

4. MEKANİK AYIRMA

[\(Ref. e makaleleri\)](#)

Karışımları bileşenlerine ayırma işlemleri iki sınıfta toplanır. Birincisi difüzyonal işlemlerdir; bunlar, faz değişiklikleri veya bir fazdan diğer bir faza madde taşınmasıyla ilgilidir. Kütle transferi konusunda bu tip işlemler ayrıntılı olarak incelenmiştir. İkinci sınıftaki işlemler mekanik ayırmalardır; katı tanecikler veya sıvı damlacıkların ayrılmasında kullanılan yöntemleri kapsar.

Mekanik ayırmalar heterojen karışımlara uygulanır, homojen karışımlar için bir anlam taşımaz. Heterojen ve homojen karışımlar arasında yer alan kolloidal maddeler (0.1 mikron) bu kısımda anlatılacak yöntemlerle ayrılamaz. Mekanik ayırma teknikleri, tanecikler arasındaki büyüklük, şekil veya yoğunluk farklarına dayanır; gazlardan katıların, gazlardan sıvı damlacıklarının, katılardan katıların, sıvılardan katıların ayrılması işlemleri değişik ayırma metotlarıyla gerçekleştirilebilir. Tanecik büyüklüğü 0.1 mikrondan fazla olmalıdır. Mekanik ayırma genel olarak iki grupta toplanır; eleme, süzme.

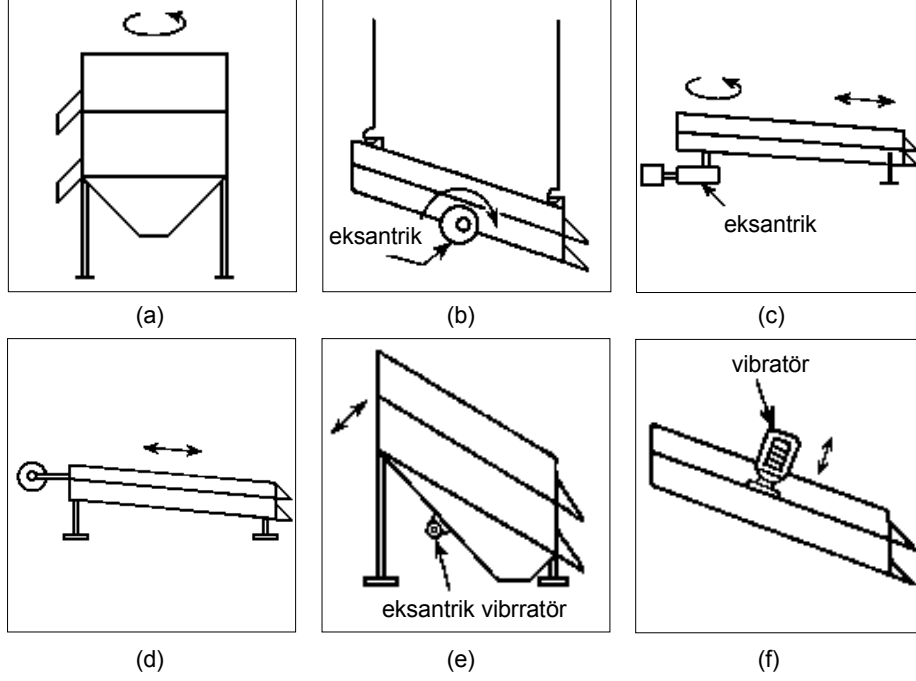
Özel durumlarda, maddenin elektrik veya magnetik özelliklerinden yararlanılan başka ayırma yöntemleri de vardır, ancak burada sadece eleme ve süzme konuları üzerinde durulacaktır.

Eleme

Eleme işlemi, taneciklerin sadece büyüklüğüne dayanan bir ayırma yöntemidir. Endüstriyel uygulamada katı tanecikler uygun bir elek üzerine konular, elenir ve alttan alınan "ince"ler ayrılır; üste kalanlar istenilen tane büyüklüğü şartnamesine uygun olmayan kısımdır. Tek bir elek kullanıldığında sadece iki fraksiyon elde edilir. Amaca uygun olarak çoğu kez bir elek serisi tercih edilir.

Eleme "ıslak" veya "kuru" yapılabilir. Burada kuru eleme işlemi incelenmiştir.

Endüstriyel elekler, metal çubuklar, delikli metal levhalar, örgü tel kumaş doku veya ipek doku gibi malzemelerden yapılır. Bu amaçla kullanılan metaller çelik, paslanmaz çelik, bronz, bakır, nikel ve moneldir. Örgü eleklerin mesh büyüklükleri 4 ten 400 meshe kadar değişir.



Şekil-14: Çeşitli elek hareketleri; (a) yatay düzlemde dönme, (b) dikey düzlemde dönme, (c) bir uçta dönme, diğerinde çalkalanma, (d) çalkalanma, (e) mekanik titreşim, (f) elektriksel titreşim.

Elek Tipleri

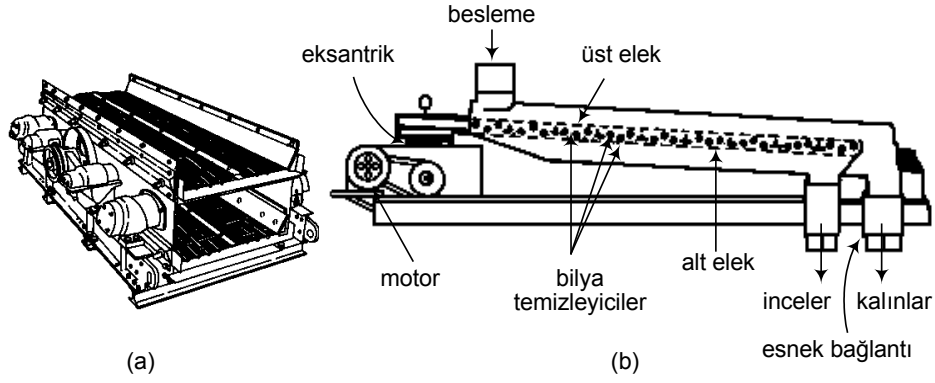
Eleklerin çoğunda tanecikler elek açıklığından gravite (ağırlık) etkisiyle düşerler (bazı dizaynlarda fırça veya santrifüj kuvvetten yararlanılır). Kaba tanecikler daha ağır olduklarından sabit bir yüzeyde, büyük açıklıklardan çabukça geçerler. İnce taneciklerin uygun deliklerden geçebilmeleri için eleme yüzeyinin çalkalanması gerekir. Çalkalanma işleminde uygulanan en yaygın yöntemler, silindirik bir eleğin yatay bir eksen etrafında döndürülmesi veya düz bir eleğin çalkalanması, döndürülmesi, mekanik veya elektriksel etkilerle titreştirilmesidir. Şekil-14 te tipik elek hareketleri görülmektedir.

Bu tip sistemler eğimli sabit bir iskelet içine paralel metal çubuklar yerleştirilerek hazırlanır. Birincil kırıcılardan çıkan malzemeler gibi kaba tanecikler ızgaranın üst kısmından girer, kalınlar eğim boyunca çubuklar üzerinde yuvarlanıp düşerken, ızgara aralıklarından geçebilecek irilikttekiler alta geçer ve bir kaptan toplanır.

Sabit eğimli örgülü-metal elekler de aynı şekilde çalışır; bunlar, 1/2-4 inç büyüklüğündeki taneciklerin ayrılmasında kullanılır.

Döner Elekler

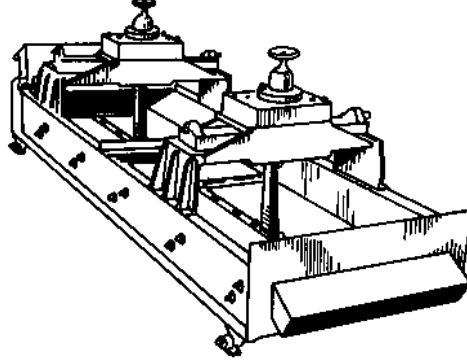
Eleklerin çoğunda önce kaba taneler sonra inceler ayrılır. Bu durum Şekil-15 teki döner-düz elekte görülmektedir. Bu tip makinelerde birkaç donanım bulunur; elekler birbiri üzerine yerleştirilmiş ve bir kasa içine konulmuştur. En kaba (geniş delikli) elek en üstte, en incesi (dar delikli) en alttadır; üstten alta doğru birkaç fraksiyonun ayrılabilmesi için uygun boşaltma kanalları vardır. Elenecek karışım üst eleğe konular, taneciklerin deliklere rastlaması için elekler ve kasa döndürülür. Şekil-15(a), yatayla 16-30° açı yapan, 15(b) yatay bir döner eleği göstermektedir. Açılı eleklerin dönme hızı 600-1800 rpm, motor büyüklüğü 3 hp dır.



Şekil-15: Döner elekler; (a) ağır iş yapan dikey dönmeli, açılı, (b) yatay dönmeli, elek tipleri.

Titreşen Elekler

Küçük genliklerle titreşen eleklerde titreşim mekanik veya elektriksel olarak sağlanır. Mekanik titreşimler, yüksek hızlı eksantriklerden kasaya, kasadan da eleklerle geçirilir. Elektrik titreşimleri ağır-ış selenoidlerinden alınır; kasaya veya doğrudan eleklerle geçirilir. Şekil-16 da doğrudan titreştirilen bir ünite görülmektedir. Titreşimli eleklerde üçten fazla elek kullanılmaz; dakikada 1800-3600 titreşim uygulanır.



Şekil-16: Elektrikle titreşen bir elek.

Süzme (Filtrasyon)

Katıların sıvılardan ayrılması ile ilgili genel sorunlar, katıların karakterine ve karışımında bulunan katı-sıvı oranına bağlı olarak, farklı işlemlerle çözümlenir. Katının miktarı sıvıya oranla oldukça azsa işleme süzme (filtrasyon) adı verilir. Süspansiyon durumunda olan katının yüzdesi yükseldikçe, işlem ya sıkıştırma (presleme) veya santrifüjleme ile gerçekleştirilebilir. Uzaklaştırılması istenilen katının miktarı çok fazla ve katı parçacıkları da çok küçük ise yine santrifüje baş vurulur. Süzme diye adlandırılan işlem, katıların sıvılardan ayrılmasını sağlayan diğer işlemlerden daha fazla önem taşır. Konunun karakteristik yanı, kullanılan cihazların hemen hemen tümünün endüstriyel uygulamalara dayanılarak geliştirilmiş olması ve teori ile fazla bir bağlantısı bulunmamasıdır.

Bu bölümde önemli süzgeç tiplerinin yapıları açıklanacak ve bir kısım süzme işleminin genel özellikleri üzerinde durulacaktır. Ayrıca, santrifüj cihazları ile ilgili açıklamalar yapılarak kısaca teorisine değinilecektir. Süzme teorisi ilgili oldukça fazla matematik bağıntılar kurulmuş olmasına rağmen, mevcut teorilerin endüstriyel problemlere uygulanmaları hala karmaşıktır. Bunun başlıca sebebi, süzülmesi istenilen katı parçacıkların büyüklükleri, şekilleri ve özelliklerinin kesinlikle saptanabilme zorluğudur; bunlar bir an için tespit olunsa bile, bir diğer partiye ve günden güne değişir.

Filtrelerin Sınıflandırılması

Çok çeşitli süzme cihazları vardır, bu nedenle bilinen süzgeç tiplerini kapsamına alacak basit bir sınıflamanın yapılması zordur. Aşağıdaki sınıflama, tam olmamakla beraber en önemli süzgeç tiplerini kapsar.

