



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0101664
(43) 공개일자 2017년09월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 3/30 (2006.01) B01D 35/02 (2006.01)
B01F 7/18 (2006.01) C02F 1/52 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 3/30 (2013.01)
B01D 35/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0024501
(22) 출원일자 2016년02월29일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
(주) 덕인엔지니어링
대전 대덕구 대화로 120, (대화동)
(72) 발명자
엄태경
대전광역시 유성구 세동로 510-7 (세동)
(74) 대리인
길준연

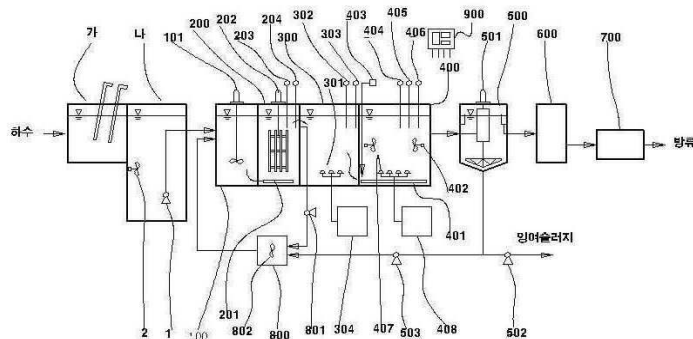
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 하/폐수 중의 영양물질을 효과적으로 제거하는 고도처리장치

(57) 요약

본 발명은 하/폐수의 고도처리장치로서 혼합 조(100), 인을 방출하는 혐기 조(200), 동시 질산화 탈질과 생물학적으로 인 과잉 섭취를 하는 제1반응 조(300), 동시 질산화 탈질과 화학적으로 인을 제거하는 제2반응 조(400), 중력식 침전지(500)와 재 탈질 조(800), 자동제어반(900)으로 구성되어 영양물질 제거비율이 높고 포기량과 송풍 동력이 작고, 응집제 사용량도 적은 경제적인 고도처리장치이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B01F 7/18 (2013.01)
C02F 1/5209 (2013.01)
C02F 3/1215 (2013.01)
C02F 3/302 (2013.01)
C02F 3/303 (2013.01)
C02F 3/305 (2013.01)
C02F 3/308 (2013.01)
C02F 2209/04 (2013.01)
C02F 2209/06 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

전처리 시설(가)과 유량조정 조(나)를 가진 하/폐수처리장에서,

혼합 조(100); 혼합 조 교반기(101); 혐기 조(200); 수직 패들형 교반기(202); 제1반응 조(300); 제2반응 조(400); 저속 응집 교반기(402); 송풍기(408); 중력 침전지(500); 용적 식 슬러지 반송 펌프(503); 용적 식 재탈질 펌프(801); 재 탈질 조(800); 여과기(600); 및 소독기(700)로 구성된 영양물질을 효과적으로 제거하는 고도처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

전처리 시설(가)과 유량조정 조(나)를 가진 하/폐수처리장에서,

전처리과정을 거친 하수와 반응된 혼합액이 함께 유입되고, 혼합액 중의 플러크가 깨지지 않도록 하수와 혼합액을 균등하게 혼합하는 혼합 조(100);

상기 혼합 조(100) 내에 설치하고, 전동감속기의 수직축의 하부에 전단력을보강 한 하이드로포일 또는 팬 터빈형의 교반 날개를 수평으로 부착하고, 날개지름은 혼합 조(100)폭의 0.4~0.6배가 되도록 크기를 정하고 교반 날개의 원주 속도는 3m/s 이내이고, 속도경사(G) 값은 30~100 1/sec 범위에서 운전하는 혼합 조 교반기(101);

상기 혼합 조(100)를 통과한 혼합액이 반응 조의 하부에 설치한 균등 유입장치(201)를 통하여 밑에서 위로 서서히 흐르고, 30~100 1/sec 범위의 속도경사(G) 값으로 혼합액을 수평방향으로만 혼합하여 밑어내기 흐름(plug flow) 형태로 유지하면서 혼합액 중의 플러크(floc)가 깨지지 않고 크게 성장하도록 촉진하고, 반응 조 내 혼합액의 pH를 측정하는 pH 측정기(203)와, 혼합액의 산화환원 전위를 측정하는 ORP 측정기(204)를 포함하고, 혼합액 내에 있는 인 제거 미생물이 혐기 상태에서 인의 방출을 촉진하도록 하는 혐기 조(200);

상기 혐기 조(200)의 내부에 설치하되, 전동 감속기의 하부에 연결한 수직축에 평판형 날개를 여러 개 수직으로 부착하여 교반 날개를 형성하고, 교반 날개의 지름은 혐기 조(200)폭의 0.7~0.9배로 하고, 교반 날개의 원주 속도는 0.3~0.6m/s 범위로 조절 가능하도록 한 수직 패들형 교반기(202);

상기 혐기 조(200)를 통과한 혼합액이 유입하고, 반응 조의 하부에 설치한 미세기포 산기 관(301)에서 올라오는 공기가 혼합액에 산소를 공급하여 용존산소(DO) 농도 0.4~0.7mg/l 범위의 호기 상태를 유지하면서, 인 제거 미생물이 방출했던 인을 과잉섭취하여 혼합액 중의 인의 농도를 낮추고, 플러크의 표면 부의 호기성 구역에서 혼합액 중의 암모니아성 질소는 아질산 성 질소와 질산성 질소로 산화되고 플러크 내부의 무산소 구역에서는 탈질 작용을 일으키게 하고, 용존산소(DO) 농도를 측정하는 용존 산소(DO)농도 계(302), 혼합액 중의 총인 농도를 측정하는 총인(T-P) 농도 계(303)를 포함하는 제1반응 조(300);

