(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0028585
(43) 공개일자 2020년03월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 3/30 (2006.01) *C02F 3/00* (2006.01)
C02F 3/34 (2017.01)
(52) CPC특허분류
C02F 3/307 (2013.01)
C02F 3/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0106812
(22) 출원일자 2018년09월07일
심사청구일자 2018년09월07일

(71) 출원인
두산중공업 주식회사
경상남도 창원시 성산구 두산볼보로 22 (귀곡동)
(72) 발명자
조환철
경기도 수원시 영통구 동수원로 316, 5동 904호(매탄동, 임광아파트)
진양오
경기도 용인시 처인구 지삼로590번길 9, 204동 1704호(삼가동, 용인행정타운두산위브2단지)
이철우
경상남도 창원시 성산구 원이대로 495, 229동 1804호(반림동, 트리비앙아파트)
(74) 대리인
이영규, 윤병국

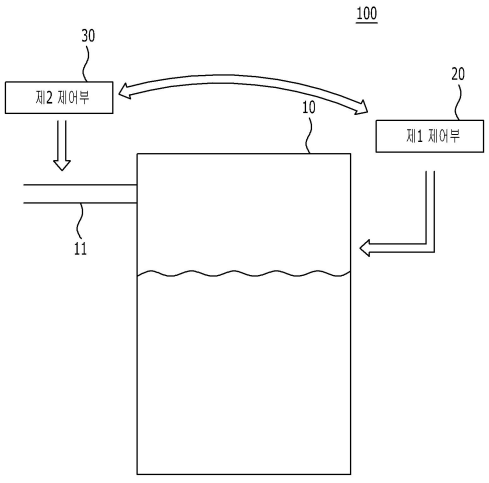
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **아나목스 반응조 및 이를 이용한 수처리 방법**

(57) 요 약

본 발명은 아나목스 반응조 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 미생물의 활성도를 적절하게 유지하여 질소 제거 효과를 향상시킬 수 있는 아나목스 반응조 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다. 이를 위해 아나목스 반응조는 피처리수가 공급되는 피처리수 공급관을 포함하고, 내부에 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB) 및 아나목스 미생물(Annamox bacteria)을 수용하는 챔버; 챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1제어부; 및 챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 피처리수의 공급 유량을 제어하는 제2제어부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
C02F 3/34 (2013.01)
C02F 2209/14 (2013.01)
C02F 2209/15 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

피처리수가 공급되는 피처리수 공급관을 구비하고, 내부에 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB) 및 아나목스 미생물(Annamox bacteria)을 수용하는 챔버;

챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1제어부; 및

챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 피처리수의 공급 유량을 제어하는 제2제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

청구항 2

제1항에 있어서, 아나목스 미생물은,

칸디다투스 쿠에네니아(Candidatus Kuenenia), 칸디다투스 브로카디아(Candidatus Brocadia), 칸디다투스 아나목소글로버스(Candidatus Anammoxoglobus), 칸디다투스 제테니아(Candidatus Jettenia) 및 칸디다투스 스칼린두아(Candidatus Scalindua)로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

청구항 3

제1항에 있어서, 제1제어부는,

암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 측정하는 제1측정부;

아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도를 측정하는 제2측정부; 및

질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정하는 제3측정부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

청구항 4

제3항에 있어서, 제1측정부는,

단위 시간 내에 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도 변화를 측정하여 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량을 연산하는 제1연산부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

청구항 5

제3항에 있어서, 제2측정부는,

단위 시간 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 변화를 측정하여 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량을 연산하는 제2연산부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

청구항 6

제3항에 있어서, 제3측정부는,

단위 시간 내에 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도 변화를 측정하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 생성량을 연산하는 제3연산부;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

청구항 7

제3항에 있어서, 제2제어부는,

하기 수학식 1에 의해 계산된 값을 통해 피처리수의 공급 유량을 제어하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

[수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^{-}] + [NO_{3\,gen}^{-}]}{[NH_{4\,rem}^{+}]}$$

청구항 8

제7항에 있어서, 제2제어부는,

하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 이상인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 50~100mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

[수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^{-}] + [NO_{3\,gen}^{-}]}{[NH_{4\,rem}^{+}]}$$

청구항 9

제7항에 있어서, 제2제어부는,

하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 미만인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 100~250mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어하는 것을 특징으로 하는, 아나목스 반응조.

