



악취 및 VOC 제거를 위한 CT-Biofilter의 제안

조 승 건 / (주)Clean-TeQ Korea 기술부 이사

1. 머리말

대기중 오존등 광화학 Oxidant는 광역적으로 형성되고 산림고사등의 생태계 피해를 가속화시킨다는 연구결과가 보고됨에 따라 오존형성의 전구물질인 휘발성 유기화합물질 (Volatile Organic Compounds : VOC)에 대한 관심이 점차 증가하고 있다.

VOC는 자체로서 유해하고 악취의 원인으로 작용하여 지역적인 오염물질로 다루어져 왔으나, 점차 국경을 초월하여 다른 나라에도 피해를 유발하는 장거리 오염물질로서 국제문제화됨에 따라 전 지구차원의 근본적인 VOC 저감대책이 논의되고 있다.

인천시 및 시화호 등지에서의 악취소동, 여천등 공업단지의 대기질 규제 및 그 수가 계속해서 늘어나고 있는 매립장이나 하수처리장등 공공 환경기초시설에서 발생하는 악취문제 역시 더 이상 방치할 수 없는 환경문제로 대두되고 있어 악취나 VOC 대책수립을 위한 대체기술 제공이 시급한 실정이다.

따라서 최근 사회문제화되고 있는 환경오염에 대처하고 더불어 쾌적한 환경을 조성하기 위해 종합적이고 합리적인 환경설비 도입의 필요성을 절감하고 악취문제가 심각한 사업장에 새로운 탈취기술을 제공할 목적으

로 새로이 연구개발된 "생물탈취기술"에 대해 제안하고자 한다.

2. CT-Biofilter 탈취법의 개요

바이오필터 탈취법은 악취성분을 분해/대사하는 특수 미생물들과 그 미생물들의 최대활성을 유지하기 위한 filter media가 주 구성요소로 되어있는 환경친화적인 생물학적 탈취방법이다.

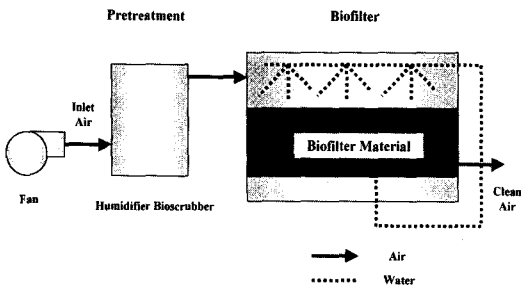
가스상 악취물질이 모두 미생물의 생육에 필요한 에너지원이 되거나 탄소 또는 질소원이 되는 미생물의 대사생리에 의존하고 있다. 중성부근의 pH나 대기온도부근의 온도조건에서 미생물은 암모니아, 황화수소, 아민류등의 화합물을 산화하여 냄새가 없는 물질로 변환하며 성장하기 때문에 화학제나 고온등의 특수한 조건이 필요하지 않고 2차 처리하여야 하는 물질이 발생되지 않는다는 장점을 아울러 지니고 있다. 미생물 군집은 1개의 우점종이나 특별한 물질을 분해하는 경우에는 수많은 종으로 이루어져 시너지효과를 일으켜 오염물질을 분해한다.

Biofilter를 이용한 악취 및 VOC의 가스제거는 미생물이 부착된 반응기 내부로 오염가스를 유입시켜 충전



층을 통과하면서 미생물의 생분해작용에 의해서 최종적으로 이산화탄소와 물로 분해된다.

기본개념은 미생물을 미생물 발육의 최적환경을 제공하는 반응기에서 활성화하여 이들 미생물을 이용하여 오염가스를 처리하는 환경친화적 시스템이다. 구성과 모양은 시스템 설치환경에 따라 매우 다양하나 기본개념도는 다음과 같다.



2.1. CT-Biofilter 설명

1) 필터베드의 물리적, 화학적 구조

필터베드는 머쉬룸 컴포스트, 활성탄소, 라임, 폴리스타일렌 구슬 및 박테리아의 혼합으로 이루어져 있다.

머쉬룸 컴포스트는 전체 필터베드물질의 대부분을 차지한다. 이는 공기가 잘 통과할 수 있도록 다공성 구조를 제공해준다. 그리고 박테리아가 요구하는 질소(N), 인(P) 및 칼륨(K)과 같은 영양분의 주된 제공처가 되기도 한다. 또한 섯다운기간 동안에는 이 물질이 박테리아의 탄소원으로 작용하기도 한다.

폴리스타일렌 구슬의 역할은 필터베드를 통한 공기공급과 가스흐름을 유지하는 것을 돕는다.

