

저선량 감마선에 의한 중성자 계수기의 HV Plateau 변화

박광준, 주준식, 이태훈, 정정환, 신희성, 김호동
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
kipark@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후핵연료를 대상으로 중성자를 측정할 때, 사용후핵연료로부터 방출되는 감마선에 의해 중성자 계수기의 고전압 플라토(High Voltage plateau) 구간이 변화된다. 이러한 감마선에 의한 영향을 완화시키기 위하여 가장 단순하게 사용되는 방법이 감마선 차폐이나 중성자 계수기의 크기가 제한되는 경우, 차폐두께를 충분히 고려할 수 없게 된다. 사용후핵연료에서와 같이 고선량의 감마선이 방출되는 경우, 중성자 계수기의 HV 플라토에 영향을 미치는 것은 여러 문헌 및 실제 실험을 통하여 경험하여 왔지만, 저선량에서는 당연히 영향이 없을 것으로 예상하였었다. 그래서 본 연구에서는 혹시나 하여 저선량 감마선에서도 중성자 계수기의 HV 플라토에 영향을 미치는가를 조사하게 되었다.

2. 중성자 계수기의 저선량 감마선에 의한 영향

사용후핵연료 용해시료 대상 중성자 계수기의 방사능구역 성능시험에서 감마선에 의한 영향이 상당히 크다는 것을 경험하였기 때문에 비방사능 구역에서 μCi 단위의 낮은 방사능을 가진 감마선원을 이용하여 감마선 영향평가를 수행하게 되었다. SF 용해시료에 비하면 상대적으로 매우 낮은 선량이지만 그림1과 같이 감마선 영향이 있는 것으로 나타났다. 그림1에서 보는 바와 같이 고전압 측에서 미약하나마 약간의 변화가 있는 것을 알 수 있다. 그래서 Cf-252 중성자 선원과 폴리에틸렌 감속재 사이에 5mm 정도의 납판으로 차폐하여 감마선 영향이 얼마나 줄어드는 가를 시험하였다. 그 결과 약간의 차폐효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 He-3 검출기 유효길이(active length)에 따라 어떻게 감마선 영향을 받는가가 궁금하여 본 중성자계수기에 사용되는 검출기 보다 4배 정도 긴 He-3 검출기에 대하여 똑 같은 조건하에서 감마선 영향 시험을 수행하게 되었다. 시험결과, 그림2와 같이 짧은 검출기에서 나타난 것과 마찬가지로 높은 전압 측에서 감마선 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 시험 결과에서 알 수 있는 바와 같이 낮은 감마선량에서도 He-3검출기의 크기와는 상관없이 감마선의 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 사용후핵연료 시료를 측정하는 중성자 계수기의 경우 저선량 시료를 측정할지라도 감마선 차폐는 필수적으로 이루어져야 한다는 것을 확인하게 되었다.

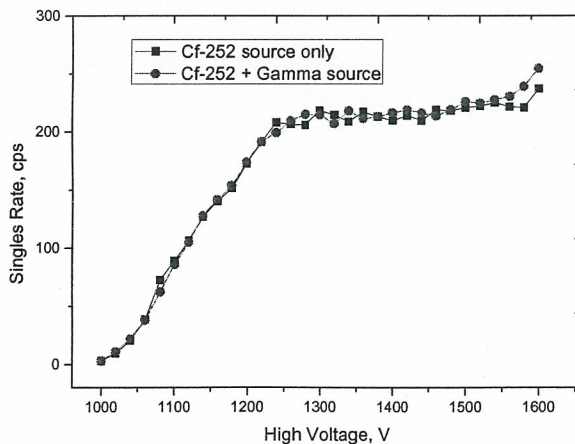


그림1. 감마선에 의한 HV plateau 변화 비교.

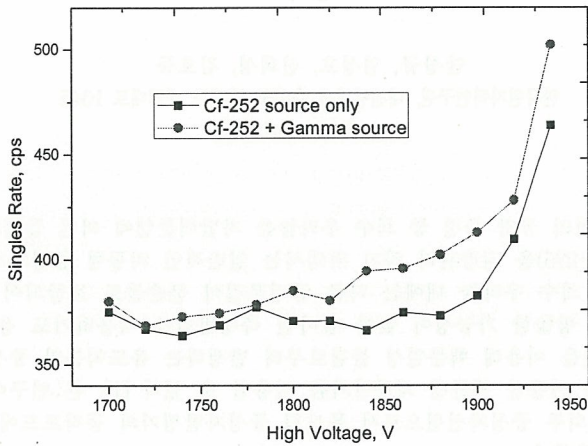


그림2. 긴 He-3 검출기의 감마선 영향.

3. 결론

마이크로 큐리 단위의 낮은 감마선원을 대상으로 한 중성자 계수기 HV 플라토 시험 결과에서 알 수 있는 바와 같이 낮은 감마선량에서도 He-3검출기의 크기와는 상관없이 감마선의 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 사용후핵연료 시료를 측정하는 중성자 계수기의 경우 저선량 시료를 측정할지라도 감마선 차폐는 필수적으로 이루어져야 한다는 것을 실험을 통하여 확인하게 되었다.