

HEPA 유리섬유 내의 방사능물질 용출특성 연구

김계남, 이석철, 민병연, 양희철, 최왕규, 이근우
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
 kimsun@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원 내의 원자력시험시설로부터 다량의 HEPA필터가 발생하므로 HEPA필터를 처리하여 폐기물의 부피를 감용하기 위한 기술 개발이 필요하다. HEPA필터의 여러 부품 중에 방사성물질을 흡착하는 유리섬유에서의 방사능농도가 가장 높다. 본 연구에서는 고준위의 유리섬유를 저준위화 하기 위해 여러 가지 용출방안들을 적용하여 최적의 용출방안을 도출했다.

2. 본론

한국원자력연구원에서 보관중인 HEPA 필터의 구조는 그림 1과 같이 필터프레임, 유리섬유, Gasket, Sealant, Separator 등으로 구성된다. 이중

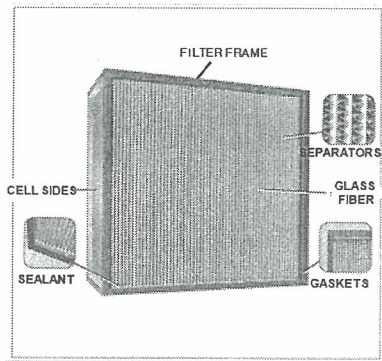


Fig. 1. HEPA 필터 구조

에 필터프레임, 유리섬유, Gasket, Separator 는 표면 오염 농도가 낮기 때문에 물리화학적으로 처리가 쉬우나 유리섬유는 방사능 농도가 높기 때문에 전기화학용출과 화학용출을 사용하여 농도를 저감화시키는 것이 필요하다. 본 연구에서는 3가지 방법을 사용하여 용출실험을 수행한 후 최적방안을 도출하였다. 그림 2는 방사능 농도를 MCA로 측정하기 위해 측정용기에 담겨진 유리섬유를 보여준다.

2.1 4M HNO₃-0.1M Ce(IV)용액에 의한 용출 전기화학방법으로 4M HNO₃-0.1M Ce(IV)용액

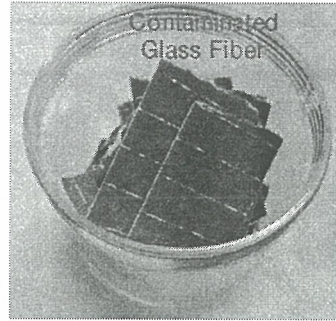


Fig. 2. 방사능 농도 측정을 위해 용기에 담겨진 유리섬유

을 사용하여 유리섬유내의 코발트와 세슘을 용출시켰다. 유리섬유의 주요 오염물질과 초기 농도는 다음과 같다. Co-60은 65.5 Bq/g이며, Cs-134는 41.9 Bq/g이고, Cs-137은 495.4 Bq/g이며, BE-7은 12.5 Bq/g이고, K-40은 2.3 Bq/g이었다. 2.32 g의 유리섬유에 4M HNO₃-0.1M Ce(IV)용액 주입 후 Microbellows Pump로 가압하여 용액을 0.6L/hr로 순환시키고, Hot plate를 사용하여 100°C로 가열하며 5시간 동안 용출실험을 수행하였다. 이때 1시간, 2시간, 3시간, 5시간 마다 용출 용액을 샘플링하여 방사능 농도를 측정된 결과는 그림 3과 같다. 즉, Co-60은 1시간 경과 시 제거효율은 93.8%이었고 이후에는 거의 제거되지 않았다. Cs-134와 Cs-137은 시간경과에 따라 서서히 제거되어 5시간 후 제거효율은 각각 96.4%, 93.6%였다.

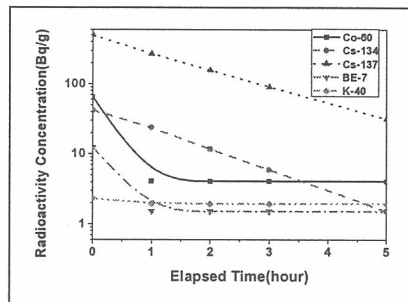
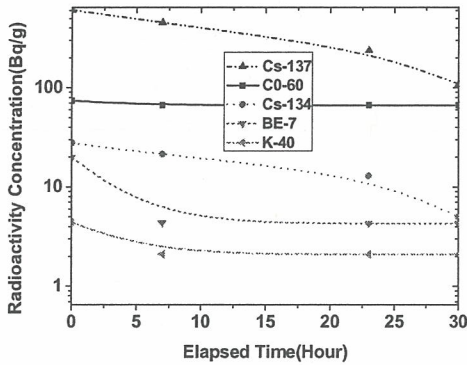


