

Czochralski 결정화법을 이용한 염폐기물 정제시 LiCl 결정 크기분석

류홍열, 김승현, 이종현, 박성빈*, 김정국*, 이한수*

충남대학교 녹색에너지기술전문대학원, 대전광역시 유성구 대학로79

*한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045번지

rvu@pyroprocessing.net

1. 서론

사용후핵연료의 재활용 방법인 파이로 건식처리 공정은 핵연료물질을 회수하는 과정에서 많은 염폐기물을 발생한다. 핵연료의 파이로 건식처리 공정 중 Fig 1과 같이 전해환원공정은 Cs와 Sr과 같은 1, 2족 핵종을 포함하는 염폐기물이 발생한다. Cs와 Sr과 같은 고방열성 1, 2족 핵종은 전해 환원공정 과정에서 염내로 축적되면서 염의 온도를 상승시켜 전체적인 공정온도에 영향을 주기 때문에 일정 양이 축적되면 교체해 주어야한다. 이 염폐기물에서 방열성 1, 2족 핵종을 분리하는 기술을 이용하면 순수한 LiCl을 재활용 할 수 있고, 처분 해야할 폐기물의 양을 줄일 수 있기 때문에 경제적인 면과 환경적인 측면에서 많은 이점을 줄 수 있다.

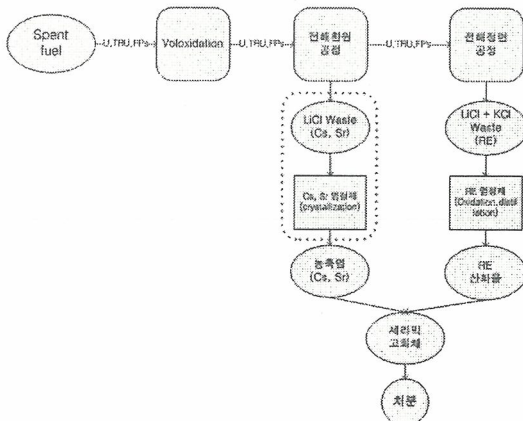


Fig. 1. 파이로 공정에서의 염폐기물 발생 과정

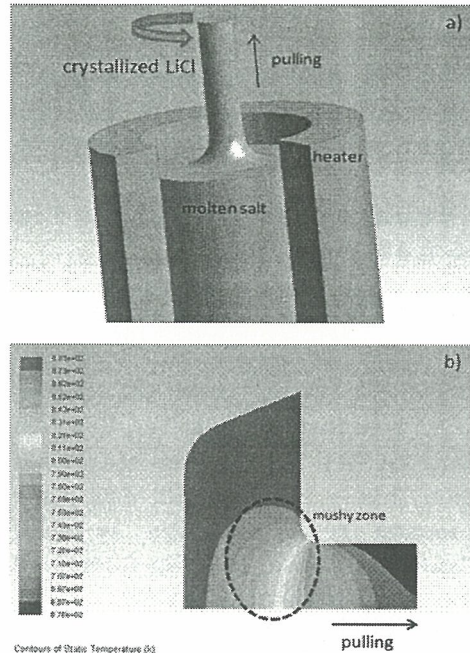


Fig. 2. (a) Czochralski crystallization에 의해 용융염으로부터 순수 LiCl을 얻을 수 있고, 응고시 고체 부분과 액체부분 사이에서 (b) mushy zone이 생성된다.

2. 본론

염폐기물의 주요성분인 LiCl은 응고시 다른 핵분열생성물을 고용하지 않고 순수 염으로 응고하기 때문에 이러한 특징을 이용하여 주로 단결정 생성에서 쓰이는 Czochralski 결정화 공정을 적용하면 염폐기물에서 순수한 LiCl을 분리할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 초크랄스키결정화(Czochralski crystallization)방법을 이용하여 염폐기물로부터 LiCl과 CsCl, SrCl₂로 분리해 내는 공정에 대한 연구를 수행하였다.

전해환원에서 사용된 염폐기물을 Fig. 2.(a)와 같이 Heater안에 넣고 Pulling 반향을 축으로

10RPM의 속도로 회전시키면서 LiCl 결정을 생성시키면 Fig. 2.(b)와 같이 LiCl결정과 폐용융염이 만나는 곳에 Meniscus모양의 Mushy Zone이 형성되는데 이 Mushy Zone의 크기에 따라 생성되는 LiCl크기가 변화된다. 본 결정화 실험에서 주요변수는 Pulling rate였으며 이 변수에 따라 Mushy zone의 분포를 관찰하여 실제 결정화된 LiCl의 크기를 예측하는 실험을 수행하였다.

3. 결론

전산해석 수행 결과 Pulling rate가 Meniscus크기에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 이는 인출 봉 접촉시 생성되는 Mushy zone의 크기와 밀접한 관계를 가지고 있는 것으로 밝혀졌다. 계산결과는 기존 실험결과로부터 얻어진 인상속도와 결정 크기와의 관계를 잘 설명하였다.

4. 참고문헌

- [1] Jong-Hyeon LEE, Gyu-Hwan OH, Han-Soo LEE, Yoon-Sang LEE, In-Tae KIM and Eung-Ho KIM, "Concentrations of CsCl and SrCl₂ from a Simulated LiCl Salt Waste Generated by Pyroprocessing by using Czochralski Method", J. Nuclear Science and Technology, 46 (4) (2009) 392-397