1. Kum filtreleri, (a) açık, (b) basınçlı
2. Filtrepresler, (a) hücreli, (b) plaka ve çerçevesi, yıkamalı (açık boşalımlı tip), yıkamasız (kapalı boşalımlı tip)
3. Levha yapılı filtreler, (a) moore, (b) kelly, (c) sweetland
4. Döner devamlı filtreler, (a) silindirik, (b) tabaka yapılı, (c) üstten beslemeli
5. santrifüjlü, filtreler

1. Kum Filtreleri

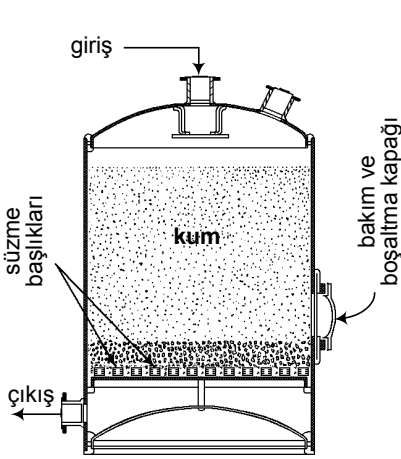
En basit süzgeç tipidir; alt kısmı deliklidir ve gevşek bir şekilde kumla doldurulmuştur, tahtadan yapılı ve bir fiçî şeklindedir. Bu tip filtreler uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Bugün kum filtreleri, daha belirli ve standart bir şekil almıştır. Bunlar özellikle sıvılar içerisinde bulunan az miktardaki katıların uzaklaştırılmasında kullanılırlar. Bu gibi durumlarda minimum bir yatırım ve gider karşılığı çok büyük hacimde sıvı süzülebilir.

Şekil-17, buhar kazanlarına verilecek veya benzer amaçlarla kullanılacak suların süzülmesinde yararlanılan basınçlı bir kum filtresini göstermektedir. Filtre tankının dibinde, ya ikinci bir tabana oturtulmuş veya çok katlı bir yatağa sağlam bir şekilde bağlanmış, çok sayıda süzme başlıkları vardır.

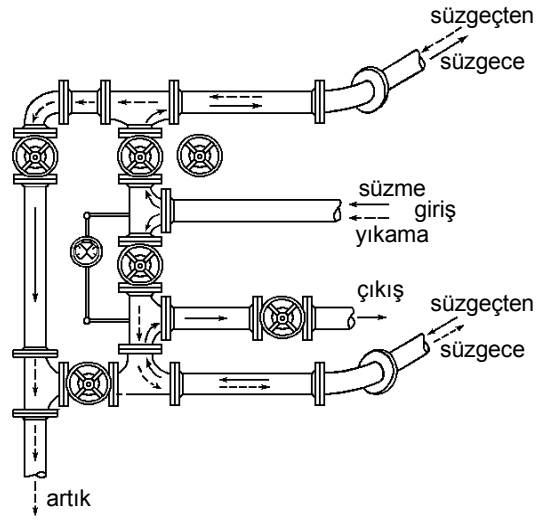
Başlıklar pirinçten yapılmıştır ve yan yüzeylerinde dar yarıklar bulunur. Süzgeçlerin üzerinde birkaç santimetre yükseklikte, orta büyüklükte, çakıl taşları veya taş kırıkları vardır. Bunun üzerinde ise, asıl filtreyi oluşturan kum yer alır. Kum tabakasının kalınlığı 0.6-1.2 m arasında olabilir. Süzme işlemi sırasında süzülmesi istenilen su, kum yatağının su akımı tarafından karıştırılmasını önlemek amacıyla, kum tabakasının üstündeki bir dağıtma levhasına gönderilir. Su, alt kısımdaki süzgeci geçerek dipte birikir ve buradan dışarı alınır. Sıvı içerisindeki katı parçacıklar (çökeltiler), süzmeyi yavaşlatacak şekilde bir tıkanmaya sebep olursa, ters yıkama yapılarak parçacıklar kumdan uzaklaştırılır; işlem, yıkama suyunu süzgecin altına göndermek ve bu suyun, aşağıdan yukarıya doğru yükselmesini ve esas giriş borusundan dışarı çıkmasını sağlayarak uygulanır. Bu şekilde ele geçen su,

bir işe yaramayan atık sudur. Bu tip kum filtreleri sadece, yukarıda açıklanması yapılan ters yıkama ile kumdan uzaklaştırılmaları mümkün olan katı parçacıkların (çözümlerin) süzülmesi için kullanılır. Jelatin yapısında olan veya kum taneciklerinin etrafını bir tabaka halinde saran ve ters yıkama ile uzaklaştırılmaları mümkün olmayan katı parçacıkların sıvıdan uzaklaştırılmaları için kum filtreler uygun değildir. Basıncılı kum filtrelerinin boru bağlantıları standardize edilmiştir (Şekil-18).

Buhar kazanları için besleme suyu sağlayan orta büyüklükte bir kum filtresinin kapasitesi, 8-16 litre/m² süzme yüzeyi alanı x dakikadır. Çok büyük hacimde suyun süzülmesi için, çok sayıda basıncılı kum filtresine gereksinim vardır. Bu nedenle açık veya hızlı süzen kum filtresi denilen diğer bir tip filtre geliştirilmiştir. Çalışma şekli genel olarak Şekil-17 de gösterildiği gibidir; ancak kum, kapalı bir şekilde yapılmış basıncılı tank yerine üstleri açık ve betondan yapılmış tanklar içerisinde bulunur. Bu tip filtreler daha çok şehir sularının süzülmesi için kullanılır. Ayrıca kağıt fabrikaları çok büyük hacimlerde berrak suya ihtiyaç duyarlar ve bu gibi yerlerde de üzerleri açık kum filtrelerinin kullanımları uygun olur.



Şekil-17: Basıncılı kum filtresi.



Şekil-18: Basıncılı kum filtresi boru bağlantıları.

Koagulantların (Pıhtılaştırıcılar) Kullanılması

Uzaklaştırılması istenilen madde miktarının çok az veya taneciklerin çok ufak olması gibi durumlarda, kum filtreleri yeterli olmaz. Organik maddelerin bulunduğu işlemlerde, kullanılan sudan ileri gelen bakteriyel enfeksiyon meydana gelebilir; bu amaçla kullanılan sular kum filtrelerinden süzülerek bakterilerden kurtarılamaz. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, süzmeden önce, su içine bir koagulantın ilave edilmesi ve bir müddet bekledikten sonra süzülmenin yapılması uygun olur. Koagulant ya demir(3) sülfat veya alüminyum sülfattır. Her iki tuz da suda hidroliz olarak demir ve alüminyum hidroksit yumaklar meydana getirirler. Bu yumaklar süspansiyon halinde katı parçacıkları ve hatta bakterileri absorblar. Oluşan ve bir kısım maddeleri absorblayan bu yumaklar, bir kum filtresi ile, süzülür.

2. Basıncılı Süzgeçler (Filtrepresler)

Filtrelerin en eski standart yapım şekli filtrepreslerdir. Bunların binlercesi endüstride kullanılmakta olup, çok değişik tipleri vardır; fakat bu değişiklikler, özellikleri üzerinde pek az etki yapar. Bu filtrelerin en önemli iki tipi: (a) hücreli filtreler, (b) plaka ve çerçeve filtrelerdir.

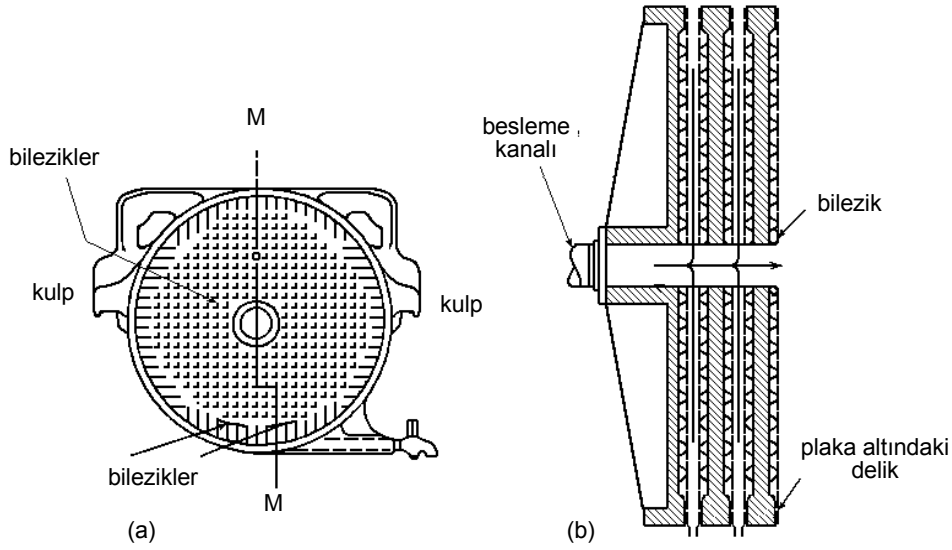
Hücreli Filtreler

Filtrepreslerin en basit ve en ucuz tipidir. Hücreyi meydana getiren bir levhanın önden görünüşü, Şekil-19(a) da verilmiştir. Şekilde MM doğrusu ile gösterilen kısma ait tipik bir kesit yapısı, Şekil-19(b) de verilmiştir. Esas dış görünüş, Şekil-19(a) daki plaka ve çerçeve filtre ile aynıdır. Dökme demirden yapılmış ağır ve sabit başlık, uygun bir çerçeveye oturtulmuştur ve üzerine gerekli boru bağlantıları bulunur. Bu başlıktan çıkan iki yatay çubuk, cihazın diğer ucundaki çerçeveye bağlanır. Bunlar AA kulpları yardımıyla plakaları taşırlar.

Plakalar genel olarak dökme demirden yapılır; uzunluğu 3-90 cm (çapraz olarak) ve kalınlığı 12 mm kadardır. Dış kenarlar esas plaka gövdesinden 10-25 mm yükseklikte bulunur. Plakalar kare veya daire şeklinde olabilir. Her plakanın merkezinde bir delik vardır ve beslemenin yapılmış olduğu başlık ile bağlantılıdır. Herbir plakanın üzerine, plakanın merkezindeki delik kadar büyüklükte bir delik açılmış olan süzgeç bezi geçirilir. Süzgeç bezi plaka üzerine bilezikler yardımı ile bağlanır; bilezikler birbirlerine ya vidalanırlar veya geçme yoluyla kilitletirlir. Bunlar kumaşı aşağı doğru çekerek gererler ve kumaşın (yaklaşık olarak Şekil-19(b) de gösterilene benzer) plaka etrafında şekillenmesini sağlarlar.

Tüm plakalar kumaşla kaplandıktan sonra, hemen arkasına ağır bir artçı plaka yerleştirilir. Plakalar, bir hidrolik basınç cihazı veya ağır bir vida yardımıyla sıkılarak biraraya getirilirler.

Süzgeç kumaşı, birbirine komşu olan plakaların kenarları arasında, conta vazifesi görür. Süzülmesi istenilen madde, bir pompa ile süzgeç başlığının merkezindeki kanala gönderilir ve süzgeç bezlerinin arasındaki bütün boşlukları doldurur.



Şekil-19: (a) Hücreli filtreprese ait bir plakanın, (b) plakanın MM nin, görünüşü.

