



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년02월21일
(11) 등록번호 10-1235003
(24) 등록일자 2013년02월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 3/06 (2006.01) B01D 65/02 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01) C02F 1/78 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0117050

(22) 출원일자 2012년10월22일

심사청구일자 2012년10월22일

(56) 선행기술조사문헌

JP2005288442 A*

KR100752792 B1*

KR100877805 B1*

KR100987294 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

주식회사 태영건설

경기도 고양시 일산동구 정발산로 24 (장항동)

(72) 발명자

김우구

서울특별시 송파구 문정동 올림픽훼미리타운 306동 1503호

이윤규

서울특별시 서초구 반포1동 리체아파트 104동 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

허수준

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 김대영

(54) 발명의 명칭 여과, 역세, 세정 기능의 올인원펌프를 이용한 침지식 막여과 고도정수처리설비

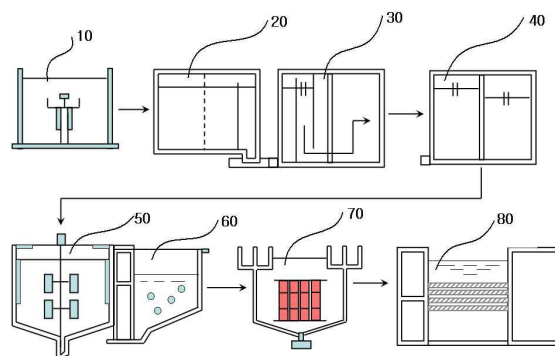
(57) 요약

본 발명은 침지식 막여과 고도정수처리장치에 관한 것으로

자동역세스크린(10)과; 착수정(20)과; 오존접촉조(30)과; 급속혼화지(40)와; 응집지(50)와; 침전지(60)와; 막여과지(70)와; 활성탄여과지(80)로 구성되어 침지식 막여과 고도정수처리 시스템은 99.99% 이상의 병원성 미생물 제거에 탁월한 효과가 있으며 설비 자동화와 집적화가 가능하다.

뿐만 아니라 비상시 수질에 안정적으로 대처할 수 있으며, 분리막 공기세정 운영방법, 기동과 정지로 인한 고장 원인을 배제하기 위해 여과/역세/세정의 all-in-one Pump 기능을 발휘하기 위한 배관 및 제어 설비와 역세수조 구성변화를 통해 고효율 저에너지 시스템을 구성함으로써 유지관리비를 최소화할 수 있는 장점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

강호정

서울특별시 강동구 천호2동 327 강변그대가 갤럭시
A 202동 802호

연경호

서울특별시 마포구 합정동 467 동원한강파크빌아파
트 1-606

특허청구의 범위

청구항 1

침지식 막여과 고도정수처리장치에 있어서,

상기 침지식 막여과 고도정수처리장치는 유입되는 원수에 포함된 고형물과 협잡물을 제거하여 막 유로폐색과 막 표면의 손상을 방지하는 자동역세스크린(10)과;

상기 자동역세스크린(10)에 인접하여 설치되며 유입되는 원수의 수위변화를 안정시키고 동일한 수두공급을 통해 오존 주입시 혼화기능을 증대시키는 착수정(20)과;

상기 착수정(20)에 인접하여 설치되며 오존을 주입하여 조류, THMs 전구물질, 유기물, 철/망간과 같은 중금속을 산화시키는 오존접촉조(30)와;

상기 오존접촉조(30)에 인접하여 설치되며 1초 이내 약품을 투입하여 급속 혼화함으로서 응집효율을 개선시키는 급속혼화지(40)와;

상기 급속혼화지(40)에 인접하여 설치되며 플록형성, 플록강도 향상, 막오염 저감, 투과 플럭스 상승, 탁질물질 제거효과를 상승시키기 위한 응집지(50)와;

상기 응집지(50)에 인접하여 설치되며 중력침강에 의한 침전 가능물질을 제거하여 막 부하 경감시키고 오존 반감기 이상의 체류시간을 확보하여 오존에 의한 막의 산화를 방지하여 수질사고와 같은 비상시 대응시간 확보하고 고탁도 원수의 유입시 이를 침전 처리하여 막부하를 경감시킬 수 있는 침전지(60)와;

상기 침전지(60)에 인접하여 설치되며 현탁성 입자, 병원성 미생물을 제거하고 회수율을 90%이상 극대화하는 여과, 역세 및 세정작업을 수행하는 막여과지(70)와;

상기 막여과지(70)에 인접하여 설치되며 THMs, HAAs와 같은 소독부산물과 geosmin, 2-MIB와 같은 냄새 유발물질을 제거하기 위한 활성탄여과지(80)로 구성된 것을 특징으로 하고,

상기 막여과지(70)에는 공기압 버터플라이밸브 막여과 유입수문이 형성되어 막여과 유입수문을 막여과지의 수위와 연동하여 제어할 수 있는 것을 특징으로 한 침지식 막여과 고도정수처리장치

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 막여과지(70)에서의 여과, 역세 및 세정(CIP)공정은 하나의 펌프를 통해 수행되는 것을 특징으로 한 침지식 막여과 고도정수처리장치

