



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월21일
(11) 등록번호 10-1601193
(24) 등록일자 2016년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 11/02 (2006.01) C02F 11/12 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01) C02F 3/30 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-7017006
(22) 출원일자(국제) 2010년05월28일
심사청구일자 2015년05월27일
(85) 번역문제출일자 2012년06월29일
(65) 공개번호 10-2012-0096559
(43) 공개일자 2012년08월30일
(86) 국제출원번호 PCT/CN2010/073333
(87) 국제공개번호 WO 2011/066736
국제공개일자 2011년06월09일
(30) 우선권주장
200910249722.X 2009년12월01일 중국(CN)
201010000737.5 2010년01월15일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
KR1019980051067 A
KR1020020075636 A
KR1020060024288 A
KR200371942 Y1

(73) 특허권자
리진민
중국 276036 산둥 린이 란산 디스트릭트 반첵타운
진루오 사이언스 앤 테크놀로지 파크
조우리안쿠이
중국 276036 산둥 린이 란산 디스트릭트 반첵타운
진루오 사이언스 앤 테크놀로지 파크
리다용
중국 276036 산둥 린이 란산 디스트릭트 반첵타운
진루오 사이언스 앤 테크놀로지 파크
(72) 발명자
리진민
중국 276036 산둥 린이 란산 디스트릭트 반첵타운
진루오 사이언스 앤 테크놀로지 파크
조우리안쿠이
중국 276036 산둥 린이 란산 디스트릭트 반첵타운
진루오 사이언스 앤 테크놀로지 파크
리다용
중국 276036 산둥 린이 란산 디스트릭트 반첵타운
진루오 사이언스 앤 테크놀로지 파크
(74) 대리인
남승희

전체 청구항 수 : 총 21 항

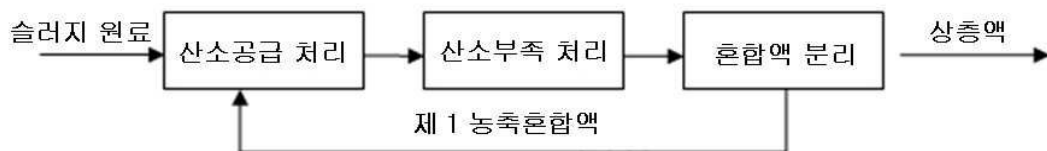
심사관 : 박재우

(54) 발명의 명칭 **슬러지 처리방법 및 장치, 이를 이용한 오염수의 생물적 처리방법 및 장치**

(57) 요약

본 발명은 슬러지 처리방법 및 그 장치에 관한 것으로, 오염수 생물적 처리과정 중의 슬러지 원료를 슬러지와 물의 제1혼합액과 혼합하여 제2혼합액을 얻는 단계(1); 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻는 단계(2); 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻는 단계(3); 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻는 단계(4); 상층액을 배출하는 동시에 제1농축혼합액의 적어도 일부를 단계(1)로 피드백시켜 제1혼합액으로 사용하며, 단계(1)에 피드백 되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어지도록 하는 단계(5)를 포함한다. 또한 본 발명은 오염수 생물적 처리 중에서의 상기 슬러지 처리방법의 응용에 관한 것이다. 상기 슬러지 처리방법은 슬러지를 배출할 필요없이 장기적이고 안정적인 운영을 실현할 수 있게 된다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

오염수 생물적 처리과정 중의 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻는 단계(1);

상기 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻는 단계(2);

상기 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻는 단계(3);

상기 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻는 단계(4);

상기 상층액을 배출하는 동시에 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 상기 단계(1)에 피드백시켜 제1혼합액으로 사용하며, 상기 단계(1)로 피드백 되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어지도록 하는 단계(5);

상기 단계(5)의 상기 상층액의 적어도 일부에 대한 오염수 생물적 처리를 통하여 제2농축혼합액과 배출정화수를 얻는 단계(6); 및

상기 배출 정화수를 배출하는 동시에 상기 단계(6)의 상기 제2농축혼합액의 적어도 일부를 상기 단계(1)에 피드백시켜 슬러지 원료로 사용하는 단계(7)를 포함하고,

오염수 원료를 상기 단계(1)에 도입시키고 상기 슬러지 원료와 상기 제1혼합액에 혼합시켜 제2혼합액을 얻는 단계를 진행하거나, 오염수 원료를 상기 단계(6)에 도입시키고 상기 단계(5)의 상층액의 적어도 일부와 함께 오염수 생물적 처리를 수행하는 단계를 진행하거나, 오염수 원료를 상기 단계(1)에 도입시키고 상기 슬러지 원료와 상기 제1혼합액에 혼합시켜 제2혼합액을 얻는 단계 및 오염수 원료를 상기 단계(6)에 도입시키고 상기 단계(5)의 상층액의 적어도 일부와 함께 오염수 생물적 처리를 수행하는 단계를 진행하는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 2

청구항1에 있어서,

상기 단계(5)에서, 상기 제1농축혼합액은 적어도 60%로 상기 단계(1)에 피드백시켜 상기 제1혼합액으로 사용하는 동시에 상기 단계(1)로 피드백 되지 않은 제1농축혼합액을 임의적으로 배출하는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 3

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(2)의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 4

청구항1에 있어서,

상기 단계(3)의 산소부족 처리시간은 0.8~6시간인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 5

상기 청구항1에 있어서,

산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례가 1:0.5~1:6인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 6

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(2)의 산소공급 처리는 간헐적 에이레이션 또는 연속적 에이레이션 방식으로 진행되는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 7

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(2)에서 상기 제3혼합액의 용존산소농도는 0.1~4mg/L인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 8

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(3)과 단계(4)는 침전방식으로 진행되는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 9

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(1)에서 상기 제2혼합액의 슬러지 농도는 3000~30000mg/L인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 10

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(2) 및/또는 단계(3)에서 발생한 기체상태의 인 함유 화합물을 회수하는 회수단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 11

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(7)로부터 상기 단계(1)로 피드백되어 슬러지 원료로 사용된 상기 제2농축혼합액이 전체 제2농축혼합액 중에서 차지하는 비율이 1~100%인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 12

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(7)로부터 상기 단계(1)로 피드백되는 상기 제2농축혼합액이 상기 단계(1)의 슬러지 원료 중에서 차지하는 비율이 1~100%인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 13

상기 청구항1에 있어서,

상기 단계(6)은 Wuhmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법 및 유동상공법 중에서 선택된 하나의 공법이거나 두개 이상이 조합된 공법인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법.

청구항 14

슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻을 수 있는 제1설비;

상기 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻을 수 있는 제2설비;

상기 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻을 수 있는 제3설비;

상기 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻을 수 있는 제4설비;

상기 상층액을 배출시킬 수 있는 제5설비;

상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 상기 제1혼합액으로 상기 제1설비에 도입시켜, 상기 제1설비에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 작아지도록 하는 제6설비;

상기 제5설비에서 배출된 상층액의 적어도 일부에 대한 오염수 생물적 처리를 통하여 제2농축혼합액과 배출 정화수를 얻을 수 있는 제7설비;

상기 배출 정화수를 배출시킬 수 있는 제8설비;

오염수 원료를, 상기 제2혼합액을 얻을 수 있도록 상기 슬러지 원료와 상기 제1혼합액을 혼합하기 위한 상기 제1설비 및/또는 상기 상층액와 함께 오염수 생물학적 처리를 수행하기 위한 제7설비에 도입시킬 수 있는 제9설비; 및,

상기 제2농축혼합액의 적어도 일부를 상기 제1설비에 도입시킬 수 있는 제10설비를 포함하는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 15

상기 청구항14에 있어서,
 상기 제2설비의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 16

상기 청구항14에 있어서,
 상기 제3설비의 산소부족 처리시간은 0.8~6시간인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 17

상기 청구항14에 있어서,
 상기 제2설비와 제3설비의 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례가 1:0.5~1:6인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 18

상기 청구항14에 있어서,
 상기 제2설비는 에어레이션 탱크인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 19

상기 청구항14에 있어서,
 상기 제3설비와 제4설비는 침전탱크인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 20

상기 청구항14에 있어서,
 상기 오염수 생물적 처리장치는 기체상태의 인 함유 화합물을 수집하고 회수할 수 있는 회수설비를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 21

상기 청구항14에 있어서,
 상기 제7설비는 Wuhrmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법 및 유동상공법 중에서 선택된 하나의 공법이거나 두개 이상이 조합된 공법을 통해

오염수 생물적 처리를 진행할 수 있는 오염수 생물적 처리설비인 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리장치.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

청구항 53

삭제

청구항 54

삭제

청구항 55

삭제

청구항 56

삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

청구항 59

삭제

청구항 60

삭제

청구항 61

삭제

청구항 62

삭제

청구항 63

삭제

청구항 64

삭제

청구항 65

삭제

청구항 66

삭제

청구항 67

삭제

청구항 68

삭제

청구항 69

삭제

청구항 70

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원 발명은 하기와 같은 특허출원의 우선권을 청구한다.

[0002] (1) 2009년 12월 1일을 출원일로 하는 중국특허출원 200910249722.X;

[0003] (2) 2010년 1월 15일을 출원일로 하는 중국특허출원 201010000737.5.

[0004] 상기 특허출원의 내용은 모두 인용을 통하여 본원 발명에 포함되었다.

[0005] 본 발명은 슬러지 처리방법 및 장치, 이를 이용한 오염수의 생물적 처리방법 및 장치에 관한 것으로, 특히 슬러지를 줄일 수 있는 슬러지 처리방법 및 장치와, 상기 슬러지 처리방법 및 장치를 포함하는 슬러지를 줄일 수 있는 오염수의 생물적 처리방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0006] 점차 심각해지는 물의 오염에 따라 경제적이고 효과적으로 각종 오염수를 처리하는 것이 급선무로 대두되고 있다. 현재 글로벌적으로 매우 많은 오염수 처리공장들이 운영되고 있는 바, 환경의식과 친환경 요구의 향상에 따라 보다 많은 오염수 처리공장이 건설될 전망이다.

[0007] 오염수의 생물적 처리는 고효능, 저소모율이라는 드러난 장점에 힘입어 오염수 처리에 광범위하게 이용되고 있으며, 활성 슬러지와 바이오필름으로 대표되는 오염수의 생물적 처리공법은 오염수 처리 방면에서 대성공을 거두었다. 하지만 기존 오염수의 생물적 처리공법은 아직 완벽한 수준에 도달하지 못한 상태에 있다.

[0008] 실제 운영과정에서 대다수 오염수의 생물적 처리공장은 하기와 같은 문제에 직면하고 있다.

[0009] (1) 입수량 부족의 원인은 주요하게 앞선 계획과 오염수 배출 시스템의 고장으로 인해 오염수 처리장치의 운영이 영향 받는데 있다.

[0010] (2) 입수의 수질이 불안정한 주요 원인은 공업폐수가 파이프망으로 배출되고, 명절, 휴일과 계절 변화로 인한 생활습관의 변경 등이 부하에 충격을 가하게 되어 오염수 처리효과에 영향을 줄 수 있는 것이다.

[0011] (3) 탄소원의 부족은 오염수 처리공장들이 공동으로 직면한 문제로서 주요하게 현대 생활습관으로 인해 초래된 것이며, 생물의 영양물 불균형을 초래하고 질소와 인의 제거효과에 영향을 줄 수 있다.

[0012] 이러한 문제에 직면했을 경우, 종래의 활성 슬러지법은 대체적으로 하기와 같은 문제를 나타내고 있다.

[0013] (1) 에어레이션 탱크 중의 생물 농도가 낮다.

[0014] (2) 수질과 오염수 양의 충격 부하에 견디는 능력이 낮고 운영이 불안정적이다.

[0015] (3) 슬러지 팽창 현상이 발생하기 쉽다.

[0016] (4) 슬러지 생산량이 많다.

[0017] (5) 인프라 구축과 운영비용이 높고 부지 사용면적이 크다.

[0018] 특히, 기존 오염수의 생물적 처리공법 중에서 가장 주목받는 문제는 대량의 잉여 슬러지 발생이다. 슬러지 처리비용은 꽤 높기 때문에 오염수 처리공장의 건설과 운영 총비용의 약 50%~60%를 차지한다. 잉여 슬러지는 필요한 처리가 요구되기 때문에 오염수 처리의 운영비용을 증가시키는 동시에 슬러지 처리방법의 선택도 제한한다. 상용적인 슬러지를 줄이는 방법에는 소화법(혐기성 소화와 호기성 소화를 포함), 습식 산화법 등 슬러지 열처리법, 중력 농축법과 공기부상 농축법 등 슬러지 농축법, 기계 탈수와 화학 응고법 등 슬러지 탈수법, 자연 건조법과 오븐 건조법 등 슬러지 건조법이 있다. 하지만 이러한 슬러지를 줄이는 방법은 슬러지 배출문제를 완벽하게 해결하지 못하고 있다.

[0019] 중국특허출원 공개번호 제CN101481191A호 에서는 슬러지 피드백 소화법을 이용하여 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법에 대해 공개하였는 바, 여기서 잉여 슬러지를 혐기성 침전탱크 중에 피드백시켜 혐기성 침전탱크 하부의 침전 슬러지구역에 장시간 동안 누적시켜 슬러지를 소화, 줄일 수 있으며, 오염수 원료가 혐기성 침전탱크를 통과한 후에 오염수 처리를 진행하여 정화수와 잉여 슬러지를 얻으며 미소화된 슬러지를 정기적으로 청소해야 한다.

[0020] 미국특허출원 공개번호 제US2002/0030003A1호 에서는 활성 슬러지의 오염수 처리 시스템과 방법에 대해 공개하였는 바, 여기서 접촉포트 중에서 슬러지로 오염수를 처리한 후에 고액분리기 중에서 슬러지와 물을 분리시키고 분리된 슬러지와 일부분 오염수를 소화포트 중에서 혼합시키는 동시에 에어레이션(Aeration)시켜 슬러지를 소화, 줄일 수 있도록 하며, 에어레이션을 거친 효탕물 혼합액 부분을 접촉포트에 피드백 시키고 일부를 배출시킨다.

[0021] 또한, 기존 오염수의 생물적 처리공법은 인에 대한 제거효과가 보편적으로 좋지 않다. 인은 물의 부영양화를 초래하는 주요한 제한요소인 동시에 인류의 지속 가능한 발전에 필요한 중요한 요소이기도 하다. 따라서 현재 물 중의 인 함량에 대한 제어가 나날이 엄격해지고 있으며 또한 단순한 "제거"에서 "회수"로 전환되고 있는 실정이다. 기존의 탈인 공법은 대다수가 폴리인산 세균이 혐기 환경하에서 인을 방출한 후 호기 환경하에서 과량으로 인을 섭취하는 현상을 기초로 한다. 따라서 반드시 일정한 량의 슬러지를 배출해야만 궁극적으로 인을 제거할 수 있으며, 이는 슬러지를 줄이는 것에 대한 거대한 도전이 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 상기 내용을 종합해 보면, 상기와 같은 문제 특히 슬러지를 줄일 수 있는 문제를 해결하기 위해서는 여전히 새로운 슬러지 처리방법과 오염수의 생물적 처리방법을 발전시켜야 한다.

과제의 해결 수단

- [0023] 본 발명의 일 측면은,
- [0024] 오염수의 생물적 처리과정 중의 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻는 단계(1);
- [0025] 제2혼합액에 대한 산소 공급처리를 통하여 제3혼합액을 얻는 단계(2);
- [0026] 제3혼합액에 대한 산소 부족처리를 통하여 제4혼합액을 얻는 단계(3);
- [0027] 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻는 단계(4);

[0028] 상기 상층액을 배출하는 동시에 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 단계(1)로 피드백시켜 제1혼합액이 되도록 하여, 상기 단계(1)로 피드백 되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어지도록 하는 단계(5)를 포함하는 슬러지 처리방법을 제공한다.

[0029] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(5)에서, 임의의 적합한 비율로, 이를테면 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 보다 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%인 제1농축혼합액을 단계(1)에 반환시켜 제1혼합액으로 사용하는 동시에 단계(1)에 반환되지 않은 제1농축혼합액을 임의적으로 배출한다. 바꾸어 말하면, 단계(5)에서, 단계(1)에 반환되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지 량과 슬러지 원료의 슬러지 량의 비례는 임의의 적합한 값일 수 있다. 예를 들면, 약 40%미만, 약 35%미만, 약 30%미만, 약 25%미만, 약 20%미만, 약 15%미만, 약 13%미만, 약 10%미만, 약 8%미만, 약 5%미만, 약 1%미만, 약 0% 중에서 선택할 수 있다. 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 단계(5)에서 대체적으로 전부의 제1농축혼합액을 단계(1)에 피드백시켜 제1혼합액으로 사용한다.

[0030] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(1)에서 유기 영양물(바람직하게는 오염수 원료), 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻는다. 다시 말하면, 단계(1)은 오염수 원료를 제1혼합액에 도입하는 것을 더 포함한다.

[0031] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(1) 중에서 슬러지 원료와 오염수

원료의 유량비는 1:0.01~1:100, 바람직하게는 1:0.1~1:10, 보다 바람직하게는 1:0.5~1:5이다. 구체적으로 말하면, 슬러지 원료와 오염수 원료의 유량비는 임의의 적합한 값일 수 있다. 예를 들면, 1:100~1:50, 1:50~1:20, 1:20~1:10, 1:10~1:5, 1:5~1:2, 1:2~1:1.5, 1:1.5~1:1, 1:1~1:0.8, 1:0.8~1:0.5, 1:0.5~1:0.2, 1:0.2~1:0.1, 1:0.1~1:0.05, 1:0.05~1:0.02와 1:0.02~1:0.01에서 선택할 수 있다.

[0032] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2)의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.

[0033] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(3)의 산소부족 처리시간은 0.8~6시간, 바람직하게는 1~4시간, 보다 바람직하게는 1~3시간이다.

[0034] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 여기서, 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례가 1:0.5~1:6, 바람직하게는 1:1~1:3, 보다 바람직하게는 1:1.5~1:2, 가장 바람직하게는 1:2이다.

[0035] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2)의 산소공급 처리는 간헐적 에이레이션(aeration) 또는 연속적 에이레이션(aeration) 방식으로 진행된다.

[0036] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2)에서 제3혼합액의 용존산소농도는 0.1~4mg/L, 바람직하게는 1.5~3mg/L, 보다 바람직하게는 2~3mg/L이다.

[0037] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(3)과 단계(4)는 침전방식으로 진행된다.

[0038] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(1)에서 제2혼합액의 슬러지 농도는 3000~30000mg/L, 바람직하게는 3000~20000mg/L, 보다 바람직하게는 4000~15000mg/L이다.

[0039] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 여기서 겸성(兼性) 미생물은 제1, 제2, 제3, 제4혼합액의 슬러지 중의 우세종이다.

[0040] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2) 및/또는 단계(3)에서 발생된 기체상태의 인함유 화합물을 회수하는 회수단계를 더 포함한다.

