

2020-2021 GÜZ DÖNEMİ TEMEL İŞLEMLER-I



FLOTASYON

Prof. Dr. Yüksel ARDALI

Flotasyonun Tanımı

Flotasyon, katı ve sıvı partikülleri sıvı fazdan ayırmak için kullanılan bir temel işlemdir. Mekanik yollarla çöktürülmesi imkansız atıksudaki askıda katı maddeler flotasyonla sıvıdan uzaklaştırılır.

Flotasyon işlemi çözelti fazından, çok ince dağılmış kolloidlerin, askıda katı maddelerin ve yağların ayrılması için kullanılır.



Flotasyonun Tanımı

Su arıtımında yüzdürme ana besin maddesi (azot ve/veya fosfor) konsantrasyonunun yüksek olduğu ve alg büyümesinin görüldüğü veya bulanıklığı, alkalitesi ve rengi düşük sularda kullanılmaktadır. Bu tür suların çöktürme yoluyla katı parçacıklardan arındırılması, koagülasyon sonucu oluşturulan parçacık kümelerinin düşük çökme hızına sahip olmaları nedeniyle problemlidir ve bu yüzden yüzdürme böylesi durumlarda çöktürmeye göre daha uygundur.



Çöktürme işleminin tersidir, sudan daha düşük özgül ağırlığına sahip askıda katı maddelerin yükselmesi esasına dayanır.

- Yüzdürme aktif çamurun yoğunlaştırılmasında ve atıksudan alg giderilmesinde,
- Yağ, gres, ve benzeri maddelerin gideriminde,
- Lifli atıkları içeren bazı endüstriyel atıksuların gideriminde,
- Aşırı köpük oluşturan (besin-konserve) atıksuların arıtımında kullanılır.



Flotasyonun Mekanizması

Flotasyonla ayırma işleminde ayrılacak olan maddeler yüzeyde toplanarak sıyrılır. Parçacıkların suyun üzerine çıkabilmesi için yoğunluklarının sudan daha az olması gerekir. Flotasyon işlemi, sıvı ortama verilen gaz kabarcıklarının katı parçacıklar etrafına tutunarak onları yukarı doğru hareket ettirmesi şeklinde olur.

Flotasyon işleminde genellikle hava kullanılır. Flotasyon işlemi sonucu yüzeyde toplanan maddeler (köpükler) bir sıyrıcı ile toplanarak uzaklaştırılır. Arıtılmış su ise köpük seviyesinin altında, daha derin bir kısımdan alınır. Flotasyon havuzunda çökelen katı maddeler ise çamur olarak kazınarak toplanır ve çamur bertarafına gönderilir.



Flotasyonun Mekanizması

Flotasyon metalurji sanayinde hammaddelerin zenginleştirilmesi başta olmak üzere geçmişte birçok kimyasal teknolojilerde kullanılan ve bunlara ek olarak bugün atıksu arıtılmasında kullanılan en önemli yöntemlerden biridir.



Flotasyon Çeşitleri

Hava kabarcıklarının elde edilmiş şekline göre flotasyon 3 çeşide ayrılır:

1- Hava Flotasyonu

2- Vakum Flotasyonu

3- Çözünmüş Hava Flotasyonu (DAF)



Hava Flotasyonu

Hava flotasyonu, atmosferik basınç altında suyun havalandırılması suretiyle gerçekleştirilir. Hava suya bir yüzeysel havalandırıcı, bir dönen pervane veya difüzörler yardımıyla verilerek hava kabarcıkları oluşturulur. Kısa süreli bir havalandırma katı maddelerin tümünün flotasyonu için yeterli değildir. Hava flotasyonunda oluşturulan kabarcıkların çapı nispeten büyük olduğundan (1mm kadar) havalandırma ile flotasyon çevre mühendisliğindeki uygulamalar için pek uygun değildir. Hava flotasyonu çoğunlukla endüstriyel proseslerde (cevher zenginleştirme, mineral ayırma vs.) uygulanır.



Vakum Flotasyonu

Bu flatosyon sisteminde arıtılacak su önce atmosferik basınç altında havalandırma suretiyle havaya doygun hale getirilir daha sonra uygulanan vakum ile çözünmüş hava suyu kabarcıklar halinde terk ederken katı parçacıkları da beraberinde su yüzeyine taşıyarak yüzeyde çamur tabakası oluşur. Suyun hava ile doygun hale gelmesinin iki yolu vardır. Havalandırma havuzunda doğrudan hava ile doyurulur veya atıksu pompasının yan tarafından hava girmesine izin verilerek doygunluk sağlanır. Burada oluşan hava kabarcıkları miktarının suda 1 atm de çözünen maksimum hava miktarı kadar olması bu sistemin sınırlayıcı bir özelliğidir.



Vakum Flotasyonu

Vakum flotasyonu kimyasal madde katkılı olarak da kullanılabilir. Bu durumda kimyasal madde olarak alümin, demir tuzları, aktif silika gibi anorganik maddeler ve polimerler suya katılır ve karıştırılır. Hızlı karıştırma ve yavaş karıştırma işlemlerinden sonra arıtılacak su flotasyon ünitesine alınır.

Flotasyon ünitesi kısmi vakumun elde edildiği kapalı bir silindirik havuzdur. Bu havuz çamur sıyırma ve köpük sıyırma mekanizmaları ile teçhiz edilmiştir. Yüzen maddeler sürekli ve otomatik olarak toplama çukuruna iletilir ve buradan pompa ile uzaklaştırılır.