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 막여과지(70)에서는 PM(Permanent Magnet)모터, 인버터, 임펠러로 구성된 에어베어링 타입의 단단 터보블로워 [VVVF (variable voltage variable frequency) hydrodynamic foil bearing turbo blower)를 적용하여 기존 연속송풍에 공기소요량을 50% 이상 절감할 수 있는 것을 특징으로 한 침지식 막여과 고도정수처리장치

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 막여과지(70)의 막모듈과 외부의 배관 사이에 공기압식 볼밸브를 설치하여 압력저감시험 후 관내압에 의한 정상운전까지의 시간지연이 3분 이내로 작동 되도록 하는 것을 특징으로 한 침지식 막여과 고도정수처리장치

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 고효율·저에너지 침지식 막여과 고도정수처리 시스템 및 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 자동역세 스크린, 착수정, 오존접촉조, 급속혼화지, 응집지, 침전지, 막여과지 및 활성탄여과지로 구성되어 고조류, 고탁도 및 높은 농도의 철/망간의 유입, THMs 소독부산물 등이 유입되는 비상시 운전 조건 하에서도 고효율·고집적·저에너지 정수처리가 가능한 침지식 막여과 시스템 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

- [0002] 일반적으로 침지식 고도정수처리 시스템은 여름철의 고탁도 부유물질에 대한 부하변동이 클 경우 송풍기에 의한 분리막 공기세정 기술에 의해 매우 효과적인 처리공정으로 전 세계에서 적용되고 있다. 침지형 분리막은 압력용기 없이 수조에 직접 침지시켜 사용함으로써 처리용량이 대용량(2만톤/일 이상)일 경우 고집적성으로 인해 경제성이 높으며 진공펌프에 의한 오리피스 효과로 인해 동력비가 적게 드는 장점이 있다.
- [0003] 침지식 막여과를 이용한 고도정수처리 방법에 관한 기술로는 등록특허 10-0666831를 들 수 있는 데, 상기 문헌은 스크린과, 분말활성탄 접촉조와, 혼화 응집조와, 침지식 막여과조로 구성되며, 상기 침지식 막여과조는 공칭 공경 0.04 μm , 내부 강화지지층을 갖는 PVDF (polyvinylidene fluoride) 재질의 중공사 한외여과(UF) 막을 여과조 내에 침지시켜 여과하는 것으로, 10 ~ 14분 여과, 15초 ~ 30초 역세정을 주기적으로 자동 반복하는 여과방식으로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- [0004] 상기한 구성의 시스템에서 분말활성탄 처리조에서 맛, 냄새 유발 물질과 농약 등 미량 유기화합물을 제거하고, 혼화응집조에서는 소독부산물 전구물질, 색도, 부유물질 등을 고도응집(enhanced coagulation) 처리한 후, 침전지를 거치지 않고 침지식 막여과조에서 응집된 고형물질과 병원성 세균, 바이러스 등을 직접 여과함으로써 고도정수처리 수질을 유지하면서 고탁도에서도 직접여과가 가능한 침지식 막여과 정수처리 장치를 이용하여 막여과 성능을 안정적으로 유지하고 침전지를 생략하여 설치부지 소요면적이 작으며, 응집제 등 약품사용량을 줄임으로써 경제적이고 컴팩트한 막여과 고도정수처리가 가능하다.
- [0005] 그러나 상기 문헌은 적용실적이 낮고 시공경험 및 운전 경험이 부족하여 각 공정별로 다양한 현장 문제점이 발견되고 있으며 특히 고조류, 철/망간의 유입 등의 비상시 수질문제에 적절하게 대처하지 못하고 있다.
- [0006] 또한 미세 스크린의 역세펌프로 인해 운전전력이 상승하는 문제와, 여과펌프 및 배관-역세펌프 및 배관-화학세정 펌프 및 배관이 따로 구성되어 있어 초기 기계 설치비 상승 및 복잡한 배관 라인의 공간 부족으로 우회배관 라인 구성 등 시공과정에서 많은 문제점이 발견되었다. 분리막 공기세정을 위한 터보블로워 설치시 간헐폭기로 인한 잦은 기동과 정지로 갑작스런 서지점 운전이 발생하는 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 등록특허 10-0666831

