(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0084462
(43) 공개일자 2015년07월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C02F 11/12 (2006.01) *F26B 21/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0004502
(22) 출원일자 2014년01월14일
심사청구일자 2014년01월14일

(71) 출원인
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
엄태인
대전광역시 유성구 엑스포로 501 청구나래아파트 109동 1102호
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

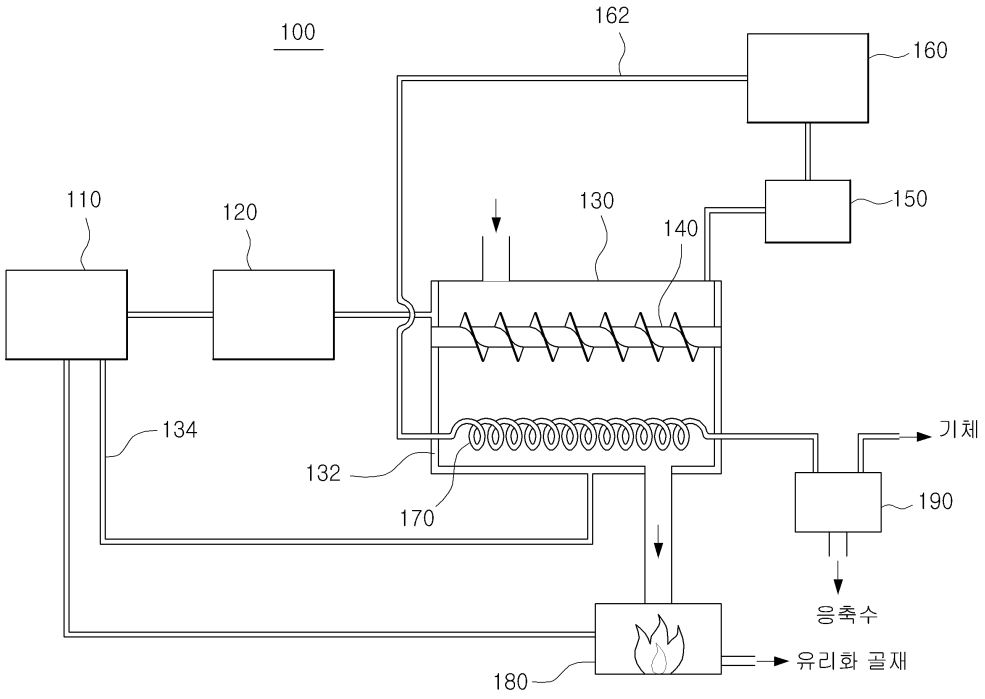
(54) 발명의 명칭 **폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치**

(57) 요 약

본 발명은, 보일러에 의해 수증기를 발생시켜 공급하는 수증기 공급부; 상기 수증기 공급부에서 공급되는 상기 수증기를 임시 저장하는 수증기 저장부; 내측으로는 폐수슬러지를 공급받는 공간을 제공하고, 내측면상에 상기 수증기 공급부에서 발생된 수증기가 순환하는 수증기 순환부가 배치되며 상기 폐수슬러지에 열을 인가하여 건조

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



되도록 하는 슬러지 건조부; 상기 슬러지 건조부의 내부 일측에서 타측으로 상기 폐수슬러지를 이동시키는 슬러지 이동부; 상기 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생된 폐수증기를 포집하는 폐수증기 포집부; 상기 폐수증기 포집부에서 포집된 폐수증기를 압축하는 폐수증기 압축부; 상기 슬러지 건조부의 내측에 배치되고 상기 수증기 압축부에서 압축된 폐수증기가 내측으로 통과되도록 하고, 상기 폐수증기의 열을 상기 폐수슬러지로 인가하여 상기 폐수슬러지를 건조시키는 방열부; 건조되어 배출되는 상기 폐수슬러지를 용융시키는 슬러지 용융부; 상기 수증기 순환부에서 순환된 후 배출되는 폐수증기에 의해 발생되는 응축수를 상기 수증기 공급부로 순환시키는 제1 순환관; 상기 슬러지 용융부에서 배출되는 연소가스를 상기 수증기 공급부로 순환시키는 제2 순환관; 및 상기 방열부에서 배출되는 폐수증기에 의해 발생되는 응축수와 악취 가스를 분리하여 배출하는 응축수 배출부; 를 포함하는 폐수증기를 활용하는 폐수슬러지의 건조 및 재활용 장치를 제공한다.

