



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0120008  
(43) 공개일자 2022년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C02F 1/72 (2006.01) C02F 1/02 (2006.01)  
C02F 1/32 (2006.01) C02F 1/58 (2006.01)  
C02F 1/66 (2006.01)

(52) CPC특허분류

C02F 1/72 (2013.01)  
C02F 1/02 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0023601

(22) 출원일자 2021년02월22일

심사청구일자 2021년02월22일

(71) 출원인

(주) 테크윈

충청북도 청주시 흥덕구 직지대로474번길 60 (송정동)

(72) 발명자

현준택

충청북도 청주시 청원구 오창읍 오창중앙로 65 우림필류2차아파트 604동 1702호

이승현

충청북도 청주시 흥덕구 봉명로 184 비취빌 204호  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 10 항

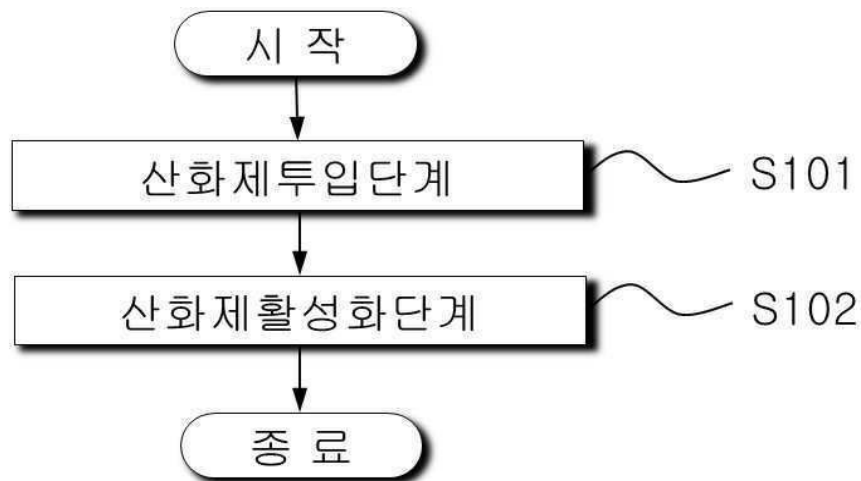
(54) 발명의 명칭 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법

(57) 요약

본 발명은 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 난분해성 폐수에 염소계 산화제를 투입하는 산화제투입단계 및 상기 산화제투입단계를 통해 난분해성 폐수에 투입된 염소계 산화제를 활성화하는 산화제활성화단계로 이루어진다.

상기의 과정을 통해 이루어지는 난분해성 폐수 처리 방법은 난분해성 폐수 내에 함유된 유기오염물과 암모니아성 질소를 높은 효율로 동시 제거하는 효과를 나타낸다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*C02F 1/32* (2013.01)

*C02F 1/586* (2013.01)

*C02F 1/66* (2013.01)

*C02F 1/725* (2013.01)

(72) 발명자

신현수

대전광역시 대덕구 중리남로40번길 35

김정식

세종특별자치시 보듬2로 42 도램마을4단지 한림폴  
에버아파트 1402동 802호

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

난분해성 폐수에 염소계 산화제를 투입하는 산화제투입단계; 및

상기 산화제투입단계를 통해 난분해성 폐수에 투입된 염소계 산화제를 활성화하는 산화제활성화단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 산화제투입단계는 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물 100 중량부 대비 염소계 산화제 500 내지 10000 중량부를 투입하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 산화제투입단계는 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물 100 중량부 대비 염소계 산화제 1000 내지 7000 중량부를 투입하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 어느 한 항에 있어서,

상기 염소계 산화제는 염소, 차아염소산염, 염소를 포함하는 알칼리 금속 및 알칼리 토금속으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지며,

상기 차아염소산염은 차아염소산나트륨, 차아염소산칼륨 및 차아염소산칼슘으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 염소계 산화제는 염소 이온을 포함하는 금속염의 함량이 1 내지 12 중량%인 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 산화제활성화단계는 염소계 산화제를 활성화하여 활성화 라디칼로 전환하는 반응속도를 증가시켜 산화 반응을 극대화하는 반응 촉진 단계인 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해

