

(72) 발명자

이상협

서울 성북구 장월로1길 28, 106동 1202호 (상월곡동, 동아에코빌아파트)

최재우

서울 강남구 선릉로 221, 411동 1801호 (도곡동, 도곡렉슬아파트)

박찬혁

서울특별시 성북구 화랑로14길 5, B동 204호 (한국과학기술연구원, 과학자아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711008909

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 기초기술연구회

연구사업명 한국과학기술연구원연구운영비지원

연구과제명 녹조 사전예방 기술개발

기 여 율 1/1

주관기관 한국과학기술연구원

연구기간 2013.04.01 ~ 2016.03.31

명세서

청구범위

청구항 1

침사지에서 비중을 이용하여 하수에 포함된 이물질을 제거하는 단계와; 제1침전지에서 하수에 포함된 부유물을 1차 침전시켜 제거하는 단계와; 생물반응조에서 하수에 포함된 인을 방출하고, 질산염을 탈질하며, 유기물의 산화, 질산화, 인을 축적하는 순서로 미생물 처리하는 단계와; 제2침전지에서 하수에 포함된 부유물을 2차 침전시켜 제거하는 단계와; 응집침전시설에서 하수에 포함된 현탁물질이나 유기물, 미생물의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거하는 단계와; 오존처리시설에서 하수에 오존을 공급하여 탈취하는 단계와; 방류펌프를 통해 하천으로 방류하는 단계;로 이루어진 하수를 처리하는 과정을 포함하고,

상기 제2침전지에서 반송된 잉여슬러지를 농축기로 농축하여 혼합슬러지로 배출할 시, 잉여슬러지를 농축하면서 발생한 농축여액과, 상기 농축기에서 반송된 혼합슬러지를 탈수기를 탈수하여 케이크로 배출할 시, 혼합슬러지를 탈수하면서 발생한 탈수여액을 포함한 반류수를 저류조로 수집하는 단계;

상기 저류조에 수집된 반류수를 FBR(Fluidized Bed Reactor)부로 반송하여, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이용해 반류수에 포함된 인산염

(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계;

상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 제거된 반류수를 AOP(Advanced oxidation processes)부로 반송하여, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서는 반류수에 오존을 공급하므로써, 고분자의 난분해성 유기물을 생분해성 유기물로 저분자화 되도록, 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단계; 및

상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서 유기물이 고도 산화 처리된 반류수를 생물학반응조로 반송하는 단계;를 포함하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법.

청구항 2

침사지에서 비중을 이용하여 하수에 포함된 이물질을 제거하는 단계와; 제1침전지에서 하수에 포함된 부유물을 1차 침전시켜 제거하는 단계와; 생물반응조에서 하수에 포함된 인을 방출하고, 질산염을 탈질하며, 유기물의 산화, 질산화, 인을 축적하는 순서로 미생물 처리하는 단계와; 제2침전지에서 하수에 포함된 부유물을 2차 침전시켜 제거하는 단계와; 응집침전시설에서 하수에 포함된 현탁물질이나 유기물, 미생물의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거하는 단계와; 오존처리시설에서 하수에 오존을 공급하여 탈취하는 단계와; 방류펌프를 통해 하천으로 방류하는 단계;로 이루어진 하수를 처리하는 과정을 포함하고,

상기 제2침전지에서 반송된 잉여슬러지를 농축기로 농축하여 혼합슬러지로 배출할 시, 슬러지를 농축하면서 발생한 농축여액과, 상기 농축기에서 반송된 혼합슬러지를 탈수기를 탈수하여 케이크로 배출할 시, 혼합슬러지를 탈수하면서 발생한 탈수여액이 포함된 반류수를 저류조로 수집하는 단계;

상기 저류조에 수집된 반류수를 FBR(Fluidized Bed Reactor)부로 반송하여, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이용해 반류수에 포함된 인산염

(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계;

상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 제거된 반류수를 AOP(Advanced oxidation processes)부로 반송하여, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서는 반류수에 오존을 공급하므로써, 고분자의 난분해성 유기물을 생분해성 유기물로 저분자화 되도록, 반류수에 포함된 유기물을 고도 산

화 처리하는 단계;

상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서 고도 산화 처리된 반류수를 MBR(Membrane Bioreator)부로 반송하여, 상기 MBR(Membrane Bioreator)부에서는 고도 산화 처리된 반류수를 미생물을 이용하여 반류수에 포함된 유기물을 제거하는 단계; 및

상기 MBR(Membrane Bioreator)부에서 유기물이 미생물에 의해 제거된 반류수를 침사지로 반송하는 단계;를 포함하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2중 어느 한 항에 있어서,

FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계에서,

상기 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이루기 위해 공급되는 칼슘(Ca^{2+})은

전기로 제강 공정의 랜들 정련과정에서 발생하는 환원슬래그(LF Slag)인 것을 특징으로 하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2중 어느 한 항에 있어서,

AOP(Advanced oxidation processes)부에서 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단계에서는,

오존의 분해를 개시하는 반응을 통하여 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /High pH 또는, O_3 / H_2O_2 (과산화수소)공정;

촉매의 활성을 증진시키기 위해 알루미늄, 제올라이트 및 활성탄 등을 지지체로 사용하여 금속(Fe, Mn, Ti)을 담지시킨 O_3 /Catalyst 공정;