비특허문헌

[0008] (비특허문헌 0001) 없음

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 발명된 것으로서, 보다 구체적으로 고조류, 고탁도, 철 및 망간 유입 등 비상시 안정적으로 수량과 수질에 대처하기 위한 공정구성과 저에너지를 구현하기 위한 침지식 막여과 고도정수처리 장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 주된 과제로 삼는다.
- [0010] 또한, 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치는 자동역세스크린을 착수정 전단에 위치하여 원수의 유입압력을 1.0 kgf/cm^2 이상 유지되도록 하여 이를 통해 역세를 수행하여 펌프 설비비와 전력소모량을 절감할 수 있는 막여과 고도정수처리 장치를 제공하는 것을 해결하고자 하는 또 다른 과제로 삼는다.
- [0011] 한편 본 발명은 수밀성이 좋고 개폐속도가 빠른 공기압 버터플라이밸브 막여과 유입수문을 개발하여 기존 개폐속도가 늦어지면서 역세 및 유지세정시 원수유입이 중단하여야 하는 문제를 해결할 수 있는 막여과 고도정수처리 장치를 제공하고,
- [0012] 여과펌프 1대로 여과, 역세 그리고 CIP 기능을 수행하여 침지식 막여과의 짧은 여과(15분) 및 역세(0.5분) 주기로 인한 여과 및 역세펌프의 기동 및 정지 상태의 반복에 의한 고장 문제를 해결할 수 있는 막여과 고도정수처리 장치를 제공한다.
- [0013] 뿐만 아니라 본 발명은 분리막의 오염을 방지하기 위한 공기세정방식에서 터보블로워 적용하여 30 NTU이하의 저탁도 운전시 송풍량 저감에 따라 기존 연속운전에 비해 63.9%의 공기소요량을 절감할 수 있어 막여과 전력비의 50% 이상을 차지하는 송풍기의 전력 소모량을 절감할 수 있는 에너지 효율이 우수한 막여과 고도정수처리 장치를 제공하고,
- [0014] 에어벤트를 막모듈과 정세펌프 배관사이에 설치하여 압력저감시험(PDT) 후 관내압에 의한 정상운전 재개 시점이 30분 이상 지연되어 정상운전 시간이 감소되는 문제를 해결할 수 있는 고도정수처리 시스템을 제공하는 것을 주된 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기한 과제를 해결하기 위하여 본 발명은
- [0016] 유입되는 원수에 포함된 고형물과 협잡물을 제거하여 막 유로폐색과 막표면의 손상을 방지하는 자동역세스크린(10)과;
- [0017] 상기 자동역세스크린(10)에 인접하여 설치되며 유입되는 원수의 수위변화를 안정시키고 동일한 수두공급을 통해 오존 주입시 혼합기능을 증대시키는 착수정(20)과;
- [0018] 상기 착수정(20)에 인접하여 설치되며 오존을 주입하여 조류, THMs 전구물질, 유기물, 철/망간과 같은 중금속을 산화시키는 오존접촉조(30)와;
- [0019] 상기 오존접촉조(30)에 인접하여 설치되며 1초 이내 약품을 투입하여 급속 혼합함으로써 응집효율을 개선시키는 급속혼화지(40)와;
- [0020] 상기 급속혼화지(40)에 인접하여 설치되며 플록형성, 플록강도 향상, 막오염 저감, 투과 플럭스 상승, 탁질물질 제거효과를 상승시키기 위한 응집지(50)와;
- [0021] 상기 응집지(50)에 인접하여 설치되며 중력침강에 의한 침전 가능물질을 제거하여 막 부하 경감시키고 오존 반감기 이상의 체류시간을 확보하여 오존에 의한 막의 산화를 방지하여 수질사고와 같은 비상시 대응시간 확보하고 고탁도 원수의 유입시 이를 침전 처리하여 막부하를 경감시킬 수 있는 침전지(60)와;
- [0022] 상기 침전지(60)에 인접하여 설치되며 현탁성 입자, 병원성 미생물을 제거하고 회수율을 90%이상 극대화하는 여과, 역세 및 세정작업을 수행하는 막여과지(70)와;
- [0023] 상기 막여과지(70)에 인접하여 설치되며 THMs, HAAs와 같은 소독부산물과 geosmin, 2-MIB와 같은 냄새 유발물질을 제거하기 위한 활성탄여과지(80)로 구성된 것을 특징으로 하는 침지식 막여과 고도정수처리장치를 과제 해결

을 위한 수단으로 제공한다.

- [0024] 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치에서는 상기 자동역세스크린으로 유입되는 원수의 유입압력은 1.0 kg f/cm² 이상으로 유지되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0025] 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치에서는 상기 막여과지에는 공기압 버터플라이밸브 막여과 유입수문이 형성되어 막여과 유입수문을 막여과지의 수위와 연동하여 제어할 수 있는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0026] 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치에서는 상기 막여과지에서 여과, 역세 및 세정(CIP)은 하나의 펌프를 통해 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치에서는 상기 막여과지에서 PM(Permanent Magnet)모터, 인버터, 임펠러로 구성된 에어베어링 타입의 단단 터보블로워 [VVVF (variable voltage variable frequency) hydrodynamic foil bearing turbo blower)를 적용하여 기존 연속송풍에 공기소요량을 50% 이상 절감할 수 있는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치에서는 상기 막여과지의 막모듈과 외부의 배관사이에 공기압식 볼밸브를 설치하여 압력저감시험 후 관내압에 의한 정상운전까지의 시간지연이 100~300sec 이 되도록 작동되는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치에서는 상기 막여과지와 상기 활성탄여과지 사이에 역세수조가 설치되며,
- [0030] 상기 역세수조에서는 산-알칼리-산 순으로 세정약품을 투입하여 회복세정이 수행되는 것을 특징으로 할 수 있다.