폴리스타일렌 구슬이 없이는 컴포스트는 시간이 지남에 따라 단단하게 굳어서 필터베드내에 기공을 감소시키고 이로 인해 오염물질이 제거되지 않은 공기가 쉽게 필터베드를 통과해버릴 수 있다.

이는 필터베드내의 압력강하를 증가시키고 필터베드

로 공기를 밀어내는데 소요되는 에너지의 증가를 초래해서 필터베드의 균열을 더 크게 한다.

필터베드에 첨가된 활성탄소는 오염물질의 부하량이 가장 높을 때 필터베드로 들어오는 VOC(악취)를 잘 흡착하도록 해준다. 일단 흡착된 물질은 순차적으로 즉, 몇주 동안 조금씩 활성탄소로부터 떨어져 나오므로 부하를 낮춰주는 역할을 한다. 떨어져 나온 VOC(악취)는 이후 박테리아에 의해 분해된다.

이는 결국 평균적인 제거율을 증가시켜 주는 효과를 제공한다.

필터베드는 특수한 박테리아와 활성슬러지의 혼합물로 이루어진다. 대부분의 박테리아는 적정 pH범위가 6에서 9 사이이고 바이오매스에 첨가된 라임이 완충물질로 작용한다.

2) 박테리아의 산소 이용

호기성 박테리아는 VOC(악취)를 이산화탄소와 물로 산화시킨다. 그래서 필터베드가 혐기적 조건이 되지 않도록 유지하는 것이 매우 중요한데 이러한 혐기적 조건은 필터베드에 너무 많은 수분이 존재하거나 과도한 응축이 일어났을 때 쉽게 만들어질 수 있다. 필터베드가 굳어 덩어리가 생기면 공기가 필터베드를 너무 쉽게 통과할 수 있기 때문에 효율을 낮추는 결과를 초래한다.

이는 박테리아로부터 산소를 빼앗고, 흡착능력을 감소시킨다.

3) 필터메디아의 수분함량

바이오매스와 오염된 가스의 수분함량은 매우 중요한 요인이다. 박테리아는 바이오필터의 필터베드를 구성하는 고형물질의 표면 주변에 형성되어 있는 수층에 존재한다. 또한 박테리아는 이 수층내로 들어온 VOC(악취)만을 분해할 수 있다.

그래서 적절한 수분함량은 박테리아의 생존과 효율에 필수적인 요건이다.



필터베드의 수분함량은 필터베드의 물리적 특성, 즉 공기흐름의 속도에 영향을 미치므로 매우 중요하다. 필터베드 내에 압력강하가 일어나게 되면 필터베드를 통해 흐르는 공기로부터 VOC를 흡착하는 것이 훨씬 더 어려워진다. 박테리아가 충분한 물과 영양분을 주었을 때 급속하게 증식하는것처럼 과도한 물은 슬러지/슬라임(끈적끈적한 미생물의 사체나 배설물) 형성을 유도할 수 있다.

이 슬라임은 필터베드 내의 바이오매스, 가슴기, 배출 가스 demister 및 바이오필터 구조물 바닥에 쌓이게 된다. 바이오매스가 너무 건조하게 되면 이는 덩어리를 형성하고 부서부서하게 부서지게 되어 심각한 경우에는 미세한 먼지를 형성한다. 이런 경우에는 바이오필터의 작동을 중단시키고 바이오매스 전체를 갈아주어야 한다.

4) 필터베드의 온도

바이오매스의 온도, 즉 박테리아가 활발하게 활동하는 온도는 바이오필터의 효율에 매우 중요한 요인이다. 보통 박테리아는 중온성(mesophile) 박테리아로 15~40℃ 사이에서 활발하게 활동한다. 박테리아가 가장 효율적으로 분해할 수 있는 온도는 32~37℃이다. 거의 37℃ 정도의 최적온도에서 10℃씩 떨어질때 마다 생분해 속도는 거의 반으로 감소된다.

5) VOC(악취) 유입률

정해진 기간 이외에 바이오필터로 유입되는 물질의 양과 종류는, FID 측정기를 이용하여 계산된 것처럼, 바이오필터의 효율에 영향을 미친다. 필터베드부피와 시간당, 제거되는 그램수로 표현되는 바이오필터의 제거 능력은 처리될 공기내에 함유된 처리하고자 하는 물질의 농도에 의해 영향을 받는다.

제한된 농도 이상으로 특정물질이 유입되면 제거능력은 기체농도에 관계없고 제거반응에 영향을 받는다.

