

동축원통형 오존발생기의 원료가스 온도의존특성

이상근*◆, 전병준◆, 우성훈◆, 이광식◆, 이동인◆, 송현직▲, 이동현▲
 ◆ 영남대학교, ▲ 구미1대학

Gas-Temperature Characteristics of a Co-axial Cylinder-type Ozonizer

S.K. Lee◆, B.J. Chun◆, S.H. Woo◆, K.S. Lee◆, D.I. Lee◆, H.J. Song▲, D.H. Lee▲
 ◆Yeungnam Univ. ▲Kumi College

Abstract - In this paper, a co-axial cylinder type ozonizer using silent discharge known as an ozone generation was designed and fabricated.

A cooling system was installed to investigate the characteristics of ozone generation in accordance with temperature change of the supplied gas known as an important factor.

The characteristics of ozone generation were investigated in accordance with the existence of cooling system and the change of cooling temperature.

한, 오존발생전극은 그림 2와 같은 구조로 내부전극으로 직경 4[mm]의 SUS봉을 사용하였으며, 석영유리(내경×외경 : 4 × 6[mm])를 유전체로 하여 유전체 외부에 동관(두께 : 0.1[mm])을 밀착하여 외부전극으로 사용하였다. 또한 방전부의 길이는 250[mm]로 고정하고, 방전극을 1[mm]로 유지하였다.

1. 서 론

대기 및 수질 등의 생활 환경오염이 날로 심화되고 있는 가운데 선진각국을 중심으로 그 오염대책이 마련되고 있으며, 그 중 오존의 이용이 관심을 모으고 있다.

오존은 산소보다 물에 녹기 쉬우며, 물에 녹은 오존이나 상온의 기체중에 존재하는 오존은 서서히 분해하여 산소로 환원하므로 2차오염을 유발하지 않는다는 장점을 갖는다.

국내에서도 오존을 이용한 오·폐수의 처리와 상수처리가 보급되고 있는 가운데 오존발생의 효율과 성능면에서 가장 많이 보급되고 있는 무성방전형 오존발생기의 연구가 끊임없이 진행되고 있다.

본 연구에서는 공업용으로 널리 사용되고 있는 동축원통형 오존발생기를 설계·제작하여 대기공기하에서 원료가스의 유량과 온도변화에 따른 오존생성특성을 알아보고, 상용오존발생기에서 최적의 원료가스온도를 검토하였다

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 실험에 사용된 실험장치의 개략도를 그림 1에 나타내었다.

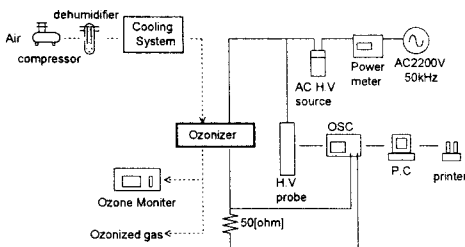


그림 1. 실험장치의 구성도

본 실험에 사용된 전원장치는 인버터와 트랜스로 구성된 고주파전원장치(2,200[V], 10~50[kHz])를 사용하였다. 또

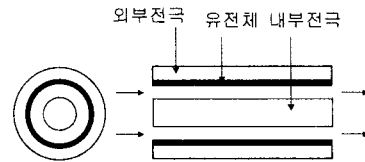


그림 2. 동축 원통형 오존발생전극

2.2 실험방법

동축원통형 오존발생기의 원료가스생각에 의한 오존생성특성을 살펴보기위해 그림 1과 같이 장치를 구성하였다. 그림에서 보는 바와 같이 원료가스로는 대기공기를 사용하여 제습기를 통해 10[%]이하의 습도로 유지시킨 후 열교환기를 통해 냉각을 행하였으며, 냉각된 공기를 각각 5, 10, 15 및 20[l/min]로 일정하게 오존발생기에 공급하였다.

각각의 조건에서 원료가스의 온도(20, 0, -10, -20 및 -30 [°C])를 일정하게 유지시킨 후, 입력전력의 증가에 따른 오존생성농도를 측정하였다.

