



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0128108
(43) 공개일자 2018년12월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 3/28 (2006.01) C02F 1/20 (2006.01)
C02F 1/42 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01) C02F 1/58 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C02F 3/286 (2013.01)
C02F 1/20 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0062794

(22) 출원일자 2017년05월22일

심사청구일자 2017년05월22일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

배재호

서울특별시 양천구 목동동로 180 (신정동, 아이파크아파트) 101-102

신중현

경기도 부천시 조마루로 84 2602동 604호 (상동, 하안마을)

(74) 대리인

이원희

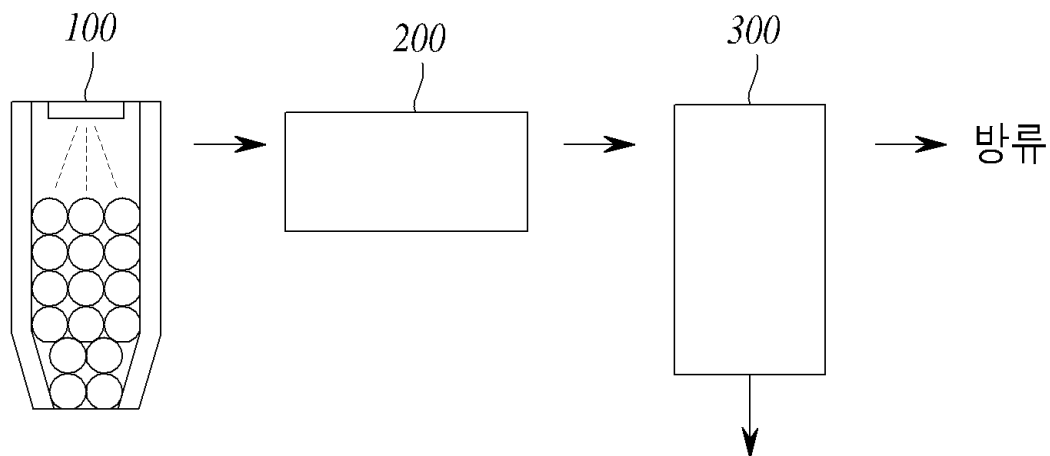
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치 및 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법

(57) 요약

본 발명은 혐기성 반응조의 후단 공정으로 이용하는 영양염류 회수공정을 통해 수질 및 토양오염을 방지할 수 있고, 영양염류의 활용으로 영양염류 재생산을 위한 에너지 및 비용 소비를 절감할 수 있는 것으로, 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에 있어서, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수를 배출하는 단계(단계 3); 를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C02F 1/42 (2013.01)
C02F 1/441 (2013.01)
C02F 1/52 (2013.01)
C02F 1/586 (2013.01)
C02F 3/2866 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A2B4009986

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구

연구과제명 물/에너지/영양염류 순환형 혐기성 하·폐수 처리 시스템 개발

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2017.03.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에 있어서,

상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1);

상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2);

상기 단계 2를 거친 처리수를 배출하는 단계(단계 3); 을 포함하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 단계 2에서 상기 영양염류를 분리하는 방법은, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법, 이온 교환수지를 이용하는 방법 및 응집침전방법 중 적어도 하나의 방법을 이용하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 단계 2는 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법을 이용하여 상기 영양염류를 농축하여 분리하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 단계 2는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 황을 분리한 후, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법을 이용하여 암모니아성 질소 및 인 중 적어도 하나를 농축하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 단계 2는 응집침전방법을 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 인 또는 황을 분리하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단계 2는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 인을 제거한 후, 이온 교환수지를 이용하는 방법 또는 응집침전방법을 이용하여 황을 제거하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 단계 2는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 황을 제거한 후, 이온 교환수지를 이용하는 방법 또는 응집침전방법을 이용하여 인을 제거하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 단계 1에서 공기탈기법(air stripping)을 이용하여 용존 메탄을 회수하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 단계 2를 거친 처리수 중에서, 상기 단계 3을 통해 배출되지 않은 처리수에 포함된 영양염류를 분리하는 단계(단계 4)를 더 포함하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 단계 4에서 상기 영양염류를 분리하는 방법은, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법, 이온 교환수지를 이용하는 방법 및 응집침전방법 중 적어도 하나의 방법을 이용하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법.