성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 산화제활성화단계는 가열, 자외선 조사 및 촉매 투입으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 가열은 50℃ 내지 끓는점(Boiling point)의 온도로 10 내지 100분 동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 촉매는 금속촉매 및 킬레이트 금속 촉매로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

#### 청구항 10

제1항에 있어서,

상기 산화제투입단계 이전에는 상기 난분해성 폐수에 pH 조정제를 투입하여 난분해성 폐수의 pH를 4 내지 13으로 조절하는 pH조절단계가 더 진행되는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 염소계 산화제를 사용하여 난분해성 폐수 내에 함유된 유기오염물(Total Organic Carbon, TOC) 및 암모니아성 질소(Ammonia Nitrogen,  $\text{NH}_3\text{-N}$ )를 높은 효율로 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 원자력발전소 2차 계통수의 pH 조정제로 사용되는 에탄올아민( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ )은 기존의 pH 조정제인 암모니아 대비 낮은 휘발성과 높은 염기성으로 적은 양의 주입만으로도 pH 조정이 가능하고 장치의 부식관리 측면에 유리한 효과가 검증된 안정한 유기화합물이다. 다만, 환경적으로 보면, 에탄올아민은 화학식( $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ) 상 유기탄소(C)와 질소(N)를 포함하고 있어 수계 유입 시 유기오염물과 암모니아성 질소의 농도를 동시에 증가시키는 오염물질이며, 기존의 폐수처리 설비로는 제거하기 어려운 난분해성 물질로 알려져 있다.

[0003] 이러한 난분해성 오염물질을 제거하기 위해서는 산화전위가 높은 수산화 라디칼(Hydroxyl Radical,  $\text{OH}\cdot$ ), 황산 라디칼(Sulfate Radical,  $\text{SO}_4^{\cdot-}$ ) 등의 강력한 산화제가 필요하다.

[0004] 일반적으로 사용되는 대표적인 산화제들의 산화전위를 아래 표 1에 나타내었다.

표 1

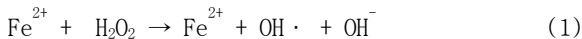
| Oxidant                                                   | Oxidation potential(V) |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|
| Fluorine [F <sub>2</sub> ]                                | 3.0                    |
| Hydroxyl radical [OH•]                                    | 2.8                    |
| Sulfate radical [SO <sub>4</sub> • <sup>-</sup> ]         | 2.6                    |
| Ozone [O <sub>3</sub> ]                                   | 2.1                    |
| Persulfate [S <sub>2</sub> O <sub>8</sub> <sup>2-</sup> ] | 2.1                    |
| Peroxymonosulfate [HSO <sub>5</sub> •]                    | 1.8                    |
| Hydrogen peroxide [H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ]        | 1.8                    |
| Permanganate [MnO <sub>4</sub> •]                         | 1.7                    |
| Chlorine dioxide [ClO <sub>2</sub> ]                      | 1.5                    |
| Chlorine [Cl <sub>2</sub> ]                               | 1.4                    |

[0005]

[0006]

수산화 라디칼을 생성시키는 대표적 방법에는 펜톤산화법이 있다. 펜톤산화법은 2가 철 이온과 과산화수소를 반응시켜 수산화 라디칼을 생성하는 방법으로, 철 이온 주입에 따른 다량의 슬러지 발생과 고가의 과산화수소를 다량 주입함으로 경제성이 떨어지는 단점이 있다. 또한 산성 조건에서만 오염물질의 처리가 가능하여 정밀한 pH 관리가 필요하다.

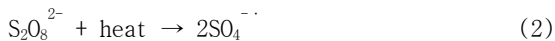
[0007]



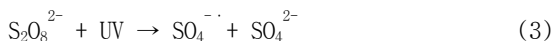
[0008]

황산 라디칼은 과황산(Persulfate, S<sub>2</sub>O<sub>8</sub><sup>2-</sup> 및 SO<sub>5</sub><sup>2-</sup>) 음이온을 활성화시켜 생성할 수 있다. 과황산을 활성화시키기 위해선 가열, 자외선 조사, 금속 촉매 투입 등의 과정이 필요하고, 과황산을 포함하는 대표적 화합물인 과황산 나트륨(Sodium Persulfate, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), 과황산암모늄(Ammonium Persulfate, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>), 과황산칼륨(Potassium Persulfate, K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) 및 포타슘퍼옥시모노설페이트(Potassium Peroxymonosulfate, KHSO<sub>5</sub>)는 상대적으로 고가의 산화제들이다.