Fig. 3. 4M HNO₃-0.1M Ce(IV)용액을 이용한 전기화학용출 실험결과

2.2 5 wt% NaOH 용액에 의한 용출

유리섬유의 주요 오염물질과 초기 농도는 다음과 같다. Co-60은 74.0 Bq/g이며, Cs-134는 27.6 Bq/g이고, Cs-137은 608.7 Bq/g이며, BE-7은 19.9 Bq/g이고, K-40은 4.4 Bq/g이었다. 2.57 g의 유리섬유를 300 ml의 5 wt% NaOH 용액에 담고 고 Hot plate를 사용하여 100°C로 가열하며 30시



간 동안 용출실험을 수행함. 이때 7 시간, 23시간, 30 시간 마다 용출용액을 샘플링하여 MCA로 농도를 측정 한 결과는 그림 4와 같다. 즉, Co-60은 7시간 경과 시 제거효율은 10.0%이었고 이후에는 거의 제거되지 않았다. Cs-134와 Cs-137은 시간 경과에 따라 서서히 제거되어 30시간 후 제거효율은 각각 82.1%, 81.7%였다.

2.3 2.0M HNO₃ 용액에 의한 용출

유리섬유의 주요 오염물질과 초기 농도는 다음과 같다. Co-60은 122.0 Bq/g이며, Cs-134는 32.2 Bq/g이고, Cs-137은 1022.0 Bq/g이며, CD-109는 8.5 Bq/g이고, K-40은 2.4 Bq/g이었다.

2.47g의 유리섬유를 100 ml의 2.0M HNO₃ 용액에 담고 Hot plate를 사용하여 88°C로 가열하며 0.5시간 동안 용출실험을 수행하고 가압여과기로 유리섬유와 용출용액을 분리하고, 분리된 유리섬유를 새로운 100 ml의 2.0M HNO₃ 용액에 담고 2회째 0.5시간 용출실험을 수행하고 고액 분리하였다. 같은 방법으로 3회째 0.5시간, 4회째 0.5시간 용출실험 수행 후 고액 분리하였다. 이 때 각 회 마다 용출실험 후의 용출용액을 샘플링하여 MCA로 농도를 측정 한 결과는 그림 5와 같다.

즉, Co-60, Cs-134, Cs-137은 1회 0.5시간 경과 시 제거효율은 각각 63.3%, 95.1%, 92.3%이었고, 2회 0.5시간 경과 시 제거효율은 각각 77.7%, 95.6%, 98.9%이었고, 3회 0.5시간 경과 시 제거효율은 각각 88.8%, 96.0%, 99.3%이었고, 4회 0.5시간 경과 시 제거효율은 각각 99.1%, 96.2%, 99.4%이었다.

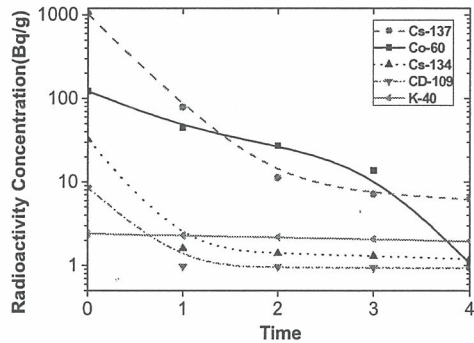


Fig. 5. 2.0 M HNO₃ 용액을 이용한 화학용출 실험 결과

3. 결론

고준위의 유리섬유를 저준위화 하기 위한 용출 실험 결과 HNO₃ 용액을 이용한 전기화학 및 화학용출에 의한 코발트와 세슘 제거효율이 NaOH 용액에 의한 제거효율 보다 높았다.

4. 감사의 글

본 연구는 한국정부가 지원하는 한국과학기술 재단의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

[1] R. J. Martinez, M. J. Beazley, M. Taillefert, A. K. Arakaki, J. Skolnick and P. A. Sobecky, "Aerobic uranium (VI) bioprecipitation by metal-resistant bacteria isolated from radionuclide- and metal- contaminated subsurface soils", *Environmental Microbiology*, 9(12), 3122-3133 (2007).