındaki önemli farklar yoğunluk ve ısı içeriği konularında ortaya çıkmaktadır. Bir dökümü Al'a kıyasla Mg ile tamamlamak çok daha kısa bir zaman almaktadır. Büyük akış mesafesine sahip ince duvarlı ürünler için düşük ısı muhteviyatı doğrultusunda Mg için gereken döküm süresi çok kısa olacaktır. Bu nedenle bazı Mg basınçlı dökümcüler vuruş ünitesinin maksimum piston hızını 10 m./sn. olarak belirlemektedirler. Statik döküm basıncı genelde $30\text{-}70 \text{ MPa}$ ($4400\text{-}10000 \text{ psi}$) arasında yer almaktadır. İnce duvarlı dökümler için basınç artırımı sınırlandırılmıştır.

Vakum genellikle alüminyum basınçlı dökümünde kullanılmakta olup magnezyum için daha düşük bir boyutlarında kullanılmaktadır. Teknik literatürde vakumun magnezyum basınçlı dökümüne etkisi hakkındaki bilgiler kısıtlıdır. Yakın zamanda vakumun magnezyum basınçlı dökümü üzerinde olumlu bir takım gelişmelere yardımcı bulunacağına dair araştırmalar yürütülmektedir.[2]

Dökülecek parçanın kalıbı iki çelik bloktan ve çeşitli kalıp elemanlarından meydana gelir. Bunlar döküm makinasına monte edilir. Makina kapandığında kalıbın iki parçası birbirine sıkıca yapışır , sonra ergimiş metal kalıbın deliğinden içeri büyük bir süratle ve basınçla basılır. Kalıp yarımları makina üzerinde karşılıklı plakalara bağlanmışlardır ve hareketli parçaları ile birlikte makina açılıp kapandıkça çalışır.



Şekil 7.2 Basınçlı döküm makinası kalıp ve kolonlar



Şekil 7.3 Basınçlı döküm makinasında döküm sonrası parça çıkarılması

Bir basınçlı döküm makinasının en genel haliyle başlıca parçaları şunlardır :

- Kalıbın ve çalıştırma düzeneğinin monte edildiği şase ve sütunlar
- Piston – silindir sisteminden meydana gelen hidrolik açma kapama sistemi
- Enjeksiyon kısmı

7.6 Basınçlı Döküm Kalıpları

7.6.1 Kalıp Tasarımı

Kalıp, birçok fonksiyonu aynı anda yerine getirmek zorunda olan karmaşık bir tertibattır. Parçanın genel geometrisini belirlemektedir Sabitlenmiş yada hareketli maçaların kullanımı karmaşık şekillerin nihai forma yakın dökümünde esneklik sağlamaktadır. Kalıbın termal koşulları ise her parçanın katılaşma, dolayısıyla mikro yapı ve kalitesi üzerinde etkin olmaktadır. Çok sayıda vuruş ve kalıbın ısı transfer karakteristikleri döküm çevrim süresini belirlemektedir. Kalıp, katılaşma gerçekleştikten sonra parçayı dışarı çıkaracak bir sistemle donatılmıştır

7.6.2 Kalıp Malzemeleri

Kalıp boşluğunu oluşturan ve eriyik metalle direkt temasta bulunacak parçaları termal şoka dayanıklı çelikten imal edilmiş olmalıdır. Bunun için genellikle H13 çeliği yada benzer kalitede çelikler seçilmektedir. Düşük sülfür oranlı düşük kalite çelik, yüksek sayıda vuruştan sonra yüzey kalitesinin muhafazası açısından uygun değildir. H13 premium kalitede çelik tipi çoğu zaman kalıp imalatçıları tarafından az tavlama yapılması sonucunda küresel karbür oluşumuyla birlikte işlenebilirliği arttırmaktadır. İşlemeden sonra kalıp boşluk bölümleri sertleşir ve kısmen 46-48 HRC arası bir sertliğe ulaşana dek tavllanır.

Dikkat edilmesi gereken nokta sadece kalıp boşluğunun ve kalıba ait bazı özel parçaların H13 çeliğinden yapılmasının gerekli olduğudur. Bu da toplam kalıp ağırlığının %20-25'ini oluşturmaktadır. Kalıbın geri kalan parçaları yumuşak ve orta sertlikte karbon çeliğinden imal edilmektedir.

Yoğun olarak kullanılan standartlaştırılmış ünite kalıpları özellikle basit geometrik yapılardaki küçük dökümler için kullanılmaktadır. Bazı ünite kalıpları dışarı çıkartma sistemine de sahiptirler. Kalıp boşluğuna yerleştirilen parçalar değiştirilerek aynı ünite kalıpta farklı sayı ve amaçta dökümler için kullanılabilir.

Mg basınçlı döküm alaşımları, Al alaşımlarıyla karşılaştırıldıklarında hacim başına daha az ısı barındırmaktadırlar. Demirin eriyik metaldeki çözünürlüğü de çok düşük olarak tespit edilmiştir. Bu özellikler kalıbın kullanım ömrünü 2 ya da daha fazla kullanıma uzatmaktadır.

7.7 Büzülmeyi Besleme

Basınçlı döküm ve sıkıştırılmalı döküm haricindeki bütün döküm yöntemleri oluşan büzülmenin karşılanması için büyük metal haznelere ihtiyaç gösterirler. Basınçlı döküm kalıbında böyle bir besleyici yoktur. Döküm çevriminin sonuna doğru metal basıncının artırılması büzülmeyi beslemede yararlanılan tek kuvvettir. Soğuk odalı basınçlı dökümde en sıcak bölge basma haznesine bitişik olan (bisküvit) biscuit ve gidici (runner) kısmıdır. Basınçlı dökümde sıvı akışı kalıbın ömrünü ve parça kalitesini belirleyen ana etmendir. Bu nedenle sıvı akışı belirli bir parçanın dökümünde ekonomik başarıyı belirler. (ASM Handbook)

7.8 Isı Uzaklaştırma

Ergimiş metal, kalıba girdikten sonra alaşımın ısısının katılaşmanın ve sonradan soğumanın olabilmesi için uzaklaştırılması gerekir ; kalıp ısı taşıyıcısı olarak iş görür. Isı taşıyıcısının geometrisi önemlidir ve taşıyıcının geometrisi kalıp tarafından belirlenmektedir. Kalın kesit ve ince kesitler arası soğuma sürelerindeki büyük farklılıklar parçada gerilmelere yol açar. Gerilmeler çok yüksek olursa sıcak yırtılmalar ve çatlamlar görülür. Isı uzaklaştırma hızı doldurma sırasında da önemlidir. Üst ısı ve gizli ısı da kalıba taşınır. Kalıbın doldurulması bitmeden yolluğa uzak kısımlar kısmen katılaşmış olacaktır.

7.9 Isı Akışının Kontrolü

Isı akışını kontrol eden en önemli etmen kalıp – parça ara yüzeyidir. Ara yüzey ısı taşıma katsayısı, kalıp ve parça şekli , yağlama , oksitlenme .. vb. birçok etmene bağlıdır. Kalıp malzemesinin kendisi de ısı akışını etkiler.

7.10 Parçanın Çıkartılması

Döküm parçası katılaştıktan ve soğuduktan sonra kalıptan çıkartılır. Önce kama ve maçalar uzaklaştırılır ve kalıp açılır. Kalıp açılırken itici pimler parçayı kalıptan çıkartır. Çıkartma işlemi ya kalıp geri çekilirken itme pimlerini tutan plakanın sabit tutulmasıyla ya da hidrolik veya kam yardımıyla hareket ettirilen pimlerle sağlanır. Parça bundan sonra elle veya çıkıcılar tarafından alınır.

7.11 Bir Sonraki Çevrim İçin Hazırlama

Parça kalıptan çıkartıldıktan sonra kalıbı soğutmak için dıştan su püskürtme yapılır. Kalan suyu ve çapakları uzaklaştırmak için basınçlı hava kullanılır. Daha sonra metalle kalıp arasında yalıtkan bir tabaka oluşturan madde püskürtülür ve itici yağlanır. Bu safhadan sonra kalıp kapanır.

