

Durultma Güzelleştirme

PROF. DR. AHMETÇOLAK

PROF.DR. MUSA AYIK

6. Durultma ve Güzelleştirme

Bu bölümde, sıvı gıda ürünlerinin ve gaz (hava) akışkanların içerisinde, istenmeyen katı parçacıkların ayrılmasında yararlanılan tesis ve makineler incelenecektir. Öncelikle de, meyve suyu üretimindeki durultma işlemi üzerinde durulacaktır.

Berrak tip meyve suyu üretiminde, presten geçirilen meyva suyunun içindeki kolloidal ve dispers haldeki katı parçacıkların ayrılması, durultulması gerekir. Kolloidal parçaların en önemlisi ve çoğunluğu pektin olup, bu madde meyva suyunda sürekli yüzme konumunda kaldığından, durultma işini güçleştiren ana unsurdur.

Durultma işi genel olarak doğal yada yapay yoldan gerçekleştirilebilir. Doğal durultma, meyva suyunda çok az miktarda bulunan metil esterin, pektini uzun sürede çökeltmesiyle sağlanır. Doğal durultma süresinin çok uzun olması ve bu sürede meyva suyunda istenmeyen değişmelerin (bozulma, fermantasyon vb.) belirlenmesi nedeniyle, bu yol endüstriyel uygulamalarda geçerli değildir.

Yapay yoldan durultma ise: kimyasal, biyolojik ve mekanik yöntemlerle gerçekleştirilmektedir.

Kimyasal yöntemle durultmada, meyva suyuna, koloidal parçalar ile kimyasal reaksiyona girerek ayrılmayı sağlayan bazı kimyasal maddeler (jelatin, silisik asit vb.) karıştırılır. Ancak, kullanılacak kimyasal maddeler sağlığa zarar vermemeli ve meyva suyunun kalitesini bozmamalıdır.

Biyolojik durultmada enzimsel reaksiyonlar hakimdir. Örneğin, bazı küf mantarları petkine etkili olan enzimler üretmektedir. Bu enzimler, petkini küçük moleküllere ayrıştırırlar. Böylece, meyva suyu çözeltisinin viskozitesi azalarak, durultulur. Uygulamada, beher litre meyva suyu için 0,05 ... 3,0 gram enzim preparatı kullanılmaktadır. Enzimlerin sıcaklığa dayanım yeteneklerine bağlı olarak, durultma işi 1 ... 2 saatte gerçekleştirilebilmektedir.

Biyolojik enzim preparatları katı yada sıvı tip olabilir. Katı olanlar, kepekli (pirinç, fasulye kepeği) küf mantarlarının kurutulmuş şeklidir. Sıvı tip ise, konsantre kepek kültürüdür.

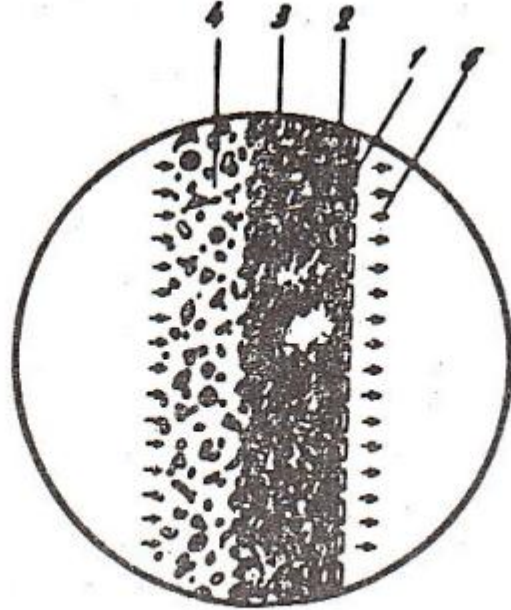
Biyolojik durultmada iki yol izlenebilir. Birincisi; enzim preparatı, presleme işinden önce mayşeye eklenir. İkincisi ise: preparat preslemeden sonra elde edilen meyva suyuna eklenir. Birinci yolda kullanılan enzim miktarı daha fazladır (2 ... 5 g/kg).

Biyolojik yöntemde, pektin parçalanması sırasında keltmeyi hızlandırmak için meyva suyuna % 0,01'lik jelatin de katılabilir. Genel olarak, biyolojik parçalama işlemi bittikten sonra soğutulan meyva suyu, santrifüj ayırıcıdan geçirilir.

Katı taneciklerin içerisinde buldukları sıvı yada gaz akışkandan yapay yolda ayrılması için uygulanan başka bir yöntem de *mekanik durultmadır*. Bu amaç için filitreler ve santrifüj ayırıcılar (seperatörler, siklonlar, helezon ayırıcılar) kullanılır.

