

PFC 제염장치와의 조합을 위한 여과장치의 개선과 Filter 재생방안 도출

김계남, 정철진, 원휘준, 정종현, 오원진, 박진호

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150

한국원자력연구소 조사재시험시설(Irradiated Material Examination Facility)과 조사후시험시설(Post-Irradiation Examination Facility)의 핫셀(Hot Cell)에서는 사용 후 핵연료의 산화환원 및 분쇄공정, 사용 후 핵연료의 절단 및 분말화 공정, 균분리 공정, 사용 후 핵연료 금속전환 공정 등을 수행하고 있다. 이들 공정 수행 중 핫셀 바닥과 벽면 그리고 핫셀 내부에 있는 여러 장치표면들이 연구실험 과정에서 발생한 고방사능 분진과 고방사능 핵연료의 조사 등에 의해 오염되어 핫셀내의 방사능 준위가 높아지고 있으며, 핫셀 내 핵종 실험을 원활히 수행하기 위해서는 주기적으로 핫셀 내부 표면과 장치표면에 오염된 고방사능 분진을 제거하여 핫셀 내의 방사능 준위를 낮추어야 한다. 핫셀 표면에 단단히 고착된 고방사능 분진은 CO₂ Blasting, 초음파 PFC 제염, 플라즈마 제염 등과 같은 건식제염기술을 사용하여 제거효율을 높일 수 있다. PFC 제염기술은 원자력 연구시설 핫셀 내부의 바닥이나 장치표면에 부착된 고방사능분진의 제거를 위한 가장 좋은 방법이다. PFC 제염 후 고가의 PFC 용액을 재사용하고 제염 종료 후 이차폐기물의 양을 최소화하기 위해서 오염특성에 적합한 여과장치를 개발하고 입자제거 성능평가시험을 수행하였다. 개발한 여과장치는 중량 60kg, 가로 85cm, 세로 55cm, 높이 75cm이며 핫셀 내부로 들어갈 수 있는 알맞은 크기로 제작되었다. 또한 1.4 μ m와 0.2 μ m의 두 가지 세라믹 원통형 filter를 장착했으며, 밸브제어를 통해 3가지 경로를 가질 수 있다. PFC 여과장치의 폐액 저장 용량은 10L이며 최대 압력은 2 MPa 이다.

본 연구에서는 실제 제염시 PFC 제염장치와 여과장치의 연결과 조화를 위한 최적화 방안을 도출하고 실제 제염에 적합하도록 장치를 개선하였다. 새로운 여과장치는 성능이 좋은 펌프를 장착하고 두 세라믹 Filter를 직접 연결하는 단일경로로 구성하여 이전의 장치보다 3배 이상 높은 Flux를 유지 할 수 있게 하였고, 방사성입자들에 의해 오염된 Filter는 일반적인 재생이 불가능하기 때문에 교체의 편리를 위하여 Filter 부분을 장치에서 쉽게 탈부착이 가능하도록 설계 제작하였다. 또한 제염장치와의 연결을 위해서 제염폐액 흡입관을 PFC 분사장치에 장착하였고, 여과된 PFC를 제염장치의 저장탱크로 방출하는 연결 관과 농축폐액을 증류장치로 보내는 연결 관을 추가하였다. Figure 1에 여과장치와 제염장치가 연결된 모습을 보여준다. 폐액의 농도가 클 때 Flux가 감소하는 것은 Filter 내부에 입자가 쌓이기 때문이며 압력조절 밸브를 열고 유속을 증가시키면 쌓인 입자들이 떨어져 장치내부로 순환하게 된다. 이 농축폐액은 증류장치로 보내져 증류되어 PFC를 재사용하게 된다. 1L의 순수한 PFC를 이용하여 장치내부 순환시켜 세척하고 증류장치로 보내는 과정을 세 번 이상 반복하면 95% 이상의 Flux를 회복할 수 있다는 결과를 얻었다.

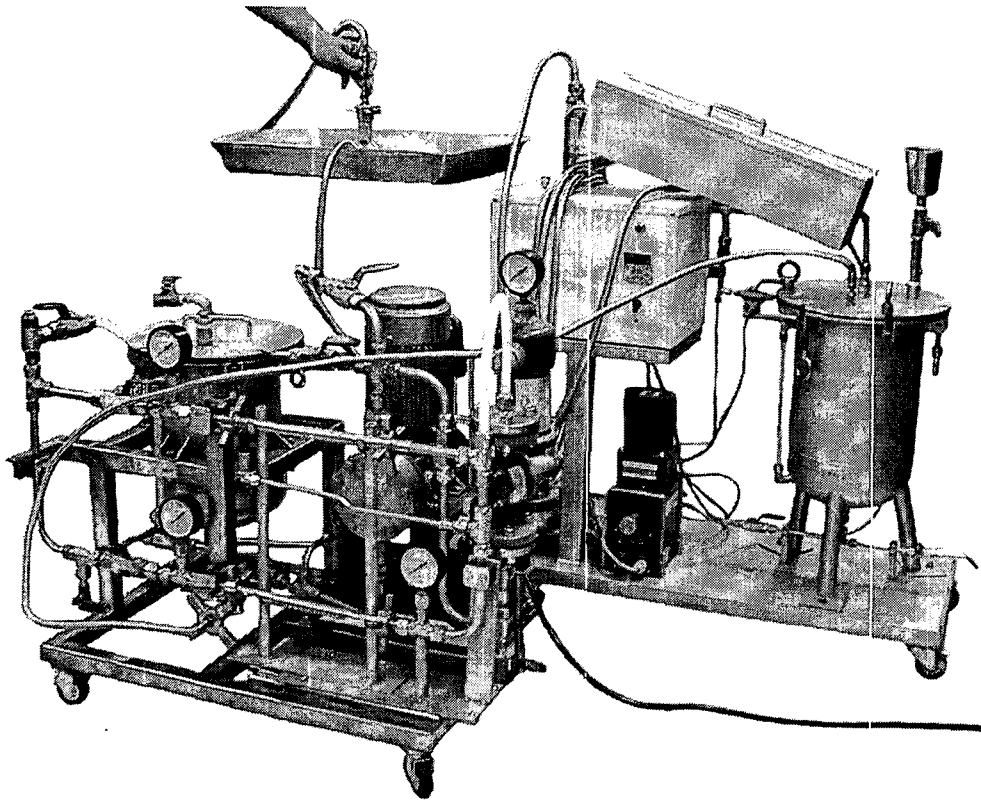


Figure 1. A Combination of PFC Filtration and Decontamination Equipment.