[수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^{-}] + [NO_{3\,gen}^{-}]}{[NH_{4\,rem}^{+}]}$$

청구항 10

제1항의 아나목스 반응조를 이용하여 피처리수 내에 포함된 질소를 제거하는 수처리 방법에 있어서,

제1제어부를 통해 챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1단계; 및

챔버 내부에 수용된 피처리수의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 제2제어부를 통해 챔버 내부로 공급되는 피처리수의 유량을 제어하는 제2단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 아나목스 미생물은,

칸디다투스 쿠에네니아(Candidatus Kuenenia), 칸디다투스 브로카디아(Candidatus Brocadia), 칸디다투스 아나목소글로버스(Candidatus Anammoxoglobus), 칸디다투스 제테니아(Candidatus Jettenia) 및 칸디다투스 스칼리두아(Candidatus Scalindua)로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는, 수처리

방법.

청구항 12

제10항에 있어서, 제1단계는,

암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 측정하는 제1-1단계;

아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도를 측정하는 제1-2단계; 및

질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정하는 제1-3단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 제1-1단계는,

단위 시간 내에 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도 변화를 측정하여 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량을 연산하는 제1연산단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

청구항 14

제12항에 있어서, 제1-2단계는,

단위 시간 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 변화를 측정하여 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량을 연산하는 제2연산단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

청구항 15

제12항에 있어서, 제1-3단계는,

단위 시간 내에 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도 변화를 측정하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 생성량을 연산하는 제3연산단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 제2단계는,

하기 수학식 1에 의해 계산된 값을 통해 피처리수의 공급 유량을 제어하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

[수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^-] + [NO_{3\,gen}^-]}{[NH_{4\,rem}^+]}$$

청구항 17

제16항에 있어서, 제2단계는,

하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 이상인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 50~100mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

[수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_2^- gen] + [NO_3^- gen]}{[NH_4^+ rem]}$$

청구항 18

제16항에 있어서, 제2단계는,

하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 미만인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 100~250mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어하는 것을 특징으로 하는, 수처리 방법.

[수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_2^- gen] + [NO_3^- gen]}{[NH_4^+ rem]}$$

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 아나목스 반응조 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 미생물의 활성도를 적절하게 유지하여 질소 제거 효과를 향상시킬 수 있는 아나목스 반응조 및 이를 이용한 수처리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 수질 오염의 원인으로는 유기물과 질소 및 인과 같은 무기물 등이 있다. 질소는 영양염류의 하나로 부영향화와 적조를 일으켜 유해 부유생물의 발생을 촉진하고 화학적 산소요구량의 증가 원인이 되며, 유기물은 수계의 용존 산소량 등을 감소시키기 때문에, 제거되어야 한다.

[0003] 이러한 각종 오염물질을 함유하는 폐수를 처리하는 방법으로는, 수중미생물의 신진 대사 작용을 이용하고 있다.

[0004] 일반적인 폐수 처리방법은 반응조에서 폐수 중의 유기물을 호기성 미생물을 이용하여 분해하여 처리하는 형태가 대부분이다. 그러나, 상기와 같은 일반적인 폐수 처리 방법은 반응조 내에 공기를 공급하기 위한 산기관이나 블로워의 운전에 필요한 소비 전력량이 많다고 하는 단점이 있다. 우리나라의 경우 하수처리장 전체 전력 소비량의 약 40% 정도를 블로워 운전에 소모하고 있다고 알려져 있다. 또한 폐수 중의 질소는 일반적으로 질산화/탈질(종속영양탈질) 공정(예: MLE, A2O 공정 등)으로 제거하고 있다.

[0005] 그러나 일반적인 질산화/탈질 공정으로 질소를 제거할 경우에는 암모니아를 질산염으로 질산화시키기 위해 많은 양의 공기를 공급해야 하며, 탈질시 유기물이 필요하기에 추가적으로 유기물을 첨가해야 하고, 동시에 다량의 슬러지가 발생하여 비용이 증가하는 문제가 있다.