7.12 Preste Tıraşlama

Basınçlı dökülmüş parçalar kalıptan çapaklar, yolluklar ve taşmalarla beraber çıkartılır. Düşük sayıdaki dökümlerde bu fazlalıkların alınması elle yapılabilmeyle beraber çok sayıdaki parçalarda bu mümkün değildir ve hidrolik tıraşlama presleri kullanılır. Robotla tıraşlama uygulamaları da mevcuttur. (ASM Handbook)

Basınçlı döküm parçaları son şekle yakın üretilibilmelerine rağmen sık sık işlenmeleri gerekmektedir. Mg basınçlı döküm alaşımları mükemmel bir işlenebilirliğe sahip olup birçok basınçlı dökümcü tarafından işleme operasyonları düzenli olarak gerçekleştirilmektedir.

Mg işleme operasyonlarının gerçekleştirilmesi esnasında uyulması gereken sıkı kurallar bulunmaktadır. Gerekli güvenlik koşulları yerine getirilmeden Mg asla diğer metaller için

kullanılan teçhizatla işlenmemelidir. İşleme ve işlenme artıklarının kullanımı konusundaki kesin kurallar aşağıda belirtilmiştir:

- Kesme takımlarının keskin ve elverişli kesim açılarında muhafaza edilmesi
- Kalın talaşların üretiminde hızlı besleme yapılması
- Takımların işlenen parçaya sürtünmesinin engellenmesi
- İşleme sahasının temiz ve birikmiş talaş yığılmalarından uzak tutulması
- Her zaman yeterli miktarda kuru eritken, kum, kuru dökme demir talaşları, D tipi yangın söndürücüler gibi ekipmanların mevcut bulundurulması.
- Hidrojen geçişini önleyebilmek için özel onaylı önleyici su-yağ emülsiyonlarının kullanılması. Emülsiyonun yeterli akışının tespiti.
- Kapalı işleme kabinlerinin, yoğun hidrojen derişiminin önlenmesi için her zaman çok iyi havalandırılması .
- Islak Mg talaşlarının; çelik variller içinde işleme ve döküm alanlarından uzak güvenli ve tavandan havalandırılmalı bir depoda korunması
- Islak talaşların havalandırılmalı taşıtlarla taşınması
- İşleme operasyonlarına girişmeden önce uygun olarak otoritelerce tespit edilmiş talimatlar göz önünde bulundurulmalıdır. [2]

7.13 Magnezyum Alaşımından Üretilmesi Düşünülen Parçanın Tasarımı

Bir basınçlı döküm parçasının kalitesi; alaşımın özellikleri, işlem parametreleri ile parça tasarımlarından oluşan bir parametreler topluluğu doğrultusunda farklılık göstermektedir. Parça tasarımcısı ile basınçlı döküm işleminin gerektirdiği sınırlamalar ve elverişli durumlar hakkında bilgilendirilmesi gereken kalıp tasarımcısı bir işbirliği içersinde olmalıdırlar.

Kesit kalınlığı : Mekanik özellikler küçük kesit kalınlıklarında daha kolay elde edilebilmektedir. Üstün kalıp doldurma özelliğine sahip magnezyum, özel durumlarda 1 mm'den daha az duvar kalınlığına müsaade etmektedir. Tipik duvar kalınlığının 2-4 mm arası olduğu düşünülürse, özel bir parçanın duvar kalınlığı tasarımı esnasında dökümü yapan dökümcü ile fikir alışverişinde bulunulması gerekmektedir. [2]

Homojen duvar kalınlığı : Duvar kalınlığı, katılaştırma esnasında bölgesel sıcak spotların oluşumunu engellemek amacıyla mümkün olduğunca homojen olmalıdır. Katılaşma esnasında meydana gelen büzülme doğrultusunda, bu gibi sıcak spotlar gözenek yada boşluk oluşumuna sebebiyet verebilmektedir.

Kolay kalıp dolumu : Kalıp normal olarak 10-100 ms'de dolmaktadır. Aşırı turbulans olmaksızın düz bir dolum yapabilecek bir tasarım olmalı.

Güçlendirme için kenarlar : Kesit kalınlığının artırımı yerine parçanın güçlendirilmesi ve katılaştırılması için destek kenar parça kullanımına gidilmelidir.

Bölgesel aşırı ısınmanın önlemesi : Eriyik metalin yüksek hızla direkt çarpması kalıpta özellikle küçük çıkıntı noktalarında aşırı ısınmaya neden olmakta, bu durum kalıpta sert lehim tabakası oluşumuna ve termal yorulmaya yol açmakta ki ısı kontrolü gerektirmektedir.

Yüzey Bitirme : Düz ve pürüzsüz yüzeylerin gözle görünür yüzey hataları olmaksızın bitirilebilmesi çok zordur. Taşlama işlemiyle pürüzsüz yüzeyler elde edilir.

Kesit kalınlığında değişiklikler : Bir kesit kalınlığından diğerine geçiş, gerilim yoğunluğunu önlemek için kademeli olarak gerçekleştirilmelidir.

Draft (eğrilik) : 2-5° arasındaki draft açıları genellikle uygun kabul edilmektedir. Buna rağmen 1-3° arası hatta 0 derecede draft açılarıyla karşılaşmak da olasıdır. Mg'nin termal büzülme özelliği bunu mümkün kılmaktadır. [2]

7. 14 Boyutsal Değişim ve Toleranslar

Basınçlı döküm hassas bir döküm prosesidir. Dökümün son boyutsal değişimini etkileyebilecek bazı faktörler mevcuttur. Bunlar; doğrusal boyut varyasyonları, kalıbın eş yarı kısımları ya da diğer bileşenleri arasındaki görev değişimleri, kalıp yarılarının hat ayırımı, yassılık ve açısallık faktörlerini etkileyen kalıp ve döküm deformasyonu, döküm esnasında gereken önemli detayların derecesi, hareketli maça ve draft olarak sınıflandırılabilir.

Unutulmaması gereken nokta, dökümün son aşamasındaki parçanın boyut varyasyonlarının elde edilebilmesi kısmen kalıp tasarımına bağlıdır. Bu durum sadece doğrusal boyut varyasyonları etkisinde kalan bir döküm parçası dikkate alındığında belirgin olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu olay tek bir kalıp bileşeninde gerçekleştirilen döküm aşaması için de geçerlidir. Doğrusal varyasyonun oluşum nedenleri; kalıp sıcaklığındaki normal dalgalanmalar, dökümün dışarı çıkış sıcaklığı, su verme hızı, dökümde gerilim azaltılması, kalıp yapısının doğruluğu şeklinde sıralanabilir.

Mevcut kalıbın doğruluğu haricinde, bu değişkenlerin tümü kalıp yapısı ve tasarımından bağımsız oluşmaktadır. Nihai üründe bu boyutsal varyasyonların azaltılması için dikkatli bir işlem kontrolü uygulanması gerekmektedir. [2]

1000 mm uzunluğundaki bir Mg dökümü ± 1.2 mm'lik bir toleransla gerçekleştirilebilir. Bu gibi toleranslar basınçlı döküm araç panellerinin uzunluğu için belirtilmektedir.

Çizelge 7.1 Doğrusal boyutlar için tavsiye edilen toleranslar. [2]

Boyut uzunluğu	Temel toleransı		Ek toleransı	
	Kritik olmayan	Kritik	Kritik olmayan	Kritik
0-25mm	$\pm 0,25$	$\pm 0,1$	-	-
25-300mm	-	-	$\pm 0,002$	$\pm 0,0015$
300mm üstü	-	-	$\pm 0,001$	$\pm 0,001$

7.15 Besleme ve Yolluk Sistemleri

Besleme sistemi döküm parçalarının kalitesi açısından son derece önemlidir. Bu sistem tasarımının bazı ana hatları aşağıda belirtilmiştir.

-Yolluk sistemi, gereken dolum süresinin tanınması için basınçlı döküm malzemesinin enjeksiyon kapasitesine göre ayarlanmış olmalıdır.

- Yolluklar yelpaze yada teğet biçimli farklı geometrilere sahip olabilir. Girdap oluşumuna sebebiyet vermemelidir.
- Yolluk sistemi en küçük akış mesafelerine göre tasarlanmış olmalıdır
- Karşılıklı metal akışları ince duvarlı bölgelerde çakışmamalıdır.
- Kalıp boşluğuna dolun, farklı yolluklardan yapılacaksa mutlaka eş zamanlı olmalıdır.
- Aşırı akışlar, kalıbın soğuk bölümlerindeki oksitlerin dışarı atılması ve yağlayıcı maddelerin yayılması amacıyla yapılır. Aynı zamanda soğuk kalıp kısımlarının ısınması içinde uygulanabilir.
- Dış kalıp yüzeyine dek uzanan havalandırma mekanizmaları, kalıp boşluğunun gazlardan arındırılması için kullanılmalıdır.
- Gidici ve yolluklar preste tıraşlama esnasında çentiklerin oluşmasını önleyecek biçimde tasarlanmalıdır.

