

펜톤시약에 의한 이온교환수지들의 습식산화

김길정, 강일석, 손종석, 류우석

한국원자력연구소, 대전 유성구 덕진동 150번지

nkikim@kaeri.re.kr

1. 서론

우리나라에서는 발전용 원자로의 운영 및 연구용 원자로를 이용하는 원자력 시설 등에서 각종 방사성폐기물이 발생하고 있다. 이중 방사성 액체폐기물을 처리하는 방법 중 하나로서 이온교환수지를 사용하고 있으며, 그 결과 최종적으로 폐수지가 다량 발생되고 있다. 이들 폐수지를 처리하는 기술은 이미 개발되어 있어 주로 시멘트로 고화처리하는 방법을 사용하고 있다.

그러나 폐수지의 시멘트고화체는 고화체중 폐수지의 함유량이 20%에 지나지 않으며 수지와 시멘트의 밀도차에 의한 불균일 고화등의 문제점이 있어 폐수지를 액체형태로 전환하는 기술이 시도되었으며, 그중에서도 Fenton시약에 의한 유기물의 분해기술[1]을 이용하여 이를 폐수지의 분해에 적용하는 기술들이 보고되어 있다[2].

Fenton 화학은 FeSO_4 등의 촉매와 과산화수소와의 반응에 의해 발생하는 수산화라디칼을 이용하여 탈수소화 또는 불포화 탄화수소에 수소를 첨가하는 반응에 의해 유기물을 CO_2 와 H_2O 로 분해시키는 습식 산화반응이다.

이와 같은 방법을 적용하여 양이온교환수지인 IRN-77을 대상으로 FeSO_4 와 H_2O_2 를 이용하여 산화분해한 결과를 일부분 보고하였다[3]. 본 연구에서는 IRN-77의 분해반응에 미치는 반응온도, H_2O_2 의 첨가속도 및 수지량의 증가에 따른 영향등과 음이온교환 수지인 IRN-78에 대한 분해반응을 고찰하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 분해방법의 특징

Fenton 화학에서 사용하는 촉매인 FeSO_4 와 H_2O_2 는 혼합시 화학반응이 매우 격렬하여 직접 혼합할 수 없으므로 수지에 물을 첨가한후 FeSO_4 를 첨가하고 다시 H_2O_2 를 서서히 첨가하는 방법을 사용하여 왔다[4].

본 연구의 특징은 수지를 먼저 건조하여 수분을 증발시키고 건조수지에 FeSO_4 용액을 흡수시키는 방법을 적용[3]하므로써 FeSO_4 와 H_2O_2 와의 직접 반응을 피하고 H_2O_2 가 수지내부로 소량씩 흡수되면서 FeSO_4 와 점차적으로 반응하여 분해반응이 수지내부에서 직접 효율적으로 일어나도록 하므로써 최종폐기물의 양도 최소화하는 효과를 기하였다.

나. 실험 결과

1) 양이온 교환수지의 분해반응

IRN-77의 분해반응은 수지 2g에 대해 FeSO_4 의 농도 0.1368 g/ml 및 수지의 6~7배에 해당하는 H_2O_2 를 사용하므로써 1.5시간 내에 수지의 완전분해가 가능함을 보고하였다[3].

본 연구에서는 동일방법을 적용하여 반응유도시간에 미치는 온도의 영향, H_2O_2 의 첨가속도 및 수지량의 증가에 따라 분해율에 미치는 영향 등을 조사하였다.

분해반응시 H_2O_2 를 첨가한후 초기 반응온도를 40°C 로 가열하면 반응유도시간을 1시간에서 5분 이내로 단축시킬 수 있었으며, H_2O_2 의 첨가속도는 분당 1ml 이하가 효율적이었다. 또한 수지의 양을 5~10g으로 증가 시켜 분해시킨 결과는 그림1에서 보는 바와 같이 동일 FeSO_4 농도에서 H_2O_2 를 수지량에 대해 9~10배율로 첨가하므로써 수지를 완전히 분해시킬 수 있었다.

2) 음이온교환수지의 분해반응

음이온교환수지인 IRN-78이 분해반응은 Cu^{2+} 이온이 효율적인 것으로 보고[5]되어 있어 본 실험에서는 CuSO_4 를 사용하였으며, 그 결과, 단위무게의 수지량에 대해 CuSO_4 의 농도 0.274g/ml 및 H_2O_2 의 양을 100ml 이상 사용하므로써 수지를 거의 완전히 분해할 수 있었다.(그림 2)

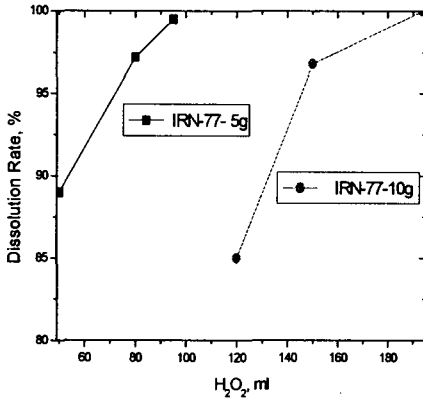


Fig. 1 Dissolution Rate of the large Amount of IRN-77

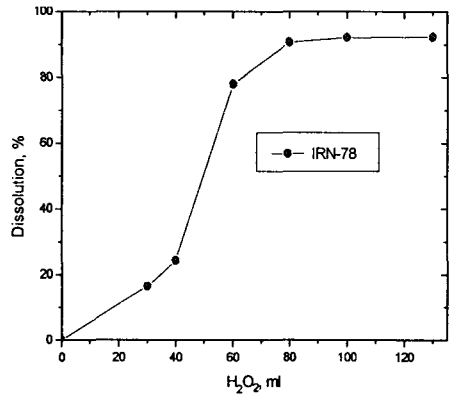


Fig. 2 Dissolution Rate of IRN-78

3. 결론

본 연구는 양,음이온교환수지를 분해처리하기 위하여 수지를 먼저 풍건시켜 Fenton 촉매를 수지내에 흡수시킨후 H_2O_2 를 첨가하는 방법을 적용하였으며, 양이온교환수지는 FeSO_4 를 사용하고 음이온교환수지는 CuSO_4 를 사용하므로써 수지를 고체상태에서 액체상태로 완전 분해가 가능함을 확인하였다.

참고문헌

1. Fenton, H.J.H., "Oxidation of Tartaric Acid in Presence of Iron", J. Chem. Soc., 65:899(1984)
2. Srinivas, C., Ramaswamy, M., and Theyyunnl, T.K., "Wet Oxidative Destruction of Spent Ion-Exchange Resins Using Hydrogen Peroxide", BARC/1994/E/-41, India(1994)
3. 김길정, 강일식, 손종식, 홍권표, "펜톤시약에 의한 이온교환수지의 직접분해", 방사성폐기물학회 (춘계), pp135-136(2006)
4. 김진웅, 박성원, 김준형, 김환영, 김인태 등, "사용후 핵연료이용 기반기술개발", pp177-238, KAERI-NEMAC/RR-173/96, KAERI(2006)
5. Xingchao Jian, Tianbao Wu and Guichun Yun, "A Study of Catalytic Oxidation of Radioactive Spent Ion Exchange Resin by Hydrogen Peroxide", Nuclear Safety, Vol.32(2)(1996)