

VOCs 방지기술현황 및 적용사례(최종회)



한화진 / 한국환경정책·평가연구원 연구위원

목 차

I. 서론

II. VOCs 방지기술 현황

1. VOCs 방지기술의 개요
2. 연소기술
3. 흡착·농축 기술
4. 흡수·응축 기술
5. 생물학적 처리 기술
6. 기타 최신기술

III. VOCs 방지기술의 적용사례

1. FTO를 이용한 황합유 VOCs 처리사례
2. 비열 플라즈마 기술을 이용한 VOCs 와 NOx 처리사례
3. 2단 재생 열산화 기술을 이용한 VOCs 배출처리 사례
4. 탄소 및 지올라이트 흡착제를 이용한 산업공정 배기가스로부터의 VOCs 제거사례
5. 미국의 합성유기화합물 제조공장 적용사례

IV. 결론



다음에서는 탄소 및 지올라이트 흡착제를 이용한 산업공정의 적용 사례 연구를 통한 VOCs 방지기술의 선택 과정 등을 살펴 보았다.

4.3. 적용 사례연구

4.3.1. 벽자인쇄작업

363kg/h(800lb/h) 또는 425 ppmv의 VOCs를 함유한 237,000 m³/h의 배기가스는 미국의 유해대기 오염물질 국가배출기준(National Emission Standard for hazardous Air Pollutants : NESHAPs)에 따라 95%이상 제거되어야 한다. 배출되는 VOCs는 70%이상의 MEK와 20%의 MIBK(Methyl Iso-Buthyl Ketone)로 구성되며 70%이상의 케톤이 존재하기 때문에 탄소 흡착제는 사용하지 않는다. 배출되는 VOCs의 구성성분을 고려할 때 95%이상의 제거를 위해 NESHAPs의 규정을 만족시킬 수 있는 다음 세가지 시스템을 고려할 수 있다.

- ① 복열 열산화(복열 TO)
- ② 재생 열산화(재생 TO)
- ③ 작은 산화기를 갖춘 지올라이트 농축기

재생 TO는 연소열의 90% 이상을

우리나라 각종 산업에서 발생하는 VOCs를 경제적, 효율적으로 제어하기 위한 방지기술 선정시 각각의 조건과 처리목적이 고려되어야 하며 특히, 자원회수의 가능 유무는 비용과 지속가능한 발전의 측면에서 반드시 고려되어야 할 것이다. 사실 오염원에서의 VOCs 배출저감은 사전오염예방 차원에서 VOCs 배출이 적은 원료 및 대체품의 사용과 공정개선을 1차적 목표로 하고 2차적으로 회수 및 처리 기술 등 배출방지의 사후관리를 활용하는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

축적할 수 있어 복열 TO보다 더 효과적이나 부피유속이 클 경우 재생 TO를 이용하면 연간 \$500,000의 운영비가 소요된다.

지올라이트 농축기를 사용하면 부피유속을 17,500 cfm으로 줄일 수 있고 8 : 1 정도의 농축비를 이용하면 320lb/h의 용매 부하(solvent loading)를 얻을 수 있는데 이 정도면 용매의 But 값이 95% 이상의 VOCs를 파괴하기 위해 필요한 온도에 충분히 도달할 수 있으므로 재생 TO시스템이 자동으로 유지된다. <표 III-11>에 제시된 바와 같이 재생 TO에 비하여 운영비를 80% 이상 줄일 수 있어 연간 \$350,000을 절감할 수 있다. 준수실험 (compliance test)결과에 따르면 지올라이트 농축기/RTO 시스템을 이용할 경우 200~800lb/h의 용매 부하에서도 98% 이상의 VOCs 제거효율을 얻을 수 있다.

<표 III-11> 140,000 cfm 제거시 3가지 시스템의 연간 에너지 비용 비교

선택사항	복열 TO	재생 TO	RTO를 겸비한 지올라이트 농축기
천연가스	\$1,507,000	\$219,500	\$20,000
전기	\$116,200	\$216,200	\$60,300
총 계	\$1,623,200	\$435,600	\$80,300

주) 용매부하량 - 180 kg/h @ 35,000 Joules/gram

가스비용 \$3.50/1,000 ft³

전기로 \$0.06/kwh

연간운영시간 6,000 시간/년

천연가스는 24시간 운전중에서 초기시동이나 시스템 정지시에만 이용함.