본 발명은, 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생하는 폐수증기를 포집 및 압축한 후 상기한 건조 과정에 열에너지로 재활용하여 에너지를 절감할 수 있고, 건조 장치에서 건조된 폐수 슬러지는 용융로에서 용융시켜 건축 자재 등으로 재활용 할 수 있다. 또한, 본 발명은 용융로에서 발생하는 연소가스는 수증기의 생산에 재활용할 수 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20133030100860
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	에너지기술개발 사업
연구과제명	산업폐수 슬러지 건조-열적 안정화처리 및 폐열회수 일체화 기술
기 여 율	1/1
주관기관	한밭대학교 산학협력단
연구기간	2013.08.01 ~ 2016.07.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

보일러에 의해 수증기를 발생시켜 공급하는 수증기 공급부;

상기 수증기 공급부에서 공급되는 상기 수증기를 임시 저장하는 수증기 저장부;

내측으로는 폐수슬러지를 공급받는 공간을 제공하고, 내측면상에 상기 수증기 공급부에서 발생된 수증기가 순환하는 수증기 순환부가 배치되며 상기 폐수슬러지에 열을 인가하여 건조되도록 하는 슬러지 건조부;

상기 슬러지 건조부의 내부 일측에서 타측으로 상기 폐수슬러지를 이동시키는 슬러지 이동부;

상기 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생된 폐수증기를 포집하는 폐수증기 포집부;

상기 폐수증기 포집부에서 포집된 폐수증기를 압축하는 폐수증기 압축부;

상기 슬러지 건조부의 내측에 배치되고 상기 수증기 압축부에서 압축된 폐수증기가 내측으로 통과되도록 하고, 상기 폐수증기의 열을 상기 폐수슬러지로 인가하여 상기 폐수슬러지를 건조시키는 방열부;

건조되어 배출되는 상기 폐수슬러지를 용융시키는 슬러지 용융부;

상기 수증기 순환부에서 순환된 후 배출되는 폐수증기에 의해 발생되는 응축수를 상기 수증기 공급부로 순환시키는 제1 순환관;

상기 슬러지 용융부에서 배출되는 연소가스를 상기 수증기 공급부로 순환시키는 제2 순환관; 및

상기 방열부에서 배출되는 폐수증기에 의해 발생되는 응축수와 악취 가스를 분리하여 배출하는 응축수 배출부;를 포함하는 폐수증기를 활용하는 폐수슬러지의 건조 및 재활용 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 수증기 공급부은,

5 내지 10 바(bar-절대기압)의 압력과 150~200℃의 온도 상태인 수증기를 공급하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 폐수증기 포집부는 상기 폐수증기를 1 내지 2바(bar-절대기압)의 압력과 100 내지 130 ℃의 온도로 포집하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 폐수증기 압축부는,

상기 폐수증기를 5 내지 10 바(bar-절대기압)의 압력과 150~200℃의 온도로 압축하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치.

청구항 5

제1항 내지 제4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 폐수증기 압축부는,

용적식 스크류(screw)형 압축기인 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 응축수 배출부는,

상기 응축수를 1바(bar) 이하의 압력 상태로 팽창시키는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 폐수 슬러지의 건조 과정에서 배출되는 폐수증기를 재활용할 수 있고, 건조된 폐수 슬러지는 용융로에서 용융시켜 골재로서 활용할 수 있으며, 용융로에서 발생하는 연소가스는 수증기의 생산에 활용할 수 있는 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 각종 산업체에서 배출되는 폐수슬러지에는 다음의 [표 1]에 기재되어 있는 바와 같이 인체에 유해한 크롬, 니켈, 비소, 수은 등의 중금속이 수십 ppm이상 포함되어 있어 이를 안전하게 처리할 필요가 있다.

[0003] [표 1]은 국내의 여러 산업단지에서 발생되는 폐수슬러지가 포함하는 중금속의 일 예를 나타낸다.

