

감압증발농축시설과 M.S.P(Molecular Separation method)공법을 이용한 난분해성혼합폐수처리에 관한 개선사례

- 수탁폐수처리 중심으로 -

오홍일 | 동남보건대학 환경생명과학과 교수
전용봉 | (주)한국엔비텍 대표이사

1. 서론

폐수수탁처리업체의 폐수처리방식은 대부분 중화, 응집 및 침전 등 물리, 화학적 처리인 전처리를 거쳐 폐수 전량을 열원을 사용하여 증발시키는 방식으로 증발된 가스에는 휘발성유기화합물질(VOCs)는 물론 향 및 아민계 악취원인 물질이 포함될 수 있다.

특히 직접 가열에 의한 순간 증발은 Boiling point(비등점)가 높은 물질도 Gas화 되어 증발Gas 내에 대기오염물질의 농도를 가중시키고 있으며 대부분 폐수수탁 처리업체에서 운영중인 직화식 및 상압식증발농축장치와 증발가스연소장치(폐가스소각장치)는 고 에너지가 소모되며 또한 발생증기를 전량 연소시켜 대기로 방출시키는 방식으로 휘발성유기화합물질(VOCs) 및 악취오염물질을 다량 발생시켜 민원의 소지가 되고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

2. 개선방향

최근 개발되어 실용화된 감압증발농축방식으로서의 전환을 시도함으로써 이전에 대부분 채용하여 설치 운영되고 있는 상압식증발농축방식의 단점을 보완하기로 하였는데 감압식증발농축방식은 낮은 온도(60℃) 수탁폐수를 증발시킴으로써 저 에너지 사용으로 인한 에너지 비용이 절대적으로 절감되며 또한 낮은 온도에서 수탁폐수가 증발됨으로써 60℃ 보다 Boiling point(비등점)가 높은 물질은 증발되지 않고 농축 분리되어 원천적으로 대기오염물질 부하를 줄일 수 있고 증발된 증기를 소각하는 방식이 아닌 응축 후 응축수 처리방식인 후처리방식을 채택하기로 하였다.

후처리방식으로는 기존 생물학적처리(장기폭기법)에서 발생할 수 있는 난분해성 유기물질로 인한 돌발적인 처리불능(난조)의 단점을 보완할 수 있는 방식의 저비점물질분리증류장치, R.O(Reverse osmosis) 및 A/C Filter(M.S.P공법)를 채택하였다.

3. 처리계획 폐수량 및 성상

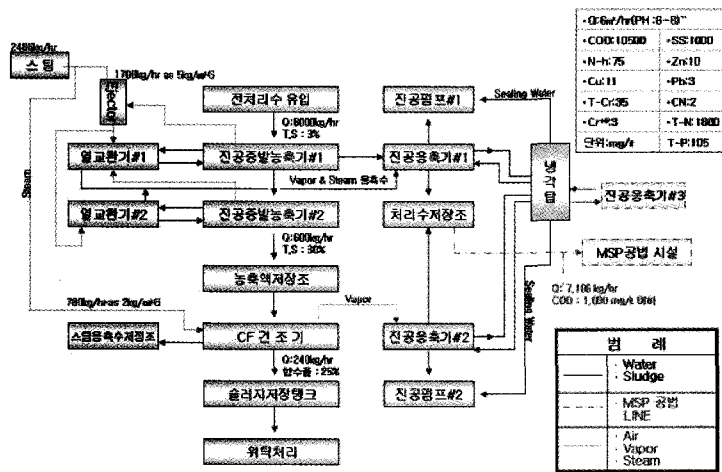
3.2 폐수의 성상

난분해성혼합폐수(수탁폐수)

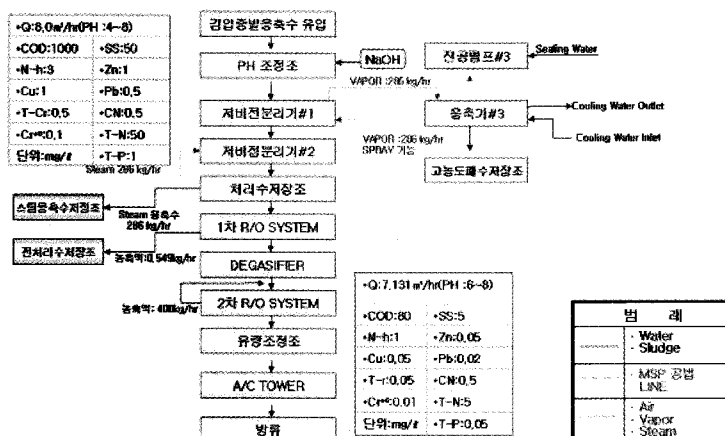
3.1 폐수량 : 6m³/hr

4. 처리공정도

4.1 감압증발농축시설



4.2 MSP 공법



5. 시설개요

5.1 감압증발농축시설

처리방식: 증발농축장치: TVR(Thermal Vapor Recompression), 2중 효용 관 방식, 강제순환형
: 건조장치(Cylindrical Film Dryer 방식)

시설개요: 2기의 증발기와 열교환기로 구성되며 증발기#2에서 증발된 증기를 증발기#1의 폐수를 가열하는 열원으로 사용되어지고 증발기#1에서 증발된 증기의 50%를 Steam Ejector로 흡입, 압축 하여 열교환기#2의 폐수를 가열하는 열원으로 사용하는 방식이다. 유입된 폐수를 진공증발농축장치에서 과 포화되기 직전까지 농축하고 농축된 농축액을 건조장치에 유입하여 Sludge(수분함수율 25%이하) 상태로 하는 건조하는 방식이다.

