

## 오존제거용침적활성탄탑의 사용시간결정

박호성, 박송연

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《새로운 과학분야들을 개척하고 최신과학기술의 성과를 인민경제에 널리 받아들이며 중요한 기초과학부문들을 적극 발전시켜야 합니다.》(《김일성전집》 제27권 391페이지)

일반적으로 수영관에서 리용하는 오존물소독체계[1]에서 물을 소독하고 나오는 과잉의 오존은 건강에 해로우므로[3] 제거하여야 한다. 오존은 보통 침적활성탄을 리용하여 제거하는데 침적활성탄은 일단 로화되면 교체하여야 하므로 그것의 사용시간을 결정하는것이 중요한 문제로 제기된다.

우리는 오존제거용침적활성탄의 오존분해특성을 연구하고 물소독체계에서 침적활성탄탑의 사용시간을 결정하였다.

### 실험 방법

기공도  $0.742\text{cm}^3/\text{g}$ , 충전밀도  $0.52\text{g}/\text{cm}^3$ , 세기 91%, 회분 16.11%, 메틸렌청흡착량  $171\text{mg}/\text{g}$ , 비표면적  $748\text{m}^2/\text{g}$ 인 담체로 침적제농도가 3.5%인 오존제거용침적활성탄을 제조하였다.

유지시간결정 오존흡착능력측정장치에 채우는 침적활성탄층의 두께와 오존이 섞인 공기(오존농도  $5.76\text{mg}/\text{L}$ )의 류량을 변화시키면서 오존기체가 침적활성탄층을 뚫고나오는 시간을 측정하여 유지시간을 결정하였다.

오존물소독체계의 침적활성탄탑에서 단위면적당 류량의 계산 침적활성탄탑은 이중관식구조를 가진 원통형구조물이므로 기하학적모양에 따르는 단위면적당 류량계산방법[2]을 적용하였다.

사용시간결정 입구면과 출구면의 면적으로부터 입구 및 출구면에서의 단위면적당 류량을 계산하고 이로부터 전체 려과탑에서의 단위면적당 로그평균류량을 계산하였으며 이 값을 흡착관에서의 단위면적당 류량값과 탄층두께에 따르는 유지시간과 대비하여 사용시간을 계산하였다.

### 실험결과 및 해석

침적활성탄탑에서 단위면적당 류량계산 침적활성탄탑에서의 단위면적당 류량은 다음과 같이 계산하였다.

입출구표면에서의 단위면적당 류량을 계산하기 위하여 먼저 입출구면의 면적을 계산하였다.

$$S_{\text{입}} = 2\pi d_{\text{입}} h / 2, \quad S_{\text{출}} = 2\pi d_{\text{출}} h / 2$$

여기서  $d_{\text{입}}$ 은 입구관의 직경,  $d_{\text{출}}$ 은 출구관의 직경,  $h$ 는 침적활성탄려파기의 높이이다.

다음 입구면과 출구면에서의 단위면적당 류량을 계산하였다.

$$V_{\text{입}} = F / S_{\text{입}}, \quad V_{\text{출}} = F / S_{\text{출}}$$

여기서  $V_{\text{입}}$ 은 입구면에 대한 단위면적당 류량( $\text{L}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ ),  $V_{\text{출}}$ 은 출구면에 대한 단위면적당 류량( $\text{L}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ ),  $F$ 는 침적활성탄탑으로 들어오는 기체의 총류량( $\text{L}/\text{min}$ )이다.

침적활성탄탑이 동심원통이므로 이때 단위면적당 평균류량은 단위면적당 로그평균류량으로 구한다.

$$V_{\text{평}} = (V_{\text{입}} - V_{\text{출}}) / \ln(V_{\text{입}} / V_{\text{출}})$$

한편 오존흡착실험장치에서의 단위면적당 류량은 다음과 같다.

$$V_{\text{통}} = F / S_{\text{입}}$$

침적활성탄탑의 내경 3cm, 외경 7cm, 높이 100cm, 공기의 류량 13.5L/min, 오존의 농도 5.76mg/L일 때 계산한 단위면적당 류량값들은 표 1과 같다.

표 1. 단위면적당 류량계산값

$S_{\text{입}}/\text{cm}^2$	$S_{\text{출}}/\text{cm}^2$	$V_{\text{입}}/(\text{L} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1})$	$V_{\text{출}}/(\text{L} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1})$	$V_{\text{평}}/(\text{L} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1})$
942	4 396	$1.433 \cdot 10^{-2}$	$3.071 \cdot 10^{-3}$	$7.309 \cdot 10^{-3}$

표 1에서 보는바와 같이 원통형려과탑은 단위면적당 평균류량이  $7.309 \cdot 10^{-3} \text{L}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 이고 침적활성탄층두께가 5.5cm인 직관식려과기로 가정할수 있다.