표 1

[0004]

항목	A 산업단지 (mg/kg)	B 산업단지 (mg/kg)	C 산업단지 (mg/kg)
Hg	ND	ND	ND
As	ND	ND	ND
Cd	5	0.4	ND
Cr	67	341	5,384
Al	163,448	64,022	8,994
Cu	255	1,160	1,764
Pb	1058	153	591
Zn	1,408	1,100	12,177

[0005] 폐수슬러지 처리에는 일반적으로 연소 방법이 널리 사용되고 있으나, 폐수슬러지에는 중금속이 포함되어 있으므로 직접 연소할 경우 중금속이 배기가스에 포함되어 배출되는 것을 방지하기 위하여 추가적인 대기오염 배출설비가 구비되어야 하므로, 시설비가 증가하는 문제점이 있다.

[0006] 또한, 폐수슬러지는 수분이 약 80% 정도로 포함되어 있어 기존에 사용하는 연소 장치를 이용하여 수분을 건조시키는 경우, 폐수슬러지에 포함된 수분 1kg을 증발시키는데 약 750~850kcal의 열량을 필요로 하므로 에너지 소비가 많은 문제점이 있다.

[0007] 상기한 문제점을 해결하기 위하여, 등록특허 10-0864529가 개시되었다. 상기한 선행기술은 미생물을 이용하여 중금속을 제거하고, 수증기를 이용하여 건조를 수행하도록 구성되어 있습니다.

[0008] 그러나, 상기한 선행기술의 경우, 미생물에 의한 중금속 제거에는 한계가 있고, 건조에 사용되는 수증기는 사용한 후 배출되므로, 수증기 발생에 많은 에너지가 사용되는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명은 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생하는 폐수증기를 포집 및 압축한 후 상기한 건조 과정에 열에너지로 재활용하여 에너지를 절감할 수 있는 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은 건조 장치에서 건조된 폐수 슬러지는 용융로에서 용융시켜 건축 자재 등으로 재활용 할 수 있는 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 용융로에서 발생하는 연소가스는 수증기의 생산에 재활용할 수 있는 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의하면, 보일러에 의해 수증기를 발생시켜 공급하는 수증기 공급부; 상기 수증기 공급부에서 공급되는 상기 수증기를 임시 저장하는 수증기 저장부; 내측으로는 폐수슬러지를 공급받는 공간을 제공하고, 내측면상에 상기 수증기 공급부에서 발생된 수증기가 순환하는 수증기 순환부가 배치되며 상기 폐수슬러지에 열을 인가하여 건조되도록 하는 슬러지 건조부; 상기 슬러지 건조부의 내부 일측에서 타측으로 상기 폐수슬러지를 이동시키는 슬러지 이동부; 상기 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생된 폐수증기를 포집하는 폐수증기 포집부; 상기 폐수증기 포집부에서 포집된 폐수증기를 압축하는 폐수증기 압축부; 상기 슬러지 건조부의 내측에 배치되고 상기 수증기 압축부에서 압축된 폐수증기가 내측으로 통과되도록 하고, 상기 폐수증기의 열을 상기 폐수슬러지로 인가하여 상기 폐수슬러지를 건조시키는 방열부; 건조되어 배출되는 상기 폐수슬러지를 용융시키는 슬러지 용융부; 상기 수증기 순환부에서 순환된 후 배출되는 폐수증기에 의해 발생되는 응축수를 상기 수증기 공급부로 순환시키는 제1 순환관; 상기 슬러지 용융부에서 배출되는 연소가스를 상기 수증기 공급부로 순환시키는 제2 순환관; 및 상기 방열부에서 배출되는 폐수증기에 의해 발생되는 응축수와 악취 가스를 분리하여 배출하는 응축수 배출부; 를 포함하는 폐수증기를 활용하는 폐수슬러지의 건조 및 재활용 장치를 제공한다.

[0013] 상기 수증기 공급부은, 5 내지 10 바(bar)의 압력과 150~200℃의 온도 상태인 수증기를 공급할 수 있다.

[0014] 상기 폐수증기 포집부는 상기 폐수증기를 1 내지 2바(bar-절대기압)의 압력과 100 내지 130 ℃의 온도로 포집할 수 있다.

