

Arıtma Tesisi Klor Depolama Odalarında Acil Klor Nötralizasyon Tasarım ve İşletim Sistemi



TARİH: Haziran-2020

İÇİNDEKİLER, ŞEKİLLER, TABLOLAR

1. GİRİŞ	3
2. CL₂ GAZININ NAOH İLE REAKSİYONU	6
3 ISLAK ARITMADA KULLANILAN NAOH ÇÖZELTİSİ	8
4. ISLAK ARITMA (WET SCRUBBER)	9
4.1. Debi Ölçer- Boşaltma	14
4.2. Numune-Dip Deşarj Hattı	14
4.3. Pompalar	14
5. KOSTİK SODA VE KATI TUZ OLUŞUMU	15
6. ISLAK ARITMA KULLANILAN MALZEMELER	16
Şekil 1. İçme Suyu Arıtma Tesisi ve Klor gazı Depolama Odası	4
Şekil 2. Klor Gazı Depolama Odası İç Ortamında Hava Emme Sistemi	5
Şekil 3. Aşırı Kostik Soda Değişiminde ORP Değişimi.....	7
Şekil 4. Sıcaklık-Stabilitesi Kostik Soda Kristalleşmesi	8
Şekil 5. NaOH Çözeltisi Kullanılan Islak Arıtmada (Wet Scrubber) Klor Gazı Giderme.....	9
Şekil 6. Örnek Bir Klor gazı Nötralizasyon Tesisi Tasarımı.....	13
Şekil 7. Klor Nötralizasyon Islak Arıtma Tesisi Görüntüsü	14
Şekil 8. Kostik Soda Yıkama-Klorürlü Tuz Oluşumu	15
Tablo 1. Klor Gazının İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi	3
Tablo 2. Islak Arıtma Tesisinde Kullanılan Tipik Malzeme Tipleri Ve Özellikleri	16

1. GİRİŞ

Klor (Cl₂) gazı, reaktif ve toksik bir tehlikeli maddedir. Uygun şartlarda kullanılması için gerekli koruyucu önlemlerin önceden alınması gereklidir.

Belli sınır değerlerinin üzerinde klor (Cl₂) gazı solunum yollarını tahriş eder. İnhalasyondan (soluk alma) kaynaklanabilecek semptomlar arasında baş ağrısı, ağrılı zor nefes alma, göğüste yanma hissi, bulantı ve gözlerin sulanması sayılabilir. Klor, saha sınırı dışında dağılma ve saha dışı nüfusu etkileme potansiyeline sahiptir. İnhalasyon, yutma ve doğrudan temas yoluyla kloru maruz kalmak yaralanma ve ölümlerle sonuçlanabilir.

Klor gazına maruz kalmanın sağlık üzerine etkileri **Tablo 1'**de verilmiştir.

Tablo 1. Klor Gazının İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Klor konsantrasyonu (ppm)	Etkileri
0,2-0,4	Koku Eşiği (koku algısında azalma, zamanla oluşur)
1-3	1 saate kadar tolere edilmiş hafif mukoza zarında tahriş
5-15	Solunum yollarında orta derecede tahriş. Gaz çok tahriş edicidir ve kişi sıkışıp kalmadığı (tuzağa düşmediği) veya bilinçsiz olmadığı sürece herhangi bir kişinin böyle bir maruz kalmada çok kısa bir süre kalması olası değildir.
20	Öksürme
30	Anında göğüs ağrısı, kusma, dyspnoea (solunum güçlüğü), öksürük
40-60	Toksik pnömonit ve pulmoner ödem (30-60 dakika içinde tehlikeli)
430	30 dakikadan fazla ölümcül
1000	Birkaç dakika içinde ölümcül

Klor gazı depolama odası yerleşimdeki en yakın binadan 400 m uzağa kurulması gerekir. Böylece insan sağlığına zarar vermesi önlenir.

İçme suyu arıtma tesislerinin %98'de dezenfeksiyon amacıyla Cl₂ gazı kullanılır. Bu yüzden, tüm içme suyu arıtma tesislerinde Cl₂ gazı depolama odaları ve klonatör odaları iç ortamında Cl₂ gazı insan sağlığı için riskli seviyeye ulaşmadan ortamdaki emilmesi ve nötrale edilmesi gerekir.

Bazı belediyeler, klor depolama odalarını ve klonatör odalarını doğal havalandırarak bu işlemi, yapmaktadırlar. Yakın mesafede yerleşim varsa bu durum risklidir.

Klor tüpü tesislerinin hassas kullanımlar veya konutların 100 m yakınında yer alacağı yerlerde, diğer risk azaltma biçimlerinin saha dışı riski en aza indirmeye yeterli olmadığı düşünülürse, bir klor muhafaza binasının kullanımına dikkat edilmelidir.

Dikkate alınması gereken faktörler; nüfus yoğunluğu, arazi kullanım şekli, klor tüketim oranı ve depolanacak klor miktarıdır. Bir klor muhafaza binasının kabulü/kabul edilmemesi gerekçesi belgelenmelidir.

Klor odasındaki her bir tankın kapasitesi genelde 1000 kg'dır.

İçme suyu arıtma tesisinde klor depolama odaları **Şekil 1**'de verilmiştir.



