

# KI 첨착 활성탄을 이용한 *tert*-Butyl mercaptan 제거에 관한 연구

이영범, 최건형, 홍성호, 김상범\*  
한국가스공사 연구개발원, 경기대학교 화학공학과\*

## Deodorization of *tert*-Butyl mercaptan by Activated Carbon Impregnated with KI

Y. B. Lee, K. H. Choi, S. H. Hong, S. B. Kim\*  
Korea Gas Corporation, R&D Center  
Department of Chemical Engineering, Kyonggi University\*

### 1. 서 론

현재 각 가정에서 난방 및 취사를 위하여 간편하게 공급받아 사용하고 있는 천연가스는 무색 무취의 인화성이 강한 가스 물질로 가스가 누출되더라도 감지되지 않는다. 이러한 이유 때문에, 가스를 공급받아서 사용하는 과정에서 가스 누출을 쉽게 감지하여 사전에 가스 누설에 의한 폭발사고나 화재사고를 방지하고자 하는 목적으로 매우 적은 농도에 의해서도 인간의 후각을 강하게 자극하는 휘발성 물질을 가스에 첨가하여, 소량의 가스 누출도 검출기 없이 단순히 사람의 후각만으로도 감지되도록 하고 있다. 이와같이 인화성 가스에 냄새가 나도록 첨가하여 주는 물질을 부취제(natural gas odorants)라고 일컫는데, 현재 가스공사에서는 부취제로는 *tert*-butyl mercaptan(TBM)과 tetra-hydrothiophene(THT)을 사용하고 있다. 이들 두 물질은 극소량에 의해서도 강하게 후각을 자극하는 황화합물로서, 단 단위 ppm의 농도에 의해서도 인간의 후각에 의하여 쉽게 인지될 수 있다.

순수한 천연가스는 일단 수입되면 부취제를 첨가하여 인위적으로 냄새가 나도록 하는 과정을 거치는데, 이때 사용되는 주입장치의 고장이나 보수시 주입부분

에서 부취제가 외부로 누출된다. 부취제는 독성을 가지고 있지 않기 때문에 안전상의 관점에서 보면 그리 큰 문제가 되지는 않으나, 외부 대기 중으로 방출될 경우 상당히 불쾌한 냄새를 야기할 뿐만 아니라, 외부인에 의하여 부취제가 아니라 가스가 새고 있는 것으로 오인될 우려를 안고 있기 때문에 이렇게 누출된 부취제는 최대한 제거하여야 할 필요가 있다.

이와 같이 부취제 주입장치에서 누출되는 부취제를 제거하기 위해 활성탄을 이용한 흡착법을 사용하고 있다. 활성탄은 그 표면적이 매우 커서 순간 흡착력이 뛰어나고 매우 높은 표면 흡착력을 가지고 있어나 이와 같은 방법은 단순히 물리 흡착에만 의존하는 방법으로서, 일정량의 활성탄이 처리할 수 있는 부취제의 양이 제한되어 있을 뿐만 아니라, 흡착되어 있는 부취제를 폐기하는 과정에 있어서도 환경적 문제를 안고 있는 방법이다.

따라서 본 연구에서는 현재 사용되어 있는 활성탄을 사용한 누출 부취제에 대한 제거방법을 개선하기 위하여, 단순 물리흡착에서 탈피하여 표면에서의 화학반응을 이용하는 첨착활성탄을 개발하여, 부취제를 처리하는 처리효율을 높이고, 이의 처리효율을 활성탄과 비교하고 질소흡탈착법과 열중량분석을 통하여 합성된 흡착과피제에 대하여 고찰하였다.