[0015] 상기 폐수증기 압축부는, 상기 폐수증기를 5 내지 10 바(bar)의 압력과 150~200℃의 온도로 압축할 수 있다.

[0016] 상기 폐수증기 압축부는, 용적식 스크류(screw)형 압축기일 수 있다.

[0017] 상기 응축수 배출부는, 상기 응축수를 1바(bar) 이하의 압력 상태로 팽창시킬 수 있다.

발명의 효과

[0018] 상기와 같은 본 발명은, 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생하는 폐수증기를 포집 및 압축한 후 상기한 건조 과정에 열에너지로 재활용하여 에너지를 절감할 수 있다.

[0019] 또한, 본 발명은 건조 장치에서 건조된 폐수 슬러지는 용융로에서 용융시켜 건축 자재 등으로 재활용 할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 용융로에서 발생하는 연소가스는 수증기의 생산에 재활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 폐수증기를 활용하는 폐수 슬러지의 건조 및 재활용 장치(100)는

수증기 공급부(110), 수증기 저장부(120), 슬러지 건조부(130), 슬러지 이동부(140), 폐수증기 포집부(150), 폐수증기 압축부(160), 방열부(170), 슬러지 용융부(180), 제1 순환관(134), 제2 순환관(162) 및 응축수 배출부(190)를 포함한다.

[0025] 도 1을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다.

[0026] 수증기 공급부(110)는 가스 또는 기름과 같은 연료를 연소시키는 보일러의 동작에 의해 필요로 하는 수증기를 생산하여 공급한다. 수증기 공급부(110)는 수증기 수요처에서 필요로 하는 고온 고압의 수증기를 생산하여 공급할 수 있다. 수증기 공급부(110)는 5 내지 10 바(bar)의 압력과 150~200℃의 온도 상태인 수증기를 공급할 수 있다.

[0027] 보일러를 사용하는 수증기 공급부(110)는 널리 알려진 공지의 기술이므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이에 따라, 수증기 공급부(110)의 보일러는 도면상에 별도로 표시하지 않기로 한다.

[0028] 수증기 저장부(120)는 상기 수증기 공급부(110)에서 공급되는 수증기를 일시적으로 저장한다. 수증기 저장부(120)는 수증기를 저장한 후, 후술하는 슬러지 건조부(130)로 수증기를 균일하게 공급한다.

[0029] 또한, 수증기 저장부(120)는 수증기 공급부(110)에서 공급되는 수증기를 임시 저장한 후, 후술하는 슬러지 건조부(130)로 공급할 수 있다. 수증기 저장부(120)는 공급되는 수증기의 압력을 일정하게 유지할 수 있다.

[0030] 슬러지 건조부(130)는 외부의 폐수슬러지와 고온 고압의 수증기를 공급받고, 공급받은 수증기를 이용하여 폐수슬러지에 대한 소정의 건조 처리를 수행한다. 여기서, 건조 처리는 식품의 처리, 약품 생산, 반도체 공정 등 다양한 분야의 공정 중 한 부분으로서, 수증기의 열을 이용하여 폐수슬러지로부터 수분을 제거하는 건조 공정을 모두 포함한다.

[0031] 상기한 건조 처리를 위해, 슬러지 건조부(130)는 내측으로 건조가 발생하는 소정의 공간을 제공하고, 내측면상에는 수증기 저장부(120)를 통해 공급받은 수증기가 순환하며 폐수슬러지에 대하여 열을 인가할 수 있는 수증기 순환부(132)가 배치된다.

[0032] 본 발명에서, 수증기 순환부(132)는 슬러지 건조부(130)의 내측면상에 배치된 상태에서 수증기의 열이 폐수슬러지에 대해 인가되는 것으로 설명하고 있으나, 사용자의 필요에 따라 슬러지 건조부(130)의 내측 공간 상에 배치될 수도 있다. 또한, 수증기 순환부(132)를 순환한 후 배출되는 폐수증기의 출구단이 수증기 순환부(132)의 중간에 배치되는 것으로 도시되어 있으나, 이는 도면의 간략화를 위한 것으로서 출구단은 수증기가 유입되는 입구의 반대측에 대향하여 배치되는 것이 바람직하다.

