



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월28일
(11) 등록번호 10-1871428
(24) 등록일자 2018년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 11/18 (2006.01) B01D 53/00 (2006.01)
B01D 53/56 (2006.01) C02F 11/04 (2006.01)
C02F 11/10 (2006.01) C02F 11/12 (2006.01)
C02F 3/28 (2006.01) C10L 5/46 (2006.01)
F26B 23/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C02F 11/18 (2013.01)
B01D 53/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0109726
(22) 출원일자 2016년08월29일
심사청구일자 2016년08월29일
(65) 공개번호 10-2018-0025326
(43) 공개일자 2018년03월09일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130003522 A*
KR101553370 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
고등기술연구원연구조합
경기도 용인시 처인구 백암면 고안로51번길 175-28
삼영플랜트 주식회사
경기도 안성시 대덕면 시미실길 158
(72) 발명자
장은석
경기도 포천시 왕방로130번길 29 201동 108호 (신읍동,극동1차스타클래스)
한성국
경기도 용인시 처인구 양지면 남평로64번길 26-3, 늘푸른마을 102동 203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 김종진

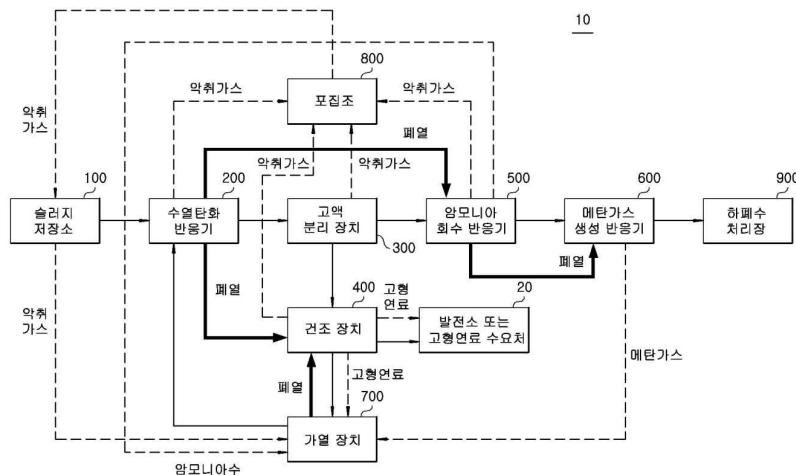
(54) 발명의 명칭 하폐수 슬러지 처리 장치 및 하폐수 슬러지 처리 방법

(57) 요약

하폐수 슬러지 처리 장치 및 방법이 개시된다.

본 발명의 실시예에 따른 하폐수 슬러지 처리 장치는 하폐수 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조, 하폐수 슬러지를 수열탄화(HydroThermal Carbonization, HTC)시키는 수열탄화 반응기, 수열탄화된 하폐수 슬러지를 고체생성물과 액체생성물로 분리하는 고액 분리 장치, 분리된 고체생성물을 건조시켜서 고형연료를 생성하는 건조 장치, 분리된 액체생성물에 포함된 암모니아를 회수하는 암모니아 회수 반응기, 암모니아가 회수된 액체생성물을 발효시켜서 메탄가스를 생성하는 메탄가스 생성 반응기 및 고형연료 및 메탄가스를 이용하여 수열탄화 반응기를 가열하는 가열 장치를 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- B01D 53/56* (2013.01)
- C02F 11/04* (2013.01)
- C02F 11/10* (2013.01)
- C02F 11/12* (2013.01)
- C02F 11/122* (2013.01)
- C02F 3/2893* (2013.01)
- C10L 5/46* (2013.01)
- F26B 23/001* (2013.01)
- B01D 2251/2062* (2013.01)

김호

경기도 과천시 별양상가3로 36, 307동 206호(별양동, 주공아파트)