Vakum Flotasyonu

Çözünmüş hava yüzdürmesinin bir modifikasyonudur. Üzeri kapalı bir silindirik tanktır. Bu tankta, sürekli ve üniform olarak 230 mmHg vakum uygulanır.

Yardımcı üniteler; atıksuyun havaya doyurulduğu bir havalandırma tankı ve iri hava kabarcıklarının kısa alıkonma süresi ile giderildiği bir bekletme tankı ile vakum ve çamur pompalarından oluşmaktadır.



Vakum Flotasyonu

Vakum tankı 3.7-18.2 m çaplarda imal edilmektedir. Tankın içerisindeki su derinliği sabit olup 3m.'dir. Gerekli hava miktarı 0.18-0.37 m³hava/m³ atıksudur. YYH=2.4-4.8 L/m²sn'dir. Gres giderimi %50'dir. BOİ giderimi n ekeltme havuzlarındakiyle aynıdır. (%17-35). Daha yüksek yüklerde arıtma verimi hızla artmaktadır.



Çözünmüş Hava Flotasyonu(DAF/CHF)

DAF sistemlerinde hava, atıksuda birkaç atmosfer basınç altında çözünür ve atık su hava ile doyurulur. Daha sonra sudan basınç kaldırılarak su atmosfer basıncına getirilir. Bu esnada açığa çıkan hava kabarcıkları flotasyon işlemini gerçekleştirir. Bu yöntem çevre mühendisliğinde en çok uygulanan flotasyon yöntemidir.

Çözünmüş hava flotasyonu sistemlerinde arıtma verimini yükseltmek üzere çeşitli kimyasal maddelerde kullanılmaktadır. Çözünmüş hava flotasyonu sistemlerinin (DAF) iki çeşidi mevcuttur.

1-Geri devirsiz çözünmüş hava flotasyonu sistemleri

2-Geri devirli çözünmüş hava flotasyonu sistemleri



Çözünmüş Hava Flotasyonu (DAF/CHF)

Her iki yöntemde de atıksuya veya atıksuyun geri devir edilen kısmına basınçlı hava verilerek suyun havaya aşırı doymuş hale gelmesi sağlanır. Çözünmüş hava flotasyon ünitesine girerken basıncı düşürülen atıksudan açığa çıkan çok küçük boyutlu hava kabarcıkları flotasyon işlemini gerçekleştirir.

Küçük atıksu debilerinin bulunduğu sistemler dengelenen su akımının tümü 275-350kPa basınca kadar sıkıştırılmış hava ile dakikalarca basınç tankında tutulur. Daha sonra bir basınç indirgeme vanası ile basınç düşürülür ve flotasyon havuzunun hemen girişinde hava küçük kabarcıklar halinde açığa çıkmaya başlar ve tüm sıvı hacmi içinde dağılarak flotasyon işlemini gerçekleştirir.



ÇÖZÜNMÜŞ HAVA FLOTASYONU (DAF/CHF)

CHF, basınç altında gaz ile doyurulmuş atıksuyun atmosfer basıncına maruz bırakılması ve bu sırada çözünmüş gaz taneciklerinin oluşumuna dayanır. Çok küçük gaz kabarcıkları, AKM veya yağ taneciklerine yapışarak onların özgül ağırlıklarını azaltır ve yukarı doğru yükselmelerine neden olurlar.



ÇÖZÜNMÜŞ HAVA FLOTASYONU (DAF/HF)

AKM, lif ve diğ er düşük yoğ nluklu maddelerin sıvıdan ayrılmasında etkindir. Aktif çamur arıtma süreçlerinden çıkan çamurun ve yumaklı kimyasal çamurların yoğ nlaştırılmasında da uygulama alanı bulmuştur.



         HAVA FLOTASYONU (DAF/ HF)

Flotasyon prosesine yardımcı olmak üzere çoğunlukla kimyasal maddeler kullanılır. Bu kimyasal maddeler hava kabarcıklarını kolayca adsorblamak veya hava kabarcıklarını yakalamak üzere yüzey veya yapı taşı oluştururlar. Alüminyum tuzları, demir tuzları ve aktif silika ve polielektrolitler bu amaçla en çok kullanılan maddelerdir. Hava-sıvı ara yüzeyinin yapısını değiştirmek üzere de bazı kimyasal maddeler kullanılmaktadır.

         hava flotasyonunun mekanizması Flotasyona neden olan üç farklı mekanizma vardır.

- 1-Süspanse madde veya emülsiyonlara gaz kabarcıklarının yapışması
- 2-Gaz kabarcıkları yükselirken bir yumak yapı içinde gaz kabarcıklarının tutulması
- 3-Yumak yapı oluşurken bu yumak yapı içinde gaz kabarcıklarının absorpsiyonu veya adsorpsiyonu



         HAVA FLOTASYONU (DAF/ HF)

DAF  nitelerinin girişinde yüzdürme işlemine yardımcı olması için koagülasyon (FeCl_3 Dozlaması) ve flokülasyon (Polielektrolit Dozlaması) işlemleri uygulanarak ya ın daha verimli bir şekilde sistemden ayrılmasını mümkün kılmaktadır. Koagülasyon ve flokülasyon işlemlerinden geçen atıksu girişte basınçlı hava veya basınçlı su ile oluşturulan hava kabarcıkları ile üst noktada yüzdürülmektedir. Burada yüzen ya lar redüktör ile çalışan ve üzerinde paletlerin bulunduğu sıyrıcı ile yüzeyden sıyrılarak ya  toplama haznesine ya da konteynıra alınmaktadır.