자료 : AWMA, Emerging Solutions to VOCs & Air Toxics Control, Air & Waste Management Association, 1996. 2.

4.3.2. 자동차 플라스틱 부품도장

Spray booth로부터 발생되는 250ppmv의 VOCs를 함유한 48,500 m³/h(83,000 cfm)의 폐가스와 페인트 건조 오븐 (paint drying oven)에서 발생하는 3,500

m³/h(6,000cfm)의 stream은 배출시 높은 수준으로 제어되어야 한다.

용매의 성분은 메탄올과 크실렌 그리고 EGBEA (Ethylene Glycol Butyl Ether Acetate)로 용매 부하량의 15%를 차지하는 메탄올은 탄소로는 잘 제거되지 않고 크실렌과 EGBEA는 지올라이트의 기공과 크기가 비슷하기 때문에 지올라이트로 잘 제거되지 않는다. 그러나 탄소 - 지올라이트의 혼성구조를 이용하여 20일동안 시험한 결과 95% 정도의 VOCs 제거/파괴효율을 얻을 수 있었다. 이 혼성구조에서 탄소 block은 회전기의 외부 측(1st row)에, 지올라이트 block은 내부 측(2nd row)에 설치한다.

4.3.3. 포장인쇄

560 ppmv의 VOCs를 함유한 58,000 m³/h(100,000 cfm)미만의 폐가스로 20%의 알코올과 크실렌, alkyl acetate로 구성되어 있다. 지올라이트는 메탄올을, 탄소는 크실렌을 제거할 수 있고 탄소 block과 지올라이트 block를 병행하여 사용하면 95% 정도의 제거효율을 얻을 수 있는 반면 탄소와 지올라이트를 혼합하여 표면처리할 경우 97%의 제거효율을 얻을 수 있다.

4.3.4. 전자부품 제조

350 ppmv의 VOCs를 함유한 19,000 m³/h(33,000 cfm)정도의 폐가스로 60%의 아세톤과 30%의 iso-propanol을 함유한다. 분자 크기가 작은 산화된 용매일 경우 지올라이트가 보다 바람직한 흡착제로서 회전기의 작동 변수들은 95%의 용매제거를 위해 최적화된다. 흡착시간을 단축하기 위해 회전기의 회전속도를 2rph에서 3rph로 증가시키며 용매는 RTO로 유입되어 파괴되기 전에 10배로 농축된다.



5. 미국의 합성유기화합물 제조공장 적용사례

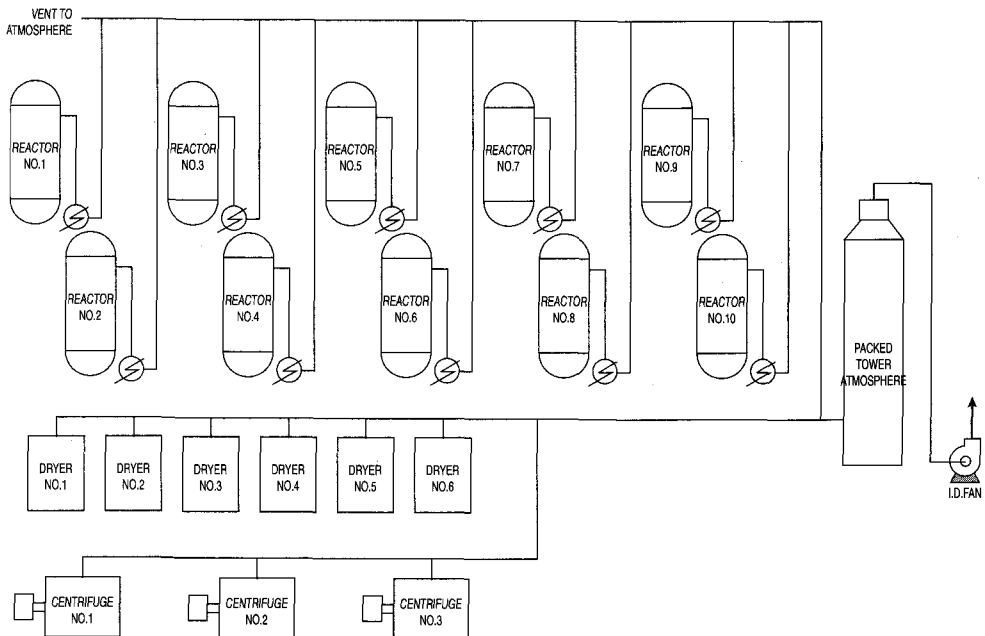
HAPs의 MACT(Maximum Available Control Technology)기준은 여러 가지 방식으로 준수될 수 있는데 미국의 경우 VOCs방지와 관련하여 근간을 이루는 MACT규정은 공정의 변화나 제어장치의 적절한 변경 등과 같은 여러 가지 방법으로 달성될 수 있다. 대부분의 경우 이들 두가지 방법을 병행함으로써 최적의 해결책을 제시할 수 있는데 먼저 공정과 조작을 분석하고 조건들을 개발함으로써 공해배출을 제어하고 생산성을 향상시킬 수 있다.

