



신개념의 VOC/ 악취 처리시스템 QVE & QBF

Quick VOC Load Equalizer & Quick BioFilter

대표이사 : 박용석
대기연구팀장 : 황열순

1. 서론

1) 국내 악취 관련 법규 강화

산업화가 진행되면서 우리나라에서도 90년대 초반부터 악취문제가 점차 사회적인 관심거리로 등장하게 되었다. 1995년 대기환경보전법상에 "휘발성유기화합물질 규제" 규정을 신설하였으며, 1996년에 여천지역을 "환경오염으로 인한 특별대책지역"으로 지정하였으며, 1997년에는 울산, 미포, 온산 지역에도 규제를 시작하였다. 또한 2000년에 들어서면서 여천, 울산, 미포, 온산 지역을 "대기보존특별대책지역" 지정하여 보다 강화된 VOC(Volatile Organic Compounds, 휘발성유기화합물) 및 악취물질의 배출기준을 적용하였으며, 2002년 4월에는 "악취방지법" 제정 법률안이 만들어져 보다 체계적인 악취관리 제도를 정립하였다.

2) 보건에 대한 사회적 관심 대두

VOC는 오존층을 파괴시키고 광화학스모그를 유발하는 주요 대기오염 물질일 뿐만 아니라 VOC 자체로도 인류의 건강을 위협하는 물질로 관심이 증대되고 있다. VOC의 주된 배출원으로는 석유화학공장, 도장공장, 인쇄공장, 식품가공공장, 퇴비공장, 세탁소, 석유저장소, 하수처리장, 기타 제조 공장 등으로, 다양한 종류의 VOC를 배출시키고 있다. 최근 노동부는 대표적 VOC 물질인 벤젠을 취급하는 근로자의 직업병 발생을 예방하기 위하여 벤젠의 작업환경 노출기준을 10ppm에서 선진국 수준인 1ppm으로 10배 강화하는 내용으로 고시를 개정하였으며, 중앙 환경 분청 조정 위원회에서 공장 악취 관련 민원에 대하여 주민의 정신적 피해 배상을 결정하는 등 더 이상 VOC/ 악취와 관련된 문

제들을 방치할 수 없는 상황에 이르렀다. 이러한 상황을 반영하여 각 사업장에서 근무하는 근무자들의 보건에 대한 관심이 매우 대두되고 있으며 이제는 VOC/ 악취처리에 대한 관심의 방향이 환경에서 보건으로 옮겨가고 있는 실정이다.

3) VOC 방지시설의 안전관리에 대한 관심 고조

그동안 VOC 및 악취를 제거하기 위해 다양한 방법들이 개발되어 현장에 적용되어 왔다. 하지만 종래에 설치되어 있는 활성탄 흡착탑 및 소각설비(촉매연소, 직연소) 등의 물리적 처리기술은 화재/폭발의 위험성을 완전히 배제할 수 없는 기술이며, 실제로도 여러 곳에서 이들 시설물로 인한 폭발 사고사례가 보고 되었다. 특히 석유화학공단과 같은 화재/폭발에 민감한 지역에서는 안전한 처리 기술에 대한 필요성이 절실한 실정이다.

4) 고농도 VOC의 불규칙적 배출로 인한 안정적 처리 곤란

각종 산업현장으로부터 배출되는 VOC 및 악취물질은 배출량 및 배출농도에 있어서 매우 불규칙하기 때문에 이러한 배출환경에 잘 적응할 수 있는 처리시설을 선정하기는 매우 어려운 문제이다. 기존의 방지설비인 활성탄 흡착탑, 소각설비 뿐만 아니라 통상적인 바이오필터 역시도 VOC 및 악취물질의 배출량과 배출농도가 비교적 일정하게 유지되는 상황에서만 적용이 가능하다.

하지만 대부분 현장의 VOC 배출상황은 매우 열악하여 기존에 설치된 배출방지장치의 운전 자체를 어렵게 하고 있는 실정이다. 순간적으로 고농도의 VOC가 발생될 때는 법적 규제치를 충족하지 못할 뿐만 아니라, 소각시설의 경우 과열로 인해 안전운전에 문제가 발생할 수도 있다.