(72) 발명자

이은실

경기도 안성시 장기로91번길 19, 102동 203호 (창전동, 코스모스아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20153010102130
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	신재생에너지핵심기술개발
연구과제명	열병합 발전용 저에너지 소비형 슬러지 고형연료 생산 및 적용 기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	고등기술연구원연구조합
연구기간	2015.12.01 ~ 2018.09.30

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

하폐수 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조;
상기 하폐수 슬러지를 수열탄화(HydroThermal Carbonization, HTC)시키는 수열탄화 반응기;
상기 수열탄화된 상기 하폐수 슬러지를 고체생성물과 액체생성물로 분리하는 고액 분리 장치;
상기 분리된 상기 고체생성물을 건조시켜서 고형연료를 생성하는 건조 장치;
상기 분리된 상기 액체생성물에 포함된 암모니아를 회수하는 암모니아 회수 반응기;
상기 암모니아가 회수된 상기 액체생성물을 발효시켜서 메탄가스를 생성하는 메탄가스 생성 반응기; 및
상기 고형연료 및 상기 메탄가스를 이용하여 상기 수열탄화 반응기를 가열하는 가열 장치를 포함하고,
상기 암모니아 회수 반응기는 상기 수열탄화 반응기에서 발생하는 폐열을 이용하여 가열되는,
하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 암모니아 회수 반응기는,
상기 고액 분리 장치로부터 분리된 상기 액체생성물에 포함된 암모니아를 기화시킨 다음 액화시켜서 암모니아수를 생성하고, 생성된 암모니아수는 상기 가열 장치에 공급되는,
하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 수열탄화 반응기, 상기 고액 분리 장치, 상기 건조 장치 및 상기 암모니아 회수 반응기에서 발생하는 악취가스를 포집하는 포집조를 더 포함하고,
상기 포집된 상기 악취가스는 상기 슬러지 저장조에 저장되어 상기 가열 장치에 공급되는,
하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 암모니아 회수 반응기는 60℃ 내지 80℃의 온도를 유지하는,
하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 메탄가스 생성 반응기는,
상기 암모니아 회수 반응기에서 발생하는 폐열을 이용함으로써 가열되는,
하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 건조 장치는,

상기 수열탄화 반응기에서 발생하는 폐열 및 상기 가열 장치에서 발생하는 폐열 중 하나 이상을 이용함으로써 가열되는,

하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 고형연료는,

상기 가열 장치 및 발전소 중 하나 이상에 공급되는,

하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 메탄가스는,

혐기 소화조에서 혐기 소화되어 생성되거나, 매립지에서 침출수와 함께 재순환되어 생성된 매립가스로부터 추출되는,

하폐수 슬러지 처리 장치.

청구항 9

하폐수 슬러지를 저장하는 하폐수 슬러지 저장 단계;

수열탄화 반응기에서 상기 하폐수 슬러지를 수열탄화시키는 수열탄화 단계;

상기 수열탄화 단계에서 수열탄화된 상기 하폐수 슬러지를 고체생성물과 액체생성물로 분리하는 고액 분리 단계;

상기 고액 분리 단계에서 분리된 상기 고체생성물을 건조시켜서 고형연료를 생성하는 건조 단계;

상기 고액 분리 단계에서 분리된 상기 액체생성물에 포함된 암모니아를 암모니아 회수 반응기에서 회수하는 암모니아 회수 단계; 및

상기 암모니아 회수 단계에서 상기 암모니아를 회수된 상기 액체생성물을 발효시켜서 메탄가스를 생성하는 메탄가스 생성 단계를 포함하고,

상기 암모니아 회수 단계는,

상기 암모니아 회수 반응기가 상기 수열탄화 단계에서 발생하는 상기 수열탄화 반응기의 폐열을 통해 가열되는,

하폐수 슬러지 처리 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 수열탄화 반응기는 상기 건조 단계에서 생성된 상기 고형연료 및 상기 메탄가스 생성 단계에서 생성된 상기 메탄가스를 이용하여 가동되는 가열장치에 의해 가열되는,