제한농도 이하로 유입될때의 제거속도는 확산속도에 영향을 받고 제거능력은 가스농도에 비례하며 바이오필터에서 주어진 물질의 제한 농도는 그 물질의 물에 대한 용해도와 생분해도에 의해 결정된다.

2.2. CT-Biofilter의 기본구조

본 설비는 처리장내에서 발생하는 저·고농도의 악취 가스를 효과적으로 제거하는데 최적의 기능을 갖춘 장치로서 특히 황화수소, 메틸메르캅탄, 황화메틸, 트리메틸아민과 암모니아등의 악취가스를 제거하는게 목적이다.

1) 미생물 :

무균조작 가능한 발효기를 이용하여 배양된 하수처리장에 발생하는 악취에 대한 제거능이 탁월한 미생물이 1012CFU/TON 이상 첨가

처리대상 악취	접 종 미생물
암모니아	<i>Nitrosomonas sp.</i>
황화수소	<i>Thiobacillus sp.</i>
메르캅탄 및 아민류	<i>Bacillus sp.</i>
복합유기산	<i>Bacillus sp.</i>

2) 충전물질 :

압력강하를 최소화 하고 media의 응축을 막아주는 콤포스트/폴리스타일렌 media는 약1/8" 지름의 폴리스타렌(Polystyrene)수지 구에 박테리아를 코팅하여 반영구적인 수명을 갖도록 하였으며 각 바이오필터 내부에 충전한다. 구형의 폴리스타렌 수지의 media는 매다이를 높게 충전하여도 자체의 지지력으로 유지되는 구조로서 매다이의 균일한 형태 및 크기로 가스의 흐름이 시스템 전체에 균등하게 나누어진다.

처리시간을 짧게 할 수 있도록 분해능력을 증가시킬 수 있는 미생물을 접종시켜야 한다. 바이오필터 media는 악취 및 VOC의 효과적인 제거를 위해 특수한 미생



물을 고착시켰다.

CT-Biofilter는 황화수소, 메르캅탄, 암모니아 및 솔벤트, 에탄올, 에칠 아세테이트, MEK, 톨루엔, 자일렌, 모노머(스티렌, 에칠 아크릴레이트) 휘발성 유기산과 같은 탄화수소계 화합물에 따라 몇가지 다양한 타입이 있다.

3) 하우징 :

바이오필터의 하우징은 특수하게 배양된 미생물을 약 1/8"지름의 폴리스타이렌(Polystyrene)으로 만든 구에 착상시킨 media를 저장 충전하기 위한 구조물로서 완전밀폐형이며 FRP, PVC 및 스테인레스스틸을 포함한 부식방지재질로 만들어진다. 하우징 내부에서 미생물의 발육이 원활하도록 15~40℃를 유지할 수 있는 구조로 설계 제작되어야 한다.

또한 유입가스농도의 변동에도 동일 악취제거효율(90%이상)을 갖도록 설계되어 있어 예상치 못한 순간적인 고농도의 악취가스 유입시에도 동일 악취제거효율을 갖도록 설계 제작된다.

악취가스는 바이오필터 하단에 위치한 가스 흡입구를 통해서 유입되며 유입가스는 매디아를 통과하면서 생물학적으로 작용하여 악취가 제거된후 배출구를 통해 외부로 방출될수 있도록 설계 제작된다.

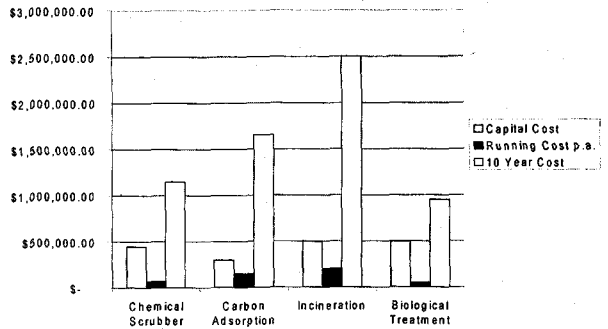
바이오필터 하우징의 부속은 현장에서 조립 또는 분해될 수 있도록 규격화된 부품으로 설계 제작되며 주기적인 media 샘플 추출이 가능하도록 바이오필터 본체 측면에 1개 이상의 원터치 방식 맨홀을 갖추고 있다. 바이오필터 내부에는 적정량의 수분을 공급하기 위한 스프레이 노즐을 구비한다.