단위면적당 류량과 탄층두께에 따르는 유지시간의 결정 오존농도가 5.76mg/L인 공기의 류량을 1.1L/min(단위면적당 류량  $0.322 \text{L}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ )으로 일정하게 보장한 조건에서 침적활성탄층두께에 따르는 유지시간을 측정한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 침적활성탄층두께에 따르는 유지시간변화

탄층두께/cm	2	3	4
유지시간/min	10	36	80

표 2의 값에 따르는 그래프를 그리고 근사를 적용하면  $y = 1.257 \cdot x^3$  즉 유지시간은 탄층두께의 3제곱에 비례한다.

현실에서 침적활성탄탑의 탄층두께는 5.5cm이고 오존농도가 일정하게 보장되므로 근사식에 의하여 실지 침적활성탄탑에서의 유지시간은 흡착관에서의 유지시간에 비해 5.98배이다.

침적활성탄층두께를 3cm로 일정하게 보장한 조건에서 단위면적당 류량에 따르는 유지시간을 측정한 결과는 표 3과 같다.

표 3의 값에 따르는 그래프를 그리고 근사를 적용하면  $y = 5.817 \cdot x^{-2.004}$  즉 유지시간은 단위면적당 류량의 대략 2제곱에 거꾸비례한다. 실제로 단위면적당 류량이  $7.309 \cdot 10^{-3} \text{L}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 인 경우  $0.322 \text{L}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ 일 때보다 유지시간이 약 938배 더 커진다.

표 3. 단위면적당 류량에 따르는 유지시간변화

류량/ $(\text{L} \cdot \text{min}^{-1})$	2.4	2.1	1.1	0.75
단위면적당 류량/ $(\text{L} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1})$	0.774	0.645	0.322	0.241
유지시간/min	10	15	36	90

실지 침적활성탄탑에서의 유지시간(사용시간)결정 위의 두 경우를 종합하여 흡착관에서의 실험결과로부터 실지 침적활성탄탑에서의 유지시간을 이끌어낼수 있다.

$$T_{\text{실}} = 5.98 \times 938 \times T_{\text{동}}$$

여기서  $T_{\text{실}}$ 은 실지 침적활성탄탑에서의 유지시간(min),  $T_{\text{동}}$ 은 일정한 조건에서 오존흡착실험장치에서 측정한 유지시간(min)이다.

최적조건으로 제조한 오존제거용침적활성탄의 오존흡착실험장치에서의 유지시간은 45min이므로 위의 식으로부터 실지 침적활성탄탑에서의 유지시간을 결정하면 4 206h로 된다. 하루에 오존물소독체계를 8h 가동시키는것으로 보고 1달 작업일을 25일로 환산하면 사용시간은 21개월이다.

### 맺 는 말

동심원통형 오존제거용침적활성탄탑에서의 단위면적당 류량을 계산하고 실험적방법으로 오존흡착실험장치에서 단위면적당 류량과 침적활성탄층두께에 따르는 유지시간에 대한 실험식을 얻어낸데 기초하여 실지 오존제거용침적활성탄탑에서의 유지시간(사용시간)을 계산하였다. 계산결과에 의하면 오존물소독체계에 설치한 오존제거용침적활성탄탑의 사용시간은 21개월이며 이것은 실지 사용수명과 거의 일치한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 심일철; 수영장, 물놀이장의 환경위생과 건강, 인민보건사, 59, 주체103(2014).
- [2] G. W. Peterson et al.; Novel Collective Protection Filters For Emerging Tic Requirements: Axial and Radial-Flow Filter Designs, Edgewood Report ECBC-TR-497, 27~28, 2007.
- [3] Velio Bocci; Ozone A New Medical Drug, Springer, 4~30, 2011.

주체105(2016)년 5월 5일 원고접수

### **Determination of Life Time of the Activated Carbon Impregnant Filtering Tower for Removing Ozone**

*Pak Ho Song, Pak Song Yon*

We calculated the life time of activated carbon impregnant filtering tower for removing ozone that fixed in water disinfection system by ozone. As the result, life time is 21 months and similar to the real life time.

Key words: ozone, activated carbon impregnant