다음에는 VOCs 배출기여도가 큰 합성 유기 화합물 제조공장(synthetic Organic Chemicals Manufacturing Industry)설비하여 VOCs를 포함한 HAPs를 제어하기 위한 방지기술 적용방법을 2단계로 제시하였다.

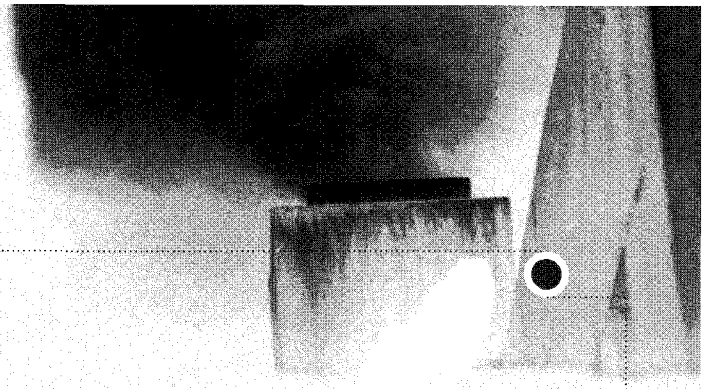
1) 1단계 : 공정조사·분석

HAPs를 배출하는 공장설비의 장치운영(unit operation)에는 물질처리(material handling), 회분식 반응(batch reacting), 그리고 제품건조(product drying)등이 포함된다. 이러한 조작을 통해 발생하는 염소계 화합물은 충전탑 흡수기(packed tower absorber)에서 처리되며 기본 공정개략도는 <그림 Ⅲ-22>와 같다.

주로 기체상과 입자상으로 구성된 공정배출물은 많은 양의 공기와 혼합된다. 충전탑 흡수기의 효율은 대략 55% 정도로 흡수기로 유입되는 기체의 최대 유속과 조성은 <표 Ⅲ-12>와 같다. MACT기준에 따르면 배기가스내 HAPs의 98%를 대기로 방출하기 전에 제거시켜야 하는데 배출 기체내 HAPs 농도를 감소시키기 위해 우선 제조공정 변경에 대한 평가가 진행된다.



▲ 그림 Ⅲ-22. 공정흐름도



〈표 Ⅱ-12〉 충전탑내 가스의 조성과 최대유속

가스조성	유속(lb/hr)	(scfm)
아세톤	225.0	25.0
메틸렌 클로라이드	362.0	27.0
톨루엔	33.0	2.0
이소프로필알콜	267.0	28.0
메틸알콜	10.0	2.0
테트라히드로퓨란(THF)	56.0	5.0
사이크로헥산	21.0	2.0
에틸아세테이트	15.0	1.0
아세트니트릴	10.0	2.0
산소	7,765.0	1,532.0
질소	26,257.0	5,924.0
수증기	475.0	167.0
총계	35,496.0	7,717.0

주) 혼합기체의 연소농도는 LEL의 약 38%임.

자료 : AWMA, Emerging Solutions to VOCs & Air Toxics Control, Air & Waste Management Association, 1996. 2.

다음과 같이 공장설비의 장치운영인 물질처리, 회분식 반응기, 제품건조에 대한 전반적인 공정을 조사·분석하여 장치운영별로 오염원 배출기여도를 평가하여 배출방지 노력을 위한 우선순위를 정하고 있다.