6.1. Filtreler

Süspansiyon halindeki akışkanın, ince gözeneklere sahip bir yüzey (filtre elemanı) içinden geçirilmesi ile katı parçacıkların ayrıldığı düzene filtre denir. Şekil 6.1.'de filtrasyon işi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 6.1. Filtrasyon işi (1. Filtre dokusu, 2. Filtre elemanı, 3. Tortu tabası, 4. Filtre edilmemiş sıvı ve 5. Filtre edilmiş sıvı).

Ayrılacak katı parçaların büyüklüğüne göre, kullanılacak filtre elemanı farklıdır. Meyva suyundan ayrılacak parçaların büyüklükleri şöyledir:

| | | |
|----------------------|-------|-----------------------------|
| Lif | | < 100 μm |
| Bakteriler | | 0,8 ... 7 μm |
| Kolloidal tanecikler | | 0,001 ... 0,1 μm |

Filtrasyon işi, filtre elemanının üst yüzeyinde gerçekleşir. Ancak, yüzeyde giderek artan tortu nedeniyle ayrılma hızı düşer. Çünkü, filtre porlarından daha büyük olan tanelerin oluşturduğu tortu tabakası kalınlaştıkça, düzgün olmayan uzun süzülme kanalcıkları oluşur.

Durultulacak sıvının filtre elemanından geçebilmesi için gerekli basınç farkı Δp olduğunda, filtrasyon debisi şu genel eşitlikten yararlanılarak saptanır (filtre direnci ihmal ediliyor):

$$\frac{dQ}{dt} = V = \frac{K \cdot F \cdot \Delta p}{l \cdot \eta}$$

Eşitlikte:

Q : Durultulacak akışkan miktarı,

t : Zaman,

V : Debi,

K : Filtre faktörü (filtre elemanının özelliklerine göre değişir),

F : Filtre üst yüzey alanı,

l : Filtre elemanının kalınlığı ve

η : Akışkanın dinamik viskozitesidir.

Bu genel eşitlik, çeşitli koşullara göre dönüştürülebilir. Filtre verimi (debi), filtre yüzey alanı ile doğru orantılı, akışkanın viskozitesi ile ters orantılıdır. Verim, filtrasyon süresince biriken tortu kalınlığı ile oransal olarak azalır. Tüm koşulların sabit kalması durumunda, basınç değiştirilirse, belirli bir basınç farkında en uygun verim sağlanır. Bu nedenle, en uygun filtre basıncının deney ile saptanması gerekir.

Sıvı akışkan filtreleri üzerinde biriken tortu nedeniyle, filtrenin tıkanmadan görevini yapabilmesi için, uygulamada çeşitli yardımcı maddeler kullanılır. Örneğin, filtre yüzeyi ince kum yada aktif kömür ile kaplanır. Aktif kömür kullanıldığında, tortu maddesi aktif kömür ile iyon alışverişi sonucunda çözülebilir.

Normal filtrasyon basıncı $1... 40 \cdot 10^4$ Pa arasında değişir. Filtrasyon işinin kolay olduğu koşullarda debi $3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ den büyüktür. Zor filtrasyonda ise $3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ kadardır.

Gaz akışkanların filtrasyonunda da genel filtre eşitliği geçerlidir. Bu durumda, filtrasyon basıncı 500 ... 1500 Pa olup, akış şekli laminardır. Debi değişimi ihmal edilerek, genel filtrasyon eşitliği;

$$\frac{V}{F} = K \cdot \frac{\Delta P}{l \cdot \eta} = v_a$$

şeklinde yazılabilir.

Burada, $v_a = V/F$ 'nin birimi ($m^3/m^2 \cdot h = m/h$) hız birimi olup, buna gaz akışkanının boşluk hızı yada özgül yüklenmesi denir.

Özgül yüklenme değeri:

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Pamuk elyaflı filitrelerde | < 200 $m^3/m^2 \cdot h$ |
| Pamuk dokuma filitrelerde | < 100 $m^3/m^2 \cdot h$ |
| Yağlı filitrelerde ise | < 4000 $m^3/m^2 \cdot h$ |

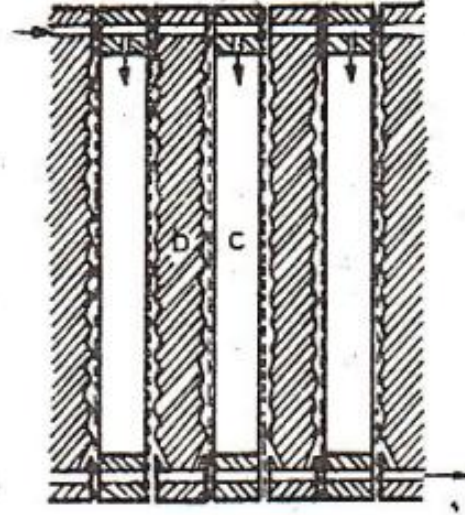
kadardır.

