

YILDIZ TEKNİK UNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PLASTİK BİÇİMLENDİRMEDE KULLANILAN
YAĞLAYICILAR VE KARAKTERİSTİKLERİ

34663

Mak.Müh. Hikmet KEMAHLI

F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
İmal Usülleri Bilim Dalında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Tez Danışmanı : Prof. M.Emin YURCİ

İSTANBUL, 1994

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
ÖZET.....	II
ZUSAMMENFASSUNG.....	IV
ÖNSÖZ.....	VI
1. TALAŞSIZ ŞEKİLLENDİRME YAĞLAYICI MADDELERİ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Seçim Kriterleri.....	6
1.2.1. Şekillendirmenin Zorluk Derecesi.....	7
1.2.2. Yağlayıcı Maddenin Uygulanma Yöntemi.....	8
1.2.3. Korozyon Sorunu.....	12
1.2.4. Yağlayıcının Uzaklaştırılma Yöntemi.....	16
1.2.5. Talaşsız Şekillendirme Yağlayıcılarından İstenen Diğer Özellikler.....	18
1.2.6. Kıvam Sınıfları.....	23
1.3. Yağlayıcı Maddelerin Kullanımında Güvenlik Bilgileri.....	27
1.3.1. Dikkat Edilecek Noktalar.....	28
1.3.1.1. Zehir Bilgisi Kavramları.....	28
1.3.1.2. MAK-Değeri.....	29
1.3.1.3. Çok Halkalı (Polisiklik) Aromatik Hidrokarbonlar.....	30
1.3.1.4. Nitrosamin.....	30
1.3.1.5. Cilt Sorunları.....	31
1.3.2. 25-11-1985 Tarihli OSHA Kararnamesi.....	32
1.3.3. Talaşsız Şekillendirme Maddelerinde Klor.....	32
1.3.4. Çevre Dostu Yağlayıcılar.....	33
2. TALAŞSIZ ŞEKİLLENDİRME İÇİN SU İLE KARIŞAMAYAN YAĞLAYICI MADDELER.....	36

2.1.	Giriş.....	36
2.2.	Mineral Yağlar.....	37
2.2.1.	Hidrokarbonlar.....	40
2.3.	Sentetik Baz Yağlar.....	47
2.4.	Polar Etki Maddeleri.....	48
2.5.	Çok İşlevli Etki Maddeleri.....	50
2.6.	EP-Etki Maddeleri.....	50
2.7.	Kalınlaştırıcılar.....	52
2.8.	Yağda Erimez Katıklar.....	53
3.	TALAŞSIZ ŞEKİLLENDİRME İÇİN SU İLE KARIŞTIRILARAK KULLANILABİLEN YAĞLAYICILAR.....	55
3.1.	Giriş.....	55
3.2.	Suyla Karışabilir Yağlar.....	57
3.3.	Suyla Karışabilir Fettler.....	59
3.4.	Suyla Karışabilir Yağ Ve Fettlerin Uygulanışı....	61
3.5.	Emülsiyonlar.....	64
3.5.1.	Emülsiyonların Kontrolü.....	69
3.5.2.	Emülsiyonların Bakımı.....	71
3.5.3.	Kullanılmış Emülsiyonun Uzaklaştırılması.....	75
3.6.	Emulgator Sistemler (Yüzey Aktif Maddeler).....	75
3.6.1.	Aniyon (Negatif İyon) Aktif Yüzey Aktif Maddeler.....	77
3.6.2.	Katilyon (Pozitif İyon) Aktif Yüzey Aktif Maddeler.....	80
3.6.3.	İyonik Olmayan Yüzey Aktif Maddeler.....	80
3.6.4.	Amfoter (Değişken) Yüzey Aktif Maddeler.....	81
4.	TALAŞSIZ ŞEKİLLENDİRME İÇİN KATI YAĞLAYICILAR....	82
4.1.	Giriş.....	82
4.2.	Sıcak Metal İşlemede Yağlama Sorununa Giriş.....	83
4.2.1.	Yağlayıcı Madde Gereksinimi.....	83
4.2.2.	Sıcak Metal Şekillendirme İçin Ana Yağlayıcı Maddeler.....	86

4.2.3.	Sıcak Metal Şekillendirme İçin Katı Yağlayıcı Maddeler.....	87
4.2.3.1.	Grafit.....	87
4.2.3.1.1.	Fiziksel-Kimyasal Özellikleri.....	89
4.2.3.2.	Molibdendisulfit.....	92
4.2.3.3.	Oksit.....	93
4.2.3.4.	Cam.....	95
4.2.3.5.	Odun Talaşı.....	98
4.2.3.6.	Sabunlar.....	98
4.2.3.7.	Anorganik Tuzlar.....	99
4.2.3.8.	Folye Ve Laklar.....	99
4.2.3.8.1.	Folyeler.....	99
4.2.3.8.2.	Laklar.....	100
4.3.	Sıcak Metal Şekillendirmede Katı Yağlayıcıların Kullanımı.....	100
4.3.1.	Haddeleme.....	101
4.3.2.	Çekme.....	104
4.3.3.	Ekstrüzyon.....	107
4.3.4.	Dövme.....	108
4.3.5.	Takım Üzerine Katı Yağlayıcı Maddenin Uygulanması Yöntemleri.....	112
5.	YARI KATI YAĞLAYICI MADDELER (GRESLER).....	115
5.1.	Giriş.....	115
5.2.	Greslerin Özellikleri.....	118
5.2.1.	Sabunlaşma Ve İyod Değeri.....	118
5.2.2.	Kıvam.....	118
5.2.3.	Viskozite.....	119
5.2.4.	Viskozite İndeksi (VI).....	119
5.2.5.	Akma Noktası.....	120
5.2.6.	Yapısal Stabilite.....	121
5.2.7.	Mekanik Stabilite.....	121
5.2.8.	Damlama Noktası.....	121
5.2.9.	Oksidasyon Direnci.....	122
5.2.10.	Sürtünme Ve Aşınmaya Karşı Direnç.....	122

5.2.11.	Yağ Ayrışması.....	122
5.3.	Gres Çeşitleri.....	123
5.3.1.	Sabun Esaslı Gresler.....	123
5.3.1.1.	Aluminyum Sabunlu Gresler.....	123
5.3.1.2.	Sodyum (Alkali) Sabunlu Gresler.....	123
5.3.1.3.	Kalsiyum Sabunlu Gresler (Hydrated-Su İçeren-).....	124
5.3.1.4.	Kalsiyum Sabunlu Gresler (Anhydrous-Susuz-).....	125
5.3.1.5.	Lityum 12-Hydroxystearate Gresler.....	125
5.3.1.6.	Kompleks Sabunlu Gresler.....	126
5.3.1.6.1.	Aluminyum Kompleks Sabunlar.....	126
5.3.1.6.2.	Kalsiyum Kompleks Sabunlar.....	126
5.3.1.6.3.	Lityum Kompleks Gresler.....	127
5.3.1.6.4.	Diğerleri.....	127
5.3.2.	Sabun Esaslı Olmayan Gresler.....	128
5.3.2.1.	Polyurea Gresler.....	128
5.3.2.2.	Benton Gres (Organik Gres).....	128
6.	SANAYİ ARAŞTIRMASI.....	131
6.1.	Giriş.....	131
6.2.	Dövme.....	133
6.3.	Boru Üretimi.....	137
6.4.	Soğuk Çekme.....	144
6.5.	Derin Çekme.....	147
6.6.	Tel Çekme.....	150
6.7.	Ekstrüzyon.....	156
6.8.	Haddeme.....	162
6.9.	Firmalar.....	163
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	165
	KAYNAK.....	174

ÖZGEÇMİŞ

TEŐEKKUR

Başta beni bu konuda tez hazırlamaya ozendiren hocam Prof. Mehmet Emin Yurci'ye, tezi hazırlamam sırasında benden yardımlarını esirgemeyen aileme, Turcas Petrolculuk A.Ő. 'den başta Berrin Ulgenalp, A.Adnan Aksoy, YeŐim İldeŐ, Peter F.Davis ve Halime Keskinli olmak uzere tum çalışma arkadaşlarıma, Yıldız Teknik Üniversitesi'nden ArŐ.Gör. Engin Kılıay'a ve Makina Bölümü Sekreterliği'ne, Garanti Elektrik'ten Basri Ince'ye ve diğer tum firma yetkililerine bana göstermiŐ oldukları yardımlardan dolayı teŐekkuru bir borç bilirim.

Hikmet Kemahlı

ÖZET

Bu çalışmada, plastik şekillendirme sırasında kullanılan yağlayıcı maddeler ve bunların karakteristik özellikleri araştırılmıştır.

Çalışma, metin ve sanayi araştırması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

Metin araştırmasında konuyla ilgili teorik bilgiler toplanmıştır.

Sanayi araştırmasında amaç, Türkiye'de talaşsız şekillendirme sanayinin, yağlayıcılar ve yağlama konusunda yerini belirlemektir. Bu araştırma, değişik kollarında işlev gösteren otuzun üstünde firmada gerçekleştirilmiştir.

Yapılan incelemeler, sürtünme ve aşınmadan kaynaklanan kayıpların, endüstri ülkelerinde gayri safi milli hasılanın yüzde ikisine denk düştüğünü göstermektedir. İyi ve doğru yağlayıcı kullanımı, aşınmanın azalmasına neden olur. Bu da bakım-onarım çalışması, enerji gereksinimi, ömür ve durdurma süresiyle bağlantılı fiyat faktorünü aşağı doğru çeker. Bu, özellikle haddeleme, çekme, ekstruzyon, zımbalama ve dövme gibi sıcak şekillendirme alanları için geçerlidir.

Talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri üç grupta toplanabilir:

- Temeli suya dayanan yağlayıcı maddeler (yalnızca su, emülsiyonlar, grafitli su, v.d.). Bunlar, takım soğutmasının ilk sıradaki sorun olduğu yerlerde (haddeleme ve dövmede olduğu gibi) kullanılırlar. Sınırlı orandaki katık miktarı (fett asitler, katı yağlayıcı maddeler), ince bir yağlama filmi oluşturur.

- Oldukça düşük viskoziteli hafif yağlar.

- Yüksek kıvamlı yağlayıcı maddeler (ağır yağlar, fettle, sabunlar, cam, katı yağlayıcı maddeler), takım ve iş parçası arasında aşınmayı azaltacak kalın bir film oluştururlar.

Sıcak metal şekillendirme işlemlerinde hidrodinamik yağlayıcı maddeler (yağlar, fettle), on yıllardan beri

kullanılmaktadır. Oysa yaklaşık 30 yıldan beri, akıcı yağlayıcıların tamamen doyurucu olmadığı alanlarda, gittikçe artan oranlarda katı yağlayıcılar kullanılmaktadır. Katı yağlayıcılar arasında, tabakalı yapı ile ki; özellikle görünüş ve tribolojik özelliklerinden dolayı birbirleriyle karıştırılan MoS₂ ve grafit önemli bir yer tutmaktadır.



ZUSAMMENFASSUNG

In dieser vorliegenden Arbeit wurden die Schmierstoffen beim Umformen und ihre charakteristischen Eigenschaften untersucht.

Diese Arbeit enthält zwei Abschnitte wie Text- und Industrie-Forschung:

In der Text-Forschung wurden viele Literaturen durchgesehen.

Es ist der Zweck der Industrie-Forschung, zu bestimmen, auf welcher Stufe die Industrie in der Türkei über Schmierstoffe und Schmierung ist. Dieses Thema wurde in den über dreißig Fabriken, die bei den verschiedenen Branchen Aktivität an den Tag legen, geschaffen.

Gemäß durchgeführten Studien, entsprechen die durch Reibung und Verschleiß verursachten Verluste in den Industrieländern zwei Prozenten des nationalen "Bruttosozialprodukts". Wenn der richtige Schmierstoff verwendet wird, hätte eine Verkleinerung der Verschleißes also die Reduktion einer Vielzahl von mit Unterhaltsarbeiten, Energieverbrauch, Lebensdauer und Stillstandzeiten zusammenhängenden Kostenfaktoren zur Folge. Diese Überlegungen gelten insbesondere für das Gebiet der Warmmetallumformung wie Walzen, Ziehen, Extrudieren, Stanzen und Schmieden.

Die Schmierstoffe für Umformung können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Schmiermittel auf wässriger Basis (nur Wasser, Emulsionen, Wasser mit Graphit, etc. ...): Sie drängen sich da auf, wo die Kühlung der Werkzeuge ein Problem erster Ordnung ist, wie beim Walzen und Schmieden. Die begrenzten Additivmengen (Fettsäuren, Festschmierstoffe) sichern die Bildung eines dünnen Schmierfilms.

- Leichte Öle mit ziemlich geringer Viskosität.

- Schmiermittel mit hoher Konsistenz (Schwere Öle, Fette, Seifen, Gläser, Festschmierstoffe) ergeben im allgemeinen einen dicken Film zwischen Werkzeug und Metall, was den

Verschleiß herabsetzt.

Hydrodynamische Schmiermittel (Öle, Fette) werden schon seit Jahrzehnten im Gebiet der Warmmetallumformung eingesetzt. Seit etwa dreißig Jahren indessen werden in Bereichen, in welchen Flüssigschmierung nicht voll befriedigen konnte, zunehmend Festschmierstoffe eingesetzt. Unter den Festschmierstoffen nehmen diejenigen mit geschichtetem Aufbau, insbesondere Molybdändisulfid (MoS_2) und Graphit, die sogar lange Zeit wegen ihrem Aussehen und ihren tribologischen Eigenschaften verwechselt worden waren, eine wichtige Stellung ein.



ÖNSÖZ

Bu çalışmada, talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri ve bunların karakteristik özellikleri araştırılmıştır.

Yapılan incelemeler, sürtünme ve aşınmadan kaynaklanan kayıpların, endüstri ülkelerinde gayrisafi milli hasılanın yüzde ikisine denk düştüğünü göstermektedir. Ayrıca yine bugün dünyada elde edilen enerjinin yarısından fazlasının sürtünmeler nedeniyle kaybedildiği gözönünde bulundurulursa, bunu azaltmak için yapılan çalışmaların (bunlardan en önemlilerinden biri de etkili yağlamadır) önemi anlaşılmış olur.

Ülkemizde özellikle talaşsız şekillendirmede olmak üzere yağlayıcılar ve yağlama konusu, birkaç yıl öncesine kadar pek önemsenmemiş ve daha henüz bilinçli çalışmalar başlamıştır; bunda sanayi kesimi açısından ISO 9000 Toplam Kalite Standardı'nın getirdiği bazı yaptırımların da payı bulunmaktadır.

Çalışma, metin ve sanayi araştırması olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda çalışma yedi bölümden oluşmuştur:

İlk beş bölüm tezin metin araştırması bölümünü kapsamaktadır.

1. bölümde, yağlayıcılara genel bir giriş yapılmış olup, seçim kriterleri ve sağlık ve güvenlik bilgileri verilmiştir.

2. bölümde, su ile karıştırılmadan kullanılan yağlayıcılara değinilmiştir. Burada, talaşsız şekillendirme yağlayıcıları için gerekli olan hammaddelerin yaklaşık yarısını oluşturdukları için madeni yağlara ayrı bir önem verilmiştir. Bu bölümde ayrıca kullanılan bazı katıklara da değinilmiştir.

3. bölümde, su ile karıştırılarak kullanılabilen yağlayıcı maddeler yer almaktadır. Bu yağlayıcıların temelini de madeni yağlar oluşturur, ancak bir önceki bölümde değinildiği için bir daha detaylı olarak bu bölümde bu konuya girilmemiştir. Su ile karıştırılarak kullanılan yağlayıcılar içerisinde emülsiyonlar ilk sırada yer aldığından, bunlara ayrı bir önem

verilip; emulgator sistemler, emulsiyonların kullanımı, kontrolü gibi konular detaylı olarak ele alınmıştır.

4. bölümde, katı yağlayıcılar yer almaktadır. Özellikle grafit ve molibdendisulfit olmak üzere katı yağlayıcıların özellikleri sıralandıktan sonra, tablolar halinde çeşitli talaşsız şekillendirme işlemlerinde kullanılan katı yağlayıcılar, bunların kullanım amaçları, uygulama yöntemleri ve formülasyon örnekleri sunulmuştur.

Metin araştırmasının son bölümü, yarı katı yağlayıcılara yani greslere ayrılmıştır. Bu bölümün girişinde, madeni yağlar için de geçerli olan çeşitli karakteristik özelliklerden söz edilmiştir. Daha sonra çeşitli gres tipleri, ayrı ayrı araştırılmış ve son olarak bir tablo halinde çeşitlerine göre gres özellikleri sıralanmıştır.

6. bölüm sanayi araştırmasından oluşmaktadır. Bu bölümde, Türkiye'de talaşsız şekillendirme alanında işlev gösteren işletmelerde ve yağlayıcı pazarlayan ya da üreten firmalarda bir araştırma yapılmış ve bu sırada elde edilen bilgiler olduğu gibi buraya aktarılmıştır.

7. ve son bölümde, metin ve sanayi araştırmasından elde edilen bilgiler karşılaştırılmış, yerine göre bazı önerilerde bulunulmuştur.

Çalışmanın, akademik araştırma yapanlara ve sanayi kuruluşlarına yardımcı olmasını dilerim.

Eylül 1994

Korfez

Hikmet KEMAHLI

1. TALASSIZ ŞEKİLLENDİRME YAĞLAYICI MADDELERİ

1.1. Giriş

Bugün dünyada elde edilen enerjinin yarısından fazlasının sürtünmeler nedeniyle kaybedildiği¹⁾ gözönüne alınırsa, bunu azaltmak için yapılan çalışmaların (bunlardan en önemlilerinden biri de yağlamadır) önemi anlaşılmış olur.

Şekillendirme işlemi sırasında takım-iş parçası arasındaki katı sürtünme, metalin akışını engelleyecek, buna bağlı olarak daha çok enerji gerekecek, takım aşınacak ve daha birçok sorunla karşılaşılacak. İşte yağlamanın gerçek amacı, bu katı sürtünmeyi, yüzeyler arasında oluşturulacak yağlayıcı filmi ile çok daha düşük olan, film içindeki iç sürtünmeye çevirmek.

Oluşan sürtünmenin şekline göre, değişik işlevleri olan yağlayıcılar kullanılır. Sıvı sürtünmesinde yüzeyler arasında bulunan yağ tabakası, yüzeyleri birbirinden tamamen ayırdığından, burada önemli olan konu yağın viskozitesidir. Bu nedenle, sıvı sürtünmesi durumunda genellikle sıvı ve bazen de gaz formundaki yağlayıcı maddeler kullanılır. Sınır sürtünmesi durumunda, yağlayıcı maddenin ıslatma yeteneği ve buna bağlı olarak kimyasal bileşimi önemlidir. Bu nedenle, sınır sürtünmesi durumunda katı ve katıkları sıvı yağlayıcı maddeler kullanılır.¹⁾

Langmuir yağlama teorisine göre; yağlayıcılar, kürecikler halinde parçacıklardan oluşmaktadır. Bu parçacıkların bir kısmı, doğrudan doğruya metal yüzeyleri ile birleşmektedir ki, burada ortaya çıkan çekmeye adhezyon kuvveti denir. Parçacıkların bir kısmı ise kendi aralarında temastadırlar. Bu kürecikleri bir arada tutan kuvvete de kohezyon denir. Yani yağlayıcılar, kohezyon ve adhezyon özelliklerinden dolayı yüzeyler arasında bir yağlayıcı film tabakası oluşturmaktadırlar.¹⁾ Yüzeyler arasında da yalnızca yağlayıcı partiküllerinin birbirlerine bağlanmasından kaynaklanan bir iç sürtünme oluşur.

Talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri, yalnızca yağlamanın kendi özel işlevleri açısından düşünülmemeli, özellikle yan isteklerinde dikkate alınması gerekir. Bu yan istekler, gerçekte ürün geliştirme açısından önemli harcamalar getirir.

Talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri, aslında 3 ana maddeden oluşurlar:

- Mineral yağ hidrokarbonları ve de çeşitli sentetik akıcı maddelerin olabileceği baz yağlar.

- Katıklar.

- Fett ve pasta formundaki ürünler için kalınlaştırıcı maddeler.

Özellikle sac şekillendirmede, çekme fett yağlarının önemli bir kısmı, büyük oranda su içerebilir (%50 'ye kadar). Bu ürünlerden anlaşılan şudur: Daha sonra kullanıcı tarafından bağıl düşük konsantrasyonlar yapmak için su ile seyreltme yapılmaz ama yinede kıvam ayarı için çok az su karıştırılabilir. Burada belirli bir dereceye kadarki su katılımı da bir kalınlaştırma sağlayabilir. Özellikle, eğer dispersiyon durumu olarak yağ içinde su emülsiyonları var ise; kalınlaştırma etkisi, az su katılarak ortaya çıkarılır. Amerikalılar, bu yağlayıcı tipini, EDC (Emulsified Drawing Compound) olarak adlandırırılar.

Yukarıda sözü edilen içerik maddelerinin yanı sıra, bazı durumlarda yardımcı olarak başvurulan çözünen maddeler vardır. Bunlar, genellikle şekillendirme işlemine başlamadan ,once yağlayıcı maddenin yüzeye uygulanmasından hemen sonra yağlayıcı madde filminden pratik olarak tamamen buharlaşırlar.

Talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri aslında, mineral yağlar, katı yağlar, emülsiyonlar (asılıtlılar), dispersiyonlar (dağılmalar), kimyasal çözeltiler ve de katı yağlayıcılar şeklinde sınıflandırılabilir. Yağlama tekniğinde başka hiçbir alanda, talaşsız şekil vermede olduğu gibi böyle ürün çeşitliliği yoktur. Aşağıdaki grupta, bu yağlayıcı maddelerin yapıları hakkında bazı bilgiler içermektedir ve

Amerikan ASTM (American Society for Testing Materials) terminolojisi baz alınarak ortaya çıkmıştır. ^{2,3,4)}

Tablo 1.1. Talassız Şekillendirmede Yağlayıcılar
Bölüm I: Mineral ve fett yağlar

- A Mineral yağlar - karışimsız(katkısız)
- B Fett yağlar
 - 1 Fett yağlar - karışimsız
 - 2 Fett yağlar + klor bileşikleri
 - 3 Fett yağlar + kükürt bileşikleri
 - 4 B2 ve B3 bileşimi fett yağlar
- C Mineral yağlar - karışimli
 - 1 Mineral yağ karışımları
 - 2 Fett yağ karışımları
 - 3 Sulfurlu (kükürtlü) mineral yağlar
 - 4 Klorlu mineral yağlar
 - 5 Sulfurlu ve klorlu mineral yağlar
 - 6 Mineral yağlar + sulfurlu fett yağ bileşikleri
 - 7 Mineral yağlar + sulfurlu fett olmayan bileşikler
 - 8 Mineral yağlar + sulfurlu fett bileşikler + sulfurlu fett olmayan bileşikler
 - 9 Mineral yağlar + klorlu fett bileşikler
 - 10 Mineral yağlar + klorlu fett olmayan bileşikler
 - 11 Mineral yağlar + klorlu fett bileşikler + klorlu fett olmayan bileşikler
 - 12 Mineral yağlar + sulfurlu-klorlu fett bileşikler
 - 13 Mineral yağlar + sulfurlu-klorlu fett olmayan bileşikler
 - 14 C6 ve C9 dan bileşim mineral yağlar
 - 15 C7 ve C10 dan bileşim mineral yağlar
 - 16 C8 ve C11 den bileşim mineral yağlar
 - 17 C6 ve C10 dan bileşim mineral yağlar
 - 18 C6 ve C11 den bileşim mineral yağlar
 - 19 C7 ve C9 dan bileşim mineral yağlar

- 20 C7 ve C11 den bileşim mineral yağlar
- 21 C8 ve C9 dan bileşim mineral yağlar
- 22 C8 ve C10 dan bileşim mineral yağlar
- 23 Mineral yağlar + azot bileşikleri + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 24 Mineral yağlar + fosfor bileşikleri + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 25 Mineral yağlar + katı yağlayıcı maddeler + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 26 Fett yağlar + azot bileşikleri + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 27 Fett yağlar + fosfor bileşikleri + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 28 Fett yağlar + katı yağlayıcı maddeler + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 29 Mineral ve fett yağlar + azot bileşikleri + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 30 Mineral ve fett yağlar + fosfor bileşikleri + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi
- 31 Mineral ve fett yağlar + katı yağlayıcı maddeler + C1 den C22 ye kadarki grupların bileşimi

Tablo 1.2. *Talassız Şekillendirmede Yağlayıcılar*
Bölüm II: Emülsiyonlar (Asıltılar) ve
Dispersilar (Dağılımlar)

- A Su içinde yağ emülsiyonları
 - 1 Tip I/A dan mineral yağ emülsiyonları
 - 2 Tip I/B1 ya da I/C1 yada I/C2 den mineral yağ/fett yağ emülsiyonları
 - 3 Tip I/C3 den I/C31 e kadarkilerden aşırı basınç (EP) emülsiyonları
- B Yağ içinde su emülsiyonları

- 1 Tip I/A dan mineral yağ emulsiyonları
 - 2 Tip I/B1 ya da I/C1 ya da I/C2 den mineral yağ/fett yağ emulsiyonları
 - 3 Tip I/C3 den I/C31 e kadarkilerden aşırı basınç (EP) emulsiyonları
- C Kolloidal emulsiyonlar
- 1 Tip I/A dan mineral yağ emulsiyonları
 - 2 Tip I/B1 ve I/C1 ya da I/C2 den fett yağ emulsiyonları
 - 3 Tip I/C3 den I/C31 e kadarkilerden aşırı basınç (EP) emulsiyonları
- D Dispersiyonlar
- 1 Akışkanlardan (Tip I) fiziksel dispersiyonlar
 - 2 Katı maddelerden (Tip IV) fiziksel dispersiyonlar

Tablo 1.3. Talassız Şekillendirmede Yağlayıcılar
Bölüm III: Kimyasal Çözeltiler (katıksız ve kolloidal)

- A Organik
Düşük yüzey gerilimli açık saydam çözeltiler oluşturan suda çözünür , organik sistemler
- B Anorganik
Çoğunluğu ya da tam olarak anorganik bazlı olan katıksız çözeltiler (moleküler eriyikler)
- 1 Yüksek yüzey gerilimli (45 dyn/cm ya da daha çok)
 - 2 Orta yüzey gerilimli (36-44 dyn/cm)
 - 3 Düşük yüzey gerilimli (35 dyn/cm ya da daha az)
- C Organik-anorganik çözeltiler karışımları

Tablo 1.4. Talassız Şekillendirmede Yağlayıcılar
Bölüm IV: Katı Yağlayıcı Maddeler

- A Tozlar
- 1 Kristaller
- Grafit, kurşunsulfit, mika, molibdendisulfit, talk

- (pudra), kalsiyumoksit, kalsiyumkarbonat, çinkooksit.
- 2 Polimerler
 - Politetrafluoretilen
 - 3 Amorf (şekilsiz) maddeler
 - Sabunlar, mumlar
 - 4 1-3 den karışımlar
- B Cam cinsi maddeler
- 1 Boratlar
 - 2 Camlar
 - 3 Fosfatlar
- C Fettler ve pastalar (macunlar)
- D Kuru filmler
- 1 Bağlayıcısız
 - 2 Reçine bağlayıcılı
 - 3 Cam cinsi filmler
 - a) Tuzlar
 - b) Camlar
- E Kimyasal Kaplamalar
- 1 Fosfat
 - 2 Oksalat

1.2. Seçim Kriterleri

Bir yağlayıcı maddenin seçimi, ilk etapta doğal olarak ana fonksiyonlara bağlıdır yani en yüksek kalitede en ekonomik şekillendirmeye olanak vermelidir. Bunun için bir yağlayıcı maddeden vazgeçmeye neden olabilen belirli yan etkilere dikkat etmek gerekmektedir.

Yağlayıcı madde yerinin doğru ve hızlı seçimi için, yağlayıcı madde üreticisi ya da dağıtıcısına birkaç önemli koşulun bildirilmesi gerekir. Seçim için en önemli noktalar şunlardır: ^{4,5)}

- a) Şekillendirmenin zorluk derecesi,
- b) Dolanım (sirkülasyon) donanımındaki uygulanabilirlik ya da beslenebilirlik,

- c) Depolama sırasındaki korozyon korunumu,
- d) Daha sonra uygulanacak yüzey işlemler için uzaklaştırılabilme,
- e) İş alanı ve çevre koşulları

1.2.1. Şekillendirmenin Zorluk Derecesi

İlk bakışta, zorluk derecesi, en önemli kriter olarak görünüyor. Zorluk derecesini tanımlamak için çoğu zaman güçlü veriler bulunamaz, işletme deneyimlerine göre bir optimal değer olabilir. Surtunme ve aşınmanın ölçümü ve bir şekillendirmenin sonucunun değerlendirilmesi için başka bir alanda yapılan laboratuvar uygulamaları, kısmen de yağlayıcı madde kontrolleri için uygundur; tüm bu yöntemler, yalnızca bir ön seçim içindir. Daha sonra gelen seçim kriterleri, pratikte yağlayıcı maddenin uygulanma yerlerini gerçekten çok iyi belirler ve seçim olanakları artık öyle daraltılır ki; tribolojik tabaka iyileşmesinin daha fazla olması olanaksızlaşır ya da çok kısıtlı olur yani tam uygun yağlayıcı bulunmuş demektir. Bu, herşeyden önce levha şekillendirme olayında görülür. Bu ilişkiler, yöntemin yağlayıcı madde tipini daha açık olarak belirlediği tel çekme ya da soğuk haddedeleme daha uygundur.

Zorluk derecesi tanımlamasındaki sorunlar, herşeyden önce sürekli dönel simetrik parçaların sözkonusu olmadığı durumlardaki levha şekillendirme işlemlerinde kendini gösterir. Eğer çeşitli şekillendirme adımları sözkonusuysa, bu parçayı bir adımda üretmek zor olabilir ama aynı parçanın birçok şekillendirme adımında üretilmesi daha kolay gerçekleşebilir.

Buna karşın kaba olarak, kolay (A), orta zorlukta (B) ya da zor (C) olaylar için bir yağlayıcı madde düzeni denendiğinde; örnek olarak levha şekillendirme için aşağıdaki gibi kaba bir gruplama yapılabilir:

Grup A : Katıksız yağlar

Duşuk viskoziteli katıklı yağlar

Grup B : Yuksek viskoziteli katıklı yağlar

Çözücü madde içeren katıklı yağlar

Katı katıksız, emulsiyon yapılamaz çekme fettlei

Katı katıksız, seyreltilebilir çekme pastaları

Grup C : Katı katıklar içeren, emulsiyon yapılamaz çekme fettlei

Katı katıklar içeren, pasta formunda ürünler

Folye ve çekme lakları

Çekme muımları

1.2.2. Yağlayıcı Maddenin Uygulanma Yöntemi

Bir şekillendirme tekniğinin olabirlik derecesi, şekillendirilecek parçaların geometrisi ve de şekillendirme tekniğinin özellikleri, yağlayıcı maddenin beslenmesi ya da uygulanması için bileşiminde bulunan önemli isteklerdir. Ne yazık ki; seçiminde yapılan hatalar nedeniyle, birçok iyi yağlayıcı ile bozuk parçalar üretilmektedir. Aynı formda yapılmayan, çok kalın ya da çok ince uygulamalar, şekillendirme olayını olumsuz yönde etkileyebilir. Bazı durumlarda (örneğin; büyük yüzeyli levha parçaların şekillendirilmesinde) başarılı sonuç elde edebilmek için yağlayıcı maddenin çok az kullanımı etkili olabilmektedir.

Yağlayıcı maddenin birkaç uygulama yöntemi için aşağıdaki ek kriterler sıralanabilir:

Daldırma :

Bu yöntem hala sıklıkla düşük viskoziteli talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri ile yapılan küçük şekillendirmeler için kullanılmaktadır. Yağlayıcı madde tarafında viskozite, çözücü madde içeren ya da suyla karışabilir ürünlerde konsantrasyon ve de çözünen maddenin

buharlaşma sayısı bir rol oynar (yavaş buharlaşan çözücü maddeler, buna bağlı olarak ince film, hızlı buharlaşan çözücü maddeler de bağlı olarak kalın film oluştururlar). Daldırmadan sonra, daha uzun damlama zamanlarından dolayı, donanımlarda hoş olmayan kirlenmeler oluşabilir; sonraki damlama özellikleri için yalnızca viskozite değil, diğer akış özellikleride önemlidir. Daha yüksek thixotropyli ürünler, daha düşük damlama eğilimi gösterirler (thixotropy özelliği, yağlayıcının kullanılmadığı zamanlar kalınlaşmasına, kullanım sırasında ise incelmesine neden olur). Çözücü madde ve su içeren ürünlerde, gerektiğinde filmi oluşturmak için banyo ısısı aracılığıyla parçaların ısıtılmasında önemlidir.

Puskürtme :

Puskürtme yöntemi, gittikçe artan oranda önem kazanmaktadır ve özellikle levha işleme seri üretiminde kendini kanıtlamıştır. Özellikle modern elektronik kumanda sistemleri aracılığıyla yapılan büyük seri üretimlerde önemli gerçekleşme olanakları (optimal yağlayıcı madde uygulaması gibi) ortaya çıkar. Çalışma alanındaki zorluklara göre, iyon yoksunu yağlar ve de kayıpsız elektrostatik uygulama yöntemi, önemli iyileşmeler gösterebilir.

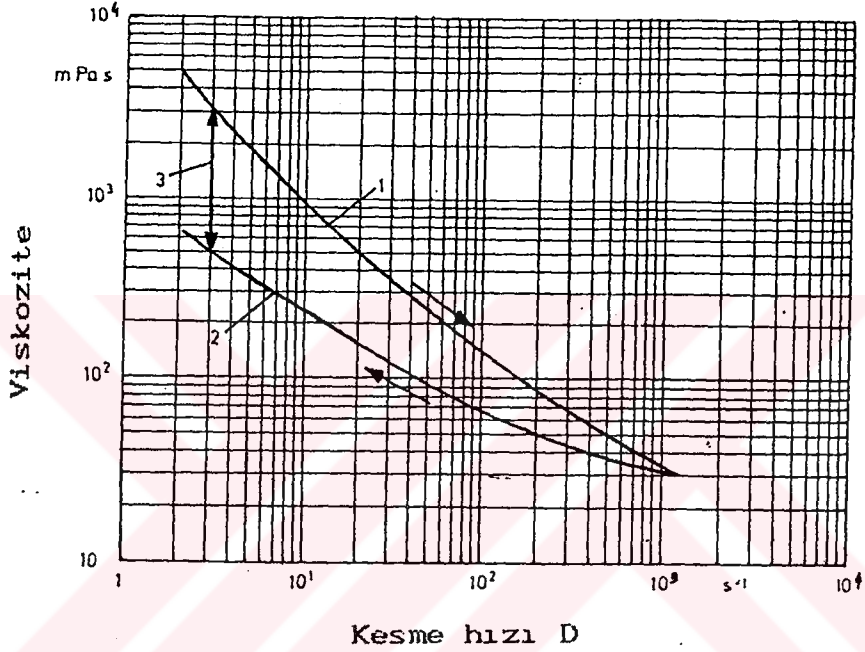
Pigment ürünler (ağır, levha şekillendirme işlemlerinde kullanılanlar gibi), formül hatalarında ya da homojenliğin iyi olmadığı durumlarda, meme ya da ilk filtre tıkanıklıklarına neden olabilir. Yabancı maddelerden dolayı oluşan kirlenme de aynı soruna neden olabilir.

Bir yağlayıcı maddenin puskürtülebilirliği için, mekanik uygulamadan önce ya da sonraki akış etkisi hakkındaki bilgiler çok önemlidir. Bu akış bilgisi, laboratuvarında akış metre (Rheometer) aracılığıyla, akış eğrisinde tanımlanabilir.

Şekil 1.1. de bir çekme fettinin akış eğrisi için örnek verilmiştir. Örnek olarak, kuvvetli karıştırma ya da puskürtmede ortaya çıkan görünür viskozite, artan kesme hızı D

ile birlikte azalır.

Gittikçe artan oranda ilgi gören elektrostatik uygulama yönteminde, urunun elektrik iletkenliğinin, yonteme uydurulması gerekir.



Koyulaşmış çekme yağı (yüksek doku viskoziteli).

- 1 Artan kesme hızı ile viskozitenin düşmesi
- 2 Düşen kesme hızı ile viskozitenin yükselmesi
- 3 Kesme gerilmesinin hemen sona ermesinden sonra viskozitenin düşmesi

Şekil 1.1. Bir çekme fettinin akış eğrisi

Levha şekillendirmede, yağlayıcı madde filminin tekduze oluşumu, hadde yağlamasında olduğu gibi, levha yüzeyi pürüzlülüğüne bağlı değildir.

Haddeler Aracılığıyla Uygulama :

Kauçuk, plastik ya da keçe haddeler (merdaneler)

kullanılarak, kısmen elle yapılan uygulamalar, küçük parça sayıları için uygundur. Bazen de el ile, boya fırçası aracılığıyla uygulama yapılabilir. Otomatik olarak, haddeler ile yapılan yağlama, hassas kesme yapılan büyük seri üretimlerde ya da hadde makinası içindeki ince sacın ilk yağlamasında kullanılmaktadır. Yağlayıcı kıvamının tam doğru seçimi, bu yöntem için önemli bir kriterdir.

Dolaşımli (Sirkülasyonlu) Yağlama :

Bu yöntemde, hazır bulunan cihaz yardımıyla ürünün yeterince iyi olması sağlanmalıdır. Bundan başka; akıtma ya da puskürtme aracılığıyla yapılan uygulamada, kullanılan yağlayıcının uygun akma ve ıslatma özellikleri yardımıyla, yağlanacak yüzeye yeterli yağlayıcının verilebilmesi ağılanmalıdır.

Ön Yağlama :

Son zamanlarda, Amerika' da haddehanelerde ya da adı geçen proseslerin uygulandığı firmalarda, talaşsız şekillendirme yağlayıcılarının uygulanışı özel bir önem kazanmıştır. Böyle ön yağlamalar, geniş bir levha şekillendirme alanı doğurmaktadır ve sonradan şekillendirme işlemi yapan firmanın (kesme, ısı bandı yardımıyla dağlama, kaplama) levha üreticisi ya da şekillendirecek olan tarafından, ana şekillendirme işleminden önce rahatlıkla uygulanabilir. Kural olarak genellikle özel kaplama donanımlarına gereksinim duyulmaktadır. Böyle kaplamalar, sıcak ve soğuk bantlarda geniş uygulama alanı bulmaktadır, bunun yanında; alüminyum, galvaniz ve kurşun kaplı levhalar için özel uygulamalar vardır.

Bu bağlamda; American patentleri Mil-Bond ve Split-Phase kayda değerdir.

En geniş anlamda; ön yağlama olarak yağlama yağı

belirtilebilir. Korozyon korunumu önceliğe sahiptir, yağlama özellikleri yalnızca önemli yan isteklerdir.

Tablo 1.5., talaşsız şekillendirmede kullanılan yağlayıcı maddelerin şekillendirme sırasında iş parçası üzerine uygulanması yöntemleriyle ilgili pratik açıklama içermektedir.

1.2.3. Korozyon Sorunu

Talaşsız şekillendirmede iş parçalarında oluşan korozyon, yağlayıcıların korozyon önleme özellikleri için son yıllarda büyük önem kazandı. Bu, aslında yüzey işleminin gelişen yüksek teknolojisine bağlıdır; ama şekillendirilen parçaların yüzey kalitesinin çok iyi istenmesine de bağlıdır. Daha geniş temelde, gerçekçi önlemler bilinmelidir. Bu önlemler, bazen bir ya da daha çok yıkama işlemini ve bununla birlikte çoğu zaman da ara koruma gereksinimi ortadan kaldırır. Böylece; yağlayıcı madde, şekillendirmeden sonra birkaç aylık hatta bazen bir yılı aşan ara saklama devrelerinin aşılması gerektiği durumlarda, çoğu zaman bir geçici korozyon önleme işlevini fazlasıyla yerine getirir.

Korozyon mekanizması öyle değişik yapıdadır ki; şekillendirmede kullanılacak yağlayıcının geliştirilmesi ve formulasyonunda değişik korozyon mekanizmalarının dikkate alınması gerekir. Şekillendirme sırasında korozyonun karşılaşılan 6 değişik yapısı şöyledir:

a) Tuz yüklü ya da özel tuz yuksuz terlemiş su korozyonu (SFW DIN 50 017, SS DIN 50 021)

b) Kenarlarda ve yağlayıcı topraklarının altında leke oluşumu (yağ pası)

c) Daha sonraki yüzey işlemler için kötü sayılabilir bozulmalar

d) Yağ giderme işlemlerinden sonra klorid (klorür) korozyonu

e) Herşeyden önce, kükürt (S) aktif maddeli karışımların neden olduğu demir dışı metal korozyonları

f) Elektrolitik ve sıcak galvanizlenmiş parçalarda beyaz paslanma

Tipik terlemiş su korozyonu (yoğunlaşma noktasının geçilmesi durumunda başgosteren ve SFW DIN 50017 ye göre terlemiş su değişken ikliminde belirebilen gibi), yağ filmi kenarlarının altında ve üstünde renk değişmesi ile belirgin bir şekilde ayırtedilebilir. İlk adı geçende (tuz iyonu yüklemesinde de olduğu gibi), yağlayıcının aktif korozyon önlemesi önemli rol oynar. İkincide, yağlayıcının yaşlanmasının neden olduğu kimyasal değişiklikler anlam kazanır. İlk bakışta bilinemeyen yüzey passivleşmesi, daha sonraki yüzey işlemlerde ortaya çıkabilir. Yüksek aktif klor bileşenleri nedeniyle bir klorid korozyonu ortaya çıkabilir.

Şu durumlarda, yağ giderme işleminden sonra klorid korozyonu ön planda bulunur:

- Klorid zenginleşmesinin, sulu alkali temizleyicilerde ya da doğal temizleyicilerde rol oynadığı durumlar ya da

- Yağlayıcı madde ile karşılıklı etkileşim sonucu ortaya çıkan ürünlerin ayrışmasının neden olduğu, çözücü maddeyle (solvent) uzaklaştırma sırasında, klorlanmış hidrokarbonlar ile birlikte klorid ortaya çıkması durumunda.

Demir dışı metallerin, kükürt aktif bileşenlere karşı duyarlılığı çok iyi bilinmektedir. Son yıllarda genelde galvanizli levhaların ya da parçaların artan önemi, beyaz pas yapısı sorunlarını da arttırmıştır.

Daha seyrek olarak; şekillendirmeden sonra bir çeşit yüksek sıcaklık korozyonu ile de karşılaşılmaktadır. Bu olay; eğer bir sıcak işlemden önce yağ giderme hiç ya da yeterli yapılmaz ise ortaya çıkar. Yüksek basınç etki maddeleri, özellikle de sıcak işlem sıcaklıklarında ayrışma eğilimi gösteren klorlu ürünler, iş parçasında ya da sıcak işlem cihazlarında önemli korozyon çeşitlerinin oluşumuna bu durumlarda neden olabılırlar.

Aşağıdaki liste, iki aşamalı bir şekillendirme olayında hangi korozyon olasılıklarının olabileceğini göstermektedir:

- A) Yağlayıcı madde ile donatılmış parçaların saklanması:
Değişken atmosfer
Atmosferden kaynaklanan korozyon ve yağ pası oluşumu
- B) Haddeleme, sac şekillendirme, küttele şekillendirme
dövme, ekstruzyon gibi), tel, profil ve boru çekme gibi
şekillendirme yöntemleri
Yüksek sıcaklıklarda kimyasal korozyon;
Bakır malzemelerde kükürt içerikli maddelerin
etkileşmesi (aktifleşmesi), korozyon;
Titan ve krom-nikel malzemelerde germe çatlakları
korozyonu için ortam oluşması
- C) Yarı ürün saklama
Atmosferik korozyon;
Çatlak ya da temas korozyonu;
Yağ pası
- D) Yağ giderme işlemi
Asidik kloridli yağ giderme işleminden kaynaklanan,
klorid korozyonu (klorlanmış hidrokarbonlar; su içeren
yağ giderme maddelerinde, klor içeren yağlayıcıdan
klorid ayrışması)
- E) Yarı ürün saklama
Az ya da hiç koruma olmaması durumunda atmosferik
korozyon;
Yağ giderme işleminden arda kalan klorid artıklarının
neden olduğu klorid korozyonu
- F) Sıcak işleme
Tam olarak yağdan arındırılmamış parçalarda, EP
katıklarının (S , Cl) termik ayrışmasından kaynaklanan
kimyasal korozyon
- G) Yağlayıcı madde ile yapılan yeni yağlamadan önce ve
sonraki yarı ürün saklama
Atmosferik korozyon;
Çatlak ya da temas korozyonu;
Yağlayarak, daha uzun süreli saklama durumunda yağ pası
- H) Soğuk, sac ve band haddeleme işlemleri

B de anlatılan şekillendirme yöntemlerindeki benzer korozyon olasılıkları

- I) İşlenmiş parçaların daha uzun süre saklanması
- Atmosferik korozyon;
- Çatlak ve temas korozyonu;
- Yağ pası

1.2.4. Yağlayıcının Uzaklaştırılma Yöntemi

Yağlayıcı maddelerin gelişimi açısından, onun uzaklaştırılabilirliği, korozyon sorunu yanında en önemli konu olarak bulunmaktadır. Sac şekillendirmede kullanımdan arda kalan, daha kolay uzaklaştırılabilir yağlayıcılara doğru açık bir eğilim vardır. Bu yağlayıcılarda; yağlayıcı, prosesin bir parçası olduğu için yağdan arındırma şeklini ve maddesini belirleyen, daha sonraki yüzey işleme yöntemleridir. Sulu yağ giderme işlemlerinde, yüksek alkalili yağ giderme maddelerinin gelişimi, doğal temizleyicinin tipini ve açık olarak da yağlayıcı maddeyi etkiler. Özellikle demir fosfat yapısıyla ilişkisi olan asitle yağ giderme işleminin önemi belirginlik gösterir.

Enerji tasarrufu sağlamak için banyo sıcaklıklarının belirgin olarak düşürülmesi, kolay uzaklaştırılabilir yağlayıcılara talebi arttırdı.

Emisyon (yayma), etkisizleştirme ve çalışma alanlarının korunmasından dolayı, küçük ve orta işletmeler için çözünür maddelerin gittikçe artan oranda kısıtlanması oldukça önemlidir. Birçok talaşsız şekillendirme yağlayıcısı çözünmez katı maddeler (pigment, katı yağlayıcılar, dolgu maddesi) içerir ve bunlar bazen uzaklaştırılabilirlik sorunları yaratabilmektedir. Bunlar, iş parçası yüzeyinde, çözünür maddelerle yapılan yağ giderme işlemleri sırasında çoğu zaman artık olarak kalmaktadırlar. Önemli büyüklükteki mekanik etki sorununa karşın, sulu yağ giderme maddeleriyle yapılan, puskürtme şeklindeki yağ giderme işlemlerinde de bu durum

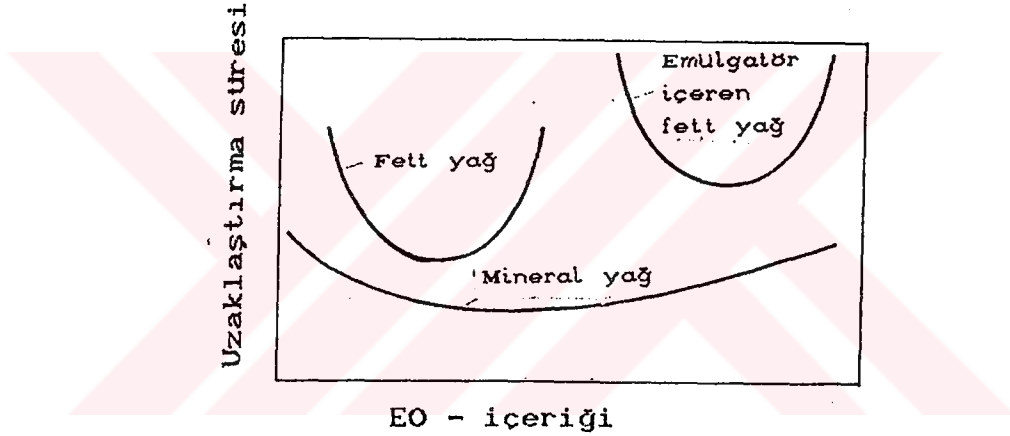
ortaya çıkabilmekte.

