



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0145038

(43) 공개일자 2014년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 3/28 (2006.01) C02F 1/52 (2006.01)

C02F 1/40 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0067447

(22) 출원일자 2013년06월12일

심사청구일자 2013년06월12일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

배재호

서울특별시 양천구 목동동로 180, 101동 102호 (신정동, 신정동아이파크)

(74) 대리인

특허법인오리진

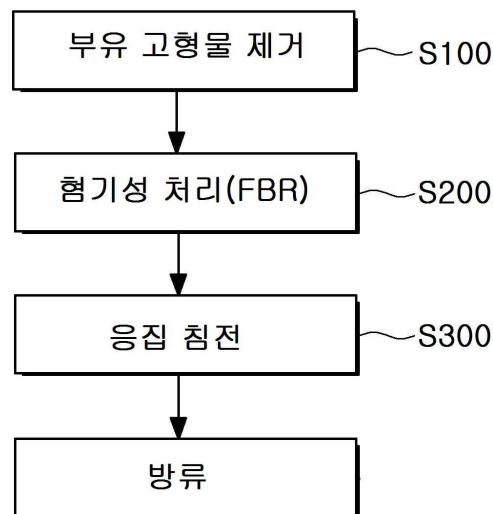
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 하수 처리 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명은 하수에 포함된 부유 고형물을 제거하는 스크린; 상기 스크린에 의해 부유 고형물이 제거된 하수 중의 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄과 이산화탄소로 분해하는 유동상 반응조(FBR); 및 상기 혐기성 반응조에 의해 처리된 하수에 잔류된 용해성 유기물, 황화수소 및 인을 제거하는 응집 침전조; 및 를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 하수 처리 시스템, 및 하수에 포함된 부유 고형물을 제거하는 고형물 제거 단계; 부유 고형물이 제거된 하수 중의 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄과 이산화탄소로 분해하는 혐기성 처리 단계; 및 상기 혐기성 처리 단계를 거쳐 하수에 잔류된 콜로이드성 용해성 유기물, 황화수소 및 인을 응집 침전에 의해 제거하는 응집 침전 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 하수 처리 방법이다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 GT-11-B-01-012-0

부처명 환경부

연구관리전문기관 하 · 폐수고도처리기술개발사업단(한국환

연구사업명 하 · 폐수고도처리기술개발사업(환경부 글로벌 환경기술개발사업)

연구과제명 에너지 생산 및 슬러지 저감형 혐기성 하수처리 공정개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2013.05.01 ~ 2014.04.30

특허청구의 범위

청구항 1

하수에 포함된 부유 고형물을 제거하는 스크린;

상기 스크린에 의해 부유 고형물이 제거된 하수 중의 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄과 이산화탄소로 분해하는 유동상 반응조(FBR); 및

상기 혐기성 반응조에 의해 처리된 하수에 잔류된 유기물, 황화수소 및 인을 제거하는 응집 침전조; 및
를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 하수 처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 잔류된 유기물은 콜로이드성 물질 이상의 크기를 가지는 것을 특징으로 하는 하수 처리 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 응집 침전조에서 황화수소는 황화제일철 및 원소상 황으로 제거하고, 용해성 유기물과 인은 응집제로 제거하는 것을 특징으로 하는 하수 처리 시스템.

청구항 4

하수에 포함된 부유 고형물을 제거하는 고형물 제거 단계;

부유 고형물이 제거된 하수 중의 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄과 이산화탄소로 분해하는 혐기성 처리 단계; 및