청구항 11

혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치에 있어서,

상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 메탄 회수 장치;

상기 메탄 회수 장치를 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 영양염류 분리 장치; 및

상기 영양염류 분리 장치를 거친 처리수를 배출하는 배출부; 를 포함하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치 및 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 하폐수내의 질소성분은 유기질소와 무기질소의 형태로 존재하며, 이들을 합하여 총질소(T-N)라 한다. 무기질소는 다시 암모니아성 질소와 질산성 질소(NO_x)로 구분되며, 암모니아성 질소와 유기질소를 합하여 TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)이라 한다.
- [0004] 하폐수 중으로 유입되는 질소는 대부분 TKN 형태이며, 이들은 일반적으로 질산화-탈질(nitrification-denitrification)의 2단계 과정에 의한 생물학적 처리방법에 의하여 처리된다. 즉, 질산화 단계에서는 호기성인 질산화균에 의해 암모니아성 질소 및 유기질소가 질산성 질소로 전환되며, 무산소 조건에서 이루어지는 탈질 단계에서는 부족한 산소대신 질산성 질소를 전자수용체로 사용하는 탈질산화 세균이 유기물 산화시키고 질산성 질소는 질소 기체(N_2)로 환원시켜 대기중으로 방출시킨다.
- [0005] 탈질 반응은 유기물이 있는 경우와 없는 경우로 구분할 수 있다. 유기물이 없는 경우를 내생 탈질반응(Endogeneous Denitrification)이라고 하며 탈질 속도가 느려 긴 체류시간을 필요로 하는 반면, 유기물이 있는 경우는 탈질 속도가 매우 빠르기 때문에 체류시간을 짧게 할 수 있다. 탈질 속도는 유기물의 종류에도 다소 의존한다.
- [0006] 한편, 하폐수내에 포함된 인은, 혐기성 상태에서 유기물을 이용하는 미생물에 의하여 인이 방출된 후, 유산소 상태에서 미생물이 인을 과잉섭취하여 세포내 인 함량을 증가시킴으로써 제거된다. 특히, 혐기성 상태에서 미생물에 의한 인 방출을 위해서는 질산성 질소의 농도가 낮아야 하는데, 질산성 질소가 다량 존재하게 되면 질산중의 산소 성분으로 인해 미생물의 인 방출 활동이 억제되기 때문이다.
- [0007] 따라서, 하폐수 중에 존재하는 질소와 인을 동시에 제거하기 위해서는 다음과 같은 어려움이 있다. TKN의 질산화 반응을 위해서는 용존산소가 충분히 존재하여야 하나, 탈질 반응 및 인 방출 반응을 위해서는 용존산소가 없어야 한다.
- [0008] 또한, 탈질 반응 및 인 제거반응에 관여하는 미생물은 에너지원으로 유기탄소원이 필요한 종속영양(heterotrophic nutrition) 미생물이다. 이론적으로 1g의 질산성 질소를 제거하는데 필요한 유기물의 양은 2.86 g COD이고, 1g의 용해성 인(Soluble Phosphorus; S-P)을 제거하는데 필요한 유기물은 40g COD인 것으로 알려져 있다. 그러나, 국내 하수는 유입 유기물 농도가 이보다 낮기 때문에 질소와 인을 동시에 제거하는데 어려움이 있다. 또한, 외부 탄소원을 별도로 공급하는 경우에는 운전 비용이 많이 들게 된다.
- [0009] 또한, 탈질산화 반응은 폐수중의 유기물 농도 및 유기물의 종류에 따라 반응속도가 다양하기 때문에 체류시간을 적절하게 조절하기가 곤란하며 장시간의 체류시간을 필요로 한다.
- [0010] 폐수 내에 포함된 질소와 인을 생물학적으로 처리하기 위한 기존의 방법은 기본적으로 인 제거 미생물은 탈질 능력이 없다는 가정하에 유입수 내의 유기탄소원을 이용하며 경우에 따라서는 인을 제거하기 위해 약품을 사용하기도 한다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 한국 특허공개공보 제 10-2011-0113480 호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 종래 호기성 기반 하폐수 처리 공정의 높은 에너지 요구량 및 슬러지 발생량 등의 단점을 해결하기 위해 혐기성 공정으로 대체할 수 있다. 그러나, 혐기성 하폐수에는 암모니아성 질소 및 인이 제거되지 않고 잔류하므로 이를 회수 또는 처리하지 않고 배출시에 수질 및 토양 오염의 원인으로 작용한다. 따라서 최근 혐기성 하수처리 시스템의 후속공정으로 질소 및 인을 제거 또는 회수하는 시스템의 개발의 중요성이 대두되고 있다.
- [0014] 보편적인 호기성 공정에서 이용되던 질산화-탈질을 통한 질소의 제거는 암모니아성 질소를 질산성 질소로 산화시킨 다음 질소가스로 환원하여 대기중으로 배출하는 것으로 이 과정에서 많은 에너지와 외부탄소원이

