

Scrubber Yatırımına Hazırlık: Kapalı Çevrim ve Hibrit Scrubber Sistemleri

**Kapalı çevrim veya hibrit scrubber sistem
seçerken dikkat edilmesi gerekenler**

Haziran 2025





İçindekiler

1. Giriş	3
2. Tahliye Suyu Regülasyonları	4
2.1 Küresel Tahliye Suyu Kriterleri	5
2.2 Yerel Tahliye Suyu Yasakları	6
3. Kapalı Çevrim Sistem İşletmesi	
İçin Etkili Sistem Tasarımı	7
3.1 Ekipman yerleşimi	7
3.2 Seyir Profili ve Makine Yüküne Göre Sistem Boyutlandırması	8
3.3 Gemi Operasyon Profiline Göre Zamanlanmış Yıkama Suyu Temizliği	8
3.4 Alkali dozajlama	9
3.5 Scrubber Sistemlerinde Su Arıtma Teknolojileri	10
3.6 Yüksek Hızlı Separasyon ve Membran Filtre Teknolojilerinin Karşılaştırılması	11
3.7 Scrubber Atığı (Sludge)	12
4. Geleceğe Yönelik Adımlar	13

1. Giriş

SOx scrubber sistemleri, diğer adıyla egzoz gazı temizleme sistemleri (EGCS), egzoz emisyonlarını arıtmadaki etkinliğini kanıtlamıştır. Bu sistemler gemi işletmecilerinin düşük ve yüksek kükürtlü yakıtlar arasındaki fiyat farkından faydalanmasına olanak tanıyarak, yatırım getirisi açısından güçlü bir avantaj sunmaya devam etmektedir.

Yıkama suyu tahliyesindeki yasal düzenlemeler değişmediği sürece açık çevrim scrubber'lar muhtemelen şimdiye kadarki en yaygın ekipman olarak kalmaya devam edecek. Bununla birlikte, su emisyonlarına artan ilgi ve açık çevrim scrubber sistemlerine yönelik ek yasakların olasılığı, daha fazla armatörün kapalı çevrim scrubber ile seyir yapma olasılığını keşfetmesine yol açıyor.

Kapalı çevrim seçeneklerini değerlendirirken su tahliyesini düzenleyen kuralları anlamak önemlidir. Benzer şekilde, gemiye ve onun seyir profiline uyacak şekilde kapalı çevrim veya hibrit bir sistem tasarlarken bir dizi faktörün hesaba katılması gerekir. Bu makale her iki yönü de incelemektedir.



2. Tahliye Suyu Regülasyonları

Scrubber sistemleri egzoz gazını temizleyip, içerdiği SOx bileşiklerini gidermek için deniz suyu veya tatlı su kullanır. Açık tip scrubber sistemlerinde yıkama suyu doğrudan denize basılır. Kapalı  evrim scrubber sistemlerinde yıkama suyu yeniden sirküle edilir ve temizlik sonrasında sadece az miktarda yıkama suyu (bleed-off water) tahliye edilir. Hibrit scrubber sistemleri hem açık çevrim hem de kapalı çevrim çalışma kapasitesine sahiptir.

Kullanılan scrubber sisteminin tipi ne olursa olsun, denize tahliye edilen su MEPC'nin sıkı kurallarına tabidir.





2.1 Küresel Tahliye Suyu Kriterleri

IMO, scrubber tahliye suyu için global kriterler belirlemiştir ve bunlardan üçü olan pH, PAH ve türbidite (bulanıklık) sürekli olarak izlenmektedir. Ölçülen değerler kaydedilmeli, 18 ay boyunca kontrol ve izleme sisteminden anında geri çağrılabilir. Liman Devleti yetkilileri bu kayıtları kontrol edebilir. Bu kriterlerin ihlali, yerel yetkililer tarafından kesilen para cezalarına neden olabilir.

• pH

Yıkama sırasında SOX'in deniz suyuyla reaksiyonu, sülfürik asit oluşturarak suyun pH'ını düşürür. pH söz konusu olduğunda tahliye suyunun aşağıdaki gereksinimlerden birini karşılaması gerekir:

- Deşarj noktasında ölçülen pH değeri 6,5'in altında olmamalıdır.
- Gemi deşarj noktasından dört metre uzaklıkta pH değeri 6,5'in altına düşmemelidir. Bu değer doğrudan ölçülemediğinden, hesaplama dayalı bir yöntem kullanılarak belirlenmeli ve gemi bayrak devletinin yetkili otoritesi tarafından onaylanmalıdır.