Madde pompalanmaya devam edildiğinde, süzgeç bezini geçer ve plakalar üzerindeki oluklardan aşağıya doğru akar, plakaların alt kısmına açılmış deliklerden geçer ve çıkış bağlantılarına girer. Dışarı çıkışlar genel olarak açık bir oluğa boşalırlar. Basınç altındaki süzgeç bezi, Şekil-19(b) de gösterildiği gibi, plakaların yüzeyi üzerine doğru itilir.

Yükseltilmiş kenarların arasında meydana gelen boşluk, süzgeç bezi üzerinde toplanan katı parçacıkların oluşturduğu kek tarafından doldurulur. Kekin kalınlığı, yükseltilmiş kenarların yüksekliği ile sınırlanmıştır. Plakalar arasındaki boşluğu dolduracak kadar kek oluştuğunda, plakaları sıkıştıran vida gevşetilir, art plaka, taşıma çubukları üzerinde geri çekilir ve plakalar yerlerinden çıkarılarak kekten temizlenir.

Hücreli filtrelerin çok değişik tipleri vardır. Besleme, merkezdeki kanal yerine bir yan kanal yolu ile yapılabilir. Boşalma bağlantıları açık bir oluk yerine kapalı bir boruya verilebilir. Bu değişikliklerin hiçbiri çalışma ilkelerini etkilemez. Kekin süzgeç bezi üzerinden tamamen alınması oldukça zordur ve en önemli konu, süzgeç bezlerinde meydana gelen aşınmanın fazla olmasıdır.

Plaka ve Çerçevesiz Basıncılı Süzgeçler

Filtrepreslerin çok kullanışlı ve geniş bir kullanım alanına sahip olan şekli, plaka ve çerçevesiz (bazan yüz-yüze plaka da denir) filtrepreslerdir (Şekil-20a).

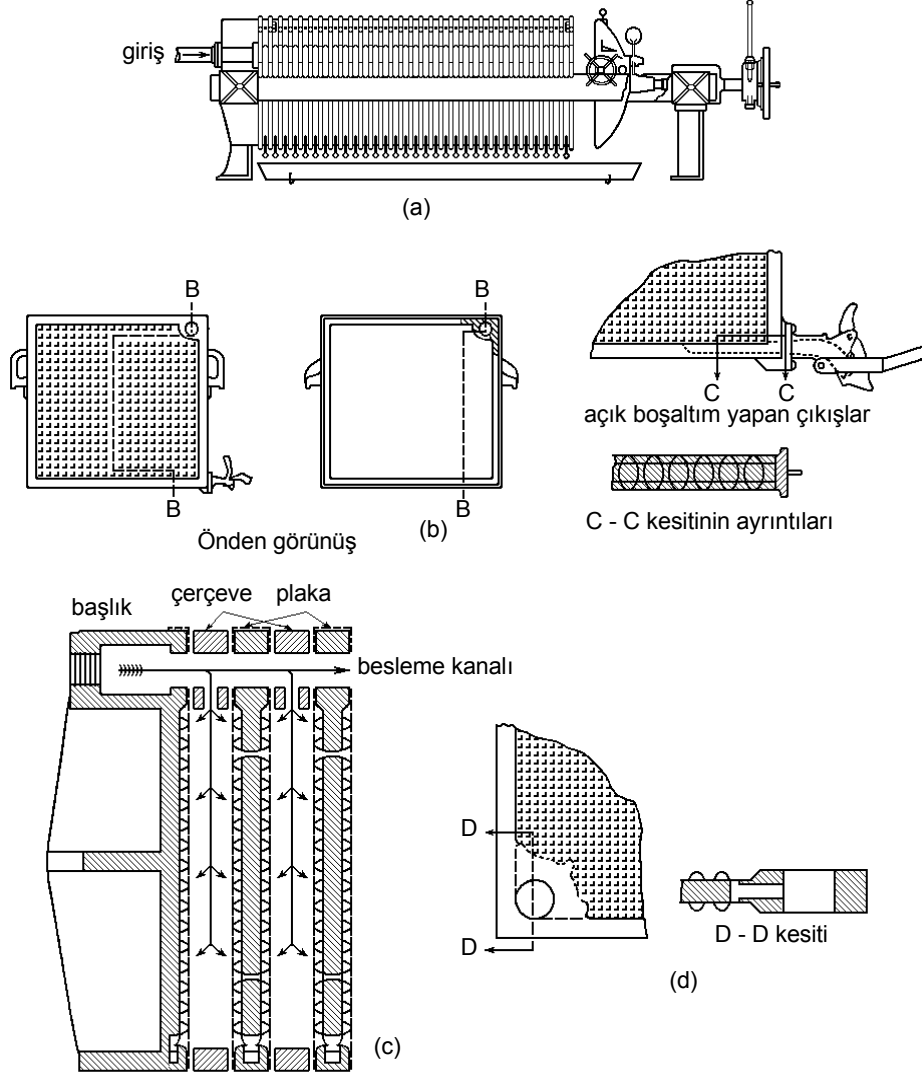
Plaka ve çerçevesiz süzgeç, kenarları biraz yükseltilmiş plakalar ve içleri boş çerçevelerden oluşur; malzemeler, hücreli filtrelerdekine benzer yapıda bir araya getirilmişlerdir. Bu tip bir filtrepresin kuruluşu sırasında her plakanın yüzü süzgeç bezi ile kaplanır, fakat çerçeveler kaplanmaz. Süzgeç bezleri üzerine de, plaka ve çerçevelerdeki bağlantılara uygun delikler bulunur; plaka ve çerçeveler bir araya getirildiklerinde, bu delikler bir uçtan diğer uca uzanan kapalı kanallar oluştururlar ve sabit başlıktaki kanala bağlanırlar. Açık olarak görünen kanal sadece çerçevesizinin içerisine açıktır, plaka üzerinde böyle bir delik yoktur. Plakaların alt kısmında, plaka yüzeylerini çıkış musluklarına bağlayan delikler bulunur. Süzüntünün filtre dışına çıkışı Şekil-20(b) de ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Süzülmesi istenilen madde besleme kanalı yoluyla filtreye pompalandığında önce bütün çerçeveleri doldurur. Besleme pompası madde göndermeye devam eder ve basınç artarsa süzüntü süzgeç bezini geçer ve plakaların yüzeyinden aşağıya doğru akararak, boşalma musluklarıyla dışarı atılır.

Filtrepres çerçeveleri dolduğu zaman plaka ve çerçeveler birbirlerinden ayrılır ve hücreli filtreler kısmında açıklandığı gibi temizleme yapılır. Bu şekildeki bir filtrepresde yıkama yapılamaz; çerçevelerden uzaklaştırılan kalıntıda bir miktar daha süzüntü vardır. Bu süzüntü istenilen veya istenilmeyen bir madde olabilir.

Şekil-20(c) de görülen açık boşalım düzeni en çok karşılaşılan süzme tipidir. Herbir plaka, gözle görülebilir bir miktardaki süzüntüyü toplama oluşuna boşaltır. Bu nedenle, bir süzgeç bezi delinecek veya süzüntü bulanık olacak olursa, cihazın bütününe çalışmadan alıkoymaksızın, sadece plakaya ait musluk kapatılabilir.

Süzüntünün sıcak veya uçucu olması, veya başka nedenlerden dolayı bu tip süzmenin uygun olmadığı koşullarda, süzüntüleri toplamak için sisteme besleme kanalına benzer bir kanal eklenir. Bu şekildeki bir kanal Şekil-20(d) de gösterilmektedir. Bu durumda süzüntü bulanık olacak olursa, bunun hangi plakadan

geldiğini öğrenmek mümkün değildir; bu, ancak cihazın açılıp, tek tek plakaların kontrol edilmesi ile anlaşılabilir.



Şekil-20: çeveli süzgeç; (a) süzgecin yandan görünüşü, (b) plaka ve çerçevelerin önden görünüşü, (c) b deki BB kesitinin ayrıntıları, (d) kapalı boşalımlı çıkışların ayrıntıları.

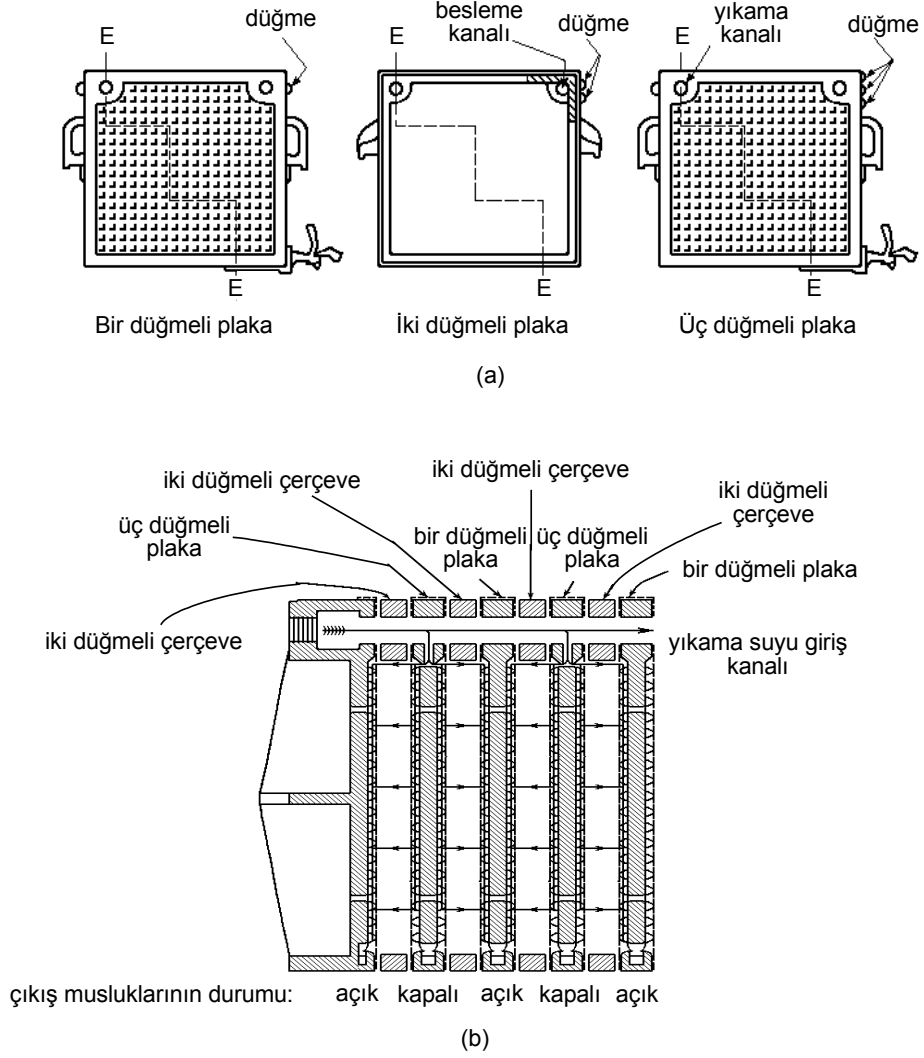
Yıkamalı Basınçlı Filtreler

Plaka ve çerçeveli filtrepresslerin hücreli filtrepresslere olan esas üstünlüğü, çöktirilerin yıkanabilmesidir. Yıkama yapabilen plaka ve çerçeveli bir filtrepress Şekil-21a da, EE ile gösterilen kesiti Şekil-21b de görülmektedir.