2.3. 탈취방식별 유지관리 비교

이제까지는 악취 및 VOC 제거기술로서 활성탄, 약액세정, 소각 및 토양탈취 등 여러가지 방법이 나름대로의 특성을 가지고 각종 사업장에서 사용되어 왔으나,

최근에는 탈취 미생물을 충전시킨 탑에 악취 및 VOC를 통기시켜 용해, 흡착 및 생물학적 분해등에 의한 작용으로 통기 가스내 오염물질을 제거하는 생물탈취장치가 다른 처리 기술에 비하여 경제성이 높은 관계로 일본, 유럽 및 미국 등지에서 널리 사용되고 있다.

BIO FILTER의 기술성 및 경제성은 탈취장치에 충전되는 미생물 담체와 악취물질 분해 미생물의생물학적 분해능, 탈취장치의 설계 및 현장에서의 운전인자에 의하여 좌우된다.



2.4. CT-Biofilter의 장점

- 1) 99% 제거효율
- 2) 가격경쟁력 : 설치, 유지비가 저렴
- 3) 환경친화적인 기술 : 부가적인 화학물질이 불필요, 2차오염이 전혀 없음
- 4) 모듈러 시스템으로 조립이 쉽고 간편함
- 5) 고객중심의 A/S : 최첨단 모니터링 시스템

2.5. CT-Biofilter의 적용 가능 사업장

- 1) 오 · 폐수 처리장
- 2) 염색 · 인쇄설비
- 3) 플라스틱공장 (용매, 접착제, 합성수지 제조공장등)
- 4) 식품가공공장
- 5) 석유화학공장 (유기합성공정)



- 6) 화학물질공장
- 7) 향료제조과정
- 8) 담배제조공장
- 9) 도장 및 잉크제조 공장
- 10) 악취물질 취급공장 (비료, 사료, 소화기 제조과정)

2.6. 제거기작 및 적용 미생물

바이오필터에 적용된 미생물들은 악취성분을 대사 (metabolism)에 이용함으로써 이를 제거하거나 무해한 물질로 전환시키는 기능을 한다.

바이오필터 시스템의 효율을 결정하는 가장 중요한 요인은 최적의 미생물을 선정하는 것이다.

CT-Biofilter는 각 적용처에서 직접 분리한 미생물을 요구되는 균집레벨로 배양하고 필터메디아에 접종시킨다. 이는 적용처별로 각기 다른 미생물을 이용한다는 것을 의미하고 한 시스템내에서 우점종이 되는 미생물은 그 시스템에서 가장 많이 발생하는 악취물질을 주된 영양분으로 사용하는 종이 선정될 것이다.

악취분자가 필터물질을 통해 들어가면 일단 수층(필터메디아에 존재하는)에 흡수되고 이 수층내에서 미생물은 에너지생성과 번식에 필요한 영양분으로서 악취물질을 분해한다. 미생물이 섭취한 악취물질은 생물학적으로 분해되고 분해과정에서 생성된 부산물은 다시 수층으로 방출된다. 탄소화합물은 보통 이산화탄소와 물로 산화되고 할로젠, 황 혹은 질소화합물이 존재할 경우 무기염이 생성되기도 한다. 무기염과 산성부산물은 필터 media내의 알칼리 화합물에 의해 중화된다.

CT-Biofilter 메디아는 필터의 수명 연장을 위해서 고도의 완충 능력을 갖도록 특수하게 고안되었다.

1) 황화합물 제거

- 대 사 과 정 : $H_2S \rightarrow SO_4^{2-} + Energy + Acid$
- 적용 미생물 : *Pseudomonas sp.* 등

2) 황화수소 제거

- 대 사 과 정 : $H_2S \rightarrow SO \rightarrow S_2O_3^{2-} \rightarrow SO_4^{2-}$
- 적용 미생물 : *Thiobacillus sp.* 등

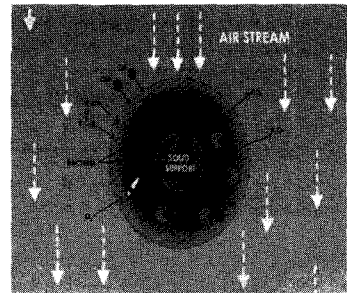
3) 암모니아 제거

- 대 사 과 정 : $NH_3 \rightarrow NO_2^- + Energy + Acid$
- 적용 미생물 : *Nitrosomonas sp.* 등

4) 복합 유기산취기 제거

- 적용 미생물 : *Bacillus sp.* 등

[미생물 계략도]



2.7. CT-Biofilter의 악취 및 VOC 제거 효율

CT-Biofilter의 기술중 가장 핵심적인 것은 효과적이고 경제적인 대기오염방지 기술이다.