필요하다. 특히, 암모니아 비료를 생산하는 하버-보쉬 공정에서는 질소를 고정하기 위하여 많은 에너지가 요구되므로 에너지흐름 또는 질소자원흐름에 있어서 매우 효율적이지 않은 방법이다. 인의 경우 식물의 성장 등 생태계에 필수적인 소중한 자원임과 동시에 인류가 가진 가장 제한적인 자원중 하나로서 회수의 필요성이 부각되고 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치 및 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법은 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에 있어서, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수를 배출하는 단계(단계 3); 를 포함한다.

[0018] 또한, 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치에 있어서, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 메탄 회수 장치; 상기 메탄 회수 장치를 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 영양염류 분리 장치; 및 상기 영양염류 분리 장치를 거친 처리수를 배출하는 배출부; 를 포함하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치 및 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법은 혐기성 반응조이후단 공정으로 이용하는 영양염류 회수공정을 통해 수질 및 토양오염을 방지할 수 있고, 영양염류의 활용으로 영양염류 재생산을 위한 에너지 및 비용 소비를 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치의 개략도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 형태들을 다음과 같이 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 형태는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 이하 설명하는 실시 형태로 한정되는 것은 아니다. 또한, 본 발명의 실시 형태는 당해 기술분야에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해서 제공되는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있으며, 도면 상의 동일한 부호로 표시되는 요소는 동일한 요소이다. 또한, 유사한 기능 및 작용을 하는 부분에 대해서는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부호를 사용한다. 덧붙여, 명세서 전체에서 어떤 구성요소를 "포함"한다는 것은 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.

[0025] 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법

[0027] 이하, 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법을 설명한다.

[0029] 본 발명의 실시 예에 따른 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법은, 영양염류를 회수하지 않고 모두 제거하여 영양염류 재생산을 위한 에너지 및 비용 소비적인 문제가 있는 기존의 폐수처리 방법을 보완하기

위한 것이다. 혐기성 공정을 이용한 유기물제거 및 처리수에 잔류하는 영양염류를 분리, 농축, 회석 할 수 있는 방법들을 이용하여 효율적인 영양염류의 활용을 할 수 있다.

[0030] 따라서 본 발명의 실시 예에서는 혐기성 하수처리 공정의 후속공정으로서 질소 또는 인을 단순히 제거하는 대신 이를 회수하여 사용하는 방법 및 이를 구현 가능한 공정을 연결하여 설치할 수 있다.

[0032] 이하 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

[0034] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법은, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1); 상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2); 상기 단계 2를 거친 처리수를 배출하는 단계(단계 3); 을 포함한다. 이하 도 1을 기초로 설명한다.

[0035]

[0036] 도 1은 본 발명의 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치의 개략도이다.

[0037] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1)는 용존메탄 회수장치(100)에 의해 수행될 수 있고, 상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2)는 제1영양염류 분리장치(200)에 의해 수행될 수 있고, 상기 단계 2를 거친 처리수를 배출하는 단계(단계 3)는 배출부(300)에 의해 수행될 수 있다.

[0039] 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에 있어서, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1)에서, 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수는 고농도 폐수 또는 도시 하수 및 저농도 폐수를 처리한 것일 수 있다.

[0040] 상기 혐기성 하수처리 공정은 ABR(Anaerobic Baffled Reactor), AFBR(Anaerobic FluidizedBed Reactor), AF(Anaerobic Filter), UASB(Upflow Anaerobic Sludge Blanket), AnMBR(Anaerobic Membrane Bioreactor), CSTR(Continuously Stirred Tank Reactor), Anaerobic Expanded Granular Sludge Blanket Reactor, Anaerobic Internal Circulation Bioreactor, ASBR(Anaerobic Sequencing Batch Reactor), AFMBR(Anaerobic Fluidized Membrane Bioreactor) 등이 사용될 수 있으며, 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0041] 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에는 메탄, 암모니아성 질소(N) 및 인(P)이 잔류할 수 있다.