상기 혐기성 처리 단계를 거쳐 하수에 잔류된 콜로이드성 유기물, 부유성 유기물, 황화수소 및 인을 응집 침전에 의해 제거하는, 응집 침전 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 하수 처리 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 하수 처리 시스템 및 방법에 관한 것이다. 보다 구체적으로는 간단한 공정으로 짧은 시간 내에 하수를 처리할 수 있는 하수 처리 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 오폐수 처리 방법에는 호기성 공정과 혐기성 공정이 알려져 있다. 도시 하수와 저농도 폐수의 처리에는 표준 활성화 슬러지법이라고 불리는 호기성 공정을 사용하는 것이 일반적이다. 상기 표준 활성화 슬러지법은 1차 침전지-호기조-2차 침전지를 마련하고, 1차 침전지에서 펌프 동작에 영향을 주는 토사나 그 밖의 대형 부유물을 침전시키고, 호기조에서 미생물들이 폐수 내의 유기물을 먹이로 하여 호흡과 성장을 통해 분해 또는 흡착하도록 한 후, 이 과정에서 유지, 증가된 활성슬러지를 2차 침전지에서 비중차에 의해 침전시켜 고액 분리하는 구조로 되어 있다.

[0003] 그러나, 일반적인 폐수의 호기성 처리 시스템은, 호기성 반응조 내에 산소를 공급하기 위하여 호기성 반응조의 송풍에 사용되는 블로워 및 산기관의 시설비가 소요될 뿐만 아니라 블로워를 운전하는데 필요한 소비전력량이 많다는 단점이 있다. 우리나라의 경우 하수처리장 전체 전력 소비량의 약 40% 정도를 송풍에 소모하고 있다고 알려져 있다.

[0004] 또한, 일반적인 폐수의 호기성 처리 시스템은, 1차 침전조, 호기성 반응조, 2차 침전조, 슬러지 반송시설 등을

기본적으로 갖추어야 하기 때문에, 설치 부지의 확보, 건설비용 및 유지관리 비용 등에서 경제성이 높지 않을 뿐만 아니라 호기성 반응조에서 사용된 다량의 공기와 더불어 배출되는 악취 등으로 인해 인근 지역 주민의 생활에 악영향을 미칠 우려가 높다는 단점이 있다.

[0005] 반면, 폐수를 혐기성 공정을 이용하여 처리하는 폐수 처리 시스템은, 폐수에 함유된 유기물을 재생에너지인 바이오 가스로 변환시키고, 상대적으로 소량의 잉여 슬러지를 발생시키며, 호기성 방법에서 요구되는 산기 장치가 불필요하여 에너지 절감 효과가 크며, 반응조가 밀폐 구조이므로 악취 물질 배출 가능성이 낮다. 또한, 처리할 수 있는 오염 부하량이 높기 때문에 적은 용적의 반응장치가 사용될 수 있고, 잉여 슬러지가 소량 발생하므로 2차 침전조가 작거나 없어도 되기 때문에, 부지 면적을 작게 차지한다고 하는 장점이 있다.

[0006] 상기와 같은 장점을 갖는 혐기성 공정은, 호기성 공정에 비해 처리 효율이 낮고, 처리속도가 늦어 긴 체류시간을 요구한다는 잘못된 고정 관념에 기인하여 최근까지도 도시 하수 및 저농도의 폐수 처리에는 사용되지 않고 있었으며, 대부분 고농도 폐수에 한하여 이용되고 있는 실정이다.

[0007] 본 발명의 발명자는 실험을 통하여 일부 새로운 혐기성 공정은 도시 하수 및 저농도 폐수 처리에 매우 효과적으로 적용될 수 있으며, 호기성 공정과 같은 짧은 체류 시간에서 운전될 수 있다는 것을 알고 도시 하수 및 저농도 폐수의 혐기성 처리 시스템을 개발하여 특허 제10-1157532호를 획득하였다.