• Bulanıklık

Bulanıklık kriteri, tahliye suyundaki partikül içeriğini yansıtır. Limanlardaki pH ölçümünde de olduğu gibi hesaplama, deniz suyu girişi ve çıkışı arasındaki bulanıklık farkına dayanmaktadır.

Bulanıklık sınırı, zamana bağlı bir tolerans aralığına ve aşılmaması gereken bir üst sınıra sahiptir. Deniz suyu girişi ve çıkışı arasındaki bulanıklık artışı 25 NTU (nefelometrik bulanıklık birimi) veya FAU (formazin zayıflama birimi) değerinin altında olmalıdır. Ancak bu değer, 12 saatlik bir süre içinde toplamda 15 dakikayı geçmemek kaydıyla %20 oranında (yani en fazla 30 NTU veya FAU) aşılabılır. Bulanıklık farkı hiçbir koşulda 30 NTU veya FAU'yu geçmemelidir.

• PAH

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), sudaki yağ miktarını gösterir. Bulanıklık kriterinde olduğu gibi, PAH kriteri de deniz suyundaki doğal seviyeye kıyasla PAH miktarındaki artışa dayanır. Ancak girişte ölçülen PAH seviyesi sıfır olmalıdır.

PAH sınırı değişkendir ve scrubber sisteminin yıkama suyu kapasitesinin, makine(ler) üzerindeki yük ile karşılaştırılmasına bağlıdır. Bulanıklıkta olduğu gibi, burada da zamana bağlı bir tolerans aralığı ve aşılmaması gereken bir üst sınır vardır. 12 saatlik bir süre içinde toplam 15 dakikayı geçmemek kaydıyla, PAH sınırı %50 oranında aşılabılır. Ancak PAH seviyesi hiçbir zaman bu ek %50'lik sınırı geçmemelidir. (Unutulmamalıdır ki PAH sınırı değişken olduğundan, tolerans aralığı ve üst sınır da değişkenlik gösterir.)

• Nitratlar

Egzoz gazındaki NOx, egzoz gazı yıkama işlemi sırasında deniz suyuyla tepkimeye girerek nitratlara dönüşür. Tahliye suyundan alınan örneklerde ölçülen nitrat miktarı 60 mg/l'i geçmemelidir; bu da egzoz gazındaki NOx'in yaklaşık %12'sinin arıtılmasına karşılık gelir. Günümüzde hiçbir wet scrubber sistemi bu miktarda NOx azaltımı sağlayamamaktadır.

Scrubber sisteminin kurulumunun ardından ve bir sonraki klas yenileme sürveyi öncesinde, sistemden tahliye edilen suyun nitrat içeriğinin ölçülmesi gerekmektedir. Ancak, bazı durumlarda bu ölçüm doğrudan yapılmak zorunda değildir. Yetkili idarenin (örneğin bayrak devleti veya klas kuruluşu) onayıyla, sistemin uygunluğu mühendislik analizi yoluyla da kanıtlanabilir. Bu durumda, kurulan scrubber sisteminin tasarımı; daha önce benzer şekilde tasarlanmış, test edilmiş ve uygunluğu belgelenmiş sistemlerle karşılaştırılır. Yani, sistemin teknik özelliklerinin daha önce regülasyonlara tam uyum sağladığı kanıtlanmış sistemlerle aynı veya çok benzer olduğu gösterilirse, ayrıca saha testi yapılmadan da uygunluk kabul edilebilir.

2.2 Yerel Tahliye Suyu Yasakları

IMO, scrubber tahliye suyuyla ilişkin global kriterleri belirlerken, yerel makamlar da bu suyun tahliyesini düzenleyen ek kısıtlamalar getirebilir.

- **Sıfır deşarj alanları**

Yerel düzenlemeler suyun yıkama sistemlerinden tahliye edilmesini tamamen yasaklayabilir. Bu tür düzenlemelere sahip alanlara sıfır deşarj alanları (zero-discharge area) denir.

Kapalı çevrim scrubber sistemleri, su temizleme sisteminin çalışması nedeniyle önemli ölçüde daha az su tahliye eder. Su temizleme sisteminin yan ürünleri, temizlik sonrası kalıntıları olan sludge ve MEPC kurallarını karşılayan arıtılmış (bleed-off) tahliye suyudur. Tahliye suyu sıfır deşarj alanında denize basılamayacağından geçici olarak gemide depolanmalıdır, ancak tahliye suyu hacminin az olması nedeniyle bu durum kolayca yönetilebilir.

Gemi sıfır deşarj alanından çıktığında temizlenmiş tahliye suyu, daha önce açıklanan pH, PAH ve bulanıklık için MEPC kriterlerine uygun olduğu sürece depolama tankından denize basılabilir.

