

67081

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HİDROLİK SİSTEM FİLTRELERİ
VE FİLTRASYON**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. H. Özgür ACAR

Anabilim Dalı: MAKİNA

Program : ISI-ENERJİ

OCAK 1997

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HİDROLİK SİSTEM FİLTRELERİ
VE FİLTASYON**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak. Müh. H. Özgür ACAR

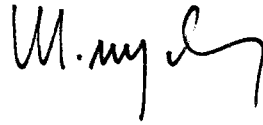
Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Ocak 1997

Tezin Savunulduğu Tarih : 4 Nisan 1997

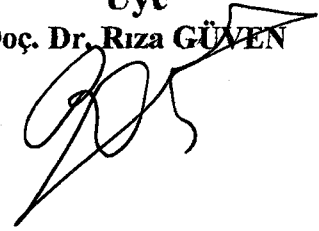
**Tez Danışmanı
Prof. Dr. İsmail ÇALLI**



**Üye
Prof. Dr. Mehmet Uysal**



**Üye
Doç. Dr. Rıza GÜVEN**



OCAK 1997

HİDROLİK SİSTEM FİLTRELERİ VE FİLTRASYON

H. Özgür ACAR

Anahtar Kelimeler: Kirlilik, Filtrasyon Teknolojisi, Filtre Devreleri

Özet: Bu çalışmada, günümüz endüstrisinde büyük bir yer tutan hidrolik sistemlerin en önemli koruyucu elemanı olan hidrolik sistem filtreleri ve filtre elemanları incelenmiştir. Hidrolik sistemde kirliliğe sebep olan partiküller ve bunların sistem üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca filtrelerin hidrolik sistemlerdeki yerleşimi, bazı filtre devreleri ve filtrelere uygulanan testler verilmektedir. Yapılan araştırmaya göre filtreler, hidrolik sistemlerin verimli bir şekilde çalışabilmesi ve sistem elemanlarının daha uzun ömürlü olabilmesi bakımından çok önemlidir. Bu nedenle bir hidrolik sistem tasarlanırken filtre seçimine ve filtre yerleşimine büyük önem verilmelidir .



THE HYDRAULIC SYSTEM FILTERS AND FILTRATION

H. Özgür ACAR

Keywords: Pollution, The Filtration Technology, The Filter Circuits

Abstract: In this study, the hydraulic system filters and the filter elements which are the most important protectors of the hydraulic systems, were examined. The particulates which cause to the pollution at the hydraulic systems and their effects on the system were searched. Furthermore, the replacement of the filters in the hydraulic systems some filter circuits and the tests which are applied to the filters are given. According to this research the filters are important for making the hydraulic systems working productively and the system components being long life. For that reason, when a hydraulic system is designed there should be great importance on the selection of a filter and its replacement.



ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Günümüz endüstrisinde hidrolik sistemler önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle hidrolik sistemlerden en verimli şekilde faydalanmak gerekir. Hidrolik sistemlerin arızalanmasına yol açan ve sistemin verimini düşüren en önemli etmen, sistem içindeki akışkanda bulunan zararlı yabancı partiküllerdir.

Hidrolik sistem yabancı partiküllerden ancak iyi seçilmiş ve doğru konuma yerleştirilmiş bir filtre sayesinde temizlenebilir. Bu çalışmada, hidrolik sistem filtreleri ile filtre elemanları tüm yönleriyle incelenmiş ve hidrolik filtre uygulamaları verilmiştir.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren ve çalışmam esnasında değerli tavsiyelerini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. İsmail ÇALLI' ya teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
TABLolar LİSTESİ.....	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. HİDROLİK SİSTEM KİRLETİCİLERİ.....	2
2.1. Sıvı Kirlenmesi	4
2.2. Mikrobiyolojik Kirlenme	5
2.3. Partikül Kirlenmesi	6
2.4. Partikül Sayımı	6
2.5. Temizlik Standartları.....	6
2.6. Pisliğin Sistem Üzerindeki Etkileri.....	10
BÖLÜM 3. FİLTASYON TEKNOLOJİSİ	13
3.1. Filtre Teknolojisi	13
3.2. Filtrasyon	13
3.2.1. Yüzey Filtrasyonu.....	14
3.2.2. Derinlik Filtrasyonu.....	16
3.2.3. Emici Filtreler	17
3.2.4. Soğurucu Filtreler.....	17
3.3. Filtreleme Teknolojisi	18
3.3.1. Filtre Kapasitesi.....	18
3.3.2. İtibari Filtrasyon Değeri	19
3.3.3. Mutlak Filtrasyon Değeri.....	19
3.3.4. Ortalama Filtrasyon Değeri	19
3.3.5. Filtre Verimliliği - Beta Oranı.....	20

3.3.6. Filtre Elemanı Göçme Basıncı	20
3.3.7. By-Pass Valfleri.....	21
3.3.8. Durum Göstergeleri.....	21
3.3.9. Filtre Kirlenme Zaman Eğrileri.....	22
BÖLÜM 4. FİLTRE ORTAM TIPLERİ	24
4.1. Metal Element Filtreleri	24
4.2. Ametal Element Filtreleri.....	25
4.3. Genel Ortam Tipleri	26
4.3.1. Kağıt	27
4.3.2. Filtre Yaprakları	28
4.3.3. Kumaşlar	29
4.3.4. Sentetik Monofilament Kumaşlar	29
4.3.5. Keçe.....	30
4.3.6. İğneli Keçeler	31
4.3.7. Yün Reçine Elektrostatik Filtre Ortamı	31
4.3.8. Mineral Yünler	32
4.3.9. Silisli Toprak.....	33
4.3.10. Perlit	33
4.3.11. Silika Hidrojelleri.....	34
4.3.12. Cam Lifi	34
4.3.13. Seramik Ortam	35
BÖLÜM 5. FİLTRE DEVRELERİ VE FİLTRE YERLEŞİMİ.....	36
5.1. Filtre Devreleri	36
5.2. Hidrolik Test Devreleri.....	38
5.3. Filtre Yerleşimi.....	40
5.3.1. Emme Hattı Filtresi	40
5.3.2. Basınç Hattı Filtresi.....	42
5.3.3. Dönüş Hattı Filtresi	42
5.3.4. Tahliye Hattı Filtresi.....	43
5.3.5. By-Pass ve Hava Tahliye Filtreleri.....	43

5.3.6. Servo Valf Filtresi ve Aksam Filtresi	44
5.3.7. Minyatür Filtreler	44
5.3.8. Ters Akış Filtresi	44
5.3.9. Filtreleme Ünitesi	46
5.3.10. Hava Filtresi	47
BÖLÜM 6. FİLTRE TESTLERİ	48
6.1. Nominal Mutlak Değerler	48
6.2. Kabarcık Testi	49
6.3. Multi-Pass Filtre Testi	50
6.4. Karşılaştırma Testleri	53
BÖLÜM 7. BAKIM VE ARIZA ARAMA	55
7.1. Bakım	55
7.2. Arıza Arama	56
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	58
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Agrasif aşınma mekanizması.....	3
Şekil 2.2. ISO katı kirletici kodlamasının grafiksel gösterimi.....	8
Şekil 2.3. Orifisi tıkayan partiküller	11
Şekil 2.4. Parçalar arası açıklıktaki tortu.....	11
Şekil 3.1. Basınç hattı filtresi.....	13
Şekil 3.2. Partikül toplama mekanizması	14
Şekil 3.3. Yüzey filtresiyle karşılaştırılan dereceli derinlik.....	16
Şekil 3.4. Tipik kirlenme zaman eğrisi.....	23
Şekil 5.1. Pompa deşarj kanalı basınç filtresi	36
Şekil 5.2. Emme pompa hattındaki giriş süzgeci.....	37
Şekil 5.3. Giriş süzgeci ve basınç filtresi.....	37
Şekil 5.4. Hassas füze test sisteminde kullanılan basit devre şeması.....	38
Şekil 5.5. Hidrolik test devresinin basit şeması.....	39
Şekil 5.6. Bazı muhtemel filtre yerleşimleri.....	41
Şekil 5.7. Hidrostatik iletim devresinde ters akış filtresi.....	45
Şekil 5.8. Ters akış filtresi kesiti.....	45
Şekil 5.9. Köprü şebekesinde filtre ve çekvalfler	46
Şekil 6.1. Multi-Pass filtre test düzeneği	50
Şekil 6.2. Filtre performans eğrileri.....	52
Şekil 6.3. By-Pass akımının yükselen oranının etkisi.....	52
Şekil 6.4. Bir hidrolik filtre elemanının kir tutma kapasitesi	53
Şekil 6.5. Kir tutma kapasiteleri ve diferansiyel basınçları karşılaştırılan iki filtre..	54

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Maksimum kabul edilir akışkan kirlilik seviyesi.....	2
Tablo 2.2. NAS 1638 standartına göre kirlenme sınıflandırması	7
Tablo 2.3. ISO 4406 katı kirlilik kodu.....	7
Tablo 2.4. 100 ml kullanılmamış akışkan örneği partikül analizi	9
Tablo 2.5. Hidrolik bileşenlerdeki tipik aralıklar	9
Tablo 6.1. Pratik sınıflandırma kategorilerinin tanımları.....	51
Tablo 7.1. Hidrolik sistem problemlerinin sebepleri ve çözümleri	57



BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüz endüstrisinde önemli bir yere sahip olan hidrolik sistemlerin verimi, sistemde dolaşan sıvının temizliğiyle doğrudan bağlantılıdır. Endüstriyel hidrolik sistemler, içlerindeki sıvılar her türlü yabancı madde ve kirden ne kadar iyi arındırılmış olursa olsun, yinede bu sıvılar bazı yabancı maddeler içerirler. İzin verilebilir yabancı madde tür ve miktarı, hidrolik sisteme ve sistem elemanlarına bağlıdır.

Filtreler, hidrolik sıvılardaki en küçük yabancı partiküllerin atılmasında dahi kullanılırlar. Hidrolik sistemce izin verilebilen pisliklerin miktarına göre filtre, süzgeç veya diğer bir sıvı temizleyici cihaz kullanılmasına karar verilir. Eğer sıvı sisteme girdiğinde temiz ise uygun bir tutucu veya basit parçalar kullanarak, filtre kullanma ihtiyacı giderilebilir. Otomatik kontrollü sistemlerde daha karmaşık pilot sistemler kullanılır. Kontrol ne kadar karmaşıkça, sıvının temizlik derecesinin de o derece iyi olması gerekir.

Bu çalışmada, hidrolik sistemlerdeki arızaların en önemli sebeplerinden biri olan, yabancı partiküllerin oluşturduğu kirlilik ve bu kirliliğin sistem üzerinde yarattığı etkiler ele alınmıştır.

Filtrasyon olayı ve filtre elemanları ile filtre elemanlarında kullanılan genel ortam tipleri incelenmektedir. Hidrolik sistemlerdeki filtre devreleri uygulamaları verilmekte ve filtrelerin sistemlerdeki yerleşim şekilleri incelenmektedir.

Ayrıca filtrelere uygun testler ile ilgili tüm bilgiler ve filtre devrelerinin karşılaştırma testleri verilmiştir.

BÖLÜM 2. HİDROLİK SİSTEM KİRLİTİCİLERİ

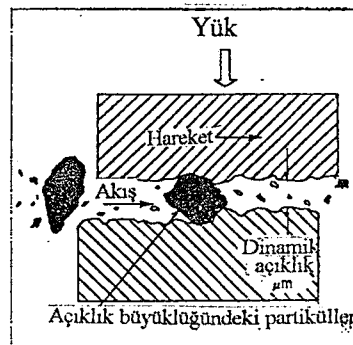
Hemen hemen tüm parça üreticileri ve kullanıcıları, hidrolik sistemlerdeki kirliliğin, sistemlerdeki bozukluklardan, düşük parça performansından ve kalitesinden sorumlu olduğu konusunda hem fikirdirler. Hidrolik sistemler, sistemde mevcut, dıştan emilen, içten üretilen veya bakımdan ileri gelen yabancı partiküllerden dolayı kirlenebilir. Hidrolik sistemler, yeni yağ ile, sistemin kuruluşu esnasında, çevreden alınan hava ile birlikte, hidrolik parçaların içindeki yıpranma ile, hatalı ve çatlak izolasyonun içinden, bakım esnasında kirlenme ile karşılaşır.

Tablo 2.1. Maksimum Kabul Edilir Akışkan Kirlilik Seviyesi

ISO 4406 kirlilik seviyesi	1 ml/partiküllerin maksimum sayısı		Sistemde kullanılanlar :	minimum Beta oranı β_x
	$> 5\mu m$	$>15\mu m$		
13/10	80	10	3000 psi üzerindeki servo valfleri veya basınçlar	$\beta_3 = 200$
14/11	160	20	2000 psi üzerindeki oranlı valfler veya basınçlar	$\beta_3 = 200$
14/12	160	40	1000 psi üzerinde ve 2000 psi altında basınçlara sahip petrol esaslı akışkanlar	$\beta_6 = 200$
14/12	160	40	1000 psi üzerinde basınçlara sahip su glikol ve sentetik bazlı akışkanlar	$\beta_6 = 200$
14/12	160	40	1000 psi altında basınca sahip yüksek su muhtevalı akışkanlar	$\beta_6 = 200$
15/12	320	40	1000 psi altında basınca sahip petrol bazlı akışkanlar	$\beta_{12} = 200$
15/12	320	40	1000 psi altında basınca sahip su glikol ve sentetik bazlı akışkanlar	$\beta_{12} = 200$

Kir parçacıkları, sisteme monte edilmeden dahi pompa, valf, boru ve hortumlar gibi sistem elemanlarında mevcuttur. Sistemin inşaatı sırasında ilave partiküller sisteme giriş yapar. Montajdan sonra, nem veya yağmurdan gelen kirlenme ve su kirlenmesi, kaçak yapan ısı eşanjörleri ve aşınan contalardan sisteme yabancı partiküller girebilir. Bakım için açıldığında veya yağ ilave edildiğinde sisteme daha çok kir ilave olur. Daha önemlisi sistem çalışır haldeyken agrasif aşınma hidrolik elemanlar arasında partiküller oluşmasına sebep olur ve bu partiküller genel akışkan kirliliğinin artmasına yol açar. Bu kirleticiler hidrolik sistemde devir daim yapmaya devam ettikleri takdirde, sistem elemanlarının performansının, değiştirilmeye gerek duyulacak kadar bozulmalarına sebep olabilir. Hidrolik sistemlerdeki sorunlara sebep olan kirliliği ortadan tamamen kaldırmak mümkün değildir, ancak kirliliği belli bir seviyede tutarak, yabancı partiküllerin sebep olduğu bozuklukları en alt seviyeye indirmek mümkündür. Tablo 2.1’de maksimum kabul edilebilir akışkan kirlilik seviyeleri görülmektedir.

Agrasif aşınma, Şekil 2.1’de görüldüğü gibi hidrolik sistem elemanlarını etkileyen temel bir aşınma mekanizmasıdır. Akışkan içindeki kirletici partiküller elemanın hareket eden yüzeyleri arasındaki çalışan aralıklara girerler. Modern hidrolik elemanlardaki tipik çalışma aralıkları, 0.5 ile 5 μm . arasında değişir. Bu aralık alanına eşit veya ondan daha büyük olan partiküller, yüzeylerden birine saklanırlar ve kesme aleti görevi yaparlar, malzemeyi karşı yüzeyden uzaklaştırırlar. Agrasif aşınmadan dolayı ortaya çıkan partiküller, sertleşirler ve o yüzden ana malzemeden daha sert halledirler. Temizlenmedikleri takdirde, aşınmaya sebep olan partiküller, sistem içinde dolaşarak ilave aşınmaya yol açarlar.



Şekil 2.1. Agrasif aşınma mekanizması

2.1. Sıvı Kirlenmesi

Sıvıların neden olduğu kirlenme, temizleme sonrası temizlik için kullanılan maddenin sistemde kalan artıkları ile oluşabilir. Fakat kirlenmeye neden olan en yaygın sıvı sudur. Suyun sisteme girmesi soğutuculardaki kaçaklar, akışkan haznelerinde yoğunlaşma yoluyla ve hatta doğrudan olabilir.

Su, küçük miktarlarda belirli moleküller halinde mineral yağlarda çözünür. Bu miktar, yağın tipine, viskoziteye ve basınca bağlıdır, ancak bu tipik olarak milyonda 100 ile 1000 mertebesindedir. Doyma noktası aşıldığında akışkan içindeki su, serbest damlacıklar oluşturacaktır. Bazen bu damlacıklar yağ ile birleşerek hidrolik devrede çalkalandığında bir emülsiyon oluşturur. Ara tabakaların gerilmesi 25 mN/m'den küçük olduğunda oluşan emülsiyon bozulmaz. Katkı maddeleri, oksidasyon maddeleri ve kir, emülsiyona kararlı bir yapı verir. Ara tabakaların gerilmesi 35 mN/m'den fazla olması halinde emülsiyon bozulacak ve sudan arınacaktır. Depo içindeki karışım uzun süre beklediğinde serbest kalıp dibe çöken suyu boşaltmak mümkündür.

Karışımın kendini sudan arındırabilmesi yağ içindeki katkı maddelerine bağlıdır. Emülsiyonun bozulmaması veya muhafaza edilmesi için yağ içinde katkı maddeleri olabileceği gibi bunlar daha sonradan da eklenebilir.

Yağ içinde bulunan su, aşağıda açıklanan nedenlerden dolayı sistem için son derece zararlıdır.

- Korozyona ve paslanmaya neden olur.
- Yağlama tabakası kalınlığı inceldiğinden ve aşındırıcı asitlerin sebep olduğu metal yüzeylerin yorulmasını hızlandırdığından aşınma hızını artırır.
- Oksidasyon önleyici katkı maddeleri ile tepkimeye girerek bunların koruyucu özelliklerini azaltır ve genelde akışkanın bozulmasına neden olur.
- Başta aşınma önleyici katkı maddeleri olmak üzere bazı katkı maddeleri ile tepkimeye girerek tortu oluşumuna neden olur. Sonuçta boşlukları küçük olan valflerin ve filtrelerin tıkanmasına neden olur.

- Düşük sıcaklıklı sistemlerde su, bir kaç dakikada buz partiküllerine dönüşerek toz kirliliği gibi rol oynayacak ve sistemin bozulmasına yol açacaktır.
- Akışkanda bakteri gelişimine neden olur.

2.2. Mikrobiyolojik Kirlenme

Mikroorganizmalar genelde her yerde bulunur, ancak bunlar besin bulabildikleri nemli ve sıcak yerlerde çoğalıp büyür. Hidrolik sistemlerde, ılık ve hidrokarbonlar şeklinde besin her zaman mevcuttur. Akışkan su esaslı olduğu taktirde bu şartlardan üçüncüsü de yerine getirilmiş olur. Akışkanın kuru bir mineral yağ olması bakteriyolojik büyümenin başlaması için yeterli olacaktır.

