



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년09월04일

(11) 등록번호 10-2152555

(24) 등록일자 2020년08월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 1/52 (2006.01) **B27K 3/02** (2006.01)
B27L 11/06 (2006.01) **C01F 7/56** (2006.01)

(52) CPC특허분류
C02F 1/5245 (2013.01)
B27K 3/0271 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0179288

(22) 출원일자 2019년12월31일

심사청구일자 2019년12월31일

(56) 선행기술조사문헌

KR101703850 B1*

KR102010968 B1*

KR1020150145340 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)

(72) 발명자

강석구

대전광역시 서구 배재로 155-7, 110동 403호 (도마동, 경남아파트)

박해금

대전광역시 동구 새울로68번길 27 (용운동)

양승민

충청북도 진천군 진천읍 중앙서1길 28

(74) 대리인

특허법인위더피플

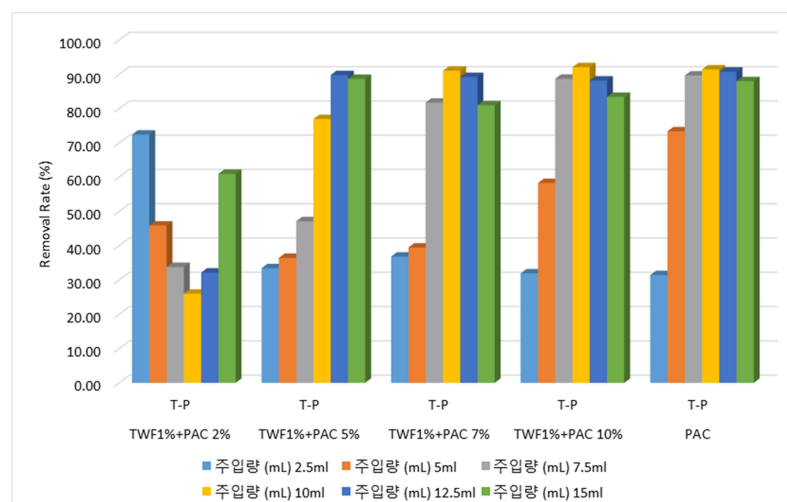
전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 박재우

(54) 발명의 명칭 **반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저감화 방법 및 이를 이용한 혼합응집제의 제조방법**

(57) 요약

본 발명에 따른 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저감화 방법은 S1)목재를 산업용 칩퍼를 이용하여 일정 크기 이하로 치핑하는 단계와, S2)상기 치핑단계 후에 얻어지는 목재를 과열증기처리장치에서 과열증기처리하는 단계와, S3)상기 과열증기처리된 반탄화목재칩을 분쇄기에 투입하여 75 μ m ~ 160 μ m 범위의 반탄화목분으로 분쇄하는 단계와, S4)상기 반탄화목분을 합성 무기고분자응집제인 폴리염화알루미늄과 혼합하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도6

(52) CPC특허분류

B27L 11/06 (2013.01)

C01F 7/56 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018-1758-01
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	충남대학교 산학협력단
연구사업명	첫걸음기술개발사업
연구과제명	반탄화목분을 이용한 친환경 수처리 시스템 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	(주)승진바이오
연구기간	2018.12.01 ~ 2019.11.30

명세서

청구범위

청구항 1

S1)목재를 산업용 칩퍼를 이용하여 일정 크기 이하로 칩핑하는 단계와,
 S2)상기 칩핑단계 후에 얻어지는 목재칩을 과열증기처리하는 단계와,
 S3)상기 과열증기처리된 반탄화 목재칩을 분쇄기에 투입하여 반탄화목분으로 분쇄하는 단계와,
 S4)상기 반탄화목분을 합성 무기고분자응집제인 폴리염화알루미늄(Polyaluminium chloride)과 혼합하는 단계를 포함하여 이루어지고,
 상기 S2)단계에서 과열증기처리장치에서 과열증기처리하고, 상기 과열증기처리장치는
 급수탱크(111)로부터 공급되는 물이 흐르는 수관이 설치되고 내부에 원료를 연소시켜 증기를 발생시키기 위한 연소로(110)와,
 상기 연소로(110)에 의해 생성된 증기에서 수분을 분리하고 제거하기 위한 수분 분리기(112)와,
 상기 연소로(110) 끝단의 연소가스 배출구와 연결되는 배출가스 유동관과, 배출가스 유동관 내에 형성되는 증기 유동관으로 구성되어 상기 수분 분리기(112)로부터 유입되는 증기가 상기 증기 유동관을 통해 이동하면서 상기 배출가스 유동관을 흐르는 배출가스에 의해 증기를 과열시키는 과열기(113)와,
 회전하는 하우징(121)과, 상기 하우징(121) 내주면에 결합되는 다수의 날개(122)를 포함하여 이루어지고, 상기 하우징(121)의 회전에 의해 내주면에 결합되는 다수의 날개(122)가 함께 회전하게 되고 하우징(121) 내부로 과열기로부터 생성된 과열증기가 유입되어 하우징 내로 공급되는 목재칩을 과열증기건조처리하기 위한 과열증기건조기(120)를 포함하며,
 상기 과열증기처리장치는
 내부가 가로벽(132)에 의해 상, 하부실(131a,131b)로 구획되고, 상기 하부실(131a)에는 가로벽(132) 아래쪽에 과열증기건조기로부터 과열증기가 유입되는 유입구가 형성되고, 상기 가로벽(132) 상측의 상부실(131b) 일측에는 과열증기가 유출되는 유출구가 형성되며,
 상기 하부실(131a)에는 상기 유입구가 내주면의 접선방향으로 연결되는 원심분리통(131)이 설치되며, 상기 가로벽(132)에는 원심분리통(131) 내부 아래로 유도관(133)이 길게 형성되고, 상기 원심분리통(131)의 하부는 하단으로 갈수록 내부가 좁아지는 콘 형상으로 이루어지고,
 상기 콘 형상의 원심분리통(131) 하부의 일측에는 내주면의 접선방향으로 연결되어 불순물 제거수가 공급되는 불순물 제거수 공급용기(135)가 연결되어 불순물 제거수 공급용기(135)로부터 불순물 제거수가 내주면의 접선방향으로 공급되어 선회하게 하되, 과열증기의 회전방향과 반대방향으로 선회하면서 과열증기로부터 불순물을 포집하여 하부에 수집되는 불순물 제거기(130)를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저장화 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 S3)단계에서 $75\mu\text{m} \sim 160\mu\text{m}$ 범위의 반탄화목분으로 분쇄하는 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저장화 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 S4)단계에서 상기 폴리염화알루미늄은 질량기준 10%의 산화알루미늄 농도에서 증류수를 이용해 산화알루미늄 농도를 저감한 폴리염화알루미늄을 상기 반탄화목분과 혼합하는 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의

폴리염화알루미늄 저감화 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 S4)단계에서 산화알루미늄 농도를 질량기준 7%로 저감한 폴리염화알루미늄을 상기 반탄화목분과 혼합하는 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저감화 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 S1)단계에서 상기 목재는 소나무재선충병 또는 참나무시들음병의 병충해 피해목인 것을 특징으로 하는 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저감화 방법.