상기 제1반응 조(300)를 통과한 혼합액은 반응 조의 하부에 설치한 균등 유입장치(401)를 통하여 반응 조 평면에 대하여 균등하게 밑에서 위로 흐르고, 미세기포 산기 관(407)을 통하여 공기를 공급하여 용존산소 농도를 0.2~0.7mg/l 범위로 유지하고, 상기 총인(T-P) 농도 계(303)의 총인 농도에 연동하여, 응집제주입장치(403)에서 응집제를 주입하고, 반응 조를 공기를 공급하는 포기운전, 포기를 중지하고 무산소 상태로 운전하는 무산소 운전을 교대로 반복 운전하고, 무산소 운전 상태에서는 속도경사(G) 값을 20~50 1/sec의 범위로 운전해서 응집제와 하수가 혼합하면서 응집제의 응집작용과 교반 작용으로 플러크의 크기를 크게 형성하여서, 플러크 표면 부의 호기성 구역에서는 암모니아성 질소를 아 질산성 및 질산성 질소로 산화하고, 플러크 내부의 무산소 구역에서는 탈질 작용을 하도록 해서 동시 질산화 탈질이 잘 일어나게 하고, 반응 조 내에 용존산소(DO) 농도 계(404), pH 측정기(405), MLSS농도 계(406)를 포함하는 제2반응 조(400);

상기 제2반응 조 내에 설치하되, 전동감속기의 축에 전단력이 보강된 하이드로포일형의 날개를 부착하고 날개의

지름은 제2반응 조(400)폭의 0.4-0.6배로 하고, 날개의 원주 속도는 3m/s 이내로 하고 속도경사(G) 값은 20~50 1/sec 범위로 조절가능 하게 한 저속 응집 교반기(402);

제1반응 조(300)에 공기를 공급하는 송풍기(304)와 제2반응 조(400)에 공기를 공급하는 송풍기(408);

상기 제2반응 조(400)를 통과한 혼합액이 유입하여 슬러지는 하부로 침전되고, 상등수는 여과기(600)로 유출하고, 침전된 슬러지를 중앙으로 수집하는 슬러지 수집기를 포함하는 중력 침전지(500);

상기 중력 침전지(500)에서 침전된 슬러지의 일부를 잉여 슬러지로 폐기하기

위한 잉여 슬러지 펌프(502)와 침전된 슬러지를 재 탈질 조(800)로 이송하되 슬러지 중의 플러이 깨지지 않게 저속으로 이송하는 용적 식 슬러지 반송 펌프(503);

상기 혐기 조(200)의 상부에서 혼합액의 일부를 플러이 깨지지 않도록 재 탈질 조(800)로 저속으로 이송하는 용적 식 재 탈질 펌프(801);

상기 용적 식 슬러지 반송 펌프(503)에서 이송된 슬러지와 상기 혐기 조(200)의 상부에서 이송된 혼합액을 저속 교반기(802)를 이용하여 플러이 깨지지 않게 혼합하면서 탈질 작용을 하고 탈질 된 혼합액 상기 혼합 조(100)로 이송되게 구성한 재 탈질 조(800);

상기 중력 침전지(500)에서 나온 상등 수를 여과하여 정화된 여과 수를 생산하는 여과기(600); 및

상기 여과기에서 정화된 여과 수를 소독하여 유해미생물을 제거하는 소독기(700)와로 구성된 영양물질을 효과적으로 제거하는 고도처리장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

재 탈질 조(800)를 재 탈질 농축 조(800A)로 대체한 것을 특징으로 하는 영양물질을 효과적으로 제거하는 고도처리장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하수나 폐수 중의 영양물질을 생물학적 방법과 화학적 방법으로 제거 하는 고도처리장치에 관한 기술이다.

배경 기술

[0003] 하수나 폐수 중에 포함된 총 질소(T-N)와 총 인(T-P)은 담수 계와 해수 계에서 녹조와 적조를 대량 번식시키는 데 큰 영향을 주는 원인물질이다. 녹조는 담수 계에서 수중의 용존산소(DO)를 감소시켜서 어패류의 생존에 심각한 위협이 되고 녹조류중 일부 종류는 인체의 건강에 해로운 독성과 냄새를 포함하고 있으며, 정수장 등에서 여과지를 급격히 막히게 하는 장애를 유발하고, 적 조류는 해양 생태계에서 어류의 집단 폐사를 유발하는 등 심각한 위협이 되고 있다. 따라서 총 질소와 총 인은 방류 수역에 들어가기 전에 반드시 제거하여야 한다. 이를 위하여 지금까지 많은 고도처리 공정들을 사용하고 있으나 크게 분류하면, 전 탈질-질산화-슬러지 반송체계를 가진 공법들이 주로 사용되고 있으며, 대표적인 것이 바덴포 공정, A₂ /O 공정과 이를 변형한 UCT, VIP 공정 등이고, 회분 식 처리공정(SBR), 회분 식 처리공정에 전 탈질-슬러지 반송체계를 결합한 공정 등이 사용되고 있다.

[0004] 그러나 상기의 모든 공정들의 공통점은 총 질소를 제거하기 위하여, 먼저 질산화 반응 조에서 암모니아성 질소(NH₄ -N)를 질산성 질소(NO₃ -N)로 산화시키고, 이를 위하여 2~4mg/l의 높은 용존산소(DO) 농도에서 운전함으로써 생물반응 조에 공급하는 공기량이 많아져서 송풍을 위한 동력이 많이 소비되고, 질산성 질소를 반응 조의 앞쪽에 설치한 무산소 조로 반송하여 하수 중의 유기물과 반응시켜서 질소가스로 환원시켜서 질산성 질소를 제거하는 데, 질소 제거율은 무산 조(탈질 조)로 반송하는 혼합액의 반송비율이 높을수록 높아지므로, 높은 질소 제거

율을 얻기 위해서는 반송비율을 높여야 하므로 반송시설이 크고 동력도 많이 소비되는 문제점이 있었다.