6.1.1 Filtre Tipleri

Sıvı akışkanların durultulmasında kullanılan en basit tip filtre, farklı büyüklükteki katmanlardan oluşan kum havuzudur. Su, bira ve şarap gibi sıvıların durultulmasında yararlanılan bu filtrede, kum katmanları üstten alta doğru incelik. Tabanda ise ince delikleri olan bir elek bulunur. Yükseklikleri 1 ... 1.5 m olan bu filtrelerin debisi 0.1... 0,2 m³/m² .tı kadardır.

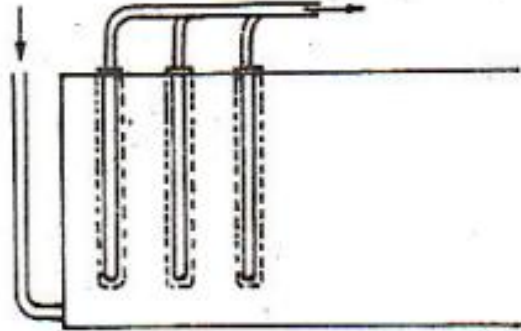
Asbest (amyant) yada teksil filtre elemanları gıda sanayinde yaygın kullanılmaktadır. Filtre elemanının şekline göre; plakalı, diskli, silindirik tip filtreler bulunmaktadır.

Gıda sanayinde çok kullanılan plakalı tip filtreler, üzerine filtre elemanının takıldığı plakalar ile içi boş plakaların yan yana dizilmesiyle oluşturulmuşlardır (şekil 6.2.). Bunlar, küçük boyutlarda büyük filtre yüzeyine sahiptirler.



Şekil 6.2. Plakalı filtre

Diskli yada silindirik tip filitrelerde ise, filtre elemanları durultulacak sıvının bulunduğu tank içine yerleştirilir. Durultulacak sıvı, basınç yada vakumu sayesinde filtre elemanlarından geçirilir (şekil 6.3).

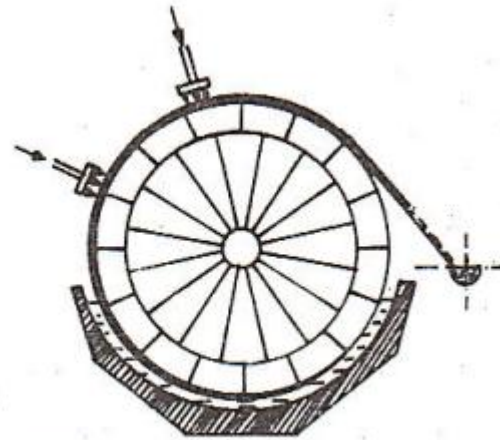


Şekil 6.3. Silindirik filitre.

Çok miktarda katı tanecikler içeren sıvı akışkanların kısmi filtrasyonunda yararlanılan bir filtre tipi de sürekli çalışan döner filtrelerdir. Döner filtre elemanı silindir yada disk şeklinde olabilir. Şekil 6.4'de döner silindirli sürekli bir filtrenin kesiti şematik olarak verilmiştir.

Burada, filtre elemanı döner silindir üzerine yerleştirilmiştir. Silindir içinde oluşturulan vakumun etkisiyle, filtre elemanı durultulacak sıvı içine girdiğinde sıvı emilir. Bu sırada katı tanecikler filtre elemanı üzerinde toplanır. Katı tanecik katmanı, silindirin belirli dönme konumunda kazınarak ayrılır.

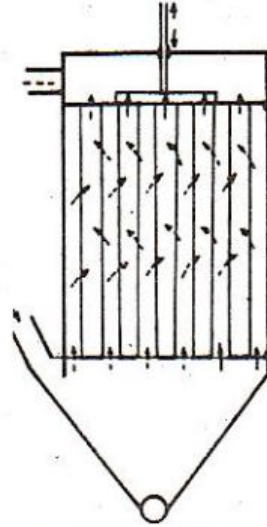
Döner silindirli filtrelerde, filtre yüzeyi küçük ve basınç farkı (Δp) sınırlıdır. Bunlar, özellikle yüksek konsantrasyonlu süspansiyonlardan katı taneciklerin kaba olarak (ön ayırma) ayrılmasında ekonomik kullanım olanağı sağlarlar.



Şekil 6.4. Silindir elemanlı döner tip sürekli filtre.

Döner diskli kontinü filitreler ise, birbirine paralel birçok diskli filtre elemanlarının yanyana dizilmesiyle oluşturulmuştur. Disklerin her iki yüzeyinde de filtrasyon yapıldığından, aynı ölçüdeki döner silindirik filitelere göre çok büyük filtre yüzeyine sahiptirler.