7.16 Basınçlı Döküm Kalıbını Isıtma ve Soğutma İşlemleri

Basınçlı döküm sürekli devirsel olarak işleyen bir sistemdir. Başarılı bir operasyonun ön koşulu kalıbın her atış için tekrarlanabilir ısı dağılımını kazanmasıdır. Basınçlı dökümcülerin çoğu ısıtma ve soğutma işlemleri için yağ kullanmaktadır. Yağ kanalları her iki kalıp yarısının sabit ve hareketli bölgelerine yerleştirilmektedir. Yağ kanallarının tam ve doğru konumlandırılması özenli bir parça geometri analizi ve ısı dağılımı sonuçlandırılması ile gerçekleştirilebilir. Tipik kalıp operasyon ısıları 200-240 °C arasında yer almaktadır. Alüminyum basınçlı döküm kalıplarına alışkın dökümcüler, kalıpları magnezyumu yeterince sıcak işleyebilecek şekilde tutmakta zorlanmaktadırlar. Bu da döküm parçalarında döküm hataları olarak kendini göstermektedir.

8. GÜVENLİK BAKIMINDAN YAKLAŞIM

Basınçlı döküm sektöründe “Toplam Kalite Yönetimi” prensiplerine uygun olarak teçhizat ve çalışma koşullarında gerçekleştirilen düzenlemeler endüstrinin gelecekteki gelişiminin anahtar noktalarını teşkil etmektedir. Başarılı endüstriyel gelişimler için güvenlik, tüm çalışma alanlarında temel unsur olarak kabul edilmektedir. Güvenlik anlayışı, organizasyondaki en üst yönetimden en alt çalışana dek tüm kademelere gereğince nüfuz etmelidir. Güvenliğe yapılan yatırımın, çok yüksek bir geri dönüşüme sahip olduğu deneyimlerle kanıtlanmıştır. [2]

Başarılı bir basınçlı döküm operasyonuna ulaşmak için güvenlik konusuna odaklanmak bir ön koşuldur. Bir magnezyum dökümhanesi güvenlik yönetimi sisteminde aşağıdaki temel maddelerin yer alması gerekmektedir:

- Bir güvenlik politikası yürürlüğe konmalı ve tüm çalışanlar bilgilendirilmelidir.
- Sürekli gelişmekte olan bir güvenlik çalışmasını yansıtan yıllık güvenlik hedefleri belirlenmelidir.
- Sistemik ve belgelenmiş güvenlik eğitimi alışlagelmiş bir yöntem haline getirilmelidir. Güvenlik eğitimleriyle yeni teknolojilerin tanıtımı paylaşımına sunulmalıdır.
- İdari toplantılarda güvenlik konusu yönetim tarafından düzenli olarak ele alınmalıdır.
- Güvenlik, organizasyondaki tüm kademelerde gerçekleşen düzenli toplantılarda konu edilmeli ve çalışanların güvenlik konularında düzenli bilgi sahibi olup, bu toplantılara katılımları sağlanmalıdır.
- Çeşitli iş aktivitelerine ait mesleki riskler belirlenip, belgelenmelidir.
- Riskli çalışma aktiviteleri için, yazılı ve düzenli olarak güncelleştirilen güvenlik kuralları yürürlüğe konmalıdır.
- Tüm kaza ve kazayla sonuçlanabilecek hata durumları incelenmeli; bu incelemeler belgelenerek devamındaki oluşumlar takip edilmelidir.
- Çalışma sahasının bir acil durum planı olmalı ve acil durum tatbikatları düzenlenmelidir.
- Yönetim ve çalışan temsilcileri güvenliği tehdit eden koşul ve eylemler üzerinde odaklanarak düzeltme yolunda güvenlik denetimleri yapmalıdırlar.

Temelde tüm döküm operasyonları; üzerinde çalışılan işlemin doğasına bağlı olarak güvenlik riskleri taşımaktadır. Magnezyum da bir istisna olmayıp, oksijen ihtiva eden maddelerle arasındaki ilgi oranına göre alüminyumla kıyaslandığında işlemesi daha zor bir malzemedir.

Buna rağmen doğru operasyon prosedürlerine gereken özen gösterildiği takdirde Mg basınçlı döküm parçaların üretimi güvenli operasyon anlamında tüm endüstriyel ihtiyaçları karşılayabilecek niteliktedir. Dökümhanelerde standart uygulanan güvenlik kuralları magnezyum dökümü için daha üst seviyelerdedir.[2]

8.1 Magnezyum Yangınında Kullanılan Araçlar

Mg yangınları, aşağıdaki araçların kullanımıyla kontrol altına alınabilmektedir:

- Tuzlu eritken (Düşük ergime noktasında ve Mg ile kullanılmak için özel geliştirilmiş olmalıdır.)
- Yangın söndürücü; D Tipi
- Kuru, oksitsiz dökme demir talaşları
- Kuru kum

En etkili yangın söndürücü oksijenle temasını keserek sıvı Mg üzerinde donmuş bir tabaka meydana getiren tuzlu eritkendir. Dökümhanede daima yeterli miktarda kuru, tuzlu eritken kullanıma hazır bulundurulmalı ve işaretlenmiş eritken varilleriyle, eriyik magnezyum bulunan yada işlenen tüm çalışma birimlerine dağıtılmış olmalıdır.

Kuru, oksitsiz, dökme demir talaşları ve kuru kum yangını soğutup yavaşlatacaktır. Silika kumu; silika ve Mg arasındaki olası bir tepkime nedeniyle büyük miktarlarda sıvı metal barındıran döküm potası ve benzeri yerlerde kullanılmamalıdır.

Basınçlı D Tipi yangın söndürücü sadece son aşamada kullanılmalıdır. Aksi halde bunların yangını yayma özelliği de göz önünde bulundurulmalıdır. [2]

8.2 Bireysel Güvenlik

Doğru güvenlik ekipmanlarının kullanılmasıyla yaralanmalar büyük ölçüde engellenebilmektedir. Bu doğrultuda güvenlik için aşağıdaki bireysel ekipmanlar tavsiye edilmektedir.

- Yün hammaddeli ateşe dayanıklı iş elbiseleri, 2 katlı.

- Yüz siperlikli baret
- Yan siperli koruyucu gözlük
- İş eldivenleri (gerektiğinde ısıya dayanıklı)
- Koruyucu ayakkabı ve yün çoraplar
- Özel işlemler için ısıya dayanıklı apronlar (önlükler)

İlk Yardım müdahaleleri için gerekli ekipmanlar hazır bulundurulmalıdır. Sıcak metal sıçramasına bağlı yaralanmalar için çıkış noktalarında duşlar mevcut hale gelmeli, eriyik magnezyum sıçramalarından kaynaklanan yanıklar mutlaka sağlık ve güvenlik personeline tedavi edilmelidir.

Bireysel güvenlik bilinci, tüm işlemlerin emniyetli bir şekilde yürütüldüğü anlayışına yönelik gerekli bir önkoşuldur. Eriyik metal dökümü esnasında gerçekleşen tüm bireysel yaralanma ihtimalleri doğrultusunda, güvenlik önlemleri tartışma götürmeksizin önem ve ciddiyete sahiptir. [2]

8.3 Güvenlik Risklerinin Çıkış Noktaları

Yoğun çalışan bir dökümhane ortamında sıcak ve sıvı metalin döküm işlemleri her zaman için bir güvenlik tehdidi taşımaktadır. Bununla beraber Mg basınçlı dökümü için gereken özen gösterildiği takdirde Al basınçlı dökümden daha fazla tehlikeli değildir; magnezyum sadece daha az hata kabul eden bir malzemedir. Burada magnezyumun çeşitli katı ve sıvı formlarında gerçekleştirilen özel uygulamalarıyla ilişkili sorunlar göz önüne alınacaktır.