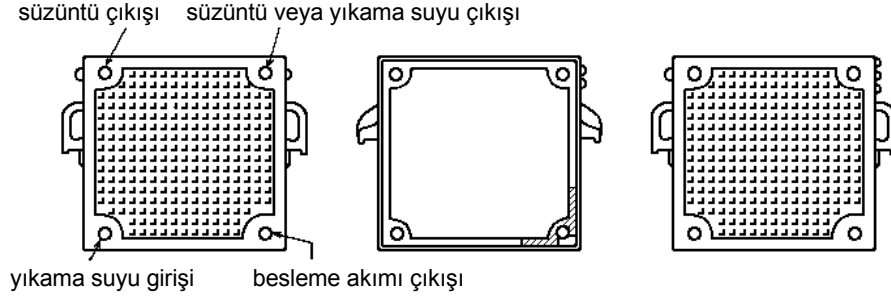
Şekil-21a da kanallarla olan bağlantıları yönünden birbirinden farklı yapıda iki plaka vardır. Bu iki cins plakayı ve çerçeveyi tanıyabilmek için, plakaların dışa gelen yan kenarlarına düğme şeklinde çukurluklar konur.

Filtrepressler 1-2-3-2-1-2-3- v.s., sırasını izleyecek şekilde düzenlenir. Farklı kanalların sabit başlık ile ayrı ayrı bağlantıları vardır. Şekil-21b, yukarıda açıklaması yapılan şekilde hazırlanmış bir filtrepressi göstermektedir. Süzme esnasında yıkama kanalı, filtrepressin başlığında bulunan bir valf yardımı ile kapatılır. Süzme işlemi, yıkama yapmayan, plaka ve çerçeveli filtrepresslerde olduğu gibi yürür. Pratik yönden limit değere ulaştığı ve iyice sıkışmış bir kek meydana geldiği zaman, besleme akımı bağlantıları ile bütün üç düğmeli plaka çıkış muslukları kapatılır ve yıkama kanalına su gönderilir. Yıkama kanalının, üç düğmeli plakaların her iki yüzü ile bağlantıları vardır. Bu nedenle su, plaka ile bütün bu plakaların yüzeyini örten süzgeç bezi arasına girer ve üç düğmeli plaka çıkış musluğu kapatıldığı için, sadece kek içerisinden geçip, bir düğmeli plaka yüzeyi üzerinde yukarıdan aşağıya doğru akar ve bu plakanın açık bırakılan musluğundan dışarı çıkar. Şekil-20c ve 21b yi karşılaştırdığımız zaman yıkama suyunun, kekin tüm kalınlığını geçtiğini görürüz. Halbuki süzme esnasında süzüntü, sadece kek kalınlığının yarısını geçer. Kekin meydana getirdiği bu ilave direnç, suyun üç düğmeli plakalar yüzeyinde düzgün bir şekilde dağılmasına ve keki düzenli geçmesini sağlar. Bununla beraber yıkama işlemi, yıkama suyunun girdiği köşe civarında daha iyi, diğer köşelerde ise daha zayıftır. Bunun bir sonucu olarak pek çok filtrepresslerde iki yıkama kanalı bulunur; bunlar, birbirlerine karşı köşelere yerleştirilmişlerdir. Filtrepress önce bir, sonra diğer yıkama kanalı yolu ile yıkanır.

Yıkama yapabilen plaka ve çerçeveli filtrepress aynı zamanda kapalı boşalımlı ise, iki ayrı boşalım kanalına sahip olmalıdır. Böylece üç düğmeli plakalar yıkama sırasında kapatılabilirler. Bu şekildeki bir plaka-çerçeve üçlüsü Şekil-22 de görülmektedir. Filtrepresslerde aynı zamanda soğutma veya ısıtma yapan kanallar da bulunabilir. Filtrepress yapımcılarının ürettikleri cihazlar birbirlerinden oldukça farklı ayrıntılara sahiptir. Bütün bu farklılıklar yapı yönündendir, ancak çalışma ilkeleri hemen hemen aynıdır.



Şekil-21: Bir yıkamalı filtrepresin, (a) yıkama sırasında plaka ve çerçevelerinin durumu, (b) E – E kesitinin ayrıntıları.



Şekil-22: Kapalı boşalımlı bir plaka ve çerçeveli filtrepresde yıkama işlemi.

Filtrepreslerin Yapıldıkları Malzemeler

Filtrepresler çoğunlukla dökme demirden, veya dökümü yapılabilen herhangi bir metalden olabilir; dökme demir daha ekonomik bir malzemedir. Dökme demiri aşındırıcı sıvıların süzülmesi halinde plaka çerçeveler kurşun veya lastikle kaplanarak kullanılabilir. Tümöyle tahtadan yapılmış filtrepresler de vardır. Tahtanın çarpılması veya çekmesi nedeniyle bu tip filtrepreslerin bakımlarının çok iyi yapılması gerekir.

Süzgeç bezi yapımında kullanılan malzeme, bir cins pamuklu dokumadır. İnce dokunmuş pamuklu kumaştan, kaba ve kalın dokunmuş bir yüzü tüylü pamuklu kumaşa ve hatta çuval bezine kadar değişik dokumalar kullanılabilir. Süzgeç bezinin ince olması istenilen bir özelliktir, fakat basıncın bezi yırtacak kadar yüksek olduğu yerlerde, üzeri ince pamuklu kumaş kaplanmış çuval bezi veya jüt kullanılır. Bazı yağların süzülmesinde, pamuklu kumaş yerine süzgeç kağıdı uygundur. Fakat kağıt en ufak basınçlara bile dayanmadığından, sağlam yapılı bir dokuma ile desteklenmelidir. Çok ince tellerden örtülmüş metalik süzgeç bezleri yapılmışsa da, uygulaması oldukça azdır; bunlar, daha çok levha yapısındaki filtrelerde kullanılırlar. Yeni bulunan naylon, vinlon ve fiberglas gibi sentetik ipliklerden yapılan süzgeç bezleri, pamuğa oranla kimyasal etkilere daha dayanıklıdır. Özel amaçlar için çok sayıda süzgeç bezi tipi geliştirilmiştir. En yaygın kullanım alanı olan filtrepresler dökme demirdendir.

3. Levha Yapılı Filtreler

Filtrepresler değişik süzme işlemlerine iyi bir şekilde uygulanabiliyorsa da fazla katı madde içeren büyük miktarlardaki sıvıların süzülmesinde ekonomik değildir.

Ayrıca filtrepreslerde yapılan yıkama işlemi sırasında kek içerisinde kanal olduğundan, az miktarda suyla yeterli bir yıkama sağlanamaz.

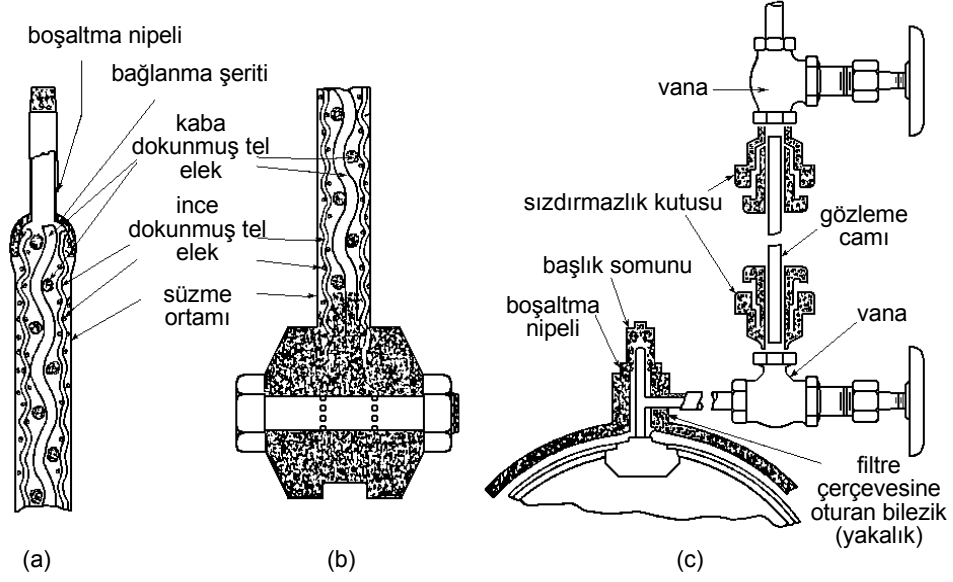
Bu kısımda açıklamaları yapılacak olan filtre tipleri, ilk önce metalurji endüstrisinde geliştirilmiştir ve yukarıdaki tiplerden daha az işçilik ister. Ancak bunların ilk yatırım giderleri daha yüksektir ve genel olarak karışık bir yapıya sahiptirler. Bu tip filtrelerin yapımı, filtre levhalarının geliştirilmesi ile mümkün olabilmektedir.

Filtre Levhalarının Yapısı

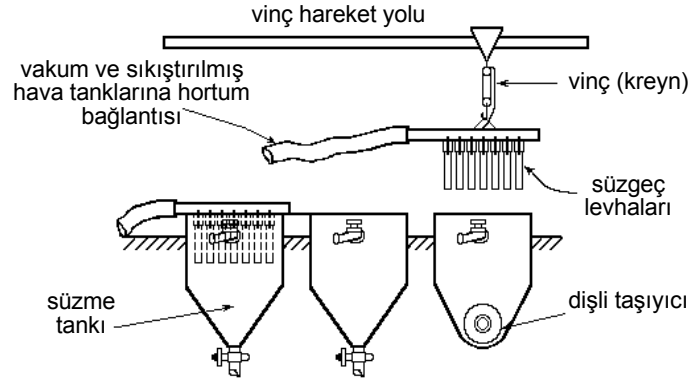
Bir filtre levhasının yapısı ve bağlantıları Şekil-23 de gösterilmiştir. Filtre levhasının çekirdek kısmı, yuvarlak veya dikdörtgen kesitli, kalınlığı fazla, geniş delikli ve çift kıvrımlı kaba bir tel elektir. Bunun üzerine, çoğunlukla destekleme amacı ile daha ince dokunmuş ikinci bir tel elek konulur, fakat bu durumda bile süzme için yeterli bir yapı elde edilemez. Bunların dış kenarları boyunca yer alan, U şeklinde bir kesite sahip ve hafif metalden yapılmış bir kenarlık, kaba ve ince elekleri birbirine bağlar. Bağlama kısmına, süzütünün uzaklaştırılması ve filtre levhasının asılmasını sağlayan bir nipel tutturulmuştur. Filtre tabakası üzerine bir süzgeç bezi geçirilmiştir; bu bez, tabaka kenarlarına sıkı bir şekilde dikilmiştir ve nipel çevresini saran bir yakalıklı tutturulmuştur.

Telden örülmüş süzgeç bezi, modern filtrelerde çok kullanılır. Basit bir şekilde örülmüş tel süzgeç bezleriyle çok ince bir yapı elde edilemez. Çok ince örülenlerin ise yeterli dayanıklılığa sahip olmadıkları görülür. Metalik filtreler, gevşek bir şekilde bükülmüş standart tellerden mümkün olduğu kadar sıkı bir şekilde örülür. Telden yapılmış süzgeç bezleri, sıkı bir tabaka meydana getirilecek şekilde dikilemediklerinden, yukarıda açıklanan U kesitli bir bağlayıcı kullanılır. Metalik süzgeç bezleri Şekil-23(b) de görülen çevresel kelepçelerle güvenli hale getirilir.