Daha sonraki bir sıcak işlem sırasında yağlayıcının uzaklaştırılma olanağı, bazı yağlayıcılar ve de kullanım durumlarıyla sınırlanmıştır. Bu durumda, sıcak işlem sıcaklığında, yağlayıcı bileşenlerinin tam olarak uçucu ürünlere ayrışması koşuldur.

Sulu yağ giderme maddeleri içerisinde kolay uzaklaştırılabilir ürünler geliştirmek, yağlayıcı üreticileri için bir baskı oluşturur ki; bu, yağlayıcı içerik maddelerini, bilinen yağ uzaklaştırma maddelerine uyarlamaya götürür. Şekil 1.2. , yağ uzaklaştırma maddesi ile çekme yağlayıcısı arasındaki böyle bir karşılıklı etkiyi göstermektedir. Ethoksillenmiş Cetilenoksit katarak farklı türevler elde etmek) yüzey aktif maddeler, yağ uzaklaştırıcılar içerisinde iyonsuz yüzey aktif maddelerin en önemli grubunu anlatır. Hidrofil etilenoksit gruplardaki içerik, çeşitli yağlayıcı madde bileşenlerinin uzaklaştırılma süreleri üzerinde önemli etkiye sahiptir. Burada; plastik şekillendirme yağlayıcıları içinde oranca en çok yer tutan mineral ve fett yağlar için bir iyonsuz yüzey aktif maddenin etilenoksit içeriğine, yağ uzaklaştırma süresinin bağılılığı anlatılıyor. Burada; mineral yağların, yüzey aktif madde içindeki ethylenoxid içeriği ile ilgili olarak en az duyarlılık gösterdiği görülür. Fett yağ (örneğin; kullanılan mineral yağ gibi aynı viskoziteli domuz yağı) daha duyarlı olmaktadır. Şekil, talassız şekillendirme yağlayıcıları (yağ uzaklaştırma maddesine ait yüzey aktif maddeyi içeren yağlayıcılar) içindeki yüzey aktif maddeler arasındaki karşılıklı etkileşimi de anlatabiliyor. Genellikle, uzaklaştırılabilirliği kolaylaştırmak için yağ üreticileri tarafından yüzey aktif maddeler, etki maddeleri içine konur. Yüzey aktif maddeler, korozyon önleyici bileşen grupları içinde ve çekme etkili içerik maddelerde de bulunmaktadır. Yağlayıcı ve yağ giderici madde içindeki yüzey aktif etkili etki maddeleri karşılıklı etkileşiminden dolayı, yağ uzaklaştırma işleminin başarılı sonuçlanmasını önleyici

sorunlar ortaya çıkabilir. Bunun anlamı; bir yağlayıcı, bir yağ giderici madde ile çok iyi uzaklaştırılabilir ama bir diğeri ile uzaklaştırılamayabilir ya da kötü bir uzaklaştırma olabilir.

Yağlayıcı maddelerin uzaklaştırılabilirliğine getirilen daha duyarlı sınırlamalar, özellikle sac şekillendirmede göze çarpıyor. Bu düzenlemeler ile birçok durumda yağlayıcı madde, büyük sıcaklık zorlamasından sonra uzaklaştırılabilirliğini kaybetmemekte. Böyle sıcaklık yükleri, yapıştırma ya da nokta kaynağında, kaynak bölgesi çevresinde ortaya çıkabilir.



Şekil 1.2. Yağ uzaklaştırma maddesi ve yağlayıcı arasındaki karşılıklı etkileşim; yağ uzaklaştırma yüzey aktif maddesi etilenoksit içeriği - uzaklaştırma süresi

1.2.5. Talassız Şekillendirme Yağlayıcılarından İstenen Diğer Özellikler

Kaynak :

Kaynak birleştirmesi, yağlayıcı maddeden zarar görebilir. Etki büyüklükleri; ek iş parçası (elektrod gibi), yöntem ve yardımcı maddelerdir. Genelde, ince tabakalı yağlayıcı filmlerinin (1 den 5µm ye kadar) bulunduğu durumlarda sorun beklenmemelidir. Dikiş görünüşü, sağlamlık kontrolü ve gözeneklerin iyiliğinin yani gözenek olmadığının araştırılması

ile ampirik değerlendirmeler yapılabilir ve kaynak yapılabilirlik tanımlanabilir. Kaynaktan önce uzaklaştırılmamış yağlayıcı maddeler (talaşsız şekillendirmeden arda kalan), kaynak yapılan bölgede buharlaşır ve ayrışır. Ortaya çıkan buhar ve gazlar, çalışma alanında önemli sorunlar yaratabilir. Isıl bozunma ürünlerinin, özellikle de klorlu ürünlerin zehirleyici duruma gelmesi ilk planda bulunur.

Klorlu yağlayıcı bulunması durumunda, korozyif etkili ayrışma ürünlerine de neden olunabilir.

Tavlama :

Ara tavlama ya da son işlem tavlamasında, eğer tavlama için uygun bir yağlayıcı madde filmi bulunuyorsa, bu yağlayıcı maddenin her zaman uzaklaştırılmasına gerek yoktur. Tavlama yapılarak şekillendirilmesi gereken parçalarda kullanılan yağlayıcılar, pigment içermemeli, artık bırakmadan buharlaşmalı ya da kolay buharlaşabilen ayrışma ürünleri (parçalanma artıkları içermeyen) oluşturmalı (özellikle de son işlem tavlamasında). Klorlu yağlayıcılar, tavlama fırınlarında ya da fırın parçalarında büyük korozyona neden olabilir. Oksitlenme oluşturan atmosferlerde, kok içerikli parçalanma ürünleri, artık bırakmaksızın tamamen yanabilirler. Katık olarak kullanılan doğal fett yağlar, sentetik esterlerden daha büyük sorunlara yol açarlar.

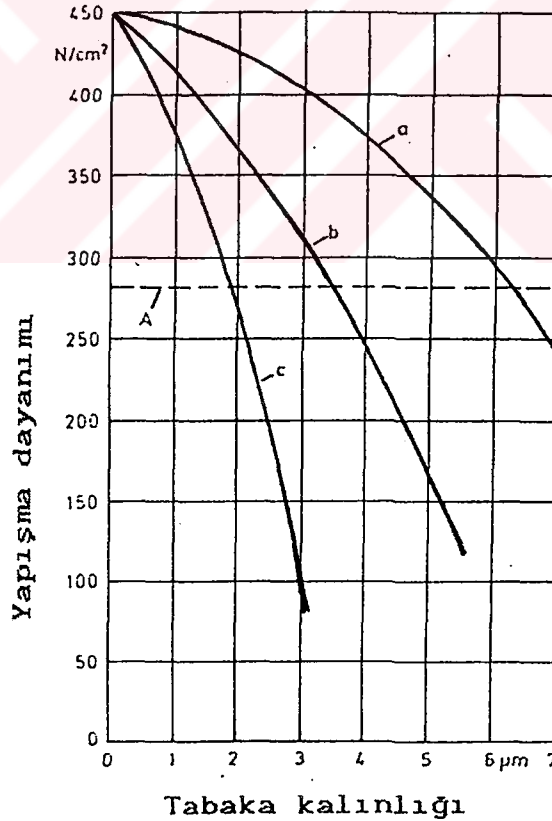
Yapıştırma :

Levha yapıştırmaları sırasında genellikle önceki talaşsız şekillendirmeden arda kalan yağlayıcının uzaklaştırılması işleminden vazgeçilmektedir. Bu durumda, uygunsuz yapıştırma dayanımı değişimleri ile karşılaşılmamalı. Burada yağlayıcı madde filminin belirgin bir tabaka kalınlığı bağımlısı olduğu ortaya çıkar, ama görülebilir yağlayıcı madde özgül etkileri

de belirlenebilir. Şekil 1.3. , PVC-Plastisolen bazlı yapıştırıcılarla yapılan levha yapıştırma işleminde böyle bir etkiyi göstermektedir.

Daha Sonraki Yüzey İşleme Yöntemleriyle Uygunluk :

Eğer yağlayıcı maddeler, yüzey işleme için kullanılacak olan daha sonraki banyolara bulaştırılmış ise o zaman herhangi bir sorun ile karşılaşılabilir; özellikle kaynak dikişlerindeki levha kıvrım ve çatlakları üzerindeki yağlayıcının, yeterli olmayan uzaklaştırma ya da sürüklenme işlemlerinde. Fosfatlama sorunları yeter derecededir ve uzun süreden beri de bilinmektedir. Eğer fosfatlamadan önce iyi bir yağ giderme işlemi yapılmaz ise, iyi bir fosfat tabakası elde



Şekil 1.3. Çekme yağından dolayı, PVC-Plastisolen bazlı yapıştırıcıların yapıştırma sağlamlığının değişimi
A İstenen sınır yapıştırma dayanımı
a, b, c, Değişik yağlayıcılar

edilememekte. Son yıllarda, daldırma şeklinde astar boyamanın elektrokinetik uygulamasında kısmen büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden deney yöntemleri geliştirilmiştir. Bu deneylerde; çekme yağlayıcı maddesi, daldırma lak içine karıştırılır ya da yağlayıcıyla kaplanmış levha üzerine elektrokinetik uygulama yapılır (Corona-Test). Bundan sonra, yuzeye (krater yapısına), yapıştırmaya ve korozyon korunumuna hiçbir olumsuz etki görülmemeli.

Böyle zor denemeleri başaran yağlayıcı maddeler vardır; özellikle ince film oluşturan yağlama yağları türündeki modern ürünler bu yönde geliştirilmiştir.

Az iddialı (iyi) kaplamalarda yağlayıcının aşırı laklanabilirliği, kütle ve kaplama kalınlığına kesin sınırlarla bağlıdır; burada çoğunlukla böyle aşırı laklanabilir çekme yağlarına istek duyulur. Yalnızca bireysel denemeler kesin bir cevap verir.

Buraya kadar anlatılan seçim kriterleri gözönünde bulundurulursa, iş parçası malzeme çeşidine göre şöyle bir yapı ortaya çıkar ⁹⁾ :

Karbon Çelikleri :

Uzun süreli saklama durumlarından önce şekillendirilmiş parçaların temizlenmesi önerilir. Aktif halde klor içeren susuz yağlayıcı maddeler, ışık ve nem etkisi altında, karbon çeliklerini kahverengiye boyayabilirler. Eğer aktif olarak kükürt bulunursa, yüzey siyaha boyanabilir. Su içeren yağlayıcı maddeler, yetersiz konsantrasyon, bakteriyel ya da kuvvetli kirletme durumlarında pasa neden olur.

Bronz, Bakır, Pirinç, Özel Pirinç Ve Hafif Metal-Alaşımaları :

Uzun süreli saklamalardan önce şekillendirilmiş parçaların temizlenmesi her zaman önerilir. Doğal kükürt ya da

aktiflenebilir kukurt bileşikli sulu yağlayıcı maddeler, boyama ve korozyona neden olabilirler. Bunu engellemek için yağlayıcı maddeye genellikle önleyici (inhibitor-katalizör-) katılır. Eğer şekillendirmeden hemen sonra parça tavlanaçaksa, inhibitor katılması etkili olmayacaktır ve hatta aşındırma etkisi bile yapabilir. Eğer şekillendirme yöntemi elveriyorsa, kukurt içermeyen yağlayıcı maddeler kullanılabilir.

Şu durumlarda, sulu yağlayıcı maddelerde boyama, korozyon ve metal sabunu bileşikleri ortaya çıkabilir:

a) Yanlış alkalite (pH-değeri) durumunda, örneğin karışmış dağlama asidinden, bakteriyal durumdan ya da uygun olmayan konsantrasyondan dolayı.

b) Eğer elektrolit içeriyorsa, örneğin tuzlar.

Saf Alüminyum :

Sulu yağlayıcılar, doğal ya da hafif asidik (pH-değerli) hazırlanabilirler. Ancak işlem sırasında sıkı kontrol gereklidir çünkü takım ve makinanın korozyon korunumu tehlikededir. Tavlama sonrası artık oluşumunu olanaksız kılmak için sulu ve susuz yağlayıcılar, kulden yoksun olmalıdırlar.

Bu bilgiler, bundan başka bronz, bakır, pirinç v.d. için de geçerlidir.

Nikel Ve Nikel Alaşımları :

Bu iş parçası için olan yağlayıcı maddeler, aktif kukurt bileşikleri içermemelidir. Belirli çevre etkileri ve tavlama siyah lekelerine neden olabilirler. Eğer şekillendirme, yalnızca kukurt içerikli yağlayıcılarla olası ise, tavlama öncesi parça iyice temizlenmelidir.

Pas Ve Aside Dayanıklı Çelikler :

Eğer iş parçasını tavlama gerekiyorsa, daha önceden temizlenerek üzerindeki yağlayıcının uzaklaştırılması gerekir. Çünkü yüksek sıcaklıklarda yağlayıcı maddeden, tehlike yaratan karbon, olası kükürt ve halojenler (klor gibi) serbest kalacaktır.

Eğer şekillendirme için kullanılan PVC folyeleri çıkarılamıyorsa (uzaklaştırılamıyorsa), ultraviyole ışınları altında, sıcaklık ve zamanın etkisiyle tehlike yaratabilirler.

Metal Kaplamalı İş Parçaları :

Yağlayıcı maddelerin, ağır metaller (kaplama bunlardan oluşur) gibi bozulmaz kaplamalarla ilişkisi vardır. Eğer sulu yağlayıcı madde, tuzlar gibi elektrolit içeriyorsa, kesit kenarlarında elektro-kimyasal korozyon vardır. Parçalar bir an önce temizlenmelidirler.

Tablo 1.6. 'da, talaşsız şekillendirme olayı, iş parçası malzemesi ve yağlayıcı madde arasındaki ilişki pratik olarak gösterilmektedir.

1.2.6. Kıvam Sınıfları

Tablo 1.7. , talaşsız şekillendirme yağlayıcıları için kıvam sınıflarına ait geniş bilgiler vermektedir. Sulu ürünlerden başlanılmış ve oranca katı fette kadar giden toplam kıvam çerçevesinde sınıflandırılmıştır. Düzenleme, viskoziteye (20°C da ve 40°C), saniyedeki akış zamanına (DIN'e göre 8mm lik memesi bulunan kap ile) ve yağlayıcı fette için geçerli bir konik penetrasyon incelemesine göre yapılmıştır.

Şekillendirilecek malzeme							
Şekillendirme türü	Yağlayıcı madde seçimindeki ölçütler	Yumuşak demir, düşük karbonlu çelik.	Orta derecede karbon içeren çelik, düşük alaşımli çelik.	Paslanmaz çelik, nikel alaşımli.	Altınıyum alaşımli, magnezyum alaşımli.	Bakır, bakır alaşımli.	Titan, berilyum, molibden.
Sıcak Ekstrüzyon	Kolay malzeme akışı, takımın ısı yalıtımı ve aşınmanın önlenmesi en önemli unsurlardır. Düşük sürtünme ikinci sıradadır. Rolling sıcaklıklarında yumuşayan (paslanmaz çeliklerde yaklaşık 1200°C'da) camlar en uygun yağlayıcıdır, bununla birlikte sovradan uzaklaştırılmaları zordur. Örneğin, normal çeliklerde, bakır alaşımında, altınıyum ve magnezyum alaşımında neden olacağı istenmeyen sıyah lekeler gibi bir karbonlaşma önemsiz ise bu durumda grafit kullanılabilir.	Grafit, grafitli fett.	Grafitli fett, erimiş cam, erir katı madde.	Erimiş cam, erir katı madde.	Yağlayıcı madde yok (grafit).	Grafitli yağlar ve fettler, erir katı maddeler.	Ti (900°C); Grafit / cam, Be (600°C); Grafit / cam, Mo (1800°C); Cam.
soğuk Ekstrüzyon	Düşük sürtünme ve yapı oluşumundan sakınmak önemlidir. Takımın aşınması, bir ana unsur olabilir. Daha hafif alaşım için sabunlar uygundur, çelikler için bir fosfatlama gereklidir. Hidrostatik püskürtme iyi sonuçta gösterebilir. Bazen parlak bir dış yüzey istenmektedir.	Fettlenmiş mineral yağlar, kireç ve sabun içine daldırma, don yağı.	Don yağı, yağ içinde grafit ya da MoS ₂ fosfatlama ve sabun içine daldırma.	Klorlanmış yağ, oksalat daldırma, sabun, metaakrilik reçine.	Fett yağ, lanolin, çinkostearat.	Klorlanmış yağ, lanolin, çinko stearat.	Florid Fosfat tabakaları ve yağ içine daldırma, yağ ile hidrostatik püskürtme.
Boru çekme	Sürekli besleme ile yapılan çekmede, herşeyden önce yapı oluşumundan sakınmak en önemli unsurdur. Takımın aşınması da önemlidir ve bazı özellikler, çok parlak dış yüzey istenmektedir. Daha az ağır şekillendirmeler için kompond yağları yeterli olabilir. Daha halde, fosfatlama ve sovradan sıcak sodyum stearat içine daldırma, çelikler için çok etkilidir. Diğerleri daha kolay uygulanır ve uzaklaştırılabilir ve bundan dolayı özellikle otomatik şekillendirme yöntemleri için uygundur. Leke oluşumu, diğer dışı alaşımarda yağ seçimini kısıtlayabilir. Nikel alaşımında polimer kaplamalar uygundur.	Fettlenmiş mineral yağlar, kireç ve sabun içine daldırma, klorlanmış fett yağlar.	Boraks ve sabun içine daldırma, fosfatlama ve sabun içine daldırma, klorlanmış fett yağlar.	Klorlanmış yağlar, kireç, tuz ve yağ, oksalat tabakası ve sabun içine daldırma.	Fett, fettlenmiş ve klorlanmış yağlar, sabun içine daldırma.	Emülsiyon, fett yağlar, sabun içine daldırma.	Oksit ve klorlanmış yağlar, florid, fosfat tabakası ve sabun içine daldırma, Methacrylat reçine.

Tablo 1.6.a. Şekillendirme türü malzeme ve yağlayıcı arasındaki ilişki.

		Şekillendirilecek malzeme						
Şekillendirme türü	Yağlayıcı madde seçimindeki ölçütler	Yumuşak demir, düşük karbonlu çelik.	Orta derecede karbon içeren çelik, düşük alaşımli çelik.	Paslanmaz çelik, nikel alaşımları.	Alüminyum alaşımları, magnezyum alaşımları.	Bakır, bakır alaşımları.	Titan, berilyum, molibden.	
Çubuk çekme	Düşük çekme hızlarında, özellikle don yağı (iç yağı) ya da sabun uygundur, bununla birlikte bunlar kolayca aynı oranda uygulanamazlar. Ön kaplama işlemi yapılmış çubuk üzerinde aşınma ve pas parçaları toplanabilir ve aşındırıcı olarak işlev görebilir.	Don yağı, sabun, kireç, ve sabun içine daldırma.	Don yağı, sabun, kireç, ve sabun içine daldırma.	Don yağı, kireç ya da boraks ve sabunlar.	Mineral yağ, fett, fett yağ.	Mineral yağ, fett, fett yağ.	Klorlanmış yağ, oksit ve yağ florid-fosfat tabakası ve yağ.	
Tel çekme	Yapı oluşumundan sakınmak gerekmektedir, bununla birlikte takrim aşınması ana faktördür. İki temel yöntem vardır: Kuru çekmede, takım sandığı içinde kalsiyum stearat tozları bulunur, ısıak çekmede, bir besinçil yağ besleme ya da yağ içine tam daldırma kullanılır. Takımın soğutulması ya da yüksek hızlarda telin soğutulması çok önemlidir.	Bakır kaplama ve emülsiyon, bakır kaplama ve fett yağ, kuru kalsiyum sabunu.	Fett yağ (ya da emülsiyon), bakalar ve yağ, kuru kalsiyum sabunu.	Klorlanmış yağ, kireç, tuz ve yağ, oksalat ve yağ.	Fett yağ, fett-lemmiş ve klorlanmış yağ, çok ince teller için emülsiyonlar.	Emülsiyon, fett yağ, klorlanmış fett yağ.	Klorlanmış yağ, bakır kaplama ve yağ, W, Mo: grafit-lemmiş fett.	
Sıcak haddelenme	Bir soğutma yağlayıcı kullanılmadığında, haddelerin düzğün ve yeterli soğutulması en önemli görevdir. Düşük sürütümeye gerek duyulmamakta yalnızca istenmekte öyleki; genelde su ya da bir emülsiyon kullanılır. Sıcak haddelenme sıkça kuruda yapılmaktadır, bazen de sürütümeyi çoğaltan tozların (Örneğin: magnezya-magnezyum oksit magnezithaddenin tutmasını iyileştirmek için) kullanımıyla yapılır. Bazı haddelenme olayları için grafit türü yağlayıcıların kullanımını ile akış iyileştirilir.	Kuru, su, grafitlenmiş yağlayıcı.	Kuru, odun taşı, grafitli su.	Kuru, su, su içinde yağ dispersiyonu.	Emülsiyonlar.	Kuru, su.	Kuru, kireç.	
Soğuk haddelenme	Haddenin düzğün ve yeterli soğutulması çok önemlidir. Emülsiyonlar ya da su içindeki yağ dispersiyonları geniş oranda yaygındır, bununla birlikte ağır şekillendirmelerde, alışımsız yağlar daha iyi bir yağlama sağlanmaktadır. Bakır ve alüminyum alaşımlarında, haddelenme ya da daha sonra yapılan işleme sırasında leke oluşumu önemli bir unsurdur. Haddede, sacı yarık arasından çektiği için sürütümme, o kadar düşük olmak zorunda değildir.	Emülsiyon ya da yağ dispersiyonu, fett yağ (palm yağ).	Emülsiyon ya da yağ dispersiyonu, palm yağ, klorlanmış ve sülfürlenmiş yağlar.	Su içinde yağ dispersiyonu, HD-yağ.	Mineral yağ, fettlenmiş mineral yağlar. (Folyeler için: Petroleum).	Emülsiyonlar, mineral fettlenmiş mineral yağlar.	Mineral yağ, lanolin, florlanmış fettler.	

Tablo 1.6.b. Şekillendirme türü malzeme ve yağlayıcı arasındaki ilişki.

Şekillendirme türü	Yağlayıcı madde seçimindeki ölçütler	Şekillendirilecek malzeme						
		Yumuşak demir, düşük karbonlu çelik.	Orta derecede karbon içeren çelik, düşük alaşımli çelik.	Paslanmaz çelik, nikel alaşımli.	Alüminyum alaşımli, magnezyum alaşımli.	Bakır alaşımli.	Titan, berilyum, molibden.	
Soğuk Dövme	Takım aşınması ana faktördür, düşük sürtünme de istenmektedir. Çoğunlukla grafit kullanılır, ağır şekillendirmelerde cam da kullanılır (fiyat ve uzaklaşımaya bağlı olan sorunlar ikinci sırada kaldığı zamanlar).	Odon talaşı, yağ ya da fett içinde grafit, tuz eriyikleri.	Yağ ya da fett içinde grafit, cam.	Mika tozları, grafitleşmiş yağlar, cam.	Mineral yağ, fett yağ, grafit.	Su içinde grafit, yağ içinde grafit.	Grafit, cam (Mo, W içinde), Be, MoS ₂ ve Grafit.	
Soğuk Dövme	Soğuk dövmedeki ve soğuk püskürtmedeki istekler her zaman aynıdır. Genelde bu yöntemler birleştirilir ve belirgin olarak birbirlerinden ayırt edilemezler.	Mineral yağ, fett içinde grafit, klorlanmış yağlar.	Klorlanmış yağlar, fosfatlama ve sabun içine daldırma, yağ içinde grafit ya da MoS ₂ .	Klorlanmış yağlar, oksalat ve sabun içine daldırma, methacryl rejeneler.	Kükürtlü iç yağ (don yağ), çinko stearat, fett içinde grafit ya da MoS ₂ .	Parafinvakıslar, kuru sabunlar, kükürtlü don yağ.	Florid, fosfat tabakası ve sabun içine daldırma, reçine içinde MoS ₂ ya da grafit.	
Hafif Çekme	Yumuşak demirden levhalar, genelde ek bir yağlayıcı madde olmaksızın şekillendirilir. Bu durumlarda levha dış yüzeyinde, yalnızca korozyon önleme yağı bulunur. Çekme için sürtünme ve dış yüzey kalitesi bakımından yarıluzca küçük ayarlar doğuran değişik yağlar kullanılabilir. Leste oluşumu, herşeyden önce demir dışı alaşımlarda önemli bir faktördür. Paslanmaz çeliklerin şekillendirilmesinde, yapı oluşumunu önlemeye elverişli bir yağlayıcı madde gereklidir.	Kuru, fettlenmiş mineral yağlar, klorlanmış mineral yağlar.	Viskoz mineral yağlar, don yağ, sabun içine daldırma.	Fett yağlar, klorparafin, sabun içine daldırma.	Ermüsiyonlar, fett yağlar, sabun çözeltileri.	Ermüsiyonlar, mineral yağlar.	Buz, parafinvakıslar, florid, fosfat tabakası ve sabun içine daldırma.	
Derin Çekme	Kontrolü sürtünme etkilidir. Bazı bölgelerde, örneğin takımın iç kenarında stampa da yüksek bir sürtünmenin, daha büyük sınır çekme oranına izin verdiği sırada sürtünme düşük olmalıdır. Sürtünmeyi yükseltmek için genelde aşındırıcı etkisi yapan çekme ölçütleri gözönünde bulundurulabilir. Daha yeni gelişmeler, bölgesel yağlamamın yararını ve de ön kaplamalı platinlerin kullanımını kanıtlamıştır.	Sabun içine daldırma, klorparafin, MoS ₂ -pastası.	Sabun içinde grafit, fosfatlama ve sabun içine daldırma, polimer film-ler (PMA).	Yağ içinde grafit ya da MoS ₂ , oksalat ve sabun içine daldırma, polimer reçine.	Fett yağlar, sabun ya da parafin içine daldırma, polietilen folye ve yağ.	Sabunlar/fett, pigmentli don yağ.	Oksit ve sabun içine daldırma, florid, fosfat tabakası ve sabun içine daldırma, MoS ₂ li reçine.	

Tablo 1.6.c. Şekillendirme türü malzeme ve yağlayıcı arasındaki ilişki.

Tablo 1.7. Değişik kıvam sınıflarında yağlayıcılara örnekler ⁴⁾

Artıksız buharlaşan yağlar (örneğin birkaç zımbalama olayı)	20°C da 2 mm ² /s
Derin çekme levhaların ön yağlaması	40°C da 10-50 mm ² /s
Yüksek viskoz çekme yağları	40°C da 150-500 mm ² /s
Derin çekme pasta ve fettiği	30-60 s akış zamanı
Derin çekme pasta ve fettiği	60-120 s akış zamanı
Derin çekme pasta ve fettiği	400-500 mm/10 penetrasyon
Plastikten şekillendirme folyeleri	
Çekme lakları	

1.3. Yağlayıcı Maddelerin Kullanımında Güvenlik Bilgileri

Metal işleme için kullanılan yağlayıcı maddeler, çalışma alanındaki kişilerin, genelde doğrudan doğruya cilt ve çalışma elbiseleriyle ya da soluma ve yutma yoluyla ilişkide oldukları iş maddeleridir. Bundan dolayı yağlayıcı maddeler, Zehir Bilimi (toksikoloji), Çalışma Sağlığı ve Endüstri Sağlık Bilimi açısından dikkate alınmalıdır.

Çalışan personelin güvenliği açısından ve de gerçek anlamda koruma için, yangın ve patlamadan doğacak olası zararlara dikkat edilmelidir.

Metal işleme yağlayıcıları, Çevre Kimyasal Maddeleri grubunda sıralanmalıdır, çünkü belirli ölçüde kullanım sırasında ya da sonrasında da bu kullanım alanından çevreye yani su, toprak ya da havaya yayılabilir. Bu, kullanılmış

kimyasal akışkanların etkisizleştirilmesinde büyük oranda geçerlidir.

İş Maddeleri Yönergesi, sağlık ve çalışma güvenliği için geniş kapsamlı olarak tehlikeli iş maddelerinin ticareti, taşınması, kullanımının vergilendirilmesi, markalama (sivil işlemleri) ve kontrolünü düzenler.

Metal işleme yağlayıcı maddelerinin geliştirilmesi ve formüle edilmesi sırasında, yağlayıcı madde üreticileri, güvenlik kriterlerini büyük ölçüde dikkate almaktalar. Ancak teknik ve ekonomik noktalar, üreticiyi birkaç zararlı maddenin kullanımına yönlendirmekte; bu gibi durumlarda, çalışma alanındaki kişilerin korunması için tüm önlemler alınmalı ve öncelikle, yağlayıcı maddeyle olan temas olanakları azaltılmalı ya da engellenmeli.⁹⁾

1.3.1. Dikkat Edilecek Noktalar

1.3.1.1. Zehir Bilgisi Kavramları

a) Akut (ilerlemiş) zehirlilik :

Bu, bir kerelik kullanımdan sonra bir maddenin zehirliliğidir. Maddelerin sayıca sıralanması için hayvanlar üzerinde yapılan denemelerde, öldürücü doz LD₅₀ olarak tanımlanır. Bu, hayvanların %50 sinin bir kerelik kullanımdan sonra olduğu, g ya da mg/kg parça ağırlığı cinsinden değerlerin tam kendisidir.

b) Daha az kronik (stüregen) ya da kronik zehirlilik :

Bu, yağlayıcı maddenin daha uzun ve tekrar tekrar kullanımından sonra oluşan zehirliliktir.

28 gün - akutun altı (subakut)-daha az ilerlemiş-

90 gün - kronik altı (subchronisch)

1/2 yıl - kronik

c) Zehirlilik sınıfları :

Kimyasal alandaki kanunlar, aşağıdaki üç sınıfı oluşturur (Sıçanlar için öldürme değerleri):

Çok zehirli :	Ağızdan	LD ₅₀	25 mg/kg 'a kadar
	Deriden	LD ₅₀	50 mg/kg 'a kadar
	Solumayla	LC ₅₀	4 saat için 0.5 mg/l 'ye kadar
Zehirli :	Ağızdan	LD ₅₀	25 'den 200 mg/kg 'a kadar
	Deriden	LD ₅₀	50 'den 400 mg/kg 'a kadar
	Solumayla	LC ₅₀	0.5 'den 2 mg/l 'ye kadar
Az zehirli :	Ağızdan	LD ₅₀	200 'den 2000 mg/kg 'a kadar
	Deriden	LD ₅₀	400 'den 2000 mg/kg 'a kadar
	Solumayla	LC ₅₀	2 'den 20 mg/l 'ye kadar (4 saat için)

d) Aşındırma, tahriş etme :

Eğer belirli koşullar altında doku parçalanması ortaya çıkıyorsa, aşındırıcı, yanma oluşuyorsa tahriş edici maddedir.

e) Kanserojen

Kansere yol açabilme etkisi.

1.3.1.2. MAK-Değeri

Bu değerden; gaz, buhar ya da asılı madde (suspansiyon) olarak hava içinde var olan iş maddeleri için en uygun çalışma alanı yoğunluğu anlaşılır (Maksimal zulassige Arbeitsplatzkonzentration). Bu en uygun değerler, Senato Komisyonu (Almanya'da) tarafından, sağlığa zararlı maddelerin araştırılması için bir liste halinde derlenmiştir; bu liste aralıksız genişletiliyor. Burada, bu en uygun yoğunluk değerine uyulduğunda, uzun süreli olarak aynı konumda bulunma durumunda bile hiçbir sağlığa zararlı durumun ortaya

çıkmayacağı gözönüne alınır.

1.3.1.3. Çok Halkalı (Polisiklik) Aromatik Hidrokarbonlar :

Metal işleme yağlayıcı maddeleri için kullanılan hammaddelerin büyük çoğunluğu, çok az oranda, çok halkalı aromatlar içeren yüksek kaynama dereceli mineral yağ fraksiyonlarıdır. 4 'den 6 'ya kadar çekirdekli aromatik hidrokarbon bölgesinde birkaç yüksek kanserojenli madde bulunduğu, bugün artık kesinlik kazanmıştır. Özellikle benzo(a)pyren (BaP, 1,2-benzpyren, önceleri 3,4-benzpyren) bu şekilde kabul edilmiştir. Bu, bu madde gruplarının çevreye olan kanserojen riskinin karakterize edilmesi için genellikle anahtar madde olarak kullanılır. Ama araştırma ve deneyimler göstermiştir ki; kanser riski, su ile karışım oluşturamayan soğutma amaçlı yağlayıcılarda, çok halkalı aromatik hidrokarbonlardan dolayı genellikle çok artmaktadır. Geri kalanlarda, daha yeni damıtma yöntemleri, daha iyi iş sağlığı ve yağ yan oluşumlarının azaltılması sayesinde risk daha çok azaltılabilmekte.

1.3.1.4. Nitrosamin :

Burada, korozyon önleyici olarak alkalinitritlerin kullanımından dolayı sorun oluşur. Su ile karışabilir soğutma yağlayıcılarında nitritli amin bileşikleri özellikle sorundur.

Nitrosaminler, tip gruplamalı N-nitros bileşimleri için N-NO genel işareti ile gösterilir. Birkaç nitrosaminin kanserojen etkisi uzun süreden buyana bilinmekte, bununla birlikte soğutma yağlayıcılarında nitrit ve amin arasında reaksiyon olamayacağı gözönüne alınıyor. Eğer nitrosamin gruplarından da nitrosodiethanolamin ortaya çıkıyorsa (çoğunlukla soğutma yağlayıcılarında), diğer tipleri ihmal etmemeli.

Bu arada diethanolnitrosaminin kanserojen etkisinin,

dietilnitrosamininkinden 200 çeşit dolaylarında daha düşük olduğu düşünülebilir.

Nitrosamin tartışması, birçok soğutma yağlayıcısı üreticisini nitritsiz soğutma yağlayıcısı geliştirmeye yöneltti. Burada unutulmamalı ki; daha eski yıllarda da suyla karışabilir soğutma yağlayıcılarının en büyük kısmı nitritsizdi.

1.3.1.5. Cilt Sorunları :

Gürültü sorunlarından sonra cilt sorunları, meslek hastalıklarının ikinci sırasına yerleşmiştir (Mesleki Topluluklar Ana Birliği 1978). Metal işleme endüstrisinde sorunların en büyük kısmı, yağlayıcı madde ile ilişki sonucudur.

Cilt hastalıkları arasında en önemlileri, yağ sivilceleri ve yağ egzamasıdır:

Yağ Sivilceleri : Su ile karışım oluşturmadan kullanılan soğutma yağlayıcılarıyla ilişkili olarak ortaya çıkan ve en sık karşılaşılan cilt hastalığıdır. Çoğunlukla yağlayıcının kendisi değil de, tersine içinde bulunan yabancı parçacıklar (konumuz içerisinde değil ama örneğin talaşlı şekillendirmede metal parçacıkları) neden olur.

Yağ Egzaması : Yağ egzaması kavramı içerisinde cilt hastalıklarından bir çokluk anlatılır. Yüzeysel olarak kızarmış, sıklıkla pul pul kazınan ya da nemlenen, çatlak dış görünüşlü egzama sözkonusudur (görünüş olarak). Akut zehirli egzamada (zehirli iltihaplı egzama), zararlı bir madde, doğrudan cildi etkiler ve kendine özgü bir görünüş oluşturur.

Dejeneratif egzama (deri aşınması), su ile karışır soğutucuların neden olduğu deri hastalıklarının en önemlisidir. Soğutucunun cilt ile sürekli ilişkisi sonucu, aşınma görüntüsü oluşur ve derinin koruma gücü kaybedilir. Kişilere bağlı allerjik egzama, dejenere olmuş egzama çevresinde bulunur ve ilgili kişilerde, belirli maddelere

karşı bireysel duyarlılıklar ortaya çıkar.

1.3.2. 25-11-1985 Tarihli OSHA Kararnamesi

25-11-1985 tarihinde ABD'de yürürlüğe giren OSHA (Occupational Safety and Healthy Act) kararnamesinde, mineral yağ hidrokarbonları, kanserojen açıdan tanımlanıyor ve uygun işaretlemeler yapılıyor. Sınırlayıcı işaretler, özellikle çözücü madde yani yan ürün elde edilmeden ya da kolayca hidrojene olarak işlenen ürünleri ilgilendirir (ceğer ürün hidrojene edilerek kararlı bir yapıya kavuşturulmuş olursa başka maddelerden ya da olaylardan etkilenmesi zorlaşacaktır ve bu da kanserojen ya da başka sağlığa zararlı maddelerin oluşumunu önleyecektir). Bu düzenlemeler, özellikle, kısmen kanserojen madde olarak belirtilen polisiklik aromat (PAH) oranını hedef alır. Ama analitikteki güvensizliğinden dolayı herhangi bir sınır değeri verilmez. Önemli oranda hafif hidrojene naftanik yağların, metal işleme akışkanları içerisine katıldığı ABD'de, bu ürünün değiştirilmesine gidildi çünkü OSHA'nın yaptığı bir işaretleme, kanserojen etkisine yönelik olarak bu ürünlerin kullanımını pratikte olanaksız hale getiriyor. OSHA'nın yeni düzenlemesi, ABD dışında da gerekli sonucu elde etmekte.⁴⁾

1.3.3. Talassız Şekillendirme Maddelerinde Klor

Klor içerikli yağlayıcılar, özellikle son yıllarda büyük tepki toplamaktadır. Metal işleme yağları, kısmen yüksek klor içeriklerinden dolayı özel ilgi çekmektedir. Tartışmanın şuanki konumuna göre, kullanılmış yağlar, gelecekte çöp yoketme kanunu içerisinde ele alınacak ve kararnameye göre daha ayrıntılı sınıflandırılacaklar.

Bunun anlamı; yüksek klor içerikli ve de özel çöp olduğundan yüksek harçlı şekillendirme yağlayıcılarının etkisiz hale getirilmesi gerektiğidir. Bu, eskimiş

(kullanılmış) yağın oluşmadığı devirdaimsiz yağlamada da yani kayıplı yağlamada da önemlidir, çünkü klor içerikli çekme yağı filmleri, daha sonra diğer ürünlerle orneğin organik klor bağlı temizleme sıvılarıyla birleşebilirler. Şekillendirme yağı, uygulamada hidrolik ve dişli kutusu yağı dolaşımına da ulaşabilir ve böylece etkisiz hale getirilmesinde özel çöp oluşturabilir.

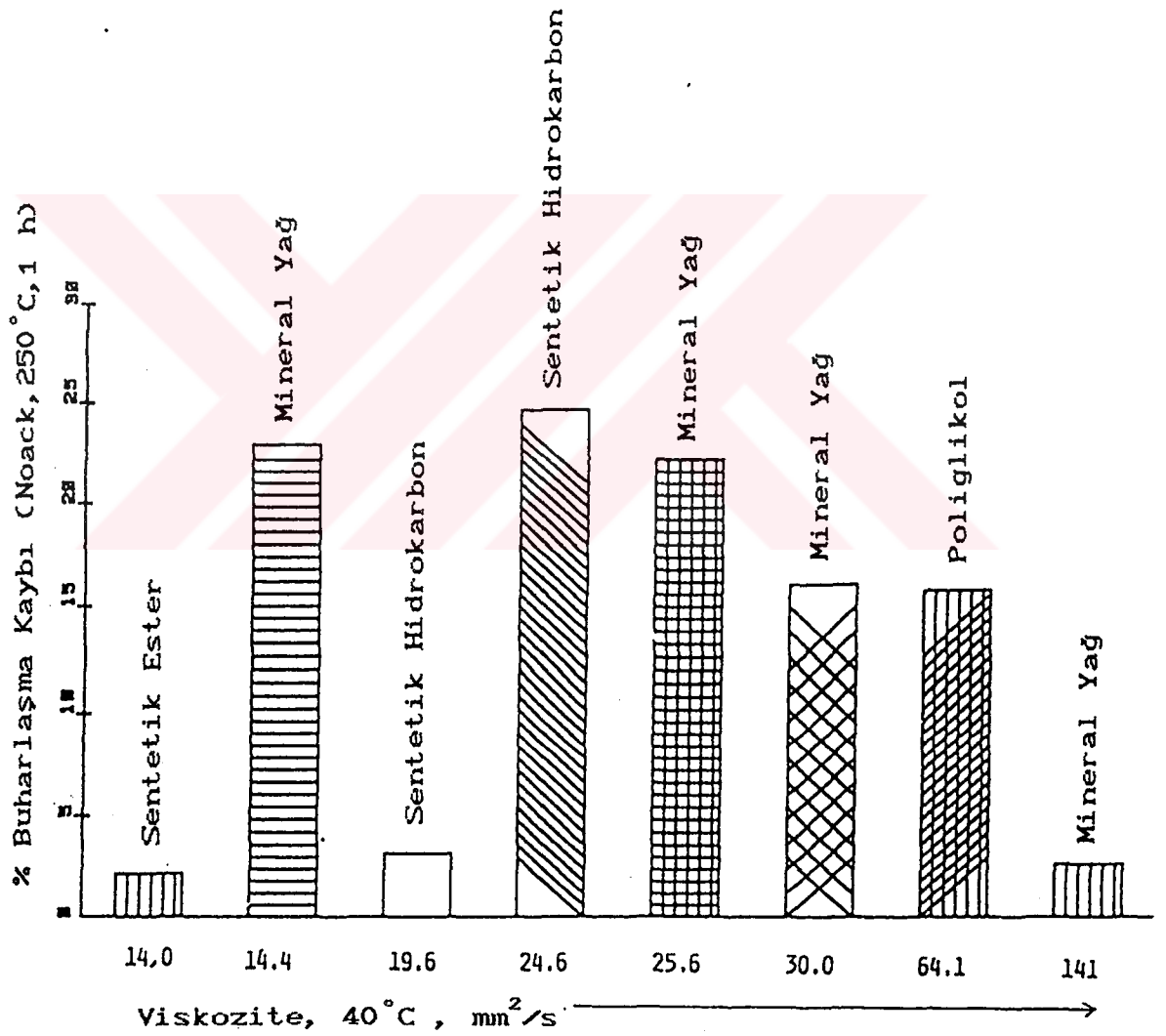
Klorsuz yağlayıcıların gelişmesi, bu yüzden belirgin bir şekilde artmıştır ve pratik kullanımda olumlu sonuçlar elde edilmiştir.⁴⁾

1.3.4. Çevre Dostu Yağlayıcılar

Son yıllarda adigeçen çevre dostu metal işleme akışkanlarının gelişimi belirgin oranlarda artarak teşvik edilmiştir. Bu gelişmede aslında önem verilen nokta; özellikle zehirlilik konusu dikkate alınarak hammadde seçimi ve ürünlerin kullanımında sis ve buharlaşma yoksulluğu değerine tam önemin verilmesidir.

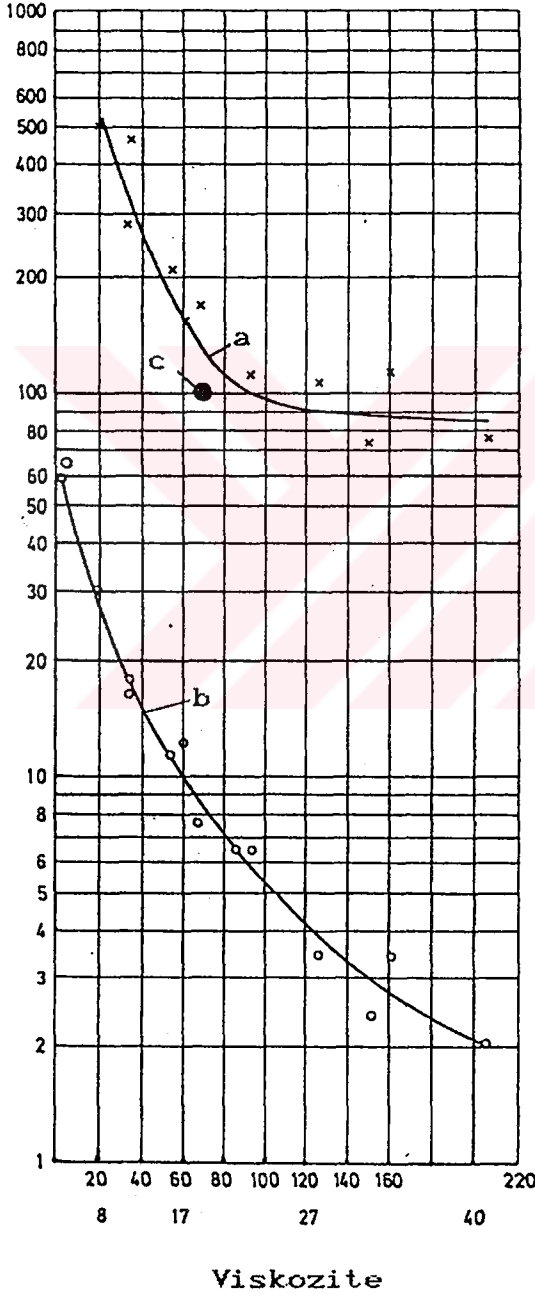
Özellikle düşük viskoziteli yağlarda çalışma bölgesi zorlamasından dolayı buharlaşma oranı oldukça önemlidir. Yeni gelişmeler sayesinde verilen koşullarda buharlaşma kayıplarında belirgin bir düşüş elde edilebilmiştir. Şekil 1.4., özellikle temel akışkanların seçimi sayesinde buharlaşma ile ortaya çıkan yukun yaklaşık %90 'a kadar azaltılabildiğini göstermektedir.

Şekillendirme yağları , başka özellikleri değiştirmeksizin sis yoksunu olarak üretilebilirler. Bu, şekillendirme yağının puskürtülerek uygulanması ve merkezi sirkulasyon sistemlerinin taşması konusunda önemli rol oynar. Şekil 1.5., normal ve sis yoksunu yağların "Yağ Sis İndeksi" nin, yağ viskozitesine bağlılığını göstermektedir.⁴⁾



Şekil 1.4. Talassız şekillendirme yağlayıcıları için temel yağlar, buharlaşma oranları

Yağ Sis İndeksi , NI



- a Standart yağlar
(sis fakiri olmayan yağlar)
- b Sis fakiri yağlar
- c DOP için değer
(tanımlamaya göre)

$$NI = k_p / k_r \cdot 100$$

k_p = Deneme yağı sis konsantrasyonu, mg / m³

k_r = Referans yağ (DOP) sis konsantrasyonu, mg / m³

mm²/s (20 °C)

mm²/s (50 °C)

Şekil 1.5. Yağ sis indeksinin viskoziteye bağlılığı

2. TALASSIZ ŞEKİLLENDİRME İÇİN SU İLE KARIŞAMAYAN YAĞLAYICI MADDELER

2.1. Giriş

Bir şekillendirme için yağlayıcı madde seçilirken gözönünde bulundurulmuş değerlerden biri de, yağlayıcının, yağlama mı yoksa soğutma amaçlı mı kullanılacağıdır. Su, iyi bir soğutucu olduğu için su ile karışım oluşturabilir yağlayıcılar, genellikle soğutmanın öncelikli olduğu yerlerde kullanılırlar. Ancak yağlamanın öncelikli sorun olduğu talassız şekillendirme işlemlerinde, çok iyi yağlama etkisi gösteren yani sürtünme özelliklerini en aza indiren, su ile karıştırılmayan yağlayıcılar kullanılır.

Sonuç ürünü olarak kullanılırlar ve akıcı, pastöz (pasta formunda) ya da katı formda üretilirler: ³⁾

Sıvı yağlayıcılar, değişik renk ve viskozitelerde yağimsı sıvılar olarak üretilirler. Genellikle bir hazırlık işlemi uygulanmadan kullanılırlar. Eğer içinde çökebilecek katı maddeler içeriyorsa, kullanmadan önce iyice karıştırılmalıdır. Bu işlemlerde, üretici önerilerine dikkat edilmelidir.

Katıksız olan sıvı yağlayıcılar, mineral yağlar, hayvansal ve bitkisel yağlar (fett yağlar) ve sentetik yağların yalnız başına ya da değişik oranlarda bileşimleriyle elde edilirler.

Basıncı emme yeteneğini iyileştirmek, sürtünme ve aşınmayı azaltmak için polar ve kimyasal aktif etki maddesi içeren, çözünmüş katı katı sıvı yağlayıcılar kullanılır. Polar etki maddeleri: Örneğin sentetik fett asit artıkları, fett yağlar, fett asitler. Kimyasal aktif etki maddeleri: Örneğin fosfor, klor ve kükürt bileşikleri.

Bunlardan ayrı olarak, suspansiyon edilmiş katı katıklar (grafit, mika, lithopen, molibdendisulfid, talk v.b.) içeren sıvı yağlayıcı maddeler de vardır.