[0041] 본 발명의 다른 일 측면은,

[0042] 오염수의 생물적 처리과정 중의 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻는 단계(1);

[0043] 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻는 단계(2);

[0044] 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻는 단계(3);

[0045] 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻는 단계(4);

[0046] 상기 상층액을 배출하는 동시에 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부분을 단계(1)에 피드백시켜 제1혼합액이 되도록 하여, 상기 단계(1)로 피드백 되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어지도록 하는 단계(5);

[0047] 상기 단계(5) 중의 상기 상층액의 적어도 일부분과 상기 오염수 원료의 임의의 일부분에 대한 오염수 생물적 처리를 통하여 제2농축혼합액과 배출 정화수를 얻는 단계(6);

[0048] 상기 배출 정화수를 배출함과 동시에 상기 단계(6)중의 제2농축혼합액의 적어도 일부분을 상기 단계(1)에 피드백시켜 슬러지 원료로 사용하는 단계(7)를 포함하며,

[0049] 여기서, 오염수 원료를 상기 단계(1)에 도입시켜 슬러지 원료와 제1혼합액에 혼합시켜 제2혼합액을 얻거나 및/또는 상기 단계(6)에서 상기 단계(5)의 상층액의 적어도 일부분과 함께 오염수 생물적 처리를 진행하는 경우에, 바람직하게는 오염수 원료의 적어도 일부분을 상기 단계(1)에서 슬러지 원료와 제1혼합액에 혼합시켜 제2혼합액을 얻고, 보다 바람직하게는 오염수 원료 전체를 상기 단계(1)에서 슬러지 원료와 제1혼합액에 혼합시켜 제2혼합액을 얻는 것을 특징으로 하는 오염수생물적 처리방법을 더 제공한다.

[0050] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(5)에서 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 보다 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%인 제1농축혼합액을 상기 단계(1)에 피드백시켜

상기 제1혼합액으로 사용하고, 또한 상기 단계(1)에 피드백되지 않은 제1농축혼합액을 임의적으로 배출시킨다.

- [0051] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(6)에서 적어도 20%, 바람직하게는 적어도 35%, 보다 바람직하게는 적어도 50%, 적어도 65%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%인 단계(5)의 상층액에 대하여 오염수 생물적 처리를 실시한다.
- [0052] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 적어도 20%, 바람직하게는 적어도 35%, 보다 바람직하게는 적어도 50%, 보다 바람직하게는 적어도 65%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 오염수 원료를 상기 단계(1)에 도입시키는 동시에 상기 오염수 원료의 잉여분을 상기 단계(6)에 도입시킨다. 일부 바람직한 실시방안의 경우, 상기 오염수 원료의 전부를 단계(1)에 도입시키고, 단계(6)에는 오염수 원료를 도입시키지 않는다.
- [0053] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2)의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.
- [0054] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(3)의 산소부족 처리시간은 0.8~6시간, 바람직하게는 1~4시간, 보다 바람직하게는 1~3시간이다.
- [0055] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례가 1:0.5~1:6, 바람직하게는 1:1~1:3, 보다 바람직하게는 1:1.5~1:2, 가장 바람직하게는 1:2이다.
- [0056] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2)의 산소공급 처리는 간헐적 에이레이션(aeration) 또는 연속적 에이레이션(aeration)의 방식으로 진행된다.
- [0057] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2)에서 제3혼합액의 용존 산소농도는 0.1~4mg/L, 바람직하게는 1.5~3mg/L, 보다 바람직하게는 2~3mg/L이다.
- [0058] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(3)과 단계(4)는 침전방식으로 진행된다. 즉 다시 말하면, 산소부족 처리와 분리는 침전(바람직하게는 침전탱크 중에서의 침전)을 통하여 완성할 수 있다.
- [0059] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(1)에서 제2혼합액의 슬러지 농도는 3000~30000mg/L, 바람직하게는 3000~20000mg/L, 보다 바람직하게는 4000~15000mg/L이다.
- [0060] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(2) 및/또는 단계(3)에서 발생한 기체상태의 인함유 화합물을 회수하는 회수단계를 더 포함한다.
- [0061] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(7)로부터 단계(1)에 피드백되어 슬러지 원료로 사용된 제2농축혼합액이 제2농축혼합액 중에서 차지하는 비율은 1~100%, 바람직하게는 약 80~100%, 보다 바람직하게는 약 100%이다.
- [0062] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(7)로부터 단계(1)에 피드백되는 제2농축혼합액이 상기 단계(1)의 슬러지 원료 중에서 차지하는 비율이 1~100%, 바람직하게는 약 80~100%, 보다 바람직하게는 약 100%이다.
- [0063] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(6)은 Wuhrmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법, 유동상공법 또는 그 조합에 근거하여 선택한 오염수 생물적 처리단계이다.
- [0064] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0065] 오염수 원료, 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻을 수 있는 제1설비;
- [0066] 상기 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻을 수 있는 제2설비;
- [0067] 상기 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻을 수 있는 제3설비;

- [0068] 상기 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻을 수 있는 제4설비;
- [0069] 상기 상층액을 배출시킬 수 있는 제5설비;
- [0070] 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 상기 제1혼합액으로 하여 상기 제1설비에 도입시켜 상기 제1설비에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 작아지도록 하는 제6설비를 포함하는 슬러지 처리장치를 더 제공한다.
- [0071] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2설비의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.
- [0072] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제3설비의 산소부족 처리시간은 0.8~6시간, 바람직하게는 1~4시간, 보다 바람직하게는 1~3시간이다.
- [0073] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2설비와 제3설비의 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례가 1:0.5~1:6, 바람직하게는 1:1~1:3, 보다 바람직하게는 1:1.5~1:2, 가장 바람직하게는 1:2이다.
- [0074] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2설비는 에이레이션 탱크(Aeration Tank)이다.
- [0075] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제3설비와 제4설비는 침전탱크이다. 즉 다시 말하면, 침전탱크를 동시에 제3설비와 제4설비로 사용할 수 있다.
- [0076] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 처리장치는 기체상태의 인함유 화합물을 수집하고 회수할 수 있는 회수설비를 더 포함한다.
- [0077] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0078] 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻을 수 있는 제1설비;
- [0079] 상기 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻을 수 있는 제2설비;
- [0080] 상기 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻을 수 있는 제3설비;
- [0081] 상기 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻을 수 있는 제4설비;
- [0082] 상기 상층액을 배출시킬 수 있는 제5설비;
- [0083] 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부분을 상기 제1혼합액으로 하여 상기 제1설비에 도입시켜 상기 제1설비에 피드백되지 않은 상기 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 작아지도록 하는 제6설비;
- [0084] 상기 제5설비에서 배출된 상기 상층액의 적어도 일부분을 오염수 생물적 처리하여 제2농축혼합액과 배출 정화수를 얻을 수 있는 제7설비;
- [0085] 상기 배출 정화수를 배출시킬 수 있는 제8설비;
- [0086] 상기 오염수 원료를 상기 제1설비에 도입시켜 상기 슬러지 원료와 제1혼합액에 혼합하여 제2혼합액 및/또는 상기 제7설비에 도입시켜 상층액과 함께 오염수 생물적 처리를 수행할 수 있는 제9설비; 및,
- [0087] 상기 제2농축혼합액의 적어도 일부분을 상기 제1설비에 도입시킬 수 있는 제10설비를 포함하는 오염수 생물적 처리장치를 더 제공한다.
- [0088] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2설비의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.
- [0089] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제3설비의 산소부족 처리시간은 0.8~6시간, 바람직하게는 1~4시간, 보다 바람직하게는 1~3시간이다.
- [0090] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2설비와 제3설비의 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례가 1:0.5~1:6, 바람직하게는 1:1~1:3, 보다 바람직하게는 1:1.5~1:2, 가장 바람직하게는 1:2이다.

- [0091] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2설비는 에어레이션 탱크 (Aeration Tank)이다.
- [0092] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제3설비와 제4설비는 침전탱크 이다. 즉 다시 말하면 침전탱크를 동시에 제3설비와 제4설비로 사용할 수 있다.
- [0093] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 오염수 생물적 처리장치는 기체 상태의 인함유 화합물을 수집하고 회수할 수 있는 회수설비를 더 포함한다.
- [0094] 상기 본 발명의 오염수 생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제7설비는 Wuhrmann공법, A/O공 법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법, 유동상공법 또는 그 조합에 따라 오염수 생물적 처리를 진행할 수 있는 설비에서 선택된 것이다.
- [0095] 본 발명의 또 다른 측면은, 오염수 생물적 처리과정에서 슬러지 중의 탄소, 질소와 인의 함량을 낮추는 방법을 더 제공하며, 여기에는 슬러지를 슬러지 원료로 하여 상기 슬러지 처리방법을 통하여 그중의 탄소, 질소 와 인의 함량을 낮추는 방법이 포함된다.
- [0096] 본 발명의 또 다른 측면은, 오염수 생물적 처리과정에서 오염수 중의 탄소, 질소와 인의 함량을 낮추는 방법을 더 제공하며, 여기에는 오염수를 오염수 원료로 하여 상기 오염수 생물적 처리방법을 통하여 그 중의 탄 소, 질소와 인의 함량을 낮추는 방법이 포함된다.
- [0097] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0098] 슬러지를 슬러지 원료로 하여 상기 슬러지 처리방법을 통하여 그 중의 인 함유 화합물, 특히 용액으로 존재하는 인 함유 화합물을 기체 상태의 인 함유 화합물로 전환시켜 용출되게 하는 단계(i);
- [0099] 상기 단계(i)에서 용출된 기체 상태의 인 함유 화합물을 회수하는 단계(ii)를 포함하는, 오염수 생물적 처리과정의 슬러지 중의 인을 회수하는 방법을 더 제공한다.
- [0100] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0101] 오염수를 오염수 원료로 하여 상기 오염수 생물적 처리방법을 통하여 그 중의 인 함유 화합물, 특히 용 액으로 존재하는 인 함유 화합물을 기체 상태의 인 함유 화합물로 전환시켜 용출되게 하는 단계(i);
- [0102] 상기 단계(i)에서 용출된 기체 상태의 인 함유 화합물을 회수하는 단계(ii)를 포함하는, 오염수 중의 인을 회수하는 방법을 더 제공한다.
- [0103] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0104] 임의의 오염수 원료와 오염수 생물적 처리과정에서 피드백된 제1슬러지를 산소공급 처리구역(바람직하 게는 에어레이션 탱크)에 도입시키는 단계(a);
- [0105] 상기 산소공급 처리구역 중의 혼합액에 대하여 산소공급 처리를 진행하는 단계(b);
- [0106] 상기 산소공급 처리를 거친 혼합액을 산소부족 처리구역(바람직하게는 침전탱크)에 도입시켜 처리하여 제2슬러지와 상층액을 얻는 단계(c); 및,
- [0107] 상기 제2슬러지의 적어도 일부분을 산소공급 처리구역으로 피드백시키고 상기 제2슬러지의 잉여부분을 배출시키는 단계(d)를 포함하며,
- [0108] 여기서, 상기 배출된 제2슬러지의 잉여부분의 MLSS총량이 상기 제1슬러지의 MLSS총량보다 적고, 상기 산소공급 처리는 간헐적 에어레이션 또는 연속적 에어레이션 방식으로 진행하여 슬러리를 줄일 수 있는 슬러지 처리방법을 더 제공한다.
- [0109] 여기서, MLSS는 혼합액 현탁고체 농도(mixed liquor suspended solids)의 약어이고, 이는 혼합액 슬러 지 농도라고도 지칭할 수 있으며, 이는 에어레이션 탱크 중에서 단위용적의 혼합액에 함유되어 있는 활성 슬러 지 고형물의 총중량(mg/L)을 나타낸다.
- [0110] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(d)에서 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바

람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 상기 제2슬러지를 상기 산소공급 처리구역에 피드백 시킨다.

[0111] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(b)의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.

[0112] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역에서 산소공급 처리를 거친 혼합액의 용존산소농도는 0.1~4 mg/L, 바람직하게는 1.5~3 mg/L, 보다 바람직하게는 2~3 mg/L이다.

[0113] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역의 슬러지농도는 3000~30000 mg/L, 바람직하게는 3000~20000 mg/L, 보다 바람직하게는 4000~15000 mg/L이다.

[0114] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(b) 및/또는 단계(c)에서 발생한 기체 상태의 인 함유 화합물을 회수하는 회수단계를 더 포함한다.

[0115] 본 발명의 또 다른 측면은,

[0116] 제1슬러지를 받는 제1입구, 제2슬러지의 적어도 일부를 받는 제2입구, 오염수 원료를 받는 제3입구를 구비하며, 여기서 제1슬러지는 오염수 생물적 처리과정에서 피드백되어 상기 제1슬러지, 제2슬러지와 오염수 원료에 대하여 산소공급 처리를 진행하기 위한 것으로서, 상기 산소공급 처리는 간헐적 에이레이션 또는 연속적 에이레이션 방식으로 진행되는 산소공급 처리구역;

[0117] 상기 산소공급 처리구역에서 얻은 혼합액에 대하여 처리를 진행하여 상층액과 제2슬러지를 형성하는 산소부족 처리구역; 및,

[0118] 상기 제2슬러지의 적어도 일부를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시키는 순환장치를 포함하여 슬러지를 줄일 수 있는 슬러지 처리장치를 더 제공한다.

[0119] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 순환장치는 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 상기 제2슬러지를 상기 산소공급 처리구역에 피드백 시킨다.

[0120] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.

[0121] 상기 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역과 산소부족 처리구역에서 발생한 기체 상태의 인 함유 화합물을 회수하는 회수장치를 더 포함한다.

[0122] 본 발명의 또 다른 측면은,

[0123] 오염수 원료가 에이레이션 탱크의 산소공급 처리구역, 침전탱크의 산소부족 처리구역과 생물적 처리구역의 오염수 생물적 처리설비 중에서 순차적으로 산소공급 처리, 산소부족 및/또는 침전처리와 오염수 생물적 처리를 경과하게 하는 단계를 포함하고,

[0124] 각각 생물적 처리구역과 산소부족 처리구역에 존재 및/또는 형성되는 제1슬러지의 적어도 일부분과 제2슬러지의 적어도 일부분을 산소공급 처리구역에 피드백시켜 오염수 원료에 대하여 생물적 처리를 진행하는 동시에 슬러지를 감축시키는 것을 특징으로 하는 오염수 처리방법을 더 제공한다.

[0125] 본 발명의 또 다른 측면은,

[0126] 오염수 원료와 후술하는 단계(d)에서 피드백 된 제2슬러지의 적어도 일부와 후술하는 단계(g)에서 피드백 된 제1슬러지의 적어도 일부를 산소공급 처리구역에 도입시키며, 바람직하게는 에이레이션 탱크에 도입시키는 단계(a);

[0127] 상기 산소공급 처리구역 중의 혼합액에 대하여 산소공급 처리를 진행하는 단계(b);

[0128] 상기 산소공급 처리를 거친 혼합액을 침전탱크의 산소부족 처리구역에 도입시키고, 바람직하게는 침전탱크에 도입시켜 처리를 진행하여 제2슬러지와 상층액을 얻는 단계(c);

- [0129] 상기 제2슬러지의 적어도 일부를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시키고, 상기 제2슬러지의 잉여부분을 배출하며, 여기서 상기 제2슬러지의 잉여부분의 MLSS총량이 상기 단계(a)의 산소공급 처리구역에 도입시킨 상기 제1슬러지의 적어도 일부의 MLSS총량보다 적게 배출하는 단계(d);
- [0130] 상기 산소부족 처리구역에서 분리된 상층액과 기타 오염수 원료를 오염수 생물적 처리구역에 도입시키는 단계(e);
- [0131] 상기 오염수 생물적 처리구역에서 상기 상층액과 기타 오염수 원료에 대하여 생물적 처리를 진행하여 제1슬러지와 배출수를 얻는 단계(f);
- [0132] 상기 제1슬러지의 적어도 일부를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시키고, 상기 제1슬러지의 기타 부분을 상기 오염수 생물적 처리구역에 피드백시키며, 상기 제1슬러지의 잉여부분을 배출시키는 단계(g)를 포함하고,
- [0133] 상기 산소공급 처리는 간헐적 에이레이션 또는 연속적 에이레이션 방식으로 진행되어 슬러지를 감축시키는 것을 특징으로 하는 오염수 처리방법을 더 제공한다.
- [0134] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(d)에서 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 상기 제2슬러지를 상기 산소공급 처리구역에 피드백 시킨다.
- [0135] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(g)에서 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 제2슬러지를 산소공급 처리구역에 순환시켜 보낸다.
- [0136] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(b)의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.
- [0137] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역에서 산소공급 처리를 거친 혼합액의 용존산소농도는 0.1~4 mg/L, 바람직하게는 1.5~3 mg/L, 보다 바람직하게는 2~3 mg/L이다.
- [0138] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역의 슬러지농도는 3000~30000 mg/L, 바람직하게는 3000~20000 mg/L, 보다 바람직하게는 4000~15000 mg/L이다.
- [0139] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 발생한 기체 상태의 인 함유 화합물을 회수하는 회수단계를 더 포함한다.
- [0140] 상기 본 발명의 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계(f)의 생물적 처리는 Wuhrmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법, 유동상공법 또는 그 조합에 따른 오염수 생물적 처리단계이다.
- [0141] 본 발명의 또 다른 측면은, 순차적으로 연통된, 에이레이션 탱크의 산소공급 처리구역, 침전탱크의 산소부족 처리구역과 오염수 생물적 처리구역을 포함하고, 상기 산소공급 처리구역은 오염수 원료 입구, 상기 산소부족 처리구역과 연통된 제2슬러지 피드백 배관, 상기 오염수 생물적 처리구역과 연통된 제1슬러지 피드백 배관을 구비하고, 상기 오염수 생물적 처리는 상기 산소부족 처리구역의 상기 제2슬러지를 배출하는 MLSS총량이 상기 오염수 생물적 처리구역으로부터 상기 산소공급 처리구역에 피드백 된 제1슬러지의 MLSS총량보다 적게 하여 슬러지를 감축시킬 수 있는 것을 특징으로 하는 오염수 처리장치를 더 제공한다.
- [0142] 본 발명의 또 다른 측면은,
- [0143] 제1슬러지의 적어도 일부를 받는 제1입구, 제2슬러지의 적어도 일부를 받는 제2입구와 오염수 원료를 받는 제3입구를 구비하고, 상기 제1슬러지, 제2슬러지와 오염수 원료에 대하여 산소공급 처리를 진행하며, 상기 산소공급 처리는 간헐적 에이레이션 또는 연속적 에이레이션 방식으로 진행할 수 있는 산소공급 처리구역, 바람

직하게는 에어레이션 탱크;

- [0144] 상기 산소공급 처리구역에서 얻은 혼합액에 대하여 산소부족 처리를 진행하여 상층액과 제2슬러지를 형성하는 산소부족 처리구역, 바람직하게는 침전탱크;
- [0145] 기타 오염수 원료 입구를 구비하고 상기 상층액과 기타 오염수 원료에 대하여 생물적 처리를 진행하여 상기 제1슬러지와 배출수를 형성하는 오염수 생물적 처리구역;
- [0146] 상기 제1슬러지의 적어도 일부를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시키는 제1순환장치;
- [0147] 상기 제2슬러지의 적어도 일부를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시키는 제2순환장치;
- [0148] 상기 제1슬러지의 잉여부분을 배출시키는 제1슬러지 배출장치;
- [0149] 상기 제2슬러지의 잉여부분을 배출시키는 제2슬러지 배출장치를 포함하여 슬러지를 감축시키는 것을 특징으로 하는 오염수 처리장치를 더 제공한다.
- [0150] 상기 본 발명의 오염수 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2순환장치는 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 상기 제2슬러지를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시킨다.
- [0151] 상기 본 발명의 오염수 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제1순환장치는 적어도 60%, 바람직하게는 적어도 65%, 바람직하게는 적어도 70%, 보다 바람직하게는 적어도 75%, 보다 바람직하게는 적어도 80%, 보다 바람직하게는 적어도 85%, 보다 바람직하게는 적어도 90%, 보다 바람직하게는 적어도 93%, 보다 바람직하게는 적어도 95%, 보다 바람직하게는 적어도 98%, 가장 바람직하게는 대체적으로 100%의 상기 제2슬러지를 상기 산소공급 처리구역에 피드백시킨다.
- [0152] 상기 본 발명의 오염수 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 산소공급 처리구역의 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간이다.
- [0153] 상기 본 발명의 오염수 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 오염수 처리장치에서 발생한 기체 상태의 인 함유 화합물을 회수하는 인 회수장치를 더 포함한다.
- [0154] 상기 본 발명의 오염수 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 생물적 처리구역은 Wuhmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법, 유동상공법 또는 그 조합에 따라 오염수 생물적 처리를 진행하는 설비이다.

