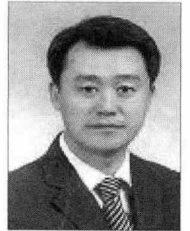


기존 Wet Scrubber에 탈취 효율 증대를 위한 산화습식 악취처리 System

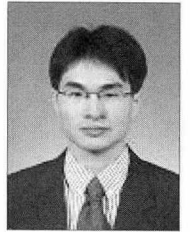
목 차

- 제 1 장 기술개발 배경
- 제 2 장 기술개요
- 제 3 장 경제성 및 처리성능
- 제 4 장 기술적용 실적
- 제 5 장 맺음말

이 광 희 | super7073@hanmail.net
아주대학교 산업공학과 졸업
안양대학교 석사과정(환경공학)수료
現 해성엔지니어링(주) 대표이사
(주)해피크린 대표이사



반 종 석 | mrban1@hanmail.net
광주대학교 환경공학과 졸업
중앙대학교 석사과정(환경공학)졸업
現 (주)해피크린 기술팀 대리



제 1 장 기술개발 배경

산업체에서 발생하는 악취는 각 공정과 업종에 특성 상 매우 다양하고 관리가 어려워 주변에 지역주민들과 끊임없는 민원과 분쟁을 일으키고 있다.

이런 현상은 과거 폐수의 배출과 처리가 관심사였으나 최근 들어 생활수준이 향상됨에 따라 악취의 발생 까지도 필수적으로 처리를 해야 하는 시대적인 흐름으로 선진국에서는 규제를 하고 있으며 국내에서도 2004년도 악취방지법에 제정으로 본격적인 규제에 들어갔다.

국내에 악취 방지기술은 연소법, 흡착법, 수세법이 대표적인 처리기술로 알려져 있으며 그중 수세법(Wet Scrubber)이 대부분을 차지하고 있으며, 시흥환경기

술개발센터에 전수조사 결과만 보더라도 공단(시화반월)에 입주한 업체들이 보유하고 있는 악취방지시설에 경우 수세법(Wet Scrubber)이 전체 방지시설에 42%를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다.

그러나 이들 방지시설은 대부분이 관리가 소홀하고 현실적으로 악취에 대한 효율이 낮아 시설에 보완이나 새로운 방지시설을 설치하여야 하는 경우로 나타나 영세업체는 큰 부담이 아닐 수 없다.

따라서 기존 시설인 Wet Scrubber에 대한 악취저감 효율을 경제적으로 높여 주는 기술적인 방안이 필요한 시점에 있다.

제 2 장 기술개요

2.1 기술에 특징

Ozone은 산화-환원 반응을 일으키는 매개체로 높은 전위[Tabal 2]를 가지고 있고 이러한 전위차는 천연물질로 불소 다음으로 강한 산화력을 가지고 있다.

또한 Ozone은 물속에서 물질과 반응하기에 앞서 자기 분해되어 Hydroxyl Radical을 생성하고 이 Hydroxyl Radical은 더욱 강한 산화제를 형성하게 된다.

따라서 매우 복잡한 물질의 산화에 효과적이다. Ozone 반응의 메카니즘은 Ozone과 악취물질이 결합하여 오존나이트를 형성시킨 후 단순구조의 저분자 물질로 변환시키고 다시 최종 반응하여 제거하게 된다. 아래 [Tabal 1]은 Ozone과 악취물질과에 반응 예이다.

따라서 이러한 강력한 산화능력을 갖는 Ozone을 응용한 기술로서 이용하여 기존에 수세법(Wet Scrubber)에 장치를 고안, 간단하게 부착하여 일반적인 수세법(Wet Scrubber)을 저비용으로 오존산화 Wet Scrubber시설로 변형 시켜고 60~90% 까지 악취처리 효율을 증대시키는 방식이다.

이 구성은 기존 시설에 단독처리에 비해 안정적인 처리성능을 보장하고 유지관리비에 최소화로 경제성이 뛰어난 System구성으로 이루어졌다.

