

PRIDE Cd 증류장치 원격 운전 및 유지보수 절차

정계후, 안도희, 김광락, 백승우, 김택진, 김가영, 심준보, 이한수, 김경량
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
 nihjeong@kaeri.re.kr

1. 서론

PRIDE Cd 증류장치는 PRIDE(PyRoProcess Intergrated inactive DEmonstration facility) LCC(Liquid Cadmium Cathode ; 액체카드뮴음극) 전해제련장치의 음극전착물인 U/RE/Cd/LiCl-KCl 혼합물을 증류한다. 증류 후 Cd와 LiCl-KCl은 증발/응축 회수하고 U/RE를 분리하기 위한 장치이다. 분리된 분말상의 U/RE 분말은 산화방지를 위해 밀봉 이송시켜 주조 장치에서 잉곳으로 만든다. Cd 증류장치는 PRIDE Ar-cell 내에서 10 kg의 Cd를 처리할 수 있다. 이 장치는 MSM(Master Slive Manipulator), BDSM(Bridge transported Dual arm Servo-Manipulators) 및 크레인을 이용한 장치의 원격운전성 및 취급성 등을 고려하여 제작하였다. 또 장치 고장시의 유지보수성을 고려하여 장치의 부품들을 모듈화 하였다. 따라서 이와 같은 조건들을 만족할 수 있는 PRIDE Cd 증류장치를 설계하고, 3D로 검증하였다. Mock-up 장치를 제작하여 mock-up 시험을 수행한 후 장치의 미비점을 개선/보완하여 PRIDE에 설치하였다. 따라서, Cd 증류 장치는 PRIDE에서 원격운전 및 유지보수 절차서에 따라 원격 운전 및 유지보수 할 수 있도록 하였다.

2. 본론

PRIDE Cd 증류장치의 주요 구성품은 크게 Furnace assembly, Cylinder assembly, Cylinder 좌/우 이송 모터 assembly, Frame assembly, Crucible 상/하 이송 모터 assembly, Cd crucible & safety vessel, Crucible support assembly, Cd recovery vessel, Distiller vessel assembly, Heater 거치대 assembly, Vacuum pump assembly, Control panel assembly 등으로 되어 있다. 장치의 설계 요건으로 처리 용량은 Cd 10 kg/batch 이고, 크기는 H(높이) 1,950, W(두께) 1,100, L(길이) 1,433 mm 이다. 진공 펌프는 오일리스 펌프를 사용하고, 진공도 10^{-2} torr가 된다. Cd 도가니(알루미나)는 O.D 175, I.D 160, H 150, T 5 mm 이다. Cd Safety 도가니(STS)는 O.D 230, I.D 220, H 100, T 2 mm 이다. Cd 회수 도

가니(STS)는 O.D 314, I.D 294, H 150, T 2 mm 이다. Heater 온도는 1, 2zone 1100, 3zone 800, 4zone 600, 5zone 500 °C 등이다. 장치의 주요부 재질을 보면 반응기는 인코넬 625, 구조물 및 히터 외부는 SUS 304를 사용하였다. 장치의 구동 방법으로는 반자동화 개념으로 원격운전성, 취급성 및 유지보수성을 포함하고 있다. Cd 증류장치는 Cd를 처리 및 취급하고 운전하도록 MSM, BDSM 및 크레인을 이용한 장치의 원격운전성 및 취급성 등을 고려하였다. 또 장치 고장시의 유지보수성을 고려하여 장치의 부품들을 모듈화 하였다. 따라서 이와 같은 조건들을 만족할 수 있는 PRIDE Cd 증류 장치를 설계하고, 3D로 검증하였고, Mock-up 장치를 제작하여 mock-up 시험을 수행한 후 장치의 미비점을 개선/보완하여 PRIDE에 설치하였다. 따라서, Cd 증류 장치는 PRIDE에서 원격운전 및 유지보수 절차서에 따라 원격 운전 및 유지보수 할 수 있도록 하였다.

3. PRIDE Cd 증류장치 원격운전

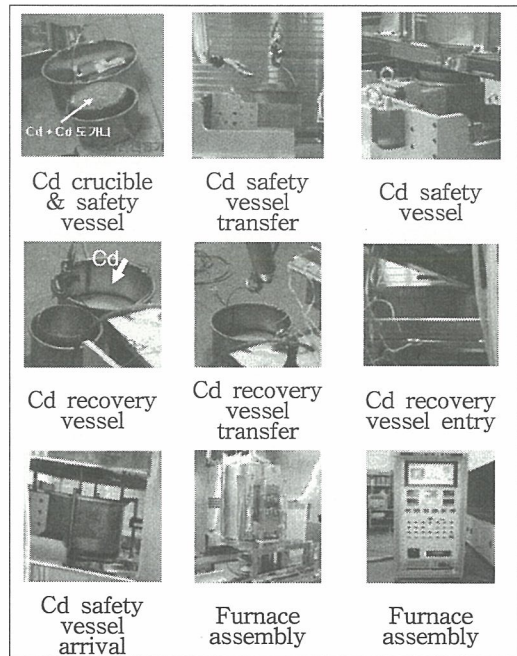


Fig. 1. Power supply of furnace assembly.