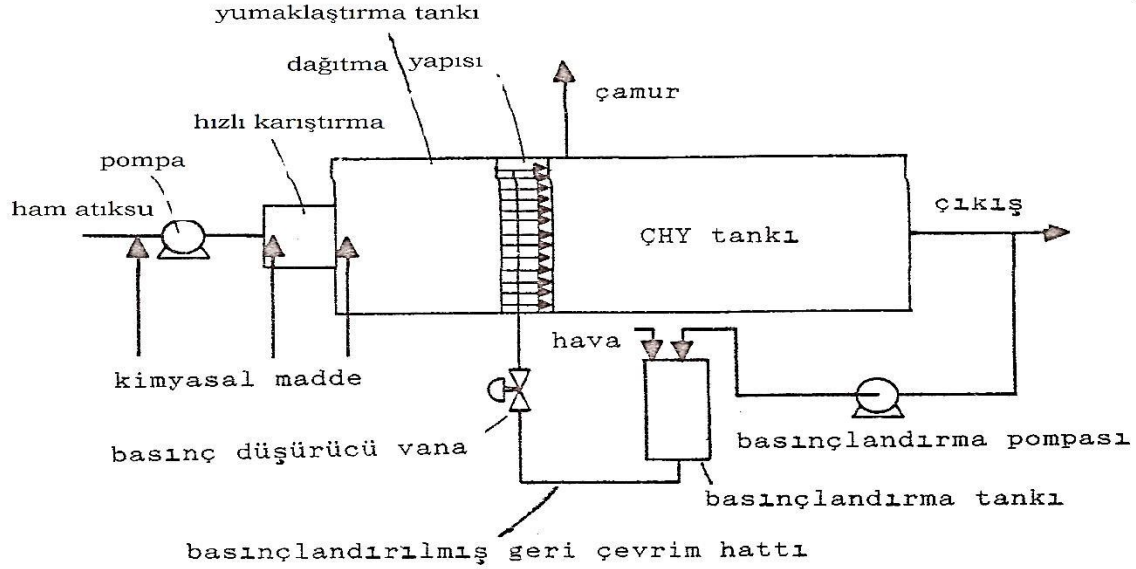


ATIRMA TESİSİNDEKİ KONUMU

- Ön çökeltme havuzunun önünde “ön arıtım ünitesi” olarak veya aynı havuzda,
- İkinci arıtma ünitelerinin önünde birincil arıtım ünitesi olarak,
- Evsel ve endüstriyel atıksuların birlikte arıtıldığı arıtma tesislerinde, endüstriyel atıksular için ön arıtım ünitesi,
- Diğer süreçler ile giderilemeyen özel askıda katı maddelerin giderilmesinde “birim işlem” olarak,
- Çamur yoğunlaştırılmasında kullanılmaktadır.



CHF Sisteminin İşletilmesi

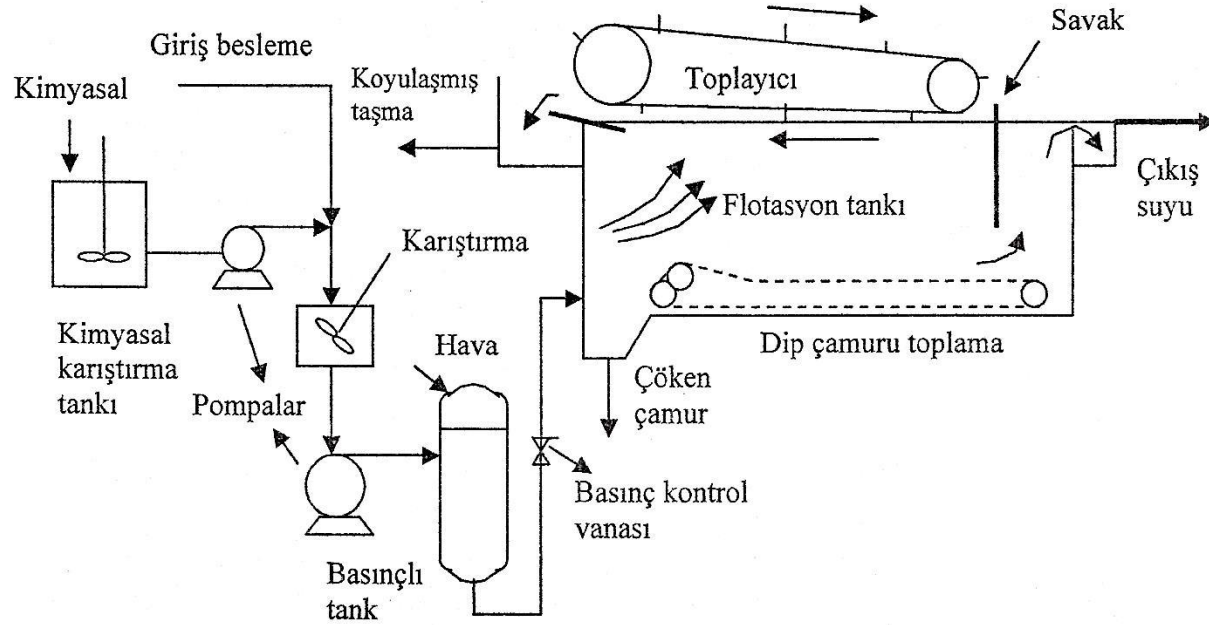


SÜREÇLER:

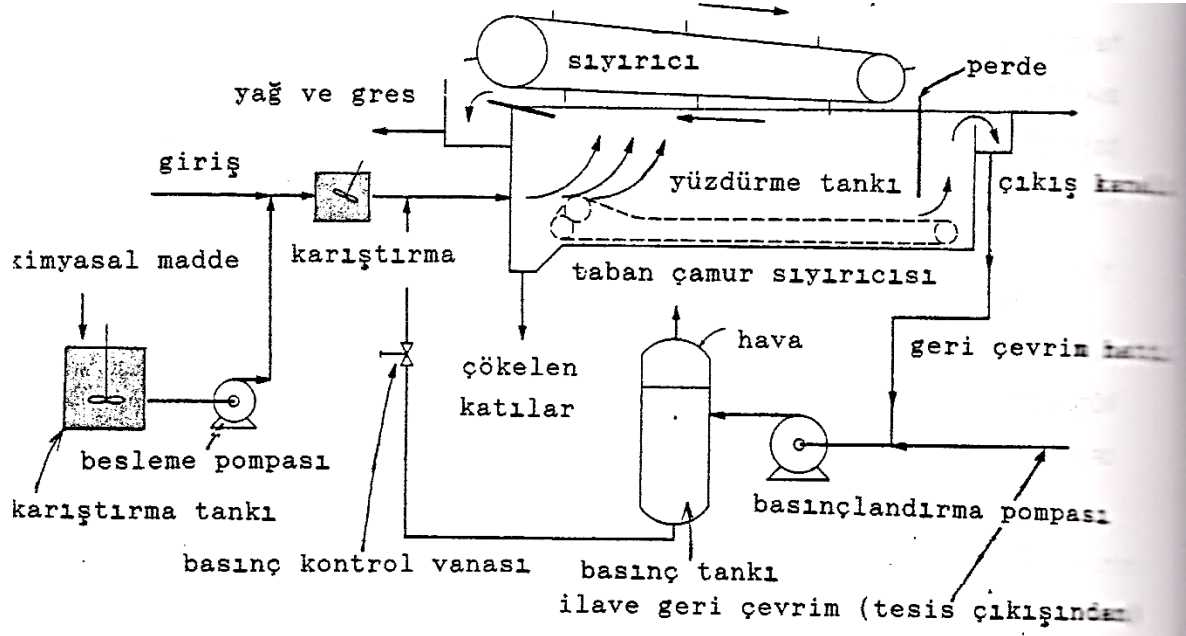
- Kısmen veya tamamen atıksuyun basınçlandırılması ile,
- Geri çevrim hattının basınçlandırılması ile,
- Rotor ajiteli ÇHY



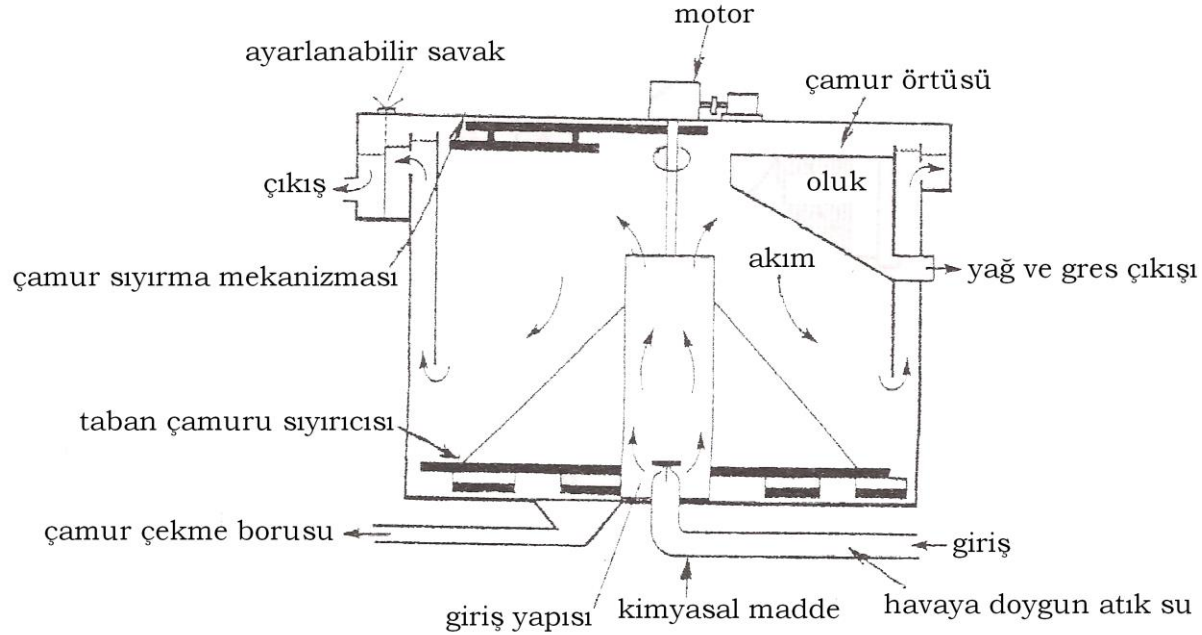
Geri Çevrimsiz Basınçlandırılmış Giriş Akımlı CHF



Geri Çevrim Hattı Basınçlandırılmış CHF



Dairesel Biçimli Yüzdürme Havuzları



Rotor Ajiteli ÇHF

Bu sistem düşük ilk yatırım maliyeti ve klasik ÇHY sistemine göre düşük yüzey alanı gerektirir. AKM ve serbest yağ gideriminde yüksek verime sahiptir. Dezavantajları; daha yüksek elektrik enerji sarfıyatı, hidrolik kontrola gerek göstermesi, daha fazla yüzücü madde oluşturmastır.