- **Açık çevrim scrubber sistemleri için yasaklar**

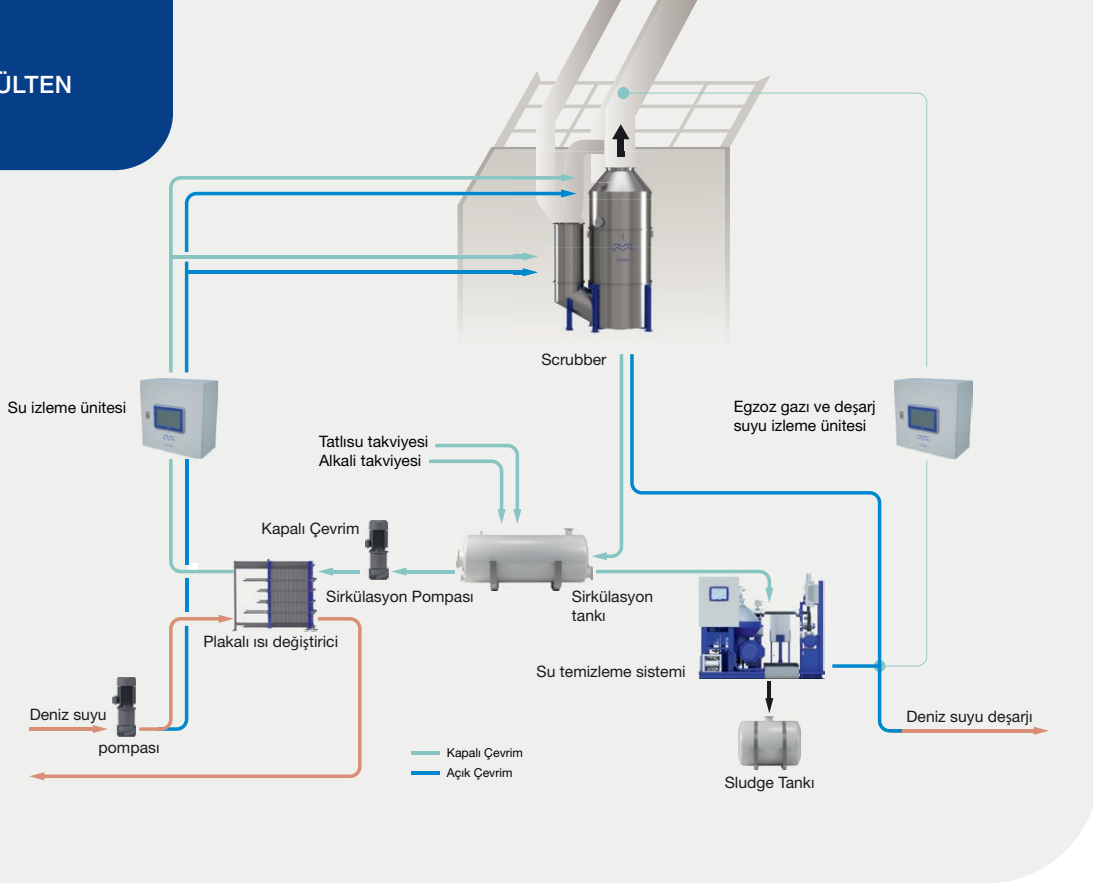
Bazı bölgelerde açık çevrimli scrubber kullanımı yasaktır. Bu bölgelerde, kapalı çevrim kullanımı ile oluşan tahliye (bleed-off) suyunun basılmasına izin verilirken, açık çevrim yıkama suyunun deşarjı yasaktır.

Teorik olarak, açık çevrim scrubber sistemleri, suyun tamamı gemide depolandığı sürece sıfır deşarj alanında veya açık çevrim scrubber yasağı olan bir alanda çalışabilir. Uygulamada, büyük miktarlardaki yıkama suyu, gemide depolanmayı imkansız hale getiriyor. Açık devre scrubber'a sahip bir gemi için bu alanlardaki tek pratik çözüm kükürt uyumlu yakıta geçmektir.

Açık çevrim scrubber sisteminde tahliye suyu artımı

Armatörler açık çevrim işletiminde mümkün olan her türlü su temizliğini talep ediyorlar. Bazı scrubber üreticileri ise bu talebe zararlı kirleticileri açık çevrim tahliye suyundan çıkarabileceklerini söyleyerek yanıt verdiler.