Gaz akışkanların (havanın) içindeki tozların filtrasyonunda, çoğunlukla silindirik yüzeyli filtre elemanları kullanılmaktadır. Filtre edilecek gaz filtre elemanından, ya dışardan içeriye yada tersi yönde geçirilir (şekil 6.5.). Buna göre, vakumlu yada basınçlı çalışma söz konusudur. Ne var ki, vakumlu çalışma şekli, emniyet ve etki bakımından daha üstündür.



Şekil 6.5. Silindirik elemanlı gaz filitresi.

Gaz akışkan filitrelerinin verimi, öncelikle ayrılacak toz zerrecilerinin büyüklüğüne bağlıdır. Toz zerrecileri küçüldükçe, ayırma derecesi de azalır.

Gıda sanayinde çeşitli uygulamalarda (kurutma, soğutma vb.) kullanılan hava, tozsuz ve steril olmalıdır. Bunun için kullanılacak filitrelerin çok küçük zerrecileri de ayırması gerekir. Bu ise ancak ıslak (yağlı) filitrelerle sağlanabilir. Yağlı filitreler; 0,05 ... 0,1 m yükseklikte kutular şeklinde olup, içinden geçirilen havanın sürekli yön değiştirmesini sağlayan filtre elemanlarına sahiptirler. Filtre elemanları; metal talaşı, cam yünü, tekstil yada özel katlanmış kağıt malzemedir yapılmış olup, yüksek viskoziteli yağ emdirilmiştir. Filtrasyon verimi (özgül yükleme) $1 \text{ m}^3 / \text{m}^2$, s kadardır. Bunların kullanma süreleri birkaç yüz saattir. Kuru tip filtre elemanların ömrü ise 100 saatten küçüktür.

Havanın tozlarından ayrılmasında yararlanılan bir başka filtre de elektrostatik filtredir. Bunun çalışma ilkesini, elektrostatik yüklenen taneciklerin karşı yüklü elektrot tarafından çekilerek ayrılması oluşturur. Tozlarından arındırılacak hava, yüksek gerilimli (6000 ... 12,000 Volt) yükleme elektrodu önünden geçirilir. Bu sırada yüklenen katı tanecikler (5 ... 10 μm 'den büyük), karşı elektrot tarafından çekilerek ayrılırlar.

6.2 Santrifüj Ayırıcılar

Birbirine karışmış farklı yoğunluktaki iki akışkanın doğal olarak ayrılmasında etkili kuvvet, ayrılan fazı oluşturan akışkan tanelerinin büyüklüğüne ve karışımın yoğunluk farkına bağlıdır. Buna göre, yerçekimi alanında (doğal koşulda) küre şeklinde bir taneye etkili ağırlık kuvveti şöyledir:

$$F_h = V \cdot g (\rho_2 - \rho_1) = \frac{\pi \cdot d^3}{6} \cdot g (\rho_2 - \rho_1)$$

Ayrılacak taneler ile içinde buldukları akışkanın yoğunluk farkına bağlı olarak, üç durum söz konusudur. Akışkanın yoğunluğu tanelerinkinden büyükse, taneler yükselerek yüzeyde toplanır (sütün kaymak bağlaması vb.). Bunun tersine ise, taneler dibe çöker (sedimentasyon). Eğer yoğunluk farkı yoksa, taneler akışkan içinde yüzme konumunda kalırlar.

Tanenin, içinde bulunduğu akışkan içinde hareket etmesine karşı koyan direnç kuvveti de,

$$F_d = N_e \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{\rho_1}{2} \cdot v^2$$

olup, sınırlı koşulunda $F_h = F_d$ yazılarak, tanenin doğal çökme yada doğal yükselme hızı hesaplanabilir.

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{d(\rho_2 - \rho_1) \cdot g}{\rho_1 \cdot N_e}}$$

Çökme yada yükselmede akış şekline göre, NEWTON sayısının (N_e) değeri farklı olup, hız değeri de buna göre değişir.

Turbülent akış şeklinde; $N_e = 0,45$

Laminar akış şeklinde; $N_e = \frac{24}{Re} = \frac{24 \cdot \eta}{v \cdot d \cdot \rho_1}$ ve

Kararsız (geçit) akış şeklinde de; $N_e = \frac{18,5}{Re^{0,6}}$

olmaktadır.

Ne var ki, doğal çökme yada yüzeye çıkmada, genellikle, laminar akış şekli söz konusu olduğundan, ayrılma hızı değeri için şu eşitlikten yararlanılır (STOKES eşitliği):

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2 (\rho_2 - \rho_1) \cdot g}{\eta}$$

Buraya kadarki eşitliklerde;

V : Tane hacmi, m³,

d : Tane çapı, m,

($\rho_2 - \rho_1$) : Yoğunluk farkı, kg/m³,

g : Yerçekimi ivmesi, 9,81 m/s²

Ne : NEWTON sayısı,

Re : REYNOLDS sayısı,

η : Akışkanın dinamik viskozitesi, Pa.s ve

v : Tanenin ayrılma hızıdır, m/s.