엔지니어(효율적 측면)와 회계사(경제적 측면) 모두를 최고로 만족시켜줄 수 있는 생물공학(Biotechnology)적 해결책을 제시할 수 있다. 생물학적 과정은 폐수처리과정에서 가장 확실하고 효과적인 방법으로 사용되어졌다. 또한 대기오염제거에 있어서도 생물학적 기술의 응용이 전세계적으로 수많은 산업체에 사용되어 해결책을 제시해 주고 있다.

악취제거방안으로 생물학적 처리과정은 크게 세가지로서, Biofilter(바이오필터), Biotrickling filter(바이오트릭클링필터), Bioscrubber(바이오스크러버)로 분류된다.

이러한 시스템들은 박테리아의 대사과정(metabolism)과 대사산물의 처리에 의해 구별될 수 있다.

모든 시스템에서 오염물질은 공기층에 존재한다.



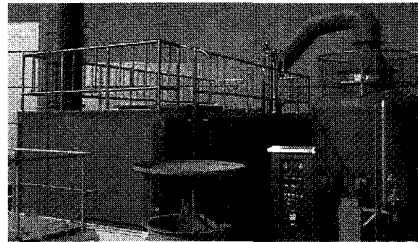
첫번째 단계에서 오염물질은 박테리아의 활동이 이루어지는 수층으로 전이 되어져야 한다. 이러한 전이과정은 각 화합물의 Henry 상수값과 계(界) 자체의 물질이동에 관한 특성에 따라 좌우된다.

두번째 단계에서는 박테리아에 의한 오염물질의 분해가 이루어진다. 시스템의 종류에 따라 박테리아는 바이오필름에 고정되어 있거나 수층에 분산되어 있기도 하다.

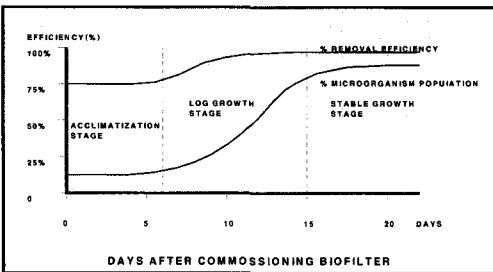
가장 대표적인 반응은 다양한 화합물들로 이루어진 오염물질이 이산화탄소(CO₂)와 물(H₂O) 및 염(salt)으로 분해되는 반응이다. 생성된 염은 분해된 화합물이 가지고 있던 무기물에 따라 종류가 결정되는데 즉, 염소(chlorine), 황(sulphur) 및 질소(nitrogen)는 염산(chloride), 황산(sulphate)(혹은 황) 및 질산(nitrate)(혹은 질소)로 전환된다.

탁 월	우 수	보 통
Styrene Alcohols Acetone Ethyl acetate Hydrogen Sulphide Butyric acid Trimethyl amine Odour compounds	Toluene, Xylene, Phenol Dimethyl Sulphide Thiocyanate Methyl mercaptan Carbon disulphide Amides, Pyrides Acetonitriles, Isonitriles Chlorophenols, Ammonia Tetrahydrofuran Acetylene Methyl acrylate	Benzene Methane Cyclohexane Dioxins Dichloromethane 1,1,1 Trichloromethane Isocyanates Trichloroethylene Perchloroethylene

4) CT-Biofilter의 적용 예



1) CT-Biofil바이오필터의 효율 그래프



2) CT-Biofilter에 적용된 미생물의 악취 및 VOC 제거효율

성 분	유입가스의 양	제거율(%)
악취 물질	H ₂ S(황화수소)	50ppm 이하 > 99%
	NH ₃ (암모니아)	100ppm 이하 > 99%
	CH ₃ SH(메틸머캅탄)	50ppm 이하 > 99%
	(CH ₃) ₂ S ₂ (이황화메틸)	50ppm 이하 > 98%
	Amine(아민)	50ppm 이하 > 98%
VOC	Phenol	50ppm 이하 > 90%
	Toluene	50ppm 이하 > 97%
	Acetone	50ppm 이하 > 90%
	Butanol	50ppm 이하 > 99%

3) Biofilter에 의한 오염물질 처리효과

① · 상호 : (주) 에스캠 (부천)