Bilinen risklerin çoğu erimiş magnezyum alaşımlarının oksijen ihtiva eden malzemelerle çok güçlü tepkimeye girmesi ile ilişkilendirilebilir. Bu gibi tepkimeler yangın, metal sıçramaları ve patlamalara yol açabilecek gazlar ve ısı açığa çıkaran tepkimelerdir. Enerji açığa çıkaran tepkimelerin en bilinenleri aşağıda Çizelge 8.1’de gösterilmektedir.

Pratikte bu tepkimeler erimiş Mg ve oksijen ihtiva eden malzemeler arasında temasa neden olabilecek koşulların önlenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmakta ve eriyik metal ile nemli ve sulu malzemeler arasında oluşabilecek temasların engelleneceği birtakım özel tedbirlerin mutlak alınması gerekmektedir.

Ayrıca yüzey/ hacim oranının yüksek olduğu durumlarda da işleme talaşları ve tozları; katı magnezyum alaşımları ile su/ oksijen gazı arasında tepkimelerin oluşmasına yardım etmektedir.

Çizelge 8.1 Magnezyumun oksijenle ve oksijen içeren malzemelerle arasındaki ekzotermik tepkimeler [2]

Magnezyumun oksijenle ve oksijen içeren malzemelerle arasındaki ekzotermik tepkimeler
*Yanma /oksidasyon $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ *Sıvı mg. tarafından hapsedilmiş suyun hızlı buharlaşması $\text{Mg}_{\text{sıvı}} + \text{H}_2\text{O}_{\text{sıvı}} = \text{H}_2\text{O}_{\text{buh.}} + \text{Mg (fine droplets)}$ *Su tepkimesi /hidrojen patlaması $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + \text{H}_2$ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$ *Thermite tepkime $3\text{Mg} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{MgO} + 2\text{Fe}$ *Silisyumoksit (Silica) tepkimesi $2\text{Mg} + \text{SiO}_2 = 2\text{MgO} + \text{Si}$

8.4 Çevresel Konular

Mg basınçlı dökümü diğer metallerin basınçlı dökümünün çevresel konularla ilişkisine benzer özellikler taşımaktadır. Operasyonda eritken kullanıldıysa tuz ihtiva eden tortu ve talaşlara özel önem verilmelidir. Bu gibi maddeler atık boşaltımı ve nakliye konularında özel kullanımı izni gerektirmektedir.

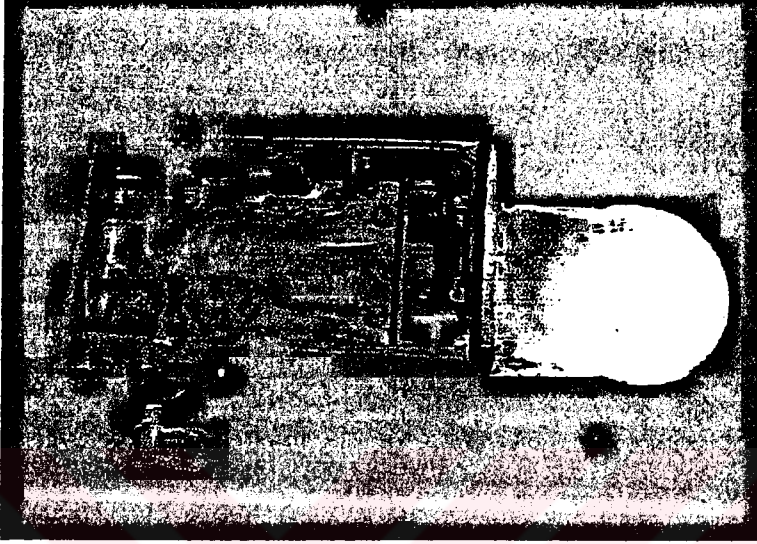
SF₆'nın bir korunma gazı olarak kullanımına yakın zamana dek belli bir derişimin üzerinde zehirlenmeye yol açan SO₂ gazından çevresel anlamda daha sıcak bakılmaktaydı. Fakat küresel ısınmaya etki potansiyeli anlamında CO₂ ve diğer gazlara oranla SF₆'nın çok daha güçlü bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

SF₆'nın atmosferdeki ömrü 3000 yıl olup, küresel ısınmaya neden olan potansiyel etken birimi 25000 olarak tespit edilmiştir. Bu da SF₆'nın kullanımında mümkün olduğunca azaltmaya gidilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu konuda pek çok görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Günümüzde eriyik korunmasında alternatif metotlar üzerindeki araştırmalar düzenli ve kapsamlı bir şekilde devam etmektedir. [2]

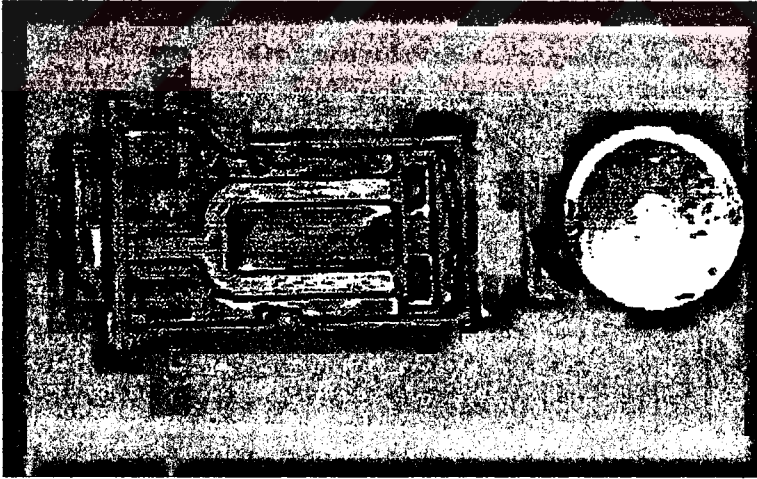


9. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Basınçlı döküm makinasında ilk çalışmalar Aselsan'ın telsiz kabı kalıbı üzerinde yapılmıştır. Yolluk ve besleyici dahil ağırlığı 450 gr. olan telsiz arka kapağın ön ve arka görünüşü Şekil 9.1 , 9.2 'de gösterilmektedir.



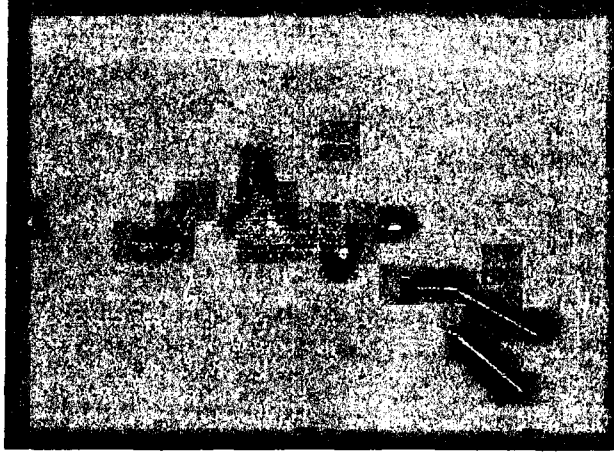
Şekil 9.1 Telsiz arka kapağın arka yüzü



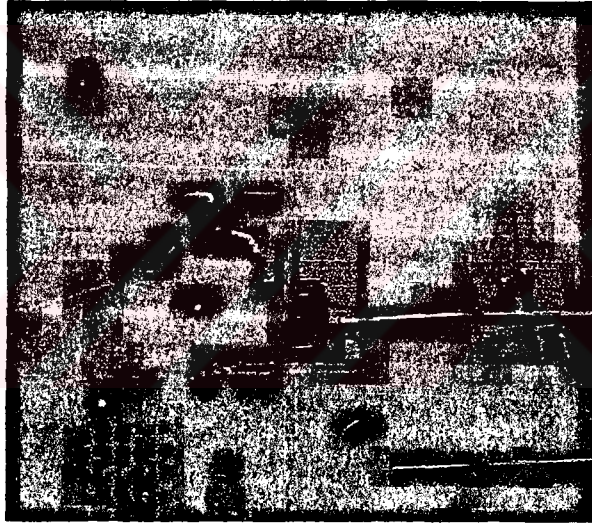
Şekil 9.2 Telsiz arka kapağın ön yüzü

690° C AM60B alaşımının dökümü için uygun bir sıcaklıktır (Çizelge 3.3). Fırında gaz atmosferi olarak kullanılan karışım % 0,2 SF₆ + N₂ oranındadır. Fırın sıcaklığı 690°C 'ye ulaştığında pompa fırına yerleştirilir. (Şekil 9.4) Pompa yerleştirilmeden önce sıvı metalin yapışmasını önlemek için Al alaşımlı koyu kıvamda bir yağlayıcı ile yağlanır. Yağlayıcının

pompanın üzerine eşit olarak sürülmesi önemlidir. Yağ fazla miktarda sürülürse ilk dökülen parça yüzeylerinde yer yer birikmeler , lekeler oluşabilir.