[0043] 혐기성 공정에서 가스상으로 존재하는 메탄이 헨리의 법칙에 따라 유출수에 용존된 상태로 존재하며, 저농도 폐수를 짧은 체류시간에서 처리하는 경우 용액에서 생성된 가스가 충분히 분리되지 못하여 과포화(oversaturation) 상태로 유출수와 함께 배출될 수 있다. 유출수에 포함된 용존 메탄은 공기와 접하게 되면 평형을 이루기 위하여 대기 중으로 빠져나가는데, 메탄은 이산화탄소에 비하여 global warming potential(GWP, 지구온난화잠재력)이 28배 내지 36배가 높은 온실가스로 지구온난화에 악영향을 끼칠 수 있다.

[0044] 또한, 메탄가스의 경우 폭발성이 매우 높은 가스로서 (Lower explosive limit, LEL = 5.0 %) 유출관에서 가스가 트랩되는 경우 안전상의 문제를 야기할 수 있다.

[0045] 특히, 저농도 폐수를 처리하는 혐기성 공정의 경우 발생된 메탄의 40% 내지 60 %가 용존 메탄의 형태로 배출되기 때문에 에너지 회수효율 증진을 위해서는 회수공정이 에너지 자립화 측면에서 매우 중요하다.

[0047] 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 단계(단계 1)는 상기 용존메탄 회수장치(100)에서 수행될 수 있다. 또한, 상기 단계 1에서 용존 메탄을 회수하는 단계는, 공기탈기법(air stripping)을 이용하는 방법일 수 있다.

[0048] 상기 공기탈기법은 휘발성 유기산으로 오염된 도시 하수, 폐수, 지하수 등의 복구에 사용되는 기술로 공기 등의

기체를 주입하여 유기산을 제거하는 방법이다. 본 실시 예에서는 용존메탄 회수장치(100)에 공기를 주입하여 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 제거할 수 있다.

- [0050] 본 발명의 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2)는 제1영양염류 분리장치(200)를 이용하여 수행될 수 있다.
- [0051] 상기 제1영양염류 분리장치(200)는 상기 용존메탄 회수장치(100)에 연결되어 상기 단계 1을 거친 처리수에 포함된 암모니아성 질소(N), 인(P) 또는 황(S)을 회수하여 사용하기 위하여 분리하는 장치일 수 있다.
- [0052] 상기 영양염류는 질소(N), 인(P), 황(S), 칼륨(K), 규산염일 수 있으며 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0054] 도시 하수 및 저농도 폐수에는 유기 물질뿐만 아니라 질소 및 인을 포함하는 영양염류 성분이 존재한다. 영양염류란 유기물 분해를 일으키는 미생물이 생육과 증식에 필요한 무기성 원소로서, 이들 중 특히 질소 화합물과 인산염은 생물 세포형성과 에너지 대사를 위하여 연속적으로 공급되어야 하는 원소이다. 그러나, 이러한 질소(N) 또는 인(P)과 같은 영양염류가 증가하면 생태계의 균형이 파괴되면서 부영양화 현상이 발생하는 문제가 있다. 이러한 부영양화 발생의 원인이 되는 질소 발생원으로는 생활하수와 공장폐수 및 농업폐수를 들 수 있다. 생활하수에는 유기 질소 화합물로서 단백질, 펩타이드, 아미노산 및 요소가 포함되어 있으며, 무기 질소 화합물로서 소량의 암모니아가 포함되어 있다. 유기 질소 화합물 형태 또는 질소는 물속에서 미생물의 작용으로 아질산염 또는 질산염으로 산화되면서 물속의 산소를 소모시킨다. 아질산염 또는 암모니아는 어류에 치명적인 영향을 미친다.
- [0055] 인(P)의 주요 발생원은 합성세제로서 수중 생태계로 흘러드는 인의 30~40%가 이에 속한다. 인산염은 합성 세제의 충전제(builder)로 사용되어 계면 활성제와 더불어 세척작용에 상승효과를 일으키는 것으로 합성세제의 큰 부분을 차지한다. 합성세제의 사용량이 날로 늘어감에 따라 인산염이 하수 중에서 차지하는 비중이 점점 증대하고 있다.
- [0056] 이러한 질소(N) 또는 인(P)이 저수지에 축적되면 부영양화가 일어나는 문제가 발생한다. 부영양화는 질소 또는 인 성분이 저수지 등의 수역으로 유입될 때 이들 질소 또는 인을 먹이로 하는 미생물이 과잉 번식되면서 일어나기 시작되는 현상이다. 따라서 부영양화를 근본적으로 방지하기 위해서는 하, 폐수 내의 영양염류 성분이 하천 등의 수역으로 유입되기 전에 제거되어야 한다.
- [0057] 본 실시 예에서는 상기 단계 1을 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 단계(단계 2)를 통하여 질소 또는 인의 농도를 방류수 수질 기준으로 맞출 수 있다.
- [0059] 상기 단계 2를 거친 처리수를 배출하는 단계(단계 3); 는 상기 배출부(300)에서 수행될 수 있다.
- [0060] 상기 배출부(300)에서 배출되는 배출수는 농업용수로 이용될 수 있다. 상기 배출부(300)는 일반적으로 폐수 배출시설에서 사용하는 장치일 수 있다.
- [0062] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 2에서 상기 영양염류를 분리하는 방법은, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법, 이온 교환수지를 이용하는 방법 및 응집침전방법 중 적어도 하나의 방법을 이용하는 방법일 수 있다.
- [0063] 또한, 상기 단계 2에서 영양염류를 분리하는 방법이 이온 교환수지를 이용하는 방법인 경우, 인공수지 또는 천연수지의 모든 종류를 포함하는 방법일 수 있다.
- [0065] 상세하게는 상기 단계 2는 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법을 이용하여 상기 영양염류를 농축하여 분리하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법일 수 있다. 이는 상기 영양염류를 따로 회수하지 않고 한번에 농축하기 위한 방법일 수 있다.