Bakteriyolojik büyüme su esaslı akışkanlarda, özellikle suda yağ emülsiyonlarında başlı başına bir sorundur. Bakterilerin büyüklüğü 1 µm.'den daha küçükten, 100 µm. büyüklükteki kümelere kadar değişir.

Mikrobik kirlenme sulu çamur halinde veya tortu şeklindedir. Aşırı derecede kirlenmiş bir akışkanın görünüşü kahverengi veya yeşil sulu çamur gibidir. Bunun sonucunda akışkanın ve filtrenin ömrü kısalmış, korozyon artar ve ortaya kötü kokular çıkar. Vizkozite ve yağlama özellikleri de etkilenir. Mikrobiyolojik kirlenmeyi kontrol altına almak oldukça güçtür, ama yağ üreticileri uygun katkı maddeleri geliştirmek için çaba göstermektedir.

Su esaslı ve ateşe dayanıklı sentetik akışkanların kullanımı yaygınlaştığından mikrobiyolojik kirlenme de kaçınılmaz hale gelmektedir. Ancak yine de hidrolik sistemlerde en çok bilinen ve daha genel olan problem kir veya partikül kirlenmesidir. Çalışmalar ve araştırmalar daha çok bu yöndedir. Ancak bunun dışındaki kirlenme çeşitlerinin de daha ciddi olduğu durumlar vardır. Genelde sistemin kirlenmesine neden olan partiküllerden temizlenmesi kolaydır. Hidrolikte sadece filtreleme ile yetinilmemeli, adı geçen tüm kirlenme çeşitlerine karşı önlem alınmalıdır.

2.3. Partikül Kirlenmesi

Bütün hidrolik sistemler toz veya pisliklerle kirlenir. Kir, parçalar birbiri ile birleştirilmeden önce de vardır. Kirlenmeye neden olan katı maddeler veya kir, parçaların aşınması ve kaynakların pul şeklinde dökülmesi ile oluşan metal partikülleri, üretim ve dökümden gelen oksit ve silikat partikülleri ile keçe ve hortumlardan gelen sentetik kauçuk partikülleri olabilir. Çevreden gelen toz, havalandırmadan, silindirlerden veya piston kolu keçelerinden sisteme girer. Üretimden yeni çıkmış yeni yağlar bile hidrolik olarak temiz değildir. Kirlenmeye neden olan partiküller daima vardır, önemli olan zararlı boyutta olan partiküllerin filtrelenmesidir.

2.4. Partikül Sayımı

Sayım ya mikroskopla ya da otomatik partikül sayacı ile yapılabilir. Mikroskop metodunda, akışkan örneği zardan geçirilerek filtrelenir ve zar tarafından yakalanan partiküller ölçülerek istatistiki olarak sayılabilir ve böylece kirlenmeye yol açan madde belirlenebilir. Elle yapıldığında, bu yavaş bir işlemdir ve tecrübeli bir kişiye gerek duyulur. Partikülleri otomatik olarak tarayan ve daha doğru sonuç veren cihazlar da vardır.

Daha gelişmiş cihazlarda, camlı bir bölmeden geçen partikülleri saymak için ışıklı kesme metodu kullanılır. Sayaç kafası yüksek basınca dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece sayaç kafası hidrolik sistem borularına doğrudan bağlanarak sistem çalışırken kirlenme düzeyinin ekranda görülmesini sağlar. Operatör çeşitli boyutlarda bantlar seçip, bantların her birindeki partikül sayısını belirleyebilir. Böylece partikülün ölçü dağılımını gösteren bir profil çıkabilir.

2.5. Temizlik Standartları

Savunma ve havacılık kaynaklı çeşitli kirlenme kodları ve partikül sayımı sınıflandırmaları, günümüzde kullanılmaktadır. NAS 1638'e göre düzenlenen Tablo 2.2'de 100 ml.'lik bir akışkan örneğinde, belirli boyutlardaki partikül sayısına

göre sınıflandırma numaraları verilmektedir. Bu standart, akışkanda belirli bir partikül boyutu dağılımının olduğu varsayılarak çıkarılmıştır. Bu nedenle, varsayılan bu homojenlik bozulduğunda tablo tam olarak istenen sonucu vermez. Dağılım profilindeki değişimler, sanayi standardı olan ISO/DIS 4406 kullanılarak yerlerine yerleştirilir. Bu standartta verilen rakamlar, pek çok bantı ve partikül sayısı değer aralığını kapsamaktadır. Bantlar, kullanılabilir, ancak anlamlı düzeyde toplam dizin sayısını kapsayan iki kademe faktörünü kullanarak düzenlenmiştir (Tablo 2.3).

Tablo 2.2. NAS 1638 Standardına Göre Kirlenme Sınıflandırması

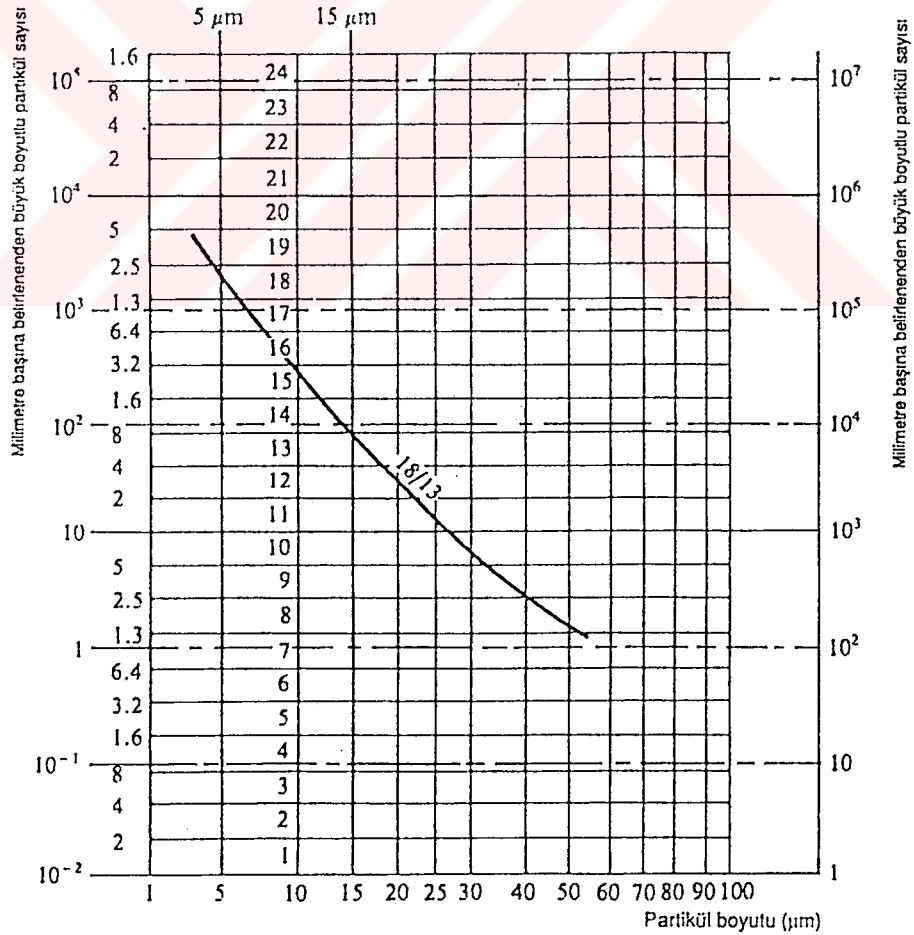
100 ml'lik alıntı örneğindeki partikül sayısı için boyut büyüklüğü (μm)					
Sınıf	5-15	15-25	25-50	50-100	100+
00	125	22	4	1	0
0	250	44	8	2	0
1	500	89	16	3	1
2	1000	178	32	6	1
3	2000	356	63	11	2
4	4000	712	126	22	4
5	8000	1425	253	45	8
6	16 000	2850	506	90	16
7	32 000	5700	1012	180	32
8	64 000	11 400	2025	360	64
9	128 000	22 800	4050	720	128
10	256 000	45 600	8100	1440	256
11	512 000	91 200	16 200	2880	512
12	1 024 000	182 400	32 400	5760	1024

Tablo 2.3. ISO 4406 Katı Kirlilik Kodu

Bant No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10 ml. örnek' Den sıvı içindeki partikül sayısı'E	1	2	4	8	16	32	64	130	250	500	1×10^3	2×10^3
	2	4	8	16	32	64	130	250	500	1×10^3	2×10^3	4×10^3
Bant No.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10 ml. örnek' Den sıvı içindeki partikül sayısı'E	4×10^3	8×10^3	16×10^3	32×10^3	64×10^3	130×10^3	250×10^3	500×10^3	1×10^6	2×10^6	4×10^6	8×10^6
	8×10^3	16×10^3	32×10^3	64×10^3	130×10^3	250×10^3	500×10^3	1×10^6	2×10^6	4×10^6	8×10^6	16×10^6

Kirlilik kodu iki sayıdan oluşur. Birinci sayı, 5 μm 'den, ikincisi ise 15 μm 'den daha büyük partiküller bandını temsil eder; yani 200×10^3 adet 5 μm 'den büyük partikül ve $7,5 \times 10^3$ adet 15 μm 'den büyük partikül içeren, 100 ml.'lik bir akışkan örneğinin kod numarası 18/13'tür.

Bir diğer ve daha sıklıkta kullanılmakta olan gösterim yöntemi de, Şekil 2.2'de görülen, \log/\log^2 grafik kağıdından ibaret bir standart form üzerinde yapılan uygulamadır. Akışkan örneğinin içindeki partikül sayımlarının sonuçları nokta olarak işaretlenmiştir ve hattın 5 μm ve 15 μm hatlarını kestiği noktalar, kod numarasını verir. Yani, kod numarası grafikte de görüldüğü gibi 18/13 olarak bulunur. Herşeye karşın standart, akışkanın özellikleri için tasarlanan profili yansıtmakta, ancak kabul edilebilirlik düzeyini önerememekte veya açıkça belirtilmemektedir. Kullanıcı, kendi özel donanımının hedef seviyelerini açıkça belirlemek için bu kodu kullanabilir.



Şekil 2.2. ISO katı kirletici kodlamasının grafiksel gösterimi

Hiç kullanılmamış akışkanın içinde, sisteme zarar verecek boyutta pekçok kirletici partikül vardır. Hiç kullanılmamış temiz bir hidrolik akışkanın yapılan tipik bir kirletici partikül boyut analizi Tablo 2.4’de verilmiştir. Bu sonuçlar NAS 1638 Sınıf 9 standardına tekabül etmektedir. Örnekler, yığından yığına, şirketten şirkete ve içerisinden alındıkları kabın büyüklüğüne göre, çok büyük farklılık gösterir. Bu analiz için seçilen boyut bandları ISO 4406 standardı ile özel uyuşmaz, ancak Sınıf 9 hemen hemen 1815’e eşdeğerdir.

Tablo 2.4. 100 ml. Kullanılmamış Akışkan Örneği Partikül Analizi

Boyut (μm)	Partikül sayısı
5-10	128 000
10-25	42 000
25-50	6 500
50-100	1 000
> 100	92

Tablo 2.5. Hidrolik Bileşenlerdeki Tipik Aralıklar

Parça	Tipik açıklık (μm)
Dışli Pompa (Basınç yüklü)	
Dışli ve uç plaka arası	0,5-5
Dışli ucu ve gövde arası	0,5-5
Kanatlı pompa	
Kanat ucu ile gövde arası	0,5-1 (ince yağlama filmi için tahmin edilmiş)
Kanadın kenarları arası	0.5-13
Pistonlu pompa	
Piston ile silindir kafası arası (radyal)	5-40
valf plakası ile silindir arası	0,5-5
Kontrol valfleri	
Kontrol orifisleri	130-10 000
Valf pistonu-gömlek arası (radyal)	1-23
Döner disk tipi	0,5-1
Popet tipi	13-40
Servo Valfler	
Orifis	130-450
Klapeduvanı	18-63
Valf pistonu ile gömlek arası (radyal)	1-4
Hareketlendiriciler (Aherlar)	50-250
Hidrostatik Yataklar	1-25

Genelde, üreticiden gelen yeni yağların çoğu, 16/11'lik kirlilik seviyesine sahiptir. Çoğunlukla büyük kaplardaki birim hacim bazındaki kirleticiler, küçük kaplara göre daha azdır. Hiç kullanılmamış yağ, sistemdeki akışkana göre daha kirli olacağından, tank filtre birimleri kullanılarak doldurulmalıdır. Bazı üreticilerden önceden filtre edilmiş akışkan temin etmek mümkündür. Fakat bu yöntem hem pahalıdır, hem de akışkan taşınırken daha sisteme ulaşmadan önce kolaylıkla kirlenebilir.

Tablo 2.4 ve Tablo 2.5'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bir hidrolik sistemde çeşitli boyutlarda pekçok partikül olduğu açıkça bellidir. Partikül boyutları parçalar arası kritik açıklığa yaklaştıkça, önemli bir arızanın oluşma riski de artar. Daha küçük partiküller akışkanın bozulmasına sebep olabilir. Bunun sonucunda sistemin verimi azalır veya bir süre sonra aşınma nedeniyle sistem elemanları içindeki dahili sızıntılar artar. Doğal olarak akışkanın bozulması sonuçta önemli bir arızanın kaynağı olabilir.

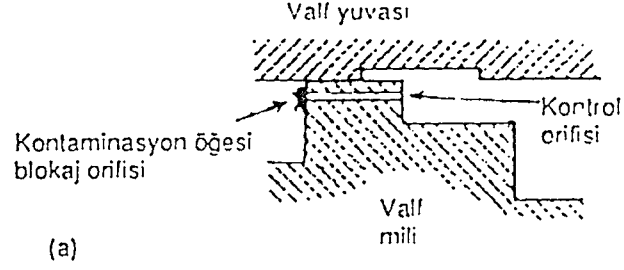
Aşınma daha çok, boyutları 1-5 μm . arasında olan partiküller yüzünden olur. Bu boyuttaki partiküllere tortu adı verilir. 10 μm . 'den büyük partiküllere ise, talaş veya çökelme boyutu denir.

2.6. Pisliğin Sistem Üzerindeki Etkileri

Hidrolik akışkanın işlevi, gücün iletimi, yüzeylerin yağlanması, sistemden tanka ısı taşınması ve parçalar arasındaki boşlukların kapatılmasıdır. Pislik bu fonksiyonların tam olarak yerine getirilmesini önler. Dar kontrol orifislerinde pislik birikimi, orifisin özelliklerini değiştirir ve arızalara neden olur (Şekil 2.3). Bu gibi arızalara daha çok 10 μm 'den büyük "talaş partikülleri" neden olmaktadır.

Pislikler, parçalar arasındaki küçük boşluklarda bulunan ince akışkan tabakasının bozulması nedeniyle de, fazla bir aşınmaya ve parçaların tamamen bozulmasına yol açar. Bunlara en çok tortu büyüklüğündeki partiküller neden olur. Daha büyük partiküller boşluklara giremezler (Şekil 2.4.).

Pislik erozyona da sebep olur. Yüksek hızlı bir püskürtme ile, bir akış kontrol orifisinden geçen partiküller orifisin kenarlarını aşındırıp özelliklerini bozar ve valflerin işlevini tam olarak yerine getirmesini önler. Pislik, bir katalizör özelliği görüp akışkanın oksitlenmesini, çökelti oluşumunu ve akışkanın bozulması hızlandırır.



Şekil 2.3. Orifisi tıkayan partiküller



Şekil 2.4. Parçalar arası açıklıktaki tortu

Ani ve tam arıza, bu tip arızalar aniden ortaya çıkar ve genelde büyük partiküllerin neden olduğu ani sistem çökmeleridir. Valf pistonunu tıkanması, pompa veya motorun durması, kontrol orifisinin tıkanması örnek olarak verilebilir.

Nitelik kaybı, bu tip arızalar ufak partiküllerin zamanla yaptığı bir etkiye bağlıdır. Bu tip bir arıza bir parçanın performansı kabul edilebilir bir düzeyin altına düştüğünde ortaya çıkar ve çözüm bu parçanın veya ilgili parçaların değiştirilmesidir. Dahili sızıntıların artması sonucunda pompa çıkış hacminde zamanla oluşan düşüş buna bir örnektir.

Kademeli arıza, zaman içinde tam bir arızaya dönüşebilir. Örneğin valf pistonunu sıkışmaya başlaması solenoidin yanmasına ve makinanın genel arızasına neden olur. Bir sistemi tam olarak korumak için irili ufaklı tüm partiküller temizlenmelidir. 10 μm .’den büyük partiküllerin temizlenmesi, genel arıza oluşumunu engeller. Bu temizlik pek çok sistem için yeterli olsa bile solenoidli valflerin, hassas akış kontrol valflerinin veya servo valflerin kullanıldığı durumlarda, 3 μm . veya daha ufak boyutlara kadar filtreleme yapılmalıdır.

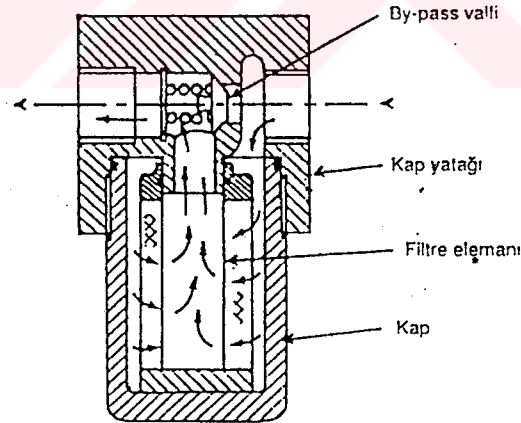


BÖLÜM 3. FİLTRASYON TEKNOLOJİSİ

3.1. Filtre Gövdesi

Partiküller, Şekil 3.1'de kesidi görülen türde bir filtre sayesinde temizlenir. Bu sistem, içinde pislik partiküllerini tutmaya yarayan değiştirilebilir bir filtre elemanı bulunan, sökülebilir bir kaptan ibarettir. Şekildeki filtre birimi, eleman tıkanınca açılıp akışkanın akışına izin veren bir tahliye valfine sahiptir. Pekçok filtre ünitesi, elemanın değiştirilme gereksinimini ikaz eden bir gösterge ile donatılmıştır.

Kabın tipi, devredeki konumuna göre belirlenir. Yüksek basınç uygulamalarında dökümden veya dövme çelikten kaplar, dönüş hattı veya emme hattı uygulamaları için ise, düşük maliyetli çelik kaplar kullanılır.