하폐수 슬러지 처리 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 암모니아 회수 단계에서 생성되는 암모니아수는,

상기 고액 분리 단계에서 분리된 상기 액체생성물에 포함된 상기 암모니아가 암모니아 회수 반응기에 의해 기화된 다음 액화되어 상기 가열 장치로 공급되는,

하폐수 슬러지 처리 방법.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 수열탄화 단계, 상기 고액 분리 단계, 상기 건조 단계 및 상기 암모니아 회수 단계에서 발생하는 악취가스를 포집하는 포집 단계를 더 포함하고,

포집된 상기 악취가스는 상기 하폐수 슬러지가 저장되는 슬러지 저장조에 저장되고, 가열 장치에 공급되는,

하폐수 슬러지 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하폐수 슬러지 처리 장치 및 하폐수 슬러지 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 국내 하폐수 슬러지의 발생량은 2014년 기준 10,187톤/일이며, 연평균 5.9%씩 증가하여 2025년에는 2006년 대비 2배가량 증가한 14,700여 톤에 달할 것으로 추정된다.

[0003] 다만, 1972년에 체결된 폐기물 기타 물질의 투기에 의한 해양오염 방지 협약(런던협약)에 의해 대한민국 정부는 하폐수 슬러지의 해양투기 금지를 2012년부터 시행하였다. 이에 따라, 하폐수 슬러지의 해양투기를 대체할만한 대안 기술의 확보가 시급한 상황이다.

[0004] 이에 따라, LNG 열원을 이용하여 하폐수 슬러지를 건조시킴으로써, 고형연료를 생산하는 기술이 개발되고 있다. 하지만, 하폐수 슬러지는 고함수율을 가지기 때문에, 하폐수 슬러지를 건조하는 과정에서 소비되는 건조 에너지가 생산되는 에너지 보다 많아 경제성 측면에서 한계가 있다.

[0005] 또한, 하폐수 슬러지를 건조하는 과정에서 발생하는 악취를 제거하기 위해 별도의 악취 제거 설비를 운영해야 하기 때문에 운영비가 늘어나는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국내 등록특허공보 10-1433141호 (2014.08.18. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시예들은 하폐수 슬러지에 잠재된 에너지를 최대한 회수할 수 있는 하폐수 슬러지 처리 장치 및 하폐수 슬러지 처리 방법을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 측면에 따르면, 하폐수 슬러지를 저장하는 슬러지 저장조, 상기 하폐수 슬러지를 수열탄화 (HydroThermal Carbonization, HTC)시키는 수열탄화 반응기, 상기 수열탄화된 상기 하폐수 슬러지를 고체생성물과 액체생성물로 분리하는 고액 분리 장치, 상기 분리된 상기 고체생성물을 건조시켜서 고형연료를 생성하는 건

조 장치, 상기 분리된 상기 액체생성물에 포함된 암모니아를 회수하는 암모니아 회수 반응기, 상기 암모니아 회수된 상기 액체생성물을 발효시켜서 메탄가스를 생성하는 메탄가스 생성 반응기 및 상기 고형연료 및 상기 메탄가스를 이용하여 상기 수열탄화 반응기를 가열하는 가열 장치를 포함하는 하폐수 슬러지 처리 장치가 제공될 수 있다.