- [0066] 상기 단계 2는 제1영양염류 분리장치(200)에서 수행될 수 있다.
- [0068] 상기 역삼투막 방법은 용매와 용질로 구성된 유체중에서 용매를 제거시킴으로써 용질을 농축, 회수하는 방법으로서 막의 재질에 따라 셀룰로오스 아세테이트(Cellulose Acetate: CA), 폴리아마이드(Polyamide: PA), 폴리서포네이트(Poly sulfonate) 등이 사용될 수 있다. 역삼투막 분리공정은 병렬식(PARALLEL TYPE), 직렬식(SERIES TYPE), 크리스마스 트리식(CHRISTMASS TREE TYPE), 1단 탈염공정 및 2단 탈염공정이 사용될 수 있으며 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0069]
- [0070] 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 2는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 황을 분리한 후, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법을 이용하여 암모니아성 질소 및 인 중 적어도 하나를 농축하는 방법일 수 있다. 상기 단계 2는 제1영양염류 분리장치(200)에서 수행될 수 있다.
- [0071] 황(S) 또는 인(P)을 따로 제거 또는 회수하기 위한 경우에, 전단에서 황 또는 인에 최적화된 이온 교환수지를 이용하여 해당물질을 먼저 분리한 후에 후단에서 잔류하는 인 또는 황을 회수 또는 제거하기 위해서 응집침전 또는 해당 물질에 최적화된 이온 교환수지를 적용하여 따로 분리가 가능한 공정일 수 있다.
- [0073] 이온교환수지(ion exchange resin)는 미세한 3차원 구조의 고분자에 이온교환기를 결합시킨 것으로서 극성, 비극성 용액 중에 녹아있는 이온성 불순물을 교환, 정제해 주는 고분자 물질이다. 본 발명에서는 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0075] 상기 인공수지는 합성고분자를 포함하고 있는 것이며, 상기 천연수지는 로진, 코우펄과 같은 자연 유출물 및 셀락, 카세인과 같은 동물 유출물을 포함하는 것일 수 있다.
- [0076] 상기 이온 교환수지는 다른 수용액에 첨가되어 수용액 속의 특정 이온과 자신의 이온을 교환하는 역할을 하는 것으로 강염기성 이온 교환수지 또는 약염기성 이온 교환수지일 수 있다.
- [0077] 상기 역삼투막 방법에 관한 내용은 앞서 설명한 것과 동일한 것으로, 설명을 생략한다.
- [0079] 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 2는 응집침전 방법을 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 인 또는 황을 분리하는 방법일 수 있다. 상기 단계 2는 제1영양염류 분리장치(200)에서 수행될 수 있다.
- [0080] 상기 응집침전 방법은 모든 종류의 응집제와 응집보조제를 사용할 수 있고, 스트루바이트(struvite) 형성을 위한 화학적 응집공정(chemical coagulation)까지 모두 포함한 방법일 수 있다.
- [0082] 상기 응집침전 방법은 제타전위를 불안정상태로 변형시키는 공정을 포함할 수 있다.
- [0083] 미세입자나 콜로이드의 경우 실험적으로 구해진 제타전위(Zeta potential)의 절대치가 증가하면 입자간의 반발력이 강해져 입자의 안정성은 높아지는 반면 제타전위가 0에 가까워지면 입자는 응집하기 쉬워진다. 따라서, 제타전위는 콜로이드입자의 분산안정성의 척도로서 사용될 수 있다
- [0084] 상기 응집침전 방법의 응집과정은 응집제를 첨가하여 미세입자들을 응집시켜 부정형 플렉으로 형성하고, 응집보조제의 추가 투입으로 거대한 플렉으로 성장시켜 침전성을 개선 제거하는 과정일 수 있다.
- [0085] 상기 응집제는 제타전위를 불안정상태로 변형시킬 수 있는 것으로써 황산알루미늄($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$), 황산제1철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 황산제2철($\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), 폴리염화알루미늄(PAC, Poly Aluminum chloride), 폴리황산알루미늄(poly Aluminum sulfate, PAS), 폴리황산알루미늄실리케이트(poly Aluminum sulfate silicate, PASS), 폴리염화알루미늄실리케이트(poly Alumium chloride silicate, PACS), 전분, 아교, 폴리에틸렌이민, 폴리아크릴아미

