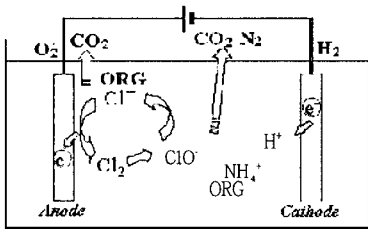


전해산화 시스템의 중수 처리 시설

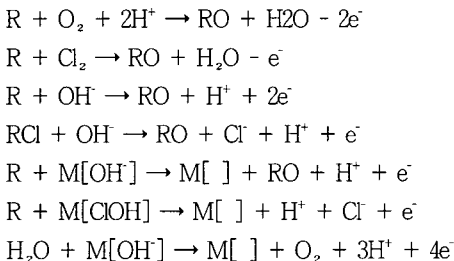
경원엔터프라이즈(주)
 경원생명과학연구소 수질환경연구팀
 윤 영 재

- ◆ 산업자원부 신기술 인증(NT 마크 획득)
- ◆ 전해산화 시스템 전극 제조 미국 특허 등록
- ◆ 전해산화 폐수처리 시스템의 개요



- 폐수에 접촉된 전극에 외부의 직류전원 공급
 - 전기화학적 산화 · 환원 반응 유도
 - 유기물질 및 질소 제거(암모니아, 아민류, 시안)
- 직접산화 과정 : 전극표면영역에서 산화
- 간접산화 과정 : 전극표면에서 발생하는 강력한 산화제에 의한 산화
 (Chlorate Compound, Activated Oxygenate Compounds)

1) 유기물 및 색도제거 메카니즘



2) 살균 메카니즘

- Anode 영역에서 발생된 잔류염소에 의한 살균 효과
 $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2 \rightarrow OCl^-$
 (일반적인 염소살균제의 종류와 살균 강도 :
 $HOCl > OCl^- > Chloramines$)
- Anode 영역에서 발생하는 높은 산화 준위에 의한 살균 효과
 전해산화과정에서 Anode 영역에서는 국부적으로 1,000mV이상의 높은 산화준위 발생 → 전위차에 의한 방전효과 → 미생물의 세포벽을 공격

◆ 전해산화 시스템의 특징

- 높은 산화력으로 난분해성 폐수처리 및 질소처리에 적합
- 각각의 폐수성상에 맞는 전극 및 시스템 설계로 전극 수명이 길다.
- 처리시간이 짧고 높은 처리효율로 인하여 폐수 처리부지의 소형화가 가능
- 운전이 간단하며 유지관리가 용이하여 인건비 절약 가능
- 별도의약품 투입이 없어 유지비 절약
- 후단 처리로 이용시 별도의 살균조 없이 살균 처리 가능
- 높은 산화력을 이용하여 하천 및 해양의 녹조 및 적조 제거 가능

◆ KW전해산화 폐수처리 시스템의 주요 응용분야

- 난분해성 유기물질 산화처리
(생물독성 물질이 함유되어 생물학적처리가 불가능한 폐수 : 항생제, 산화제, 티오우레아, 아닐린, ...)
- 고도산화처리
- 색도제거
- 질소처리 (암모니아, 아민류)
- 살균처리
- 시안처리

◆ 전해산화 시스템의 중수 시설 적용

1. 중수도의 정의

중수라 함은 한번 사용한 물을 어떠한 형태로든 한번 혹은 반복적으로 재사용하는 물(수도법3조14호)을 의미하며 생활용수(화장실 및 청소 등), 조경용수, 공업용수 등으로 활용. 이를 위한 제반시설을 중수도라 함.

2. 중수도의 설치 의무화

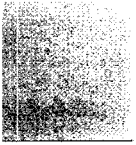
(수도법 제11조 - 시행 2001.9.29)

다음에 해당하는 시설물을 신축하는 경우, 단독 또는 공동으로 사용수량의 10%를 재이용할 수 있는 중수도를 설치 운영. 설치결과를 시장, 군수, 구청장에게 통보.

- 건축 연면적 60,000㎡ 이상인 다음의 시설
 - 숙박업 또는 목욕장업
 - 유통산업발전법 제2조 제3호의 규정에 의한 대규모 점포
 - 건축법에 의한 여객자동차 터미널 및 화물터미널, 철도역사, 공항시설
 - 항만시설 및 종합여객시설
 - 건축법 시행령 별표1 제10호의 업무시설
 - 교도소, 방송국 및 전신전화국
 - 기타 지방자치단체 조례로 정하는 시설
- 1일 폐수 배출량이 1,500㎡ 이상인 공장시설

3. 중수도의 수질기준

구 분	화장실 용수	살수 용수	조경 용수	세차 청소 용수
대장균 균수	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것	검출되지 아니할 것
잔류염소	0.2 mg/l 이상	0.2 mg/l 이상	-	0.2 mg/l 이상
외 관	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것	이용자가 불쾌감을 느끼지 아니할 것
탁 도	2 NTU 이하	2 NTU 이하	2 NTU 이하	2 NTU 이하
BOD	10 mg/l 이하	10 mg/l 이하	10 mg/l 이하	10 mg/l 이하
냄 새	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것	불쾌한 냄새가 나지 아니할 것
pH	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5	5.8~8.5
색 도	20도 이하	-	-	20도 이하
COD _{Mn}	20 mg/l 이하	20 mg/l 이하	20 mg/l 이하	20 mg/l 이하