[0005] 그리고 질산성 질소를 환원시키는데 질소량의 약 3배의 유기물이 필요하기 때문에 유기물이 적은 하수에서는 제거효율이 낮아지거나, 메탄올 등의 유기물을 인위적으로 주입해야 하는 문제가 있었다.

[0006] 총 인을 생물학적으로 효과적으로 제거하기 위해서는 혐기 조를 완전한 혐기 상태로 유지하고, 하수 중에 생물학적으로 빠른 분해가 가능한 유기물의 양이 충분해야 하고, 반송되는 슬러지나 혼합액 중에 유기물과 반응하는 NOx(아 질산성 및 질산성 질소)와 용존산소를 완전히 없애야 한다.

[0007] 많은 고도처리공정에서, 생물학적 총인 제거만으로는 강화된 방류수질 기준을 맞추기 어려우므로 별도의 화학적 인 총인 제거시설을 하는 것이 보통이어서 시설부지, 설비비, 유지관리비용 등이 증가하는 문제가 있었다.

[0008] 상기와 같은 문제를 해결하기 위하여 동일한 반응 조 내에서 질산화와 탈 질이 동시에 일어나는 동시질산화 탈 질(simultaneous nitrification and denitrification)공정이 사용되고 있으나, 상기 공정에서는 공정기술의 기본이 되는 플록(floc)의 크기를 제어하기 어렵고, 슬러지(sludge)의 침강 성이 악화 되는 경향이 있고, 사용되는 교반기, 펌프 등, 기계장치의 형식과 운전조건의 영향이 불명확한 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 반응 조의 구조와 기계장치를 최적화하고, 반응 조의 상태를 최적으로 조성해서, 하수 중의 영양물질 제거율이 높고, 처리 수질이 좋고, 간단한 반응 조 구성으로 건설비가 저렴하고 동력 소비량이 작은 경제적인 고도처리시설을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0012] 전처리 시설(가)과 유량조정 조(나)를 가진 하/폐수처리장에서,

[0013] 전처리과정을 거친 하수와 재 탈질 조(800)에서 반송된 혼합액이 함께 유입되고, 혼합액 중의 플러이 깨지지 않도록 하수와 혼합액을 균등하게 혼합하는 혼합 조(100);

[0014] 상기 혼합 조(100) 내에 설치하고, 전동감속기의 수직축의 하부에 전단기능을 보강 한 하이드로포일 또는 팬 터빈형의 교반 날개를 부착하고, 날개지름은 혼합 조(100)폭의 0.4~0.6배가 되도록 크기를 정하고 교반 날개의 원주 속도는 3m/s 이내이고, 속도경사(G) 값은 30~100 1/sec 범위에서 운전하는 혼합 조 교반기(101);

[0015] 상기 혼합 조(100)를 통과한 혼합액이 반응 조의 하부에 설치한 균등 유입장치(201)를 통하여 밑에서 위로 서서히 흐르고, 30~100 1/sec 범위의 속도경사(G) 값으로 혼합액을 수평방향으로만 혼합하여, 밑어내기 흐름(plug flow) 형태로 유지하면서 혼합액 중의 플러(floc)이 깨지지 않고 크게 성장하도록 촉진하고, 반응 조 내 혼합액의 pH를 측정하는 pH 측정기(203)와, 혼합액의 산화환원 전위를 측정하는 ORP 측정기(204)를 포함하고, 혼합액 내에 있는 인 제거 미생물이 혐기 상태에서 인의 방출을 촉진하도록 하는 혐기 조(200);

[0016] 상기 혐기 조(200)의 내부에 설치하되, 전동 감속기의 하부 수직축에 평판형 날개를 여러 개 수직으로 부착하여 교반 날개를 형성하고, 교반 날개의 지름은 혐기 조(200)폭의 0.7~0.9배로 하고, 교반 날개의 원주 속도는 0.3~0.6m/s 범위로 조절이 가능하도록 한 수직 패들형 교반기(202);

[0017] 상기 혐기 조(200)를 통과한 혼합액이 유입하고, 반응 조의 하부에 설치한 미세기포 산기 관(301)에서 올라오는 공기가 혼합액에 산소를 공급하여 용존산소(DO) 농도 0.4~0.7mg/l 범위의 호기 상태를 유지하면서, 인 제거 미생물이 혼합액 중의 인을 과잉섭취하여 혼합액 중의 인의 농도를 낮추고, 플러의 표면 부분의 호기성 구역에서 혼합액 중의 암모니아성 질소는 미생물의 작용으로 아질산 성 질소와 질산성 질소로 산화되고, 플러 내부의 무산소 구역에서는 탈질 작용을 일으키게 하고, 용존산소(DO) 농도를 측정하는 용존 산소(DO)농도 계(302), 혼합액 중의 총인 농도를 측정하는 총인(T-P) 농도 계(303)를 포함하는 제1반응 조(300);

[0018] 상기 제1반응 조(300)를 통과한 혼합액은 반응 조의 하부에 설치한 균등 유입장치(401)를 통하여 반응 조 평면에 대하여 균등하게 밑에서 위로 흐르고, 미세기포 산기 관(407)을 통하여 공기를 공급하여 용존산소 농도를 0.2~0.5mg/l 범위로 유지하고, 상기 총인(T-P) 농도 계(303)의 총인 농도에 연동하여, 응집제주입장치