Pastöz yağlayıcılar, değişik renk ve kıvamlarda macunlar (pastalar) şeklinde üretilirler. Kullanımda üretici

önerilerine dikkat edilmelidir. Yüksek kıvamlı olanların kullanımı, su banyosunda ısıtma ya da üretici önerilerine göre uçucu çözücü maddelerin eklenmesi ile kolaylaştırılabilir. Katıksız olanları, madeni yağdan, sentetik yağdan, bitkisel ya da hayvansal fett maddelerden, doğal ya da sentetik mumlardan, sabunlardan ve benzeri maddelerden oluşan kararlı karışımlardır. Bundan ayrı olarak, yukarıda adı geçen polar ve kimyasal aktif etki maddesi içeren çözünmüş katıklılı ya da katı katıklar içeren pasta formunda yağlayıcılar da vardır.

Su ile karıştırılmadan kullanılan sabunlar ve diğer mumumsu yağlayıcılar, pul, iğne ya da toz formunda sert sabun ve mumlar şeklinde üretilirler ve genellikle bu koşullarda kullanılırlar. Çözünmüş katıklılı olanlarında, polar ve kimyasal aktif etki maddeleri vardır. Katı maddelerin süspansiyon edildiği katı katıklılı mum cinsi yağlayıcılar da bulunmaktadır.

Aşağıda ana karışım maddeleri daha ayrıntılı bir şekilde anlatılmaktadır. Katı maddelerle ilgili olarak 4. bölümde daha ayrıntılı bilgi alınabilir.

2.2. Mineral Yağlar

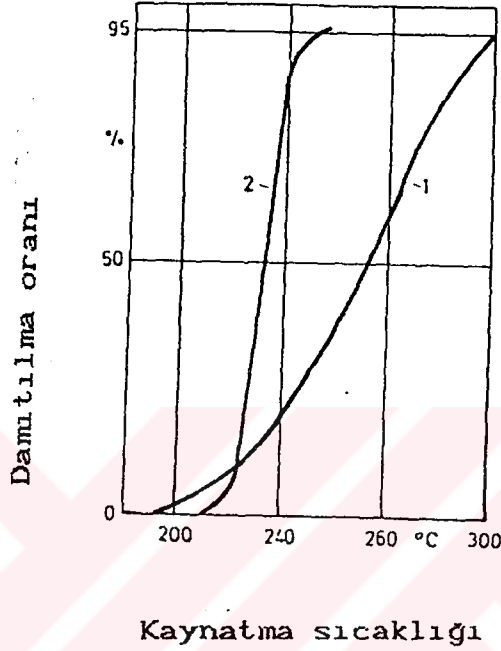
Su ile karışım oluşturmadan kullanılan yağlayıcı madde grupları içinde oranca en önemlileri mineral yağ hidrokarbonlarıdır. Suyla karışım oluşturmayan talassız şekillendirme yağlayıcıları içinde kullanılan hammaddelerin yaklaşık %50 sinin mineral yağ hidrokarbonları olduğu kabul edilebilir.⁴⁾ Farklı kökenden ve farklı rafinasyon derecelerinden mineral yağlar kullanılabilir. Bu baz yağların bu koşullara bağlı çeşitli kimyasal bileşimleri, yağlayıcı maddelerde kullanım için aşağıdaki özelliklere sahiptir:

a) Tribolojik etkiler : Viskozite-sıcaklık ilişkisi viskozite-basınç ilişkisi, sınır yüzey etkileri,

b) Katıklar için çözünme ilişkisi : Moleküler ağırlık; aromatik karbon değeri, C_A ; naftanik karbon değeri, C_N ,

c) Eskime (yaşlanma) durumu,

- d) Yağı uzaklaştırma sırasında emulsiyon olma eğilimi,
- e) Zehirleyicilik durumu,
- f) Buharlaştırma (uçma) durumu



- 1 Geniş kaynama aralıklı mineral yağ (yaklaşık 200°C dan 300°C a kadar); hadde yağları için elverişli değil
- 2 Dar kaynama aralıklı mineral yağ hidrokarbonları (yaklaşık 220°C dan 245°C a kadar); hadde yağları için elverişli

Şekil 2.1. 20 °C sıcaklıkta 17mm²/s viskoziteye sahip mineral yağ kesiminin kaynama alanı

Madeni yağlar, çok iyi hidrodinamik yağlama gösterirler. Ancak metal işlemede karşılaşılan aşırı yük durumlarını her zaman yalnız başlarına karşılayamazlar. Ancak bazı katkı maddeleri katılarak ağır işlemler için kullanılabilir. Yalnız başına madeni yağların soğutma yeteneği, suyunkinden 4 kere daha azdır ancak eğer düşük viskoziteli olanları kullanılırsa daha iyi bir soğutma elde edilebilir. Zaten su ile karışım oluşturulmadan kullanıldıklarında normal bir soğutma ve

kuvvetli bir yağlama istenmektedir.

Şekil 2.1., eş viskoz mineral yağların, çok değişik bir kaynama eğrisine sahip olabileceğini göstermektedir. Çevre ve çalışma alanı sorunları bakımından, bu farklı kaynama olayına bağlı farklı buharlaşma özellikleri yanında, tribolojik etkilerde ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden kaynama kesiti genişliğinin, haddedeleme önemli bir etkiye sahip olabileceği görülmektedir.

Dar kaynama akışına (olayına) sahip mineral yağ hidrokarbonları, östenitik levhaların haddelenmesinde, geniş kaynama alanlı mineral yağ hidrokarbonlarından daha geçerli sonuçlar ortaya çıkarır; bu, gaz faz yapısı ve buna bağlı ısı toplama aracılığıyla açıklanmıştır.

Hampetrolün destilasyonu sonucunda elde edilen bazı ürünler, madeni yağ elde edilebilecek şekilde yeniden rafine edilirler. Bunlar, başlıca ince, orta ve ağır yağlardır.

Şekil 2.2., rafinasyon olayı sırasında, yağlayıcılara ait birkaç örnek olarak, şematik bir şekilde kaynama durumu ve viskoziteyi anlatır. Bir kaynama alanının, yaklaşık 300°C dan başladığı görülebilir.

Mineral yağlar, çeşitli rafinasyon derecelerinde bulunabilirler. Çözünür madde elde edilen parafinik yağlarda, bugün bir zorluk noktası bulunmaktadır. Düşük rafine edilmiş naftanik yağlardan uygulamalar (örneğin; yalnızca asitle işlenmiş ya da hafif hidrofine edilmiş yağlar), zehirli oluşlarından dolayı geri plana itilmişlerdir.

Madeni yağlar ile fett yağlar dediğimiz hayvansal ve bitkisel yağlar arasındaki ayırım, hayvansal ve bitkisel yağların yapılarında bir oksijen köprüsünün bulunmasıdır.

Tüm yağ çeşitlerini doğrudan doğruya hampetrolde elde etmek olanaksızdır. Hampetrolün rafinasyonu ile elde edilen bazı yağlar, daha sonra istenen özellikleri sağlamak üzere birbirleri ile ve gerektiğinde katkı maddeleri ile çeşitli oranlarda karıştırılarak kullanılırlar. Piyasada çeşitli marka ve cinslerde madeni yağ satılmaktadır. Ancak bütün bu madeni

yağların hammaddesi aynı olduğuna göre neden bu yağlar birbirlerinden farklıdır. Bunun iki nedeni vardır: Birincisi, madeni yağ üretiminde kullanılan baz yağların kimyasal özelliklerinin değişik olmasıdır. İkincisi ise, baz yağlara katılan katkı maddeleri çeşit ve oranlarının değişik olmasıdır

Madeni yağların temelini hidrokarbonlar oluşturduğu için bunların ayrıca anlatılması yararlı olacaktır.

2.2.1. Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar, düz zincirli, dallanmış zincirli ve halkalı olabilirler. Molekül içerisindeki karbon atomlarının sayısına ve dizilişine bağlı olarak; normal sıcaklık ve basınç koşullarında gaz, sıvı ya da katı hallerde bulunabilirler:

4 karbon atomluya kadar gaz

4-20 karbon atomlular sıvı

20 den fazla karbon atomlular katı

Parafinin karbon sayısı 20'nin üstünde olduğu için katıdır ve bundan çözünür maddeler elde edilebilir.

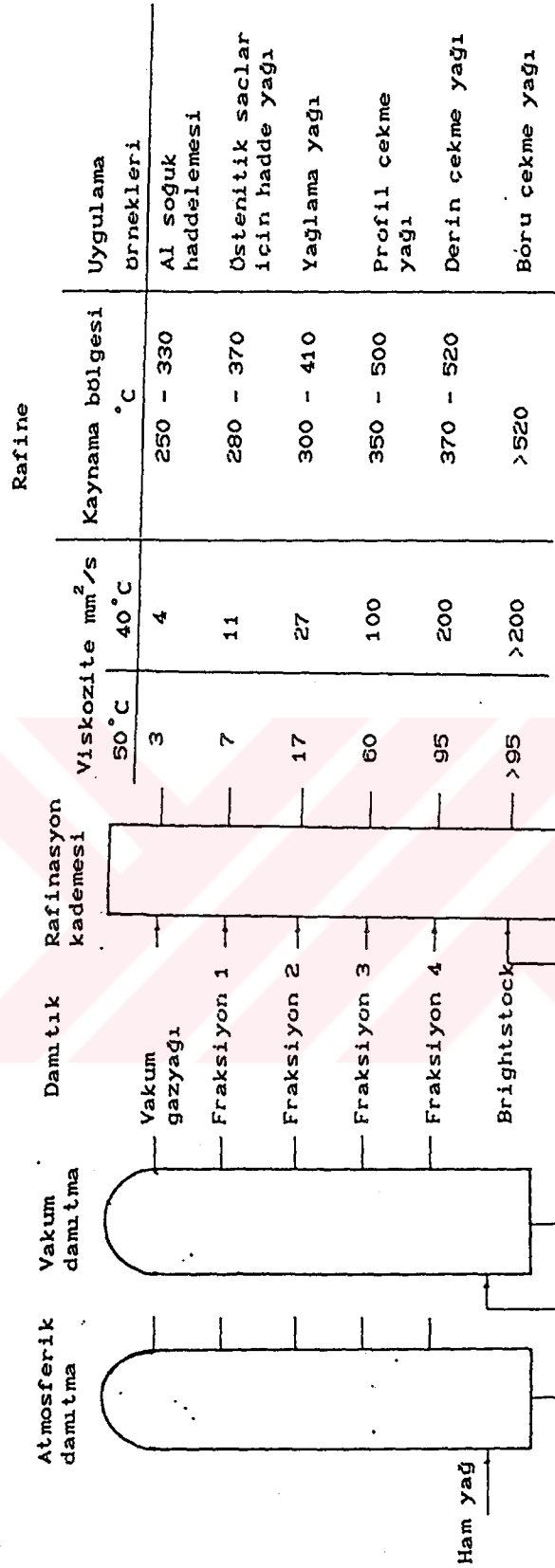
Tablo 2.1. de bazı ürünlerin karbon atomu sayıları ve bunların ayrılma sıcaklıkları (Champetrolden ayrıldığı sıcaklık) bulunmaktadır.

Hidrokarbonlar, adlarından da anlaşılacağı gibi yalnızca karbon ve hidrojenle oluşan bileşiklerdir.

Tablo 2.1. Bazı ürünlerin karbon sayıları ve bunların ayrılma sıcaklıkları⁶⁾

Ürün Adı	Karbon Sayısı	Ayrılma Sıcaklığı(°C)
Kerosen	C ₁₀ -C ₁₆	175-300
Vazelin	C ₁₈ -C ₂₀	>
Parafin	C ₂₁ -C ₄₀	>

Not : C₁₆ dan sonrakiler parçalanma yöntemiyle daha küçük hidrokarbonlara dönüştürülürler.



Şekil 2.2. Talassız Şekillendirme Yağlayıcıları İçin Mineral Yağlar

Karbon atomunun, diğer karbon atomları ya da başka element atomları ile bağlanabilecek 4 kovalent bağı vardır. Hidrojen atomu ise tek bağlı olup, ancak tek bir değişik element atomu ile bağlanabilir.

Hidrokarbonlar, suda çözünmezler ancak birçok organik çözücülerde kolayca çözünürler. Renksiz ve tatsız olup, saf oldukları zaman kokusuzdurlar.

Madeni yağlar, kimyasal yapı bakımından başlıca üç büyük gruba ayrılırlar: ^{7,8)}

- Alifatik
- Aromatik
- Karışık (Alifatik + Aromatik)

Alifatik Yapıda Olanlar : Uzun karbon ve hidrojen atom zincirlerinden yapılmışlardır. Bu zincirler, bazen bir halka da oluşturabilirler.

Alifatik yapıda olan madeni yağlar, yapısına göre;

- Parafinik
- Naftanik

olmak üzere ikiye ayrılır.

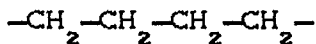
Yapıdaki tüm karbon atomları hidrojen atomları ile doldurulmuş ise bu tip hidrokarbonlara, doymuş hidrokarbonlar denir ve bunlar parafinler (Cetkileşmeye pek yatkın olmadıklarından), parafinik hidrokarbonlar ya da alkanlar/sikloalkanlar olarak bilinirler.

Düz zincir yapıları, normal parafinler

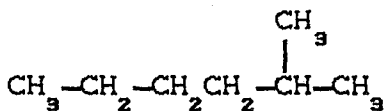
Dallanmış zincir yapıları, isoparafinler

Halka yapıları, siklo parafinler ya da naftenler.

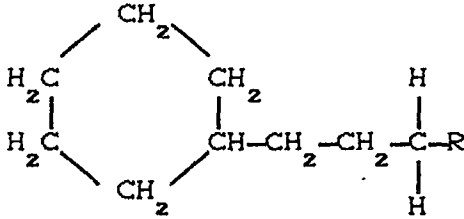
- Parafinik yapıda olan madeni yağların yapısı:



- İso parafinlerin yapısı:



- Naftanik yapıda olanlar da ise CH grupları, bir zincir yerine bir halka oluştururlar:



Kaba formulu bakımından hernekadar aromatik halkaya benzerse de fonksiyonu bakımından tamamen alifatiktir.

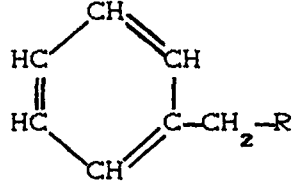
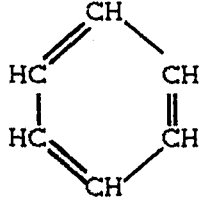
Parafinik hidrokarbonlardan elde edilen yağlama yağlarının derecesi yüksektir. Bunlar, yüksek oranda mum içerirler ve asfaltik maddeler yok denecek kadar azdır.

Naftanik (asfaltik) hidrokarbonlardan elde edilecek yağlar, hemen hemen hiç mum içermezler, önemli oranda asfaltik madde vardır. Viskoziteleri, parafinik olanlara göre sıcaklığa karşı daha duyarlıdırlar. Ancak özel yöntemlerle parafinik esaslılara eşdeğer hale getirilebilirler.

Asfalt maddeleri, yağlarda yüksek viskoziteye, renk kararmasına ve yüksek karbon bakiyesine neden oldukları için istenmeyen maddelerdir.

Ham parafin destilatları ile bakiye yağlarda bulunan mum, yağların atmosferik sıcaklıkta katılaşmasına neden olur.⁷⁾

Aromatik Yapıda Olanlar : Bu yapıya sahip olan madeni yağların aslını, bir benzen halkası oluşturur. Aromatik sınıfın, alifatik sınıfa göre üstünlüğü, birçok maddelerin türetilmesinde baş rolü oynayabilmesidir. Alifatik hidrokarbonlardan yalnızca alifatik bileşikler yapılabilmesine karşın, aromatik hidrokarbonlardan birçok sınıflar türeyebilir.



Hidrokarbon yapısında olması gerekenden daha az sayıda hidrojen atomu bulunursa yani karbon atomları alabileceği max. hidrojeni henüz almamış ise bunlara doymamış hidrokarbonlar denir. Bu hidrokarbonların karakteristik özellikleri; bitişik iki karbon atomunun birbirlerine 2 ya da 3 bağ ile bağlanmış olmalarıdır. Bu bağlar, çift ya da uçlu bağ olarak isimlendirilir. Bunlar, tek bağların tersine daha zayıftırlar. İki karbon arasında iki ya da üç tane elektron çifti ortaklaşa kullanıldığından doymamış hidrokarbonlar, etkileşmeye çok yatkındırlar. Diğer bileşiklerle ya da kendi kendileri ile etkileşerek önemli ürünler verebilirler.

Aromatik ve Alifatik (mixed base) Yapıda Olanlar : Bu tip madeni yağlar, hem doymuş hem de doymamış hidrokarbon molekülleri içerirler.

Kimyasal yapıya göre mineral yağ hidrokarbonlarının dağılımı, tipik hidrokarbon dağılım örnekleri ile birlikte aşağıdaki gruplamayı gösterir (talassız şekillendirme yağlayıcıları için temel yağlarda olduğu gibi):

Tipik parafinik	: C _N	% 33
	C _A	% 0 - 15
Tipik naftanik	: C _N	% 38
	C _A	% 7 - 18
Aromatik ekstralar (çıkarmalar)	: C _A	> % 30

C_A = Aromatik yapıdaki karbon
 C_N = Naftanik yapıdaki karbon
 C_P = Parafinik yapıdaki karbon

$$C_A + C_P + C_N = \% 100$$

Farklı karbon yapıları, yani aromatik, naftanik ve parafinik karbon değeri, yoğunluk ve kırılma indisine (sayısına) yansır. Karbon yapısı araştırmaları, bu yuzden, bu her iki büyüklüğe ve viskoziteye de dayanır; kızılotesi (infraruj) spektroskopisi ile karbonların dağılımı da kolayca araştırılır.

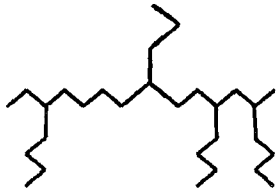
Madeni yağların özellikleri, hidrokarbonların yapılarına (çeşidine) göre aşağıdaki gibi özetlenebilir:

1) Düz parafin zinciri :



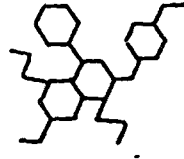
- Yüksek viskozite indeksi
- Yüksek oksidasyon stabilitesi
- Yüksek akma noktası

2) Dallanmış parafin zinciri :



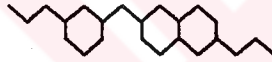
- Yüksek viskozite indeksi
- Yüksek oksidasyon stabilitesi
- Molekül uzunluğuna bağılı olarak düşük akma noktası

3) Naftanik halka, kısa parafin zinciri :



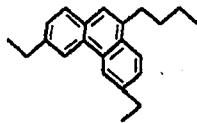
- Düşük viskozite indeksi
- Yüksek oksidasyon stabilitesi
- Düşük akma noktası
- Soğukta pseudo (yalancı) plastik hale gelme

4) Naftanik halka, uzun parafin zinciri :



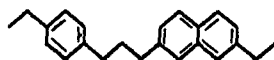
- Yüksek viskozite indeksi
- Yüksek oksidasyon stabilitesi
- Molekul yapısına göre düşük akma noktası

5) Aromatik halka, kısa parafin zinciri :



- Düşük viskozite indeksi
- Yüksek termal stabilite
- Düşük oksidasyon stabilitesi
- Molekul yapısına bağlı olarak düşük akma noktası

6) Aromatik halka, uzun parafin zinciri :



- Düşük viskozite indeksi
- Aromatik halka oranı azaldıkça yüksek oksidasyon stabilitesi
- Molekül yapısına göre düşük akma noktası

2.3. Sentetik Baz Yağlar

Yağlama tekniğinin diğer alanlarında olduğu gibi, sentetik yağların kullanıldığı yağlayıcılarda da artış olmuştur. Bu yağlar, genellikle ham petrolden elde edilemeyen ancak ham petrol esaslı yağların yağlayıcı özelliklerine sahip olan yağlardır. Bu tür yağlar, başlangıçta hayvansal, bitkisel ve özellikle de madensel yağların içine sentetik katkıları yapılarak elde edilmişlerdir. Ancak günümüzdeki gelişmeler ile artık bu yağlayıcılar tamamen sentetik yağlar olarak üretilmektedir.

Sentetik hidrokarbonlar arasında, özellikle polialfaolefinler, alkil benzol ve polibuten (sentetik kauçuk) sayılabilir. Poliölefinlerin, sıcak işlemede, şekillendirme olayından sonra küçük moleküllere ayrılmış (depolimerize olmuş) artıksız yüzeyler sağladıkları ve daha üstün oksidasyon ve aşınma dayanımı gösterdikleri için mineral yağlara göre kısmen üstünlükleri vardır.

Suda çözünür glikoller, genellikle kolay uzaklaştırılabilirliklerinden dolayı yani şekillendirme işleminden sonra yağdan arındırma kolay olduğundan sulu yıkama sıvılarında üstünlükleri sunar. Bu cins yağlayıcıların parlama noktaları yüksek, uçuculuk ve akma noktaları düşüktür. Isıya çok dayanıklı olup (poliglikoller, -40°C ile 260°C arasındaki sıcaklıklarda kullanılabilirler), viskozite indeksleri madeni yağlara göre daha yüksektir. Çok iyi yağlayıcılık özelliğine sahiptirler. Bu yağlayıcı ile emülsiyon yapılabilen ve çoğunlukla hadde ve presleme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Sentetik esterler (örneğin; dibazik asit esteri, fosfat

esteri, silikat esterleri, organik esterler ve de fett yağlar, polar karakterlerinden dolayı, yağlama tekniğinde uygun yağlama özelliklerine sahiptirler. Sentetik esterler, doğal bitkisel ve hayvansal fett yağlara karşın, daha uygun yaşlanma dayanıklılığı ve çoğunlukla da sıcak işlemede, artıksız buharlaşma ya da ayrışma şeklinde üstünlüklere sahiptir. Sentetik esterler içerisinde en önemli olanı, organik esterlerdir. -60°C ile 300°C arasındaki sıcaklıklarda kullanılabilir. Dikbazik asit esterleri ve fosfat esterleri, -60°C ile 250°C arasında kullanılabilir ya da yüksek sıcaklık greslerine katılabilir.

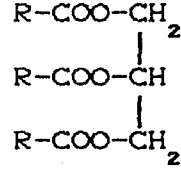
Silikonlar, çok uygun viskozite-sıcaklık eğrilerine sahiptirler. -40°C ile 300°C arasında kullanılabilirler. Ancak silikonların, henüz diğer sentetik yağlar kadar geniş bir kullanım alanı yoktur. Başka yağlayıcılara katılarak da kullanılırlar, örneğin yüksek sıcaklık gresleri gibi. ^{1,4)}

2.4. Polar Etki Maddeleri

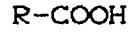
Polar etki maddeleri, metal dış yüzeyinde adsorpsiyon (emme) ve de kimyasal emme aracılığıyla, plastik şekillendirme yağlayıcı maddelerinin yağlayıcılık özelliklerini iyileştirirler. Etki mekanizması, EP-etki maddelerinin etki mekanizması ile daima doğru olarak sınırlandırılmaz. Etkinliğin düşük sıcaklıklarda başladığı, ama yine bir ölçüde de düşük sıcaklıklarda sona erdiği bir gerçek. Şekil 2.3., polar olmayan mineral yağ hidrokarbonları ve EP-etki maddelerinin karşılaştırılmasını göstermektedir. Çeşitli yağlayıcı madde deney makinalarında bu şeklin sonucu ortaya çıkmıştır. Burada sınır yüzey sıcaklığının üstünde sürtünme katsayısı uygulanmaktadır.

Aşağıda, talassız şekillendirme yağlayıcı maddeleri için polar etki maddelerinden en önemli üç grup bulunmaktadır: ⁴⁾

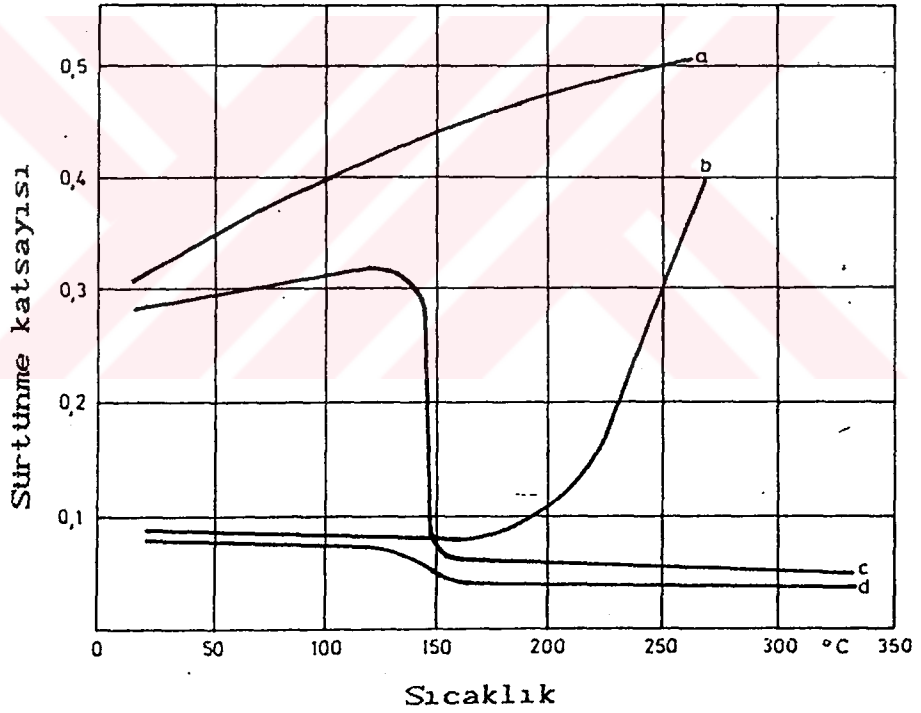
a) Doğal fett maddeler
Gliserid



b) Fett asitler
(Karbon asitleri)



c) Sentetik esterler



Şekil 2.3. EP-katıqlarının ve polar etki maddelerinin sıcaklığa bağıllığında sürtünme davranışı

a) Mineral yağ

b) Polar etki maddesi

c) EP-katıqlı mineral yağ

d) EP-katıqlı ve polar etki maddeli mineral yağ

2.5. Çok İşlevli Etki Maddeleri

Polar yağlayıcı madde katıklarından birçoğu, talafsız şekillendirme için kullanılan ürünlerde daha geniş görevler almaktadırlar: Örneğin; korozyon önleme, gerekirse yağın uzaklaştırılabilirliğinin iyileştirilmesi gibi. Bu etki maddelerinden üç tanesi aşağıda özetlenmiştir: ⁴⁾



2.6. EP-Etki Maddeleri

EP-etki maddesi olarak, herşeyden önce klorlu, kükürtlü ve fosforlu maddeler adlandırılır. Bu maddeler, uygun sıcaklıkta metaller ile reaksiyona girer ve metal klorür, metal fosfid (fosfat) ve metal sulfidden yağlama etkili filmler oluştururlar. Bu filmler, birbirine değen yüzeylerde sert ve elastik bir tabaka oluştururlar ve sürtünen yüzeyler arasındaki kuvvetli basınç etkisiyle bu tabakalar yağlama işlevini yerine getirirler. Bu reaksiyonlar, kuvvetli sıcaklık bağımlıdır, öyleki; yağlama etkinliği, şekillendirme olayı sırasında belirli sıcaklıklarda başlar. Oluşan reaksiyonların karmaşıklığı, EP-katıklarının etkinliğinin başlangıcı ve bitimi için uygun (tam doğru) sıcaklık değerleri

elde edilmesine izin vermez. Buna karşın şu bilinir ki; oluşmuş sulfidin sıcaklık dayanımının yaklaşık 1000°C a ulaşmasından dolayı çelikte kükürt bileşikleri yaklaşık 200°C dan başlayarak etkili olurlar. Klor bileşikleri ile çelikte reaksiyon 50°C in altında başlayabilir. Buna karşın; oluşmuş reaksiyon tabakası, yalnızca yaklaşık 300°C a kadar dayanıklıdır.

Aşağıda klorlu, kükürtlü ve fosforlu EP-etki maddelerinin en önemlileri bulunmaktadır:⁴⁾

- Cl Klorlu parafinler
Klorlu fett yağlar
Sulfoklorlu fett yağlar (hem kükürt hemde klor içerir)
- S Sulfurlu fett yağlar
Organik mono- ve disulfidler
Sulfurlu polibuten (sentetik kauçuk)
- P Fosfor asid esterleri
Çinkodialkilditiyofosfatlar

EP-katıkları içerisinde bulunan maddelerden işlev yönünden en önemlisi kükürttür ve oranı şekillendirme derecesine göre belirlenir. Kükürt, özellikle madeni yağ içerisinde elemanter ya da bir kükürt bileşiği şeklinde bulunur:

- Kükürt, madeni yağ içine doğrudan doğruya ısıtılarak karıştırıldığında, şeffaf olmayan bir yağlayıcı elde edilir. Kükürtün böyle elemanter yapıda bulunduğu durumlarda yağlayıcının yağlama özelliğinde bir iyileşme gözlenmez ama çok ağır koşullarda kullanılabilir. Kükürtün serbest olarak bulunması, sarı malzemelerde korozyona neden olabilir ve ayrıca renkleri koyu siyah olduğundan şekillendirilen malzemenin görülmesini engeller.

- Eğer kükürt, organik yağ molekülleri (hayvansal ve bitkisel yağ molekülleri) ile reaksiyona girmiş bileşikler halinde madeni yağ içinde bulunuyorsa, şeffaf görümlü bir

yağlayıcı elde edilir. Bunun hazırlanışı için kukurt, balık yağı ya da iç yağı gibi bir hayvansal yağ ile kaynatılarak bir bileşik elde edilir. Bu bileşik, şekillendirme zorluk derecesine göre belirli orandaki madeni yağa karıştırılarak yağlayıcı hazırlanır. Bu yağlayıcıların korozyon etkisi daha azdır ve kukurt bileşiğinden dolayı çok iyi bir yağlama yaparlar. Şekillendirme sonrasında uzaklaştırılmaları daha kolaydır.

EP-katıklarının, metal yüzeyi ile reaksiyona girdiği bilinmektedir. Ancak eğer katık çok aktif ya da çok düşük sıcaklıkta reaktif ise bu durumlarda korozyona neden olurlar. Örneğin serbest kukurt, sarı metallere (bronz, pirinç v.b.) etki eder. Bu nedenle kukurt, klor ve fosfor gibi aktif maddeler, şekillendirme sırasında basınç etkisi ile sıcaklığın yükseldiği alanlarda reaksiyona geçebilecek bir özelliğe sahip olmalıdırlar. Örneğin kukurt, genellikle organik yağlar ile kimyasal olarak bileşik durumundadır. Klor ise hidrokarbon molekülündeki bir ya da daha çok hidrojen yerine bağlanmış olarak bulunabilir.

Hazırlanan yağlayıcılar içerisine korozyon önleyici çeşitli katıklar (petroleumsulfonat, fosfor asidi ester tuzları, fett asit polidiethanolamidi v.d.^{9,10}) katılarak, EP-katıklarının korozyona neden olma etkileri yok edilebilmektedir.

2.7. Kalınlaştırıcılar

İstenen kıvam derecesine ulaşmak için kalınlaştırıcıların eklenmesi ile yağimsı ürünlerden pastöz (pasta formunda) ürünler elde edilebilir. En çok bilinen kalınlaştırıcılar: Alkali sabunlar (lityum, sodyum ve potasyum alkali metal sabunları gibi), toprak alkali sabunlar (kalsiyum ve baryum toprak alkali metal sabunları gibi), benton ve silika yani silis jeli (jellerde, petek şeklindeki katı iskelet içinde sıvı faz bulunmakta). Yağimsı ürünler içindeki pigmentler,

dolgu maddeleri ve katı yağlayıcı maddeler gibi katı maddelerin disper olmasının da (dağılmasının da) oran ve çeşidine göre yine kalınlaştırma etkisi vardır. Kural olarak; ürünlerin saklanması sırasında katıkların çökmesinin önüne geçmek için yukarıda sözü edilenlerden başka özel daha ağır katı maddelerin stabil olarak saklanmasında, yeterli bir kalınlaştırma bir varsayımdır da.

Aşağıdaki sınıflama, talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddeleri içinde kullanılan en önemli kalınlaştırıcıları içermektedir:⁴⁾

Sabunlar	:	Fett asitlerden alkali ve toprak alkali tuzlar
Diğer organik kalınlaştırıcılar :		
Anorganik jel yapıcılar	:	Montmorillonit-türevler, (benton), Silika jeli
Tümü yağda erimez katı maddeler :		Pigmentler, Dolgu maddeleri, Katı yağlayıcı maddeler

2.8. Yağda Erimez Katıklar

Talaşsız şekillendirme yağlayıcı maddelerindeki yağda erimez katıklar, aşağıdaki gibi değişik şekillerde tribolojik işlevlerini yerine getirirler: Başlangıç formunda (ilk formda) sürtünen parçaları ayırması (örneğin; karbonatlar, bununla birlikte tribokimyasal etkili bileşikler de). Bu olay, erime oranları (örneğin; balmumu ya da bor asidi) ya da özel kristal yapıları (örneğin; MoS_2) sayesinde olur. Teorik (tam doğru) mekanizmalar asla olası değil; yağda erimeyen katıklarda da EP-etkisi bulunabileceğinden, kural olarak çeşitli sonuçlar (etkiler) birbirine karışmaktadır.

Bu katıkların en önemlileri şunlardır:⁴⁾

Organik : Polimerler: Polietilen (PE),
Poliamid (PA),
Politetraetilenetil (PTEE)
KW (Kristalize Wax)-balmumları
Balmumu esterleri

Anorganik : Alkali ve toprak alkali karbonatlar ve
bikarbonatlar
Silikatlar
Bor asitleri
Grafit
Grafit-florur
Hexagonal bornitrit
 MoS_2
Çinkosulfit
Kristalize olmuş (kristalleşmiş) kükürt tozları

3. TALAŞSIZ ŞEKİLLENDİRME İÇİN SU İLE KARIŞTIRILARAK KULLANILABİLEN YAĞLAYICILAR

3.1. Giriş

Talaşsız şekillendirmede yağlama olayının on planda olduğu ve ısı taşımanın on planda olduğu yöntemler arasında ayırım yapılmalıdır. Tel üretimi ve sac şekillendirmede, çoğunlukla ısı taşıma en önemli nokta ki; burada emülsiyon formunda suyla karışabilir yağlayıcılar kullanılmaktadır.

Fiziksel değerlerinden dolayı, su ile en iyi ısı taşıma işlemi yapılır. Su kötü bir yağlayıcı olduğu için, içine iyi yağlama maddelerinin katılması gerekir. Talaşsız şekillendirmedeki iyi yağlayıcılar, hepsi suda erimez olan yağlar, fettler ve kimyasal aktif etki maddeleri grubuna dahildirler. Bunlar böylece emülsiyon olmuş formda kullanıma giderler⁹⁾.

Su ile karışabilir yağlayıcı maddeler, akıcı, pastöz (pasta formunda) ve katı sonuç ürünü olarak bulunabilirler ve bunlar; çözeltiler, emülsiyonlar ve dispersiyonlar şeklinde kullanılabilirler⁹⁾.

Sıvı (akıcı) yağlayıcı maddeler, değişik renk ve viskozitelerde, homojen sıvılar ya da suspansiyonlar şeklinde üretilen, emülsiyon yapılabilir ya da çözünabilir karışımlardır. Katıksız olanları, mineral yağlar, aniyon etkili ve iyonize olmamış emulgatörler ve de korozyon önleyici maddelerden emülsiyon verebilen stabil karışımlar şeklinde ya da sınır yüzey etkili bileşikler içeren doğal ve sentetik yağlayıcılar ve sudan oluşan emülsiyon verebilir stabil karışımlar (mineral yağ içermezler) şeklinde üretilirler.

Basınç emme yeteneğini iyileştirmek, surlunme ve aşınmayı azaltmak amacıyla çözünmüş katıklar içeren, emülsiyon yapılabilir ya da çözünür konsantreler oluşturabilir sıvı yağlayıcı maddeler kullanılır. Bu çözünmüş katıklar, polar etki maddeleri (örneğin fett yağlar ve fett asitler) ve kimyasal

aktif etki maddeleri (örneğin fosfor, klor ve kükürt bileşikleri) içerirler.

Ayrıca suspansiyon (asılı) haldeki katı katıklar (örneğin grafit, mika, lithopen, molibdendisulfid, talk v.d.) içeren, emülsiyon yapılabilir ya da çözünabilir konsantreler verebilen sıvı yağlayıcı maddeler de vardır.

Su ile karışabilir pastoz yağlayıcılar, değişik renk ve kıvamlarda, pastalar şeklinde üretilirler. Satın alındığı gibi ya da su ile seyreltilerek kullanılabilirler. Normalde su eklemesi yalnızca kıvam ayarlaması içindir. Katıksız olanları, mineral yağ, emülgatörler, doğal ve sentetik mumlar, sabunlar ve sudan oluşan; su içinde yağ ya da yağ içinde su emülsiyonları verebilen stabil karışımlardır. Bundan ayrı olarak; yukarıda adı geçen polar ve kimyasal aktif etki maddeleri içeren çözünmüş katıklı ya da suspansiyon edilmiş katı katıklar içeren, pasta formunda, su ile karışabilir yağlayıcılar da vardır.

Su ile karıştırılarak kullanılabilen sabun ve diğer mumumsu yağlayıcılar, granül (tanecik), pul ya da akabilir formda üretilirler. Katıksız olanlar, negatif iyon etkili ve iyonik olmayan emülgatörler ve suda çözünür sabunlardan oluşan mumlardır. Yine bunların da, çözünmüş katıklı ya da suspansiyon edilmiş katı katıklar içerenleri bulunmaktadır.

Bu sabun ve diğer mumumsu yağlayıcılar, çoğunlukla seyreltik çözeltiler içinde kullanılırlar. Üretim için gerekli olan su, olanak olduğunca işletme sıcaklığına ısıtılır (bu, genelde yaklaşık olarak 100°C dir). Ekleme, kuvvetli karıştırma altında küçük miktarlarda olur. Herzaman hızlı eklemekten dolayı dipte çözünmemiş kütlelerin çökmesinden sakınılmalıdır. Bu yağlayıcı maddeler, toz, pul ya da granül halde olduğundan satın alındığı gibi de kullanılabilir. Örneğin stearatlar ile çelik tel çekme.

Su ile karıştırılarak kullanılan yağlayıcıların temelini oluşturan yağlar ve fett yağlar, aşağıda daha ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Sentetik yağlar ve diğer içerik

maddelerine 2. bölümde değinildiği için konuya burada bir daha ayrıntılarıyla girilmemiştir.

3.2. Suyla Karışabilir Yağlar

En genel durumda, suyla karışabilir yağların temelini mineral yağlar oluşturur (ayrıntılı bilgi için bak. Bölüm 2.2.). Emulgator sistemden ayrı olarak yağlama özelliklerini iyileştirmek için çoğunlukla fett maddeler katılır. Katık olarak, bitkisel ve hayvansal yağlar ve son zamanlarda da sentetik fett maddeler kullanılır. Bitkisel ve hayvansal yağlar, iyi yağlama özelliklerine sahiptirler ancak omurleri çok kısadır. Ayrıca gıda maddesi olarak da kullanıldıkları için fiyatları yüksektir ve buyuzden de sanayide çok fazla kullanılmazlar. Tablo 3.1., suyla karışabilir yağlar için fett maddelere örnekler vermektedir. Bu maddeler, değiştirilmiş formda da kullanılırlar; örneğin, epoksit ya da partialgliseridden elde edilen oksidat, kondensat ya da kısmen parçalanmış formdaki ürünler gibi.

Kullanım amacına göre konsantredeki fett madde oranı değişebilir. Özellikle tel çekme tezgahlarında, hiç mineral madde bulundurmayan tersine yalnızca fett yağlar içeren emulsiyonlar yaygındır.

Tablo 3.1. Su ile karışabilir yağlar için fett maddeler⁹⁾

Yer fıstığı yağı (Peanut Oil)	
Balık yağı	
Domuz yağı (Lard Oil)	Adipin asit esteri
Hindistan cevizi yağı (Coconut Oil)	Butilesterat
(Hurma çekirdeği yağı)	
Hurma yağı (Palm Oil)	Pentaerythritester
Kolza yağı (Rapeseed Oil)	Trimetilolpropanester
Hint yağı (Castor Oil)	
Soya yağı (Soybean Oil)	

Suyla karıştırılarak hazırlanan yağ olmayan, aslında EP etki maddesi olarak bilinenler ikinci planda rol oynarlar. Daha ağır şekillendirme işlemlerinde özel katkı gerektiren bölgeler için gerçi arasına klor parafinler, faktisler ya da polisulfidler kullanılır, ama çoğunlukla böyle durumlarda çekme fettlerinden katıklar kullanılır.

Çeliğin sıcak haddelenmesi sulu ortamlarda, alüminyumun sıcak haddelenmesi ise seyreltik soluble oil (yağ ile yağ-su emülsiyonu oluşturabilecek emülsiyeye edici maddeler içerirler) emülsiyonu bulunan ortamda gerçekleştirilir. Çeliğin otomobil gövdesi kalınlığındaki soğuk haddelenmesi ve yumuşak şeritlerin yapımında özel soluble oiller kullanılır. Ancak sulu fazlarda çeliğin sürekli paslanması tehlikesi vardır. Bu yüzden; emülsiyonların yeterli oranda korozyon önleyici madde^{9,10} içermesi gerekir. Petroleumsulfonat, fosfor asidi ester tuzları ve fett asit polidiethanolamidi, emülgatörler için iyi korozyon önleme özelliklerine sahiptirler. Oldukça sık korozyon tehlikesi olabilmesine karşın, bazen benzoat, borat ve silikat da katkı olarak kullanılabilir.

Demir dışı metaller, değiştirilmiş kükürt ya da azot bileşikleri sayesinde renk değiştirmekten korunurlar.

Stabil konsantreler ve daha stabil emülsiyonlar, stabilizatör denen maddeler aracılığıyla elde edilirler. Bu maddeler, herşeyden önce emülsiyon yapmış yağ damlacıklarının hidrat ortusunu etkilerler ya da çözünmeyi sağlayan maddeler olarak düşünülebilirler. Örnek olarak; butanol, oktyldiol, etilenglikolmonoeter ve de su verilebilir.

Eğer emülgatör bileşiminde emülsiyonun köpürmesine neden olan bir eksiklik varsa, konsantreye köpük gidericiler eklenir. Köpük gidericiler, prensipte ne yağ ne de su içinde çözünürler. Bunlar, her iki fazda da serbestçe dağılabilirler ve emülsiyonla hava arasındaki sınır yüzeyde etkiyerek köpük kabarcıklarını hızlıca patlatırlar.

Dağılan köpük giderici parçacıklar, emülsiyondan, metal ya da kir parçacıkları üzerinde adsorpsiyonla ya da filtreleme ya

da santrifuj pompadaki santrifuj yuk gibi mekanik etkilerle çok kolay taşınırlar; böylece emülsiyon, tekrar hemen kopurur. Bu yüzden; kopuk giderici eklenmesi her nekadar vazgeçilmezde olsa geçici bir önlem olarak görünmektedir.

Metal sabunları ya da silikon, plastik şekillendirme tekniğindeki emülsiyonlar için etkili birer kopuk gidericidirler. Ancak orneğin, yanlış silikon bileşimi seçimi, laklama (vernikleme) işini, birleştirme, kalaylama ya da çinko kaplama ve de plastik ortuyu derinden bozabileceği için bu kopuk gidericilerin kullanımında kesinlikle sonraki işlem basamağına dikkat etmek gerekir.

Sonuçta, kayıplı yağlamada yer almayan emülsiyonlar için konsantreler mikrobizid (mikrop oluşumunu önleyen düzenekler, maddeler) ile donatılmışlardır ("Emülsiyonların Bakımı" bölümünde anlatılıyor). ^{1,9,11,12)}

3.3. Suyla Karışabilir Fettler

Bunlar, genellikle çekme fettleri olarak adlandırılırlar. Bileşenlerinden dolayı kalite bakımından (nitel olarak) benzerdirler, ancak oran olarak (nicel olarak) suyla karışabilir yağlardan değişik hazırlanırlar. Bu hayvansal ve bitkisel yağlar, alüminyum, bakır ve bakır alaşımlarının soğuk haddelenmesinde de kullanılırlar.

Eğer yağlayıcı madde içinde yağ içinde ayrışan pigment bulunmalıysa ya da özel katıklara gereksinim varsa, suyla karışabilir fett yapılar seçilir. Yüksek sabun içeriği, konsantreyi koyulaştıracaksa ya da yağlama bileşiği katı ise fett kıvamlı yağlayıcı maddeler kullanılır.

Hayvansal+bitkisel yağlar (fettler) ile madeni yağlar ve bunların karışımları ile elde edilen yağların yağlayıcılık (çok miktarda polar molekül içermeleri organik yağlayıcılara iyi bir ıslatma ve yağlama özelliği kazandırır) ve koruma özellikleri çok iyi olmakla birlikte soğutma özellikleri iyi değildir. Bu yüzden de çoğunlukla su ile karıştırılarak

kullanılırlar.

Suyla karışabilir fettle, düşük su oranı olduğunda, yağ içinde su sistemi, yüksek su oranı olduğunda da su içinde yağ sistemidirler. % 20 den % 70 e kadarki yüksek su oranı, fetti herşeyden önce stabil, kullanılabilir (yönlendirilebilir) ve gerektiğinde bir emülsiyona katılabilir yapar.

Emulgator sistemler, suyla karışabilir yağlardaki gibi benzer yapıdadır. Diğer maddelerde de gerçek benzerlikler bulunmaktadır. Fett yağlayıcı madde olarak ençok, akışkanlarda olduğu gibi yine modife edilmiş (uyarlanmış) katı ürünler kullanılır. Tablo 3.2. katı fett yağlayıcılar için örnekler vermektedir:

Tablo 3.2. Katı fett yağlayıcılar ⁹⁾

Hindistan cevizi fetti (yağı)
Paraffingatsch (hiçbir işlem görmemiş, ham parafin)
Sığır iç yağı
Domuz ya da kaz yağı
Lanolin (yapağı yağ - yun yağı-)
Birkaç mum (balmumu)

Katı fett yağlayıcılardan yapılmış emülsiyonlar, yüksek basınç altında çoğunlukla sıvı fett yağlayıcılardan yapılmış olanlardan daha iyi yağlama etkisine sahiptirler. Dağılmış pigmentlerden dolayı, kullanımda gittikçe artan basınç ve sürtünme direncine ulaşılır; ayrıca pigmentler ayırma etkisini yükseltirler; bunun anlamı, şekillendirilen parçanın, takıma kaynama tehlikesinin daha da azalmasıdır. Tablo 3.3. , bazı pigment örnekleri vermektedir:

Tablo 3.3. Suyla karışabilir fettlerdeki pigment örnekleri ⁹⁾

Boraks	Çinkosulfid
Borik asit	Kristalize (kristalleşmiş)
Tebeşir	kükürt tozları
Talk (pudra)	Aluminyumstearat
Grafit	Kalsiyumstearat
Mika	Molibdendisulfid
	Sentetik madde(plastik) tozları

Sodyum sabunu oranı, suyla karışabilir fettler içinde genellikle yüksektir; çünkü bununla iyi yağlama etkisi elde edilir. % 5 in üzerindeki sodyum sabunu içeriği, çoğunlukla yağlayıcı maddenin fett kıvamında olmasını sağlar. İyi yağlama etkili hint yağı (fett) asitlerinin belirgin türevleri, sıvı yağlı ürünleri katı kıvama getirir.

Film dayanımının arttırılması için suyla karışabilir fettler, özel katıklar ile donatılabilirler. Bu amaçla; suda ya da yağda çözünür yüksek polimerler yaygındır. Bu katıklar, yüksek basınç altında yağlayıcı filmin yırtılmasını azaltabilir ama genellikle kesme dayanımları iyi değildir. ^{8,13,21,22)}

Fett yağların en kötü yanları, çabuk bozulmaları ve kısa sürede kokuşmalarıdır. Bu yağlar, bakterilerin üremesine olanak tanır ve çabuk okside olurlar. Bu yüzden kalınlaşmaya ve aşındırıcı asitlerin oluşumuna yol açarlar. Bozulduktan sonra çalışan kişilerin cildine de zarar verebilir. Bundan dolayıdır ki; fett yağlar genellikle başka maddelerle birlikte kullanılır.

3.4. Suyla Karışabilir Yağ Ve Fettlerin Uygulanışı

Şekillendirme olayı ve bunun zorluğu, suyla karışabilir yağ ve fettlerin seçimini belirler.