[Tabal 1] Ozone과 주요 악취물질의 반응

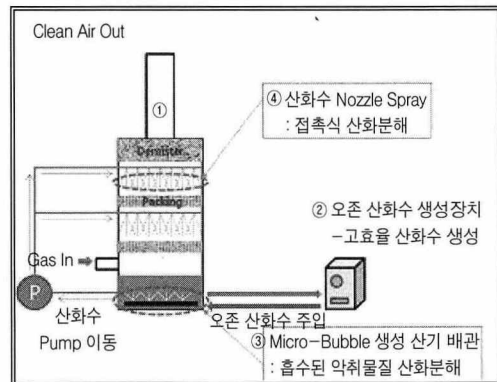
악취물질	반응
암모니아	$2NO_3 + O_3 \rightarrow N_2 + 3H_2O$
	$3(CH_3)_3N + O_3 \rightarrow 3(CH_3)_3NO$
트리메틸아민	$(CH_3)_3N + 3O_3 \rightarrow CH_2NO_2 + 2CO_2 + 3H_2O$
황화수소	$3H_2S + 4O_3 \rightarrow 3H_2SO_4$
	$3H_2S + O_3 \rightarrow 3S + H_2O$
	$H_2S + O_3 \rightarrow SO_2 + H_2O$
메틸메르캅탄	$CH_3SH + O_3 \rightarrow CH_3SO_3H$
	$CH_3SH + O_3 \rightarrow CO_3SH + SO_2$
	$2CH_3SH + O_3 \rightarrow (CH_3)_2S_2O_5 + H_2O$
황화메틸	$3(CH_3)_2S + O_3 \rightarrow (CH_3)_2SO$
	$(CH_3)_2S + O_3 \rightarrow (CH_3)_2SO_3$
이황화메틸	$2(CH_3)_2S_2 + H_2O + O_3 \rightarrow 2CH_3SO_3H$
	$3(CH_3)_2S_2 + 5O_3 \rightarrow 3(CH_3)_2S_2O_5$

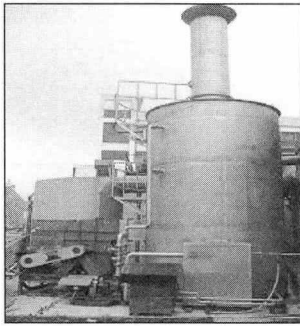
[Tabal 2] 오존의 산화-환원 전위 값

Oxidant	Redox potential(Volt)
$OH + H' + e = H_2O$	2.85
$O_3 + 2H' + 2e = 2H_2O$	2.08

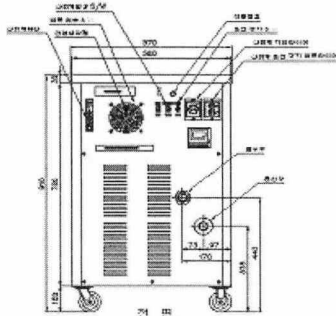
2.2 System에 구성 및 기능

2.2.1 System에 구성

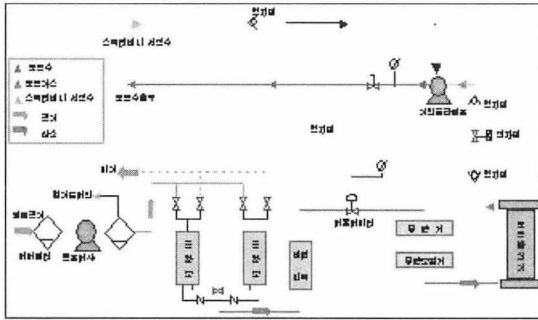




[Fig 1] System 구성도



[Fig 2] 장치 외형



[Fig 3] 장치의 산화수 생성 흐름도

2.2.2 구성별 기능

① 약취배출공정에서 발생되어지는 약취 gas가 Wet Scrubber에 유입되어 기액 접촉에 의한 약취성분을 흡수포집 처리하고 이때 오염된 액은 폐수처리장으로 유입되어 처리되거나 폐수처리 위탁업체에 의뢰 처리하게 된다.

이러한 처리 계통을 지닌 기존 Wet Scrubber구성에 [Fig 1]과 같이 ② Ozone 산화수 생성 장치를 연결하고 Wet Scrubber에 약취제거에 사용되어지는 액(세정수)을 Ozone 산화수화(여기서 Ozone 산화수 농도는 Wet Scrubber에 용량과 약취농도에 따라 최적에 오존농도를 결정하여 적용하게 된다.) 변화시키고 변화된 액(세정수)은 Wet Scrubber 세정수 탱크 내로 다시 ③ Micro-Bubble 생성 산기관을 통해 미세기포 형태로 주입, Ozone과 접촉면적 및 시간을 증대하여 약취성분을 효과적으로 처리하게 된다.