- [0009] 또한, 상기 암모니아 회수 반응기는, 상기 고액 분리 장치로부터 분리된 상기 액체생성물에 포함된 암모니아를 기화시킨 다음 액화시켜서 암모니아수를 생성하고, 생성된 암모니아수는, 상기 가열 장치에 공급될 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 수열탄화 반응기, 상기 고액 분리 장치, 상기 건조 장치 및 상기 암모니아 회수 반응기에서 발생하는 악취가스를 포집하는 포집조를 더 포함하고, 상기 포집된 상기 악취가스는 상기 슬러지 저장조에 저장되어 상기 가열 장치에 공급될 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 암모니아 회수 반응기는, 상기 수열탄화 반응기에서 발생하는 폐열을 이용함으로써 가열될 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 메탄가스 생성 반응기는, 상기 암모니아 회수 반응기에서 발생하는 폐열을 이용함으로써 가열될 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 건조 장치는, 상기 수열탄화 반응기에서 발생하는 폐열 및 상기 가열 장치에서 발생하는 폐열 중 하나 이상을 이용함으로써 가열될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 고형연료는, 상기 가열 장치 및 발전소 중 하나 이상에 공급될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 메탄가스는, 혐기 소화조에서 혐기 소화되어 생성되거나, 매립지에서 침출수와 함께 재순환되어 생성된 매립가스로부터 추출될 수 있다.
- [0016] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 하폐수 슬러지를 저장하는 하폐수 슬러지 저장 단계, 수열탄화 반응기에서 상기 하폐수 슬러지를 수열탄화시키는 수열탄화 단계, 상기 수열탄화 단계에서 수열탄화된 상기 하폐수 슬러지를 고체생성물과 액체생성물로 분리하는 고액 분리 단계, 상기 고액 분리 단계에서 분리된 상기 고체생성물을 건조시켜서 고형연료를 생성하는 건조 단계, 상기 고액 분리 단계에서 분리된 상기 액체생성물에 포함된 암모니아를 회수하는 암모니아 회수 단계 및 상기 암모니아 회수 단계에서 상기 암모니아 회수된 상기 액체생성물을 발효시켜서 메탄가스를 생성하는 메탄가스 생성 단계를 포함하는 하폐수 슬러지 처리 방법이 제공될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 수열탄화 반응기는 상기 건조 단계에서 생성된 상기 고형연료 및 상기 메탄가스 생성 단계에서 생성된 상기 메탄가스를 이용하여 가동되는 가열장치에 의해 가열될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 암모니아 회수 단계에서 생성되는 암모니아수는, 상기 고액 분리 단계에서 분리된 상기 액체생성물에 포함된 상기 암모니아 회수 반응기에 의해 기화된 다음 액화되어 상기 가열 장치로 공급될 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 수열탄화 단계, 상기 고액 분리 단계, 상기 건조 단계 및 상기 암모니아 회수 단계에서 발생하는 악취가스를 포집하는 포집 단계를 더 포함하고, 포집된 상기 악취가스는 상기 하폐수 슬러지가 저장되는 슬러지 저장조에 저장되고, 상기 가열 장치에 공급될 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명의 실시예들은 하폐수 슬러지에 잠재된 에너지를 최대한 회수할 수 있는 하폐수 슬러지 처리 장치 및 하폐수 슬러지 처리 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하폐수 슬러지 처리 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
 도 2는 도 1의 하폐수 슬러지 처리 장치를 이용하는 하폐수 슬러지 처리 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 구성 및 작용에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 설명은 특히 청구 가능한 본 발명의 여러 측면(aspects) 중 하나이며, 하기의 설명은 본 발명에 대한 상세한 기술의 일부를 이룰 수 있다.
- [0023] 다만, 본 발명을 설명함에 있어 공지된 구성 또는 기능에 관한 구체적인 설명은 본 발명을 명료하게 하기 위해

생략할 수 있다.