Şekil 9.3 Pompanın görünüşü



Şekil 9.4 Pompanın fırına yerleştirilmesi

9.1 Döküm Parametrelerinin Seçimi

Dolumun tamamlanması gereken süre; dökümde düşük bir hata oranı elde etmek için, yolluk sistemi tasarımı ve döküm parametreleri belirlenmesinde anahtar bir etkindir. Ortalama duvar kalınlığı ve gerekli dolum süresi arasında bir dizi bağlantı olduğu öne sürülmektedir. En son deneyim, yolluklardan yüksek akış mesafeli ve ince duvarlı dökümler için bile daha kısa kalıp dolum sürelerinin gerektiğini göstermektedir.

$$t = 0.0346 \left((T_m - T_f + 2.5S) / (T_f - T_d) \right) T \quad (9.1)$$

Bu denklemde t =başarılı bir döküm için gereken dolum süresi

T_m =metal sıcaklığı

S = beslemeye ara verilmeksizin oluşan en yüksek katılaşma oranı

T_f = en düşük akış ısısı

T_d = kalıp ısısı

T = dökümün ortalama duvar kalınlığı'nı göstermektedir.

Örneğin ; denklem 9.1'den yola çıkılarak ve aşağıdaki değerler kullanılarak duvar kalınlığı 2mm. olan bir AM60 alaşım dökümünün pres döküm süresi 20ms. olarak bulunur.

$T_m=670C$ (metal sıcaklığı)

$T_f=610C$ (min. Akış sıcaklığı)

$T_d=200C$ (kalıp sıcaklığı)

$S=\%30$ (max katılaşma oranı)

Magnezyum basınçlı dökümleri için normal gidici akış hızları döküm tipine göre farklılık göstermektedir.

Yolluk akış hızı için tipik değerler 30-50m/s arasında değişmektedir. İnce duvarlı dökümler için Yolluk akış hızı zaman zaman 100m/s 'ye ulaşabilmektedir. 4-5mm'den daha büyük duvar kalınlığına sahip dökümler ancak 30m/s den düşük gate hızlarında döküm işlemine alınabilir. Yüksek gidici hızları kalıbın dayanıklılığı azalmakta ve gerekli durumlarda uygulanan lehim işlemi daha sonra problem yaratabilmektedir. Döküm parçasının kalitesini bozmaksızın gidici hızının mümkün olduğunca azaltılması iyi bir çözüm olarak kabul edilebilir.

Tüm yolluk alanı ve piston hızı ancak kalıp dolum süresi ve yolluk hızı belirlendikten sonra tanımlanabilmektedir. Aşağıdaki prosedür kalıp dolum parametrelerinin değerlerinin tespit edilebilmesi için kullanılmaktadır.

1-Parça geometrisi ve bölüm kalınlıklarının gerektirdiği kalıp dolum süresi seçilir.

2-Toplam kalıp hacmi gereken hacim akış oranını belirler.

3-Uygun yolluk hızı seçilir.

4-Yolluk hızı ve hacim akış oranı toplam yolluk alanını belirler.

5-Hacim akış oranı ve silindir boyutları enjeksiyon boyunca gereken piston hızını belirler.

Basınçlı dökümcüler için yukarıdaki prensiplere dayalı birçok teçhizat mevcuttur. Önemli olan nokta, doğru bir analitik teknik kullanımıyla, tahmine dayalı çalışmaların ortadan kaldırılabilmesidir.

9.2 Döküm Parametrelerinin Kayda Geçirilmesi

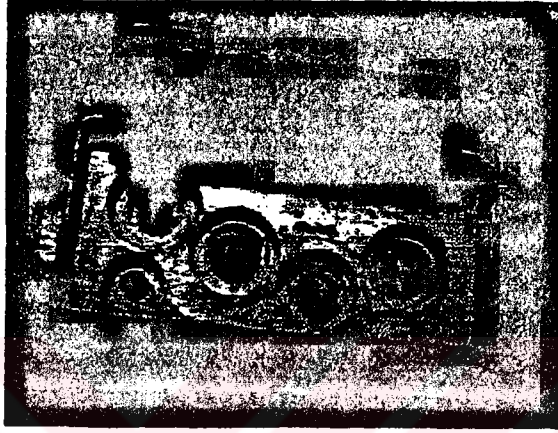
Modern basınçlı döküm makineleri her vuruşun döküm parametrelerini görüntüleyebilme kapasitesine sahip bilgisayarlı veri kayıt sistemleriyle ve bir vuruş profilinin detaylı kurulumunu sağlayan kontrol aletleriyle donatılmıştır. Hız ve basınç varyasyonlarını kapsayan bütün bir vuruşun planı için gereken veri miktarı çok yüksektir. Bu nedenle çoğu sistem üretim kontrol hedeflerinde kullanılmak üzere sadece anahtar parametreleri saklamaktadır.

Basınçlı döküm makinasının üzerinde her döküm için hız – zaman veya basınç zaman ..vb. istenilen parametrenin zamana göre değişim grafiğini çizen bir pano bulunmaktadır. Her döküm parçası için hız, strok , basınç 1, basınç 2 , faz 1, faz 2 , varsa hızlı fazlar ve süreleri kaydedilmektedir.

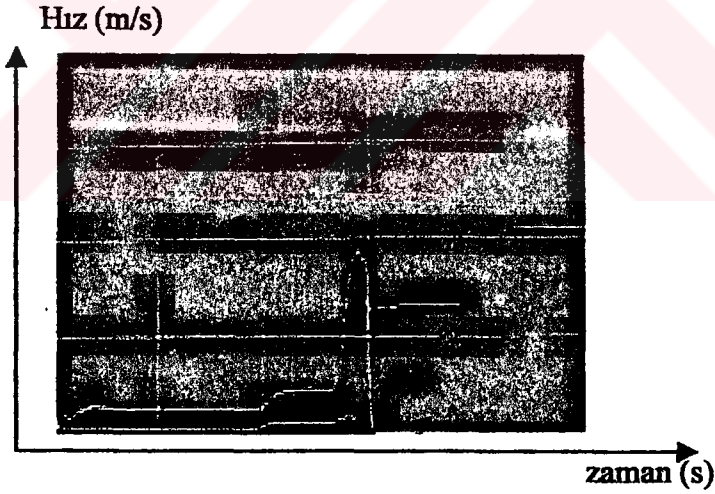
İlk yapılan 5-10 dökümde hiçbir basınç uygulanmamıştır. Bunun nedeni basınçlı döküm kalıplarını döküme yavaş yavaş hazırlamak, ani basınç, sıcaklık şoklarına maruz kalmasını ve kalıp deformasyonunu önlemektir. Uygulanan hız, gerçek hız değerinin % 20'si kadardır. Bu hıza düşük enjeksiyon hızı denir. Düşük enjeksiyon hızında çalışıldığında pistonlar harekete geçmez. Aynı zamanda pompanın üzerinde kalan fazla yağın atılması da bu şekilde sağlanmış olur. Daha sonra gerçek hızda dökümler yapılır. Basınçlı döküm makinasında uygulanan basınç dört faz olarak ayrı ayrı kaydedilir.

1. Faz : Metalin pistona gelir,
2. Faz : Sıvı metalin parça üzerinde "gate" olarak tabir edilen giriş'e kadar gelir, parçayı doldurmaz
3. Faz : Parçanın tamamı sıvı metalle doldurulur
4. Faz : Aşırı güç yüklendiği zaman dilimidir.