청구항 8

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 과열증기처리 반탄화 열처리목재를 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저감화 방법 및 이를 이용한 혼합응집제의 제조방법에 관한 것으로 보다 상세하게는 열처리한 반탄화목분과 산화알루미늄 농도를 저감한 폴리염화알루미늄을 혼합하여 표면개질을 통해 하수처리장에서 부영양화원인 물질인 총 인(Total Phosphorus, TP)과 탁도를 기존의 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 성능과 유사하게 응집·침전 제거하며, 산화알루미늄 농도를 저감함으로써 응집제 투입량의 경제적 효과를 확보하고, 중금속류에 대한 안정성 및 우수한 슬러지 침강성과 발열량을 확보하는 것을 특징으로 하는 반탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 저감화 기술 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 급격한 산업화와 이로 인한 이상기후의 발생으로 매년 취수원 및 하천의 수질관리의 중요성과 관리비용이 증대되고 있는 실정이다. 이에 국내의 경우 수질오염의 주요 원인물질인 총인, 총질소의 관리를 위해 하수처리장에서 응집제 투입으로 수중 용존성 유기물질을 혼화·응집·침전공정을 통해 처리하고 있다. 국내 응집제는 PAC의 사용량이 58%를 차지하고 있으며, PAC의 경우 품질기준상 불순물(중금속) 함량이 매우 높음에도 불구하고, 기준강화가 제대로 이루어지지 않아 응집제 과다 투입 시 잔류 알루미늄 농도의 증가로 인해 2차 오염에 대한 문제가 대두되고 있는 실정이다(KONETIC 2009. 05. “수처리 응집제 시장동향” 박성은).

[0003] PAC와 같은 알루미늄 계열의 응집제가 과다 투입된 처리수의 경우 수중에 용존된 Aluminium 이온이 식수로 유입될 가능성이 높으며, 용존된 Aluminium 이온이 인체에 유입될 경우 알츠하이머라 불리는 노인성 치매 및 기타 신경계 장애 등을 유발할 수 있다(대한환경공학회 2016.04. “수처리용 Fe(III)계 응집제의 특성 및 응집특성 비교” 한승우 외 1명). 또한, 국내 환경약품 시장은 2000년 중반 이후 해양투기 금지, 오염 총량제 관리, 하수처리장의 고도처리 및 총인처리시설 설치, 에너지자립화사업 등 급격한 환경 법규 변화에 의해 응집제 적용 기술 및 제품의 변화와 오염 부하량에 대한 기술적 관리의 중요성이 강조되고 있다(KONETIC 2017.03. “국내 수처리용 응결제 및 응집제 현황과 전망” 배영한).

[0004] 생활하수의 유입이 많은 도시 대규모 하수처리장의 하수슬러지의 연소특성과 관련하여 열분해 시험 결과 하수슬러지의 저위발열량이 2,004.7~2,950.7 kcal/kg 으로 화력발전소 보조연료의 구비조건인 저위발열량

3,000kcal/kg 이상을 만족하지 못한 것으로 나타났다(연세대학교 보건환경대학원, 2004.07. “원주시 하수처리장 슬러지의 적정처리 방안에 관한 연구” 이규자).

[0005] 국내 하수처리장은 총인의 처리를 위해 총인처리를 위한 고도처리시설을 설치하였으며, 알루미늄을 주요 성분으로 하는 PAC와 같은 약품비용은 2011년 기준 약 47억원에서 2012년 기준 약 80억원, 2013년 기준 약 91억원으로 점차적으로 총인처리를 위한 약품비용이 증가되고 있으며, 이에 따라 약품 투입량도 증가되고 있음을 알 수 있다. 운영비용의 예로 1일 200,000m³의 처리용량을 가진 하수처리장의 경우 1일 응집제 투입량이 약 8m³에 달하며, PAC의 경우 조달청 기준 구입단가가 m³ 당 189,000원으로 이에 따른 연간 응집제 투입비용은 551,880천원에 달한다. 2017년 하수도 통계 기준 국내 하수처리장의 하수도 보급률은 94%로 현재 국내 하수처리장은 660개소에 달하고 있다. 전국의 연간 하수처리장 처리용량은 20,304,381m³인 것을 고려한다면, 연간 국내 하수처리장에서의 응집제 투입량에 따른 소요비용은 약 56,027 백만원에 달하는 막대한 비용이 매년 소요되고 있는 것을 알 수 있다.

[0006] 따라서, 산화알루미늄을 주성분으로 하는 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 응집제의 투입량을 저감함으로써 응집제 과다투입 시 발생하는 2차오염 뿐만 아니라 총인처리 비용의 저감을 통해 경제적 산업적 측면에서의 효율성을 확보할 수 있으며, 환경적인 규제에 적합한 총인과 탁도의 효과적인 처리와 중금속류에 대한 안정성 및 혼화·응집 처리 시 침강성 및 발생하는 하수 슬러지 발열량 평가를 통한 재이용의 가능성을 안정적으로 확보할 수 있는 혼합응집제의 개발이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서, 본 발명은 전술한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해소하고, 기존 수처리에 사용되는 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 투입농도를 저감하여 응집제 과다투입 문제와 용존성 알루미늄으로 인한 2차오염의 위험을 줄일 수 있으며, 그와 비교하여 환경적 측면에서 안정적으로 총 인과 탁도를 응집·침전 제거하고, 중금속류에 대한 안정성 및 슬러지 침강성과 발열량에 대해 평가하는 것을 특징으로 하는 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄 저감화 방법 및 이를 이용한 혼합응집제의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 따라서, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 천연재료 혼합응집제의 제조방법은 S1)병충해 목재를 산업용 칩퍼를 이용하여 일정 크기 이하로 치핑하는 단계와, S2)상기 치핑단계 후에 얻어지는 목재를 150℃~500℃의 처리온도에서 일정 시간 동안 과열증기처리하여 반탄화시키는 단계와, S3)상기 과열증기처리 반탄화 단계를 거친 목재를 75μm-160μm 크기의 분말로 파쇄하는 단계와, S4)기존 수처리제인 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 농도를 30-50% 저감하여 혼합하여 열처리하여 파쇄한 반탄화 분말과 열처리 목재의 표면전하를 변환시키는 단계를 포함하여 반탄화목분과 농도 저감한 무기고분자 응집제인 폴리염화알루미늄을 최적 혼합비율로 혼합함으로써 반데르발스 인력에 의해 수중의 총인, 탁도를 응집·침전하여 제거하며, 중금속류에 대한 안정성 및 슬러지 침강성과 발열량에 대해 평가하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 상기 S1)단계에서 상기 목재는 소나무재선충병 또는 참나무시들음병의 병충해 피해목인 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 합성 무기고분자 응집제는 기존의 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 농도를 저감한 폴리염화알루미늄(PAC, 7%)인 것을 특징으로 한다.