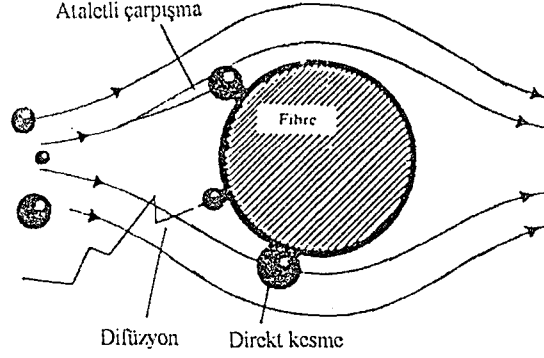


Şekil 3.1. Basınç hattı filtresi

3.2. Filtrasyon

Mekanik filtrenin temelinde, akışkanın geçmesine izin veren ve gözeneklerin oluşmasına neden olan, boşluklardan geçmesi için çok büyük olan partikülleri

uzaklaştıran, delikli ekran gibi çalışan medium veya septum filtresidir. Partiküller, çeşitli mekanizmalarla, özel borular üzerinde toplanır. Bunları en önemlileri, direkt kesme, ataletli darbe ve difüzyondur. Şekil 3.2’de tek bir lif partikül toplama mekanizması görünmektedir.



Şekil 3.2. Partikül toplama mekanizması

Ataletli çarpışma, filtre yatağında tesadüfi lifler tarafından gösterilen burma yolu katetmek için hava akışındaki bir partikülün veya damlacığın bozguna uğramasıyla sonuçlanır. Lifle çarpışır ve life yapışır.

Difüzyon, çok küçük aerosol ve partiküllerin oluşmasıyla ve hava akışının akış modeliyle birlikte Brownian hareketinde oluşur. Böylece birbirleriyle çarpma şansını artırır ve liflerle filtre ortamını oluşturur.

Mekanik filtrenin en basit tipi, yüzey kullanımını sağlamaktır. Örnek olarak, genellikle basit zorlanma ve filtreleme işlemi için yeterli olan basit bir ekranın temizlenebilirlik gibi bir avantajı vardır. Kir muhafazası direkt olarak yüzey alanına bağlıdır, böylece yüzey filtre ortamı, genel olarak yayılmış alan için kıvrımalı formda imal edilir. Kıvrıma, özellikle kağıt filtrelerde, filtrenin gücünü büyük ölçüde artırır.

3.2.1. Yüzey filtrasyonu

Yüzey filtrasyonu, yüzey zorlanması olarak adlandırılır ve direkt kesme ile çalışır. Ortamın gözenek boyutundan büyük olan partiküller, filtrenin üst akış yüzeyinde durdurulur. Boyutları gözeneklerden veya boşluklardan geçmesini engeller. Yüzey tip ortamı, üst akış yüzeylerinde yeteri kadar düz değildir ve gözenekleri iyi derecede

üniform yapıya sahip değildir. Yüzey filtresi ömrünün, filtrasyon karakteristikleri üzerinde derin bir etkisi vardır.

Bir çok yüzey tipi filtrede kirli akışkanın akış yolu üzerine yerleştirildiğinde ortamın efektif gözenek boyutunda dereceli bir küçülme olur ve böylece filtrenin daha iyi olması sağlanır. Özellikle hassas partiküllerin hareket ettirilmesinde dereceli küçültme daha etkilidir. Ayrıca kısmi yumuşak iç püskürtme, gözeneklerdeki deformasyona uğrayan partiküller, akış ile meydana gelen kuvvetler altında etkili olmasına bağlı olarak da meydana gelebilir. Böylece o gözeneklerin boyutlarında görünür derecede düşme olur. Deformasyona uğrayan partiküller, akış kanalının şeklini tamamen alma yeteneğine sahiptir. Bu partiküller, filtreyi tamamen tıkayan maden zifti veya jeli oluştururlar.

Böyle bir kağıt elemanın performansı, çoğu kez kıvrılmış elemanınkinden daha iyi olduğu kabul edilmiştir. Normal rezistansı ve bundan dolayı da arka basıncı çok yüksektir veya boyut boyuta kapasitesi sezilebilir derecede küçüktür. Diğer taraftan, sıvılardan düzgün yapıdaki katıların süzülmesi, en etkin bu filtrelerde gerçekleşir. Hemen hemen şok basıncın etkilerine dayanıklıdır. Elemanın ömrü uzundur ve minimum bakım gerektirir. Temizleme genellikle çabuk yapılır ve basınçlı havanın ters akışıyla etkilidir. Çok iyi filtreleme özellikleri, çok hassas ölçülerdeki katıların toparlanmasına bağlı olarak, partiküler uygulamalar için kullanımları engellenebilir. Sınırlayıcı akışın iyi olduğu yerlerde sık temizleme pratik değildir. Partiküler bir örnek, deterjan yağları kullanarak motor yağlama sistemleri için bir by-pass filtresi gibi kullanılmasındaki uygunsuzluktur.

Depo edilmiş disk filtresi, delik açılmış bir iç tüpün üzerindeki ayrı diskleri, aradaki boşluk yıkayıcılarla çalıştırır. Akış, kilitli olarak akış filtrelerinde iç tüplerin içine doğrudur. Diskler karışık olarak konstrüksiyon edilir. Örnek, diskin yüzü, tam filtrasyon alanının etkili kullanımını sağlamak için ekranın desteklenmesiyle iyi bir metal tel kafesiyle oluşturulur. Yükün merkezinde delik açılmış akış için radyal geçişi sağlamak üzere uygun bir ayırıcı vardır. Bütün disk tertibatı daha sonra iç ve dış bağlama halkalarıyla kaldırılır.

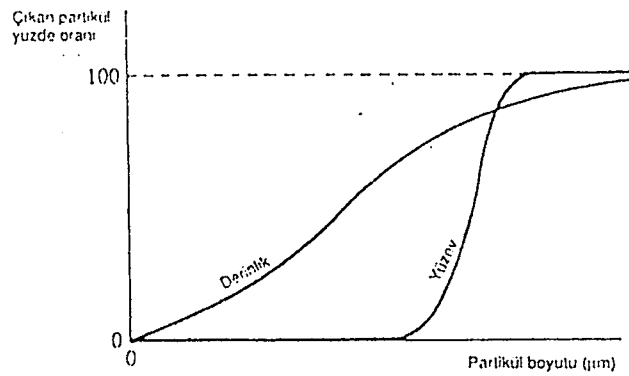
Performans, sırasıyla tahmini olarak 250 μm . ve 25 μm . oranlarına eşit olan 0.25'den 0.025 mm'ye kadar olan tipik standart boşlukların filtre kafes delikleri veya normal olarak ağ elementleridir. Bu konstrüksiyon formu ile birlikte performans, maddesel olarak kafesteki pisliği toplamayı iyileştirir. Filtrenin bu partiküler formu, yüzey kafesi ve back-up kafesinin derinliğini sınırlayan filtreleme derinliği ile uç tipten daha açıktır. Az basınç düşmesi ve yoğun bir hacimde geniş bir yüzey alanı sağlar.

3.2.2. Derinlik filtrasyonu

Derinlik tipi filtrenin filtre ortamı üzerine, direkt olarak çarpan partiküllerin ataleti emici yüzey kuvvetleri oluşturur ve Brownian hareketi etkileri, emici muhafazayı geliştiren iyi partiküllerle var olabilir. Derinlik filtresi, saf mekanik filtrasyonu ile sağlanan partikülleri daha iyi alıkoyar.

Brownian hareketi, emici kuvvetlerle alıkonulan akışın, filtre ortamına bakmaksızın, yaymak için 1 μm . veya daha küçük boyuttaki partiküllere uygulanır. Bu olay akışkan taşıyıcısının kuru gaz olduğu yerde ve yüksek vizkoziteli sıvılarda belirgindir.

İdeal derinlik tipi filtre ortamı, Şekil 3.3'de görüldüğü gibi dışarıdan içeri kenara artan yoğun tabakalara sahiptir. Bu tür dereceli yapı, filtre boyunca yollar üzerinde engel olunan daha iyi partiküllerin artan şansını sağlar. Pratik derinlik tip filtreler lifli, gözenekli, katılmış ortam şeklinde üç kategoriye ayrılır.



Şekil 3.3. Yüzey filtresiyle karşılaştırılan dereceli derinlik filtresi

Lifli ortam, malzemeye bağlı olarak 0.5 μm .’den 30 μm .’ye değişen çaplardaki sayısız çok iyi liflerin tabakasını kapsar. Bu lifler rasgele olarak birbirlerine ynelirler, karışır ve böylece diğer mekanizmalarla tutulan ve engel olunan partiküllerdeki gözenekler veya sayısız burgulu akış yolları oluştururlar.

3.2.3. Emici Filtreler

Orta derecede bir emici, sıvıyı içine çeken ve bünyesinde tutan sünger yapısında bir malzemedir. Bu şekilde, bir filtre gibi emici ve süzücü görevi yapabilir. Örneğin, islenmemiş bir kağıtta havadan suya geçen tanecikler süzülebilir. Her ne kadar pratik bir filtre şeklinde kullanışlılığı varsada, kullanım süresi ve mekanik g gibi faktörlerden dolayı bu durum çok sınırlı olmaktadır.

Doğal lifler ve daha kk boyuttaki keçeler, gözeneklerle birleştirilmiş hücreli malzemeler gibi emici kısımlardır. Ancak hassas emici kısmın kullanımı, emici filtrelerde olduğu gibi oldukça sınırlıdır. Bunlar normal olarak emiş özelliğinin ikinci derecede, hatta ihmal edilebilir bir seviyede olan mekanik filtrelerde kullanılır. Aslında, kağıtlar maksimum mekanik dayanıklılık için ve sıvı filtreleri olarak kullanıldıklarında çözünmeye direnç göstermeleri için özel bir işlemden geçirilerek emiciliği yok edilir.

3.2.4. Soğurucu Filtreler

Soğurma, bir çekim gücü veya tanecikler arasındaki moleküler çekim veya elektrostatik kuvvetlerle taneciklerin bir arada tutulmasıdır. Bu olay, mekanik filtre içinde bazı boşluklar oluşturabilir, ancak bunlar genelde kk boyuttadır. Filtre tabakasının özel tipleri normal olarak hassas bir formda oluşmuş katı taneli cisimlerle buhar ve sıvıya geçen katı olmayan maddelerle bağlantılı olarak yüksek soğurucu özellik gösterirler.

Oluşan tanecikler uygun şekillerde, yatay veya dikey kısımlar içerebilir. Bunlar, ayrıca komşu taneciklerin süzülmesi için etkin olarak kullanılabilen mekanik

filtrelerdir. Örneğin, filtre yığınının veya filtre tabakalarının etkili yüzey alanı, süzülen atık maddelerle dolabilir. Oluşan bu yığın uygun bir sıklıktadır. Ayrıca orta hızdaki akış tiplerine ve çalışma basıncına dayanabilir. Bununla birlikte, element akış ihtimali, rijit kısımlı malzemelerdekinden daha yüksektir.

Kömür tozu ve benzer yapıdaki karbon sınıflarının ve kil içindeki toprak, filtrelerdeki ana soğurucu kısımlar tarafından ayrıştırılır ve malzemenin hepsi tanecikli yapılıdır. Burada son kaplama için kömür tozu kullanılır.

Endüstriyel soğurucu filtreler, yağlardaki kokunun ve gıda maddelerindeki istenmeyen kokuların temizlenmesinde kullanılır. Soğurucu filtrenin belirgin özelliği, çözünmüş halde bulunan istenmeyen maddelere, çözünmemiş haldeki maddeleri süzdüğü kadar iyi şekilde ayırt etmesi ve onları temizlemesidir. Ayrıca soğurucu kısımlar, uygulamadaki kullanım limitlerini de belirlerler. Bu filtreler belirli bir karışımdaki katkı maddelerini ayrıştırmada kullanılamazlar. Soğurucu filtrelerin uygun olmayan kullanımları için, krank kutularında kullanılan saf mineral yağlar dışında kalan yağlar ve hidrolik akışkanlar örnek olarak verilebilirler. Ayrıca bu filtreler, sıvı solüsyonların, sentetik akışkanların ve hafif kimyasal solüsyonların süzülmesinde kullanılamaz.

3.3. Filtreleme Teknolojisi

3.3.1. Filtre kapasitesi

Filtreden geçen akış, eleman üzerinde oluşan basınç düşmesine bağlıdır. Yüzey tipi elemanlardaki yüksek yüzdeli açık alan, belirli bir debi için, derinlik tipi bir elemana göre daha az basınç düşmesi yaratır.

Filtre, pislikleri akışkandan temizledikçe akış yolları kısmen tıkanır ve akışkan üzerindeki basınç düşmesi artar. Bir çok filtrede, basınç düşüşü daha önce ayarlanan bir değere ulaştığında açılan bir by-pass valfi vardır.

Çoğu filtrelerde elemanın durumunu ve değişmesinin gerektiğini ikaz eder bir gösterge vardır. Gösterge, kirli akışkanın sisteme geçmemesi için, by-pass valfi açılmadan önce devreye girmelidir. Bir filtrenin kontaminasyon kapasitesi belirli koşul altında verilen bir basınç düşmesi için, filtrenin tutabileceği kirliliğe neden olan madde ağırlığı olarak tanımlanır. Bu, filtrenin kullanım ömrü hakkında bir bilgi vermez, çünkü devredeki filtre elemanının kullanım ömrü, akışkanın temizliğine ve çevre şartlarına bağlıdır.

3.3.2. İtibari filtrasyon değeri

Eski bir Amerikan askeri şartnamesinden türetilmiş olan bu değer, rastgele bir mikrometrik düzeyi ifade eder ve filtre üreticisi tarafından belirlenir. Standardizasyon ve tekrar üretilme işlemlerinin olmaması bağlamında, bu değer çok az bir önem taşımaktadır.

3.3.3. Mutlak filtrasyon değeri

Mutlak filtrasyon değeri, belirli test şartları altında filtreden geçebilecek en büyük, sert küresel partikülün çapıdır ve filtre elemanındaki en geniş açıklığı gösteren bir değerdir.

3.3.4. Ortalama filtrasyon değeri

Bu değer, bir filtre elemanında bulunan gözeneklerin ortalama büyüklüğünün bir ölçüsüdür.

Filtre değerleri, kontaminasyon yaratan madde olarak sert küresel pislik veya hava filtresi ince test tozu kullanılarak, temiz eleman için çıkarılmıştır. Pislik partikülleri nadiren küresel olur, ince uzun metal partiküller veya iplikçik şeklinde bile olabilirler. Bunlar, 10 µm. çapında ve 200 µm. uzunluğunda olup, mutlak filtrasyon değeri 10 µm. olan bir elemanın içinden geçebilirler. Eleman kalıbı geliştikçe veya derinlik tipi bir filtre kullanılması suretiyle, bu olayın oluşma riski azaltılır.

3.3.5. Filtre verimliliği -Beta oranı

Beta oranı, filtre elemanlarından geçen akışkandan, kirleticileri alıkoyma verimini ifade eder. Toplam sistem temizliği sağlamak için açıklık-korumalı filtrasyonun bir bütünleyici parçası, hidrolik filtrelerin partikül giderme yeteneğidir. Bu filtrelerin temizleme verimliliğinin değerlendirilmesi için uluslararası standart, hat içi partikül sayaçları ile ince kum kontrolü amacıyla değiştirilen ISO 4572 Multi-Pass Testidir. Bir filtrenin ayırma karakteristiği olan filtrasyon oranları Beta Oranı ile verilir.

$$\beta_x = \frac{\text{x mikrometreden daha büyük yukarı akış partikül sayısı}}{\text{x mikrometreden daha büyük aşağı akış partikül sayısı}}$$

β değeri ne kadar büyük olursa, temizleme verimliliği o kadar yüksek olmaktadır. Her akışkan enerjili filtrenin, filtre mikrometre oranı için 200'e eşit bir β değerine yani % 99,5 partikül temizleme verimliliğine sahip olması istenir.

β_x 'in 75'e eşit olduğu mikron büyüklüğü durumlarında, beta oranı filtrenin mutlak oranına eşit olduğu kabul edilir.

3.3.6. Filtre elemanı göçme basıncı

Filtre elemanlarının çoğu, 10 barlık bir basınç farkına dayanabilecek şekilde tasarlanır. Buradan, filtreler sadece düşük basınç uygulamalarında kullanılır şeklinde bir sonuç çıkarılmamalıdır. Bu elemanlar, devre basıncının 400 bar olduğu durumlarda bile kullanılabilir. Önemli olan elemanın üzerindeki basınç farkının 10 barı geçmemesidir, böylece eleman sağlam kalacaktır. Filtre elemanları genelde dönüş veya emme hattı uygulamalarında basınç altında kullanılır ve her zaman 3-4 barlık bir basınç farkında açılan by-pass valfleri ile korunmalıdır.

210 barlık basınç farkına dayanıklı özel olarak güçlendirilmiş, tek kullanımlık elemanlar mevcut olup, bunlar by-pass valfi olmayan gövdelerde kullanılır. Eleman kirlendikçe, üzerinde artan basınç farkı akışı engeller. Bunlara kir sigortası denir. Maliyeti dışındaki en büyük dezavantajı, eleman aşırı derecede kirlendiğinde, çıkış

kapasitesinin önemli ölçüde azalması ve fazla ısı oluşmasıdır. 7 barlık bir basınç farkı elemanın değiştirilmesi gereken uygun bir sayısal değer olarak kabul edilir. Yeniden temizlenebilir tavllanmış metal elemanlar, çok yüksek patlama ve göçme basınçlarına sahiptir ve piyasada bulunabilirler.

3.3.7. By-pass valfleri

Kirlenmiş bir filtre elemanı boyunca izin verilebilir maksimum basınç düşüşüne son basınç adı verilir. Göçme basıncı 10 bar olan bir elemanın son basıncı 3 bar civarı olacaktır. İdeal koşullar altında, göstere 2.5 barda uyarı verilecek ve by-pass valfi 3.5 barda açılacaktır. By-pass valflerinin üç temel yapısal biçimi vardır:

Filtre gövdesinin tepesine monteli bir çekvalf bulunmaktadır. Filtre tıkanıkça, elemanın üzerindeki basınç farkı, çekvalf yayının değerine yaklaşır ve açılan valf elemanı kısmen devre dışı bırakarak, akışkanın bir kısmının valf üzerinden geçmesine izin verir.

Filtre elemanının içine monteli bir çekvalf bulunur. Bu tipin çeşitli versiyonları sayesinde, her filtre elemanı değiştirildiğinde, otomatik olarak uygun bir çekvalf monte edilir.

Eleman yaylıdır ve basınç farkı arttıkça eleman kısa devre akışının geçişine izin verecek şekilde hareket eder.

Bir filtre devre dışı kaldığında, filtrenin koruması gereken devre bölümlerine filtre edilmemiş akışkan girecektir. Ne var ki, en iyi filtrelerde bile by-pass valfleri sızıntı yapmaktadır. Bu durum, filtre etkinliğini önemli ölçüde azaltır.