· 생산품목 : ABS 수지

· TEL : 02) 3453~8199

· 방지사설업체 : (주) Clean-TeQ Korea

· TEL : 032) 675~1415

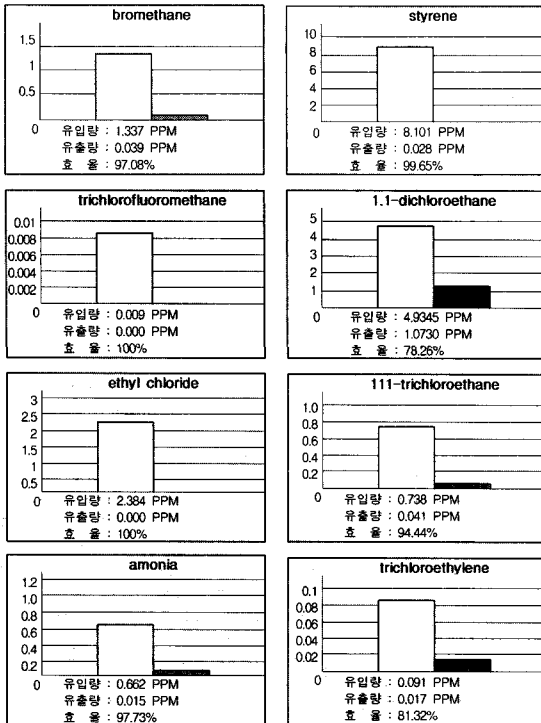
VOC'S 및 악취가스를 처리하기 위해 밀폐형 CT-Biofilter를 (주)에스캠 현장에 설치하였다.

CT-Biofilter System은 9,900 m³/hr 양의 가스를 처리할 수 있도록 설계하였다.

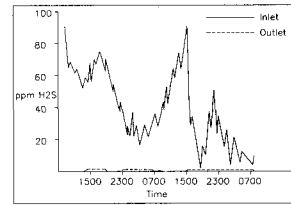
bromomethane, styrene, trichloroflromethane, ethyl chloride, 111-trichloroethane, amonia와 같은 화합물의 경우는 화합물의 95% 이상을 제거, 분해하였다.

효율은 필터사이즈와 유기물의 농도에 따라 달라진다. 특히 ABS수지는 Resin을 포함하고 있기 때문에 전처리 과정을 통하여 Resin을 제거하는 기술이 최대의 관건이라 할 수 있다.

■ 측정성분에 따른 효율비교 [(주)에스캠 현장]



의 경우는 화합물의 80% 이상을 제거, 분해할 수 있다. 효율은 필터사이즈와 유기물의 농도에 따라 달라진다. 하수처리장 가스처리에 있어서의 밀폐형 바이오필터의 작동효율은【그림 1】에서 보는 바와 같다. 바이오필터는 하수가 부하되는 곳에서 발생하는 악취 가스에 적용되었다.



【그림 1】 바이오필터 유입·유출 황화수소 농도

② Sewage Industry (하수처리장)

하수처리과정에서 발생하는 악취가스를 처리하기 위해 바이오필터를 이용하는 것은 이미 그 효과가 잘 입증되어 있다. 황화수소(H₂S), 메르캅탄(CH₃SH), 인들, 스카톨, 아민 및 휘발성지방산의 생물학적 분해가 한 공간안에서 이루어진다.

밀폐형과 개방형 바이오필터는 모두 100-300m³/m²·h 정도 양의 가스를 처리할 수 있도록 설계되었다. 실제 사이즈는 처리효율보다 더 크게 일반적이다. 황분해로 발생하는 산성의 부가생성물은 필터의 PH를 2이하로 떨어지게 하고 악취가스의 다른 성분들을 분해시킬 수 있는 능력을 저하시킨다.

하수처리과정에서 바이오필터를 사용하는데 있어서 부가적인 면은 보통 유입가스로부터 방출되는 휘발성 유기물을 처리할 수 있는 능력이다. 벤젠, 에틸 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 에틸 아세테이트 및 에탄올과 같은 화합물

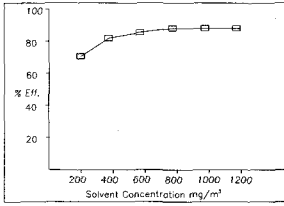
③ In the Printing Industry (인쇄공장)

인쇄공장은 솔벤트 베이스 잉크를 이용하는 시스템이다. 이러한 솔벤트의 발생 농도는 공정마다 차이가 있지만 300-2000mg/m³ 정도이다. 효율적으로 설계된 바이오필터는 200-300m³/m²·h의 가스비율로 이러한 화합물의 방출을 감소시킨다. 필터의 분해능력은 필터가 디자인곡선의 반응한계구역내에서 작동할 때 에칠아세테이트에 대해서는 75g/m³·h, 에탄올에 대해서 150g/m³·h 이상으로 나타났다.