Her filtre levhası için bir gözetleme penceresi ve bir valf bulunur. Süzütünün bulanık geçtiği görüldüğü an valf kapatılır. Bu durum ve filtre levhasının güvenlik altına alınması, Şekil-23(c) de görüldüğü gibi yapılır. Süzgeç gövdesi üzerine oturtulmuş yakalıklı (bilezik) içerisinde geçen nipel, başlık somunuyla sıkıştırılır. Filtre kabuğunun iç kısmı ile nipel arası ve niple başlık somunu arası, contalar yardımı ile sıkı bir şekilde bağlanır. Nipel ve boşalım borusu arasına valfler ve gözetleme camı konulmuştur. Gözetleme camı, salmastra kutuları (sızdırmazlık kutuları) arasında yer alır. Üst valftan, alt boşaltma valfine uzanan bir bağlantı vardır.



Şekil-23: (a), (b) Filtre levhalarının yapılarını, (c) levhaların bağlantılarını, gösteren şematik diyagramlar.



Şekil-24: Moore filtresinin şematik görünümü.

Moore Filtresi

Moore filtresi, orijinal bir levhalı filtredir; siyanür prosesi uygulanmış maden filizlerinin süzülmesi için geliştirilmiştir. Filtre levhaları dikdörtgen şeklinde ve 3x4,5 m boylarındadır. Bu filtre levhalarından birkaç tanesi (100 kadar) bir çerçeveye asılır ve boşaltım bağlantılarının hepsi, genel bir boşaltım borusuna bağlanır. Bunların hepsine birden, filtre sepeti adı verilir ve hareketli bir vince (kreyne) asılı durumda bulunur (Şekil-24).

Süzülmesi istenilen madde, dikdörtgen tankların ilk sırasına pompalanır. Filtre sepeti bu tank içerisine daldırılır; sepet boşalım borusu, boşalım başlığına bir boru ile bağlanarak filtre levhalarına emme uygulanır. İstenilen kalınlıkta kek olduğu zaman sepetin tümü ve kek (emmeyi kesmeksizin) tanktan çıkarılır ve içerisinde yıkama çözültisi bulunan ikinci bir tanka doldurulur. Bir veya birkaç yıkama (derişik çözülti, seyreltik çözülti ve su) yapılabilir. Her yıkama için, sepet tanktan çıkarılır ve diğer tanka daldırılır. Son olarak, sepetinin iç kısmına basınçlı hava verilir. Böylece kek, filtre sepetinden uzaklaştırılmış olur. Filtre levhası su ile iyice yıkanır ve kek suyla tanktan alınır.

Bu filtrelerin değiştirilmiş bir şekline Butters filtresi adı verilir; tek bir tank ve sabit bir sepet kullanılır; yukarıda açıklamaları yapılan işlemlerin tümü bu tank içinde yapılır. Uzun yıllar Moore filtresi eski bir tip olarak düşünülmüşse de, son yıllarda hem çözültinin ve hem de katının çok fazla olduğu hallerde en ucuz süzme metodu olduğu görülmüştür.

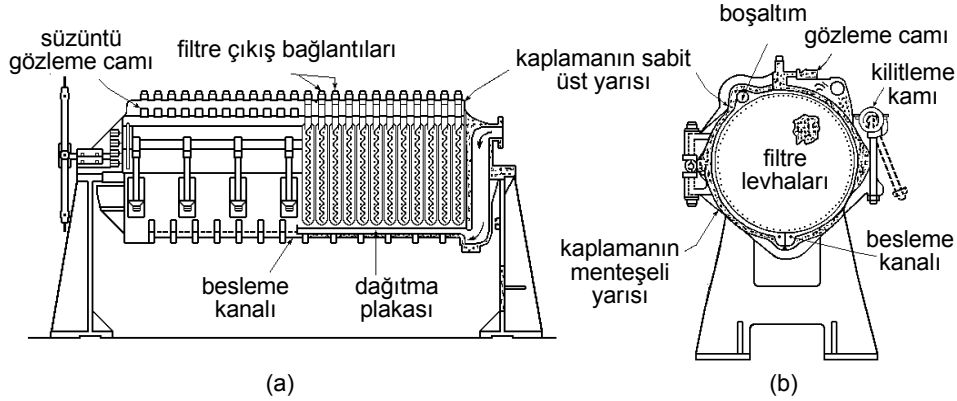
Kelly Filtresi

Levhalı filtrelerin diğer bir şeklinde levhalar, basınçlı bir tank içerisindedir ve levha boşalım borusu tankın baş kısmından dışarı alınır. Levhalar tank aksına (miline) düşey ve paraleldir. Başlık kısmı tanka, çabuk açılır bir cihazla bağlanır; bu cihaz levhaların tutulduğu bir çerçeveyi taşır. Tank hemen hemen yatay bir şekilde yerleştirilir ve bir ucunda, tortunun toplanması için bir çukurluk vardır. Kristal-ana çözültisi karışımı veya yıkama suyu tanka istenilen şekilde pompalanır. Kek birikip yıkandıktan sonra, başlık kısmı serbest bir duruma getirilir ve tortu çukuru üzerindeki filtre levhası katlanarak kaldırılır. Kekin filtre levhasından uzaklaştırılarak tortu çukuruna dökülmesi basınçlı hava ile yapılır. Ağırlık denkleştirilmesi, filtre levhası ve kek ağırlığı denk ağırlıktan fazla olacak, fakat filtre levhası ağırlığından kek ağırlığını çıkardığımız zaman elde edilen ağırlıktan az olacak şekilde yapılır.

Bir zamanlar Kelly filtreleri başarılı olmuşsa da, bugün daha kullanışlı filtreler bulunduğundan fazla kullanılmamaktadır.

Sweetland Filtresi

Sweetland filtresi levhali basınçlı filtrelerin geliştirilmiş bir tipidir. Bu filtreyi gösteren şematik diyagramlar Şekil-25(a) ve 25(b) de görülmektedir. Cihaz, esas olarak yatay bir silindirden meydana gelir; silindirin üst yarısı sabittir, alt yarı bir yanından menteşeli ve açılabilir yapıdadır. Filtre levhaları daire şeklindedir ve çaprazlama dizilmişlerdir. Bu, belirli bir filtre için fabrika deposunda sadece bir büyüklüğe sahip filtre levhalarının bulundurulması demektir. Oysa, Kelly filtrelerinde farklı büyüklüklerde filtre levhalarının bulundurulma zorunluluğu vardır. Filtre levhaları filtre gövdesinin üst yarısına asılıdır. Süzülmesi istenilen karışım, filtrenin alt kısmında yer alan besleme kanalına pompalanır ve delikli bir levha (dağıtma plakası) yardımı ile dağıtım yapılır. Süzüntü, filtre levhalarının yan yüzeylerinden iç kısma geçer.



Şekil-25: Sweetland filtresinin, (a) önden görünüşü, (b) kesiti.

Her filtre levhası süzüntüyü, üzerinde bir gözetleme penceresi bulunan bir boruyla genel boşalım borusuna gönderir. Süzüntüyü taşıyan ana boru filtre gövdesinin üst kısmında ve ona bağlanmadan yer alabilir. Bu durumda gözetleme camları yataydır ve kontrolleri kolaydır. Süzme işlemi tamamlandığında süzüntünün geçtiği yollardan yıkama suyu gönderilir. Şekil-25(b) nin sağındaki eksantrik (salgılı kasnak) gevşetilerek filtre boşaltılır. Bunun için silindirin alt yarısı açılır ve şekil-25(b) nin sol üst köşesinde bulunan kanalla su pompalanarak, kek filtre levhala-

rından uzaklaştırılır. Yıkama başlığı, dişliler ve el çarkı ile döndürülebilir ve nozuldan çıkan su jeti, filtre levhasının tümünü iyi bir şekilde yıkar. Kekin filtre levhalarından uzaklaştırılması, filtre alt yarısı açılmadan da yapılabilir. Kekin yıkama suyu yardımı ile filtre levhalarından uzaklaştırılması, şekilde gösterilen kanal (çıkış) yoluyla yapılır.

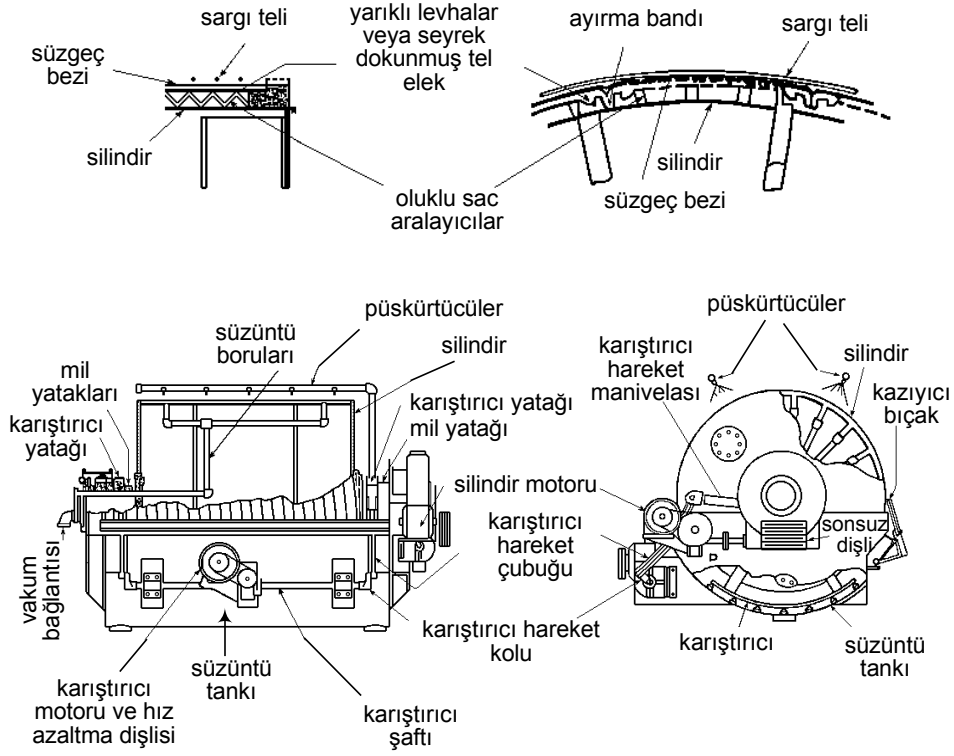
Sweetland filtreleri birim zemin yüzeyinde büyük süzme alanına sahiptirler, yıkama randımanları iyidir, işletme giderleri düşüktür ve filtrenin kullanılmayan alanı oldukça azdır.

4. Döner Devamlı Filtreler

Şimdiye kadar anlatılan süzme cihazları süresiz çalışırlar; bu durum filtre için bir dezavantajdır. Yaklaşık olarak 1906 yılında ilk döner devamlı filtre olan Oliver filtresi yapılmıştır. Daha sonra Oliver filtresinin prensiplerini kullanıp, sadece yapılaş şeklinde ufak değişiklikler yaparak, birbirinden farklı döner silindirik filtreler geliştirilmiştir. Döner silindirik filtrelerden başka, döner devamlı filtreler de vardır, fakat kullanım alanları döner silindirik filtrelerden daha azdır. Bunların bir tipinde yatay bir şaft üzerinde, şaft eksenine dik filtre levhaları bulunur. Şaft dönerken filtre levhaları süzülecek çözelti içerisine dalar, çıkar, kuruyuncaya kadar emilir ve üzerindeki kekten kurtarılır. Diğer bir tipte, alt kısmı büyük radyal filtre levhalarından yapılmış, çapı büyük döner bir yatay disk bulunur. Süzülecek karışım bir noktada bu plaka üzerine dökülür, süzülür, yıkanır ve kek kazıyıcılar yardımı ile uzaklaştırılır. Döner silindirik filtreler, döner devamlı filtrelerin en önemli tipidir.