3.3.8. Durum göstergeleri

Filtre elemanlarının durumlarının gözlenmesi çok önemlidir ve filtre türlerinin büyük bir çoğunluğunda göstergeler mevcuttur. Üç temel tip gösterge kullanılır:

Filtre giriş yolundaki bir manometre ile filtre henüz yeni iken ve normal koşullarda çalışırken bir veri alınmalıdır. Daha sonra manometre, elemanın değiştirilmesi gereken basıncı gösterecek şekilde işaretlenir. Bu çok sağlıksız bir yöntemdir ve sadece düşük basınç uygulamaları için kullanılabilir.

Mekanik bir düzenek by-pass valfini açar. Eleman tıklandıkça ve by-pass valfi kademeli olarak açıldıkça mekanik bir düzenek, filtre elemanının durumunu gösteren bir harici ibreyi çalıştırır. Bazı tasarımlarda, sisteme yeni bir elemanın takılması durumunda bağlantı yeniden ayarlanmalıdır. Bu husus ihmal edilirse, göstergeden hatalı veriler alınacaktır.

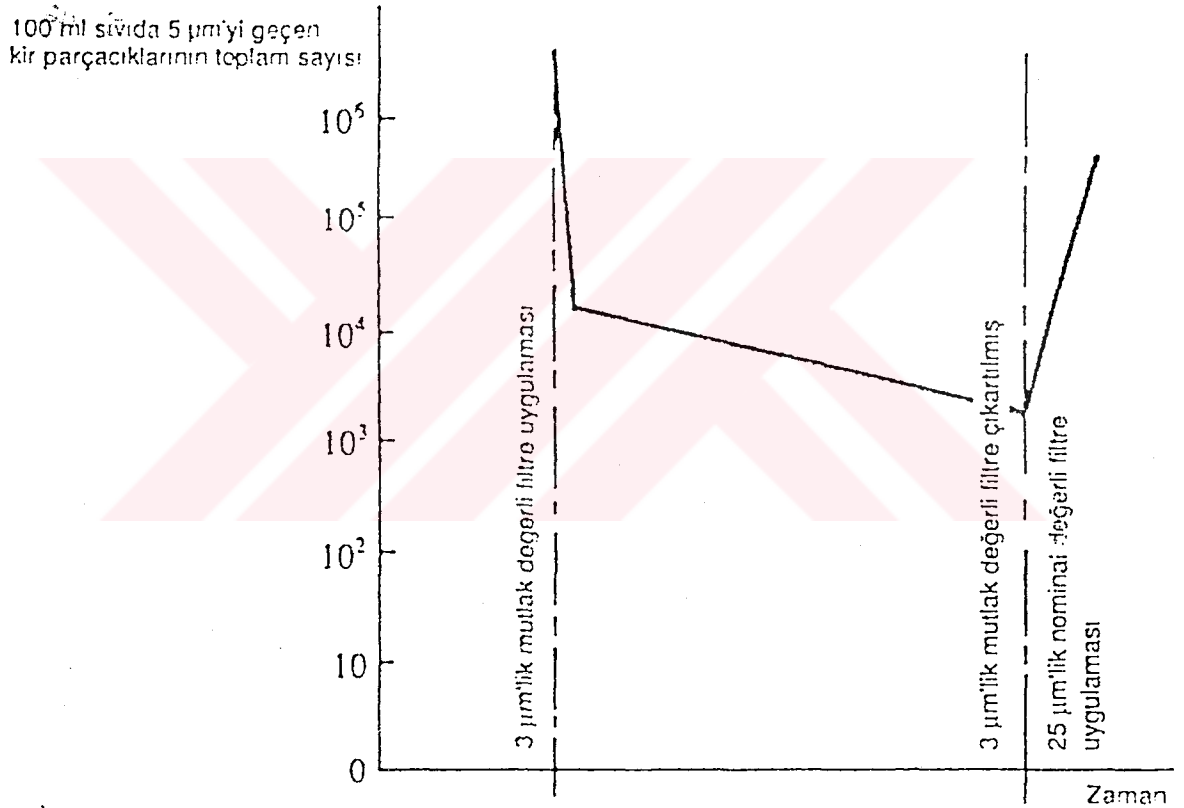
Bir basınç farkı şalteri, filtre elemanı üzerindeki basınç düşüşünü takip eder. Bu mekanik bir gösterge veya elektriksel bir basınç şalteri olabilir. Bunlar en hassas göstergelerdir. Genelde bu düzenekte yay yüklü bir piston vardır. Piston, yayın öbür ucuna bağlı olan elemanın giriş basıncına, yay da elemanın çıkış basıncına ayarlıdır. Filtre tıklandıkça giriş basıncı, çıkış basıncına oranla daha fazla artar ve piston, yayı sıkıştıracak şekilde hareket eder. Bazı tasarımlarda, pistonun içinde görsel gösterge butonunu veya elektriksel şalteri çalıştırmaya yarayan bir mıknatıs vardır.

Bu sistem, manyetik alan kapalı uç içinden çalıştığı için sadece sızıntıyı önler ve bir ani etkileşim yaratır. Başka bir özellik ise termal sistem kapatmaz. Bu özellik şalterin soğuk başlangıç koşullarında çalışmasını engeller. Düşük sıcaklıklarda artan akışkan vizkozitesi elemanın üzerindeki basınç düşüşünü arttırır ve termik bir kapatma olmaz ise gösterge bu eleman kirlendi şeklinde değerlendirir. By-pass valfi ile devre dışı bırakılan filtrenin hassas elemanlara zarar verebileceği durumlarda, iki işlev kademeli göstergeler kullanılabilir. Birinci kademe elemanın kirlendiğine dair bir uyarı verir, buna önem verilmez ise, daha yüksek bir basınçta çalışan ikinci kademe devreye girerek, by-pass valfi açılmadan sistemi durdurur.

3.3.9. Filtre Kirlenme Zaman Eğrileri

Filtre ile donatılmış bir devrede, akışkanda kontaminasyona neden olan maddeler

belirli bir seviyeye kadar azaltılır ve bu seviye sabit tutulur. Filtre yerinden çıkarılır veya eleman devre dışı bırakılırsa kir yoğunluğu hızla artar. Şekil 3.4’de başlangıçta 25 μm .’lik itibari filtrasyon değerine sahip bir filtre elemanının takıldığı bir donanımdan elde edilen tipik bir kirlenme-zaman eğrisini göstermektedir. Bu elemanın yerine 3 μm .’lik bir mutlak eleman yerleştirilirse, kir sayımında önce hızlı, sonra da kademeli bir azalma izlenir. Tekrar 25 μm . itibari filtrasyon değerine sahip eleman devreye yerleştirilirse, kirlilik derecesi derhal önceki değere dönerek, kötüleşir. Dolayısıyla, filtre elemanı tıkanıp veya devre dışı kaldığında, yeni takılan elemanın uygun değerde olması gerekir.



Şekil 3.4. Tipik kirlenme zaman eğrisi

BÖLÜM 4. FİLTRE ORTAM TİPLERİ

4.1. Metal Element Filtreleri

Filtre kartuşunun içinde şekillenen toz metalin sinterlenmiş partikülleri 2-60 µm arasında % 98 oranında pislik içerirler. Tahmin edilen mutlak oran % 100 için 4-60 µm arasındır.

Granüllü ortam bitişik taneleri içerir ve bu taneler granüllü, rijit yapı oluşması için birleşirler. Bu taneler uyumlu yapıştırıcı ile veya metalin erime noktasının çok az altındaki sıcaklıklarda sinterleme ile birleştirilir. Sinterleme eşanlı basınç uygulaması ile veya olmaksızın da yapılabilir.

Bağlı granüllü malzemelerden yapılmış ortam, normalde aynı kalitedeki filtrasyon için dokunmuş tel ortamdaki daha kalındır.

Daha küçük dokulu pislik partikülleri, dokulu tiplerden çok granüllü ortam tarafından filtre edilebilir, ama durdurulan bu pisliklerde de çok değişik tipler vardır. Mükemmel derecede temiz süzme olabilir, cam delikli bir ortam 0,01 µm.'den daha iyi süzme kapasitesine sahiptir, ama ne yazık ki bu endüstriyel bir tip filtre değildir. Katsal pislik yoğunluğunun çok olduğu durumlar için en uygun filtre granüllü ortamdır.

Kenar tipi filtre ortamı disk tipi, şerit tipi ve dokunmuş tel tipinde olabilirler. Disk tipi 40-125 µm. arası pislikler için % 98 etkilidir. Şerit tipi 25-500 µm. arası pislikler için ve dokulu tipte 75-700 µm. arası pislikler için % 98 etkilidir. Şerit tipleri 50-500 µm. arası pislikler için, dokunmuş tel tipleri de 125-700 µm. arası

pislikler için % 100 etkilidir.

Kenar tipi filtreler metal veya ametal olabilir. Sıvı düz diskler, teller ya da dairesel veya çapraz kısımlardan gelerek süzülür. Boşluk seviyesi filtrasyon derecesini belirler. Disk tipinde bu boşluk küçük çaplı değiştirme diskleriyle veya radyal projeksiyonlu merkezi halka yapılarıyla sağlanır. Tel tipinde ise ya telin bir mandrel etrafında dolanmasıyla ya da telin üstünde projeksiyonlar kullanılarak yapılabilir.

Eğer partikülün bir boyutu açılan kenardan daha küçük ise o zaman uzun partiküllerde kenar tipi filtreden geçebilir. Yuvarlak veya kübik partiküller tutulur. Eğer aşağı akıntılı cihazların ağız veya delikleri çok küçükse ya da küçük temizleyici hareketli parçalardan ibaretse, sadece bir kaç lif, akışı ve hareketi kısıtlayabilir.

Ağ veya bez tipi ortam 2 µm. ve yukarısı partiküllerin % 98'ini tutabilir. Ancak 12 µm. ve yukarısı partiküllerin % 100'ünü tutabilir.

Dokunmuş ortam, tel bez veya ipliklerden oluşur. Her ikisi de dokuma tezgahlarında üretilirler ve dokuma terminolojisini kullanırlar. Tel bezler hem sinterlenmiş hem de sinterlenmemiş olabilirler. Sinterlenmiş tel bezler delik boyutunu sabit tutarak geçtikleri yerlerde sinterlenirler. Ayrıca, sinterleme ile daha güçlü bez elde etmek için kaba ağ yapıları daha iyi yapılara dönüştürülür.

Dolamalı telli ağ bir mandrel üzerinde helisel olarak dolanmış düzgün bir telden yapılmış bez şeklindedir. Teller daha sonra sinterlenir ve biten ağ yaprak stoğu biçimine gelmesi ya da silindir olarak tutulabilmesi için mandrelden çekilebilir.

4.2. Ametal Element Filtreleri

Bunlar doğal ve sentetik fiberlerdir. Keçeli, keçesiz, dokuma bez ve dolamalı ip şeklinde 4 kategoriye ayrılırlar. Keçeli elementler hem derinlik hem de yüzey oluşturan bir süzme aksiyonu yaparlar. 5 µm. ile 100 µm. arası partiküllerin % 98 oranında tutarlar. Keçeli ortamlar delikli yapı oluşturmak için biraraya getirilmiş

fiber kütelleridir. İyi keçeler birbirine kenetlenmiş fiberler oluşturmak için çok dikkatli dizayn edilmelidirler. Bu keçeler reçineli veya reçinesiz olabilirler. Filtrasyon derecesi, fiber tipine bakılmaksızın fiber çapı ve uzunluğuna bağlıdır. Derinlik tipi olan keçeli ortamlar kullanıldıktan sonra atılırlar ve oldukça düşük basınç farklarıyla sınırlıdır.

Keçesiz fiberler tamamen derinlik süzme aksiyonuna bağlıdır. 10 µm. ve daha yukarı boyuttaki partiküllerin % 98'ini tutarlar. Keçesiz fiberler başta gevşektirler, ama dokunmuş veya örülmüş çanta halinde paketlenirler. Pamuk veya diğer selülozik elyaflar, genelde en çok seçilen tiplerdir ve bu tiplerin en yaygın kullanım yeri yağ süzme alanıdır. Uygulama sıcaklık ve basınçla kısıtlıdır ve bu yüzden tabaka göçmesi de çok olur. Süzme yeteneği dolgu malzemeleri kullanılarak geliştirilebilir. Bu dolgu malzemeleri hidrojen katkılarını elimine ettiklerinden dolayı pek çok hidrolik sistemde tavsiye edilmezler.

Dolamalı ipler 1µm. ile 100µm. arası partiküllerin % 98'ini, 10 µm. ile 150 µm. arası partiküllerin de % 100'ünü tutan derin süzücü filtrelerdir. Dolamalı tabaka daha çok silindirik formda yapılırlar ve filtrenin bir parçası destek göbeğinin etrafına dolanırlar. Dolama, kademelerin kesin ayrımlarında hiçbir gözenek olmaksızın dıştan bir elmas şekli verir. Filtrasyon derinlik tipidir ve dolamanın tüylü yüzeylerince şekillenen dar kanallarda yer alır.

Zar tabakalar esas olarak selüloz asetat ya da selüloz nitratın çözülmesiyle oluşan çözeltilerin buharlaştırılmasıyla elde edilen ince delikli yapraklardır. Fiber ya da granüllerin sıkıştırılmasıyla meydana gelmedikleri için göçü söz konusu değildir.

4.3. Genel Ortam Tipleri

Filtre ortamı sentetik, mineral ya da doğal liflerden yapılmış bezlerdir. Filtreleme sisteminin yaptığı işi, yani sıvıdan veya gazdan katı bir maddeyi ayırma işini yapan filtre ortamıdır. Bu filtre, malzemedeki hem örülmüş kumaş hem de örülmemiş kumaş olabilir.

Bugün pekçok değişik filtreleme ortamı vardır ve hepsinin filtrelemede önemli bir rolü vardır. Kağıt, doğal ve sentetik lifler, tozlar, keçeler, plastik kağıt ve film, seramik, karbon, pamuk ipliği, bez, örülmüş tel, organik ve inorganik zarlar, delikli metal, sinterlenmiş metaller ve daha pek çok malzeme filtre olarak kullanılabilir.

4.3.1. Kağıt

Kağıtlar genel olarak organik liflerden örülmemiş yapraklardan yapılır. Temel hallerinde sıvıları içeceklerden dolayı emici malzemelerdir ve eğer sıvı, kağıdın bağlayıcı malzemesi için bir çözücü ise kağıdı bozar. Bu yüzden işlenmemiş kağıttan yapılan filtreler çok düşük mekanik mukavemet değerlerine sahiptir ve böylece mekanik filtre olarak kullanılmaları çok sınırlıdır.

Her ne kadar üretim sırasında büyük oranda kontrol edilebilse dahi, kağıtlar tabii olarak rastgele lif yapıya sahiptir ve daha düşük geçirgenlikleri vardır. Kağıtlar temel yapıları dolayısıyla saydam olmadıkları için yalnızca ince kağıtlar pratik filtrelemede kullanılırlar. Bu tip filtre ortamlarının en büyük dezavantajları özgül dirençlerinin yüksek olması ve mekanik mukavemetlerinin sınırlı olmasıdır. Bunun yanında çok ucuz bir malzeme olmaları tercih edilme sebepleridir.

Kağıt filtre elemanları genelde plilenmiş olarak kullanılır. Bu da eleman büyüklüğü için yüzey alanını belirgin bir şekilde büyütür, kağıttan geçiş hızını ve aynı zamanda etken ya da toplam direnci de önemli miktarda düşürür. Her ne kadar delikli iç tüplerle tamamen desteklenmiş olsa da plileme elemanın rijitliğini de artırır.

Basit plilenmiş form ile ilgili varyasyonlar, hem yüzey alanı ve bir miktarda sertliği arttıran plileme kadar kanal açma, yüzeyde perçin yuvası açma, sabit aralık sağlama ve plilerin yıkılmasını önlemek amacıyla ayırıcı bant iliştilmesidir. Plile elemanın çökmesi etkin yüzey alanını düşürür, çoğalırca yırtılmaya neden olabilir. Kağıt elemanların mekanik mukavemet sınırlamaları 7 barlık tipler için maksimum çalışma basıncını ayarlar. Bu rijit kuvvetlendirme yoluyla geliştirilebilir, fakat yüksek basınçlar eleman göçü ihtimalini de artırır.

Kağıtlarla ilgili diğer bir sınırlama da malzemenin tabiatının belirli bir kesit şeklinin sağlanamamasıdır. Tabii ki ortalama delik büyüklüğünden daha büyük delikler de olacağından rastgele büyük parçalar da filtreden geçebilir. Bu, çok iyi filtreleme için kağıt elemanların kullanımını sınırlar. Öte yandan, kağıdın ve kısmen reçinelenmiş kağıt elemanların performansını geçeden, kumaştan, pamuktan, bezden ve benzer ortamlardan daha iyi olabilir.

Bazı katı parçacıkların, kağıt derinliklerine akma ve orada kalma eğilimi temizlemeyi zorlaştırır. Hava gibi kuru akışlar halinde yeterli temizlik ters yönde hava akımı ile sağlanabilir. Böyle durumlarda kağıt eleman tekrar kullanılabilir. Islak akışlarda ise bozulduğunda yenisi ile rahatça değiştirilebilen atılabilir filtre elemanları kullanılır.

Daha kuvvetli bir kağıt eleman yapmak için basınç altında çok sayıda kağıt diski üst üste yığılmak gerekir. Bu bir kenar tipi filtre oluşturur. Kağıt kümesine uygulanan baskı ayarlanarak, derinlemesine doğru filtreleme yapılabilen 1 µm. hatta daha küçük kesit elde edilebilir. Böyle filtrelerin uygulanan kuvvetle orantılı olarak yüksek özgül direnci vardır. Özgül direnç, kağıdın emici olma durumundan da yükselir, mesela işlenmemiş kağıt diskler, ortamdaki nemi emerler. Bu da kağıt diskin kabarmasına neden olur ve baskı basıncında önemli artış yapar.

Kağıtlar, filtre preslerinde filtre kumaşları içinde belli bir yere kadar genel filtrelerde incelikli formlar kullanılsa da, temel olarak bir tek hücre filtre presidir.

4.3.2. Filtre Yaprakları

Filtre yaprakları görünüşte ve kalınlıkta kağıttan daha kabadır. Kartuş haline getirilebilseler de genelde filtre preslerinde kullanılırlar. Filtre yaprakları yüksek oranda selüloz ve diğer lifli malzemeler ihtiva ederler. Genelde derin filtreleme ile yüzeyde kalma ile çalışırlar.

Filtre yaprakları, asbest içerirlerdi, fakat asbest kullanımı kanun dışı ilan edilmesinden bu yana asbestsiz yaprak geliştirilmeye çalışılmaktadır.

