

유기-무기 복합 흡착제를 응용한 이산화탄소 흡착

이지윤, 이옥규, 장현태, 김송이, 김현정
한서대학교 화학공학과
e-mail: dingco21@hanmail.net

The Carbon Dioxide Adsorption with Organic-Inorganic Hybride Sorbent

Ji-Yun Lee, Ok-gyu Lee, Hyun-Taeh Jang,
Song-Yee Kim, Hyeon-Jung Kim
Dept of Chem. Eng, Hanseo University

Abstract

이산화탄소 분리공정용 흡착제 성능을 향상시키기 위하여 이산화탄소에 대한 우수한 선택성을 나타내고는 아민을 결합 시키므로 흡착능을 연구하기 위하여 기존의 상용 흡착제에 담지 하므로써 흡착 및 탈착 성능을 비교, 분석하고자 최적의 아민 담지법, 담지체를 연구하였다.

서 론

고도경제성장과 현대 산업 분야의 발달로 인간의 삶의 질이 크게 향상되었다. 그 부산물로 오염은 날이 갈수록 심각해지고 있는 상황이다. 특히 대기 및 수질오염은 산업의 급속적인 발달과 변화로 다양한 문제점을 발생시키고 있다.

전 세계 에너지의 98 % 이상이 화석연료 공급에 의해 이뤄진다. 그러나 화석연료의 연소는 온실가스인 CO₂ 방출의 주된 원인이 되며, 화석연료의 사용 증가로 CO₂ 배출량은 연 평균 9.7%씩 증가하는 추세이며 지속적으로 늘어날 것으로 전망된다. 특히, 에너지 산업에 있어 온실가스 배출량이 증가하고 있다. 이러한 문제점의 해결방안으로는 흡착법이 있으며, 대표적인 흡착제는 활성탄, Aluminim oxide, Molecular sieve, Silica, Zeolite등이 있다. 최근 기존의 흡착제의 개질 및 개량에 관한 연구는 현재 국내에서 연구를 진행하고 있으며, 국내의 경우 전무한 상태이며, 미국과 일본의 경우 일부의 연구가 아민기를 실리카 표면에 반응시키는 형태의 연구가 진행되어 발표되었으며, 이는 효율면에서는 아직 개량해야 할 점이 많은 것으로 시사되고 있다.

1992년 Mobil사에서 처음 합성하여 발표한 실리카계 메조포어(mesopore) 분자체M41계의 물질은 제올라이트와 같은 결정형 알루미늄 실리케이트에 비하여

세공이 훨씬 큰 20~30Å의 세공들로 구성되어 있으며, 정밀화학에서 중요한 큰 유기분자의 흡착제 및 촉매로서 전세계적으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 1990년대 초 이후에 많은 종류의 메조포어(mesopore) 분자체 합성방법들이 출현하였으나, 대부분 응용에 사용되고 있는 물질은 MCM-41이 주류를 이루었다 따라서 본 연구에서 기존의 상용 흡착제에 담지 하므로써 흡착 및 탈착 성능을 비교, 분석하고자 최적의 아민 담지법, 담지체를 연구하였다.

2. 실 험

2.1. 실험 및 방법

본 실험에서 기존의 담지체를 이용한 이산화탄소의 상압에서 흡착과탈착실험을 <그림 1>의 장치를 이용하여 수행하였으며, 온도에 따른 흡착량을 조사하기 위하여 흡착평형 실험장치를 <그림 2>에 나타낸바와 같이 흡착평형실험을 수행하였다.

흡착평형 실험과 흡착과탈착 실험은 <표1>에 나타낸 기존의 흡착제를 이용하여 수행하였으며, 탈착 실험으로는 일반적인 화학흡착과 물리흡착의 경우 전형된 실험방법을 이용하여 탈착에 대한 연구를 수행하고 있으나 현재 본 연구에서 개발되는 흡착제의 경우 물리흡착과 화학흡착이 동시에 일어나게 되므로 이에 대한 정량적인 측정이 기존의 방법으로는

부적절하여 열탈착시 발생하는 압력과 이산화탄소의 농도를 측정하여 측정하였다. 각각의 흡착제에 표에 나타낸 아민을 농도별로 처리하여 실험을 수행하였다. 따라서 흡착온도, 이산화탄소 농도의 종류에 대하여 실험을 수행하였다.

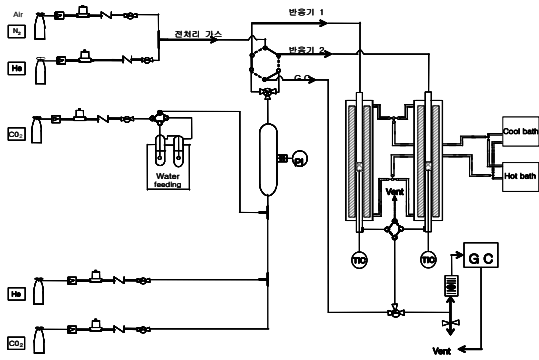


그림 1. 이산화탄소 흡착과과 실험장치

표 1. 흡착제 제조 및 흡착실험 변수

Sorbent	ZMS 3Å, ZMS 4Å, ZMS 5Å, ZMS 13X, Silica fumed, Activate carbone, Silica gel, Carbon(nano tube)
Treated amine	MEA, Triethanolamine, 3-CPAHCL, Polyaniline, Ammonium Fluoride, Ammonia
Adsorption temperature (°C)	25°C, 50°C, 75°C, 90°C, 110°C, 120°C
Desorption temperature (°C)	80°C, 90°C, 100°C, 110°C, 120°C, 130°C, 140°C, 150°C

2.2. Amine기 복합

기준에 흡착제 Activate carbone, ZMS 13X, ZMS 3Å, ZMS 4Å, ZMS 5Å, Silica gel, 에 MEA, Triethanolamine, 3-CPAHCL, Polyaniline, Ammonium Fluoride, Ammonia에 농도별로 담지, 함침 하였다.

