

알칼리 금속으로 침착처리한 활성탄의 H₂S 제거 및 표면특성에 관한 연구

윤현경, 이필, 강민, 송민우, 김경림
연세대학교 화학공학과

Effect of alkali metal impregnation and surface properties
on the activated carbon for H₂S removal

Hyun Kyung Yoon, Pill Lee, Min Kang, Min Woo Song, and Kyung Lim Kim
Dept. of Chemical Engineering, Yonsei University

서론

소각처리 기술은 현재로서는 가장 바람직한 쓰레기 처리기술로 점차 그 점유율이 증가되고 있으며 보다 성능이 우수하고 경제적인 소각기술의 개발에 역점을 두고 있는 분야이다. 여기서 고려한 용융-열분해 시스템은 소각에 필요한 산소의 공급원을 공기에서 얻지 않고 순수 산소를 주입함으로써 질소의 주입을 원천적으로 봉쇄해 NO_x의 발생을 거의 완전히 억제시키고, 설계상의 변화로 다이옥신의 배출량을 수준치 이하로 줄이고 있다. 그러나 이 용융-열분해 시스템에서는 기존에는 거의 발생되지 않았던 새로운 산성가스들이 배출되고 있다.

활성탄은 황성분 및 황산화물에 대한 높은 흡착능력과 H₂S의 직접산화반응을 위한 활성탄 자체로서의 촉매적 효과를 통해 가스정제공정에 널리 이용되고 있다. 그러나 활성탄은 황화수소기체를 흡착하기에는 흡착제거율이 현저히 낮다. 따라서 활성탄의 황화수소 흡착제거율을 높이기 위하여 황화수소에 대하여 반응성이 있는 물질을 침착시켜 주는 방법이 있다. 침착시켜주는 물질로는 주로 알칼리 금속류가 포함된 물질을 주로 사용한다. 알칼리 금속류는 황과의 전기 음성도 차이가 크기 때문에 반응성이 높고, 알칼리 금속류가 포함된 활성탄은 침착물질에 의한 화학흡착과 표면개질에 의한 물리흡착의 효과를 나타낼 수 있다.

본 연구에서는 새롭게 발생하는 유해한 산성 가스 중 H₂S를 제거하기 위하여 흡착제로 알칼리 금속에 침착시킨 활성탄을 사용하였으며 침착량의 변화에 따른 반응성을 일반활성탄과 비교하여 실험하였다.

실험

흡착제로 침착처리된 활성탄은 상업용활성탄(Calgon)에 3, 6, 9, 12, 15wt%의 NaNO₃, KNO₃, RbNO₃의 알칼리 금속 화합물을 담지시켜 제조하였다. 먼저 상업용 활성탄에 함유되어 있는 불순물을 제거하기 위하여 증류수로 씻어준 다음, 100°C에서 24시간 건조시킨다. 활성탄에 알칼리 금속을 담지시키고 100°C에서 24시간 건조시킨 후 600°C He 분위기에서 2시간 소성하였다. 각각의 시료명은 침착제와 침착량으로 나타내었다.

활성탄의 Textural property를 알아보기 위해서 SEM(Hitachi model S-4200)분석과 N₂ 흡착실험(ASAP 2405)을 하였다. XPS(ESCALAB 2201-XL)는 물질 표면의 화학적 조성을 분석할 수 있는데, 표면에 존재하는 surface functional group의 정량 및 정성분석을 위해 O_{1s} peak의 deconvolution 작업을 행하였다. 또한 제조된 활성탄에 대한 H₂S 흡착실험을

행하였다. 활성탄에 의한 H₂S 흡착실험은 내경 2cm의 석영반응기에 활성탄 10g을 충전하고, 황화수소가스유량은 200ml/min으로 하여 상온에서 행하였다. 황화수소 가스 농도는 1000ppmv이며, balance로 헬륨을 사용하였다. 활성탄의 과과곡선을 얻기 위한 반응물과 생성물의 가스분석은 Porapak T Column을 이용하여 G.C.(pulse discharge detector)로 분석하였다.

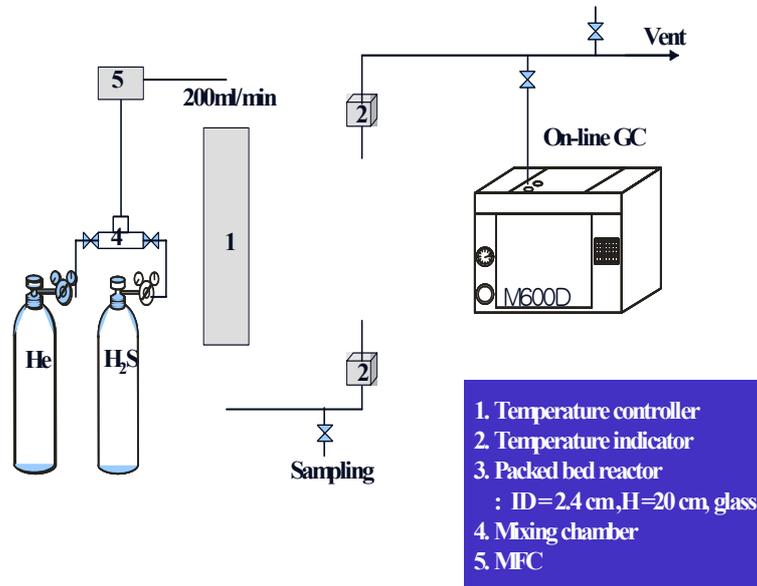


Fig. 1. 반응장치 개략도

결론

Table 1. Structural parameter

Sample	$S_{BET}(m^2/g)$	$V_{mic}(cc/g)$	$V_{total}(cc/g)$	$D_{ave}(\text{Å})$
AC	1060.4657	0.412277	0.53809	20.2964
K6	809.3240	0.317945	0.423362	20.9242
K9	699.3214	0.279225	0.366950	20.9889
Na9	798.6293	0.308842	0.443273	22.2017
Rb9	813.0759	0.319330	0.419759	20.6504