Şekil 1. İçme Suyu Arıtma Tesisi ve Klor gazı Depolama Odası

Cl₂ gazı depolama odaları ve kloratör odaları iç ortamında klor kaçaıklarından dolayı sızıntı olduğunda kaynağa ve yere yakın mesafede klor gazı, otomatik olarak sensörlerle ölçülmelidir. Klor gazı havadan ağırdır.

Ölçüm yapılan iç ortam havasında Cl₂ gazı konsantrasyonu 0,3 ppm'in üzerine çıktığı zaman iç ortam havasını emme sistemi otomatik olarak devreye girmeli, alarm vermeli, iç ortam havası otomatik olarak emilmeli ve nötralizasyon sistemi çalışmalı.

Havadan ağır olan Cl₂ gazı hemen iç ortamda yer seviyesine iner. Bu yüzden klor gazı yere yakın seviyede ölçülmeli ve iç ortam havası emme sistemi tabanda yapılmalıdır (**Şekil 2**).



Şekil 2. Klor Gazı Depolama Odası İç Ortamında Hava Emme Sistemi

Egzoz fanı, yıkayıcının alt tarafına yerleştirilir. Bu özellik, gazlar tamamen temizlenene kadar tüm sistemin negatif basınç altında olmasını sağlar. Emici, sistemin ayrılmaz bir parçası olan kostik bir depolama tankının üzerine yerleştirilir.

Vaka olduğu zaman ortam havası, 15-25 çevrim/saatte emilmelidir. Genelde hesaplamalarda 20 çevrim/saat alınır.

Cl₂ gazı depolama odaları ve klonatör odaları iç ortam havasındaki Cl₂ konsantrasyonu 0,3 ppm'in altına düştüğünde fan sistemi otomatik olarak durmalı ve nötralizasyon sistemi de duruşa geçmelidir.

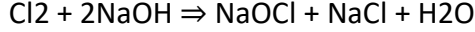
Sistemi besleyen ve kumanda eden elektrik panosu, en az IP 65 koruma sınıfında kimyasal maddelerden etkilenmeyen plastik esaslı bir malzeme olmalıdır.

Aşağıdaki gereksinimler Cl₂ gazı depolama odaları ve klonatör odaları için geçerlidir. Klor depolama ve klonatör odaları;

- Döşeme çukurları, kanalları, hazneleri veya makine kuyuları içermemeli.
- Odalar arasında sızdırmaz açıklıklar (boşluklar) olmamalı (örneğin, kablo kanalları, kanallar vb.).

2. CL₂ GAZININ NaOH İLE REAKSİYONU

Cl₂ gazı depolama odası ve klornatör odası iç ortam havasında sızıntı Cl₂ gazlı hava emilir. Cl₂ gazı, NaOH ile reaksiyonu;



şeklinde gerçekleşir ve Cl₂ gazı nötralize edilir. Reaksiyon süresi çok kısadır. Reaksiyon, 1-5 saniye içinde gerçekleşir.

Stokiyometrik olarak 1 kg Cl₂ gazını nötralize etmek için 1,13 kg NaOH gerekir, reaksiyon sonrası 1,05 kg sodyum hipoklorit (NaOCl) ve 0,825 kg NaCl üretilir. Pratik uygulamalarda, genelde, %10 fazla NaOH kullanılır.

Aşırı klorlanmayı önlemek için stokiyometrik değerin üzerinde %10 fazla NaOH kullanılır.

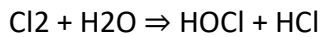
Nötralizasyon sistemlerinde en az 1000 kg Cl₂ gazını en az 1 saat içerisinde nötralize edebilecek şekilde boyutlandırma yapılır.

Nötralizasyon işleminde %10 fazla NaOH'ın daima korunması gerekir. Aksi takdirde, bir kısım klor reaksiyona giremeyebilir. Aşırı koşullarda, Cl₂ gazı serbest kalabilir. Kontrollü işlemlerde, çok düşük artık NaOH konsantrasyonları elde edilebilir. Cl₂ gazı akışlarının düzensiz olduğu veya daha az karmaşık kontrol sistemlerinin olduğu durumlarda, Cl₂ gazı emisyonlarını önlemek için nispeten yüksek kalıntı kostik konsantrasyonları gerekebilir.

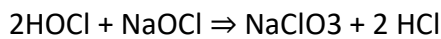
Yaklaşık %8'den daha yüksek konsantrasyonlarda sodyum hidroksit mukavemetinin sistem kütle aktarım katsayısı üzerinde çok az etkisi vardır. Düşük konsantrasyonlarda kütle aktarım katsayısı hızla düşer ve kontaktör boyutlarını etkiler.

Wet scrubber işleminde ve sonrasında katı maddelerin oluşmasını önlemek veya bunlara uyum sağlamak için önlemler alınmalıdır. Kristalleşme, yabancı madde girişi veya kimyasal reaksiyon nedeniyle yıkama sistemlerinde katılar oluşabilir.

Cl₂ gazı ile klorla doymuş çözeltilinin beslemesi devam ettikçe, çözeltilinin pH'ı, aşağıdaki reaksiyonlarda görüldüğü gibi asit üretimi yoluyla azalır.



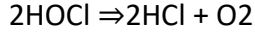
Ortam pH'ı, 11'in altına düştüğü zaman, ilave HCl oluşumu yoluyla pH'ı düşürmeye devam eder ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir.