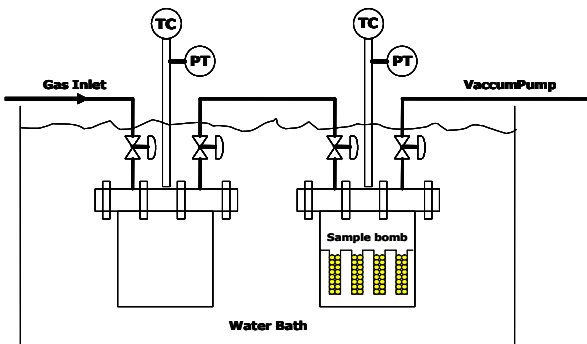


Fig. 3 아민처리에 의한 흡착능의 변화

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 아민기의 사용시 흡착제 표면에 아민기가 결합하게 된다. 이때 가장 적절한 흡착제의 담체는 -OH기를 많이 함유한 상태가되며, OH기와 Cl의 반응에 의하여 아민기가 흡착제 표면에 반응 부착된다. 이러한 형태의 흡착제는 탈착조건에 경우 아민에 의한 화학흡착만이 일어나므로 인하여 열탈착이 가능하며 80°C에서 탈착이 일어나며 120°C 이상에서 매우 빠른 탈착이 나타났다. 본 연구에서 silica가 흡착능의 향상의 결과를 나타내었으나, 미국 UOP사의 ZMS 5Å 계열보다는 매우 낮은 흡착능을 나타낸다. 카본에 아민기를 함침한 경우 기존의 활성탄보다 7배 가량의 흡착능을 나타내는 것으로 나타났다.

아민기가 흡착능이 우수하며, 손실율은 분자량이 큰 경우가 작게 나타나며, ZMS의 경우 친수성 ZMS의 경우 아민 처리에 의하여 흡착능이 향상되거나 소수성의 경우 흡착능은 오히려 감소되며, 화학흡착에 의하여 열 탈착시 고농도의 이산화탄소의 분리 가능성까지의 연구결과를 얻을 수 있었다. 이와 같은 개질의 경우 표면에 완전한 MEA의 물리적 담지가 일어나지 않으므로 인하여 물리흡착과 화학흡착이 병행되어 일어나게 된다. 아민의 처리에 의하여 수분의 영향은 감소되는 것으로 나타났다. 따라서 아민의 물리적 담지의 경우 아민의 향상은 ZMS와 MEA를 이용한 흡착제의 개량은 알카리 금속염인 KOH를 이용하여 표면을 알카리화 한 후 MEA를 담지한 경우가 흡착능의 개선과 MEA의 손실율의 저감을 나타낼 수 있었다. 흡착능은 ZMS의 경우 5Å > 4Å > 3Å > 13X 순으로 나타났다. 본 실험을 통해 아민기를 담지한 결과 이산화탄소에 대한 높은 흡착성을 보임을 알 수 있었다. 향후 다양한 분자체의 표면 개질을 통한 흡착제를 제조하기 위해 여러 가지의 아민법을 연구하여 유기그룹의 고정화 방법을 개선 해야겠다. .

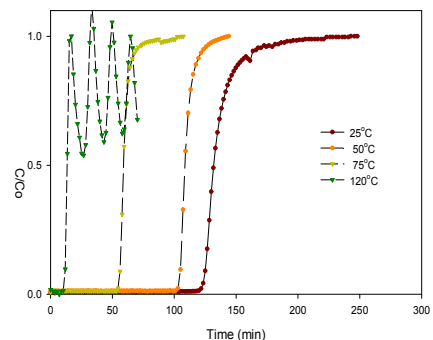


그림 3. 아민처리에 의한 흡착능의 변화

참고문헌

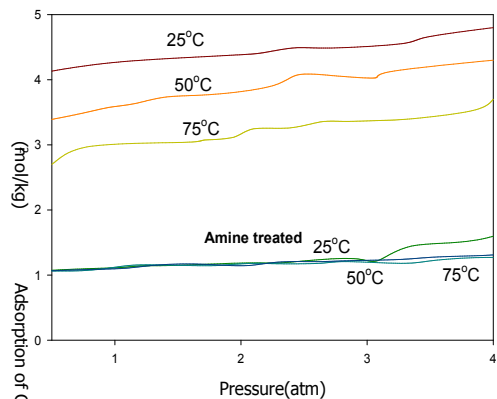


Fig. 4 아민처리에 의한 흡착능의 변화

- [1] 한국공업화학회 "Hydrothermal synthesis and characterization of niobium-containing silicalite-1 molecular sieves with MFI structure", 2007. 3.
- [2] 한국화학공학회 "Hydrogen Production by the Thermocatalytic Decomposition of Methane in a Fluidized Bed Reactor" 206.7.
- [3] KIChE, "The Minimum Fluidization Velocity of Same Mean Size in Gaussian Distribution Particle System according to Standard Deviation of Gaussian"