Döner silindirik bir filtre (Şekil-26), levha şeklindeki bir metalden yapılmış bir silindirdir; silindirin çapı 3.0-4,5 m, uzunluğu 3.0-6 m arasındadır ve bir silindir yatağı tarafından taşınır. Süzülecek sıvı bir tank içerisinde bulundurulur. Silindirin yüzeyi, silindir eksenine paralel ve silindir gövdesine kaynaklanmış bantlarla kısımlara ayrılmıştır. Bantlar arasına, süzgeç bezini filtre yüzeyinden uzak tutmak için, bir cins yapı tipi konulmuştur. Şekil-26 de bu iş oluklu metalden dar bantlarla yapılır. Bunların üzerine, tel elekten veya üzerinde yarıklar bulunan bir metalden bir levha (F) yerleştirilir ve bağlanır. Bunlar süzgeç bezi ile örtülür ve süzgeç bezi spiral bir tel ile sarılır. Süzgeç bezi ayırma bantlarının oyukları içine kalafatlanabilir.

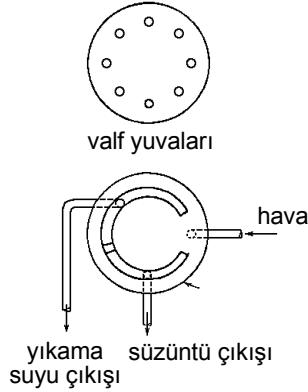
Her bölümde yer alan bir veya birkaç boru, silindir yatağının bir ucunu kapayan plaka üzerindeki deliklere bağlanmıştır; kapak plakası değiştirilebilir bir koruma levhası ile desteklenmiştir. K ve L delikleri ayrıdır.



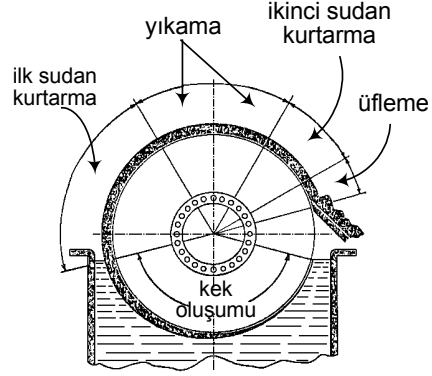
Şekil-26: Bir döner silindri filtrenin şematik görünümü.

Sabit olan valf plakası (M) ile, süzüntü toplayıcısı (kısmi vakum altında olan) arasında bağlantılar vardır. Sabit plaka üzerinde aynı zamanda basınçlı hava için de bağlantılar bulunur. Silindir çok yavaş, 1 rpm den daha az hızla bir motor tarafından döndürülür. Motor sonsuz şaftı (hız azaltıcı ve değiştirici bir takım cihazlar yardımı ile) ve şaft da, sonsuz dişli yardımıyla silindiri hareket ettirir. Yataklar üzerinde bulunan millere asılmış bir karıştırıcı, motor ve hız azaltma düzeni, şaft, kranklar, hareket çubuğu ve üç köşeli krank manivelasıyla sallanma hareketi kazanır. Silindir dönmeye başlar ve dönerken bir bölümü süzülecek sıvı içine dalar. Valf plakası ile ilişkisi bulunan ve değiştirilebilir plakadan geçen o bölüme ait boru, vakuma bağlanır. Böylelikle kek oluşur ve süzüntü, vakum başlığından geçerek, süzüntü toplayıcılarına gider. Su püskürtücüler keki yıkar. Valflar, süzüntü ve yı-

kama suyu, ayrı ayrı toplanacak veya bir akım halinde birleştirilecek şekilde yapılmıştır. Yıkama tamamlandıktan sonra, keke, vakuma uygulanır ve bu kısma ait boru (J), valf plakası üzerindeki basınçlı hava borusuna bağlanır; hava üflenerek kek, süzgeç bezinden ayrılır ve sonra kazıyıcı bıçak ile süzgeç bezinden uzaklaştırılır.



Şekil-27: Döner silindirik filtre valfinin şematik görünümü.



Şekil-28: Döner silindirik filtrenin bir dolanımını gösteren şematik diyagram.

Valfin yapısı Şekil-27 de şematik olarak gösterilmiştir. Valf tabanı veya koruma levhası silindire bağlıdır, onunla birlikte döner ve değiştirilebilir özelliktedir. Farklı kısımlara bağlanmış olan borular, bu valf tabanına açılırlar. Valf tabanındaki her delik, silindirin bir kısmına aittir. Sabit plaka, valf tabanına sıkı bir şekilde bastırılmıştır ve silindire birlikte dönmez. Bu plakanın süzüntü veya yıkama suyu çıkışları için bağlantıları vardır.

Bağlantılar süzüntü toplayıcılarına, onlar da emmeyi sağlayan vakum pompasına bağlanmıştır. Sabit plaka çevresindeki bir kanal, valf tabanı üzerindeki delikli plaka ile birbirlerine uygun gelecek şekilde birleştirilmiştir. Bu kanal, Şekilde iki kısma bölünmüş olarak gösterilmiştir; kısımlardan biri süzüntü çıkışına, diğeri yıkama suyu çıkışına bağlıdır. İki kısım arasındaki bölme, sıkı bir şekilde birbirlerine uyan takozlardan yapılmıştır; takozların durumu süzüntü ve yıkama suyu arasındaki ayrımı düzenlemek amacıyla değiştirilebilir. Basınçlı hava, sabit plakanın bir yüzeyinde bulunan, küçük üfleme deliğine bağlanır. Valf tabanı döndükçe filtrenin

çeşitli kısımları ile bağlantıya giren borular peşpeşe, önce süzüntü kanalının altına, sonra yıkama kanalının altına ve en sonra da üfleme kanalının altına girerler. Süzüntü ve yıkama suyu ayrı ayrı toplanabilir, fakat birleştirilmeleri daha uygundur.

Şekil-28 döner silindirli filtrenin bir kısmına ait dönüşü şematik olarak göstermektedir. Süzüntünün uzaklaştırılma periyodu sırasında kekten, oldukça fazla miktarda süzüntü emilir. Yıkama suyu, bir veya birkaç sıra yıkama nozulundan verilebilir; bu nedenle, yıkama kısmı Şekil-28 de gösterilenden daha geniş olabilir.

Yıkama suyunun uzaklaştırılma devresi yeteri kadar uzun tutularak, (örneğin tuz için) içinden oldukça fazla miktarda hava geçirilir. Üfleme periyodu kısa tutulur ve çoğu kez hava yerine su buharı verilir. Hava süzme ortamının (bez veya levha) soğumasına ve oluşan kristallerin (süzüntünün soğuması ve buharlaşması nedeniyle), filtre yüzeyine yapışmasına yol açar.

Döner silindirli filtrelerin bir kısmında, özellikle yapışkan kek ile çalışanlarda, tel tel boşaltma yöntemi uygulanır. Filtre, çok sayıda sonsuz banttı oluşmuştur ve bantlar arasında 12 mm açıklık bulunur; bantlar, süzgeç bezinin üzerinden ve filtre silindirinin etrafından geçerler. Sonsuz bantlar kazıyıcı bıçağa yaklaştıkları zaman, ufak çapa sahip ayrı bir silindir yardımıyla, esas filtre silindirinden ayrılırlar. Bantlara yapışan kek, bu borularla birlikte filtre silindirini terk eder ve bantlar küçük silindir üzerinden geçerken, kek parçalanır. Bantlar, kazıyıcı bıçağın hemen altındaki bir yerde bulunan ikinci bir ufak silindir üzerinden geçer ve bu, maddeyi ana silindir yüzeyi üzerine gönderir. Tel tel boşaltma uygulandığı zaman, kazıyıcı bıçak kullanılmaz. Bazı hallerde bantlardan kurtulan kek, bir tünel kurutucu içinden geçen bir taşıma bandına boşaltılır.

Tel tel boşaltmanın uygulandığı birçok durumlarda, filtreye, silindir çevresinin dörtte biri veya daha fazlasını kaplayan ve kek üzerinde yürüyen kısa ve sonsuz bir bant eklenir. Bant, filtre silindiri üzerindeki ufak silindirler üzerinden geçerek, dolanımını tamamlar. Yay ile gerilmiş ufak silindirler yardımıyla kek üzerine bir basınç yapılır ve bant keke yapıştırılır; böylece kekin sıkışması ve sudan daha iyi temizlenmesi sağlanır.

Döner devamlı filtreler her türlü süzme işlemini yapabilecek şekilde geliştirilmişlerdir. 3-6 mm kalınlıkta kek meydana getirebilecek, çok ufak taneli veya jelatin yapısındaki çökeltilerin süzülmesinden, 10 cm kalınlıkta kek meydana getiren tuz çökeltilerinin süzülmesine kadar uzanan geniş bir kullanılma alanına sahiptirler.

Çözelti sıcak olduğunda filtrenin çalıştırılması her ne kadar zorsa da, kaynama sıcaklığı yakınında bulunan çözeltileri bile bunlara süzmek mümkündür. Tuz gibi gözenekli yapıdaki kekler durumunda az bir basınç düşüşüyle büyük hacimlerde hava kek içinden geçirilir. Çok büyük çıkışlı valflar kullanılır; valf disklerinin çapları, filtre silindirin çapı ile karşılaştırılabilecek kadar büyüktür. Filtre silindirinin altındaki tankta bulunan sıvıdaki katı parçacıklar çökeltme eğilimi gösterirler ve bundan dolayı, bu tip filtrelerin pek çoğunda çözeltileri süspansiyon halinde tutmak için uygun bir karıştırıcı kullanılır. Ağır maddeler durumunda mekanik karıştırıcıların yerine, çökeltinin karıştırılması süzüntü jeti ile sağlanır.

Üstten Beslemeli Filtreler

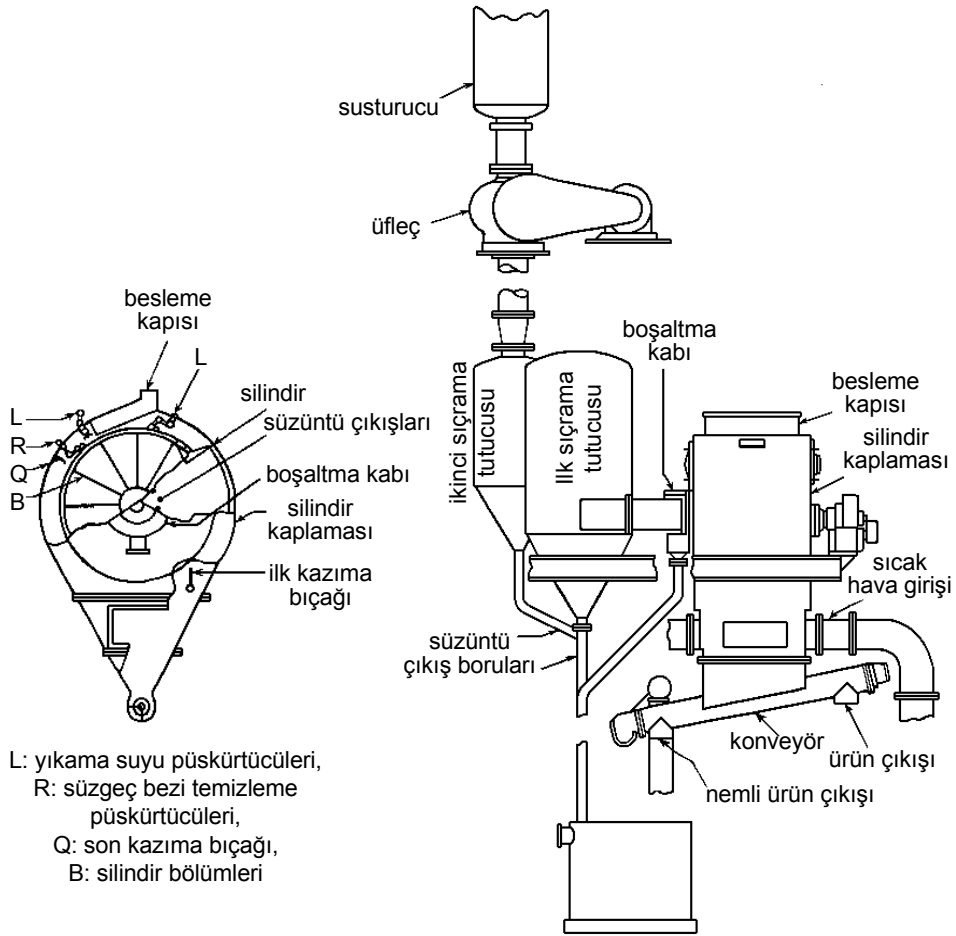
Kaba yapılı kristalize maddelerle granül yapısındaki çökeltiler, standart döner silindiri vakum filtresinde süzülemezler; çünkü bu koşullarda silindirin alt kısmında kek oluşumu çok zorlaşır. Bu gibi maddeler için üstten beslemeli filtreler (Şekil-29) kullanılır.