Sacların soğuk haddelenmesi için hadde yağı emülsiyonları

bulunur. Önceleri en çok hurma yağı emülsiyonları kullanılırken, birkaç yıldan beri katıkl mineral yağ emülsiyonlarının kullanımı öne geçmiştir. Çalışan silindirde mikro-kaynamaya neden olmaksızın hadde oyuğunda iyi bir kesit küçülmesine ulaşmak için şekillendirme ısısının yanında, tam ayarlanmış bir yağlama etkiside önemlidir. Bir sonraki standa yaklaşılmadan önce yağın, bandı uniform olarak kaplamasını sağlamak için her bir standın çıkış tarafına uygulama yapılmalıdır.

Diğer taraftan, levha kaymamalıdır (ağızdan kaçmamalıdır). Son oyuktan sonra, sıyırma ile kullanılmamış arta kalan emülsiyondan kurtarılabilir. Bundan ve doğal olarak özel emülsiyon yapısından dolayı tavlama fırınında, levha üzerinde demir sabununun toplanmasından kaçınılmış olunur (bu toplanma, temperlenmiş levhalar üzerinde kuvvetli leke oluşumuna neden olur).

Dolaşım (sirkulasyonlu) sistemlerde yağ-su emülsiyonu, hem yağlayıcı hem de soğutucu olarak kullanılır ve sürekli kullanım içindir.

Tel çekmede, yüksek çekme hızından dolayı yüksek şekillendirme sıcaklıkları ortaya çıkar. Özellikle bu işlemde, tel yüzeyinde kalite istenir. Bu işlem, özellikle emülsiyonlarla yapıldığı için, yağlama etkisinin iyi olması gerekir.

Suyla karışabilir yağlar en çok bakır ve çelik tel (küçük çaplı) üretiminde kullanılır. Önceden çinko ya da bakır kaplanmış da olabilen daha küçük boyutlu demir tel üretiminde, suyla karışabilir pigmentsiz fettleler kullanılır.

Tel çekme emülsiyonu öyle seçilmek zorundaki; kayma ile çalışan çekme diski aracılığıyla yapılan yeterli kuvvet iletimi sırasında çekme taşında iyi bir yağlama etkisi sağlansın. Bakır tel tezgahları için örneğin, saf fett emülsiyonları başarıya ulaşmıştır, ama bugün çok hassas çekme için hala sabun çözeltileri kullanılmaktadır.

Çoğunlukla emülsiyonla doldurulmuş çekme makinası önünde

bir fett yağlama on makinası vardır. Bu on yağlamadaki fett, tel üzerinde emulsiyona kadar taşınır ve bu yüzden de kesinlikle çekme emulsiyonu ile uyumlu olmalıdır.

Levha şekillendirme için düşük şekillendirme derecelerinde çekme yağı emulsiyonları, daha yüksek şekillendirme derecelerinde çekme fett emulsiyonları ve zor şekillendirmelerde pigmentli çekme fettlei kullanılır. Karışım, gerekli yağlama etkisine göre belirlenir. Yüksek şekillendirme dereceli ağır çekmelerde, 1:2 ye yakın karışım oranlarına gereksinim vardır. Bu karışım oranlarında, sac kırılmalarının (yırtılmalarının) olabileceği en tehlikeli yerlere ayrıca saf çekme fettlei el ile sürülür. Daha hafif şekillendirme derecelerinde 1:10 oranına kadarki seyreltiler yaygındır.

Çok kademeli presler, çoğunlukla ek emulsiyon kaplı olarak işletilirler. Bu sırada, pigmentli çekme fett emulsiyonlarının sürekli karıştırılmasına ya da devir-daim yaptırılmasına dikkat edilmelidir (pigmentin çökmesini önlemek için).

Sert sac parçalarının basit formlarda basımı, EP katkılı yağ emulsiyonları ile başarılabilir. Klorlu emulsiyonlarda korozyon tehlikesinden dolayı şekillendirme işleminden hemen sonra yıkama yapılması unutulmamalıdır.

Daha küçük, az karmaşık parçaların ekstruzyonu, yüksek parça hızlarında katıklı yağ emulsiyonları ile kolayca yapılabilir, bununla birlikte bu uygulama, öyle geniş bir yer tutmamaktadır. Pigmentli fett yağ emulsiyonları da en çok molibdendisülfid ile kullanım bulmaktadır.

Şekillendirmede kullanılan yardımcı madde artıklarının uzaklaştırılabilirliği, seçim için kriter olabilir. Bu konuda pigmentli fettle bazen dezavantajlı durumdadırlar. Bu yağlayıcı için çözünür maddelerin buharlaştırılarak uzaklaştırılması tam uygun değildir. En iyisi, ölçülü bir alkalimadde puskurterek uzaklaştırmadır, eğer işlemin sıcaklığı yüksek ise, fett içinde bulunan fett yağlayıcı maddeler çoktan sıvılaşıır. Kötü yıkama olayı sonuçları ile

genellikle düşük yıkama sıcaklıkları sonrasında karşılaşılır. Yağdan yapılan emülsiyonlar, bu konuda daha az kritik olduğu için, birçok kullanıcı tarafından daha çok istenmektedir.^{9,19)}

3.5. Emülsiyonlar

Emülsiyonlar, fiziksel olarak, çözeltilere (solutions) ya da homojen karışımlara değil, tersine dispers (dağılmış) sistemlere benzerler. Tablo 3.4. bilinen dispers sistemlerin bir sıralamasını vermektedir:

Tablo 3.4. Dispers sistemler⁹⁾

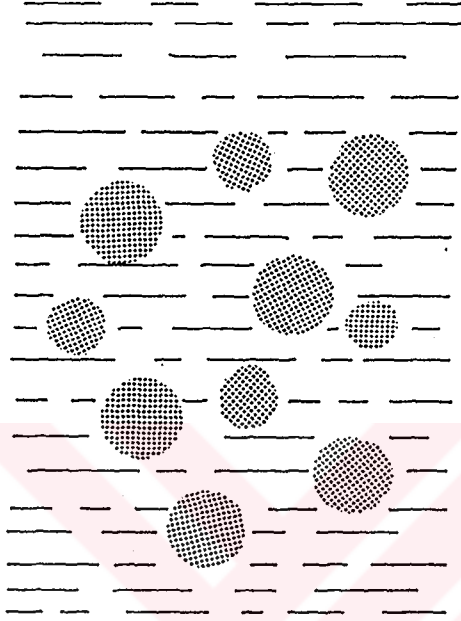
Sistem	İç Faz	Diş Faz
Köpük	Gaz	Akışkan
Sis	Akışkan	Gaz
Duman	Katı madde	Gaz
Emülsiyon	Akışkan	Akışkan
Suspansiyon	Katı madde	Akışkan

Bir akışkan içindeki gazın dispers dağılımı, köpüktür. Bir gaz içindeki akışkanın, sis. Bir gaz içindeki katı maddenin, duman (buğu). Bir akışkan içindeki katı maddenin, suspansiyondur (katı asıltılar).

Bir emülsiyon, bir akışkan içindeki bir diğer akışkanın dispers dağılımıdır ve bu akışkanlar birbirleriyle karışamazlar.

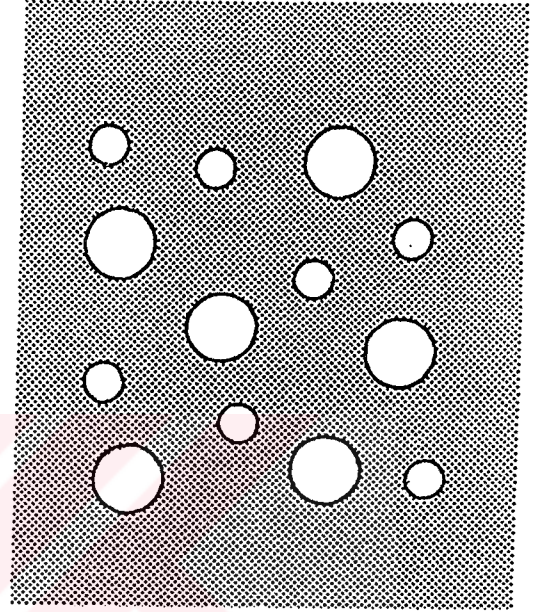
Köpükte; iç fazın (örneğin; hava), bir dış faz tarafından (örneğin; yıkama maddesi eriyiği) çevrelendiği açıkça ortadadır. Emülsiyonlarda da birbirine bağlı iç ve dış faz ayırtedilebilir.

Şekil 3.1. bu durumu açıklamaktadır. Eğer dış, bitişik faz su ve iç faz yağ ise, su içindeki yağ emülsiyonu söz konusudur. Eğer dış, bitişik faz yağ ve iç dispers faz su ise, ozamanda



o/w

Su içinde yağ



w/o

Yağ içinde su

Şekil 3.1. Emülsiyon tipleri

yağ içindeki su emülsiyonu sözkonusudur.

Kullanım koşullarından dolayı çoğu durumda, su içindeki yağ emülsiyonları sözkonusudur. Çekme fettlelerinde ise bazen yağ içindeki su emülsiyonları sözkonusu olabilir; bu emülsiyonlar, su içindeki yağ emülsiyonları kullanım konsantrasyonunu hazırlarken geçiş yaparlar. Bu geçiş, faz değiştirme olarak adlandırılır ve dışarıdan renk değişimlerinden, daha kuvvetli viskozite değişimlerinden ve bir köpük cinsi değişiminden belirlenebilir.

Eğer birbirleri ile karışamayan iki akışkandan bir emülsiyon hazırlanacaksa, yeni yüzey yapısı için uygulanacak

iş için yeterli miktarda mekanik işe (titreşim, karıştırma, homojenleştirme) gereksinim vardır. Yapılan emülsiyonlar, çoğunlukla az stabildirler ve kısa bir süre sonra ağır yük ve tekrar bağımsız kalan yüzey işi etkisi altında ayrışırlar.

Emülsiyondaki yağ damlacıklarının büyüklüğü, emülsiyonun kararlılığı açısından önemlidir. Emülsiyondaki yağ damlacıkları ne kadar küçük ise emülsiyon o kadar kararlıdır. Yani su ile yağ birbirlerinden kolayca ayrılamazlar ve bu durumlarını uzunca süre koruyabilirler. Genellikle iyi bir kararlılık için su içinde dağılmış yağ damlacıklarının büyüklüğü 0.0001 mm den büyük olmamalıdır.

Eğer doğru yüzey aktif maddeler emülsiyon araçlarına katılırsa, ozaman su içine basit boşaltma işlemi ile emülsiyonlama başarılabilir, yani fazla bir karıştırma işlemi gerektirmez. Yüzey aktif maddeler, emulgatör olarak etkirler.

Olanak olduğunca suyun taşımacılığından kaçınmak için kullanıcıya konsantre olarak verilir. Kullanıcı yalnızca emülsiyonu hazırlar. Burada üreticinin önerisine tam olarak uyulmalıdır. Kesinlikle değişik kökenden konsantreler birbirleri ile karıştırılmamalı ya da harmanlanmamalı. Çünkü tamamen tehlikeli olabileceği olasılığı olmasa bile, emülsiyon oluşturabilirliği kuvvetlice etkileyebilir.

Eski bir fıçıda başlayan emülsiyon hazırlaması geçmişte kalmıştır ama buna karşın halen bazı modern işletmelerde teknikten tamamen yetersiz bu uygulama kullanılmaktadır. Bu işletmelerdeki değişim, daha çok harcamalı ama daha az bilgiyle, özel olarak hazırlanmış plastik kaplardır (bu kaplar ne yazık ki tam olarak boşaltılamıyor. Bu yüzden; her iki durumda da son uygulamadan artıklar kalıyor ve bozulmadan kaynaklanan mikropları, yeni harmanın içine taşıyor).

Genellikle makina içinde emülsiyonun hazırlanması, temiz ve düzenli olmayan bir karıştırma kabı içindeki hazırlamaya yeğlenir, çoğunlukla daha sonra makinalar iyice temizlenir. Eğer sıvı yağ içeren konsantrelerden emülsiyon yapılacaksa, olanak olduğunca su miktarı ölçülü katılmalıdır. Makinanın,

daha doğrusu pompanın karıştırması sırasında ölçülü konsantre miktarı katılmalıdır. Daha büyük merkezi sistemler; konsantre, bir pompa yardımıyla fiçidan alınıp su içine pompalandığı için oldukça sorunsuz doldurulabilirler.

Emülsiyonun her kullanım amacına göre, kullanılacak sudan belirli şeyler istenir. Su, soğuk ya da hafif ısıtılmış kullanılır. Eğer suyu ısıtmak gerekirse bu işlem, karışıma başlanmadan önce yapılmalıdır. Kayıplı yağlama için kullanılacak emülsiyonlarda, yaklaşık 20°dH sertliğe kadarki şehir suyu kullanılabilir. Ancak iyi kararlı emülsiyonlar elde etmek için en iyi su, sertlik derecesi 10-15°dH arasında olanıdır. Eğer emülsiyon, yüksek sıcaklıklarda kullanılacaksa, daha büyük buharlaşmanın olacağını hesaba katarak tamamen tuzu alınmış su kullanılması önerilir. Yağmur suları, tamamen tuzu giderilmiş su ve kondensat, emülsiyon üretimi için saf olarak genellikle uygun değildir, çünkü köpürme eğilimini arttırırlar. Bunlar, yalnızca su sertliğini istenilen sertlik derecesine düşürmek için katık olarak karışım suyuna katılmalıdırlar (özellikle sertlik derecesi 40°dH üzerinde olan sularda). Hiçbir doğal yumuşak su kullanıma hazır değildir. Orneğin yağmur suları, korozyon oluşturan maddeler içerebilir. Kısmen tuzu alınmış ya da yalnızca sertliği giderilmiş su da kullanım için uygun değildir, çünkü ilkel su gibi aynı tuz miktarını içerir ve sodyum iyonuna karşı yalnızca kalsiyum ve magnezyum iyonu değişir.

Eğer emülsiyon yapımı için 20°dH üzerinde sertlikli su kullanılacaksa, kullanımdan önce bu su, aşağıdaki şemaya göre yumuşatılmalıdır⁹⁾:

100 l suda her 1°dH yumuşatmak için
ya yaklaşık olarak

2 g yanmış soda (Na_2CO_3) ya da

5 g kristal soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ya da

5 g trinatrium fosfat ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)

suya katılır.

Yukarıda anılan tuzlardan birinin erimesinden sonra

çözelti, tamamen berraklaşınca kadar böylece bırakılır. Dipde biriken çamur, daha sonra dışarı alınmalıdır.

40°dH nin üstünde sertliğe sahip suyun, belirtilen yonteme göre yumuşatılması önerilmez. Çünkü gerekli olan kimyasal maddelerin oranı, suyu kullanılamaz duruma getirir. Böyle durumlarda ve büyük miktarlarda emülsiyona gereksinim duyulan daha büyük işletmelerde, emülsiyon hazırlama odalarında bir su yumuşatma cihazı (iyon değiştirici) yerleştirilmesi önerilir.

Emülsiyon için kullanılacak suyun yumuşatılması 0° ye kadar yapılmamalıdır. Her zaman söylendiği gibi geçerli değer, 10°dH dolaylarındadır. Su içinde yağ emülsiyonları (o/w) ya da çözeltiler verecek konsantreler hazırlanırken sürekli karıştırma altında karışım suyuna katılırlar ya da karıştırma cihazı kullanılır. Yağ içindeki su emülsiyonları (w/o) veren konsantrelerde; ekleme işleminde suyun sürekli karıştırılarak yağlayıcı maddeye katılması önemlidir.⁹⁾

Kademeli olarak otomatik hazırlama aletlerinin kullanımına geçilmiştir. Bunların hepsi aynı prensibe göre çalışırlar: Konsantrenin emildiği bir venturi ağzı aracılığıyla konsantre emilir ve akan su içine toplanır. Konsantre sevki, öyle bir regülatör ile donatılmıştır ki; karışım oranı değiştirilebilir.

Suyla karışabilir fettler, genellikle fett içine suyun karıştırılmasıyla hazırlanırlar. Ortaya çıkan heterojenliği ayarlamak için özellikle uzun süreli bekletilmiş (saklanmış) fettlerin, ilk su eklenmesinden önce iyice karıştırılması gerekir. Hazırlık işlemi sırasında, başlangıçta daha az ve hissedilir kıvam değişikliği olur, ancak daha sonraki su katılması sırasında dikkatli olunmalıdır. Son konsantrasyona, daha sonraki su ekleme kritik değildir. Suyla karışabilir fett emülsiyonları, hazırlandıktan hemen sonra kullanılmalıdır, çünkü bunlar, genellikle çökebilen ve bundan dolayı da emülsiyonun geri kalan kısmında eksik bulunan pigmentler içerirler.

Eğer pasta formundaki yağlayıcılar, emülsiyon yapmak için

konsantre olarak satıŖa sunulacaksa, karıŖım akıŖkan oluncaya kadar su eklenir. Bundan sonra akıcı konsantre, iyi karıŖtırma yapılarak hesaplanmış olan karıŖım suyunun geri kalanı içine dokulur. Bu arada konsantrenin, w/o emülsiyonunun, bir o/w emülsiyonuna dönüşümü de sozkonusudur. Özellikle kararlı, ince taneli emülsiyonlar ortaya çıkar. Amaca ulaşmak için karıŖım suyu, 30-40°C arasında olmalıdır.

Suyla karıŖabilir yağlar, üreticinin kesin önerilerine göre yağ içine suyun katılmasıyla hazırlanırlar. Genellikle kararsız (stabil olmayan) ve özellikleri tamamen kontrol edilemeyen emülsiyonlar elde edilmesi tehlike oluşturur.

Katı madde içeren tüm akıcı karıŖımlar, sürekli karıŖtırılarak ya da benzeri aracılığıyla çökelti oluşumundan korunmalıdırlar.

3.5.1. Emülsiyonların Kontrolü

Emülsiyonun fett değeri (miktarı), önemli bir kullanım kriteridir. Şekillendirme olayına göre, %1 ve %20 arasındadır, çekme fettlelerinde daha yüksektir. Fett miktarı kavramı, ozenle seçilmemiştir; konsantre miktarı ya da tuz asidiyle (hidroklorik asit ile) ayrılabilir maddelerin miktarı demek daha iyidir.

Makinada kontrol için, basit bir el kırılma ölçerine (Handrefraktometer) gereksinim vardır, laboratuardaki kontrollerde; emülsiyonun normlara uygun asitle parçalanma deneyi yapılır. Elde bulunan bir faktör ile kullanıcı, her iki durumda da konsantre miktarını, toplanan değerlerden belirleyebilir. Çok iri taneli ya da çok iri taneli olmuş emülsiyonlarda, kırılma ölçer yöntemi uygulanamaz. Asitle parçalama, bir ara fazın yapısından dolayı emülsiyondaki yüksek tortu (çuruf) kısımlarında zorluklar oluşturur; bu zorluklar, bazen alüminyumsulfat eklemeye azaltılabilir. Eğer emülsiyonun eski halinden dolayı kapsamlı (iyi) ayırma yapılamıyorsa, her ne olursa olsun yabancı yağ sonucu

değiştirir.

Bir emülsiyonun kirlenme derecesi, filtrasyon ile bulunur. Özellikle yüzey kalitesinde iyilik ve ölçü hassasiyeti istendiğinde, bu değer düşük olmalıdır.

Bir emülsiyonun pH değeri, oldukça dar sınırlar içinde olmalıdır. Eğer 8 in altına düşerse, kararlılık ve korozyon önleme özellikleri kötulesir, 9 un üstündeki değerlerde, demir dışı metallerin aşınma tehlikesi yanında, sürekli emülsiyonla temas halinde olan makina çalışmasının cildine zarar verme sorunu vardır. İşletmede pH değeri en kolay olarak, 0.2 pH birimi hassaslıkla, karışma olmayan özel indikatör çizgileri (turnusol kağıdı) ile yapılır.

Bir otomatik pH ölçerin basit kullanımıyla, en güvenilir değerler elde edilir.

Bulaşmış (karışmış) tuzlar, bir emülsiyonun kararlılığını ve şekillendirilen malzemenin sorunsuz işlenmesini engeller. Tuzlar, asitle yıkanan ya da kireçlenen malzemeler aracılığıyla emülsiyon içine bulaşırlar. Sonradan katılan, uygun olmayan su da, yükselen tuz miktarı için bir nedendir. Sonunda, şekil değiştirme bölgesindeki metal yüzeyiyle emülsiyon bileşeninin reaksiyonu sonucu, tuzlu bileşikler ortaya çıkar. Tuz miktarı için oran olarak, emülsiyonun özel işletme yeteneği alınabilir. Bu, bir iletkenlik ölçer cihazıyla (konduktometer) mikrosiemens/cm biriminde ölçülür.

Bakır çekme emülsiyonlarının kontrolü için, emülsiyon içinde çözünen bakır, birkaç kere belirlenir. Emülsiyon içindeki elementer bakır dışındaki toplam bakır miktarının izlenmesi daha anlamlıdır; çünkü su ve yağda çözünmeyen bakır bileşikleri, çekme taşı, çekme diski ve çekilen tel üzerinde kötü çökelmeler (tortulaşmalar) oluşturabilir.

Emülsiyonlar, mikroorganizmalar için iyi bir ortam oluştururlar. Bakteriler, mayalar ve mantarlar, emülsiyonun sulu fazında yaşarlar ve emülgatör miktarını azaltırlar. Bu arada oluşan madde değişim (metabolizma) ürünleri, asidiktir ve emülsiyonun pH değerini düşürürlər. Her ikisinden dolayı;

emülsiyon stabilitesi zarar görür ve korozyon önleyiciliği kötüleşir.

Kötüleşen emülsiyon stabilitesi gerilmeye ve yağlamaya doğru gider: Bakteri oluşumuyla birlikte emülsiyon içindeki emülgatör miktarında azalma gözlenecektir. Böyle olunca da; emülgatörler, su ve yağ damlacıklarının birbirlerine bağlanmasını sağladıklarından, bu bağda kopmaya doğru giden bir gerilme oluşacaktır. Bakteri oluşumu sürdükçe, emülgatör azalması da devam edecektir ve sonunda bağ kopacağından yağ ayrışması olacaktır. Ayrışan bu yağ, su yüzeyinde birikecek ve karışımın hava almasını önleyeceğinden, emülsiyonun bozulması da hızlanacaktır.

Emülsiyonlar kullanılmadığı zamanlar hava girişi kapatılır; bu koşullar altında oksijensiz yaşayabilen (anaerobik) bakteriler, hidrosülfürü (kükürtlü hidrojeni) serbest bırakarak kükürtlü emülgatörleri parçalara ayırırlar. Bunlar, özellikle cihaz tekrar harekete geçtiğinde çok kötü kokular çıkarır. Yeterli mikroorganizma sayısına erişildiğinde, sonunda hastalıklar ortaya çıkar ve makina personeli cilt hastalıklarına yakalanabilir.

Mikroorganizmalı bir emülsiyonun durumunu düzenli olarak kontrol etmek, bu yüzden gereklidir. Bundan ayrı olarak; bakteriler, mantarlar ve mayalar için seçici jelatin tabakalı test çubukları da kendini kanıtlamıştır. Bu çubuklar, bakteriler konusunda eğitilmemiş personel tarafından kullanılabilir.

3.5.2. Emülsiyonların Bakımı

Sistematik bir emülsiyon bakımı, aslında yalnızca merkezi sistemlerde olasıdır; buna karşın tek tek doldurulan makinalarda da emülsiyon iyileştirilmesinin yapılması gerekir.

Merkezi sistemlerin yeterli büyüklükteki emülsiyon kapları ile donatılması gerekir. Emülsiyonun ana kısmının makina

içinde bulunduğu ve merkezi tankların, toplam emülsiyon miktarının yalnızca bir kısmını karşılayabileceği durumlar elverişli değildir.

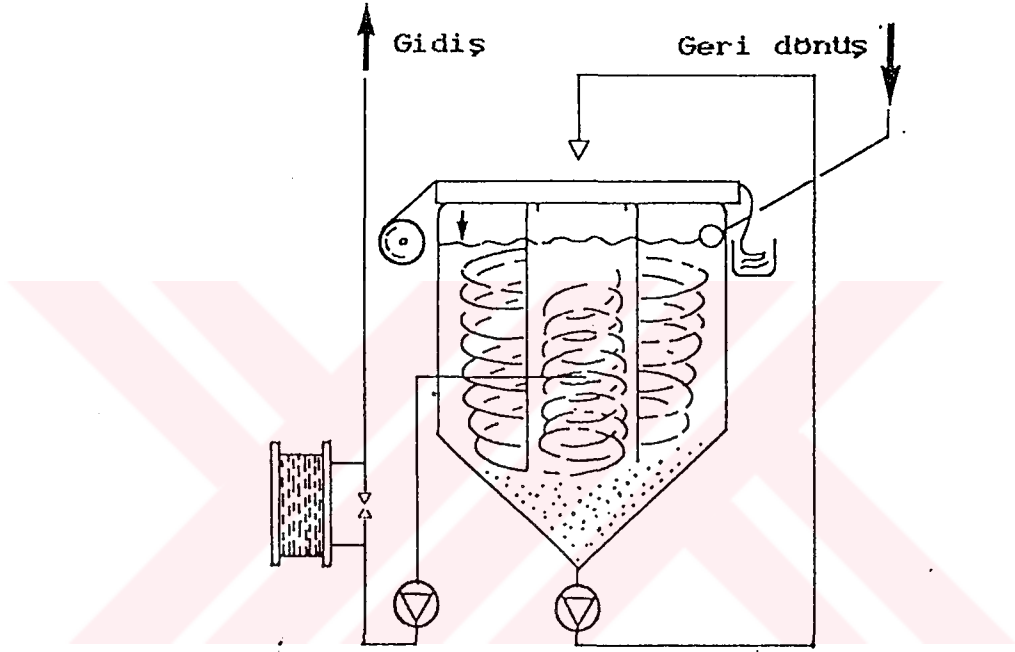
Kararlı bir yağlama ya da soğutma sağlayabilmek için pompa verimi, gönderilecek emülsiyon miktarına ayarlanmalıdır. Düşük seçilen bir pompanın, devamlı tam kapasitenin altında çalıştırılması, emülsiyon için zararlıdır. Filtrelerdeki, ısı değiştiricilerdeki ve borulardaki basınç kayıpları dikkate alınmalıdır. Dönüş hattı, olanak varsa köpük oluşumunu engellemek için emülsiyon seviyesinin altında bitmelidir.

Yağlayıcı, yağlama sisteminde kullanımda olduğu sırada kademeli olarak kotüleşecek ve asitler, asfaltlenler gibi oksidasyon ürünleri oluşacaktır. Sonuçta metal ve su şeklinde bölündüğünde, bu oksidasyon ürünleri katalizör olarak davranacak ve yağın özelliklerinin bozulmasını hızlandıracaktır.

Ölçü hassasiyetini yüksek ve takım aşınmasını olanaklar içerisinde düşük tutabilmek için emülsiyon, metal aşınma parçalarından ve pisliklerden kurtarılmalıdır. Pigmentli emülsiyonlar, yalnızca magnetik filtreler ile temizleniyor. Geriye kalan tüm emülsiyonlar, en basit durumda, savaklı ya da taşma engeli bulunan uygun havuz ya da kaplar içinde, sedimentasyon (çökeltme) ile temizlenebilirler. Ortaya çıkan pislikler, otomatik kazıyıcılarla; bozuk yağ da (tramp-oil), skimmer (pislik alıcı alet) aracılığıyla uzaklaştırılabilir. Yağlayıcılar içerisine, bozuk yağın emülsiyon içine girmesine izin vermeyen subyeleştirici katıklar¹³⁾ katılır. Böylece bozuk yağ, emülsiyon depolama tankının üstüne yükselir ve sıvı yüzeyinde biriken pislikler, skimmerlerle yüzeyden arındırılır. Böyle işlemlerin temizleme etkisini, emülsiyonun bekletilme süresi belirler. İnce parçalar yakalanamaz; devamlı santrifuj daha etkilidir, bu durumda; yuzdürme aracılığıyla pislikler, emülsiyon yapılmış yabancı yağ içine taşınır.

Band filtre cihazları, filtre gözenek büyüklüğü seçimine göre çok küçük pislik ve metal parçacıklarını da yakalar.

Bununla, filtre kağıdı malzemesinin uygun seçildiği durumlarda en iyi temizleme etkisine ulaşılır ama bununla birlikte çok büyük filtre yüzeyine gereksinim vardır. Şekil 3.2., sedimentasyon ve filtreden oluşan modern bir tek parça temizleme cihazını gösteriyor.



Şekil 3.2. Tek parça hale getirilmiş sedimentasyon ve band filtre cihazı

Mineral yağlı sistemlerde yağın okside olma olasılığı vardır. Bu nedenle istenmeyen bu oksidasyon kirlenmesini tutabilmek için Fuller's Earth¹⁹⁾ tipi ek bir filtreleme işlemine gereksinim vardır. Bu filtreleme işleminde, yağlayıcı içindeki istenmeyen oksidasyon ürünleri, moleküler çekimle emebilme yeteneğine sahip kalay tipi bir madde ile filtrelenir.

Sınırlanmış alan ve yatırım masrafları durumunda büyük emülsiyon miktarlarının temizliği için siklomat (çevrim, devinin), etkili olarak görünüyor. Siklomatlarda emülsiyon, akış hızı aracılığıyla jiroskoba (topaç) getirilir. Jiroskopta

pislik ve metal parçacıklarının hızlı olarak dağıtılması sağlanır. Bununla birlikte çok ince parçacıklar yinede dağıtılamazlar.

Emülsiyon temizliği için koşul, yararlanılan temizleme yönteminin tersine olarak emülsiyon stabilitesidir. Temizlik işleminden sonra, emülsiyonun konsantre içeriğini kontrol etmek uygun olur; çünkü genellikle pislik ya da yabancı yağla birlikte daha büyük emülsiyon damlacıkları da yok edilmektedir.

Kullanılmakta olan konsantrasyonun dengesi için basit konsantreler emülsiyona katılmamalı; çünkü kullanılmakta olan emülsiyon içindeki konsantrenin kontrol edilemeyen emülsiyon olma davranışından dolayı, germe hatta yağlama ile birlikte stabiliteyi kötüleşmesine doğru gidilebilir.

Sıcak kullanılan emülsiyonlarda buharlaşma kayıplarından dolayı, konsantre içeriği yüksek ise emülsiyon sulandırılmak (seyreltilmek) zorundadır. Buna ek olarak; kesinlikle tuz oranı düşük su kullanılmalıdır; çünkü bulaşan sertlik vericilerden dolayı emülsiyonun toplam tuz içeriği çok hızlı artacaktır. Bu tuz oranı, işlenen malzeme üzerinde bozukluklara ve emülsiyonun stabilitesinin bozulmasına neden olur. Tamamen tuzu giderilmiş su eklenmesi ile iyi sonuçlar elde edilir.

pH değerinin düşüşü, zamanında engellenmelidir ve olması gereken değere getirilmelidir. pH değerini yükseltmek için sodyum hidroksit (kostik soda NaOH), soda çözeltisi, triethanolamin ya da diethanolamin ya da bir iğneli sabun çözeltisinin katılması, alışıl gelmiş şeylerdir. Aynı zamanda bunlar aracılığıyla emülsiyonun yağlama etkisinde iyileştirilebilir. Her durumda, emülsiyonun taşıma yeteneğini artırma olanakları gözönünde bulundurulmalıdır.

Emülsiyonda karşılaştırılabilir işletme sürelerine göre farklı mikrop sayılarının bulunması, yalnızca ürüne bağlı olmayıp, aynı zamanda şekillendime olayına da büyük bir bağlılık gösterir. Birçok mikroorganizma, örneğin bakıra karşı

duyarlıdır ve bu yüzden; bakır çekme emülsiyonları içinde asla bulunmazlar, ama bundan dolayı diğerleri çok iyi yaşam koşulları kazanırlar.

Eğer mikroskopla yapılan kontrollerde $10^5/cm^3$ den daha yüksek sayıda mikrop belirlendiyse, emülsiyonun uzun dayanıklılığının (ömürü) olmadığı ve çalışma sağlığı açısından olumsuzluklar olduğu anlaşılmalıdır. 9)

3.5.3. Kullanılmış Emülsiyonun Uzaklaştırılması

Önemli içerik maddelerinin azalması, işlevini yitirmiş eski ürünlerin yapısı ve de tuz ve düzenleyici konsantrenin eklenmesi sırasındaki tribokimyasal dönüşüm reaksiyon ürünlerinin çoğalmasının önüne geçilemediğinden, özenle yapılan kontrol, temizlik ve bakımlarda da zamanla emülsiyon değişimi gereklidir.

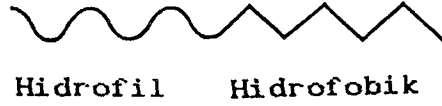
Çoğu zaman eski emülsiyonlar özel işletmelere verilir. Daha düşük emülsiyon miktarlarında, emici etkili yöntemler ekonomiktir. Basit tuz parçalanması, modern emülsiyonlarda yalnızca seyrek olarak gerçekleşir.

En yaygın olanı, ayrılmış suyun sonraki pıhtılaşmasıyla oluşan, sıcakta asit parçalanmasıdır. Emülsiyon parçalanması (ayrışması) için ultra filtrasyon da kullanılabilir. Burada zenginleştirme adımı, tüm yağlı kısımlar, elverişli bir diyaframla tutuluyor ve su fazı geçiyor. Ama su fazı içinde hidrofil emülgatör parçaları da bulunuyor.

3.6. Emülgatör Sistemler (Yüzey Aktif Maddeler)

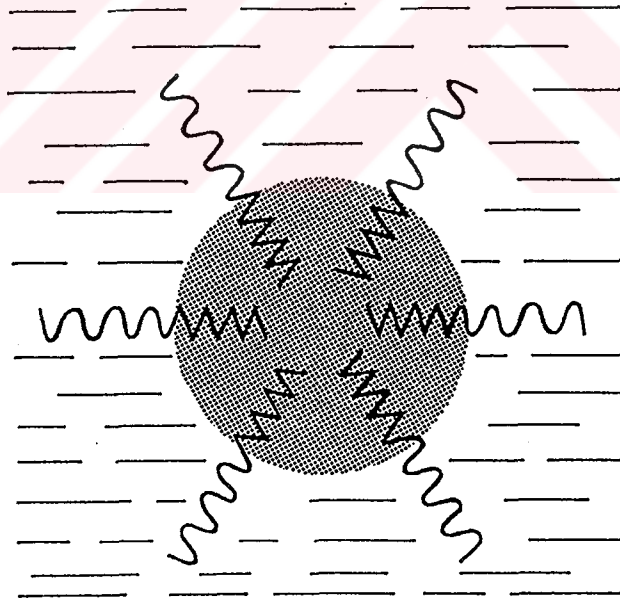
Dış yüzey aktif maddeleri, yüzey aktif maddesi (Tenside) olarak tanımlanır. Bir yüzey aktif maddesi molekulu, çift kutuplu (bipolar) karaktere sahiptir. Şekil 3.3., bir yüzey aktif maddesi molekulunun yapı prensibini göstermektedir; bunlar, çoğunlukla uzamışlardır ve yağlı emülsiyonlar için oleophil (yağ çeken) olmak zorunda olan, bir hidrofil (su

çekici) ve hidrofobik (su itici) bölgeye sahiptir. Daha uzun alkil zincirler aracılığıyla, hidrofobiye ulaşıldığı halde, yüzey aktif madde molekülündeki hidrofilye, oksijence zengin gruplamalar yardımıyla elde edilir.



Şekil 3.3. Yüzey aktif madde molekülünün yapı prensibi

Su-yağ sınır yüzeyinde, yüzey aktif maddesi molekülleri çoğalması meydana gelir. Öyleki; bir su içindeki yağ emülsiyonunda yağ damlası hidrofobik alanları; ama su fazı, yüzey aktif madde molekülünün hidrofilye alanlarını kapsar. Şekil 3.4. , bu ilişkileri göstermektedir.



Şekil 3.4. Bir emülsiyonun yağ damlacığı içindeki yüzey aktif madde molekülleri

Polar kuvvetler yardımıyla yağ damlacıkları çevresinde, yağ damlacıklarının birleşmesine karşı emülsiyon stabilitesi sağlayan bir hidrat ortamı oluşur. Ayrıca yüzeyde bulunan

yüzey aktif madde molekülleri hidrofilyk alanları tamamen aynı değerde yüklüdürler ki; yağ damlacıklarının birbirlerini elektriksel olarak itmesi gerçekleşsin.

Hidrat ortamı yapısı, enerji azalması ile ilgilidir. Bu enerji, emülsiyonlama işleminde yüzey işi uygulaması için kullanıma hazır durumda bulunmaktadır, öyleki; kendiliğinden oluşan bir emülsiyonlama olası olacaktır. Yağ içinde ne kadar çok emülgatör varsa, o kadar ince parçacıklı emülsiyon oluşur ve o kadar çok hidrat ortamı oluşturabilir. Eğer emülsiyon olacak yağ için hidrofobik ve hidrofilyk bölgeler arasında ayarlanmış dengeyi içeren tam uygun yüzey aktif madde karışımı seçilirse, iyi ve stabil bir emülsiyon elde edilebilir. Dengenin sağlanamadığı durumlarda da gerçeki yüksek emülgatör katılığı ile bir emülsiyon etkisine ulaşılır ama böyle emülsiyonlar, belli bir süre sonra ya da sıcaklık etkisinde, germe ya da yağlamaya yönelir. Bu durumda, diğer sınır yüzeylerde de yüzey aktif maddesi çoğalır. Örneğin, hava/su ya da hava/yağ sınır yüzeylerinde de. Ayrıca emülsiyon köpürme eğilimi gösterir. En iyi yüzey aktif madde bileşimini yalnızca ince taneli değil, hem de köpüğü en az olan emülsiyonlar verir.

Yüzey aktif maddeler; negatif iyon, pozitif iyon, iyonsuz ve değişken (dönük) tipler olarak sınıflandırılabilir.

3.6.1. Aniyon (Negatif İyon) Aktif Yüzey Aktif Maddeler

Aniyon aktif yüzey aktif maddeler, suda çözününce negatif yüklü bir organik iyon -aniyon- oluşturan fonksiyonel gruplu bir sınır yüzey aktif maddelerdir. Bu aniyon, yüzey aktif özelliği gösterir ve çözünürlüğü sağlayan pozitif bir iyon temin eder. Aşağıda, aniyon aktif yüzey aktif maddelere ait bir seçme süreci anlatılıyor. Bu seçme, suyla karışım oluşturabilen yağlarda ve fetteledeki uygulamalar için ana düşünceyi içeriyor.

Klasik emülgatörler sabunlardır. Sabunlar, yüksek moleküllü

karbon asitlerinin tuzlarıdır ve ya özel bir amaca yönelik olarak bu karbon asitlerinden temel nötralizasyon aracılığıyla ya da eriyik içeren doğal fette ve yağların sabunlaştırılması ile üretilirler. Kostik soda (sodyum hidroksit) kullanımında sodalı sabun (sodyum sabunu), potasyum hidroksit (potas kostik eriyiği) içerenlerde potasyum sabunu elde edilir.

Sodyum ve potasyum sabunları, oranca yüksek alkalite durumunda tam etkili olma özelliği gösterebilirler. pH değeri, 9 un üstünde olmalıdır. Sodyum sabunlarının kullanımında bundan ayrı olarak, çekme fettelerinin üretiminde istenilebilen koyulaşma etkisinde hesaba katılması gerekir.

Amin sabunların her iki durumda da belirgin yararları vardır. Etkinliğin, pH değerine bağlılığı aslında daha azdır. 8 dolaylarındaki pH değerinde de etkilidirler. En önemli çeşitleri: Trietanolamin sabunlar ve dietanolamin sabunlardır; ayrıca triisopropanolamin, dimetilaminopropanol ve diğer sabunlarda bulunabilir.

Sabun molekülü içindeki karboksilat grup, kalsiyum ve magnezyum iyonları ile ve hatta ağır metal iyonları ile çözünmez tuzları oluşturur, öyleki; sert suda ya da bakır tel çekme tezgahında olduğu gibi çok fazla bakır içeren emülsiyonlarda emülsiyon etkisi azalır ve bunun dışında çözünmez bileşenler nedeniyle emülsiyon kotuleşir.

Petrol rafinasyonundan elde edilen naftanik asitler vardır. Bunun alkali tuzları ya da amin tuzları çok iyi bir emülgatördür. Naftanik asitler, izosiklik içerikli gruplamadaki (bu gruplamada, karboksil grupta bulunmaktadır) daha uzun alkil artığını içeren karbon asitleridir. Kalsiyum, magnezyum ve ağır metal tuzları, normal sabunlardan daha kolay çözünürler: Naftanik sabunlar, daha düşük sertlik hassasiyeti gösterirler ve bunun için de köpürme eğilimleri vardır.

Yağlayıcı rafinasyonundan elde edilen diğer emülgatörler olarak, kükürt asitleri ile mineral yağların damıtılmasından elde edilen dönüşüm ürünleri bulunmaktadır. Bunlar, petrol

sulfonatu olarak belirtilirler ve çoğunlukla aromatik petrol hidrokarbonların sodyumsulfon asit tuzlarıdır. Bunlar, daha önceleri beyaz yağların (özel yağlar) rafinasyonundaki sıkıştırılmış bileşen ürünlerdi, ama bugün iyi özelliklerinden dolayı özel amaçlara yönelik üretilmektedirler.

Petrol sulfonatin etkinliği, gerçi suyun sertlik yapısından etkilenir, ama buna karşın bu, sabunlardakinden çok daha az kötüdür. Bundan başka, belirgin korozyon önleme özelliklerine sahiptirler. Kademeli değiştirme ile bir eksiltme (kıtlaştırma), petrol işlemede hidrojenize (sıvılaştırma) rafinasyonu işlemine sokulabilir, öyleki; bu temelde, sentetik ürünler gittikçe artan oranda önem kazanır.

Doğal yağların ya da fetteğin (kükürt asidi içeren) dönüşümünde, fett yağlar için önemli emulgatörler olan sulfatlı yağlar yer alır. Sulfatlanmış hint yağı (Türk kırmızısı yağı), sulfatlanmış kolza yağı ve sulfatlanmış balık yağı alışılmış olanlarıdır. Bu ürünler, kükürt asitlerinin bağımsız kalmasından dolayı bir otokataliz (öztezleştirme) etkinin yer aldığı asit hidrolizine (asidin neden olduğu su ayrımı) kolaylıkla yenik düşerler. Bu gibi emulgatörleri içeren emülsiyonların pH değeri düşmediği için özel bir kontrole gereksinimleri vardır; konsantreler, özenle ayarlanmış tampon bileşimler (pH ayarlayıcı) içermelidir.

Fett alkollerin ya da fosforpentoxidli daha uzun zincirli sentez alkollerin dönüşümünden asidik fosfor asitli esterler elde edilir. Bunlar, amin tuz formunda, iyi emülsiyon ve korozyon önleme özelliklerine sahiptirler; ama ne yazık ki; oldukça fazla kopurma eğilimleri vardır. Katık, doğru formülasyon durumunda talafsız şekillendirmede yarar sağlayabilir. Çünkü metal yüzeyindeki reaksiyon tabakası yapısından dolayı sürtünme (aşınma) büyük oranda azalır.

3.6.2. Katıyon (Pozitif İyon) Aktif Yüzey Aktif Maddeler

Katıyon aktif yüzey aktif maddeler, sulu çözeltilerde ayrışmada sınır yüzey aktif özellikleri taşıyan bir pozitif yüklü organik iyon ve çözünürlüğün ara aniyonlar verdiği bir negatif iyon oluşturan fonksiyon gruplu sınır yüzey aktif maddelerdir. Katıyon aktifler, dördüncü derece amonyum tuzların birleşme sınıfıdır.

Söz konusu olan emülsiyonlarda katıyon aktif emülgatörlerin kullanımı, özel yüzeylerle sınırlandırılmıştır. Katıyon aktif ve aniyon aktif yüzey aktif maddelerin birlikte bağdaşmadıkları söylenebilir. Bunlar, emülgatörlerden daha etkili olmayan karşılıklı çöktürmelere yolaçarlar.

3.6.3. İyonik Olmayan Yüzey Aktif Maddeler

Bunlar, sulu çözeltilerde iyonlara ayrışmayan sınır yüzey aktif maddelerdir. Sudaki çözünürlüğü, suya kuvvetli ilgi duyan grupların bulunmasından dolayı molekül içindeki koşullara bağlıdır. Bu ilgi, hidrofilyk molekül alanlarında yığınla ortaya çıkan asit atomlarındaki su moleküllerinin hidrojen köprüsü bağlarından dolayı molekül içinde ortaya çıkar. Nekadar çok asit atomu bulunursa, iyonik olmayan yüzey aktif madde, suda o kadar çok çözünür.

Kompleks su bağları sıcaklığa bağlıdır ve ısıtmada tekrar yükselir; daha sonra birleştirilmiş su molekülleri öyle ayrıştırılır ki; bileşim, organik-kimyasal bileşim olarak suda çözünmez olduğu ilk şekline tekrar geri döner: Bunun için ilk belirti, berrak çözeltinin belli bir sıcaklık yükselmesinde ani bir bulanıklılığa yönelmesinde ortaya çıkar, soğutmada tekrar berraklaşır.

Suda çözünür yağlar ve fetteer için önemli iyonik olmayan yüzey aktif maddeler, fett ya da sentez alkollü etilenoksitten, fett asitlerden, fett amin ve amidlerden ve hatta polipropilenoksitten dönüşüm ürünleridir. Bunlar, alkil

poliglükoleter, fett asit poliglükolester v.d. şeklinde adlandırılırlar. Hidrofobik molekül parçasının her zincir uzunluğuna göre değişik etkinlikte emulgatörler ortaya çıkar.

Bunlardan başka; farklı çoklukta ethoksilleme yapılabilir, yani etilenoksit katılarak farklı iyonik olmayan türevler oluşturulabilir. Bu durumda, iyonik olmayan yüzey aktif maddelerde çok büyük bir çeşitlilik ortaya çıkar. İyonik olmayan emulgatörler, ne elektrolit ne de sertlik eğilimlidir ve çok geniş pH alanında etkirler. Çok iyi yağ emulgatörleri olarak, fett asit poliglükolesterleri ve emülsiyon kararlılığını sağlayan madde olarak da, poliglükoleterler önemli bir yer tutar. Öncelikle aniyonik emulgatörlü bileşimlere katılmaktalar, çünkü genellikle hiçbir pas önleme özellikleri yoktur. Belli bir kolloid kararlılık etkisi yanında iyi bir pas önleyicilikte getiren ethoksillenmemiş fett asit polidiethanolamidleri, ayrıcalıklı bir durum oluşturur.

3.6.4. Amfoter (Değişken) Yüzey Aktif Maddeler

Bunlar, sulu çözeltilerde, koşullara göre (pH değerine göre) aniyon aktif ya da katyon aktif iyonlara ayrışan fonksiyonel gruplu sınır yüzey aktif maddelerdir. Bunlar çoğunlukla kuvvetli köpürürler ve özel durumlar dışında, metal işlemede kullanılan suda çözünür yağlar ve fetteerde hiçbir uygulama alanı bulamazlar.

4. TALASSIZ ŞEKİLLENDİRME İÇİN KATI YAĞLAYICILAR

4.1. Giriş

İngiltere, Almanya ve de Amerika'da yapılan incelemelere göre; sürtünme ve aşınmadan kaynaklanan kayıplar, endüstri ülkelerinde ulusal gayri milli safi hasılanın yüzde ikisine denk düşmektedir.¹⁴⁾ Aşınmanın azaltılması, bakım-onarım çalışması, enerji gereksinimi, ömür (dayanıklılık) ve durdurma süresiyle bağlantılı fiyat faktörlerinden bir çokluğun azaltılması ile sonuçlanır. Bu düşünce, özellikle aşağıdaki temel üretim yöntemlerini içine alan sıcak metal şekillendirme alanları için geçerlidir:

- Haddeleme
- Çekme
- Ekstruzyon
- Zımbalama ve dövme

Etkili bir yağlayıcı kullanımı, bugün çeşitli endüstri dallarında, örneğin; bitirme kalitesi gibi çeşitli teknik bilgiler ışığında, kesin fabrikasyon işlemlerinin hayatta kalması sorunu açısından önemlidir. Hidrodinamik yağlayıcı maddeler (yağlar, fettleler), on yıllardan beri sıcak metal şekillendirilmesinde kullanılmaktadır. Oysa yaklaşık 30 yıldan beri, akıcı yağlayıcıların tamamen doyurucu olmadığı alanlarda, gittikçe artan oranlarda katı yağlayıcılar kullanılmaktadır.

