



고도산화 여과 기술(O.F.P)

주식회사 피엔씨환경기술

1. 기술개요

공업 및 수처리용 여과기의 역사는 오래 전부터 이어져 내려왔다.

유럽에서는 16세기 초부터 물을 여과해서 사용했으며, 프랑스인 Josephamy는 1798년 상수용 시층 중력 여과기를, 영국인 Jeacock가 1791년 역세기능이 부착된 완속 사여과기를 만들어 특허를 취득하였고, 그 후 1844년부터는 하수여과에 Filter press를 개발하여 사용되어 왔다.

19세기 초 아메리카에서 금광이 발견되어 골드러쉬 시대를 맞으면서 금생산의 최대 문제점인 여과분리를 원활히 하고자 여과장치의 개발이 급속히 진행되었던바, 현대 Oliber filter로 명칭되는 다실회전원통형 진공연속여과기가 개발되어 1872년 William과 James hart 형제가 세계 최초로 특허를 취득하였으나 Hart 형제의 여과기는 여과, 탈수, 역세에 있어 Cake 제거의 기구, 여실 구조등에 어려운 문제점이 많았으나 개선과정을 거쳐, 점진적으로 발전하여 비로소 완벽한 여과기로 인정받게 되었다.

그 후 1908년 E.L. Oliber가 George moore로부터 특허사용권을 취득하여 Oliber filter라는 상품명으로 수십년간 생산해 세계 각지에 많은 공급을 해오고 있으며 Oliber filter의 상표를 모르는

사람이 없을 정도로 세계적으로 인지도가 높다 하겠다.

여과기는 현재까지 특정한 여과목적을 위하여 개발한 사례가 많았지만 여과기를 선정하는데 기술적으로 어려움이 많이 존재한다

본 설비는 촉진산화법(ADVANCED OXIDATION PROCESS)을 PRE-COAT FILTER와 접목하여 산화와 여과기능이 동시에 이루어져 원수의 SS, BOD, COD 유기물 등을 제거하며 아울러 살균, 탈취, 탈색을 병행 처리하는 설비이다.

설비의 특징은 오존(O₃)에 과산화수소(H₂O₂)를 적정량 참가하여 기체와 액체를 동시에 이송 교반 할 수 있는 특수 와류터빈펌프에 의해 오존, 과산화수소, 원수를 교반 압송하여 가압용해 하는 방식으로서 오존과 과산화수소가 완전 분해반응하여 잔류오존이 발생하지 않으므로 오존의 손실이 없으며 오존과 과산화수소는 물과 반응하여 히드로키시라디칼(수산기)을 생성시켜 물속의 유기물을 분해하고 탈색, 탈취, 살균과 0.5 μ m이상의 부유물질(SS)을 동시에 제거하기 위한 FILTER ELEMENT가 장착되어 있다.

또한 원수에 함유하고 있는 0.5 μ m이하의 부유물질(SS)이나 0.1 μ m이하의 콜로이드성 미립자를 급속 산화시켜 역세주기를 연장해주는 역할을 한다.

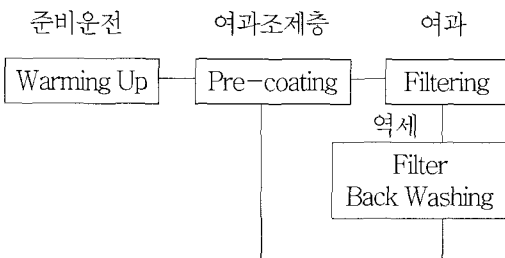


2. 기술 내용

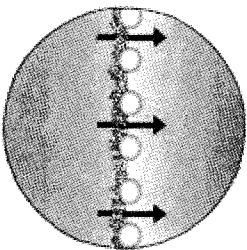
2.1. 개요

여과조제(규조토, 활성탄등)를 이용하여 FILTER에 COATING층을 형성시켜 이를 이용하여 여과하는 방식으로 0.5 μ m이상의 미세 부유물질(Suspended Solid)을 완벽하게 제거 할 수 있다. 여과조제를 규조토를 사용하여 기존 모래여과기의 제거 불가능 범위인 미세부유물질을 제거 할 수 있고 기존 카트리지와 R/O시스템에 비하여 설비비 및 유지비가 저렴하다는 장점이 있다.

2.2. PRE-COAT FILTER 구성 및 공정 순서



2.2.1 제 1 공정(Pre-Coating Cycle)



FILTER ELEMENT에 규조토를 이용하여 코팅을 하는 공정이다. 이는 프리코트 탱크를 두어 규조토를 일정량 투입 하여 여과

CHAMBER와 Pumping 순환시킨다.