장 점: 증발된 증기를 에너지원으로 재사용하므로 Steam 소요량이 감소하여 유지관리비가 절감되며 증발증기를 전량 응축하여 후단에서 재 처리함으로써 대기오염물질 발생 문제의 소지가 없다.

5.2.M.S.P공법

처리방식: MSP공 법 (Molecular Separation Process Method)

시설구성: 저비점물질증류분리장치 + 1,2차 R/O SYSTEM + A/C TOWER

처리용량: 1단계: 저비점물질분리장치 ⇨ 저비점

물질증발량: 0.32kg/hr(응축 수유입량: 8m³/hr)

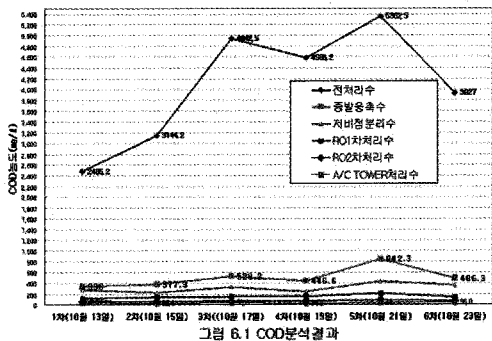
2단계: 1,2차 R/O SYSTEM ⇨ 8.0 m³/hr

3단계: A/C TOWER ⇨ 8.0m³/hr

시설개요: MSP공법은 증발응축수 중 저비점물질 분리설비와 저비점물질이 1차적으로 분리된 처리수 중 잔여오염물을 제거하는 설비로 구성된다. 저비점물질분리설비는 PH조정조(증발응축수저장조)와 내부에 감압이 형성된 Separation Tower#1, #2(저비점증류분리기), 진공응축기로 구성되고 Separation Tower를 거친 처리수중 잔여오염물질을처리하는 설비는 처리수저장조, 1차 R/O System, Degasifier, 2차 R/O System, A/C Tower순으로 구성된다.

장 점: 응축수 내 휘발성유기화합물(VOC's)을 제거함으로써 처리수질이 안정화 된다. 시설부지 면적이 Compact하고 응축수 수질의 부하변동에 대한 대처에 유연성이 있으며 다양한 혼합폐수 유입으로 인한 독성물질 유입에 관계없이 운영 가능.

6. 개선 후 운전결과



시설전환 후 COD분석결과 전처리수의 농도가 2500~5000mg/L이던 것이 처리공정을 거쳐 농도가 40~55mg/L로 약 99%의 처리효율을 보이고 있어 배출허용기준인 130mg/L를 기준으로 볼 때 안정적으로 처리되고 있음을 볼 수 있다. (그림 6.1)

물론 중금속은 전혀 검출되지 않았다.

또한 화석연료 사용량(B-A유일 때)이 대폭 감소하여 전체운저 비용이 55%가량 감소하였으며 기존 시설의 폐수 1m³ 당 처리비가 40,000~45,000원 인데 반해 시설개선 후 17,159원/m³로 약 45% 정도 대폭 감소하여 경제적인 효과가 있음을 알 수 있다.

7. 결론

기존 폐수수탁처리업하면 사업장 환경이 열악하고 지저분하여 근로자의 근무환경 뿐만아니라 주위 사업장에 나쁜 이미지가 있었고 일부에서는 부적절한 운영으로 인해 관청의 불신은 극에 달한 상태였다.

대안으로 한 때는 폐수를 한방울도 방류할 수 없는 무방류처리를 고집하여 증발농축 후 증발된 가스를 소각만 인정하다 보니 휘발성유기화합물질(VOCs) 및 악취오염물질로 인한 대기질의 악화는 또 다른 부작용을 낳고 있다.

이 때 즈음하여 증발농축방법을 상압에서 감압으로 하는 기술개발이 이루어져 저에너지 소요방식인 감압증발농축방식이 실용화되었고 100~150Torr, b.p 약 60℃에서 증발 농축됨으로 해서 b.p 60℃의 고비점물질은 자연적으로 증발 없이 농축 분리되고 저비점물질은 응축 후 다시 저비점물질분리증류장치에서 분리 농축되고 그 후 분자량이 큰 물질들이 RO(Reverse osmosis) 및 A/C Filter(M.S.P공법)를 거치면서 처리되어 유기물질은 COD가 평균 40~55mg/L로 안정적인 결과를 나타내게 되었다. 물론 중금속은 불검출 되었다.

특히 이 처리공법은 후처리방식을 생물학적처리(장기폭기법)에서 발생하는 난분해성유기물질로 인한 돌발적인 처리불능(난조) 상태의 단점을 보완 할 수 있는 방법으로 그 의의를 둘 수 있다.

물론 초기 시설투자에 대한 업체의 비용적 부담은 되지만 기존 처리비용의 약 50%가 절감되어 규모에 따라 2~3년 후에는 초기시설투자비용을 회수할 수 있고 처리효과가 안정적이라는 장점이 있다.

이 후로는 폐수수탁처리업체에 만이 아니라 소규모 난분해성혼합폐수 발생업체에서도 사용가능한 작은 규모의 장치도 개발, 실용화하여 환경개선에 이바지 하였으면 한다. ◀

「월간 '환경기술인」 정기구독안내

- 구독방법 : 무통장 입금 기본
- 구독료 : 6만원(1년)
- 구입문의 : (02) 852-2291(연합회 사무국)