4.3.3. Kumaşlar

Kumaşlar, kağıtlara karşı doğrudan ve fiziki olarak daha güçlü bir rakip olarak görülebilir. Kumaşların rijitliği kağıtlardan daha az olduğu için tel çerçeve ya da benzer bir arkalıkla desteklenmelidir. Arka yıkama yapılan yerlerde iki taraftan kumaşla desteklenmelidir.

Kumaş elemanlar, iyi filtreleme konusunda en yaygın kullanılan tiptir. Performansı başarılı kabul edilir ve kağıt elemanlarla karşılaştırılabilir. İşlenmiş kağıt elemanlar çıkana kadar, en iyi tip olarak kabul görseler de, bugün kumaşlar kağıt ile aynı işlerde kullanılabilir. İşlenmiş kağıtlar düşük maliyetlerden dolayı daha yaygın kullanılırlar, fakat kumaş elemanlar aynı geometriyle daha yüksek işletme basıncı ile çalışabilirler. Öte yandan kumaş elemanların kağıt elemanlardan daha düşük özgül dirençleri vardır ve daha kalın olmalarıyla birim alanda daha fazla parçacık tutabilirler. Bu ikinci avantaj, kalınlığından dolayı bir kumaş elemanın, aynı toplam ebatlar için yüzey alanının azaldığı gerçeğiyle anlatılır.

Bu iki tip ortam arasında en temel fark, aynı dizayndaki elemanlar için daha büyük filtre ebatlarında bir dereceye kadar hassas emme istendiğinde kumaş ortam tercih edilir. Kumaşlar, geniş bir örülmüş malzeme aralığını kapsar ve özellikleri daha sonra sentetik reçine yedirilerek ya da benzer bir işlemle iyileştirilebilir. Kumaş monofilamentler kalıplanmış, polimerden yapılmış tekli tanımı, gerçek kumaşlar ile hazır keçe malzemeleri ayırmak için de verilir.

4.3.4. Sentetik Monofilament Kumaşlar

Monofilament kumaşlar tekli kalıplanmış 30 µm.'den 3 mm.'ye kadar çaplı filamentler olan sentetik monofilament liflerden örülür. Bu kumaşların, endüstride ve uygulamada filtreleme ortamı olarak geniş bir şekilde kullanım alanı vardır. Korozyona dayanımları, titreşim yorulmasına dayanım yetenekleri, uniformlukları ve kullanımdaki ekonomiklikleri nedeniyle diğer ortam tiplerinin yerini almışlardır. Kimyasal ve yiyecek işleme endüstrileri, endüstriyel hidrolik, medikal, otomotiv ve

uygulama pazarları monofilament kumaşların başlıca kullanıldığı alanlardır. Bu kumaşlar naylon, polyester, polipropilen ve florakarbon malzemeler ile 5-5000 µm. açıklık ortalamasında olabilirler

Sentetik monofilament kumaşlar, esneklikleri sayesinde defalarca bozulmadan, yorulmadan eğilebilirler. Bir metal, kumaş ile karşılaştırılınca daha düşük hasar ihtimali ile katlanabilirler ya da bastırılabilirler ve tasarımda dikkate alınacak bir özellik olarak hafiftirler.

Bazı yeni uygulamalar, statik dağılma için metal bir yüzeyden ziyade, sentetik bir monofilamentin fiziksel özelliklerine sahip olmasını gerektirir. Metalli bir polyester monofilament kumaş 2 µm. kalınlığında nikel ile kaplanarak üretilir. Alüminyum, bakır, altın ve gümüş gibi diğer metal kaplamalar da sentetik liflere uygulanır.

Disk filtre parçalarında kullanılan monofilament yapılı multifilament lifli filtre kumaşları üretilmiştir. Bunlar elastiktirler ve geri üfleme esnasında pislikleri uzaklaştırırken uzarlar.

Vakum safhasında, kumaş bozulma ya da katlanma yapmadan ilk büyüklüğüne döner. Monofilament kumaşın tortu ayırma özelliği olduğundan, kumaş monofilament lifler tortu tarafında olacak şekilde tasarlanır. Yeni baskı bağ filtreleri ile büyük ve otomatik filtre presleri, kumaşların fiziksel özelliklerine büyük istekler koymuştur. Yüksek yoğunluklu monofilament kumaşlar bu ortama dayanmak için uygundur.

4.3.5. Keçe

Doğal keçeler, yün, kıl ya da yün-kıl karışımlarının sıkıştırılmasıyla çok değişik yoğunluk ve geçirgenliklerde üretilen örülmemiş ortamlardır. Böyle bir malzemenin kesiti üst üste katmanlar ya da düzensiz çerçeveler gösterir. Derinlemesine filtreleme için tortulu bir iç yapısı vardır. Deliklerin rastgele büyüklüğü, direkt pratik testlerle bir ortalama parça büyüklüğü ya da özgül direnç elde etmeyi imkan dışı kılar.

Modern keçeler, yapıştırıcı ile ya da mekanik olarak iyi dağılmış yoğunluk, delik büyüklüğü ve çerçeve geometrisi sağlamak için sentetik liflerden ya da sentetik ile doğal liflerin karışımından üretilir, böylece kesit performansı daha kolay tahmin edilebilir. Keçelerin yapısı dikkate değer bir oranda kağıtlardan daha açıktır, yani özgül direnç daha düşüktür ve basınç düşümü ile daha yüksek akış hızı sağlar.

4.3.6. İğneli keçeler

İğneli keçeler mekanik işlemlerle kuvvetlendirilen lif ağlarından yapılmış örgüsüz tekstil kumaşdır. Sentetik liflerin endüstride uygulanmasıyla birlikte filtreleme teknolojisinin önemli bir parçası olmuştur. İğneli keçe hem yüzeyinde hem de ortamın içerisinde yeralan aktif yüzeyleri ile üç boyutlu ortam olarak görülürler.

Filtreleme yüzeyi delik yüzey alanlarının toplamına eşittir. İğneli keçelerin delik hacmi %60-90 civarındadır. İğneli lifler ortalamanın üzerindeki toplam uzunluklarından dolayı tozların, gazların filtrelenmesinde, torba filtre olarak geniş bir şekilde kullanılır. Çimento endüstrisi, çelik ve alüminyum sanayisi, sprey kurutma, kömür öğütme, yiyecek endüstrisi, deterjan üretimi, gemi boşaltma, pnömatik iletim ve sıcak gaz filtreleme işlemi gibi metal lifli keçelerin ve seramik liflerin kullanıldığı uygulamalar, en çok bilinen kullanım alanlarıdır

İnsan yapımı tekstil filtre ortamı rutubet etkisinden dolayı moleküler zincirin kırılmasıyla kolayca hasar görebilir. Bu işlem hidroliz olarak bilinir ve bu da sıcaklık, asit ve alkalilerin etkileriyle güçlenir. Kimyasal değiştirme işlemleri, poliamitleri ve polyesterleri geliştirmek için çıkmıştır. Bu işlemler, özel kimyasal işlemlerle çiftlenerek çok çeşitli kötü etkilere karşı yarar sağlar.

4.3.7. Yün reçine elektrostatik filtre ortamı

Pamuk yünü ve keçenin mikrometre altı aerosollere karşı filtreleme etkinliği, çok uzun süreli elektrostatik etki üreten özel bir reçine ilavesi ile oldukça artırılabilir.

Elektrostatik ortam yük işlemi sırasında üretilir, reçine tozu yün matrisine yük transferinin olmasını sağlayarak yapılır. Yün pozitif yük, reçine negatif yük oluşturur, filtre de elektriksel olarak nötrdür. Yün üzerinde reçine tozunun rastgele dağılımı ve filtrenin içinde yün liflerinin rastgele düzeni, elektrik alanının düzensiz olduğu yani yüklü ve yüksüz parçaları yakalamanın çok uygun olduğu anlamına gelir. Elektriksel yük, yünlü reçineye mikrometre altı parçalar için % 99.5'ten daha büyük filtreleme etkinliği kazandırır.

Sentetik malzemelerin yapılabildiği geniş malzeme çeşitliliği, bu ortamların kimyasal ve petrokimyasal endüstrilerde, bira imalathanelerinde, boya endüstrisinde, yiyecek işlemede, plastik endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmasının başlıca nedenidir. Çünkü malzeme uyumluluk temeline göre özel olarak seçilebilir ve mekanik özellikleri imalat sırasında kontrol edilebilir. Keçe imalatında kullanılan sentetik malzemelere naylon, selüloz, polietilen, polipropilen akrilik ve polyester örnek gösterilebilir.

Bunların hiçbiri emici malzemeler değildir, bu yüzden sentetik keçeler temel olarak mekanik filtrelerdir. Diğer yandan doğal keçeler nem çekicidirler ve rutubet emmek kadar, mekanik alıkoyma ile katı parçacıkları uzaklaştırırlar.

Keçeler, çoğunlukla alanları ve kalınlıkları, özgül dirençleri, akış hızlarına karşı, kabul edilebilir basınç düşümüne göre seçilen filtre yastığı formunda kullanılırlar. Daha ince keçeler, kısmen de sentetik keçeler kumaşlara benzerler ve filtre elemanlarının diğer formları için kumaş ortamlara alternatif olabilirler.

4.3.8. Mineral yünler

Mineral yünler, düşük yoğunlukları, yüksek geçirgenlikleri ve uygun paketleme ile minimum basınç düşümü ile çok iyi filtre ortamıdır. Genelde, sonradan etkinlikte düşme ile liflerin toparlanmasını engellemek için akış hızları çok yüksek tutulmalıdır. Bu, sıvı filtrelemesini sınırlar, fakat hava filtrelemede, gazlardan katı parçaları ayırmada yaygın olarak kullanılırlar. Mineral lifler, diğer metal dışı filtrelerle

mümkün olan çalışma sıcaklıklarından daha yüksek sıcaklıklarda çalışabilirler, örneğin 500 ° C sıcaklıkta, hatta kısa zaman aralığında daha yüksek sıcaklıklarda kullanılabilirler.

Mikrometre altı büyüklüklerde iyi bir performans, ancak mineral yün yastıklarla mümkün olmaktadır. Tipik olarak, 12.7 mm. kalınlığındaki iyi bir lifli filtre yastığı 10 m/dak. hızla gaz geçen yastıkla 0.1 µm.'ye kadar parçacıkları gazdan ayırabilirler. Filtre yastığının kalınlığını optimum bir değere çıkarmak parçacıkları daha iyi yakalama ihtimalini arttırsa da filtre etkinliğini arttırmaz. Bu nedenle steril hava ve benzer uygulamalar için filtre yastığı kalınlığı 100-125 mm.'ye kadar büyük olabilir.

Çok iyi ve mikrometre altı filtreleme için, daha büyük parçaları ayırmak maksadıyla hava bir ön filtrelemeye tabi tutulabilir. Böylece filtre yastığının ömrü uzatılabilir.

4.3.9. Silisli toprak

İki atomlu fosil olan kieselguhr olarak da bilinen silisli toprak hemen hemen saf silikadır. Denizlerin ve göllerin tabanında milyonlarca yıllık bir sürede oluşurlar ve suyun yatağını değiştirdiği veya patlamalar sonucu yerini değiştirdiği durumlarda ortaya çıkar.

Diatomite, iki atomlu bir fosildir. Tatlı su diatomları ve deniz suyu diatomları olmak üzere iki türleri vardır. Tatlı su diatomları deniz suyu diatomlarından biraz daha kalındır. Şekil ve boyut olarak daha üni formdur ve genellikle daha az kırılımandır. Bu tür ortamların yoğunlukları yüksek olduğu için belirli bir filtre alanı oluşturmak için daha fazla kuru malzeme ağırlığına ihtiyaç duyulur.

4.3.10. Perlit

Yumuşama derecesine göre çabuk ısıtıldığında genişleyen, daha yumuşak hale gelen ve diatomlardan daha parlak parçalar haline gelirler. Bunlar filtreleme için daha az etkindir ve büyük yatak kalınlıklarında kullanılmaktadır. Malzemenin en önemli

avantajı yüksek hacim değerine sahip olmasıdır.

Silisli toprak vakum tambur filtrelerinde ilk kaplama olarak geniş bir kullanıma sahiptir ve bez, kağıt veya bez ortam, metal ekranlarla uç basınç filtreleri ve mumlu filtre kullanarak, filtre basıncı uygulayan temizleme işlemlerinde kullanılır.

Silis toprağı alternatif metodlarla yaprak veya katı halde kullanılabilir. Bu işlem, bağlama elemanı olarak davranan selüloz ağaç hamuru ile, silis toprağı karıştırılarak elde edilir. Böylece elementin mekanik dayanımı, karışımda bulunan selüloz hamurunun oranına bağlıdır. Bu kullanılan iki atomlu fosillerin derecelenmiş boyutlarına göre ayarlanmalıdır. Böylece daha iyi fosiller, aynı mekanik dayanım için daha yüksek oranda bağlayıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Ama bağlayıcı oranı ne kadar yüksek olursa, geçirgenlik o kadar az olmaktadır. Bu yüzden bağlayıcı oranı diatom boyutu farklı birleştirme çizgisi ve farklı geçirgenlik ile farklı dayanım dereceleri elde etmek mümkündür. Tipik bir karışımdaki bağlayıcı oranı yaklaşık olarak % 20'dir.

Dayanım, uygun bir reçine ile emdirme yapılarak da geliştirilebilir. Bu işlem genellikle filtre tabakalarına ve su direnci olmayan selüloz bağlayıcılarına ıslak güç katmak için yapılmaktadır. Dayanım ayrıca, tabakaları eğelemekle veya oluk açmayla ve kırılmış formda element kullanmakla geliştirilebilir.

4.3.11. Silika hidrojenleri

Silika hidrojenleri % 100 şekilsiz silikadır. Kir bırakmayan tozlar bu yüzden elle daha güvenli tutulabilir. Filtre artıkları güvenle hayvan yemleri içine katılabilir. Belirli şartlar altında yüksek katılaşma yoğunluğu filtre kapasitesinin artmasına yol açar.

4.3.12. Cam Lifi

Boşluk ya da bez formundaki cam lifi ön hava filtresi olarak kullanılır. Klasik dönüş

prosesinin geliştirilmesiyle, boşluk bir baştan bir başa artan yoğunlukta üretilir. Örneğin, seyrek olarak paketlenmiş kirli hava tarafındaki küçük çaplı lifler dereceli olarak yol vermektedir. Bu etki, boşluğu düzenleyen bir yaşlandırma işlemi ile üretilir, daha sonra lifleri uzatacak bir ileri işlem yapılmaktadır.

Yükseltilmiş hacimli ve yüksek gözenekli havalandırılmış filtre ortamı üretilir ve bu adımdan sonra eklenen bağlayıcılar genişlemeye yardım ederek, lif yağlayıcıları olarak görev yaparlar. Genişlemiş boşluk bundan sonra fırında iyileştirilir, böylece bağlayıcı iyileşir ve rijit, hafif bir kütle oluşturmak üzere lifler bağlanır.

Ortam ve iyi cam lifi bezi, fiberglass iplikleri ile ince bir yaprak oluşturmak üzere bir bağlayıcıyla bir araya getirilmiş cam mikroliflerinin karışımından üretilir. Benzer bir ortam bezi ise geri ya da ileri tel çerçeve cisim veya delikli alüminyum ayraçlar üzerine katlanmış sürekli ortam olarak üretilir.

4.3.13. Seramik ortam

Seramik filtre elementlerin, yüksek akışkan sıcaklıkları kontrol edici, aşındırıcı akışkanlar için belirli uygulaması vardır. Vitreous bağlı yansıtıcıların tamamı ile yapılan elementler, termal veya fiziksel şoklara yüksek dayanım sağlar.

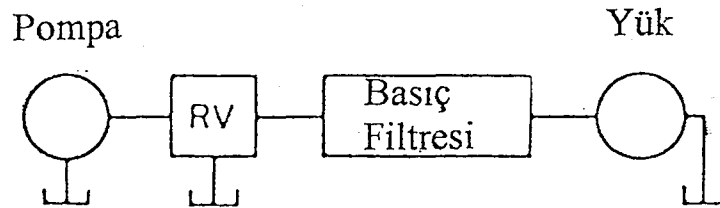
Seramik elementler, yapının düzenlilik ve gözenekliliğin değişken dereceleriyle oluşan değişik element, döküm olabilir. Boşluk alanların tipik olarak % 50'ye kadar olabilir. Mikro gözenekli tiple 1mm.'ye kadar gözenek boyutlarıyla üretilebilir. Seramik elementler, hava ve sıvıların filtrelenmesi için kullanılırlar. Asit ve alkalilerin kullanımı için özellikle uygundur.

BÖLÜM 5. FİLTRE DEVRELERİ ve FİLTRE YERLEŞİMİ

5.1. Filtre devreleri

Hidrolik devrelerde kullanmak için süzgeç ve filtre seçilirken filtrenin uzun ömürlü olmasına, süzme miktarına, süzülen partiküllerin büyüklüğüne, akışkan tipine dikkat etmek gerekir. Geçmişte düşük kaliteli elemanların üzerine atılan pekçok bozulma sebebi, aslında akışkandaki yabancı partiküllerdir.

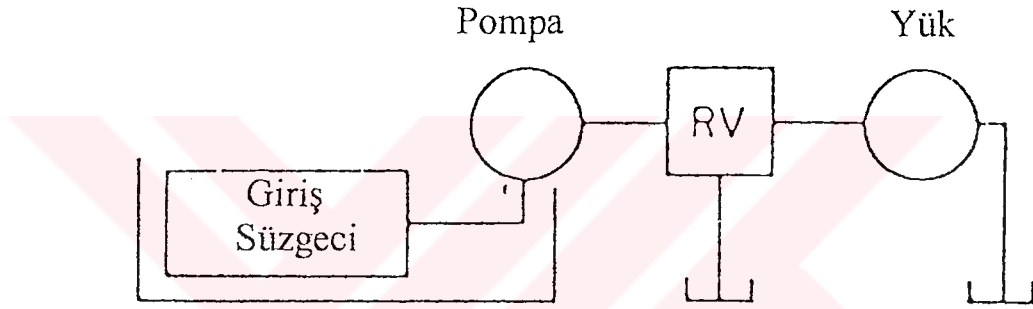
Şekil 5.1'de tipik bir hidrolik devre görünmektedir. Bu tip devrelerde depo, pompa, takviye valfi ve basınç filtresi bulunur. Bu tür bir devre bazen kötü çalışabilir, çünkü süzme işlemi son derece hassas bir cihaz olan takviye valfinden sonra gerçekleşmektedir. Akışkan, devrenin bir yerinde temizlenmektedir, ama bu temizlik pekçok uygulama için yeterli değildir. Aynı şekilde takviye valfi de bazen bozulabilir. Bunun sebebi de pilot mekanizmasındaki gözeneklere küçük partiküllerin girmesidir. Ancak, hidrolik devrenin basınç özelliklerinin kritik olmadığı ve filtrenin hassas kontrol cihazını koruduğu durumdaki bir devre tatmin edici olabilir.