Doğal ayrılma hızının artması; tane çapının ve yoğunluk farkının büyük olması yanında, tanenin içinde bulunduğu akışkanın viskozitesinin düşük olmasını gerektirir. Ancak, bu koşullar uygulamada ender bulunduğundan ayırma hızının artırılması amacı ile santrifüj kuvvetten yararlanılır.

Döner bir alan içinde küre şeklindeki taneye etkili santrifüj kuvvetin değeri;

$$F_n = \frac{\pi \cdot d^3}{6} (\rho_2 - \rho_1) \cdot \omega^2 \cdot R \text{ olur.}$$

Tanenin hareketine karşı koyan direnç kuvveti (F_d), doğal ayrılmadaki gibi olup, santrifüj kuvvetin etkisindeki ayrılma hızı için de şu eşitlik yazılabilir:

Yine, laminar akış koşulunda ayrılma hızı da;

$$v = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot \frac{d \cdot (\rho_2 - \rho_1) \omega^2 \cdot R}{\rho_1 \cdot \eta}}$$

Yine, laminar akış koşulunda ayrılma hızı da;

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2 \cdot (\rho_2 - \rho_1) \omega^2 \cdot R}{\eta}$$

olur. Bu eşitlikte, daha önce belirtilenler dışında;

ω : Açısal hız, radyan/s ve

R : Dönme yarıçapıdır, m.

Öte yandan, dönme hareketinin açısal ivmelenme değeri;

$$\omega^2 \cdot R = \frac{V_u^2}{R}$$

olup, bu değer yerçekim ivmesi ile merkezkaç katsayısının (z) çarpımına da eşittir. Yani;

$$\omega^2 \cdot R = g \cdot z \text{ yada } z = \frac{\omega^2 \cdot R}{g}$$

Son eşitlikte; açısal hız yerine devir sayısı (d/dak) biriminden değeri ile yerçekim ivmesinin değeri yerine yazılırsa, merkezkaç katsayısı şöyle bulunur:

$$z = \frac{R \cdot n^2}{894}$$

Açısal ivmelenmenin merkezkaç katsayısı cinsinden değeri, ayrılma hızı eşitliğinde yerine konursa; santrifüj kuvvet etkisindeki ayrılma hızının doğal ayrılma hızından z katı kadar daha fazla olduğu görülür. Öyle ki;

$$v = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2 \cdot (\rho_2 - \rho_1) \cdot g}{\eta} \cdot z$$

Buna göre, santrifüj kuvvet ile ayrılma hızı; merkezkaç katsayısı ile, dolayısıyla devir sayısı ve dönme yarıçapı ile artmaktadır. Ne var ki, santrifüj düzeninin (kazanın) mekanik dayanımı merkezkaç katsayısını sınırlar. Çünkü, kazan cidarım etkiyen gerilme değeri, açısız hızın ve kazan yarıçapının karesiyle doğru orantılıdır;

$$\tau = \omega^2 \cdot R^2 \cdot \rho = z \cdot k \cdot g \cdot \rho$$

Santrifüj ayırıcılar, kullanılma amacına göre; 1. Durultucular ve

Seperatörler olarak iki grupta incelenirler. Sıvı akışkan içindeki katı taneciklerin ayrılmasında, daha çok durultucu tip santrifüj ayırıcılar kullanılmasına karşın, seperatörlerden, yoğunlukları farklı iki sıvının birbirinden ayrılmasında yararlanır. Ne var ki, eklenecek ilave düzenler ile durultucu ve seperatörler aynı amaç için kullanılabilirler.

Sıvı akışkanlar için kullanılan santrifüj ayırıcılar, kısaca seperatörler; 5 alt grupta incelenebilir. Bunlar:

- ▶ Büyük silindirik seperatörler.
- ▶ Boru tip seperatörler.
- ▶ Tabaklı seperatörler.
- ▶ Helezonlu seperatörler.
- ▶ Hidrosiklonlar.