Elektro Yüzdürme

Kullanılan bu yöntem; prosesin gereği elektrotlardan açığa çıkan gaz kabarcıkların kirleticileri adsorbe ederek yüzeye çıkarması sonucu kirliliğin giderilmesi esasına dayanır. Endüstriyel atık suların bünyesindeki askıda katı tanecikler genellikle negatif yüklüdürler. Elektro-yüzdürme bu negatif yükü elektriksel olarak nötralleştirmekte ve elektroliz sonucu oluşan oksijen ve hidrojen kabarcıklarıyla yüzdürme işlemi gerçekleştirmektedir. Katot görevini gören bir tank ve çok sayıda anottan oluşan sisteme 10-15 voltluk doğru akım uygulanır. Katod üzerinde oluşan katyonlar negatif yükü nötralleştirip yumak oluştururlar ve elektroliz sonucu açığa çıkan H_2 ve O_2 kabarcıkları yumakların yüzeye taşınmalarına neden olurlar.



Elektro Yüzdürme

Elektroflotasyonda oluşan gaz kabarcıklarının boyutları çok küçük olmasına rağmen çok yüksek dispersiyona sahiptir. Bu proste gaz kabarcıklarının rolü çok büyüktür. Bu nedenle gaz kabarcıklarının optimum yoğunluğunu belirlemek amacıyla etkili olan parametreler üzerinde optimizasyon çalışmaları yapılması gerekir. Elektrotun cinsi ve yüzey alanı en önemli parametre olmakla birlikte, akım yoğunluğu ve reaktör tipi de çok önemlidir. Genel olarak elektroflotasyon prosesinin işletme şartlarının optimizasyonunda ise akım, elektrot tipi, pH ve sıcaklık gibi parametreler değiştirilerek sistem için optimum işletme şartlarının belirlenmesi gerekir.

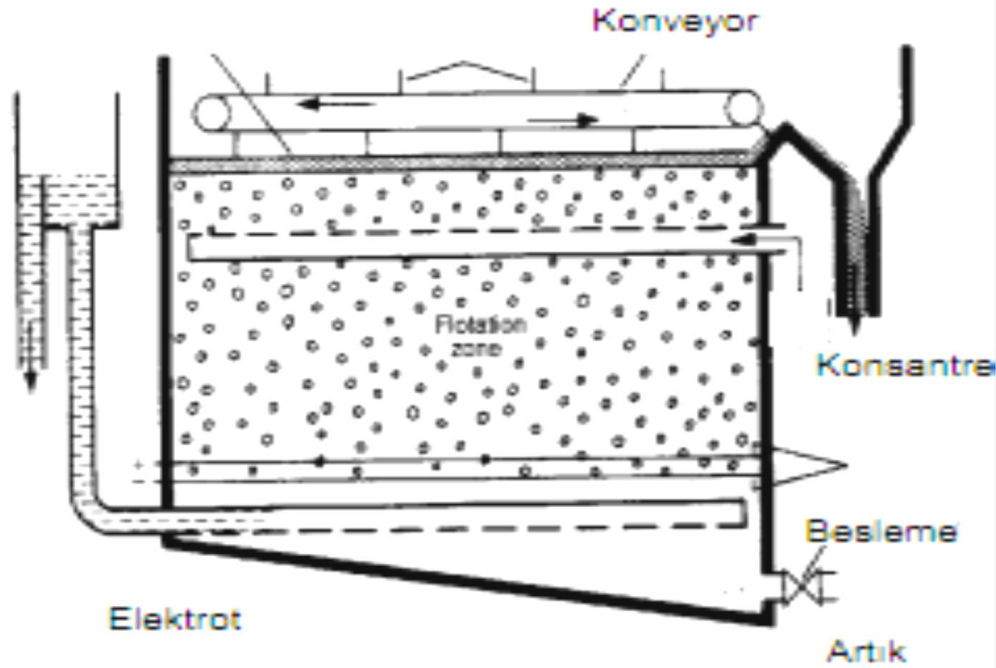


Elektro Yüzdürme

Atıksulardan elektroflotasyon yöntemiyle giderilen kirleticiler daha çok yağ ve emülsiyonlar gibi düşük yoğunluklu maddeler olabildiği gibi askıda katı maddeler de olabilmekte ve özellikle bazı tesislerde problem oluşturan giderilemeyen KOİ'nin bir kısmı da bu yöntemle giderilebilmektedir. Bu gibi yararlı özelliklerinden dolayı elektroflotasyon çeşitli sanayilerde kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak metal kaplama, tekstil, boya ve kimya sanayileri verilebilir.



Elektrofolotasyon Ünitesi



Çözünmüş Hava Flotasyonunun Mekanizması

Birinci mekanizma ile tam bir flotasyon için süspanse katı madde fazı ile gaz fazı arasında bir temas temin edilmelidir. Gerekli temas ya sıvı yüzeyi veya süspanse katılar üzerinde gaz fazın akışı ile veya gaz kabarcığı ve süspanse faz arasında bir çarpışma vasıtasıyla temin edilebilir.



Çözünmüş Hava Flotasyonunun Mekanizması

İkinci mekanizma yüzey formasyonu düzensiz olan yumak yapıları için geliştirilmiştir. Yükselen bir kabarcık düzensiz yüzeylere çarpabilir. Temas ihtimalini arttırmak için yumak yapısının hacmini arttırmak gereklidir. Daha büyük yumak çapı yükselen gaz kabarcığının kendisine çarpmasını mümkün kılar.