[0009]



[0010]



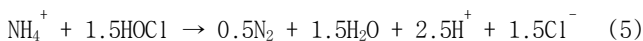
[0011]



[0012]

염소계 산화제는 전세계에서 보편적으로 널리 사용되는 가정용 살균 소독제이며, 수영장 소독과 정수 처리 등에 사용되는 산화제이다. 또한 폐수에 포함된 암모니아성 질소를 처리하는 대표적 폐수 처리 공정인 파과점 염소주입법(Breakpoint Chlorination)에 사용된다.

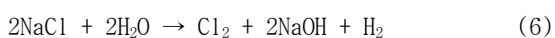
[0013]



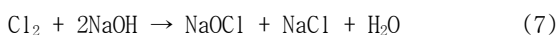
[0014]

차아염소산나트륨은 소금(NaCl)을 전기분해하거나 염소 가스(Cl<sub>2</sub>)와 가성소다(NaOH)를 저온 냉각법으로 반응시켜 제조한다.

[0015]



[0016]



[0017]

일반적으로 널리 사용되는 염소계 산화제는 산화력이 낮아 난분해성 유기물질을 처리하기에는 적합하지 않은 것으로 알려져 있다. 그러나, 본 발명자는 염소계 산화제의 산화력을 높이기 위해 다수의 실험을 수행하였고, 실험을 통하여 염소계 산화제의 활성화 방법으로 가열 및 자외선 조사, 촉매 투입의 방법을 도출하여 본 발명을

완성하였다.

[0018] 일반적으로 염소계 산화제는, 특히 차아염소산나트륨은 안정성 및 산화력의 유지를 위해 낮은 온도에서 보관하고 열원으로부터 멀리하도록 권장하고 있다. 대한민국 등록특허 제10-2058319 에는, 차아염소산나트륨은 화학적으로 불안정한 물질로 보관 기간과 온도에 따라 농도가 떨어지는 것으로 개시되어 있다. 또한, OxyChem 사의 차아염소산나트륨 핸드북에는, 온도는 차아염소산 용액의 안정성에 영향을 미치고, 온도가 높을수록 분해 속도가 증가하므로 용액을 열로부터 멀리하도록 명시되어 있다. 온도에 따른 분해속도는 15% 차아염소산나트륨의 경우, 25℃ 보다 40℃에서 5배 더 빠르게 분해되는 것으로 기록되어 있다. 유럽연합(EU) 규정 No. 528/2012 에는 유효 염소 농도가 10%(w/w)인 차아염소산나트륨 수용액의 온도 별 반감기로 15℃에서 800일, 25℃에서 220일, 60℃에서 3.5일, 100℃에서 0.079일로, 온도가 증가할수록 안정성은 급격히 감소되는 것으로 기록되어 있다.

[0019] 또한, 차아염소산나트륨 용액에 포함된 다량의 염소 이온은 금속의 부식을 유발하고 환경오염을 야기하는 원인 물질이다. 이에 차아염소산나트륨 내 함유된 염소이온의 농도를 낮춘 저식염 차아염소산나트륨(Low Salt Sodium Hypochlorite) 제품들이 출시되고 있다. 염소이온의 농도를 낮춘 저식염 차아염소산나트륨이라 함은 차아염소산나트륨 수용액 내 염화나트륨의 함량이 4.0 중량% 이하의 것을 말한다. 대한민국 공개특허 제10-2015-0076089호 에는 차아염소산나트륨 농도가 30 내지 40 질량%인 차아염소산나트륨 수용액 내 염소 이온의 농도는 1.5 질량% 이하, 염화나트륨의 농도는 5.0 질량% 이하인 저식염 차아염소산나트륨의 제조방법이 기술되어 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0020] 본 발명의 목적은 난분해성 폐수 내에 함유된 유기오염물과 암모니아성 질소를 높은 효율로 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0021] 본 발명의 목적은 난분해성 폐수에 염소계 산화제를 투입하는 산화제투입단계 및 상기 산화제투입단계를 통해 산화제가 투입된 난분해성 폐수를 활성화하는 산화제활성화단계;로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법을 제공함에 의해 달성된다.