Aslında açık çevrim tahliye suyunun artırılması ya önemsiz düzeyde etkili olacak ya da makul olmayacak derecede pahalı olacaktır. Açık çevrim tahliye suyundaki kirlетici konsantrasyonları son derece düşük olduğundan, açık çevrim su temizleme sistemi kapasitesinin eşdeğer bir kapalı çevrim su temizleme sisteminin kapasitesinden yaklaşık 100 kat daha büyük olması gerekirdi. Aynı şekilde büyük miktarlarda destekleyici kimyasallara ihtiyaç duyulur, bu da sonuçta kirlетici emisyonları artırır.



3. Kapalı Çevrim Sistem İşletmesi İçin Etkili Sistem Tasarımı

Kapalı çevrim veya hibrit scrubber sistemi düşünüldüğünde, tek endişe verimlilik değildir. Maliyet verimliliği de odak noktasındadır ve hem CAPEX hem de OPEX'i etkileyebilecek bir dizi önemli husus vardır.

3.1 Ekipman yerleşimi

Kapalı çevrim bileşenlerinin sistemde uygun olmayan şekilde yerleştirilmesi veya sistemin verimli çalışmayı sağlayacak şekilde tasarlanmamış olması, gereğinden büyük ekipmanlara ve aşırı enerji tüketimine neden olabilir. Bu nedenle, sistem tasarımının en verimli şekilde yapılabilmesi için her zaman scrubber tedarikçisiyle görüşülmelidir.

Pompalar en önemli hususlar arasındadır. Hibrit temizleme sistemleri tipik olarak açık çevrim çalışması için monte edilmiş büyük deniz suyu pompalarıyla donatılmıştır ve bunlar daha sonra kapalı çevrim sistemde de kullanılır. Geminin düzenine ve gemideki mevcut alana bağlı olarak pompa yerleşimi, CAPEX ve OPEX tasarruflarına göre dizayn edilebilir.

- Sirkülasyon pompalı hibrit sistemler**
 Hibrit sistemler en yaygın olarak özel sirkülasyon pompalarıyla donatılmıştır. Açık çevrim modunda besleme pompaları, scrubber püskürtücülerine su iletir. Kapalı çevrim modunda, sirkülasyon pompaları scrubber püskürtücülerine su verirken, besleme pompaları plakalı ısı eşanjörüne (PHE) soğutma suyu sağlar. İyi tasarlandığında bu kurulum, ekipmanın yerleştirilmesinde iyi bir esneklik ve daha düşük operasyon maliyeti sağlar.
- Soğutma suyu pompalı hibrit sistemler**
 Bu konfigürasyonda, besleme pompaları hem açık çevrimde hem de kapalı çevrimde scrubber sistemine su sağlar. Scrubber genellikle bacanın üst kısmına yerleştirildiğinden, yüksek güçlü besleme pompaları kullanılır. PHE için soğutma suyu, harici bir kaynaktan (örneğin merkezi soğutma suyu pompalarından) sağlanabilir veya scrubber sistemi için özel olarak tahsis edilmiş düşük güçlü PHE soğutma suyu pompaları tarafından iletilebilir.

Bu kurulumun alan ihtiyacı daha fazladır; bunun başlıca nedeni, kapalı çevrimli sistemin tüm bileşenlerinin makine dairesine veya geminin alt bölümlerine yerleştirilmesidir. Ayrıca, düşük güçlü PHE pompasının sağladığı avantajın kaybedilmemesi için dikkatli bir mühendislik tasarımı gereklidir.

3.2 Seyir Profili ve Makine Yüküne Göre Sistem Boyutlandırması

Hibrit scrubber kurulumu durumunda, kapalı çevrim çalışırken harcanan süre, geminin seyir programına ve rotasına bağlı olacaktır. Bu süre zarfında geminin tipine ve verdiği hizmete bağlı olarak tam veya kısmi makine yüklerinde çalışabilir. Örneğin, Avrupa ECA'larında çalışan bir RoRo gemisi, manevra sırasında römorkörlerin yardım ettiği büyük bir konteyner gemisine göre kapalı çevrim modunda daha yüksek makine yüklerinde çalışacaktır.

Geminin seyir programı ve çalışma alanı değerlendirilerek en uygun kapalı çevrim sistemi belirlenebilir. Bu sadece sistemin başlangıçtaki CAPEX'ini azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda sistemin ömrü boyunca OPEX'i de azaltacaktır.