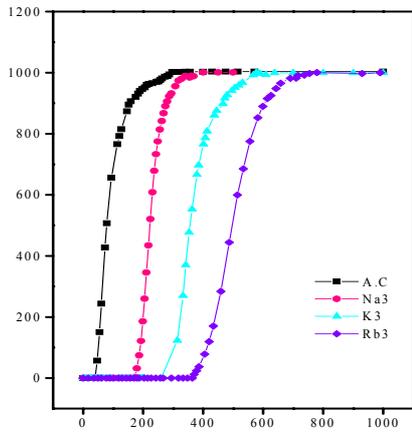


Fig. 2. 3wt%로 담지한 활성탄의 H₂S 제거율 비교

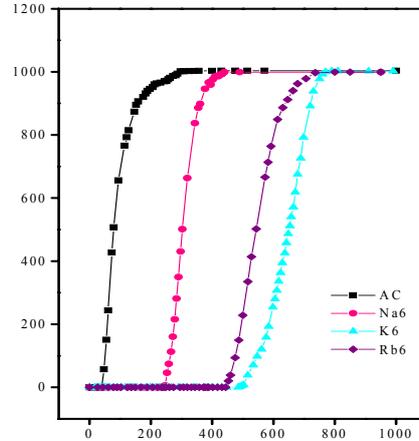


Fig. 3. 6wt%로 담지한 활성탄의 H₂S 제거율 비교

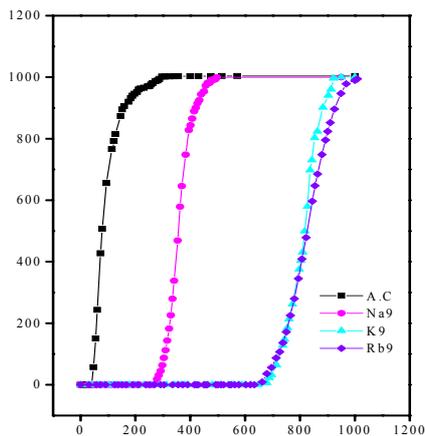


Fig. 4. 9wt%로 담지한 활성탄의 H₂S 제거율 비교

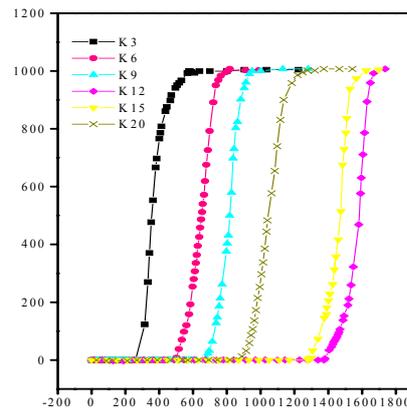


Fig. 5. K의 첨착량에 따른 활성탄의 H₂S 제거율 비교

Table 1의 BET 측정 결과 활성탄에 알칼리 금속을 첨착할수록 surface area와 micropore volume이 감소함을 알 수 있었다. micropore volume이 감소할수록 H₂S의 흡착성능은 줄어야 하나 반응실험 결과 흡착성능이 좋아짐에 따라 texture property는 중요하지 않음을 알 수 있었다.

XPS 측정 결과를 보면 첨착량이 증가할수록 oxygen group이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이 결과로 볼때, 황화수소의 흡착은 textural property 보다는 surface oxygen group에 의해 더 많은 영향을 받음을 알 수 있었다.

알칼리 금속으로 첨착처리한 활성탄의 반응실험결과 첨착처리한 활성탄은 일반 활성탄

과 비교해보아 H₂S 제거에 효율적이다.

Fig. 1에 3wt%의 알칼리 금속으로 침착처리한 활성탄의 반응실험 결과를 나타내었으며 Rb3이 가장 좋은 효율을 나타냈으나 Fig. 2, 3의 결과로 보아 알칼리 금속의 침착량이 늘어남에 따라 K를 담지한 활성탄이 가장 좋은 효율을 나타냈다. H₂S 제거 효율은 K>Rb>Na 순으로 나타났으며 K의 최적 담지량은 12wt%였다.

위의 결과로부터, 황화수소의 흡착은 surface chemistry를 고려해야 한다는 것을 알 수 있다.

Reference

1. Teresa J. Bandosz, Journal of Colloid and Interface Science 246, 1-20 (2002)
2. Teresa J. Bandosz, Carbon 37 (1999) 483-491
3. Miguel A. Alvarez-Merino, Applied Catalysis B:Environmental 13 (1997) 229-240
4. Alessandra Praimavera, Applied Catalysis A:General 173 (1998) 185-192