[0006] 이를 해결하기 위하여 제시된 질소 제거 공정이 아나목스(anammox) 공정이다. 이는 암모니아와 아질산염을 반응시켜 질소 가스를 생성시킴으로써 질소를 제거하는 것으로, 암모니아 산화에 필요한 전력 소모를 줄일 수 있으며, 유기물 첨가가 필요하지 않고, 일반적인 질산화/탈질 공정에 비해 슬러지 발생량의 감소를 도모할 수 있어 매우 경제적이다.

[0007] 일반적으로 SBR 공법에서 아나목스 공정은 하나의 반응조에서 질소 제거 공정을 실시한다. 하지만 SBR 공법에서는 시간적 분배를 통해 운전되는 운전 특성과, 질산화 및 탈질화를 통하여 제거되는 질소 제거 특성으로 인하여 반응조 대비 배출 비율과 질소 제거율이 반비례하는 단점이 있어, SBR 반응조에서는 질소 제거 효율을 향상시키는 것이 제한되고 있는 것이 현실이다.

[0008] 이에, SBR 공법의 아나목스 반응조 내에서 질소의 제거 효율을 향상시킬 수 있는 기술에 대한 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2017-0085886호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 미생물의 활성도를 적절하게 유지하여 질소 제거 효과를 향상시킬 수 있는 아나목스 반응조 및 이를 이용한 수처리 방법을 제공하는데 있다.

[0011] 본 발명의 상기 및 다른 목적과 이점은 바람직한 실시예를 설명한 하기의 설명으로부터 분명해질 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적은, 피처리수가 공급되는 피처리수 공급관을 구비하고, 내부에 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB) 및 아나목스 미생물(Annamox bacteria)을 수용하는 챔버; 챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1제어부; 및 챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 피처리수의 공급 유량을 제어하는 제2제어부;를 포함하는 아나목스 반응조에 의해 달성될 수 있다.

[0013] 이때, 아나목스 미생물은, 칸디다투스 쿠에네니아(Candidatus Kuenenia), 칸디다투스 브로카디아(Candidatus Brocadia), 칸디다투스 아나목소글로버스(Candidatus Anammoxoglobus), 칸디다투스 제테니아(Candidatus Jettenia) 및 칸디다투스 스칼리두아(Candidatus Scalindua)로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0014] 또한, 제1제어부는, 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 측정하는 제1측정부; 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도를 측정하는 제2측정부; 및 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정하는 제3측정부;를 포함할 수 있다. 일 예로, 제1측정부는, 단위 시간 내에 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도 변화를 측정하여 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량을 연산하는 제1연산부;를 포함할 수 있고, 제2측정부는, 단위 시간 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 변화를 측정하여 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량을 연산하는 제2연산부;를 포함할 수 있으며, 제3측정부는, 단위 시간 내에 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도 변화를 측정하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 생성량을 연산하는 제3연산부;를 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 제2제어부는, 하기 수학식 1에 의해 계산된 값을 통해 피처리수의 공급 유량을 제어할 수 있다.

[0016] [수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^-] + [NO_{3\,gen}^-]}{[NH_{4\,rem}^+]}$$

[0017]

[0018] 바람직하게, 제2제어부는, 하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 이상인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 50~100mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어할 수 있고, 상기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 미

만인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 100~250mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 목적은, 상술한 아나목스 반응조를 이용하여 피처리수 내에 포함된 질소를 제거하는 수처리 방법에 있어서, 제1제어부를 통해 챔버 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1단계; 및 챔버 내부에 수용된 피처리수의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 제2제어부를 통해 챔버 내부로 공급되는 피처리수의 유량을 제어하는 제2단계;를 포함하는 수처리 방법에 의해 달성될 수 있다.

[0020] 이때, 아나목스 미생물은, 칸디다투스 쿠에네니아(Candidatus Kuenenia), 칸디다투스 브로카디아(Candidatus Brocadia), 칸디다투스 아나목소글로버스(Candidatus Anammoxoglobus), 칸디다투스 제테니아(Candidatus Jettenia) 및 칸디다투스 스칼리두아(Candidatus Scalindua)로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나일 수 있다.