드, 폴리아크릴산나트륨 등이 적용될 수 있고, 바람직하게는 색도를 유발하지 않는 알루미늄 계열의 응집제를 적용할 수 있다. 본 발명을 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0086] 상기 응집제는 pH나 색도에 대하여 응집범위가 넓으며, 응집력이 뛰어나고, 알칼리도(alkalinity)를 그다지 많이 소비하지 말아야 하며, 백탁현상(Degradation)의 발생을 억제하는 것이 바람직하다.

[0088] 응집공정에서 플럭 강도를 높게 형성함으로써 침전이 빠른 플럭을 형성하여 최적의 응집상태를 조성하기 위해 응집보조제를 사용하며, 응집제와 응집보조제를 병행하여 사용하면 응집제의 사용량도 절감할 수 있다. 응집보조제는 무기제와 유기제로 나눌 수 있다. 산성의 알루미늄이나 철염을 사용할 경우 상대적으로 pH가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 수산화나트륨이나 석회를 가할 필요가 있다.

[0090] 상기 응집침전 방법에 사용하는 응집보조제는 형성되는 플럭(floc)의 침강성을 올려주기 위하여 양이온폴리머, 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$), 산화칼슘(CaO), 알루미늄나이트($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$), 벤토나이트(Clay), 탄산칼슘(CaCO_3), 음이온폴리머일 수 있으며, 본 발명을 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0092] 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 2는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 인을 제거한 후, 이온 교환수지를 이용하는 방법 또는 응집침전 방법을 이용하여 황을 제거하는 방법일 수 있다. 상기 단계 2는 제1영양염류 분리장치(200)에서 수행될 수 있다.

[0094] 상기 이온 교환수지(ion exchange resin)는 불용성의 합성 수지 모체에 아미노기($-\text{NH}_2$, $-\text{NHR}$, $-\text{NR}_2$), 사차암모늄기 등의 염기성기를 가진 수지일 수 있다.

[0095] 상기 이온 교환수지를 이용하는 방법 및 응집침전 방법에 관한 내용은 앞서 설명한 것과 동일한 것으로 설명을 생략한다.

[0096] 상기 단계 2는 인(P)과 친화력이 좋은 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 인(P)을 제거한 후, 잔류하는 황(S)을 황(S)과 친화력이 좋은 이온 교환수지를 이용하여 제거 또는 또는 응집침전 방법을 이용하여 제거할 수 있다.

[0098] 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 2는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 황을 제거한 후, 이온 교환수지를 이용하는 방법 또는 응집침전 방법을 이용하여 인을 제거하는 방법일 수 있다. 상기 단계 2는 제1영양염류 분리장치(200)에서 수행될 수 있다.