4. PRIDE Cd 증류장치 원격유지보수

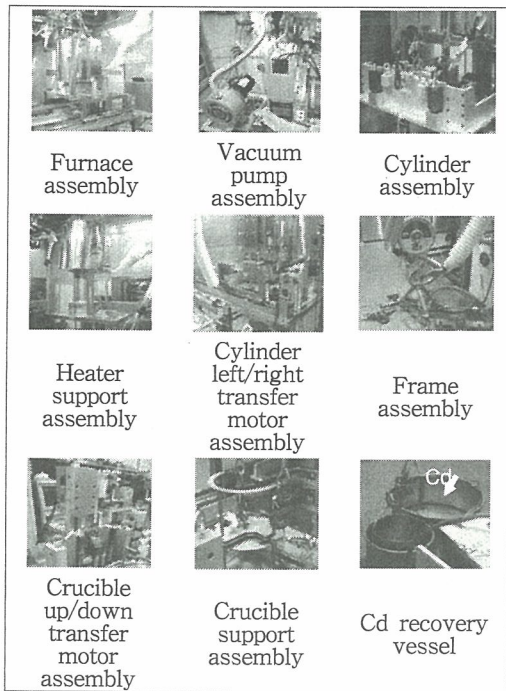


Fig. 2. Drawing of PRIDE cadmium distiller.

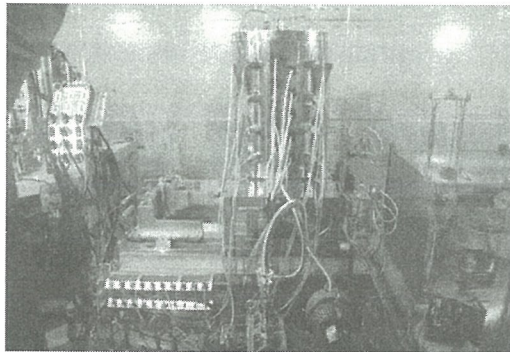


Fig. 3. Cadmium Distiller.

5. 결론

우리나라의 에너지 소비량은 날로 증가되고 있는 현상과 수입에 의존하고 있는 현실정에서 원자력에너지만이 에너지를 해결할 수 있는 유일한 대안이다. 이를 위하여 사용후핵연료의 효율적 관리 및 안정성 확보를 위하여 필요한 것으로 PRIDE Cd 증류장치는 LCC 전해제련장치의 음극 전착물인 U/RE/Cd/LiCl-KCl 혼합물을 증류하여 Cd와 LiCl-KCl은 증발/응축 회수하고 U/RE를 분리하기 위한 필요한 장치이다. 분리된 분말상의

U/RE 분말은 산화방지를 위해 밀봉 이송시켜 주조 장치에서 잉곳으로 만들었다. Cd 증류장치는 PRIDE Ar-cell 내에서 10kg의 Cd를 처리할 수 있고, MSM, BDSM 및 크레인을 이용한 장치의 원격운전성 및 취급성 등을 고려하여 제작하였다. 또 장치 고장시의 유지보수성을 고려하여 장치의 부품들을 모듈화 하였다. 따라서 이와 같은 조건들을 만족할 수 있는 PRIDE Cd 증류 장치를 설계하고, 3D로 검증하였고, Mock-up 장치를 제작하여 mock-up 시험을 수행한 후 장치의 미비점을 개선/보완하여 PRIDE에 설치하였다. 따라서, Cd 증류장치는 PRIDE에서 원격운전 및 유지보수 절차서에 따라 운전 및 유지보수를 할 수 있다.

6. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 원자력 연구개발 중장기 계획사업의 일환으로 수행되었습니다.

7. 참고문헌

[1] D. H. Ahn, J. B. Shim, S. W. Paek, K. R. Kim, S. H. Kim, S. W. Kwon, H. S. Chung, Y. J. Jung, Y. J. Yoo, K. S. Han, D. S. Yoon, J. Y. Kim, Development of volume reduction technology for PWR spent fuel by pyroprocessing(II), Korea Atomic Energy Research Institute(KAERI) Report, pp. 114-115, KAERI/RR-3132, 2010.

[2] R. Kim, K. R. Kim, D. S. Yoon, J. Y. Kim, D. Y. Park, T. J. Kim, S. H. Kim, J. H. Jung, S. W. Paek, J. B. Shim, D. H. Ahn, Radioanal Nucl. Chem., 9(1), 131-132, 2011.

[3] D. S. Yoon, S. H. Kim, K. Y. Kim, S. W. Paek, T. J. Kim, K. R. Kim, J. B. Shi, J. H. Jung, D. H. Ahn, J. Radioanal Nucl. Chem., 9(2), 205-206, 2011.

[4] J. H. Jung, D. H. Ahn, S. W. Paek, K. R. Kim, K. Y. Kim, T. J. Kim, H. S. Lee, K. R. Kim, Remote Operation and Maintenance Procedures for a PRIDE Cadmium Distiller, Korea Atomic Energy Research Institute, KAERI/TR-4668/2012.