[0008] 그러나 이러한 혐기성 처리 시스템은 수질에 대한 법적 기준이 상대적으로 높지 않은 지역 또는 개발 도상국 및 저개발국가에서의 하수 처리시스템으로 적용되기에는 시스템 규모, 처리 비용, 처리 시간 등에 있어 여전히 개선할 요소가 남아 있으며, 이에 본 발명자는 보다 간단한 공정으로 상기 선행 특허에 의한 시스템을 적용해야 하는 경우보다 수질 기준이 완화된 경우에 적합한 새로운 하수처리 시스템 및 방법을 개발하기에 이르렀다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 점을 감안하여 안출한 것으로, 본 발명의 목적은 법적 기준이 비교적 완화된 경우에 적용하기 적합한 하수 처리 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0010] 본 발명의 다른 목적은 비교적 간단한 혐기성 하수처리 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

[0011] 본 발명의 또 다른 목적은 짧은 처리시간 내에 하수를 처리할 수 있는 하수처리 시스템 및 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 시스템은 하수에 포함된 부유 고형물을 제거하는 스크린; 상기 스크린에 의해 부유 고형물이 제거된 하수 중의 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄과 이산화탄소로 분해하는 혐기성 반응조; 및 상기 혐기성 반응조에 의해 처리된 하수에 잔류된 유기물과, 황화수소 및 인을 동시에 제거하는 응집 침전조;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 방법은 하수에 포함된 부유 고형물을 제거하는 고형물 제거 단계; 부유 고형물이 제거된 하수 중의 유기물을 혐기성 미생물을 사용하여 메탄과 이산화탄소로 분해하는 혐기성 처리 단계; 및 상기 혐기성 처리 단계를 거쳐 하수에 잔류된 콜로이드성 유기물, 부유성 유기물, 황화수소 및 인을 응집 침전에 의해 제거하는 응집 침전 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

[0014] 상술한 구성을 통해, 비교적 간단한 혐기성 하수처리 시스템 및 방법을 제공할 수 있고, 또한 짧은 처리시간 내에 하수를 처리할 수 있다.

[0015] 상기 잔류된 유기물은 콜로이드 입자 이상 크기의 입자성 물질인 것을 특징으로 하며, 응집제(예, 철염)를 사용하여 S^{2-} 를 S^0 및 FeS 로 제거함으로써 황화수소 및 잔류 유기물을 제거할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 수질 기준이 비교적 완화된 경우에 적용하기 적합한 하수 처리 시스템 및 방법으로서 비교적 간단하며 짧은 처리 시간 내에 하수를 효과적으로 처리할 수 있는 혐기성 하수처리 시스템 및 방법을 제공하는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0017] 제1도는 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 시스템의 시스템 구성도이다.

제2도는 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 도 1에 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 방법의 흐름도가 도시되어 있다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 방법은 하수를 고형물 제거 단계(S100); 혐기성 처리 단계(S200); 및 응집 침전 단계(S300);를 거쳐 처리한다.

[0020] 이를 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 시스템은 도 2에 도시된 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 시스템은 스크린(100), 유동상 반응조(200), 및 응집 침전조(300)를 포함하여 이루어지며, 이하 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 방법과 하수 처리 시스템을 보다 상세히 설명한다.

[0021] 본 발명의 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 및 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0022] 우선, 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 시스템에서 스크린(100)은 하수 처리 시스템에 유입되는 하수에 포함된 부유 고형물을 제거하기 위한 장치이다.

[0023] 스크린(100)에 의해 하수에 포함된 부유 고형물이 제거됨으로써 이로 인한 생물학적 산소요구량(BOD:Biochemical Oxygen Demand) 또는 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand)도 감소되어 스크린 이후 하수처리 공정의 부하를 줄이고 처리효율을 높일 수 있다.

[0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 하수 처리 시스템에 유입된 하수는 수 시간 동안 상기 스크린(100)을 거쳐 일정 크기 이상의 입자가 제거되고 난 이후 후속 유동상 반응조(200)로 이동한다. 이때 후속 유동상 반응조에서 후속처리를 원활히 하기 위해, 스크린의 눈 크기를 2 mm 이하로 하는 것이 바람직하다.