오존이 수용액에 존재할 때 UV를 조사하면 과산화수소가 생성되어, 생성된 과산화수소로부터 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /UV공정; 중 어느 하나의 공정 또는 둘을 복합으로 실시하여 난분해성 물질의 상승, 슬러지 발생, 유기 염소화합물의 생성과 같은 2차 오염을 방지하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 MBR(Membrane Bioreator)부에서는 반류수에 포함된 유기물을 제거하는 단계에서는,

상기 MBR(Membrane Bioreator)부에 포함된 폭기조 내에 정밀여과막(MF)이나 한외여과막(UF)을 침지 설치하여 흡입 여과식으로 반류수를 생물학적/물리학적 처리하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

하수처리 과정에서 발생하는 반류수를 수집하여, FBR(Fluidized Bed Reactor)에서 환원슬래그를 이용하여 인을 제거하고, AOP(Advanced oxidation processes)에서 인이 제거된 반류수에 포함된 난분해성 유기물을 고도 산화 처리하며, MBR(Membrane Bioreator)에서 고도 산화 처리된 반류수를 생물학적/물리적으로 처리하여 생물반응조

또는 침사지로 재순환하여 재처리되도록 하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 오, 폐수 내에 다량으로 함유되어 있는 인은 무기인(inorganic phosphate)과 유기인(organic phosphate, phytate)의 형태로 존재하며, 이때 사람을 비롯한 동물(돼지, 닭등)의 경우에는 대부분 유기인으로 배출됨으로써, 염의 형태로 오, 폐수내에 다량의 인이 존재하고, 무기인의 경우에는 세제 등을 통하여 배출되지만 안정적인 입자로 존재하며, 이온상태의 인은 신속하게 염의 형태로 전환되는 특징을 지니고 있는 것이다.
- [0003] 상기와 같이 염의 형태로 오, 폐수 내에 존재하는 인(인산염, phosphate, PO_4^{3-})은 미생물이 쉽게 이용할 수 있는 관계로, 인이 함유된 오, 폐수가 하천 및 해양으로 배출될 경우에는 상기 미생물에 의한 부영양화 현상(Eutrofication)을 유발시켜, 녹조와 적조 등의 발생에 심각한 영향을 미치게 되는 것이다.
- [0004] 상기와 같이 오, 폐수의 수처리 공정 중 수중에 존재하는 인산염(PO_4^{3-})을 제거하는 방법으로서 생물학적 제거방법, 응집-침전법, 결정법, 흡착법 등이 널리 알려져 있으며, 이중 생물학적 인의 제거방법은 그 처리효율이 낮은 단점이 있는 것이다.
- [0005] 이에 더하여, 상기 생물학적인 제거방법과 응집-침전법은 인의 제거를 위하여 넓은 설치면적을 필요로 하며, 다량의 오니가 발생함은 물론, 제거된 인의 회수도 어렵게 되는 문제점이 있는 것이다.
- [0006] 한편, 최근에는 오, 폐수 정화시스템에서 필터링 된 생슬러지와 잉여 슬러지가 포함된 반류수를 인흡착조의 내부로 유입하여 인흡착조의 각 챔버 내부에 충전된 흡착제를 통해 인을 흡착 및 인을 회수하면서 처리수를 방류하고, 상기 인흡착포를 재사용할 수 있는 인 흡착 및 회수 시스템이 대한민국 등록특허공보 제 10-1108877호에 알려져 있다.
- [0007] 상기한 종래기술은 오, 폐수 정화시스템에서 필터링된 생슬러지와 잉여 슬러지가 포함된 반류수가 각각 유입되는 인흡착조의 각 챔버 내부에 흡착제가 충전되어 상기 침전지 잉여 슬러지인 반류수에 포함된 인을 흡착시키며, 인이 흡착된 처리수는 방류관을 통하여 인탈착조로 방류하며, 상기 인 탈착조는 인흡착제 유동관과 연통하여 인이 흡착된 흡착제를 인탈착조로 유입한 후, 상기 인이 포화 흡착된 흡착제가 유동되면 탈착용액(NaOH, Na_2CO_3)을 이용하여 흡착제에 흡착된 인을 탈착시키고 인이 포함된 용액을 인용액 유동관을 통해 인 회수조로 유동시키고, 인이 탈착된 흡착제는 흡착제 유동관을 통해 흡착제 재생조로 유동시켜, 처리수를 방류하면서 인의 회수 및 흡착제의 재생을 할 수 있도록 하며, 상기와 같이 재생된 흡착제는 회수관을 통하여 인흡착조로 재유입하는 구성으로 이루어진다.
- [0008] 그러나 상기와 같은 인 흡착 및 회수 시스템의 경우에는, 반류수의 인 농도와는 관계없이 단순히 인흡착조의 각 챔버 내부에 충전된 흡착제를 통하여 흡착하는 관계로, 상기 반류수의 인 농도가 높을 경우 인의 흡착이 제대로 이루어지지 않게 됨은 물론, 인 흡착을 위한 흡착제의 사용이 증대되고, 상기 인이 흡착된 흡착제를 단순히 탈착시킨 후 이를 재차 사용함으로 인한 인의 흡착 효율이 극히 저하되며, 상기 반류수내의 인 제거에 따른 부하가 상승되고 탈착용액(NaOH, Na_2CO_3)을 사용하여 인탈착 시 발생하는 고농도의 폐수 발생 등 많은 문제점이 있었던 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 하수처리과정에서 발생한 반류수를 FBR(Fludized Bed Reactor)부에서 환원슬래그(LF Slag)를 이용하여 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite) 등의 결정화(Crystallization) 등의 형태로 반류수에 포함된 인을 제거하고, AOP(Advanced oxidation processes)에서 반류수에 포함된 난분해성 유기물을 고도 산화 처리하며, 선택적으로 MBR(Membrane Bioreator)에서 고도 산화 처리된 반류수를 생물학적/물리적으로 처리한 분류수를 생물반응조 또는 침사지로 재순환하도록 해 수처리 과정에서 충격부하를 주지 않는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명에 따른 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법은 침사지에서 비중을 이용하여 하수에 포함된 이물질을 제거하는 단계와; 제1침전지에서 하수에 포함된 부유물을 1차 침전시켜 제거하는 단계와; 생물반응조에서 하수에 포함된 인을 방출하고, 질산염을 탈질하며, 유기물의 산화, 질산화, 인을 축적하는 순서로 미생물 처리하는 단계와; 제2침전지에서 하수에 포함된 부유물을 2차 침전시켜 제거하는 단계와; 응집침전시설에서 하수에 포함된 현탁물질이나 유기물, 미생물의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거하는 단계와; 오존처리시설에서 하수에 오존을 공급하여 탈취하는 단계와; 방류펌프를 통해 하천으로 방류하는 단계;로 이루어진 하수를 처리하는 과정을 포함하고, 상기 제2침전지에서 반송된 잉여슬러지를 농축기로 농축하여 혼합슬러지로 배출할 시, 잉여슬러지를 농축하면서 발생한 농축여액과, 상기 농축기에서 반송된 혼합슬러지를 탈수기를 탈수하여 케이크로 배출할 시, 혼합슬러지를 탈수하면서 발생한 탈수여액을 포함한 반류수를 저류조로 수집하는 단계와, 상기 저류조에 수집된 반류수를 FBR(Fluidized Bed Reactor)부로 반송하여, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이용해 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태