3.3 Gemi Operasyon Profiline Göre Zamanlanmış Yıkama Suyu Temizliği

Zamanlanmış yıkama suyu temizliği, kapalı çevrim veya hibrit scrubber sistemini geminin seyir programına uyarlamak için başka bir fırsattır. Uygulandığında su temizleme sisteminin başlangıç CAPEX'ini azaltır. Ancak bu yaklaşım geminin makine yüklerinin ve seyir boyunca hangi yüklerde kullanıldığı hakkında iyi bir bilgi gerektirir.

Zamanlanmış yıkama suyu temizliği, genellikle daha büyük bir sirkülasyon tankı aracılığıyla, scrubber sistemine ayrılan tank hacminin artırılmasını içerir. Bu, kapalı devre suyun gemide daha uzun süre depolanmasına olanak tanır; böylece temizlik, makine yükü azaldığında veya scrubber açık devre moduna geçtiğinde yapılabilir. Bu uygulama, su arıtma sisteminin en yoğun talep anlarını azaltır, böylece su arıtma sisteminin boyutu ve maliyeti en aza indirilebilir.

Zamanlanmış yıkama suyu temizliğinin doğru şekilde uygulanmasını sağlamak için mutlaka scrubber üreticisine danışılmalıdır. Eğer geminin rotası veya operasyonları zamanla değişirse, kapalı çevrimdeki yüksek yük aralığı, su arıtma sistemi kapasitesi artırılarak genişletilebilir.

3.4 Alkali dozajlama

Kapalı çevrim çalışması sırasında, suyun SO_x ile tepkimesini ve scrubber'in bu gazı uzaklaştırma kabiliyetini sürdürmesi için alkali dozlaması yapılır. Ayrıca, alkali sayesinde pH seviyesi yeterince yüksek tutulur ve böylece tahliye suyu limitlerine uyum sağlanır. SO_x bileşikleri suda sülfürik asit olarak emildiğinden, pH'nın nötr kalması için alkali gereklidir.

Alkali üç formda dozajlanabilir: sıvı, emülsiyon (karışmayan sıvıların stabil bir karışımı) veya toz. Sıvı dozajlama için NaOH (sodyum hidroksit) kullanılırken, diğer seçenekler magnezyum bazlı alkalilerdir. Her formun aşağıdaki kategorilerde avantajları ve dezavantajları vardır:

- Güvenlik**
 NaOH çözeltisi yüksek pH değeri nedeniyle insan sağlığına zararlıdır ve metalleri aşındırabilir. Bu nedenle, kullanım sırasında önlemler alınmalı ve uygun ekipman kullanılmalıdır. Emülsiyonlar ve tozların orta seviyedeki pH'ı, bunların daha güvenli şekilde dozajlanmasını sağlar.
 - Çökeltme – Tortunun ayrışması**
 Emülsiyon ve karıştırılmış tozlar dozlandığında, dozajlama tankında partikül çökmesi riski vardır. Bu durumu önlemek için dozajlama tankına karıştırma ekipmanı eklenmelidir. Sıvı alkali ise tamamen çözünmüş olduğundan, bu formda çökeltme sorunu yaşanmaz.
 - Kimyasal Çökeltme (Presipitasyon)**
 NaOH ve Na₂SO₄ (scrubber sistemindeki proses sonucunda oluşan sodyum sülfat) düşük sıcaklıklarda çöker, bu nedenle sıvı dozajlama tankı ve boru hatları 15°C'nin üzerinde tutulmalıdır. Aynı şekilde, Na₂SO₄'ün proses suyunda çökmesini önlemek için proses suyu sıcaklığı da yeterince yüksek tutulmalıdır.
- Emülsiyonlar ve tozlarda kullanılan magnezyum bazlı alkaliler olan Mg(OH)₂ (magnezyum hidroksit) ve MgO (magnezyum oksit) için çökeltme riski olmadığından, bu maddelerin yalnızca 0°C'nin üzerinde

tutulması yeterlidir.