발명의 효과

- [0031] 상기한 특징을 갖는 본 발명에 따르면, 침지식 막여과 고도정수처리 시스템은 기존 의 막여과 공법과 동일하게 99.99% 이상의 병원성 미생물 제거에 탁월한 효과가 있으며 설비 자동화와 집적화가 가능하고,
- [0032] 비상시 수질에 안정적으로 대처할 수 있으며, 분리막 공기세정 운영방법, 기동과 정지로 인한 고장 원인을 배제하기 위해 여과/역세/세정의 올인원 펌프(all-in-one Pump) 기능을 발휘하기 위한 배관 및 제어 설비와 역세수조 구성변화를 통해 고효율 저에너지 시스템을 구성함으로써 유지관리비를 최소화할 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치의 시스템 구성도이다.
- 도 2는 공기압 버터플라이밸브의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 침지식 막여과 설비의 P & ID를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본원발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치의 1cycle 당 당 간헐폭기 방식을 나타낸다.
- 도 5는 막모듈과 외부의 배관사이에 설치되는 공기압식 볼밸브의 외형을 나타내는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하 도면과 실시예를 바탕으로 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.
- [0035] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용에 상세하게 설명하고자 한다.
- [0036] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0037] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [0038] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

- [0039] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.
- [0040] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0041] 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0042] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0043] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0044] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다.
- [0045] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0046] 도 1은 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치의 시스템 구성도이다. 도시된 바와 같이 본 발명의 침지식 막여과 고도정수처리장치는 자동역세스크린(10)과; 착수정(20)과; 오존접촉조(30)과; 급속혼화지(40)와; 응집지(50)와; 침전지(60)와; 막여과지(70)와; 활성탄여과지(80)로 구성된다.
- [0047] 상기 자동역세스크린(10)은 유입되는 원수에 포함된 고형물과 협잡물을 제거하여 막 유로폐색과 막표면의 손상을 방지한다.
- [0048] 상기 자동역세스크린(10)으로 유입되는 원수의 유입압력은 1.0 kgf/cm² 이상으로 유지되는 것이 바람직하다. 기존의 침지식 막여과장치는 일반적으로 착수정 후단에 스크린 장치가 위치하여 원수 압력이 0.2kgf/cm²이하로 유입되는 경우 역세펌프를 추가로 설치하여 스크린 역세를 수행하여야 하는 문제가 있었다. 이는 추가적인 펌프의 설치 및 전력소모량 증가 등과 같은 경제적인 문제를 발생시키는 원인이 되었다.
- [0049] 본 발명은 착수정 전단에 자동역세스크린을 설치하고 유입원수의 압력을 1.0 kgf/cm² 이상 유입시키도록 함으로써 상기와 같은 추가적인 비용 발생의 문제를 해결하였다.
- [0050] 상기 착수정(20)은 상기 자동역세스크린(10)에 인접하여 설치되며 유입되는 원수의 수위변화를 안정시키고 동일한 수두공급을 통해 오존 주입시 혼화기능을 증대시킨다.
- [0051] 상기 오존접촉조(30)는 착수정(20)에 인접하여 설치되며 오존을 주입하여 조류, THMs 전구물질, 유기물, 철/망간과 같은 중금속을 산화시킨다.
- [0052] 상기 오존접촉조(30)를 통한 오존의 주입량은 평상시 0.5 ~ 1.0 mg/ℓ 인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니고 당업자라면 상기한 조류번성기(오존주입량: ~ 2.0mg/ℓ), 고탁도 유입(오존주입량: ~ 3.0 mg/ℓ), THMs 전구물질, 유기물, 철/망간과 같은 중금속을 산화시키기에 적절한 양만큼 투입시킬 수 있다.
- [0053] 상기 급속혼화지(40)는 오존접촉조(30)에 인접하여 설치되며 1초 이내 약품을 투입하여 급속 혼화함으로서 응집 효율을 개선시킨다.
- [0054] 상기 투입되는 약품은 PAC1(폴리염화알루미늄)인 것이 바람직하나 반드시 이에 한정되는 것은 아니고 당업자라면 오염원의 종류와 유입속도에 따라 적절한 응집제를 선택할 수 있음은 물론이다.
- [0055] 상기 응집지(50)는 상기 급속혼화지(40)에 인접하여 설치되며 플록형성, 플록강도 향상, 막오염 저감, 투과 플

력스 상승, 탁질물질 제거효과를 상승시킨다.