3. 실험결과

그림 3과 그림 4는 냉각장치의 온도가 각각 20 [°C] 및 -30 [°C]인 경우, 원료가스의 유량을 5, 10, 15 및 20 [l/min]으로 공급한 경우의 오존농도, 수율 및 발생량 특성을 나타낸 것이다.

각각의 그림(a)에서 낮은 유량의 경우에는 높은 전력에서의 측정값이 나타나지 않은 것은 전력이 높아짐에 따라 농도가 최대치까지 상승한 후, 급격히 농도가 하락하여 표시하지 않았다.

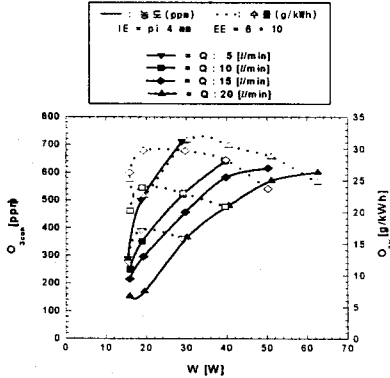
이것은 낮은 전력에서 유량의 변화에 따라 농도가 상승하지만 일정이상의 전력에서는 입력전력의 상승에 따라 방전부에 축적되는 열이 과다하여 오존의 급속한 분해에 따라 발생농도가 급격히 저하된 것으로 판단된다.

그러나 유량이 증가함에 따라 공급가스의 냉각효과에 의해 높은 전력의 입력에도 농도가 상승하는 특성을 보이고 있다. 그 결과 오존생성농도의 최대치는 각각의 온도에서 유량이 2 [l/min]일 때, 최대 712 및 1290 [ppm]을 얻을 수 있었

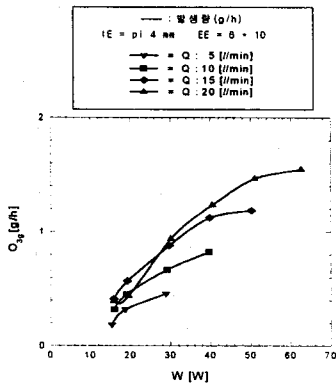
다.

또한 오존생성수를 역시 유량의 증가에 따라 최대치에 이르는 입력전력의 증가로 유량 20 (l/min)에서 오존생성수의 최대값을 얻을 수 있었다.

그리고, 각각의 그림(b)에서 보는 바와 같이 농도의 증가에 비례하는 발생량의 그래프는 높은 유량의 경우에 입력전력의 증가에 따라 계속적으로 상승하여 최대유량 20(l/min)에서 각각 1.55 및 3.09 (g/h)의 최대 오존발생량을 얻을 수 있었다.

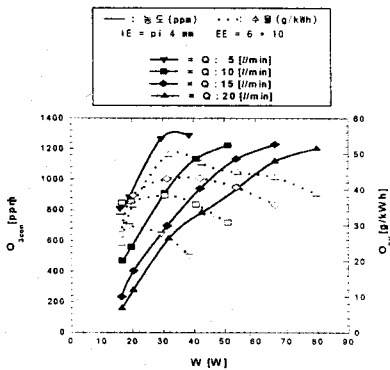


a) 오존생성농도, 수율특성

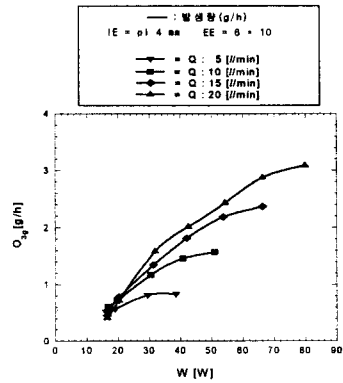


b) 오존발생량 특성

그림 3. 냉각장치의 온도가 20(°C)인 경우의 오존 농도, 수율 및 발생량 특성



a) 오존생성농도, 수율특성



b) 오존발생량 특성

그림 4. 냉각장치의 온도가 -30(°C)인 경우의 오존 농도, 수율 및 발생량 특성

그림 5와 그림 6은 원료가스의 유량이 각각 5 및 20 (l/min)일 때, 냉각장치의 온도를 20, 0, -10, -20 및 -30 (°C)로 변화시킨 경우, 오존농도, 수율 및 발생량 특성을 나타낸 것이다.

