

## **Kort introduktion till scrubberteknologi**

### **Absorption av gaser ur luft med hjälp av tvättvätska.**

#### **Innehållsförteckning**

1	Principer	
2	Vad kan man scrubba ur luften	
3	Beräkningsunderlag	
4	Olika typer av scrubbrar med eller utan fyllkroppar	
5	Scrubbrar kontra droppavskiljare	
6	Materialval	
7	Styrning	Nivåer Ph-värden Temperatur Luftflöden Vätskeflöden Konduktivitet Avblödning eller intermitterent tömning
8	Några exempel	HCl med vatten HCl med NaOH H <sub>2</sub> S med NaOH SO <sub>2</sub> med NaOH
8	Reningsgrader	
9	Flödesdiagram	
10	Några bilder från existerande anläggningar.	

## 1 Principer

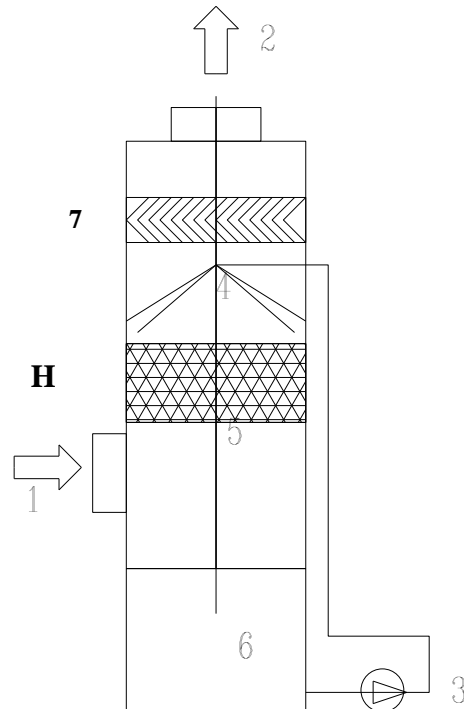
Man låter den förorenade luften möta en tvättvätska som sprayas in i luftströmmen antingen motströms eller tvärströms.

Detta kan ske i ett scrubbertorn med enbart dysor eller ett scrubbertorn med dysor och fyllkroppar, vars funktion är att öka kontaktytan mellan vätskan och den förorenade luften/gasen.

Fyllkroppar är en teknologi i sig, som inte närmare berörs här. Kort kan sägas att kraven på fyllkroppar är

- kemisk resistens
- god kontaktyta mellan luft och fyllkroppens yta
- låga tryckfall
- okänslighet för partiklar

Scrubbingen kan ske i ett eller flera steg med samma eller olika tvättvätskor, allt efter kravet på rening i det aktuella fallet



- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1 | Luftinlopp förorenad luft  |
| 2 | Luft utlopp renad luft     |
| 3 | Cirkulationspump           |
| 4 | Dysarrangemang             |
| 5 | Fyllkroppsbädd             |
| H | H= fyllkroppshöjd          |
| 6 | Integrerad tvättvätsketank |
| 7 | Droppavskiljare            |

## 2 Vad kan man scrubba ur luften ?

Huvudprincipen är att föroreningen skall vara löslig i tvättvätskan eller kunna bindas som en emulsion.

Här följer några exempel på föroreningar och därtill hörande lämpliga tvättkemikalier

<b>Förorening i luften</b>	<b>Tvättvätska</b>
Ammoniak	Vatten
Ammoniak	Svavelsyra
Svaveldioxid	Vatten
Svaveldioxid·Natriumhydroxid (lut)	
Fluorväte	Vatten
Fluorväte	Natriumhydroxid
Saltsyra	Vatten
Saltsyra	Natriumhydroxid
Klor	Natriumhydroxid
Svavelsyra	Vatten
Svavelväte	Natriumhydroxid
Svavelväte	Vatten
Aceton	Vatten
Etanol	Vatten
Metanol	Vatten
Ättiksyra	Vatten
Ättiksyra	Natriumhydroxid
Myrsyra	Vatten
Myrsyra	Natriumhydroxid

### 3 Beräkningsunderlag

För att rätt kunna beräkna ett scrubbersystem krävs från uppdragsgivarens sida några basdata

#### Basdata (Data som COLASIT frågar kunden om)

1	Typ av förorening		
2	Luftmängd		m <sup>3</sup> /h
3	Lufttemp		C
4	Luftens rel. fuktighet		%
5	Ing. konc.förorening		mg/m <sup>3</sup>
6	Önskad utg. konc.		mg/m <sup>3</sup>
7	Spec. önskemål om tvättvätska		
8	Uppgifter om förekommande efterbehandlingssystem för förbrukad tvättvätska		