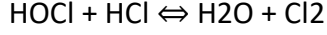
Ortamda kostik soda (NaOH) konsantrasyonu %2-%3 seviyesine düştüğü zaman yüksek oranda NaClO₃ oluşur. Böylece NaOCl ile NaClO₃ reaksiyona girer ve daha fazla tuz oluşur. Bu da wet scrubber kulesinde tıkanmalara neden olur.

Ortamda alkali eksikliği veya eksilmesi, Cl₂ gazının emilmeden (absorplanmadan) absorplama ünitesinden geldiği gibi geçmesine izin verir.

Islak arıtma çözeltilisinin pH'ı, 5'in altına düşerse, HOCl aşağıdaki reaksiyon yoluyla HCl'ye ayrılmaya başlar.

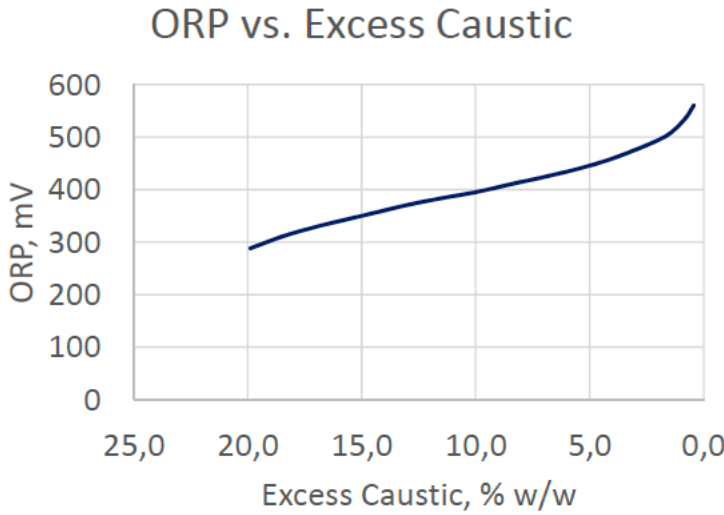


Ortamda yeterli HCl oluşursa, Cl₂ gazı, aşağıdaki reaksiyon yoluyla çözeltiden tekrar serbest hale geçer.



Aşırı klorlu çözeltiliye Cl₂ gazı akışı durdurulduktan sonra, pH 5'in üzerinde pH'ı arttırmak için yeterli HCl tüketilene kadar yukarıdaki reaksiyon yoluyla Cl₂ gazı çözeltiden yayılmaya devam edecektir.

Wet scrubberde kullanılan kostik soda konsantrasyon değişimine bağlı olarak ORP değişimi **Şekil 3'**de verilmiştir.



Şekil 3. Aşırı Kostik Soda Değişiminde ORP Değişimi

Şekil 3 incelendiğinde Cl₂ gazı reaksiyona girdikçe NaOH çözeltisi konsantrasyonu düşer. NaOH'un konsantrasyonunun düşmesi ORP ile tespit edilebilir. ORP değeri 450 mV aştığı zaman ortama taze NaOH çözeltisi beslemesi yapılmalıdır.

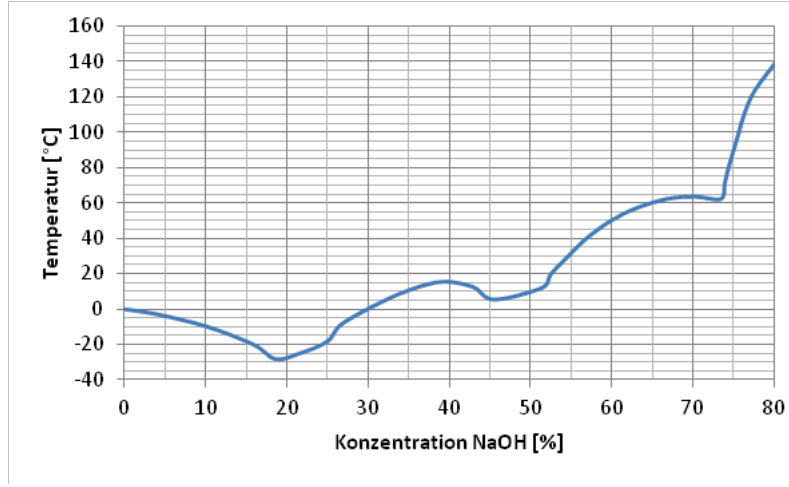
Wet scrubber Cl₂ gazı arıtma tesisinde NaOH çözeltisinin minimum konsantrasyonu %4 ve maksimum konsantrasyonun %20 olması tavsiye edilir. Genelde %20'lik NaOH çözeltisi kullanılır.

3 ISLAK ARITMADA KULLANILAN NAOH ÇÖZELTİSİ

Piyasada ticari olarak %50'lik sodyum hidroksit (NaOH) temin edilir. Tesiste %15-20'lik çözelti haline temiz su ile getirilir.

1 hacim %50'lik kostik soda için 1-1,5 hacim taze su kullanılır. Seyreltme esnasında ciddi ısı açığa çıkar. Ortam sıcaklığı 25 oC ise NaOH içine su ilavesi esnasında sıcaklık 50 oC kadar çıkabilir. Seyreltme kapları sıcaklığa ve bazik şartlara dayanıklı malzeme olmalıdır.