Sınır sürtünmesi durumunda sürtünmeyi azaltmak ve aşınmayı önlemek için takım ve iş parçası ara yüzeyini tamamen kaplayacak ve yüzeylere sıkıca yapışacak bir tabaka oluşturmak gerekir. Bunu, en iyi şekilde katı yağlayıcı maddeler yapabilmektedir.

Katı yağlayıcılar arasında, tabakalı yapı ile ki; özellikle görünüş ve tribolojik özelliklerinden dolayı birbirleriyle karıştırılan molibdendisülfid (MoS_2) ve grafit önemli bir yer tutmaktadır. MoS_2 ve grafit, hemen hemen bütün endüstriyel

sürtünme bölgelerinde tamamlayıcı ürün olarak uygun görülmektedir^{5,14}). Buna karşın grafitin büyük değişim gösterdiği unutulmamalıdır. Bu değişim; kimyasal saflık, kristal yapı, mikro-gözenekli bünye ve tane büyüklüğü dağılımına bağlı olarak farklı olmakta ve bu yüzden uygulamada aynı tribolojik özellikleri gösterememekte. Yağlayıcıdan istenen özelliklere göre belirli saflık ve tane büyüklüğünde grafit seçilmekte.

En çok bilinen katı yağlayıcılar: Grafit, molibdendisulfid, ağır metal sulfitleri (koksit, fosfat ve nitrit gibi) ve bunların dışındaki madenler (mika, talk-pudra-ve hatta plastik malzemeler-örneğin PTFE- gibi).

Bu ürünler yalnız başlarına toz halinde ya da sıvı yağlayıcılar içerisine yüksek oranlarda katılarak pasta ya da süspansiyonlar halinde kullanılabilirler. Buradaki konsantrasyon, su ile karıştırılarak ya da karıştırılmadan kullanılanlardan daha yüksektir.

4.2. Sıcak Metal İşlemede Yağlama Sorunlarına Giriş

4.2.1. Yağlayıcı Madde Gereksinimi

Metal şekillendirme prosesleri, genellikle metalin işleme sıcaklığına göre sınıflandırılır:

- Sıcak şekillendirme: 500°C dan yüksek sıcaklıklarda,
- Orta sıcaklıklarda şekillendirme: 20°C dan 500°C a kadarki sıcaklıklarda,
- Soğuk şekillendirme: Oda sıcaklığında.

Yağlayıcı madde, şekillendirme için işlemin akışı sırasında bazı işlevleri yerine getirmek zorundadır: Şekillendirme sırasında ve sonrasında yağlayıcı, metal-takım sınır yüzeyini kaplamalıdır. Bu, yağlayıcı film tabakasının genişleyen metal ile birlikte uzamasını gerektirir. Yani sıcaklık ve çevre etkilerine karşı dayanıklı, sürekli bir yağlayıcı tabakası oluşturabilmelidir. Aşırı yüklenmeden

dolayı olabilecek tabaka kopmalarını aniden kendi kendine onarabilmelidir. Sürtünmeyi azaltmak için düşük bir kayma direncine sahip olmalıdır. Tablo 4.1. , şekil verme sırasında ve sonrasında, yağlayıcılardan beklenenleri göstermektedir: Bilimsel sorunlar, doğrudan doğruya teknolojik sorunlarla bağdaştırılmıştır.

Ek olarak, aşağıdaki sorunları da hesaba katmak gerekir: Yağlayıcının ederi, zehirlilik durumu, biyolojik işlenebilirliği ve özellikle kullanım giderleri.¹⁴⁾

Diğer yandan, karşılaşılan bilimsel sorunlarda aslında fiziko-kimyasal (ıslanabilirlik, yapışma) konular söz konusudur. Yüzey işlemleri, burada bir çözüm getirebilir.

Sonuçta; uygulanan şekillendirme işlemine göre asıl işlevlerin değişeceği kabul edilmelidir. O zaman çekme olayında sürtünme katsayısının düşmesi, genelde yalnızca avantaj sağlayacaktır; ama tam tersine, levha ya da profillerin sıcak haddelenmesinde, işlem sırasında iletim olayının engellenmesi görüntüsü oluşabilir.

Tablo 4.1. Şekillendirme sırasında ve sonrasında yağlayıcılardan beklenenler¹⁴⁾

<u>Kullanım Sorunları</u>	<u>Bilimsel Sorunlar</u>
1. Şekillendirme Sırasında	
1a. Enerji harcamasını azaltmak	Sürtünme katsayısı μ 'u küçültmek
1b. Takımı soğutmak	Isı kaybının yükselmesi
1c. Metal-takım ısınmasının küçültülmesi	Yüzey sıcaklığının düşürülmesi, μ 'nun küçültülmesi, bir ısı tabakasının oluşturulması

- 1d. İstlenen yüzeyin sağlanması Yağlayıcı film kalınlığının sağlanması, ısı kaybının yükselmesi
- 1e. Takım aşınmasını en azda sınırlamak μ 'nun küçültülmesi, ısı kaçışını artırmak, metal-metal yapışmasını önlemek
- 1f. Yağlayıcı maddeyi homojen olarak yaymak ya da pürüzleri doldurmak En az sürtünmeyi sağlamak

2. Şekillendirmeden Sonra

- 2a. Takım ve iş parçasının birbirlerine yapışmasını önlemek Sürtünmeden dolayı metal-metal yapışmasını önlemek
- 2b. İş parçasının korunması Kimyasal maddelerin neden olacağı korozyonu önlemek
- 2c. Takım ve iş parçasının soğutulması Isı kaçışını artırmak
- 2d. Artıkların kolayca uzaklaştırılması Takım üzerine yapışmanın azaltılması

Katı yağlayıcı maddelerin şekillendirme sırasındaki etkilerini belirleyebilmek için çeşitli deneyler yapılmaktadır. Bunlardan birtanesinde; katı yağlayıcıların, sıcak haddelemede oluşan basıncın, pasoların aşınma direncine etkileri 300mm lik bir hadde tezgahında laboratuvar koşullarında, 350mm lik bir hadde tezgahında da işletme koşullarında, hem düşük karbonlu çelik hem de alaşımli

çelikler için araştırılmıştır. Sentetik mum esaslı ve bileşimlerine göre aminoesterler içeren yağlayıcılarla yapılan haddede, metalin merdaneye yaptığı basıncın 1.2-2 kat azaldığı ve pasolardaki aşınma direncinin 1.4-2.5 kat arttığı belirlenmiştir. Buradaki artışı belirlemek için aynı düzeneklerle ancak yağlayıcı kullanılmadan yalnızca su puskürtülerek de deneyler yapılmaktadır, böylece karşılaştırma olanağı doğmaktadır. Alaşımli çeliklerin sıcak haddelenmesinde yağlayıcı kullanılması durumunda merdanenin aşınma direncinde meydana gelen artış, düşük karbonlu çeliğin haddelenmesindeki göre 1.8 kat fazla olmaktadır. Bu sentetik mum esaslı yağlayıcıların büyük çoğunluğu, petrolün rafinasyonundan elde edilmekte olup, sıcak haddeme sırasında sağlığa zararlı duman v.b. çıkarmazlar. Bu yağlayıcılar, dönen merdane ile temas ettirilerek paso yüzeyinde ince bir yağlama filmi oluştururlar.

4.2.2. Sıcak Metal Şekillendirme İçin Ana Yağlayıcı Maddeler

Yağlayıcı maddeler üç grupta toplanabilir¹⁴⁾.

- Temeli suya dayanan yağlayıcı maddeler (yalnızca su, emülsiyonlar, grafitli su, v.d.). Bunlar, takım soğutulmasının ilk sıradaki sorun olduğu yerlerde (haddeme ve dövmede olduğu gibi) kullanılırlar. Sınırlı orandaki katık miktarı (fett asitler, katı yağlayıcı maddeler), ince bir yağlama filmi oluştururlar.

- Oldukça düşük viskoziteli hafif yağlar.

- Yüksek kıvamlı yağlayıcı maddeler (ağır yağlar, fettler, sabunlar, cam, katı yağlayıcı maddeler), takım ve iş parçası arasında aşınmayı azaltacak kalın bir film oluştururlar.

4.2.3. Sıcak Metal Şekillendirme İçin Katı Yağlayıcı Maddeler

Sıcak şekillendirme işlemlerinin büyük orandaki başarısı, katı yağlayıcı maddelerin kullanımına dayanır. Sıvı yağlayıcı maddelerin kullanımı, oksidasyon ve ayrışma eğilimlerinden dolayı sınırlıdır. Katı yağlayıcılar, şekillendirme bölgesinde sıcaklık ya da basıncın belli sınırlar içerisinde olduğu durumlarda yalnız başlarına kullanılabilirler, yoksa ısının atılamaması ve katı yağın korozyon direncinin düşük olmasından kaynaklanan sorunlarla karşılaşılabilir.

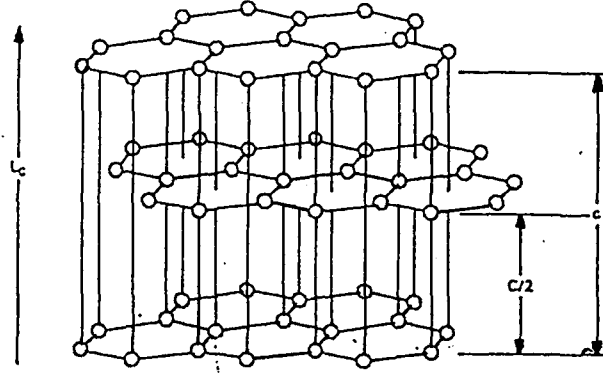
En önemli ürünler (ya yalnız ya da diğer bileşimler ile karıştırılarak su içinde yağ ya da fett dispersiyonları şeklinde kullanılan), şunlardır ¹⁴⁾:

- Tabakalı katı maddeler: Grafit, MoS_2
- Cam cinsi ürünler: Oksit, cam
- Metalik sabunlar
- Anorganik tuzlar
- Odun talaşı
- Folye ve laklar

4.2.3.1. Grafit

Grafitin aslı karbon olup, altı köşede düzenli olarak sıralanmış karbon atomlarından oluşan paralel düzlemlerden oluşur. Oksidasyon sıcaklığı, yaklaşık $500^{\circ}C$ ve gaz haline geçme sıcaklığı $3600^{\circ}C$ dir. (Şekil 4.1.)

Bugün sıcak metal şekillendirmede en çok kullanılan katı yağlayıcı madde grafitdir. Gerçekte ise grafitin iyi bir yağlayıcı olmadığı görülmüştür, ancak atmosfer etkileriyle birlikte yapı hatalarının bulunmasından dolayı grafit kristallerinin parçalanması kolaylaştığı için bir yağlama etkisi ortaya çıkmaktadır (kristaller katıdır ve katı maddeler de ancak çok ince parçalara ayrılabilirse iyi bir yağlama yapabilirler). Ayrıca grafit molekülleri sürekli



$c/2$ = Tabaka düzlem aralığı

L_c = Kristalit yüksekliği

Şekil 4.1. Grafitin Kristal Yapısı

birbirleri üzerinde kayma eğilimi gösterirler ve bu yüzden de iyi bir yağlayıcılık işlevi görürler.

Bununla birlikte aşağıdaki noktaların tam anlaşılmasına bağlanabilecek, grafit bazlı yağlayıcılarla da birçok başarısız uygulama olmakta ya da beklenmeli:

- Yağlayıcı maddenin fiziksel formu (toz, akışkan, pasta),
- Grafiti tamamlayıcı katığın çeşidi hatta belki taşıyıcı ortam,
- Yağlayıcı maddenin uygulama sistemi,
- Grafitin çeşidi: Farklı özellikli (saflık, kristal yapı, mikro gözenekli bünve ve tane büyüklüğü dağılımı) temelde, aynı tribolojik davranışı göstermeyen birçok tip grafit vardır.

Sıcak metal şekillendirme işlemlerinde; yüksek basınçta metal yüzeylerine iyi yapışması, aşırı basınçlar için katık olma özellikleri ve iyi hidrodinamiklik özellikleri (aşırı sıcaklık ve basınç koşulları altında, parçaların şekillendirilmesine olanak sağlayan), grafitin etkinliğini açıklamaktadır. Grafitin başlıca özelliği, madensel yüzeyler üzerinde kayma gerilmesi küçük ve kopmaya karşı dayanıklı bir

tabaka oluşturmasıdır. Ayrıca iyi bir ısıl izolasyon sağlar ve korozyona karşı koruyuculuk özelliği vardır.

Yapının özelliklerine bağlı olan kritik sıcaklıkların üstünde rafit filminin, varolan normal sirtunmeyi belirgin olarak artırdığı görölmektedir. Bu yüzden yalnız başına yüksek sıcaklıklarda (500°C ın üstünde) kullanıldığında oksitlenmekte ve yağlayıcılık özelliğini kaybetmektedir. Diğer durumlarda; sıvı yağ ya da grese karıştırılması ile kolloidal bir suspansiyon oluşturmakta ve böylece yağlama sağlamaktadır. Grese karıştırıldığında, sirtunmeyi azaltmakta ve daha yüksek basınçları, daha yüksek sıcaklıklarda karşılayabilmektedir.^{1,14,15,16)} Kolloidal suspansiyon, öyleki; gözle görölemeyecek kadar küçük partiküllerin (10^{-6} - 10^{-4} mm çaplı) oluşturduğu bir suspansiyondur ve çökme eğilimi göstermez.

4.2.3.1.1. Fiziksel-kimyasal özellikleri

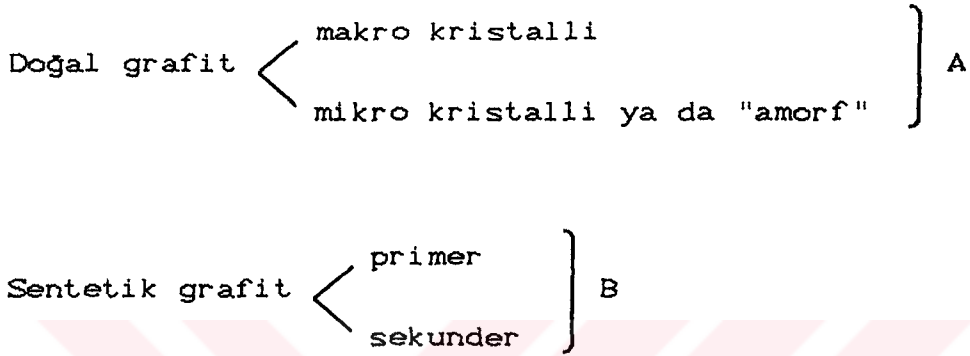
Grafit, siyah ya da koyu kurşuni renkte, ufak pul şeklinde ya da toz şeklinde çıkarılır. Doğal grafitler, %30 - 99.9 saflıktadır. Düşük saflıktakiler ucuz ama içindeki yabancı maddeler nedeniyle yağlayıcı olarak uygun değildirler.

Kolloit grafit (çok küçük boyutlu grafit parçacıkları) özel olarak üretilir, pulları son derece küçük boyutlu (eni ve boyu 1/1000mm) ve %99.9 saflıktadır. Yağlayıcı olarak üstün tutulan kolloit grafit, yüzeyin pürüzlerine dolar ve üzerine gelen baskı ve sirtunme sonucunda, dumduz ve parlak bir yüzey meydana getirir. Ayrıca çok küçük boyutlu olduğu için bununla hazırlanan suspansiyonların filtrelenmesi sırasında grafit parçacıkları, filtrede takılıp kalmaz ve bundan dolayı da zamanla suspansiyonun grafit içeriğinin azalması sorunuyla karřılařılmaz³⁰⁾.

Fiziko-kimyasal özelliklerine (saflık, kristal yapı, mikro gözenekli bunye, tane dağılımı) bağlı olarak; grafitin çeşitli varyasyonları bulunmaktadır. Bunların herbiri, sıcak metal

şekillendirmede değişik tribolojik davranışlar gösterir.

Genellikle grafit tozları, kökenlerine göre sınıflandırılır:
Doğal ya da sentetik.



A - Bu ürünler, kristal büyüklüklerine ve kimyasal kirletme içeriklerine göre sınıflandırılır.

B - Genellikle çok düşük kirletme içerikli bu malzemeler, sentez yöntemine göre çok değişik yapı özellikleri gösterirler.

Primer sentetik grafitler, yüksek değerli çıkış malzemelerinin, yüksek sıcaklıkta (3000°C) işlenmesinin sonucudur. Bu durumda çok iyi kristal yapılı, yüksek saflıkta (% 99.9 karbon içerikli) grafit elde edilir.

Sekunder sentetik grafitler, karbon bağı (zift, katran) karışımların uzun süreli ısı işlenmesiyle (bir aydan daha uzun) üretilirler.

Boylece elde edilen ürünler, üretim koşullarına bağı olarak, daha çok ya da daha az gelişmiş kararlı kristal yapıya sahip olmaktadırlar.

Tablo 4.2. Grafit tozlarının nitelendirilmesi için fiziksel-kimyasal parametrelerin tanımlanması ve sayısal değerler.¹⁴⁾

Fiz.-kim. parametreler tanımla. ve say. değer alanı	Kimyasal saflık	Kristal yapı	Mikro gözenekli bünye	Tane büyüklüğü dağılımı
Ölçü büyüklükle.	Kül miktarı Külün kim. bileşimi	Tabaka yüzey aralığı $c/2$ Kristal büyüklüğü L_c	Gözenekli. Yoğunluk Özel dış yüzey	Tanelerin büyüklüğü Dağıtma eğrisi
Analitik yöntemler	Yanma(8saat süresince 815°C da) Spektroskop	Röntgen fil. (Debye-Scherrer Yöntemi)	Hg-Porosimetri(Hg-gözenek metri) Xylol-yoğunluk BET yöntemi	Çökeltme Elemek Laserdiffraktometri (Laser sapma)
Grafitlerin butununun değişim genişliği	%0.01-50	$c/2=0.3355-0.3360\text{nm}$ $L_c =10-100\text{nm}$	Xylol yoğ.: $2.00-2.27$ g/cm^3 BET dış yüz $0.5-300\text{m}^2/\text{g}$	0.1 μm -birkaç milimetre
Yağlama amaçlı grafitin bant genişliği	%0.1-3	$c/2=0.3355\text{nm}$ $L_c >100\text{nm}$	Xylol yoğ.: $2.20-2.27$ g/cm^3 BET dış yüz $2-30\text{m}^2/\text{g}$	0.1-100 μm

Sürtünmeye dayanan endüstriyel işlemlerde, yalnızca makro kristalli doğal grafitler ve primer sentetik grafitler yağlayıcı olarak uygundur. Bunlar yüksek saflık göstermelidir ve özellikle hiçbir aşındırıcı kirlilik içermemeliler. Bu özelliklerin yanısıra, tane büyüklüğü dağılımına, mikro-gözenekli bünyeye ve ana yüzeyler ve kutupsal kenarlar arasındaki ilişkiye dikkat edilmesi gerekir (bak.Tablo 4.2.).

Sıcak metal şekillendirme bölgesinde tribolojik özellikler grafit tozlarına, genellikle de aşağıdaki iki faktöre bağlı:

- Kimyasal saflık
- Kristal yapı

4.2.3.2. Molibdendisülfid (MoS_2)

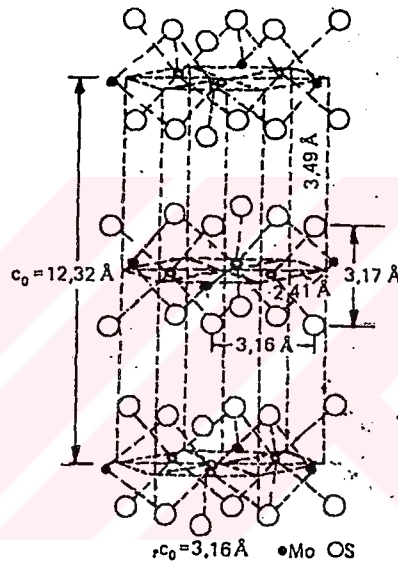
Kristaller, kükürt atomlarından iki aynı levhanın sardığı, hexagonal olarak dizilmiş molibden atomlarından oluşan düz levhalardan oluşur. Kükürt, molibdene kimyasal olarak çok sıkı bağlı olduğundan korozyon oluşturmaz. Görünüş olarak grafit benzemektedir ancak özgül ağırlığı, grafitinkinin yaklaşık iki katı kadardır (5 g/cm^3).¹⁾ Rengi griden siyaha doğrudur. Oksidasyon sıcaklığı yaklaşık 400°C , gaz haline gelme sıcaklığı 1050°C dir. Bu, sıcak metal şekillendirme işlemlerinde kullanımına olanak vermeyen etkenlerden biridir. Ham molibdenitin, kimyasal temizlik işleminden sonra istenmeyen kirletme içeriği en aza indirilir ve kazanılan saf molibdendisülfid, her bir incelik derecesine göre aşırı yük ve sıcaklıklarda etkili yağlayıcı olarak -185°C dan normal atmosfer koşullarında yaklaşık $+350^\circ\text{C}$ a, koruyucu gaz ya da vakum altında 1000°C a kadar kullanılabilir¹⁷⁾. Anlaşılacağı gibi birçok parametre, MoS_2 'in tribolojik davranışını etkilemektedir:

- Parçacıkların form ve büyüklükleri,
- Atmosfer şekli: Anorganik ve organik bileşimdeki zayıf atmosferden dolayı vakum altında etki iyileşir, bunun için organik buhar ya da su buharının yüksek olduğu atmosferlerde sürtünme artar,
- Tribolojik dokunmalardaki sıcaklık: Sıcaklığın yükselmesi gerçi iyidir, çünkü böylece su uzaklaşacaktır, ama tozlar oksitlenecektir,
- Metalin özelliği¹⁴⁾.

MoS_2 filmi, bozulmadan 10000 kg/cm^2 yüzey basıncına kadar dayanabilir.¹⁾ Bu yüzden, talassız şekillendirmede takım ile iş parçasının birbirlerine kaynamasını önleyebilmektedir.

MoS_2 , yüksek sıcaklık ve basınç alanlarında yağlayıcıyı

kullanıma uygun duruma getirmek için bilinen yağlayıcılara, baz yağ olarak kabul edilen yağ, gres ve silikona katkı maddesi olarak katılır. Ancak MoS_2 in yüksek özgül ağırlığından dolayı yağlarla dengeli bir suspansiyon yapması zordur. Ama tam dengeli yağlı suspansiyon yapmaktaki sorun greslerde olmadığından, çoğunlukla greslere katkı maddesi olarak katılmaktadır. Parçacık büyüklüğü, $0.3\mu\text{m}$ ' den $40\mu\text{m}$ ' ye kadar olabilir¹⁷⁾.



Şekil 4.2. MoS_2 nin kristal yapısı

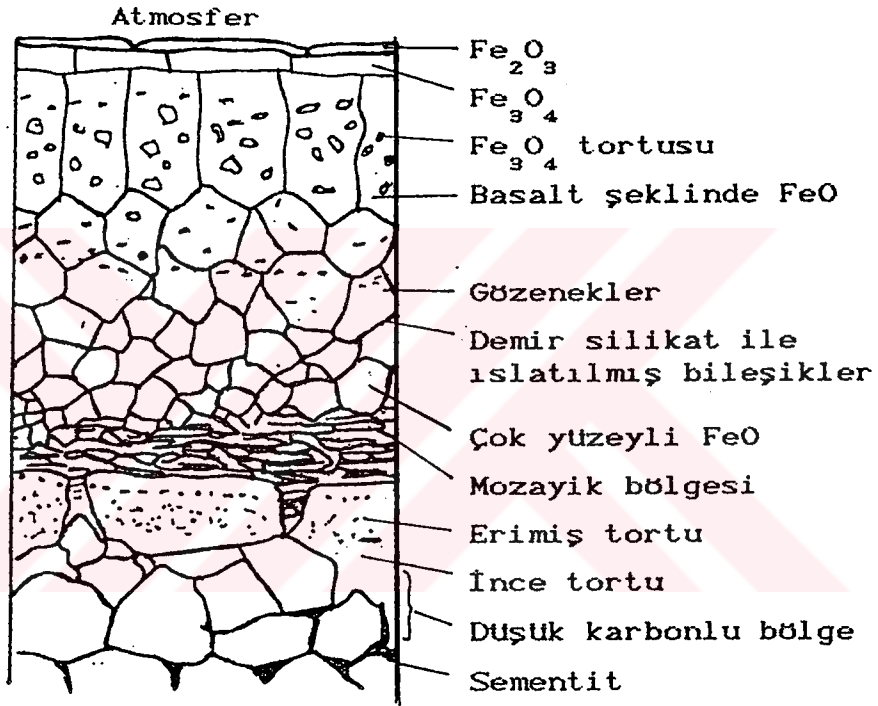
4.2.3.3. Oksit

İşlenen metal yüzeyindeki hava ile reaksiyon sonucu oluşan oksit ile yağlama işlemleri sırasında eklenen başka kimyasal kökenli maddelerden kaynaklanan oksit arasında ayırım yapılmalıdır:

a) Metal yüzeyindeki oksit tabakası: Bu, sıcak şekillendirilecek iş parçasının ısıtılması sırasında oluşur ve çelik olayında genellikle curuf (kav) olarak adlandırılır. Yüzey oksitleri, değişken tabaka kalınlığına (birkaç mikrondan birkaç milimetreye kadar) ve kompleks bir bileşime (çelik olayında : Fe_2O_3 , Fe_3O_4 ve FeO) sahiptirler¹⁴⁾. Plastik akış

şeklini iki mekanizmayla etkilerler:

- Metal ve takım arasındaki sürtünmenin derecesini etkilemekle,
- Metal ve takım arasındaki ısıtma tabakası rolünü üzerine alarak ve böylece deformasyon düzensizliğini sınırlandırarak (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Bir yarı sert çelikteki oksit tabakasının şekli

Yüzey oksidinin tribolojik özellikleri; oksit-alt tabaka tutunması, oksit-oksit tutunması ve de bağıl olarak metali sertleştirmesi ile belirlenir.

b) Diğer kimyasal kökenli oksitler : Çeşitli oksitler (CaO, Cu₂O , PbO , Fe₂O₃ , Sb₂O₃ v.d.)¹⁴⁾, bazen diğer katı yağlayıcı maddelerle örneğin; grafit gibi yağ içinde ya da fettler içinde karıştırılarak kullanılırlar.

Ca) da anlatılan mekanizma bu bileşikler için de kabul edilebilir. Buna ek olarak, endüstriyel uygulamalar için yüksek basınç katığı etkisi vardır¹⁴⁾.

4.2.3.4. Cam

Camı, sıcak şekillendirme için kullanılan ilk tribolog "Sejournet" dir.

Bu ürünler, silikat, borat, fosfat ve diğer elementlerin (Clityum, berilyum, potasyum, alüminyum v.d.) değişik oranlarda karışımlarıdır. Silikat olarak; sodyum silikat, alüminyum silikat, kalsiyum silikat gibi örnekler verilebilir. Boratlara ise en güzel örnek borax yani disodyumtetra borat ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) verilebilir.

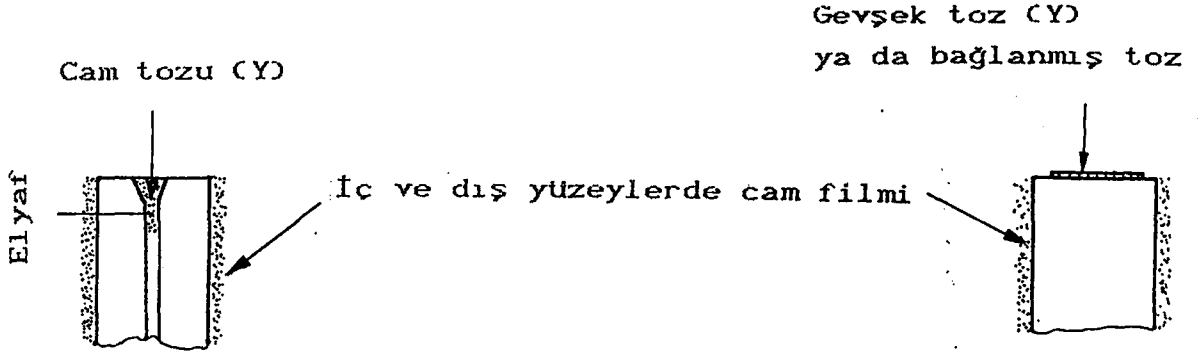
Cam, erime noktasının üzerindeki sıcaklıklarda yağlayıcı olarak etkindir. Katı, toz ya da lifli durumda kullanılabilir. Yüksek viskozitelerinden dolayı, sıcak blok ile temasından sonra ağır sıvı durumuna gelir, hidrodinamik yağlama etkisine yönelerek metal yüzeyinde ince bir film tabakası oluşturur. Buna göre çalışma sıcaklığı, belirli büyüklüklerdir, bunun anlamı; bileşim, şekillendirme işlemi ısıl koşullarına uydurulmalıdır. Yüksek sıcaklıklarda (1000°C in üstünde) en yüksek silikat oranlı cam, orta sıcaklıklarda ($750-900^\circ\text{C}$ arasında) en yüksek borat oranlı cam ve düşük sıcaklıklarda ($350-600^\circ\text{C}$ arasında) en yüksek fosfat oranlı cam kullanılır¹⁴⁾ Aşağıdaki tabloda; yağlayıcı olarak kullanılan çeşitli camların bileşen değerleri verilmektedir¹⁵⁾. Bu tablodan çeşitli silikatlar görülebilir.

Tablo 4.3. Çeşitli cam yağlayıcılarının bileşen değerleri ¹⁵⁾

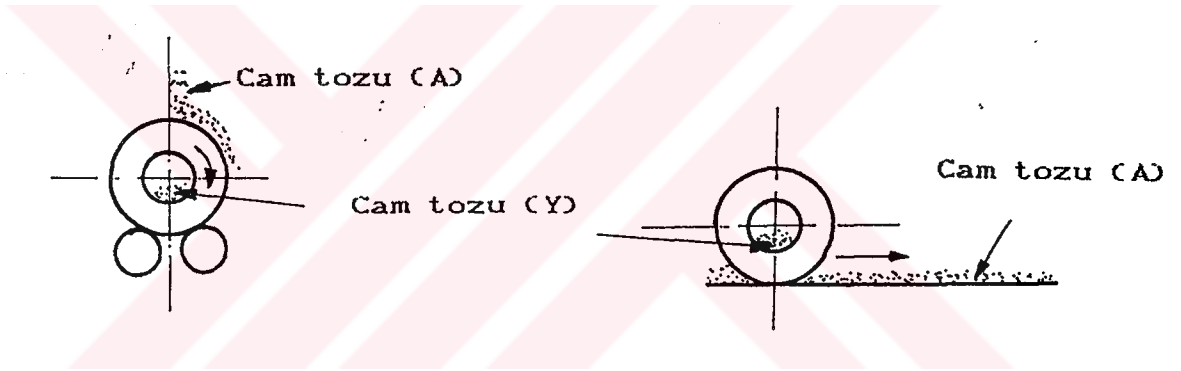
No	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	CaO (%)	Na_2O (%)	BaO (%)	Diğer oksit. top. %
1	60	5	14	14	-	7
2	72	4	8	13	-	5
3	65	4	14	8	-	9
4	71.5	2.7	0.8	7.5	13	4.5

Delik genişletme

Delme



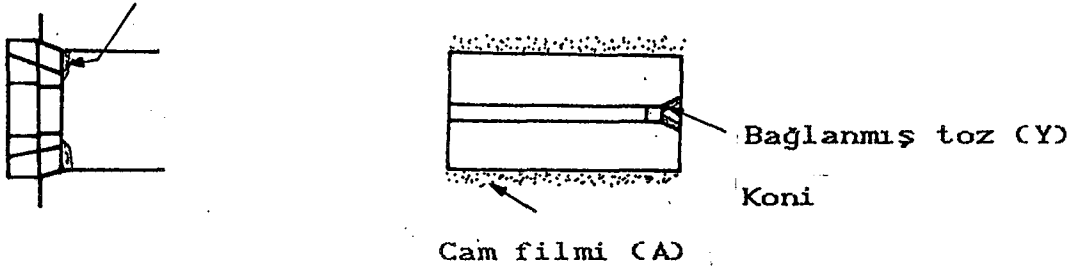
İç ve dış yüzeylere camın uygulanması



Matris yağlanması

Yatay genişleme için blok yağlanması

Bağlanmış toz (Y)



A : Alçak ergime noktalı cam

Y : Yüksek ergime noktalı cam

Şekil 4.4. Cam yağlayıcıların uygulanışı

Şekil 4.4. de bir ekstruzyon işleminde ayrı bölgeler için ayrı ergime noktalı camların kullanılışı görülebilir.

Cam, talassız şekillendirme süreci çeşit ve şeklini şöyle etkiler^{14,15}.

- Metal ve takım arasında bir koruyucu ısı tabakası oluşturur, bu termik koruyucu ve izole tabakası, takımları aşırı ısınmaktan, iş parçasını da aşırı soğumaktan korur,
- Şekillendirme sırasında, orta düzeyli sürtünme sağlar,
- Sıcak metali, şekillendirme işlemi süresince oksidasyondan korur.

K_2O , Na_2O , P_2O_5 bazlı alkalik tetraborat karışımı toz yağlayıcı maddeler (dipotasyumtetraborat, disodyumtetraborat, fosfattettraborat), metalin şekillendirme sıcaklığında suda çözünür olarak kullanılırlar ve tribolojik kontakt hidrodinamik yağlamasını sağlarlar¹⁴.

Ekstruzyonda matrisler, mandreller, delme uçları ve genişletme malafaları için yağlayıcı olarak 850-1050°C lık alanda yumuşamayan, kireç sodası tipli bir cam kullanılmaktadır. Daha yüksek yumuşama alanlı cam kullanmak bazen yararlıdır. Daha yumuşak cam ya da 650-850°C arasında yumuşayan, parlaklık veren cam macunu, soğuk blok alıcılarının bağıl etkisini dengelemek için blok dış yüzeyine sürülür. Matris yağlaması için cam tozu, matrisin delik ölçüsüne benzer, alıcınıninkinden biraz daha küçük bir disk şeklindedir ve eşit kalınlıkta ya da matris kenarında kalınlaşması için gittikçe incelen sıkı bir disk biçimindedir. Bunun uç nedeni vardır: Matris grubunu blok ısısından korumak, ekstruzyon yapılırken blok ucundaki yarıçapı korumak, alıcı ile matris yüzeyi arasındaki köşeyi hazırlamak ve matris delik ve yarıçapının korunması için erimiş yağlayıcı sağlamak. Camın kutlesi ilk iki görevi yerine getirmek için yeterli ise üçüncüsü için de kesin olacaktır. Erimiş camdan ince bir film, bloğun yüzeyinde şekillenir ve matris yüzeyindeki tabakayı korumak için iş parçası ile ekstruzyon edilir.

Matris yağlaması, ürünün dış yüzeyinde 0.02 mm kalınlığında

bir film oluşturur. Filmlerin renginin, parlak cam yeşilinden mat griye dönüşmesi, blok üzerindeki oksidin etkisindedir¹⁵⁾.

4.2.3.5. Odun Talaşı

En eski yağlayıcı maddelerden biridir. Metallerin dövülmesinde kullanılır. Genellikle yağ ya da fettele karıştırılır ve aslında takım ve iş parçası arasında ayırma etkisi yaratmasıyla etkindir: Sıcaklık etkisiyle gaz oluşur ve kireçleşmiş artıklar (kömürleşmiş ve reçinemsî maddeler) geçici bir metal koruması oluştururlar¹⁴⁾.

4.2.3.6. Sabunlar

Yağlama amaçlı olarak lityum, kalsiyum, sodyum, alüminyum, baryum ya da bunların çeşitli oranlarda birbirleriyle karıştırılmalarıyla elde edilen metalik sabunlar kullanılır.

Ancak genellikle metalik sabunlar yalnız başlarına değil de mika, talk, kil, borax, sodyum fosfat v.d. gibi dolgu maddeleri, grafit, MoS_2 , kükürt ya da fosforlu yüksek basınç ve korozyon önleyici ya da boya maddesi içeren çeşitli katımlarla birlikte kullanılırlar. Bu şekilde elde edilen maddelere de gresler denir. (Gresler hakkında daha ayrıntılı bilgiyi " Yarı Katı Yağlayıcılar " başlıklı bölümde bulabilirsiniz).

Kullanılacağı ortamın koşulları, sabunun çeşidini belirleyecektir. Bunlar: Kullanım sıcaklık aralığı, ortamın nem ya da ıslaklık durumu v.d. gibi.

Basınç, sıcaklık ve viskozite davranışlarını kontrol edebilmek için sabunların ana katımlarının eklenmesi gerekmektedir. Yağlanacak yüzeyin kaplanması, metalik sabunun yüzeye sürülmesi ya da parçanın, metalik sabun eriyiği içine batırılması şeklinde gerçekleşir (200-350°C da). Uygulama bölgesindeki sıcaklığın etkisiyle sabun erirken ve viskoz makaslardan dolayı bir yağlama filmi oluşturan eriyiğin

basıncı yükselirken, yağlama ya da termo-viskoz özellikler ortaya çıkar. Eriyiğe olan viskoz basınç etkisinin şiddetiyle bu film kalınlığı belirlenir^{1,7,14,18,19}.

4.2.3.7. Anorganik Tuzlar

Genelde yağlama etkisi bilinen tuzların büyük bir kısmı kullanılır. Tuzlar ve tuz karışımları, şekillendirme işlemi basınç ve sıcaklığı altında erirler. Toz, basınç altında sıkıştırılmış toz kütleleri, pastalar ve süspansiyonlar şeklinde üretilirler. Anorganik tuzlar, fiziko-kimyasal özellikleri içinde iki ayrı gruba ayrılırlar:

- Yağlama etkili ürünler : Bu bileşiklerde erime noktası, genellikle tribolojik kontakt noktası sıcaklığından daha düşük ve ayrışma noktası, tribolojik nokta sıcaklığından daha yüksektir. Eriyik ve viskoz makaslama kuvvetinden bir bileşke sayesinde etkirler. En çok klorür (NaCl , BaCl_2), silikat (Na silikat, Ca silikat) ve florür (LiF) kullanılmaktadır.

- Ayırma etkili ürünler : Bu bileşikler, ya termik ayrışım ile oluşan buhar yapısından dolayı düşük erime noktasında ya da mekanik ayırma etkisinden dolayı (takım ve iş parçası arasında kuvvetli bir film oluşturur) tribolojik kontakt noktası sıcaklığının üzerindeki erime noktalarında etkilidirler. En çok nitrat, karbonat ve bikarbonat, oksalat (bunlar kalsiyum ve sodyum ile bileşikler oluşturular; örneğin, Ca karbonat, Na oksalat v.b.) ve de formiat kullanılır¹⁴.

4.2.3.8. Folye Ve Laklar

Bunlar, rulolar halinde ya da akıcı formda üretilirler.

4.2.3.8.1. Folyeler

Kendinden yapıştırıcı tabakalı ya da tabakasız, sokulebilir

ve oldukça dayanıklı olan folyeler, polietilenden, polipropilenden, akrilik reçineden ve esner PVC den, rulolar halinde üretilirler. Uygulama alanları: Haddeleme, yayma işlemleri.

Sıvı termoplastiklerden sokulebilir folyeler, sıcaklık ve uzun ömür stabilizatoru kullanılarak yumuşatıcılı PVC ve reçinelerden bileşimler olarak akıcı formda üretilirler (kullanım alanına göre -örneğin ısıtmaya göre- folye karakteri seçilmeli). Haddeleme işlemlerinde kullanılırlar.

4.2.3.8.2. Laklar

Sokulebilir filmler, vinilklorid-kopolimerisat, selüloz bileşiklerinden akıcı formda üretilirler. Haddeleme, puskurtme ekstrüzyonu ve dövme işlemlerinde kullanılırlar.

Sokulemeyen filmler, yapay reçine çözeltilerinden akıcı formda üretilirler. Haddeleme, ekstrüzyon ve dövme işlemlerinde kullanılırlar. İş parçası üzerinden yıkayarak, taşıyarak ya da fırçalayarak uzaklaştırılabilirler.

4.3. Sıcak Metal Şekillendirmede Katı Yağlayıcıların Kullanımı

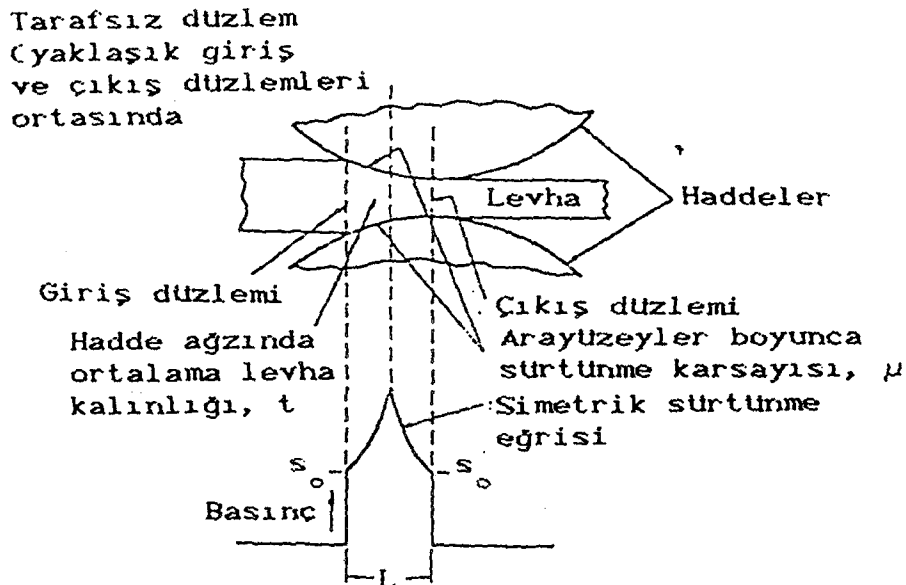
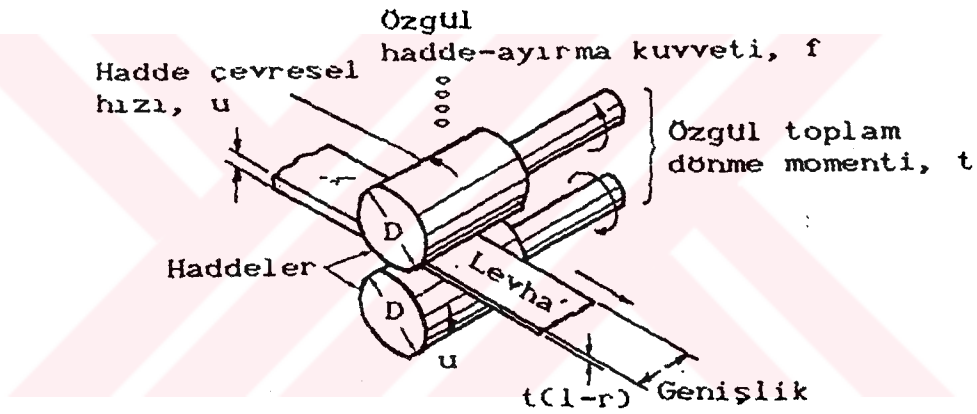
Bu bölümde, çeşitli şekillendirme işlemlerinde karşılaşılan sorunlar ve bu sorunların konumuz gereği yağlayıcılarla giderilmesi işlenecektir. Konunun büyük çoğunluğu pratiklik açısından tablolar şeklinde işlenecektir.

Şekillendirme işlemlerine göre şekillendirme sırasında ve sonrasında çeşitli pratik sorunlar ortaya çıkar. Buna göre de bir sıcak şekillendirme tipinden diğerine, kullanılabilir çözümler de önemli büyüklükte değişebilir. Ayrıca kullanılan metalin çeşidine göre de işlem sırasında takım ve iş parçası arasında sınır yüzeydeki çalışma koşullarının değişmesi de ayrı bir sorundur.

Aşağıda, işlenecek modelin sıcak şekillendirme tipi ve özelliğine göre katı yağlayıcılar ile birlikte kullanılan en önemli çözeltiler anlatılmaktadır¹⁴⁾:

4.3.1. Haddeleme

Haddeleme ile levha, profil, ray v.b. gibi çeşitli bitmiş ürünler, sıcak işlenerek elde edilirler. Şekil 4.5., levha haddelemesinin yöntemini şematik olarak göstermektedir. Tablo 4.4. de sıcak haddelenmede yağlamanın teknik özellikleri görülebilir.



Şekil 4.5. Levha haddelemesinin ilkesi

Tablo 4.4. Sıcak haddedelemde yağlamanın teknik görünüşü¹⁴⁾

İşlenen metalin çeşidi	Giderilecek en önemli pratik sorun	Kullanılan yağlayıcı çeşidi	Kullanılan formülasyon örneği
Az karbonlu çelik	-Takımın soğutulması	Grafit Doğal oksit	Grafit+katran
Orta düzeyde karbon içeren çelik	-Yağlayıcı maddenin birlikte sürüklenmesi	Grafit Odun talaşı Doğal oksit	Grafit + su + dolgu maddesi + polietilenglikol

Dikkat : Sıcak haddelene bölgesinde, genellikle optimum uygulama zorluğundan (istene bölgede ideal miktarı kullanıma hazırlama) dolayı katı yağlayıcı maddelere çok az gereksinim duyulmaktadır. Genellikle hidrodinamik yağlama kullanılır (yağlar, emülsiyonlar, yağ-su, katranlar^{14,20}). Bu, haddehanelerin çoğunda büyük hava kirliliğine yol açar.

Çeliğin sıcak haddelenmesinde katı yağlayıcı olarak, tablo 4.4. den de görüleceği gibi genellikle grafit ya da bunun çeşitli maddelerle karışımları kullanılmaktadır. Yüzey gerilimini azaltıcı katıklar içeren grafit esaslı yağlayıcıların optimum bileşimi deneysel verilerle bulunabilir.

Yüzey gerilimini azaltıcı katıklar içeren grafit esaslı katı yağlayıcılarla yapılan denemeler sonucunda; şekillendirme kuvveti ve metalin merdane üzerine uyguladığı basınçta, ortalama olarak %20-30 oranında azalma olduğu görülmüştür. Tamamen kuru haddelene ile karşılaştırıldığında; saf su ile yapılan haddedelemde metalin merdaneye uyguladığı basınçta %13-14 azalma gözlemlenmiştir.

Eğer grafit esaslı yağlayıcı, içinde yağ bulundurmuyorsa,

grafitin merdane üzerine yapışma özelliği kötü olduğundan ve bu yüzden grafit, haddelenen metal tarafından götürüleceğinden ve de 500°C in üstünde grafit oksitlenip yağlayıcılık özelliği kötüleşeceğinden, su-grafit karışımı, sıcak haddelemede fazla etkili olmaz. Ama sıvı yağ ya da gres ile karıştırılarak kolloidal bir suspansiyon oluşturup daha iyi yağlama etkileri elde edilebilir.

Sıcak haddelemede cam esaslı yağlayıcılar, şekillendirmeden sonra ürün yüzeyinden temizlemek zor olduğu için kullanılmazlar.

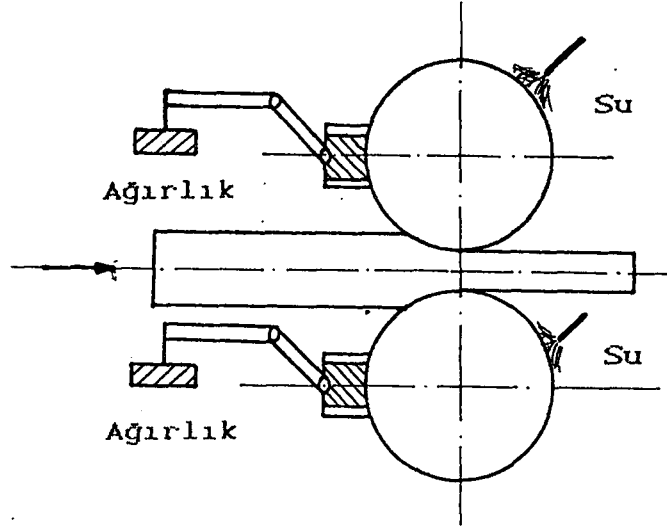
Tuz esaslı yağlayıcılar ise sulu çözeltiler oluşturduğunda metal ve takımın korozyonunun artmasına yol açarlar.

MoS₂ esaslı yağlayıcılar, merdanelerin su ile soğutulması durumunda kullanılmazlar. Çünkü 900°C - 1200°C da MoS₂ kutleleri bozularak, MoS₂ oksitlenmesi sonucunda MoO₃ ve H₂SO₄ oluşur. Bunun sonucunda da asidik bir ortam oluşmaktadır.