이를 다시 이송 Pump로 Nozzle에 이송하여 ④ Ozone 산화수(세정수)를 2차로 Spray해 약취가 휘발되어 배출되어지기 전에 약취를 접촉 형태로 산화분해 처리하여 배출하는 방식으로 구성하게 된다.

※ 오존 Micro-Bubble화 처리 원리 및 장점

액체 경계 막 내의 물질 이동이 가장 낮은 속도를 보인다. 물질이동 동량 N을 [식 1]으로 구할 수 있다.

$$N = kL \cdot a(C^* - C)$$

여기서 C* 평행농도, C는 액상농도이다. 액체물질 이동 용량계수 kL·a 중에 액체 측 물질이동 계수 kL는 기액 유동특성에 의해 결정되어, 비표면적 a는 기포지름과 기포수에 따라 변화한다.

종래에 밀리미터 오더의 기포로 붙어 넣던 오존을 Micro-Bubble화하고, 그 높은 비표면적 a와 가압 효과 및 느린 상승속도를 이용하여 Ozone을 액 중에 효율적으로 하여 약취물질에 처리효율을 높이는 것이며 아래는 그에 따른 장점이다.

① 크기가 작아 상승속도가 느려진다, 예로 스톡스 식에 따라서 약수중에서 Micro-Bubble 기포에 상승속도는 84mm/min이다. (접촉시간 증대)

② 비표면적이 크게 된다.(같은 용적당 기포 표면적 - 접촉면적에 최대화)

제 3 장 경제성 및 처리성능

3.1 경제성(System 구성에 따른)

- ① 기존 악취방지시설에 최대 이용
 - 추가 시설비의 설치에 따른 비용의 최소화
- ② 설치면적에 최소화
 - 공간 활용에 효율성
- ③ 설치후 유지관리비에 최소화
 - 전기료 외 기타 비용 없음.(소모품비용 제외)

〈전기사용량〉 - 24시간 기준

- ① PUMP 전력사용량 1.5kW
 - ② 오존 발생장치 전력 사용량 40w
 - ③ 용존극대화장치 전력 사용량 40w
- 약 시간당 2kW 소모

∴ 1일 전력 사용량 = 48kW = 약 4,320 원
 30일 전력 사용량 = 1440kW = 약 129,600 원
 1년 전력 사용량 = 17280kW = 약 1,555,200원

3.2 처리성능(System 구성에 따른)

- 적용 전 · 후 복합악취 제거효율
 (기존 Wet Scrubber 배출구 측정)

아래 [Tabal 3]와 같이 85% 이상으로 기존 Wet Scrubber에 악취 처리에 높은 제거효율로 증가시키는 것으로 나타났다.

[Tabal 3] System 구성 후, 악취농도에 변화(S사 적용 결과)

구분	적용 전	적용 후	효율(%)
복합악취 (공기희석 관능법)	2,080 배	300 배	85

- 적용 전 · 후 악취발생 물질별 제거효율
 (기존 Wet Scrubber 배출구 측정)

아래 [Tabal 4]와 같이 Ammonia, Hydrogen sulfide, Dimethyl sulfide, Trimethylamine, Acetaldehyde에 주요 악취유발물질별 제거효율을 분석한 결과 30~89% 제거되는 것으로 분석되었다.

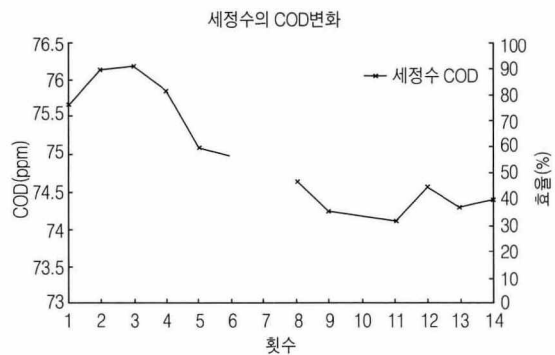
[Tabal 4] System 구성 전후, 악취물질의 제거효율

구분	분석물질	단위	결과		효율(%)
			설치 전	설치 후	
1	Ammonia	ppm	4.8	0.5	89
2	Hydrogen sulfide		0.002	0.001	50
3	Dimethyl sulfide		0.026	0.018	30
4	Trimethylamine		0.002	0.001	50
5	Acetaldehyde		0.041	0.014	66

- System 구성 적용후 세정수에 COD변화

System 구성 적용후, 세정수에 COD가 점차 낮아지는 결과로 나타났으며 이는 기존 Wet Scrubber에 흡수포집된 악취물질이 산화분해 되어 제거가 이루어짐을 나타낸 것이라 하겠다.