Şekil 4'de verilen eğri, kostik soda konsantrasyonuna bağlı olarak NaOH çözeltisinin ortam sıcaklığına bağlı olarak kristalleşme gelişimini göstermektedir. **Şekil 4'**de görüldüğü gibi, %20 kostik soda çözeltisinin kristalleşmesi -20° C'nin altında başlamaktadır (**Şekil 4**).



Şekil 4.Sıcaklık-Stabilitesi Kostik Soda Kristalleşmesi

%50 oranında NaOH çözeltisinde kristalleşme, ortam sıcaklığı 10 °C'nin altına düştüğü zaman başlamaktadır. Bu yüzde NaOH çözelti tanklarının yalıtımlı olması ve ortam sıcaklığının kontrol altında tutulması tavsiye edilir. Böylece NaOH çözeltisinin ani sıcaklık değişikliğinden etkilenmesi önlenir.

4. ISLAK ARITMA (WET SCRUBBER)

Cl₂ gazı depolama odaları ve kloratör odaları iç ortamlarında Cl₂ gazı kaçaıklarından dolayı gaz sızıntılarının ortamdakilere ve çevreye zarar vermemesi için iç ortam havası emilir, wet scrubber'a verilir ve Cl₂ gazı nötralize edilir.

Klor tank odası ve kloratör odasına sızması muhtemel Cl₂ gazlı hava tabandan emilir ve NaOH çözeltisi ıslak arıtma (wet scrubber) sistemi ile nötralize edilerek bertaraf edilebilir.

Klor tankı odası ve kloratör odası iç ortam havasında klor konsantrasyonu 0,3 ppm çıktığı zaman alarm sisteminin çalışması ile otomatikman ortam havası tabandan emilir ve ıslak arıtma (wet scrubber) çalışmaya başlar.

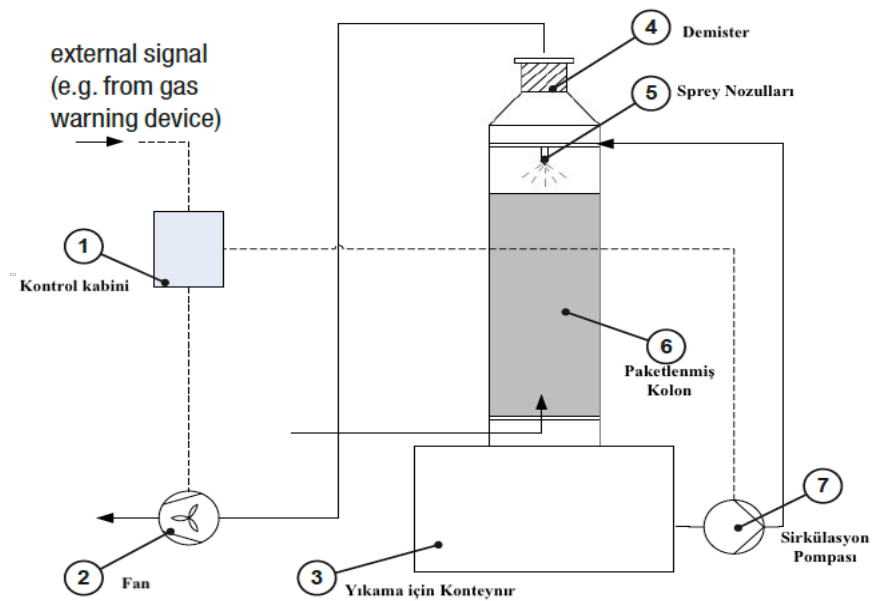
Emilen Cl₂ gazı içeren hava, ıslak arıtma (wet scrubber) ortamına aşağıdan verilirken NaOH çözeltisi yukarıdan yağmurlama usulü ile ortama verilir.

Klor gazının NaOH çözeltisi ile nötralizasyon işlemi tesisi;

1. Kontrol paneli,
2. Pompalar,
3. Deşarj borulama,
4. Fan,
5. NaOH depolama tankı,
6. Islak arıtma ünitesi (kulesi),
7. Islak arıtma ünitesinden (kuleden) fana ve fan çıkış kanallarına bağlantı kanalları

ünitelerden oluşmaktadır.

NaOH çözeltisi kullanılarak wet scrubberda Cl₂ gazı nötralizasyon işlemi **Şekil 5**'de verilmiştir.



Şekil 5. NaOH Çözeltisi Kullanılan Islak Arıtmada (Wet Scrubber) Klor Gazı Giderme

Acil Cl₂ gazı arıtma sistemi, yatay bir çapraz akışlı püskürtme sisteminden sonra iki yatay çapraz akışlı yataklı bölümden oluşan üç aşamalı bir kimyasal emme sistemidir. İndüklenmiş bir taslak fan, Cl₂ içeren havayı yıkayıcıdan (ıslak arıtma tesisinden) çeker, burada devridaim yapan bir kostik çözeltiyle teması sağlar, Cl₂ gazı içeren havanın tamamen emilmesine ve çıkarılmasına neden olur.

Herhangi bir artık kostik çözeltiyi uzaklaştırmak için egzozdan önce gaz akışında yüksek verimli bir sis giderici bulunur.

Cl₂ gazını nötralize etmek için genelde %20'lik kostik soda (NaOH) kullanılmaktadır. Çoğu Cl₂ gazı nötralizasyon wet scrubberlerinde genelde %15-20'lik NaOH çözeltisi kullanılır.