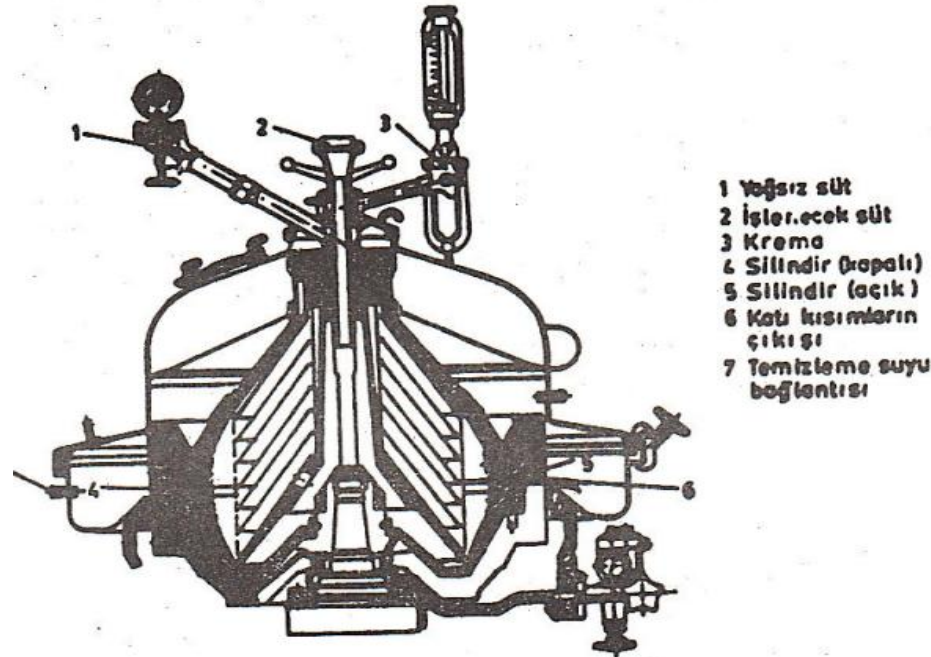
Gaz akışkanlar için kullanılan santrifüj ayırıcılar ise siklon olarak adlandırılırlar.

Burada, ürünlerin işlenmesinde en çok kullanılan santrifüj ayırıcılardan, tabaklı seperatörler, helezonlu seperatörler ve siklonlar incelenecektir. Büyük silindirik seperatörler ve hidrosiklonlar endüstriyel amaçlı uygulamalarda (örneğin, kimya sanayinde), boru tip seperatörler ise daha çok laboratuvar çalışmalarında kullanılmaktadırlar.

6.2.1 Tabaklı Seperatörler

Tabaklı seperatörde ayırma işinin sağlandığı ana organ, konik yapık tabak paketidir (şekil 6.6). Bunun dışında şu parçalar da vardır: Tabak tutucu, silindir kapağı ve tabanı, ayırma külahcığı ile akışkan giriş ve çıkış ağzları.

Tabaklı seperatörlerde tabak sayısı 120 ye dek çıkabilir. Tabaklar 0,4mm kalınlığında Crom-Nikel-Çelik alaşımından yapılmış olup, dış çapları 200...300mm arasında değişir. Tabak kanatlarının yatay ile yaptığı açı 45°...60°'dir. Tabaklar, aralarında 0,3 ... 0,5 mm boşluk kalacak şekilde üst üste dizilir. Bu dar aralıktaki akış şekli laminardır.



Şekil 6.6. Tabaklı seperatör.

Seperatörlerde gerçekleşen ayırma işi, şekil 6.7'de şematik olarak gösterilmiştir. Tabaklar arasında R_n yarıçapı kadar mesafeden giren bir taneciğe, R_a ayrılma yarıçapına dek, iki kuvvet etkir. Bunlar:

1. Sürüklenme kuvveti; Bu kuvvetin debiye bağlı oluşturduğu hız:

$$v_{Ak} = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot \delta \cdot a} \text{ dir.}$$

2. Merkezkaç kuvveti; Bu kuvvetin oluşturduğu ve tanecik ile arasındaki yoğunluk farkına bağlı hız da:

$$v_z = \frac{d^2 \cdot \Delta \rho}{18 \cdot \eta} (2 \pi \cdot n)^2 \cdot R \text{ olur.}$$

Bu iki kuvvetin etkisindeki taneciğin gerçek hızı (v) ise vektörel bileşke hızdır.

$$Q = \varepsilon \cdot \frac{(2\pi)^3}{3} \cdot a \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot (R_a^3 - R_n^3) \cdot n^2 \frac{d^2 \cdot \Delta\rho}{18 \cdot \eta}$$

Burada;

Q : Hacimsel debi, m³/s,

ε : Separatör tesir derecesi (0,5 ... 0,7).

a : Tabak sayısı, adet,

$\operatorname{tg} \alpha$: (h/s),

R_a : Tabak dış yarıçapı, m,

R_n : Tabak kanalının dönme eksenine olan uzaklığı, m,

n : Devir sayısı, devir/saniye,

d : Ayrılacak tanecik sınır çapı, m,

$\Delta\rho$: Yoğunluk farkı, kg/m³,

η : Dinamik viskozite, Pa.s'dir.

Seperator girişinde, tabak kanalının dönme eksenine olan mesafesi R_n öyle seçilmelidir ki, ayrılan taneciklerin tabaklar arasında katedecekleri yol en uzun olsun. Bunun yanında, ayırma etkisinin artırılması için tabakların yatayla yaptığı açı da büyütülebilir. Ancak, bu açının fazla büyük olması akışı engelleyip tıkanmaya neden olacağından sakıncalıdır.