[0033] 수증기 순환부(132)에서 폐수슬러지로 열을 인가한 후 배출되는 폐수증기는 온도와 압력의 저하로 인하여 응축수의 형태로 배출되고, 이는 제1 순환관(134)을 통해 수증기 공급부(110)로 순환될 수 있다. 수증기 공급부(110)로 순환된 응축수는 다시 수증기로 기화된 후, 슬러지 건조부(130)에 다시 공급되어 재사용될 수 있다.

[0034] 장치의 동작 중, 수증기의 손실이 발생될 수 있으므로 수증기 공급부(110) 상에는 수분 공급 밸브가 배치되는 것이 바람직하다.

[0035] 슬러지 건조부(130)의 상부 일측으로는 폐수슬러지를 공급받는 공급구가 배치되고, 하부 일측으로는 건조된 폐수슬러지를 후술하는 슬러지 용융부로 공급하는 연결관이 연결될 수 있다.

[0036] 슬러지 건조부(130)에서 처리되는 대상은 함수율 30% 이상인 물질일 수 있으나, 함수율은 사용자의 필요에 따라 다양하게 변화될 수 있다.

[0037] 슬러지 이동부(140)는 슬러지 건조부(130)의 내측에 배치되고, 중심축을 기준으로 회전할 수 있도록 구성되어, 건조 대상으로서 공급받은 폐수슬러지를 슬러지 건조부(130)의 내부 일측에서 타측으로 즉, 공급구에서 용융부로 연결되는 연결관으로 이동시킨다.

[0038] 이를 위해, 슬러지 이동부(140)는 슬러지 건조부(130)의 내측폭에 대응하는 길이의 본체와 그 외주면상으로는 이동 날개가 배치되는 형태일 수 있으나, 슬러지 건조부(130)로 유입된 폐수슬러지를 유입된 위치의 반대 방향으로 일정 방향과 속도로 이동시킬 수 있다면, 이에 한정되지 않고, 사용자의 필요에 따라 다양한 형태로 제작될 수 있다.

[0039] 이때, 슬러지 건조부(130)의 건조 공정 중에서 폐수슬러지로부터 발생되는 폐수증기는 후술하는 폐수증기 포집부(150)에 의해 포집될 수 있다.

[0040] 폐수증기 포집부(150)는 슬러지 건조부(130)와 연결되어, 슬러지 건조부(130) 내에서의 건조 중에 발생되어 외부로 배출되는 폐수증기를 포집한다.

[0041] 상기 건조 과정에서는 상기 폐수증기 이외에도 건조에 사용되었던 폐수증기와 다른 기체물질(악취가스, 공기, 탄화수소 등을 포함함)이 발생할 수 있으며, 상기 폐수증기 포집부는, 이와 같은 다른 기체물질도 포집할 수 있다.

[0042] 폐수증기 포집부(150)는 포집된 폐수증기를 1 내지 2바(bar)의 압력과 100 내지 130도의 온도로 조정한다. 건조/농축 등 폐수증기가 발생하는 장치의 내부 압력을 대기압 이하인 약 진공 상태에서 운전하면 배출되는 수증기 압력은 1 bar(절대압력)이고 온도가 100℃이하이다. 이러한 상태의 수증기를 후술할 폐수증기 압축부(160)의 용적식 스크류형 압축장치로 그대로 공급하는 경우에는 상기 용적식 스크류형 압축장치의 성능이 저하되거나 유입이 불가능하게 될 수 있다. 따라서, 상기 폐수증기 포집부(150)는 포집된 폐수증기를 1 내지 2바(bar), 100℃ 내지 130℃의 상태로 조정하여 폐수증기 압축부로 공급한다.

[0043] 폐수증기 압축부(160)는 폐수증기 포집부(150)가 포집한 폐수증기를 소정의 압력 상태로 압축한 후, 제2 순환관(162)을 통해 수증기 저장부(120)로 공급할 수 있다.