## 2. 실험

### 2-1. 첨착활성탄 제조

첨착활성탄의 제조공정은 1) 입상활성탄 선별, 2) 건조, 3) 일반 활성탄의 첨착 수용액 첨착(impregnation), 4) 건조 등의 순서이다. 먼저 기상용으로 사용되는 야자각 일반 활성탄을 8-16 mesh로 선별하고 활성탄에 포함된 수분을 제거하기 위해서 110℃에서 건조하였다. 이후 일정량의 첨착시약을 증류수에 용해시키고 건조된 활성탄을 넣어 약 30분동안 첨착시킨후 여과하여 110℃에서 12시간 건조하여 수분을 제거한다. 첨착시약의 양은 첨착율에 따라 결정될 수 있다. 첨착율은 초기 일반 활성탄의 무게와 건조 후 첨착활성탄의 무게비 및 비색분석법을 사용하여 구하였다.

### 2-2. 장치 및 방법

첨착활성탄을 충전한 후, 일정 온도로 건조된 공기를 통과시켜 발생시킨 일정 농도의 가스를 흡착층으로 유입시켜 흡착실험을 실시하였다. 흡착실험이 완료된 후 흡착량을 측정하고 건조공기로서 탈착실험을 실시하여 탈착평형이 이루어 질

때까지 탈착 후 흡착된 가스의 잔존량을 측정하였다.

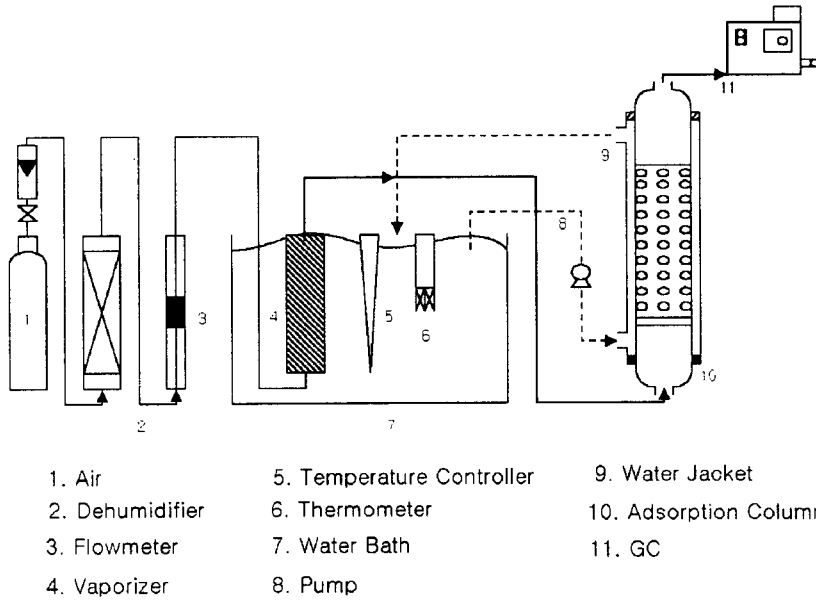


Fig. 1. Schematic Diagram of Experimental Setup

TBM 기체 농도는 기체크로마토그래피(detector : FPD)로 분석하였고, 활성탄과 TBM의 흡착상태를 분석하기 위하여 열중량 및 시차열분석을 수행하였다.

변수	운전조건
	<i>tert</i> -butyl mercaptan(TBM)
• 기체유량(l/min)	0.3
• 고정층 직경(cm)	3.0
• 유입농도(ppm)	1,200
• 기체 및 고정층 온도(°C)	26

Table 1. 고정층 흡착실험의 운전조건

### 3. 결과 및 고찰

#### 3-1. 침착활성탄의 기공구조 분석

원료활성탄 및 침착활성탄의 비표면적과 기공크기 분포도는 일반적으로 사용되는 BET법을 사용 측정하였으며 그 결과인 물리적 특성치는 표2에 제시되어 있다. 침착에 의해서 활성탄의 BET 표면적의 변화를 보면 2.9% KI 침착활성탄의 경우 원료활성탄에 비해 평균 15~18% 감소하였고, 4.5% KI 침착활성탄의 경우에는 약 26% 감소하였으나, 평균 기공반경은 침착에 무관하게 약 20.0Å으로서 거의 변화가 없었다. 그리고 micropore의 부피는 침착률이 증가함에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 이 결과를 보면 활성탄에서 KI의 흡착은 주로 micropore에서 일어나는 것으로 보여진다. 겉보기 밀도에서도 침착률이 증가하면 KI의 무게 때문에 증가하는 것으로 나타나있다.