Haddelemede kullanılan katı yağlayıcılar, briket şeklinde yüksek dayanıma sahip olup, refrakter kil ve yüzey gerilimini azaltıcı katılarla zenginleştirilmişlerdir. Şekil 4.6. da, katı briketlerin, özel bir düzeneğe merdanelere bastırılışı ve merdane yüzeyinde aşınma ile ince bir yağlayıcı tabaka oluşturması görülmektedir. Baskı kuvveti değiştirilerek yağlayıcı tabaka kalınlığı ayarlanabilir.

Merdane üzerinde en uygun yağlayıcı tabaka, en iyi yağlama ve en az yağlayıcı tüketimi oluşturan basınç, 1.5 - 3 kgf/cm² arasındadır ve esas olarak merdanenin cinsine ve ezme miktarına bağlıdır.

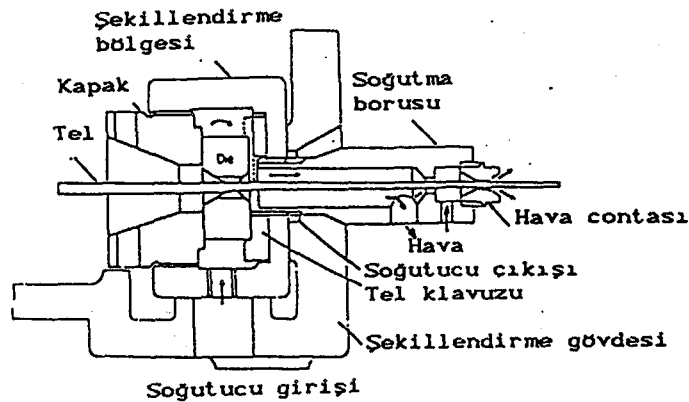
Sıcak haddelemede katı yağlayıcı kullanılması sırasında elde edilen üstünlükler, hiç yağlayıcı kullanılmaması durumuna göre şunlardır: Şekillendirme için gerekli motor gücünün düşmesi yani enerji harcamasının düşmesi, metalin merdaneye daha az basınç uygulaması, şekil değiştirme bölgesindeki sürtünme kuvvetinin düşmesi, sürtünme katsayısının düşmesi, pasolardaki aşınmanın düşmesi, kaliteli ürün eldesi ve bunların sonucu olarak haddenin daha verimli kullanılması.



Şekil 4.6. Katı yağlayıcıların merdaneye uygulanışı

4.3.2. Çekme

Bu işlemle, ingot (kütle demir), boru ve herşeyden önce tel çekme işlemleri yapılır (Şekil 4.7.). Ürünlerin büyük çoğunluğu oda sıcaklığında yapılır. Metallerin mekanik davranışlarını iyileştirmek ve işlem sırasındaki enerji gereksinimini düşürmek istenirse, sıcak çekme de yapılabilir. Bu işlemler sırasında, çeşitli taşıyıcı ortamların bulunduğu birçok katı yağlayıcı madde kullanılır ve ortaya çıkan teknik özellikler tablo 4.5. dedir:



Şekil 4.7. Tel çekmenin ilkesi

Tablo 4.5. Sıcak çekmede yağlamanın teknik görünüşü ¹⁴⁾

İşlenen metalin çeşidi	Giderilecek en önemli pratik sorun	Kullanılan yağlayıcı çeşidi	Kullanılan formülasyon örneği
Az karbonlu çelikler	-Metalin ısıtılmasını düşürmek	Grafit Kireç sabunu	Grafit+fett Grafit+katran Grafit+kireç sab. Grafit+amonyak
Orta düzeyde karbon içeren çelikler	-İstenen yüzey kalitesine ulaşmak -Metalin akışını homojenleştirmek	Grafit Kireç sabunu Anorganik tuzlar Camlar	Grafit+fett Grafit+katran Grafit+kireç sab. Grafit+amonyak Grafit+sodyum silikat
Paslanmaz çelikler Ni alaşımları	-İş parçası ile takımın yapışmasını engellemek	Grafit MoS ₂ Metalik sab.	Grafit+metalik sabunlar Takımın fosfatlanmasından sonra sodyum sabunu
Al alaşımları Mg alaşımları		Anorganik tuzlar Camlar Grafit MoS ₂ Yüzey oksidi	Grafit+sodyum silikat
Cu alaşımları		Grafit Anorganik tuzlar MoS ₂	Grafit+yağ Grafit+sodyum silikat Grafit+fett
Ti, Mo, W alaşımları		Grafit Camlar	Grafit+yağ Grafit+stearik asit

Dikkat: Takım (matris), yukarıda belirtilen çeşitli urunlerle yağlanmadan önce genellikle bir yüzey işlemi yapılır. Bunun için uygulanan başlıca yöntemler:Fosfatla, boratla, kireçle (kalsiyum, magnezyumoksit) işleme.

Tel çekme işlemlerinde hidrodinamik yağlama yapıldığında, hidrodinamik etkinin sadece hıza ve viskoziteye bağlı olmadığı görülmüştür. Eğer matrisin girişinde yüksek bir basınç elde edilebilirse, düşük hızlarda ve düşük viskoziteli yağlar kullanılarak hidrodinamik yağlama gerçekleştirilebilir.

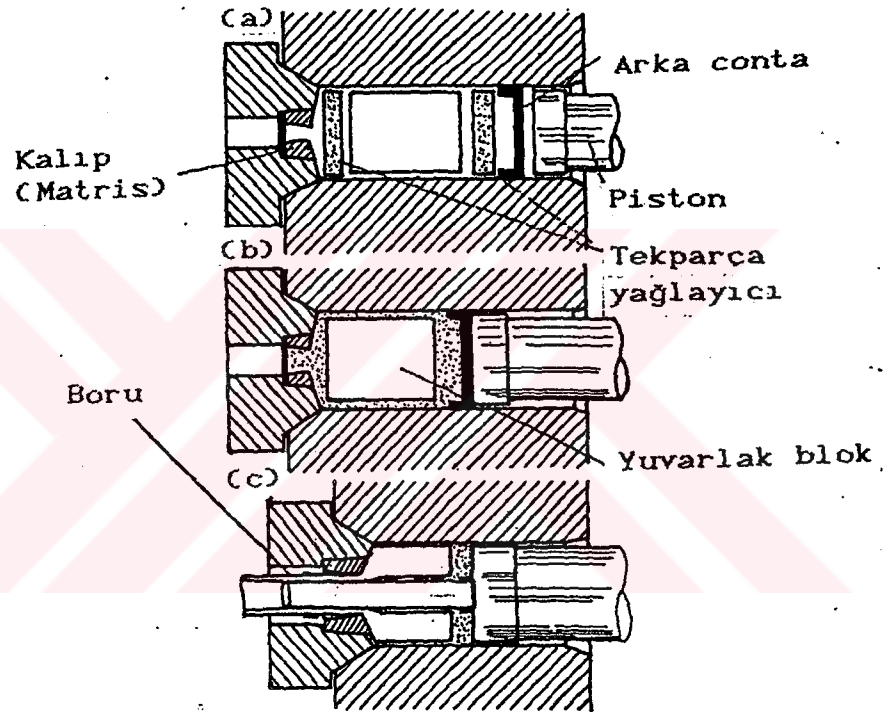
Tel hızının artmasıyla, giriş bölgesi ile talaşsız şekil değiştiren bölge arasındaki yağ filmi kalınlığı bir maksimuma yükselir. Uygulanacak daha yüksek bir hız, bu değerın düşmesine neden olur. Ayrıca yağlayıcı viskozitesindeki artış, film kalınlığını arttırır.

Özellikle tel çekme için yapılan deneylerde elde edilen sonuçlara göre; karbür hadde ile yapılan çekme işleminde, saf yağ ile çalışılırken yağa katılacak çok az orandaki suyun bile malzemenin, hemen çekme başlangıcında kopmasına neden olacağı belirlenmiştir. Bu nedenle; karbür hadde ile çekme işlemi yapılırken su kullanılmaktan kaçınılmalıdır. Ancak yine karbür hadde ile ve düşük yağ konsantrasyonlarında çalışılırken yağlayıcı içine bir miktar MoS_2 katılırsa malzemede kopma olmaz ancak malzeme yüzeyinde istenmeyen, küçük çizgiler oluşur. Yok eğer kompaks ya da elmas hadde ile çalışılacaksa, düşük yağ konsantrasyonlarında çalışılabilir.

Tel çekmede matris girişindeki aşınma, çıkışdakine göre daha çokdur. Bu giriş bölgesindeki sürtünmenin daha çok olduğunu gösterir. Bundan dolayı malzemenin kalıptan geçmesi bazen zor olacaktır ve tel çıkışda kopabilecektir. Bunun nedeni; ya pasolar arasında tele yeterli bir soğutma yapılmaması sonucu telin iç ısıl gerilimler taşıması ya ana maddenin kendisinin iç gerilimler taşıması ya da yağlayıcı olarak kullanılan karışımın iyi filtre edilmemesi sonucu toz, çapak gibi yabancı maddeler içermesidir.²⁰⁾

4.3.3. Ekstrüzyon

Ekstrüzyon işlemi (Şekil 4.8.) ile büyük yuvarlak bloklardan tekduze kesitli uzun yarı bitmiş ürünler elde edilebilir. Bu sıcak şekillendirme tekniği, herşeyden önce, Cu ve Al alaşımlarında kullanılır. Diğer metaller için de uygundur.



- a) Başlangıç konumundaki yağlayıcı, yuvarlak blok ve arka conta.
- b) Basınc altında.
- c) Borunun şekillenmesi.

Şekil 4.8. Ekstrüzyon İşleminin İfkesi

Ekstrüzyon işlemi sırasında ekstrüzyon basıncı, giriş bölgesinden şekil değıştirme bölgesine geçerken en büyük değere doğru artar. Çünkü şekil değıştirme bölgesinin giriş tarafında en büyük sürtünme kuvvetiyle karşılaşılmaktadır. Bundan dolayı; bu bölgelerde çok iyi bir yağlama yapılmalı ve giriş bölgesinde en büyük film kalınlığına ulaşılmalıdır.

Aynı ekstruzyon tezgahında büyük kesitli bir profilin basılması, küçük kesitliye göre daha kolay olacaktır. Çünkü aynı çaplı bloktan büyük kesitli profili basarken daha düşük bir şekil değiştirme oranı ortaya çıkacaktır. Bundan dolayı; küçük kesitli profiller basılırken yağlamaya daha çok önem verilmelidir.

Tablo 4.6. de ekstruzyonda karşılaşılan yağlama sorunlarının çözümü için kullanılan katı yağlayıcı maddeler bulunmaktadır. ^{14,20)}

4.3.4. Dövme

Dövme, çeşitli metallere, çeşitli sıcaklık ve çalışma koşullarında uygulanabilir. 500°C in üstündeki dövme işlemlerinden sıcak dövme anlaşılmalıdır.

Dövmede malzeme akışı, kalıplar tarafından uygulanan yüksek basıncın etkisiyle oluşur. Malzeme-kalıp ara yüzeylerindeki sürtünme koşulları, malzeme akışını, basınç dağılımını, yük ve enerji büyüklüklerini etkiler. Bundan dolayı dövme kalıplarında kalıbın yağlanması ile sürtünmenin bu olumsuz etkileri azaltılmakta ve birçok hata oluşumu önlenmektedir. Oluşan yağlayıcı filmi, iş parçasının kalıba yapışmasını önlemeli, korozyona karşı koruyarak ömrünü uzatmalı, iş parçası-kalıp arasındaki kayma sürtünmesini azaltarak malzeme akışını kolaylaştırmalı, sıcak iş parçasından oranca daha soğuk olan kalıplara ısı iletimini engelleyebilmeli, derin kalıplarda uç noktalara birikerek alan daraltmamalı ve böylece kalıp boşluğu oluşumunu önlemeli ve dövme parçasını kalıptan çıkarmaya yardımcı olacak bir gaz basıncı oluşturabilmeli ancak çıkan bu gaz da çevre kirletici ve zehirleyici olmamalıdır. ²¹⁾ Ancak gerçekte hiçbir yağlayıcı bu özelliklerin hepsini birden sağlayamaz. Bundan dolayı da çeşitli yağlayıcılar birbirleriyle karıştırılarak kullanılırlar.

Dövme ile şekillendirme sırasında uygulanan yağlayıcı,

Tablo 4.6. Ekstrüzyonda katı maddeli yağlamanın teknik görünüşü

14)

İşlenen metalin çeşidi	Giderilecek en önemli pratik sorun	Kullanılan katı yağlayıcı çeşidi	Kullanılan formülasyon örneği
Az karbonlu çelikler	-Kuvvet harcamasını azaltma -Metalin ısıtılmasını azaltmak	Camlar Grafit Anorganik tuzlar Oksitler	Grafit+magnezyum metaborat Grafit+silikatlar Grafit+oksitler Grafit+yağ
Orta düzeyde karbon içeren çelikler	-Metalin akışını homojenleştirmek	Camlar Grafit Anorganik tuzlar Oksitler	Grafit+magnezyum metaborat Grafit+silikatlar Grafit+yağ
Paslanmaz çelikler	-Takımın aşınmasını azaltmak	Camlar	Grafit+magnezyum metaborat
Ni alaşımları		Grafit	Grafit+yağ
Al alaşımları Mg alaşımları Cu alaşımları		Grafit Yüzey oksidi Grafit	Grafit+sodyum-hidroksit Grafit+yağ Grafit+fett
Ti alaşımları Mo alaşımları W alaşımları		Camlar Grafit MoS ₂ Yüzey oksidi	Grafit+fett MoS ₂ + fett Grafit+MoS ₂ + oksit(Sb ₂ O ₃)

Dikkat : Camlar (silikat, borat, fosfat), sıcak ekstrüzyon işleminde en çok kullanılan yağlayıcı maddelerdir. Ancak her ne kadar ısı izolatör ve yağlayıcılık özellikleri iyise de, ekstrüzyon edilen metal yüzeyinin temizlenmesi sorunu ve işlem sırasında artan buhar ve tozun (silis tozu), zehirlenme riskinden dolayı, kullanımını her geçen gün daha çok tartışmalı olmaktadır.

istenen film kalınlığını her zaman oluşturamaz. Yüzeyle uygulanan yağlayıcı (eğer akışkan formda ise) takımların ilk hareketi ile hareketin yarısı bir hızla iş parçası-takım arasından dışarı doğru fırlar. Bundan dolayı; malzeme-takım arasında oluşan hidrodinamik film kalınlığı, merkezde en büyük, kenarlara doğru sıfıra yaklaşan bir azalma göstermekte.

Yağlayıcılar, kapalı kalıplarda, düz kalıplardaki gibi iyi sonuç vermezler. Kapalı kalıpların çoğunda yan akış, boşlukları doldurabilmek için özellikle yavaşlatılmalıdır. Bu, dar ve ince çapak açıklıklarının başlıca temel özelliklerinden biridir. Kullanılan yağlayıcı, kalıp parçalarının düşey yüzeyleri üzerinde en az bir sürtünme ve çapak geçiş yerlerinde en yüksek bir sürtünme sağlamalıdır. Bunun için kalıpların değişik yerlerinde değişik yağlayıcılar kullanılmaktadır.

Takım ve iş parçası arasındaki bağıl hız değişimleri, yağlayıcının işlevini etkilemektedir. Yüksek hızlarda oluşan yüksek sıcaklık bölgeleri, yağlayıcı film tabakasının yırtılmasını kolaylaştırdığı için yüksek hızlarda yağlama daha güç duruma gelmektedir.

Eğer şekillendirilecek malzeme, yüksek akma gerilmesine ve büyük pekleşme özelliğine sahip ise, bu özelliklere bağlı olarak ortaya çıkan yüksek temas noktası basınçları, yağlamayı daha güçleştirmektedir. Böyle durumlarda; pürüzsüz yüzeylerde, pürüzlü yüzeylere göre bölgesel yırtılmalar olmaksızın daha iyi bir yağlama elde edilebilmektedir.

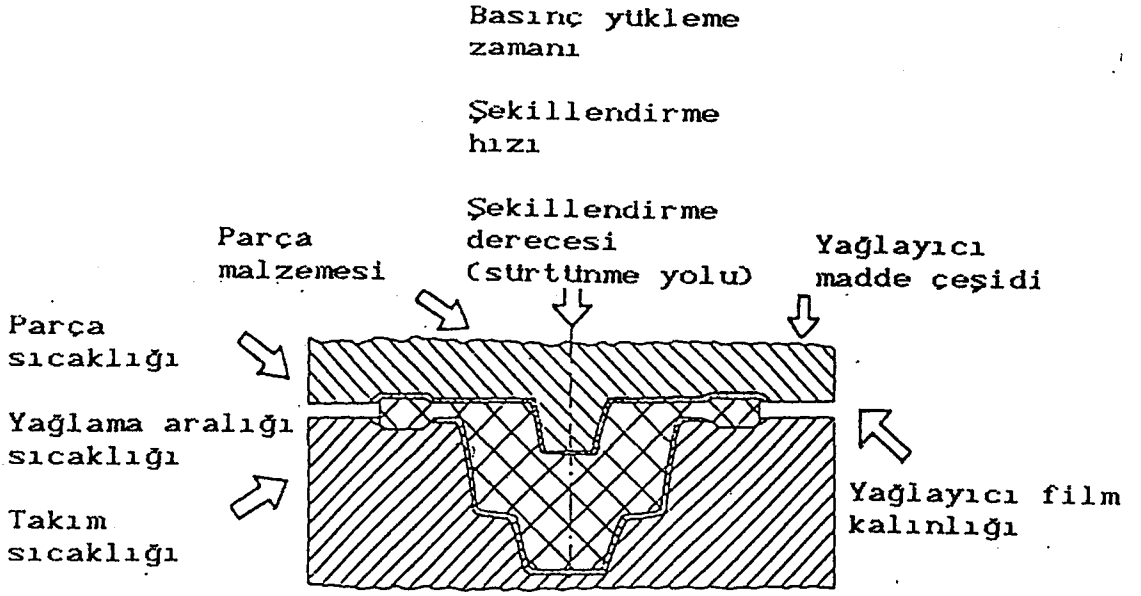
Dövmede özellikle de sıcak dövmede en sık yararlanılan yağlayıcı madde, çeşitli şekillerde kullanılan grafitir. Tablodan da görüleceği gibi grafit, en çok yağ ya da su ile karıştırılarak kullanılmaktadır. ^{14,22)}

Tablo 4.7.de, dövme işlemi sırasında genel olarak karşılaşılan sorunlar ve bunların giderilmesi için kullanılan yağlayıcı madde bileşenleri bulunmaktadır.

Tablo 4.7. Dövmede katı maddeli yağlamanın teknik görünüşü¹⁴⁾

İşlenen metalin çeşidi	Giderilecek en önemli pratik sorun	Kullanılan katı yağlayıcı çeşidi	Kullanılan formülasyon örneği
Az karbonlu çelikler		Grafit Odun talaşı Anorganik tuzlar	Grafit+yağ Grafit+fett Grafit+su+katıkl. CaF ₂ +grafit+yağ
Orta düzeyde karbon içeren çelikler	-Kuvvet harcamasını azaltmak -Takım aşınmasını azaltmak	Grafit Camlar	Grafit+yağ Grafit+fett Grafit+su+katıkl. Fosfatlar+boratlı.
Paslanmaz çelikler Ni alaşımları	-Takım ve iş parçasının yapışmasını önlemek	Grafit Camlar Anorganik tuzlar	Grafit+yağ BaCl ₂ +grafit+yağ Fosfatlar+boratlı.
Al alaşımları Mg alaşımları	-Takımın soğutulması	Grafit	Grafit+su+katıklar
Cu alaşımları		Grafit	Grafit+yağ Grafit+su+katıkl.
Ti alaşımları Mo alaşımları W alaşımları		Grafit Camlar MoS ₂	Grafit+su+katıkl. MoS ₂ + yağ MoS ₂ +su+katıklar

Dikkat : Matrisin yağlanması için kullanılan grafit, genellikle çok incedir (çekirdek büyüklüğü 1 µm den daha küçük) ve "kolloidal grafit" olarak belirtilirler. Bu seçim için ana nedenler: Bazen çok pürüzsüz olan yağlanacak yüzeylerdeki grafitin iyi bağlanması ve matris ve yağlanacak iş parçası arasında iyi bir termik izolasyon gereksinimidir.



Şekil 4.9. Şekillendirme sırasında yağlama etkisini etkileyen büyüklükler

4.3.5. Takım Üzerine Katı Yağlayıcı Maddenin Uygulanması Yöntemleri

Butun sıcak metal şekillendirme işlemlerinde yağlamanın etkinliği, aşağıdaki parametrelere bağlıdır¹⁴⁾:

- Yağlayıcı maddenin ve taşıyıcı ortamın çeşidi,
- Uygulama alanı,
- Yağlayıcı film homojenliği ve kalınlığı.

Bugün artık kullanılan ürünlerin zehirlilik yani sağlığa zararlılık derecesi de bu parametreler arasına katılmaktadır.

Buna göre; bir sıcak metal şekillendirme işleminde var olan bir yağlama sorunu için etkili olan çözüm:

YAĞLAYICI MADDE + UYGULAMA SİSTEMİ

şeklinde adlandırılabilen iki kısımlı bileşenden oluşur.

a) Söz konusu uygulama alanına, teknolojinin gelişme durumuna, üretilecek adede, işçilik giderlerine, takım giderlerine ve üretilecek ürünün satış fiyatına bağlı kalınarak; yağlayıcı maddenin fiziksel formuna uygun (toz, akışkan, pasta), var olan yağlama sorununu giderecek en büyük

Tablo 4.8. Sıcak metal şekillendirmede yağlayıcı madde uygulamasının teknik görünüşü ¹⁴⁾

Uygulama sistemi	Uygulama alanı	Yağl. fiziksel formu	Alım ve bulundurma için yatırım	A	B	C (1)	D
Fırçayla sürme	Boru had Dövme	Akışkan Pasta	Çok az	Zor	--	--	--
Yayma, iletme	Çekme Ekstruz.	Toz Pasta	Az	Kolay	0	0	0
Daldırma	Boru had Dövme	Akışkan	Az	Kolay	0	--	--
Üstünden dökmek	Boru had Dövme	Akışkan	Az	Kolay	0	--	--
Hava ya da havasız sprey ile üzer. serp.	Boru had Ekstruz. Dövme	Akışkan	Oldukça büyük	Kolay	++	++	++
Kaplama (yoğunlaşt.)	Boru had Ekstruz.	Toz	Çok büyük	Zor	0	0	0
Elektrostat. uygulama	Ekstruz. Dövme	Toz	Buyuk	Zor	0	++	0
Akışkan banyosu	Dövme	Toz	Buyuk	Zor	0	0	0

A) Otomatikleşme

B) Emniyet

c) Uygulamanın doğruluk derecesi

D) Uygulama kalite ve miktarının sabitliği

-- Yetersiz ya da kötü

0 Orta

++ İyi

(1) Yağlayıcı madde yalnızca takımın belirli kısmı yerlerine uygulanabilir.

olanağı sunan uygulama sisteminin seçimi sozkonusudur (Tablo 4.8.).

b) Tablo 4.8. de belirtilen uygulama sistemleri, her sıcak şekillendirme işlemleri fonksiyon akışına ve üretim koşullarına uygundur. Öncelikle, varolan yağlama sorununu gidermek için en iyi olanağı sunan yağlayıcı hangisi ise onun, endüstriyel koşullar altında uygulama sistemi ile birlikte denenmesi gerekir. Böylece yağlayıcı madde ve uygulama sistemi yapı parametrelerinin birbirine uygun olanları aracılığıyla en iyi yağlama fazı gerçekleştirilebilir.

Dövme işlemleri bir kenara bırakılırsa; şunda hem teknolojik hem de ekonomik ve çevre koşullarına göre ideal olabilecek yalnızca küçük çözümler bulunmaktadır¹⁴⁾.

5. YARI KATI YAĞLAYICI MADDELER (GRESLER)

5.1. Giriş

Gres, akışkan bir yağ ile kalınlaştırıcı bir maddenin, katı ile yarı akışkan arasında yapı değişikliği gösteren bir karışımıdır.

Greslerin akışkan kısmı, petrol bazlı bir madeni yağ ya da sentetik bir akışkan olabilir. Kalınlaştırıcı kısım ise; Li, Ca, Na, Al, Ba ya da bunların Ca, Pb gibi diğer maddelerle olan kombinasyonları gibi metalik bir sabun ya da organophilic (sabun olmayan) modifiye edilmiş kil, mika ya da organik bazlı sabun olmayan maddeler olabilir. ^{1,5,7,16,18,19)}

Madensel sabunlar, greslerin çatısını oluşturur, herhangi bir yağlayıcılık özellikleri bulunmamakta. Madensel greslerin yaklaşık % 80-90 ını içine içerilmiş yağ diğer kısmını ise madensel sabun oluşturur.

Greslerin verimini artırmak için katık da katılmaktadır:

Tablo 5.1. Greslere katılan katıklar¹⁸⁾

<u>Katık Tipi</u>	<u>Katık Görevi</u>
Kalınlaştırıcılar	Adsorbsiyon aracılığıyla madeni yağı tutmak
Dolgu maddeleri	Sağlam yapı ve sertlik kazandırmak
Oksidasyon önleyiciler	Oksidasyonu önlemek
Metal deaktivatörler	Metallerin katalitik etkisini önlemek
Korozyon önleyiciler	Korozyonu önlemek
Aşınma önleyiciler	Aşınmayı azaltmak
Aşırı basınç katıkları	Sürtünmeyi azaltmak
Damlama noktası geliştiriciler	Damlama noktasını yükseltmek
Stabilizörler	Kullanılabilir sıcaklığını yükseltmek ve sıcaklıkla özellik değişimini önlemek
Yapışkanlık vericiler	Metal yüzeylere yapışmayı sağlamak

The National Lubricating Grease Institute (NLGI) sınıflamasında, gresler, ASTM penetrasyonlarına göre sınıflandırılır:

Tablo 5.2. *Greslerin penetrasyon sınıflaması*¹⁸⁾

<u>NLGI No</u>	<u>ASTM İşlenmiş Penetrasyon (25°C - 77°F)</u>
000	445-475 Yarı akıcı gres
00	400-430 En yumuşak
0	355-385 Çok yumuşak
1	310-340 Yumuşak
2	265-295 Orta derecede yumuşak
3	220-250 Orta
4	175-205 Sert
5	130-160 Çok sert
6	85 -115 En sert

Özel amaçlı ya da çok amaçlı uygulamalarda kullanılan greslerin formülasyonunda; çalışma koşulları, uygun kalınlaştırıcı ve katıklar ile uygun testlerin seçimi dikkate alınmalıdır. Teorik olarak en iyi gres diye bir kavram olmamakla birlikte, bir uygulama için en iyi ürün söz konusu olabilir.

Tablo 5.3. de, kullanım koşullarına göre gres formülasyonlarından beklenen koşullar sıralanmıştır. Tablo 5.3. den de açıkça görüleceği gibi, gres yapımında kullanılan yağların birçok önemli özelliğinin dikkate alınması gerekir.

Tablo 5.3. *Çalışma koşullarına göre greslerden beklenenler*¹⁸⁾

<u>Çalışma Koşulları</u>	<u>Gerekli Koşullar</u>
Yüksek sıcaklık	Yüksek sıcaklık kalınlaştırıcısı, yüksek damlama noktası Yüksek viskoziteli yağ; petrol ya da sentetik bazlı

	<p>Parlama noktası yüksek yağ; düşük buharlaşma</p> <p>Oksidasyon direnci</p> <p>Koyu kıvam istenir</p>
Düşük sıcaklık	<p>Düşük oranda kalınlaştırıcı</p> <p>Yumuşak kıvam</p> <p>Düşük viskoziteli yağ</p> <p>Yüksek viskozite indeksli yağ (istenir)</p> <p>Düşük akma noktası olan yağ (çok düşük sıcaklıklarda)</p> <p>Pas direnci (su yoğunlaşabilir)</p>
Değişik sıcaklıklarda	<p>Yüksek sıcaklık kalınlaştırıcısı</p> <p>Düşük oranda kalınlaştırıcı</p> <p>İyi düşük sıcaklık torku</p> <p>Düşük buharlaşma</p> <p>Düşük viskoziteli ve yüksek viskozite indeksli yağ, sentetik tercih edilir</p> <p>Düşük akma noktası olan yağ</p> <p>Oksidasyon direnci</p> <p>Pas direnci</p> <p>Aşırı basınç ve aşınma önleyici katıklar</p>
Ağır yüklerde	<p>Düşük aşınma testi değerleri</p> <p>Yüksek EP testi değerleri</p> <p>EP- aşınma önleyici katkı maddeleri</p> <p>Katı katkı maddeleri</p> <p>Yüksek viskoziteli yağ (tercih edilir)</p>
Çok amaçlı	<p>Yüksek sıcaklık kalınlaştırıcısı</p> <p>Orta viskozitede yağ</p> <p>EP- aşınma önleyici katkı maddeleri</p> <p>Oksidasyon direnci</p> <p>Pas direnci</p>

5.2. Greslerin Özellikleri

5.2.1. Sabunlaşma Ve İyod Değerleri

Greslerin istenen kalite, homojenlik ve kıvamda olması, sabun oranına ve sabunlaşmanın iyiliğine bağlıdır. Eğer üretim sırasında sabun oranı doğru tutturulmuş ve sabunlaşma güzel olmuş ise gres, parlak (yağlı görünümlü), lifli yapıda elde edilir. Ancak her üretimde koşullar sabit tutulmadığı için sabunlaşma farklı olmakta ve gres özellikleri de değişkenlik göstermektedir. Görülüyorki; sabun oranı ve sabunlaşma, üretim prosesine çok yakından bağlıdır. Örneğin, iki ayrı üretici aynı gresi üretim prosesi ya da ekipmanındaki küçük bir değişiklik nedeni ile farklı yumuşaklıkta üretebilmektedir.

Sabunlaşma iyileştikçe gresin içerdiği yağ oranı da artacaktır.

5.2.2. Kıvam

Gresler, oda sıcaklığında sıvı halde olan sabunlu greslerden bir bıçak ya da tel ile kesilmesi gerekecek kadar sert olan greslere kadar çeşitli kıvamlarda bulunmaktadır. Kıvam; bir gresin, şeklinde meydana gelecek devamlı bir değişikliğe karşı gösterdiği relatif direncin ölçüsü olarak tanımlanabilir. Bir gresin kıvamını etkileyen en önemli etkenler, başta sabun oranı olmak üzere kullanılan yağın cinsi, üretim yöntemi, su içeriği v.d. ^{7,20)}

Bu değer, genelde ASTM penetrasyon derecesi ya da NLGI numarasına göre belirtilir. Penetrasyon değeri yükseldikçe gres yumuşamaktadır.

Penetrasyon derecesine, 25°C (77°F) da karar verilir. Eğer sıcaklık, örneğin 0°C a düşerse, gres bir ya da iki numara kalınlaşacaktır. Eğer sıcaklık 110°C dolaylarına çıkarsa, gres 25°C dakinden en azından bir numara ince olacaktır. Ortam sıcaklığında depolanan gresler, yazın yumuşayacak kışın ise

sertleşecektir.

Bir gresin, uygulama sırasında iyi verim vermesi için gres kalınlığının; çalışma koşulları, yağlanacak mekanizmanın özellikleri ve yağlama şekli gözönüne alınarak seçilmelidir.

Gresler çalışma sırasında yumuşayıp durunca kalınlaşabilirler. Bu özellik, yani thixotropy, her bir gres için farklı boyutlarda görülür. Thixotropysi yüksek gresler, depolama sırasında özelliklerini kaybedecek kadar kalınlaşabilir.

5.2.3. Viskozite

Viskozite, yağlama yağının en belirgin özelliğidir. Akışkanın, akmaya karşı gösterdiği direnci ya da başka bir deyişle; akma sırasında sıvı tabakalar arasındaki direnci belirtir. Teknik olarak, kayma geriliminin, kayma hızına bölünmesinden çıkan katsayıdır. Çıkan bu viskozite katsayısı, uygun basınçta ve sabit sıcaklıktaki bir yağ için sabittir. Sıcaklık arttıkça viskozite düşer, sıcaklık azaldıkça viskozite yükselir. Düşük sıcaklıklarda çalışacak bir gresin formülasyonunda, düşük viskoziteli yağ kullanımı iyi sonuç verecektir.

Viskozite sayesinde yağlanan yüzeyler arasında bir film tabakası oluşur ve yüzeylerin doğrudan doğruya birbirlerine sürünmesi engellenir. Sıcaklık arttıkça yağ incelir; daha az viskoz olur. Eğer viskozite çok düşerse, yağ filmi yok olur. Bu yüzden, yüksek sıcaklıkta çalışacak greslerin üretiminde yüksek viskoziteli yağ kullanılmalıdır.

5.2.4. Viskozite İndeksi (VI)

Sıcaklığın düşmesi ve yükselmesine bağlı olarak viskozitenin artması ya da azalmasını anlatan bir ölçü sistemi geliştirilmiştir. Bu sistem, viskozite indeksi (VI) olarak bilinir: 100 , parafinik yağın viskozitesinde; 0

dolayları ise, naftanik yağın viskozitesinde beklenen değişimleri belirtir. Bazı yüksek rafine edilmiş ya da sentetik yağların viskozite indeksleri, 100 den daha yüksek olup, viskozitelerinin, sıcaklıkla daha az değiştiğini anlatır.

Greslerin formulasyonu ve kullanımı açısından özellikle uç sıcaklıklarda ya da değişken sıcaklıklarda çalışması gereken greslerde, yüksek viskozite indeksli yağ kullanımı iyi sonuç verir.

5.2.5. Akma Noktası

Akma noktası, yağın, yerçekimi etkisi ile artık akmayacağı sıcaklık olarak düşünülebilir. Düşük sıcaklıklarda çalışacak yağın akma noktası gözönüne alınmalıdır.

Viskozite indeksi düşük olan yağlar, sıcaklık düşmesi ile yükselen viskozite, yağın akıcılığını engelleyene kadar kalınlaşır. Bu olay, "Viskozite Akma Noktası" olarak tanımlanabilir.

Yüksek viskozite indeksli yağlar, genellikle bir miktar çözünmüş parafin içerirler. Rafine işlemi sırasında bu parafinin bir bölümü alınır ancak ufak bir miktar yinede kalır. Sıcaklığın düşmesi ile birlikte kristalleşen parafin, yağın akmasına engel olan bir jöle ya da kristal ağı oluşturur. Bu duruma "Parafin Akma Noktası" denir. Oda sıcaklığında aynı viskoziteye sahip, viskozite indeksi yüksek olan yağ, viskozite indeksi düşük olan yağa oranla daha yüksek akma noktasına sahiptir.

Gresin içindeki kalınlaştırıcı, parafine göre daha dayanıklı bir kristal ağı oluşturur. Bu yüzden, genel ortam sıcaklıklarında kullanılan gresler için parafin, önemli bir faktör değildir. Ancak bazı düşük sıcaklık uygulamalarında, akma noktası dikkate alınmalıdır. Parafinin etkili olduğu düşük viskozite indeksli ve akma noktalı yağın, yüksek viskozite indeksli yağa göre daha iyi randıman gösterdiği

durumlar sözkonusudur.

Yağlar için bazen akma noktasını düşüren maddeler katılır. Bunlar, polimerler olup, parafine yapışarak sıcaklık düşene kadar kristalleşmeyi önlerler. Bu polimerler, en azından iki nedenden dolayı gres içinde etkisiz kalabilirler. Birincisi; kalınlaştırıcı, polimerin parafine bağlanmasını engelleyebilir, ikincisi ise; sabunlu greslerdeki sabunların çoğunun, zaten akma noktasını düşürücü etkisi olmasıdır. Bu davranış biçimi, bütün sabun kompleksli ve sabun bazlı olmayan gresler için geçerli değildir.

5.2.6. Yapısal Stabilite

Gresin kullanımı sırasında üretim çıkışındaki kıvamını, zamana, sıcaklığa, mekanik ve diğer etkilere karşı koruyabilme ya da geçici olan etkenlerin ortadan kalkması ile eski durumuna geri dönebilme yeteneğidir.

5.2.7. Mekanik Stabilite

Bu özellik, devamlı kesilme kuvvetlerinin etkisi altında, kıvamda ortaya çıkacak kalıcı değişikliklere, gresin gösterdiği direnci belirtir. Bu kararlılık, gresin yeterli yağlama yapması, kullanım sırasında konulduğu yerde kalabilirliği açısından çok önemlidir.

5.2.8. Damlama Noktası

Gresin, yarı katı halden sıvı hale geçiş ve standart deney koşullarında bir orifisten aktığı sıcaklıktır. Bazen yanlışlıkla damlama noktası, gresin çalışabilir en yüksek kullanım sıcaklığı olarak belirtilir. Ancak yüksek sıcaklıkta verim, etki altında kalma süresine ve buharlaşmaya karşı gösterilen dirence bağlıdır.

5.2.9. Oksidasyon Direnci

Stoklama ya da kullanım sırasında hava ile olan bozunmaya karşı direnci anlatır. Esas olarak tek tek gres bileşenlerinin stabilitelerine bağlı olup, antioksidanlar ile geliştirilir.

Yüksek oranda oksijen emmiş gresler, hemen akışkan olurlar ve oksidasyona uğramış yağın kokusu değişir.

5.2.10. Sürtünme ve Aşınmaya Karşı Direnc

Bu, akışkanın cinsine, viskozitesine ve gresin yapısı ile kıvamı gibi özelliklerine dayanır. Bu performans özelliği, katık kullanılarak geliştirilebilir.

Greslerin yük taşıma yeteneğinin belirlenmesi için "Timken" denen bir ölçü aleti kullanılır ve OK denen bir birimle değerlendirme yapılır. Cihazın esası şöyledir: Dönmekte olan bir çelik kabin çevresel yüzeyi, diğer bir çelik bloğun yüzeyine sürtünme ile değmektedir. Denenecek gres, bu sürtünme yüzeyleri arasına sürülür. OK değeri, sürtünme yüzeylerinde, herhangi bir sarma olmadan uygulanan en büyük yüktür.

5.2.11. Yağ Ayrışması

Yağın gresden ayrılmasıdır. Yük, hız ve sıcaklık gibi etkenlere bağlı olarak yağ ayrışmasında değişir. Gres akması, büyük çoğunlukla sabun yapısına bağlıdır. Sabunlar büyük parçacıklar içerirse, bünye lif aralıklarının büyük olması, yağ ayrışma hızının artmasına neden olur.

5.3. Gres Çeşitleri

5.3.1. Sabun Esaslı Gresler

5.3.1.1. Alüminyum Sabunlu Gresler

Bu gresler, yumuşak ve berrak jöle görünümündedirler. Eğer üretiminde yüksek viskoziteli yağlar kullanıldıysa, ipliksi bir dokuya sahip olmaktadırlar. Bu ipliksi özellik, katkı maddeleri ile artırılır. Ağır jöle oluşumu, formülasyon ile değişmekle birlikte, kullanıcıyı 79°C lık çalışma sıcaklığı ile sınırlar, buna karşın damlama noktası, 110°C ı geçer.

Bu greslerde kalınlaştırıcı olarak, alüminyum stearat kullanılır.

Oksitlenmeye karşı dayanımları çok iyidir, ayrıca katkı maddesi gerekmez.

Maliyetleri oldukça yüksektir.

5.3.1.2. Sodyum (Alkali) Sabunlu Gresler

Sodyum sabunlu gresler, oldukça geniş sıcaklık aralığında kullanım özelliğine sahiptirler. Bu greslerdeki sabunlar, yağın içinde lifli halde bulunur. Lifler, genelde oldukça uzun, kalın, buktulmuş şekilde olup, çıplak gözle bile görülebilir. Lifler, doğal olup, birbirine eklenmemişlerdir. Bu uzun lifli gresden ufak bir numune alındığında, halat gibi uzayacaktır. Kullanılan hammaddelerde ve işlenme şekillerinde yapılan uygun değişiklikler ile orta uzunlukta ve kısa lifli gresler elde edilebilir. Sodyum-kalsiyum karışım esaslı gresler, sodyum sabunlu greslerin lif yapısını yumuşatmak ve kısaltmak amacıyla kullanılırlar.

Bu greslerde su gibi bir bağlayıcı olmadığı için yüksek sıcaklıklarda kullanılabilirler. Yüksek akma noktasına(177°C) sahiptirler. Ancak genelde, 121°C ın üstünde kullanılmamakla birlikte bazı durumlarda bu sıcaklık 135°C a kadar çıkar. Bu

sıcaklıklar, oksitlenme ve yumuşama ile sınırlıdır.

Ağır yükleme koşullarında çalıştıkları için yüksek viskoziteli yağlardan yapılırlar.

Bu ürünlerin kesme dayanımı iyidir. Oksidasyona karşı dayanımı ise katkı maddeleri ile artırılabilir.

Bu ürünlerin suya direnci düşük olmakla birlikte, ortamda çok az su olması durumunda, suyu metal yüzeyinden uzak tutup, paslanmayı önleyen emülsiyon oluşturabiliyorlar.

Ekonomik bir greştir.

5.3.1.3. Kalsiyum Sabunlu Gresler (Hydrated-su içeren)

Bu gresler, yumuşak ve tereyağına benzer bir yapıya sahiptirler. Yapımlarında ağır yağlar kullanıldığında yumuşak ve ipliksi olurlar. Kalsiyum sabununun, zamanla madeni yağdan ayrılma özelliği olduğu için bunu önlemek üzere içerisine bir belirli oranda bağlayıcı olarak su katılır. Bu nedenle suya dayanıklıdırlar. Ancak yüksek sıcaklıklarda, bünyesindeki suyu kaybederek sertleşir, yağ ayrışır, geriye kabuk şeklinde bir artık kalır, bu yüzden yağlayıcılık özelliğini kaybeder. Bu nedenle çalışma sıcaklığı, 79°C ile sınırlıdır, buna karşın akma noktası, 96°'in üzerindedir. Bu greslerden düşük dereceliler, bu sıcaklıkların altında bile su kaybedebilirken, daha çok sabun kullanılarak yapılan yüksek dereceliler ise 93°C dolaylarında bile kullanılabilir.

Kesme kararlılığı, orta ile iyi arasında olup, oksidasyon önleyiciliği zayıftır ancak katıklar ile artırılabilir. Yüksek sıcaklıklarda kullanılmadığından, ek katıkların katılmasıyla, özellikle depolama sırasında, çok iyi oksidasyon dayanımı kazanırlar. Paslanmaya karşı koruyuculuğu pek iyi olmamakla birlikte, katkı maddeleri ile artırılabilir.

Bu tip gresler, genelde yağ asitleri ve su bileşikli kireç ile yapıldığından maliyetleri düşüktür.

5.3.1.4. Kalsiyum Sabunlu Gresler (Anhydrous-susuz)

Anhydrous (susuz) kalsiyum sabunlu gresler içerisinde, 12-hydroxystearate kullanılarak yapılan en yaygın olanıdır. Yumuşak ve tereyağına benzer bir yapısı vardır. Yüksek sıcaklıklarda su kaybı sorunu değildir ancak akma noktası fazla yüksek olmayıp, 138°C dolaylarındadır. En çok 110°C sıcaklıkta kullanılabilir.

Kesme kararlılığı iyidir. Oksidasyon direnci kabul edilebilir sınırlar içerisinde olup katıklar ile arttırılabilir.

Susuz kalsiyum greslerinin suya direnci çok iyi olmakla birlikte, eğer uygun katkı maddeleri katılmazsa, pasa karşı koruyuculuğu kötüdür.

Bu greslerin maliyeti, daha iyi yüksek sıcaklık dayanımı gösteren lityum greslere göre daha yüksektir.

5.3.1.5. Lityum 12-Hydroxystearate Gresler

Lityum stearate gresler, hala yapılmakla birlikte, lityum greslerin büyük çoğunluğunun yapımında 12-hydroxystearate kullanılmaktadır. Yumuşak bir dokuya sahip olup, ısınma ile özelliklerini kaybetmezler. Belirlenen akma noktaları, 177°C ile 204°C arasındadır. Uzun süreli kullanımlar için üst çalışma sıcaklığı, 135°C olup, sodyum sabunlu greslerden daha iyidir. Oksidasyonun kontrolü durumunda, bu üst sınır aşılabılır.

Oksidasyon dayanımı, kabul edilebilir sınırlar içinde olup, oksidasyonu önleyici katıklar katılarak arttırılabilir.

Suya karşı dayanımları iyi olmakla birlikte, kalsiyum ya da alüminyum gresler kadar iyi değildir. Pas önleme özelliği katıklar ile sağlanabilir.

Değişik viskoziteli yağlardan yapıldıkları için geniş kullanım alanına sahiptir.

Maliyeti oldukça yüksektir.

5.3.1.6. Kompleks Sabunlu Gresler

Bu gresler, genellikle yumuşak olmakla birlikte, bazı çeşitleri puruzlu olabilir. Sıcaklık ile özellikleri değişmez. Damlama noktaları, genelde 260°C dolaylarındadır. Petrol esaslı greslerin çoğu, yaklaşık olarak 121°C in üzerinde çok çabuk okside olma eğilimleri gözönüne alınarak kısa aralıklarla 177°C dolaylarında dikkat edilerek kullanılabilir.

Bütün bu ürünlerin oksidasyon dirençleri, pasa karşı koruyucu özellikleri ve yük taşıma kapasiteleri katıklar ile arttırılabilir. Hepsinin yağ ayrışma özelliği, kabul edilebilir sınırlar içindedir.

5.3.1.6.1. Altünyum Kompleks Gresler

Kesme kararlılığı çok iyiye yakındır. Diğer greslerde olduğu gibi eğer kalınlaştırıcı içeriği düşük ise, çalışma sırasındaki dengesi, belirgin bir şekilde düşer.

Suya karşı direnci çok iyidir.

Maliyetleri oldukça yüksektir.

5.3.1.6.2. Kalsiyum Kompleks Gresler

Bu tip greslerin birçok çeşidi vardır. Bazı tiplerinde kalınlaştırıcı oranı yüksektir. Bu ürünlerdeki katkılardan biri, EP özelliğini sağlayan kalsiyum asetattır.

Kalınlaştırıcı oranının yüksek olduğu çeşitlerinde:

- Yük taşıma ve aşınmaya karşı yetenekleri yüksektir.
- Suya dirençleri, iyi ile çok iyi arasındadır.
- Çalışma kararlılığı iyidir.
- Depolama sırasında ürün, sertleşme eğilimi gösterir.
- Ekonomiktir.
- Basınç altında tutulduğunda sertleşme görülebilir.

Kalınlaştırıcı oranının düşük olduğu çeşitlerinde:

- Yük taşıma ve aşınmayı önleme özellikleri, katkı

maddeleri kullanılarak arttırılabilir.

- Suya direnci, orta ile iyi arasında.
- Orta çalışma kararlılığına sahiptir.
- Depolama sırasında özellikleri pek değişmez.
- Maliyeti oldukça düşüktür.

5.3.1.6.3. Lityum Kompleks Gresler

Bu ürünleri açıklamanın en kolay yolu, normal lityum 12-hydroxystearate greslerle karşılaştırmaktır. Damlama noktası ve sıcaklığa karşı dirençleri dışında, birbirlerine benzer bir yapı gösterirler. Lityum kompleks gresin akma noktası, diğer sabun esaslı greslere göre en azından 56°C daha fazladır.

Çalışma kararlılığı ve yağ ayrışma özellikleri çok iyiye yakındır.

Suya karşı dayanımları iyidir ancak bazı yaygın kullanımı olan katkı maddeleri ile azalabilir. Bazı özel formülasyonlar çok iyidir.

Maliyetleri oldukça iyidir.

5.3.1.6.4. Diğerleri

Baryum sabunlu gres ve silikon greslerdir.

Baryum sabunlu gresin bünye yapısı hafifçe liflidir. Su ile emülsiyon yapmazlar. Damlama noktası, 230°C dir. Damlama noktasına yakın sıcaklıklarda katılaşmaya yuztutarlar ve çoğunlukla çalışma sırasında bunyenin zamanla taneli olmasına neden olurlar.

Silikon gres, gerçekte lityum sabunlu bir grestir. Damlama noktası 260°C dir. İçinde silikon sentetik yağı bulunmaktadır. Yüksek ısıl zorlamalara dayanıklıdır. Yalnızca ıslatma yeteneği zayıftır.

5.3.2. Sabun Esaslı Olmayan Gresler

5.3.2.1. Polyurea Gresler

Bu yumuşak gresler, yüksek sıcaklıklarda kullanılır, bu özellikleri ile kompleks gresler ile karşılaştırılabilir. Damlama noktası genelde 260°C in altında olup, daha çok 243°C dolaylarındadır, ancak kompleks greslerde belirtildiği gibi 117°C da kullanımı uygundur.