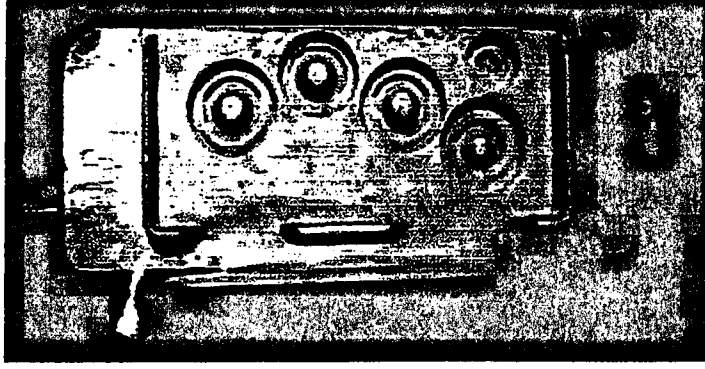
Birinci fazın en yüksek hızı 0.5 m/s'dir. Panoya girilen değerler % cinsinden ifade edilir. % 60 demek 0.5'in % 60'ı demektir. Her faz için optimum değerlerin bulunmasına çalışılmış, çıkan parçanın yüzey durumuna göre panodaki veriler değiştirilerek birçok deneme yapılmıştır. İlk parçalarda basınç düşük tutulduğunda arka kapağın yan kısmındaki kürelerde soğuk birleşme, basınç yüksek olduğunda kürelerde yırtılma meydana gelmiştir. (Şekil 8.5) Uygulanan faz değerlerine göre parça yüzeyindeki değişiklikler Şekil 8.5 ve 8.6'da belirtilmiştir.



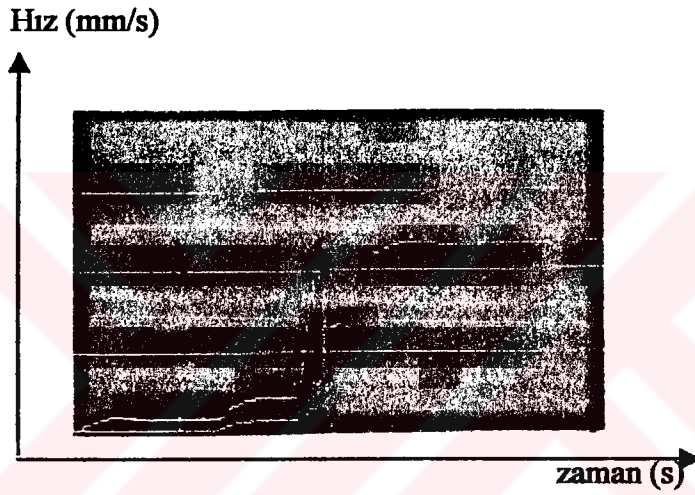
Şekil 9.5 Yırtılmaların olduğu hatalı parça



Şekil 9.6 Hataların olduğu parçaya ait basınç - zaman grafiği



Şekil 9.7 Yağlamanın da düzgün olarak yapıldığı hatasız parça



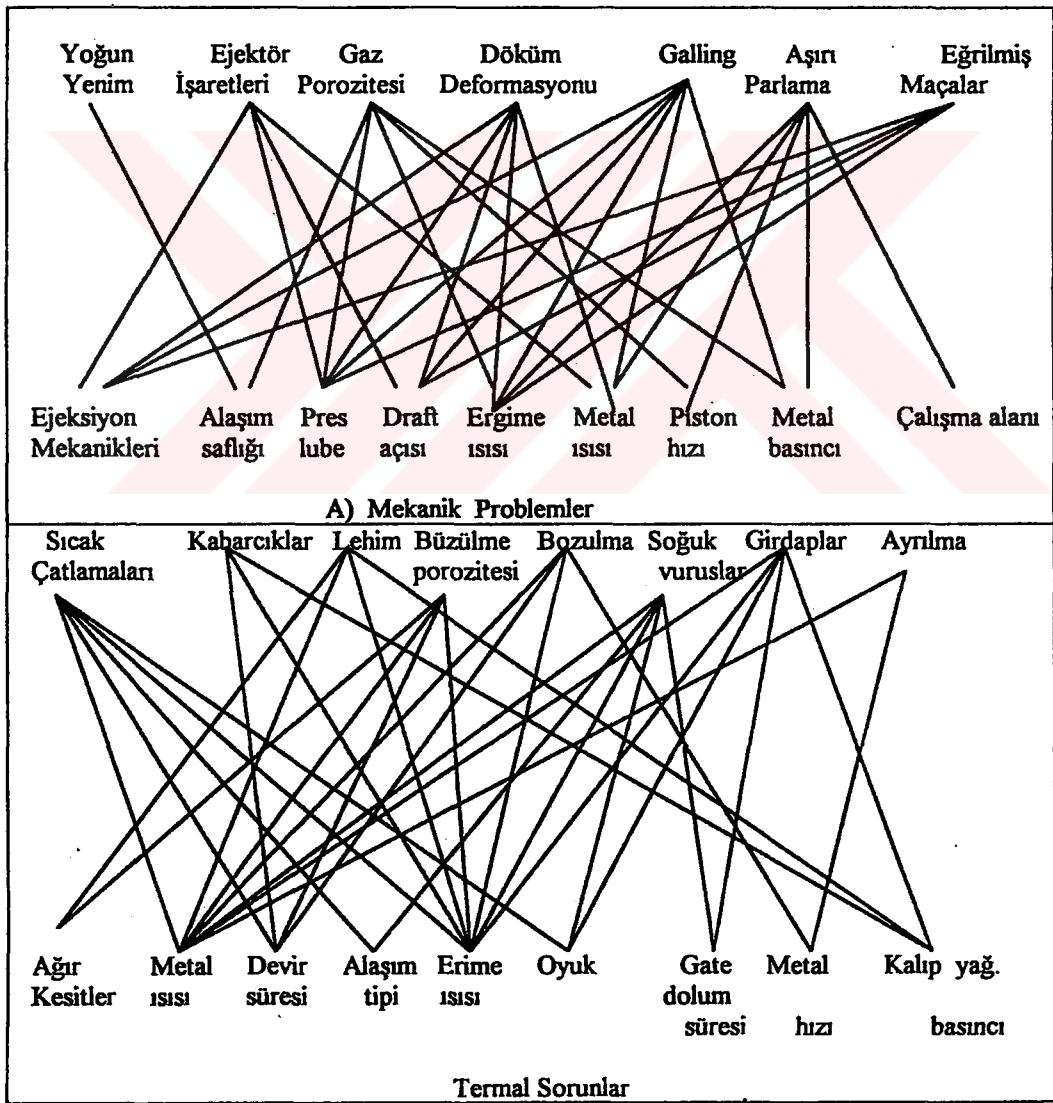
Şekil 9.8 Hatasız parçaya ait basınç - zaman grafiği

Basınçlı döküm kalıpları döküm öncesi ısıtılır. Uygun kalıp sıcaklığı 250°C civarındır. Isıtma için kalıp şartlandırıcı kullanılır. Şartlandırıcıda yağı pompalayan pompa ve yağı ısıtmak için rezistanslı sistem bulunmaktadır. Preste hareketli ve sabit olmak üzere iki kalıp vardır. Şartlandırıcıdan çıkan yağ ikiye ayrılır. Kalıbı ısıtır ve tekrar geri döner. Sıcaklık set değeri olan 250°C 'nin üzerine çıkarsa veya altına inerse sistem kendini dengeler. Dökümden önce döküm ağzı (shot sleeve) 20 dk. kadar şaloma ile ısıtılır. Döküm ağzının 200°C civarında olması uygundur.

Döküm yapılmadan önce kalıplar yağlanır. Magnezyum basınçlı döküm alaşımları alüminyum alaşımlarından daha az kalıba yapışma eğilimi gösterirler. Bunun nedeni; demirin magnezyum içindeki düşük çözünürlüğüdür. Buna rağmen kalıp yüzeyinin yüksek hızda maruz kaldığı sıcak metal etkisi altındaki bazı parçalarda lehimleme gerekebilmektedir. Uygun bir kalıp yağının

yada metalin düşük ısısından kaynaklanmaktadır. Hava /gaz sıkışmalarından yada çözünmüş hidrojenin çökmesinden dolayı gaz boşluğu artar. Döküm esnasında metal beslemesinin kısıtlı olduğu durumlarda bölgesel sıcak spotlar etkisiyle boşluklar meydana gelebilir. Keskin köşeler, yoğun yağların etkisiyle meydana gelen sıçrama ve türbülans akışları döküm yüzeyinde akış izleri yada helezonların meydana gelmesine neden olur. Metal kısmi olarak katılaştığında sıcak çatlamlar meydana gelebilir. Keskin köşeler ve döküm parçasının dışarı çıkarılması, gerilimi arttırdığından sıcak çatlamalara meyillidir.