(1) 물질처리

회분식 공정에 사용되는 대부분의 원료는 반응기 상부에 위치한 hatch를 통해 수동으로 공급되는데 원료성분은 크기가 마이크로 이하인 고체와 휘발성 액체로 구성된다. 반응기 해치와 같은 부하구역(loading area)에서는 부하 공정(loading process)동안 휘발되는 증기나 빠져 나가는 먼지를 포집하기 위하여 "elephant type"의 포집노즐을 이용한다.

(2) 회분식 반응기

회분식 반응기는 용량이 500~1,000 gal론정도인 steam jacketed 압력용기로 반응시간은 2~10시간 정도이고 반응기의 압력은 10~20 in H₂O 정도이며 반응기의 빈 공간은 질소로 채워져 있다. 반응기로부터 이탈되는 경

우 응축기를 이용하여 휘발성분의 50~60%가 회수되며 나머지 배출가스는 충전탑으로 공급되기 전에 중앙수집관으로 유입된다.

(3) 제품건조

반응기에서 생성된 생성물은 2단계 공정을 거쳐 건조되는데 첫단계는 밀봉된 원심 분리기를 이용한 기계적 분리 공정이며 두 번째 단계는 전형적인 tray 건조기를 이용한 열처리 공정이다. 원심 분리기에서는 약 2~5 ft³/min 정도의 가스를 배출하며 건조기에서 배출된 기체는 약간의 휘발성분과 연소 생성물을 포함한다. 이러한 배출가스 역시 회분식 반응기와 중앙수집관으로 유입된다.

공정평가의 첫 단계는 배출감소를 위한 변화, 변경 또는 제거되어야 할 공정을 검토하는 일이다. 여러 가지 검토 및 계산 결과, 오염원 배출기여도는 물질처리가 5%, 회분식 반응기 환기구가 60%, 그리고 제품건조가 35% 정도를 차지한다. 오염원 배출기여도가 전체에 비해 작은 물질처리 부분에서의 배출방지 노력은 큰 효과가 없을 것으로 생각되나 배출기여도가 큰 반응기의 경우 응축기의 회수율을 증가시킴으로써 상당한 배출감소를 달성하리라 생각한다. 응축기의 회수율 증가는 냉각수의 온도를 저하시키고 응축기의 표면적을 넓힘으로써 가능한데 연구결과 냉각수 대신 chilled water를 사용하고 표면적을 넓힘으로써 회수율을 98%까지 증가시킬 수 있음이 밝혀졌다. 이 정도의 회수율 증가로 전체 공정의 배출방지 효율은 55%에서 81.5%로 상승되었다.

건조기의 배출가스는 수집관으로 보내는 방출라인에 응축기를 설치함으로써 많은 휘발성분을 포집할 수 있는데 응축기의 설치와 함께 chilled water를 사용함으로써 휘발성분의 85%를 포집할 수 있었다. 이는 전체 효율을 89%까지 상승시켰으나 MACT 기준은 만족시키지 못하였고 이들의 설치에 160만 달러가 소요되었으며 액상 폐기물(liquid waste)처리에 연간 \$750,000정도가 소비되었다.



2)2단계 : 방지기술 검토

다음의 접근방법은 MACT기준 만족을 위해 배출을 98%까지 줄일 수 있는 여러가지 방지기술을 살펴보는 것이며 기술별 검토결과와 다음과 같다.

탄소흡착법

염소계 탄화수소를 포함하는 배기가스의 처리시 탄소흡착법의 이용은 부적절한데 일반적으로 염소계 화합물들은 쉽게 흡착되지 않고 부식성이 강하기 때문에 특별한 재질을 사용하여야만 한다. 사용되는 장치의 사양과 예산을 <표 III-13>에 제시하였다.