Seperatörlerin çalıştırılması için gerekli enerji şu eşitlikten hesaplanır:

$$A_{sep} = \pi^3 \cdot \rho_{Ak} \cdot n^2 (R_a^4 - R_n^4) \cdot L$$

Burada;

A_{sep} : Enerji, j,

ρ_{Ak} : Akışkanın yoğunluğu, kg/m^3 ,

n : Devir sayısı, devir/saniye,

R_a : Seperatörün dış yarıçapı, m,

R_n : Seperatörün iç yarıçapı, m,

L : Seperatör boyu, m.

Buna göre, seperatörün iş rejimine geçene dek çalışma süresi biliniyorsa, hareket için gereksinilen güç de hesaplanabilir. Uygulamada özgül güç gereksinimi, 1 000 kg/h başına yaklaşık 1 kW kadardır.

Tabak paketinin en üstüne yerleştirilen ayırma külahçığı kapak tip bir santrifüj pompa çarkına benzer. Ayrılacak komponentlerden hafif olan akışkan külahçık göbeğinden, ağır olan da külahçık kenarından belirli bir basınçla çıkarlar. Ayırma külahçığında sağlanan basınç değeri kuramsal olarak şöyledir:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_u^2 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (2 \pi \cdot R \cdot n)^2$$

Uygulamada, genel olarak 2,5 ... 5 bar basınç oluşmaktadır. Böylece ek bir iletim düzeni olmaksızın ayrılan akışkanlar iletilebilmektedir.

Öte yandan, devir sayısı ve akışkan sıcaklığı değiştiğinde; seperatör kapasitesi ve ayrılacak tanecik büyüklüğü de değişir. Kapasite değişimi şöyledir;

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\alpha_1 \cdot n_1^2 \cdot t_1 \cdot d_1^2}{\alpha_2 \cdot n_2^2 \cdot t_2 \cdot d_2^2}$$

Burada;

α_1, α_2 : Randıman,

n_1, n_2 : Devir sayısı,

t_1, t_2 : Sıcaklık ve

d_1, d_2 : Ayrılacak tanecik çapıdır.

Süt seperatörlerinde köpük oluşmaksızın ayırma işinin gerçekleştiği en uygun devir sayısı 5500 ... 6500 d/dak arasındadır.

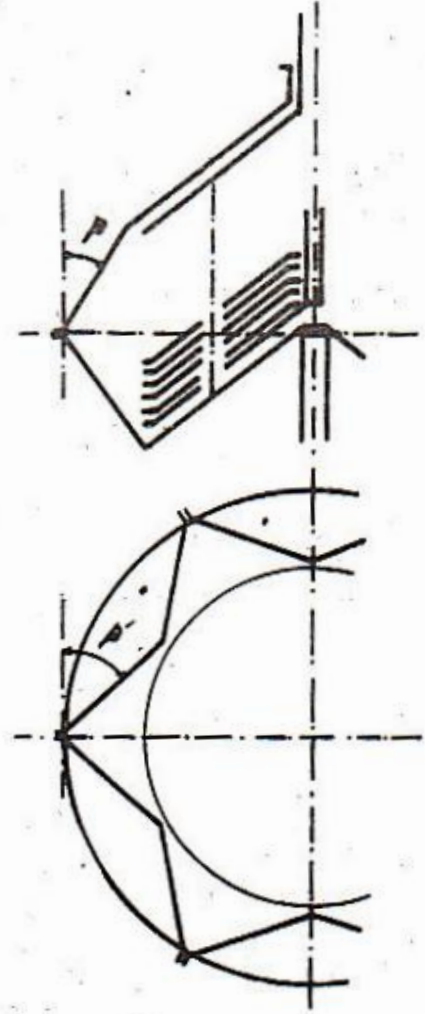
Durultucu olarak kullanılan seperatörlerde, ayrılan katı taneciklerin (tortunun), seperatörden otomatik olarak alınabildiği çeşitli düzenler geliştirilmiştir. Bunların en önemlisi ve çok amaçlı kullanılan tipi memeli düzendir. Bunlarda, seperatör gövdesine yerleştirilen memeler, ayrılma sonunda biriken tortunun dışarı çıkmasını sağlarlar. Meme sayısı 6,... 8 adet olup yöneltme açıları (β'), boşluk açısından (β) daha büyüktür (şekil 6.8.).

6.2.2 Helezonlu Seperatörler

Bunlarda ana yapı organları, yatay ekseninde dönen konik bir silindir ve bunun içinde aynı yönde dönen bir konik helezondur. Helezonun devir sayısı silindirinkinden daha düşüktür (devir sayısı farkı < 50 d /dak kadardır).

Şekil 6.9'da helezonlu seperatörün çalışma ilkesi şematik olarak verilmiştir.

