

KNF-
FUEL-02

우라늄 정제

공정개발처 양승철

T. 042-868-1371 E. seungchul@knfc.co.kr

우라늄 정제는

산화우라늄 혼합물로부터 우라늄을 추출하여

원자력연료 제조공정에 사용 가능한

정제 우라늄 용액을 제조하는 것임.

산화우라늄 혼합물을 질산에 용해한 후

이 용액을 TBP(Tri-N-Butyl Phosphate)와

접촉시키면 용액 중의 우라늄만이

선택적으로 TBP에 의해 추출되어

순도 높은 우라늄을 얻을 수 있음.

기술 내용

● 목적

- 우라늄 혼합물로부터 원자력연료 제조공정에 사용 가능한 정제 우라늄 용액 제조

● 필요성

- 우라늄 정제공정은 선·후행 핵주기의 핵심 공정
- 우라늄 정제공정은 공정중 발생 스크랩을 정제·재생하기 위한 필수공정
- 방사성폐기물 중의 우라늄을 회수하는 공정에 필수적인 기술
- 금속 제련·정제산업에서 본 공정기술 활용 가능

● 기술원리

- **추출** : 유기상의 TBP에 의해 불순 질산우라늄(Uranyl Nitrate) 용액의 우라늄이 유기상으로 추출

$$\text{UO}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 2(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{PO}_4(\text{org})$$

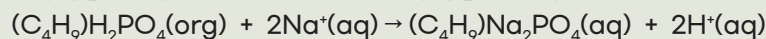
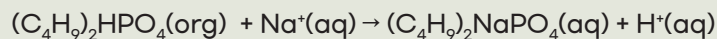
$$\rightarrow \text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{PO}_4(\text{org})$$

- **역추출** : 물 또는 묽은 질산에 의해 유기상의 우라늄이 다시 수용액상으로 추출

$$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{PO}_4(\text{org})$$

$$\rightarrow \text{UO}_2^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq}) + 2(\text{C}_4\text{H}_9)_3\text{PO}_4(\text{org})$$

- **용매재생** : TBP의 분해생성물을 알칼리 용액과 혼합하면 Na 이온과 반응하여 수용성 염이 형성됨으로써 유기상으로부터 제거됨



● 공정 구성

- 용해·용매추출·용매재생의 3개 단위공정으로 구성
 - 용해 단위공정 : 산화우라늄 혼합물을 질산에 용해하여 불순 UN 용액 제조
 - 용매추출 단위공정 : 불순 UN 용액에서 우라늄을 추출하여 정제 UN 용액 제조
 - 용매재생 단위공정 : 용매추출 단위공정에서 배출된 사용후 용매를 재생하여 용매추출 단위공정으로 재순환



기술 우수성

● 기술특징

- 주요 공정장치를 독자 개발하여 기존에 비해 진보된 공정 구축 및 성능 입증

• 주요 불순물 정제 성능

불순물	제거율(%)	불순물	제거율(%)
Al	97.9	Fe	95.7
B	90.9	Ni	99.5
Bi	99.7	Pb	97.0
Ca	95.3	Th	97.8
Cu	98.3	Zn	96.4

- 정제 우라늄의 불순물 함량은 현행 분말시방서상 허용한계치의 약 3%(DC 분말은 약 7%)
- 적은 제어요소와 간소화된 제어시스템을 사용하는 맥동탑의 액-액 계면제어 기술을 적용하여 운전의 안정성 향상
- 소형화된 장치로 적은 동력을 사용하는 맥동 공급 방법을 적용하여 공정의 효율성 제고
- 모듈형 추출탑을 적용하여 조업조건 변화에 대응을 용이하게 하고 오염제거·부품교체 등 유지보수의 신속성 확보

● 기대효과

- 우라늄스크랩 재활용으로 우라늄 구입비용 절감
- 플랜트 기술전수

기술 적용현황

- 연간 최대 40TonU 용량의 플랜트 보유

제공 가능 품목

- 제품 : 원자력연료용 UO₂ 분말 (AUH 재변환공정과 연계)
- 우라늄 정제 플랜트 EPC (Engineering, Procurement, Construction : 설계, 기자재구매, 건설관리)
- 기술용역
 - 우라늄 정제
 - 우라늄 함유 폐기물로부터 우라늄 회수
 - 우라늄 정제공정 설계 및 엔지니어링
 - 유사 공정 개발, 설계 및 엔지니어링

기술완성도 (TRL)

- 양산 및 초기시장 진입

사업 방향

- 기술 이전
- 라이센싱
- 공동 연구
- 용역 수행
- 기타