[0044] 폐수증기 압축부(160)는 포집된 폐수증기를, 상기 건조 및 농축처리부에서 사용되는 수증기 상태인 5 내지 10바(bar)의 압력과 160~200℃의 온도로 압축하여 후술하는 방열부(170)로 공급한다.

[0045] 여기서, 폐수증기 압축부(160)에 의해 압축된 폐수증기는 그 잠열이 슬러지 건조부(130)에서 재활용될 수 있다. 이에 대해서는 후술하기로 한다.

[0046] 여기서, 폐수증기 압축부(160)는 모터에 의해 구동되는 용적식 스크류(screw)형 압축기일 수 있다. 용적식 스크류(screw)형 압축기는 압축 과정 중, 수증기의 온도를 적정하게 유지하기 위하여 외부에서 냉각수를 수증기에 직접 분사하여 냉각하므로 입구의 수증기량 보다 출구에서의 수증기량이 증가할 수 있다.

[0047] 상기 폐수증기 압축부(160)의 용적식 스크류형 압축기는 강한 흡입력을 갖고 있어 입구로 유입되는 폐수증기의 압력이 낮은 경우에도 사용이 용이하고, 출구측의 압력은 일반적으로 사용하는 보일러의 압력보다 높아 사용이 용이하다.

[0048] [표 2]는 폐수증기 압축부에 의한 수증기 압축 상태와 사용되는 동력 및 효율을 나타내는 표이다.

표 2

[0049]

구분	수증기 압축장치 입구 폐수증기 사양			수증기 압축장치 출구 폐수증기 사양			수증기 압축장치 구동 총 소비동력(a) (kw)	모터소비동력/보일러용 연료 열량 (%)
	수증기 투입량 (톤/시간)	수증기 절대압력 (bar)	수증기 온도 (℃)	수증기 배출량 (톤/시간)	수증기 절대압력 (bar)	수증기 온도 (℃)		
Screw형 압축기	1.032	0.8	100	1.291	8	170	178	18.2
터보 분자형 압축기	1.032	0.5	100	1.2	8	170	160	17.6

[0050] 그리고, 폐수증기 압축부의 에너지 효율은 다음과 같이 환산할 수 있다.

[0051] [수학식 1]

$$\frac{a \times 860(kcal/kWhr)}{650(kcal/kg) \times b}$$

a는 수증기 압축장치 구동 총 소비동력

[0052] b는 수증기 배출량

[0053] [수학식 1]에 의해 본 실시예의 에너지 효율을 산출하면 18.2%임을 알 수 있다.

[0054] 폐수증기 압축부(160)에서 압축된 수증기는 수증기 저장부(120)를 통해 슬러지 건조부(130)로 공급되어 재활용될 수 있다. 본 실시예의 건조 및 농축장치는 고함수물질로부터 발생하는 폐수증기를 압축하여 재활용하므로,

장치 전체의 에너지 사용량이 절감될 수 있다.

[0055] 폐수증기 압축부(160)에서 슬러지 건조부(130)로 수증기가 재활용되는 과정은 다음과 같이 이루어진다.

[0056] 슬러지 건조부(130)의 내측으로는 방열부(170)가 배치된다.

[0057] 방열부(170)는 소정의 길이와 직경을 갖는 코일 형태의 관으로 형성될수 있다. 폐수증기 압축부(160)에서 압축된 폐수증기가 방열부(170)의 내측을 지나며, 폐수슬러지와 열교환하여 폐수슬러지가 건조되도록 구성된다.

[0058] 열교환이 보다 용이하게 이루어질 수 있도록 하기 위해, 방열부(170)의 외주면 상에는 열교환용 핀이 배치될 수 있다.

[0059] 한편, 수증기 저장부(120)로부터 슬러지 건조부(130)로 공급되는 수증기는, 열원으로 사용되며 일부는 잠열을 완전히 소비하여 응축수로 변화되어 배출되며, 나머지는 악취가스를 포함한 다양한 기체 형태로 배출될 수 있다. 배출된 상기 응축수 및 악취가스는 응축수 배출부(190)로 이송된다.

[0060] 응축수 배출부(190)는 응축수와 악취 가스를 분리시키고, 분리된 응축수는 외부로 배출된다.