의 인을 제거하는 단계와, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 제거된 반류수를 AOP(Advanced oxidation processes)부로 반송하여, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서는 반류수에 오존을 공급하므로써, 고분자의 난분해성 유기물을 생분해성 유기물로 저분자화 되도록, 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단계, 및 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서 유기물이 고도 산화 처리된 반류수를 생물학반응조로 반송하는 단계를 포함한다.

[0011] 그리고 본 발명에 따른 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법은 침사지에서 비중을 이용하여 하수에 포함된 이물질을 제거하는 단계와; 제1침전지에서 하수에 포함된 부유물을 1차 침전시켜 제거하는 단계와; 생물반응조에서 하수에 포함된 인을 방출하고, 질산염을 탈질하며, 유기물의 산화, 질산화, 인을 축적하는 순서로 미생물 처리하는 단계와; 제2침전지에서 하수에 포함된 부유물을 2차 침전시켜 제거하는 단계와; 응집침전시설에서 하수에 포함된 현탁물질이나 유기물, 미생물의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거하는 단계와; 오존처리시설에서 하수에 오존을 공급하여 탈취하는 단계와; 방류펌프를 통해 하천으로 방류하는 단계;로 이루어진 하수를 처리하는 과정을 포함하고, 상기 제2침전지에서 반송된 잉여슬러지를 농축기로 농축하여 혼합슬러지로 배출할 시, 슬러지를 농축하면서 발생한 농축여액과, 상기 농축기에서 반송된 혼합슬러지를 탈수기를 탈수하여 케이크로 배출할 시, 혼합슬러지를 탈수하면서 발생한 탈수여액이 포함된 반류수를 저류조로 수집하는 단계와, 상기 저류조에 수집된 반류수를 FBR(Fluidized Bed Reactor)부로 반송하여, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이용해 반류수에 포함된 인산염

(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계와, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 제거된 반류수를 AOP(Advanced oxidation processes)부로 반송하여, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서는 반류수에 오존을 공급하므로써, 고분자의 난분해성 유기물을 생분해성 유기물로 저분자화 되도록, 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단계와, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부에서 고도 산화 처리된 반류수를 MBR(Membrane Bioreactor)부로 반송하여, 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부에서는 고도 산화 처리된 반류수를 미생물을 이용하여 반류수에 포함된 유기물을 제거하는 단계, 및 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부에서 유기물이 미생물에 의해 제거된 반류수를 침사지로 반송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0012] 이때 본 발명에 따른 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법의 FBR(Fluidized Bed Reactor)부에서 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계에서, 상기 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이루기 위해 공급되는 칼슘(Ca^{2+})은 전기로 제강 공정의 랜들 정련과정에서 발생하는 환원슬래그(LF Slag)이다.

