

전이금속 코팅 활성탄소섬유의 흡착 및 탈착특성

유승한¹, 김정수², 장현태³, 차왕석^{1*}

¹군산대학교 토목환경공학부,

²(주)유성환경,

³한서대학교

Adsorption and desorption property of activated carbon fiber coated with transition metal

Seung-Han You¹, Jung-Su Kim², Hyun-Tae Jang³, Wang-Seog Cha^{1*}

¹School of Civil and Environmental Engineering, Kunsan National

University,

²Yousung CO., Ltd,

³Dept. of Chem. Eng., Hanseo University,

요 약

활성탄소섬유의 유해 미생물의 번식 억제력을 조사하기 위해 한천배지배양법을 이용하였다. 전이금속으로 코팅된 활성탄소섬유는 일부 유해 미생물에서 번식억제력이 나타났으며, 유해 미생물은 인간의 피부 부종을 야기시키는 미생물인 candida albicans이었다. 그리고 코팅 활성탄소섬유의 흡·탈착력은 코팅되지 않은 활성탄소섬유보다 약 5% 내외로 감소함을 알 수 있었다.

1. 서론

휘발성 유기화합물질(VOCs)는 대기 중에서 질소산화물과 반응하여 광화학 스모그를 유발하여 시정장애를 일으킬 뿐만 아니라 인간의 건강에 해를 끼치는 물질로 작용한다. 휘발성 유기화합물의 처리하기 위해 많은 방법들이 연구 개발되고 있으며 주로 흡착, 흡수, 소각, 촉매산화 등의 방법이 활용되고 있다. 이 중 효율 및 경제적인 면에서 흡착법이 가장 유리하며, 여러 종류의 흡착제를 사용한 흡착법이 폭넓게 연구되고 있다. 흡착법에 사용되는 흡착제 중 가장 많이 사용되는 활성탄은 VOCs의 농도 및 주입량에 대한 적용성이 우수하며, 또한 대부분의 VOCs에 대해 높은 흡착력을 가지고 있다. 그러나 2차 오염물의 발생과 과도한 압력 손실, 높은 분진 발생률, 재생사용의 어려움 등의 단점을 가지고 있다[1]. 이러한 문제점을 해결하고자 활성탄을 대체하기 위한 흡착제에 대한 연구도 진행되고 있으며 대표적인 흡착제가 활성탄소섬유(ACF: Activated Carbon Fiber)이다[2]. 활성탄소섬유는 활성탄에 비

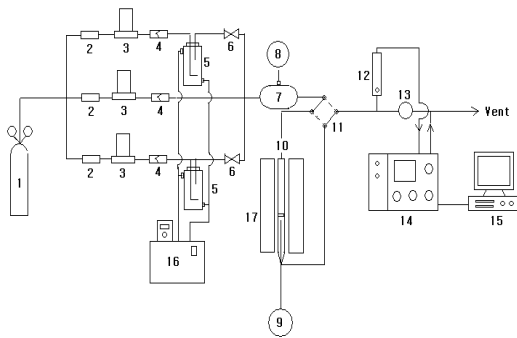
하여 넓은 표면적과 큰 Pore volume을 가지며, 활성탄보다 작은 pore diameter를 가지는 것과 pore structure에서 복잡한 세공 구조를 가지는 활성탄에 비하여 단순한 세공구조를 가지고 있다. PAN-based 활성탄소섬유 같은 경우 85 vol%의 micropore 와 15vol%의 fine mecropore로 구성되어 있음이 밝혀졌는데 이처럼 높은 micropore의 %는 narrow micropore에서 이루어지는 micropore filling 이나 wider micropore에서 이루어지는 cooperative adsorption이 주 흡착 mechanism이어서 보다 빠른 흡착 kinetics를 유도하고, 활성탄에 비하여 높은 표면적을 가져 흡착물의 흡착효율을 향상시킨다[3]. 활성탄소섬유의 경우 섬유처럼 직조한 형상이어서 다소의 수분함유시 흡착된 유기물에 각종 여러 미생물들이 번식할 수 있는 단점이 있다[4]. 따라서 본 연구에서는 활성탄소섬유에 전이금속을 코팅시킨 후 코팅 활성탄소섬유의 휘발성 유기화합물 흡착 및 미생물 번식 억제력을 조사하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 실험에 사용한 실험장치의 개략도는 그림 1과 같다. 실험장치는 크게 유량조절부, 증기발생부, 흡착제 충전층, 분석부로 구성되어 있다. 실험장치 시스템은 전체적으로 1/4 inch 테프론 재질의 튜브를 이용하여 주요 장치들을 연결하였다. 유량조절부에서는 휘발성 유기화합물 제조에 사용된 공기를 일정한 유량으로 주입할 수 있도록 MFC(Mass Flow Controller)를 사용하였다. 증기발생부에서는 MFC로 조절된 공기를 톨루엔 또는 MEK가 담긴 용기에 주입하여 다양한 농도의 휘발성 유기화합물이 제조되도록 하였으며 또한 농도의 교란을 최소화하기 위해 mixing chamber를 두었다. 유리재질의 흡착실험용 반응기는 직경 10mm, 길이 450mm이며, 반응기 중간에 glass fritz를 두어 충전된 흡착제를 고정할 수 있게 하였다. 반응기 주위로 흡착실험시 흡착층의 온도 유지와 탈착 실험시 흡착층 가열을 위해 IR 히터를 장착하였으며, 흡착층 하부에 K형 열전대를 장착하여 IR 히터를 조절하였다.