(403)에서 응집제를 주입하고, 반응조에 공기를 공급하는 포기운전, 포기를 중지하고 무산소 상태로 운전하는 무산소 운전을 교대로 반복 운전하고, 무산소 운전 상태에서는 속도경사(G) 값을 30~100 1/sec의 범위로 운전해서 응집제와 하수가 혼합하면서 응집제의 응집작용과 교반 작용으로 플록의 크기를 크게 형성하여서, 플록 표면부의 호기성 구역에서는 암모니아성 질소를 아 질산성 및 질산성 질소로 산화하고, 플록 내부의 무산소 구역에서는 탈질 작용을 하도록 해서 동시 질산화 탈질이 잘 일어나게 하고, 반응조 내에 용존산소(DO) 농도 계(404), pH 측정기(405), MLSS농도 계(406)를 포함하는 제2반응조(400);

- [0019] 상기 제2반응조 내에 설치하되, 전동감속기의 축에 전단기능이 보장된 하이드로포일형의 날개를 부착하고 날개의 지름은 제2반응조(400)폭의 0.4~0.6배로 하고, 날개의 원주 속도는 3m/s 이내로 하고 속도경사(G) 값은 30~100 1/sec 범위로 조절가능 하게 한 저속 응집 교반기(402);
- [0020] 제1반응조(300)에 공기를 공급하는 송풍기(304)와 제2반응조(400)에 공기를 공급하는 송풍기(408);
- [0021] 상기 제2반응조(400)를 통과한 혼합액이 유입하여 슬러지는 하부로 침전되고, 상등수는 여과기(600)로 유출하고, 침전된 슬러지를 중앙으로 수집하는 슬러지 수집기를 포함하는 중력 침전지(500);
- [0022] 상기 중력 침전지(500)에서 침전된 슬러지의 일부를 잉여 슬러지로 폐기하기 위한 잉여 슬러지 펌프(502)와 침전된 슬러지를 재 탈질조(800)로 이송하되 슬러지중의 플러이 깨지지 않게 저속으로 이송하는 용적식 슬러지 반송 펌프(503);
- [0023] 상기 혐기조(200)의 상부에서 혼합액의 일부를 플러이 깨지지 않도록 재 탈질조(800)로 저속으로 이송하는 용적식 재 탈질 펌프(801);
- [0024] 상기 용적식 슬러지 반송 펌프(503)에서 이송된 슬러지와 상기 혐기조(200)의 상부에서 이송된 혼합액을 저속 교반기(802)를 이용하여 플러이 깨지지 않게 혼합하면서 탈질 작용을 하여 혼합액 중의 NO_x와 용존산소(DO)를 제거한 다음에, 혼합액을 상기 혼합조(100)로 이송되게 구성한 재 탈질조(800);
- [0025] 상기 중력 침전지(500)에서 나온 상등수를 여과하여 정화된 여과수를 생산하는 여과기(600); 및
- [0026] 상기 여과기에서 정화된 여과수를 소독하여 유해미생물을 제거하는 소독기(700)와로 구성된 영양물질을 효과적으로 제거하는 고도처리장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명은 생물반응조가 낮은 용존산소 농도에서 운전되고, 암모니아성 질소의 일부는 아질산성 질소(NO₂-N) 상태에서 탈질이 되므로 포기동력이 30~40% 절감되고, 총 질소, 총 인과 유기물의 제거효율이 높아 방류수역의 수 생태계를 보전하고, 응집제 사용량이 절감되고 건설비가 절감되는 경제적 효과와 환경적 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 제1도는 본 발명의 실시 예를 나타낸 구성도
- 제2도는 본 발명의 다른 실시 예를 나타낸 구성도
- 제3도는 본 발명에 사용하는 교반기 및 응집교반기의 개략도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 하/폐수는 본 발명에서 제시한 반응조를 다음에서 설명하는 것처럼 순차적으로 흐르는 것으로 설정한다.
- [0031] 전처리장치(가)에서 하/폐수 중에 포함된 협잡물과 모래 등의 이물질이 제거된 하/폐수는 유량조정조(나)에서 일정기간 저류된다.
- [0032] 유량조정조 펌프(1)는 하/폐수를 혼합조(100)로 이송하고, 후에 설명하는 재 탈질조(800)로부터 반송되는 혼합액도 혼합조(100)로 유입된다. 재 탈질조(800)에서 이송되어 혼합조(100)에 유입된 혼합액 중에는 아 질산성 또는 질산성 질소등의 결합산소와 용존산소가 없는 완전한 혐기 상태의 혼합액이다.
- [0033] 혼합조(100)에서는 유입된 하/폐수와 혼합액이 혼합조 교반기(101)의 혼합작용으로 균등하게 혼합되면서 10~20분간 체류하고, 이 체류시간 동안에 하/폐수 중에 포함되었을 수도 있는 낮은 농도의 용존산소는 혼합액

중의 미생물의 호흡작용으로 소멸 되어서 혐기 상태가 된다.