Wet scrubber'da NaOH ile Cl₂ gazı reaksiyona girme temas süresinin 1,5 ila 5 saniye arasında olması yeterlidir. Rashing halkalı ıslak arıtma nötralizasyon sistemlerinde temas süresinin 1,5 saniye alınması yeterli olmaktadır.

Bir Cl₂ detektörü veya manuel uzaktan çalıştırma anahtarı, sistemi iki adımda etkinleştirir. Kostik soda pompası, egzoz fanına başlamadan önce 0 ila 5 saniyelik ayarlanabilir bir zaman gecikmesi ile gaz yıkayıcı aşamalarında salmastranın düzgün bir şekilde ıslatılmasına izin vermek için etkinleştirilir. Zaman gecikmesi tipik olarak 1,5 ila 5 saniye arasında ayarlanır. Bu özellik, klor yüklü gazları içinden geçirmeden önce yıkayıcının hazır olmasını sağlar.

Wet scrubber ile iç ortam havasındaki Cl₂ gazı konsantrasyonunu çıkışta 0,3 ppm'nin altına düşürebilir.

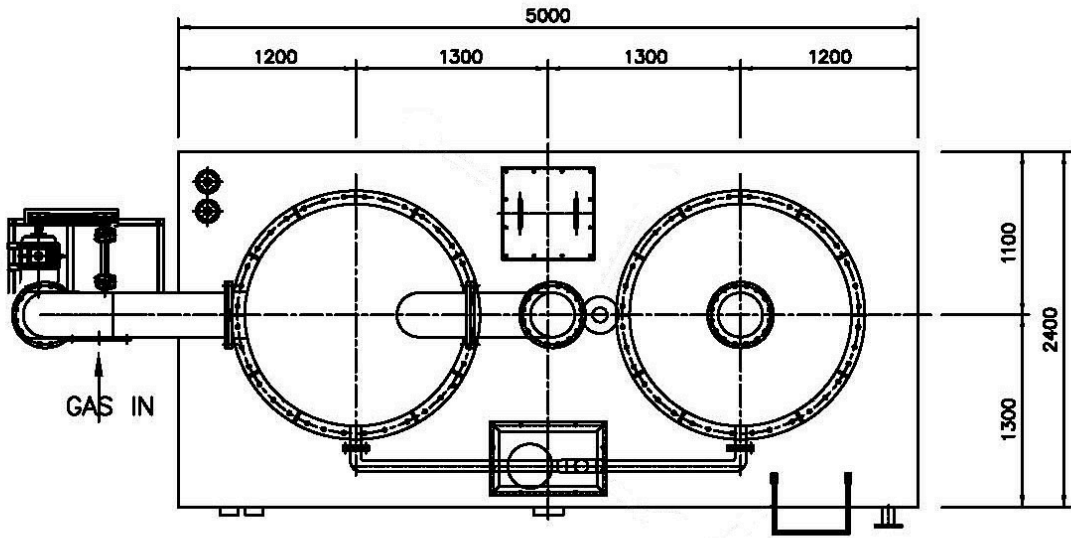
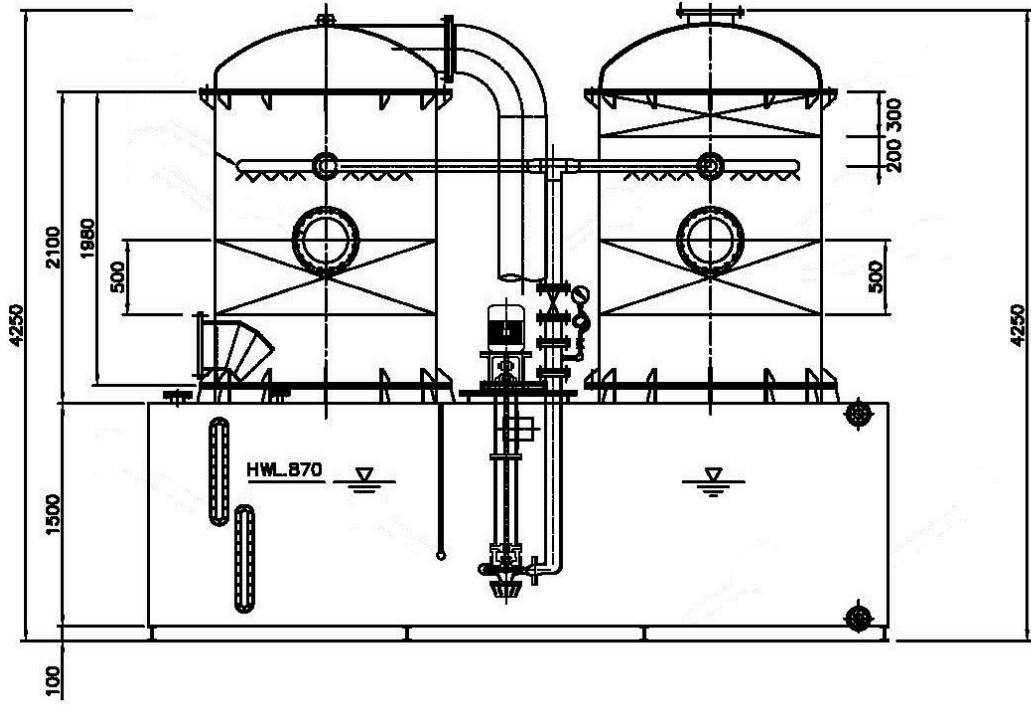
1 ton klor gazı ıslak arıtma tesisi;