<표 III-13>사용된 탄소흡착 장치의 내역 및 예산

항목	세부사항
설계유량	13,000 scfm (Diluted to 25% of the L.E.L)
주요 시스템부품	Carbon vessels(3)
	Process Air Blower(1)
	Process Air Conditioning Svstem(1)
	Graphite Condenser(1)
	Steam stripping Column(1)
	Decanter(1)
	Programmable Control System(1)
	Duct Work
	Piping and Wiring
부품별 재질	
Carbon Vessels	AL-6XN
Carbon Supports	AL-6XN
Dampers	phenolic Coated Steel
Gasket	Viton
Condenser	Graphite
Decanter	AL-6XN
Vapor Lines	AL-6XN
Vapor Valves	Teflon
Ducting	Epoxy Lined Mild Steel
장비비용	\$1,400,000
설치비용	\$275,000
연간운영비용	\$185,000
용매폐기비용	\$750,000

자료 : AWMA, Emerging Solutions to VOCs & Air Toxics Control, Air & Waste management Association, 1996. 2.

촉매산화법

일반적으로 염소계 탄화수소를 포함하는 경우 촉매산화법을 사용하지 않으나 최근 들어 촉매의 발달과 함께 염소계 탄화수소를 포함하는 오염가스에 대해서도 촉매산화법을 적용시킬 수 있게 되었다. 그러나 염소의 농도를 제한해야 하는 문제가 대두되는데 현재 상업적으로 적용가능한 최고 농도는 10,000ppm정도이다. 전문가들에 따르면 염소계가 존재하는 경우 이 방법의 적용은 부적절한 것으로 알려져 있다.

복열 열산화법

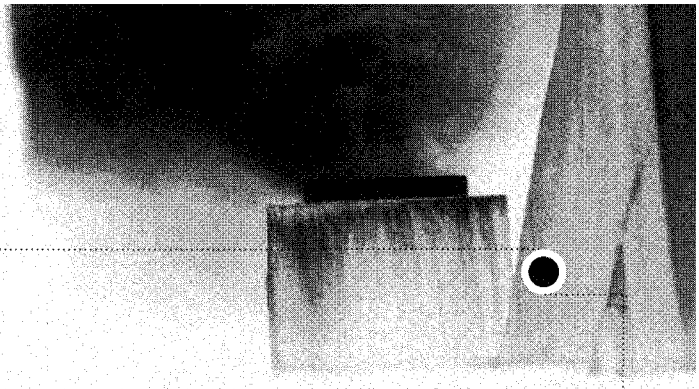
복열 열산화법은 보조연료의 사용을 최소화하기 위해 유입가스를 예열할 수 있는 헬이나 튜브 열교환기와 같은 간접적 열전달 장치를 이용한다. 이 방법은 폐가스내에 산화가능한 화합물이 LEL의 15% 이상 존재할 경우 가장 우수한 효과를 볼 수 있다는 관점에서 가장 이상적이다. 100,000~200,000 Btu/hr의 천연가스를 이용하여 폐가스의 연소온도인 871.1℃를 유지하기 위해서는 예열온도가 약 371.1℃ 정도되어야 하는 데 열교환기의 효율로 본다면 약 41% 정도에 해당된다. 요구되는 고온에서의 작업시 열교환기 튜브의 온도를 593.3℃ 정도로 상승시키는 문제가 발생되며 가스내에 고농도의 염소가 존재할 경우 열교환기 튜브나 접촉하는 다른 금속은 특별한 합금으로 대체되어야 한다.

SUS 300 계열은 과다한 압력을 받기 쉽고 따라서 열교환기의 수명을 단축시키며 유지비 뿐만 아니라 초기 설비비도 매우 높은 편이다. 이같은 이유로 전문가들은 촉매산화법처럼 이 방법을 선호하지 않는다.

재생 열산화법

재생 열산화법은 연료소비의 최소화를 위한 유입가스의 예열에 직접 열교환장치를 이용하며 보통 일련의 세라믹 층을 heat sink7)로 사용한다. 이 시스템은 열효율이 매우

7) 시스템의 연소열을 유입되는 오염가스의 예열에 전달하는 작용을 함



높기 때문에 가스내 가연성 화합물의 농도가 LEL의 15% 또는 그 이하일때 최상의 운전을 할 수 있다. 그 이상의 농도에서 운전할 경우 높은 반응열로 인하여 세라믹 층에 과열을 야기할 수 있다. 이러한 고농도의 처리시 별도의 고열 가스 bypass 장치를 부착하여야 하는 데 다음과 같은 단점이 있다.