- [0056] 상기 침전지(60)는 상기 응집지(50)에 인접하여 설치되며 중력침강에 의한 침전 가능물질을 제거한다. 이를 위하여 경사판 침강장치가 설치될 수 있다. 상기 경사판 침강장치는 상기 침전지 설치에 따른 부지소요 절감 및 침강 효율 향상의 방안으로 기존 정수장 개량 시 제한된 부지에서 최대의 침강효율을 발휘하기 위해 표면부하율 4 ~ 9mm/min, 경사각 60°, 지내 평균유속 0.6m/min 이내로 운영되도록 설치되는 것이 좋다.
- [0057] 또한 상기 침전지(60)는 막 부하 경감시키고 오존 반감기 이상의 체류시간(30분)을 확보하여 잔류오존에 의한 막의 산화를 방지하여 수질사고와 같은 비상시 대응시간 확보할 수 있다. 잔류오존은 수중에서 30분 이내에 분해되어 없어지기 때문에 응집 및 침전지 체류시간이 최소 1시간 이상이므로 전오존 주입에 따른 잔류오존농도에 의한 분리막의 산화를 방지할 수 있다.
- [0058] 뿐만 아니라 상기 침전지(60)는 고탁도 원수의 유입시 이를 침전 처리하여 막부하를 경감시킬 수도 있다. 기존 침지식 막여과 공법의 경우 침전지가 없으므로 고탁도에 대비한 분리막의 설치용량이 증가할 수밖에 없었으며 막여과지 내 탁도물질로 인한 슬러지가 바닥에 축적되어 분리막의 하부에 퇴적하는 문제가 상시 발생하였다. 상기 침전지를 설치하여 고가의 분리막 설치비용을 절감할 수 있으며 슬러지 퇴적의 문제를 방지할 수 있다.
- [0059] 상기 막여과지(70)는 상기 침전지(60)에 인접하여 설치되며 현탁성 입자, 병원성 미생물을 제거하고 회수율을 90%이상 극대화하는 여과, 역세 및 세정작업을 수행한다. 이를 위하여 상기 막여과지(70)는 1단 여과지와 2단 여과지로 구성되는 데, 1단 여과지는 유입원수의 90%를 여과수로 생산하여 정수지로 이송하며 10%를 2단 여과지로 이송한다. 2단 여과지에 유입된 10% 중 90%를 여과수로 생산하며 농축수 10%는 배출수지로 이송하여 최종 유입원수의 99%의 여과수를 생산한다.
- [0060] 상기한 막여과 공정은 여과공정과 역세척공정을 반복적으로 수행한다.
- [0061] 또한 1일 또는 1주일에 한번 유지세정공정을 수행하고 6개월 또는 1년에 한번 회복세정공정을 수행한다. 여과공정은 여과막을 통해 처리수를 생산하는 공정으로 여과공정 과정에서 여과막 외부에 불순물의 부착을 억제하기 위하여 분리막 공기세정을 실시한다.
- [0062] 역세척공정은 설정된 시간주기(통상 15분 간격으로 30초 실시)에 따라 자동 실시되며 역세척 펌프에서 막모듈 내로 여과공정의 1.0 ~ 1.5배 유속으로 역세수를 공급하여 분리막 fiber 내부에서 외부로 모듈 외부의 오염물질을 제거한다.
- [0063] 유지세정공정은 1일 ~ 1달의 설정된 시간주기로 역세한 후 휴지상태로 분리막을 침지시켜 세정한다. 이 때 역세척펌프를 통해 분리막 fiber 내로 역세수와 차아염소산나트륨을 통상 20 ~ 100 ppm으로 공급하여 세정한다.
- [0064] 회복세정공정은 막차압이 최대치 (통상 0.7kgf/cm^2)에 도달하였을 때 통상적으로 알칼리세정→산세정 순으로 반복하여 막차압이 회복될 때까지 반복적으로 시행된다.
- [0065] 상기 막여과지(70)에는 공기압 버터플라이밸브 막여과 유입수문을 설치하여 막여과지의 수위와 연동하여 제어할 수 있도록 구성할 수 있다. 이를 통해 수밀성이 좋고 개폐속도가 빠른 작업이 가능하도록 한다. 이에 대하여 좀 더 상세히 설명하자면 다음과 같다.
- [0066] 기존의 침지식 막여과장치는 유입수문의 특성상 수밀성이 낮은 문제점이 있었다. 통상적으로 기존의 침지식 막여과 장치에서는 유입수문의 밸브로써 전동 HDPE제 수직연동 수문(0.5m×0.5m, 설계수심 3m)이 사용되었는데, HDPE제 수문의 경우 부식에 강하고 중량이 가벼우며 취급이 용이한 장점이 있으나 평균 개폐시간이 1~3분 정도로 평균 막여과 역세시간인 30초에 비하여 과도한 시간이 소요되었다. 따라서 수문의 불완전한 개폐로 인해 수위가 상승하여 막여과조 수위 조절에 문제를 발생시켰다. 뿐만 아니라 유입원수의 수위상승으로 인해 화학약품이 정량 주입되지 아니하여 유지세정 및 회복세정이 원활하게 수행되지 않는 문제점이 야기되었다.
- [0067] 도 2는 공기압 버터플라이밸브로 구성된 막여과 유입수문의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0068] 본원발명에서는 이를 해결하기 위하여 유지세정 및 회복세정시 막여과조로 누수 되는 현상을 방지하기 위해 수밀성이 좋고 개폐속도가 빠른 공기압 버터플라이밸브 막여과 유입수문(막여과 유입밸브)을 설치하여 기존 개폐속도가 늦어지면서 역세 및 유지세정시 원수 유입이 중단되어야 하나 계속 유입이 되면서 막여과 수위가 연속적으로 상승되어 수위제어가 불안정한 문제를 근본적으로 차단하였다. 역세척공정 시간 30초동안 막여과 수위제어에 맞게 개폐가 수행되어야 하나 기존 수직연동 수문의 경우 개폐시간이 길고 완벽한 밀폐가 어려워 공정 및 시공에 대한 하자 발생이 빈번이 발생하였다. 공기압 버터플라이밸브를 이용한 막여과 유입수문의 경우 한정된 공

간에 시공이 용이하고, 중량이 가볍고 특수한 지지없이 설치가 가능하며, 완전한 밀폐가 가능하고 다른 밸브에 비해 경제적이다. 공정 운전상 개폐 정도에 따라 막여과조의 수위 연동 조절이 가능하다.

