

침착활성탄과 활성탄 섬유를 이용한 악취제거기술개발

차진명 · 박주영 / 환경과생명 제2연구소

1. 서론

화학공장, 폐·하수처리장, 분뇨처리장, 동물축사, 쓰레기 처리시설의 침출수 처리장 등에서 발생하는 VOCs와 유황화합물 암모니아류를 포함하는 악취들은 인근 지역 주민들에게 정신적·육체적으로 피해를 주어 그 심각성이 대두되고 있다. 휘발성 유기화합물은 규제 대상이 당초 석유정제, 주유소 등에서 새로 규제 대상으로 추가한 유기용제·페인트 제조업, 선박·대형 철 구조물 제조업, 자동차 제조업, 기타 제조업, 폐기물 보관·처리 시설, 자동차 정비시설 및 인쇄시설 등 7종으로 확대하였다.

현재 우리나라의 경우 VOC를 포함하는 악취들을 소각 방법에 의존하여 제거하고 있으나, 2차 오염물질이 발생하고 설치비와 운전비가 많이 드는 문제점이 나타나고 있다.

또한 최근 VOCs 및 악취 제거법으로 활성탄을 이용하고 있는데, 현재 적용되고 있는 활성탄 흡착법은 파과점 도달시간이 짧고, 재생주기 짧기 때문에 고가의 운전비가 요구되고, 기존의 steam 방법으로 흡착제가 재생이

어려워 현장에서 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다.

그래서 본문에서는 기존의 활성탄에 화학적처리를 한 침착활성탄과 활성탄 섬유를 이용한 VOCs 및 악취제거 공정을 소개하고자 한다.

2. 본론

2.1 이론

일반활성탄은 평균 100~1000Å의 입자에 400~700m²/g의 내부표면적을 갖고 있는 반면 활성탄 섬유는 10~40Å와 700~2500m²/g의 입자와 비표면적을 갖고 있어 흡착능력이 우수하다.

일반활성탄은 주로 Van der Waals 힘에 의하며 소수성의 중성물질에 대하여 효과적인 흡착성을 발휘하기 때문에 저농도 복합성분의 제거, 예를들면 탈취 목적에 사용되어 왔지만 중성성분 이외의 산성성분이나 염기성 성분에 대하여 효과적인 흡착작용을 일으키는 흡착제가 필요하여 이 요구에 맞춘 일반 활성탄에 화학적 처리한 침착활성탄의 연구가 활발히 진행되고 있다.

일반활성탄과 첨착활성탄의 흡착특성은 표. 1에 나타나 있다.

활성탄 섬유는 Felt나 Tow 상의 활성탄을 질소와 이산화탄소 혹은 스팀을 가하여 800~1200 탄화하여 제조한다. 활성탄 섬유는 셀룰로오스계(cell계 ACF), 페놀수지(Phenol계 ACF), 아크릴계(PAN계 ACF) 및 피치계(Pitch계 ACF)가 있다.

표. 1 일반활성탄과 첨착활성탄의 비교

구분	일반활성탄	첨착활성탄
흡착방법	물리흡착	화학흡착
결합	Van der Waals 힘	이온결합, 공유결합
흡착열	2~10kcal/gmol	10~30 Kcal/gmol
흡착속도	활성화가 필요 없으므로 빠름	활성화 에너지가 필요하며 느림
흡착질	입계온도 이하의 모든기체를 흡착 하는 비선택성 (다중흡착)	화확반응성이 있는 피흡착질만 흡착하는 선택성 (단일흡착)
가역성	가역적	가역 또는 비가역적
온도의존성	온도가 높을수록 흡착량 감소	온도상승에 따라 흡착량 증가
복합성분 흡착능력	복합성분 흡착시 흡착된 물질이 탈착되어 2차 오염 유발	선택적으로 흡착하므로 복합성분 흡착시 탈착이 되지 않음
흡착대상 물질	비극성물질을 흡착하고 극성 물질은 흡착 능력이 떨어짐	극성물질 (NH ₃ , H ₂ S, SO _x , NO _x) 흡착능력 우수

활성탄 섬유는 다음과 같은 특징을 갖는다.

1. 일반활성탄에 비하여 악취성분(질소계 황계)에 대한 흡착력이 강하다.
2. 비표면적이 크고 미세 세공 크기가 균일하기 때문에 악취가스와 같은 저분자량의 흡착제에 대하여 매우 유리하다.
3. 사용 후 재생 시 조건이 비교적 낮은 온도(250℃, 활성탄의 경우 1000℃이상)에서 이루어지며 재생효율이 높다.
4. 흡착속도가 빠르고 재생효율이 높아짐에 따라 운전 비용을 절감할 수 있다.