이 공정을 Pre-coating cycle이라고 하며,

5~10분의 단시간에 다음 공정으로 옮겨진다.

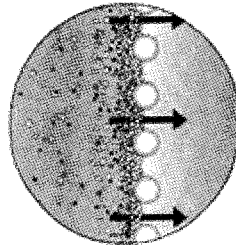
* Pre-coat의 목적

1) 부유물질(SS)등으로 인한 Filter의 막힘을 방지하며 보호한다.

2) 역세운전시 Cleaning을 쉽게 한다.

3) 부유물질의 입자크기에 따라 여과조제를 선택할 수 있다.

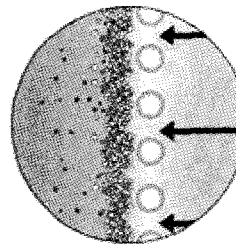
2.2.2 제2공정(FILTERING)



PRE-COATING이 완료 되면 COATING 된 여과층을 이용하여 원수를 여과 하는 공정이다.

부유물질은 코팅된 규조토 겉면에 포집된다. 부유물질의 계속적 포집으로 인하여 여과 CHAMBER내의 압력이 올라가게 되며 압력이 4kg/cm²이상이 될 경우 여과능력이 소멸 된 것으로 보고 역세를 하여 준다.

2.2.3 제3공정 (BACK WASHING)



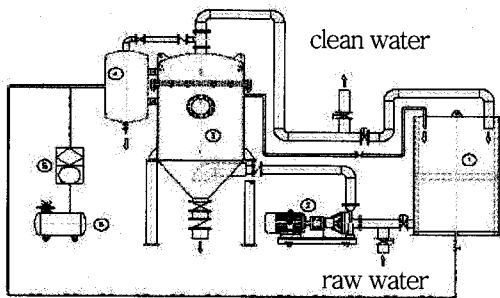
역세는 압축공기(5kg/cm²)를 이용하여 여과수의 역방향으로 공기를 투입하여 COATING 된 여과층을 떨어준다. 역세된 SLURRY

는 별도 처리 혹은 폐기 한다.



2.2.4 다시 처음 공정이 PRE-COAT 공 정부터 시작 한다

2.3. 장치의 구성



<flow-sheet>

① PRE-COAT TANK : 프리코터 공정에 사용되는 여과보조제를 일정한 투입하여 FILTER CHAMBER와 PUMP간의 순환을 위한 TANK

② FILTER PUMP : 여과에 이용되는 PUMP로 최소 4kg/cm²이상의 압력을 낼 수 있어야 한다.

③ 여과 챔버 : 프리코팅이 되는 특수 FILTER 가 내부에 충전되어 있는 CHAMBER이다. 챔버 내부에 여과 FILTER인 코일스프링과 여과포로 외부를 감싼 필터를 수직으로 배치시켜 필터 겉면에 여과보조제(규조토, 활성탄 등)로 프리코트하여 얇은 여과 보조제층을 형성시켜 이를 이용하여 액을 통과 시켜 여과하는 내압 챔버이다. 계속되는 여과로 CHAMBER내에 압력이 4kg/cm² 이상이 되면 압축공기를 이용 역세를 하여야 한다.

④ AIR TANK : 역세시 필요한 압축공기(5kg/cm²)를 저장하는 TANK

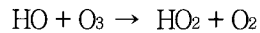
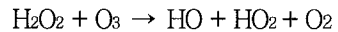
⑤ AIR REGUALTOR : 역세 압력을 조절하는 AIR UNIT(5kg/cm²)

⑥ AIR COMPRESSOR : 역세시 필요한 압축 공기 공급을 위한 장치

2.4 고도산화법

2.4.1 OZONE(O₃) + H₂O₂ 고도산화 메카 니즘

중성 또는 알칼리성 기반으로 과산화수소 용액을 오존처리하면 다음과 같이 반응이 일어난다.



따라서 피처리수에 소량의 과산화수소를 첨가하고 통상의 방법으로 오존 처리하면 OH라디칼이 발생해서 포화유기화합물과 반응이 가능해진다.

2.4.2 고도산화처리(AOP) 효과

오존처리는 반응기구와 특성으로부터 두가지 다른 이용법이 있다. 한 가지는 이중결합이나 전자 밀도가 높은 부위를 갖는 화합물의 선택적인 분해이다. 또 한가지는 과산화수소 등을 첨가하여 차별 없이 유기화합물을 탄산가스나 물에 완전산화시키는 것이다.