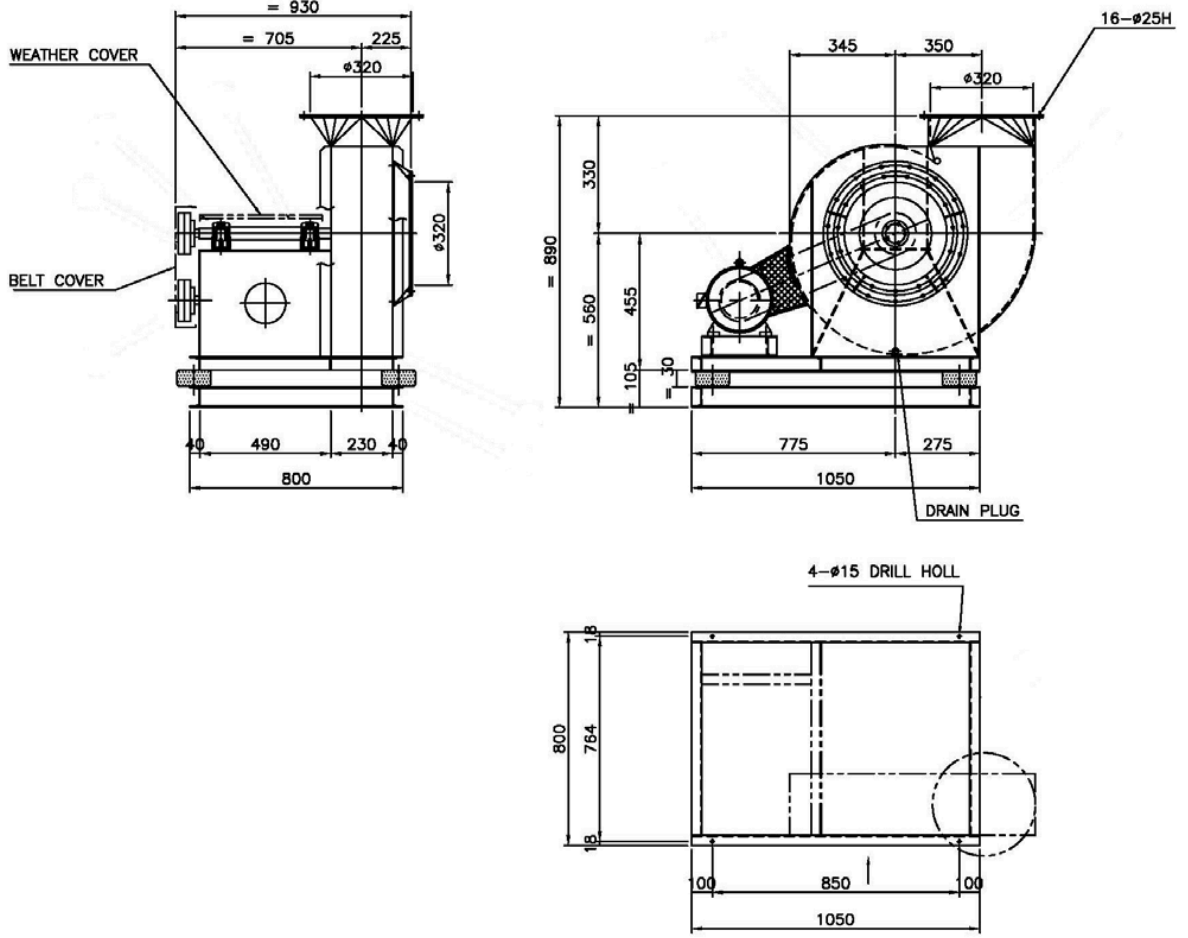
- 7 950 L (2 100 galon) NaOH çözeltisi tankı,
- Wet Scrubber içinde Cl₂ gazı hızı 85 m³/dakika (3 000 cfm) ve kostik soda akış hızı 2,082 m³/dakika (550 gpm) olmalı,
- Kostik soda genelde %20 çözelti halinde kullanılır,
- 3.000 klor buharı tutma hızı,
- 30 dakika içinde 1088,6 kg (2.400 lb) Cl₂ gazını nötralize etme kapasitesine sahip olmalı.