- [0034] 혼합 조 교반기((101)의 구조는 전동감속기의 출력 축에 수직방향으로 축을 연결하여 수심의 0.5~0.65배까지 연장하여 설치하고 그 끝에는 날개 단면에 매끄러운 곡면을 가진 하이드로포일 모양의 날개에 홈 또는 돌기를 형성하여 혼합액 속에서 회전할 때 순환 류와 함께 미세한 와류를 발생시키거나 30~45°의 기울기를 가진 팬 터빈모양의 날개에 돌기를 형성하여 혼합액 속에서 회전할 때 순환 류와 미세한 와류를 함께 발생시켜서 혼합작용과, 혼합액 중의 플럭이 커지도록 촉진하고, 날개의 지름은 혼합 조(100)폭의 0.4~0.6배로 한다. (도 3 참조).
- [0035] 상기 설명 중 전동감속기는 따로 인용부호를 표시하지 않았다.
- [0036] 교반기의 날개 원주 속도는 3.0m/s 이하로 제한하고 날개의 폭은 날개길이의 0.2~0.3배 넓이로 형성하고, 속도 경사(G) 값은 30~100 1/sec 범위로 가변속도로 운전한다.
- [0037] 상기와 같이 혼합 조 교반기(101)를 형성하고 운전하면 플럭(floc)이 깨지지 않고 커다랗게 성장한다.
- [0038] 혼합 조(100)를 통과한 혼합액은 혐기 조(200)의 하부에 설치하되, 혐기 조 바닥에 2~3열로 등 간격으로 설치한 배관에 구멍 또는 홈을 여러 개 형성한 모양을 가진 균등 유입장치(201)를 통하여 혐기 조(200)의 바닥 전반에 걸쳐서 균일한 속도로 상향으로 흐르면서 1~2시간 동안 체류하고, G(속도경사 값) 값이 30~100 1/sec 범위로 운전하는 수직 패들형 교반기(201)의 작용으로 혼합액 중의 슬러지가 침전하지도 않고 깨지지도 않으면서 혼합액 중의 슬러지의 플럭(floc)의 크기는 커다랗게 성장한다.
- [0039] 혼합액은 수직 패들형 교반기(201)의 회전에 의하여 수평 방향으로의 교반이 되지만 수직방향으로는 교반이 일어나지 않기 때문에 혼합액은 플러그(Plug) 흐름 (밀어내기 흐름)상태가 되고, 충분한 체류시간을 확보하고 단락 류가 없이 혐기 상태를 유지하기 때문에 혼합액 중에 포함된 인 제거 미생물이 혼합액 중의 분해하기 쉬운 유기물을 흡수하면서 미생물 체내의 인을 최대로 방출한다.
- [0040] 인의 방출은 체류시간 동안 계속되므로 혐기 조(200)의 상부수면 쪽에서 인의 농도는 최고가 된다.
- [0041] 혐기 조(200)를 통과한 혼합액은 제1반응 조(300)로 유입되고, 송풍기(304)에서 압송된 공기는 제1반응 조(300)의 하부에 균등하게 설치한 미세기포 산기 관(301)을 통하여 혼합액 중에 공기가 공급되어 용존산소 농도를 높이며, 공기량은 용존산소 농도가 0.4~0.7mg/l 범위가 되도록 조절하고, 이와 같이 비교적 높은 용존산소 농도에서 운전하면 생물학적 인의 과잉섭취 속도가 빨라져서 혼합액 중의 인이 충분히 제거되고 동시 질산화 탈질작용도 잘 일어난다.
- [0042] 상기와 같은 범위의 용존산소 농도를 유지하는 포기 공기량에서 미세기포 산기 관(301)이 분출하는 공기방울은 크기가 1~3mm 정도로 작아서 느린 속도로 상승하기 때문에 제1반응 조(300) 내의 혼합액의 흐름은 완만하여 플럭(floc)이 깨지지 않고 커다란 크기를 유지한다.
- [0043] 혼합액이 상기와 같이 0.4~0.7mg/l의 용존산소 농도에서는 혼합액 중에 있는 커다란 크기의 슬러지의 표면 부분은 호기성이 되어, 암모니아성 질소(NH₃-N)는 혼합액 중에 서식하는 독립영양세균인 니트로소모나스(nitrosomonas)의 작용으로 아 질산성 질소(NO₂-N)로 산화되고, 아 질산성 질소는 독립영양세균인 니트로박터(nitrobacter)의 작용으로 질산성 질소(NO₃-N)로 산화된다.
- [0044] 용존산소 농도가 2~3mg/l 정도로 높은 호기성 조건에서는 통상적으로 암모니아성 질소를 아 질산성 질소로 산화하는 세균인 니트로소모나스보다 아 질산성 질소를 질산성 질소로 산화하는 니트로박터의 성장속도가 빠르기 때문에 혼합액 중에 질산성 질소가 훨씬 많지만 용존산소 농도가 상기와 같이 0.4~0.7mg/l로 낮은 경우에는 니트로소모나스의 반 포화 용존산소 농도(0.15mg/l)가 니트로박터의 반 포화 용존산소 농도(0.25mg/l)보다 작아서 상대적으로 니트로소모나스의 대사가 활발하여 아질산 성 질소와 질산성 질소의 비율이 비슷해 진다.
- [0045] 플럭(floc)의 표면 부에서 내부로 갈수록 용존산소 농도가 낮아져서 플럭의 크기가 충분히 크면 플럭의 내부는 용존산소가 없는 무산소 상태가 되고 무산소 상태에서 혼합액 중에 서식하는 종속영양 세균인 탈질 세균이 유기물을 이용하여 혼합액 중의 아질산 성 질소와 질산성 질소를 질소가스(N₂)로 환원시켜서 대기중으로 방출하여 혼합액 중에서 질소가 제거되는 것이다.
- [0046] 상기와 같은 과정을 거치면서 질소가 산화되고 제거되는데 이러한 작용이 같은 플럭내에서 일어나므로 제1반응 조(300)에서는 질산화와 동시에 탈질이 일어나는 것이다.
- [0047] 또 한, 통상의 탈질은 질산성 질소가 환원되는 탈 질 이기 때문에 질산성 질소당 약 3배의 유기물이 소비되지만 본 발명의 탈질은 아 질산성 질소와 질산성 질소가 비슷한 비율에서 일어나기 때문에, 유기물 소비량이

60%로 적은 아 질산성 질소의 탈질이 포함되어 있어서, 유기물 소비량이 상대적으로 적고, COD/T-N 비율이 낮은 하/폐수의 처리가 가능한 것이다.