Bu greslerin oksidasyon dirençleri çok iyidir. Kalınlaştırıcıları, değişik derecelerde pro-oxidanlar, sabun ya da metal içeren bileşiklere sahip değildirler. Bu ürünlerin oksidasyon dirençleri, içlerinde metallerin bulunmamasına bağlanabilir. Buna karşın, paslanmayı önleyici ve yük taşıyıcı katkı maddeleri metal içerir. Diğer bir olasılık olarak; polyurea yapımında kullanılan bir ya da birkaç madde, etkileşime girerek, sonuçta çıkan kalınlaştırıcının oksidasyona karşı direncini arttırır.

Çalışma kararlılığının, laboratuvar deneyleri sonucu zayıf olduğu anlaşılmıştır.

Suya direnci yeterli olup, bazı sınıflarda çok iyidir.

Paslanmaya karşı direnci yeterli olmayıp, özel ve etkin pas önleyiciler katılmalıdır.

Maliyeti oldukça yüksektir.

5.3.2.2. Benton Gres (Organik Gres)

Bu yumuşak dokulu gresler; çok yüksek ısı dayanımına sahiptirler, çünkü kalınlaştırıcıları, gresin içindeki yağın buharlaşıp alev aldığı sıcaklıklara kadar erimeme özelliğine sahiptir. Buna karşın, içindeki baz yağ yüzünden, damlama noktası 260°C in üzerine çıkar. En yüksek kullanım sıcaklığı ise 350°C dolaylarındadır. Bu özellikler, kompleks ve sabun esaslı olmayan diğer yüksek sıcaklık greslerinde anlatılanlarla aynıdır.

Bu yüksek sıcaklık gresleri, önerilenden daha yüksek sıcaklıklarda doğal olarak ya da kısa aralıklarla kullanılabilir. Her iki durumda da sık yağlama gereklidir. Kalınlaştırıcının erime noktası çok yüksek olduğundan, organo-clay (organik) esaslı gresler, sıcaklığın 260°C a vardığı kısa süreli uygulamalarda kullanılabilir.

Birçok organik gresler, yüksek sıcaklık uygulamaları için, yüksek viskoziteli yağ kullanılarak formüle edilmiştir.

Çalışma kararlılığı, orta ile iyi arasındadır.

Oksidasyon direnci ve pasa direnci, katkı maddeleri ile güçlendirilince doyurucudur.

Suya direnci çok iyidir.

Maliyeti oldukça yüksektir.

Tablo 5.4. de genel olarak greslerin birçok özelliği toplu olarak görülebilir.

Tablo 5.4. Greslerin Özellikleri

ÖZELLİKLERİ	Al	Na	(Normal) Ca	(Suyu alınmış) Ca	Li	Al Kompleks	Ca Kompleksi	La Kompleks	Polyurea	Organo-Clay
Akma Noktası (C)	110	163-177	96-104	135-143	177-204	260+	260+	260+	243	260+
Kullanılabileceği en yüksek sıcaklık	79	121	93	110	135	177	177	177	177	177
Suya Direnci	iyi-çok iyi	zayıf-orta	iyi-çok iyi	çok iyi	iyi	iyi-çok iyi	orta-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	orta-çok iyi
Çalışma Kararlılığı	zayıf	orta	orta-zayıf	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	orta-iyi	iyi-çok iyi	zayıf-iyi	orta-iyi
Oksidasyon Kararlılığı	çok iyi	zayıf-iyi	zayıf-çok iyi	orta-çok iyi	orta-çok iyi	orta-çok iyi	zayıf-iyi	orta-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi
Pasa Karşı Koruması	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	zayıf-çok iyi	zayıf-çok iyi	zayıf-çok iyi	iyi-çok iyi	orta-çok iyi	orta-çok iyi	orta-çok iyi	zayıf-çok iyi
Yağın Ayrışması	iyi	orta-iyi	zayıf-iyi	iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi	iyi-çok iyi
Görünüm	yumuşak ve açık	yumuşak ve lifli	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı	yumuşak ve tereyağlımsı
Diğer Özellikler	yapışıcı ve yapışık	EP gradeleri var	EP gradeleri var	EP gradeleri var ve geri döndürülebilir	EP gradeleri var ve geri döndürülebilir	EP ve aşınmayı önleyici	EP gradeleri var	EP gradeleri var
Üretilen Miktar ve Eğilimi	değişmiyor	azalıyor	azalıyor	değişmiyor	lider	artıyor	azalıyor	artıyor	değişmiyor	azalıyor

6. SANAYİ ARAŞTIRMASI

6.1. Giriş

Buraya kadarki bölümlerde bir metin araştırması yapılmış ve konuyla ilgili çeşitli dokümanlar taranarak bir derleme yapılmıştır. Hem talaşsız şekillendirme yöntemlerinin hem de kullanılan yağlayıcıların çeşitliliği, araştırmanın metin bölümünün geniş tutulmasına neden olmuştur.

Bu bölümde; Türkiye'de talaşsız şekillendirme alanında işlev gösteren işletmelerde ve yağlayıcı pazarlayan ya da üreten firmalarda bir araştırma yapılmıştır, bu araştırmanın amacını şöyle sıralayabiliriz:

- Türkiye'de sanayinin bu konuda ne düzeyde olduğunu belirlemek,
- Konunun uygulamasının yapıldığı sanayide, eğer varsa teoeriden farklı olarak yapılan uygulamaları belirlemek,
- Uygulamada karşılaşılan sorunları belirlemek,
- Beklentileri belirlemek.

Bu araştırma sırasında firmalara çeşitli sorular yöneltilmiş ve cevapları aranmıştır. İleriki sayfalarda ayrıntılarıyla anlatılacak olan araştırma sonuçlarının daha kolay anlaşılabilmesi için yöneltilen bu soruların sıralanmasının yararı olacaktır:

- 1) Ne çeşit üretim yapılmakta?
 - 2) Üretim sırasında yağlama yapılıyor mu, eğer yapılıyorsa yağlamayı gerektiren sorunlar ve yağlamadan beklenenler nelerdir?
 - 3) Kullanılan yağlayıcılar nelerdir? Şekillendirilecek her iş parçası malzemesi için aynı yağlayıcı mı kullanılmakta, ayrıca şekillendirme yöntemine göre yağlayıcı madde değişiyor mu?
 - 4) Kullanılan yağlayıcının bileşimi, eğer başka maddelerle karıştırılarak kullanılıyorsa karışım oranı nedir?
- İş parçası malzemesi ya da şekillendirme yöntemine göre

yağlayıcı madde bileşimi ve karışım oranı değişiyor mu?

Eğer başka maddelerle karıştırılarak kullanılıyorsa bu maddelerden beklenenler nelerdir (örneğin, su ile karıştırılarak kullanılan yağlayıcılarda suyun sertliği gibi)?

5) Bir şekillendirme sırasında aynı anda değişik yağlayıcıların kullanıldığı durumlar var mı? Örneğin; dövmede ya da derin çekmede aynı kalıbın değişik bölgelerinde değişik yağlayıcıların ya da değişik kıvamlı ya da karışım oranlı yağlayıcıların kullanıldığı durumlar.

6) Yağlayıcı maddenin uygulanış şekli?

7) Şekillendirme sonrası, kullanılan yağlayıcının iş parçası üzerinden uzaklaştırılması gerekiyor mu, eğer gerekiyorsa nasıl bir uzaklaştırma yöntemi uygulanıyor?

Yağlayıcı uzaklaştırılmaz ise daha sonra iş parçasında ne gibi sorunlarla karşılaşılmakta?

8) Uygulanan şekillendirme yöntemine uygun yağlayıcıyı bulmak için yapılmış araştırmalar var mı, yağlayıcı firmalarıyla ortaklaşa yapılan denemeler var mı?

9) Daha da iyileştirici yönde çalışmalar var mı?

10) Kullanılan yağlayıcı maddelerin sağlığa zararlı etkileri nelerdir? Ne gibi sağlık sorunlarıyla karşılaşılmakta?

Yağlayıcı maddelerin sağlık açısından varolan olumsuzluklarını yoketmek için alınan önlemler var mı, var ise nelerdir? Örneğin; yağlayıcı madde emülsiyon yapılarak kullanılıyorsa, bakteri kontrolü yapılmakta mı?

Yukarıda da sözü edildiği üzere; talassız şekillendirme, çok çeşitli ve değişik şekillendirme yöntemlerini içermektedir; bu da, araştırmaların geniş bir yelpazede yapılmasını gerektirmektedir. Bu amaca yönelik olarak araştırma; sıcak dövme, boru çekme, soğuk çubuk çekme, derin çekme, ekstrüzyon, tel çekme ve haddeleme alanlarında üretim yapan yirmiyi aşkın fabrikada yapılmış; ayrıca kullandıkları yağlayıcılarla ilgili olarak üretici firmalarla ilişkiye geçilmiş ve bilgiler pekiştirilmiştir.

Aşağıda, ayrı ayrı şekillendirme yöntemlerine göre bu araştırmadan elde edilen sonuçlar bulunmaktadır:

6.2. Dövme

Karbonlu ve alaşımlı çeliklerden, kalıpta sıcak dövme ile otomobil, kamyon, traktor, inşaat makinaları ve diğer endüstri dallarının ana parçaları üretilmekte; bu parçaların ağırlıkları, genellikle 300 g ile 50 kg arasında değişmektedir ve zaman zaman daha yukarılara da çıkabilmektedir.

Bu sektördeki işletmeler, ürettikleri parçaların boyut ve şekilleri açısından gruplaşmışlar denebilir: Örneğin; bir işletme daha çok büyük boyutlu ama karmaşık olmayan parçalar üretmekte, ancak diğeri ise küçük boyutlu ama buna karşın karmaşık şekilli parçalar üretmekte; bundan dolayı da yağlama konusundaki yaklaşımları ve gereksinimleri doğal olarak değişik olmaktadır. Şekillendirilecek iş parçası karmaşıklaştıkça yağlamanın ve yağlayıcı maddenin önemi gittikçe artacaktır; bu durum, işletmelerde de belirgin bir şekilde görülmektedir.

Şekillendirme sırasında kullanılan yağlayıcı maddelerden beklenenler şöyle sıralanabilir:

- Kalıplar arasında kayma surtunmesini ve metal akışını kontrol etmeli,
- Bir ayırma maddesi olarak bölgesel yapışmaları önlemeli,
- İş parçasındaki ısı kayıplarını azaltmalı ve kalıp yüzeyindeki sıcaklık değişimlerini en aza indirmelidir,
- Kalıp yüzeyindeki aşınmayı önlemesi için anti-aşındırıcı olmalıdır,
- Derin baskı yüzeylerinde tufal toplanmasını önlemelidir,
- Gaz basıncı, dövülen parçanın kalıp boşluğundan hızlı ve kolay çıkmasına yardım etmelidir; bu, özellikle itici kullanılmayan çekiç dövme kalıplarında çok önemlidir. Ancak çok aşırı gaz basıncı oluşmasından da kaçınılmalıdır, yoksa kalıp içinde oluşan aşırı basınç, patlamalara ve istenmeyen

olumsuzluklara neden olabilir.

- Zehirli ya da kirletici oluşumlar olmamalı, kalıba sürüldüğünde duman çıkmamalı ve kalıptan uzaklaştırılması kolay olmalı.

İşletmeler, genellikle pratiklik sağlamak, böylece zaman kaybını önlemek ve ekonomiklik sağlamak için yaptıkları her çeşit dövme işleminde aynı cins ve oranda yağlayıcı kullanmak istiyorlar; bazı firmalar da bu yönde yoğun çalışmalar yapmakta, ancak daha henüz belirgin bir sonuç elde edebilmiş değiller.

Dövme sanayinde en çok kullanılan yağlayıcılar, grafit bazlıdır.

Başlangıçta çıkma motor yağları içine yaklaşık 1/5 oranında grafit tozu katılarak elde edilen karışımlar yağlama amaçlı olarak kullanılmaktaydı ve bu karışımlar halen günümüzde de zor durumlarda kalındığında (örneğin, işletmenin elinde yağlayıcı kalmadığı durumlarda) hafif şekillendirme işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu karışım, bir bez parçası yardımıyla kalıp yüzeyine sürülmekte ve bundan dolayı da ölçülü kullanılamamakta, bunun sonucunda da; kalıp boşluğunun uç noktalarında birikip, dövme sonunda iş parçasının boşluklu oluşumuna neden olabilmekte. Ayrıca bu karışım madeni yağ kökenli olduğu için sıcak iş parçasıyla karşılaşınca çevreyi rahatsız edici bir duman çıkarmakta.

Bugün ençok pasta formunda bulunan grafit esaslı yağlayıcılar kullanılmakta. Bu yağlayıcı, şekillendirme işinin zorluk derecesine göre değişik oranlarda su ile karıştırılıp kalıba puskürtülmekte. Suyu karıştırma oranları genellikle:

- zor şekillendirmelerde 1/5 ,
- daha az zor şekillendirmelerde 1/10 ve
- kolay şekillendirmelerde 1/20

olmaktadır. Karışım, fıçıya benzer kapalı bir kap içerisinde hazırlanmakta ve kullanım olsun ya da olmasın, grafit tanelerinin dibe çökmesini önlemek için sürekli karıştırılmakta. Karışım için normal şebeke suyu

kullanılmakta.

Su ile karıştırılmadan kullanılan yine grafit esaslı gresler bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi, lanolin bazlı gres içerisinde grafitin oluşturduğu dispers sistemdir (bu gres içerisinde ağırlıkça %8 oranında grafit bulunmakta). Penetrasyonu yaklaşık olarak 300 dolaylarındadır. Hiç bir madde ile karıştırılmadan, alındığı gibi ısıtılıyor ve tamamen akıcı forma getirildikten sonra bir fırça ya da ustupu ile kalıp yüzeyine sürülüyor. İşletmelerde bu yağlayıcı ile yapılan tüm denemelerde, hiçbir madde ile karıştırılmadan kullanıldığı için tamamen başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle derin ve karmaşık şekilli parçaların dövülmesinde diğer yağlayıcılara göre üstünlüğü görülmüştür.

Grafitten ayrı olarak kullanılan başka yağlayıcı maddelerde vardır ve bunlardan biri de odun talaşdır (testere talaşı). Odun talaşı, dövme işlemlerinde kullanılan en eski yağlayıcılardan biridir ve bugün halen Avrupa'da bile çok zor parçaların dövülmesinde kullanılmaktadır. Aslında dövmede odun talaşının görmüş olduğu en büyük işlev, sıcak iş parçasıyla karşılaşınca yanması ve oluşturduğu gazın iş parçasını kalıba yapışmaktan korumasıdır.

Odun talaşı, çeşitli şekillerde kullanılmaktadır:

- Basit işlemlerde bir miktar su ya da çıkma yağ katarak kullanılmakta,

- Çok zor şekillendirme işlemlerinde eğer normalde kullanılan yağlayıcılar ile işlem yapıldığında kalıba yapışmanın önüne geçilemiyorsa, yalnızca yapışmayı önlemek amacıyla motorin+fuel-oil+odun talaşı karışımı kullanılmakta. Karışım sıcak yüzeylerle karşılaşınca alev alıp yanmakta ve yoğun bir duman oluşmakta; bundan dolayı bu karışım, yalnızca çok zorunlu durumlarda kullanılmalı, çünkü hem çalışanlar açısından tehlikeli bir durum yaratmakta hem de kalıba zarar vermekte.

Odun talaşı karışımlarının aşırı kullanımından kaçınılmalıdır. Çünkü bu durumlarda, kalıp içerisinde aşırı

miktarda gaz oluşmakta ve bu gaz dışarı atılmadığı durumlarda patlamalara neden olabilmektedir. Ayrıca kalıp içerisindeki aşırı orandaki gaz, dövme sırasında iş parçası üzerindeki tufalı dışarı doğru ittirmekte, tufal da çok sert olduğundan bu hareket sırasında kalıbın çizilmesine neden olmaktadır ve kalıp ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Zorunlu durumlarda odun talaşından ayrı olarak zaman zaman 5 ya da 6 numara fuel-oil de kullanılabilenmektedir. Fuel-oil ile yapılan denemelerde çok başarılı sonuçlar alınabilmekte hatta özellikle normal yağlayıcılarla başarı elde edilemediği durumlarda fuel-oil kullanımına geçilmekte; ancak sıcak iş parçasıyla karşılaştığı anda yanarak kötü bir koku ve kükürtdioksit gazı ortaya çıkarmakta ve bunlar da çevreyi ve çalışanları rahatsız etmekte, sağlık açısından zarar vermektedir. Ayrıca içindeki karbon moleküllerinin yanması sonucu kalıpta artıklar oluşmakta ve zamanla kalıp karbonlaşmaktadır; bu da, kalıbın her dövmeden önce artıklardan iyice temizlenmesini gerektirmektedir. Bu olumsuzluklarından dolayı çok zorda kalmadıkça kullanılmamaktadır. Fuel-oil, yağlanacak yüzeylere bir fırça yardımıyla sürülmektedir.

Çok ender olarak kullanılan yağlayıcılardan biri de, su içine kaya tuzu katılarak elde edilen bir karışımdır. Bu karışım, 200-250°C sıcaklığa kadar ısıtılmış olan kalıp yüzeylerine sürüldüğünde su buharlaşıp uçmakta ve geriye beyaz renkli bir film kalmakta. Bu, özellikle çok seri çalışan ve bundan dolayı da iyi soğutulması gereken kalıplarda iyi sonuç vermektedir.

Genelde kalıpların her bölgesinde aynı yağlayıcı ve aynı oranda kullanılmakta; ancak çok seyrek olarak bazen eğer kalıp üzerinde akışın diğer bölgelere göre çok zor olacağı yerler var ise, buralarda yağlayıcı oranı biraz arttırılır.

Yağlayıcı maddeler, yukarıda anlatıldığı gibi ya puskurtme şeklinde ya da bir fırça ya da bez ile sürülerek yağlanacak yüzeylere uygulanır:

Fırça ya da bez ile yapılan uygulamalarda yağlayıcı, her defasında aynı oranda uygulanmamakta ve miktarı genellikle puskürtme yöntemindekine göre fazla olmaktadır. Hem bundan hem de bu yöntemle uygulanan yağlayıcıların farklılığından dolayı, kalıp içinde daha fazla gaz ve artık ortaya çıkar. Oluşan bu gazın şekillendirme sırasında kolaylıkla dışarı atılabilmesi gerekir. Bu yüzden, fırça ya da bez ile yapılan uygulama yöntemleri genellikle çekiçle dövmede yapılmakta; çünkü çekiçle dövmede birkaç vuruşta şekillendirme yapıldığından, iki darbe arasında içeride sıkışan gaz dışarı çıkabilir.

Puskürtme (sprey) yöntemiyle, kalıbın en derin noktalarına kadar yağlama yapılabilen ve dengeli bir yağlama yapıldığından kalıp boşluğu uç noktalarında birikmelerin önüne geçilebilmekte. Tüm bunlardan dolayı da, şekillendirme rahat ve başarılı olmakta, iş parçası kalıbı tam olarak doldurmakta. Presle dövmede bir darbe ile şekillendirme yapıldığı için daha çok bu yöntem kullanılmakta.

İş parçası üzerinde özellikle marka v.b. gibi bilgileri gösteren yazı ve şekiller varsa ve yağlayıcı da iyi değilse, bu boşluklar zamanla yağlayıcı artıkları ile dolmakta ve belli bir süre sonra iş parçası hatalı üretilmeye başlanmakta. Özellikle küçük ve karmaşık şekilli parçalar üretilirken kalıbın, her yağlamadan önce yağlayıcı artıkları ve tufaldan temizlenmesi gerekir.

Şekillendirme sonrası iş parçası üzerindeki yağlayıcıyı uzaklaştırmak için uygulanan özel bir işlem bulunmamakta; çünkü zaten iş parçası, şekillendirme sonrası bir tufal atma işlemine sokulmakta ve bu sırada yağlayıcı artıkları da uzaklaştırılmış olmaktadır.

6.3. Boru Üretimi

Genellikle düşük karbonlu (St 35,37,42,60 gibi) malzemedir, bükme ve isteğe göre ardından soğuk çekme ile dikişli boru

uretimi yapılmakta.

Önce şerit halindeki saclar, rulolarda bukülerek yuvarlak kesite getirilip kaynak edilirler. Daha sonra işletmenin kapasitesine göre bu borular, soğuk çekme ile istenen çap ve et kalınlığına düşürülürler.

Bu sektörde üç tip işletme bulunmakta:

- Yalnızca sacı bukerek boru haline getiren,
- Yalnızca bukülmüş borulardan soğuk çekme ile değişik çap ve kesit kalınlığında boru üreten,
- Hem sac bukme hem de soğuk çekme yapan.

Sac bukme işlemi sırasında; şekillendirmeyi kolaylaştırmak, ruloların aşınmasını ve sıcaklık yükselmesini önlemek yani şekillendirme sırasında sistemde oluşan ısıyı dışarı atmak için bor yağları ile yağlama ve soğutma yapılmakta. Bor yağı, suya %3-5 oranında katılarak kullanılmakta ve bir dolaşım (sirkülasyon) sistemi yardımıyla sürekli şekillendirme bölgesine puskurtulmakta.

Aynı karışım, bukme sonrası kaynak yapılan bölgeye de puskurtulmakta ve böylece sıcaklık yükselmesinin önüne geçilmekte.

Karışım hazırlamak için normal şebeke suyu kullanıldığı gibi yumuşatılarak kuyu suyu da kullanılabilir.

Daha önceleri filtreleme yapmadıkları için kaynak bölgesinde artan tufal artıkları nedeniyle, elektrik atlamaları ve aşırı miktardaki yabancı maddeler sonucu karışımın çabuk bozulması gibi sorunlarla karşılaşmıştır. Bugün artık dolaşım sisteminde bir filtreleme elemanı bulunmakta ve karışım, tufal ve diğer yabancı madde artıklarından temizlenmektedir.

Bor yağı, kullanım sonucu zamanla özelliğini kaybetmekte, bunun ana nedenleri:

- Çalışma koşulları,
- Filtrelemenin iyi olmamasından dolayı kirliliğin fazla olması,
- Şekillendirilen malzemenin kirlilik durumu. Eğer çok

tufallı, paslı bir malzeme ise kirlenme daha çabuk olacaktır,

- Karışımda kullanılan suyun yapısı.

Bozunan bor yağını, yeniden eski durumuna getirmek için ya eklemeler yapılmalı ya da tamamen değiştirilmesi gerekmekte. Eğer yukarıda sıralanan kullanım koşulları iyi olursa bir karışım, yaklaşık 2-3 ay kullanılabilir; yoksa bir kaç haftada bir yeni karışım hazırlamak gerekir ki, bu da her karışım bir kaç ton olduğu için çok masraflı olacaktır. Kullanım koşullarına dikkat etme yanında birde, yanlara sıçrayarak oluşan kayıplar için zaman zaman küçük karışımlar hazırlanıp eklemeler yapılmakta; böylece de ömür birazcık arttırılmış olmaktadır.

Bükme sonrası boru üzerinde çok az oranda kalan yağlayıcıyı uzaklaştırmak için eğer daha sonra soğuk çekme yapılmayacaksa herhangi bir temizleme işlemi uygulanmamakta; yoksa ileride anlatılacağı gibi bazı yıkama işlemleri uygulanır.

Bor yağından dolayı en çok karşılaşılan sağlık sorunları, bozunup bakteri oluşumu gerçekleştiğinde ellerde görülen allerjik olaylardır.

Sac bükmeden gelen borular, soğuk çekme ile istenilen çap ve kesite düşürülürler. Bu sırada yağlayıcılardan beklenenler ana hatlarıyla şunlardır:

- Çekme sırasında iyi bir yağlama yaparak sürtünmeyi azaltmalı ve boru kopmasının önüne geçmeli,

- Et kalınlığı yani kesit küçültme sırasında malafa aşınmasını önlemeli,

- Şekillendirme sonrası iyi bir malzeme yüzeyi elde edilebilmeli,

- Sürtünmeyi düşürerek şekillendirme için gerekli olan çekme kuvvetini azaltmalı.

Hem çap hem de kesit kalınlığı düşürülecekse soğuk çekmeden önce borunun kimyasal bir işleme (fosfat kaplama) sokulması gerekir:

Fosfat kaplama, özellikle oldukça zor soğuk şekillendirme

işlemlerinde uygulanır. Bu işlemler sırasında şekillendirme bölgesinin normal yöntemlerle yağlanması oldukça zordur. Bunun için yüzey, önce fosfat tabakası ile kaplanır ve ardından yağlayıcı madde bu tabakaya emdirilir yani fosfat tabakası yağlayıcı maddenin taşıyıcısı olur; böylece şekillendirme sırasında ulaşılamayan bölgeler de kolayca yağlanmış olur. Örneğin; boru üretimi sırasında dikişli borudan hem çap hem de kesit küçültülerek soğuk çekme uygulanacağında, malafa kullanılacağından ve boru iç yüzeyinde de normal yöntemlerle yağlama yapılamayacağından bir fosfatlama işlemine gereksinim vardır; yoksa malafa yüzeyinde aşırı sürtünme oluşacak ve hem kısa sürede aşınacak hem de şekillendirme zorlaşacaktır.

Soğuk çekilecek boru, önce asitle (H_2SO_4) yüzey temizliği işlemine sokulur; böylece pas v.b. artıklardan arındırılmış olur. Daha sonra su ya da özel solusyonlar ile yıkanarak asit artıkları iyice uzaklaştırılır. Fosfatlamanın iyi olması için yine de varolabilecek asidik ortamı nötralize etmek için nötralizasyon banyosuna sokulur. Çinko-fosfat banyosunda fosfat kaplamadan sonra tekrar su ile yıkama ve nötralizasyon işlemi uygulanır. En son olarak, oluşturulan fosfat tabakası üstüne yaklaşık $70^{\circ}C$ da sabunlama yapılır ve böylece soğuk çekmeye gönderilir. Yüzeyde oluşturulan bu sabun tabakası, su ile bile uzaklaştırılamamakta.

Tablo 6.1. ve 6.2. de dikişli ve dikişsiz boruların üretimleri sırasında genelde yapılan işlemleri gösterir bilgiler bulunmaktadır.

Uygulanacak çekme işleminin zorluk derecesine göre fosfat tabakası kalınlığı ayarlanabilmekte. Hatta fosfat tabakası, normalde olması gerekenden daha kalın tutularak hiç sabunlama yapmadan da soğuk boru çekme yapılabilir; bunun için fosfatlama zamanının daha uzun tutulması gerekmektedir.

Tablo 6.1. Dikissiz Boruların Soğuk Şekillendirilmesi İçin Kimyasal Yüzey İşlemleri Uygulanarak Yapılan Metalurjik Bitirme İşlemleri ²⁹⁾

Boru boşluğunun oluşturulması	□
Dağlama (pas atma)	■
Durulama	■
Fosfatlama	■
Durulama	■
Sabun bazlı yağlayıcıların uygulanması	■
İlk paso	□
Yumuşatma tavlaması	□
Reaksiyon yağlayıcıların uygulanışı	■
Son çekme	□

- Metalurjik işlemler
- Kimyasal işlemler

Tablo 6.2. Dikişli Boruların Soğuk Şekillendirilmesi İçin Kimyasal Yüzey İşlemleri Uygulanarak Yapılan Metalurjik Bitirme İşlemleri ²⁹⁾

Borunun kaynak edilmesi	□
Tavlama	□
Dağlama	■
Durulama	■
Fosfatlama	■
Durulama	■
Sabun bazlı yağlayıcıların uygulanması	■
İlk paso	□
Yumuşatma tavlama	□
Reaksiyon yağlayıcıların uygulanması	■
Son çekme	□

- Metalurjik işlemler
- Kimyasal işlemler

Fosfatlama işleminin başarıya ulaşması için şu noktalara dikkat etmek gerekmektedir:

- Uygulama sıcaklığı,
- Daldırma süreleri,
- Karışım oranları.

Fosfatlama işleminin her basamağında, ayrı ayrı karışımları içinde bulunduran birçok havuz kullanılır. Bu havuzlar, kullanılmadıkları zamanlar güvenlik ve buharlaşma ile oluşacak kayıpların önüne geçmek için boşaltılıp, içindeki maddeler kapalı tanklara pompalanır.

Şekillendirme işlemi sonrası boru üzerindeki yağlayıcı tabakasının uzaklaştırılması gerekir. Bunun için sülfürik asit ve ardından su ile yıkama yapılır; boru, korozyon önleyici bir yağ içine daldırıp stoklamaya gönderilir.

Şekillendirmenin başarısı için fosfatlama işleminin çok iyi yapılması gerekmektedir. İşletmelerden bir tanesinde daha önceleri fosfatlamadan önce ve sonra yıkama ve nötralizasyon işlemleri yapılmamaktaydı. Böyle olunca, fosfatlamadan önceki yıkama ve nötralizasyon yetersiz olduğundan fosfat çabuk kirleniyor ve sonraki yıkamada yetersiz olunca, zamanlar sabunlama maddesi olarak kullanılan yun yağı da (lanolin) tabakaya tam yedirilememekte ve etkisiz kalmaktaydı. Ayrıca yun yağı aşırı yuke de dayanıklı olmadığı için başarılı soğuk çekme işlemleri yapılamamaktaydı. İşletme, bu yun yağı kullanımından vazgeçip yukarıda anlatılan fosfatlama basamaklarını uygulamaya başlayınca şu gibi başarılar elde etmiştir:

- Önceleri yalnızca boru çapı düşürülebilirken, şimdi aynı zamanda kesit kalınlığı da düşürüleabilmekte. Tek pasoda çap olarak %40 , kesit kalınlığı olarak da %30 oranında küçültme yapılabilmekte.

- Önceleri kademeli çekme yapmak için paso aralarında her defasında yeniden billurlaştırma tavlama ve fosfatlama yapmak gerekirken, şimdi bunların hiçbirine gerek kalmamıştır.

Eğer yalnızca çap düşürmek için soğuk çekme yapılacaksa, bu

sırada yağlayıcı olarak katıksız çekme yağları ya da çıkma motor yağları da kullanılabilenekte. Ancak bu durumda paso sayısı artabilmekte. Yağlayıcı, nozuller yardımıyla tam matrise gireceği yerde sürekli olarak boru üzerine puskurtulur; bu arada, boru henüz matrise girmeden yağlayıcı, tüm boru yüzeyini kaplayabilmelidir. Bu şekildeki yağlama yöntemi, yağlayıcı boru iç yüzeyine ulaştırılmadığı için malafa yardımı ile yapılan et kalınlığı düşürme işlemlerinde uygulanamamakta.

Yağlayıcının çalışanlara olumsuz etkisi olarak: Sabun tozları, soluma ile genze kaçmakta, ayrıca temas halinde ciltte allerjik oluşumlara neden olmakta. Asit banyolarının bulunduğu bölgelerde keskin bir koku ve koruyucu bir madde kullanılmaması durumunda asit yanıkları ile karşılaşılma.

Profil boru çekme sırasında herhangi bir yağlama işlemi yapılmamakta, tam tersine bazen ruloların boruyu daha iyi kavrayabilmesi için sürtünme bölgesine kum bile serpilir.

6.4. Soğuk Çekme

Genelde otomat çeliklerden çubuk ya da kangal çekme yapılarak civatalık mil, transmisyon mili, hasır çelik fabrikalar için soğuk çekilmiş inşaat çeliği v.b. üretilir. Çubuklar; yuvarlak, dörtköşe ya da altıköşe kesitli olabilirler. Soğuk çekme sırasında her pasoda yaklaşık olarak 1.5 mm lik çap küçültme gerçekleştirilebilmekte. Soğuk çekme çelikler ile normal çeliklere göre %30 daha çok yük taşınabiliyor.

Hammaddeler, önce eksenleri birbirlerine göre kaçık merdaneler arasından geçirilerek tufal atma işlemi uygulanır. Böylece malzeme kaba olarak üstündeki tufalı atmış olur. Daha sonra %10 seyreltilmiş sülfürik asitle yüzey iyice temizlenir; ayrıca bu sırada yüzey biraz da sertleşir ve soğuk çekme için bir ön hazırlık da yapılmış olunur. Soğuk çekilen malzemenin kalıba yapışmasının önüne geçmek için çekmeden önce malzeme

yuzeyinin bir miktar sertleştirilmesi gerekmekte; bu, ya yukarıda anlatıldığı gibi asitle ya da kumlama ile yapılır. Asitle temizlemeden sonra su ile yıkama yapılır ve asit artıkları uzaklaştırılır. Son olarak kireç banyosunda nötrleştirme yapılır ve malzeme soğuk çekilmeye hazır hale gelir. Eğer bu hazırlık işlemleri yapılmaz ise çekme, tufal artıklarından dolayı zorlaşacak, kalıp çabuk aşınacak ve yağlayıcıdan beklenen verimi alamayacağız.

Malzemeler, elmas kalıplarda çekilerek şekillendirilmekte. Bu sırada sürtünmeyi azaltarak şekillendirmeyi kolaylaştırmak, böylece iyi bir malzeme akışı sağlamak, şekillendirme kuvvetini düşürmek ve aşınmayı en aza indirmek için şekillendirme bölgesinde etkili bir yağlama yapmak gerekmekte.

Yağlayıcı olarak en yaygın kullanılan malzeme, 30 numara çıkma ya da yeni dişli yağıdır. Eğer çıkma yağın viskozitesi biraz yüksek olursa, içine motorin katılarak inceltilmekte. Yağ, pompa ile sürekli sirküle edilmekte ve tam kalıba girdiği noktadan malzeme üstüne akıtılmakta. Aynı yağlayıcı, çekme sonrası çekilen malzemenin doğrultulması ve parlatılması sırasında da kullanılır.

Bir başka yağlayıcı da, 10 numara katıksız madeni yağ içine şekillendirmenin zorluk derecesine göre yaklaşık %10-15 dolaylarında lanolin (yun yağı) ve köpürmeyi önlemesi için de %0.5-1 arası silikon katılarak elde edilir. Lanolin, çok iyi yağlayıcılık özelliğine sahiptir ve bundan dolayı yalnız başına kullanılması daha yararlı olacaktır, ancak çok pahalı olduğu için madeni yağ içine katılarak kullanılmakta. Bu karışım da, bir pompa devresi ile sürekli sirküle edilmekte ve şekillendirme bölgesine puskürtülmekte. Çekme sonrası doğrultma ve parlatma işlemlerinde de aynı karışım kullanılmakta.

İşletmeler, uygun olanını buluncaya kadar genellikle birçok çeşit yağlayıcı denemekteler. Bu yağlayıcıların bazılarını da özellikle ekonomik nedenlerden dolayı doğrudan doğruya kendileri hazırlamaktalar. İşte aşağıda bu sektörde denenipde

başarı elde edilememiş çeşitli yağlayıcılar:

- 10 numara madeni yağ içerisine yalnızca %0.5-1 oranında silikon ya da vazelin katılarak elde edilmiş karışımlar,

- Çok zor şekillendirmelerde kullanılmak üzere hazırlanan MoS_2 + madeni yağ karışımı. Şekillendirme sonrası iş parçası üzerinde siyah lekeler bırakmakta,

- İçinde aşınma önleyici katıklar bulunduran hidrolik sistem yağları,

- Bor yağı. Çabuk bozunmakta, bunun sonucunda kokuşmakta ve su karışımı kullanıldığından iş parçası üzerinde pas oluşturmaktadır.

Su karışımı yağlayıcılar kullanıldığında karışımın çok iyi kontrol edilmesi gerekmekte. Çünkü şekillendirme sırasında özellikle yağ, iş parçasıyla birlikte gitmekte ve böylece karışım içindeki yüzdesi gittikçe düşmekte; böylece belli bir süre sonra su oranca çok fazla konuma gelmekte ve karışım, artık yağlama yerine pas oluşturmaya başlamakta.

Uygun olmayan yağlayıcı kullanıldığında; iş parçası üzerinde çapak ve pul pul kabarmalar oluşmakta ve bunun sonucunda da kalıp ve iş parçasında istenmeyen çizikler oluşmakta, elmas kalıplar çok çabuk aşınmakta, şekillendirme zorlaştığından gerekli olan güç artmakta ve enerji gereksinimi çoğalmakta, şekillendirme sonrası iş parçası üzerinde kalan yağlayıcı, malzemeye zarar vereceğinden fazladan bir masraf edip uzaklaştırılması gerekmekte ve tüm bunlarla ilişkili olarak verim düşmekte, çabuk bozulmalardan kaynaklanan sağlık sorunlarıyla karşılaşmakta.

Soğuk çekmeden çıkmış ürünler, genellikle üzerlerinde bulunan yağlayıcı film uzaklaştırılmadan saklanırlar; böylece yağlayıcı film, saklama sırasında atmosfer etkilerine karşı koruyucu olarak kullanılır. Ancak eğer alıcı, soğuk çekilmiş ürünü, bir ara ürün olarak kullanacaksa ve üzerindeki yağlayıcısında uzaklaştırılmasını istiyorsa bunun için ön banyo olarak kokusuz kerosen kullanılmaktadır. Ana temizleyici olarak en çok, trikloretilen ya da seyrek olarak perkloretilen

kullanılır. Bu maddelerin, yanma riski bulunmamakta ve hiç birşey ile karıştırılmadan doğrudan doğruya temizlenecek yüzeye uygulanmaktadır. Bunlardan ayrı olarak fosforik asit banyolarında da yıkama yapılır. Aynı zamanda fosforik asit, iş parçası üzerinde iyi bir kaplama da oluşturur.

6.5. Derin Çekme

Genellikle galvaniz ya da çinko kaplı, paslanmaz çelik ve siyah sacdan derin çekme ile çok çeşitli ürünler (çamaşır makinası kazanlarından otomobil hava filtresi kabına kadar) elde edilmekte.

Derin çekme sırasında yağlayıcı maddelerden beklenenler şöyle sıralanabilir:

- Şekillendirme sırasında zimba ile sac arasındaki sürtünmeyi en aza indirmeli ve böylece; hem malzemenin kolayca şekillenmesine yardımcı olacak hem de şekillendirme kuvvetini düşürerek enerji tasarrufu sağlayacaktır,

- Şekillendirme sonrası iş parçası üzerinde yaklaşık 10-15 gün kadar kalarak, parçayı korozyona karşı korumalıdır (bu durum her zaman istenmez),

- Olanak olduğunca bol su ile kullanılabilmesi ki; ekonomiklik sağlasın,

- Hazırlanması kolay olmalı ve kullanılmadığı zamanlar dibe çökme ya da ayrılma gibi sorunlarla karşılaşılmalı,

- Sağlık açısından olumsuzlukları olmamalı,

- Tezgaha zarar vermemeli (Corneğin, boyasını sökme ya da korozyon oluşturmak gibi),

- Şekillendirme sonrası uzaklaştırılabilmesi kolay olmalı, en basit durumda su ile giderilebilmeli.

Çekme yağları çoğunlukla madeni yağ ya da çok az olmakla birlikte bitkisel yağ ve sentetik yağ bazlı olup içlerinde MoS_2 ve grafit gibi katı yağlayıcılar, korozyon önleyici polar katıklar, suda eriyen esterler ve fosfor, klor ve kükürt bileşikleri gibi EP-etki maddeleri bulundurlar. Bitkisel

yağların yağlayıcılık değeri çok iyi olmakla birlikte, çok çabuk bozulduklarından ve temizlenmeleri diğer yağlara göre daha zor olduğundan kullanımları daha azdır.

Özellikle birkaç kademede çekilmesi gereken şekillendirmelerde EP-etki maddeli yağlayıcılar kullanılmakta ve buna karşın yine de parçanın sarması gibi bir durumla karşılaşılıyorsa; bu yağlayıcı ile birlikte birde naylon kullanılır. Burada naylon, işçilik ve malzeme giderlerini arttırmaktadır ama istenen sonucun alınmasını da kolaylaştırmaktadır.

Bazı durumlarda yukarıda sıralanan maddelerden oluşan pasta formundaki yağlayıcılar, %50-70 arasında değişen oranlarda çıkma yağa ya da hidrolik sistem yağına karıştırılarak, bir fırça yardımıyla derin çekilecek malzemenin yüzeyine uygulanmakta.

Tüm bunlardan ayrı olarak şu ürünlerle de yağlama yapılarak çekme işlemi gerçekleştirilmiş ve de halen bazı zorunlu durumlarda (normalde kullanılan yağlayıcının bittiği zamanlar gibi) gerçekleştirilmekte:

- Motorin: Hafif çekmelerde çok başarılı sonuçlar alınmakta. Ancak sürekli kullanımı hem şekillendirme sırasında hem de eğer parça üzerinden tam uzaklaştırılmaz ise daha sonraki işlemlerde (örneğin, bir kaynak işleminde) tehlike yaratabilir,

- Domuz yağı içine madeni yağ kokenli dişli yağı katarak elde edilen karışımlar,

- Özellikle hafif çekme işlemlerinde bor yağı; ancak fazla başarılı sonuçlar alınamamakta ve sarma olaylarıyla karşılaşılmakta,

- Hayvansal iç yağlar,

- Pudra + arap sabunu karışımı,

- Mısırozu yağı,

- Garfit + su karışımı: Bu, özellikle derin çekmelerde daha iyi sonuçlar almak için kullanılmakta; ancak grafit oranını arttırınca, grafit tozlarının çalışan personele ve çevreye

verdiği zarardan dolayı kullanımı çok kısıtlıdır.

Siyah saclar, uzerleri korozyon onleyici yağlı olarak gelirler ve bundan dolayı; hiç yağlama yapılmadan da hafif şekillendirmeler yapılabilir ya da yaklaşık her 50 çekmede bir kalıp yağlanır. Ancak genelde paslanmaz ya da elektrolitik ya da galvaniz kaplı saclar kullanıldığı için yağlamaya büyük önem vermek gerekmektedir.

Değişik et kalınlığı, kalite ve mekanik özelliklere sahip malzemelerden değişik çekme derinliklerinde parçalar üretildiği için bir tek çeşit yağlayıcı ya da karışım oranıyla şekillendirme yapmak oldukça güç olmaktadır.

Yağlayıcıyı üreten firmaların, şekillendirmenin zorluk derecesine göre önerdikleri bazı karışım oranları vardır ama karışım oranı, genellikle kullanım sırasında belirleniyor, şöyle ki:

Genelde işletmelerde tek bir karışım hazırlama tankı bulunmakta ve o anda şekillendirilecek parçaya göre bir karışım hazırlanmaktadır. Yağlayıcı tüketimi çok fazla olmadığından ve gün içinde de çok değişik ürünler çekileceğinden her defasında tankı boşaltılıp yeni karışım hazırlamak çok masraflı olacaktır. Bundan dolayı; değişik parçaya geçileceğinde o anki karışım ile birkaç çekme yapılır, eğer karışım yetersiz geliyorsa içine bir miktar daha yağlayıcı eklenir ve bu işlem, başarılı sonuçlar alınca kadar devam eder.

Özellikle zor şekillendirme işlemlerinde başarılı sonuçlar almak için karışımdaki yağlayıcı oranı çok fazla arttırılmamalıdır. Çünkü bu durumda; yağlayıcının viskozitesi çok yükselecek ve bu da, çekme sonrası parçanın kalıptan ayrılmasını zorlaştıracaktır.

Eğer yağlayıcının kıvamı, pompalanamayacak kadar yüksek ise fırça ya da hadde ile yoksa puskurtulerek (özellikle de otomatik çekme tezgahlarında) uygulanır.

Artık günümüzde yağlayıcılar, en az artık madde bırakacak şekilde üretilmektedirler, öyle ki; bazı ürünlerin büyük bir

kısmı şekillendirme sonrası kendiliğinden uçuyor. Bu özellik, üretici firmalar tarafından isteğe bağlı olarak daha da arttırılabiliyor; ancak bu durumda da yağlayıcının parlama noktası düştüğü için kullanımı, tehlikeli olacağından dikkat gerektirmekte.

Parçalar, tamamen yağdan arındırılmış bir şekilde istendiğinde, alkali bir temizleyici ile ya da trikloretilen banyosunda temizlenebilirler.

Parça üzerinde kalan yağlayıcılar uzaklaştırılmadığında şu sorunlarla karşılaşılabilir:

- Eğer parça, bir sonraki adımda kaynak yapılacaksa, üzerindeki tortu ya da yağlayıcı film yüzünden kaynak dikişinin dayanımı düşmekte,

- Eğer boyanması, üzerine çıkartma ya da etiket yapıştırılması gereken bir parça ise yüzeydeki film tabakasından dolayı bunların yapılması zorlaşır,

- Galvaniz parçalarda, özellikle üst üste koyulup stoklandığında zamanla beyaz pas oluşumu.

Günümüzün modern ürünleri, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde üretilmektedirler; bundan dolayı da normal koşullarda karşılaşılan herhangi bir sorun yok, ancak yanlış ürün kullanımı durumlarında; ellerde mantar, tahriş ve pişme gibi sorunlarla karşılaşılmakta.

6.6. Tel Çekme

Tel çekmede yağlayıcılardan beklenenler şunlardır:

- İyi bir yağlayıcı film oluşturarak sürtünmeyi azaltmalı ve şekillendirmeyi kolaylaştırmalıdır,

- Şekillendirme sırasında sürtünmeden kaynaklanan aşırı sıcaklık yükselmesinin önüne geçmek için iyi soğutma özelliğinin olması gerekir,

- Tel yüzeyinde çizikler oluşmasını önleyerek parlak bir yüzey oluşumuna yardımcı olmalıdır,

- Sürtünmeyi azaltarak kalıbın aşınmasını önlemelidir,

- Deterjanlık özelliği olmalı ki; kullanım sırasında tel ve takım üzerindeki kirletici maddeleri ustune alarak filtreye kadar taşısın ve makinayı temizlesin.

Al ve Cu Tel Çekme : Genellikle iletken ve enerji kabloları, telefon kabloları gibi ürünler üretilmekte. Yüksek saflıkta malzemeler kullanılmakta. Al tel çekmede tungsten karbür kalıplar, bakır tel çekmede ise elmas kalıplar kullanılmakta.

İngotlar halinde alınan malzemeler, önce haddelerden geçirilip belli bir çapa (bu, genelde 9 mm) düşürülerek kaba tel formuna getirilmekte. Bu haddelene olayı sırasında şekillendirmeyi kolaylaştırmak ve haddeleri soğutmak için bor yağı kullanılmakta. Bor yağı karışımı hazırlanırken yumuşatılmış su kullanılmakta ve gerektiği gibi kullanıldığında 4 ay hiç değiştirilmeden ve bozulmadan kullanılabilenekte.

İyi bir yağlama ve gerekli olan diğer koşulların sağlanması ile Al tel çekmede max 25 m/s çekme hızına ve kalıp başına max %25 lik kesit düşümüne ulaşılabilenekte. Bakır, alüminyuma göre daha tok (pekleşmiş) olduğundan daha düşük hızlarda çekilmektedir.

Al, Cu v.b. demir dışı metallerin çekilmesi sırasında genelde Al tel çekme yağları kullanılmaktadır. Bu yağlar; madeni yağ kökenli, EP-katığı içermeyen, kuvvetli bir yağlama filmi oluşturan, su ile emülsiyon oluşturmayan, suyu atma (de-watering) özelliği olan, kolay okside olmaz, yüksek viskozite ve viskozite indeksli yağlardır.

Bu su ile karışım oluşturmaktan kullanılan yağlar dışında, su ile karıştırılarak kullanılan madeni yağ kökenli tel çekme yağları da vardır.

Çekme kalıpları, bu yağlayıcılar ile dolu kaplar içinde bulunmaktalar. Yağlayıcı, sürekli sirküle edilmekte ve kullanım sırasında ısınan yağ, tanka taşınmakta; ardından eşanjörde soğutulup tekrar kullanım yerine pompalanmakta.

Yağlayıcının, çok iyi filtrelenerek temizlenmesi gerekmektedir; yoksa zamanla içindeki yabancı partiküller (çekilen malzeme artıkları gibi) çoğalmakta ve hem tel yüzeyinin bozuk çıkmasına hem de kalıbın kısa sürede aşınmasına neden olmaktadır, ayrıca zamanla viskozitesi yükselmekte ve hem soğutma etkinliği düşmekte hem de pompanın basamaması gibi sorunlarla karşılaşılabilir.

Yukarıda adı geçen madeni yağ kökenli tel çekme yağlarından önce bitkisel ya da hayvansal (örneğin, balina yağı gibi) yağ kökenli yağlayıcılar kullanılmaktaydı. Ancak pahalı olmaları, temizlenmelerinin zor oluşu, çabuk kokuşma ve bozulmaları gibi nedenlerden dolayı kullanımlarından vazgeçilmiştir.