[0021] 또한, 제1단계는, 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 측정하는 제1-1단계; 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도를 측정하는 제1-2단계; 및 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정하는 제1-3단계;를 포함할 수 있다. 일 예로, 제1-1단계는, 단위 시간 내에 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도 변화를 측정하여 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량을 연산하는 제1연산단계;를 포함할 수 있고, 제1-2단계는, 단위 시간 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 변화를 측정하여 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량을 연산하는 제2연산단계;를 포함할 수 있으며, 제1-3단계는, 단위 시간 내에 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도 변화를 측정하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 생성량을 연산하는 제3연산단계;를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 제2단계는, 하기 수학식 1에 의해 계산된 값을 통해 피처리수의 공급 유량을 제어할 수 있다.

[0023] [수학식 1]

[0024]
$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^-] + [NO_{3\,gen}^-]}{[NH_{4\,rem}^+]}$$

[0025] 바람직하게, 상기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 이상인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 50~100mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어할 수 있고, 상기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 미만인 경우, 챔버 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 100~250mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따르면, SBR 공법의 아나목스 반응조 내에서 질소 제거 효율을 향상시킬 수 있는 효과를 가진다.

[0027] 구체적으로, 아나목스 반응조 내의 질소 화합물의 농도를 측정하고, 질소 화합물의 농도 변화에 따라 피처리수의 공급량을 제어한 후, 아나목스 반응조 내에서 암모늄 이온의 농도를 적절하게 유지함으로써 아질산성 질소 산화세균(Nitrite Oxidizing Bacteria)을 효과적으로 억제하여 질소 제거 효율을 향상시킬 수 있는 효과를 가질 수 있다.

[0028] 다만, 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 아나목스 반응조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 제1제어부를 구체적으로 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수처리 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예를 통해 측정한 질소 화합물의 농도 변화를 나타낸 그래프이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예를 통해 측정한 질소 화합물의 농도 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 발명의 실시예와 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 이들 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위해 예시적으로 제시한 것일 뿐, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가지는 자에 있어서 자명할 것이다.

[0031] 또한, 달리 정의하지 않는 한, 본 명세서에서 사용되는 모든 기술적 및 과학적 용어는 본 발명이 속하는 기술분야의 숙련자에 의해 통상적으로 이해되는 바와 동일한 의미를 가지며, 상충되는 경우에는, 정의를 포함하는 본 명세서의 기재가 우선할 것이다.

[0032] 도면에서 제안된 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다. 그리고, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에서 기술한 "부"란, 특정 기능을 수행하는 하나의 단위 또는 블록을 의미한다.

[0033] 각 단계들에 있어 식별부호(제1, 제2, 등)는 설명의 편의를 위하여 사용되는 것으로 식별부호는 각 단계들의 순서를 설명하는 것이 아니며, 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않는 이상 명기된 순서와 다르게 실시될 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 실시될 수도 있고 실질적으로 동시에 실시될 수도 있으며 반대의 순서대로 실시될 수도 있다.

[0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 아나목스 반응조(100)를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하여 설명하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 아나목스 반응조(100)는 피처리수가 공급되는 피처리수 공급관(11)을 구비하고, 내부에 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB) 및 아나목스 미생물(Annamox bacteria)을 수용하는 챔버(10); 챔버(10) 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1제어부(20); 및 챔버(10) 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 피처리수의 공급 유량을 제어하는 제2제어부(30);를 포함한다.

[0035] 아나목스(anammox)는 ANaerobic AMMonium OXidation(혐기성 암모늄 산화)의 약자로서, 질소를 이용하여 대사하는 미생물 종 혹은 이를 이용한 공정을 말한다. 질소 화합물을 질소 기체로 최종적으로 환원시켜 방출하는 기술로서, 최근 하수처리분야에서 각광받고 있다. 아나목스 공정은 하기 화학식 1과 같이, 먼저 암모니아 산화 박테리아가 암모늄 이온 중 절반을 산화시켜 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)을 생성한다.