[0011] 상기 S2)단계에서 과열증기처리장치에서 과열증기처리하고, 상기 과열증기처리장치는 급수탱크(111)로부터 공급되는 물이 흐르는 수관이 설치되고 내부에 원료를 연소시켜 증기를 발생시키기 위한 연소로(110)와, 상기 연소로(110)에 의해 생성된 증기에서 수분을 분리하고 제거하기 위한 수분 분리기(112)와, 상기 연소로(110) 끝단의 연소가스 배출구와 연결되는 배출가스 유동관과, 배출가스 유동관 내에 형성되는 증기 유동관으로 구성되어 상기 수분 분리기(112)로부터 유입되는 증기가 상기 증기 유동관을 통해 이동하면서 상기 배출가스 유동관을 흐르는 배출가스에 의해 증기를 과열시키는 과열기(113)와, 회전하는 하우징(121)과, 상기 하우징(121) 내주면에 결합되는 다수의 날개(122)를 포함하여 이루어지고, 상기 하우징(121)의 회전에 의해 내주면에 결합되는 다수의 날개(122)가 함께 회전하게 되고 하우징(121) 내부로 과열기로부터 생성된 과열증기가 유입되어 하우징 내로 공급되는 목재칩을 과열증기건조처리하기 위한 과열증기건조기(120)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 과열증기처리장치는 내부가 가로벽(132)에 의해 상, 하부실(131a, 131b)로 구획되고, 상기 하부실(131a)에는 가로벽(132) 아래쪽에 과열증기건조기로부터 과열증기가 유입되는 유입구가 형성되고, 상기 가로벽(132) 상측의 상부실(131b) 일측에는 과열증기가 유출되는 유출구가 형성되며, 상기 하부실(131a)에는 상기 유입구가 내주면의 접선방향으로 연결되는 원심분리통(131)이 설치되며, 상기 가로벽(132)에는 원심분리통(131) 내부 아래로 유도관(133)이 길게 형성되고, 상기 원심분리통(131)의 하부는 하단으로 갈수록 내부가 좁아지는 콘 형상으로 이루어지고, 상기 콘 형상의 원심분리통(131) 하부의 일측에는 내주면의 접선방향으로 연결되어 불순물 제거수가 공급되는 불순물 제거수 공급용기(135)가 연결되어 불순물 제거수 공급용기(135)로부터 불순물 제거수가 내주면의 접선방향으로 공급되어 선회하게 하되, 과열증기의 회전방향과 반대방향으로 선회하면서 과열증기로부터 불순물을 포집하여 하부에 수집되는 불순물 제거기(130)를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 따라서, 본 발명에 의하면 기존 응집제로 사용되는 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)과 비교하여 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 산화알루미늄 농도를 30-50% 저감하여 중금속 발생량이 낮은 환경적이고, 응집제 주입량이 낮아 비용적 측면에서 경제적으로 효율적으로 총인을 제거할 수 있으며, 빠른 슬러지 침강성과 높은 발열량을 확보할 수 있는 열처리목재를 이용한 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 저감화 방법 및 혼합응집제의 제조방법이 제공된다.

[0014] 또한, 매년 기하급수적으로 증가되고 있는 소나무재선충병 또는 참나무시들음병의 병충해 피해목을 본 발명의 반탄화 열처리 목분으로 가공하여 폴리염화알루미늄의 혼합응집제에 사용함으로써 병충해피해목의 고부가가치로써의 재이용과 취수원, 하천, 호소 등의 총인 제거의 부가적인 효과를 기대할 수 있다.

[0015] 또한, 하천과 호소의 녹조 발생원인 물질인 총 질소, 총 인 중 총 인에 대한 응집·침전 처리로 인해 원인물질의 처리 효과뿐만 아니라 PAC 주입량을 저감함으로써 알루미늄 이온으로 인한 2차 오염문제를 저감하는 환경적으로 안정적인 수처리를 수행할 수 있으며, 강화되고 있는 하수종말처리장의 총인 및 하수슬러지에 대한 규제 대응의 효과를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도1은 본 발명에서 과열증기처리장치의 구성도이고,
 도2는 도1의 과열증기처리장치에서 과열증기건조기의 단면을 도시한 도면이며,
 도3은 도1의 과열증기건조기의 배출부를 도시한 종단면도이고,
 도4는 도1의 과열증기처리장치에서 불순물 제거기를 도시한 도면이며,
 도5는 각 시료의 T-P에 대한 실험결과로서, 기존 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 및 본 발명에 사용되는 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 반탄화목분 함유량에 따른 T-P 제거효율 비교 그래프이고,
 도6는 기존 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 및 본 발명에 사용되는 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 산화알루미늄 농도에 따른 T-P 제거효율 비교 그래프이며,
 도7은 본 발명에 따른 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 주입율에 따른 탁도 실험결과를 보여주는 그래프이고,
 도8는 본 발명에 따른 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 주입율에 따른 중금속류 항목의 실험 그래프이며,
 도9는 기존 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 및 본 발명에 따른 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 슬러지 침강성 실험 그래프이고,
 도10은 기존 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 및 본 발명에 따른 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 발열량 실험 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명에 따른 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 폴리알루미늄 저감화방법 및 이를 이용한 혼합응집제의 제조방법에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0018] 1. 목재의 벌채 및 칩핑화 단계

- [0019] 먼저 본 발명에서는 원재료로서 목재를 벌목하고 1m 내외로 절단한 다음 이를 다시 산업용 칩퍼 등을 통해 10cm 내외의 크기로 수피를 포함한 상태에서 칩핑 및 파쇄하는 공정을 수행한다. 이 때 주재료로써 사용되는 목재는 일반적인 대나무, 소나무, 리기다 소나무, 낙엽송, 잣나무, 라디에타파인, 유칼리투스, 메란티, 육송, 자작나무, 밤나무, 편백나무, 삼나무, 참나무, 적참나무, 갈참나무, 백참나무, 굴참나무, 상수리나무, 들벧나무, 왕벧나무, 아까시나무, 가중나무, 포플러, 베트남산 아카시아를 포함한 발생 이력이 분명한 다양한 혼합수종을 사용할 수 있고 이 외에도 가로수전지목, 잔가지, 소경간벌재, 숲 가꾸기 부산물, 소나무 재선충피해목과 참나무시들병과 같은 병충해피해목 등 저부가가치 원재료 및 대나무도 사용가능하다. 또한 이외에도 왕겨, 짚, 사탕수수 찌꺼기와 같은 농업 부산물도 활용이 가능하다.
- [0020] 2. 과열증기처리단계
- [0021] 상기와 같은 절단, 칩핑단계를 거친 목재칩을 과열증기처리장치를 이용하여 과열증기처리를 수행한다.
- [0022] 본 발명에 사용되는 과열증기처리장치(100)를 설명하면 다음과 같다. 도1은 본 발명에 따른 과열증기처리장치의 구성도이며, 도2는 본 발명에 따른 과열증기처리장치에서 과열증기건조기의 단면을 도시한 도면이고, 도3은 본 발명에서 과열증기건조기의 배출부를 도시한 종단면도이며, 도4는 본 발명의 과열증기처리장치에서 불순물 제거기를 도시한 도면이다.
- [0023] 본 발명의 과열증기처리장치(100)는 펠릿, 목재 등의 원료를 연소시켜 증기를 발생시키기 위한 연소로(110)와, 연소로(110)로부터 배출되는 고온의 배기가스에 의해 과열증기를 생성하기 위한 과열기(113)와, 과열기(113)로부터 공급된 과열증기를 이용하여 목재칩을 과열증기건조처리하기 위한 과열증기건조기(120)와, 과열증기건조기로부터 배출되는 과열증기가 공급되어 불순물을 제거하기 위한 불순물 제거기(130)를 포함하여 이루어진다.
- [0024] 상기 연소로(110)는 우드펠릿, 목재 등의 원료를 연소시켜 고온의 증기를 생성하기 위한 것으로, 연소로(110)내에는 급수탱크(111)로부터 공급되는 물이 흐르는 수관이 설치된다.
- [0025] 이와 같이 연소로(110) 내에서 원료의 연소에 의해 연소로(110) 내에 설치되는 수관을 가열하여 증기를 생성하고, 원료의 연소에 의해 발생하는 고온의 연소가스는 연소로 끝단에 형성되는 연소가스 배출구를 통해 배출된다.
- [0026] 연소로(110)에 의해 생성된 증기는 수분 분리기(112)에 임시저장된 다음 과열기(113)로 보내진다. 연소로(110)에 의해 생성된 증기는 습증기(wet steam)로서 수분 분리기(112)에서 습증기로부터 수분을 분리, 제거하게 된다. 수분 분리기(112)는 사이클론 등을 이용하여 습증기로부터 수분을 제거하게 된다. 수분 분리기(112)에서 수분이 제거된 증기는 과열기(113)로 보내진다.
- [0027] 상기 과열기(113)는 연소로(110)로부터 배출되는 고온의 연소가스를 이용하여 연소로(110)에 의해 생성된 증기를 과열시켜 과열증기를 발생시키기 위한 것으로, 연소로(110) 끝단의 연소가스 배출구와 연결되는 배출가스 유동관과, 배출가스 유동관 내에 형성되는 증기 유동관으로 구성된다. 따라서, 과열기(113)에서는 연소로(110)에서 생성된 증기가 증기 유동관을 통해 이동하면서 동시에 배출가스 유동관을 흐르는 배출가스에 의해 증기가 과열된다. 과열기(113)에서 과열된 증기는 과열증기건조기(120)로 공급된다.
- [0028] 상기 과열증기건조기(120)는 목재칩을 과열증기로 건조처리하는 것으로, 회전하는 하우징(121)과, 하우징(121) 내주면에 결합되는 다수의 날개(122)를 포함하여 이루어진다.
- [0029] 도2는 본 발명에 따른 과열증기건조기(120)의 단면을 도시한 것으로, 하우징(121)의 회전에 의해 내주면에 결합되는 다수의 날개(122)가 함께 회전하게 되고 이에 의해 투입호퍼(120a)로부터 하우징(121) 내부로 공급되는 목재칩이 다수의 날개(122)에 지지되어 상부로 이동한 다음 아래로 내려오는 것을 반복하면서 좌측에서 공급되는 과열증기에 의해 점차 우측 단부의 배출부쪽으로 이동하면서 건조처리된다.
- [0030] 그리고, 과열증기건조기(120)의 우측 단부의 내주면에는 각각 나선 형태로 형성되는 배출안내부가 형성되어 하우징(121)의 회전을 통해 목재칩을 배출하게 된다.
- [0031] 도 3은 본 발명에 따른 과열증기건조기(120)의 배출부(123)를 도시한 것이며, 상기 배출부(123)는 과열증기처리 목재칩과 과열증기가 공급되되, 과열증기는 상부로 배출되고, 건조처리된 목재칩은 다수 개의 회전판(124)이 방사형으로 설치된 회전축(125)을 회전시킴으로써 적재된 과열증기처리된 목재칩을 배출하도록 구성된다.
- [0032] 과열증기건조기(120)의 배출부(123)로부터 배출된 과열증기는 불순물 제거기(130)로 유입된다. 도4는 불순물 제거기(130)를 도시한 것이다. 불순물 제거기(130)는 유입된 과열증기에서 과열증기건조기에 의한 과열증기처리