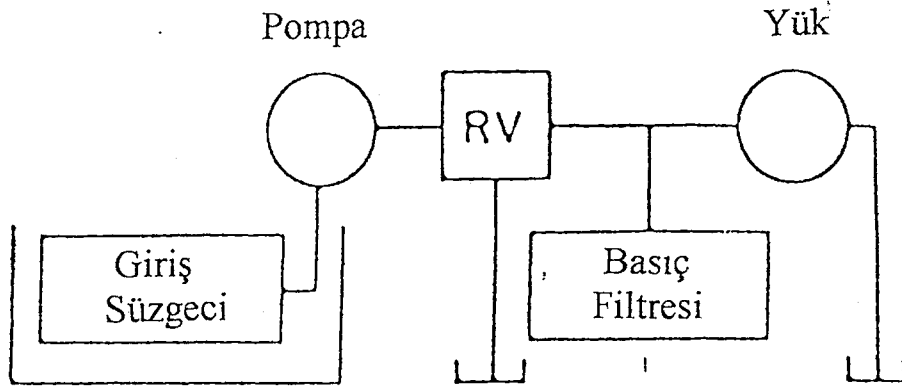
Şekil 5.1. Pompa deşarj kanalı basınç filtresi

Şekil 5.2’de filtrasyonun iç süzgeçlerle yapıldığı benzer bir blok diyagramı göstermektedir. Süzgeç, akışkanı devreye girmeden önce temizler, ancak bu durumda filtre tıkanırsa sistemi boşaltmak gerekebilir, bu da pompaya zarar verebilir.

Şekil 5.3’de pompa girişinde bir filtre görülmektedir. Bu düzenleme, yönlendirici valf bağlantılarındaki hassas parçalar için gerekli olan koruma tedbirlerinden farklı olarak, süzme derecesine göre hem pompa hem de takviye valfi için istenen korumayı sağlayabilir.



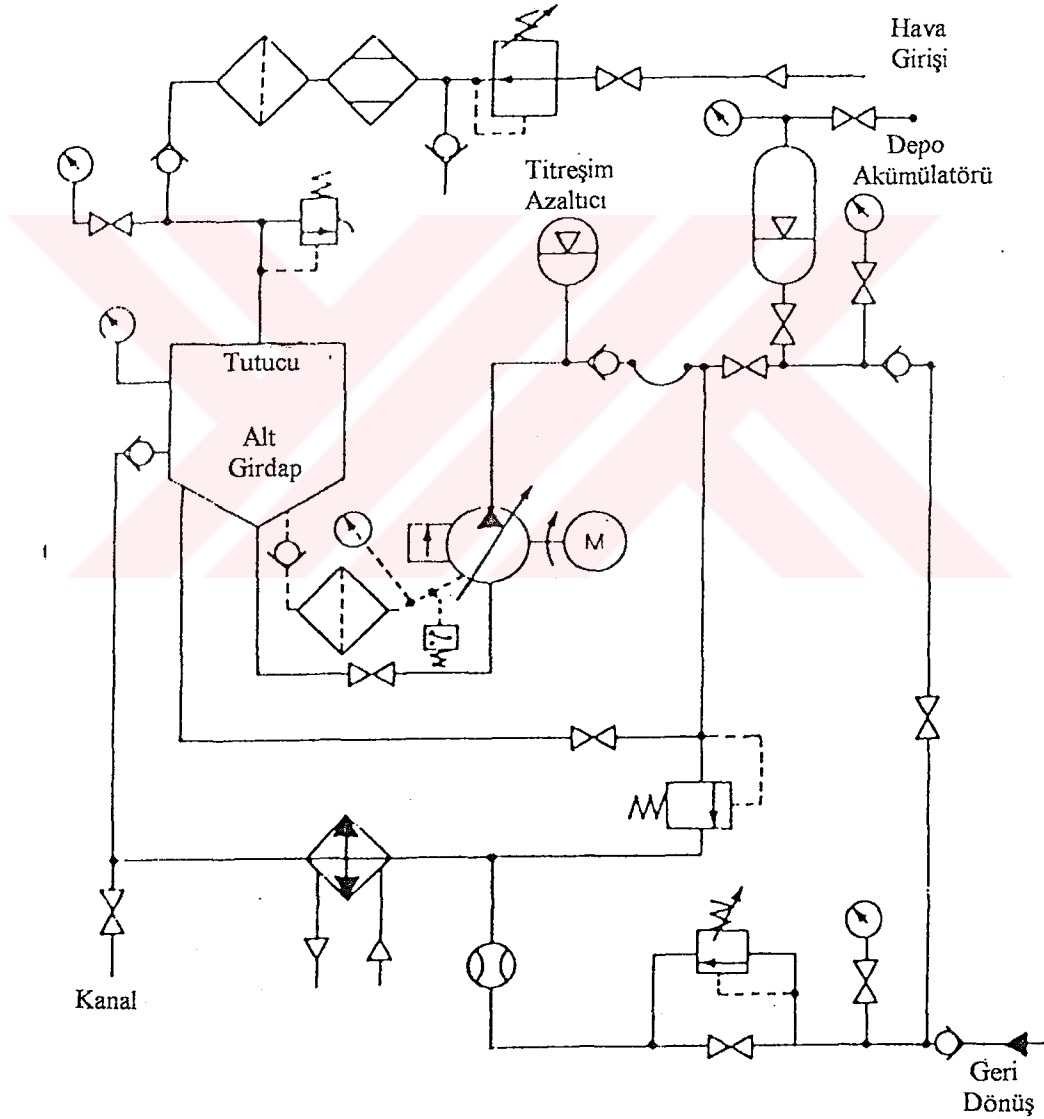
Şekil 5.2. Emme pompa hattındaki giriş süzgeci



Şekil 5.3. Giriş süzgeci ve basınç filtresi

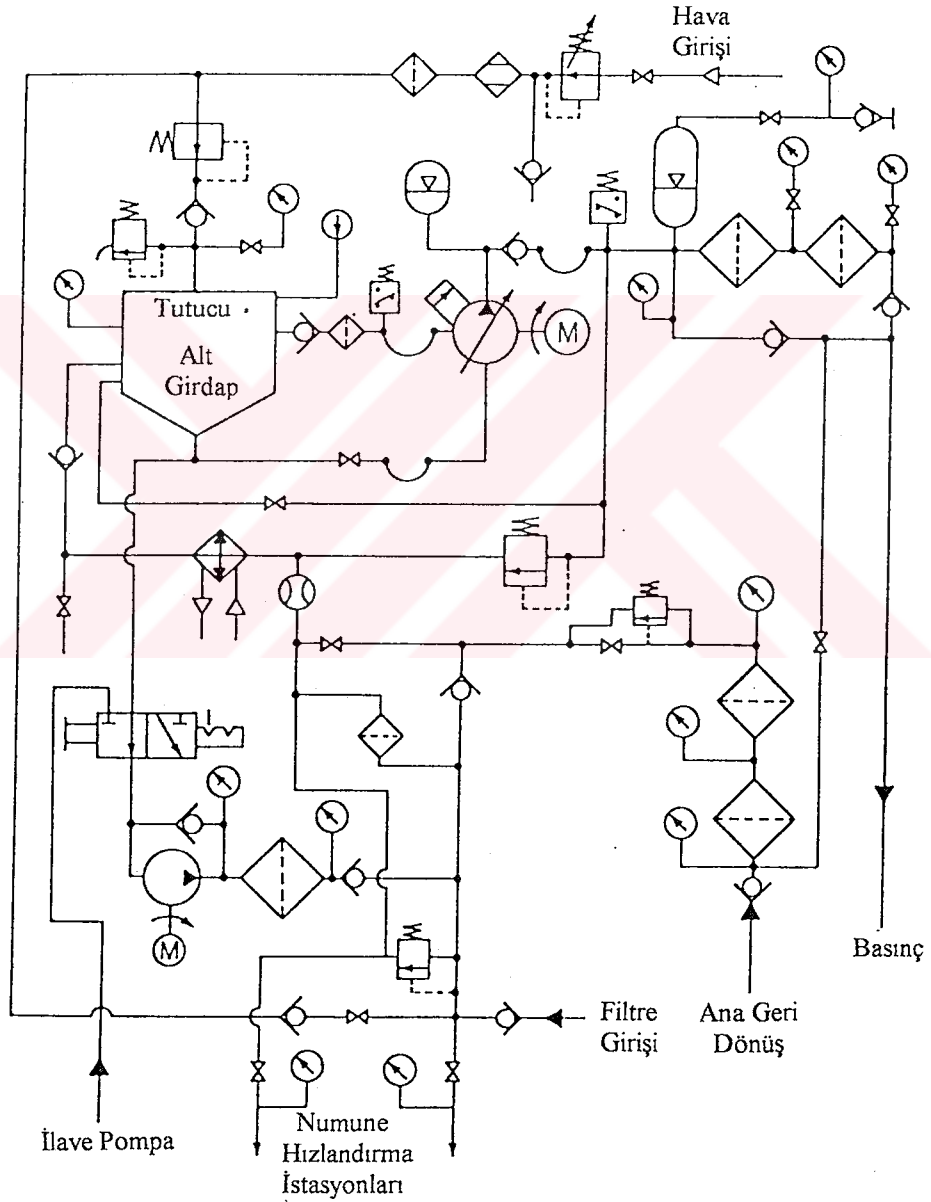
5.2. Hidrolik Test Devreleri

Şekil 5.4'te hassas füze test sistemlerinde kullanılan basit devre görülmektedir. Burada tank sıkıştırılmış hava ile tazyiklendirilmektedir. Isı değiştirici akışkana sabit bir sıcaklık kazandırmada kullanılır. Akış ölçer, dış devredeki akışkan hareketini ölçmek için kullanılır. Bu ölçü cihazı ana takviye valfinden geçen akışkandan etkilenmemektedir.



Şekil 5.4. Hassas füze test sisteminde kullanılan basit devre şeması

Şekil 5.5’de aynı devrenin birkaç filtre istasyonu daha ilave edilmiş hali görülmektedir. Burada destek havası, tazyik düşürücü valften geçtikten sonra bir hava kurutucusunun içinden geçmektedir. Bu kuru hava daha sonra nominal olarak 2 µm., mutlak olarak da 10 µm. arasında filtrelenir. Bu üniteye benzeyen pekçok cihazda, yoğunlaşmayı ve pis havanın sızmasını önlemek için nitrojen (NO₂) kullanılmaktadır.



Şekil 5.5. Hidrolik test devresinin basit şeması

Bu sistemdeki hat filtreleri gümüş kaplanmış paslanmaz çelikten tel ağ elemanlarına sahiptir. Her süzme noktasında yer alan serilerde iki süzgeç vardır. Bunların ilki 10 µm. nominal değerinde, 25 µm. mutlak değerdedir. İkincisi ise 2 µm. nominal değerinde ve 10 µm. mutlak değerdedir. Şelale usulü süzme hem süzme verimliliği açısından hem de eleman değiştirme süresi bakımından daha uygundur. Bu sistemdeki filtre birimleri 4500 psi'lik basınca herhangi bir kırılma olmadan karşı koyabilmektedir.

İlk devrede kullanılan 10 µm. mutlak değerli filtre elemanları, istenen akış oranları ve basınç değerleri için pratik olan en iyi süzme derecesini verir.

Eğer pislik tutma kapasiteleri ve yapısal sağlamlığı zayıfsa, filtre düşük akış oranı ve basınç altında kullanılabilir. Mutlak süzme oranı 3 µm. olan bu tipin by-pass filtresi Şekil 5.5'de görüldüğü gibi sisteme ilave edilmiştir. 10 µm. mutlak süzme oranına sahip filtre hizmet süresini uzatmak için sistem boyunca şelale biçimi verilerek çalıştırılmaktadır. Bu filtrenin en önemli amacı sisteme giren tüm hidrolik akışkanı süzmektir. Böylece devredeki kirlilik seviyesi, yardımcı by-pass mekanizmasının kullanılmasıyla sabit bir şekilde bir üst seviyeye çıkarılır.

5.3. Filtre Yerleşimi

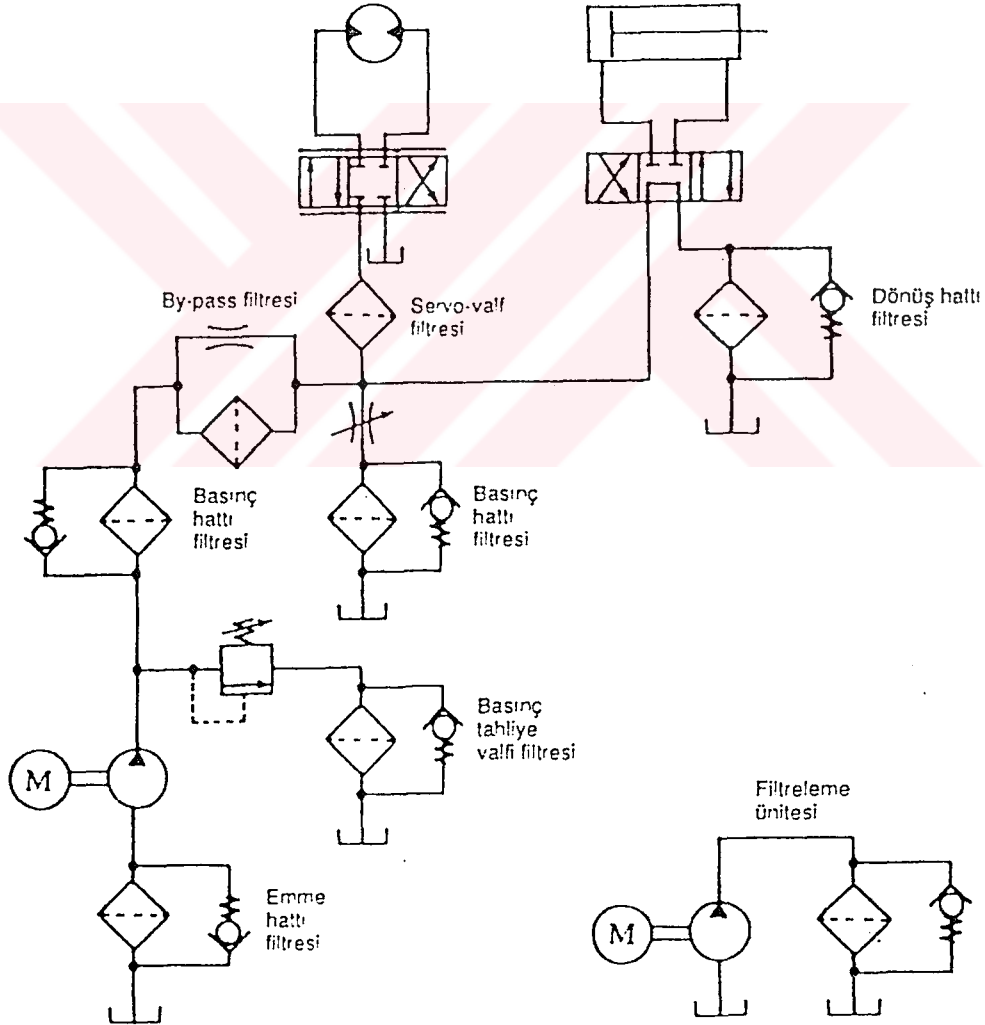
Hidrolik bir devrenin her noktasında kir oluşabilir, bir elemanın yüzde yüz korunabilmesi için filtrenin, bu elemanın girişine yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu eleman eğer parça kontaminasyon hasarına karşı duyarlı ise, özellikle böyle bir uygulama yapılmalıdır.

Şekil 5.6, filtrelerin bir devrede konabileceği çeşitli yerleri göstermektedir. Bunların tümünü birden kullanılmaları şart değildir, genelde bir ya da ikisinin kullanılması yeterli olmaktadır.

5.3.1. Emme hattı filtresi

Tank ve pompa arasındaki emme hattında, pompa kavitasyonu önlemek için emme

filtresi üzerindeki basınç düşmesi çok küçük olmalıdır ve 0.2 barlık bir düşük basınç by-pass valfi gereklidir. Elemanların mutlak filtrasyon değeri, izin verilebilir basınç düşmesine göre 25-125 μm . değer aralığında olmalıdır. 74 μm ., tipik bir emme filtresi için çok kaba bir rakam olarak gözükse de, elemanın zamanla topraklanması ile, mutlak filtrasyon değerlerinin çok altındaki partiküller dahi zamanla tutulacaktır. Eleman genelde örülü telden oluşur ve temizlenebilir türdendir. Emme filtreleri, genellikle pompayı korumanın esas olduğu uygulamalarda kullanılır. Çünkü bu filtreler sistemdeki diğer parçalar için yeterli koruma sağlayamazlar.



Şekil 5.6. Bazı muhtemel filtre yerleşimleri

Düşük basınçlarda çalışıldığı için gövde çoğunlukla düşük maliyetli, preslenmiş hafif metalden yapılır. Filtrelerin bazıları tankın içine yerleştirilir.

Emme hattı filtresi, 125-250 μm .’lik kaba bir tel örgüden oluşan ve tankın içinde emme hattına yerleştirilen emme süzgeciyle karşılaştırılmamalıdır. Emme süzgeci büyük parçaları durdurur ve pompa girişine hava kabarcıklarının kaçmasını engeller. Genellikle süzgecin bir by-pass valfi yoktur.

Bazı büyük sistemlerde, ana hidrolik pompayı beslemek için bir yükseltici pompa bulunur. Bu durumda, yükseltici pompa ile ana pompa arasındaki hat, ince filtrasyon ayarlı bir filtre ile donatılabilir.

5.3.2. Basınç hattı filtresi

Filtre tahliye valfinden önce yerleştirilirse, toplam çıkış hacmini filtre eder ve tahliye valfine olduğu kadar, devredeki diğer parçalara da koruma sağlar. Bu durumda filtre, pompalanan toplam akışkanın yerine sadece sistem tarafından kullanılan akışkanı filtre eden ve tahliye valfinin giriş ucuna yerleştirilen filtreye göre, basınç şoklarına karşı daha az korunur. Tahliye valfinden sonra yer alan filtre ise, akış değişmelerine ve ani şoklara maruz kalacaktır.

Çok ince bir filtrasyon, bir basınç hattı filtresiyle sağlanabilir. By-pass ve by-pass olmayan tipler kullanılır. Elemanlar genellikle derinlik filtresi tipindedir ve tek kullanımlıdır. Filtre gövdesi sistemdeki maksimum basınca dayanmak zorunda olduğundan, diğer tiplere göre daha pahalıdır.