Filtre silindiri(A), Şekil-26 da açıklanana benzer bir süzme yüzeyine sahiptir. Süzüntü bölümleri, çevre etrafında toplanmış derinliği az bölümler olmak yerine, filtre silindirin bütünü dolduran bölümler halindedir. Filtre silindirin tümü, Şekil-26 deki bantlar(D) yerine, merkezden çevreye doğru uzanan bölmelerle, kama şekilli kısımlara ayrılmıştır. Kama şekilli bu bölmelerin her birinin alt kısmında bir çıkış deliği(C) bulunur.

Üstten beslemeli filtrelerde valf plakası yoktur; her delik süzüntüyü, dönme sırasında boşaltma kabına gönderilir. Boşaltma kabında toplanan süzüntü depolama tankına akar. Barometrik sızdırmazlık sağlamak amacıyla filtrenin altındaki süzüntü depolama tankının yeterli uzaklıkta bulunması gerekir. Hava püskürtülmüş zerrecekler, ilk sıçrama tutucusuna teğetsel bir giriş borusu ile geçer ve gerekirse ikinci bir zerrecek tutucusu konulur. Bu cihaz, damlacık tutucularına benzer bir yapıdadır. Buradan geçen hava bir üflece(H) girer ve hava susturucusu yoluyla dışarı atılır.

Boru içinde taşınabilir durumda olan süzülecek madde, besleme kapısından cihaza girer ve filtre silindiri yüzeyine yayılır; meydana gelen kek yeterli bir gözenekliğe sahip olduğundan, süzme işlemi kısa bir zamanda tamamlanır. Sonra L püskürtücüsünden püskürtülen su ile hafif bir yıkama işlemi yapılır ve kek tekrar kurutulur. Filtre silindirinin tümü, metalden bir koruyucu içindedir. Üfleç tarafından meydana getirilen emme, N bağlantıları yoluyla bu koruyucu içinden sıcak hava

akımının geçmesini sağlar. Hava uygun bir ısıtıcıda (doğrudan doğruya gaz veya sıvı bir yakıtla) birkaç yüz dereceye kadar ısıtılabilir. Kurumuş kristallerin dış tabakası P kazıyıcısı ile ve geri kalan kısımlar Q kazıyıcısı ile filtre yüzeyinden alınır. R nozulundan püskürtülen süzöntü jeti, süzgeç yüzeyini olduğu kadar yüzeye yapışıp kalan kristalleri de yıkar. Her iki kazıyıcının filtre yüzeyinden aldığı kristaller filtre alt kısmına düşer, vidalı bir konveyör ile taşınır ve T borusuyla cihaz dışına atılır.



Şekil-29: Üstten beslemeli bir filtrenin şematik diyagramı.

5. Santrifüjlü Filtreler

Gözenekli (poröz), kek oluşturulabilen katılar sıvılardan santrifüjlü süzme yoluyla ayrılabilirler. Katı-sıvı karışımı (slury), delikli duvarları olan ve dönen bir sepete beslenir. Delikli duvar metal veya kanaviçe tipte bir bezle kaplanmıştır. Santrifüj kuvvetlerin yarattığı basınç sıvının süzme ortamından geçmesini sağlar; katı kısım bez veya gözenekli metal üzerinde kalır. Besleme kesildiğinde sepet kısa bir süre daha döner ve katı kısımda kalan sıvının büyük kısmı filtreden geçer; böylece bir filtre press veya vakumlu filtreden daha kuru bir kek elde edilir. Bundan sonra kekin ısıtma anlamında kurutulma işlemi yapıldığında önemli derecede enerji tasarrufu sağlanmış olur.

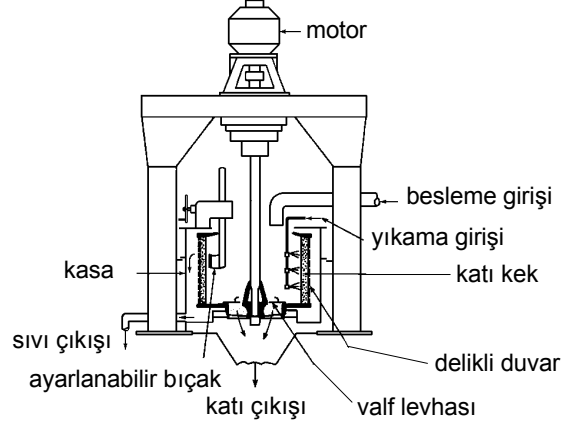
Santrifüj filtreler. (a) asılı ve süreksiz, (b) otomatik kısa-süreli ve süreksiz, (c) otomatik sürekli konveyer tipte olmak üzere başlıca üç grupta toplanabilir. Asılı tipte cihazlarda süzme ortamı kanaviçe dokulu veya yün kaplı metaldir. Otomatik sistemlerde ince metal elekler kullanılırken, konveyör santrifüjlerde süzme ortamı, delikli olan sepet duvarıdır.

Asılı Tip Süreksiz Santrifüjler

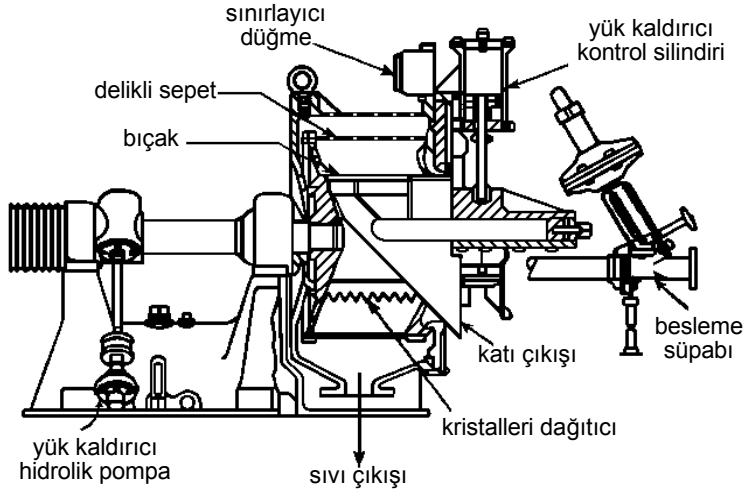
Endüstride kullanılan üstten asılı bir santrifüj cihazı Şekil-30 da görülmektedir. Delikli sepet 30-48 in çapında, 18-30 in derinliğinde, dönme hızı 600-1800 rpm aralığında olabilir. Döndürme şaftı, doğrudan sepete bağlanmıştır. Sepet duvarı filtre ortamı ile kaplıdır. Besleme karışımı şekilde görülen uçtan verilir. Süzüntü filtre ortamından geçer ve boşaltma borusuyla dışarı çıkarılır. Sepetin içinde kalan katı kısım 2-6 inç kalınlığındadır. Katıdan yıkama sıvısı geçirilerek kalan sıvı kısmın da alınması sağlanır. Sonra kekin mümkün olduğu kadar kurutulması için daha yüksek dönme hızları uygulanır. İşlem bitince motor bir fren sistemiyle durdurulur.

Sepet 30-50 rpm gibi çok düşük bir hızla dönerken, bir bıçak yardımıyla katı kısım filtre ortamından ayrılır, sepet içinde toplanır ve dışarı alınır. Filtre bezi temizlenerek yeni bir süzme işlemine hazırlanır.

Üstten asma sepetli santrifüjler şeker rafinasyonunda çok kullanılır. Herbir yük için 2-3 dakika gibi kısa süreli bir çalışma yeterlidir. Saatteki süzme kapasitesi 5 ton dolayındadır. Şeker endüstrisi dışındaki uygulamalarda 10-30 dakikalık çalışma periyotları ve 700-4000 lb katı/saat kapasiteler de kullanılmaktadır.



Şekil-30: Üstten asma sepetli bir santrifüjün şematik görünümü.



Şekil-31: Otomatik kesikli bir santrifüjün şematik diyagramı.

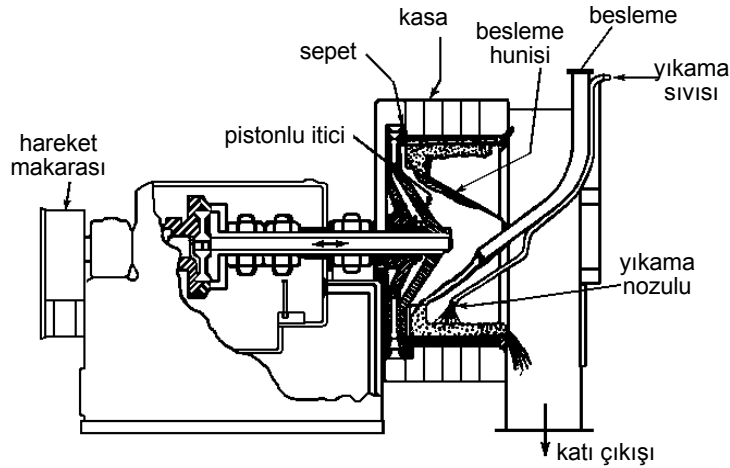
Otomatik Süreksiz (kesikli) Santrifüjler

Şekil-31 de kısa-sürelî, kesikli ve otomatik bir santrifüj görülmektedir. Böyle bir makinede sepet, yatay bir eksen etrafında sabit hızla döner Besleme karışımı, yıkama sıvısı ve elek çalkalama sıvısı, belirli zaman aralıklarıyla sepete sırayla verilir. Periyodik olarak yükselen bir bıçak, toplanan keki keserek boşaltma oluğuna gönderir. Çalışma sırası süreleri bir zaman ayarlayıcı ve selenoidli valfla sağlanır. İstenildiğinde bu süreler artırılıp azaltılabilir.

Sepet, 20-42 in çapındadır. Bu santrifüjler serbest-akışlı kristallerin süzülmesinde yüksek verimlidirler. 150 mesh den ince ince taneler içeren karışımların süzülmesinde uygun değillerdir. Kaba kristaller durumunda çalışma süreleri 35-90 saniye kadar kısadır; bu nedenle sürekli üretim tesislerinde kullanılabilirler. Ayrılan katı kısmın miktarı az olacağından, yıkama ve temizleme için gereken sıvı da fazla olmaz. Bu tip sistemlerde kesici bıçağın kristalleri bozma veya parçalama olasılığı fazladır.