발명의 효과

- [0155] 본 발명의 발명자는 상기 슬러지 처리방법 또는 슬러지를 줄일 수 있는 슬러지 처리방법을 채용할 경우 슬러지 배출이나 슬러지 누적 없이 장기적이고 안정적인 운영을 실현할 수 있음을 발견했다. 따라서 본 발명의 슬러지 처리방법 또는 슬러지를 줄일 수 있는 슬러지 처리방법은 슬러지 배출을 없앨 수 있고, 슬러지 배출문제를 완전하게 해결하였으며 매우 큰 사회적 의의와 경제적 의의를 가진다.
- [0156] 본 발명의 상기 슬러지 처리방법 또는 슬러지를 감축시킬 수 있는 슬러지 처리방법은 편리하게 각종 적합한 오염수 생물적 처리방법과 결합하여 새로운 오염수 생물적 처리방법을 형성할 수 있다. 특히, 상기 오염수 생물적 처리방법을 통하여 발생된 잉여 슬러지는 본 발명의 슬러지 처리방법을 통하여 제거할 수 있다. 그 밖에, 본 발명의 슬러지 처리방법을 통하여 발생된 배출수(상층액)는 일반적으로 중성(pH값이 6~8, 특히는 6.5~7.5)을 띤다. 따라서 pH값을 조절할 필요없이 후속하는 오염수 생물적 처리를 통하여 배출기준에 부합되는 배출 정화수를 얻을 수 있다. 특히, 본 발명의 오염수 생물적 처리방법은 대체적으로 슬러지를 배출하지 않는 상황에서 여전히 양호한 인 제거 효과를 거둘 수 있다.
- [0157] 종래의 오염수 생물적 처리방법과 비교해 볼 때, 본 발명의 오염수 생물적 처리방법은 슬러지 배출을 현저하게 감소시키거나 심지어 완전히 없앨 수 있고 또한 양호한 오염수 처리효과와 배출수 수질, 보다 작은 설비 부지면적, 보다 낮은 건설원가와 운영원가 및 보다 높은 충격부하에 견디는 능력과 운영 안정성을 갖고 있다. 본 발명의 상기 슬러지 처리방법 또는 슬러지를 줄일 수 있는 슬러지 처리방법은 기존의 각종 오염수 생물적 처리장치

를 개조하는데 특별히 적합하여 슬러지 배출을 현저하게 감소시키거나 심지어는 완전히 없앨 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0158]

도1은 종래의 기술에 따른 활성 슬러지법의 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도2는 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방식에 따른 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도3은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법 또는 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 (생물적) 처리방법의 일 실시방식에 따른 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도4는 본 발명의 오염수 생물적 처리방법 또는 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 생물적 처리방법의 다른 실시방식에 따른 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도5는 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 산화구(Oxidation Ditch) 오염수 처리공법에 사용할 수 있는 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도6은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 SBR 오염수 처리공법에 사용할 수 있는 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도7은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 AB법 오염수 처리공법에 사용할 수 있는 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도8은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 A/O법 오염수 처리공법에 사용할 수 있는 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도9는 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 A²O법 오염수 처리공법에 사용할 수 있는 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도10은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 MSBR 오염수 처리공법에 사용할 수 있는 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도11은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 또 다른 실시방식의 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도12는 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 또 다른 실시방식의 공정 흐름을 보인 예시도이다.

도13은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 또 다른 실시방식의 공정 흐름을 보인 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0159]

본 발명을 보다 자세히 이해하기 위하여 아래에 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시방안에 대하여 설명하고자 한다. 이러한 설명은 본 발명의 특징과 장점을 자세히 설명하기 위한 것일 뿐, 본 발명의 특허청구범위에 대한 한정을 뜻하는 것은 아니다.

[0160]

본 발명의 용어 "오염수"란, 생물적 처리방법을 통하여 처리할 수 있는, 주요하게 유기 오염물을 함유한 어느 한 오염수를 말한다. 여기에는 적합한 어느 한 공업폐수, 생활오염수 및 그 임의의 조합, 특히 도시생활 오염수 등지 다 포함된다. 오염수는 오염수가 발생하는 지점에서 직접 얻은 오염수, 파이프망을 통하여 수집하여 얻은 오염수, 오염수를 일정한 시간동안 저장한 후에 얻은 오염수, 또는 오염수에 대한 발효, pH 조절, 성분 조절, 농도 조절 및 침전, 여과, 원심 분리 등 생물적, 화학적 및/또는 물리적 처리를 통하여 얻은 오염수일 수 있다.

[0161]

본 발명의 용어 "오염수 생물적 처리"란, 미생물의 대사작용을 이용하여 오염수 중의 유기오염물을 안정적인 무해물질로 전환시키는 과정을 말한다. 미생물의 산소에 대한 요구에 따라 호기성 생물적 처리와 혐기성 생물적 처리 등으로 분류할 수 있다.

[0162]

호기성 생물적 처리는 미생물이 수중에서 존재하는 상태에 따라 활성 슬러지법과 바이오필름법으로 분류할 수 있다. 활성 슬러지법은 현재 가장 광범위하게 응용되고 있는 오염수 생물적 처리방법이다. 여기서, 대량의 유기물질을 함유한 오염수 중에 공기를 유입시킨 후, 일정한 시간이 경과하면 수중에는 생물 응집체인 활성 슬러지가 형성되며 활성 슬러지에서 대량의 미생물이 서식하고 생활하게 되는 바 수중의 유기물질을 먹이로 하는 이러한 미생물은 에너지를 얻는 동시에 끊임없이 성장, 번식함으로써 오염수가 정화되게 한다. 활성 슬러지법의 기본 흐름은 도1에 도시한 바와 같다. 바이오 필름법은 오염수가 고체 필터를 통과할 때, 필터에 슬러지 형태의 바이오필름을 생성하여 바이오필름에서 대량의 미생물을 번식시킴으로써 활성 슬러지와 동일한 오염수

정화작용을 일으킨다. 바이오필름법에 적용되는 시설에는 바이오필터, 회전 바이오디스크, 바이오컨택 산화반응기와 유동베드 바이오반응기(fluidized bed bio-reactor) 등이 포함된다.

[0163] 혐기성 생물적 처리는 겸성(兼性) 혐기성균과 편성(偏性, obligate) 혐기성균을 이용하여 무산소 조건 하에서 유기 오염물을 분해시키는 처리기술이다. 혐기성 생물적 처리 시설에는 일반적인 소화탱크, 혐기성 필터, 혐기성 슬러지 베드, 혐기성 회전 디스크, 혐기성 배플 반응기 (baffled reactor) 등이 포함된다.

[0164] 오염수 중의 오염물질이 다양하기 때문에 일반적으로 몇 가지 처리방법을 결합해야만 정화목적을 달성할 수 있다. 상용적인 오염수 생물적 처리법의 실례에는 활성 슬러지법, OSA(Oxic-Settling-Anaerobic)공법, 혐기성 생물적 처리공법(예를 들면, 혐기성 바이오 필터, 혐기성 바이오 디스크, 혐기성 접촉법, 업-플로우(up-flow) 방식 혐기성 슬러지 베드와 단계별 혐기성 소화법 등), Wuhmann 공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox 공법, BCFS공법, SBR (Sequencing Batch Reactor Activaten Sludge Process) 공법, MSBR공법, AB공법, 예를 들면 바이오 필터, 회전 바이오 디스크, 바이오컨택 산화법과 유동 바이오 베드 (fluidized bio-bed), 에이레이션 바이오 필터 등의 바이오필름공법, 및 상기 각종 공법 중의 임의의 적합한 조합이 포함된다.

[0165] 본 발명의 용어 "슬러지"란, 오염수 생물적 처리과정에서 발생한, 활성 슬러지를 포함한 어느 한 슬러지를 말한다. 활성 슬러지는 오염수 중의 생물로 형성된 응집체로서 주요하게 물과 호기성균, 혐기성균, 통성균 및 진균, 조류, 원생동물 등의 각종 미생물을 함유한다. 슬러지의 적응 및 처한 환경이 변화함에 따라 슬러지 중의 각종 미생물군도 수량과 비례한 변화 또는 유전자 돌연변이가 발생함으로써 생존환경에 적응하도록 한다. 오염수의 유래에 따라 분류할 경우, 슬러지의 예는 생활오염수 슬러지와 공업폐수 슬러지를 포함한다. 슬러지의 유래에 따라 분류할 경우, 슬러지의 예는 일반적으로 활성 슬러지법 2차 침전탱크에서 나오는 배출 슬러지(잉여 슬러지 또는 잉여 활성 슬러지라고도 하며 그 주요 성분은 미생물과 물), 바이오필름법 2차 침전에서 나오는 배출 슬러지(부식 슬러지라고도 하며 그 주요 성분은 탈리된 바이오필름), 오염수처리공장 1차 침전탱크에서 나오는 배출 슬러지(1차 침전 슬러지라고도 하며 그 주요 성분은 고체유기물과 미생물 등), 폐수에 대한 혐기성 처리를 거친후 나오는 슬러지(혐기성 슬러지라고도 함), 상기 슬러지에 대한 소화를 거친후의 슬러지(소화 슬러지 또는 숙성 슬러지라고도 함) 및 화학 침전탱크에서 나오는 슬러지(화학 슬러지라고도 함) 등을 포함할 수 있다. 슬러지의 단계에 따라 분류할 경우, 슬러지의 예는 원 슬러지(raw sludge) 또는 새로운 슬러지(fresh sludge) (즉, 일체 처리를 거치지 않은 슬러지), 농축 슬러지, 소화 슬러지, 탈수 슬러지, 건조 슬러지 등을 포함할 수 있다. 본 발명에 따른 슬러지는 상기 어느 한 슬러지 및 그 조합일 수 있고 특히 함유량이 90%이상, 95%이상, 바람직하게는 97%이상인 잉여 슬러지일 수 있으며 바람직하게는 상기 새로운 슬러지(fresh sludge) 일 수 있다.

[0166] 본 발명의 용어 "혼합액"은 상기 슬러지와 물로 형성된 혼합물을 말하며 슬러지와 물의 혼합물 또는 슬러지와 물의 혼합액이라고도 한다. 적합한 혼합액 중의 슬러지는 양호한 침강 성능을 갖고 있으며 특히 에이레이션(Aeration)과 침전 과정 중에 슬러지 팽창이나 슬러지 부상이 발생하지 않는다. 통상적으로 혼합액의 슬러지 체적지수(SVI, 일반적으로 SVI₃₀으로 표시하고 1000mL의 메스 실린더에 혼합액을 30분동안 정지시킨 후, 1g의 활성 슬러지 현탁고체가 차지하는 체적을 가리키며 단위는 mL/g)가 산소공급 처리시에 슬러지 팽창이 발생하는 최소치보다 유리하게 작다. 예를 들면, SVI₃₀은 200 mL/g미만, 150 mL/g미만, 100 mL/g미만 또는 50 mL/g미만일 수 있다.

[0167] 본 발명의 용어 "농축 혼합액"은 상기 혼합액에 대한 분리를 통하여 적어도 일부분의 물을 제거한 후에 얻은, 슬러지 농도가 증가된 혼합액을 말한다. 일부 상황하에서 슬러지라고도 한다. 예를 들면 제1농축혼합액도 제1슬러지라고 할 수 있다. 상기 분리는 침전 분리, 원심 분리, 여과 분리 등이 될 수 있다. 침전 분리하는 상황하에서, 혼합액 중의 슬러지는 점차적으로 침하하여 혼합액 상부에 위치한 상층액과 혼합액 하부에 위치한 슬러지 농도가 증가된 농축 혼합액을 형성한다. 일부 상황하에서 전체 혼합액 체적의 5~85%(예를 들면 5~10%, 10~15%, 15~20%, 20~25%, 25~30%, 30~35%, 35~40%, 40~45%, 45~50%, 50~55%, 55~60%, 65~70%, 70~75%, 75~80%, 80~85%)를 차지하는 하부 혼합액을 농축 혼합액으로 할 수 있다.

[0168] 본 발명의 용어 "산소공급 처리"는 산소와 혼합액을 접촉시키고 특히 산소 함유기체(예를 들면 공기)와 혼합액의 접촉을 말한다. 본 발명에서 "산소공급 처리"는 산소 함유기체와 혼합액을 접촉시킬 수 있는 어느 한 방법을 통하여 실현할 수 있다. 예를 들면, 유동하거나 또는 유동하지 않는 혼합액 중에 산소 함유기체를 유입시켜 실시하고, 특히 산소 함유기체를 이용하여 혼합액에 대한 에이레이션(Aeration)을 진행하는 방법을 통하여 실시한다. 호기성 처리가 바로 전형적인 산소공급 처리이다. 산소공급 처리는 어느 한 적합한 조건하에서 어느

한 적합한 방식으로 진행이 가능하다. 예를 들면 상압, 가압, 상온, 저온 및/또는 승온 조건하에서 송풍 에이레이션, 기계적 에이레이션, 제트 에이레이션 등 방식으로 에이레이션 탱크, 에이레이션 ditch(Aeration ditch), 유동 베드(fluidized bed), 이동 베드(moving bed) 또는 멤브레인 등 적합한 설비에서 진행할 수 있다. 바람직하게는 에이레이션 탱크를 이용하여 에이레이션을 진행한다. 어느 한 적합한 산소 함유기체는 모두 에이레이션에 사용될 수 있으며 바람직하게는 공기를 사용하여 에이레이션을 진행한다. 산소공급 처리 중에서 혼합액의 용존산소농도는 점차적으로 기대값까지 상승한다. 산소공급 처리의 시간은 일반적으로 혼합액이 산소공급처리장치에서의 체류시간(또는 혼합액과 산소의 접촉시간) 및 유입된 산소 함유기체의 량에 의해 결정된다. 일반적으로 산소공급 처리 중에서 호기성 생물과 겸성(兼性) 생물은 증가되고 혐기성 생물은 억제된다.

[0169] 본 발명의 용어 "산소부족 처리"는 산소 함유기체와 혼합액의 접촉을 대체적으로 방지하는 것을 말한다. 산소부족 처리는 산소 함유기체와 혼합액의 접촉을 대체적으로 방지할 수 있는 방법을 통하여 실현된다. 예를 들면 에이레이션을 중지하고 임의의 탈기 과정을 통하여 실현된다. 본 발명에서 초산성질소(nitrate nitrogen)의 존재 여부에 관계없이 예를 들면 용존산소농도가 0.1mg/L보다 낮은 등 대체적으로 용존산소가 존재하지 않거나 하면 산소부족 처리 상태에 처한 것으로 인정할 수 있다. 즉 다시 말하면 일부 문헌에서 서술한 산소부족 조건(초산성질소가 있고 용존산소가 없음)과 혐기성 조건(초산성질소와 용존산소가 모두 없음)하에서 모두 본 발명에 따른 산소부족 처리를 진행할 수 있다. 일부 상황하에서, 산소 함유기체의 용출과 용존산소의 소모와 더불어 용존산소농도는 점차적으로 약 0mg/L과 같은 기대값까지 낮아진다. 특히 산소부족 처리는 에이레이션을 정지한 상황하에서 혼합액을 침전탱크 중에서 완만하게 유동시키는 방법을 통하여 실현할 수 있다. 적합한 침전탱크는 수평유동식, 수직유동식, 방사유동식 침전탱크일 수 있다. 산소부족 처리의 시간은 일반적으로 혼합액이 산소부족 처리장치에서의 체류시간에 의해 결정된다. 통상적으로, 산소부족 처리 중에서 혐기성 생물과 겸성(兼性) 생물은 증가되고 호기성 생물은 억제된다.

[0170] 본 발명의 용어 "슬러지량"은 슬러지 함량이라고도 하며 일반적으로 슬러지나 오염수나 혼합액이나 농축 혼합액 중의 고체 함량 또는 현탁물의 함량을 말한다. 고체 또는 현탁물은 일반적으로 주요하게 생물체와 유기 고체물질(생분해성 유기물질과 난분해성 유기물질을 포함)을 포함한다. 일부 상황하에서 슬러지량은 MLSS총량으로 표시할 수 있다. MLSS는 혼합액 현탁고체농도(mixed liquor suspended solids)의 약칭으로 혼합액 슬러지 농도라고도 하며 에이레이션 탱크 중에서 단위당 용적의 혼합액에 함유되어 있는 활성 슬러지 고형물의 총중량(mg/L)을 표시한다.

[0171] 본 발명의 일 측면은,

[0172] 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻는 단계(1);

[0173] 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻는 단계(2);

[0174] 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻는 단계(3);

[0175] 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻는 단계(4);

[0176] 상기 상층액을 배출하는 동시에 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 단계(1)로 피드백시켜 제1혼합액이 되도록 하며, 상기 단계(1)에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어지도록 하는 단계(5)를 포함하는 슬러지 처리방법을 제공한다.

[0177] 상기 본 발명의 슬러지 처리방법에 따르면, 상기 단계(1)로 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어진다. 다시 말하면 슬러지량의 순입력이 존재한다. 특히 상기 제1농축혼합액이 전부 상기 단계(1)에 피드백된 상황하에서 슬러지량의 순입력이 바로 슬러지 원료의 슬러지량(2에 도시한 바와 같음)이다.

[0178] 본 발명의 발명자는 장시간 동안 운영시 슬러지량의 순입력이 존재하지만 혼합액 중의 슬러지량은 여전히 상대적으로 안정적인 수준을 유지하는 동시에 무제한적으로 증가되지 않으며, 당해 수준은 예를 들면 오염수 원료가 존재할 경우에 오염수 원료의 유량의 영향을 받는 등 슬러지 원료의 성분과 유량 및 기타 조작조건의 영향을 받는다는 것을 발견했다. 따라서 본 발명의 슬러지 처리방법은 일종의 슬러지를 감축할 수 있는 슬러지 처리방법이다. 다시 말하면 본 발명의 슬러지 처리방법은 슬러지 원료 중의 슬러지를 제거하여 슬러지 감축을 실현할 수 있다. 바람직한 실시방안 중에서, 본 발명의 슬러지 처리방법은 슬러지 원료를 연속적으로 투입하는 상황하에서 슬러지 배출이 필요없이 장기적이고 안정적으로 운영함으로써 슬러지의 배출을 해소했다. 그밖에, 본 발명의 발명자는 또한 슬러지 원료가 비교적 높은 함량의 탄소, 질소와 인을 함유하는 동시에 어느 한 제1농축혼합액을 배출하지 않는다 할지라도 상층액 중의 탄소, 질소와 인의 함량은 비교적 낮은 수준을 유지할 수 있다

는 것을 발견했다. 다시 말하면, 본 발명의 슬러지 처리방법은 현저한 탄소, 질소와 인 제거 효과를 갖고 있다.

[0179] 어떠한 이론의 구속도 받지 않고 본 발명의 발명자는 본 발명의 슬러지 처리방법이 슬러지 배출이 필요 없이 장기적이고 안정적으로 운영이 가능한 일부 원인에는 하기와 같은 요소가 포함된다고 인정한다.