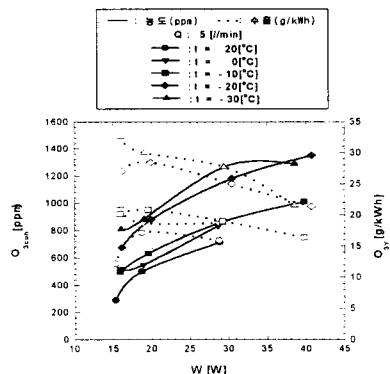
각각의 그림에서와 같이 냉각가스의 온도가 점차 낮아짐에 따라 오존농도와 발생량 및 수율의 특성이 향상되는 것을 볼 수 있다.

그 결과 오존농도의 경우 유량이 각각 5 및 20 (l/min)에서 냉각장치의 온도가 -30 (°C)일 때, 최대 1290 및 1209 (ppm)의 농도가 얻어졌으며, 오존생성수율은 유량이 각각 5 및 20 (l/min)에서 냉각장치의 온도가 -30 (°C)일 때, 최대 32.6 및 49.8 (g/kWh)의 최대 수율을 얻을 수 있었다.

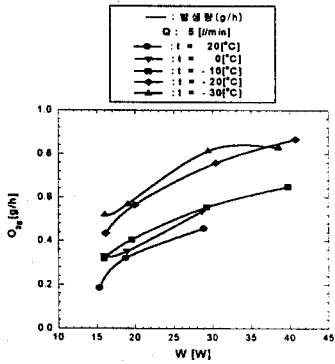
오존의 최대농도가 유량의 변화에 따라 크게 변화하지 않은 것은 냉각효과가 냉각장치의 온도저하와 함께 유량의 증가에도 크게 작용하기 때문이다.

오존의 최대수율이 낮은 입력전력에서 증대된 후 전력의 증대에 따라 점차 낮아지는 것은 입력전력에 비례하여 방전부에서 열발생으로 소모되는 전력이 증대된 결과로 이때 발생된 열은 방전부에 공급되는 냉각수에 냉각되는 냉각기에 의해 냉각되며, 오존농도의 증가율을 저하시킨다.

또한, 각각의 그림 (b)에서 오존발생량 역시 오존농도의 향상과 함께 증가하여 유량이 각각 5 및 20 (l/min)에서 냉각장치의 온도가 -30 (°C)일 때, 최대 0.86 및 3.09 (g/h)의 발생량이 얻어졌다.

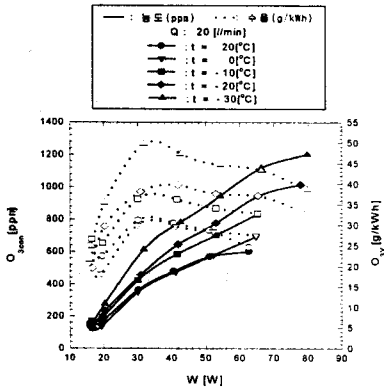


a) 오존생성농도, 수율특성

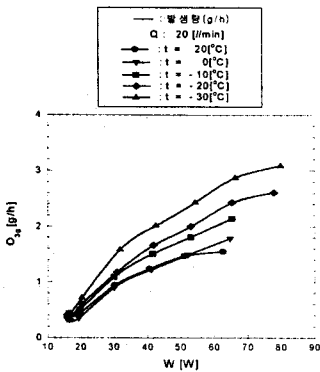


b) 오존발생량 특성

그림 5. 냉각장치의 온도변화에 따른 오존 농도, 수율 및 발생량 특성(유량이 5(l/min)인 경우)



a) 오존생성농도, 수율특성



b) 오존발생량 특성

그림 6. 냉각장치의 온도변화에 따른 오존 농도, 수율 및 발생량 특성(유량이 20(l/min)인 경우)

이것은 오존의 생성분해과정이 가스온도에 대해 매우 민감하게 반응하기 때문이며, 오존발생기 제작시 방전공간중의 가스온도의 상승을 억제하는 것은 중요한 과제 중의 하나이다. 그리고, 오존발생기에서 소모되는 전력손실의 대부분은 열에 의해 소모되며, 이렇게 발생한 다량의 열이 오존생성에 악영향을 끼치는 물론 오존발생전극의 수명을 단축시킨다.