Deformasyonlar, çarpılma ve çatlaklar, dışarı çıkartma esnasında ortaya çıkan büzülme gerilimine bağlı olarak meydana gelişebilir.



Şekil 9.10 Basınçlı döküm hataları ve döküm parametreleri arasındaki bağlantılar

Hataların sistematik bir şekilde tanımlanabilmesi ve işlem değişkenleriyle ilişkilendirilebilmesi için çok sayıda girişimde bulunmaktadır. Şekil 9.10'da döküm hataları analizi ve nedenlerini gösteren basit bir sistem örneği yer almaktadır. Sıklıkla hataya yol açan birçok nedenle karşılaşılmaktadır .Bundan dolayı her durum gerçek koşullar göz önünde bulundurularak sistemli bir şekilde analiz edilmelidir.

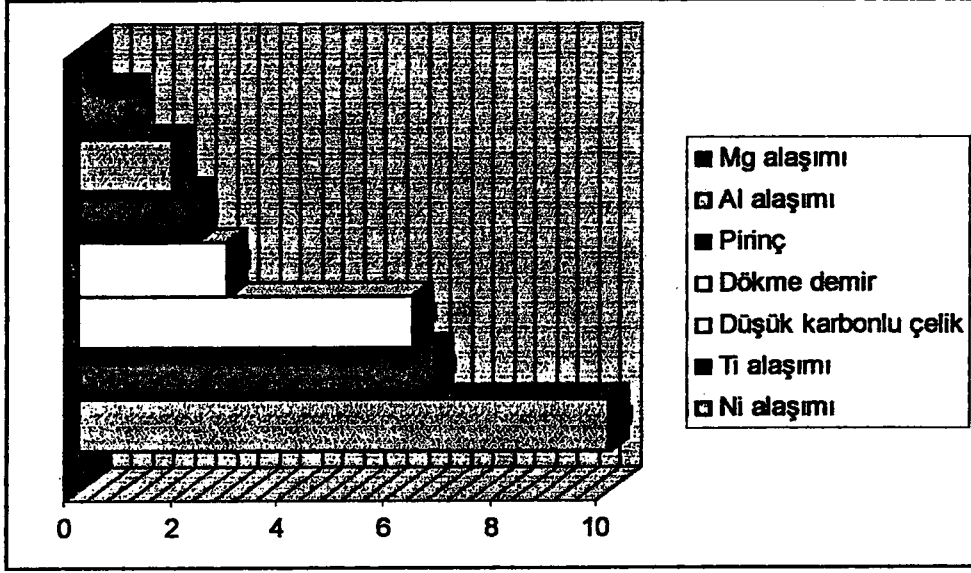
9.4 Döküm Sonrası İşlemleri

9.4.1 Tıraşlama

Döküm işlemini takiben üretilen parça genellikle bir tıraşlama presine aktarılmaktadır. Bazen tıraşlama öncesi parçanın soğutulması için su ya da hava verilmesi gerekmektedir. Tıraşlama işlemi boyunca uzaklaştırılır. Tıraşlama işlemi delik açma işlemiyle birleştirilebilir. Tıraşlama presleri ürüne bağlı olarak karmaşık bir çeşitlilik göstermektedir. Basit açık ve kapalı preslerin yaygın olmasına rağmen zaman zaman hareketli kenarlara da gerek duyulmaktadır. Tıraşlama presi, nihai parçanın boyut ve kalitesi açısından kritik bir aşama olduğundan büyük bir dikkatle tamamlanması gerekmektedir.

9.4.2 İşleme

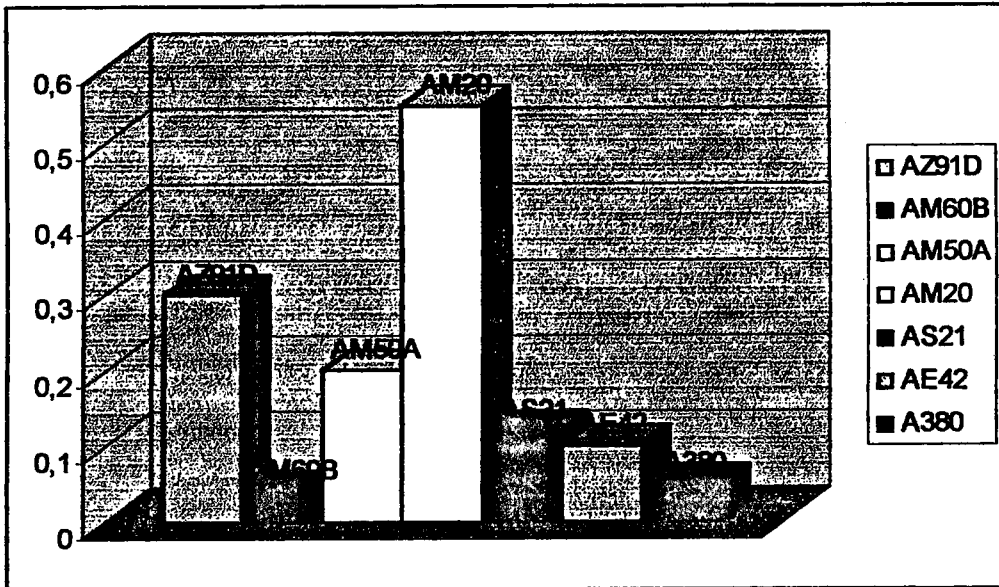
Bazı Magnezyum basınçlı döküm ürünleri tıraşlama sonrası herhangi bir işlem gerektirmezler. Son şekle yakın biçimin kazanılması, düşük toleransların eldesi çoğunlukla ikincil bir işleme operasyonu yardımıyla oldukça gelişmiş bir ürün tekrarlanırlığı kazandırmaktadır. Magnezyum alaşımları mükemmel işlenebilirlik göstermektedir. Diğer metal malzemelere oranla çok düşük bir güç tüketimi gerektirirler.



Şekil 9.11 Metallerin işlenmesi için gerekli relatif güç miktarının karşılaştırması

9.4.3 Yüzey İşlemleri

Bilinen basınçlı döküm alaşımlarının yüksek saflıktaki tipleri; bilinen alüminyum basınçlı döküm alaşımı A380'den daha iyi yenim özellikleri göstermektedir. Bunun anlamı magnezyum basınçlı döküm uygulamalarının çoğunun özel bir yüzey işlem gerektirmeden kullanılabileceğidir. Seramik esaslı bir ortamda titreşim ile yüzey bitirme genellikle homojen yüzey elde edilmesi yanı sıra keskin kenar ve çıkıntıların düzeltilmesi için de uygulanmaktadır. Zımparalama, cilalama ve diğer aşındırıcı işlemler de gerektiğinde uygulanabilmektedir.



Şekil 9.12 Basınçlı döküm magnezyum alaşımlarının yenim hızlarının alüminyum alaşımı A380 ile karşılaştırmalı olarak gösterimi

Konversiyon (değişim) kaplamaları temel olarak boyama gibi ileri yüzey bakımına ihtiyaç duyan parçalar için kullanılmaktadır. Yaygın dikromat kaplamasına ek olarak fosfat ve florozirconat temelli daha çevreci kaplama metotları da geliştirilmiştir.

Magnezyum parçaların boyanması için toz yada sıvı boya ihtiva eden birçok metot mevcuttur. Ayrıca magnezyumun anodize edilmesi de mümkündür. Bu alüminyumdan çok daha zordur ve sadece özel durumlarda kullanılmaktadır.

Magnezyum kaplamasında sadece belirli uygulamalarda kullanılmaktadır. Metodlar alüminyum için geçerli olanlarla benzerlik göstermektedir. Başarılı bir sonuç için özenli temizleme ve yüzeyi kirlerden ve pürüzlülükten arındırma ön koşuldur. Çinkolama ile bakır kaplamayı da kapsayan birçok aşama nihai kaplamaya temel oluşturmak üzere uygulanmaktadır. Elektrotsuz nikel kaplama ise daha çok cep telefonu ve bilgisayar parçalarında kullanılan nispeten daha basit bir methodtur.

