

## 개량형 Cd 증류장치 제작 및 시운전

김경량, 김광락, 윤달성, 김지용, 박대엽, 김택진, 김시형, 정재후, 백승우, 심준보, 안도희  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045(덕진동 150-1)  
[blueikr@kaeri.re.kr](mailto:blueikr@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

사용후핵연료 건식처리공정(pyroprocess)은 전처리공정(pretreatment), 전해환원공정(electroreduction), 전해정련공정(electrorefining), 전해제련공정(eldctrowinning)등으로 구성되어 있다[1]. 전해제련공정은 전해정련공정 이후 LiCl-KCl 용융염의 잔류하는 U, TRU 원소를 회수하는 공정이며, 액체카드뮴음극(LCC: Liquid Cadmium Cathode)를 이용하여 U, TRU를 동시에 회수함으로써 피로프로세스의 핵확산 저항성의 입증하는 핵심공정이다. 전해제련공정에서 용융염 내 잔류 U, TRU의 회수가 완료되면 LCC는 카드뮴 증류 공정으로 보내지고, 이때 회수된 actinide와 카드뮴은 증기압 차이에 의하여 분리된다[2].

본 연구에서는 기존의 카드뮴 증류장치를 이용하여 카드뮴 증류를 시행할 경우에 발생하는 카드뮴 증기 응축조를 통과하여 장치 내부벽면에 응축되는 문제점 [2]을 해결하고자 개량형 카드뮴 증류장치를 Lab-scale로 제작하고 이를 활용하여 PRIDE(PyRoprocess Intergrated inactive DEMonstration facility) 시설에 적용함과 동시에 장치의 효율성 극대화를 목적으로 장치를 개발·제작하였다. 개량형 카드뮴 증류장치를 이용하여 최적의 가열 조건 도출에 따른 카드뮴의 증류거동과 장치의 성능 평가를 시행할 예정이다.

### 2. 본론

본 연구에 사용된 개량형 카드뮴 증류장치는 Fig. 1에 나타난 것과 같은 형태로 이루어져 있다. 개량형 카드뮴 증류장치의 내부 구조는 Fig. 2에 나타난 것과 같이 크게 휘발부와 응축부로 구분이 되어있고 이 밖에 전기로, 냉각기, 필터, 진공펌프 등으로 구성되어 있다. 전기로는 총 5개 구역으로 나누어져 있으며 1구역에서는 1,200 °C, 2구역은 1,000 °C, 3구역 800 °C, 4구역 600 °C, 5

구역 400 °C로 가열할 수 있는 구조로 설계되었다. 압력은 0.000 ~ 10 torr까지 측정이 가능하다. chamber 내부의 온도 측정을 목적으로 총 6개의 온도 센서가 chamber 내부에 위치한다. 휘발부와 응축부의 하단에 냉각수 라인이 위치하며, 사용 목적에 따라 휘발부 부분에 냉각수 유입 유·무를 조절할 수 있는 구조로 설계하였다.

카드뮴 증류 실험 시 일정한 감압조건의 유지를 목적으로 진공펌프를 설치하였으며, Lab-view 소프트웨어를 이용하여 증류장치 각 부분의 온도, 압력 값을 PC상에서 확인이 가능하도록 나타내게 하였다. 장치의 측면에 필터를 설치하여 운전상에 발생할 수 있는 카드뮴 함유 분진을 여과하는 과정을 거쳐 대기 중으로 방출하는 방식으로 위험요소를 제거하였다.

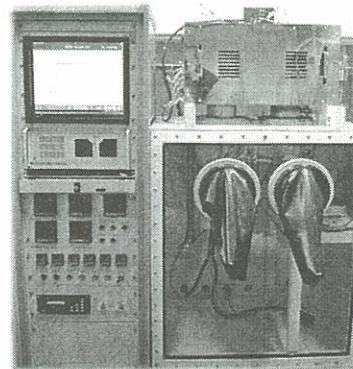


Fig. 1. Cadmium distillation equipment.

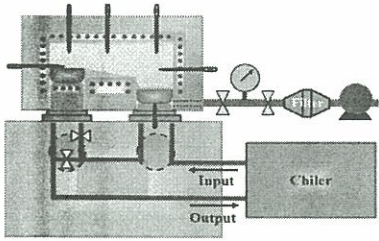


Fig. 2. Experimental for cadmium distillation.

### 3. 결론

본 연구에서는 기존의 카드뮴 증류 장치를 개선하여 Lab-scale 형태의 개량형 카드뮴 증류 장치를 제작하고, 이를 이용하여 장치의 전반적인 성능평가를 목적으로 시운전을 시행하였다. Fig. 3과 Fig. 4에서 보는것과 같이 각각의 blank test 결과에서는 온도제어의 경우 heater와 chamber 내부에 온도분포가 초기 의도에 부합되도록 작동 하였으나, 장치의 진공 유지 부분에서는 동일한 조건에서 다소 다른 경향성을 보여 보완이 필요 하다고 사료되어진다. 향후 본 장치를 보완하고 이를 이용하여 카드뮴 금속의 증발 실험 및 salt 를 추가하여 증류 거동에 관련한 연구를 진행할 계획이다.

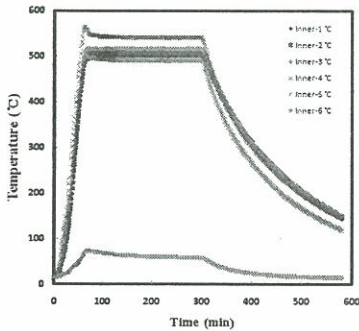


Fig. 3. Changes of inner temperature in cadmium distillation equipment.

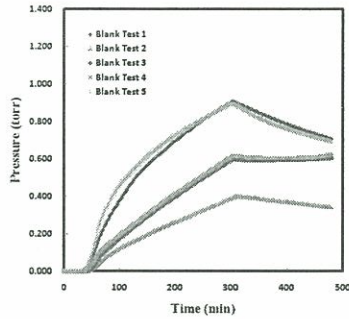


Fig. 4. Pressure changes of inner space in regard to the temperature changes.

### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.

### 5. 참고문헌

[1] H. C. Eun, Y. Z. Cho, T. K. Lee, H. C. Yang, I. T. Kim, H. S. Kim, J. Radioanal Nucl. Chem., 8(2), 103-104, 2009.  
 [2] J. Y. Kim, S. W. Kwon, K. R. Kim, S. W. Paek, J. B. Shim, S. H. Kim, Y. J. Jung, D. H. Ahn, J. Radioanal Nucl. Chem.,7(2), 331-332, 2009.