[0180] 우선, 배출한 슬러지량이 추가한 슬러지량보다 적기 때문에 혼합액 중의 슬러지량은 지속적으로 증가해야 하지만 안정적인 운영 중에서 혼합액의 슬러지 농도는 비록 매우 높지만 지속적으로 증가되는 것이 아니라 높은 수준에서 안정을 유지한다(다시 말하면 안정적인 운영 중에서 시스템의 혼합액 중의 슬러지량은 대체적으로 불변을 유지함). 때문에 혼합액 중의 생물군이 증감평형의 상태에 처해 있다고 인정할 수 있다. 즉, 새롭게 증가한 슬러지량(슬러지 원료의 슬러지량과 혼합액 중의 생물번식으로 인해 증가한 슬러지량을 포함)과 사망하고 제거된 슬러지량이 동적 평형을 이루기 때문에 슬러지량의 순증가는 없다.

[0181] 종래의 각종 오염수 생물적 처리방법 중에서 생물의 번식으로 인해 2차 침전탱크의 슬러지가 피드백하여 공정 상류로의 반환 여부와 관계없이 모두 잉여 슬러지 배출이 발생한다. 전체적인 공정을 놓고 볼 때, 일반적으로 슬러지의 순입력이 없이 오염수 원료만 있기 때문에 배출한 슬러지량은 언제나 추가한 슬러지량보다 크다. 그외에, 2차 침전탱크 출수 중의 용해성 유기물의 농도가 출수 배출요구를 만족시키기 위하여 반드시 매우 낮은 수준에 처해야 하기 때문에 에이레이션 탱크는 반드시 충분히 많은 에이레이션 량과 충분히 긴 에이레이션 시간을 통하여 수중의 용해성 유기물의 농도를 낮춰야 한다. 하지만 호기성 조건하에서 낮은 유기물 농도는 일반적으로 사상균의 번식에 유리하기에 슬러지 팽창을 초래한다. 또한, 많은 에이레이션 량과 긴 에이레이션 시간 역시 비교적 높은 농도의 슬러지를 함유한 혼합액에 슬러지 팽창이 발생할 수 있는 가능성을 더욱 증가시킨다. 따라서 종래의 각종 활성 슬러지공법 중에서 에이레이션 탱크 중의 슬러지농도는 일반적으로 비교적 높은 수준에 도달하기 어렵다. 즉 생물군의 증감평형상태를 실현할 수 없다. 그밖에, 생물이 열악한 환경(예를 들면 비교적 낮은 영양물 농도)에 대한 저항으로 인해 종래의 슬러지 호기성 처리방법과 슬러지 혐기성 처리방법은 일반적으로 60% 이하의 슬러지만을 제거할 수 있다(즉, 슬러지를 완전히 제거할 수 없다). 따라서 이러한 방법을 채용한 공법 역시 여전히 일정량의 잉여 슬러지를 배출해야 한다.

[0182] 본 발명의 슬러지 처리방법 중에서 주요목적은 슬러지를 제거하는 것이다. 배출한 상층액 중의 용해성 유기물의 농도가 제한받지 않고 비교적 높은 수준에 처할 수 있기 때문에 사상균의 번식을 유리하게 제한하고 산소요구량(예를 들면 에이레이션 량)을 낮춤으로써 에이레이션 등의 산소공급 처리를 진행시에 슬러지 팽창이 발생할 가능성을 감소시킨다. 그밖에, 비교적 높은 수준의 용해성 유기물은 생물체에 충분한 영양을 제공하고 생물의 대사, 번식과 사망에 유리한 환경을 형성함으로써 슬러지 중의 생물체가 대량으로 번식하는 동시에 대량으로 제거되게 한다.

[0183] 그밖에, 본 발명의 슬러지 처리방법 중에서 슬러지는 산소공급 처리와 산소부족 처리를 교차적이고 반복적으로 경과했으며 주글로에아(zooglea)의 증식에 유리하고 슬러지의 침강속도와 정화속도의 향상을 가져온다. 따라서 본 발명의 슬러지 처리방법은 슬러지 팽창이 없이 높은 슬러지 농도를 실현할 수 있다.

[0184] 또한, 제1농축혼합액은 일반적으로 대량으로 심지어는 전부 피드백하여 단계(1)에 피드백됨으로써 슬러지의 일령(sludge age) (예를 들면, 수개월, 수년 심지어는 더욱 긴 시간)을 비교적 길게 하기 때문에 번식속도가 비교적 늦고 난분해성 물질을 분해할 수 있는 미생물이 정상적으로 성장할 수 있게 하며 슬러지의 분해작용을 강화시켰다. 동시에, 높은 슬러지 농도 조건하에서 순차적으로 산소공급 처리와 산소부족 처리를 경과하여 혼합액 중의 생분해성 물질과 난분해성 물질(사망 생물체를 포함)은 모두 신속하고 효과적으로 제거되도록 함으로써 탄소, 질소와 인 등을 함유한 화합물이 용해성 유기물로 되어 상층액을 따라 배출되거나 또는 휘발성 물질로 되어 휘발되게 한다.

[0185] 상기 내용을 종합해 보면, 본 발명의 슬러지 처리방법 중에서 혼합액 중의 슬러지는 우수한 침강성능과 비교적 낮은 산소요구량(예를 들면 에이레이션 량)을 가지는 동시에 각종 유기물질(사망 생물체를 포함)을 분해할 수 있으며, 이로 하여금 수용성 물질이나 기체상태의 물질로 되게 한다. 따라서 혼합액은 매우 높은 슬러지 농도를 구비하여 슬러지 팽창이 필요없이 생물군이 증감평형상태에 처하게 함으로써, 본 발명의 슬러지 처리방법이 장기적이고 안정적으로 운영되게 하며 슬러지 배출을 감소시키거나 심지어는 완전히 제거하게 한다.

[0186] 일 실시방안 중에서, 단계(2)의 산소공급처리와 단계(3)의 산소부족 처리는 동일한 구조물 또는 용기 중에서 연속적 배치 방식(Sequencing batch manner)으로 진행할 수 있다. 예를 들면, 단계(1) 내지 단계(4)는 동일한 구조물이나 용기 내에서 진행할 수 있다. 그중, 단계(1)에서 제1배치의 슬러지 원료와 지난 배치의 슬러지 원료에 대한 처리를 진행하여 얻은 제1농축혼합액(제1혼합액으로 함)을 혼합하여 제2혼합액을 얻고, 단계

(2)에서 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 진행하여 제3혼합액을 얻으며, 단계(3)에서 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 진행하여 제4혼합액을 얻고, 단계(4)에서 제4혼합액에 대한 분리를 진행하여 상층액과 제1농축혼합액을 얻으며, 단계(5)에서 상층액을 배출하는 동시에 제1농축혼합액의 적어도 일부분(바람직하게는 전부)을 상기 구조물이나 용기 중에 남겨두는 동시에 단계(1)의 제1혼합액으로 사용하며, 다음 배치의 슬러지 원료를 상기 구조물이나 용기 내에 도입시켜 상기 단계를 반복한다. 단계(5)에서, 액체 배출관 등 상층액을 배출시킬 수 있는 설비를 통하여 상층액을 배출할 수 있다. 연속적 배치 방식을 이용하면 용기와 건설투자를 절약할 수 있다. 일 실시방안 중에서, 단계(2)의 산소공급 처리와 단계(3)의 산소부족 처리는 단계(4)의 분리 전에 1회 또는 수회씩 반복하여 진행할 수 있다.

[0187]

다른 일 실시방안 중에서, 본 발명의 슬러지 처리방법 중의 단계(2)의 산소공급 처리와 단계(3)의 산소부족 처리는 서로 다른 구조물이나 용기 중에서 반연속(semi-continuous) 또는 연속방식으로 진행할 수 있다. 예를 들면, 단계(1) 내지 단계(5)는 서로 다른 구조물 중에서 반연속(즉 일부 단계는 연속방식으로 운영하고 또 다른 단계는 간헐적 방식으로 운영하는 상황) 또는 연속적으로 진행할 수 있다. 그중, 단계(1)에서 슬러지 원료를 간헐적 또는 연속적으로 제1구조물에 도입시키는 동시에 제1혼합액과 혼합시켜 제2혼합액을 얻고, 제2혼합액을 간헐적 또는 연속적으로 제2구조물에 도입시켜 간헐적 또는 연속적으로 단계(2)의 산소공급 처리를 진행하여 제3혼합액을 얻으며, 제3혼합액을 간헐적 또는 연속적으로 제3구조물에 도입시켜 단계(3)의 산소부족 처리를 진행하여 제4혼합액을 얻고, 분리설비를 이용하여 간헐적 또는 연속적으로 제4혼합액에 대한 단계(4)의 분리를 진행하여 상층액과 제1농축혼합액을 얻으며, 단계(5)에서 상층액을 간헐적 또는 연속적으로 배출시키고, 제1농축혼합액의 적어도 일부분을 간헐적 또는 연속적으로 제1구조물에 도입시키는 동시에 임의로 제1농축혼합액의 잉여부분을 간헐적 또는 연속적으로 배출시키며, 그중 단계(1)에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량은 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어진다. 제1, 제2, 제3 구조물은 각자 독립된 서로 다른 구조물 또는 동일한 구조물의 서로 다른 구역일 수 있다. 만약 단계(3)의 산소부족 처리가 침전방식으로 진행된다면 단계(4)의 분리는 단계(3)과 함께 동일한 구조물에서 동시에 진행될 수 있다.(다시 말하면 제3구조물도 분리설비로 사용할 수 있다). 단계(5)에서, 액체 배출관 등 상층액을 배출시킬 수 있는 설비를 통하여 상층액을 배출할 수 있고, 슬러지 피드백관 등을 통하여 제1농축혼합액을 제1구조물에 도입시킬 수 있다. 반연속 또는 연속방식을 사용하면 슬러지 처리효율을 유리하게 개선할 수 있다. 각 단계가 간헐적 또는 연속적 방식으로 진행되는가 하는 여부는 주요하게 슬러지 원료의 유량과 성분 및 각 설비의 조작조건에 의해 결정되며, 운영을 유리하게 최적화하고 안정시킴으로써 최적의 처리효과를 얻게 한다.

[0188]

본 발명의 슬러지 처리방법 중에서, 단계(5)에서 단계(1)에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량은 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어진다. 일부 상황하에서, 단계(5)에서는 제1농축혼합액의 전부가 단계(1)에 피드백되어 제1혼합액으로 사용되기 때문에 대체적으로 제1농축혼합액을 배출하지 않는다. 하지만 연속적으로 조작한 모종의 상황하에서 순간적으로 배출된 제1농축혼합액의 슬러지량이 슬러지 원료의 슬러지량보다 많은 경우를 배제하지 않으며, 장기간의 운영 중에서 배출된 제1농축혼합액의 잉여부분의 슬러지량의 평균치가 슬러지 원료의 슬러지량의 평균치보다 작아짐으로써 슬러지량의 순입력이 존재하기만 하면 된다. 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 단계(5)에서 단계(1)에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량은 대체적으로 슬러지 원료의 슬러지량의 하기와 같은 임의의 비례 중의 하나이다. 예를 들면 약 95%, 약 85%, 약 70%, 약 50%, 약 30%, 약 25%, 약 20%, 약 15%, 약 10%, 약 5%, 약 3%, 약 1%, 약 0%이다. 이 비례는 유리하게는 약 0%이다. 다시 말하면 단계(5) 중의 제1농축혼합액을 대체적으로 전부 단계(1)에 피드백시켜 제1혼합액으로 한다. 그밖에, 이 비례는 특별히 유리하게는 약 30%, 약 25%, 약 20%, 약 15%, 약 10%, 약 5%, 약 3%, 약 1%보다 작거나 특히 약 0%로 함으로써 비교적 긴 슬러지 일령(sludge age)을 얻는다. 어떠한 이론의 구속도 받지 않은 비교적 긴 슬러지 일령은 번식속도가 비교적 낮고 난분해성 물질을 분해할 수 있는 미생물이 정상적으로 성장하게 하며 슬러지의 분해작용을 강화시켰다. 동시에, 이 비례가 약 30%, 약 25%, 약 20%, 약 15%, 약 10%, 약 5%, 약 3%, 약 1%보다 작거나 특히 약 0%이면 제1, 제2, 제3, 제4혼합액의 슬러지 농도를 증가시키는데 유리하다.

[0189]

일 방안 중에서, 제1농축혼합액의 유량은 슬러지 원료의 유량(오염수 원료가 존재하는 상황하에서는 오염수 원료와 슬러지 원료의 유량)의 10%~1000%, 예하면 10~20%, 20~30%, 30~40%, 40~60%, 60~80%, 80~100%, 100~150%, 150~200%, 200~400%, 400~600%, 600~800%, 800~1000%이다. 이 비례는 제1농축혼합액의 피드백비라고도 한다. 적합한 피드백비는 유리하게 산소공급 처리시간 및/또는 산소부족 처리시간을 기대값으로 한다. 일부 상황하에서, 적합한 피드백비는 작을 수 있는 바 예를 들면 10~20%, 20~30%, 30~40%, 40~60%일 수 있으며 동력 소모를 절약할 수 있다. 다른 일부 상황하에서 적합한 피드백비는 클 수 있는 바 60~80%, 80~100%, 100~150%, 150~200%, 200~400%, 400~600%, 600~800%, 800~1000%일 수 있으며 비교적 짧은 산소공급 처리시간

및/또는 산소부족 처리시간을 얻을 수 있다. 바람직한 피드백비는 50~150%이다.

[0190]

본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안 중에서, 단계(2)의 산소공급 처리시간은 호기성 미생물이 우세종으로 되는 시간(예를 들면, 호기성 미생물의 세대주기보다 짧거나 예를 들면 약 5시간보다 짧음)보다 짧으며, 또한 단계(3)의 산소부족 처리시간은 혐기성 미생물이 우세종으로 되는 시간(예를 들면 혐기성 미생물의 세대주기보다 짧거나 예를 들면 40시간보다 짧음)보다 짧음으로써 겸성(兼性) 미생물이 우세종으로 되게 한다. 어떠한 이론의 구속도 받지 않고 다음과 같이 인정할 수 있다. 상온 조건하에서 겸성(兼性) 미생물의 세대주기가 약 0.2~0.5시간이기 때문에 겸성(兼性) 미생물을 우세종으로 하는 슬러지가 교차적인 산소공급 처리(호기성 조건)와 산소부족 처리(산소부족 조건 및/또는 혐기성 조건)를 경과시에 대량의 생물 증식과 예정세포사(programmed cell death)가 발생함으로써, 각종 유기물질(사망생물을 포함)을 대량으로 소화하고 분해시켜(주요하게 대사와 가수분해를 포함), 이로 하여금 용해성 화합물로 되어 상층액을 따라 배출되거나 또는 기체상태의 화합물로 되어 휘발되게 한다. 이는 높은 슬러지 농도 조건하에서 특히 선명하다.

[0191]

일 실시방안 중에서, 단계(2)의 산소공급 처리시간은 예를 들면 5시간보다 짧아 호기성 미생물이 우세종으로 되는 것을 방지할 수 있는 동시에 0.1시간보다 길어서 겸성(兼性) 미생물로 하여금 충분히 증식되게 하는 동시에 혐기성 미생물의 증식을 충분히 억제함으로써 유리하게 겸성(兼性) 미생물이 우세종으로 되게 할 수 있다. 일부 상황하에서, 산소공급 처리시간은 0.1~4시간, 바람직하게는 0.5~2시간, 보다 바람직하게는 0.5~1.5시간일 수 있으며, 예를 들면 0.1~0.2시간, 0.2~0.3시간, 0.3~0.4시간, 0.4~0.5시간, 0.5~0.6시간, 0.6~0.8시간, 0.8~1시간, 1~1.2시간, 1.2~1.5시간, 1.5~1.8시간, 1.8~2시간, 2~2.2시간, 2.2~2.5시간, 2.5~3시간과 3.5~4시간 중에서 선택한 시간일 수 있다. 일 실시방안 중에서, 단계(2)의 산소공급 처리는 간헐적 또는 연속적 방식으로 진행되며, 예를 들면 간헐적 에이레이션 또는 연속적 에이레이션 방식으로 진행된다.

[0192]

일 실시방안 중에서, 단계(3)의 산소부족 처리시간은 예를 들면 6시간보다 작아 혐기성 미생물이 우세종으로 되는 것을 방지하는 동시에 장치의 사이즈를 감소시키는데 유리하게 하며, 또한 예를 들면 0.1시간보다 커서 겸성(兼性) 미생물로 하여금 충분히 증식되게 하는 동시에 호기성 미생물의 증식을 충분히 억제함으로써 겸성(兼性) 미생물이 우위종으로 되게 할 수 있다. 산소부족 처리시간은 0.8~6시간, 바람직하게는 1~4시간, 보다 바람직하게는 1~3시간일 수 있으며, 예를 들면 0.8~1시간, 1~1.2시간, 1.2~1.4시간, 1.4~1.6시간, 1.6~1.8시간, 1.8~2시간, 2~2.5시간, 2.5~3시간, 3~3.5시간, 3.5~4시간, 4~4.5시간, 4.5~5시간, 5~5.5시간과 5.5~6시간 중에서 선택된 시간일 수 있다. 일 실시방안 중에서, 단계(3)의 산소부족 처리는 침전방식으로 진행될 수 있다. 산소부족 처리가 침전방식으로 진행될 경우, 산소부족 처리시간은 유리하게 0.5시간보다 길고 특별히 유리하게 1시간보다 길어서 충분한 침전을 실현하는 동시에 유리하게 4시간보다 짧아 장치의 사이즈를 감소시킨다.

[0193]

일 실시방안 중에서, 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례는 1:0.5~1:6, 바람직하게는 1:1~1:3, 보다 바람직하게는 1:1.5~1:2, 가장 바람직하게는 1:2이고, 예를 들면 1:0.5~1:0.6, 1:0.6~1:0.7, 1:0.7~1:0.8, 1:0.8~1:0.9, 1:0.9~1:1, 1:1~1:1.1, 1:1.1~1:1.2, 1:1.2~1:1.3, 1:1.3~1:1.4, 1:1.4~1:1.5, 1:1.5~1:1.6, 1:1.6~1:1.7, 1:1.7~1:1.8, 1:1.8~1:1.9, 1:1.9~1:2, 1:2~1:2.1, 1:2.1~1:2.2, 1:2.3~1:2.4, 1:2.4~1:2.5, 1:2.5~1:2.6, 1:2.6~1:2.8, 1:2.8~1:3, 1:3~1:3.2, 1:3.2~1:3.4, 1:3.4~1:3.6, 1:3.6~1:3.8, 1:3.8~1:4, 1:4~1:4.5, 1:4.5~1:5, 1:5~1:5.5와 1:5.5~1:6 중에서 선택한 비례일 수 있으며 유리하게 겸성(兼性) 미생물이 우세종으로 되게 한다.

[0194]

일 실시방안 중에서, 슬러지가 충분한 산소공급 처리를 경과함으로써 유리하게 겸성(兼性) 미생물이 우세종으로 되게 하는 동시에 슬러지의 소화와 가수분해를 촉진하기 위하여 단계(2)의 제3혼합액의 용존산소농도는 0.1~4 mg/L, 바람직하게는 1.5~3 mg/L, 보다 바람직하게는 2~3 mg/L일 수 있으며 0.1~0.3mg/L, 0.3~0.5mg/L, 0.5~0.7mg/L, 0.7~0.9mg/L, 0.9~1.1mg/L, 1.1~1.3mg/L, 1.3~1.5mg/L, 1.5~1.7mg/L, 1.7~1.9mg/L, 1.9~2.1mg/L, 2.1~2.3mg/L, 2.3~2.5mg/L, 2.5~2.7mg/L, 2.7~2.9mg/L, 2.9~3.1mg/L, 3.1~3.3mg/L, 3.3~3.5mg/L, 3.5~3.7mg/L와 3.7~3.9mg/L 중에서 선택한 농도일 수 있다.

