PE6) 전기분해에 의한 악취제거용 NaOCl 세정액 생성 및 이용

Use and Production of NaOCl Solution by Electrolysis for Odor Removal

임경수 · 이시훈 · 박현설
한국에너지기술연구원 청정석탄연구센터

1. 서 론

여러 산업공정에서 발생되는 가스 내에는 먼지, 악취 등의 복합 유해가스를 포함하고 있으며, 이를 제거하기 위해서 여러 단일 기술들의 장치를 연계하여 적용하고 있다. 하지만, 각각의 단일 기술의 장치의 적용은 그 복잡성과 비용 등 때문에 많은 어려움이 있다. 이러한 측면에서 여러 오염물질의 동시에 처리할 수 있는 습식세정장치는 고전기술 임에도 불구하고 최근까지 많이 사용이 되고 있다. 하지만 습식세정장치의 가장 큰 단점은 세정액의 파과에 따른 세정액을 교체해 주어야 하는데, 교체에 따른 세정액의 처리비용이 사용 업체의 큰 부담이 되고 있다. 이러한 세정액 교체에 따른 처리 비용 때문에 적절한 교체주기를 지켜주지 않고 있으며, 이에 따라 지속적인 효율을 유지하지 못하고 있다. 따라서, 습식세정장치에 있어서 세정액의 교체주기를 연장시킬 수 있거나 재이용할 수 있는 기술에 대한 연구가 필요하다. 본 연구에서는 NaCl 용액을 전기분해하여 NaOCl을 생성하고 이를 습식세정장치의 세정액으로 사용함으로서 세정액의 교체주기 및 재이용을 할 수 있는 가능성을 연구하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 세정액은 주로 NaOCl 수용액이며, NaOCl 수용액은 염기성가스와 산성가스에 대해 모두 반응하기 때문에 이들을 동시에 제거할 수 있는 장점이 있다. NaOCl 수용액을 얻기 위해서 전기분해 장치를 사용하였으며, NaCl 용액을 전기분해하면 NaOCl 수용액이 생성되기 때문에 습식세정장치에 부착하여 부족한 NaOCl의 농도를 지속적으로 보충하였다. 본 연구에 사용된 전기분해장치의 용량은 3.0~5% NaCl 수용액 2l/min 정도이며 최대 10000ppm 이상의 NaOCl 용액을 생산할 수 있다. 전기분해 장치에서 생성되는 NaOCl의 농도는 비색계를 사용하여 그 농도를 측정하였으며, 시간에 따른 pH를 지속적으로 측정하였다. 그림 1과 같이 전기분해 장치에서 생성된 NaOCl 용액을 습식세정장치에 주입하여 노즐을 통해 분사하면서 성능평가하였다. 사용한 오염가스는 대표적 악취성물질이며 산성가스인 황화수소(H_2S)와 염기성가스인 암모니아(NH_3)를 사용하였다. 스크러버 입구와 출구에서의 황화수소 농도는 RADAS 2(Hartmann & Braun)과 검지관을 사용하여 측정하였으며, 암모니아의 농도는 검지관을 사용하였다. 가스상물질의 농도는 입구에서 10ppm~150ppm 범위에서 변화시킬 수 있도록 구성하였다.