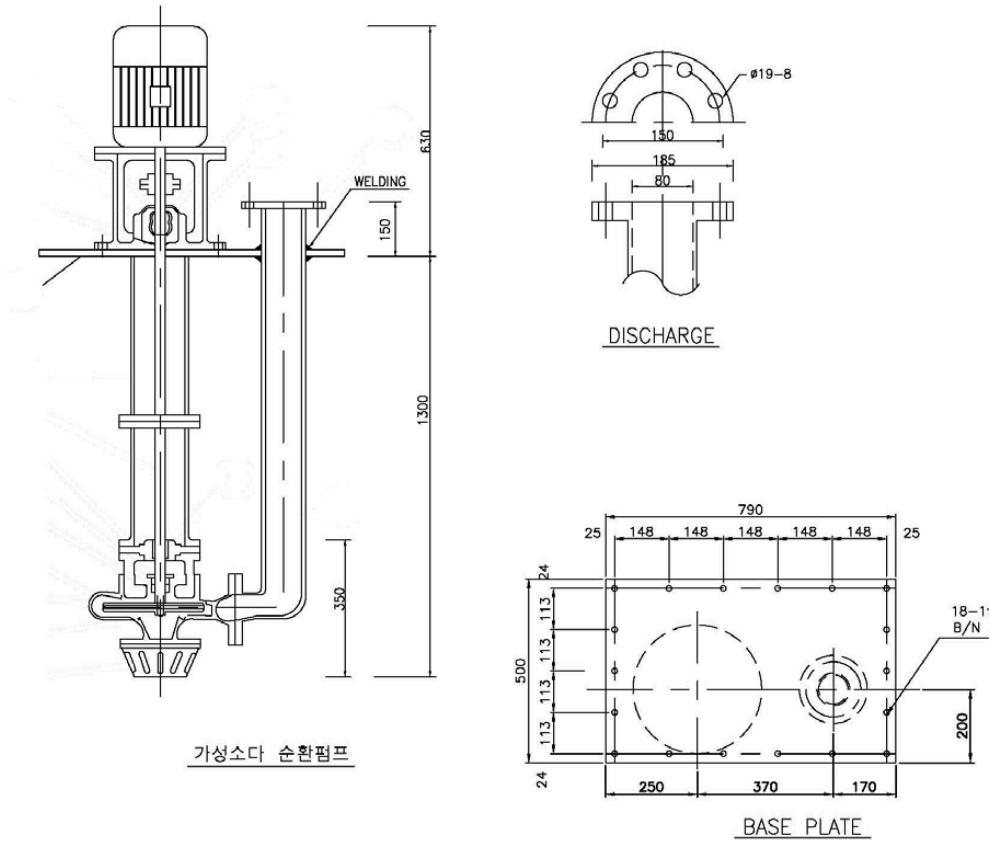
Ortamda nikel ve demir varsa NaOCl'nin bozulmasında katalizör görevi yapar.

Wet scrubber ile emilen hava içindeki klor gazını, %99,999'dan fazla oranda gidermek mümkündür.

Örnek Cl₂ gazı giderim tesisi tasarım projesi **Şekil 6'**de verilmiştir.







Şekil 6. Örnek Bir Klor gazı Nötralizasyon Tesisi Tasarımı

Diğer yandan Cl₂ gazı wet scrubber tesisi görüntüsü Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Klor Nötralizasyon Islak Arıtma Tesisi Görüntüsü

Islak arıtma tesisinde baca yüksekliği en yakın binanın çatısı yüksekliğinden en az 1,5 m yüksek olmalıdır. Islak arıtma tesisinde arıtılmış hava tahliye bacası jet kap tipi olmalıdır.

4.1. Debi Ölçer- Boşaltma

Islak arıtma sisteminde yıkama sıvısının (NaOH çözeltisi) miktarının ve akışının takip edilmesi gereklidir. Switch kontrolü ile yıkama pompasının akışını kontrol etmektedir.

Yıkama sıvısı doyumluğa ulaştığında pompayla tanktan boşaltım için kullanılmaktadır.

4.2. Numune-Dip Deşarj Hattı

Yıkama sıvısından (NaOH çözeltisi) belli aralıklarda pH kontrolü veya aktif klor oranı için numune alma işlemi için kullanılmaktadır.

Dip deşarj ise tankın daha alt seviyelere kadar pompasız manuel boşaltımı için kullanılmaktadır.

4.3. Pompalar

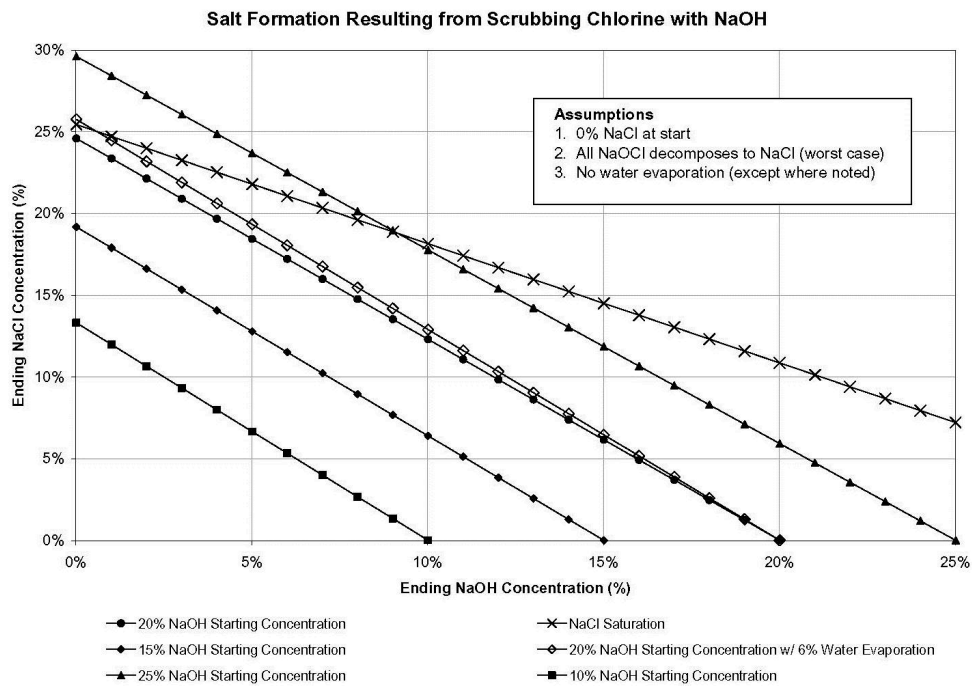
Wet scrubber ünitesinde kullanılan pompalar aşınmaya dayanıklı plastik santrifüj pompalar kullanılmalıdır. Yatay yeniden sirkülasyon pompaları standarttır ve istek üzerine dikey karterli santrifüj pompa mevcuttur. Dikey üstten deşarjlı yatay monteli emme fanları standart olarak mevcut diğer konfigürasyonlarla birlikte kullanılabilir.