불포화화합물의 분해로 얻어지는 대표적인 처리효과는 탈색이다. 많은 포화유기화합물이 흡수하는 빛의 파장은 200nm 이하의 자외선으로 무색인데, 불포화결합은 일반적으로 포화결합으로부터 장파장의 빛을 흡수한다. 에틸렌과 같은 하나의 중결합의 최대흡수파장은 162.5nm 부근이하의 극자외광인데, 두 개의 이중결합이 하나의

결합으로 연결된 브타디엔은 217nm, 세 개로 연결된 핵시트리엔은 260nm와 같이 흡수는 순차적으로 장파장측으로 이동한다. 11개 연결된 β-카로틴이 되면 451nm가 되어 착색하게 된다.

이처럼 하나의 결합으로 연결된 이중결합의 수가 증가하면 흡수파장이 장파장측으로 이동해서 착색하므로, 오존에 따라서 이중결합을 절단하면, 반대로 단파장 이행하여 탈색된다.

오존은 탈취에도 유효한데, 냄새나는 물질에 관해서는 착색물질만큼 일반성은 없다.

냄새 나는 물질은 이중결합이나 전자밀도가 높은 부위를 갖는다고 생각된다.

미생물의 불활성화는 오존에 따른 세포벽의 파괴에 의한 생물기능저해, DNA의 손상, 세포질 유출등에 의한 것이라 여겨진다. 바이러스의 불활성화는 오존이 직접 DNA나 RNA에 손상을 입힌다고 생각된다.

모두 살균이나 불활성화는 이중결합의 절단과 관계할 것이다. 전 절에서 기술한 것처럼, 오존반응은 저분자화와 카르본산의 생성이다. 반응단계에 따라 카르본산에 이르기 전의 알데히드, 케톤, 과산화물에도 있는데 이와 같은 오존반응 생성물은 불안정해서 일반적으로 생물에 의해 분산된다. 오존처리에 의해서 생물분산성이 향상하는 것을 생각할 수 있다.

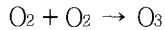
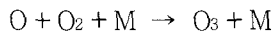
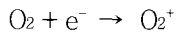
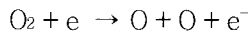
축진 오존반응법은 오존반응과 기본적으로 다르며, 무차별 환전산화이다. 라디칼 소멸제의 공중에 의해서 효율저하를 얻을 수 있는데, 유기물의 고도제거, 농약 등의 난산화성 물질의 제거에 적용할 수 있다. 과산화수소 첨가 오존처리법은 종래의 오존처리에 과산화수소만을 첨가하는 단순한 방법이다.

유럽에서는 정수처리에서 농약분해에 실용되

고 있으며 미국에서는 정수탈취의 필요 오존량 절감이 검토되고 있다.

2.4.3 무성방전법

전극사이에서 유리나 세라믹 같은 유전체를 끼우고 공기나 산소를 불어넣으면 전 극에 고압(6^{kV}~15^{kV})을 가하면 방전공간에서 다음 반응에 의하여 오존이 발생된다.

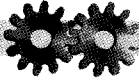


무성방전법의 경우 오존생성 효율은 오존 농도에 따라 틀려지지만 공기를 원료로 할 경우 10~35g/m³, 산소를 원료로 할 경우에는 50~150g/m³의 농도를 얻을 수 있고, 소비전력은 수냉식 냉각수 냉각온도 25의 경우 산소가 원료일 때 10~13KWH/kg-O₃이며 공기가 원료일때는 15~20KWH/kg-O₃이다.

2.4.4 미반응 오존의 처리장치(배오존)

오존이 접촉조에서 완전히 D해가 되기 어려우므로 미반응 오존이 배출 될 수 밖에 없다. 미반응오존은 국내의 경우 0.1mg/ℓ로 처리하여 배출해야 한다.(산업안전보건법, 환경기준법) 미반응오존 파괴장치는 주로 활성탄 흡착법, 열분해법, 촉매법, 약액세정법등이 있다. 국내에서는 주로 열분해법, 활성탄흡착법, 촉매법이 많이 이용되고 있다.

* 열분해법 : 300℃이상에서 1~3초 접촉시 미반응오존은 100% 파괴 된다.



2.4.5 오존의 인체에 대한 영향

오존(ppm)	작 용
0.01~0.02	다소 냄새를 느낀다.
0.1	확실히 냄새가 나고, 코나 목에 자극을 느낀다.
0.2~0.5	3~6시간 노출되면 시각이 떨어진다
1~2	2시간 노출로 두통, 흉부통 상부기도 건조와 기침이 나며 계속 노출되면 만성중독증에 걸린다.
5~10	백박이 증가, 몸이 아프며 마비증세가 올 수 있다.
15~20	작은 동물은 2시간 이내에 사망한다.
50	사람의 경우 1시간으로 생명이 위험하다.