[0195]

일 실시방안 중에서, 단계(1) 전에 슬러지 원료에 대한 산소공급 처리를 진행한다. 어떠한 이론의 제한도 받지 않고 이렇게 하면 겸성(兼性) 미생물이 우세종으로 되는데 보다 유리하다고 인정할 수 있다. 그밖에, 슬러지 원료가 활성 슬러지공법의 2차 침전탱크에서 나오는 경우, 슬러지 원료 중의 유기물 함량이 비교적 낮고 슬러지 원료 중의 생물이 산소공급 처리시에 주요하게 내인성 소화가 발생하기 때문에 슬러지량을 감소시켰다. 동시에 이러한 산소공급 처리도 단계(2)의 산소공급 처리의 산소요구량(예를 들면 에이레이션 량)을 경감하고 제1구조물에서 슬러지 팽창이 발생할 가능성을 보다 감소시킬 수 있다. 일 실시방안 중에서, 슬러지 원료 산소공급 처리의 시간은 0.1~0.5시간, 0.5~1시간, 1~1.5시간, 1.5~2시간과 2~2.5시간일 수 있으며, 처리 후 슬러지

원료의 용존산소농도는 0.1~0.5mg/L, 0.5~1mg/L, 1~1.5mg/L, 1.5~2mg/L, 2~2.5mg/L, 2.5~3mg/L, 3~3.5mg/L와 3.5~4mg/L 중에서 선택된 농도일 수 있다. 일 실시방안 중에서, 이러한 산소공급 처리는 간헐적 또는 연속적 방식으로 진행되며, 예를 들면 간헐적 또는 연속적 에어레이션 방식으로 진행된다.

[0196] 일 실시방안 중에서, 슬러지가 충분한 산소부족 처리를 경과함으로써 유리하게 겸성(兼性) 미생물이 우세종으로 되게 하는 동시에 슬러지의 소화와 가수분해를 촉진하기 위하여 단계(2)와 단계(3) 사이에서 제3혼합액에 대하여 탈산처리를 진행할 수 있다. 예를 들면, 탈기탱크를 이용하여 탈산처리를 진행할 수 있으며, 그중 제3혼합액 중의 산소함유 기포가 부상함으로써 제3혼합액의 용존산소 함량이 더이상 증가되지 않게 하여 그후의 산소부족 처리를 위하여 준비하도록 한다. 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안 중에서, 탈산처리의 시간은 0.1~0.2시간, 0.2~0.3시간, 0.3~0.5시간, 0.5~0.8시간과 0.8~1시간일 수 있으며, 처리 후의 제3혼합액의 용존산소농도는 0.1mg/L미만, 0.05mg/L미만, 약 0mg/L 중에서 선택된다.

[0197] 일 실시방안 중에서, 산소공급 처리시간:탈산 처리시간:산소부족 처리시간의 비례는 1: (0.1~0.5) : (0.5~4), 바람직하게는 1: (0.1~0.3) : (1~3), 보다 바람직하게는 1: (0.1~0.2) : (1.5~2.5), 예를 들면 바람직하게는 1:0.1:1 또는 1:0.15:2일 수 있다.

[0198] 일 실시방안 중에서, 본 발명의 슬러지 처리방법 중에서, 슬러지 원료는 1개 또는 복수 개의 슬러지 원료, 바람직하게는 새로운 슬러지(fresh sludge) 원료일 수 있으며, 각 슬러지 원료는 동일하거나 서로 다를 수 있다. 일반적으로 슬러지 원료의 함수율은, 예를 들면 적어도 40%, 적어도 60%, 적어도 80%, 적어도 90%, 적어도 95%, 적어도 98% 또는 그 이상이고, 바람직하게는 97% 또는 그 이상이다. 일부 상황에서 슬러지 원료는 건조 슬러지 등 함수량이 낮은 슬러지 및 이와 물, 오염수, 유기 영양물 또는 기타 슬러지 원료의 혼합물일 수 있다.

[0199] 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 단계(1)은 오염수 원료를 제1혼합액에 도입시키는 것을 더 포함한다. 오염수 원료가 존재하는 상황에서, 단계(1) 중의 슬러지 원료와 오염수 원료의 유량비는 1:100~1:50, 1:50~1:20, 1:20~1:10, 1:10~1:5, 1:5~1:2, 1:2~1:1.5, 1:1.5~1:1, 1:1~1:0.8, 1:0.8~1:0.5, 1:0.5~1:0.2, 1:0.2~1:0.1, 1:0.1~1:0.05, 1:0.05~1:0.02와 1:0.02~1:0.01중에서 선택한 비례일 수 있다.

[0200] 일 실시방안 중에서, 단계(2) 중의 제2혼합액의 슬러지 체적지수(SVI, 일반적으로 SVI₃₀로 표시하며 1000mL의 메스 실린더에 혼합액을 30분 동안 정치시 1g의 활성 슬러지 현탁고체가 차지하는 체적을 가리키며, 단위는 mL/g)는 산소공급 처리시에 슬러지 팽창이 발생하는 최소치보다 작아야 한다. 본 발명의 슬러지 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 슬러지 체적지수, 예를 들면 SVI₃₀는 300 ml/g미만, 200 ml/g미만, 150 ml/g미만, 100 ml/g미만, 또는 50 ml/g미만일 수 있다.

[0201] 일 실시방안 중에서, 단계(1) 중의 제2혼합액의 슬러지 농도는 생물이 증감평형상태에 처하게 할 때의 농도일 수 있다. 일 실시방안에 따르면, 단계(1) 중의 제2혼합액의 슬러지 농도는 적어도 약 2500~3000mg/L, 3000~3500mg/L, 3500~4000mg/L, 4000~4500mg/L, 4500~5000mg/L, 5000~5500mg/L, 5500~6000mg/L, 6000~6500mg/L, 6500~7000mg/L, 7000~7500mg/L, 7500~8000mg/L, 8000~8500mg/L, 8500~9000mg/L, 9000~9500mg/L, 9500~10000mg/L, 10000~12000mg/L, 12000~14000mg/L, 14000~16000mg/L, 16000~18000mg/L, 18000~20000mg/L와 적어도 약 20000mg/L, 바람직하게는 3000~20000mg/L, 보다 바람직하게는 4000~15000mg/L이다.

[0202] 일 실시방안 중에서, 상기 슬러지 처리방법은 기체상태의 인 함유 화합물을 회수하는 회수단계를 더 포함한다. 기체상태의 인 함유 화합물은 단계(2)와 단계(3)에서 발생한 인화수소 등을 포함한다. 예를 들면, 상기 회수단계는 단계(2) 및/또는 단계(3)과 동시에 진행되어 단계(2) 및/또는 단계(3)에서 발생한 기체상태의 인 함유 화합물을 회수할 수 있다. 상기 회수단계는 어느 한 적합한, 기체상태의 인 함유 혼합물을 회수하는 방법일 수 있다. 예를 들면, 기체상태의 인 함유 물질을 액체상태나 고체상태의 물질로 전환시키는 방법일 수 있고, 냉동을 통하거나 또는 물리적 및/또는 화학적으로 기체상태의 인 함유 물질을 흡착하는 흡수제의 흡수, 세정, 흡착을 통하여 상기 회수단계를 진행할 수 있다. 상기 흡수제는 상기 기체상태의 인 함유 화합물을 용해할 수 있는 물질 또는 상기 기체상태의 인 함유 화합물과 반응할 수 있는 물질일 수 있다. 예를 들면, 과망간산칼륨용액, 과망간산과 가성 알칼리의 혼합용액, 염화철용액, 하이포브롬산나트륨용액 등 물질일 수 있다. 인화수소에 있어서, 활성탄 등 흡착제로 흡착하거나 또는 오존을 이용하여 저독성 물질로 산화시키거나 엄격한 제어하에서 연소 등의 방식으로 회수할 수도 있다.

[0203] 다른 측면에서 볼 때, 본 발명은

- [0204] 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻는 단계(1);
- [0205] 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻는 단계(2);
- [0206] 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻는 단계(3);
- [0207] 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻는 단계(4);
- [0208] 상기 상층액을 배출하는 동시에 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 단계(1)에 피드백시켜 제1혼합액으로 하여, 상기 단계(1)로 피드백 되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 적어지도록 하는 단계(5);
- [0209] 상기 단계(5) 중의 상기 상층액의 적어도 일부와 상기 오염수 원료의 임의의 일부에 대한 오염수 생물적 처리를 통하여 제2농축혼합액과 배출 정화수를 얻는 단계(6);
- [0210] 상기 배출 정화수를 배출함과 동시에 상기 단계(6) 중의 제2농축혼합액의 적어도 일부를 상기 단계(1)에 피드백시켜 슬러지 원료로 사용하는 단계(7)를 포함하며,
- [0211] 여기서, 오염수 원료를 상기 단계(1)에 도입시켜 슬러지 원료와 제1혼합액에 혼합시켜 제2혼합액을 얻거나 및/또는 상기 단계(6)에서 상기 단계(5)의 상층액의 적어도 일부와 함께 오염수 생물적 처리를 진행하는 것을 특징으로 하는 오염수 생물적 처리방법을 더 제공한다.
- [0212] 상기 단계(1) 내지 단계(5)는 전술한 본 발명의 슬러지 처리방법을 구성한다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 발명에 따른 오염수 생물적 처리방법은 실제적으로 전술한 본 발명의 슬러지 처리방법을 오염수 생물적 처리에 응용하는 것이다. 본 발명의 슬러지 처리방법 중에서 배출한 상층액은 일반적으로 여전히 비교적 높은 농도의 가용성 유기오염물을 함유하고 있기 때문에 상기 상층액은 일반적으로 추가적인 처리를 거쳐야만 환경안전의 배출표준에 도달할 수 있다. 따라서 일 실시방안 중에서, 오염수 원료를 단계(1)에 도입시키고 단계(1) 내지 단계(5)로 형성된 본 발명의 슬러지 처리방법은 1급 생물적 처리단계로 하여 2급 생물적 처리단계인 단계(6)의 오염수 생물적 처리 전에 진행할 수 있고, 오염수 원료는 먼저 1급 생물적 처리를 거쳐 상층액을 얻은 후에 상층액을 원료로 하여 2급 생물적 처리를 거쳐 배출 정화수를 얻는다. 바람직하게 상기 배출 정화수는 친환경적이고 상용 배출표준에 부합된다. 아울러, 2급 생물적 처리 중에서 발생한 잉여 슬러지(즉 제2농축혼합액)를 슬러지 원료로 하여 1급 생물적 처리 중에서 제거함으로써, 전체 오염수 생물적 처리 중의 슬러지 배출을 유리하게 감소시키거나 심지어는 방지한다. 다른 일 실시방안 중에서, 오염수 원료는 단계(6)에서 도입되며, 오염수 원료의 측면에서 볼 때, 단계(1) 내지 단계(5)로 구성된 본 발명의 슬러지 처리장치는 단계(6)의 오염수 생물적 처리 후에 놓여 주요하게 단계(6)의 오염수 생물적 처리 중에서 발생한 잉여 슬러지(즉 제2농축혼합액)를 제거하는데 사용된다. 아울러 단계(5)의 상층액도 오염수 원료로 하여 단계(6)에 도입시킬 수 있다. 또 다른 일 실시방안 중에서, 오염수 원료도 단계(1)과 단계(6)에 동시에 도입시킬 수 있다.
- [0213] 일 실시방안 중에서, 단계(6)의 제2농축혼합액의 1~10%, 10~20%, 20~30%, 30~40%, 40~50%, 50~60%, 60~70%, 70~80%, 80~85%, 85~90%, 90~95% 또는 95~100%, 특별히 유리하게는 대체적으로 100%를 단계(1)의 슬러지 원료로 하여 상기 슬러지 처리방법을 유리하게 이용하여 제2농축혼합액을 부분적으로 심지어는 대체적으로 완전히 제거함으로써, 전체 오염수 생물적 처리방법 중에서 배출된 슬러지가 감소되거나 심지어는 대체적으로 완전히 제거되게 한다. 일 실시방안 중에서, 단계(6)에서 나오는 제2농축혼합액이 단계(1)의 슬러지 원료 중에서 차지하는 비례는 1~10%, 10~20%, 20~30%, 30~40%, 40~50%, 50~60%, 60~70%, 70~80%, 80~85%, 85~90%, 90~95% 또는 95~100%이다.
- [0214] 본 발명의 오염수 생물적 처리방법에 따르면, 전술한 본 발명의 슬러지 처리방법은 제1생물적 처리단계로서, 제2생물적 처리단계로 적합한 오염수 생물적 처리방법과 결합할 수 있다. 제2생물적 처리단계로서의 오염수 생물적 처리방법을 단독으로 이용한 경우와 비교시, 본 발명의 오염수 생물적 처리방법은 잉여 슬러지의 배출을 현저하게 감소시키고 심지어는 완전히 제거하는 동시에 양호한 처리효과를 거두었다.
- [0215] 본 발명의 오염수 생물적 처리방법 중에서, 만약 오염수 원료가 단계(1)과 단계(6)에서 동시에 도입된다면, 단계(1)에 도입된 오염수 원료와 단계(6)에 도입된 오염수 원료의 비례는 수요에 따라 임의로 선택함으로써 유리하게 시스템의 부하 밸런스를 유지하고 전체 오염수 생물적 처리방법의 효과를 최적화할 수 있다.
- [0216] 일 실시방안 중에서, 특별히 유리하게 단계(1)에서 오염수 원료를 도입시킨다. 단계(1)의 혼합액이 매우 높은 슬러지 농도를 갖고 있기 때문에 유리하게 오염수 원료의 수량과 오염물 등 면의 충격부하에 대항하는 동시에 고농도의 슬러지 역시 반응속도를 빠르게 하여 오염수 원료 중의 오염물이 고농도 슬러지의 작용하에서

고효율적이고 신속하게 제거되게 하며, 일부 난분해성 물질도 제1생물적 처리단계 중에서 점차적으로 가분해성 물질로 분해된다. 이로써 오염수 처리효과를 개선하는데 유리하게 하고, 전체 오염수 처리장치의 체적을 축소시키며, 부지를 절약하고 설비투자 및 운영비용을 절감할 수 있다. 이 점은 특히 도시생활 오염수 등 화학적 산소 요구량(COD: Chemical Oxygen Demand)이 일반적으로 비교적 낮은 오염수에 유리하다. 왜냐하면 단계(1) 내지 단계(5)로 구성된 슬러지 처리과정은 실제적으로 일부분 슬러지 원료를 가분해성 물질로 전환시킴으로써, 상층액 중의 COD농도를 적당하게 증가시켜 후속적으로 상층액에 대하여 생물적 처리를 진행하는 과정에서 보다 효과적으로 수중의 인과 질소를 제거하게 함으로써 배출 정화수의 품질을 향상시켰기 때문이다. 따라서 본 발명은 특히 COD값이 500mg/L이하, 350mg/L이하, 300mg/L이하, 250mg/L이하, 200mg/L이하, 150mg/L이하 또는 100mg/L이하인 오염수에 대하여 오염수 생물적 처리를 진행하는데 적합하다. 물론 오염수 원료 중의 각종 오염물의 비례 불균형으로 인해 탄소원이 결핍시에도 오염수 원료 중에서 적합한 탄소원을 보충할 수 있다. 예를 들면 메틸 알코올 등의 알코올계와 전분, 당밀 등의 기타 유기 영양물이다.

[0217] 본 발명에 따른 오염수 생물적 처리방법은 특별히 유리하게 잉여 슬러지를 배출하기 위한 어느 한 오염수 생물적 처리방법(예를 들면 각종 상용적인 호기성 오염수 생물적 처리방법과 혐기성 오염수 생물적 처리방법)을 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 일 실시방안 중에서, 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계는 Wuhrmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법, 유동 베드 공법 또는 그 조합에 따른 오염수 생물적 처리단계일 수 있다.

[0218] 도3은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 일 실시방식에 따른 공정 흐름을 보인 예시도이다. 그중, "입수"는 오염수 원료를 대표하고 "슬러지 제거장치"는 본 발명의 슬러지 처리방법(즉 단계1 내지 단계5)에 따른 장치를 대표하며 "상용적인 오염수 처리장치"는 단계(6)을 진행할 수 있는 오염수 생물적 처리단계의 임의의 적합한 오염수 처리장치를 대표하고, "출수"는 배출 정화수를 대표하며 "잉여 슬러지 피드백"은 단계(1)의 슬러지 원료로 하는 제2농축혼합액을 대표한다.

[0219] 도4는 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 기타 일종의 실시방식에 따른 공정 흐름을 보인 예시도이다. 그중, 각 용어는 도3의 용어와 동일한 의미를 가지며 "슬러지"는 다른 유래의 슬러지 원료를 대표한다.

[0220] 도5는 오염수 생물적 처리방법의 산화구(Oxidation Ditch) 오염수 처리공법에 사용하는 공정 흐름을 보인 예시도이다. 이 공법은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 그중, "입수"는 단계(5)의 상층액 및/또는 오염수 입수일 수 있고 "출수"는 배출 정화수를 가리키며 "잉여 슬러지"는 단계(1)의 슬러지 원료로 할 수 있다.

[0221] 도6은 SBR 오염수 처리공법에 사용하는 공정 흐름을 보인 예시도이다. 이 공법은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 그중, 각 용어의 의미는 도5와 동일하다. SBR (Sequencing Batch Reactor Activaten Sludge Process)는 연속배치 방식 활성 슬러지법으로 호기성 탱크의 입수는 밑바닥을 따라 유동관을 거쳐 SBR탱크에 진입하고 오염수가 SBR탱크 중의 슬러지층을 투과하여 출수 시에 슬러지층은 여과와 역류작용을 일으키며 출수 중의 현탁물의 함량을 낮춤으로써 출수의 수질이 일반적인 2차 침전탱크의 출수보다 우월하게 한다. 또한 본 발명은 에어 댐을 채용하여 출수를 제어하며, 에이레이션 기간의 현탁물이 출수 댐에 도입되는 것을 방지함으로써 효과적으로 출수 현탁물을 제어할 수 있다.

[0222] 도7은 AB법 오염수 처리공법에 사용하는 공정 흐름을 보인 예시도이다. 이 공법은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 그중, 각 용어의 의미는 도5와 동일하다.

[0223] 도8은 A/O법 오염수 처리공법에 사용하는 공정 흐름을 보인 예시도이다. 이 공법은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 그중, 각 용어의 의미는 도5와 동일하다.

[0224] 도9는 A²O법 오염수 처리공법에 사용하는 공정 흐름을 보인 예시도이다. 이 공법은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 그중, 각 용어의 의미는 도5와 동일하다.

[0225] 도10은 MSBR법 오염수 처리공법에 사용하는 공정 흐름을 보인 예시도이다. 이 공법은 본 발명의 오염수 생물적 처리방법의 단계(6)의 오염수 생물적 처리단계로 할 수 있다. 그중, 각 용어의 의미는 도5와 동일하다.