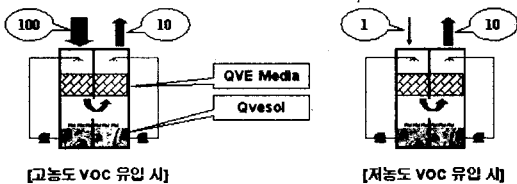
5) QVE & QBF 개발 필요성

점차 강화되고 있는 대기관련 법적규제와 근로자 및 주민들의 보건에 대한 의식이 높아지면서 석유화학공단과 같이 VOC 및 악취물질의 배출이 다량 발생하는 곳에 방지시설의 설치는 필수불가결하게 되었다. 인화성 물질이 집중되어 있는 이러한 지역에 안전하고 안정적인 운전을 할 수 있는 방지시설에 대한 필요성이 절실히 요구되고 있는 바, 이러한 요구를 충족시키기 위해 신 개념의 처리시설인 QVE(Quick VOC Load Equalizer, VOC 부하 완충장치)와 QBF(Quick Biofilter, 바이오필터)를 개발하게 되었으며, 현재 울산, 여수 및 대산 석유화학공단의 여러 업체에 설치되어 안정적으로 운전되고 있다.

2. QVE 원리 및 특징

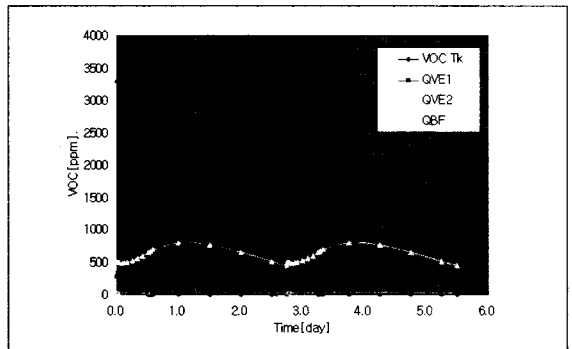
1) QVE (Quick VOC Load Equalizer, VOC 부하 완충장치) 원리

VOC 및 악취물질을 배출하는 각종 오염발생원에서는 매우 불규칙하게 오염물질이 배출되고 있으므로, 설치된 방지시설의 안정적인 처리가 어려운 상황이다. QVE는 바로 이러한 곳에 적용하기 위해 개발된 장치로, 불연속적으로 고농도의 VOC를 배출하는 배출원으로부터 수천 ~ 수만ppm 이상의 VOC를 포집하여 일정농도 범위로 지속 배출하는 완충기능을 수행한다. QVE 내에는 당사가 개발한 완충물질인 QVESOL이 들어 있으며, QVESOL이 유입공기중의 VOC와 작용하여 완충기능을 수행하게 된다. 유입공기 중에 포함되어 있는 VOC는 농도에 따라서 QVE 내에서 물리적 이동이 일어나는데, 유입공기중의 VOC농도가 높을 때는 유입공기에서 QVESOL로 VOC의 물리적 이동이 발생하며, 반대로 유입공기중의 VOC 농도가 낮을 때는 QVESOL로부터 유입공기로 VOC의 물리적 이동이 발생하여 QBF로 유입되는 VOC의 농도를 일정한 수준으로 유지시켜 준다 (그림 1).



(그림 1) QVE의 원리

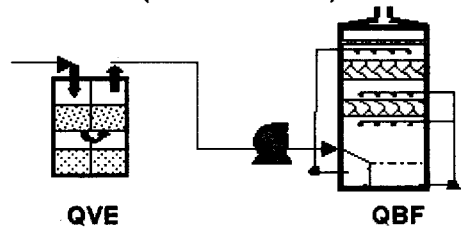
이와 같이 평형(Equilibrium) 원리를 이용하여 고농도의 VOC가 다량 배출될 때 VOC를 잡아두었다가, VOC 배출이 상대적으로 적은 시기에 나누어 내 보냄으로써 VOC의 안정적인 처리를 돕는 역할을 한다. 아래의 그래프는 제품의 입고와 출하가 반복되는 VOC 저장탱크에 QVE 적용 시 배출농도의 변화를 보여준다. 제품이 탱크에 입고될 때 배출되는 고농도의 VOC를 QVESOL이 잡아두었다가, VOC의 배출이 거의 없는 시기에 나누어 보내는 역할을 한다 (그림 2).



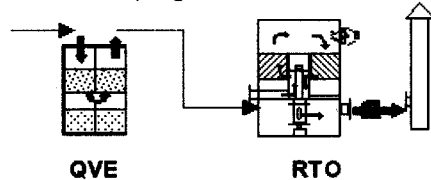
(그림 2) QVE 적용 후 농도 변화

VOC의 특성에 따라 여러 종류의 QVESOL을 사용하며, QVE의 용량은 유입풍량, VOC 농도, VOC 발생주기 등을 기준으로 설계되며, VOC 배출원의 상황에 따라 다음과 같이 활용된다 (그림 3).