- [0024] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예들을 포함할 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0025] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0026] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 ‘연결되어’ 있다거나 ‘접속되어’ 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0027] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하폐수 슬러지 처리 장치의 구성을 개략적으로 나타내는 도면이다.
- [0029] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 하폐수 슬러지 처리 장치(10)는 하폐수 슬러지로부터 고액 분리된 고체생성물을 이용하여 고형연료를 생산하고, 고액 분리된 액체생성물을 이용하여 메탄가스를 생산하는 장치에 관한 것이다. 이를 위해, 하폐수 슬러지 처리 장치(10)는 슬러지 저장조(100), 수열탄화 반응기(200), 고액 분리 장치(300), 건조 장치(400), 암모니아 회수 반응기(500), 메탄가스 생성 반응기(600), 가열 장치(700) 및 포집조(800)를 포함할 수 있다.
- [0030] 슬러지 저장조(100)에는 하폐수 슬러지가 저장될 수 있다. 이러한 하폐수 슬러지는 약 80% 이상의 함수율을 가질 수 있다.
- [0031] 다만, 본 실시예에서는 슬러지 저장조(100)에 하폐수 슬러지가 저장되는 경우를 일 예로 들어 설명하나, 본 발명의 사상이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 슬러지 저장조(100)에는 음식물 폐기물, 축산분뇨, 농업부산물 등이 저장될 수도 있다.
- [0032] 수열탄화 반응기(200)는 하폐수 슬러지를 가열하여 수열탄화시킬 수 있다.
- [0033] 여기서, 수열탄화(HydroThermal Carbonization, HTC)란 저함수율을 갖는 재료와 물을 혼합한 재료 또는 고함수율을 갖는 재료를 폐쇄형 반응기에 넣어 가온시키고, 이러한 가온에 의해 물이 포화되어 수증기압이 발생되면서 수분 증발 없이 탄화 반응이 진행되는 것을 의미한다.
- [0034] 수열탄화 반응기(200)는 하폐수 슬러지가 수용되되, 밀폐된 공간을 이루는 용기 형상을 가질 수 있다. 또한, 도시하지는 않았으나, 수열탄화 반응기(200)의 내부에는 교반기가 설치될 수 있다. 이러한 교반기에 의해 수열탄화 반응기(200)의 내부에 수용된 하폐수 슬러지가 균일하게 섞일 수 있다.
- [0035] 한편, 수열탄화 반응기(200)에서 사용되는 열원은 가열 장치(700)로부터 공급되는 열매유 또는 스팀일 수 있다. 일 예로, 수열탄화 반응기(200)는 하폐수 슬러지를 약 150℃ 내지 약 250℃의 범위에서 가열할 수 있다.
- [0036] 이때, 상술한 바와 같이, 하폐수 슬러지는 고함수율을 가지므로, 별도의 물을 공급하지 않아도, 수열탄화 반응기(200)에서는 탄화 반응이 일어날 수 있다.
- [0037] 구체적으로, 수열탄화 반응기(200)에 열이 가해질수록, 수열탄화 반응기(200)에 공급된 하폐수 슬러지의 수분 함량이 감소되면서 상대적으로 탄소가 고정될 수 있다. 다시 말해, 하폐수 슬러지의 수분 함량의 감소에 의해 하폐수 슬러지의 산소 함량 및 수소 함량이 감소되고, 이에 따라, 하폐수 슬러지의 탄소 함량은 상대적으로 증가하는 것이다.
- [0038] 수열탄화 반응기(200)에 의해 수열탄화된 하폐수 슬러지는 고액 분리 장치(300)에 의해 고체생성물과 액체생성물로 분리될 수 있다.
- [0039] 이때, 고액 분리 장치(300)는 일 예로, 양면에 멤브레인을 용착한 형태의 여과판을 포함하는 멤브레인 필터 프레스일 수 있다.
- [0040] 구체적으로, 수열탄화된 하폐수 슬러지는 여과판과 여과판 사이에 형성된 여과실에 인입될 수 있으며, 수열탄화

된 하폐수 슬러지는 여과실에 인입되는 압력에 의해 여과판에 압착되면서 1차 탈수될 수 있다.