Çözünmüş Hava Flotasyonunun Mekanizması

Üçüncü mekanizma sadece süspanse faz etrafında değil aynı zamanda gaz kabarcıkları etrafında da bir yumak yapı oluşumu şeklindedir. Yumak oluşumu sırasında gaz kabarcıklarının adsorbsiyonuna ilaveten yumağın düzensiz yüzeylerinde yükselen gaz kabarcıklarının çarpışmasını kolaylaştıran süspanse fazın yüzeyi üzerinde çekirdek oluşumuna izin verir.



Çözünmüş Hava Flotasyonunu

Çözünmüş hava flotasyonu gaz, katı ve sıvı fazların birlikte bulunmasını gerektirir. Bir sıvıdan gazın geçirilmesi ve sıvı faz içinde gazın çözünmesi Henry kanununa uygun olarak gerçekleşir.

Çözünmüş hava flotasyonunda hava 2-5 atm basınç altında kullanılmış su içinde çözünür, daha sonra basıncın 1 atm e kadar indirilmesiyle hava kabarcıkları oluşturulur. Serbest hale geçen hava kabarcıkları rastladıkları taneciklere tutunarak onların da yükselmelerini sağlar. Katı-hava kabarcıklarının çapları küçük olduğunda (30 mikrometre- 120 mikrometre) yükselme hızları Stokes kanununa uygun sınırlar içinde kalır. Katı-hava karışımı kabarcıkların yükselme hızı 2.5-12.5 cm/dk civarında olup, artan hava/katı madde oranı ile orantılı olarak artar.



Çözünmüş Hava Flotasyonunu

Çözünmüş hava flotasyonunda sistemin esas çalışan kısmı gaz fazıdır. Sıvı fazında veya süspansiyon katı madde yapısındaki tanecikler ile gaz kabarcıklarının oluşturduğu ikili sistemin yoğunluğu, sıvının kendi yoğunluğundan daha az olduğunda flotasyon meydana gelir. Gaz kabarcıkları katı taneciklerin yüzmesini sağlar.

Tam viskoz bir sıvı için maksimum kabarcık hacmi: Direnç katsayısı C_D ve Reynolds sayısı N_{RE} için verilen eşitlikler yardımıyla bulunabilir.

$$N_{RE} = 2rv\rho_{siv} / \mu$$

$$C_D = 8r(\rho_{gaz} - \rho_{siv})g / 3v^2 \rho_{siv}$$

Burada:

r: kabarcık yarıçapı (cm)

v: gaz kabarcığının yükselme hızı(cm/dk)

g: yerçekimi ivmesi (cm/sn²)

μ : sıvının viskozitesi

ρ : sıvının yoğunluğu(g/cm³)



Çözünmüş Hava Flotasyonunu

Yukarıda verilen iki eşitlik arasında v yok edilirse:

$$N_{Re}^2 C_D = 32r^3 \rho_{svi} (\rho_{gaz} - \rho_{svi}) g / 3\mu^2$$

olur. Sıvı olarak su, gaz olarak da hava seçilirse;

$$\rho_{svi} = 1g/cm^3, g = 103cm/sn^2, \mu = 10^{-3}kg/m.sn, \rho_{hava} - \rho_{su} = -1$$

dir ve değerleri yukarıdaki formülde yerine konursa;

$$N_{Re}^2 C_D = 1010r^3 \quad \text{elde edilir. Laminer veya viskoz akım için;}$$

$$C_D = 24/N_{Re} \quad N_{Re} = 1.13$$

$$N_{Re}^2 C_D = (24)(1.13) \quad N_{Re}^2 C_D = 27$$

olur. Viskoz akım için maksimum kabarcık çapı aşağıdaki eşitlikten bulunabilir:



Çözünmüş Hava Flotasyonunu

$$N_{Re}^2 C_D = 1010 r^3 = 27$$

Viskoz akım koşullarında suda oluşabilecek maksimum kabarcık çapı 130 μm 'dir. 130 μm 'den küçük kabarcık çaplarında, kabarcığın yükselme hızının tanımlanmasında Stokes kanunu uygulanır. Çözünmüş hava flokasyonu işleminin teorik olarak tetkiki için Stokes eşitliğinin kullanılması, hava-sıvı etkileşimine mani olmamak koşuluyla geçerlidir. Stokes eşitliği yumaklaşmış tanecikler için aşağıdaki şekle getirilmiştir:

$$v_t = g(\rho_{sivi} - \rho_g)d^2 / 180\mu$$

Burada;

v_t : gaz-katı bileşiminin nihai hızı

ρ_s : sıvının yoğunluğu

ρ_g : gaz- katı-bileşiminin yoğunluğu

d : gaz-katı bileşiminin çapı

μ : sıvının viskozitesi

g : yerçekimi ivmesidir



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

Flotasyon teorisi yoğunluğu sudan fazla olan taneciklerin sudan flotasyonla ayrılabilmesi için tanecik ile gaz kabarcıkları arasındaki çekim kuvvetinin sıvının taneciği ıslatma gücünden daha fazla olması istenir. Bu katı veya yağ taneciğinin yüzeyini sıvının ıslatması üç fazın yüzeyinde oluşan temas açısının değerleriyle ilgilidir.