[0013] 그리고 본 발명에 따른 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법의 AOP(Advanced oxidation processes)부에서 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단계에서는 오존의 분해를 개시하는 반응을 통하여 OH 라디칼

(radical)을 유도하는 O_3 /High pH 또는, O_3 / $H_2 O_2$ (과산화수소)공정, 촉매의 활성을 증진시키기 위해 알루미늄, 제올라이트 및 활성탄 등을 지지체로 사용하여 금속(Fe, Mn, Ti)을 담지 시킨 O_3 /Catalyst 공정, 오존이 수용액에 존재할 때 UV를 조사하면 과산화수소가 생성되어, 생성된 과산화수소로부터 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /UV공정; 중 어느 하나의 공정 또는 둘을 복합으로 실시하여 난분해성 물질의 농도 상승, 슬러지 발생, 유기 염소화합물의 생성과 같은 2차 오염을 방지할 수 있다.

[0014] 또한 그리고 본 발명에 따른 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법의 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부에서는 반류수에 포함된 유기물을 제거하는 단계에서는 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부에 포함된 폭기조 내에 정밀 여과막(MF)이나 한외여과막(UF)을 침지 설치하여 흡입 여과식으로 반류수를 생물학적/물리학적 처리할 수 있다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법은 다음과 같은 효과를 가진다.

[0016] 첫째, FBR(Fludized Bed Reactor)부에서 환원슬래그(LF Slag)를 이용한 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)로 반류수에 포함된 인을 제거하고, AOP(Advanced oxidation processes)에서 반류수에 포함된 난분해성 유기물을 고도 산화 처리하며, 선택적으로 MBR(Membrane Bioreactor)에서 고도 산화 처리된 반류수를 생물학적/물리적으로 처리한 분류수를 생물반응조 또는 침사지로 재순환하도록 해 수처리 과정에서 충격부하를 주지 않는 효과를 가진다.

[0017] 둘째, 상기 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이루기 위해 공급되는 칼슘 재료, 전기로 제강 공정의 랜들 정련과정에서 발생하는 환원슬래그(LF Slag)를 이용하기에, 결정화에 필요한 고가의 상용약품을 사용하지 않아, 수처리 과정의 운영 비용이 절감되는 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 본 발명 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법의 일 실시예에 따른 하수처리 과정 및 반류수 처리 과정을 보인 예시도이다.

도 2는 본 발명 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법의 다른 실시예에 따른 하수처리 과정 및 반류수 처리 과정을 보인 예시도이다.

도 3은 본 발명에 따른 FBR(Fludized Bed Reactor)부에서 환원슬래그(LF Slag)를 이용한 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)과정을 보인 예시도이다.

도 4는 본 발명에 따른 AOP(Advanced oxidation processes)부에서 반류수가 고도 산화 처리되는 과정을 보인 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0020] 따라서 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 불과할 뿐이고, 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들은 대체할 수 있는 균등한 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.

[0022] 본 발명은 하수처리 과정에서 발생하는 반류수를 수집하여, FBR(Fludized Bed Reactor)에서 환원 슬래그를 이용하여 인을 제거하고, AOP(Advanced oxidation processes)에서 인이 제거된 반류수에 포함된 난분해성 유기물을 고도 산화 처리하며, MBR(Membrane Bioreactor)에서 고도 산화 처리된 반류수를 생물학적/물리적으로 처리한 분류수를 생물반응조 또는 침사지로 재순환하여 재처리되도록 하는 하수처리 과정에서 발생한 반류수 처리방법에

관한 것으로, 도면을 참조하여 살펴보면 다음과 같다.

