

PTFE/ESR dosimetry 도입을 위한 기초연구

안진희 · 최훈 · 이병일 · 임영기
방사선보건연구원
E-mail: jini4085@nate.com

중심어 (keyword) : ESR, dosimeter, polytetrafluoroethylene(PTFE), 흡수분광기법

서론

현재 한국에선 20기의 원자력발전소가 가동되고 있다. 설비의 서비스 기간동안 기능의 효용성을 보증하기 위해 원자력발전소 내 케이블의 노화를 효과적으로 관리해야 한다. 열과 방사선에 의한 노화효과를 계산하기 위해 흡수선량 평가에 일반적으로 사용되는 alanine/ESR 선량계를 이용하여 발전소 내의 케이블과 기기 위치에서 선량을 평가했다[1]. 발전소 내부의 선량값은 1번 또는 2번의 연료주기 동안 대부분 10Gy 미만이지만 몇 위치에서는 1kGy 이상으로 평가된다. 이때 한 가지 선량계만을 가지고 고 선량이 나타나는 위치의 선량을 분석하는 것은 약간의 문제가 있다. 그래서 polytetrafluoroethylene(PTFE)를 새로운 선량계로 도입하려고 한다. PTFE는 높은 정밀도의 고 선량 선량계로 이 같은 상황에 유용하다[2]. PTFE의 선량반응곡선을 만들기 위해 적당한 측정 파라미터를 찾고, 시간에 따른 시그널 감소를 측정하여 새로운 선량계로서의 유용성을 보았다.

방법 및 결과

1. PTFE dosimeters

PTFE의 분자구조는 $-(CF_2=CF_2)-$ 으로 방사선에 노출되면 $-(CF_2=CFO\cdot)-$ 의 자유라디칼이 생성된다. 흡수선량범위는 $10^2 \sim 10^6$ Gy이다[2]. 실험에 사용된 PTFE는 직경 5.25mm, 높이 5.45mm, 질량 263mg의

펠릿모양으로 양끝이 개방된 유리관에 삽입하여 측정했다(그림 1). 측정값은 Mn^{2+} 를 이용해 보정했다.

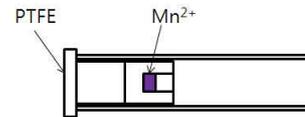


그림 1. PTFE 선량계와 Mn^{2+} 를 유리관에 삽입한 모습

2. ESR system

PTFE 샘플 측정은 Bruker사의 X-band EMX ESR spectrometer를 이용하여 정상적인 대기상태 (RT, RH:25%)에서 측정했다. 측정 파라미터는 microwave power sweep이 20.02mW, modulation frequency와 modulation amplitude는 각각 100kHz, 0.4mT, 시간상수는 40.96ms이다. 샘플 포인트의 수는 1024개이고 microwave frequency가 약 9.75GHz이다.