[0226] 본 발명의 다른 일 측면은,

- [0227] 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻을 수 있는 제1설비;
- [0228] 상기 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻을 수 있는 제2설비;
- [0229] 상기 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻을 수 있는 제3설비;
- [0230] 상기 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻을 수 있는 제4설비;
- [0231] 상기 상층액을 배출시킬 수 있는 제5설비;
- [0232] 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 상기 제1혼합액으로 하여 상기 제1설비에 도입시켜 상기 제1설비에 피드백되지 않은 상기 제1농축혼합액의 슬러지량이 상기 슬러지 원료의 슬러지량보다 작아지도록 하는 제6설비를 포함하는, 슬러지 처리장치를 더 제공한다.
- [0233] 일 실시방안 중에서, 제1설비는 슬러지 원료와 혼합액을 혼합시킬 수 있는 임의의 적합한 구조물이나 용기일 수 있다. 제2설비는 제1설비와 동일한 설비일 수 있으며, 또는 제1설비와 수리학적으로 연통되고 공기 등 산소 함유기체와 혼합액이 접촉되게 할 수 있는 설비, 에이레이션 설비를 구비한 에이레이션 탱크 등 제1설비와 다른 설비일 수 있다. 제3설비는 제1설비 및 제2설비와 동일한 설비일 수 있다. 이는 에이레이션을 정지한 상황에서 산소부족 처리(연속 배치 방식으로 운영)를 실현한다. 또는 제3설비와 제2설비는 다른 설비일 수 있다. 예를 들면, 제2설비와 수리학적으로 연통된, 산소 함유기체와 혼합물의 접촉을 대체적으로 방지할 수 있는 구조물 또는 용기(예를 들면 침전탱크) (연속 또는 반연속 방식으로 운영)이다. 제4설비는 제1설비, 제2설비, 제3설비와 동일한 설비이거나 또는 오직 제3설비와 동일한 설비일 수 있다. 이는 예를 들면 에이레이션 및/또는 교반을 정지한 상황에서 침전 등을 통하여 상층액과 제1농축혼합액을 분리시킨다(연속 배치 방식으로 운영). 또는 제4설비는 독립적으로 혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻을 수 있는 제3설비와 연통된 설비일 수 있다. 예를 들면, 독립적인 침전탱크, 원심분리설비 또는 여과분리설비 등이다(연속 또는 반연속방식으로 운영). 제5설비는 배수구, 배수관, 양수기 등, 제4설비로부터 상층액을 인출할 수 있는 임의의 적합한 설비일 수 있다. 제6설비는 제1설비, 제2설비, 제3설비, 제4설비와 동일한 설비일 수 있다(연속 배치 방식으로 운영). 또는 독립적으로 제1농축혼합액의 적어도 일부를 제4설비로부터 제1설비에 운송할 수 있는 설비일 수 있다. 예를 들면 제1설비, 제4설비와 수리학적으로 연통된, 임의로 수송 펌프와 제어밸브를 구비한 피드백관이다.(연속 또는 반연속방식으로 운영). 제6설비는 제1농축혼합액의 잉여부분을 배출시킬 수 있는 설비를 임의로 더 구비한다. 예를 들면, 제어밸브를 구비한 액체배출구 또는 액체배출관으로 제1설비에 피드백되지 않은 제1농축혼합액의 슬러지량이 슬러지 원료의 슬러지량보다 작게 제어한다.
- [0234] 일 실시방안 중에서, 제2설비는 에이레이션 탱크, 에이레이션 딧치(Aeration ditch), 유동 베드(fluidized bed), 이동 베드(moving bed) 또는 멤브레인 등 설비, 바람직하게는 에이레이션 탱크, 보다 바람직하게는 플러그 흐름형 에이레이션 탱크일 수 있다. 제3설비는 바람직하게는 침전탱크, 보다 바람직하게는 플러그 흐름형 침전탱크이다.
- [0235] 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 처리장치는 제1설비와 연통되어, 슬러지 원료에 대한 산소공급 처리를 진행할 수 있는 설비를 더 포함한다. 예를 들면 슬러지 예비 에이레이션 설비이다.
- [0236] 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 처리장치는 제2설비와 제3설비 사이에 설치되는 동시에 각각 이와 수리학적으로 연통되며 탈산처리를 진행할 수 있는 탈산설비를 더 포함한다. 예를 들면 탈기탱크이다.
- [0237] 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 그중 설계를 통한 제2설비의 산소공급 처리시간은 0.1~0.2시간, 0.2~0.3시간, 0.3~0.4시간, 0.4~0.5시간, 0.5~0.6시간, 0.6~0.8시간, 0.8~1시간, 1~1.2시간, 1.2~1.5시간, 1.5~1.8시간, 1.8~2시간, 2~2.2시간, 2.2~2.5시간, 2.5~3시간과 3.5~4시간 중에서 선택될 수 있으며 바람직하게는 1.5~3시간이다. 예를 들면 연속방식으로 운영시에 제2설비 중의 제2혼합액의 유량에 따라 희망하는 산소공급 처리시간을 제2혼합액의 체류시간으로 하여 제2설비의 체적을 확정할 수 있다.
- [0238] 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 그중 설계를 통한 제3설비의 산소부족 처리시간은 0.8~1시간, 1~1.2시간, 1.2~1.4시간, 1.4~1.6시간, 1.6~1.8시간, 1.8~2시간, 2~2.5시간, 2.5~3시간, 3~3.5시간, 3.5~4시간, 4~4.5시간, 4.5~5시간, 5~5.5시간과 5.5~6시간 중에서 선택될 수 있으며 바람직하게는 3~4시간이다. 예를 들면 연속방식으로 운영시에 제3설비 중의 제3혼합액의 유량에 따라 희망하는 산소부족 처리시간을 제3혼합액의 체류시간으로 하여 제3설비의 체적을 확정할 수 있다.

- [0239] 일부 상황하에서, 설계를 통한 제2설비와 제3설비의 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례는 1:0.5~1:1, 1:1~1:1.5, 1:1.5~1: 2, 1:2~1:2.5, 1:2.5~1:3, 1:3~1:3.6, 1:3.6~1:4, 1:4~1:4.5, 1:4.5~1:5, 1:5~1:5.5와 1:5.5~1:6 중에서 선택될 수 있으며 바람직하게는 1:1~1:3이다. 예를 들면 연속방식으로 운영시에 희망하는 산소공급 처리시간과 산소부족 처리시간의 비례에 따라 제2설비와 제3설비의 체적비를 확정할 수 있다.
- [0240] 본 발명의 슬러지 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 처리장치는 기체상태의 인 함유 화합물을 수집하고 회수할 수 있는 회수설비를 더 포함한다. 예를 들면, 상기 회수설비는 제2설비 및/또는 제3설비와 연통되어 제2설비 및/또는 제3설비 중에서 발생된 기체상태의 인 함유 화합물을 회수할 수 있다. 일 실시방안 중에서, 당해 회수설비는 냉동설비, 연소설비, 또는 고체나 액체 흡착제를 구비한 흡착탑, 흡수탱크 등 설비일 수 있다.
- [0241] 다른 측면에서 볼때, 본 발명은
- [0242] 슬러지 원료와 제1혼합액을 혼합하여 제2혼합액을 얻을 수 있는 제1설비;
- [0243] 상기 제2혼합액에 대한 산소공급 처리를 통하여 제3혼합액을 얻을 수 있는 제2설비;
- [0244] 상기 제3혼합액에 대한 산소부족 처리를 통하여 제4혼합액을 얻을 수 있는 제3설비;
- [0245] 상기 제4혼합액을 분리시켜 상층액과 제1농축혼합액을 얻을 수 있는 제4설비;
- [0246] 상기 상층액을 배출시킬 수 있는 제5설비;
- [0247] 상기 제1농축혼합액의 적어도 일부를 상기 제1혼합액으로 하여 상기 제1설비에 도입시켜 상기 제1설비에 피드백되지 않은 상기 제1농축혼합액의 슬러지량이 슬러지 원료의 슬러지량보다 작아지도록 하는 제6설비;
- [0248] 상기 제5설비에서 배출된 상기 상층액의 적어도 일부를 오염수 생물적 처리하여 제2농축혼합액과 배출정화수를 얻을 수 있는 제7설비;
- [0249] 상기 배출 정화수를 배출시킬 수 있는 제8설비;
- [0250] 상기 오염수 원료를 제1설비 및/또는 제7설비에 도입시킬 수 있는 제9설비; 및,
- [0251] 상기 제2농축혼합액의 적어도 일부를 상기 제1설비에 도입시킬 수 있는 제10설비를 포함하는, 오염수 생물적 처리장치를 더 제공한다.
- [0252] 본 발명의 오염수생물적 처리장치의 일 실시방안에 따르면, 상기 제7설비는 Wuhmann공법, A/O공법, Bardenpho공법, Phoredox공법, A²/O공법, 역 A²/O공법, UCT공법, MUCT공법, VIP공법, OWASA공법, JHB공법, TNCU공법, Dephanox공법, BCFS공법, MSBR공법, SBR공법, AB공법, 산화구공법, 바이오필름공법, 유동상공법 또는 그 조합에 따라 오염수 생물적 처리를 진행할 수 있는 설비이다.
- [0253] 다른 측면에서 볼때, 본 발명은 상용적인 오염수 처리장치 및 이의 입수구와 연결된 슬러지 제거장치를 포함하고, 그중 상기 오염수 처리장치의 잉여 슬러지관은 슬러지 제거장치와 연결되어 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템을 더 제공한다.
- [0254] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 제거장치는 고농도 슬러지 반응장치를 포함한다.
- [0255] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 제거장치는 혐기성 침전장치를 포함하고, 상기 고농도 슬러지 반응장치의 출수구와 혐기성 침전장치의 입수구가 연결되며, 상기 혐기성 침전장치는 제1슬러지 피드백관을 포함하며, 상기 제1슬러지 피드백관은 고농도 슬러지 반응장치에 연결된다.
- [0256] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 잉여 슬러지 피드백관은 전부의 잉여 슬러지를 슬러지 제거장치에 피드백시킨다.
- [0257] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 제거장치는 혐기성 침전장치를 포함하고, 상기 고농도 슬러지 반응장치의 출수구와 혐기성 침전장치의 입수구가 연결되며, 상기 혐기성 침전장치는 제1슬러지 피드백관을 포함하고, 상기 제1슬러지 피드백관은 고농도 슬러지 반응

장치에 연결되며, 상기 잉여 슬러지 피드백관은 전부의 잉여 슬러지를 슬러지 제거장치에 피드백시킨다.

- [0258] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 고농도 슬러지 반응장치의 슬러지 농도가 4000mg/L~20000mg/L; 예하면 6000mg/L, 8000mg/L, 10000mg/L, 12000mg/L, 14000mg/L, 15000mg/L, 16000mg/L 또는 18000mg/L인 것을 그 특징으로 한다.
- [0259] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 고농도 슬러지 반응장치의 수력 체류시간은 1.5h~3.0h, 출구 용존산소농도는 1mg/L~1.5mg/L, 1.5mg/L~ 2mg/L, 2mg/L~ 2.5mg/L 또는 2.5mg/L~ 3mg/L이다.
- [0260] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 피드백관은 0.4Q~0.7Q의 슬러지를 고농도 슬러지 반응장치에 피드백시킨다.
- [0261] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 고농도 슬러지 반응장치와 혐기성 침전장치 사이에 탈산장치를 설치한다.
- [0262] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 잉여 슬러지 에어레이션 탱크를 더 포함한다. 상기 상용적인 오염수 처리장치의 잉여 슬러지관은 먼저 잉여 슬러지 에어레이션 탱크에 연결되고 잉여 슬러지 에어레이션 탱크는 다시 고농도 슬러지 반응장치에 연결된다.
- [0263] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 제거장치의 입수구에 전처리장치를 설치하고 상기 전처리장치는 적어도 1급 그레이팅이다.
- [0264] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 전처리장치는 2급 그레이팅이다.
- [0265] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 상용적인 오염수 처리장치는 순차적으로 직렬 연결된 혐기성 반응장치, 호기성 반응장치와 침전장치를 포함하고, 침전장치는 제2슬러지 피드백관과 잉여 슬러지관을 포함하며, 상기 제2슬러지 피드백관은 혐기성 반응장치에 연결된다.
- [0266] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 호기성 반응장치는 호기성 탱크 또는 산화구이다.
- [0267] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 상용적인 오염수 처리장치는 순차적으로 직렬된 혐기성 반응장치, 산소부족 반응장치, 호기성 반응장치와 침전장치를 포함하고, 침전장치는 제3슬러지 피드백관과 잉여 슬러지관을 포함하며, 상기 제3슬러지 피드백관은 산소부족 반응장치에 연결된다.
- [0268] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 침전장치는 SBR 탱크 또는 침전탱크이다.
- [0269] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 SBR탱크의 슬러지 농도가 2000mg/L~4000mg/L, 용존산소함량이 2mg/L~4mg/L, 1주기 내의 정지침전시간은 1h~1.5h, 정수위 배수시간은 1.5h~2.5h이다.
- [0270] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 제2슬러지 피드백관은 혐기성 반응장치에 연결되며 0.5Q~1Q의 슬러지를 혐기성 반응장치에 피드백시킨다.
- [0271] 본 발명의 슬러지를 감축할 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 상기 제3슬러지 피드백관은 혐기성 반응장치에 연결되며 0.5Q~1Q의 슬러지를 혐기성 반응장치에 피드백시킨다.
- [0272] 본 발명의 다른 측면은,
- [0273] 오염수와 슬러지의 혼합액이 슬러지 제거반응을 진행하게 하는 단계a);
- [0274] 슬러지 제거반응 후의 오염수에 대한 상용적인 오염수 처리를 진행하는 단계b);
- [0275] 상용적인 오염수 처리 후의 오염수를 배출시켜 상용적인 오염수 처리에서 발생된 잉여 슬러지를 피드백시켜 슬러지 제거반응에 참여하게 하는 단계c);를 포함하는 것을 특징으로 하는 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법을 더 제공한다.
- [0276] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계a) 중의 슬러지

제거반응은 오염수와 슬러지의 혼합액에 대하여 고농도 슬러지 반응을 진행하는 것을 그 특징으로 한다.

- [0277] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계a) 중의 슬러지 제거반응은 고농도 슬러지 반응 후의 오염수와 슬러지의 혼합액에 대하여 혐기성 침전을 진행하고, 혐기성 침전을 통과한 슬러지가 피드백하여 고농도 슬러지 반응에 참여하는 것을 포함한다.
- [0278] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 잉여 슬러지의 피드백은 잉여 슬러지의 전부가 피드백되는 것을 특징으로 한다.
- [0279] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계a) 중의 슬러지 제거반응은 고농도 슬러지 반응 후의 오염수와 슬러지의 혼합액에 대하여 혐기성 침전을 진행하고, 혐기성 침전을 통과한 슬러지가 피드백하여 고농도 슬러지반응에 참여하는 것을 포함하며, 상기 잉여 슬러지의 피드백은 잉여 슬러지의 전부가 피드백되는 것을 특징으로 한다.
- [0280] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 고농도 슬러지 반응을 진행시 슬러지 농도는 4000mg/L~20000mg/L; 예를 들면 6000mg/L, 8000mg/L, 10000mg/L, 12000mg/L, 14000mg/L, 15000mg/L, 16000mg/L 또는 18000mg/L이다.
- [0281] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 고농도 슬러지 반응의 수력 체류시간은 1.5h~3.0h, 출구 용존산소농도는 1mg/L~1.5mg/L, 1.5mg/L~ 2mg/L, 2mg/L~ 2.5mg/L 또는 2.5mg/L~ 3mg/L이다.
- [0282] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 혐기성 침전을 통과한 슬러지가 피드백하여 고농도 슬러지 반응에 참여하는 피드백비는 0.4Q~0.7Q이다.
- [0283] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 고농도 슬러지 반응 후의 오염수와 슬러지의 혼합액은 먼저 탈산처리를 진행하고 다음 혐기성 침전을 진행한다.
- [0284] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 잉여 슬러지는 먼저 슬러지 에어레이션을 진행하고 다음 고농도 슬러지 반응을 진행한다.
- [0285] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 슬러지 에어레이션의 용존산소함량은 0.2mg/L~0.9mg/L이다.
- [0286] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 오염수에 대한 슬러지 제거반응 전에 먼저 전처리를 진행하여 잡질을 제거한다.
- [0287] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계b) 중의 상용적인 오염수 처리는 혐기성 반응, 호기성 반응과 침전을 포함하고, 호기성 반응을 진행한 후의 오염수는 침전과정을 통과한 후 배출되며, 발생된 슬러지는 피드백하여 혐기성 반응에 참여한다.
- [0288] 본 발명의 슬러지 감량화 오염수처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 단계b) 중의 상용적인 오염수 처리는 혐기성 반응, 산소부족반응, 호기성 반응과 침전을 포함하고 호기성 반응을 진행 후의 오염수는 침전과정을 경과후 배출되며, 발생된 슬러지는 피드백하여 혐기성 반응에 참여한다.
- [0289] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 발생된 슬러지가 피드백하여 혐기성 반응에 참여하는 피드백비는 0.5Q~1Q이다.
- [0290] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 침전은 SBR공법을 사용한다.
- [0291] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리방법의 일 실시방안에 따르면, 상기 SBR공법에서 사용한 슬러지 농도는 2000mg/L~4000mg/L, 용존산소함량은 2mg/L~4mg/L, 1주기내의 정지침전시간은 1h~1.5h, 정수위 배수시간은 1.5h~2.5h이다.
- [0292] 본 발명의 다른 측면은, 순차적으로 직렬 연결된 고농도 슬러지 반응장치, 혐기성 침전장치와 상용적인 오염수 처리장치를 포함하고, 상기 혐기성 침전장치의 슬러지 피드백관은 고농도 슬러지 반응장치에 연결되고, 상기 상용적인 오염수 처리장치의 잉여 슬러지관은 고농도 슬러지 반응장치에 연결되는 것을 특징으로 하는 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리 시스템을 더 제공한다.
- [0293] 본 발명의 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리 시스템의 일 실시방안에 따르면, 고농도 슬러지 반응장

치의 슬러지 농도는 4000mg/L~20000mg/L; 예를 들면 적어도 6000mg/L, 적어도 8000mg/L, 적어도 10000mg/L, 적어도 12000mg/L, 적어도 14000mg/L, 적어도 15000mg/L, 적어도 16000mg/L 또는 적어도 18000mg/L이다.

[0294] 일 실시방안 중에서, 본 발명의 오염수 생물적 처리장치는 도11, 도12 또는 도13에서 도시한 흐름을 가진 장치일 수 있다. 그중, 슬러지 제거장치는 순차적으로 직렬 연결된 고농도 슬러지 반응탱크, 탈산탱크와 혐기성 침전탱크를 포함한다.

[0295] 슬러지 제거장치의 전단에 바람직하게는 전처리 장치를 설치하고, 전처리 장치는 적어도 1급 그레이팅이며, 그레이팅은 오염수 처리공장의 첫번째 처리시설이다. 구체적으로 2급 그레이팅을 설치할 수 있고, 우선 제1급 그레이팅을 통하여 오염수 중의 비교적 큰 현탁물을 제거한 다음 오염수가 제2급 그레이팅을 통과하게 하여 보다 작은 현탁물을 제거하며, 제1급 그레이팅의 그리드 순거리는 제2급 그레이팅의 그리드 순거리보다 크다. 예를 들면, 제1급 그레이팅은 굵은 그레이팅으로 그리드 순거리가 20mm이고, 설치각도는 60°이며, 제2급 그레이팅은 약한 그레이팅으로 그리드 순거리가 6mm이고, 설치각도는 60°이다.