[0061] 상기 응축수 배출부(190)는 그 내부가 1bar 이하의 저압 상태로서, 슬러지 건조부(130)에서 배출되는 응축수와 악취 가스가 내부로 유입되면 내부의 낮은 압력 상태에 의해 팽창한다.

[0062] 응축수 배출부(190) 내부에서의 팽창에 의한 응축수의 밀도 변화는 적으나, 악취 가스는 밀도가 1/5 이하로 저감되며, 응축수에서 분리된다.

[0063] 응축수는 외부의 별도의 처리 장치에 의해 처리할 수 있다. 또한, 분리된 악취가스는 대기 중으로 배출할 수 있지만, 별도의 공급부을 통해 수증기 공급부(110)의 보일러를 통해 소각 제거할 수 있다.

[0064] 슬러지 용융부(180)는 슬러지 건조부(130)에서 건조되어 배출되는 폐수슬러지를 용융시켜 유리화 상태로 배출되도록 한다.

[0065] [표 3]은 상기한 [표 1]에 기재된 폐수슬러지의 성분을 나타낸다.

표 3

[0066]

구분		슬러지 종류		
		A	B	C
회분 (wt.%)	SiO_2	36.2	50.58	49.60
	Al_2O_3	16.3	31.38	18.37
	Fe_2O_3	26.6	8.64	6.71
	CaO	12.4	4.28	5.43
	MgO	-	2.50	1.30
	MnO	0.7	-	-
	Na_2O	-	-	1.15
	K_2O	6.1	1.65	2.14
	TiO_2	1.73	0.78	0.84
	P_2O_5	-	-	14.30

[0067] 폐수슬러지에 대하여 1300℃ 이상의 고온을 인가하여 용융처리하면, 폐수슬러지의 중금속과 무기물이 용융되어 유리화 상태로 배출된다.

[0068] [표 4]는 폐수슬러지에 포함된 성분들의 용융온도를 나타낸다.

표 4

[0069]

중금속 건조슬러지(mg/kg)	용융점 (℃)	회분 (wt%)	용융점 (℃)
비소, As (10)	817	SiO_2 (30-50%)	1600
카드뮴, Cd (10)	321.07	Al_2O_3 (20-30%)	2050

크롬, Cr (500)	1907	Fe_2O_3 (10-70%)	1550
코발트, Co (30)	1495	CaO (5-15%)	2570
구리, Cu (800)	1084.62	MgO (1%)	2826
철, Fe (17,000)	1538	MnO (1%)	1650
납, Pb (500)	327.46	Na_2O (1%)	400<
망간, Mn (260)	1246	K_2O (1-6%)	100(비등점)
수은, Hg (6)	-38.83	TiO_2 (1-2%)	1843
몰리브덴, Mo (4)	2617	P_2O_5 (0-5%)	350
니켈, Ni (80)	1455		
셀레늄, Se (5)	217		
주석, Sn (14)	231.93		
아연, Zn (1,700)	419.53		
알루미늄, Al	660		

[0070] 용융되어 배출되는 폐수슬러지는 중금속 용출이 환경기준치 이하이므로 골재, 지반강화재, 복토재 등 다양하게 사용할 수 있다.

[0071] 또한, 용융로에서의 용융 공정 수행 중, 발생되는 연소가스는 수증기 공급부(110)로 공급하여 수증기 생산에 사용되는 등, 다양한 용도로 사용될 수 있다.

[0072] 본 발명은, 폐수슬러지의 건조 과정에서 발생하는 폐수증기를 포집 및 압축한 후 상기한 건조 과정에 열에너지로 재활용하여 에너지를 절감할 수 있고, 건조 장치에서 건조된 폐수 슬러지는 용융로에서 용융시켜 건축 자재 등으로 재활용 할 수 있다. 또한, 본 발명은 용융로에서 발생하는 연소가스는 수증기의 생산에 재활용할 수 있다.

[0073] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0074] 100: 건조 및 농축 장치

110: 수증기 공급부

120: 수증기 저장부

130: 건조 및 농축 처리부

134: 제1 순환관

140: 폐수증기 포집부

150: 폐수증기 압축부

160: 응축수 배출부

162: 제2 순환관

170: 악취가스 배출라인

도면

도면1