Demir dışı metallerden tel çekme sırasında kuru yağlama kullanılamamakta, çünkü: Yağlayıcı katı olduğundan soğutma özelliği bulunmamakta ve bundan dolayı da zamanla hem kendisi hem de çekilen tel ısınmakta. Burada çekilen malzemenin çeliğe göre dayanımı daha düşük olduğu için de bu ısı yükünü çekememekte ve bir süre sonra telin kopması sorunuyla karşılaşılmakta.

Çelik Tel Çekme : Tungsten karbür kalıplarda yüksek karbonlu malzemelerden çelik tel üretilmekte.

Kangallar halinde alınan hammaddeler (bunlara filmaşın denmekte), önce yüzey temizleme işlemine sokulur. Bu işlem, mekanik ya da kimyasal olabilir ki; bugün artık çoğunlukla kimyasaldır. Burada kangal halindeki malzeme, HCl ya da H_2SO_4 (sağlık açısından sulfurun verdiği olumsuzluklardan dolayı genelde hidroklorik asit kullanılır) ile hazırlanan banyolar içerisine daldırılarak üzerlerindeki tufal denen demir oksit artıkları uzaklaştırılır.

Asit banyosundan sonra önce sıcak sonra soğuk su banyosunda asit artıkları uzaklaştırılır.

Ardından çinko fosfat banyosuna batırılan malzeme, burada işlemin zorluk derecesine göre 3-4 dakika dolaylarında tutulur. Eğer tel yüzeyindeki tufal, iyi atılamamışsa fosfat

tabakası tam oluşmaz ve bu yüzden de tel kalıptan geçerken yüzeyindeki fosfat tabakası dökülür. Bunun sonucunda tel yüzeyinde çatlaklar oluşur; bu da, bir sonraki kalıpta telin kopmasına neden olur. Fosfat filminin, aslında çekme sonuna kadar kopmaması gerekiyor. Normalde fosfat kaplı bir telin rengi siyahtır, eğer tabaka kopmuş ise parlak bir görünüm alır.

Fosfatlamadan gelen asidik ortamı nötrleştirmek için nötr banyosuna (borax ya da kireç banyosu) batırılır.

Bu fosfat kaplanmış teller çekilirken ayrıca bir de kuru yağlayıcı içinden geçirilir. Bunun için de sabun tozu + kireç ya da sabun tozu + kireç + don yağı karışımları kullanılmakta. Genellikle metalik sabunlar kullanılmaktadır.

Kuru yağlama ile daha çok kaba çekmeler yani yüksek çaplı tellerin çekilmesi gerçekleştirilmekte. Küçük çaplı teller (yaklaşık 1.5 mm altı) ise sulu çekme solüsyonları içinde çekilirler. Burada kostiği normal sabunlara göre biraz daha fazla olan sabunlar kullanılmaktadır.

Normalde tek pasoda %22-30 deformasyon gerçekleştirilmekte, ancak iyi bir yağlama ile %45 şekillendirme oranına da çıkılabilmektedir. Bunun üzerindeki değerlerde telin kopması gibi bir sorunla karşılaşılmakta. Ayrıca 15 m/s hızla çekme gerçekleştirilebilmekte.

Şekillendirmeden sonra müşteri isteklerine göre tel yüzeyindeki yağlayıcı uzaklaştırılır ya da hiç dokunulmaz. Eğer daha sonra tel yüzeyinde bir işlem (örneğin, galvaniz kaplama gibi) yapılacaksa ya da söz gelişi bu tel araba lastiği teli olarak kullanılacaksa yağlayıcının çekme sonrası uzaklaştırılması gerekir.

Sağlık açısından, en çok sabun tozundan dolayı gözlerde tahriş olayı ve genze kaçma sorunlarıyla karşılaşılmakta.

HCl asit banyosunda çalışanlarda ellerde egzama olayı görülmekte.

Emülsiyonlarda mantar oluşumu, pis koku ve çevre kirliliği gibi sorunlarla karşılaşılmakta. Mantar oluşumunu önlemek için

emulsiyon için mantar önleyici ilaçlar atılmakta. pH yükseldiğinde pH düşürücü, köpürdüğünde köpük önleyici katıklar katılmakta. Emulsiyon ömrünü doldurup atılacağı zaman ise nötrleştirilip öyle dışarı atılmaktadır.

Tablo 6.3. ve 6.4. de çeşitli amaçlara yönelik çelik tellerin üretiminde genelde yapılan işlemler bulunmaktadır:

Tablo 6.3. Soğuk Perçinlik Tel Hazırlanması İçin Kimyasal Yüzey İşlemleri Ve Metalurjik Bitirme İşlemleri ²⁹⁾

Çubuk telin üretimi	□
Dağlama	■
Durulama	■
Fosfatlama	■
Durulama	■
Sabun bazlı yağlayıcıların uygulanması	■
Kurutma	■
Soğuk perçin için ilk paso	□

- Metalurjik işlemler
- Kimyasal işlemler

Tablo 6.4. Yay Çeliği Tellerinin Hazırlanması İçin Kimyasal Yüzey İşlemleri Ve Metalurjik Bitirme İşlemleri ²⁹⁾

Tel çubuğunun üretilmesi	□
Dağlama	■
Durulama	■
Fosfatlama	■
Durulama	■
Kireçleme	■
Kurutma	■
İlk çekme	□
Parlatma	□
Dağlama	■
Durulama	■
Fosfatlama ya da bakır kaplama	■
Durulama	■
Kireçleme	■
Kurutma	■
Son çekme	□

- Metalurjik işlemler
 ■ Kimyasal işlemler

6.7. Ekstrüzyon

Türkiye’de çoğunlukla alüminyum ekstrüzyonu yapılmakta ve çeşitli kesitlerde profiller ve aksesuar parçaları üretilmektedir.

Ekstrüzyonda yağlayıcılardan beklenenler şöyle sıralanabilir:

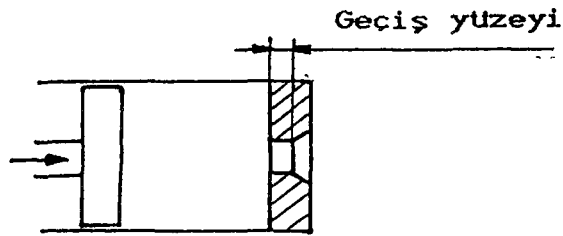
- Matris ön yüzüyle karşılaşan kovanın ve biyetin, kalıba yapışmasını önlemeli ve basma sonunda kolay ayrılmasına yardımcı olmalı,

- Biyet ile ön levhanın birbirlerine yapışmasına engel olmalıdır,

- Matriste üretimden kaynaklanan küçük hatalar olabilir; yağlayıcı, bunları giderici yönde kullanılabilir.

Örneğin; bir basma sırasında eğer profilin bir tarafı daha hızlı akıyor ve bundan dolayı da profil doğruluğunu kaybedip, bir radyus şeklini alarak akıyorsa, bu durumda yağlayıcı ile matrisdeki akışı iyileştirici bazı çalışmalar yapılabilir, şöyle ki; ya matrisin hızlı akan tarafı, yağlayıcı sürülerek soğutulur ve böylece akış yavaşlatılır ya da matrisin akışın geri kaldığı tarafına yağlayıcı sürülerek sürtünme azaltılır ve akış hızlandırılır,

- Şekil 6.1. de görülen matris geçiş yüzeylerinde (matris kanalında) akışı kolaylaştırarak, aşınmaları azaltmalıdır. Bu geçiş yüzeyindeki düzgün profil akışı çok önemlidir.



Şekil 6.1. Ekstrüzyonda matris geçiş yüzeyi

Matris geçiş yüzeylerinin yağlanması konusunda sanayide iki

ayrı görüş bulunmakta. Birincisi ve en çok taraftarı olan görüş, bu bölgenin kesinlikle yağlanmaması gerektiğini, yoksa üretilecek parçanın tamamen kabarcıklı çıkacağını savunmakta. İkinci görüş ise bu bölgenin yağlanması gerektiğini, yoksa akışın iyi ve kolay olmayacağını, bunun sonucunda da matrisin çabuk aşınacağını savunmakta (bu konuyla ilgili yorumu "Sonuç ve Öneriler" bölümünde bulabilirsiniz).

- Uygulama sırasında sıcak yüzeylerle karşılaştığında hemen yanmamalı yani ekstruzyonun yapıldığı sıcaklıklara dayanıklı olmalıdır; yoksa oluşan gazlar, hem parçanın boşluklu ya da kabarcıklı çıkmasına neden olacak hem de çevreyi kirletici ve rahatsız edici etki yapacaktır,

Al ekstruzyonda genelde grafit bazlı yağlayıcılar kullanılmakta. Bu yağlayıcılar; bloklar şeklinde, gres formunda ya da sıvı formda bulunabiliyor. Bu durumda, taşıyıcı konumundaki madeni yağ içerisinde yüksek saflıkta çok küçük boyutlardaki (mikronize) grafit tozları bulunmakta.

Bu yağlayıcılar satın alındıkları gibi yağlanacak yüzeylere sürülmekteler ve sıcakla karşılaşıncaya yumuşayıp yüzeyde bir yağlayıcı tabaka oluşturmaktalar.

Bu yağlayıcılardan ayrı olarak zorunlu durumlarda işletmeler kendileri yağlayıcı yapma yoluna gidebilmekteler ve önceleri bu olay bugünküne göre daha sıklıkla yapılmaktaymış:

Örneğin; motor yağı + grafit tozu karışımı. Grafit tozuna, bir hamur kıvamına gelinceye kadar çıkma yağ eklenir ve sürekli karıştırılır. Ancak hazırlanmasının zaman alması ve madeni yağdan kaynaklanan aşırı kabarcık oluşumu nedeniyle fazla kullanışlı değildir.

Bundan başka; hidrolik preslerde kullanılan hidrolik sistem yağı da, ya içine bir miktar grafit katılarak ya da yalnız başına, özellikle kalıp boşaltmak ya da akışı kolaylaştırmak amacıyla yönelik olarak kullanılabilenekte.

Ekstruzyonda yağlayıcılar, değişik bölgelere uygulanmaktalar; bunlar ayrıntılarıyla şöyle sıralanabilir:

- Ön levha

Zımbanın ucuna takılan ve zımbanın biyetle direkt temasını önlemeye yarayan ön levha, baskı sonunda biyetle yapışmayıp kolay ayrılsın ve kovana aşındırmamasın diye yağlanmakta. Bu işlem, bazı işletmelerde her biyette bir yapılmakta, bazılarında ise birkaç biyette bir; bunun içinde ön levhanın yüzeyinin beyazlaşması ölçü olarak kabul edilmekte ve bu durumda yağlama gerektiği anlaşılmakta.

Ön levha biyete yapışmasını diye uygulanan çok değişik bir yöntem daha vardır. Biyetin ön levha ile karşılaşan yüzeyi, biyet daha tavlardan önce bir tıpgaz alevinden çıkan is ile islenmekte. Böylece ayrıca ön levhayı yağlamaya gerek kalmadan başarılı sonuçlar alınmakta.

- Bıçak

Her biyetin basımı sonunda bir miktar malzeme basılamadan artık olarak kalmakta ve bunun bıçak ile kesilip matristen uzaklaştırılması gerekmekte. Bu sırada malzemenin bıçağa yapışmasını önlemek için bıçak, her 4-5 baskıda bir yağlanmakta.

- Matris

Matrisler çeşitli amaçlara yönelik olarak yağlanmaktadır:

Kovan ve basılacak biyet, matrise dayandığında yapışmasını diye matris ön yüzü yağlanmakta; böylece basma sonunda hem kovan, matrinden ayrılırken kolay ayrılmakta hem de bıçak artıkları keserken matrise yapışma olamayacağından kolay bir uzaklaştırma olmaktadır. Bazen de yalnızca matrisin alt dayanma yüzüne yağlayıcı sürülür ki; kesme sonunda malzeme, o bölgede yapışıp kalmaz.

Matris geçiş yüzeylerinin yağlanması konusunda sanayide iki ayrı görüş olduğunu yukarıda belirtmiştik. Büyük çoğunluk normalde bu bölgeyi yağlamaktan kaçınmakta. Çünkü hem oradaki basıncı karşılayabilecek yağlayıcı bulamadıklarından yakınmaktadır hem de dengeli bir yağlama yapamadıklarından, aşırı yağlama durumunda damarlar ne gaz boşlukları oluşmakta. Ancak her ne olursa olsun yine de bazı durumlarda bu bölgede değişik amaçlara yönelik olarak

yağlama gerekmekte ve de yapılmakta:

1) Özellikle çok ince profilli parçalarda olmak üzere; ilk basmaya başlarken matris yağlanır ki; malzeme, matristen kolay çıksın.

2) Basmaya ilk başlandığında eğer matris yüzeyinde bulunan bir artıktan dolayı profil yüzeyinde çizikler oluşuyorsa ve bu artıklar dışarı atılamıyorsa, matris profil boşluğu yağlanarak bunlar dışarı atılmaya çalışılır.

3) Eğer profilin basılması zor ise matris, işlemin zorluk derecesine göre birkaç biyette bir yağlanır.

4) Her basma sonunda matris içerisinde bir miktar malzeme artığı kalır ve bunları uzaklaştırmak için matrisler kostik içerisinde bekletilir. Bu bekletme süresini düşürmek ve daha kolay uzaklaştırma sağlamak için son biyetin bitiminden az önce basma durdurulur ve kovan geri çekilir, matris bolca yağlanır ve yeniden basmaya geçilir. Böylece son basılan alüminyumun matris boşluğuna yapışması önlenir.

5) Eğer matris üzerinde şekil değiştirme oranı açısından birbirinden çok değişik bölgeler varsa ve bunlardan dolayı da bazı bölgelerde akış geri kalıyorsa, bu durumlarda sorun yaratan bölge yağlanarak çözüme gidilir.

6) Özellikle eski klasik matrislerle çalışıldığı zamanlar; profil bir yöne meyilli aktığında yağlama ile sorun giderilmeye çalışılır.

Ancak günümüz matrislerinde böyle bir işleme gereksinim kalmamakta. Çünkü klasik matrislerde her biyet sonunda matris içi tamamen boşalmakta ve doğal olarak profil her defasında kopmakta. Bunun sonucunda da; her biyet başında profil yanlış akmakta. Ancak günümüz matrislerinde matris içi devamlı dolu kalmakta ve böyle sorunlarla karşılaşılmamakta ve yanlış akış olanakları en aza indirilmiştir.

- Kovan ya da biyet yüzeyi yağlanmamakta; çünkü ön levha yağlandığı için yağlayıcı, zamanla kovanada bulaşmakta. ayrıca zaten kovanla biyet arasında birkaç milimetrelük boşluk bulunmakta.

Genelde bir işletmede her profil için aynı boyutlardaki biyetler kullanılmakta ve böyle olunca da profilin büyüklüğüne göre değişik şekil değiştirme oranları ortaya çıkmaktadır. Bu durumda örneğin, küçük kesitli parçaların basılması sırasında şekil değiştirme oranı daha büyük olacaktır ve bu da, matrisin daha çok sıklıkta ve iyi yağlanmasını gerektirecektir. İnce profillerin basılması sırasında kullanılan yağlayıcı miktarı, kalın profiller için de aynen kullanılacak olursa, profil yüzeyinde kabarcık oluşumunda artış olacağı görülebilir.

Matris, ön levha, biyet, kovan ve bıçak, basma işleminden önce yaklaşık 400-450°C sıcaklığa kadar ısıtılmaktalar. Ülkemizde kullanılan yağlayıcılar da genelde madeni yağ kökenli oldukları için uygulama sırasında bu sıcaklıkla karşılaşınca hemen alev alıp yanmaktalar. Bunun sonucunda; yağlayıcı, özelliğini kaybetmekte ve aşırı gaz oluşumu nedeniyle iş parçası yüzeyi kabarcıklı çıkmakta (kabarcıkların oluşum nedenin gazdan mı yoksa iş parçası malzemesinden mi geldiğini belirlemek için tam kabarcık üstünden kesit alınır; eğer görünüm siyah ise neden yağlayıcı yani gaz, yok normal metal rengi ise malzemeden kaynaklanmakta), oluşan gaz çalışanlara ve çevreye zarar vermekte.

Amerika ve bazı Avrupa ülkelerinde yağlayıcının yukarıda anlatılan olumsuzluklarını ortadan kaldırmak için son birkaç yıldır uygulanan değişik bir yöntem ve yağlayıcı kullanılmakta. Bu yöntem, ülkemizde de uygulanma aşamasında olup, gerekli koşullar hazırlanmaktadır. Bu yöntem kısaca şöyle anlatılabilir:

Bu yöntemde; yağlayıcı olarak, grafit + su karışımı kullanılmakta ve oda sıcaklığında yani 20°C da biyetin ön yüzüne ve yakın çevresine uygulanır. Daha sonra biyet, induktif fırında yaklaşık 400-450°C sıcaklığa kadar ısıtılmakta ve bu sırada biyet yüzeyine uygulanan karışım içindeki su uçmakta, yüzeyde yalnızca grafit tozları kalmakta. Böyle olunca da; ekstruzyon sırasında yağlayıcıdan kaynaklanan herhangi bir yanma olayı ve bunun sonucunda da istenmeyen gaz

ve duman olayı olmamakta (grafit, yaklaşık 500°C sıcaklıkta oksitlenmeye başlar ve 3600°C da da gaz haline geçer), hem daha iyi ve kaliteli bir şekillendirme gerçekleştirilebilmekte hem de sağlık yönünden bir olumsuzlukla karşılaşılmamakta.

Dikkat edileceği gibi klasik yöntemlerde yağlayıcı, hiçbir zaman biyete uygulanmamakta ve uygulama sırasında da yüzeyler sıcak olmaktadır (400-450°C). Ayrıca kullanılan yağlayıcı içerisinde çok düşük sıcaklıklarda yanabilen ve özelliğini kaybeden maddeler bulunmakta.

Türkiye'de özellikle de küçük işletmelerde bu yöntemi uygulamak zor görünmekte. Çünkü bu işletmeler, biyeti tavlama işlemini alevli fırınlarda gerçekleştirmekteler. Böyle olunca da hem sıcaklık ayarı tam tutturulamamakta hem de alev, doğrudan doğruya parçayla temas ettiği için aşırı ısıtıp grafit tozlarını okside edebilmekte.

"Satırlar Alüminyum" da yapılan bir denemede; Al ekstruzyon için iki ayrı yağlayıcı denenmiştir ve sonuçları gözlenmiştir:

İlk olarak, kalsiyum sabunlu madeni baz yağ esaslı bir gres denenmiştir. Kalsiyum sabunlu gresler yaklaşık olarak max 60°C sıcaklığa kadar dayanıklı olduğundan uygulama sırasında sıcak yüzeyle karşılaşınca hemen yanmakta, bunun sonucunda aşırı bir gaz oluşmakta ve iş parçası tamamen kabarcıklı elde edilmekteydi.

İkinci olarak, CASTROL SPHEEROL BM1 adlı, benton bazlı mineral baz yağ esaslı bir gres denenmiştir. Bu gres, molibdenbisulfat, grafit ve oksidasyon önleyici katıklar içermekte ve yüksek sıcaklıklarda (önerilen çalışma sıcaklığı max 260°C) kullanılmak üzere üretilmekte. Bu gresin kullanımında yalnızca basma işlemi başlangıcında bir miktar gaz oluşumu ile karşılaşmış ve bundan dolayı kalıptan çıkan ilk profil başlangıcında kabarcık oluşumu ile karşılaşmıştır, ancak kalsiyum sabunlu gresle yapılan denemedekine göre kabarcık oranında belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Profil akışı sürdükçe kabarcıklar gittikçe azalmış ve iş parçası yüzeyi kalite yönünden kabul edilebilir

duzeye ulaşmıştır. Başlangıçta karşılaşılan kabarcıkların bir bölümü, dengeli yağlama yapılamamasına ve kullanılan gresin penetrasyonunun yüksekliğine yani yumuşaklığına bağlanabilir. Dengeli yağlama yapılamadığından yuzeye aşırı miktarda gres uygulanmakta ve bu da özellikle basma başlangıcında istenmeyen olumsuzluklar yaratmakta ama profil akışı sürdukçe yağlayıcı azalacağı için yuzey kalitesi normale donmekte. Kullanılan gres, 1 numara grestir (işlenmiş penetrasyonu 325) bundan dolayı da yumuşaktır. Eğer aynı gresin daha kalın olanı kullanılacak olursa, içindeki benton ve diğer katı yağlayıcıların oranı artıp madeni yağ oranı azalacağı için, daha etkili olacaktır ve daha başarılı sonuçlar alınacaktır.

6.8. Haddeleme

Haddeleme sıcak ya da soğuk olarak uygulanmakta, ancak bu çalışmada yalnızca sıcak haddeleme yapan işletmeler ile bağlantı kurulabilmiştir.

Sıcak haddelemede soğutma, yağlamadan daha büyük bir öneme sahiptir. Bunun içinde daha çok soğutma özelliği olan yağlayıcılar kullanılmaktadır.

Sıcak haddelemede soğutma amaçlı olarak en çok su kullanılmaktadır. Burada haddeleri soğutmak için uzerlerine sürekli su puskürtulmektedir.

Su, yalnız kullanıldığı gibi çeşitli yağlarla emulsiyon yaparak da kullanılabilmekte, en çok kullanılanı da bor yağıdır. Karışımında asıl amaç soğutma olduğu için su oranı oldukça yüksek tutulmaktadır. Örneğin, %90 su %10 bor yağı karışımı gibi.

Emulsiyonlar için geçen sayfalarda anlatılanlar burada da geçerliliğini korumaktadır.

6.9. Firmalar

Sanayi araştırması sırasında aşağıda alfabetik sıraya göre dizilmiş olan firmalarla ilişkiye geçilmiştir. (Birk yağlayıcı ureten firmanın yalnızca dokumanlarından yararlanılmıştır):

- 1) Aksan
- 2) Arçelik A.ř. ayırova işletmesi
- 3) Asil Boru
- 4) Barol Alüminyum
- 5) Batoyle Lubricants
- 6) Belgin Madeni Yağlar
- 7) Bonder Kimya A.ř.
- 8) Castrol Sanayi Yağları
- 9) ayırova Boru
- 10) elik Halat Ve Tel Sanayi A.ř.
- 11) elik Sanayi A.ř.
- 12) olakoğlu
- 13) Feniş
- 14) Garanti Elektrik Sanayi Ve Ticaret Ltd. şti.
Metoproducts
- 15) Gazal A.ř.
- 16) Gursan
- 17) Kalibre Boru
- 18) Mannesmann Sumerbank Boru Endüstrisi T. A. ř.
- 19) Omtaş
- 20) Parsan
- 21) Petrol Ofisi Madeni Yağları
- 22) Rabak
- 23) Refsan Refrakter Sanayi Ve Tic. A. ř. / A. Cesana S. p. A.
- 24) Sabit Dur / Shell Madeni Yağları
- 25) Satırlar Alüminyum
- 26) Selen Soğuk elik Ve Demir ekme Sanayi
- 27) Soditaş / Houghton

- 28) Teknolub Sanayi Yağları Ltd. Şti.
Hangsterfer's Metalworking Lubricants
- 29) Transmil Ltd. Şti.
- 30) Turk Henkel
- 31) Turkkablo A.O.
- 32) Uzel Traktor
- 33) Yetkin A.Ş. / Rocol
- 34) Yucel Boru



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde; buraya kadar anlatılmış olanların bir değerlendirmesi yapılacak ve hem metin hem de sanayi araştırmaları dikkate alınarak bazı önerilerde bulunulacaktır:

1) Talaşsız şekillendirme yağlayıcıları için kullanılan hammaddelerin yaklaşık %50 sini madeni yağlar oluşturur.

2) Bitkisel ve hayvansal yağların yağlayıcılık özellikleri çok iyidir, ancak yapılarında bulunan bir oksijen koprüsünden dolayı çok çabuk bozulmaktalar ve temizlenmeleri de oldukça zordur. Bundan dolayı, yalnız başlarına kullanılmalarındansa, başka yağlayıcılar içerisine katılarak kullanılmaları önerilir.

3) Yağlayıcıların kullanımı ve eğer başka maddelerle karıştırılarak kullanılacaksa hazırlanması kolay olmalı.

4) Yağlayıcının sağlık açısından olumsuz tarafları olmamalı; çalışana, tezgaha ve çevreye zarar vermemeli.

Yağlayıcılar içinde bulunan serbest klor, başka maddelerle bileşik durumda bulunan klor bileşiklerine göre daha çabuk buharlaşır ve solunduğunda olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bundan dolayı günümüzde artık yağlayıcılar içindeki klor kullanımına, kısıtlamalar getirilmekte.

Serbest klorun yanında, kanserojen etkili çok halkalı aromatik hidrokarbonların ve nitrosamin bileşiklerinin kullanımına da yasak gelmiştir.

Tüm bunlar gözönünde bulundurularak günümüzde artık çevre dostu (örneğin; ozon tabakasına zarar veren maddeleri bile içermeyen) , sis ve buharlaşma yoksulu yağlayıcılar geliştirilmiştir.

5) Tel üretimi ve sac şekillendirme gibi ısı taşımanın ön planda olduğu yöntemlerde, çoğunlukla soğutma özelliği yüksek olan, emülsiyon formunda, su ile karışabilir yağlayıcılar kullanılmakta.

6) Özellikle büyük işletmelerde her defasında birkaç ton emülsiyon hazırlanmakta ve eğer gerekli olan hazırlama ve

kullanım koşullarına uyulmaz ise bu karışım, kısa sürede kirlenip, kokuşacak ve kullanımı yarardan çok zarar getireceğinden atılacaktır. Bundan dolayı; hem hazırlık hem de kullanım aşamasında, hem üretici firma özel isteklerine hem de genelde kabul edilmiş olan isteklere uyulması yararlı olacaktır.

7) Emülsiyon eğer kayıplı yağlama için kullanılacaksa, yaklaşık 20°dH (alman sertliği) ye kadar ki şehir suyu kullanılabilir. Ancak eğer yüksek sıcaklıklarda çalışacaksa, daha büyük buharlaşmanın olacağını dikkate alarak, tamamen tuzu alınmış su kullanılması önerilir. Hiçbir doğal yumuşak su kullanıma hazır olmadığı gibi, kısmen tuzu alınmış ya da yalnızca sertliği giderilmiş su da uygun değildir; çünkü ilkel su gibi, aynı tuz miktarını içerir.

8) Emülsiyonların çok iyi filtrelenmesi gerekir, yoksa şekillendirmeden gelen yabancı partiküller zamanla çoğalacak ve böylece hem iş parçası yüzeyi kalitesiz elde edilecek hem de kalıp kısa sürede aşınacaktır. Ayrıca zamanla viskozitesi yukseleceğinden hem soğutma etkinliği düşecek hem de pompanın basamaması gibi sorunlarla da karşılaşılacaktır.

9) Emülsiyonlarda zamanla bakteri oluşumu başlamakta ve bunların neden olduğu ciltde allerji ve tahriş olaylarıyla karşılaşılakta. Bunun önüne geçmek için çok iyi bakteri kontrolü yapılmalı ve gerektiğinde bakteri önleyici ilaçlar katılmalı.

10) Dolaşım (sirkulasyon) sistemli yağlamanın yapıldığı tezgahlarda, yağlayıcı içine giren yabancı yağlar (tezgahın çeşitli yerlerinde kullanılan yağlar), kısa sürede emülsiyonun bozulmasına neden olacaktır. Bunu önlemek için olanak olduğunca bu yabancı yağların emülsiyon içine girmesine engel olunmalı, bu tam yapılamayacağından da, emülsiyon içine özel subyeleştirici katıklar katılarak yabancı yağların tank yüzeyinde birikmesi sağlanmalı ve daha sonra bunlar yüzeyden dışarı alınmalı (bu subyeleştirici katıklar artık günümüzde çoğunlukla üretici firma tarafından zaten yağlayıcı içine

koyulmakta).

11) Karışım oluşturularak hazırlanan yağlayıcılar içindeki maddelerin, kullanım olmadığı zamanlar birbirlerinden ayrılmasının ya da katı yağlayıcıların dibe çökmesinin önüne geçmek için, ya karışım içine iyi stabilizatörler eklenmeli ya da sürekli karıştırılmalı.

12) Eğer filtre, çok ince partikülleri tutabilecek derecede hassas ise bu durumda karışım içindeki katı yağlayıcılar, filtreye takılıp kalabilirler. Böyle olunca da; karışım içindeki oranları düşer ve karışımın kararlılığı bozulur. Bunun önüne geçmek için karışımın, zaman zaman kontrolü gerekir.

13) Su ile karıştırılarak kullanılan yağlayıcıların, ekonomiklik sağlasın diye olanak olduğunca bol su ile karışabilmesi yani su oranının yüksek olması istenir.

14) Örneğin; soğuk çubuk çekme gibi soğuk şekillendirme işlemlerinde, şekillendirme sonrası yağlayıcı uzaklaştırılmaz ve de düşük kaliteli bir malzeme kullanılırsa, bu durumlarda su ile karıştırılarak kullanılan yağlayıcıların kullanımından olanak olduğunca kaçınılmalı yoksa zamanla malzeme paslanacaktır (sıcak şekillendirmelerde, işlem sonrası sıcaklığın etkisiyle malzeme yüzeyinde kalan su buharlaşmaktadır).

15) Sıcak dövme ve ekstruzyon gibi sıcak şekillendirme işlemlerinde yağlayıcının yanarak özelliklerini kaybetmesinin önüne geçmek için şekillendirme sıcaklıklarına dayanıklı yağlayıcılar kullanılmalıdır. Bundan dolayı da bu gibi şekillendirmelerde daha çok grafit gibi katı madde kökenli yağlayıcılar kullanılmakta.

16) Dövmede grafitten sonra en yaygın olarak kullanılan yağlayıcı odun talaşıdır. Odun talaşının bir yağlama özelliği bulunmayıp, yanarak oluşturduğu gaz yardımıyla yapışmayı önleyen ayırma özelliğinden yararlanır.

Ancak çevreye zarar veren yoğun bir duman oluşturmakta ve aşırı kullanım sırasında kalıp içerisinde çok fazla

miktarda gaz sıkışmakta, eğer dışarı atılamazsa kalıbın patlamasına neden olabilmekte. Bundan dolayı da genellikle şahmerdanla (çekikle) dövmede önerilir ki; darbe aralarında sıkışan gaz kolaylıkla dışarı atılabilsin. Ayrıca kullanım sonrası kalıp içinde artık bırakması, sürekli temizlik gerektirmekte.

17) Özellikle karmaşık şekilli parçaların dövülmesinde yağlayıcı ve uygulama yöntemi ayrı bir önem kazanmakta. Yağlayıcı, aşırı miktarlarda kullanılmamalı ve artık bırakmamalı yoksa kalıp uç noktalarında birikip iş parçasının kusurlu çıkmasına neden olacaktır.

18) Özellikle dövme ve derin çekme işlemlerinde akışın zor olduğu kalıp bölmelerinde ayrı bir yağlayıcı kullanılması gibi bir uygulamanın, sanayide pek yaygın olmadığı görülmekte. Kalıpta şekillendirmenin zor olması gibi durumlarda karşılaştıklarında daha çok yaptıkları, kalıp dizaynıyla oynamaktır ve bunun için de kalıpları atölyeye geri göndermek, ancak bunun olanaksız olduğu durumlarda değişik yağlayıcılar ya da yağlayıcı karışımları kullanımına yönelmektedirler.

İşletmeler, pratiklik sağlaması için her zaman her yerde aynı tip yağlayıcı kullanmak istemekteler ve bu istekleri normal de karşılanmalıdır. Buna, % 100 olmasa bile ulaşılmış gibidir; ancak kural dışı denebilecek değişik parçalarda bu ideallığe ulaşmak için yağlama + kalıp dizaynının birlikte yürütülmesi gerekmektedir.

Artık günümüzde üretilen yağlayıcılar, çok amaçlı kullanılmaya doğru gitmektedirler, yani aynı yağlayıcı ile birçok değişik malzeme şekillendirilebilecek şekilde üretilmektedirler.

19) Ülkemizde sıcak ekstrüzyon sırasında genellikle grafit bazlı yağlayıcılar (çoğunlukla madeni yağ ile karıştırılmış olarak) kullanılmaktadır. Örneğin; bir Al ekstrüzyon sırasında işlem sıcaklığı yaklaşık olarak 450°C dolaylarında olduğundan kullanılan yağlayıcılarında bu sıcaklığa olabildiğince çok dayanması istenir. Bunun için de, kullanılan madeni yağın bu sıcaklıklara dayanımı olmadığından, yağlayıcı içinde olanak

olduğunca az oranda bulunması sağlanmalı ya da hiç kullanılmamalı.

20) İşletmelerce, matris yan yüzeyine yapılan yağlamanın, "yalnızca o bölgeye biyetin yapışmasının önüne geçerek işlem sonrası artıkların kolay uzaklaştırılmasını sağlamak amacıyla yönelik olarak yapılmakta" olduğu vurgulanmakta. Ancak burada yağlamayı gerektiren bir başka ve de en önemli neden, sürtünmeyi azaltıp, homojen bir akış sağlamak ve artık oranını azaltmaktır.

21) Ekstruzyonda matris yüzeyinin yağlanması konusunda iki zıt görüş olduğu ve bunlardan birinin bu bölgede yağlama yapılmaması, diğerinin ise yapılması gerektiğini savunduğu, 6.7. bölümde belirtilmişti.

Gerçekte, malzeme akışını daha düzenli kılmak, gerekli ekstruzyon kuvvetini azaltmak ve takım ömrünü arttırmak için matris yüzeyinin yağlanması gerekmektedir. Ancak ekstruzyon malzemesinin özelliklerine ve ekstruzyon sıcaklığına uygun yağlayıcı seçilmeli ve homojen bir yağlama yapılmalıdır, yoksa çeşitli ekstruzyon hatalarıyla karşılaşılacaktır. Öyle uygun bir yağlayıcı seçilmeli ki; kapalı bir film şeklinde iş parçasını kaplamalı ve matristen geçiş sırasında bile yırtılmamalı, takım aşınmasını önleyerek kuvvet gereksinimini düşürücü kayma özelliğine sahip olmalıdır.

Burada yağlayıcı madde, tam matris giriş yüzeyinde yani şekil değiştirmenin başladığı noktada uygulanmaktadır ve zamanla profil üzerinde matris iç yüzeylerine doğru ilerlemektedir. Bu amaca yönelik olarak optimal yağlama takımları kullanılmalı ve matris geçiş yüzeyinde etkili bir yağlama yapılmalıdır (Cayrıntılı bilgi için bak. Müller, K./Ruppin, D. Metall, Oct.1988, Seite 996-1002).

Yapılan bir incelemede; yağlama olmaksızın yapılan Al ekstruzyonunda sürtünme kayıplarının %35 değerine kadar ulaştığı ve ekstruzyon kuvvetinin de %50 arttığı belirlenmiştir³⁴⁾.

22) Boru çekme, tel çekme ve soğuk ekstruzyon işlemlerinde

fosfatlama yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. İyi bir fosfatlama ile, boru çekmede tek pasoda çap olarak %40, kesit kalınlığı olarak da %30 oranında küçültme yapılabilenkte.

23) Fosfatlama işleminin başarısı için yüzeylerin oldukça temiz ve artıklardan arındırılmış olması gerekmektedir. Bunun için temizlik adımlarına dikkat edilmeli, gerekirse önerilenden daha fazla sayıda tutulmalı ve süreleri uzatılmalı.

24) Çoğunlukla fosfat tabakası, başka bir yağlayıcı maddenin (genelde sabun) taşıyıcısı olarak kullanılır. Ancak bazen fosfat tabakası, normalde olması gerekenden daha kalın tutularak, hiç sabunlama yapmadan da şekillendirme yapılabilenkte. Yalnız şu unutulmamalı ki; fosfat tabakası ne kadar kalın olursa, şekillendirme sonrası yüzeyden uzaklaştırılması da o kadar zor olur.

İşleme başlamadan önce bu noktalar gözönünde bulundurularak, şekillendirmeyi hem ekonomik hem de başarılı kılmak için uygun olan en ideal yöntem seçilmeli.

25) Boru çekme sırasında şekil değiştirmeden dolayı bir sıcaklık yükselmesi olmaktadır. İşletmeler, fosfat tabakası üstüne yedirilen sabun, bu sıcaklık yükselmesinden zarar görüp özelliğini kaybetmesin diye aşırı şekil değiştirme oranlarından kaçınmaktalar. Ancak fosfat tabakasına yedirilmiş olan sabun, su ile bile uzaklaştırılamadığına göre şekillendirme bölgesi, su püskürtülerek soğutulabilir ve sabuna zarar verecek ısı yükselmesinin önüne geçilebilir.

26) İşletmeler, çoğunlukla ellerinde yağlayıcı kalmaması ya da kullandıkları yağlayıcı ile başarılı şekillendirme yapamayacakları gibi zor durumlara karşılaştıklarında kendileri bazı karışımlar hazırlayıp, sorunlarını çözmeye çalışmaktalar. Bu gibi durumlarda; çok başarılı sonuçlar alınabildiği gibi çok tehlikeli olaylarla da karşılaşılabilmekte. Örneğin; sıcak dövme için motorin, fuel-oil ya da bunların karışımı kullanıldığında, sıcak yüzeyle karşılaşınca aniden alev alıp yanmakta ve bu, hem

çalışanlara hem de makina ve takımlara zarar vermekte, tehlikeli durumlar yaratmakta.

Bu gibi olumsuzlukları gözönünde bulundurarak, çok zor durumlarda kalmadıkça gelişigüzel yağlayıcı kullanımından kaçınılmalıdır.

27) Herzaman için şekillendirme yöntemine uygun ve kaliteli bir yağlayıcı kullanılmalıdır, yoksa hatalı bir iş parçası ve kısa sürede aşınan bir kalıpla karşılaşılacaktır. Bunlardan ayrı olarak; şekillendirme zorlaşacağından gerekli olan güç artacak ve enerji gereksinimi çoğalacak, parça üzerinde kalan yağlayıcı, malzemeye zarar vereceğinden fazladan bir masrafla uzaklaştırılması gerekecek ve tüm bunlarla ilişkili olarak verim düşecek, yağlayıcının çabuk bozulmasından kaynaklanan sağlık ve çevre sorunlarıyla karşılaşılacaktır.

28) Bir başka maddeyle (bu su, madeni yağ ya da başka birşey olabilir) karıştırılarak kullanılan yağlayıcıların, şekillendirmenin zorluk derecesine göre bir karışım oranı vardır ve çoğunlukla buna, teknik olanaksızlıklar ya da başka nedenlerden dolayı uyulmamaktadır. Genelde işletmelerde fazla sayıda karıştırma ya da depolama tankı bulunmaz; bir işe göre karışım hazırlanır ve iş parçası değiştiğinde, önce aynı karışım ile şekillendirme yapılır ve sonuca göre eklemeler yapılarak uygun karışım oranı yakalanmaya çalışılır.

Şu unutulmamalı ki; şekillendirmenin başarısı ve yağlayıcıdan uzun vadede verimlilik almak için ne çok fazla ne de çok az olmak üzere, üretici firma tarafından önerilen oranlarda karışım hazırlanmalıdır.

29) Şekillendirilmiş iş parçası üzerindeki yağlayıcının uzaklaştırılmasına bir sonraki adımda istenenlere göre karar verilir. Eğer bir sonraki işlem ya da müşteri isteği, yağlayıcının uzaklaştırılmasını gerektiriyorsa, bu yapılır. Böyle bir koşul olmadığında yüzeydeki bu yağlayıcı film, korozyon önleyici olarak kullanılmakta. Bundan dolayı da; genelde yağlayıcıların, oksidasyon ve pas önleyici katıklar içermesi istenir.

30) Yağlayıcının şekillendirme sonrası uzaklaştırılabilmesi kolay ve ekonomik olmalıdır. En basit durumda bu işlem, su ile yapılabilmelidir.

31) Yağlayıcıların şekillendirme sonrası kendiliğinden uçmasını sağlamak için içlerine bazı solvent türü maddeler katılabilmekte. Bunların oranı ne kadar artarsa, yağlayıcının parlama noktası da o oranda düşer ve tehlikeli durumlar yaratmaya başlar. Bundan dolayı, böyle bir uygulama yapılacağına yağlayıcının kullanılacağı yerdeki koşullar iyi araştırılmalıdır.

32) Yağlayıcının, kullanım sırasında kirleticilik özelliği olmamalı, tam tersine temizleyici işlev görerek, makine ve takımları temizlemelidir.

33) Ömrünü dolduran yağlayıcılar, özellikle de dispers formundakiler, çevreye atılmadan önce nötrleştirilmeliler ki; dış ortama zarar vermesinler.

34) Yağlayıcı pazarlayan bir firma, satmakta olduğu ürün hakkında ne kadar detaylı bilgiye sahip olursa, onun kullanım yeri ve koşulları konusunda da o kadar sağlıklı bir öneri ve de çözüm getirebilir. Özellikle üretici firmaların bu noktayı gözönünde bulundurarak bayilerini, ürünleri konusunda yeterince bilgilendirmeleri ve eğitmeleri yararlı olacaktır.

35) Talaşsız şekillendirme konusunda işlev gösteren işletmeler, yağlayıcılar konusunda, talaşlı üretimdeki kadar ilgi göremediklerinden yakınmaktalar. Yağlayıcı üreten firmalar, çoğunlukla talaşlı üretime öncelik ve önem vermekteler ve böyle olunca da, talaşsız şekillendirmeye yönelik ürün çeşitliliği kısıtlı kalmakta ve işleme uygun yağlayıcıyı bulma konusunda sorunlar çıkmakta. Aradığı özelliklerdeki ürünü bulamayan işletmeler de, sorunlarını kendileri çözme yoluna gitmekteler ve bunda zaman zaman başarılı da olmaktadır, ancak bu, fazladan zaman ve para harcamayı gerektiriyor ve ayrıca yanlış yağlayıcı kullanımı sırasında beklenmeyen tehlikeli durumlarla da karşılaşılabilir.

36) Ülkemizle pazarlanmakta olan talassız şekillendirme yağlayıcılarının hemen hemen hepsi, yurtdışından getirilmekte ve bu yüzden de fiyatları yüksek olmaktadır. Böyle olunca da, özellikle küçük ve orta büyüklükteki işletmeler yine kendileri bazı karışımlar yaparak yağlayıcılarını elde etme yoluna gitmekteler.

37) İşletmeler, yağlama ve yağlayıcılar konusunda daha yeni yeni bilinçlenmeye başlamaktalar. Sürtünme ve aşınmadan kaynaklanan kayıpların, endüstri ülkelerinde gayri safi milli hasılanın % 2 sine denk düştüğü gözönünde bulundurulursa, konunun önemi daha iyi anlaşılmış olur.

Toplam Kalite Kontrolü konusunda bugünlerde ülkemizde ISO 9000 standardını almak için işletmelerde yoğun çalışmalar yapılmakta. Sürekli kaliteli ürün elde etmek için her işlem basamağında kullanılan yan ürünlerin de kaliteli ve o işleme uygun olması gerekmektedir. Bu standart, bu aşamada hem yağlayıcı üreticisini hem de kullanıcılarını kaliteli ürüne doğru zorlayacağına benzemekte ve bunun örnekleriyle de karşılaşılmakta, hatta örneğin; bir işletmeye iş siparişi verecek olan firmanın, bunun üretimi sırasında kullanmalarını istedikleri yağlayıcının adını da bildirmesi gibi ilginç ve güzel bir olayla da karşılaşılmıştır.

KAYNAK

- 1) Tekgürler, H., 1987. Endüstride Kullanılan Yağlayıcıların Özelliklerinin İncelenmesi Ve Sınıflandırılması. Y.Lisans Tezi/İTÜ, İstanbul.
- 2) Schmierung beim Umformung, GfT-Arbeitsblatt, 1983. Beuth Verlag GmbH.
- 3) Bartz, W. J., 1987. Tribologie und Schmierung in der Umformtechnik. Expert Verlag, Sindelfingen.
- 4) Mang, T., Nichtwassermischbare Schmierstoffe für die Umformung.
Bartz, W. J., 1987. Tribologie und Schmierung in der Umformtechnik. Expert Verlag, Sindelfingen.
- 5) Kayak, E. S., Ensari, C., 1986. Metallere Plastik Şekil Verme İlke Ve Uygulamaları. İstanbul.
- 6) Linstromberg, W. W., Uyar, T., 1976. Modern Organik Kimya.
- 7) Yakıtlar Yağlar. Petrol Ofisi, 1980.
- 8) Castrol Ürün Kataloğu
- 9) Geiger, G. H., Wassermischbare Öle und Fette für die spanlose Umformung.
Bartz, W. J., 1987. Tribologie und Schmierung in der Umformtechnik. Expert Verlag, Sindelfingen.
- 10) Kimetsan 1991/1992 Kimyasal Maddeler Kataloğu
- 11) Sanayi Yağları Ve Yağ Asitleri. 1977. IV. Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT.

- 12) Sanayi Yağları Ve Yağ Asitleri Sektörü. 1980.
Petkim, Ankara.
- 13) Özçelik, M. Ö., 1990. Soğuk Haddeleme İşleminde Termik Olaylar. Y.Lisans Tezi/İTÜ, İstanbul.
- 14) Fischer, F., Cron, A., Festschmierstoffe, insbesondere Graphit für die Warmumformung.
Bartz, W. J., 1987. Tribologie und Schmierung in der Umformtechnik. Expert Verlag, Sindelfingen.
- 15) Kemahlı, H., 1992. Ekstruzyonda Yağlama, Seminer Notları. YÜ. İstanbul.
- 16) Kuranoğlu, M., 1985. Ekstruzyon Yöntemlerinde Oluşan Hatalar Ve Önleme Çareleri. Y.Lisans Tezi/YÜ, İstanbul
- 17) HCST Lubriform-Molyform Bilgi Broşuru, 1992, Elkasan
- 18) NLGI Lucricating Grease Guide. National Lubricating Institute, Second edition 1989. Kansas City, Missouri.
- 19) Akyuz, M., 1971. Gres Yağları. İDMMA/İstanbul
- 20) Alcansoy, A., Özdamar, E., Türkmen, G., 1981. SEGEM, Surtunme, Aşınma, Yatak Ve Dişlilerde Yağlama Ve Uygulamaları. Yayın no: 74. Ankara.
- 21) Maraşlıoğlu, Ş., 1990. Tek Taraflı Delmede Kuvvet Ve Malzeme Akışına Etkiyen Faktörlerin İncelenmesi. Y.Lisans Tezi/İTÜ, İstanbul.
- 22) Akata, H. E., 1987. Çeliğin Dövülmesinde Malzeme Akışına Etkiyen Faktörlerin İncelenmesi. Doktora Tezi/İTÜ, İstanbul.

- 23) Geocon Gleitmolybdan Kataloğu.
- 24) Yurtsever Molykote Kataloğu.
- 25) Calypsol Kataloğu.
- 26) Bonder-Technik 21, June 1984. Chemetall Gesellschaft fur chemisch technische Verfahren mbH Sparte Oberflaehentechnik, Frankfurt a.M.1
- 27) Austin, G. T., 1985. Shreve's Chemical Industries, Fifth Edition, McGraw-Hill Book Company
- 28) Solomons, T. W. Graham, Organic Chemistry II, Third Edition, John Wiley and Sons , Newyork
- 29) Hedges, Dr. S., October 1989. Metal Cutting Fluids, Presentation to Castrol Korea
- 30) Muller, K./Ruppin, D., Metall, Oct.1988. Seite 996-1002
- 31) Sonmez, Huseyin., 1988. Ekstruzyonda Surtunmenin Etkileri Ve Yağlamanın İncelenmesi, 1. Balıkesir Muhendislik Sempozyumu, Uludağ Uni. Balıkesir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi : 4 Ocak 1969

Doğum Yeri : Erzincan

Eğitimi : 1975-1980 Ganiefendi Çiftliği İlkokulu/Erzincan

1980-1983 Erzincan Atatürk Ortaokulu

1983-1986 Erzincan Lisesi

1986 yılında Yıldız Üniversitesi Makina
Mühendisliği Bölümüne girdi,

1988 yılında Erzincan Şeker Fabrikası Makina
Fabrikası'nda Atolye Stajını yaptı,

1989 yılında Tekel Maltepe Sigara Fabrikası'nda
Fabrika Organizasyon Stajını yaptı,

1990 yılında Otomarsan' da Fabrika İşletme
Stajını yaptı,

Ağustos 1990'da Yıldız Üniversitesi'nden Makina
Mühendisi olarak mezun oldu.

Ekim 1990 da Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı
İmal Usulleri Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans'a
başladı,

1990-1991 arasında Almanca Hazırlık aldı,

1991-1992 arasında dersleri vererek Ekim 1992
de tez çalışmasına başlamıştır.