4. 중수도 시스템 도입에 있어서 검토사항

시스템 도입시 검토사항		중요도
행정적 대응	법적으로 의무화	◎
주변환경	상수공급이 불안정한 지역	△
	하수도의 처리능력이 충분	△
처리수	화장실 용수로 충분히 이용	○
	기타 잡용수의 이용	○
원수	원수의 용량이 풍부하고, 수질이 양호	△
기상조건	동결의 염려	△
건물구조	건물의 지하 구조물을 이용	△
	건물에 시설 설치 공간	△
	건물내의 환기, 소음 대책이 가능	△
	건물내의 급수관이 이중으로 되어있음	○
비용	설치비용에 문제가 없으며, 운영비용이 경제적	△
	처리비용은 상수도 요금과 같은 정도	△
용수	충분한 유지관리가 가능	△

◎ : 대단히 중요, ○ : 중요, △ ; 필요

5. 중수도 도입시 효과

- 경제적 효과
 - 비교적 소규모의 투자로 큰 수익을 기대할 수 있는 투자사업
 - 현재 제조원가에 미치지 못하는 수도요금이 현 실화 할 경우 그 수익은 더욱 커질 것임
- 수자원 부족에 대한 대안
 - 대도시권의 근본적인 물 부족 현상을 극복
 - 댐, 정수장 및 하수 처리장의 시설 확충시기 연장과 시설용량 축소
- 수질오염의 방지 효과
 - 중수 사용량 만큼 하수 발생량이 감소하여 하천의 오염부하가 감소
 - 댐의 여유수량 증가로 양질의 물을 상수원으로 이용할 수 있고 하천 유지 용수량을 증가시켜 하천 수질 개선에 기여

6. 정부 및 지방자치단체 지원

- 상수도 요금 감면 : 용도에 따라 50~70% 감면
- 하수도 원인자 부담금 감면 : 전액 면제

- 환경개선 부담금 감면 : 전액 면제
- 설치비 세액 공제
 - 설치비의 5~10% 상당액을 법인세 또는 소득세에서 공제
- 초기 설치비 용자
 - 3~4억원의 자금을 연 6~7%의 낮은 금리로 용자 20억원의 자금을 3년거치 7년상환으로 용자. (환경관리공단)

※ (관련법규 : 수도법, 수도법시행령, 수도법시행규칙, 조세특례제한법, 지방자치단체조례)

7. KW전해산화 폐수처리 시스템의 경제성 분석

1) 1일 100톤 중수 사용 기준 경제성 분석

절감항목	절감비용(천원/일)	전해산화 시설/운영비
상수도 요금	126	• 시설비 : 200,000 천원 유지관리비(년간) -유지비 : 6,600천원 -감가상각 : 20,000천원
상수도 감면	63	
하수도료	72	
환경개선 부담금	15	
물이용 부담금	12	원인자 부담금
원인자 부담금	8	
합 계	296 108,040 천원/년	26,600 천원/년

2) 난분해성 유기물질 처리 (항생제, 산화제 중간원료 물질이 함유된 폐수)

	운전비 (원/㎡)	운전비 (원/㎡)	산 출 근 거
KW전해 산화법	6,080	CODcr (mg/L) 1,200→400(65%제거)	동력비용 : 105.6KWH/㎡ × 50원/KWH = 5,280원/㎡ 전해질비용 : 5Kg/㎡ × 100원/Kg × 1.6 = 800원/㎡
잔류염소	17,737	CODcr (mg/L) 1,200→400(65%제거)	H ₂ O ₂ /Fe ²⁺ = (wt ratio) 펜톤시약 사용량 : 4,000mg/L

3) 쓰레기 매립장 침출수 색도 처리
(전라북도 부안군 쓰레기 매립장 침출수 처리 후단 설비 기준, 실증설비)

	운전비 (원/㎡)	비 고	산 출 근 거
KW전해 산화법	350	색도 600→100(83%제거)	동력비용 : 9KWH/㎡ × 50원/KWH = 450원/㎡
펜톤 산화법	3,800	색도 600→100(83%제거)	H ₂ O ₂ /Fe ²⁺ = 1(wt ratio) 펜톤시약 사용량 : 850mg/L
활성탄 처리	850	색도 600→100(83%제거)	분말 활성탄 사용 비용 : 1㎡ × 0.6kg/㎡ × 1,417원/kg = 850원/㎡

8. 전산화 공정과 비교되는 타공정 (고도산화 처리)

주요공정	처리 대상 물질	상용화 여부	비 고
오존산화	살균, 색도 제거, 시안처리	살균용으로 일부 사용	운전비용 및 설치비용이 높으며 처리대상 물질에 제한 사항이 많음
펜톤산화	난분해성 유기물질	침출수 처리에 사용	설치비용은 저렴하나 약품주입에 따른 운전비용이 높으며, 슬러지가 과량 발생
염소주입법	살균, 암모니아	살균용으로 일부 사용	살균용으로 가능하나 고농도 암모니아 처리의 경우 약품 비용이 높아 적용 불가능
생물학적 고도처리	질소, 인	가장 보편적으로 사용(오수, 하수)	타 공법에 비하여 경제성 우수 생물독성이 있을 경우 적용이 불가능
광촉매 산화법	난분해성 유기물질	상용화 초기 단계	설비에 대한 제한 사항이 많음
초임계 유체법	난분해성 유기물질	상용화 초기 단계	설비비 및 운전비가 매우 높음

9. 현장 적용 실적

- 청주 농협물류센터 중수 시설
- 청주수 하수 종말처리장 pilot 운전 시설
- 부안군 위생매립장 침출수 처리 시설

* 기타 자세한 사항은 경원엔터프라이즈 ☎ 043-878-0833)로 문의 하시기 바랍니다.