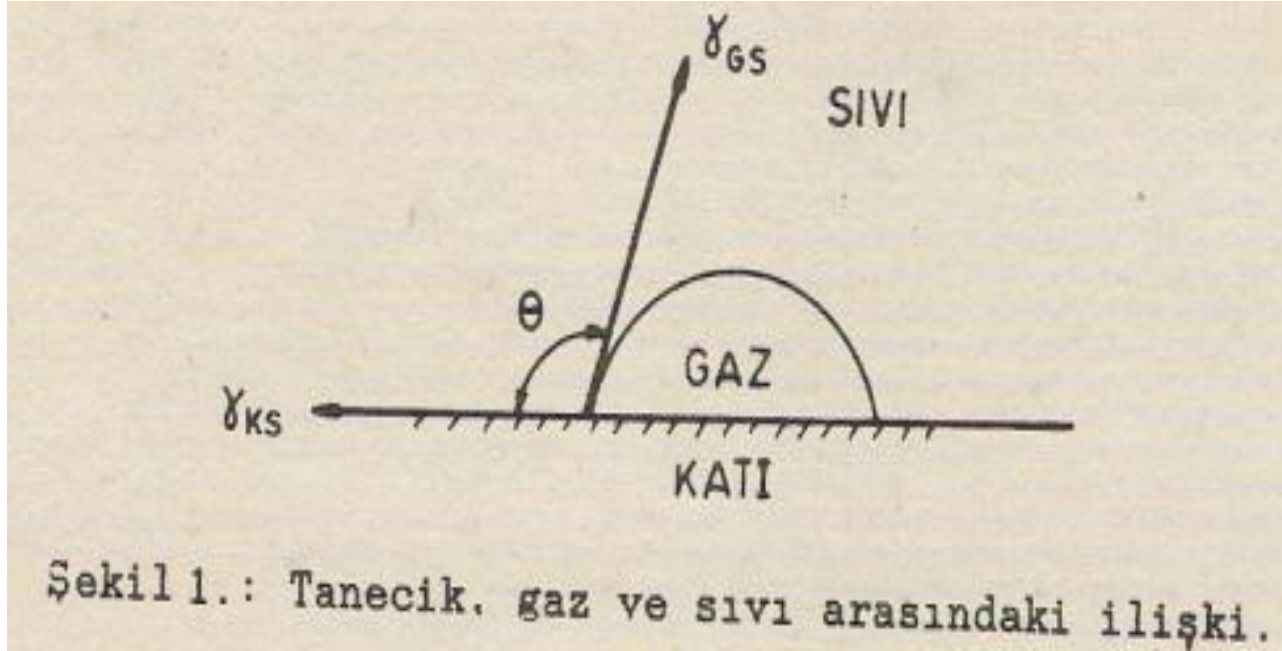
1. $\Phi=0^\circ$ ise sıvı katıyı tam olarak ıslatır ve gaz katı faza yapışamaz yani flotasyon başarısızdır.

2. $\Phi=180^\circ$ ise sıvı katıyı hiç ıslatamaz. Ancak bu hiç gerçekleşemez çünkü en az ıslatan sıvı olarak bilinen cıvanın bile açısının $\Phi=110^\circ$ sahip olduğu bilinir.

3. Bu iki değer arasında Φ değeri büyüdükçe sıvının katıyı ıslatma miktarı azalmaktadır. Böylece gaz katı kompleksi oluşumu hızlanmaktadır.



Flotasyon Teorisi



Tasarım Esasları

Yapışma ve yakalanma gibi gaz taneciklerini katı maddeler ile temasa geçiren iki yöntem var. Baskın olan temas mekanizması:

- gaz kabarcıklarının büyüklüğüne,
- gaz-katı ve gaz-sıvı fazları arasındaki yüzeysel gerilime,
- yoğunluk, yük, çap ve yüzey alanı gibi tanecik özellikleri,
- Katı ve sıvı fazlar arasındaki yüzey gerilime bağlıdır.



Tasarım Parametrelerinin Elde Edilmesi

- Değişik A/S oranlarının belirlenmesi,
- Kimyasal madde ilavesi işlemi için optimum doz ve pH saptanır.
- Giriş AKM ve yağ konsantrasyonu belirlenir.
- Yüzeysel yükleme hızı belirlenir.
- R, Q_t , A_t , Q_A , v , T



Tasarım Parametrelerinin Elde Edilmesi

Hava/Katı oranı: Havanın Katılara kuru ağırlığa oranıdır. A/S (boyutsuz), çıkış suyundaki AKM ve yüzen katı madde konsantrasyonu ile korele edilebilir. Pilot tesislerde $A/S=0.01-0.20$, Maksimum AKM giderimi $A/S=0.03-0.05$.

Daha yüksek değerler türbülansa neden olduğu için kesme kuvvetleri nedeni ile oluşan yumaklar parçalanmaktadır.

Sıvı yükleme Hızı veya yüzeysel hidrolik yük(YHY): Süreç verimi artan YHY ile azalır.



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

Flotasyon sistemlerinin tasarımı ya geçmişteki tecrübelerle göre veya laboratuvar çalışmaları sonucu bulunan tasarım değerlerine göre yapılır. Eğer flotasyon işlemi çamur yoğunlaştırma amacı ile kullanılacak ise, bekleme süresi olarak 30 dk veya daha uzun bekleme süreleri esas alınır.

Askıda katı maddeleri yüzdürmek üzere flotasyon işlemi düşünüldüğünde havuzda bekleme süresi 30 dakika ve yüzeysel hidrolik yük $0.2-0.9 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{saat}$ alınır. Flotasyon sistemlerinin tasarımında önce plot tesis veya laboratuvar ölçeğinde model çalışmalarına gerek vardır.