과정에서 과열증기에 포함된 불순물을 제거하기 위한 것으로, 과열증기처리 과정에서 목재칩이 건조되면서 증발되는 수분 이외에 일산화탄소 및 이산화탄소, 아세트산, 메탄올 등이 제거되고 이러한 물질들과 함께 입자상 불순물을 제거하기 위한 것이다.

[0033] 불순물 제거기(130)는 내부가 가로벽(132)에 의해 상, 하부실(131a, 131b)로 구획된다. 하부실(131a)에는 가로벽(132) 바로 아래쪽에 과열증기가 유입되는 유입구가 형성되고, 유입구가 내주면의 접선방향으로 연결되는 원심분리통(131)이 설치되며, 가로벽(132)에는 원심분리통(131) 내부 아래로 유도관(133)이 길게 형성되고, 가로벽(132) 상측의 상부실(131b) 일측에는 과열증기가 유출되는 유출구가 형성된다. 불순물 제거기(130)의 하부는 하단으로 갈수록 내부가 좁아지는 콘 형상으로 이루어지고 하단에는 원심분리통(131)으로부터 배출된 불순물의 배출을 위한 배출밸브(미도시)가 구비된다.

[0034] 또한, 콘 형상의 원심분리통(131) 하부의 일측에는 내주면의 접선방향으로 연결되어 불순물 제거수가 공급되는 불순물 제거수 공급용기(135)가 연결된다. 이에 따라, 불순물 제거수 공급용기(135)로부터 불순물 제거수가 내주면의 접선방향으로 공급되어 선회하게 되는데, 이 때 과열증기의 회전방향과 반대방향으로 선회하면서 과열증기로부터 전술한 바와 같은 불순물을 포집하여 하부에 수집된다.

[0035] 불순물 제거기(130)는 상기와 같은 구성을 가짐으로써, 유입된 과열증기가 유입구를 통해 유입되어 회전하면서 하강하게 되고 불순물질은 원심력에 의해 원심분리통(131)의 내벽을 타고 돌면서 불순물 제거수에 포집되어 불순물 제거기(130)의 하부에 수집되게 된다. 이와 같이 불순물이 제거된 과열증기는 다시 연소로(110)로 공급되고 재가열되어 순환된다.

[0036] 전술한 바와 같은 구성을 가진 과열증기처리장치(100)에 의해 목재칩을 건조처리하고, 이에 의해 목재칩은 수분이 제거되는 건조 뿐만 아니라 수분 이외에 일산화탄소 및 이산화탄소, 아세트산, 메탄올을 포함한 그 밖의 휘발성 물질을 제거하게 된다. 이와 같은 과정을 통해 공극율이 향상되고 일반 증기에 비해 수분이 제거된 과열증기에 의해 건조처리를 수행함으로써 신속하게 건조처리를 수행할 수 있게 되고 아울러 건조 후 또는 제품 완료 후에도 제품의 품질이 향상된다.

[0037] 또한, 이와 동시에 과열증기에 의해 목재칩의 단위 무게당 탄소함량이 증가하게 된다. 본 발명에서는 50wt% 내지 80wt% 미만으로 탄소함량을 증가시킨다. 이와 같은 처리과정을 거치면서 목재칩은 중량이 감소하면서 단위 무게당 탄소함량이 증가하게 된다.

[0038] 3.분쇄공정

[0039] 위의 열가공처리단계를 거쳐 회수된 반탄화 목재칩은 목재칩 전용 분쇄기(또는 치퍼) 등을 통해 분쇄하는 공정을 거친다. 본 분쇄공정에서는 목재칩 전용 분쇄기로 분쇄하거나 또는 분쇄기로 분쇄 후 추가적으로 목재칩을 디파이버레이터나 그라인더로 섬유화공정을 거칠 수 있다.

[0040] 이와 같이 분쇄공정을 거친 목분은 후술하는 단계인 무기고분자응집제와 혼합사용하기 위해 제품의 특성에 맞게 스크린 통과분을 회수하여 75 μ m ~ 160 μ m 범위의 목분을 사용한다.

[0041] 4. 폴리염화알루미늄(PAC, 7%) 제조 공정

[0042] 그 다음으로 폴리염화알루미늄(PAC, 7%)을 제조한다. 폴리염화알루미늄은 일반적으로 수처리에 사용되는 폴리염화알루미늄의 산화알루미늄 함유농도가 질량기준 10%인 것을 7%으로 증류수와 희석하여 산화알루미늄 함유농도를 낮춘다. 따라서, 주로 3가 음이온성을 띠는 총 인을 처리하기 위해 상기 공정에서 얻어진 반탄화목분의 표면을 폴리염화알루미늄을 이용하여 3가 양이온성을 띠는 양전하로 개질처리하여 반데르발스 인력에 의해 총 인을 응집·침전 처리하기 위해 폴리염화알루미늄(PAC, 7%)을 제조한다.

[0043] 질량기준 산화알루미늄 농도가 7%인 폴리염화알루미늄(PAC, 7%)은 본 발명에서 산화알루미늄 농도가 10%인 시판 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)에 증류수를 혼합한 후 300rpm 이상의 교반속도로 1시간 이상의 교반과정을 거쳐 제조되고, 폴리염화알루미늄의 농도는 용도에 따라 농도조절이 가능하며, 본 실시예에서는 반탄화목분 함유량 1%에 혼합하기 위해 산화알루미늄 7%의 농도인 폴리염화알루미늄을 제조하여 사용하였다. 폴리염화알루미늄은 고도처리 또는 일반 하수처리 중 혼화·응집공정에 사용되고 있으며, 수중 유기물질이 반데르발스 인력에 의해 응집되어 플러를 형성하여 슬러지로 침전 처리되는 것으로 수중 유기물질 제거에 효과적이며, 국내에서 보편적으로 사용되고 있는 수처리제이다.

