

붕소농도측정에서 측정정확도에 미치는 검출기동작전압의 영향

량 봉 만

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《...원자력부문의 과학자들이 원자력에 대한 연구사업을 더 적극적으로 하도록 하여야 합니다.》(《김일성전집》 제60권 352페이지)

현재 가압경수형원자로에서는 1차냉각재속에 붕산과 같은 가용성물질을 첨가하여 원자로의 반응도를 조종하고 그것이 보상봉의 역할을 수행하도록 하는 화학보상조종법을 널리 리용하고있다.[3] 여기서 붕소농도와 그 변화를 감시측정하는것은 원자로를 운영하는데서 관건적인 문제로 나선다.

지금까지 SZJ-5B검출기와 결합되는 고압전원의 합리적인 설정이 붕소농도측정에 많은 영향을 미친다는데 대하여서는 제기[3]되였지만 구체적인 실험자료들은 발표되지 않았다.

우리는 CHM-11검출기와 결합한 측정체계[1, 2]를 리용하여 붕소농도를 측정하는데서 측정체계의 기본구성부분의 하나인 고압안정전원의 편기전압이 붕소농도측정에 미치는 영향을 평가하였다.

1. 장치구성 및 측정

중성자흡수법을 리용한 붕소농도측정체계구성도는 그림 1과 같다.

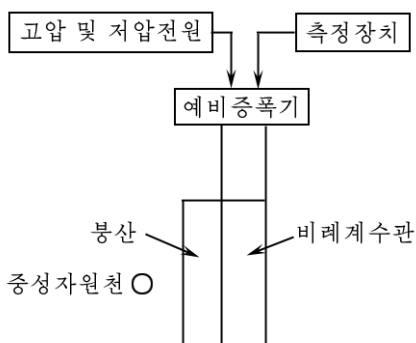


그림 1. 붕소농도측정체계구성도

붕소농도측정체계에서 리용한 검출기는 느린 중성자측정에서 널리 리용되고있는 BF_3 -비례계수관(CHM-11)이다. 감도길이가 270mm이고 최대외경이 18mm인 이 비례계수관으로는 출력임펄스의 장성시간이 이온화함의 장성시간보다 매우 짧기때문에 계수속도를 현저히 높일수 있다.

또한 CHM계열의 계수관들가운데서 CHM-11은 다른 계수관들에 비하여 동작전압이 비교적 낮고 검출면적이 크므로 중성자검출에 많이 리용된다.

측정에 리용된 고압안정전원과 계수관의 특성량들은 선행연구[1, 2]에서와 같다.

고압안정전원은 NB825/K형 2.5kV 고압안정전원으로서 다른 고압전원들에 비하여 출구전압을 2.5kV까지 수동으로 편속조절할수 있다.

측정장치에서 시료통과 비례계수관, 중성자원천은 직경이 1m이고 높이가 80cm인 물

통속에 있다.

원천의 중성자세기는 $1.18 \cdot 10^6$ 개/s이며 시료질량은 전자분석천평(《AEG-120》)으로 평량하였다.

붕소농도에 따르는 붕산의 리론량과 측정량은 표 1과 같다. 이때 용액의량은 시료통과 검출기의 유효면적을 고려하여 500mL 되게 제조하였다.

방온도에서 측정장치들을 30min동안 예열한 다음 기타 조건들을 고정시킨 조건에서 편기전압의 변화에 따르는 계수속도관계곡선을 작성하였다. 실험적으로 측정된 평탄부곡선은 그림 2와 같다.

표 1. 붕소농도에 따르는 붕산의 리론량과 측정량

농도/%	리론량/g	측정량/g	절대오차/g	상대오차/%
0.05	1.436	1.439	-0.003	0.20
0.10	2.907	2.905	+0.002	0.17
0.15	4.310	4.302	+0.008	0.18
0.20	5.747	5.751	-0.004	0.06
0.25	7.183	7.180	+0.003	0.04
0.30	8.620	8.619	+0.001	0.01
0.35	10.174	10.175	-0.001	0.01
0.40	11.494	11.498	-0.004	0.03

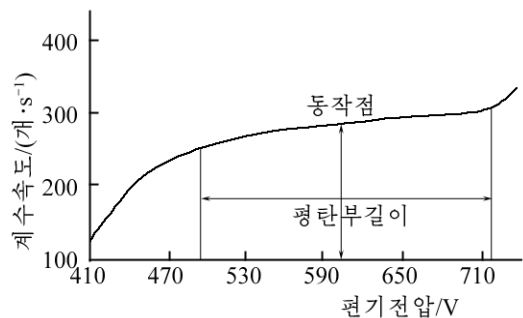


그림 2. 평탄부곡선

그림 2에서 보는바와 같이 평탄부길이는 220V정도이며 경사도는 4.34%이다. 이때 평탄부구역의 1/3~1/2 되는 위치에서 동작점이 설정되므로 우리는 동작전압을 1/2위치(615V)에 설정하였다.

2. 붕소농도측정에 미치는 편기전압의 영향

평탄부길이의 1/3 되는 490V와 동작점으로 정한 615V, 평탄부길이의 마지막위치인 710V에서 계수속도를 측정하였다. 이때 계수관의 턱선별전압은 0.5V, 계수시간은 120s로 하였으며 붕소농도는 표 1에서와 같이 취하였다.

붕소농도가 0.1%일 때 각이한 편기전압들에서 계수속도를 측정한 결과는 표 2와 같다.

표 2에서 보는바와 같이 동작점근방에서는 계수속도가 비교적 안정되어 있지만 나머지부분에서는 요동한다는것을 알수 있다.

이로부터 CHM-11비례계수관을 검출기로 리용할 때 동작점을 어디에 정하는가 하는데 따라 측정정확도가 크게 달라진다는것을 알수 있다.

표 2. 각이한 편기전압들에서의 계수속도

편기전압/V	계수값/(개·s ⁻¹)				절대오차/(개·s ⁻¹)
	1	2	3	평균	
490	98	69	80	82	-16, +13, +2
615	105	110	108	107	+2, -3, -1
710	125	140	160	141.7	+16.7, +1.7, -18.3

맺 는 말

붕소농도측정에서 붕소농도에 따르는 붕산질량의 리론값과 측정값의 상대오차가 0.2%일 때 안정도가 0.05%인 고압안정전원의 동작전압이 615V이고 계수관의 턱선별전압이 0.5V이면 CHM-11비례계수관에 의한 붕소농도계수값들의 변화(상대오차 1.2%)가 가장 적다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 59, 9, 70, 주체102(2013).
- [2] 김일성종합대학학보(자연과학), 55, 6, 94, 주체98(2009).
- [3] 张文杰 等; 核电子学与探测技术, 5, 34, 2007.

주체105(2016)년 2월 5일 원고접수

Effect of the Detection Operating Voltage on the Measurement Correction in the Boron Concentration Measurement

Ryang Pong Man

We considered the variety of measurement values according to voltage when we used CHM-11 proportion count tube in the boron concentration measurement.

When relative error between calculated and practice values of boracic acid weight is 0.2%, and the action voltage of high voltage power with the stability of 0.05% is 615V, the variety of boron concentration count values(relative error 1.2%) by CHM-11 is the smallest.

Key words: boron concentration, high voltage power