- [0048] 그리고 제1반응 조(300)는 상기에서 설명한 것처럼 낮은 용존산소 농도에서 운전하므로 높은 용존산소 농도에서 운전하는 기존의 질산화조에 비하여 공기 소비량이 적고, 또 암모니아성 질소의 산화도 아 질산성 질소와 질산성 질소가 비슷한 비율이므로 전부 질산성 질소로 산화하는 기존 질산화에 비하여 공기소비량이 적기 때문에 동시 질산화 탈질을 하는 본 발명의 제1반응 조(300)에서 소비되는 공기량은 기존의 질산화조에 비하여 40% 정도 적고 소비동력도 같은 비율로 적다.
- [0049] 상기 혐기 조(200)에서 인을 방출한 인 제거 미생물은 약한 호기 상태인 제1반응 조(300)에서는 정상상태보다 인을 더 많이 섭취하는데 이를 인의 과잉섭취라고 한다. 혼합액 중의 인은 이러한 인의 과잉섭취를 통하여 혼합액 중에서 인 제거 미생물의 세포 내로 이동하여 혼합액 중의 인의 농도는 낮아진다.
- [0050] 생물학적인 인의 과잉섭취는 오랜 시간에 걸쳐 일어나는데 용존산소 농도가 높으면 더 빠르게 섭취하며 용존산소 농도에 따라 다르지만 일반적으로 4시간 정도이면 충분하다.
- [0051] 유입오염부하량이 적어서 산소소비량이 극히 적은 경우도 예상해 볼 수 있는데, 이러한 경우에는 포기 공기가 적어서 충분한 교반이 안될 수도 있으므로, 이런 경우에는 제1반응조내에 별도로 혼합을 위한 교반기를 설치하는 것으로 한다.
- [0052] 제1반응 조(300)에 설치한 용존 산소(DO) 농도 계(302)는 제1반응 조 내의 혼합액의 용존산소 농도를 측정하기 위한 것이고, 총인 (T-P)농도 계(303)는 혼합액 중의 총인 농도를 측정하여 다음 공정에서 응집제 주입량을 결정하는데 이용한다.
- [0053] 제1반응 조(300)의 크기는 유입하수량으로 환산하여 4시간의 체류시간을 가지도록 정하여 생물학적인 인의 과잉섭취가 충분히 일어나게 하여 다음 공정에서 화학적으로 인을 제거하는데 필요한 응집제 사용량을 줄이기 위한 것이다.
- [0054] 일반적으로 낮은 용존산소 농도에서 일어나는 동시 질산화 탈질 공정은 높은 용존산소 농도에서 일어나는 정상적인 질산화공정에 비하여 반응속도가 85% 정도이기 때문에, 정상적인 질산화 반응조의 체류시간 6~8시간보다 조금 더 긴 8~10시간의 반응시간이 필요하고, 체류시간에 4시간인 제1반응 조(300)에서 동시 질산화 탈질이 충분히 일어나지 못하므로 제2반응 조(400)에서 나머지반응을 일어나게 해야 한다.
- [0055] 따라서 제2반응 조(400)의 크기는 4~6시간의 체류(반응)시간이 필요하다.
- [0056] 제2반응 조(400)의 중요한 기능은 충분한 동시 질산화 탈질 반응을 일으켜서 혼합액내의 총 질소를 높은 비율로 제거하는 것과 혼합액 중의 잔여 총인 성분을 응집제를 주입하여 화학적인 반응을 통해서 제거하여 방류수 질기준 이하로 낮게 유지하는 것이다.
- [0057] 제2반응 조(400)에는 반응 조 하부에 균등 유입장치(401)를 설치하고 반응 조의 하부에 균등하게 미세기포 산기 관(407)을 설치하여 송풍기(408)의 출구에 연결하였다.
- [0058] 제2반응 조(400)의 측면에는 중간 부분에 양쪽으로 저속응집 교반기(402)를 설치하였고 제2반응 조 외부에는 응집제 주입장치(403)를 설치하여 제2반응조에 응집제를 주입할 수 있도록 하였다.
- [0059] 제2반응 조(400)에 용존산소(DO) 농도 계(403), pH 측정기(404), MLSS 농도 계(406)를 설치하여 제2반응조 혼합액의 용존산소 농도, pH, MLSS 농도를 측정하게 하였다.
- [0060] 제2반응 조(400)의 용존산소 농도는 0.2~0.5mg/l로 유지하고, MLSS 농도는 필요한 SRT(슬러지 체류시간)를 만족할 수 있게 유지하도록 한다.
- [0061] 제1반응 조(300)를 통과한 혼합액은 제2반응 조(400)의 하부에 설치한 균등 유입장치(401)를 통하여 균등하게 유입되고, 미세기포 산기 관(407)을 통하여 공급하는 공기에 의하여 교반 및 산소를 공급하도록 한다.
- [0062] 혼합액은 용존산소 농도 0.2~0.5mg/l 사이로 포기되고, 미세기포 산기 관(407)에서 분출되는 공기에 의하여 완만하게 교반 되어서 슬러지가 가라앉지 않고, 깨지지도 않으며 커다란 상태를 유지한다.
- [0063] 더군다나 제2반응 조(400)에는 혼합액 중에 잔존하는 총 인을 제거하기 위하여
- [0064] PAC나 염화 제2 철 같은 금속염 응집제를 주입하기 때문에 응집제의 응집작용으로