■ QVE + QBF(Quick Biofilter)



■ QVE + RTO(Regenerative Thermal Oxidation)



(그림 3) QVE의 적용예

2) QVE 적용 효과

QVE의 적용으로 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

① 안정적 VOC 처리

순간적으로 고농도의 VOC가 다량 배출되더라도 완충기능을 통해 방지설비에 과부하 상태를 유발시키지 않으므로 항상 법적규제를 만족시키면서 안정적인 운전이 가능하다.

② 화재 및 폭발의 위험성 해소

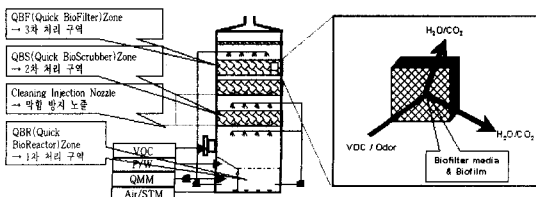
안전성 측면에서도 QVE의 역할은 매우 중요하다. 순간적으로 LEL(최소폭발한계) 이상의 고농도 VOC가 후단에 설치된 방지시설로 유입되더라도 QVE의 완충작용으로 인해 오염공기중의 VOC 농도는 LEL(최소폭발한계)의 5% 수준으로 농도가 낮아지므로 화재 및 폭발의 위험성은 없다.

③ 투자비용 절감

모든 방지시설은 VOC 발생환경의 최대치에 근거하여 설계가 이루어진다. 하지만 VOC의 배출이 항상 최대치로 발생하는 것은 아니므로, 최대치에 근거하여 방지시설을 설치할 경우 막대한 투자비용을 감당해야 한다. QVE를 적용하였을 경우는 VOC 발생량 및 농도의 최대치와 최저치의 평균을 적용하여 방지시설 설계가 가능하므로 이에 따른 투자비용을 절감할 수 있다. 실제 QVE를 적용함으로써 방지설비의 크기를 1/5~1/10 까지도 줄일 수 있다.

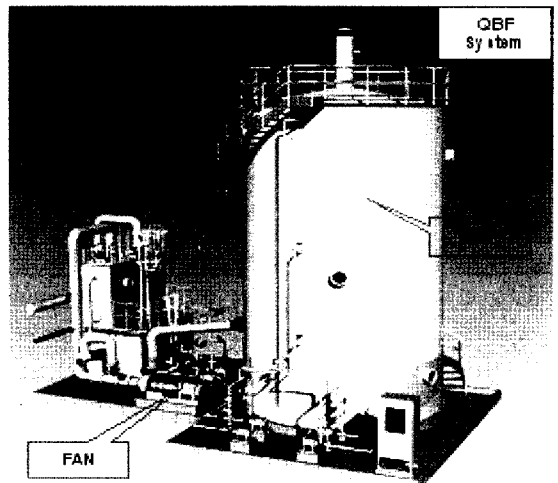
3. QBF 원리 및 특징

QBF(Quick Biofilter)는 VOC 및 악취물질을 특화 미생물이 부착된 필터를 통과시켜 분해하는 기술로, 자체 개발한 QVE를 전처리 공정으로 적용한 최고의 바이오필터 시스템이다 (그림 4).



(그림 4) QBF의 원리 및 구성

QBF는 Biotrickling filter와 Bioscrubber의 복합형태를 갖춘 바이오필터이며, 지방족 탄화수소 (nC6, nC7, nC8 etc), 방향족 탄화수소 (BTEX & SM etc), S 함유 화합물 (H2S & Mercaptan etc), N 함유 화합물 (NH3 & Amine etc), 산소계 화합물 (Alcohol, Aldehyde, Acid & Ketone etc), 그리고 염소계 화합물 (Dichloromethane (MC) etc)의 분해에 적용되고 있으며, QVE와 함께 적용된 QBF의 모습은 다음과 같다 (그림 5).



(그림 5) QBF 적용 모습

QBF의 특징적인 기능을 요약하면 다음과 같다.