[0025] 통상적으로, 고형물질 제거를 위해 1차 침전지를 사용하여 왔으며 1차 침전지에서는 하수가 약 2~3시간 정도 체류하면서 생물학적 산소요구량의 30%정도가 제거되며, 부유물질은 35% 정도가 제거된다. 그러나, 스크린(100)을 사용하면 순간적으로 고형물 분리가 일어나기 때문에 처리를 소요되는 시간이 짧고 따라서 부지 면적도 줄일 수 있다. 이와 같은 스크린(100)은 후속공정의 기능을 원활히 하기 위한 것이며, 체적된 슬러지를 적절하게 배출시키는 것이 수질관리상 매우 중요하다. 스크린에서 걸러진 고형물인 1차 슬러지는 농축조를 거치지 않고 후속 혐기성 소화조로 유입되어 메탄을 생산하고, 부수적으로 감량화 된다.

[0026] 상기 스크린에 의해 부유 고형물이 제거된 하수는 그 다음 단계로 유동상 반응조(200)로 이동한다.

[0027] 상기 유동상 반응조(200)는 스크린으로부터 유입된 하수를 혐기성 미생물을 사용하여 하수 중의 유기물을 메탄과 이산화탄소로 분해하여 제거하는 역할을 한다.

[0028] 이와 같은 유동상 반응조(FBR)은 일반적으로 유입부, 유동상 베드층, 가스-유동입자 분리조로 구성된 매우 간단한 반응조 형태이다. 폐수의 종류, 운전조건, 배양환경조건에 따라 달라지지만, 일반적으로 직경 0.2~0.8 mm의 미디어에 부착된 미생물이 고농도로 유지되며, 10~30 m/h 의 빠른 상향유속이 적용된다. 본 시스템에서 FBR은 처리수 내에 존재하는 유기물의 분해를 주목적으로 하지만 질산성 질소의 탈질을 위해서도 활용될 수 있다.

[0029] 처리수가 유입부를 통해 고르게 분배되어 조밀한 유동상 베드층을 통과하는 과정에서 유기물질은 산발효 과정을 거쳐 메탄과 이산화탄소 가스로 분해되며, 이때, 발생한 가스에 부착된 유동입자는 상승하여 가스-유동입자 분리조에서 가스와 분리되어 유동상 베드층으로 순환 반응된다. FBR이 탈질 기능을 하기 위해, 처리수에 존재하는 암모니아성 질소를 질소제거 유닛에서 질산화 과정을 거친 후 FBR로 반응하여 탈질화 과정을 진행할 수 있다.