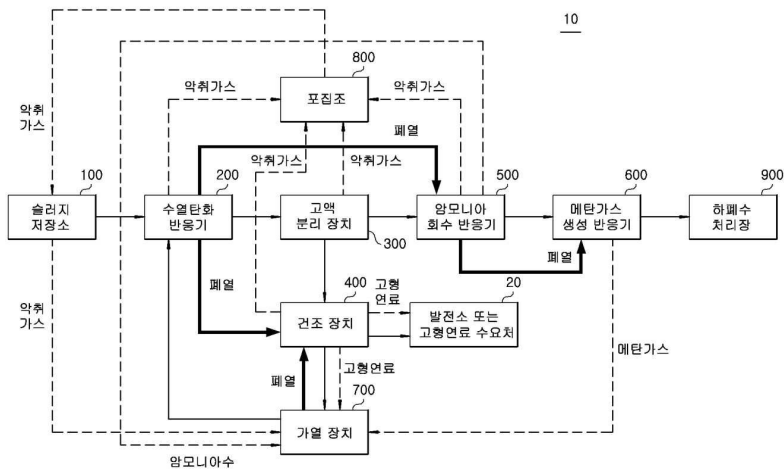
- [0041] 또한, 여과실 내부의 압력이 일정 압력 이상이 되면, 1차 탈수를 중지하고, 멤브레인이 확장될 수 있다. 따라서, 1차 탈수된 하폐수 슬러지는 확장되는 멤브레인에 의해 2차 탈수될 수 있다.
- [0042] 이와 같이, 수열탄화된 하폐수 슬러지가 2회 탈수됨에 따라, 수열탄화된하폐수 슬러지의 탈수 효율이 향상될 수 있다. 따라서, 고액 분리 장치(300)로부터 분리된 고체생성물은 약 40% 이하의 함수율을 가질 수 있으며, 이러한 고체생성물은 건조 장치(400)로 공급되어 건조될 수 있다.
- [0043] 다만, 본 실시예에서는, 고액 분리 장치(300)가 멤브레인 필터 프레스인 경우를 일 예로 들어 설명하였으나, 본 발명의 사상이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 고액 분리 장치(300)는 수열탄화된 하폐수 슬러지를 기계적으로 탈수시킬 수 있는 진공 여과기, 원심 분리기, 벨트 프레스 등일 수도 있다.
- [0044] 구체적으로, 건조 장치(400)로 공급된 고체생성물은 수열탄화 반응기(200)또는 가열 장치(700)로부터 공급되는 폐열에 의해 가열될 수 있다. 또한, 도시하지는 않았으나, 건조 장치(400)는 고체생성물을 수열탄화 반응기(200)로부터 공급되는 폐열과 열교환시킬 수 있는 열교환기 등을 더 포함할 수 있다. 이로써, 건조 장치(400)로부터 고형연료가 수득될 수 있다. 이때, 고형연료는 약 10% 이하의 함수율을 가질 수 있으며, 가열 장치(700), 발전소, 고형연료 수요처 등에 공급될 수 있다.
- [0045] 뿐만 아니라, 이와 같이 저함수율을 갖는 고형연료는 수열탄화 및 고액 분리가 선행된 고체생성물로부터 수득되므로, 우수한 발열량 및 우수한 에너지 밀도를 가질 수 있다. 이는, 하폐수 슬러지가 수열탄화되는 과정에서 산소를 제외한 요소(탄소)의 함량이 증가하였고, 수열탄화된 하폐수 슬러지가 건조되는 과정에서 함수율이 감소되기 때문이다.
- [0046] 한편, 고액 분리 장치(300)로부터 분리된 액체생성물에는 고농도의 암모니아성 질소(NH₃-N)가 포함되어 있다. 이러한 암모니아성 질소는 후술할 메탄가스 생성 반응기(600)에서 저해 인자로서 작용하기 때문에 제거되어야 한다.