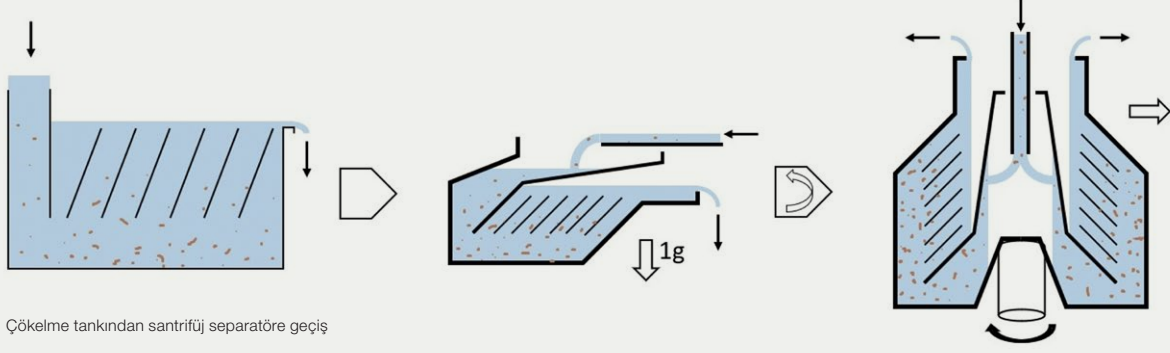
- Tepkime/Çözünme Hızı**
 Sıvı NaOH, proses suyu ile anında karışır. Bu nedenle etkisi doğrudan gözlemlenebilir.
- Emülsiyon ve toz dozajlamasının tepkime hızları ise birden fazla parametreye bağlıdır. Yetersiz dozajlama, sonrasında aşırı dozajlama ve su arıtımında sorunlara yol açabilir.**
- Temin edilebilme kolaylığı**
 Genel olarak, sıvı dozajlama için NaOH kolayca temin edilebilir. Emülsiyonlar ve tozlar ise bazı bölgelerde daha az bulunabilir.

Alkali emülsiyonlarının temin edilme süreci karmaşıktır, çünkü farklı marka veya kaynaklardan gelen emülsiyonların karıştırılması emülsiyonun dengesini bozabilir. Bu nedenle, alkali dozajlama tankları ve ekipmanları, başka bir marka emülsiyon ile doldurulmadan önce iyice temizlenmelidir. Tedarikçiler genellikle tek bir emülsiyon markasına sadık kalınmasını önerir.

Bazı scrubber tedarikçileri, sıvı ve emülsiyon dozajlamanın avantajlarını birleştiren çift alkali dozajlama sistemleri sunmaktadır. Bu sistemler alkali temininde esneklik sağlar, çünkü NaOH dünya genelinde kolay temin edilebilirken, uygun kalite Mg(OH)₂ bazı limarlarda mevcut olmayabilir.

Aşağıdaki tablo, farklı alkali formlarının güçlü ve zayıf yönlerini özetlemektedir.

	Likid dozajlama	Emülsiyon dozajlama	Toz halinde dozajlama
Alkali Türü	50% NaOH	Mg(OH) ₂ Emülsiyon	MgO Toz halinde
Güvenlik	-	+	+
Çökeltme (tortunun ayrışması)	+	-	+/-
Kimyasal Çökeltme (Presipitasyon)	-	+	+
Suda çözünme oranı	+	+/-	-
Temin edilebilme kolaylığı	+	-	+/-



3.5 Scrubber Sistemlerinde Su Arıtma Teknolojileri

Kapalı devre scrubber sisteminin su arıtma sisteminde katı partikülleri (kurum) ve tuzları uzaklaştırmak için farklı teknolojiler kullanılabilir.

- Çökeltme**
 Kurum parçacıkları suda çökeltme eğilimindedir. Ancak, yoğunluk farkı sınırlı olduğundan ve parçacık boyutu mikron düzeyinde olduğundan, çökeltme hızı düşüktür. Açık denizde gemi hareketleri çökeltme sürecini bozabilir ve bu da separasyon verimliliğini güvenilir hâle getirir.
- Yüksek Hızlı Separasyon**
 Yüksek hızlı separasyon da çökeltme ile aynı prensibe dayanır. Ancak yüksek hızlı separatörde, yerçekimi kuvveti yerine merkezkaç kuvveti kullanılır ve bu kuvvet yaklaşık 10.000 kat daha güçlüdür. Bu nedenle, separasyon verimliliği gemi hareketlerinden etkilenmez.

- Membran Filtrasyonu**

Çökeltme ve yüksek hızlı ayırmanın aksine, membran filtrasyonu parçacık ve su yoğunluğu farkını değil, parçacık boyutunu esas alır. Membran gözenek boyutundan küçük olan sıvı ve parçacıklar membrandan geçerken, daha büyük parçacıklar filtrelendir.

Son zamanlara kadar, gemilerde (özellikle tatlı su üretiminde kullanılan ters ozmoz sistemleri dışında) membran filtrasyonu yaygın değildi. Ancak scrubber alanında popülerlik kazanmasıyla birlikte, artık iki tip membran kullanılmaktadır: çapraz akış (cross-flow) filtrasyonu ve ölü uç (dead-end) filtrasyonu.