[0022] 본 발명의 바람직한 특징에 따르면, 상기 산화제투입단계는 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물 100 중량부 대비 염소계 산화제 500 내지 10000 중량부를 투입하여 이루어지는 것으로 한다.

[0023] 본 발명의 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 산화제투입단계는 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물 100 중량부 대비 염소계 산화제 1000 내지 7000 중량부를 투입하여 이루어지는 것으로 한다.

[0024] 본 발명의 더욱 바람직한 특징에 따르면, 상기 산화제활성화단계는 염소계 산화제를 활성화하여 활성화 라디칼로 전환하는 반응속도를 증가시켜 산화 반응을 극대화하는 반응 촉진 단계인 것으로 한다.

[0025] 본 발명의 더욱 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 염소계 산화제는 염소, 차아염소산염, 염소를 포함하는 알칼리 금속 및 알칼리 토금속으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지며, 상기 차아염소산염은 차아염소산나트륨, 차아염소산칼륨 및 차아염소산칼슘으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것으로 한다.

[0026] 본 발명의 더욱 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 염소계 산화제는 염소 이온을 포함하는 금속염의 함량이 1 내지 12 중량%인 것으로 한다.

[0027] 본 발명의 더욱 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 산화제활성화단계는 가열, 자외선 조사 및 촉매 투입으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것으로 한다.

[0028] 본 발명의 더욱 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 촉매는 금속촉매 및 킬레이트 금속 촉매로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것으로 한다.

[0029] 본 발명의 더욱 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 가열은 50℃ 내지 끓는점(Boiling point) 이하의 온도로 10 내지 100분 동안 이루어지는 것으로 한다.

[0030] 본 발명의 더욱 더 바람직한 특징에 따르면, 상기 산화제투입단계 이전에는 상기 난분해성 폐수에 pH 조정제를 투입하여 난분해성 폐수의 pH를 4 내지 13으로 조절하는 pH조절단계가 더 진행되는 것으로 한다.

## 발명의 효과

[0031] 본 발명에 따른 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법은 난분해성 폐수 내에 함유된 유기오염물과 암모니아성 질소를 높은 효율로 동시에 제거하는 탁월한 효과를 나타낸다.

## 도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법을 나타낸 순서도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법을 나타낸 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에서 사용되는 장비를 촬영하여 나타낸 사진이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하에는, 본 발명의 바람직한 실시예와 각 성분의 물성을 상세하게 설명하되, 이는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 발명을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세하게 설명하기 위한 것이지, 이로 인해 본 발명의 기술적인 사상 및 범주가 한정되는 것을 의미하지는 않는다.

[0034] 본 발명에 따른 난분해성 폐수의 처리방법은 화학식에 유기탄소(C)와 질소(N)를 포함하여 유기오염물 및 암모니아성 질소의 농도를 동시에 증가시키는 난분해성 오염물질인 에탄올아민이 함유된 난분해성 폐수에 염소계 산화제를 투입하는 산화제투입단계(S101) 및 상기 산화제투입단계(S101)를 통해 에탄올아민이 함유된 난분해성 폐수에 투입된 염소계 산화제를 활성화하는 산화제활성화단계(S102)로 이루어진다.

[0035] 상기 산화제투입단계(S101)는 에탄올아민이 함유된 난분해성 폐수에 염소계 산화제를 투입하는 단계로, 에탄올아민이 함유된 난분해성 폐수의 유기오염물 100 중량부 대비 염소계 산화제 500 내지 10000 중량부를 투입하여 이루어지며, 더욱 바람직하게는 에탄올아민이 함유된 난분해성 폐수의 유기오염물 100 중량부 대비 염소계 산화제 1000 내지 7000 중량부를 투입하여 이루어진다.