- [0047] 이에 따라, 고액 분리 장치(300)로부터 분리된 액체생성물은 암모니아 회수 반응기(500)로 공급될 수 있다.
- [0048] 구체적으로, 암모니아 회수 반응기(500)는 액체생성물에 포함된 암모니아 성분을 기화시킨 후에 암모니아 가스를 제거하는 스트리핑(stripping) 장치일 수 있다.
- [0049] 이때, 암모니아 회수 반응기(500)는 암모니아제거에 소요되는 공기량을 감소시키기 위해 약 60℃ 내지 약 80℃에서 운전될 수 있으며, 암모니아 회수 반응기(500)에서 사용되는 열원은 수열탄화 반응기(200)로부터 공급되는 폐열일 수 있다.
- [0050] 한편, 암모니아 회수 반응기(500)에서 기화된 암모니아는 암모니아 액화 장치(미도시)로 유입된 다음, 냉각수에 의해 암모니아수로 액화될 수 있다.
- [0051] 이러한 암모니아수는 가열 장치(700)로 공급되어 가열 장치(700)의 배기가스에 포함된 질소산화물(NO_x)을 제거하는데 사용될 수 있다. 이에 대해서는 후술하겠다.
- [0052] 한편, 암모니아 회수 반응기(500)에 의해 암모니아가 회수된 액체생성물은 메탄가스 생성 반응기(600)로 공급될 수 있다.
- [0053] 이때, 메탄가스 생성 반응기(600)는 일 예로, 혐기 소화 공정이 수행되는 혐기 소화조일 수 있다.
- [0054] 구체적으로, 메탄가스 생성 반응기(600)는 암모니아가 회수된 액체생성물에 포함된 다당류, 단백질, 지질 등을 단당류, 아미노산, 글리세롤, 고급 지방산 등으로 가수분해시킬 수 있고, 그 후, 아세트산(CH₃COOH) 또는 부틸산(C₃H₇COOH)과 같은 유기산의 생성을 유도할 수 있다.
- [0055] 또한, 이와 같이 생성된 유기산은 메탄 발효될 수 있다. 이때, 유기산이 메탄 발효되는 과정에서 발생하는 가스는 메탄, 이산화탄소 등을 포함할 수 있으며, 그 중 메탄가스는 가열 장치(700)로 공급될 수 있다.
- [0056] 한편, 메탄가스 생성 반응기(600)에서 혐기 소화 공정이 진행되기 위해서는 메탄가스 생성 반응기(600)의 온도도 적정 수준으로 유지되어야 한다. 이를 위해, 메탄가스 생성 반응기(600)는 암모니아 회수 반응기(500)로부터 공급되는 폐열에 의해 가열될 수 있다.
- [0057] 또한, 메탄가스 생성 반응기(600)에서 혐기 소화 공정이 완료된 최종 폐액은 하폐수 처리장(900)에서 처리될 수