[0044] 또한, 폴리염화알루미늄의 주요 성분인 알루미늄은 3가 양이온성 물질로 수중 총 인을 구성하는 3가 인산염 인과 반응성이 높아 응집·침전 처리에 매우 효과적이다. 또한, 폴리염화알루미늄의 경우 응집시 pH 범위가 매우

높고 저수온에서도 응집효과가 뛰어나 응집보조제가 불필요한 경우가 많으며, 응집에 있어 필수요건인 알칼리도가 따로 필요하지 않아 대부분의 정수 및 하수처리장에서 이용되고 있다.

5. 반탄화목분 천연재료 혼합응집제 제조 공정

본 공정에서는 위와 같이 산화알루미늄 농도를 저감한 폴리염화알루미늄(PAC, 7%)에 미리 제조된 과열증기처리 반탄화목분 첨가하여 500rpm이상의 교반속도로 3시간이상 교반하여 본 발명의 반탄화목분 천연재료 혼합응집제를 제조한다.

[성능시험예]

본 발명에 따른 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)을 저감화한 천연재료 혼합응집제와 시판 응집제인 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)의 수처리제로써의 성능 및 안정성을 비교하기 위해 하수처리장 1차침전지 유출수를 대상으로 자-테스트를 진행하여 총 인 제거효율 평가 실험, 탁도 제거효율평가 실험 평가, 중금속류 평가, 슬러지 침강성 평가, 발열량 평가를 수행하였다.

1) 실험에 사용된 본 발명에 따른 천연재료 혼합응집제는 과열증기처리한 반탄화목분과 폴리염화알루미늄을 이용하였다. 본 발명 천연재료 혼합응집제는 함수율 12%의 펄프용 참나무 칩을 탄화기기에 투입하고 탄화기기의 화로 온도를 대기온도 220℃까지 승온시킨 뒤 화로의 내부가 산소결핍조건인 상태에서 5분 동안 열가공 처리하였다. 열처리 후 분쇄기로 분쇄하였으며, 분쇄과정 후 75 μ m ~ 106 μ m 크기의 반탄화목분을 사용하였다. 그리고, 폴리염화알루미늄(PAC, 7%)은 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)에 증류수를 혼합한 후 300rpm 이상의 교반속도로 1시간 이상의 교반과정을 거쳐 제조한 후 반탄화목분과 다시 교반하는 과정을 거쳤다.

2) 반탄화목분 함유량에 따른 총 인(Total Phosphorus) 제거효율 실험

본 실험에서는 먼저 시판 응집제인 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)와 본 발명에서 사용되는 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 반탄화목분 함유농도에 따른 총 인 제거효율 평가 실험을 수행하였다. 반탄화목분 함유량은 0.5%, 1%, 5%, 10%로 혼합비율을 설정하였으며, 자-테스트를 수행하기 위해 1L 자에 하수처리장 1차침전지 유출수를 대상으로 급속교반 140rpm에서 2분, 완속교반 40rpm에서 20분, 침전시간 30분을 거쳐 상등액에 대해 흡광도법(아스코르빈산 환원법)을 이용하여 총 인을 측정하여 제거효율을 분석하였다.

혼합비율별 최대 총 인 제거효율에 대한 결과가 표1에 나타나 있다. 도5은 반탄화목분 함유량 별 천연재료 혼합응집제의 주입량에 따른 총 인 제거효율 결과이다.

표 1

항목	혼합비율별 혼합응집제				시판 응집제
	산화알루미늄 10%				폴리염화알루미늄 (PAC, 10%)
	반탄화목분 (TWP) 0.5%	반탄화목분 (TWP) 1.0%	반탄화목분 (TWP) 2.0%	반탄화목분 (TWP) 5.0%	
주입량	10ml				
총 인 제거효율(%)	89.1 %	92.1 %	90.1 %	82.5 %	91.5 %

상기 표1에서와 같이 응집제의 주입량이 10ml인 경우 본 발명 천연재료 혼합응집제의 반탄화목분 농도에 따라 최대 총 인 제거효율이 다르게 나타났는데, 이 중 반탄화목분 함유량이 1%가 된 경우 92.1%로 최대로 나타났으며, 최대 총 인 제거효율이 시판 응집제인 폴리염화알루미늄만을 단일로 사용한 경우와 유사한 제거효율이 나타났다.

또한, 상기 표1 및 도5에 도시된 바와 같이 반탄화목분 함유량이 1%일 경우 총 인 제거효율이 증가하는 경향을 보였으며, 기존 수처리제인 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)만을 사용하는 경우와 유사한 제거효율이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 발명에서 반탄화목분 함유량이 1%일 경우 폴리염화알루미늄의 응집성능을 저해하지 않으며, 우수한 응집성능을 확보할 수 있음을 확인하였다.

3) 산화알루미늄 농도에 따른 총 인(Total Phosphorus) 제거효율 실험

그 다음 전술한 바와 같이 만들어진 본 발명의 반탄화목분 천연재료 혼합응집제의 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)

저감화를 위해 산화알루미늄 농도에 따른 총 인 제거효율 평가 실험을 수행하였다. 앞서 수행된 반탄화목분 함유량에 따른 총 인 제거효율 실험 결과로 반탄화목분 함유량이 1%일 경우가 최적 함유량이라고 판단하여 반탄화목분 함유량 1% 기준에서 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)에서 산화알루미늄 농도를 80%, 50%, 30% 저감하여 혼합응집제를 제조하였으며, 혼합응집제의 총 인 제거효율 평가를 위해 자-테스트를 수행하였다. 자-테스트는 앞서 기술한 바와 동일한 조건에서 수행되었다. 표2는 폴리염화알루미늄 저감화를 위해 산화알루미늄 농도를 30-80% 저감하여 제조한 혼합비율 별 최대 총 인 제거효율에 대한 결과이다. 도6는 산화알루미늄 저감농도 별 총 인 제거효율 실험 결과이다.

표 2

항목	혼합비율별 혼합응집제			시판 응집제
	반탄화목분 1%			
	폴리염화알루미늄 (PAC, 2%)	폴리염화알루미늄 (PAC, 5%)	폴리염화알루미늄 (PAC, 7%)	
저감량	산화알루미늄 80% 저감	산화알루미늄 50% 저감	산화알루미늄 30% 저감	
주입량	15ml	12,5ml	10ml	10ml
총 인 제거효율(%)	60.0%	89.8 %	91.1 %	91.5 %

표2에서와 같이 반탄화목분 함유량이 1%인 기준에서 산화알루미늄 농도가 30% 저감된 경우 최대 91.1%의 제거효율이 나타났으며, 산화알루미늄 농도가 50% 저감된 경우 최대 89.8%의 저감효율이 나타난 것을 알 수 있었다. 이에 총 인 제거효율이 최대 90% 이상인 것을 확인하였다.

상기 표2 및 도6에 도시된 바와 같이 반탄화목분 함유량 1% 기준에서 산화알루미늄 농도가 저감됨에 따라 총 인 제거효율이 감소하는 경향이 나타났으며, 산화알루미늄 농도가 30% 저감된 경우에도 기존 응집제인 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)만을 사용하는 경우와 유사한 제거효율이 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이에 본 발명에서는 환경적 안정성을 고려하고, 경제적으로 효율적인 총 인 제거를 위해 반탄화목분 1%에 산화알루미늄 농도가 7%인 경우가 최적 혼합비율이라고 판단하여, 혼합응집제를 제조하였다.