Pompalarla ilgili detay **Tablo 2'**de verilmiştir.

5. KOSTİK SODA VE KATI TUZ OLUŞUMU

Sodyum hidroksit (kostik soda) normalde klor içeren gazların emilmesinde kullanılır. Klor, kostik tuz ile reaksiyona girdiğinde oluşur. Tuz, yıkayıcı çözeltilerinde sınırlı çözünürlüğe sahiptir. Bu nedenle, kostik tükendiğinde tuzun çökme riski vardır. Bu, tuzu (diyafram, hücre likörü, vb.) içerebilen ticari kostikler bir ovma ortamı olarak kullanıldığında ağırlaşabilir. Bu, klor ve kostik reaksiyona girdiğinde suyun buharlaşması gerçeğiyle daha da kötüleşebilir.

Kostik maddenin başlangıç konsantrasyonu %20'den (w/w) yüksekse, kostik konsantrasyonu tamamen tükendiğinde katı tuz (NaCl) çökmesi olasılığı vardır ve bu nedenle reaksiyon, tüm kostik maddeyi tüketmeden önce durdurulmalıdır (**Şekil 8**).



01/19/2004

Şekil 8. Kostik Soda Yıkama-Klorürlü Tuz Oluşumu

Sodyum hidroksit, klor ile reaksiyona girdiğinde tuz oluşur. Tuz, sodyum hidroksitten daha az çözünür ve başlangıçtaki sodyum hidroksit konsantrasyonu çok yüksekse veya ovma işlemi sırasında çok fazla su buharlaşırsa çökebilir.

6. ISLAK ARITMA KULLANILAN MALZEMELER

Islak arıtma tesisinde kullanılan tipik malzemeler aşağıdaki **Tablo 2'** da verilmiştir.

Tablo 2. Islak Arıtma Tesisinde Kullanılan Tipik Malzeme Tipleri Ve Özellikleri

Bileşen	Servis	Malzeme Tipi	Limitlemeler
Borular	Kuru klor gazı	Karbon çelik, diğer malzemeler	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		Plastik	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
	Islak klor gazı	PTFE, PVDF, ABS, PVC, CPVC, PFA ve diğerleri Yalnız ve astarlı olarak	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
	Kostik soda çözeltisi	Karbon çelik, paslanmaz çelik, nikel	See Pamphlet 94
		PP, PP- kaplı çelik	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
	Hidroklorik çözeltisi	Titanyum	pH ve sıcaklık etkileri nedeniyle oluşan çatlak korozyon problemlerini önlemek için alaşımlar mevcuttur.
		PTFE, FED, PFA ve PPL kaplı çelik	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		CPVC	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		PVC- kaplı FRP	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
			FRP
Reaksiyon Kabı (vessel)	Hidroklorik çözeltisi & Klor (ıslak veya kuru)	PVC- kaplı FRP	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		Titanyum	
		Semag® kaplı	pH 8'den daha yüksek
		Lastik kaplı çelik	
		FRP	Sentetik örtü ile kalın bir iç korozyon bariyeri ve sodyum hipoklorit için uygun olarak bu reçinenin üreticisi tarafından özellikle önerilen bir reçine gerektirir.
Depolama Tankı	Kostik soda çözeltisi	Karbon çelik	

	Hidroklorit çözeltisi	Lastik kaplı çelik	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		PVC- kaplı çelik	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		PVC- kaplı FRP	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
		Semag® kaplı	pH 8'den daha yüksek
		FRP	Sentetik örtü ile kalın bir iç korozyon bariyeri ve sodyum hipoklorit için uygun olarak bu reçinenin üreticisi tarafından özellikle önerilen bir reçine gerektirir.
		Titanyum	
Mekanik Ekipmanalar			
Isı Değiştiriciler	Hidroklorit çözeltisi	Titanyum	Proses bölgesi
	Kostik çözeltisi	Nikel	Proses bölgesi
		Paslanmaz çelik	See Pamphlet 94*
Pompalar	Hidroklorit çözeltisi	Titanyum, PTFE kaplı	
	Kostik çözeltisi	Nikel, alaşım 20, karbon çelik	See Pamphlet 94*
Blowers	Islak klor gazı	Titanyum, FRP	
	Kuru klor gazı	Karbon çelik	
Vanalar	Hidroklorit çözeltisi ve ıslak klor gazı	PTFE, PFA veya ECTFE, CPVC, PVC astarları	Üreticinin basınç ve sıcaklık önerileri ile sınırlıdır.
	Kuru klor gazı	Karbon çelik, diğer metaller	See Pamphlet 94*
	Kostik soda	Karbon çelik, nikel alaşımı ve kaplı çelik	See Pamphlet 94*

* Pamphlet 89 Chlorine Scrubbing Systems