[0296] 고농도 슬러지 반응장치는 구체적으로 고농도 슬러지 반응탱크이고, 고농도 슬러지 반응탱크 중에서 전처리를 경과한 오염수, 혐기성 침전장치에 피드백한 슬러지와 시스템 말단부의 침전장치에서 피드백한 잉여 슬러지에 대하여 혼합 에이레이션을 진행하며, 구형 플러그 흐름형 탱크를 사용한다. 침전장치와 고농도 슬러지 반응장치 사이에 잉여 슬러지 에이레이션 탱크를 설치하고, 잉여 슬러지 에이레이션 탱크와 침전장치와 고농도 슬러지 반응장치 사이는 각각 잉여 슬러지관을 통하여 연결되며, 피드백한 잉여 슬러지는 잉여 슬러지 에이레이션 탱크 중에 도입되고, 오염수와 혐기성 침전장치에서 피드백한 슬러지는 직접 고농도 슬러지 반응탱크에 도입되며, 그 다음 에이레이션을 경과한 잉여 슬러지를 다시 고농도 슬러지 반응탱크에 도입시켜, 오염수와 슬러지의 혼합액과 충분히 혼합시킨다.

[0297] 고농도 슬러지 반응탱크는 비교적 높은 슬러지 농도하에서 운영되고, 수력 체류시간이 짧으며, 겸성(兼性), 호기성 방식으로 운영되고, 고농도 슬러지 반응탱크와 후속적인 혐기성 침전장치 사이에는 슬러지 순환이 존재하며, 본 발명 중에서 혐기성 침전장치에서 나오는 슬러지가 고농도 슬러지 반응탱크에 피드백된다. 각 시간대에서 나오는 오염수의 수질과 수량이 불균일하고, 파동성이 비교적 크기 때문에 고농도 슬러지 반응탱크는 완충작용을 일으키고, 생물화학처리에 대한 충격부하의 영향을 방지할 수 있다.

[0298] 혐기성 침전장치는 구체적으로 혐기성 침전탱크이고, 혐기성 침전탱크 중의 슬러지는 피드백하여 고농도 슬러지 반응탱크에 도입되어 오염수, 잉여 슬러지와 함께 반응에 참여하며, 무체중 슬러지펌프를 이용하여 슬러지 순환을 실현할 수 있다. 바람직하게는, 고농도 슬러지 반응장치와 혐기성 침전장치 사이에는 탈산장치를 더 포함하며, 오염수와 슬러지의 혼합액은 탈산처리를 경과후 다시 혐기성 침전탱크에 도입됨으로써, 용존산소가 혐기성 침전탱크에 도입되어 혐기성 반응에 영향을 주는 것을 방지한다.

[0299] 상용적인 오염수 처리장치는 순차적으로 직렬 연결된 혐기성 반응장치, 호기성 반응장치와 침전장치를 포함한다. 혐기성 탱크는 바람직하게 플러그 흐름형 탱크를 사용하며, 탱크 내에 배플 플레이트를 설치하고 완전 혼합식을 사용할 수도 있으며, 시스템 말단부의 침전장치에서 나오는 슬러지가 피드백하여 혐기성 탱크에 도입되어 오염수와 혼합된다. 호기성 반응장치는 호기성 탱크이고, 예를 들면 산화구 등 기타 상용 호기성 반응장치일 수 있으며, 혐기성 탱크의 뒤에 직렬 연결된다. 호기성 탱크 중에 에이레이션 장치를 설치한다. 예를 들면 삼엽식 루츠 송풍기와 He280형 동력 확산 로타리 믹싱 에이레이션 장치를 사용한다.

[0300] 침전장치는 침전기능을 갖고 있고, 침전장치에 슬러지 피드백관과 잉여 슬러지관을 설치하며, SBR (Sequencing Batch Reactor Activaten Sludge Process) 탱크일 수 있고, 침전탱크일 수도 있다. SBR는 연속 배치 방식 활성 슬러지법으로 호기성 탱크의 입수는 밑바닥을 따라 유동관을 거쳐 SBR탱크에 진입하고, 오염수가 SBR탱크 중의 슬러지층을 투과하여 출수시에 슬러지층은 여과와 역류작용을 일으키며, 출수 중의 현탁물의 함량을 낮춤으로써 출수의 수질이 일반적인 2차 침전탱크의 출수보다 좋아지도록 한다. 본 발명은 공기담을 채용하여 출수를 제어하며, 에이레이션 기간의 현탁물이 출수중에 도입되는 것을 방지함으로써, 효과적으로 출수 현탁물을 제어할 수 있다

[0301] SBR탱크와 혐기성 탱크 사이에는 슬러지 피드백 도관, 혐기성 탱크, 호기성 탱크와 SBR탱크가 연결되어 OSA (Oxic-Settling-Anaerobic) 공법 즉 호기성-침전-혐기성 환경을 구성한다. 상용 활성 슬러지법 중에서 하나의 혐기성 구간을 설치하여 미생물로 하여금 교차적으로 호기성 환경과 혐기성 환경에 진입하게 하며, 세균이 호기성 단계에서 얻은 ATP는 즉시 새로운 세포를 합성하는데 사용할 수 없고, 혐기성 단계에서 세포의 생명활동을 유지하는 에너지로 소모되며, 미생물의 분해와 합성 대사가 일반적인 조건에서처럼 긴밀히 커플링되는 것이

아니라 상대적으로 분리되게 함으로써, 슬러지를 줄일 수 있는 효과를 달성한다. OSA공법은 슬러지 생산량을 낮추고 슬러지의 침강성을 개선하며, 암모니아성 질소 제거능력을 향상시킬 수 있다.

[0302] SBR탱크와 고농도 슬러지 반응탱크 사이에는 잉여 슬러지관이 연결되어 있고, 발생된 잉여 슬러지는 외부로 배출되는 것이 아니라 피드백하여 전단부의 고농도 슬러지 반응탱크에 도입된다.

[0303] SBR탱크의 정수위 운영과 순환연속 배수를 위하여 SBR탱크를 2개 조로 설치하여 병렬로 운영시킨다. 고농도 슬러지 탱크로부터 SBR탱크에 이르기까지 고저위차에 따라 순차적으로 병렬로 설치함으로써, 오염수가 중력에 의해 자체로 유동할 수 있게 하여 오염수 리프팅(lifting) 횟수를 감소시키고, 전기에너지를 절감한다. 또한, 각 처리부는 조합식 연결체 구조를 사용하고, 복수 개 탱크의 직렬 연결을 통한 플러그 흐름을 통하여 각 처리부 사이의 대량의 도관과 계량기 설치를 생략하고, 또한 반응장치 중에서 오염수의 유동이 전체적인 플러그 흐름과 동시에 서로 다른 구역내에서 완전히 혼합되는 복잡한 유동상태를 보여주게 함으로써 처리효과를 보장한다.

[0304] 바람직하게는, 슬러지 제거반응은 오염수와 슬러지의 혼합액에 대하여 진행되는 고농도 슬러지 반응을 포함하며, 고농도 슬러지 반응의 수력 체류시간은 1.5h~3.0h, 예를 들면 2h 또는 2.5h, 출구 용존산소는 1mg/L~1.5mg/L, 1.5mg/L~2mg/L, 2mg/L~2.5mg/L 또는 2.5mg/L~3mg/L, 슬러지 농도는 4000mg/L~20000mg/L, 구체적으로 적어도 4000mg/L, 적어도 6000mg/L, 적어도 8000mg/L, 적어도 10000mg/L, 적어도 12000mg/L, 적어도 14000mg/L, 적어도 15000mg/L, 적어도 16000mg/L, 적어도 18000mg/L 또는 적어도 20000mg/L이다.

[0305] 또한, 바람직하게 슬러지 제거반응은 혐기성 침전을 더 포함하며, 고농도 슬러지 반응 후의 오염수와 슬러지의 혼합액에 대하여 혐기성 침전을 진행하고, 혐기성 침전을 거친 슬러지가 피드백하여 고농도 슬러지 제거반응에 참여하며, 피드백비는 0.4Q~0.7Q, 예를 들면 0.5 Q 또는 0.6Q이다.

[0306] 슬러지와 전처리를 거친 오염수의 혼합액에 대하여 슬러지 제거반응을 진행한다. 구체적으로는, 먼저 고농도 슬러지 반응탱크에 도입시켜 에이레이션을 진행하는 동시에 오염수와 SBR탱크에서 피드백한 잉여 슬러지 및 혐기성 침전탱크에서 피드백한 슬러지를 충분히 혼합시킨다. 바람직하게는, 잉여 슬러지는 먼저 잉여 슬러지 에이레이션 탱크 중에서 에이레이션을 경과한 후 다시 고농도 슬러지 반응탱크에 진입한다. 잉여 슬러지는 에이레이션을 경과하지 않고 직접 고농도 슬러지 반응탱크에 진입할 수도 있다. 혐기성 침전탱크에서 피드백한 슬러지는 직접 고농도 슬러지 반응탱크에 진입한다. 바람직하게는 잉여 슬러지는 전부 고농도 슬러지 반응탱크에 피드백하며, 이렇게 되면 "0 배출"의 효과를 달성할 수 있다. 잉여 슬러지 에이레이션 탱크 중의 용존산소 함량은 0.2mg/L~0.9mg/L, 예를 들면 0.3mg/L, 0.4mg/L, 0.5mg/L, 0.6mg/L, 0.7mg/L, 0.8mg/L이다. 슬러지와 오염수가 혼합된 후, 오염수 중의 유기물은 분해되는 동시에 질화반응이 발생하며, 고농도 슬러지 반응탱크 중의 수력 체류시간은 1.5h~3.0h, 예를 들면 2h 또는 2.5h, 슬러지 농도는 4000mg/L~20000mg/L, 구체적으로 적어도 4000mg/L, 적어도 6000mg/L, 적어도 8000mg/L, 적어도 10000mg/L, 적어도 12000mg/L, 적어도 14000mg/L, 적어도 15000mg/L, 적어도 16000mg/L, 적어도 18000mg/L 또는 적어도 20000mg/L일 수 있다. 독립적인 슬러지 피드백이 있고, 혐기성 침전탱크에서 고농도 슬러지 반응탱크로 피드백하는 슬러지의 피드백비는 0.4Q~0.7Q, 예를 들면 0.5 Q 또는 0.6Q이며, 슬러지 농도가 비교적 높기 때문에 일반 활성 슬러지 처리공법의 3~5배 또는 그 이상으로 상기 시스템이 충격부하에 견디는 능력을 효과적으로 향상시켰다. 고농도의 활성 슬러지는 유기물을 효과적으로 분해할 수 있고, 수질, 수량, pH값과 유독물질의 충격에 대하여 탁월한 완충작용을 일으키는 동시에 다음 단계의 안정적인 처리효과를 위하여 보다 신뢰성이 높은 보장을 제공한다. 송풍 에이레이션을 이용하고, 출구 용존산소농도는 1mg/L~1.5mg/L, 1.5mg/L~ 2mg/L, 2mg/L~ 2.5mg/L 또는 2.5mg/L~ 3mg/L이다.

[0307] 오염수는 고농도 슬러지 반응탱크에서 유출되어 탈산처리를 경과한 후 혐기성 침전탱크에 도입되며, 동시에 혐기성 침전탱크 중에 침전된 슬러지와 상용 오염수 처리에서 발생된 잉여 슬러지는 피드백하여 고농도 슬러지 반응탱크에 도입되며, 또한 혐기성 침전탱크의 피드백 슬러지는 연속순환 피드백이다. 고농도 슬러지 반응탱크 중의 혼합 슬러지는 호기성, 혐기성 교차과정을 거치고, 호기성, 혐기성 미생물은 모두 우위를 얻지 못하며, 최대한도에서 잉여 슬러지의 가수분해과정을 완성했다.

[0308] 가수분해는 대분자 유기물을 생분해가 가능한 소분자 유기물로 전환시킬 수 있으며, 또한 엄격한 혐기성 조건하에서 가수분해를 통하여 발생된 소분자 유기물(rcod생분해)을 추가로 VFAs(휘발성 지방산)으로 전환시키며, 이는 모두 슬러지 가수분해를 통하여 발생된 "잠재적"인 내부 탄소원인 유기탄소이다. 유기탄소는 오염수의 암모니아성 질소 제거능력을 대폭 향상시킬 수 있고, 추가적인 탄소원을 절약했다. 도시의 오염수 처리공장은 탄소원의 부족으로 인해 암모니아성 질소 제거효과가 비교적 낮기 때문에 이는 도시의 오염수 처리공장에 보편적으로 존재하는 현상이다. 탄소원이 풍부한 상태에서 에너지 누출, 즉 소위 말하는 언커플링 현상이 발

생하지 않으며 기질(substrate) 이용률이 낮다. 잉여 슬러지의 피드백으로 인해 슬러지의 체류시간이 무한대로 커지며, 언커플링의 작용하에서 불활성 물질의 분해를 완성할 수 있다. 화학합성 독립영양균은 잉여 슬러지 무기물의 제거를 완성하였고, 화학합성 종속영양균은 잉여 슬러지 유기물의 제거를 완성하였으며, 시스템에는 불활성 물질의 누적이 발생하지 않음으로써, 도시 오염수 처리공장의 잉여 슬러지 "0 배출"을 실현한다. 시험에 따르면, 혐기성 침전탱크에 피드백한 슬러지와 상용 오염수 처리과정에서 발생된 잉여 슬러지는 대량으로 소화되어 증감평형을 달성할 수 있고, 혐기성 침전탱크와 SBR탱크는 모두 외부로 슬러지를 배출하지 않으며, 또한 안정적으로 반응이 진행되며, 슬러지의 "0 배출"을 달성했다.

[0309]

오염수는 혐기성 침전탱크에서 유출후 혐기성 탱크에 도입된다. 혐기성 침전탱크, 혐기성 탱크와 호기성 탱크는 A^2/O 공법을 구성하고, 혐기성 탱크 중에서 오염수를 상용 오염수 처리과정을 거쳐 발생된 피드백 슬러지와 혼합하여 암모니아성 질소를 충분히 제거한 다음 슬러지와 오염수의 혼합액을 함께 호기성 탱크에 도입하여 호기성균의 대사작용을 통하여 오염수 중의 유기물을 추가적으로 흡착, 산화, 분해하는 동시에 질화반응을 일으킨다.

[0310]

마지막으로 오염수는 침전장치의 침전을 거쳐 출수되고, 침전장치는 바람직하게 SBR탱크로 하며, SBR탱크 중의 슬러지가 혐기성 탱크에 피드백하는 피드백비는 0.5Q~1Q이고, 잉여 슬러지는 피드백하여 고농도 슬러지 반응탱크에 도입된다. SBR탱크에 도입된 오염수가 이미 수중의 유기물을 효과적으로 분해했기 때문에 수질이 비교적 안정적이고, SBR탱크의 에이레이션 작용을 거친 후 오염수 중의 유기물의 분해가 보다 철저하게 진행되며, 또한 SBR탱크는 주기적으로 정지침전시에 명확한 고농도의 슬러지층을 생산하며, 상기 슬러지층은 슬러지 필터의 역할을 일으키고 출수품질의 개선과 탈질화에 대하여 중요한 작용을 가지고 있다. SBR탱크 중의 슬러지 농도는 2000mg/L~4000mg/L, 용존산소함량은 2mg/L~4mg/L, 1주기 내에 SBR탱크 중에서의 정지침전시간은 1h~1.5h, 바람직하게는 1h이며, 정지침전시 오염수는 탱크 내에서 탈질화 및 침전작용을 일으키고, 정수위 배수시간은 1.5h~2.5h, 바람직하게는 2h이다.

[0311]

혐기성 탱크, 호기성 탱크와 SBR탱크는 OSA공법을 구성하고, 피드백 슬러지는 혐기성 탱크에 피드백하며, 사상균을 효과적으로 억제하고, 슬러지의 팽창이 발생하는 것을 방지하며, 슬러지 침강성능을 개선하고, 슬러지 발생량을 감소시킬 수 있다. 호기성 미생물에 있어서, ATP의 형성에 필요한 에너지는 외부 유기물 기질의 산화과정에서 오며, 호기성 미생물이 혐기성 조건에 처할 때, 유기물질의 분해상황과 호기성 분해의 상황이 완전히 서로 다르고, 방출하는 에너지가 대폭 감소되며, 슬러지 자체는 자체성장에 필요한 충분한 에너지를 갖고 있지 않기 때문에 부득이하게 자체 체내에 저장된 ATP를 에너지로 하여 정상적인 생리활동의 수요에 공급해야 한다. 따라서 이 단계에 처한 미생물 세포 내에 저장된 ATP는 대량으로 소모되며, 슬러지량이 감소추세를 보이게 된다. 이때, 생물합성을 진행하려면 미생물은 반드시 필요한 에너지 저장을 진행해야 하며, 세포 내에 충분한 량의 ATP가 저장되어 있지 않을 경우 세포 자체의 합성은 계속하여 진행될 수 없다. 따라서 이미 대량의 ATP를 소모한 미생물이 재차 영양이 풍부한 호기성 탱크에 도입시, 미생물은 세포의 이화작용을 거쳐 내인성 소화를 진행함으로써, 자체가 에너지에 대한 수요를 만족시킨다. 이러한 혐기성과 호기성의 교체는 이화작용을 강화하여 에너지의 디커플링이 보다 크고, 슬러지의 발생량이 감소되게 한다. 혐기성 탱크는 동시에 가수분해 산성화작용을 일으키며, 오염수의 생분해성을 상승시킨다.

[0312]

따라서, 본 발명의 슬러지 처리장치에 따르면, 기존의 각종 활성 슬러지법 오염수 처리장치를 개조하는데 특별히 유리하게 사용할 수 있다. 예를 들면, 기존의 오염수 처리장치의 주변에 본 발명에 따른 슬러지 처리장치를 증축하고, 기존의 오염수 처리장치의 잉여 슬러지를 슬러지 원료로 하여 상기 슬러지 처리장치 중에 도입시키는 동시에 상기 슬러지 처리장치에서 배출된 상층액을 오염수 입수의 일부분으로 하여 기존의 오염수 처리장치에 도입시킨다. 이렇게 본 발명의 슬러지 처리장치를 이용하면 기존의 오염수 처리장치의 잉여 슬러지를 대체적으로 완전히 제거할 수 있으며, 이로써 개조후의 오염수 처리장치는 대체적으로 슬러지를 배출하지 않는 동시에 대량의 생분해가 가능한 유기물을 함유한 상층액도 기존의 오염수 처리장치의 질소와 인을 제거하는데 특별히 유리하다. 이로써 탄소원이 부족한 문제를 해결하였으며, 이는 COD가 비교적 낮은 도시 생물 오염수에 특별히 유리하다. 만약 오염수 원료를 본 발명의 슬러지 처리장치로부터 도입한다면 또한 신축 슬러지 처리장치 중의 고농도 슬러지를 이용하여 신속하고 고효율적으로 오염수 원료 중의 오염물을 제거할 수 있으며, 오염수 처리의 효율과 효과를 더욱 향상시킬 수 있다.

[0313]

실시예1:

[0314]

본 실시예에서 부호 t는 톤을 대표하고 DS는 건조 슬러지를 대표하며 m^3 는 입방미터를 대표하고 d는 일

수를 대표하며 COD는 화학적 산소요구량을 대표한다.