[0036] [화학식 1]

[0037] $$2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$$

[0038] 이어서 하기 화학식 2와 같이, 아나목스 박테리아(아나목스 미생물)가 암모늄 이온과 아질산 이온을 반응시켜 질소를 발생시킴으로써 질소 화합물을 제거한다. 이때, 암모늄 이온과 아질산염은 약 1:1의 몰 비로 반응한다.

[0039] [화학식 2]

[0040] $$1.0NH_4^+ + 1.32NO_2^- + 0.66HCO_3^- + 0.13H^+ \rightarrow 1.02N_2 + 0.26NO_3^- + 0.66CH_2O_{0.5}N_{0.15} + 2.03H_2O$$

[0041] 본 발명은 상술한 아나목스 반응에서 질소 제거 효율을 향상시킬 수 있는 기술로서, SBR 공법에 적용할 수 있다. 구체적으로, 아나목스 반응조(100) 내의 질소 화합물의 농도를 측정하고, 질소 화합물의 농도 변화에 따라 피처리수의 공급량을 제어한 후, 아나목스 반응조(100) 내에서 암모늄 이온의 농도를 적절하게 유지함으로써 아질산성 질소 산화세균(Nitrite Oxidizing Bacteria, NOB)을 효과적으로 억제하여 질소 제거 효율을 향상시킬

수 있는 효과를 가질 수 있다.

[0042] 챔버(10)는 일측에 피처리수가 유입되는 피처리수 공급관(11)을 구비하고, 내부에 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB) 및 아나목스 미생물(Annamox bacteria)을 수용한다. 챔버(10)의 형상은 특별히 제한되지 않으며, 원기둥 형상, 사각기둥 형상 등 수처리 장치의 구조에 맞게 다양하게 설계할 수 있다. 챔버(10) 내에 수용되는 호기성의 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB)은 니트로소모나스(Nitrosomonas) 또는 니트로소코커스(Nitrosococcus) 등을 사용할 수 있고, 아나목스 미생물은, 칸디다투스 쿠에네니아(Candidatus Kuenenia), 칸디다투스 브로카디아(Candidatus Brocadia), 칸디다투스 아나목소글로버스(Candidatus Anammoxoglobus), 칸디다투스 제테니아(Candidatus Jettenia) 및 칸디다투스 스칼리두아(Candidatus Scalindua)로 이루어진 그룹에서 선택된 적어도 어느 하나를 사용할 수 있다.

[0043] 제1제어부(20)는 챔버(10) 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정한다. 이때, 질소 화합물은 암모늄 이온(NH_4^+), 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-) 및 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)과 이를 포함하는 다양한 염 형태를 의미하고, 질소 화합물의 농도는 공지의 다양한 센서 등을 이용할 수 있다. 구체적으로, 도 2에 나타낸 것과 같이, 제1제어부(20)는 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 측정하는 제1측정부(21); 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도를 측정하는 제2측정부(22); 및 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정하는 제3측정부(23);를 포함할 수 있다. 제1측정부(21)는 단위 시간 내에 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도 변화를 측정하여 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량을 연산하는 제1연산부;를 포함할 수 있고, 제2측정부(22)는, 단위 시간 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 변화를 측정하여 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량을 연산하는 제2연산부;를 포함할 수 있으며, 제3측정부(23)는, 단위 시간 내에 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도 변화를 측정하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 생성량을 연산하는 제3연산부;를 포함할 수 있다.

[0044] 호기성 암모늄 산화세균과 아나목스 미생물이 하나의 반응조에 혼합되어 있는 경우, 두 미생물의 활성도를 적절하게 제어하는 것이 중요한데, 종래의 아나목스 반응조(100)의 경우, 단순히 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량 대비 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량만으로 공정 조건을 조절하여 질소 제거 효율이 떨어진다는 문제점이 발생했었다. 이를 해결하기 위하여 제1제어부(20)는 제1측정부(21), 제2측정부(22) 및 제3측정부(23)를 이용하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)을 포함하는 질소 화합물의 농도 변화를 측정하고, 측정된 질소 화합물들의 농도값으로부터 후술할 제2제어부(30)를 통해 챔버(10) 내부로 유입되는 피처리수의 공급량을 제어함으로써 질소 제거 효율을 향상시켰다.