Konik silindir ortasından beslenen karışımdan ayrılan katı tanecikler, helezon ile iletilerek, çıkış deliğinden dışarı verilir. Bu tip seperatörler daha çok, içinde katı parçacık miktarı fazla olan akışkanların ayrımında kullanılır. Bunlarda, merkezkaç katsayısı (z) küçük olduğundan, kolay ayrılabilir karışımların ön temizlenmesinde yararlıdır. Bir tür konsantrasyon görevi de yaparlar. Son temizleme işi ise, öteki seperatörlerle gerçekleştirilir.



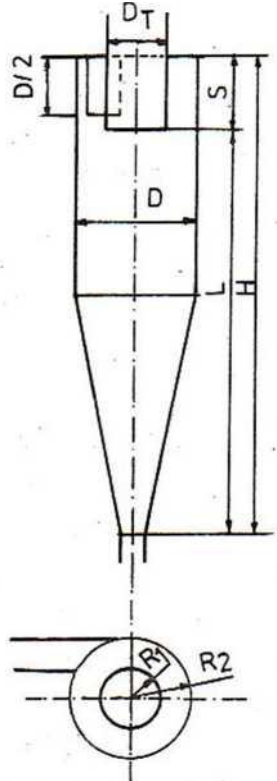
Şekil 6.8. Durultucu seperatörlerde temizleme memelerinin konumu.



Şekil 6.9. Helezonlu seperatör.

6.2.3 Siklonlar

Merkezkaç kuvveti etkisiyle hava-toz karışımından tozların ayrılmasında kullanılan tesise siklon denir. Sıvı damlalarının gaz akışkandan ayrılmasında yararlanan siklona ise hidrosiklon denir. Gaz siklonları; gıda endüstrisinde, kurutma havasının tozdan arındırılmasında, pülverizasyonlu ve girdap titreşimli kurutucularda kullanılır. Şekil 6.10'da şematik olarak siklonun çalışma prensibi gösterilmiştir.



<http://www.kinemak.com.tr>

<http://www.aksamagnet.com.tr/tr/urun.php?id=49>

Şekil 6.10. Siklon ve çalışma şeması.

Siklon tesislerinde, sabit bir gövde içinde teğetsel dönü hareketi yapacak şekilde bir hava akımı oluşturulur. Hava yada gaz akışkan, konik silindir gövde içinde spiral yörüngeyi izleyerek aşağı doğru hareket eder. Radyal bileşeni yönünde siklon tabanına dek inen gaz akışkan, burada aksiyal yönde gövde içine indirilmiş bir borudan siklonu terkeder.

Ayrılacak tanecikler, büyüklüklerine göre ve yoğunluk farkına bağlı olarak merkezkaç kuvvetin etkisiyle siklon duvarına ulaşarak ayrılırlar.

Çok küçük zerreler duvara ulaşmaksızın gaz akimiyle sürüklenerek çıkış borusundan çıkabilirler.

Ayrılacak tanelerin kritik çapı (d_G); siklon içine indirilen çıkış borusunun varsayılan tabana dek uzantısının yüzey alanında ($\pi \cdot D \cdot L$), sürüklenme kuvvetinin uçma kuvvetine eşit olduğu durumundaki büyüklük olarak tanımlanır. Buna göre, kritik çap şu eşitlikten hesaplanabilir (şekil 6.10):

$$d_G = \sqrt{\frac{18 \cdot \eta \cdot V_R \cdot R}{V_u^2 \cdot \Delta \rho}}$$

Öte yandan;

$$R = \frac{D_T}{2}; V_R = \frac{Q}{\pi \cdot D_T \cdot L} \text{ olup,}$$

$$d_G = \sqrt{\frac{18 \cdot \eta \cdot Q}{V_u^2 \cdot \Delta \rho \cdot 2 \cdot \pi \cdot L}} \text{ yazılır.}$$

Burada;

d_G : Kritik tanecik çapı, m,

Q : Debi, m^3/s ,

η : Havanın (gazın) dinamik viskozitesi, Pa.s,

$\Delta \rho$: Yoğunluk farkı, kg/m^3 ,

V_u : Çevresel hız, m/s,

V_R : Radyal hız, m/s,

D_T : Boru çapı, m ve

L : Borunun varsayılan uzantısının boyu, m.

Eşitlikten de görüldüğü gibi, çok küçük taneciklerin ayrılabilmesi için, siklona giriş hızının yüksek olması ve L mesafesinin büyük olması gerekir. Öte yandan, çeşitli araştırmalara göre, ayrılma etkisinin en iyi olabilmesi için şu geometrik oranlar geçerlidir (şekil 6.10).

$$\frac{D}{D_T} = 2 \dots 2,5; \quad \frac{H}{D_T} = 7 \dots 8; \quad \frac{S}{D_T} = 0,8 \dots 1,3$$