[0315] 장치와 설계 파라미터:

[0316] 본 발명의 슬러지 처리방법과 오염수 생물적 처리방법에 따라, 오염수 처리능력이 20000m³/d인 오염수 처리공장을 건설하였고, 그 공법 흐름은 도11에 도시한 바와 같다. 그중, 고농도 슬러지 반응탱크(산소공급 처리에 사용됨), 탈기탱크와 혐기성 침전탱크(산소부족 처리에 사용됨)는 슬러지 제거장치(즉, 본 발명에 따른 슬러지 처리장치)를 구성하였으며, 혐기성 탱크, 호기성 탱크와 SBR탱크는 상용 오염수 처리장치(즉, 본 발명에 따른 오염수 처리장치 중의 오염수 생물적 처리설비)를 구성하였다. 슬러지 제거장치 중의 혐기성 침전탱크에서 나오는 슬러지(즉, 제1농축혼합액, 전부 제1혼합액으로 사용됨), 상용 오염수 처리장치 중의 SBR탱크에서 나오는 잉여 슬러지(즉, 제2농축혼합액, 전부 슬러지 원료로 사용됨)과 그레이팅 처리를 거친 후의 오염수 입수(즉 오염수 원료)를 혼합하여 제2혼합액을 얻는다. 제2혼합액은 고농도 슬러지 반응탱크 중에서 에이레이션 처리를 거친 후 제3혼합액을 얻는다. 제3혼합액은 탈기탱크에 도입되어 탈산처리를 거친 후 혐기성 침전탱크에 도입되며, 혐기성 침전탱크 중에서 침전처리(산소부족 처리)를 거쳐 얻은 제4혼합액은 이미 동시에 상층에 위치한 상층액과 하층에 위치한 제1농축혼합액으로 분리되었다. 제1농축혼합액은 슬러지로 되어 피드백되며, 슬러지피드백관을 거쳐 고농도 슬러지 반응탱크에 반환된다. 상층액은 상용 오염수 처리장치에 도입되며, 혐기성 탱크, 호기성 탱크와 SBR탱크의 처리를 거친 후 출수(즉 배출 정화수)와 잉여 슬러지(즉 제2농축혼합액)를 얻는다. 잉여 슬러지는 잉여 슬러지 에이레이션 탱크의 에이레이션 처리를 거친 후 고농도 슬러지 반응탱크에 반환된다.

[0317] 상기 오염수 처리공장의 2008년 7월부터 현재까지의 운영상황을 놓고 볼 때, 슬러지 생산율은 $0tDS/(10,000m^3 \text{오염수} \cdot d)$ 의 수준을 유지하여 슬러지의 "0 배출"을 실현했다. 비교적으로, 유사한 오염수를 처리하는 인근 도시의 오염수 처리공장의 슬러지 생산율은 일반적으로 $(1.04\sim 1.64)tDS/(10,000m^3 \text{오염수} \cdot \text{일})$ 이며 평균 $1.25tDS/(10,000m^3 \text{오염수} \cdot d)$ 이다.

[0318] 배출한 배출 정화수의 수질은 2008년 9월부터 2009년 5월 사이의 시험을 거쳐 얻은 배출 정화수의 총량, COD, 암모니아성 질소 모니터링 데이터(표1)를 참조로 한다. 그 중, 고농도 슬러지 반응탱크의 평균 에이레이션 시간은 0.25~3.5시간으로 제어하고, 혐기성 침전탱크의 침전시간은 1~1.5시간으로 제어하며, 에이레이션 시간과 침전시간의 비례는 1:0.8~1:5사이로 제한한다. 전체 시험기간에 오염수 처리장치는 그 어떤 슬러지도 배출하지 않았다.

[0319] 표 1

2008년 9월~2009년 5월 매월 배출 정화수의 총량, 평균 COD와 평균 암모니아성 질소 데이터

시간 (년/월)	배출 정화수 총량 (m ³ /월)	평균 COD농도 (mg/L)	평균 암모니아성 질소농도 (mg/L)
2008/9	453043	40.10	3.31
2008/10	321173	41.06	3.03
2008/11	375003	37.16	5.24
2008/12	384116	37.39	6.38
2009/1	331662	37.48	6.49
2009/2	377502	38.13	7.16
2009/3	301817	42.21	5.49
2009/4	288624	38.67	1.94
2009/5	72594	40.01	0.38

[0320] <도시와 읍 오염수 처리공장 오염물 배출 표준> GB18918-2002의 규정에 따르면, COD의 최고 허용 배출농도의 1급 B표준: 60mg/L, 암모니아성 질소의 최고 허용 배출농도의 1급 B표준: 수온>12℃일 경우는 8mg/L, 수온≤12℃일 경우는 15 mg/L이다.

[0321] 표1의 모니터링 데이터에서 알 수 있듯이, 본 발명이 제공하는 도시 오염수 처리 시스템을 응용하였고, 배출수 중의 COD와 암모니아성 질소는 기온의 높고 낮음에 관계없이 모두 GB18918-2002 1급 B표준에 도달했다.

[0322] 2008년 9월부터 2009년 5월까지의 시험 중에서 관찰한 바와 같이, 고농도 슬러지 반응탱크 중의 슬러지

의 농도는 일관되게 매우 높은 수준에 도달해 있었으며 표2를 참조로 한다.

[0323]

표 2

2008년 9월~2009년 5월기간 고농도 슬러지 반응탱크 중 제2혼합액의 슬러지 농도의 월평균치

시간 (년/월)	고농도 슬러지 반응탱크 중 슬러지 농도의 월평균치 (mg/L)
2008/9	6890
2008/10	8120
2008/11	14080
2008/12	17230
2009/1	18230
2009/2	15980
2009/3	13060
2009/4	12240
2009/5	7850

[0324]

슬러지 제거장치(즉 슬러지 처리장치)의 운영상황을 보다 더 고찰하기 위하여 오염수 원료, 제2혼합액 수상과 상층액의 COD, 암모니아성 질소 및 총 인함량을 측정했으며 표3을 참조로 한다.

[0325]

표 3

시간대별로 각각 측정된 오염수 원료, 제2혼합액 수상과 상층액의 COD, 암모니아성 질소 및 총 인함량(mg/L)

시간 (월/일)	오염수 원료			제2혼합액 수상			상층액		
	COD	암모니아성 질소	총 인함량	COD	암모니아성 질소	총 인함량	COD	암모니아성 질소	총 인함량
2010/4/11	618.30	89.93	13.20	509.97	128.31	23.89	350.02	126.99	15.57
2010/4/12	688	70.22	10.21	391	85.96	13.65	348	85.07	8.56
2010/4/13	254	38.6	4.2	275	78.9	12.5	86	52.9	5.02
2010/4/14	314.82	66.25	3.41	154.48	94.78	6.22	109.50	78.31	3.54
2010/4/18	361.34	57.87	18.95	346.11	42.87	18.95	113.29	48.90	11.12

[0326]

표3에서 보이는 바와 같이, 슬러지 제거장치에서 배출된 상층액 중의 COD, 암모니아성 질소와 총 인함량은 제2혼합액 수상의 대응값에 비하여 현저히 낮다. 본 실시예의 슬러지 제거장치에 있어서, 오염수 원료와 슬러지 원료는 순입력이고, 상층액을 제외한 외에는 슬러지나 기타 고체 또는 액체의 출력이 없으며, 또한 슬러지 제거장치 중에도 슬러지의 누적이 발견되지 않았다. 따라서 오염수 원료와 슬러지 원료가 가져오는 생물체와 고형물은 일부분이 상층액을 따라 배출될 수 있는 형식으로 전환되는 외에 기타 일부분은 모두 슬러지 제거장치 중에서 제거됨으로써, 잉여 슬러지의 감축을 실현했다. 일체 이론의 구축을 받지 않고, 제거한 생물체와 고형물은 슬러지 제거장치 중에서 기체형식으로 전환되어 용출되었다고 인정할 수 있다. 전체 오염수 처리장치에 있어서, 오염수 원료 중의 오염 물질(주요하게는 COD, 암모니아성 질소와 총 인함량으로 표시함)이 오염수 처리장치 중에서 기체상태의 물질로 전환되어 용출되기 때문에 배출 정화수를 얻는 동시에 슬러지와 기타 고체 또는 액체 물질의 배출이 없다.

[0327]

실시예2:

[0328]

본 발명의 슬러지 처리방법과 오염수 생물적 처리방법에 따라 MSBR(즉A²/O 후 SBR 진행) 공법으로 운영되는 1개 소의 기존의 오염수 처리공장을 개조했다. 개조 후의 오염수 처리공장의 오염수 처리능력은 20000m³/d, 그 공법 흐름 역시 도11로 표시할 수 있다. 그 중, 각 항 파라미터는 실시예1의 파라미터와 동일하다.

[0329]

개조 후의 오염수 처리공장은 이미 1년 여동안 운영되었고, 슬러지 생산율은 대체적으로 0tDS/(10,000 m³오염수·d)로 역시 대체적으로 슬러지의 "0 배출"을 실현했으며, COD 거울칠 평균 배출농도는 24.3 mg/L, 여름철 평균 배출농도는 27.56 mg/L, 암모니아성 질소의 겨울철 평균 배출농도는 8.85mg/L, 여름철 평균 배출농도

는 4.07 mg/L로 GB18918-2002 1급 B표준에 도달했다.

[0330]

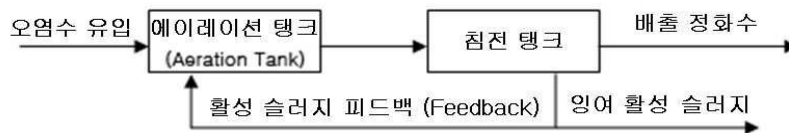
본 발명이 제공한 슬러지 처리방법을 사용하여 오염수 처리시스템을 신축하거나 또는 기존의 상용 오염수 처리장치에 대한 개조를 진행하는 것을 통하여 고농도 슬러지 반응, 혐기성 침전과 상용 오염수 처리공법을 결부하여 오염수를 처리하는 것은 모두 슬러지의 침강성능을 개선하고, 슬러지 팽창을 억제하며, 잉여 슬러지의 제거를 실현함으로써, 전체 오염수 처리 시스템에서 발생된 잉여 슬러지를 감축시킬 수 있게 되며, 심지어는 슬러지의 "0 배출"을 실현할 수 있다.

[0331]

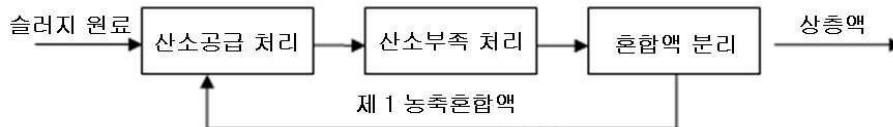
상기와 같이 본 발명이 제공하는 슬러지를 줄일 수 있는 오염수 처리 시스템 및 그 방법에 대하여 상세하게 설명했다. 명세서와 특허청구범위에서 방법을 설명시에 각 단계를 표시하는데 사용한 번호는 특별히 명시했거나 또는 상하문을 통하여 유일하게 확정할 수 있는 것을 제외한 번호는 각 단계의 순서를 대표하는 것이 아니다. 본문에서는 구체적인 사례를 응용하여 본 발명의 원리 및 실시방식을 설명했으며, 상기 실시예에 대한 설명은 본 발명의 방법 및 핵심 사상을 이해하는 데 한하여 사용된다. 당업계에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 원리를 벗어나지 않는 전제하에서 본 발명에 대하여 어느 정도의 개선과 첨가를 진행할 수 있으며, 이러한 개선과 첨가 역시 본 발명의 특허청구범위의 보호범위 내에 속함을 밝혀두고자 한다.

도면

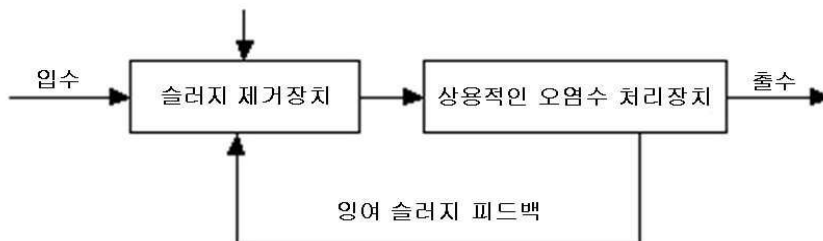
도면1



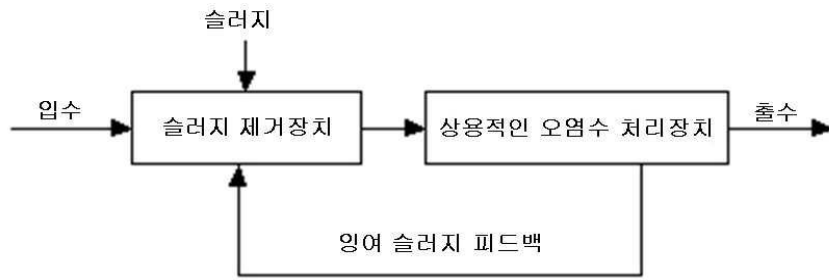
도면2



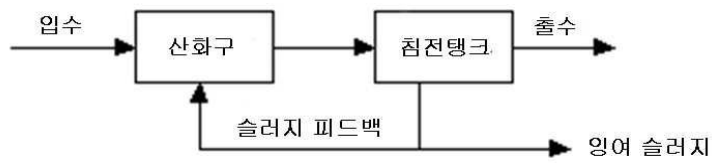
도면3



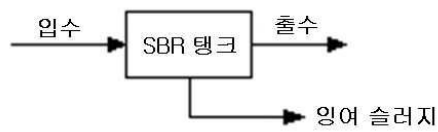
도면4



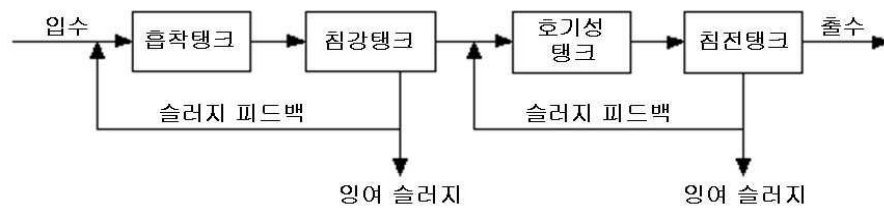
도면5



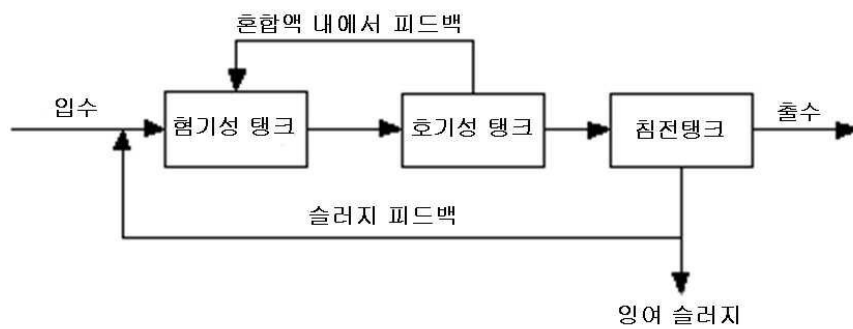
도면6



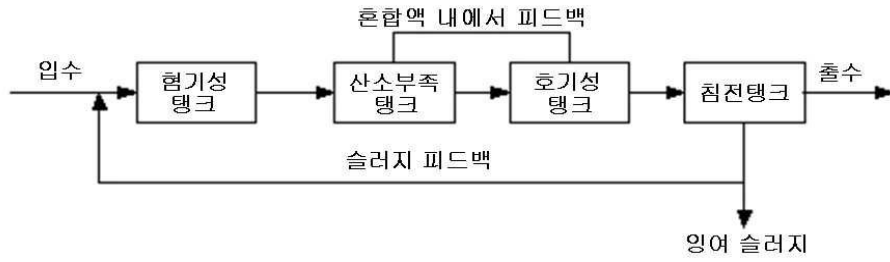
도면7



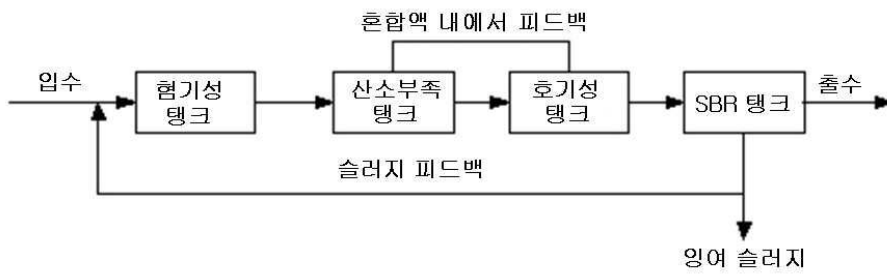
도면8



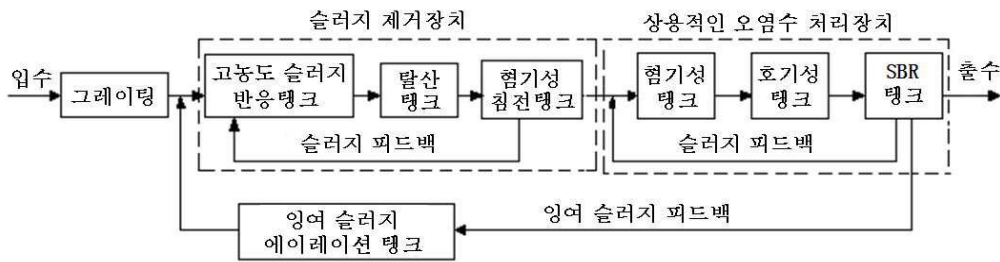
도면9



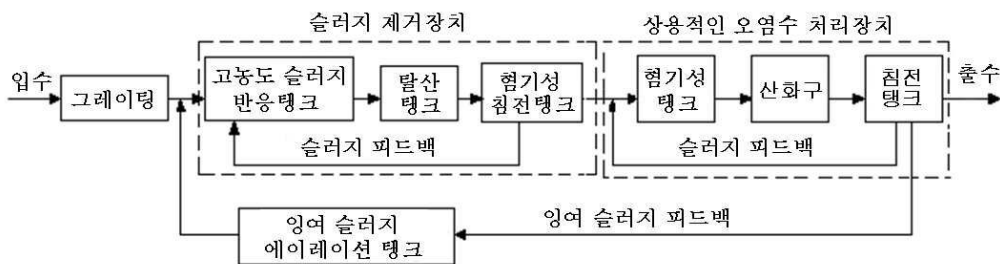
도면10



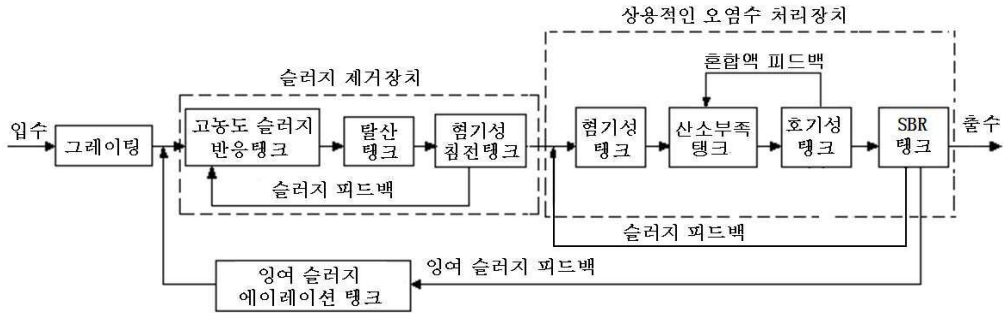
도면11



도면12



도면13



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항 둘째 줄

【변경전】

상기 산소공급

【변경후】

산소공급