3.6 Yüksek Hızlı Separasyon ve Membran Filtre Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Yüksek hızlı separasyon ve membran filtrasyon sistemleri, hareket halindeki bir gemide bile tahliye suyu kriterlerini sorunsuz karşılayabilir. Ancak bu iki sistem arasında bazı operasyonel farklılıklar vardır:

- **Boşaltım (bleed-off) Su Debisi**

Membran filtrasyon yöntemi su artımında kullanıldığında, scrubber tedarikçileri genellikle yüksek hızlı separatörlere kıyasla daha düşük miktarda tahliye suyu (bleed-off) ürettiğini belirtir. Ancak, membran sisteminden geçen suyun debisi çok düşük olduğunda, su içindeki kirlenici maddelerin (özellikle sülfat gibi tuzların) yoğunluğu artabilir. Bu durum, suyun soğuması halinde sülfat tuzlarının çökme (presipitasyon) riskini doğurur.

Bu tür çökelmeler özellikle ısı değiştiricilerin etrafında ya da soğuk bir zero-discharge tankında meydana gelebilir. Buradaki “soğuk tank” ifadesi, tankın özellikle soğutulduğunu değil, gemi gövdesinin deniz suyuyla temas etmesi nedeniyle, özellikle soğuk sularda seyir sırasında tankın doğal olarak düşük sıcaklıklara ulaşabileceğini ifade eder. Bu tür koşullar, sülfat kristallerinin oluşmasına ve sistemde tıkanmalara neden olabilir.

Ayrıca makineler yüksek yüklerde çalışırken yüksek partikül yükü, membran kirlenme (fouling) oranlarını artırabilir. Emülsiyon ve toz alkali dozajlaması birlikte kullanıldığında membran hasarı vakaları sıkça rapor edilmiştir.

- **Sludge Üretim Oranı**

Yüksek hızlı separatörlerden çıkan sludge, %20 kuru madde ve %80 sudan oluşur ve pompalanabilir durumdadır.

Membran sistemlerinden çıkan atık ise %2 kuru madde ve %98 sudan oluşur. Bu nedenle, membran sistemlerinde sludge'ın yoğunlaştırılması için genellikle su uzaklaştırma filtresi kullanılır. Ek ekipman anlamına gelen bu konu tercih meselesidir ve sonuç olarak %50'ye kadar kuru madde içeren sludge elde edilir.

Sludge içeriği ve elleçleme konuları 3.7. bölümde daha detaylı olarak ele alınmıştır.

- **Bakım**

Tüm su arıtma sistemleri bakım gerektirir. Yüksek hızlı separatörler düzenli bakım ister ve bu işlemler mürettebatın gemideki benzer separatörlerden aşına olduğu prosedürlerle yapılır. Çoğu tedarikçi özel separatör bakım kitleri sunar. Membran bazlı sistemler, membranın kirlenmesi ve aşınması sonucu bakım gerektirir ve yıpranmış membranların değiştirilmesi gerekir.

Yüksek Hızlı Separasyon ve Flokülatör Modülü

Kapalı çevrim ve hibrit Alfa Laval PureSOx scrubber sistemleri için Alfa Laval, yüksek hızlı separatör ile birlikte bir flokülatör modülü sunar. Bu modül, parçacıkların topaklanmasını, böylece yıkama suyundan daha kolay ayrılmasını sağlar. İki teknolojinin bu patentli birleşiminin kapladığı alan ve işletme maliyeti üzerindeki etkisi çok azdır ve separasyon verimliliğini önemli ölçüde artırır.

3.7 Scrubber Atığı (Sludge)

Scrubber atığı, diğer adıyla sludge, su arıtma sisteminden atılan atık bir üründür. Kapalı çevrim yıkama suyundan ayrıştırılan kurum ve tuzlardan oluşur. Scrubber sludge'ı, gemide işlenmesi yasak olduğundan, karada bir atık kabul tesisine teslim edilmelidir.

Su arıtma sisteminin tipine bağlı olarak, sludge'ın su içeriği yüksek veya düşük olabilir. Su içeriği yüksek olan sludge (~%80), bulamaç benzeri bir yapıdadır.

Bazı su arıtma sistemleri, düşük kurum ve tuz konsantrasyonuna sahip büyük miktarda sludge üretir. Depolama gereksinimini en aza indirmek için genellikle dekantör, filtre pres veya bant filtresi kullanılır. Bu ekipmanlar su içeriğini ciddi şekilde azaltır ve torbalarda depolanabilecek hacmi sınırlı "kuru" sludge (%50 civarında su içeriği) elde edilir.

Sıvı veya kuru sludge üretme tercihi gemi sahibine aittir, ancak bu tercih scrubber sisteminin işletme maliyetini (OPEX) etkiler. Ayrıca, her liman kuru atığı kabul edemez; çünkü uygun atık işleme tesisleri her zaman makul mesafelerde bulunmayabilir.