5.3.3. Dönüş hattı filtresi

Dönüş hattı filtresi, Şekil 5.6’da basitleştirilerek gösterildiği gibi, sadece bir valf ve hareketlendiriciden değil, devredeki tüm ana parçalardan gelen akışların geçtiği, ana dönüş hattı üzerine yerleştirilir. Sızıntı hatlarının sınıflandırılması durumunda, bazı hatlarda çok yüksek karşı geri basınçlar oluşur. Sızıntı hatlarından çıkan akış, gene-

de filtre edilmeden tanka döner. Akışkanın büyük bölümü bu filtreden geçer, ama tanka giren veya pompada ortaya çıkan kir, filtreye ulaşmadan önce sistemi dolaşmak durumundadır. Devredeki silindirlerin basıncı azaldığında filtre çok yüksek debilere dayanmak zorunda kalır. Genelde düşük basınçlar söz konusu olduğundan, gövde düşük maliyetli preslenmiş çelik yapılır.

5.3.4. Tahliye hattı filtresi

Bu bir dönüş hattı filtresidir ve basınç hattı filtrelerinden daha düşük basınçlarda çalıştığı için daha ucuzdur. Filtre üzerindeki basınç düşmesi önemli bir husus olmadığından, 3 µm.'lik veya daha ince bir filtrasyon gerçekleştirilebilir. Akış, tahliye valfi üzerinde düzensiz olduğu için, filtre, ani akış değişmelerine maruz kalır ve kontaminasyona neden olan maddeler hareket ederek filtre ortamını bozarlar. Filtre sadece üzerinden geçen akışkanın bir kısmını temizler ve bu miktar toplam akışın sabit bir kısmı değildir. Diğer konumlarla karşılaştırıldığında, bu yöntemin hiç bir avantaj sağlamadığı görülmektedir.

5.3.5. By-pass ve hava tahliye filtreleri

Olağan dışı büyük sistemlerde, tüm akışın filtre edilmesi çok pahalıya mal olur ve kısmi akış filtrasyonu yapılır. Teoride, akışın bir kısmının ince bir filtreden geçirilmesi, sistemi temizler. Hassas parçaların söz konusu olduğu durumlarda, bazı iri partiküller filtreyi tıkayacağı için bu yöntem uygulanmamalıdır.

By-pass tipi filtre, içindeki ventüri düzeneği ile akışın bir kısmını filtreye, bir kısmını da direkt olarak sisteme veren bir basınç hattı filtresidir. Filtre üzerinde birikme oldukça, filtre üzerinden geçen akış da azalır.

Hava tahliyesi için bir dönüş hattı filtresi kullanılır. Bir akış kontrol valfi, akışkanın bir kısmını filtre üzerinden tanka boşaltır. Yöntemin en büyük dezavantajı güç israfıdır. Çünkü filtre edilmiş akış, akış kontrol birimi ve filtre üzerinde, sistem basıncından atmosfer basıncına düşmektedir.

5.3.6. Servo valf filtresi veya aksam filtresi

Bu filtreler parçalar arasındaki açıklıkların çok küçük olduğu özel birimleri korumak için kullanılan, basınç hattı filtreleridir. Aynı zamanda bir ana hat filtresi kullanılıyor olsa bile, aksam filtresinin görevi, ana filtre ve aksam arasında oluşan veya ana filtreyi aşan ve kirliliği neden olan maddeleri tutmaktır. Aksam filtresinin mutlak filtrasyon değeri 3 µm. veya daha küçük olmalıdır. Böylece gerekli koruma sağlanır ve bu durumda by-pass tipi olmayan bir kir sigortası tercih edilir.

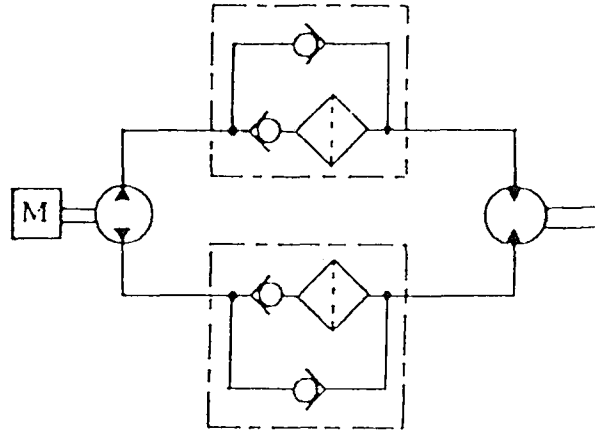
5.3.7. Minyatür filtreler

Çok küçük sinterlenmiş diskler ve minyatür filtreler, son bir direnç noktası olarak, hassas aksamın kontrol yollarına yerleştirilir. Bunların çok sık temizlenmesi gerekir, ancak bazı durumlarda kendini yıkayan cinsten de olabilirler. Örneğin, filtrelerin kontaminasyona sebep olan maddelerin hareketlerinden valfe geçmesini önlemek amacı ile bir valfin yollarına takıldığı durumlarda, hareketlendirici akışının ters yöne çevrilmesi suretiyle, bu filtreler geri yıkanarak sürekli biçimde temizlenirler.

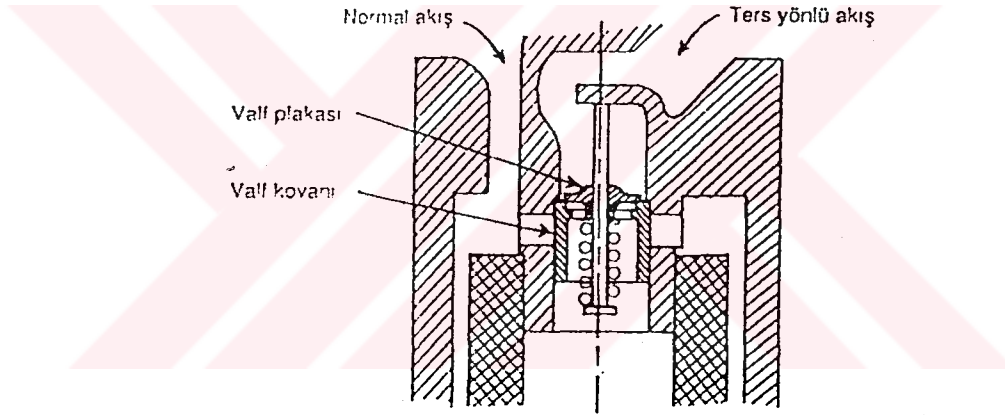
5.3.8. Ters akış filtresi

Hidrostatik transmisyon ana hatlarına alışlagelmiş filtreler yerleştirilirse, akış yönü değiştiğinde, biriken pislik filtreden çıkıp pompa emişine gider, bu istenmeyen bir durumdur. Şekil 5.7'de sembolik olarak gösterilen filtreler bu sorunu çözebilirler. Ters akış filtrelerinin özel valf düzeneği, akışkanın eleman üzerinden tek yöne geçmesine izin verir. Ters yönde gelen akış ise, elemanı devre dışı bırakır ve böylece eleman üzerinden ters akış olamaz.

Şeki 5.8'de, bir ters akış filtresinin üstten kesiti görülmektedir. Üstte iki adet çek valf vardır, birincisi plakalı ve ağırlık dönüşlü, ikincisi gömlekli ve yay dönüşlüdür. Görüldüğü gibi, bu gösterim anı, akış olmayan bir durumdur. Gömlek, yay sayesinde üst konumda tutulurken, bazı çapraz geçişlerin önünü kapar, bu arada plaka da gömleğin üstünde, gömlek yollarını tıkar.



Şekil 5.7. Hidrostatik iletim devresinde ters akış filtresi

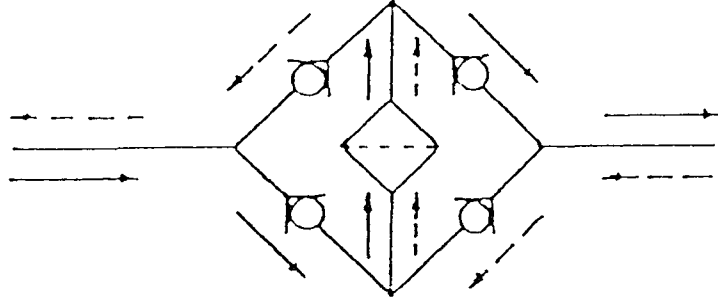


Şekil 5.8. Ters akış filtresi kesidi

Normal akım şartlarında, merkezden yukarıya filtrenin içinden gider ve plaka tipi çek valfi akış kuvvetleri sayesinde yukarı kaldırılır.

Ters akış söz konusu olursa, hem plaka hem de gömlek yaya karşı aşağı doğru itilir ve akışkan, filtre elemanını devre dışı bırakarak çapraz portlardan geçer.

Akışı her, iki yönde de düzenlemek için, köprü şebekesi halinde tertiplenen bir dizi çek valf, tek bir filtre ile kullanılabilir (Şekil 5.9). Filtre üzerindeki akış, her zaman için tek yönlüdür.



Şekil 5.9. Köprü şebekesinde filtre ve çekvalfler

5.3.9. Filtreleme ünitesi

Alışlagelmiş filtrelerin, boyut ve montaj maliyeti nedeniyle kullanılmadığı büyük sistemlerde, çoğunlukla bir tali pompası sistemi kullanılır. Uygun bir temizleme oranının sağlanması için, filtreden bir dakikada geçen akışın, sistem kapasitesinin en az %10'u düzeyinde olması gerekir. Ana sistem akışının en az %20'si temizleme döngüsünden geçmesi durumunda, doyurucu bir temizlik düzeyi sağlanabilir. Temizleme döngüsü filtreleri, aynı zamanda, bakım sırasında sistemin yeniden doldurulması veya sistemin temizlenmesi için de kullanılabilir. İstenildiği gibi tanka takılabilen veya bidondan tanka aktarmada, pompa ve filtre birimleri olarak kullanılabilen pompa filtresi birimleri piyasada mevcuttur. Bu birimler, büyük sistemlerin bakımı ve yenilenmesi için kiralanabilirler.

Birbirinden ayrı filtreleme ünitesi, çok verimli çalışmaları için küçük sistemlerde tercih edilmektedirler. Bunların üzerinde sabit bir debi vardır ve ani basınç artışları, darbeler, şoklar ve titreşimler görülmez. Bunlar, değişken debili pompaların basınçları düşürüldüğünde ve ana pompalama sistemi kapalı iken de açık kalıp, filtrasyona devam ederler. Filtre elemanları, ana sistem çalışırken değiştirilebilirler. Temizleme pompasının debisi ana pompaninkinden daha yüksekse, çıkış, ana pompa emişini temiz akışkanla doldurmak için kullanılabilir.

Bir diğerk avantaj ise, dōngünün soğutucu ve su temizleme birimleri.gibi ek iyileştirme düzenekleri de kapsayabilmesidir. Su temizleme birimi, gövdesindeki polipropilen elemanın içinde su emen bir polimer bulunan, standart bir filtre olabilir.

5.3.10. Hava filtresi

Akışkan seviyesi değıştikçe tanka giren hava, sistemde kullanılan akışkanın temizlendiğı mikrometrik düzeyde temizlenmelidir. Standart hidrolik dönme elemanları, hava filtresi olarak kullanılabilir. Akışkan olarak sıvı yerine hava kullanıldığında, ortam daha verimli çalışır. Sıvı için mutlak filtrasyon değeri 25 µm. olan bir elemanın mutlak filtrasyon değeri, hava filtresi uygulamasında 5 µm.'dir. 3 µm.'lik bir filtrasyon değerine sahip olan eleman, hava için mikrondan daha küçük değerlere sahiptir. Büyüklüğü hatalı veya tıkalı bir hava filtresi, pompa kavitasyonuna ve basınç/vakum tahliye valfiyle korunması gereken tankta malzeme yorulmasına yol açacağı için, bu aksamın boyutlarının doğru ayarlanmasına özen gösterilmelidir. Eleman, tankın üstüne, sıçramaların ulaşamayacağı bir yüksekliğe bir boru ile bağlanmalıdır. Ortamın nemli olduğu durumlarda, hem akış kapasitesi, hem de filtrasyon etkinliği azalır. Olumsuz çevre şartlarında, yüksek kaliteli bir hava filtresi büyük önem ifade eder.

BÖLÜM 6. FİLTRE TESTLERİ

Bir filtrelemeyi seçmede kullanılan parametreler, genellikle, basınç şartları, akış kapasitesi ve nominal mikrometre değeridir. Bunlar filtrenin aşırı basınçtan dolayı patlayıp sızıntı yapmasını ve tavsiye edilen akış hızlarının ve basınç düşmelerinin aşılmamasını sağlar. Bununla beraber, filtrasyon verimliliği ve kir tutma kapasitelerini dikkate almadan sistem kirlenmesinin kabul edilebilir seviyelerde muhafaza edildiğine emin olunamaz.

6.1. Nominal Mutlak Değerler

Nominal değerlerin tayini için MIL-5504A ve MILF-5504B spesifikasyonları meydana getirilmiştir. Belli bir yüksek konsantrasyondaki 10 mikrometreden büyük partiküllerden oluşmuş (AC ince test tozu) kirlenici madde ağırlığının % 98'ini giderebilir olarak, A versiyonu, bir 10 mikrometre filtresini tanımlar. B versiyonu da, yüksek bir konsantrasyondaki 10-20 mikrometre cam bocuklarının % 95' ini giderebilir bir 10 mikrometre filtresi tanımlar. Bu belirli spesifikasyonlar kadar az kullanılıyor olsa da pek çok üretici filtrelerine nominal değerleri sağlamak için benzer testler kullanırlar.

Böyle testlerin iki majör sınırlaması vardır. Birincisi, elemanın içinden geçecek partikülün maksimum büyüklük sınırını koymazlar (testler; bu ihtiyacı karşılayan bazı filtrelerin, 200 μm 'ye kadar olan partikülleri geçirebildiğini göstermektedir).

İkincisi; yüksek konsantrasyonda kirlenici madde koymak, normal bir sistemde denenmiş tipik bir durum değildir. Pratikte partiküller filtreye düşük konsantrasyonda gelirler, bazal gözenek büyüklüğünden küçük olan partiküller kolaylıkla filtreden geçerler ki bu da filtre ortamı makul ölçülerde temiz olduğu sürece olur.

Bu sebeplerden dolayı, nominal değerlerin kullanımına devam etmemek için ortada iyi bir durum vardır.

The NFPA Fluid Pave Glossary of Terms, mutlak değerleri, belirtilen test şartlarında filtreden geçecek en büyük sert küresel partiküllerin çapı olarak tanımlar. Bu filtre elemanındaki en geniş açıklığın göstergesidir. Bu tanım filtre ortamının yalnızca bir fiziksel karakteristiğini ölçer. Bu özellik de, daha büyük deliklerin büyüklük düzenidir.

6.2. Kabarcık Testi

Bu test üretici tarafından bir filtre elemanının ne kadar büyük gözenekli olabileceğini belirlemede kullanılır. Bu olay filtre aracısının ıslanması için alkol gibi bir sıvıya batırılmış eleman içine artırmalı olarak uygulanan hava basıncı ile yapılır. Operatör her basınç düzeyinde filtre elemanını döndürür ve elemandan gelen ilk kabarcık akıntısı olan basınç seviyesini kaydeder.

Test, ikinci, üçüncü, dördüncü ilave sıralı olarak en geniş deliğin basıncını ölçmeye kadar devam ettirilebilir. Yavaş yavaş basınç arttırmaya devam ederken “açık kabarcık noktası” tabir edilen bir noktaya gelinir ki, bu noktada filtre elemanının bütün yüzeyini parçacıklar kaplamıştır. Bu kolaylaştırılmış bir bazal gözenek büyüklüğünü ölçme metodudur.

Kabarcık testinden kesin sonuçların elde edilmeyeceği iddiası yersizdir. Çünkü böyle basit bir test paha biçilmez bir kıymette olacaktır. Fakat aslında bu testin ana kullanımı ortama ve/veya izolasyon büyüklüğüne zarar gelip gelmediğinin araştırıldığı elemanın kalite kontrol testinde olmaktadır.

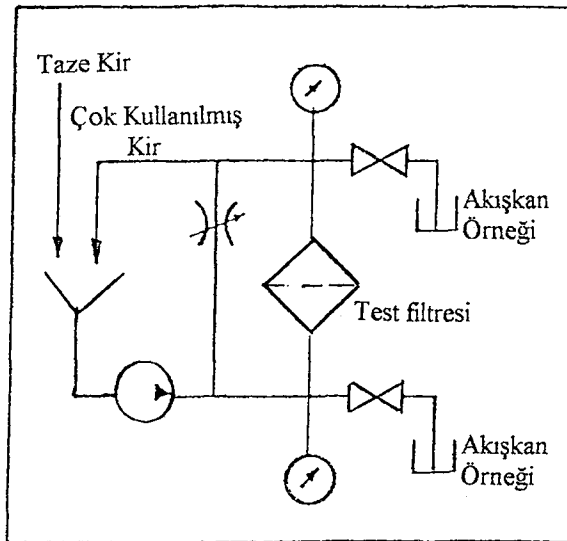
Kabarcık testi aynı zamanda filtre ortamının ortalama gözenek büyüklüğünü veya bazal filtrasyon değerini ölçmede de kullanılabilir. Bu çok anlamlı bir değerdir. Çünkü bu, filtrenin hangi büyüklüğün üstündeki partiküllerde aktivite göstereceğini bildirmektedir.

6.3. Multi-Pass Filtre Testi

Şekil 6.1’de görünen Multi-pass filtre test düzeneği bir filtrenin performans karakteristiklerini belirlemede kullanılır. Test sisteminin içine kontrol edilmiş kirletici madde enjeksiyonu yapılır. Eğer bu madde tutulmazsa, sistem içindeki sirkülasyona devam edecektir. Test filtresinin ayırma kapasitesi, akıntının başında ve sonundaki akışkan örneğinin analizi ile izlenir. Kir tutma kapasitesi belli bir uç nokta basıncına ulaşıncaya kadar sisteme eklenebilen kirletici maddenin ağırlık miktarıyla ölçülür.

Testi tanımlayan matematiksel ilişkiler, daha önceki bölümlerde belirtilen Beta oranı ile ortaya çıkmıştır. Ayırma karakteristikleri de aynı zamanda filtre verimi olarak da ifade edilen “Beta oranı” ile verilebilir.

Beta oranının 1 olması partikül kirlenmesinin hiç giderilmediğini gösterir. 1’den düşük bir değer, filtre, kirletici maddeyi bırakmadıkça mümkün olmayacağı açıktır. Beta oranı 1’den yüksek olan bir filtrede belli bir ebatın üstündeki partiküllerle aşağıya akış kirlenmesi, hemen hemen sabit bir kirlenme seviyesi oluşumuna yol açar.