2.2 첨착활성탄과 활성탄 섬유의 응용

1. 유해가스 제거

독가스, 산성가스 방사선 가스등 유독가스를 제거하는데 사용되며, 반도체의 chemical filter, Gas scrubber 에 응용되고 있고, 화학공장의 양압설비에 실제 응용될 수 있다.

2. 공기 정화

하수종말처리장이나 쓰레기 매립장, 지하도 및 공공시설에 실내공기를 정화에 응용이 가능하다.

3. 탈취제

일반활성탄이 이전부터 야채, 과일류의 수송, 보존중의 선도를 유지하기 위한 용도로 사용되었으나 활성섬유는 paper상으로 취급이 용이하고 space를 작게 차지하기 때문에 냉장고나 자동차에 응용된다.

4. 의료, 위생재료

활성탄 섬유는 얇은 층에서도 악취를 차단하는 효과가 있기 때문에 환자의 화농부위로부터 악취를 억제하기 위한 방취 pad, 방취 sheet 등에 응용될 수 있다.

2.3 활성탄 첨착기술

첨착활성탄의 제조법에는 첨착수용액에서의 함침법, 첨착시약의 휘발성을 이용한 승화법이 있으나 (주)환경과 생명에서 보유하고 있는 기술은 함침법을 이용한 활성탄 첨착기술이다.

첨착활성탄 기술은 제거하고자하는 물질에 따라 제거 대상이 염기성인 경우 활성탄에 산성처리하고, 산성물질일 경우에는 염기성 처리를 한다. 대표적인 제거물질과 첨착시약을 표. 2에 나타나 있다.

표. 2 대표적인 제거물질에 따른 첨착시약

제거대상물질	첨착시약
NH ₃ (CH ₃) ₃ N	H ₂ PO ₄ , H ₂ SO ₄
H ₂ S, CH ₃ SH	Na ₂ CO ₃ , NaOH
CO ₂	Ba(OH) ₂ , Ca(OH) ₂
SO ₂	NaOH
NO ₂	H ₂ SO ₄ , KOH
Cl ₂	NaOH

침착활성탄을 이용한 악취물질의 처리 단계는 다음과 같다.

1. 악취성분은 활성탄의 흡착력에 의하여 미세공 내부에 확산되고 흡인된다.
2. 악취성분은 흡인된 미세공의 공간에서 침착물질과 화학반응을 한다.
3. 여기에서 침착물질과 악취성분은 비가역적 화학반응을 일으키면서 잇달아 무취물질로 변화된다.

(주)환경과 생명에서 보유하고있는 침착활성탄과 일반활성탄을 이용한 흡착성능 한 결과

그림. 1과 그림. 2 그림. 3 그리고 그림 4에 나타나 있다.

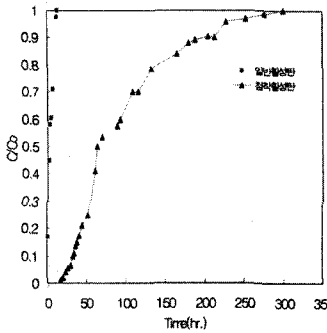


그림. 1 H₂S의 침착활성탄과 일반활성탄의 흡착성능 비교
(H₂S:200ppm, Total flow:1L/min, Bed depth:2cm)

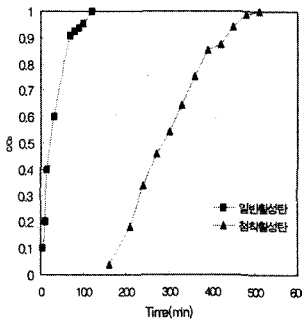


그림. 2 NH₃의 침착활성탄과 일반활성탄의 흡착성능 비교
(H₂S:200ppm, Total flow:1L/min, Bed depth:2cm)

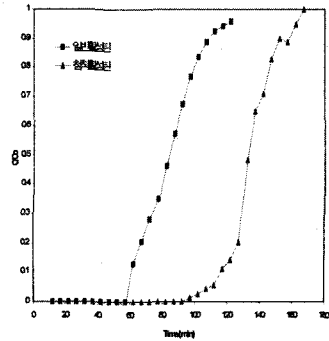


그림. 3 SO₂의 침착활성탄과 일반활성탄의 흡착성능비교
(H₂S:500ppm, Total flow:1.7L/min, Bed depth:2cm)