밀폐형을 이용할 때는 필터의 수분이 필터의 효율을 결정하는데 가장 필수적인 사항이므로 필터의 수분을 조절하는게 가장 중요하다. 필터내부에 5%이하로 수분변이를 유지하는 것이 분해율을 유지하는데 가장 중요하게 요구되어지는 사항이다. 부가적으로 박테리아에 의한 솔벤트의 발열산화반응에 의해 생성되어지는 열이 필터의 증발에 중요한 영향을 미친다.

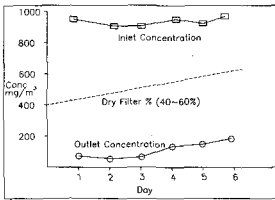
필터는 순식간에 산소고갈상태에 빠지고 이는 박테리아의 활성을 저해시키는 요인이 되므로 필터내부에서 산소압을 일정하게 유지하는 것이 필수적이다.

휘발성유기물질의 발생을 조절하는 산업용 필터의 작동효율은【그림 2】에 보여진다. VOC 혼합물은 에탄올, 에틸 아세테이트 및 프로필 아세테이트를 포함한다.



【그림 2】바이오필터 휘발성유기화합물(VOC)에 대한 효율

필터의 수분함량은 바이오필름(biofilm)의 활성표면적에 중요한 영향을 미친다. 건조물질의 함량이 증가되면 바이오필름 표면적이 감소하고 필터의 고유한 생물학적 활성 또한 감소된다. 【그림 3】에 이러한 인자들의 중요성을 보여주는데 필터의 수분함량은 다양했고 각 효율을 측정하였다.



【그림 3】작동효율에 따른 필터내부의 수분함량의 영향

바이오필터의 수분함량을 유지하기 위해 조절시스템을 사용하는 것이 필수적이고 특히 시스템을 통한 공기의 흐름이 주는 자연적인 건조효과에 발열반응에 의한 효과까지 더해지는 곳에서는 필수적이다.

④ Tobacco Industry (담배공장)

악취 제거에 있어서 바이오필터의 사용은 담배공장에서 지속적으로 사용된다. 이런 산업에서 저장소, 향가미과정 및 건조공정을 포함한 많은 곳으로부터 발생하는 악취는 바이오필터에서 처리된다.

처리과정의 효율은 $300\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 정도의 높은 가스 부하량을 보여준다.

산업용 필터는 유럽과 호주의 담배제조시 발생하는 악취를 처리하는데 있어서 90% 이상의 효율을 보인다.

이러한 과정에서 나타나는 수많은 종류의 화합물들을 효과적으로 처리하는 필터의 능력은 기술의 잠재력을 보여준다.

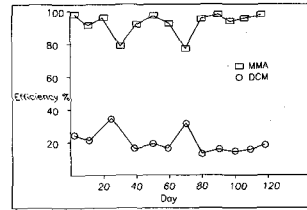
전세계적으로 설치 운영되고 있는 바이오필터는 운영비가 기본적으로 fan과 가습기를 위한 전력소비량 정도뿐이라는 사실은 기술의 가격경쟁력을 입증해 준다.

⑤ In the Plastic Industry (플라스틱공장)

바이오필터를 이용한 염화탄화수소의 제거는 문제점이 있어 왔다. 산성 부가생성물과 바이오필터의 낮은 감소율은 경제성을 약화시킨다.

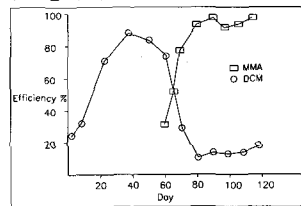
이러한 환경의 예로, 폴리아크릴레이트 산업에서 메틸메타크릴레이트와 디클로로에탄은 일반적으로 원료로 사용되고 후에 솔벤트를 이용하여 제거한다. 이러한 화합물의 증발을 경제적으로 제거할 수 있는나는 환경적으로 문제를 제기한다.

복합적 휘발을 바이오필터로 처리하였고 그 결과는 【그림 4】에 보여진다.



【그림 4】MMA와 DCM에 적용된 바이오필터의 효율

MMA와 DCM을 함께 처리하는데 있어서 바이오필터의 효율은 만족스럽지 못하다. 그러나 바이오필터가 이 염화에탄(1,2 dichloroethane)만을 처리할때 필터의 효율은 만족스러웠다. MMA가 함께 있는 상태에서 DCM의 처리효율은 심각하게 영향을 받는다. 이러한 상황에서는 두가지 성분의 분해를 담당하는 다양한 미생물들 간에 공생이 이루어지지 않는다. MMA분해 박테리아의 영향으로 DCM분해 미생물은 경쟁력을 잃게 된다. 【그림 5】에서 결과를 보여준다.