[0099] 상기 단계 2는 황(S)과 친화력이 좋은 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 1을 거친 처리수에서 황(S)을 제거한 후, 잔류하는 인(P)을 인(P)과 친화력이 좋은 이온 교환수지를 이용하여 제거 또는 또는 응집침전 방법을 이용하여 제거할 수 있다.

[0101] 본 발명의 또 다른 실시 예에 의한 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법은, 상기 단계 2를 거친 처리수 중에서, 상기 단계 3을 통해 배출되지 않은 처리수에 포함된 영양염류를 분리하는 단계(단계 4)를 더 포함할 수 있다.

[0102] 또한, 상기 단계 4에서 상기 영양염류를 분리하는 방법은, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법, 이온 교환수지를 이용하는 방법 및 응집침전방법 중 적어도 하나의 방법을 이용할 수 있다. 이하 도 2를 기초로 설명한다.

- [0104] 도 2는 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치의 개략도이다.
- [0106] 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 2를 거친 처리수 중에서, 상기 단계 3을 통해 배출되지 않은 처리수에 포함된 영양염류를 분리하는 단계(단계 4)는 상기 제2영양염류 분리장치(400)에 의해 수행될 수 있다.
- [0107] 또한, 상기 단계 4에서 영양염류를 분리하는 방법이 이온 교환수지를 이용하는 방법인 경우, 인공수지 또는 천연수지의 모든 종류를 포함하는 방법일 수 있다.
- [0109] 상세하게는 상기 단계 4는 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법을 이용하여 상기 영양염류를 농축하여 분리하는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법일 수 있다. 이는 상기 영양염류를 따로 회수하지 않고 한번에 농축하기 위한 방법일 수 있다.
- [0111] 상기 역삼투막 방법은 용매와 용질로 구성된 유체중에서 용매를 제거시킴으로써 용질을 농축, 회수하는 방법으로서 막의 재질에 따라 셀룰로오스 아세테이트(Cellulose Acetate: CA), 폴리아마이드(Polyamide: PA), 폴리서포네이트(Poly sulfonate) 등이 사용될 수 있다. 역삼투막 분리공정은 병렬식(PARALLEL TYPE), 직렬식(SERIES TYPE), 크리스마스 트리식(CHRISTMASS TREE TYPE), 1단 탈염공정 및 2단 탈염공정이 사용될 수 있으며 본 발명은 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0112]
- [0113] 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 4는 이온 교환수지를 이용하여 상기 단계 2를 거친 처리수 중에서, 상기 단계 3을 통해 배출되지 않은 처리수에서 황을 분리한 후, 역삼투막(Reverse Osmosis) 방법을 이용하여 암모니아성 질소 및 인 중 적어도 하나를 농축하는 방법일 수 있다. 상기 단계 4는 제2영양염류 분리장치(400)에서 수행될 수 있다.
- [0114] 황(S) 또는 인(P)을 따로 제거 또는 회수하기 위한 경우에, 전단에서 황 또는 인에 최적화된 이온 교환수지를 이용하여 해당물질을 먼저 분리한 후에 후단에서 잔류하는 인 또는 황을 회수 또는 제거하기 위해서 응집침전 또는 해당 물질에 최적화된 이온 교환수지를 적용하여 따로 분리가 가능한 공정일 수 있다.
- [0116] 본 발명의 다른 실시 예에 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 방법에서, 상기 단계 4는 응집침전 방법을 이용하여 상기 단계 2를 거친 처리수 중에서, 상기 단계 3을 통해 배출되지 않은 처리수에서 인 또는 황을 분리하는 방법일 수 있다. 상기 단계 4는 제2영양염류 분리장치(400)에서 수행될 수 있다.
- [0117] 상기 응집침전 방법은 모든 종류의 응집제와 응집보조제를 사용하여 수행할 수 있고, 스트루바이트(struvite) 형성을 위한 화학적 응집공정(chemical coagulation)까지 모두 포함한 방법일 수 있다.
- [0119] 상기 응집침전 방법은 제타전위를 불안정상태로 변형시키는 공정을 포함할 수 있다.
- [0120] 상기 응집침전 방법의 응집과정은 응집제를 첨가하여 미세입자들을 응집시켜 부정형 플러크로 형성하고, 응집보조제의 추가 투입으로 거대한 플러크로 성장시켜 침전성을 개선 제거하는 과정일 수 있다.
- [0121] 상기 응집제는 제타전위를 불안정상태로 변형시킬 수 있는 것으로써 황산알루미늄($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$), 황산제1철($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), 황산제2철($\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), 폴리염화알루미늄(PAC, Poly Aluminum chloride), 폴리황산알루미늄(poly Aluminum sulfate, PAS), 폴리황산알루미늄실리케이트(poly Aluminum sulfate silicate, PASS), 폴리염화알루미늄실리케이트(poly Aluminum chloride silicate, PACS), 전분, 아교, 폴리에틸렌이민, 폴리아크릴아미드, 폴리아크릴산나트륨 등이 적용될 수 있고, 바람직하게는 색도를 유발하지 않는 알루미늄 계열의 응집제를 적용할 수 있다. 본 발명을 이를 특별히 한정하지 않는다.
- [0122] 상기 응집제는 pH나 색도에 대하여 응집범위가 넓으며, 응집력이 뛰어나고, 알칼리도(alkalinity)를 그다지 많