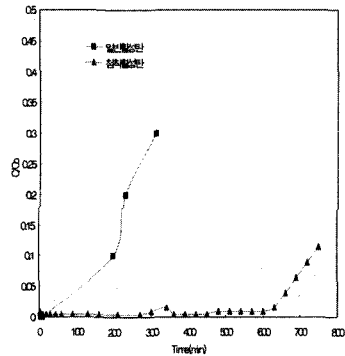


그림. 4 NO_x의 침착활성탄과 일반활성탄의 흡착성능비교
(H₂S:200ppm, Total flow:1.1L/min, Bed depth:3cm)

2.4 AC/ACF 복합흡착/재생 공정

(주)환경과 생명에서는 활성탄과 활성탄 섬유를 이용한 AC/ACF 복합흡착제를 이용한 흡착공정개발을 소개하고자 한다. (그림. 5)

활성탄(AC) 가격은 저렴하나 재생시간이 길고 완전 재생되지 않는데 반해 활성탄 섬유(ACF)가격이 고가이나 흡착속도가 빠르고, 저농도까지 처리가 가능하다.

그래서 본 개발은 AC와 ACF를 혼합한 복합흡착제를 사용함으로써 제거효율을 증가시키고 혼합악취를 효과적으로 처리할 수 있다.

VOCs 중 Ketone 화합물을 기존의 활성탄 흡착법에 이

용할 경우 표면 흡착 시 중합반응(polymerization)이 일어나 이때 생성된 물질이 흡착제의 미세공을 막아버린다. 이들 중합반응으로 생성된 물질은 기존의 방법 중 가장 많이 사용하고 있는 스팀재생법으로는 제거가 되지 않아 흡착제의 성능을 떨어뜨린다. 그래서 많은 연구로 스팀재생법과 용매추출법을 이용한 흡착재생공정을 개발하였다. 단일성분의 경우 스팀재생법만으로 흡착제의 재생이 가능하나, 다성분 혹은 ketone류 화합물은 polymer가 형성됨으로 스팀재생법 만으로는 흡착제의 완전재생이 어렵다. (주)환경과 생명의 스팀재생법과 산과 알코올을 이용한 용매추출법을 복합시킨 AC/ACF 복합흡착 재생공정 및 용매회수장치를 개발은 기존의

활성탄 흡착공정에 비해 제거효율을 증가시키고 AC/ACF의 재생효율을 증가시킨다.

3. 결론

AC/ACF 복합흡착/ 재생기술은 AC와 ACF의 장단점을 고려한 공정으로 저농도와 고농도 약취 모두를 제거할 수 있으며, 스팀재생법과 용매추출법을 이용한 AC/ACF 재생기술은 AC/ACF의 수명을 2~3배 연장시키므로서, 상당한 경제성이 있을 것이다. 또한 첨착활성탄은 기존의 단순 활성탄 흡착공정에 비해 VOCs 및 악취제거효율이 높으며, 다성분 약취를 효과제거로 제거할 수 있으므로 활성탄 첨착기술은 앞으로 더욱더 활발한 연구가 진행된다면 국제적 환경기준에 대응할 수 있을 것이다.

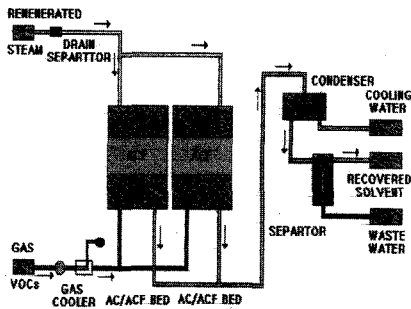


그림. 5 VOC 및 제거용 AC/ACF 복합흡착탑 공정도

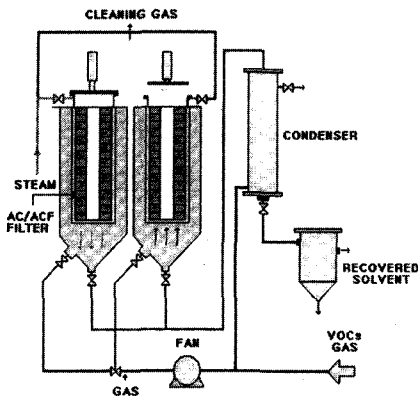


그림. 6 AC/ACF 복합흡착제 용매회수장치

기술상담전화

(주)환경과 생명

최광재 과장 (Tel : 032-816-6384)

환경과 생명 제2연구소

박주영 연구원 (Tel : 062-369-7896)

<http://envita.co.kr>