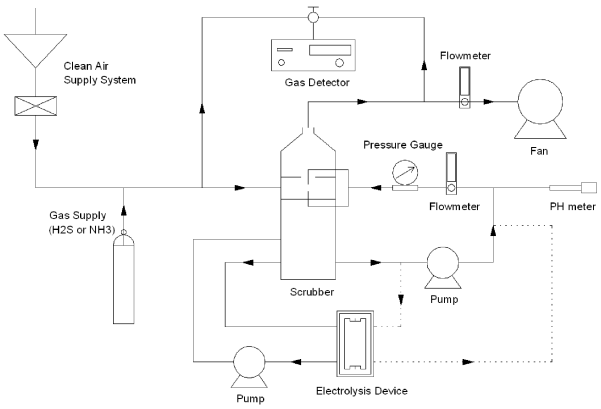

Fig. 1. Experimental set-up of scrubber and electrolysis.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 시약용 1% NaOCl 수용액을 세정액으로 사용하여 노즐로 분사할 때 전기분해장치를 사용했을 때와 사용하지 않았을 때의 PH변화 및 H_2S의 제거특성을 나타낸 그래프이다. 그림에서 알 수 있듯이 전기분해장치를 사용했을 때 세정액의 일정효율 지속시간이 더 길어짐을 알 수 있다. 초기부터 출구의 농도가 전기분해장치를 사용했을 때가 약간 낮지만 이는 유입되는 농도가 전기분해를 사용하지 않았을 때가 약간 높기 때문에 제거효율은 비슷하게 나타났다. 전기분해장치를 사용하지 않았을 때는 약 2,500초 정도부터 서서히 출구의 농도가 올라가지만 전기분해장치를 사용했을 때는 약 3,500초 정도까지 거의 일정하게 출구농도를 가짐을 알 수 있다. NaOCl 용액과 H_2S가 반응하여 NaCl을 형성하고 이를 전기분해함으로써 다시 NaOCl를 형성하기 때문에, 전기분해장치에 의해 세정액을 교체하지 않고 지속적으로 세정액을 사용 가능하리라고 예측했지만 전기분해장치 사용시에도 지속적인 세정액 사용에는 한계가 있음을 알 수 있었다. 그림 3은 그림 2와 같이 NaOCl을 H_2S 반응시켜 NaCl을 생성하고 이를 전기분해하여 스크러버에서의 H_2S의 제거특성을 알아본 것뿐만 아니라 NaCl 수용액을 직접 전기분해하여 NaOCl의 생성정도를 알아보았다. 그림 3은 총유량이 9L이고 순환유량이 2.0L/min인 3% NaCl 세정액을 전기분해 했을 때의 잔류염소의 생성 및 스크러버 출구에서의 H_2S농도를 나타낸 그래프이다. 전기분해 초기에는 잔류염소의 양이 많지 않아 H_2S의 제거 정도가 크지 않았으며 약 1시간 정도 시간이 지났을 때 잔류염소의 양이 급격이 증가하여 이에 따라 H_2S 제거효율도 증가함을 알 수 있었다. 약 1시간 30분 정도가 지났을 때는 잔류염소의 양이 10000ppm 이상이 측정되었으며 이때의 H_2S 제거효율은 90%이상이 되었다. 하지만 초기에는 전기분해장치에 의해 스크러버의 제거효율이 크지 않기 때문에 앞으로 이에 대한 실험이 더 필요하다. 본 연구에서는 전기분해장치가 설치된 스크러버를 통하여 세정액을 지속적으로 재이용함으로써 산성, 염기성, 중성가스를 안정적을 제거할 수 있음을 보여주고 있다.

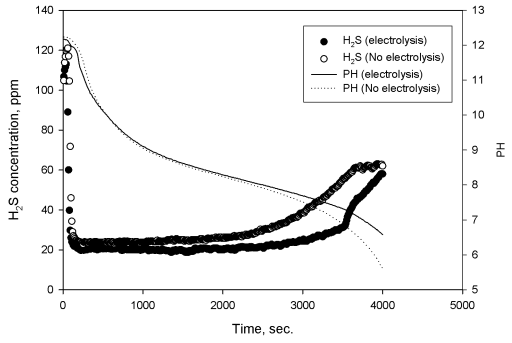

Fig. 2. H_2S removal of scrubber with and without electrolysis.

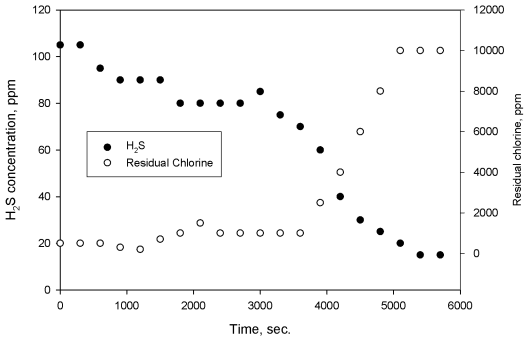

Fig. 3. Concentration of H_2S and Residual chlorine by electrolysis.