[0045] 제2제어부(30)는, 제1제어부(20)와 상호 데이터를 교환하고, 제1제어부(20)에서 측정된 질소 화합물들의 농도를 이용하여 피처리수의 공급 유량을 제어한다. 아나목스 반응조(100) 내에서 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB) 및 아나목스 미생물(Annamox bacteria)의 활성도는 항상 균일하게 유지될 수 없으므로, 암모늄 이온(NH_4^+)의 제거량 : 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량의 비는 약 1:1이 되지 않은 경우가 발생하며, 챔버(10) 내에서 암모늄 산화세균(Ammonium Oxidizing Bacteria, AOB)보다 아나목스 미생물(Annamox bacteria)의 활성도가 좋으면, AOB가 암모늄 이온(NH_4^+)을 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)으로 전환함과 동시에 아나목스 미생물이 암모늄 이온(NH_4^+)과 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)을 반응시켜 질소 기체로 전환해 버리므로, 챔버(10) 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 축적이 거의 발생하지 않게 된다. 이 때에는 암모늄 이온(NH_4^+)을 늘리는 방향으로 운전을 제어할 필요가 있으며, 제2제어부(30)는 피처리수 공급관(11)에 연결된 펌프, 밸브 등을 제어하여 피처리수 공급량을 늘리게 된다. 이러한 방향으로 공정을 제어하여 챔버(10) 내에서 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 상승시키면 아질산성 질소 산화세균(Nitrite Oxidizing Bacteria, NOB)의 활성도는 1) 높은 프리 암모니아(Free Ammonia)의 농도와 2) 높은 알칼리도(Alkalinity)의 영향으로 저해를 받게 됨으로써 운전 공정의 효율성을 향상시켜 질소 제거 효과를 높일 수 있다.

[0046] 구체적으로, 제2제어부(30)는 하기 수학식 1을 통해 피처리수의 공급 유량을 제어한다.

[0047] [수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^{-}] + [NO_{3\,gen}^{-}]}{[NH_{4\,rem}^{+}]}$$

[0048]

[0049] 즉, 상기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 이상인 경우, 챔버(10) 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 50~100mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어하고, 상기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 미만인 경우, 챔버(10) 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 100~250mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어한다. 이러한 기준 수치는 암모늄 이온의 농도가 600~1,000 ppm인 피처리수가 유입되어 수처리 하는 공정에서 적용할 수 있는 것으로서, 다양한 실험으로부터 산출한 것이다.

[0050] 다음으로, 피처리수 내에 포함된 질소를 제거하는 수처리 방법에 대해 설명한다. 이를 설명하는데 있어 상술하여 중복된 부분에 대해서는 설명을 생략하도록 한다.

[0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 수처리 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하여 설명하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 수처리 방법은 상술한 아나목스 반응조(100)를 이용하여 피처리수 내에 포함된 질소를 제거하는 수처리 방법으로서, 제1제어부(20)를 통해 챔버(10) 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 제1단계; 및 챔버(10) 내부에 수용된 피처리수의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도가 소정의 범위를 유지하도록 제2제어부(30)를 통해 챔버(10) 내부로 공급되는 피처리수의 유량을 제어하는 제2단계;를 포함한다. 본 발명은 상술한 아나목스 반응에서 질소 제거 효율을 향상시킬 수 있는 기술로서, SBR 공법에 적용할 수 있다. 구체적으로, 아나목스 반응조(100) 내의 질소 화합물의 농도를 측정하고, 질소 화합물의 농도 변화에 따라 피처리수의 공급량을 제어한 후, 아나목스 반응조(100) 내에서 암모늄 이온의 농도를 적절하게 유지함으로써 아질산성 질소 산화세균(Nitrite Oxidizing Bacteria, NOB)을 효과적으로 억제하여 질소 제거 효율을 향상시킬 수 있는 효과를 가질 수 있다.