[0069] 본원발명의 상기 막여과지(70)에서 여과, 역세 및 세정(CIP)은 하나의 펌프를 통해 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0070] 기존 침지식 막여과 공정별 운전은 일반적으로 15분 여과 간격으로 30초 동안 역세를 실시한다. 하루에 한번 15분 동안 차아염소산나트륨으로 유지세정을 실시하여 분리막 표면의 미생물 성장 및 유기물 오염을 제어하고, 회복세정은 막차압이 상승하였을 때 산세정과 알칼리세정을 반복적으로 수행하여 초기 플럭스의 회복을 목적으로 수행한다. 공정별 운전에서 여과펌프가 처리된 여과수의 이송 역할을 수행하고, 역세펌프가 역세주기에 따라 막모듈 내로 역세수를 공급하며 유지세정 주기에 따라 유지세정수 공급을 1일 1회 담당한다. 회복세정(CIP)펌프는 막차압이 상승하였을 때 막오염 방지를 위해 회복세정수를 막모듈로 공급하는 역할을 수행한다.

[0071] 도 3는 본원발명의 P & ID를 나타낸다.

[0072] 본원발명에서는 펌프 1대(All-In-One) 펌프를 이용하여 정지 없이 여과, 역세, CIP 기능을 수행하게 함으로서 펌프의 안정성을 확보하였고, 1대의 All-In-One 펌프가 여과/역세/세정의 역할을 수행하고 각 막여과조마다 공급되어 정량공급이 가능하고 각 막여과조마다 세정을 필요한 조건에 따라 다르게 할 수 있다.

[0073] 본원발명에서 올인원 펌프의 용량은 여과용량의 1.5배 이상으로 작동되고 역세수조의 위치는 수두를 고려하여 펌프실(지하 1층) 바로 위 층(지상 1층)에 위치하는 것이 바람직하다. 또한 역세/세정 배관은 펌프실보다 높은 수두를 가진 역세수조에서 각 막여과조별 올인원펌프에 연결되는 것이 좋다. 역세수조가 높은 층에 위치함으로써 중력에 의해 역세척수와 세정수를 공급할 수 있으며 지하 천장에 배관이 위치하여 유지관리 동선에 영향을 미치지 않게 할 수 있다.

[0074] 상기한 올인원 펌프 및 배관 구성으로 인해 막여과조의 개별적인 운전 및 세정의 가능, 설비비 절감, 배관 및 펌프의 단순화 및 상호 연계처리와 계열화 운전이 가능하다.

[0075] 상기 막여과지(70)에서는 PM(Permanent Magnet)모터, 인버터, 임펠러로 구성된 에어베어링 타입의 단단 터보블로워 [VVVF (variable voltage variable frequency) hydrodynamic foil bearing turbo blower)를 적용하여 기존 연속송풍에 공기소요량을 50% 이상 절감할 수 있다.

[0076] 도 4는 본원발명의 침지식 막여과 1cycle(여과-역세 15.5분)당 간헐폭기 방식을 나타낸 것으로 폭기(부하운전) 1분-무폭기(무부하운전) 5분-폭기 1분-무폭기 5분-폭기 3.5분을 나타낸다. 1cycle 당 폭기시간은 5.5분, 무폭기시간은 10분이고 1일 cycle횟수는 92회, 1일 폭기시간은 520분(8.67시간), 1일 무폭기시간은 920분(15.33시간)으로 기존 연속폭기에 비해 63.9%의 공기량을 절감할 수 있다. 무부하운전에서 부하운전으로 전환시 최소 60초가 필요하며 전기 제어연동 등을 고려하여 90초 정도가 소요되었다.

[0077] 이를 위하여 본원발명에서는 인버터에 의한 주파수 가변방식으로 제어되는 단단터보 송풍기(V.V.V.F hydrodynamic Foil Air Bearing type, 24m³/min×3,800mm aq)가 사용되었으며, 무부하운전은 송풍기 대기상태를 유지시켜 송풍기 운전시 22 kW 동력이 소모되나 무부하운전에서는 3kW이하의 최소 동력이 사용된다.

[0078] 구동방법은 Controllor 운전지시→인버터 구동→모터회전→임펠러회전→압축공기 생성 순으로 운전된다. 1cycle 당 간헐폭기 방식은 부하-무부하 방식으로 운전되며 역세 30초 동안은 부하로 운전된다.

[0079] 만일 원수 유입타도가 높은 경우 부하 1분을 2분으로 증가시킬 수 있고 이 때 무부하(무폭기) 운전은 2분 이상으로 설정하는 것이 바람직하다.

[0080] 또한 공기의 정량공급을 위해 막여과조당 1개의 송풍기를 배치하는 것이 바람직하다.

[0081] 상기 막여과지(70)의 막모듈과 여과수 배관사이에 공기압식 볼밸브를 설치한다. 도 5는 막모듈과 외부의 배관사이에 설치되는 공기압식 볼밸브의 외형을 나타내는 사진인데, 이를 통해 압력저감시험 후 관내압에 의한 정상운전까지의 시간지연이 2분 이내가 되도록 한다. 상기 시간지연은 바람직하게는 1분 이하가 되도록 작동되는 것이 좋다. 막여과 운전시 법적으로 반드시 수행하여야 하는 분리막 파단검사인 압력지연시험(PDT, Pressure Decay

Test)에서 관내압에 의한 정상운전이 30분 이상 지연되는 문제가 발생하고 있다. 압력지연시험은 압축공기를 분리막 fiber내로 넣어 공기가 갑자기 빠지는지 여부를 확인하는 분리막 파단검사로 공기를 여과배관과 분리막 내로 밀어 넣기 때문에 여과공정에서 다시 여과된 물을 처리배관으로 이송할 때 관내압이 상승하여 여과공정을 수행할 수 없는 것으로 조사되었다. 기존 관내압을 제거하기 위해 진공펌프를 가동하여 해결하려 했으나 관내압을 제거하는데 최소 30분 이상 소요되었다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 막모듈과 여과펌프 배관사이에 공기압식 볼밸브를 설치하여 120초 이내에서 재가동 할 수 있었다.