[Fig 4] System 구성 후, 세정수 COD 변화 (S사 적용 결과)



제 4 장 적용 실적

4.1 적용현장 악취 현황

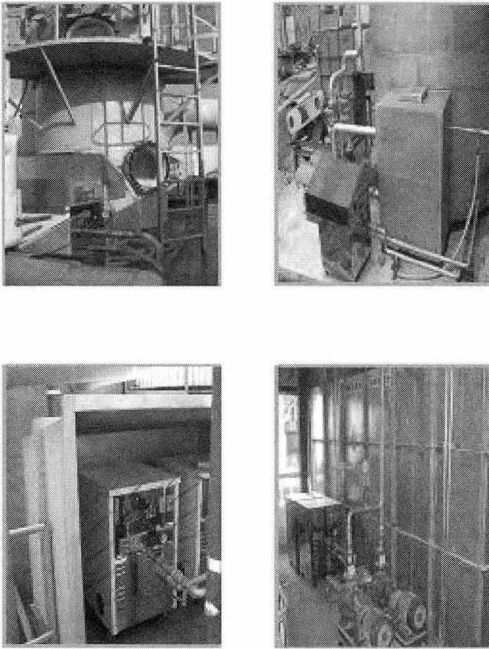
현재 악취에 법적 기준치가 강화되어 복합악취에 경

우 배출구에서 500 배(공기회석관능법)로 적용 단속이 이루어지고 있다. 당사가 현장에 설치한 악취발생사업장에 악취방지시설에 경우 배출구 악취발생 농도가 대

부분이 법적 기준치를 넘기고 있었고 기준치를 넘지 않았더라도 공정에 가동률 등 변수에 따라 매우 불안정적으로 배출이 되어 지고 있었다.

4.2 실적

[Fig 5] 설치가동 현장



[Tabal 5] 현장 실적

발주처	업종	Project
OO 산업	사료제조	산화습식악취저감장치 설치공사
(주) OO	피혁제품제조	산화습식악취저감장치 설치공사
(주) OO	금속제품제조	산화습식악취저감장치 설치공사
OO 페이퍼텍(주)	제지제조	산화습식악취저감장치 설치공사
OO 전자(주)	PCB인쇄회로기판	폐액처리장에 대한 산화습식악취저감장치 설치공사
(주) OO	잉크제조	악취저감을 위한 방지시설 설치공사
(주) OO 정밀화학	의약품제조	Wet Scrubber 악취처리효율 증대 시설 설치공사
(주) OO염직	염색가공	산화습식악취저감장치 설치공사
(주) OOO CP	식품료제조	폐수처리장 기존 Wet Scrubber 악취처리효율 증대 시설 설치공사

위의 [Tabal 5]에 나타난 실적 외에 많은 실적을 보유하고 있으며 각 업종별로 Pilot Test로 반복적인 재검증을 실시하고 있다.

제 5 장 맺음말

본 기술은 설치가 간단하고 기존에 Wet Scrubber에 악취저감효율을 획기적으로 증대시켜 주어 기존에 Wet Scrubber을 보유하고 있는 많은 악취발생사업장에 선택을 받아 기술력을 검증받고 있다. 또한 무엇보다도 관련배출 사업장은 부피가 크고 고가인 시설에 추가적인 설치비용을 줄여 법적인 악취배출허용기준

을 준수 할 수 있다는 장점과 동시에 운영상 기존에 처리시설에 비해 유지관리비가 저렴하다는 장점을 갖추고 악취를 제어 할 수 있어 성능 대비 경제성을 갖춘 System 이라 할 수 있다. (R)

※기술문의 : 해피크린(주)

TEL : 031)496-0686 / FAX : 031)496-0680

홈페이지 : www.happycleaner.co.kr