시료 특성	일반 활성탄	1.5 % KI 침착활성탄	2.9 % KI 침착활성탄	4.5 % KI 침착활성탄
• 비표면적(m <sup>2</sup> /g)	2,231	2094	1,842	1,659
• 평균기공반경(Å)	19.85	20.32	20.04	20.07
• 미세기공부피(cc/g)	1.01	0.95	0.84	0.83

Table 2. TEDA 침착활성탄의 기공 표면적 분포

### 3-2. *tert*-Butyl mercaptan 흡착실험

일반활성탄, 1.5, 2.9, 4.5, 5.6% KI침착활성탄을 고정층에 충전하여 26℃, 1200ppm에서 파과곡선을 구하는 실험을 수행하여 침착율에 따른 파과곡선을 그림 2 에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 침착활성탄의 흡착용량이 일반활성탄에 비해 훨씬 우수하며 파과점도 수 이상 지연됨을 알 수 있다.

## 4. 결론

KI침착활성탄을 사용하여 TBM의 흡착능을 비교한 결과 KI침착활성탄이 일반활성탄에 비해 흡착능이 월등히 우수함을 알 수 있었다.

침착율이 일정 양 이상 증가하면 흡착성능이 떨어짐을 볼 수 있는데 이는 침착활성탄의 표면적 감소 때문인 것으로 사료된다.

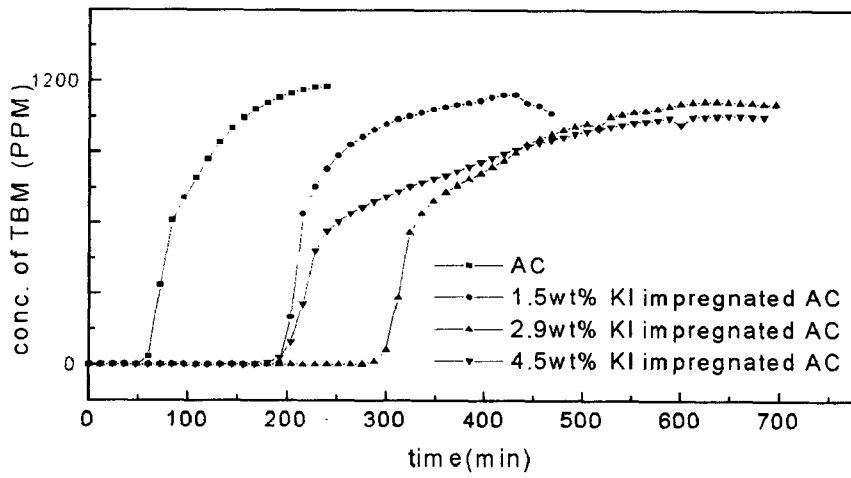


Fig.2. Breakthrough curves of TBM adsorption for the various KI impregnated and base activated carbon

## 참 고 문 헌

1. E.G.P. Cornelissens, et al. "Adsorption of gaseous methyl iodide by active carbons", Proc. IAEA/SM-89/43, 647(1989).
2. J.L. Kovach, et al., TEDA vs. quinuclidine: "Evaluation and comparison of two tertiary amine impregnants for methyl iodide removal from flow air stream", Proceedings of the 17th DOE Nuclear Air Cleaning Conference, 652(1981).
3. D.A. Collins, et al., "Development of impregnated charcoals for trapping methyl iodide at high humidity", Proceedings of the 9th ACE Air Cleaning Conference, CONF-660904, 1, 159(1966).
4. 이 후근, "첨착활성탄에 의한 유해가스 흡착기술", 흡착제와 그의 활용에 관한 workshop(Ⅲ), (1995)
5. 이 후근, 박 근일, J. of Korean Nuclear Soc. **28**, 29(1996)
6. R. C. Bansal, et al., "Active carbon", 30-35, Marcel Dekker. Inc. NY(1988)