- [0065] 플럭이 크게 형성되므로 플럭 표면 부와 플럭 내부의 용존산소 농도차이가 커져서, 표면 부는 호기성 상태, 내부는 무산소 상태가 확실하게 형성되어 질산화 동시 탈질 작용이 활발하게 일어나서 총 질소 제거율이 높아진다.
- [0066] 또 한 플럭이 커지면 플럭의 침강 속도는 플럭 크기의 제곱에 비례하여 빨라지므로, 동시 질산화 탈질 공정의 약점으로 거론되는 혼합액의 침강 성이 나빠지는 경향이 있는 문제점이 해결된다.
- [0067] 응집제를 사용하여, 응집제와 총 인을 반응시키면 제2반응 조(400) 내의 총인 농도는 극히 낮아지지만, 총인 농도가 극히 낮더라도 혼합액 중의 미생물들이 전단의 제1반응 조(300)에서 이미 미생물 세포 내에 과잉으로 섭취한 상태이기 때문에, 미생물 세포 내에 축적된 인을 사용하면서 증식 및 대사작용을 하는데 아무런 문제가 일어나지 않는다.
- [0068] 그리고 응집제에 의한 총 인의 제거는 화학적 결합에 의하여 발생한 수산화물에 의한 흡착작용으로 추가적으로 제거되기 때문에 별도의 총인 제거시설에서 화학적 결합작용으로만 총인을 제거하는 것보다 더 효과적으로 총 인을 제거할 수 있어서 응집제 소비량도 절감할 수 있다.
- [0069] 제2 반응 조(400)는 아 질산성 질소를 생성하는 세균인 니트로소모나스의 활동을 촉진하기 위하여, 호기 상태 1~2시간 마다 1시간의 비율로 반복하여 무산소 상태를 만들고, 이를 위하여 미세기포 산기 관(407)로부터 공급하는 공기를 중단하고, 이 시간에 저속 응집 교반기(402)를 속도경사(G) 값 30~100 1/sec 범위로 가동하여 혼합액이 가라앉지도 깨지지도 않고 크게 성장하도록 하여, 무산소 조건에서 아 질산성 질소를 증가시키고, 동시 질산화 탈질 작용을 촉진하게 한다.
- [0070] 제1반응 조(300) 와 제2반응 조(400)에서 일어나는 탈질 비율은 전체적으로 볼 때 전형적인 값으로 83~86% 정도이다.
- [0071] 제1반응 조(300)에서 생물학적으로 인을 과잉섭취하게 하고, 제2반응 조(400)에서 화학적으로 총 인을 제거하도록 한 것은 생물학적인 인의 섭취속도가 화학적인 인의 제거 속도보다 비교가 안 될 정도로 훨씬 느리기 때문에, 생물학적 반응 조와 화학적 반응 조를 나누어서 총인 제거시에 미생물과 응집제의 충돌과 간섭을 배제하여 미생물의 성장과 증식을 촉진하고, 응집제 사용량을 절감하기 위한 것이다.
- [0072] 제2반응 조(400)에서 반응이 끝난 혼합액은 중력식 침전지로 이송되고, 정화된 상등 수와 침전되는 슬러지로 분리되어서, 상등 수는 상부의 유출 구를 통하여 여과기(600)로 이송되고, 여과기(600)에서 여과되어 부유 물질이 대부분 제거된 상태의 정화된 물이되고 소독기(700)에서 정화된 물속에 존재하는 대장균군 등 유해한 세균을 사멸 또는 불활화시킨 후 방류 수역으로 방류하거나 재용한다.
- [0073] 한 편 침전 된 슬러지는 중력식 침전지에 설치된 슬러지 수집 기(501)의 작용으로 중력식 침전지의 중앙 하부로 모아 진 다음, 저속도로 운전되는 용적 식 슬러지 반송펌프(503)에 의하여 슬러지가 깨지지 않는 속도로 배관을 통하여 재 탈질 조(800)로 이송된다.
- [0074] 용적 식 슬러지 반송펌프(503)는 펌프 내부의 공간이 저속으로 움직이며 체적 변화로 슬러지를 이송하는 것이므로, 임펠러가 고속으로 회전하여 슬러지가 깨지는 원심펌프와는 운전원리가 달라서, 슬러지의 깨짐(파괴)이 없이 이송할 수 있다.
- [0075] 또 한편으로는 혐기 조(200)의 상부에 배관으로 연결한 재 탈질 펌프(801)가 혼합액의 일부를 재 탈질 조(800)로 이송한다.
- [0076] 재 탈질 조(800)의 내부에서 반송된 슬러지와 혐기 조(200)에서 이송된 혼합액이, 내부에 설치한 저속 교반기(802)의 완만한 교반 작용으로 서로 혼합되고, 무산소 상태에서 20~30분간 체류하면서 반송 슬러지 중에 남아있던 일부의 아 질산성 질소 및 질산성 질소가 환원되어 탈질이 되고 일부 극소량의 용존산소도 소멸된다.
- [0077] 반송 슬러지 중에 남아있는 질산성 질소 및 아 질산성 질소의 농도는 하/폐수가 유입될 때의 총 질소 농도의 10% 정도로 매우 작은 값이어서 짧은 체류시간 내에 탈질이 이루어진다.
- [0078] 혐기 조(200)의 상부에서 이송된 혼합액은 탈질에 필요한 유기물을 공급하기 위한 것이고, 유입하수량의 10% 정도의 양이다.
- [0079] 재 탈질 조(800)에서 아 질산성 질소 및 질산성 질소가 완전히 탈질 된 혼합액은 혼합 조(100)로 중력식 자연 흐름방식으로 이송되도록 하였다.