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

Tasarımda esas alınan tasarım kriteri ve parametreler aşağıda özetlenmiştir;

1. Hava/katı madde (A/S) oranı,
2. Flotasyon ile giderilecek maddelerin sudaki yükselme hızı,
3. Geri devir oranı,
4. Flotasyon havuzunda suyun hidrolik kalış süresi (bekleme süresi)
5. Yüzeysel katı madde yükü,
6. Atık su debisi
7. Çıkış suyunda istenen yağ ve askıda katı madde derişimi
8. Köpüğün yüksekliği,
9. Flotasyon ünitesindeki su derinliği,
10. Basınç.



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

DAF sistemleri için tasarımda kullanılan değişkenler; basınç, geri devir oranı, yüzeysel hidrolik yük (YHY) ve bekleme süresidir.

Katı madde yükleme faktörü, DAF sistemi çamur yoğunlaştırıcı olarak kullanıldığında alınır. Basınçlandırma tankı çoğunlukla 3-5 atm'de tutulur. Ön arıtma için normal olarak %30-40 geri devir oranı uygulanır. Flotasyon havuzunda suyun hidrolik bekleme süresi 20-40 dakikadır. Flotasyon işlemi, giderilecek maddelerin yoğunluğu düşük ise özellikle uygulanır.



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

Flotasyon sistemlerinin tasarımında en önemli parametre (hava/katı madde) oranıdır. Atıksuda bulunan taneciklere ancak belirli miktarda hava etkin olarak absorbe edilebilir. Eğer optimum miktardan daha az hava kullanılıyorsa flotasyon sisteminin verimi (örneğin yağ, gres ve askıda katı madde parametrelerine göre çıkış suyu kalitesi) düşer.

Optimum miktardan daha fazla hava kullanıldığında ise sistemin verim artar, ancak yatırım ve işletme giderleri boşuna harcanmış olur.

Optimum hava/katı madde oranı, farklı atıksular için değişik değerler alınır. Bu nedenle giderilecek olan maddeler önce laboratuvar ve pilot tesis modellerinde yüzdürülerek bu oranın çıkacak olan gaz miktarı aşağıdaki formüllerden hesaplanabilir:



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

Sudaki katı maddelere bağlı olarak hava/katı madde parametresinin proses verimi ile ilişkisi;

$$A = Q \cdot C_s \left[f \left(\left(\frac{P}{14,7} \right) + 1 \right) - 1 \right]$$

Burada;

A: Atmosferik basınçta açığa çıkan gaz(Ib/gün),

f : Atıksudaki gazın çözünürlüğü/suda gazın çözünürlüğü (0,5),

Q: Basınçlandırılmış debi,

P: Basınç tankının içindeki basınç (pisg),

Cs: Atmosferik koşullarda gazın çözeltideki doygunluk derişimidir.



Flotasyon Sisteminin Tasarımı

Geri devirsiz DAF sistemleri için;

$$a_s = \frac{A}{S} = C_s \left[f \left(\left(\frac{P}{14,7} \right) + 1 \right) \right] / X_0$$

Geri devirli DAF sistemleri için;

$$a_s = \frac{A}{S} = R \cdot C_s \left[f \left(\left(\frac{P}{14,7} \right) + 1 \right) \right] / QX_0$$

Burada;

R: Basınçlandırılmış geri devir debisi

Q: Atıksu debisi

A/S: Hava/katı madde oranı (kütle/kütle)

X_0 : giriş suyundaki ortalama askıda katı madde derişimi (mg/L)dir.



Flotasyon Ünitelerinin Avantajları

- Yağ, kum, ve ağır katıların tamamı aynı ünite içerisinde giderilebilir.
- Yüksek yüzeysel hidrolik yük ve düşük alıkonma sürelerinin uygulanması ile havuz boyutu küçülür.
- Sonuçta gerekli yüzey alanı ve ilk yatırım maliyeti azalır.



Flotasyon Ünitelerinin Avantajları

- Düşük alıkonma süresi anaerobik koşulların oluşumunu engeller.
- Sudan uzaklaştırılan katılar yakıt kaynağı olarak kullanılabilir.
- Daha kalın köpük ve çamur eldesi bakımından çökeltme ve sıyırma havuzlarında elde edilecek verimden daha yüksek verim elde edilebilir.



Flotasyon Ünitelerinin Dezavantajları

- Ekipman gerektirir.
- İşletme masrafları yüksektir.
- İşletilmeleri daha zor olabilir.
- Tüm askıda katı madde için çökeltme havuzları kadar verimli değildirler.
- Vakum yüzdürme ünitesi daha pahalı ekipman gerektirir.



Flotasyonun Çevre Mühendisliğinde Uygulama Alanları

Kullanım Alanları;

- 1- Yoğunluğu sudan az olan yağ, gres vb. yüzücü maddelerin ayrılması,
- 2- Yoğunluğu sudan biraz fazla olan katı maddelerin ayrılması için çöktürme işleminin bir alternatifi olarak,
- 3- Aktif çamur sistemlerinde oluşan arıtma çamurlarının yoğunlaştırılmasında
- 4- Petrokimya, konserve, gıda, maden ocakları, metal kaplama, şeker rafineleri, sabun sanayi vb. atıksuların arıtımında çöktürme tankının yerine veya içinde veya öncesinde uygulanmaktadır.
- 5- Arıtma tesislerinde kum tutucuların içinde veya ardından, pıhtılaştırma-yumaklaştırma ünitelerinin ardından, çöktürme ve biyolojik arıtma ünitelerinden önce uygulanabilir.



TEŞEKKÜRLER