첫째, 고열가스 bypass 덕트나 이와 관련된 damper의 재질은 내열성이 우수하여야 하며 내화물질로 처리하여야 한다. 이는 새로운 유지관리의 대상이 되며 오작동을 일으킬 수 있는 성분이 되기도 한다.

둘째, 평균 가스방출 온도(보통 232.2℃)를 유지하기 위하여 quenching system을 설계하고 제어해야 한다.

고열가스 bypass는 가연성 화합물의 농도를 LEL의 15%로 낮추기 위해 주위의 공기로 오염가스를 희석시킴으로써 대체할 수 있다. 희석가스를 분석하여 <표Ⅲ-14>에 제시하였다. 희석을 통해 기체 부피유속이 240% 증가하였고 이러한 유속증가는 산화장치(oxidation unit), quench, 그

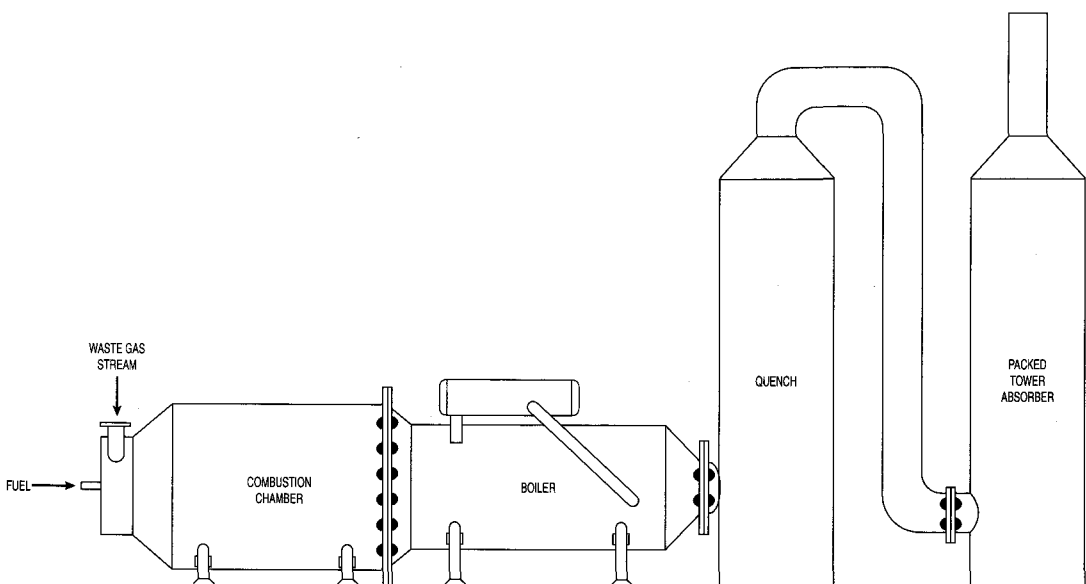
리고 caustic scrubber의 크기 또한 증가시킨다.

열회수를 겸비한 열산화법(Thermal Oxidation with Heat Recovery)

<그림 Ⅲ-23>에 제시된 설비는 스팀보일러를 사용하여 열회수를 하는 열산화시스템이다. 회분식 반응기와 설비내 다른 공정의 가열을 위해 다량의 저압(150 psig)스팀을 사용하므로 스팀회수형 고온 산화법이 관심대상이 된다. 스팀은 천연가스를 연소시켜 500마력을 생산할 수 있는 2개의 fire tube 보일러로부터 생산된다.

스팀회수가 가능한 염소계 탄화수소의 연소는 파괴효율과 신뢰성이 우수한 기술로 오염된 공기는 희석하지 않고 그대로 버너에서 연소된다. 열회수 장치로 증기보일러를 사용함으로 특별한 재질의 장치가 필요없으며 재래식 quenching 시스템과 scrubbing 시스템을 사용할 수 있다.

이상의 검토결과, 재생 열산화기 또는 열회수를 겸비한 열산화기가 가장 적당한 기술로 판단되며 각각의 자본비와 운영비를 비교하여 <표Ⅲ-15>에 제시하였다.