- ① 이중처리구조 : 담체층 하단에 위치한 저수조를 당사가 개발한 고효율 Bioreactor System인 QBR (Quick BioReactor)로 설계하여 유입된 VOC 및 악취물질을 Biofilter와 Bioreactor에서 이중으로 처리
- ② 최적 구조의 담체 사용 : 미생물 과성장기에 의한 편류 현상 및 막힘현상 해결
- ③ 최적의 미생물 공급 : 50여종의 종류의 미생물 개발 /보유로 최적 미생물 공급
- ④ 화재/ 폭발 위험성 해소 : 물을 사용하는 상온, 상압 공정으로 안전성 부가
- ⑤ 현장 맞춤형 제작 : 현장 부지 상황 고려한 설계로 현장 부지 활용도 극대화
- ⑥ 95% 이상의 탁월한 처리효율 및 2차 오염물질 문제 해결

- ⑦ 여러 종류의 VOC 및 유/무기성 악취물질 동시 처리
- ⑧ 소각설비에 비해 상대적으로 적은 풍량의 설비가 가능하므로 Duct 설치비용의 절감효과를 포함한 저렴한 초기 투자비 및 운전비
- ⑨ 미생물 과 성장에 따른 압력 해소 장치 장착

비용이 저렴하고 또한 2차 오염물질을 배출하지 않는 환경 친화적 시설이며,

- ⑤ 운전 및 관리가 용이하여 최소의 인력으로도 운전 가능한 시설로 평가 받고 있다.

4. 맺음말

통상적으로 바이오필터는 대풍량/ 저농도 영역의 VOC 혹은 악취를 처리하는 방지설비로 알려져 있으며, 타 방지설비에 비하여 부피가 크다는 단점을 지닌 방지설비로도 알려져 있다. 하지만 QVE 및 QBF 시스템의 개발과 적용으로 인해 기존의 바이오필터에 대한 인식이 새롭게 바뀌었으며, 오히려 기존의 타 방지설비인 활성탄 흡착탑과 소각설비를 대체할 차세대 신기술로 평가되고 있다. 실제로 독일에 본사를 두고 있는 울산 B사의 경우 바이오필터가 고농도의 VOC가 발생하는 저장탱크 지역에 설치된 예가 전 세계적으로 없다는 이유를 들어 소각설비 설치를 추진하려 하였으나, 당사의 설득과 국내 타사에 이미 적용되어 안정적으로 운전되고 있는 QBF의 사례를 보고 결국 QBF를 선택하여, 외국에서도 기존의 바이오필터와 차별성 있는 당사의 QBF 기술을 인정한 첫 사례가 되었다.

당사의 QVE 및 QBF 시스템은 울산, 여수 및 대산 석유화학단지의 VOC Tank, 폐수처리장, VCO 배출공정 그리고 출하장에 많이 적용되었으며, 당사의 기술이 설치된 업체들로부터

- ① QBF는 생물학적 방지시설로 화재/ 폭발의 위험성 없어 방폭 지역에서도 안전하게 운전할 수 있는 설비로 장소의 제약 없이 설치가 가능하며,
- ② VOC 부하완충장치인 QVE를 장착하여 VOC 부하 변동에 심한 환경에서도 안정적인 VOC의 처리가 가능하고,
- ③ 여러 종류의 특화된 미생물을 접종하므로 여러 종류의 복합 VOC를 동시에 처리 하는 것이 가능하고,
- ④ 소각설비처럼 보조 연료를 사용하지 않으므로 운전

5. 큐바이오텍 소개/연혁

큐바이오텍은 SK(주)의 바이오/환경 분야 전문 인력들이 설립한 벤처회사로, VOC/악취 처리분야의 신기술인 VOC 부하 완충장치 QVE(Quick VOC Equalizer)와 바이오필터 시스템 QBF(Quick BioFilter)와 고농도/난분해성 소각 폐수를 생물학적으로 처리하는 고효율 BioReactor인 QBR(Quick BioReactor) 기술을 개발하여 성공적인 국내 적용을 마치고 현재 미국, 중국 등에 기술판매를 추진하고 있다.

또한 기술평가를 통해 2003년에는 벤처대상 시상식에서 국무총리상을 수상하였으며, 2004년에는 상공의 날 시상식에서 대한상공회의소 표창을 수상하였다.



朴龍錫

- 서울대학교 화학공학과 졸업 (학사)
- KAIST 화학공학과 졸업 (석/박사)
- SK(주) 수석연구원
- 現, 큐바이오텍(주) 대표이사
- qpys@a-biotech.com



黃烈淳

- 서울대학교 해양학과 졸업 (학사)
- 서울대학교 미생물학과 졸업 (석사)
- SK(주)연구원
- 現, 큐바이오텍(주) 대기연구팀장
- qhys@a-biotech.com

* 보다 자세한 사항은 Q-Bio Tech Corporation로 문의하시기 바랍니다.
☎ 052-270-1334-9 인터넷 홈페이지 : www.Q-BioTech.com