[0082] 상기 막여과지(70)와 상기 활성탄여과지(80) 사이에 역세수조가 설치될 수 있다.

[0083] 상기 역세수조에서는 산-알칼리-산 순으로 세정약품을 투입하여 회복세정이 수행된다. 막여과 정수장 운영 시 분리막 오염물질을 0.1M NaOH 용해 후 pH 1로 조정 후 용해되지 않는 특성을 나타내는 흑갈색의 휴믹산인 부식산으로 분석되었으며 EDX(Energy Dispersive X-ray) 분석결과 Si, Al, O peak가 대부분으로 aluminosilicate clay로 분석되었다. 현재 시행되는 분리막 화학세정 순서인 알칼리-산-알칼리 순으로 세정시 화학약품이 점토에 흡착되어 세정이 될 수 없는 것으로 조사되었다. 따라서 점토 성분이 원수에 유입되는 경우 1차 산세정을 통해 분리막 사이에 오염된 무기물인 알루미늄실리케이트를 용해하여 분해시키고 2차 알칼리세정에서 유기물인 조류, 유기오염물, 미생물을 제거하고 3차 산세정에서 2차 알칼리세정에서 형성된 탄산칼슘 등의 무기물에 의해 형성된 피막을 용해하여 제거함으로써 막차압과 막여과유속을 초기 설치 수준으로 회복되는 것으로 규명되었다.

[0084] 상기 회복세정에서 사용되는 약품으로는 알칼리와 산세정시 각각 NaOCl과 Oxalic Acid을 사용한다.

[0085] 상기 회복세정은 (1)역세수조에 옥살산(Oxalic acid, 99.5%) 1%(10g/L)를 투입하고 여과유속의 1.5배 조건에서 막여과조 수위레벨이 High level에 될 때까지 산 세정약품을 투입하고 6시간 이상 침지시킨 후 NaOH를 투입하여 pH 6~8이 되도록 중화하고, 이를 배출하는 단계와; (2)산세정후, 역세수조에 NaOCl(12%) 1,500mg/ℓ을 맞춘 후 여과유속의 1.5배 조건에서 막여과조 수위레벨이 High level 될 때까지 알칼리 세정약품을 투입하여 6시간 이상 침지시킨 후 황산을 투입하여 pH 6~8이 되도록 중화하고, 이를 배출하는 단계와; (3) 알칼리 세정 후, 역세수조에 옥살산 1%를 맞춘 후 여과유속의 0.5~1.5배 조건에서 막여과조 수위레벨이 High level 될 때까지 산 세정약품을 투입하여 6시간 이상 동안 침지시킨 후 NaOH를 투입하여 pH6~8이 되도록 중화하는 단계를 순차적으로 거치게 된다.

[0086] 하기 표는 회복세정의 회복율을 Pure Water Permeability로 분석하여 막여과유속과 막차압의 상관관계 분석한 결과로써 점토 성분이 원수에 유입되는 경우 산-알칼리(-산-알칼리) 순으로 CIP 수행시 완벽하게 플럭스가 아래 표와 같이 회복되는 것으로 판명되었다. 1차 산세정을 통해 분리막 사이에 오염된 무기물인 알루미늄실리케이트를 용해하여 분해시키고 2차 알칼리세정에서 유기물인 조류, 유기오염물, 미생물 등을 제거하고 3차 산세정과정에서 2차 알칼리세정에서 형성된 탄산칼슘 등의 무기물에 의해 형성된 피막을 용해하여 제거함으로써 막차압(TMP25)과 막여과유속(PWP, Pure Water Permeability)을 완벽하게 초기 설치 수준으로 회복됨을 알 수 있었다.

표 1

[0087] [Pure Water Permeability로 분석된 회복세정의 회복율]

회복세정	회복율(%), 세정시 원수온도 15.8℃			
	검증실험 1단 MF		검증실험 2단 MF	
	TMP25	PWP(LMH/TMP25)	TMP25	PWP(LMH/TMP25)
1차 산세정	63%	8.5%	58%	8.0%
2차알칼리세정	69%	10.9%	68%	12.0%
3차 산세정	100%	100.0%	100%	100.0%

[0088] 상기 활성탄여과지(80)는 상기 막여과지(70)에 인접하여 설치되며 THMs, HAAs와 같은 소독부산물과 geosmin, 2-MIB와 같은 냄새 유발물질을 제거한다. 후처리 공정인 활성탄여과지를 통해 잔류 유해물질을 제거하여 처리공정의 안정성을 확보할 수 있다.