- [0080] 상기에서 설명한 모든 공정의 반응 조 사이의 혼합액의 이송은, 펌프로 이송하는 것을 제외하고는 전부 중력식 자연 흐름 방식으로 하고, 반응 조 사이의 수위차이는 중력식 자연 흐름에 필요한 만큼의 최소한의 값으로 설정하여 낙차에 의한 플러의 깨짐이 없도록 한다.
- [0081] 자동운전 제어반(900)은 상기에서 설명한 모든 계측기와 전동기에 연결하여, 각각의 공정에서 계측한 값이 설정 값과 일치하도록 전동기의 회전속도, 공기량 등을 자동제어하는 장치이다.
- [0082] 본 발명의 다른 실시 예는 상기에서 설명한 본 발명의 공정구성에서 재 탈질 조(800)를 재 탈질 농축 조(800A)로 대체한 공정구성이다. (도면 2 참조)
- [0083] 본 발명의 다른 실시 예는 슬러지 반송비율을 높여서 탈질 비율을 더 높여야 하는 경우에 적합하다.
- [0084] 상기 재 탈질 조(800)에 유입하수량의 2~3배에 달하는 양의 많은 슬러지를 반송할 경우 혼합 조(100) 및 혐기 조(200)에 많은 혼합액이 반송되어서, 기계 설비가 커지거나 생물반응 공정에 영향을 주는 등의 불필요한 문제를 일으킬 수 있기 때문에, 이를 방지하기 위하여 재 탈질 농축 조(800A)로 대체한 것이고, 재 탈질 농축 조(800A)에서 탈질 된 혼합액 중 상등 수는 제1반응 조(300)로 반송되고, 하부에 침전되고 농축되어 상대적으로 소량인 슬러지 혼합액은 혼합 조(100)로 이송된다.
- [0085] 그 이후의 구성과 운전 조건은 상기에서 설명한 본 발명의 실시 예와 동일하다.

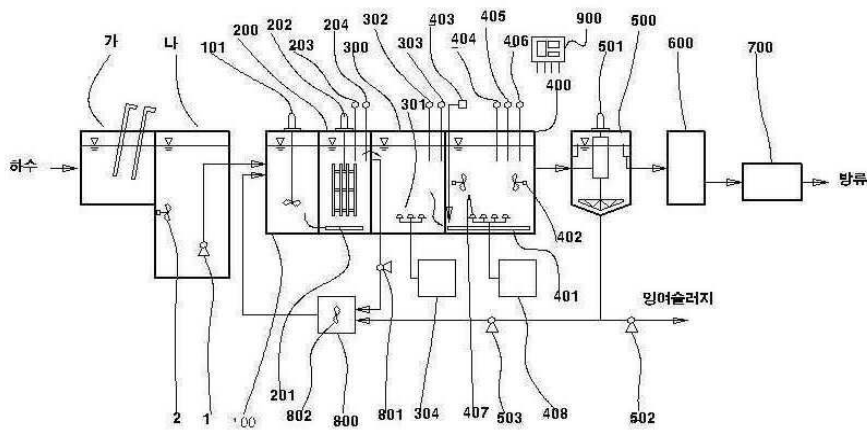
부호의 설명

- [0087] 1 유량조정 조 펌프
- 2 유량조정 조 교반기
- 100 혼합 조
- 101 혼합 조 교반기
- 200 혐기 조
- 201 균등 유입장치
- 202 수직 패들형 교반기
- 203 pH 측정기
- 204 ORP 측정기
- 300 제1반응 조
- 301 미세기포 산기 관
- 302 용존 산소(DO)농도 계
- 303 총인(T-P) 농도 계
- 304 송풍기
- 400 제2반응 조
- 401 균등 유입장치
- 402 저속 응집 교반기
- 403 응집제 주입장치
- 404 용존 산소(DO)농도 계
- 405 pH 측정기
- 406 MLSS 농도 계
- 407 미세기포 산기 관

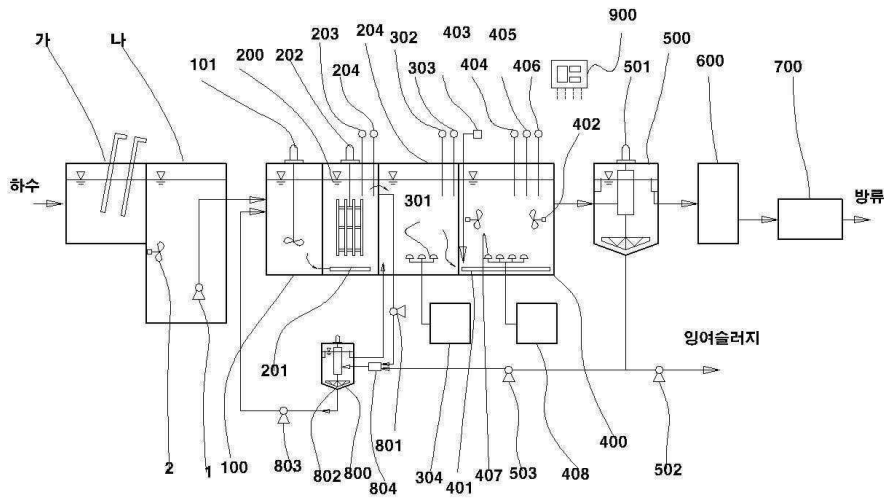
- 408 송풍기
- 409 총 인 농도계
- 500 증력식 침전지
- 501 슬러지 수집기
- 502 잉여 슬러지 펌프
- 503 용적 식 슬러지 반송펌프
- 600 여과기
- 700 소독기
- 800 재 탈질 조
- 801 재 탈질 펌프
- 802 저속 교반기
- 800A 재 탈질 농축 조
- 802A 슬러지 농축기
- 900 자동운전제어반

도면

도면1



도면2



도면3