4) 탁도 제거효율

그 다음으로 하수처리장 1차 침전지 유출수의 탁도 제거효율 실험을 수행하였다. 이를 위해 자-테스트를 수행하였으며, 자-테스트는 앞서 기술한 바와 동일한 조건에서 수행되었다. 본 발명 천연재료 혼합응집제 주입량에 따라 탁도 제거실험을 수행하였고 그 결과가 표3에 나타나 있다. 탁도 측정은 네펠로법에 따라 입자들의 산란광을 측정하는 기기를 이용하여 기기분석에 따라 측정하였다.

표 3

구분	측정항목	주입량 (mL)					
		2.5ml	5ml	7.5ml	10ml	12.5ml	15ml
반탄화목분 천연재료 혼합응집제	탁도 제거효율(%)	78.74 %	82.41 %	85.02 %	89.94 %	86.09 %	82.44 %

상기 표3 및 도7에 도시된 바와 같이 본 발명 천연재료 혼합응집제 주입에 따라 우수한 탁도 제거효율이 나타났는데, 혼합응집제의 경우 주입량 10ml에서 약 90%로 최대 탁도 제거효율이 나타났으며, 시판 응집제의 경우 주입량 12.5ml에서 약 92%의 제거효율이 나타났다. 시판 응집제인 폴리염화알루미늄보다 다소 낮으나 일정 주입량에서 시판 응집제와 유사한 수준의 탁도 제거효율이 나타남을 확인하였다. 앞서 총 인의 제거효율 결과와 유사하게 천연재료 혼합응집제 주입량이 10ml에서 최적 제거효율이 나타남에 따라 최적 주입량을 10ml라고 판단하였다. 따라서, 처리 대상수로 1L 기준 응집제 주입량 10ml 주입 시 효과적인 탁도 제거가 수행될 수 있을 것으로 판단되며, 그 이상의 농도에서는 제거효율이 떨어지는 것으로 판단된다.

4) 중금속류 분석 평가

그 다음으로 하수처리장 1차 침전지 유출수를 대상으로 자-테스트 수행 후 상등액의 중금속류 제거효율 실험을

수행하였다. 자-테스트는 앞서 전술한 바와 동일한 조건에서 수행되었으며, 응집제 주입량은 앞서 실험결과를 통해 최적 주입량으로 선정된 10ml를 주입하였다. 본 발명 천연재료 혼합응집제를 최적 주입량 따라 주입한 후 중금속 제거실험을 수행하였고 그 결과는 도8에 나타나 있다.

[0067] 중금속류의 분석은 물환경보전법 시행규칙에 의거하여 수질오염공정시험기준에 따라 분석하였다. 도8에 도시된 바와 같이 동일 응집제 주입량에서 시판응집제를 이용하여 혼화·응집·침전 공정을 수행할 경우 처리수에서 더 높은 농도의 철, 구리, 비소가 발생되는 것을 알 수 있으며, 천연재료 혼합응집제의 경우 아연이 0.007mg/L의 극소량의 농도만 검출되는 것을 확인하였으며, 해당 농도는 먹는물 수질기준에 의거한 아연 농도가 3mg/L인 것에 비해 매우 낮은 농도인 것으로 나타났다. 이에 본 발명 천연재료 혼합응집제를 사용하여 수처리를 수행할 경우 시판 응집제보다 중금속류에 대해 2배 이상 낮은 농도로 보다 환경적으로 안정적인 수처리를 수행할 수 있다고 판단된다.

[0068] 5) 슬러지 침강성 평가

[0069] 그 다음으로 하수처리장 1차 침전지 유출수를 대상으로 자-테스트 수행 중 혼화·응집공정 수행 후 침전공정에서 슬러지 침강성 평가 실험을 수행하였다. 자-테스트는 앞서 중금속류 평가에 전술한 바와 동일한 조건에서 수행되었다. 본 발명 천연재료 혼합응집제를 최적 주입량에 따라 주입한 후 슬러지 침강성 평가를 수행하였고 그 결과는 도9에 나타나 있다.

[0070] 도9에 도시된 바와 같이 동일 응집제 주입량에서 시판응집제를 이용하여 혼화·응집공정 수행 후 침전 공정에서 침전시간 30분 조건에서 천연재료 혼합응집제가 시판 응집제보다 상대적으로 빨리 침강하는 것을 알 수 있다. 천연재료 혼합응집제의 경우 침강 시간 10분에 침강이 거의 종료된 것으로 나타났으나, 시판 응집제의 경우 2배인 20분에 침강이 거의 종료된 것으로 나타났다. 이에 본 발명 천연재료 혼합응집제가 시판 응집제보다 빠르게 슬러지 부피가 감소되어 보다 효율적인 침강성을 가지고 있다고 판단된다.

[0071] 5) 슬러지 발열량 평가

[0072] 그 다음으로 하수처리장 1차 침전지 유출수를 대상으로 자-테스트 수행 후 발생한 슬러지를 채취하여 슬러지 발열량 평가 실험을 수행하였다. 자-테스트는 앞서 전술한 바와 동일한 조건에서 수행되었다. 본 발명 천연재료 혼합응집제를 최적 주입량 따라 주입한 후 슬러지 발열량 평가를 수행하였고 그 결과는 도10에 나타나 있다.

[0073] 도10에 도시된 바와 같이 동일 응집제 주입량에서 시판응집제를 이용하여 자-테스트 후 발생한 슬러지를 채취하여 함수율 10% 이하의 건조기준에서 발열량을 분석한 결과 본 발명 천연재료 혼합응집제의 발열량이 더 높은 것을 알 수 있으며, 화력발전소 보조연료 기준인 저위발열량 3,000kcal/kg보다 378kcal/kg 더 높은 발열량 3,378kcal/kg을 확보 가능함을 알 수 있다. 이는 시판 응집제 사용 시 발생하는 슬러지의 건조기준 발열량이 3,171kcal/kg인 것에 비해 약 200kcal/kg 정도 더 높은 발열량으로 시판 응집제보다 높은 발열량을 확보 가능함 것으로 나타났다.

[0074] 현재 다양한 환경오염으로 인한 이상기후의 발생으로 산림병해충의 유입과 확산 규모 및 빈도가 증가되어 산림 병충해 피해목의 개체가 점차 증가하고 있으며 이에 따른 경제적 손실도 증가되고 있다. 또한, 수질오염에 대한 환경적 측면에서의 안정적 관리에 대한 중요성과 관리비용이 증대되고 있는 실정에서 본 발명의 탄탄화목분을 이용한 천연재료 혼합응집제를 적용한다면, 연간 국내 하수처리장에서 총인 처리를 위해 소요되는 응집제 투입 비용 약 560억원에서 30%의 편익으로 168억원을 확보하여 경제적 효율성을 확보할 수 있을 것으로 판단되며, 기존 응집제인 폴리염화알루미늄(PAC, 10%)와 유사한 총인 및 탁도의 제거효율과 중금속류에 대한 안정성을 확보하여 하수처리장에서 방류하는 방류수의 환경적 측면에서의 안정적 관리가 가능할 것으로 판단된다. 또한, 폴리염화알루미늄(PAC, 10%) 보다 높은 슬러지 침강성을 확보하고, 200kcal/kg 이상의 발열량을 확보함으로써 하수 슬러지의 에너지화 측면에서의 효율적 활용이 가능할 것으로 판단된다. 뿐만 아니라 병충해 피해목의 재이용을 통한 가치창출로 경제적·환경적 측면의 선순환 구조의 관리효과를 기대할 수 있을 것이다.