[0036] 상기 염소계 산화제는 염소, 차아염소산염, 염소를 포함하는 알칼리 금속 및 알칼리 토금속으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지며, 상기 차아염소산염은 차아염소산나트륨, 차아염소산칼륨 및 차아염소산칼슘으로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0037] 상기 염소계 산화제의 함량이 500 중량부 미만이면 상기 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물과 암모니아성 질소의 제거효과가 저하되며, 상기 염소계 산화제의 함량이 10000 중량부를 초과하게 되면 상기의 효과는 크게 향상되지 않으면서 난분해성 폐수가 다시 염소계 산화제로 오염되는 문제점이 발생한다.

[0038] 또한, 상기 염소계 산화제는 염소 이온을 포함하는 금속염의 함량이 1 내지 12 중량%인 것을 사용하는 것이 바람직하고, 염소 이온을 포함하는 금속염의 함량이 12 중량%를 초과하는 것을 사용해도 무관하나, 염소 이온에 의한 장치 부식과 환경오염 문제를 고려하여 염소 이온 함량이 낮은 것을 사용하는 것이 더욱 더 바람직하다.

[0039] 상기 산화제활성화단계(S102)는 상기 산화제투입단계(S101)를 통해 난분해성 폐수에 투입된 염소계 산화제를 활성화하는 단계로, 상기 산화제투입단계(S101)를 통해 산화제가 투입된 난분해성 폐수에 가열, 자외선 조사 및 촉매 투입의 활성화 방법 중에서 선택된 하나 이상을 적용하여 산화제를 활성화하는데, 이때, 상기 가열은 50℃ 내지 끓는점(Boiling Point)의 온도로 10 내지 100분 동안 이루어지는 것이 바람직하며, 상기 촉매는 금속촉매 및 킬레이트 금속 촉매로 이루어진 그룹에서 선택된 하나 이상으로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0040] 이때, 상기 산화제활성화단계(S102)에서 가열을 진행하는 경우 가열 온도가 50℃ 미만이거나 가열시간이 10분 미만이면 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물의 제거효과가 저하되며, 상기 가열단계(S103)의 온도가 끓는점을 초과하거나 가열시간이 100분을 초과하게 되면 상기의 효과는 크게 향상되지 않으면서 에너지 효율성 측면에서 바람직하지 못하다.

[0041] 또한, 상기 산화제활성화단계(S102)에서 염소계 산화제의 활성화 방법 중 가열은, 일반적으로는 염소계 산화제의 안정성과 산화력을 급격하게 감소시키는 원인이나, 본 특허에서는 난분해성 폐수의 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 염소계 산화제의 활성화 방법으로 사용된다.

[0042] 상기 산화제투입단계(S101) 이전에는 상기 난분해성 폐수에 pH 조정제를 투입하여 난분해성 폐수의 pH를 4 내지

13으로 조절하는 pH조절단계(S100)가 더 진행될 수도 있는데, 상기와 같이 pH조절단계(S100)를 통해 pH 조정제가 투입되어 난분해성 폐수의 pH가 4 내지 13으로 조절되면, 난분해성 폐수에 함유된 유기오염물과 암모니아성 질소의 제거효과가 더욱 향상된다. 다만, pH 조정제는 난분해성 폐수를 처리하는 현장 상황과 처리 공정의 구성, 사용되는 염소계 산화제의 종류에 따라서 투입 여부를 결정하는 것이 바람직하다.

[0043] 이하에서는, 본 발명에 따른 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법 및 그 처리 방법으로 처리된 난분해성 폐수의 유기오염물과 암모니아성 질소의 동시 제거 효과를 실시예를 들어 설명하기로 한다.