- [0023] 먼저 본 발명에 따른 하수처리 과정을 살펴보면, 전체적인 하수처리 과정은 종래의 하수처리기술과 같아 간략하게만 설명한다.
- [0024] 먼저 도 1 내지 도 2에 도시한 바와 같이 침사지(10)에서 비중을 이용하여 하수에 포함된 이물질을 제거하는 단계로, 하수를 침사지(10)로 인입하고, 상기 침사지(10)에서는 비중을 이용하여 하수에 포함된 이물질을 제거한다.
- [0025] 이때 상기 침사지(10)에서는 비중이 커 물속에 가라앉은 이물질은 침전시키고, 비중이 작아 물 위에 뜨는 물질은 스크린을 통해 걸러내어 제거하며, 제거된 이물질들은 장외로 반출한다.
- [0026] 다음 단계는 제1침전지(20)에서 하수에 포함된 부유물을 1차 침전시켜 제거하는 단계로, 상기 침사지(10)에서 이물질이 제거된 하수를 제1침전지(20)로 인입하고, 상기 제1침전지(20)에서는 하수에 포함된 부유물을 1차 침전시켜 제거한다.
- [0027] 이때 제1침전지(20)는 유속으로 이물질을 제거하는 것으로, 상기 침사지(10)를 경유한 하수는 제1침전지(20)로 수집되어, 하수 속의 침전 가능한 물질을 제거하는데, 하수의 체류 시간은 1.5 ~ 3.0시간 정도이고, 유효 수심은 2~ 4m이며, 수류는 한쪽으로부터 반대쪽으로 향하는 수평류를 이루나 이에 한정하지 않는다.
- [0028] 그리고 상기 제1침전지(20)에는 침전된 침전슬러지는 부패하기 쉽기 때문에 항상 배제가 가능한 슬러지 스크레이퍼, 슬러지 배출 설비를 구비한다.
- [0029] 우천 시에 우수와 함께 제1침전지(20)를 거친 하수를 응집침전시설(50)로 바이패스 할 수도 있다.
- [0030] 다음 단계는 생물반응조(30)에서 하수에 포함된 인을 방출하고, 질산염을 탈질하며, 유기물의 산화, 질산화, 인을 축적하는 순서로 미생물 처리하는 단계로, 상기 제1침전지(20)에서 부유물이 제거된 하수를 생물반응조(30)로 인입하고, 상기 생물반응조(30)에 포함된 혐기조, 무산소조, 호기조를 이용해 하수에 포함된 인을 방출하고, 질산염을 탈질하며, 유기물의 산화, 질산화, 인을 축적하는 순서로 유기물을 제거한다.
- [0031] 이때 생물반응조(30)는 하수를 미생물로 처리하는 것으로, 산소가 지속적으로 주입되어야 하고, 과부하로 인해 하수의 처리가 불가능할 경우 메탄올을 주입할 수도 있다.
- [0032] 다음 단계는 제2침전지(40)에서 하수에 포함된 부유물을 2차 침전시켜 제거하는 단계로, 상기 생물반응조(30)에서 인, 질산염, 유기물이 제거된 하수를 제2침전지(40)로 유입하고, 상기 제2침전지(40)를 이용해 하수에 포함된 부유물을 2차 침전시켜 제거한다.
- [0033] 이때 상기 생물반응조(30)에서 생성된 슬러지 및 그 밖의 이물질을 침전시켜 제거하는 것으로, 상기 제2침전지(40) 역시, 유속으로 이물질을 제거하는 것이다.
- [0034] 상기 생물반응조(30)를 경유한 하수는 제2침전지(40)로 수집되어, 하수 속의 침전 가능한 물질을 제거하는데, 하수의 체류 시간은 1.5 ~ 3.0시간 정도이고, 유효 수심은 2~ 4m이며, 수류는 한쪽으로부터 반대쪽으로 향하는 수평류를 이루나 이에 한정하지 않는다.
- [0035] 그리고 상기 제2침전지(40)에도 침전된 침전슬러지는 부패하기 쉽기 때문에 항상 배제가 가능한 슬러지 스크레이퍼, 슬러지 배출 설비를 구비한다.
- [0036] 또한 상기 제2침전지(40)의 과정에 의해 반송슬러지와, 잉여슬러지가 생성되는데, 여기서 반송슬러지는 다시 상기 생물반응조(30)로 반송되어, 상기 생물반응조(30)에서 재처리되고, 잉여슬러지는 잉여슬러지만을 수집하는 저류조로 반출된다.
- [0037] 더불어 상기 제2침전지(40)를 경유한 하수는 통상의 청천 시(비가 오지 않는 날)에는 응집침전시설(50)로 반출되고, 우천 시에는 오존처리시설(60)로 반출된다.
- [0038] 다음 단계는 응집침전시설(50)에서 하수에 포함된 현탁물질이나 유기물, 미생물의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거하는 단계로, 상기 제2침전지(40)에서 부유물이 제거된 하수를 응집침전시설(50)로 인입하여, 상기 응집침전시설(50)를 이용해 하수에 포함된 현탁물질이나 유기물, 미생물 등의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거한다.
- [0039] 다음 단계는 오존처리시설(60)에서 하수에 오존을 공급하여 탈취하는 단계로, 상기 응집침전시설(50)에서 현탁물질이나 유기물, 미생물 등의 미립자를 응집제로 응집시킨 후 제거한 하수를 유입하여, 상기 오존처리시설(60)

0)에서 하수에 오존을 공급하여, 오존이 가진 강한 산화 분해작용으로 하수를 살균, 탈취 등을 한다.

[0040] 다음 단계는 방류펌프(70)를 통해 하천으로 방류하는 단계로, 상기 오존처리시설을 경유하여 살균, 탈취된 하수를 저류조로 수집한 후 방류펌프를 통해 하천으로 방류한다.

[0041] 본 발명은 하수처리 과정에서 발생한 반류수를 수집하여 반류수 내의 인산염 및 난분해성 유기물을 처리하는 방법에 관한 것으로, 그 과정을 살펴보면 다음의 실시예들로 이루어진다.

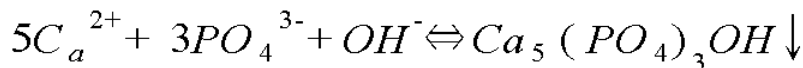
실시예 1

[0042] 먼저 도 1에 도시한 바와 같이 반류수를 저류조로 수집하는 단계로, 하수처리과정에서 상기 제2침전지(40)에서 반송된 잉여슬러지를 농축기(110)로 농축하여 혼합슬러지로 배출할 시, 잉여슬러지를 농축하면서 발생한 농축여액과, 상기 농축기(110)에서 반송된 혼합슬러지를 탈수기(120)를 탈수하여 케이크로 배출할 시, 혼합슬러지를 탈수하면서 발생한 탈수여액을 포함한 반류수를 저류조로 수집한다.

[0043] 그리고 다음 단계는 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)에서 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계로, 상기 저류조에 수집된 반류수를 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)로 반송하여, 상기 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200) 내부에 수용된 칼슘(Ca^{2+})과 반류수의 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이용해 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거한다.

[0044] 상기 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)로 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거되는 과정은 아래의 화학식1에서 확인할 수 있다.