Limanlar, sludge yönetimi konusunda üçüncü taraf hizmet sağlayıcılarla çalışabilir ve bu firmalar, sludge'ın işlenmesi için karıştırma veya çözündürme gibi ek işlemler uygulayabilir. Bu işlemlerin maliyeti ise genellikle gemi işletmecisine yansıtılır ve bu da su oranı yüksek sludge'a kıyasla daha yüksek bir maliyet anlamına gelir.



4. Geleceğe Yönelik Adımlar

SOx scrubber sistemine yatırım yapılırken, kapalı çevrim seçeneği ciddi şekilde değerlendirilmelidir. Özellikle hibrit scrubber sistemleri, geleceğe uyum, ekonomi ve işletme esnekliği arasında ideal bir denge sunabilir.

Ancak doğru kararı vermek, sadece kapalı çevrim scrubber seçeneği sunan bir tedarikçiyle çalışmaktan ibaret değildir. Hem ilk yatırım maliyetinin verimli olması hem de uzun vadede işletme giderlerinin düşürülmesi ve düzenlemelere tam uyum sağlanabilmesi için, scrubber sisteminin gemideki mevcut koşullara ve seyir profiline uygun şekilde yapılandırılması büyük önem taşır. Özellikle tahliye suyunun arıtılması konusunda doğru teknolojik tercihlerin yapılması kritik bir adımdır.

Kapalı çevrimli sistem seçeneklerini değerlendirirken, potansiyel tedarikçilerin sürecin tüm teknik detaylarına hâkim olmasına ve karar verme sürecinde size güçlü bir destek sunabilmesine dikkat etmek faydalı olacaktır.

Konuyu daha detaylı ele almak için lütfen bizimle iletişime geçin

Alfa Laval, SOx scrubber sistemleri alanında liderdir ve bu sistemlerin kapalı çevrim moduna göre yapılandırılması konusunda kapsamlı bir deneyime sahiptir. Açık çevrimden hibrit sistemlere geçiş dahil olmak üzere pek çok farklı uygulamada etkin çözümler sunmaktadır. Kurulumu yapılan ilk PureSOx sistemi hibrittir ve bu sayede Alfa Laval kapalı çevrim işletimi ve tahliye suyu düzenlemeleri konusunda yaklaşık 15 yıllık engin bilgi birikimine sahiptir.

Scrubber uzmanlarımız sizlere geminiz adına doğru seçim yapmanız adına daha ayrıntılı bilgi vermeye hazırdır.

Mail adresimiz üzerinden bizimle hemen irtibata geçebilirsiniz: puresox@alfalaval.com





Alfa Laval

Alfa Laval, Enerji, Denizcilik ve Gıda & Su alanlarında faaliyet göstermekte olup, 100'e yakın ülkede çok çeşitli sektörlerde uzmanlık, ürün ve hizmet sunmaktadır. Şirket kendini süreçleri optimize etmeye, sorumlu büyüme sağlamaya ve ilerlemeyi desteklemeye adanmıştır. Müşterilerinin iş hedeflerine ve sürdürülebilirlik amaçlarına ulaşmalarını sağlamak için daima ekstra çaba göstermektedir.

Alfa Laval'ın yenilikçi teknolojileri, doğal kaynakların daha sorumlu kullanımını teşvik ederek malzemelerin saflaştırılmasına, rafine edilmesine ve yeniden kullanılmasına adanmıştır. Geliştirilmiş enerji verimliliği-ne ve ısı geri kazanımına, daha iyi su arıtımına ve azaltılmış emisyonlara katkıda bulunurlar. Böylece Alfa Laval yalnızca müşterileri için değil, aynı zamanda insanlar ve gezegen için de başarıyı hızlandırır. Sloganımız Advancing Better ile Dünyayı her gün daha iyi hale getiriyoruz.

Alfa Laval'la nasıl iletişime geçilir?

Tüm ülkelerin iletişim bilgileri web sitemizde sürekli olarak güncellenmektedir. Bilgilere ulaşmak için lütfen www.alfalaval.com adresini ziyaret ediniz.

Alfa Laval'la nasıl iletişime geçilir?

Tüm ülkeler için güncel Alfa Laval iletişim bilgileri her zaman www.alfalaval.com adresindeki web sitemizde mevcuttur.

100010041-1-TR 2506

Alfa Laval önceden bildirimde bulunmaksızın teknik özellikleri değiştirme hakkını saklı tutar