Beräkningarna bör ge följande resultat

#### Resultat (Som Colasit beräknar och lämnar till kunden)

1	Typ av tvättvätska		
2	Cirkulerande tvättvätskevolym		m <sup>3</sup> /h
3	Avblödningsvolym (spec.då vatten används som tvättvätska)		m <sup>3</sup> /h
4	Avblödningens konc		mg/liter
5	Kylbehov vid exoterma reaktioner		kW
6	Evt. använd fyllkroppstyp samt mängd		Typ och mängd i m <sup>3</sup>
7	<b>Konc. av förorening i utgående luft</b>		<b>mg/m<sup>3</sup></b>
8	<b>Konc. av förorening i utgående vatten</b>		<b>mg/l</b>
9	<b>Teoretisk tvättvätska</b>		<b>l/h</b>

	<b>förbrukning</b>		
--	--------------------	--	--

**Sekundära resultat (COLASIT` s konstruktionsdata)**

1	Scrubbortorn diameter		m
2	Flutfaktor		%
3	Tryckfall luftsida		Pa
4	Evt. fyllkroppshöjd		m
5	Scrubbortornhöjd		m

Flutfaktor = 1 betyder „köbildning i fyllkroppsbädden“ vätskemängden är för stor i förhållande till luftmängden och hindrar luften att passera fyllkroppsbädden: Flutfaktorn bör ligga runt 0,60-0,65.

#### 4 Olika typer av scrubbrar

<b>Vertikala dysscrubbrar</b>	<b>Enstegs Tvåstegs</b>	<b>VD1S VD2S</b>	<b>Luftriktning nedifrån och uppåt</b>
<b>Vertikala fyllkroppsscrubbrar</b>	<b>Enstegs Tvåstegs</b>	<b>VF1S VF2S</b>	<b>Luftriktning nedifrån och Uppåt</b>
<b>Horisontella fyllkroppsscrubbrar</b>	<b>Enstegs Tvåstegs</b>	<b>HF1S HF2S</b>	<b>Horisontellt luftflöde</b>

#### 5 Scrubbrar kontra droppavskiljare

En scrubber avskiljer föroreningar i gasfas, där föroreningen löses, emulgeras i tvättvätskan (Scrubbarn befuktar luften med tvättvätska)

En droppavskiljare avskiljer mekaniskt föroreningar i vätskefas som förekommer i droppar i luften (avskiljer vätskedroppar med föroreningar ur luften, men klarar ej att rena luften från föroreningar i gasfas.)

Effektiva droppavskiljare avskiljer droppar till 100% som är större än 10 my samt fraktioner av droppspektret under 10 my

Droppfångares konstruktion varierar men bygger i princip på lamell-profiler som placeras i luftströmmen. Det förekommer även droppavskiljare av s.k. wire-mesh typ en slags väv som läggs i olika skikt. Varje typs verkningsgrad är helt avhängig luftens anströmningshastighet mot lamell/wire-mesh paketet samt vätskebelastningen per m<sup>2</sup> frontarea.

För lamellpaket med horisontell luftström ligger anströmningshastigheten runt 3,5-5,5 m/sek

**Behandling av aggressiv luft-för miljön** sida 6 av 12

För lamellpaket med vertikal luftström nedifrån och upp ligger anströmningshastigheten runt 2,8-3,6 m/sek

För wire-mesh paket med vertikal luftström nedifrån och upp ligger anströmningshastigheten runt 1,8-2,3 m/sek.

## 6 Materialval

Material i scrubbertorn rörsystem och vätsketankar måste naturligtvis väljas med hänsyn till

- mekanisk belastning
- kemisk belastning
- termisk belastning
- 

### Konstruktionsdel

Scrubbertorn/scrubberhus

### Normalt förekommande material

PP,PPs eller PVC  
med eller utan glasfiberförstärkning

Vätskesystem rör fittings  
Ventiler och pumpar

PP eller PVC PN10  
PVC PP PN10

Packningar

EPDM eller Viton

Vätsketankar

PP  
PP med glasfiberarmering

## 7 Styrning/styrskåp

### Vätskenivåer

Flytande nivåvippor i tank  
Induktiva eller kapacitiva givare på ståndrör  
Flytande magnet i ståndrör  
Vågceller (viktceller som placeras under tank)

### pH-givare

Mätförstärkare i styrskåp som ställs in mellan min. och max.börvärde.  
Signal till doseringspump för koncentrerad tvättvätska för start stopp (eller proportion- eller reglering.)

### Temperatur

pt100 givare i ficka i vätskesystemet närmast scrubber avlopp  
Särskilt när scrubber står utomhus med frysrisk som följd

**Behandling av aggressiv luft-för miljön**

sida 7 av 12

Vid exoterma reaktioner krävs temperaturövervakning/reglering för att förhindrar termisk överbelastning

**Luftflöden**

Differenstryckgivare

**Vätskeflöden**

Svävkroppsmätare med magnetisk svävkropp med signal för max. och minnivå.

**Konduktivitet**

Elledningsförmågan mätes för att fastställa salthalten i tvättvätskan och därmed styra tömningsintervaller för förbrukad tvättvätska.

**Varning!** Konduktiviteten vid en viss given saltkoncentration varierar med tvättvätskan pH-värde varför tömning många gånger kan vara svår att styra med konduktivitetgivare.