[0044] 실시예 및 비교예에서 사용한 난분해성 폐수로는 에탄올아민과 탈이온수를 혼합하여 제조한 모의 폐수를 사용하였고, 염소계 산화제로는 차아염소산나트륨( $\text{NaOCl}$ )을 사용하였다. 상기 제조된 난분해성 폐수의 pH 조정제로는 황산(Sulfuric Acid,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 및 수산화나트륨(Sodium Hydroxide,  $\text{NaOH}$ )을 사용하였다. 다만, 난분해성 폐수의 pH 조정제로 황산 및 수산화나트륨을 한정하는 것은 아니다. 본 실시예는 아래 도 3에 나타난 것처럼, 용액의 온도 조절 및 교반이 가능한 히팅맨틀(Heating Mantel)과 가열시 용액의 증발을 최소화할 수 있는 이중자켓 코일냉각관을 장착한 장치를 사용하여 진행하였다.

[0045] 가열 반응 종료 후에는 즉시 수냉 방식으로 급랭하여 용액의 온도를 상온까지 낮추어 실험 시 설정한 반응 시간이 유지되도록 하였으며, 최종적으로 유기오염물과 암모니아성 질소의 제거율은 산화제 투입 전과 후의 TOC 및 TN 농도를 분석하여 확인하였다.

[0046] <실시예 1>

[0047] 상기와 같이 제조된 모의 폐수에 pH 조정제를 투입하여 pH를 7로 조정하였다. 다음으로 pH가 조정된 폐수에 차아염소산나트륨을 투입하였다. 이때 차아염소산나트륨은 에탄올아민으로 제조한 모의 폐수 내 유기오염물(TOC) 100 중량부 대비 2000 중량부가 되도록 투입하였다. 차아염소산나트륨이 첨가된 폐수 용액 100mL를 3구 플라스크에 담고 히팅맨틀에 삽입한 후 가열하였다. 용액의 온도는 50℃, 70℃, 90℃, 100℃ 가 되도록 설정하였으며, 설정된 온도 도달 후 20분간 온도를 유지하였다. 가열 반응 종료 후 상기와 같이 온도를 상온까지 낮춘 후 TOC, TN 농도를 분석하였다.

[0048] <비교예 1>

[0049] 상기 실시예 1과 동일하게 진행하되, 산화제인 차아염소산나트륨 대신 과황산나트륨(Sodium Persulfate,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )를 사용하였고, 에탄올아민으로 제조한 모의 폐수 내 유기오염물(TOC) 100 중량부 대비 6000 중량부가 되도록 투입하고, 용액의 온도는 90℃로 설정하였다. 상기와 같이 처리한 처리수의 TOC, TN 농도를 분석하였다.

[0050] 상기 실시예 1과 비교예 1의 테스트 결과를 아래 표 2에 나타내었다.

표 2

| 구분    | 가열온도<br>(℃) | TOC 제거율<br>(%) | TN 제거율<br>(%) |
|-------|-------------|----------------|---------------|
| 실시예 1 | 20          | 42.42          | 74.24         |
|       | 50          | 66.68          | 82.61         |
|       | 70          | 86.89          | 83.26         |
|       | 90          | 96.07          | 86.31         |
|       | 100         | 94.78          | 83.77         |
| 비교예 1 | 90          | 99.83          | 11.42         |

[0051]

[0052] 상기 표 2에 나타난 것처럼, 실시예 1의 결과를 보면 가열온도가 20℃에서 100℃로 상승되면 TOC 제거율은 42%에서 95%로 대폭 상승하는 것으로 나타났다. 실시예 1의 TOC 제거율 결과를 비교예 1과 비교하면, 90℃ 이상의 가열온도에선 거의 유사한 TOC 제거율을 보이는 것으로 확인되었다.

[0053] 또한, TN 제거율을 비교하면, 비교예 1의 TN 제거율은 약 11%로, 암모니아성 질소가 거의 제거되지 않은 반면,

실시에 1의 TN 제거율은 20℃에서는 약 74%를, 50℃ 이상의 온도에서는 평균 84%의 높은 암모니아성 질소 제거율을 나타내었다. 이는 차아염소산나트륨 투입과 동시에 폐수에 포함된 암모니아성 질소가 빠른 시간 내에 높은 효율로 제거된 것이다.

[0054] 결과적으로, 실시에 1은 우수한 TOC 및 TN 제거율을 나타내었다.