3. Spectrum of PTFE dosimeters

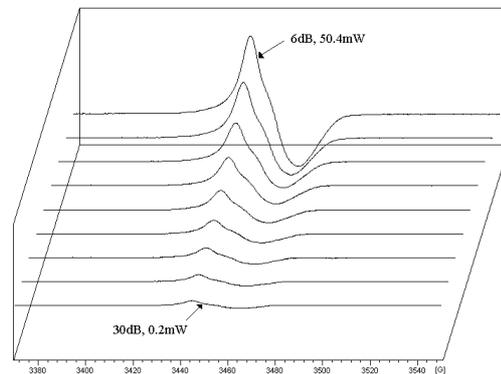


그림 2. microwave power에 따른 스펙트럼 변화

결론

alanine 한 가지 선량계를 이용한 선량측정의 문제를 극복하고자 PTFE를 도입하여 실제 사용하기 위한 기초적인 실험을 진행하였다. microwave power와 modulation amplitude를 변화시켜가며 측정하여 적당한 파라메타를 찾아서 1kGy의 기본 스펙트럼을 얻었다. 발전소 선량측정을 위한 선량계는 연료교체주기 동안 최소 1년 이상 설치되므로 방사선에 노출된 후 스펙트럼의 시간에 따른 변화를 확인해야 한다. 그래서 PTFE 샘플을 시간에 따fms 시그널 감소를 측정하였다(그림 5). 현재 144시간(약 6일)의 감소는 약 8%로 다른 문헌에서 명시한 값과 차이를 보이고 있다[3]. 이는 측정환경과 샘플의 상태에 의한 차이로 사료된다. 앞으로 시그널 감소가 계속 일어날지 포화될지 지속적인 측정이 필요하다. 발전소에 장착된 PTFE 샘플의 선량평가를 위해 시그널 감소의 문제를 어떻게 극복할 것인지 또한 앞으로 연구할 계획이다.

참고 문헌

- [1] IAEA, Assessment and Management of ageing of major nuclear power plant components important to safety, IAEA-TECDOC-1188
- [2] I. Milman, V. Putyrsky, M. Naimark and V. Popov, PTFE IN HIGH DOSE ESR-NMR GAMMA DOSIMETRY. Radiation Protection Dosimetry Vol. 47 No. 1/4pp. 271-272 (1993)
- [3] J. Azorin, T. Rivera, J. SoloAs, A new ESR dosimeter based on polytetrafluoroethylene, applied Radiation and Isotopes Vol. 52 1243-1245 (2000)

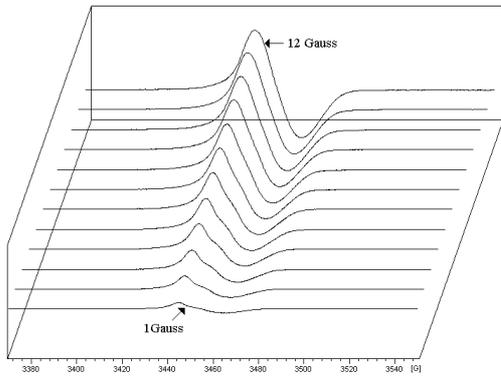


그림 3. modulation amplitude에 따른 스펙트럼 변화

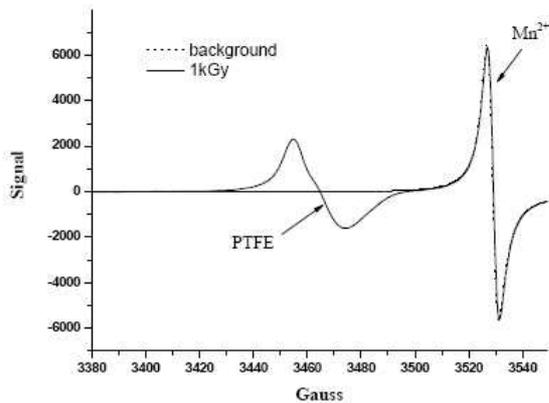


그림 4. PTFE and Mn^{2+} 의 스펙트럼

PTFE의 적당한 파라메타를 찾기위해 microwave power와 modulation amplitude를 바꿔가며 측정하였다(그림 2, 3). 그림 4는 방사선이 조사되지 않은 PTFE샘플과 1kGy 조사된 PTFE샘플의 스펙트럼을 비교한 것이다.

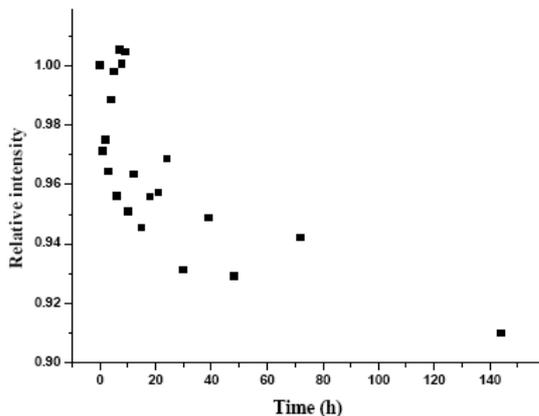


그림 5. PTFE 선량계의 시간에 따른 신호 감소