이 소비하지 말아야 하며, 백탁현상(Degradation)의 발생을 억제하는 것이 바람직하다.

[0124] 응집공정에서 플록 강도를 높게 형성함으로써 침전이 빠른 플록을 형성하여 최적의 응집상태를 조성하기 위해 응집보조제를 사용하며, 응집제와 응집보조제를 병행하여 사용하면 응집제의 사용량도 절감할 수 있다. 응집보조제는 무기제와 유기제로 나눌 수 있다. 산성의 알루미늄이나 철염을 사용할 경우 상대적으로 pH가 떨어지는 것을 방지하기 위하여 수산화나트륨이나 석회를 가할 필요가 있다.

[0126] 상기 응집침전 방법에 사용하는 응집보조제는 형성되는 플록(floc)의 침강성을 올려주기 위하여 양이온폴리머, 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$), 산화칼슘(CaO), 알루미늄나이트($\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$), 벤토나이트(Clay), 탄산칼슘(CaCO_3), 음이온폴리머일 수 있으며, 본 발명을 이를 특별히 한정하지 않는다.

[0128] 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치

[0130] 본 발명의 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 메탄 회수 장치; 상기 메탄 회수 장치를 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 영양염류 분리 장치; 및 상기 영양염류 분리 장치를 거친 처리수를 배출하는 배출부; 를 포함한다.

[0132] 본 발명의 다른 실시 예를 따르는 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수를 처리하는 장치는 상기 혐기성 하수처리 공정을 거친 처리수에 포함된 용존 메탄을 회수하는 메탄 회수 장치; 상기 메탄 회수 장치를 거친 처리수에서 영양염류를 분리하는 영양염류 분리 장치; 상기 영양염류 분리 장치를 거친 처리수를 배출하는 배출부; 및 제2영양염류 분리장치; 를 포함한다.

[0134] 상기 용존메탄 회수장치, 제1영양염류 분리장치, 배출부, 제2영양염류 분리장치 등에 관한 내용은 앞서 설명한 것과 동일한 것으로, 설명을 생략한다.

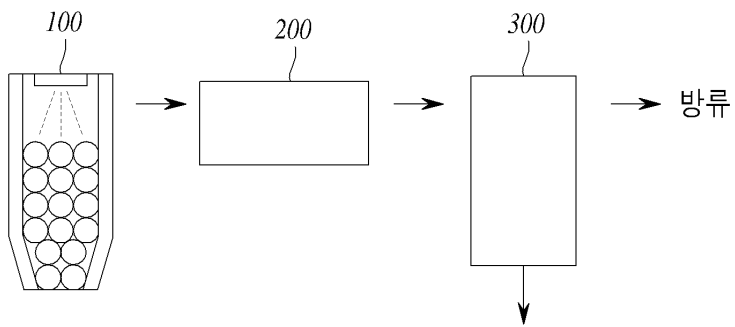
[0136] 본 발명은 상술한 실시 형태 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니며 첨부된 청구범위에 의해 한정하고자 한다. 따라서, 청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 당 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 다양한 형태의 치환, 변형 및 변경이 가능할 것이며, 이 또한 본 발명의 범위에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0138]
- 100: 용존메탄 회수장치
 - 200: 제1영양염류 분리장치
 - 300: 배출부
 - 400: 제2영양염류 분리장치

도면

도면1



도면2