[0055] <실시에 2>

[0056] 상기와 같이 제조된 모의 폐수에 pH 조정제를 투입하여 pH를 7로 조정한 다음 pH가 조정된 폐수에 차아염소산나트륨을 투입하였다. 다만 차아염소산나트륨의 투입량은 에탄올아민으로 제조한 모의 폐수 내 유기오염물(TOC) 100 중량부 대비 1500, 2000, 2500, 3000 중량부가 되도록 각각 투입하였다. 차아염소산나트륨이 첨가된 폐수 용액 100mL를 3구 플라스크에 담고 히팅맨틀에 삽입한 후 가열하였다. 용액의 온도가 90℃가 되도록 설정하였으며, 설정된 온도 도달 후 20분간 온도를 유지하였다. 가열 반응 종료 후 상기와 같이 온도를 상온까지 낮춘 후 TOC, TN 농도를 분석하였다. 상기 실시예 2의 결과는 표 3에 나타내었다.

[0057]

표 3

| 구분    | 가열온도(℃) | 산화제/TOC | TOC 제거율(%) | TN 제거율(%) |
|-------|---------|---------|------------|-----------|
| 실시에 2 | 90      | 1500    | 92.30      | 84.65     |
|       |         | 2000    | 96.07      | 86.31     |
|       |         | 2500    | 97.52      | 83.99     |
|       |         | 3000    | 99.00      | 84.60     |

[0058]

[0059] 상기 표 3에 나타난 것처럼, 실시에 2의 결과를 보면, 폐수 내 유기오염물 대비 산화제의 투입량이 증가할수록 TOC 제거율도 상승하는 경향을 보였다. 다만, 산화제 투입량이 2000 중량부(20배) 이상부터는 TOC 제거율의 상승폭이 낮아지는 것으로 나타났다. TN 제거율은 평균 84.89%로, 산화제 투입량의 증가와 무관하게 유사한 제거율을 보였다.

[0060] 따라서, 본 발명에 따른 유기오염물 및 암모니아성 질소를 동시 제거하는 난분해성 폐수 처리 방법은 난분해성 폐수 내에 함유된 유기오염물과 암모니아성 질소를 높은 효율로 동시에 제거하는 효과를 나타낸다.

## 부호의 설명

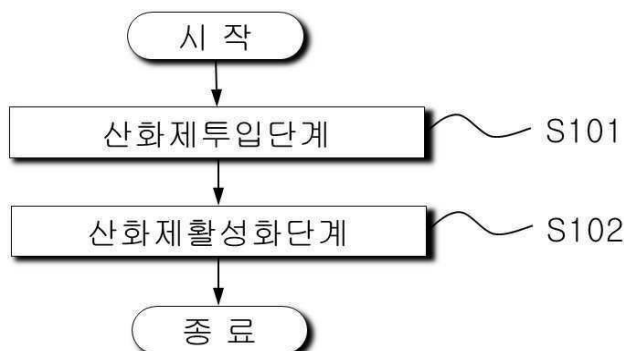
[0061] S100 ; pH조절단계

S101 ; 산화제투입단계

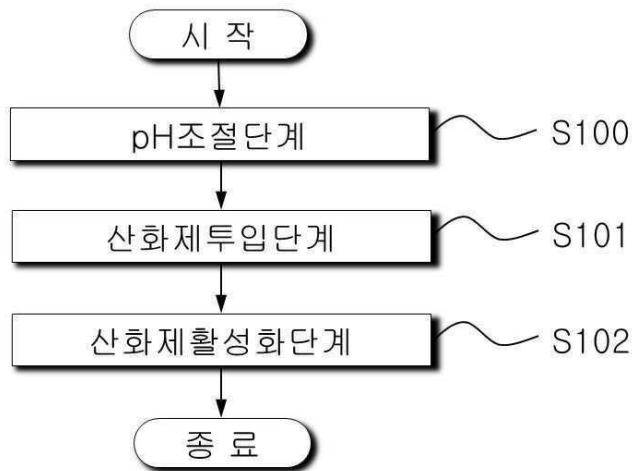
S102 ; 산화제활성화단계

## 도면

### 도면1



도면2



도면3