[0052] 제1단계는 제1제어부(20)를 통해 챔버(10) 내부로 공급되어 수용되는 피처리수 내에 포함된 질소 화합물의 농도를 측정하는 단계로, 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 측정하는 제1-1단계; 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도를 측정하는 제1-2단계; 및 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정하는 제1-3단계;를 포함할 수 있다. 구체적으로 제1-1단계는, 단위 시간 내에 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도 변화를 측정하여 암모늄 이온(NH_4^+)의 감소량을 연산하는 제1연산단계;를 포함할 수 있고, 제1-2단계는, 단위 시간 내에 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 변화를 측정하여 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 생성량을 연산하는 제2연산단계;를 포함할 수 있으며, 제1-3단계는, 단위 시간 내에 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도 변화를 측정하여 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 생성량을 연산하는 제3연산단계;를 포함할 수 있다.

[0053] 제2단계는 하기 수학식 1에 의해 계산된 값을 통해 피처리수의 공급 유량을 제어할 수 있는데, 구체적으로, 하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 이상인 경우, 챔버(10) 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 50~100mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어하고, 하기 수학식 1에 의해 계산된 값이 0.7 미만인 경우, 챔버(10) 내의 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도를 100~250mg/L로 유지하도록 피처리수의 유량을 제어한다.

[0054] [수학식 1]

$$Q = \frac{[NO_{2\,gen}^{-}] + [NO_{3\,gen}^{-}]}{[NH_{4\,rem}^{+}]}$$

[0055]

[0056] 결과적으로, 제1단계에서 측정한 각 질소 화합물의 농도로부터 챔버(10) 내의 암모늄 이온의 농도를 적절한 수치로 유지하고, 아질산성 질소 산화세균을 효과적으로 제어함과 동시에 아나목스 반응을 유도하여 질소 제거 효과를 높일 수 있다.

[0057] 이하, 구체적인 실시예를 통하여 본 발명의 구성 및 그에 따른 효과를 보다 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 본 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것이며, 본 발명의 범위가 이들 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0058] [실시예]

[0059] 암모늄 이온(NH_4^+)의 농도, 아질산염 이온(Nitrite, NO_2^-)의 농도 및 질산염 이온(Nitrate, NO_3^-)의 농도를 측정할 수 있는 센서를 구비한 아나목스 반응조(도 1 참조)를 준비하였다.

[0060] [실험예]

[0061] 실시예를 이용하여 하기 표 1 및 표 2에 따라 아나목스 반응조의 운영조건을 판단하였다.

[0062] [표 1]

초기 반응조 부피(㎥)	15	
유입 원수 NH4-N 농도(mg/L)	640	
목표 NH4-N 농도(mg/L)	110	
Sub-cycle 당 주입량 유량(㎥)	3.11	
sub-Cycle	1단계	2단계
Q(수학식 1)	0.02	0.21

[0063]

[0064] [표 2]

초기 반응조 부피(㎥)	15	
유입 원수 NH4-N 농도(mg/L)	720	
목표 NH4-N 농도(mg/L)	170	
Sub-cycle 당 주입량 유량(㎥)	4.64	
sub-Cycle	1단계	2단계
Q(수학식 1)	0.88	0.74

[0065]

[0066] 상기 표 1 및 표 2에 따른 아나목스 반응조의 운전 결과를 도 4 및 도 5에 나타내었다. 표 1의 경우 수학식 1에 따른 Q 값이 0.7 미만이므로 피처리수의 공급량을 더 늘려 운전할 수 있다는 것을 알 수 있었고, 표 2의 경우 수학식 1에 따른 Q 값이 0.7 이상이므로 피처리수의 공급량을 유지하여 운전할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

[0067] 본 명세서에서는 본 발명자들이 수행한 다양한 실시예 가운데 몇 개의 예만을 들어 설명하는 것이나 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고, 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음은 물론이다.