또한, 본 연구의 경우처럼 많은 열이 발생하는 고주파 전원을 사용하여 작은 면적에서 높은 특성의 오존을 얻기 위해서는 고주파 전원으로 인해 방전부에서 발생하는 열의 축적을 막고, 축적된 열에 의한 생성된 오존의 분해를 억제하는 것이 매우 중요하다.

4. 결 론

본 연구에서는 고주파전원을 사용하는 오존발생기에서 냉각장치를 장착한 경우, 냉각된 원료가스에 의해 발생하는 오존의 특성향상에 대해 살펴보았다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 냉각장치의 온도를 일정하게 유지시킨 후, 원료가스의 유량을 변화시키에 따라 낮은 전력에서는 유량의 변화에 따라 농도가 상승하지만 일정이상의 전력에서는 입력전력의 상승에 따라 방전부에 축적되는 열이 과다하여 오존의 발생농도가 급격히 저하되었다.

그 결과, 오존생성농도의 최대치는 유량이 2(l/min)일 때, 최대 712 및 1290 [ppm]을 얻을 수 있었으며, 오존발생량은 유량 20(l/min)에서 각각 1.55 및 3.09 [g/h]의 최대 오존발생량을 얻을 수 있었다.

2) 원료가스의 유량을 일정하게 유지시킨 후, 냉각장치의 온도를 20, 0, -10, -20 및 -30 [°C]로 변화시킨 경우, 고주파 전원으로 인해 방전부에서 발생하는 열의 축적을 막고 생성된 열에 의한 오존의 분해를 억제시킨 결과 오존농도의 경우 유량이 각각 5 및 20 [l/min]에서 냉각장치의 온도가 -30 [°C]일 때, 최대 1290 및 1209 [ppm]의 농도가 얻어졌으며, 오존생성수율은 유량이 각각 5 및 20 [l/min]에서 냉각장치의 온도가 -30 [°C]일 때, 최대 32.6 및 49.8 [g/kWh]의 최대 수율을 얻을 수 있었다.

또한, 오존발생량 역시 오존농도의 향상과 함께 증가하여 유량이 각각 5 및 20 [l/min]에서 냉각장치의 온도가 -30 [°C]일 때, 최대 0.86 및 3.09 [g/h]의 발생량이 얻어졌다.

참 고 문 헌

- [1] 이 광식, 이 동인, "氣體放電에 의한 오존생성과 그 應用", 大韓電氣學會 放電·高電壓(研), 學術發表會 論文集, pp.32 ~ 35, 1992
- [2] B Eliasson, "Ozone synthesis from oxygen in dielectric barrier discharges", J.Phys. D: Appl. Phys. 20 pp1421~1437, 1987
- [3] Rachel Feng, "Automated System for Power Measurement in the Silent Discharge", IEEE Transactions on Industry Applications, Vol.34, No.3, May 1998
- [4] Masaki Kuzumoto, "High Density Ozone Generation by Silent Discharge under extremely short gap length around 100μm", IEE Japan, Vol.116-A, No.2, 1996
- [5] Sang-Keun Lee, "Trial Manufacture and Characteristics of a Plate Type Ozonizer System", Proceedings of 1999 KIEE Annual Conference, pp.153 ~ 156
- [6] 田中正明 "高周波無聲放電の等價回路と放電特性について" ED-82-27
- [7] 太田幸治, "極短ギャップ兩面冷却式 オゾン發生器によるオゾン發生特性", T.IEE Japan, Vol. 120-A, No. 6, 2000