[0075] 이상, 본 발명을 바람직한 실시예를 참조로 하여 설명하였으나, 본 발명은 상술한 특성의 바람직한 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능할 것이다.

부호의 설명

[0076] 100 : 과열증기처리장치

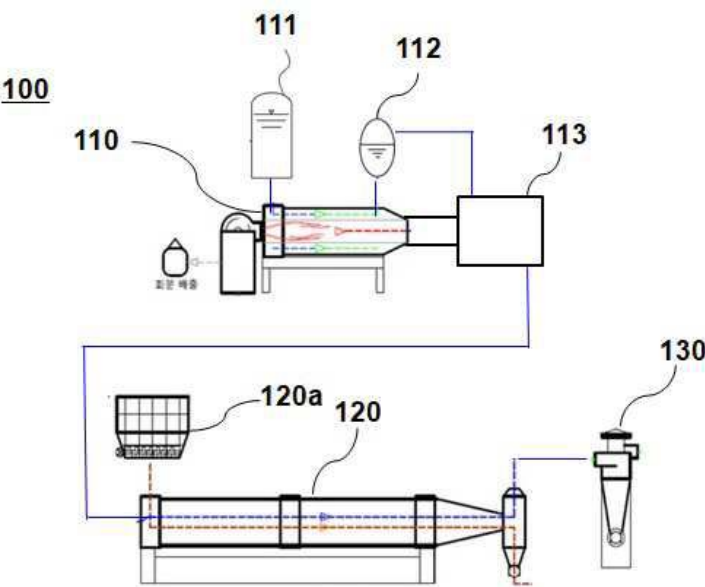
113 : 과열기

120 : 과열증기건조기

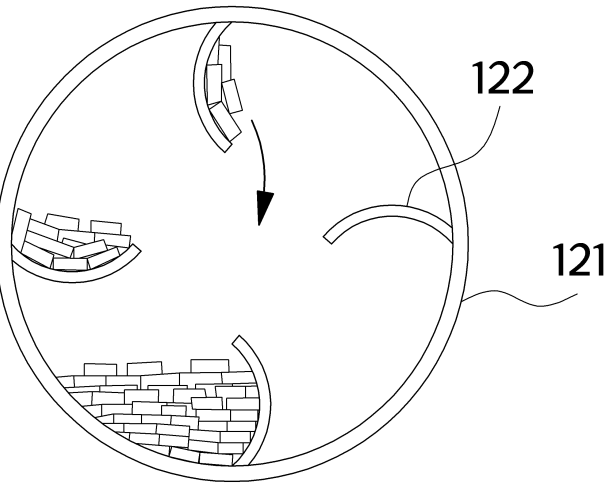
130 : 불순물 제거기

도면

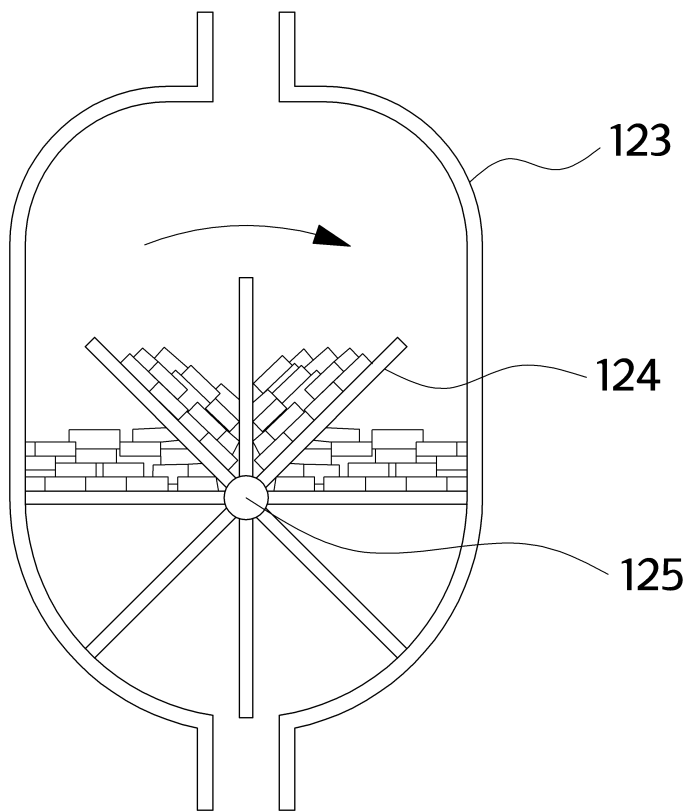