부호의 설명

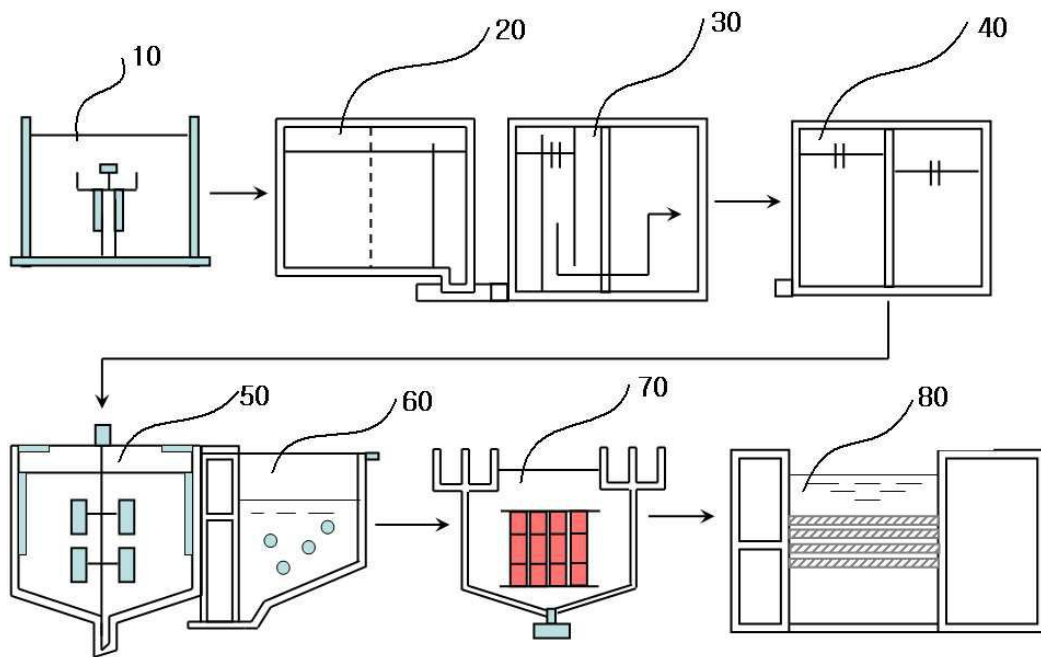
[0089] 10: 자동역세스크린 20: 착수정 30: 오존접촉조

40: 급속혼화지 50: 응집지 60: 침전지

70: 막여과지 80: 활성탄여과지

도면

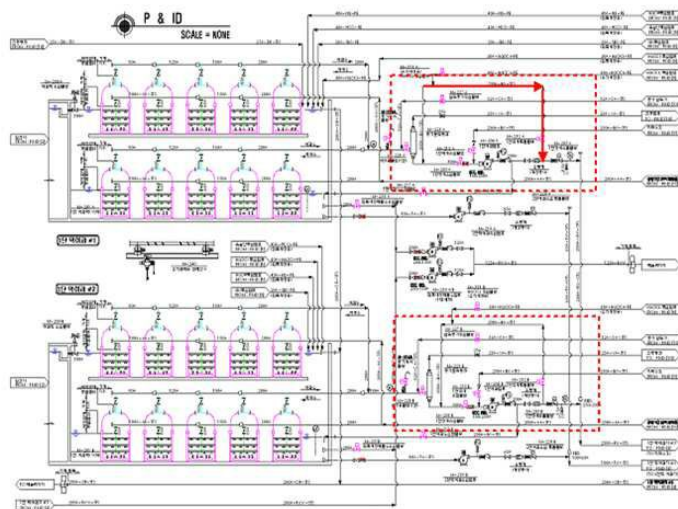
도면1



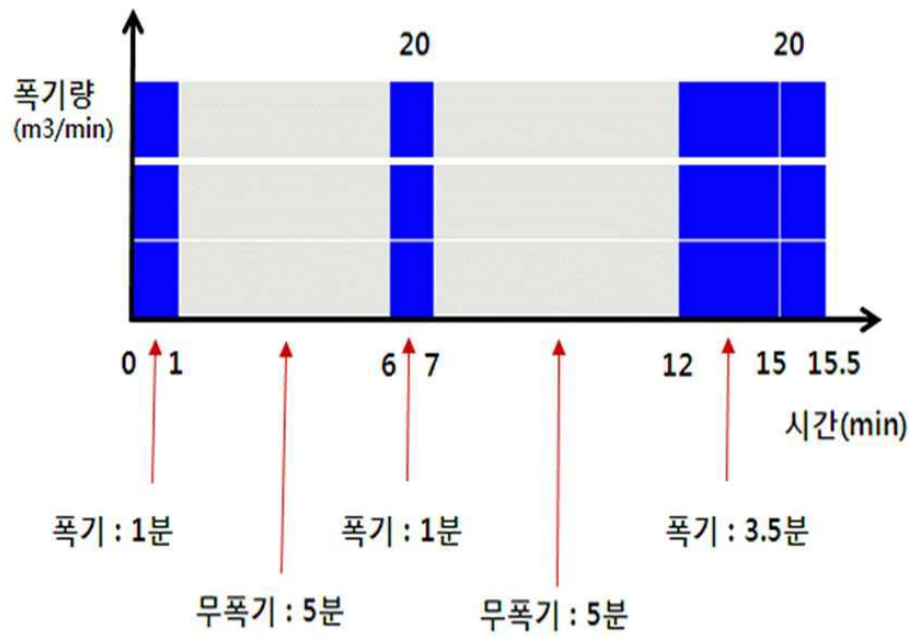
도면2



도면3



도면4



도면5