분석부에서는 4방 밸브를 사용하여 휘발성 유기화합물의 흡착전과 후의 농도를 on-line으로 측정할 수 있도록 구성하였으며, 분석은 GC(Gas Chromatography)기기의 FID(Flame Ionization Detector)를 사용하여 분석하였다.



- | | |
|------------------------------|----------------|
| 1. Air | 2. Filter |
| 3. MFC(Mass Flow Controller) | 4. Check valve |
| 5. VOCs generator | 6. 2-way valve |
| 7. Mixing chamber | 8. PI |
| 9. T/C | 10. Reactor |
| 11. 4-way valve | 12. Flow meter |
| 13. Micro valve | 14. G.C |
| 15. Computer | 16. Water bath |
| 17. IR heater | |

[그림 1] 휘발성 유기화합물 흡착실험을 위한 실험장치 개략도

2.2 흡착 및 탈착 실험방법

ACF에 흡착물 이외의 물질이 흡착되는 것을 최소화하기 위해 실험 수행 전에 200°C의 불활성 분위기에서 4시간 동안 소성시킨 후 사용하였다. 흡착 실험전 흡착반응기에 ACF를 일정량 충전하고 공기를 흘리면서 흡착온도를 일정하게 유지하였다. 흡착온도에 도달하면 3방 밸브를 사용하여 일정농도의 휘발성 유기화합물이 흡착반응기에 유입되도록 하였다. 흡착반응기에서 배출되는 휘발성 유기화합물의 농도는 연속적으로 실시간 측정하였다.

휘발성 유기화합물 농도측정 곡선으로부터 흡착된 양을 Simpson rule을 이용하여 계산하였으며, 흡착이 완료된 후 AFC의 무게를 측정하여 계산 값과 실제 측정값을 비교하였다.

탈착실험은 흡착제가 휘발성 유기화합물에 의해 충분히 포화된 이후에 실시되었으며, IR히터를 이용하여 탈착실험에 있어 중요한 운전조건인 신속한 온도상승이 이루어지도록 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

코팅 활성탄소섬유의 미생물 억제력을 조사하기 위해 인간의 피부, 점막 등에 candida 증을 일으키는 병원균인 candida albicans를 사용하여 실험하였으며 그 결과는 [표 1]에 나타내었다.

표에서 전이금속인 은나노입자를 유화제를 이용하여 혼합한 용액을 활성탄소섬유에 코팅한 경우 피부염을 일으키는 candida albicans 균에는 일부 저농도로 코팅한 경우 억제효과가 있었으며 특히 전이금속을 환원분위기에서 소성한 경우가 미생물 억제력이 더욱 양호하였다.

[표 1] Result of the antibacterial tests against candida albicans

Hour(h) \ Sort of ACF	0	2	4	8	12	16	24	36
Pure ACF	67	62	41	28	20	26	18	33
Ag1wt% -ACF(re)	40	48	55	13	20	20	31	7
Ag10wt% -ACF(re)	61	73	49	54	46	13	40	20
Ag1wt% -ACF(ox)	64	73	60	27	18	22	30	7
Ag10wt% -ACF(ox)	50	53	66	55	44	53	27	35

4. 결론

한천베지배양법을 이용하여 전이금속으로 코팅된 활성탄소섬유의 유해 미생물의 번식 억제력을 조사하였으며, 실험결과 인간의 피부 부종을 야기시키는 미생물인 candida albicans의 번식을 일부 억제시키는 것으로 나타났다. 그리고 코팅 활성탄소섬유의 흡·탈착 실험에서 코팅되지 않은 활성탄소섬유와 흡착력 비교에서 약 5% 내외로 감소함을 알 수 있었다.

사사

본 논문은 군산대학교 공학연구소의 연구지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Geun-Ho Baek, Jung-su Kim, Hyun-Tae Jang and Wang-seog Cha, "Adsorption/Desorption Properties of ACF on Toluene and MEK with operation Condition", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 12, No. 6, pp. 2898-2903, 2011
- [2] M.J. Ruhl, "Recover VOCs via adsorption on activated carbon", Chem. Eng. Prog. 89, pp. 37-41, 1993.
- [3] Geun-Ho Baek, Jung-su Kim, Hyun-Tae Jang, Hyeong-Wan Kim, Hyeong-Joo Kim and Wang-seog Cha, "Adsorption/Desorption Properties of VOCs on Activated carbon fiber", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 12, No. 5, pp. 2439-2444, 2011
- [4] Taek-Sung Hwang, Jin-Hyok Lee, Kwang-Young Kim, Kyung-suk Kang, Moon-Soo Rhee, "Thermal Effect on the Phosphoric Acid Impregnated Activated Carbon Fiber and Adsorption Properties Toward Isoprene", J. Korean Ind. Eng. Chem, 12, 3, pp 329-333, 2001.