▲ 그림 Ⅲ-23. 스팀보일러를 이용한 열산화시스템



〈표Ⅲ-14〉 충전탑내 회석가스의 조성과 유속

회석가스 조성	유속(lb/hr)	(scfm)
아세톤	225.0	25.0
메틸렌클로라이드	362.0	27.0
톨루엔	33.0	2.0
이소프로필알콜	267.0	28.0
메틸알콜	10.0	2.0
테트라히드로퓨란	56.0	5.0
사이크로헥산	21.0	2.0
에틸아세테이트	15.0	1.0
아세트니트릴	10.0	2.0
산소	7,765.0	1,532.0
질소	26,257.0	5,924.0
수증기	475.0	167.0
공기	49,880.0	10,827.0
총계	85,376.0	18,544.0

자료 : AWMA, Emerging Solutions to VOCs & Air Toxics Control, Air & waste Management Association, 1996. 2.

〈표Ⅲ-15〉에 따르면 경제적인 측면에서 열회수를 겸비한 열산화기가 가장 적합한 것으로 나타났다. 이 외에도 열산화기는 기존의 packaged 보일러의 duty cycle을 감소시킬 수 있으며 현장의 작업자들이 보다 편리하게 조작, 유지할 수 있고 가스에 많이 함유된 부유물질이나 유기성 입자 등의 처리에도 열산화기가 재생장치보다 유리하다.

〈표Ⅲ-15〉 재생 열산화기와 열회수를 겸비한 열산화기의 자본비와 운영비 비교

비용분류	재생 열산화기	증기발생을 겸비한 열산화기
장치비(\$)	1,650,000	1,175,000
설치비(\$)	550,000	325,000
총 자본비(\$)	2,200,000	1,500,000
전기비(\$/년)	37,650	16,500
보조연료비(\$/년)	5,300	152,900
Steam Credit(\$/년)	0	(160,500)
유지비(\$/년)	82,500	58,750
총계(\$/년)	\$125,450	\$67,650

주)연간운영시간 8,400시간
증기비용 \$ 3.00/1000 lbs

천연가스 비용 \$ 2.10/million Btu
전기비용 \$0.04/KWh

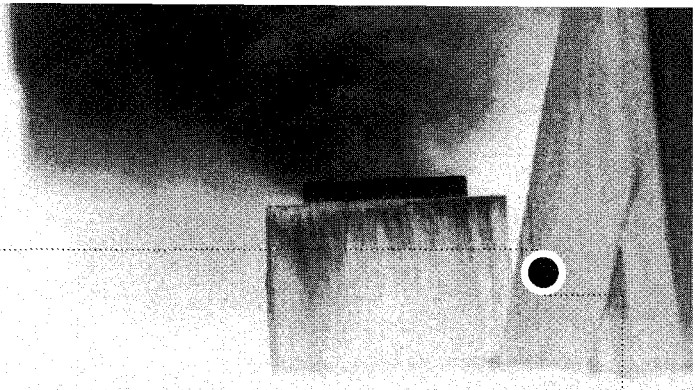
Steam credit은 82%의 효율을 갖는 보일러와 증기생성을 비교하여 계산됨.
자료 : AWMA, Emerging Solutions to VOCs & Air Toxics Control, Air & Waste Management Association, 1996. 2.

Ⅳ. 결론

VOCs의 상당종류가 악취 및 유해대기오염물질에 속하며 오존형성의 원인물질로 작용함에 따라 VOCs 규제관리는 자국의 대기오염물질 관리에 있어 중요한 위치를 차지하는 것이 국제적인 추세이다. 우리나라에서는 현재 일부 특별대책지역과 고시된 대기환경규제지역의 배출시설에 대해 적용되고 있으나 앞으로 규제대상 지역과 이에 따른 규제대상 시설 및 오염물질의 범위는 확대될 전망으로 사업장에서의 적절한 VOCs 저감대책과 방지기술에 대해 논의가 계속될 것으로 예상된다.

앞서 살펴본 바와 같이 VOCs방지기술의 종류는 다양하며 적용성은 배출시설의 VOCs 배출특성에 따라 달라진다. 따라서 경제적이고 효율적인 방지시설의 선택을 위해서는 ▲배출가스내 VOCs 종류 및 배출농도, ▲배출속도, ▲안전성, ▲폐열회수의 필요성 및 이용목적 등 시설별로 다양한 배출특성이 우선 파악되어야 한다. 선진외국에서는 VOCs 방지기술을 개발하고 선택하는데 있어 NOx 등 2차 생성오염물질을 최소화할 수 있고 소각의 경우 CO₂ 배출문제와 연계되어 폐가스의 부피를 가능한 줄여 보다 작은 연소기를 설치하여 연료소비를 줄일 수 있는 방향을 모색하고 있다.