[0045] [화학식1]



[0046]

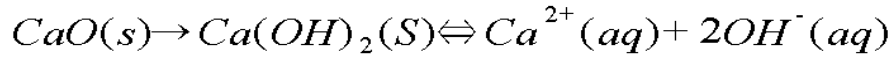
[0047] 또한 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)에서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)가 용이하게 이루어지도록, 도 3에 도시한 바와 같이 상기 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)는 지정 높이를 갖는 탱크의 내부에 칼슘(Ca^{2+})을 지정 두께로 침적하고, 상기 탱크의 하부에서 상기 저류조에 수집된 반류수를 펌프를 통해 인입시켜, 반류수가 탱크의 하부에서 상부로 점차 유동하면서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)로 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 침전되어 제거된다.

[0048] 이때 상기 탱크의 내부에 침전된 칼슘(Ca^{2+})은 전기로 제강 공정의 랜들 정련과정에서 발생하는 환원슬래그(LF Slag)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0049] 상기 환원슬래그(LF Slag) 내에 존재하는 고농도의 칼슘(Ca^{2+})은 CaO 형태로 존재하지만 용액에서 수화되어 수산화칼슘($Ca(OH)_2$ (s))형태가 되고, 해리에 의하여 Ca^{2+} 과 OH^- 형태로 이온화된다.

[0050] 아래는 상기한 과정을 보인 화학식2이다.

[0051] [화학식2]



[0052]

[0053] 다음 단계는 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단

계로, 상기 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)에서 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 제거된 반류수를 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)로 반송하여, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서는 반류수에 오존을 공급하므로써, 도 4에 도시한 바와 같이 고분자의 난분해성 유기물을 생분해성 유기물로 저분자화 되도록, 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리한다.

[0054] 이때 오존을 기반으로 이용하는 고도산화 단위 공정은 강력한 산화력을 지니므로 많은 유기 및 무기화합물의 산화가 가능하며, 이에 따라 반류수 내의 고분자의 난분해성 유기물질이 생분해성 유기물질로 저분자화 됨으로 후단의 생물학적 처리에 효율을 증대시킬 수 있다.

[0055] 또한 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하기 위해 오존의 분해를 개시하는 반응을 통하여 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /High pH 또는, O_3 / H_2O_2 공정, 촉매의 활성을 증진시키기 위해 알루미늄, 제올라이트 및 활성탄 등을 지지체로 사용하여 금속(Fe, Mn, Ti)을 담지시킨 O_3 /Catalyst 공정, 오존이 수용액에 존재할 때 UV를 조사하면 과산화수소가 생성되어, 생성된 과산화수소로부터 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /UV공정 중 어느 하나의 공정 또는 둘을 복합으로 실시하여 난분해성 물질의 상승, 슬러지 발생, 유기 염소화합물의 생성과 같은 2차 오염을 방지한다.

[0056] 다음 단계는 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서 유기물이 고도 산화 처리된 반류수를 생물학반응조(30)로 반송하는 단계로, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서 유기물이 고도 산화 처리된 반류수를 하수처리과정 중 하나인 생물학반응조(30)로 반송하여, 상기 생물학반응조(30)에서부터 재처리된다.

실시예 2

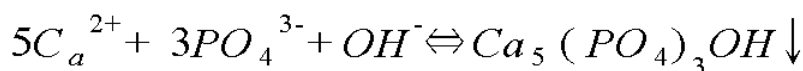
[0057] 먼저 도 2에 도시한 바와 같이 반류수를 저류조로 수집하는 단계로, 하수처리과정에서 상기 제2침전지(40)에서 반송된 잉여슬러지를 농축기(110)로 농축하여 혼합슬러지로 배출할 시, 잉여슬러지를 농축하면서 발생한 농축여액과, 상기 농축기(110)에서 반송된 혼합슬러지를 탈수기(120)를 탈수하여 케이크로 배출할 시, 혼합슬러지를 탈수하면서 발생한 탈수여액을 포함한 반류수를 저류조로 수집한다.

[0058] 그리고 다음 단계는 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)에서 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거하는 단계로, 상기 저류조에 수집된 반류수를 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)로 반송하여, 상기

FBR(Fludized Bed Reactor)부(200) 내부에 수용된 칼슘(Ca^{2+})과 반류수의 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)를 이용해 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거한다.

[0059] 상기 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)로 반류수에 포함된 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인을 제거되는 과정은 아래의 화학식1에서 확인할 수 있다.

[0060] [화학식1]



[0061]

[0062] 또한 FBR(Fludized Bed Reactor)부(200)에서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)가 용이하게 이루어지도록, 도 3에 도시한 바와 같이 상기 FBR(Fludized Bed Reactor)부

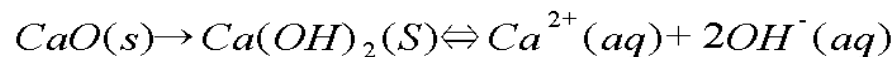
(200)는 지정 높이를 갖는 탱크의 내부에 칼슘(Ca^{2+})을 지정 두께로 침적하고, 상기 탱크의 하부에서 상기 저류조에 수집된 반류수를 펌프를 통해 인입시켜, 반류수가 탱크의 하부에서 상부로 점차 유동하면서 하이드록시아파타이트(Hydroxyapatite)의 결정화(Crystallization)로 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 침전되어 제거된다.