부호의 설명

[0068] 100 : 아나목스 반응조

10 : 챔버

11 : 피처리수 공급관

20 : 제1제어부

21 : 제1측정부

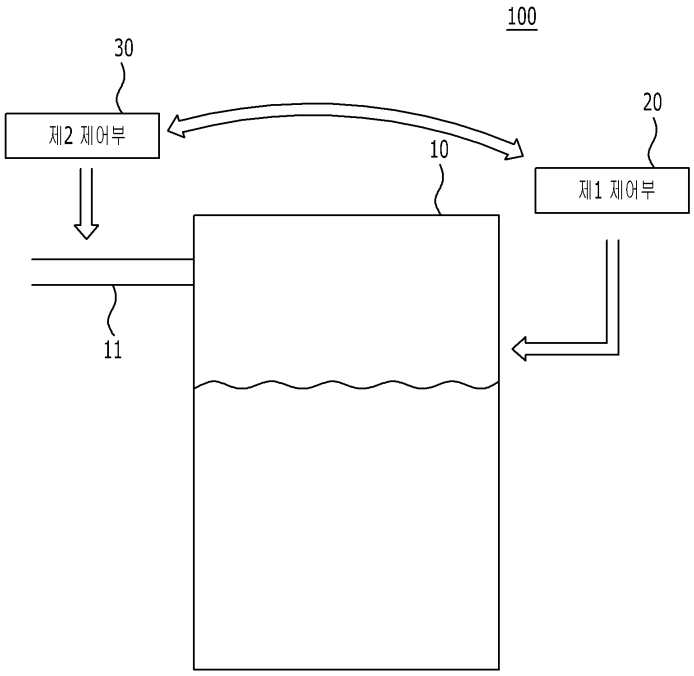
22 : 제2측정부

23 : 제3측정부

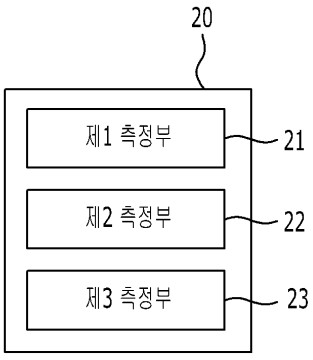
30 : 제2제어부

도면

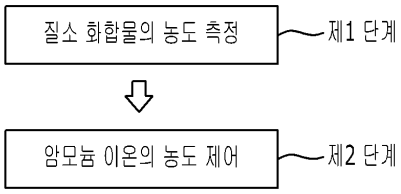
도면1



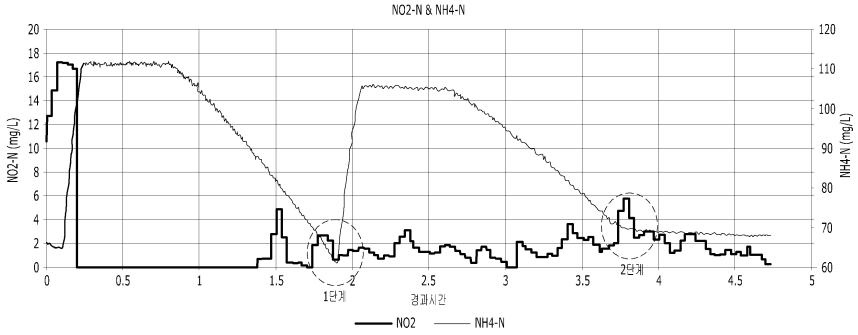
도면2



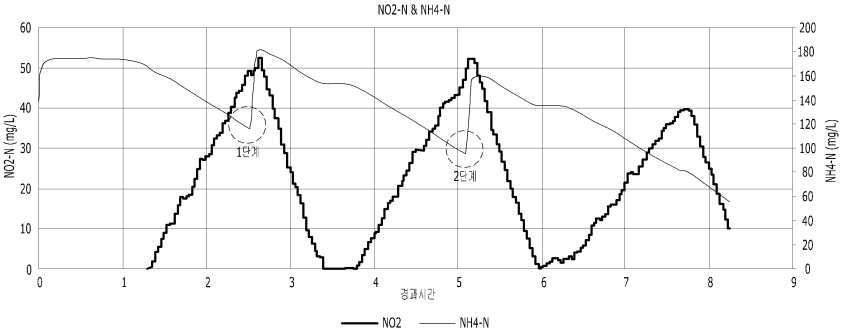
도면3


질소 화합물의 농도 측정
제1 단계
암모늄 이온의 농도 제어
제2 단계

도면4


NO2-N & NH4-N
NO2-N (mg/L)
NH4-N (mg/L)
1단계
2단계
경과시간
NO2
NH4-N

도면5


NO2-N & NH4-N
NO2-N (mg/L)
NH4-N (mg/L)
1단계
2단계
경과시간
NO2
NH4-N