미국의 사례에서 보았듯이 VOCs 최적의 방지기술을 결정하기 위한 가장 효과적인 접근방법은 방지기술 자체뿐만 아니라 공정효율과 생산성을 향상시킬 수 있는 방법을 함께 고려하는 것이다. 따라서 현장에 적용가능한 VOCs 방지기술은 기본공정 개략도, 작업데이터, 그리고 현장경험



을 토대로 운영자, 생산담당자, 환경담당자 및 관련자들의 토의를 통해 전체적인 시스템이 분석, 평가된 후 선정되고 있다.

우리 나라 각종 산업에서 발생하는 VOCs를 경제적, 효율적으로 제어하기 위한 방지기술의 선정시 각각의 조건과 처리목적이 고려되어야 하며 특히, 자원회수의 가능 유무는 비용과 지속가능한 발전의 측면에서 반드시 고려되어야 할 것이다.

사실 오염원에서의 VOCs 배출절감은 사전오염예방 차원에서 VOCs 배출이 적은 원료 및 대체품의 사용과 공정 개선을 1차적 목표로 하고 2차적으로 회수 및 처리 기술 등 배출방지의 사후관리를 활용하는 방향으로 추진되어야 할 것이다.

〈 참고문헌 〉

- 1) 한화진 「유해 대기오염물질 규제에 관한 국내 대응방안 연구, 한국환경정책·평가연구원, 1994. 12.
- 2) 한화진 외 「VOC 배출원별 배출량 산정 및 저감기술 연구, 대한석유협회, 1996. 2.
- 3) 환경부 「대기환경보전법(법, 시행령, 시행규칙)」, 1996. 9.
- 4) 환경부 「고시집」, 1997.
- 5) AWMA Emerging Solutions to VOCs & Air Toxics Control, Air & Waste Management Association, 1996. 2.
- 6) Engelhard Process Emission Systems, Engelhard Corporation, 1997.
- 7) <http://www.thermatrix.com>
- 8) Japan Air Pollution Control Technology in Japan, Global Environment Centre Foundation, 1994.
- 9) Oliva, M.J. et al., "Control Methods for Air Emissions from Explosive Manufacturing", AWMA 87th Annual Meeting & Exhibition, Air & Waste Management Association, Pittsburgh, 1994.
- 10) Zurlinden, R.A. et al., "Control Gasoline-Derived VOCs by Biofiltration", AWMA 87th Annual Meeting & Exhibition, Air & Waste Management Association, Pittsburgh, 1994.

환경계사판

서울보건대학

**1998학년도 산업체 위탁 교육
(산업체 직장인을 위한 무시험 제도)**

실시학과	환경공학과(주간 40명, 야간 60명)
응시자격	1. 고등학교 졸업 이상의 학력으로 1999년 3월 1일 기준으로 산업체에서 18개월 이상 근무중인 자로 근무자가 수도권에 있는 자 2. 산업체 위탁교육생은 산업체장이 추천하여 서류전형으로 입학할 허가 함
산업체 범위	1. 국가 차반자치단체 및 공공단체 2. 공보처에 등록된 신문사, 방송국 3. 초·중등교육법 제2조 및 고등교육법 제2조에 규정된 학교 4. 감독청에 등록된 학원 5. 의료기관 6. 5인 이상 고용산업체
위탁교육생 특전	1. 산업체장 또는 기관장의 추천 및 계약에 의해 무시험 입학 2. 정규과목 이수료 전문학사 학위기 수여월에 따라 4년제 대학 3학년 편입자격이 부여 됨 3. 동일 직장에서 1개 학과에 20명 이상 지원하는 경우 교과과정 강의를 1시간을 협의하여 조정할 수 있음 4. 해당 산업체에서 개인별 직무가 해당학과와 관련이 있을 때 현장 실습 학점 인정 5. 재학중 성적우수자는 소정의 장학금 지급

※ 기타 자세한 사항은 서울보건대학 교무처(0342-40-7106-7)로 문의바람