Koldamm och främmande ämnen i tvättvätskan påverkar mätresultaten väsentligt

**Avblödning eller intermittent tömning av tvättväsketank**

De metoder som står till buds för att regenerera tvättvätskan och/eller ersätta den med ny tvättvätska, är följande

**1 Satsvis körning**

Lämplig för processer där man väl känner processen, kemiskt, varaktighet samt emissioner till luften, typ läkemedelsindustri.

Ny tvättvätska tillsättes efter varje tömning varvid den gamle oftast dumpas till efterbehandlingstank där neutralisering samt pH-justering äger rum före pumpning till recipient/mottagartank

**2 Deltömning**

Tvättväsketanken deltömmes till t.ex. 50% till neutraliseringstank, styrd av tidrelä eller konduktivitetmätare.

Tvättväsketanken efterfylles med vatten varefter pH-justering sker till önskade börvärden.

Förfarandet sker under drift av scrubbern

### 3 Avblödning

Kontinuerlig avblödning av tvättvätska via rör med mätdon på vätskekretsens trycksida. Kontinuerlig efterfyllning av färskvatten sker styrd av nivågivarnas max. och min. värden varefter pH-reglering sker till önskat börvärde.

Den kontinuerliga avblödning görs för att förhindra för hög salthalt i tvättvätskan med kristallbildning som följd.

För rening av föroreningar med endast vatten krävs en kontinuerlig avblödning för att uppnå önskat resultat. **Se vidare punkt 8**

### 8

#### Några exempel

Samtliga exempel baseras på luftmängd 6000 m<sup>3</sup>/h temp 20C samt fyllkroppstyp VVF50PP.

#### Saltsyra- tvättvätska vatten

Ingående konc. luft	1000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska	10 000	mg/liter
Utg konc.tvättvätska	10 512	mg/liter
Avblödning	<b>582</b>	liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	1,69	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	%(ej över 65%)

#### Saltsyra- tvättvätska Natriumhydroxid(lut)

Ingående konc. luft	1000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utg konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m



**Behandling av aggressiv luft-för miljön**

sida 9 av 12

Fyllkroppshöjd	1,69	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)

**Svavelväte H2S- tvättvätska Natriumhydroxid (lut)**

Ingående konc. luft	1000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utgå konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	1,66	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)

**Svavelväte H2S- tvättvätska Natriumhydroxid(lut)**

Ingående konc. luft	2000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utg konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	2,28	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)

**Svaveldioxid SO2- tvättvätska Natriumhydroxid(lut)**

Ingående konc. luft	1000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utg konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	2,11	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m

Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)
------------	----	------------------

**Svaveldioxid SO<sub>2</sub>- tvättvätska Natriumhydroxid(lut)**

Ingående konc. luft	2000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utg konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	2,60	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)

**Amoniak NH<sub>3</sub>- tvättvätska Svavelsyra H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Ingående konc. luft	1000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utg konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	1,36	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)

**Amoniak NH<sub>3</sub>- tvättvätska Svavelsyra H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Ingående konc. luft	2000	mg/m <sup>3</sup>
Utgående konc luft	50	mg/m <sup>3</sup>
Tvättvätska	12	m <sup>3</sup> /h
Ing. konc. tvättvätska		mg/m <sup>3</sup>
Utg konc.tvättvätska		mg/liter
Avblödning		liter/h
Torndiameter	1,0	m
Fyllkroppshöjd	1,68	m
Tryckfall över fyllkroppar	145	Pa/m
Flutfaktor	60	% (ej över 65 %)

Luft kan renas från de flesta syror upp till 95-99 % reningsgrad enl. teorin. Praktiskt ligger reningsgraden runt 90-95 %  
Samma sak gäller svavelväte och svaveldioxid.  
Lösningssmede som aceton med vatten som tvättvätska kräver att vattnet passerar endast en gång genom scrubbern för att uppnå någon reningseffekt.

### **Reningsgradens variation**

Låt oss se på fallet HCl med NaOH som tvättvätska  
Vi väljer ingångsdata

Luftflöde	6000 m <sup>3</sup> /h
Tryckfall över fyllkroppar	145 Pa/m
Ing. konc	2000 mg/m <sup>3</sup>
Vätskeflöde	12 m <sup>3</sup> /h
PH	9,5
Vid önskad reningsgrad	99 %
Blir fyllkroppshöjden	2,59 m ( Se principschema sida 2)
Vid önskad reningsgrad	98 %
Blir fyllkroppshöjden	2,20 m
Vid önskad reningsgrad	97 %
Blir fyllkroppshöjden	1,97 m
Vid önskad reningsgrad	95 %
Blir fyllkroppshöjden	1,69 m
Vid önskad reningsgrad	90 %
Blir fyllkroppshöjden	1,30 m

## 9 Flödesdiagram

Nedan presenteras ett flödes/styrdiagram för en enstegs vertikal-scrubber.