[0063] 이때 상기 탱크의 내부에 침전된 칼슘(Ca^{2+})은 전기로 제강 공정의 랜들 정련과정에서 발생하는 환원 슬래그(LF Slag)을 사용하는 것이 바람직하다.

[0064] 상기 환원슬래그(LF Slag) 내에 존재하는 고농도의 칼슘(Ca^{2+})은 CaO 형태로 존재하지만 용액에서 수화되어 수산화칼슘($Ca(OH)_2(s)$)형태가 되고, 해리에 의하여 Ca^{2+} 과 OH^- 형태로 이온화된다.

[0065] 아래는 상기한 과정을 보인 화학식2이다.

[0066] [화학식2]



[0067]

[0068] 다음 단계는 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하는 단계로, 상기 FBR(Fluidized Bed Reactor)부(200)에서 인산염(PO_4^{3-}) 형태의 인이 제거된 반류수를 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)로 반송하여, 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서는 반류수에 오존을 공급하므로써, 도 4에 도시한 바와 같이 고분자의 난분해성 유기물을 생분해성 유기물로 저분자화 되도록, 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리한다.

[0069] 이때 오존을 기반으로 이용하는 고도산화 단위 공정은 강력한 산화력을 지니므로 많은 유기 및 무기화합물의 산화가 가능하며, 이에 따라 반류수 내의 고분자의 난분해성 유기물질이 생분해성 유기물질로 저분자화됨으로 후단의 생물학적 처리에 효율을 증대시킬 수 있다.

[0070] 또한 상기 AOP(Advanced oxidation processes)부(300)에서 반류수에 포함된 유기물을 고도 산화 처리하기 위해 오존의 분해를 개시하는 반응을 통하여 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /High pH 또는, O_3 / H_2O_2 (과산화수소) 공정, 촉매의 활성을 증진시키기 위해 알루미늄, 제올라이트 및 활성탄 등을 지지체로 사용하여 금속(Fe, Mn, Ti)을 담지시킨 O_3 /Catalyst 공정, 오존이 수용액에 존재할 때 UV를 조사하면 과산화수소가 생성되어, 생성된 과산화수소로부터 OH 라디칼(radical)을 유도하는 O_3 /UV 공정 중 어느 하나의 공정 또는 둘을 복합으로 실시하여 난분해성 물질의 상승, 슬러지 발생, 유기 염소화합물의 생성과 같은 2차 오염을 방지한다.

[0071] 다음 단계는 MBR(Membrane Bioreactor)부(400)에서 유기물이 미생물에 의해 제거된 반류수를 침사지(10)로 반송하는 단계로, 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부(400)에서는 반류수에 포함된 유기물을 제거하는 단계에서는 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부(400)에 포함된 폭기조 내에 정밀여과막(MF)이나 한외여과막(UF)을 침지 설치하여 흡입 여과식으로 반류수를 생물학적/물리학적 처리한다.

[0072] 그리고 상기 MBR(Membrane Bioreactor)부(400)에서 유기물이 미생물에 의해 제거된 반류수를 침사지(10)로 반송한다.