있다.

- [0058] 도시하지는 않았으나, 메탄가스 생성 반응기(600)는 암모니아가 회수된 액체생성물을 암모니아 회수 반응기(500)로부터 공급되는 폐열과 열교환시킬 수 있는 열교환기 등을 더 포함할 수 있다.
- [0059] 다만, 본 실시예에서는, 메탄가스 생성 반응기(600)가 혐기 소화조로서, 혐기 소화 공정을 통해 메탄가스가 생성되는 경우를 일 예로 들어 설명하였으나, 본 발명의 사상이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 메탄가스는 암모니아가 회수된 액체생성물이 매립지에서 침출수와 함께 재순환됨에 따라 생성된 매립가스로부터 추출될 수도 있다.
- [0060] 가열 장치(700)는 건조 장치(400)에서 생성된 고형연료 및 메탄가스 생성 반응기(600)에서 생성된 메탄가스를 이용하여 수열탄화 반응기(200)를 가열할 수 있다. 일 예로, 가열 장치(700)는 고체연료 및 액체연료를 모두 사용할 수 있는 보일러일 수 있다.
- [0061] 한편, 가열 장치(700)가 고형연료와 메탄가스를 이용하여 수열탄화 반응기(200)를 가열하는 과정에서 배기가스가 발생할 수 있다. 이러한 배기가스는 선택적 비촉매 환원법(Selective Non Catalytic Reduction: SNCR)을 이용하여 제거될 수 있다. 여기서, 선택적 비촉매 환원법은 촉매를 사용하지 않고, 배기가스에 포함된 질소산화물을 환원제로 환원시켜서 질소와 수증기로 만드는 방법을 의미한다.
- [0062] 구체적으로, 암모니아 회수 반응기(500)에서 생성된 암모니아수가 환원제로 사용됨으로써, 배기가스에 포함된 질소산화물이 질소와 수증기로 환원될 수 있다.
- [0063] 이와 같이, 선택적 비촉매환원법을 이용하여 가열 장치(700)의 배기가스를 처리하기 위해 별도의 환원제를 사용하는 것이 아니라, 암모니아 회수 반응기(500)에서 생성된 암모니아수를 환원제로서 활용하므로, 운영비가 절감될 수 있다.
- [0064] 한편, 수열탄화 반응기(200), 고액 분리 장치(300), 건조 장치(400) 및 암모니아 회수 반응기(500)에서는 악취가스가 발생할 수 있다.
- [0065] 이러한 악취가스는 포집조(800)에 의해 포집될 수 있다. 그리고, 포집조(800)에 포집된 악취가스는 슬러지 저장조(100)에 저장될 수 있다.
- [0066] 한편, 본 실시예에서는, 악취가스가 포집조(800)에 포집되는 경우를 일 예로 들어 설명하였으나, 본 발명의 사상이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 악취가스는 수열탄화 반응기(200), 고액 분리 장치(300), 건조 장치(400) 및 암모니아 회수 반응기(500)에 각각 연결된 별도의 공급 라인을 통해 슬러지 저장조(100)에 바로 공급될 수도 있다. 이 경우, 슬러지 저장조(100)의 상부 공간이 악취가스의 포집 공간으로 활용될 수 있다.
- [0067] 또한, 슬러지 저장조(100)에 저장된 악취가스는 가열 장치(700)에 선택적으로 공급될 수 있다. 이때, 가열 장치(700)에 공급된 악취가스는 가열 장치(700)에서 고온 연소되어 제거될 수 있다. 이로써, 이러한 악취가스를 제거하기 위해 악취가스 제거 장치를 별도로 설치하던 기존에 비해 운영비를 절감할 수 있다.
- [0068] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 하폐수 슬러지 처리 방법을 도 2를 참조하여 설명하겠다.
- [0069] 도 2는 도 1의 하폐수 슬러지 처리 장치를 이용하는 하폐수 슬러지 처리 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0070] 도 2를 참조하면, 먼저, 슬러지 저장조(100)에 하폐수 슬러지가 저장(S100)될 수 있다.
- [0071] 그리고, 수열탄화 반응기(200)에서 하폐수 슬러지가 수열탄화(S200)될 수 있다.
- [0072] 구체적으로, 수열탄화 반응기(200)는 가열 장치(700)로부터 공급되는 열매유 또는 스팀에 의해 가열될 수 있으며, 이러한 가열에 의해 수증기압이 발생되면서 수분 증발 없이 하폐수 슬러지는 탄화될 수 있다.
- [0073] 수열탄화가 완료된 하폐수 슬러지는 고액 분리 장치(300)에서 고체생성물과 액체생성물로 고액 분리(S300)될 수 있다.
- [0074] 한편, 고액 분리 장치(300)에서 분리된 고체생성물은 건조 장치(400)에서 건조(S400)됨으로써, 고형연료가 수득될 수 있다. 다만, 하폐수 슬러지의 건조 단계(S400) 이전에 수열탄화 단계(S200) 및 고액 분리 단계(S300)가 이루어져 하폐수 슬러지의 함수율이 이미 감소되었기 때문에, 하폐수 슬러지의 건조 공정은 최소화될 수 있다. 이와 같이 수득된 고형연료는 발전소 또는 고형연료 수요처(20)에 공급되거나, 가열 장치(700)의 에너지원으로 공급될 수 있다.

도면

도면1



도면2