3. 활용 현황 및 전망

3.1 설비 도입의 당위성

1) 환경부가 중수도 수질의 요구 품질과 최종 배출수의 허용 기준이 점진적으로 2005년까지 계속 강화 될 것으로 예고 되고 있어 모래여과기 등 기존의 공법으로는 법적요구 수질 확보가 불가능하게 되어 향후 중수도와 최종 배출수 정화 처리는 당사의 OFP(OZONIZE FILTRATION PROCESS) 여과기나 멤브레인 장치가 요구되는 시점에 있다.

2) 멤브레인 장치로 충분한 수량 처리 능력 확보를 위하여는 현재의 상수도 원가의 2~3배의 비용발생이 예상되므로 경제성이 없다. 따라서 향후 OFP PRE-COAT FILTER의 우수성을 인식

하게 된다면 당사의 본 기종의 수요는 가히 폭발적일 것으로 예측된다.

3.2 적용처 및 전망

하수종말처리장의 방류수, 공장폐수 배출수 및 목욕탕, 수영장순환수, 수경재배, 각종세척수등 사용한 물을 재활용 할 수 있고, 정수장, 음용수, 쥬스 등 각종 액상을 여과하는데도 탁월한 성능을 발휘한다 따라서 중수도의 활용시에 적극적인 검토 대상이 될 수 있다.

3.3 기존 여과설비에 대한 잇점

- 물 사용량 절약(물값 절약)
- 연료비/전기로 절감
- 필터의 유지 관리비 절감: 교체 불필요(반영구적)
- 설치 공간의 절약

3.4 설비의 특징

- 1) 효율성
 - ㉠ 부유물질(SS)을 0.5 μ m 이상 99.9% 여과 포집 가능.
 - ㉡ 유기물, BOD, COD, 페놀 등, 95%이상 제거.
 - ㉢ 탈취, 탈색, 살균 완전제거.
 - ㉣ 무방류시스템으로서 원수 손실 없음.
 - ㉤ 필터수명이 반영구적으로 교환하지 않는다.
 - ㉥ 초정밀여과로 성능이 우수하다.
- 2) 경제성
 - ㉦ 설치공간이 타설비에 비해 1/4로 축소됨.
 - ㉧ 설비가격이 타설비에 비해 1/2이하로 초기



투자비가 적다.

- ㉠ 완전자동화로 무인운전을 할 수 있다.
- ㉡ 운전비가 타설비에 비해 1/3수준으로 저렴하다.
- ㉢ 기존 폐수설비에 접목하여 사용할 수 있다.

4. 기술적, 경제적 파급효과

4.1 기술적 파급효과

기존 보급되어 있는 여과설비의 초기 투자비

대비 성능을 비교 검토하였을 경우 향후 여과기 분야에 있어, 성능면, 사용처에 따른 세대교체의 효과를 볼 수 있다. 모래 여과기 및 카트리리지 필터에 대한 우수한 성능을 발휘 할 수 있으며, 멤브레인 필터에 대한 경제성의 우의를 접하면서, 정밀 여과의 효과를 볼 수 있다. 부유물질의 제거라는 측면에서의 여과기의 맹점인 필터의 막힘 현상을 효과적인 역세 방법으로 해결함으로써 여과 필터재의 교체수명을 연장하였으며, 여과 보조제를 사용함으로써 일정한 성능을 유지 할 수 있다.

구분	종류 항목	모래(SAND) 여과기	카트리리지 (CARTRIDGE)여과기	막여과기			프리코터 (PRE-COAT) 여과기
				RO, NF	UF	MF	
성능	최소여과입자 (μm)	50	1	0.00001	0.001	0.1	0.5
	여과효율(%)	75	90	100	99.999	99.999	99.9
	여과속도(m/hr)	10이하	5이하	3이하	3	3이하	5이하
	사용압력(kg/cm ²)	3	5	10	10	10	10
	사용온도(°C)	60이하	150이하	25이하	25이하	25이하	150이하
	여과정밀도	불균일	불균일	균일	균일	균일	균일
	역세기능	있다.	없다.	있다	있다	있다	있다
경제성 (사여 과기 기준)	교체주기(개월)	3~6	1~3	3~6	3~6	3~6	36~60
	여과보조제	있다	없다	없다	없다	없다	있다
	동력사용량	적다	많다	많다	많다	많다	적다
	설치면적	1	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25
	운전비용	1	2	5	4	3	1
	설치비용	1	2	5	4	3	2

4.2 경제적 파급효과

여과설비의 도입단계는 여러 가지 전문성을 검토하여 최종사용수질에 대한 보증을 요하는 것이

므로 해당수질에 대한 성능을 요하는 설비를 검토시 충분한 경쟁력을 가지고 있으며, 초기투자비, 유지관리비, 설치 공간등을 고려하였을 경우 충분한 경제성을 확보 할 수 있다.

문의처 : 031)400-3880