Şekil 6.1. Multi-pass filtre test düzeneği

Üretici, ürünün performans bilgisini vermesi için her ne format kullanırsa kullansın, sağlanan filtrasyon derecesi temelde, çamur kontrol derecesine dayalı olarak üç kategoriden birine düşecektir. Her ne kadar üreticiler, uygun ürün sınıflandırması belirteceklerse de bu kategorilere uyan tipik veriler Tablo 6.1’de gösterilmiştir. Hali hazırda, evrensel olarak tanınan bir standart sınıflandırma yoktur. Fakat bir takım kişiler tarafından yapılan çalışmalar, ileride uluslararası bir düzeyde kabul gören bir sınıflandırmaya önderlik edecektir.

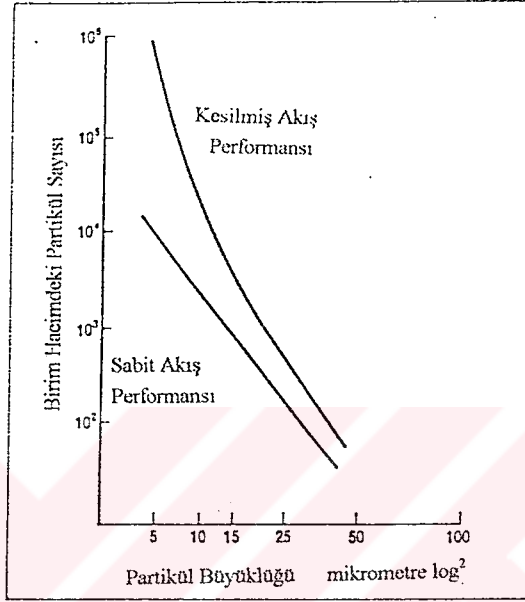
Tablo 6.1. Pratik Sınıflandırma Kategorilerinin Tanımları

Pratik sınıflandırma kategorilerinin tanımları		
Kategori	Nominal oran μm	Mutlak oran, μm
Çamur Kontrolü	1/2-1	3-5
Kısmi çamur kontrolü	3-5	10-15
Çamur kontrolü yok (kontrol çentik)	10-15	25-40

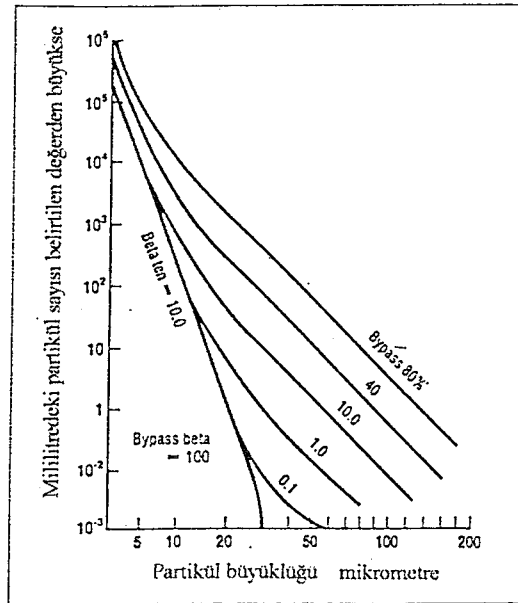
Titreşimli akış, ince partikülleri ortam içine doğru girmeye zorlar. Normalde bu partiküller, fiberlerin ve daha önce tutulmuş büyük partiküllerin arasında yığılacaktır. Bu etki bir kalbur içindeki deliklerden büyük ve küçük irili ufaklı taşlardan oluşmuş bir karışıma benzer. Kalbur sabitken küçük taşların çoğu düşmeyecektir. Kalbur sarsıldığında ise düşeceklerdir. Titreşimli akış bunun için sistem içinde, akıntının sonundaki partikül oranını artırır. Bu da filtre performansında düşüş olarak yansır (Şekil 6.2).

İçerden veya dışardan valf sayesinde by-pass yaptırmak, pekçok sistemler için kabul edilebilir. Çünkü daha sonraki geçişlerde bütün akışkan nihayetinde filtrenin içine gider. Devamlı by-pass için dizayn edilenlerin dışındaki filtreler için normal olarak by-pass yapmanın sadece elemanın kullanım hayatının sonlarına yaklaştığı zaman işlev göreceği beklenir. Bundan dolayı, by-pass valfinin erken açılmasının veya iç izolasyondaki bir bozulmanın etkilerini değerlendirmeye ihtiyaç vardır. Çünkü by-pass tekniği, sebep her ne ise küçük ve kaba partiküller arasında ayırım yapmaz.

Onun etkisi, profilin kalın ucunda ağırca kirlenmeye neden olmaktadır. Şeki 6.3'de by-pass akımının yükselen oranının etkisi gösterilmiştir. % 0.1 by-pass yapıldığında bile maksimum partikül büyüklüğü neredeyse ikiye katlanmaktadır. % 1'de üç katından fazla ve % 10'da beşin çarpanı şeklinde yükselmektedir.



Şekil 6.2. Filtre performans eğrileri

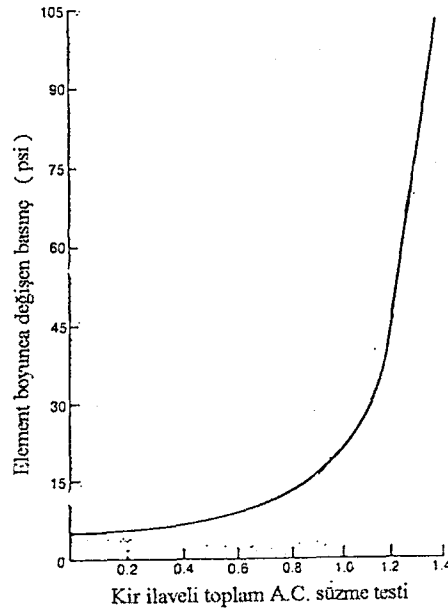


Şekil 6.3. By-pass akımının yükselen oranının etkisi

6.4. Karşılaştırma Testleri

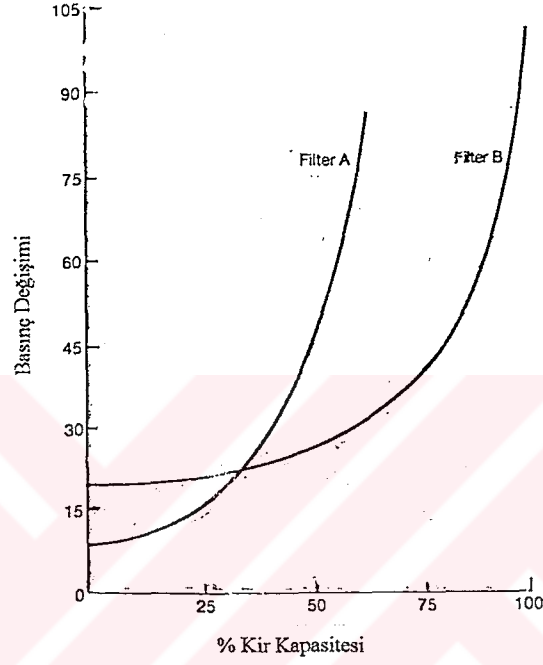
Kir kapasitesi laboratuvar testlerinin karşılaştırma ömrünü, hidrolik filtrelerin kir tutma kapasitelerini kıyaslar. Sürekli sirküle olan yağ sistemine sabit bir oranda bir su kirletici ilave edilir ve diferansiyel basınçta ortaya çıkan artış, Şekil 6.4'de görüldüğü gibi ilave edilen kirletici ağırlığına karşı çizilir. Sonuçta elde edilen eğri, belli bir filtre aracı için sabit olan karakteristik bir forma sahiptir.

Kirletici ilk ilave edildiğinde, basınç düşüşü önce yavaş olur, sonra hızlanır. Şekil 6.4'deki eğri, eğri dirseği geçildikten sonra, filtrenin yüksek bir diferansiyel basınçta çalışmasına izin verildiği takdirde ilave küçük bir eleman ömrü kazandığı görülmektedir. Eğri, yalnız filtre elemanı temizken basınç düşüşü ile ilgisizliği de görülmektedir. Bu güne kadar daha önemli olan faktör, belli bir miktar kir ilave edildikten sonra filtredeki diferansiyel basınç olmuştur. By-pass olmayan filtreler dışında, eleman boyunca maksimum basınç düşmesi, genel olarak by-pass valfinin ayarlanmasıyla belirlenir. Sistem tasarımcısı, basınç düşmesi maksimum değerine geldiği zaman sistem performansının muhafaza edilmesini sağlamalıdır. Filtrenin ebatlarının büyük olması durumunda, by-pass valfinden önemli miktarda akışkan geçişi olmaktadır. Filtre muhafazasında daha çok filtre aracı alanı bırakmak filtre verimliliğinden fedakarlık yapmadan daha uzun filtre servis ömrü sağlamaktadır.



Şekil 6.4. Bir hidrolik filtre elemanının kir tutma kapasitesi

Şekil 6.5’de eşdeğer muhafaza ölçüsüne sahip iki filtrenin kir atma kapasitesi karşılaştırılmaktadır. Daha fazla yüzey alanına sahip olduğu için A filtresi, B filtresine göre daha az açık basınç düşüşüne sahiptir. Bununla beraber, optimum alan aşılımakta ve bu nedenle A filtresi, belli bir basınç değişiminde B filtresine göre daha kısa bir ömre sahip olmaktadır.



Şekil 6.5. Kir tutma kapasiteleri ve diferansiyel basınçları karşılaştırılan iki filtre

BÖLÜM 7. BAKIM ve ARIZA ARAMA

7.1. Bakım

Bir hidrolik sistem en iyi ve kullanışlı filtrelerle donatılmış ve bu filtreler en güzel şekilde görev yapacakları yerlere yerleştirilmiş olabilir. Bununla beraber, eğer filtreler kirlendiğinde bakılmaz ve temizlenmez ise, filtreler ve yerleştirmeleri için harcanan para çöpe atılmış olur. İyi filtrasyon için en önemli nokta filtre bakımındır. Aşağıda uygun bir filtre bakımına yardım edecek öneriler verilmektedir.

- a) Bir filtre bakım programı kurulmalı ve titizlikle takip edilmelidir.
- b) Bozulma ve yaklaşan sistem problemleri işaretleri üzerine sistemden çıkarılan filtre elemanı muayene edilmelidir.
- c) Sistem dışına kaçan akışkan geri alınmamalıdır.
- d) Taze akışkan kaynağı sıkıca örtülmüş olarak tutulmalıdır.
- e) Rezervuar doldurulurken temiz kap, hortum ve huni kullanılmalıdır.
- f) Geçici olarak devreden çıkarılan parçalarla kir girmemesine dikkat edilmelidir.
- g) Bütün filtrasyon aletlerinin normal yerlerine konulması sağlanmadan sistem çalıştırılmamalıdır.
- h) Sistemde kullanılan akışkanın, sistem veya parça üreticilerinin tavsiye ettiği bir akışkan olmasına dikkat edilmelidir.

Düzenli filtre elemanı bakımı, temiz akışkan ve uzun parça ömrü için en önemli unsurdur. Elemanlar by-pass noktasına kadar kir ile tıkanıp zaman filtre fonksiyon göremez. Bu nedenle, aşağıda yazılanlara dikkat edilmelidir.

- a) Elemanın ne zaman akıma ihtiyacı olduğunu anlamak için gösterge sık sık kontrol edilmelidir.

- b) Filtreye, doğru yedek eleman takıldığından emin olunmalıdır.
- c) Periyodik olarak sistemden akışkan örnekleri alınarak, analiz edilmelidir.

7.2. Arıza Arama

Sistemde problem çıktığında sorunun kaynağını tespit etmek zordur. Filtre ile ilgili arızaları tespit etmek için Tablo 7.1'de hidrolik sistemdeki problem ve çözümler verilmiştir.

Bir hidrolik sistemde kabul edilebilir kirlilik düzeyini korumada periyodik akışkan analizi çok önemlidir. Bu analiz aynı zamanda hidrolik sistemdeki muhtemel değişimler ve problemleri izlemede de iyi bir araçtır.

Otomatik partikül sayar kullanılan bir laboratuvar analizi, bir konsantrasyonu ve dağılımını belirleyebilir. Diğer akışkan karakteristikleri de aynı zamanda ölçülebilir. Örneğin;

- a) -Spesifik yer seçimi
- b) -Vizkozite
- c) -Su içeriği
- d) -Gravimetrik ölçüm
- e) -Nötralizasyon numarası
- f) -Mikroskobik muayene
- g) -Partikül şekli

Laboratuvar raporunda, alışılmadık her özellik, partikül sayısı ve akışkan analizi, kirlenme standartları ve akışkan özellikleriyle karşılaştırılarak listelenir. Bu metod, bakım personeline, hidrolik sistemin durumu ile akışkanın durumu ve parçanın bozulmaya başlamış olma ihtimali hakkında bilgi verir.

Tablo 7.1. Hidrolik Sistem Problemlerinin Sebepleri ve Çözümleri

Problem	Sebepler	Çözüm
Emis Uygulaması Gürültülü pompa	1- Çekilen hava	Bütün filtingleri sıkın sızdırmaz hale getirin rezervuara yağ ekleyin filtredeki O halkasını kontrol edin. Tıkalı giriş hattını temizleyin. Filtre elemanını değiştirin veya temizleyin. Vakumlu ölçücü ile pompa girişini kontrol edin.
	2- Boşluk (Kaitasyon)	
Daima hazırlama gerekli pompa	1- Çekilen hava (havalandırma)	Filtredeki O halkası kapak salmastrasını kontrol edin.
Gösterge "baypas" Gösteriyor (mekanik olarak) Svici çalıştırıyor (elektrik)	1- Yağ viskozitesi çok yüksek	Sistemi kısa süre çalışmaya bırakın. Gösterge normale döner.
	2- Baypas yayı çok zayıf (yumuşak)	Dikme takımı ve göstergelyi değiştirin (talimatlara bakınız) Elemanın temizleyin veya değiştirin. Düşük basınç uygulamasına dönün. Değiştirin veya temizleyin.
	3- Eleman kirlidir	
Gösterge "baypas" gösteriyor	1- Eleman kirlidir 2- Yağ viskozitesi çok yüksek	Sistemi kısa süre çalışmaya bırakın. Gösterge normale döner.
Kirlenmiş Yağ	1- Tıkalı kartuş	Kartuşu değiştirin. Filtre ebadı ve yağ viskozitesini düzeltin. Partikül ebadını kontrol edin ve doğru ebada geçin. Bakım prosedürünü düzeltin veya baypas göstergesi ilave edin. Filtreyi değiştirin.
	2- Kısmi baypass-sürekli	
	3- Yanlış mikrometre oranı	
	4- Yanlış değişiklik	
	5- Hatalı (kaçak) veya kırılmış Filtre	
Kirlenmiş Yuva	1- Çok fazla basınç	Aşağı akış sınırlamasını kaldırın veya yüksek basınçlı veya kaşı oranlı ilgili filtreye geçiş yapın. Şok emici malzeme kullanın.
	2- Mekanik çok fazla	

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Günümüz endüstrisinde önemli bir yere sahip olan hidrolik sistemlerin verimi, sistemde dolaşan sıvının temizliğiyle doğrudan bağlantılıdır. Endüstriyel hidrolik sistemler, içlerindeki sıvılar her türlü yabancı madde ve kirden ne kadar iyi arındırılmış olursa olsun, yinede bu sıvılar bazı yabancı maddeler içerirler. İzin verilebilir yabancı madde tür ve miktarı, hidrolik sisteme ve sistem elemanlarına bağlıdır.

Bu çalışmada, hidrolik sistemlerdeki arızaların en önemli sebeplerinden biri olan, yabancı partiküllerin oluşturduğu kirlilik ve bu kirliliğin sistem üzerinde yarattığı etkiler ele alınmıştır. Filtrasyon olayı ve filtre elemanları ile filtre elemanlarında kullanılan genel ortam tipleri incelenmektedir. Hidrolik sistemlerdeki filtre devreleri uygulamaları verilmekte ve filtrelerin sistemlerdeki yerleşim şekilleri incelenmektedir. Ayrıca filtrelere uygun testler ile ilgili tüm bilgiler ve filtre devrelerinin karşılaştırma testleri verilmiştir.

Kurulacak olan bir hidrolik sistemde, sistemin verimli çalışabilmesi ve sistem elemanlarının arızalanma ihtimalini azaltmak bakımından filtre seçimine, seçilen filtrenin yerleşimine ve filtrelerin bakımına dikkat etmek gerektiği düşüncesindeyim. Ancak bir hidrolik sistem akışkanının çalışma esnasında filtre tarafından temizlenmesinin yanısıra, akışkan kirlenmeden önce, sisteme yabancı partiküllerin girmesini engelleyecek tedbirler alınarak, filtrasyon olayına katkıda bulunmak gerektiği kanaatindeyim.

KAYNAKLAR

- 1- FITCH, J.C., 1989. Filter can remove H₂O from Hydraulic fluid. Hydraulics and Pneumatics, p.79-80.
- 2- GAY, R.F., 1988. Understanding Hydraulic Filter Tests (Part 1). Hydraulics and Pneumatics, p.68-71.
- 3- GAY, R.F., 1988. Understanding Hydraulic Filter Tests (Part 2). Hydraulics and Pneumatics, p.50-53.
- 4- HARWICK, W., 1990. Hydraulic Filtration Technology for the 90's. Hydraulics and Pneumatics, p.55-59.
- 5- HENH, A.H., 1994. Fluid Power Trauble Shooting. Marcel Dekker Inc, p.237-267.
- 6- HENKE, F.S., 1983. Fluid Power Systems and Circuits. Hydraulics and Pneumatics, p.201-220.
- 7- HORGEM, M., 1993. Hydraulic filters extend component life. Hydraulics and Pneumatics, p.31-34.
- 8- NOWICKI, D.C., 1991. Tightened hydraulic filtration standart pay off. Hydraulics and Pneumatics, p.34-36.
- 9- PIPPENGER, J.J. and HICKS, T.G., 1979. Industrial Hydraulic. McGraw Hill. p.209-229.
- 10- PURCHAS, D.B., 1971. Industrial Filtration of Liquids. Leonard Hill Books, London, p.35-115.
- 11- SCHNEIDER, R.T., 1992. Aquick look at hydraulic filter options. Hydraulics and Pneumatics, p.55.
- 12- WAKEMAN, R.J., 1975. Filtration Post-Treatment Processes. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, p.100-109.
- 13- WAKEMAN, R.J., 1979. Progress in Filtration and Separation. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, p.179-271.
- 14- YEAPLE, F., 1996. Fluid Power Desing Handbook. Marcel Dekker Inc., New Jersey, p.570-596.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Adapazarı'nda doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adapazarı'nda tamamladı. 1990 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nden 1994 yılında Makina Mühendisi olarak mezun oldu.