9.4.4 Birleştirme

Mg basınçlı döküm parçaların diğer parçalarla birleştirilmesinde kullanılan en yaygın metod civatalamadır. Vidalar somunlarla uyumlu olmalı, yivler Mg parçalara işlenmiş olmalı ya da kendinden yivli vidalar kullanılmalıdır. Döküm içi insertler, döküm sonrası montajlanan yivli insertler, yiv vazifesi gören özel halkalı eklemeler, çeşitli tiplerde hız mandalları gibi farklı alternatifler de mevcuttur. Elektrolitlerdeki mevcut galvanik hücrelerin oluşumunu sağlayan koşulların önlenmesi için tasarım süresince gerekli özen gösterilmelidir.

Basınçlı dökümlerde ortaya çıkabilecek küçük hata payları parçaların işlenmeye gerek olmadan yapıştırılarak monte edilmesiyle giderilebilir.

Magnezyum basınçlı döküm parçaların oda sıcaklığında biçimlendirilebilmesi çok sınırlıdır. 200 C⁰ derece üzerine yükseltilmiş sıcaklıklarda bazı plastik şekil değişimleri oluşabilir. Örneğin; sıcak şekil verme ile Mg basınçlı dökümlere, dökümle bütünleşecek şekilde küçük metal levhalar monte edilebilir.

Mg alaşımların kaynaklanması mümkündür. Fakat basınçlı dökümlerde genellikle sıkıştırılmış gazlar bulunmakta, dolayısıyla kabarcıklaşma problemi ortaya çıkmaktadır. Bu sorunla ilgili olarak lazer ve elektron kaynakları üzerinde çözüme yönelik çalışmalar devam etmektedir.



10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son 10 yıldır, magnezyum basınçlı döküm endüstrisinde gözle görülür bir iyileşme meydana gelmiştir. Bunun nedeni bu üretim yönteminin çok yönlü olması yanı sıra yüksek verimliliği ve üretim endüstrisinde rekabet ortamına karşı dayanması büyük rol oynamaktadır. Yüksek basınç uygulanarak yapılan basınçlı döküm tek bir işlemde son şekle yakın döküm yapabilen bir proses olup özellikle karmaşık bileşenlerin yüksek hacimli üretiminde oldukça elverişlidir. Bu proseslerde kullanılan basınçlı döküm makineleri, geniş bir uygulama alanı çerçevesinde yeni parça tasarımlarının üretimine de imkan vermektedir. Basınçlı dökümcüler ürün geliştirme ve sistem çözümlerine ulaşma konusunda daha aktif olarak müşterilerle ortak ilişkilerin geliştirilmesi yolundaki çalışmalarını hızlandırmışlardır.

Magnezyum bilinen ve çoğunlukla kullanılan metaller içerisinde en hafif olanıdır. Alaşım formunda üretildiği zaman magnezyum çok iyi fiziksel ve mekanik özellikler gösterir. Bu da basınçlı dökümden parça imalatı için magnezyumu diğerlerinden farklı ve uygun kılar. Magnezyum şu özelliklere sahiptir: Hafiftir . Daha büyük ve daha karmaşık parçalar ile çelik ve alüminyuma oranla daha ince cidarlı parçaların dökümüne imkan verir. Çeliklere ve alüminyum alaşımlarına göre çok daha iyi yenim direncine sahiptir. Çok iyi darbe sönümleme özelliğine sahiptir , elektromanyetik koruyuculuğu iyidir , ısı iletkenliği iyidir. Magnezyumdan üretilmiş parçalar kullanım ömürleri sonunda düşük bir maliyet ile tekrar dönüştürülmeye uygundur. Magnezyum ile oksijen arasındaki şiddetli tepkime nedeniyle magnezyum ve alaşımları oksitlenmeye, ergime kayıplarına ve alev almaya çok yatkındır. Bu tür alaşımlar özel korumaya ihtiyaç gösterir. Magnezyum sektörünün hızla gelişmesine rağmen eritme ve döküm aşamasındaki bazı güçlüklerden dolayı, henüz ülkemizde üretimi yapılamamaktadır. Bu yeni ve ileri teknolojinin ülkemize kazandırılması amaçlanmaktadır.

Son yıllarda yeni basınçlı döküm metodları geliştirilmektedir. Alternatif Proseslerden en önemlileri; “Sıkıştırımlı döküm” ve “Thixo dökümdür”. Özellikle Magnezyum için geliştirilmiş olan metod ise thixomolding olarak adlandırılmaktadır.

Dolaylı sıkıştırılmış döküm normal basınçlı döküm ile birçok benzerlik göstermektedir. Temel farklılıklar; basınçlı dökümdeki ince gidiciler daha kalınlarıyla, hızlı kalıp dolumu da türbülansın önlenmesi için daha yavaş bir dolum oranıyla değiştirilmiştir. Bu metot düşük basınçlı döküm ile benzerlikler taşımaktadır. Katılaştırmanın kalın gidicilere yöneltildiği ve

hidrolik piston basıncı tarafından sağlanan yüksek basınçla randımanlı bir beslenme olduğu takdirde düşük gözenekli bir ürün elde edilebilmektedir.



KAYNAKLAR

- ASM Handbook, "Magnesium and Magnesium Alloys" pp. 799 – 810 , vol.15, Casting. Haley Industries Ltd. Canada
- Baker, Carl F., (1990), "Molten Mg Operations: Establishing and Maintaining Quality", The Dow Chemical Company , SAE Technical Paper Series
- Burstow. Clieve., (1993), "Magnesium : The Impact of Projected New Supply On Prices Over The Next Five Years", Metals Consultant , Metal Bulletin Research
- Couling, Sidney L.,(1990), "Use of Air/CO₂/SF₆ Mixtures for Improved Protection of Molten Magnesium " Magnesium Research Center Battle , Columbus Laboratories
- Çiğdemöğlu, M., (1972) Basınçlı Döküm Cilt I, Makina Mühendisleri Odası Yayınları
- Heffron, James F., ve Saha, Debabrata., (1998) , "Practical Aspects of Using Sulfur Hexafluoride in Fluxless Melting of Magnesium and its Alloys" , Automotive Seminar, IMA
- Gleeson, Brian., ve Chumbley , Scott., (1979), "Melt Protection of Magnesium Alloys Using Controlled Atmospheres Free of SF₆ or SO₂ ", International Magnesium Association , 36 th Annual World Conference on Magnesium Oslo , Norway
- Metals Handbook, "Magnesium" pp. 8.1 – 8.4 , Desk Edition , American Society for Metals
- Mezoff , John G.,(1998),"Magnesium for Automobiles in Perspective" , American Magnesium Co. , Tulsa, OK
- Mordike, B.L., Ebert,T.,(1994), "Magnesium Properties-Applications-Potential" Department of Material Science and Engineering, Technical University of Clausthal, Germany
- Nair, C.G.Krishnadas., ve Gopalakrishna, V.,(1994), "Development of Technology for Magnesium Alloy Castings" Proceedings of The Third International Magnesium Conference, Hindustan Aeronautics Ltd., India
- Nonferrous Metals Outlook , (1999) , December pp. 10-13
- Schubert, Walter., ve Gjestland, Haavard., (1998),"Use of SO₂ As Protection Gas İn Magnesium Diecasting", LM LeichtMetall-Systemtechnik GmH. Fellbach Germany, Hydromagnesium Porsgrunn Norway
- The Institute of British Foundrymen, "Manual of Foundry Technology ", Chapter 1, Melting and Molten Treatment of Non Ferrous Materials, pp. 10-13 , 41-43
- Thorvaldsen, A., Fantetti,N. , Aliravci C., (1994),"A Qualitative Assessment Of Sludge Formation in Magnesium Diecasting Furnaces" Magnesium Technology Institute , Canada

İnternet Kaynakları

- [1] <http://www.norandamagnesium.com>
- [2] <http://www.hydromagnesium.com>
- [3] <http://www.rauch-ft.com>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 16.05.1978

Doğum yeri İstanbul

Lise 1993-1996 Kadıköy Kız Lisesi

Lisans 1996-2000 Yıldız Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi
Metalurji Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2000- 2002 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Metalurji Müh. Anabilim Dalı, Malzeme Programı

