전이금속 산화물을 이용한
폐수지 발생없는 유기폐액 초고속 처리 기술

KEYWORD 난분해성 유기물, 전이금속 산화물, 알칼리 폐수 처리, 라디칼 반응
기술완성도(TRL) Demonstration system (시제품 신뢰성 평가 ; 7단계)

기술 개발 배경

폐수지 발생없는 유기폐액 초고속 처리 기술 개발 필요

- 원자력시설, 발전소 및 방사선 이용 시설의 운전 및 해체 과정에서는 옥살산, 액체섬광계수칵테일, 계면활성제 등 난분해성 유기물과 고농도 질소·인 등이 포함된 폐액이 다량 발생함
- 기존의 자외선(UV)/과산화수소(H_2O_2) 고급산화공정(AOP)이나 오존산화공정은 옥살산, 시트릭산, EDTA, 액체섬광계수폐액, 계면활성제처럼 안정적인 화학 구조를 가진 제염제의 분해 속도가 너무 느려 대용량 처리에 병목 현상이 발생함
- 또한, 유기폐액 처리를 위해 다량의 이온교환수지를 사용하여 폐수지의 발생량이 매우 많으며, 현재까지 폐수지의 처리방법이 개발되지 않아 이차폐기물의 처리·처분 문제가 심각하게 대두됨
- 이에 알칼리 환경 조건에서 전이금속 산화물의 고활성 촉매 반응을 유도하여, 난분해성 유기산 제염제를 초고속으로 처리할 수 있는 새로운 기술이 요구됨

기술 내용 및 특징

폐수지 발생없는 유기폐액 초고속 처리 기술 핵심 기술

- 본 기술은 알칼리 환경 조건에서 전이금속 촉매와 과황산, 수산화바륨의 복합 활성 반응을 수행하여, 폐액 내 난분해성 유기물을 수분 내 초고속으로 처리하고 정화 효율을 극대화하는 처리 방법임
- 구성 및 절차
  - 옥살산, 액체섬광계수폐액, 계면활성제 등 유기폐액을 집수조 집수 또는 파이프로 이송
  - 분해효율을 극대화하기 위해 폐수의 pH를 알칼리 조건으로 조절함
  - 조절된 알칼리 폐수에 특정 전이금속 이온 및 과황산, 수산화바륨을 최적 배합비로 투입함
  - 상온·상압에서 고효율 분해반응을 유도하여 난분해성 유기 폐액을 고속 처리함
- 핵심 특징
  - 초고속 완벽 처리 메커니즘: 알칼리 환경에서 활성화된 전이금속 이온촉매를 통해 난분해성 유기폐액을 고속 처리함
  - 설비 집약적 경제성 구현: 고가의 출력 자외선(UV) 램프 유닛이나 오존 발생 장치 없이, 약품 투입 및 교반 침전물 분리 공정만으로 고효율 처리 효과를 기대할 수 있음




[제염폐액 처리 공정 시제품 및 성능 검증]

Technology Brief

폐수지 발생없는 유기폐액 초고속 처리 기술

종래기술과의 차별성

종래 기술의 한계

- UV/H_2O_2 및 오존 산화 공정: 옥살산 등 유기산 제염제의 구조적 안정성으로 인해 분해 속도가 매우 느림
- 고가 장비 도입: 고출력 자외선 램프 유닛이나 오존 발생 장치 등이 필요하여 초기 설비 투자비 과다
- 폐수지 다량 발생: 폐액 처리를 위해 다량의 이온교환수지가 소요되며, 이를 통한 폐수지 발생으로 폐액 처리 및 폐기물 처분 비용 과다

본 기술의 우수성

- 전이금속 산화물 촉매 공정: 알칼리 촉매 시너지를 통해 난분해성 제염제를 초고속으로 처리함
- 단순 공정 구성: 고가 설비 없이 단순 약품 투입, 교반 설비, 분리 여과 만으로 구현 가능하여 비용 절감
- 탁월한 성능 담보: 강력한 유기물 산화 및 침전 형성으로 폐수지 발생 없이 폐액 완벽 처리

적용분야

- 원자력시설, 발전소, 하·폐수처리 시설 등 유기성 폐수처리 전분야
  - 원전 가동 및 정비 중 증기발생기 등 주요 계통 제염 후 발생하는 옥살산 기반 고농도 제염 폐액 처리
  - 원전 해체 시 대량 배출되는 난분해성 유기폐액의 고속 정화 및 전처리 설비
  - 원전, 교육시설, 의료시설 등에서 광범위하게 발생되는 액체섬광계수 폐액 처리



기대효과

- 난분해성 유기폐액 처리시간 단축 및 처리량 증대
- 고가 UV·오존 설비 없이 설비투자 및 운영비 절감
- 이온교환수지 사용 및 폐수지 발생 최소화
- 원전 해체·폐수처리 공정 효율 향상
- 2차 폐기물 처리·처분 부담 저감

보유특허

No.	국가	출원 / 등록번호	발명의 명칭	상태
1	한국	10-2023-0052956(출원일: 2023.04.21)	방사성폐액에 포함된 난분해성 유기물을 제거하는 방법	공개
2	한국	10-2884678(등록일: 2025.11.06)	전이금속 나노촉매를 이용한 액체섬광계수 폐액 처리방법	등록
3	한국	10-2819254(등록일: 2025.06.05)	전이금속 산화물을 이용한 방사성 폐액에 포함된 난분해성 유기물을 제거하는 방법	등록
4	한국	10-2779265(등록일: 2025.03.05)	방사성 폐액에 포함된 난분해성 유기물을 제거하는 방법(전이금속 산화물을 이용한 폐수 처리 방법)	등록
	PCT	PCT/KR2023/009887(출원일: 2023.07.11)		공개
	미국	18/993,352(출원일: 2025.01.10)		공개
	일본	2025-500993(출원일: 2025.01.09)		공개
	유럽	EP23839937.2.(출원일: 2025.01.10)		공개
	중국	202380053026X(출원일: 2025.01.10)		공개
	아랍 에미리트	P2025-00108(출원일: 2025.01.13)		공개

문의처

기술문의	기술이전(1차)	기술이전(2차)
원자력시설청정기술개발부 임승주 박사	처분성능실증연구부 유재복	기술사업화팀 이재용
042-868-2748 | seungjoolim@kaeri.re.kr	042-868-2236 | jbyoo@kaeri.re.kr	042-868-4521 | jaylee93@kaeri.re.kr