Sürekli Santrifüjler

Kaba kristallerin sürekli santrifüj işlemiyle ayrıldığı pistonlu konveyör (taşıyıcı) tip bir santrifüj Şekil-32 de görülmektedir.



Şekil-32: Pistonlu-konveyör (taşımalı) tip sürekli bir santrifüj.

Santrifüj sepeti delikli ve döner; besleme döner bir huniden yapılır. Böyle bir huni kullanılmasının amacı, beslemeyi kesmeden hızlandırmaktır. Besleme karışımı, sepetin döndüğü eksenindeki sabit bir borudan huninin küçük ucuna verilir, buradan büyük uca kadar giderken akış hızı artar ve sepete girer. Sepet duvarı yünlü bir metal yüzeyle kaplıdır. Oluşan kek 1-3 in kalınlığındadır. Bu tabakanın filtre yüzeyinden ayrılması pistonlu bir iticiyle sağlanır. İtici darbeler uygulayarak kristallerin süzme yüzeyinden ayrılıp sepete düşmesini sağlar. Sepetteki katı kısım toplayıcıya akar.

Süzme İşlemi

Endüstride karşılaşılan süzülecek maddeler tanecik (granül) yapısında, bastırılmaz halde, kolaylıkla süzülebilir veya yapışma karakteri gösteren cinsten, bastırılabilir kolloidler halinde, süzgeç bezini veya filtre levhasını tıkayacak tipte ve daha farklı durumlarda olabilir. Süzülecek maddenin (bulamaç, hamur veya süspansiyon) en önemli özelliği yapısıdır. Örneğin, tanecik yapısında, serbest veya kolloidal yapıda, veya yoğun tipte olabilir. Baryum sülfat veya kalsiyum karbonat çökeltilerinin süzülmesi, demir(3) hidroksitinin süzülmesinden farklıdır. Süzülecek maddelerin ikinci önemli özelliği de, bastırılıp bastırılmamasıdır. Süzülmesi istenilen madde bastırılmayacak karakterde ise, kekin göstereceği direnç basınca önemli derecede bağlı olmayacaktır. Oysa madde bastırılabilir bir karakterde olursa, birim kalınlıkta kekin göstereceği direnç, basınç arttıkça hızla artar. Genel olarak, tanecik yapısındaki çökeltiler hemen hemen bastırılmaz bir karakter gösterirler.

Basıncın Etkisi

Genel olarak süzgeç bezinin kendisi, nadiren de olsa, gerçek bir süzme ortamıdır. Süzgeç bezlerinin ve çökelti parçacıklarının fotomikrografik (mikroskopla büyütülmüş şeylerin fotoğrafını çekmek) incelenmesi, çökeltilerdeki ortalama parçacık büyüklüğünün süzgeç bezlerinin ortalama gözenek büyüklüğünden oldukça küçük olduğunu göstermiştir. Gerçek süzme ortamı, süzgecin yüzeyi üzerine oturan ilk çökelti taneciklerinin meydana getirmiş oldukları tabakadır. Bu sebeple, ilk tabakanın meydana gelmesi süzme işleminin güvenliği yönünden büyük önem taşır.

Basınç altında çalışan levhalı filtreler (filtrepresler), çok sayıdaki yöntemlerden biriyle çalıştırılabilirler. Bunların içinde en basit olanı, süzme işleminin başlangıcında uygulanan basıncın, işlemin sonuna kadar sabit tutulduğu durumdur. Yöntemin dezavantajları vardır. Bunlardan birincisi, başlangıç basıncının yüksek ol-

ması halinde süzgeç bezi veya levhası tarafından tutulan çökelti parçacıklarının gözenekleri sıkı bir şekilde tıkanması ve süzme işleminin geri kalan kısmında düşük bir süzüntü debisine yol açmasıdır. İkinci dezavantaj, çökelti parçacıklarının homojen bir yapı ve büyüklük göstermemeleri (kristal ve kolloidal yapıda parçacıkların bir arada bulunmaları) halidir; bu durumda yüksek basınç, çökeltinin kolloidal kısmını, kristal kısım tarafından oluşturulan ilk çökelti tabakası arasındaki boşlukları doldurmaya zorlar ve süzüntü debisinin önemli derecede azalmasına sebep olur. Diğer taraftan başlangıçtaki basınç düşük tutulacak olursa, çökeltmiş tanecikler tarafından süzgeç ortamı üzerinde meydana getirilen ilk tabaka gevşek yapılı ve gözenekli (poröz) olur, yüksek bir süzüntü debisi elde edilir. Bu durumda çökelti tabakası, süzgeç bezinin veya levhasının deliklerini doldurmaz ve oluşan kekin süzgeç bezinden temiz bir şekilde ve kolaylıkla alınması mümkün olur. Başlangıç basıncının düşük olması, filtreden geçecek ilk süzüntünün bir miktar bulanık olmasına yol açar. Ancak bulanıklık çok kısa sürer, buna karşılık yüksek bir süzme debisi ve dolayısıyla büyük bir süzme kapasitesi elde edilir.

Diğer bir yöntem düşük basınçla başlayıp, kek tarafından gittikçe arttırılan dirence karşı devamlı basınç arttırarak, hemen hemen sabit bir süzüntü debisi elde etmek ve süzme işleminin sonunda maksimum basınca erişmektir. Bu metodun güçlüğü, maksimum basınca süzme işleminin sonunda ulaşılması ve bu nedenle, süzme işleminin büyük bir kısmında maksimum kapasitenin altında bir kapasiteyle çalışılmasıdır. Bugün yaygın olan ve sabit basınçta süzme işleminin güçlüklerini kaldıran diğer bir yöntem şu şekildedir: süzmenin ilk kısmında sabit süzüntü debisi elde edilecek şekilde basınç uygulanır; süzgeç bezi kek tarafından iyice örtülüp, süzüntü berrak bir şekilde geçmeye başlayınca, basınç maksimum değerine yükseltilir ve süzme bu sabit basınç altında tamamlanır. Süzme işleminin sabit basınçta veya sabit debide yapılmasının relatif üstünlüğü, çökeltinin tanecik veya kolloidal yapıda veya bunların bir karışımı halinde olmasına bağlıdır.

Tamamen bastırılabilir özellikte olan maddelerin süzülmesinde, basıncın arttırılmasıyla akım debisinin de artması, mutlak olarak doğru değildir. Düşük basınçlardaki çalışmalarda, basıncın biraz arttırılmasıyla süzüntü debisi azalır. Basıncın arttırılmasına devam edilecek olursa bu iki faktör, birbirlerine eşit olma eğilimi gösterir ve belirli bir optimum basınçta süzüntü debisi azalır. Açıkça görüldüğü gibi, süzme işlemi optimum basıncın altındaki bir basınçta yapılmalıdır.

Filtre Yardımcı Maddeleri

Süzme sırasında güçlükler gösteren maddeler için, çok sayıda filtre yardımcı maddeleri kullanılır. Filtre yardımcı maddeleri sert yapılı, çok ince öğütülmüş, sağlam katı parçacıklardır ve bastırılmaz bir özelliğe sahiptirler. Bugün için endüstride kullanılan en önemli filtre yardımcı maddeleri kizelgur veya diatome toprağıdır. Bunlar denizlerde yaşayan ve diatomlar diye adlandırılan çok ufak organizmaların silisli iskeletlerinden oluşmuşlardır; iskeletler hemen hemen saf silisyum dioksittir, çok ufak tanecikler halindedir,

son derece kompleks bir yapı gösterirler ve kolloidlerin absorblanmasını sağlayan çok geniş yüzeylere sahiptirler. Toprakta yumuşak kayalar halinde çıkarılır ve filtre yardımcı maddesi olarak kullanılmak amacıyla toz haline getirilirler. Bir kısım diatomlu topraklar, kolloidleri absorblama güçlerini arttırmak amacıyla özel işlemlere tabi tutulurlar.

Çok büyük absorblama yüzeyine ve sağlam bir yapıya sahip olmaları nedeniyle oldukça etkili bir filtre yardımcı maddesidir. Ayrıca, tanecik yapısı ve bastırılmaz özelliğe sahip bir maddenin bastırılabilir bir madde (bulamaç, çökelti veya çamur yapısı gösteren) içerisine katılmasıyla da faydalı sonuçlar alınır. (çöktürülmüş kalsiyum karbonat veya bir kristalize çökelti kullanılabilir).

Filtre yardımcı maddeleri üç yonteme göre kullanılabilirler. Birincisi, filtre yüzeyinin bu maddelerle önceden kaplanması veya süzülecek madde filtreye pompalanmadan önce, filtre yüzeyinde bu maddelerin ince bir tabakasını meydana getirmektir. Bu şekildeki bir ön işlem, süzülecek maddede bulunan kolloid parçacıklarının süzgeç bezinin veya filtre levhasının gözenekleri içerisine girmesini ve dolayısıyla süzgeç direncini yükselmesini önler, süzme sonunda kekin uzaklaştırılmasını kolaylaştırır. Süzme işlemi, süzgeç bezi veya filtre levhasından daha çok bu filtre yardımcı maddesi tarafından yapılır. Bu metod daha çok, süzme, madde üretiminin son işlemi olduğu yerlerde, bir kek meydana getiremeyecek kadar az olan bulanıklıkları gidermek amacıyla uygulanır.

İkinci yöntemde filtre, yardımcı maddesi, belirli bir yüzde oranında, süzülecek maddeyle iyi bir şekilde karıştırdıktan sonra, filtreye pompalanır.

Filtre yardımcı maddelerinin varlığı, filtre yüzeyine oturacak çökeltinin geçirgenliğini artırır, bastırılabilmesini azaltır ve süzme işlemi sırasında kek direncinin artmasını önler.

Filtre yardımcı maddelerinin kullanılışındaki üçüncü metot, önceden özel olarak bu yardımcı maddelerle örtülmüş filtrelerin kullanılmasıdır. Bu metot, daha çok vakum altında çalışan, döner silindirik filtrelerde uygulanır. Filtre yardımcı maddesi ve sudan oluşan bir karışım, filtre üzerinde 5 cm veya daha fazla kalınlıkta bir tabaka meydana gelinceye kadar, filtreye pompalanır. Bundan sonra süzülmesi istenilen madde filtreye beslenir. Kazıyıcı bıçak iyi bir şekilde ayarlanarak, çökelten maddenin hepsini ve filtre yardımcı maddesinin çok ince bir tabakasını (her dönüşte 0.01-0.005 mm) kazıyarak filtreden alır. Kazıyıcı bıçak otomatik mikrometreye sahiptir ve filtre yardımcı maddesine ait olan tabaka tükeninceye kadar ilerlemesine devam eder. Bundan sonra süzme işlemi durdurulur, yeniden bir filtre yardımcı tabakası meydana getirilmesi işlemi yapılır. Böyle bir işlem için bir saatlik bir çalışma yeterli olduğu halde, tabakanın dayanma süresi bir gün ile birkaç hafta arasında değişir. Bu yöntem, bir tabaka oluşturamayan, fakat filtre yüzeyinden uzaklaştırılmak istenilen, jelatin yapısında veya yapışkan çökeltilerin süzülmesi için kullanılır.

Filtre yardımcı maddelerinin özellikleri bu yöntemin kullanımını sınırlar; yöntem, sadece kekin gereksiz olduğu durumlar için uygundur. Filtre yardımcı maddesinden çökeltinin ayrılması, ancak kimyasal yöntemlerle yapılabilir.