【그림 5】DCM에 적용되는 바이오필터에 MMA가 미치는 영향

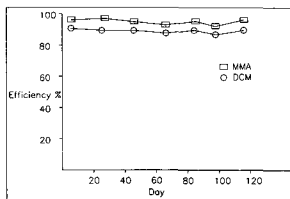


바이오트릭클링필터는 바이오필터가 과도한 산의 생성으로 정상적인 필터의 변형을 요하는, 황화물, 암모니아 및 염화탄화수소와 같은 화합물의 발생이 일어나는 곳에서 그 조절을 담당하기에 효과적이다.

바이오스크러버의 사용은 바이오트릭클링 필터의 적용과 유사하다. 오염물질이나 산성부가생성물의 불용성은 보다 확장된 산화 및 중화의 과정을 요한다. 이러한 상황은 주로 펄프, 종이, 폐수 및 비료산업에서 보여진다.

바이오스크러버의 사용예로서 셀로판 제조 공장의 경우를 택했다. 이 공장의 경우 배출가스는 황화수소와 이황화탄소를 각각 400ppm과 1,000ppm 함유한다.

제한요인은 황과 산소의 농도였다. 황산화(sulphur-oxidising) 박테리아의 혼합군집을 접종시킨후에 바이오스크러버에 가스를 통과시켰다. 두가지 성분의 제거 효율은【그림 6】에서 보여준다.



【그림 6】 바이오필터와 바이오트릭클링 필터를 동시 적용했을 때 MMA와 DCM에 미치는 영향

3. 맺음말

CT-Biofilter는 토양탈취의 적용시 운전조건의 조절이 어렵고, 미생물의 활성이 떨어지는 문제점을 개선하기 위해 개발된 악취 및 휘발성 유기물질 처리 방법이다. 바이오필터의 경우 토양탈취와 다른 점은 첫째, 바이오필터는 일정한 하우징을 가지고 있다는 것이다. 바이오필터의 하우징은 가습장치(Humidifier), 온도조절장치(Heater), 분무장치(Spray)를 포함하고 있으며, 토양탈취처럼 필터 매디아가 대기중에 노출 되어

있는 것이 아니라, 일정한 하우징 안에 고정되어 있는 밀폐형 구조로 되어 있다.

둘째, 바이오필터의 매디아는 토양(Soil)이 아니라 미생물의 서식에 최적의 조건을 제공할 수 있는 물질로 구성되어 있어서 미생물의 농도를 토양을 사용할 때보다 최고 104배까지 높일 수 있다. 이것은 바이오필터 매디아가 큰 표면적과 높은 흡수능력을 가지며, 미생물의 서식에 필요로 하는 영양분의 공급이 가능하고, 미생물 대사 작용시 부산물로 발생하는 산성분을 완충시킬 수 있도록 구성되기 때문이다.

바이오필터를 운전하는데 필요로 하는 동력은 폐가스를 매디아에 통과시킬 수 있도록 하는 데 필요로 하는 송풍기 동력 이외에는 거의 소요되지 않으며, 필터매디아에서 소요되는 압력손실은 활성탄 흡착법과 비교하여 1/4~1/10 정도로 작으므로 운전비용도 그만큼 작다.

CT-Biofilter는 악취와 VOC를 분해, 제거하기 위해 필터매디아에 특수분화된 미생물을 고정시킨 것으로서, 바이오필터 매디아는 압력강하와 에너지 소비를 최소화하고 교체기간을 장기화 하도록 디자인되었다.

CT-Biofilter System은 고객의 상황과 요구에 적합하고 다양하게 디자인 할 수 있으며, 100에서 100,000m³/h 까지 다양한 공기를 처리할 수 있다.

결론적으로 산업체는 VOC 배출 저감이 민원해소 및 작업장의 악취와 유해성을 최소화하여 작업자의 건강을 보호하고, 작업장의 안전과 쾌적한 환경을 지키는 것이라는 점을 깊이 인식하여 배출시설 관리를 철저히 해야 할 것이다.

이에 CT-Biofilter의 안정적인 처리효율, 저렴한 비용, 친환경적인 제거 System으로 인구밀도가 높고 도시화가 많이 진행되어 VOC 및 악취에 의한 환경피해 가능성이 많은 한국의 상황에 폭넓게 적용할 만한 기술로 제안한다. 【기술상담전화 : 3453-8199】