- [0030] 상기와 같은 구조적 특징 및 유동상 생물막의 생성에 따라 유동상 반응조는 다음과 같은 장점을 가지므로 하수 처리 시스템에 효과적으로 사용될 수 있다.
- [0031] 첫째, 고농도 미생물의 유지와 빠른 상향유속, 그리고 높은 물질전달 효율로 인해 높은 용적 부하를 허용할 수 있다. 즉 수리학적 체류시간을 최소 10분 이내로 짧게 할 수 있고, 부지 수요를 감소시킬 수 있다.
- [0032] 둘째, 장치 구조가 간단하며 교반, 슬러지 반송 등의 인위적 설계가 불필요하며 유지 관리가 용이하다.
- [0033] 셋째 저 농도 폐수의 처리나 낮은 체류시간에서도 높은 처리 효율을 얻을 수 있다.
- [0034] 마지막으로, 수질, 수량에 대한 충격에 강하다. 입자상 활성탄을 미디어로 사용할 경우 반응조의 시동 및 과부하 기간에 독성물질의 완충제 역할을 담당하여 처리 효율을 높게 유지할 수 있기 때문이다.
- [0035] 상기한 유동상 반응조(200)에서 분해된 메탄가스는 보일러나 발전기의 연료로 사용될 수 있으며, 기존의 호기성 반응조를 사용하는 경우에 비하여 보다 많은 메탄가스를 생성할 수 있다. 즉 기존의 호기성 반응조를 이용한 하수처리 시스템에서는 슬러지 소화조에서만 소량의 메탄가스를 생성할 수 있었으나, 본 발명에 의한 유동상 반응조를 이용하게 되면, 상기 유동상 반응조(200)에서 다량의 메탄 가스를 생성할 수 있다.
- [0036] 상기 유동상 반응조(200)에서 혐기성 처리된 하수는 다음 단계로 응집 침전조(300)로 보내진다.
- [0037] 응집 침전조(300)에서는 응집제를 사용하며, 혐기성 처리된 하수에 남아있는 콜로이드 입자 이상 크기의 입자성 유기물질과 인(P)이 응집제에 의해 응집 침전되도록 처리한다.
- [0038] 유기물질과 인이 제거되는 기작은 기존의 응집 반응과 동일하며, 철염을 사용할 경우 추가적으로 황화수소 역시 응집제(예를 들어, 철염)와 반응하여 S^{2-} 가 S^0 및 FeS 형태로 침전되어 제거된다. 철염을 투여하였을 때 응집에 의한 오염물 제거 기작은 다음과 같다. 일반적으로 콜로이드 입자는 표면에 (+) 또는 (-)전하를 띄고 있기 때문에 응집제를 주입하면 콜로이드 입자들의 표면 전하가 중화되면서 전기적 척력보다 인력이 크게 작용하고 서로 응집 및 응결하게 된다. 이때 응집제인 Fe^{3+} , Fe^{2+} 는 콜로이드 입자의 표면 전하를 중성화 시키고 OH^- 와 반응해 착염을 형성해 콜로이드 입자가 침전물을 형성할 수 있는 응축점 역할을 하고 플록(floc)이 커져 침전하게 된다.
- [0039] $Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3$
- [0040] 이때 플록(floc)과 접하는 콜로이드 입자를 포획하여 같이 가라앉힘으로써 유기물을 제거한다.
- [0041] 인은 철의 종류에 따라 $Fe_3(PO_4)_2$ 또는 $FePO_4$ 의 형태로 침전 제거된다.
- [0042] 황화물의 다음 반응식에 제시된 바와 같이 제거된다.
- [0043] $2Fe^{3+} + S^{2-} \rightarrow S^0 + 2Fe^{2+}$
- [0044] $2Fe^{2+} + 2S^{2-} \rightarrow 2FeS$
- [0045] 철염을 주입했을 때 Fe^{3+} 은 S^{2-} 를 산화시켜 S^0 고체 상태로 만들고 Fe^{2+} 로 환원된다. Fe^{2+} 는 다른 S^{2-} 와 반응해 FeS 염을 생성한다.
- [0046] 기존 하수처리 시스템에도 2차 침전조의 구성이 있었으나 유동상 반응조(200)에서 처리된 하수는 슬러지 생성량이 매우 적기 때문에 상기 응집 침전조(300)는 기존 하수처리 시스템의 2차 침전조보다 매우 작게 구성할 수 있다.
- [0047] 또한 응집침전 과정을 밀폐하고 공기를 주입함으로써 용존메탄을 회수하고, DO농도를 증가시켜 방류한다.
- [0048] 종래에는 혐기성 처리된 하수에 용해되어 있는 메탄을 추가로 회수하고, DO 농도를 증가시키고, 생물학적 반응성을 줄이기 위해 스트리퍼를 설치하고, 스트리퍼에 의해 처리된 하수의 수질을 높이기 위해 미세 필터나 멤브레인 등의 여과유닛을 설치하고, 또 다시 질소/인을 제거하기 위한 질소/인 제거유닛 등을 설치하였다.
- [0049] 상기와 같은 장치들은 혐기성 처리된 하수의 수질을 향상시키기 위한 장치들이나 이러한 장치들로 인해 하수 처리 시간 및 비용 등이 상승하는 문제가 있다.

[0051]

[0052]

도면2