[0073] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

10: 침사지 20: 제1침전지

30: 생물반응조 40: 제2침전지

50: 응집침전시설 60: 오존처리시설

70: 방류펌프 110: 농축기

120: 탈수기

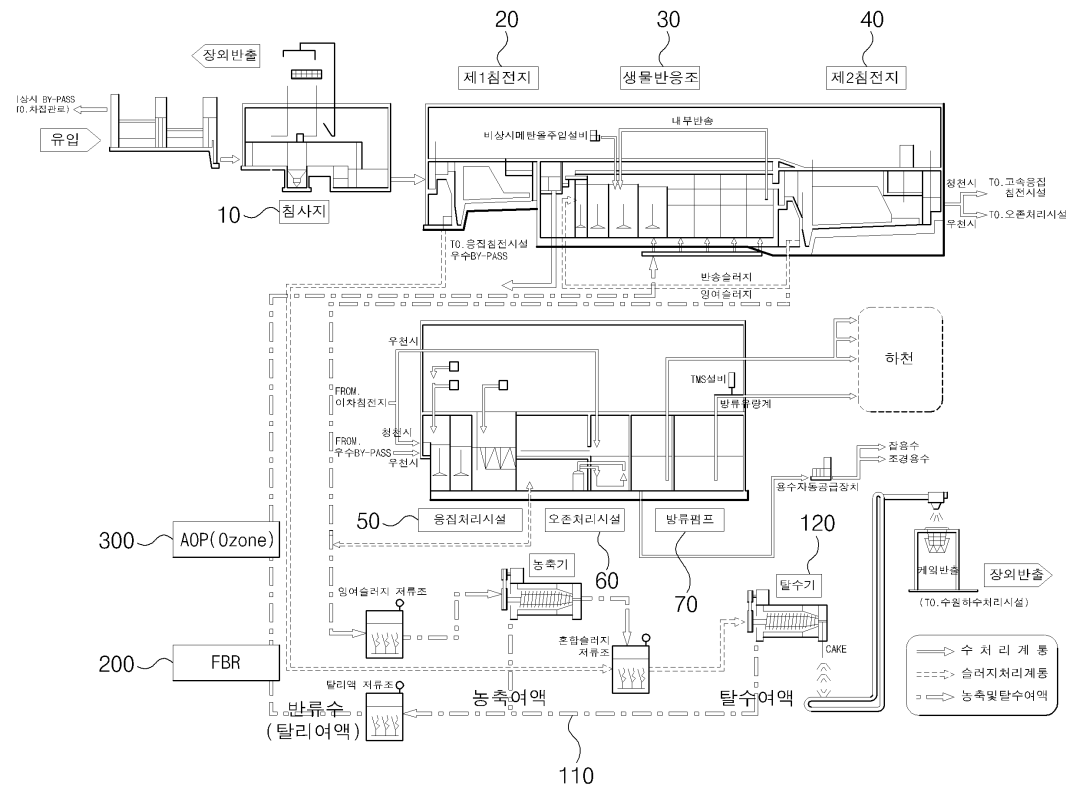
200: FBR(Fluidized Bed Reactor)부

300: AOP(Advanced oxidation processes)부

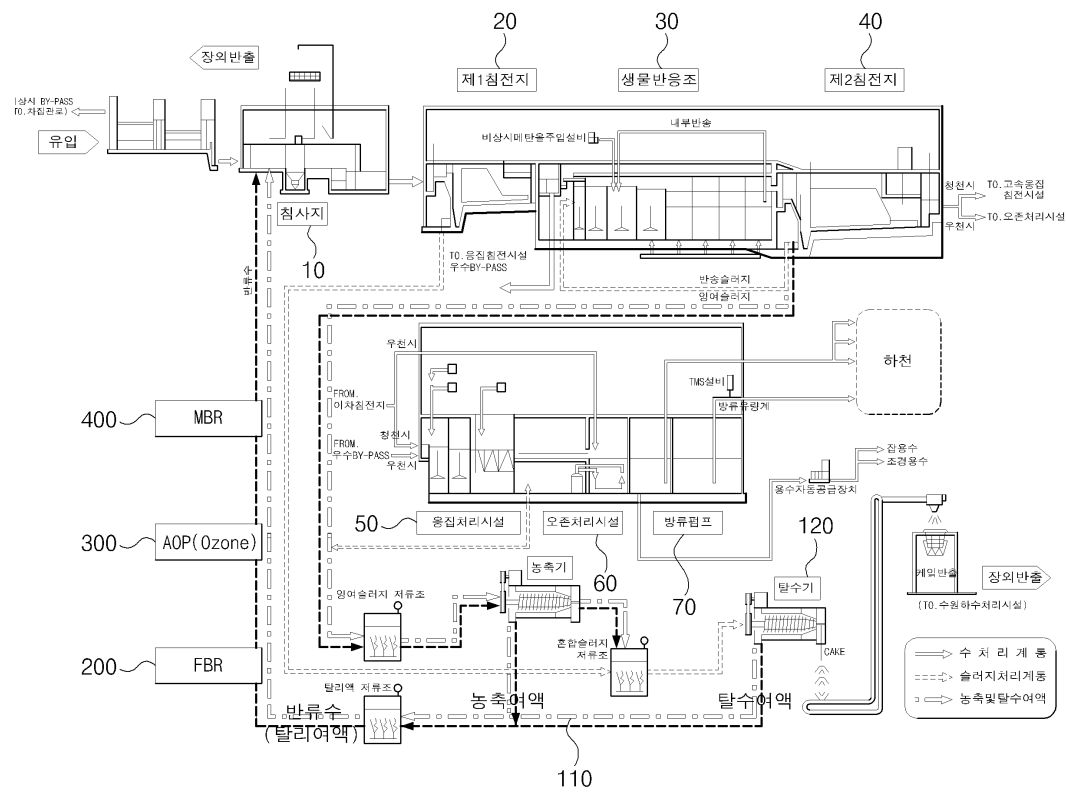
400: MBR(Membrane Bioreator)부

도면

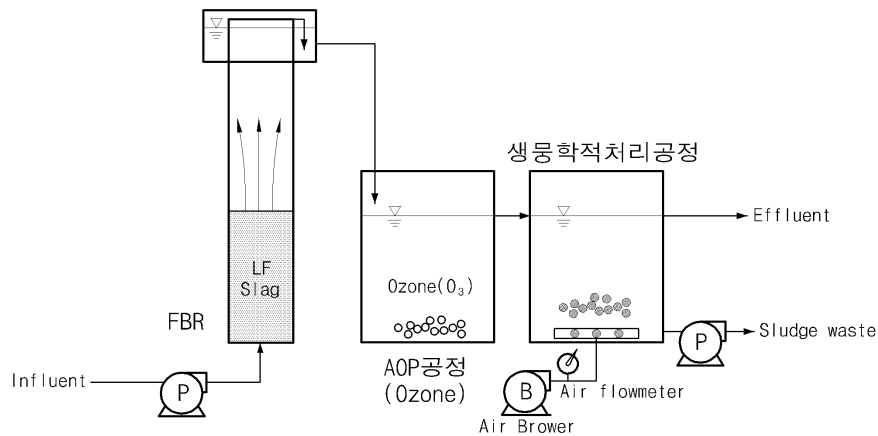
도면1



도면2



도면3



도면4