도면1



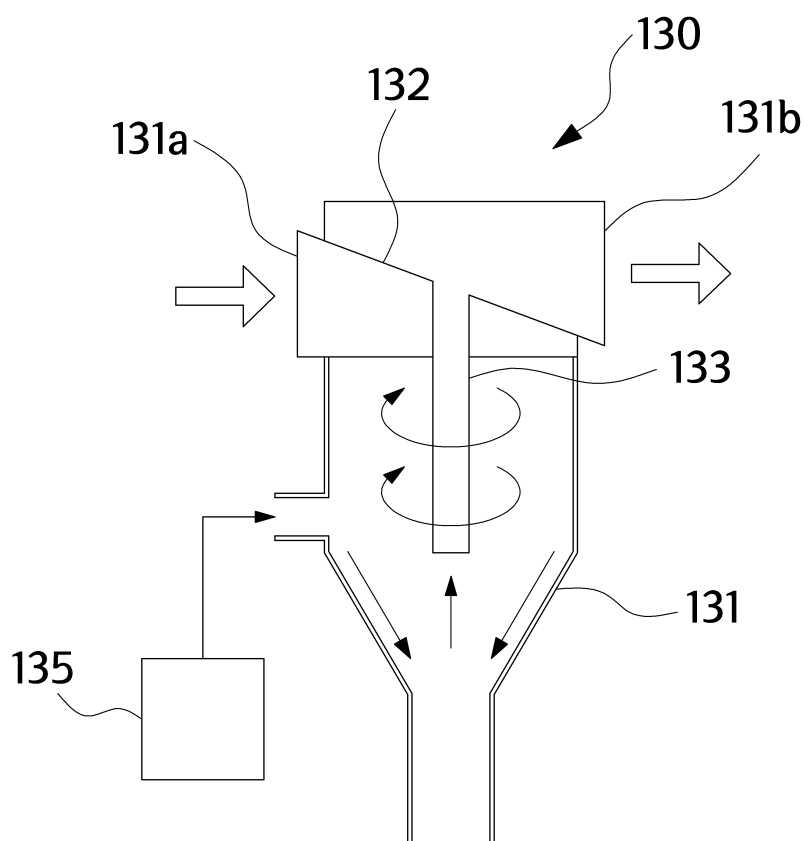
도면2



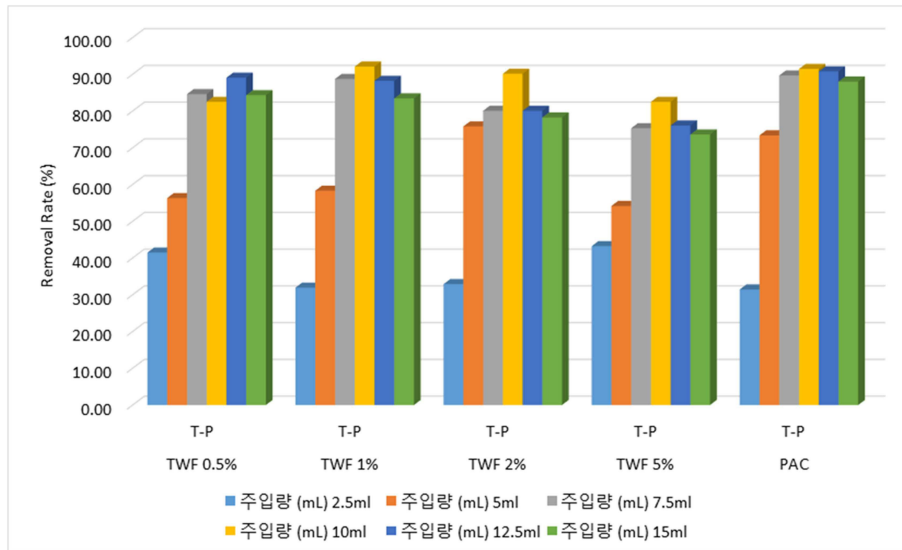
도면3



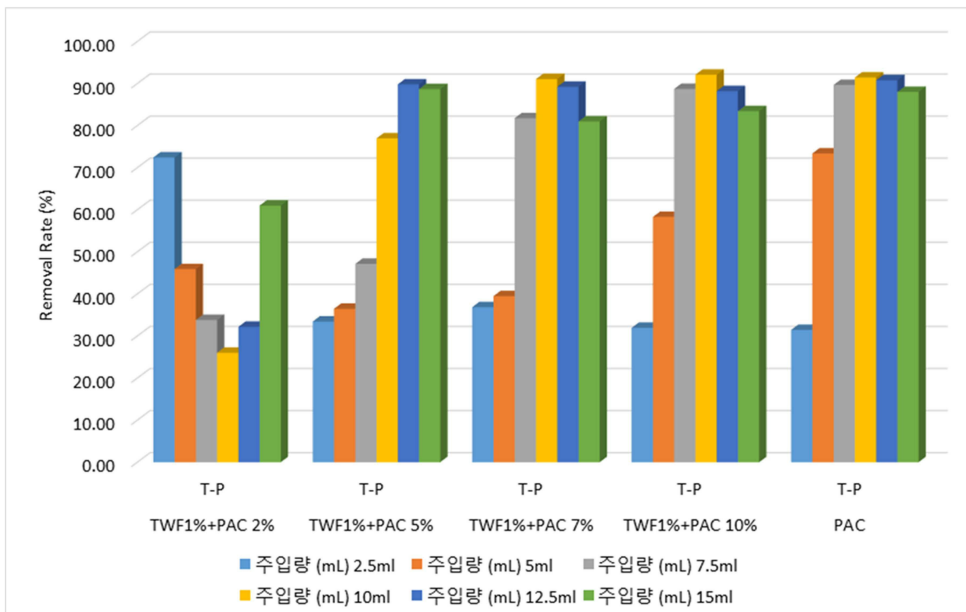
도면4



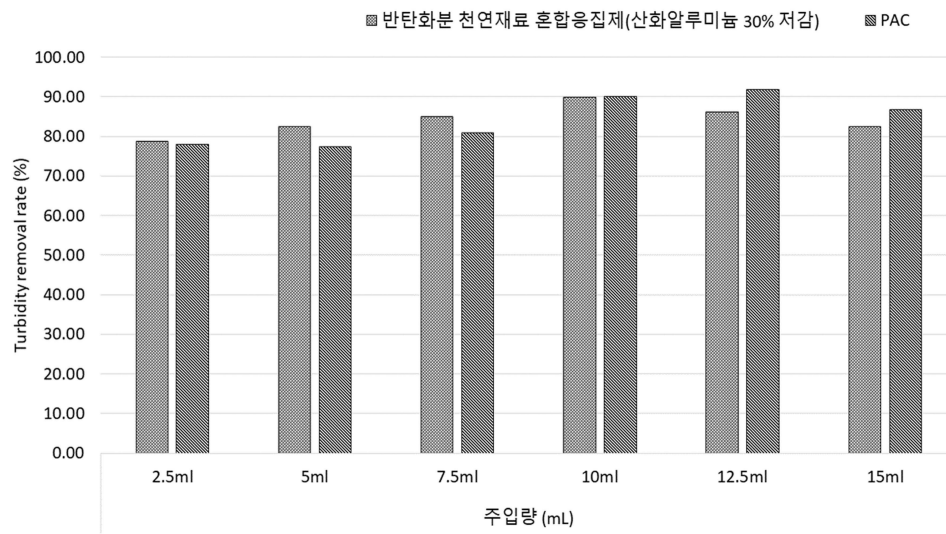
도면5



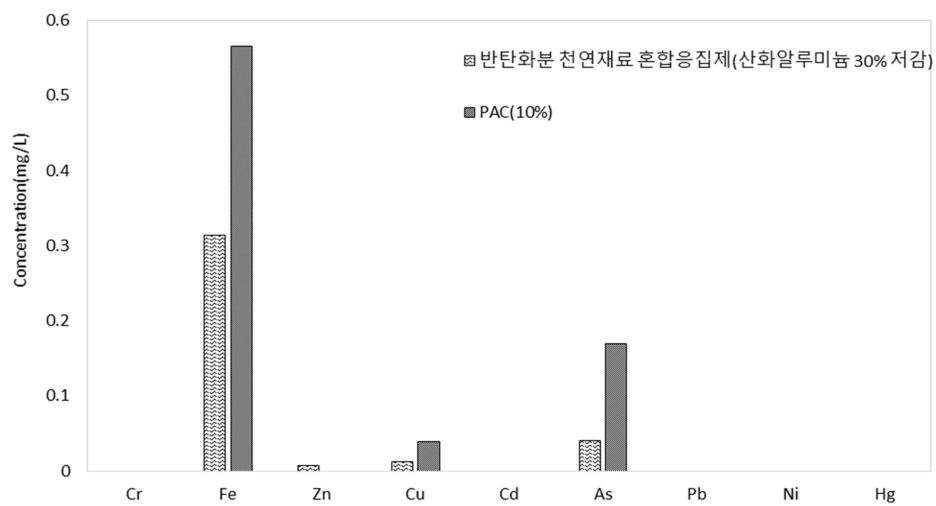
도면6



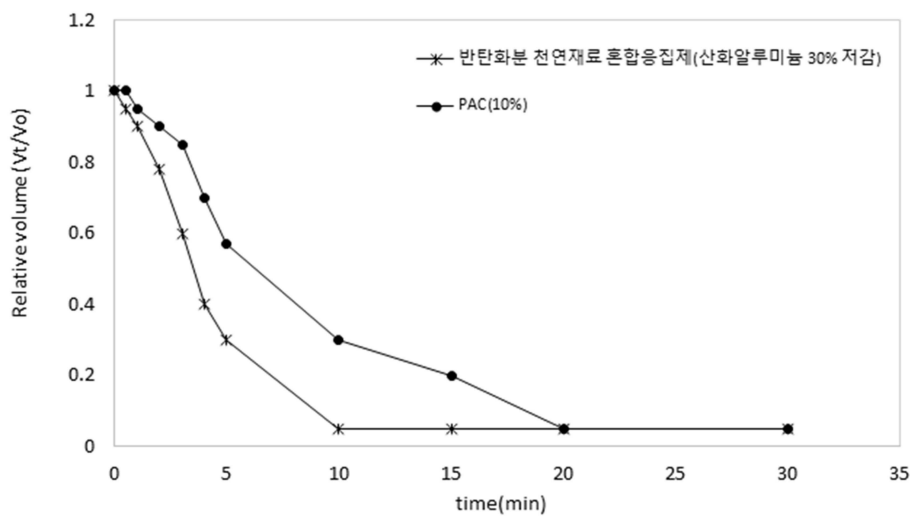
도면7



도면8



도면9



도면10

