

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C02F 11/12

(11) 공개번호 10-2005-0051750  
(43) 공개일자 2005년06월02일

(21) 출원번호 10-2003-0085369  
(22) 출원일자 2003년11월28일

(71) 출원인 한국에너지기술연구원  
대전 유성구 장동 71-2

(72) 발명자 전원표  
대전광역시서구둔산1동1510,목련아파트203동1306호  
이기우  
대전광역시유성구노은동520-1,열매마을아파트808동801호  
이계중  
대전광역시서구관저동대자연마을아파트102동2101호  
윤주현  
충청북도음성군삼성면법정리252-9

(74) 대리인 황이남

심사청구 : 있음

(54) 슬러지 복합건조 시스템

요약

본 발명은 고합수율 및 고점성의 하수 또는 폐수 슬러지를 효과적으로 처리하기 위해 자켓형건조기(간접가열방식)와 유동형건조기(직접가열방식)를 조합한 슬러지 복합건조 시스템에 관한 것으로, 더 상세하게 설명하면 투입되는 하수 슬러지(수분함량 70~85%W.B.)는 상부의 2중 원통으로 구성된 자켓형건조기에서 배기가스를 재 가열한 간접열에 의해 1차 건조(수분함량 40~60%W.B.)되며, 중간 건조된 슬러지 덩어리는 파쇄기에 의해 작은 알갱이로 분쇄되어져 하부의 유동형건조기로 공급되며 나선상 띠형 스크류에 부상날개가 부착된 스크류부상기가 고속 회전하면서 연속적인 슬러지 입자의 유동현상에 의해 입자크기가 미세하게 부서지면서 부양되어 고온 연소열풍에 의해 2차 건조(수분함량 8~10%W.B.)되는 고효율 복합건조 시스템에 관한 것이다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명에 따른 슬러지 복합건조 장치의 개략적인 구성도
- 도 2는 본 발명에 따른 배기가스를 이용하는 간접가열식 자켓형건조기의 부분절개 정단면도
- 도 3은 본 발명에 따른 자켓형건조기 내부에 형성되는 스크류교반기의 사시도
- 도 4는 본 발명에 따른 자켓형건조기의 전열면적을 확대하기 위해 한쌍으로 조합한 측단면도
- 도 5는 본 발명에 따른 1차 건조 슬러지덩어리를 분쇄하기 위한 파쇄기를 도시한 측면도
- 도 6은 본 발명에 따른 고온 연소열풍을 이용하는 유동형건조기의 정 단면도 및 측면도
- 도 7은 본 발명에 따른 유동형건조기 내부의 스크류부상기의 사시도

도 8은 본 발명에 따른 유동형건조기를 한쌍으로 조합한 측단면도

도 9는 본 발명에 따른 직화식 열풍발생기의 단면도 및 측면도

\*\*\*도면의 주요부분에 대한 부호의 설명\*\*\*

100 : 자켓형건조기 110 : 자켓원통

114 : 슬러지투입구 115 : 중간배출구

120 : 스크류교반기 130 : 열풍통로

200 : 파쇄기

300 : 유동형건조기 310 : 바디

312 : 배기가스배출구 313 : 연소열풍투입구

315 : 최종배출구 320 : 스크류부상기

400 : 열풍발생기 410 : 2중접벽 연소로

420 : 버너 430 : 배기가스 가열통로

500 : 집진기

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 고풍수율 및 고점성의 하수 또는 폐수 슬러지를 효과적으로 처리하기 위해 자켓형건조기(간접가열방식)와 유동형건조기(직접가열방식)를 조합한 슬러지 복합건조 시스템에 관한 것으로, 더 상세하게 설명하면 투입되는 하·폐수 슬러지(수분함량 70~85%W.B.)는 상부의 2중 원통으로 구성된 자켓형건조기에서 배기가스를 재 가열한 간접열에 의해 1차 건조(수분함량 40~60%W.B.)되며, 중간 건조된 슬러지 덩어리는 파쇄기에 의해 작은 알갱이로 분쇄되어져 하부의 유동형건조기로 공급되며, 나선상 띠형 스크류에 부상날개가 부착된 스크류부상기가 고속 회전하면서 연속적인 슬러지 입자의 유동현상에 의해 입자크기가 미세하게 부서지면서 부양되어 고온 연소열풍에 의해 2차 건조(수분함량 8~10%W.B.)되는 고효율 복합건조 시스템에 관한 것이다.

일반적으로 하·폐수 슬러지는 수분함량이 높고, 고점성 물질 및 고분자 응집체 등에 의해 다양한 성분이 결합되어 있으며, 슬러지내의 수분결합 구조가 복잡하여 건조처리가 어렵고, 슬러지 건조기의 종류에 따라 열 및 기계적 제약이 크다. 따라서 종래의 슬러지 건조기는 대부분 스팀 등의 열매체를 이용하는 디스크건조기, 패들건조기 및 박막건조기 등의 간접가열방식이 주로 이용되어 왔다. 특히, 2중 드럼에 의한 간접가열식 건조기내부의 교반기는 장축에 주걱모양의 날개를 축에 적당한 간격으로 부착하여 이용하거나, 리본형 교반기 등이 이용되고 있다. 이들 간접가열 건조방식은 원통드럼 내부 슬러지의 교반효율이 저하되며 연속운전이 어렵다. 또한 건조시간이 길고, 대용량 처리가 어려우며 에너지비용이 많이 소요되는 단점이 있다.

최근에는 이들 단점을 보완하기 위하여 직접가열식 회전건조기의 드럼내부에 고속 회전하는 파쇄기를 부착하여 고풍수율 및 고점성 슬러지를 분쇄시키면서 슬러지 입자와 열풍이 접촉하여 건조되는 방법이 일부 사용되고 있으며, 파쇄기는 장축에 부채살 모양 또는 안테나 모양의 날개를 축의 원주방향으로 수개씩 적당한 간격으로 부착하여 이용하고 있다. 이러한 종래의 파쇄기는 분쇄효과는 높지만 슬러지 입자가 분쇄, 비산되어 하부로 떨어진 입자를 회전건조기의 리프터가 긁어올려 상부에서 자유낙하하면서 열풍과 접촉하므로 회전드럼 내부에서의 슬러지 입자와 열풍의 접촉시간이 짧고, 슬러지 입자의 크기에 따라 먼저 건조된 미세 입자들이 수분함량이 40~60%이하로 건조되지 않은 큰 입자들에 달라붙어 건조기 후단에서 고형화 현상을 일으켜 건조효율이 저하되는 단점이 있다.

또한 슬러지 건조용으로 유동층건조기가 일부 적용되고 있으나, 공기부양에 의한 유동층건조기는 슬러지 입자의 크기 및 함수율에 제약을 받기 때문에 고풍수율의 슬러지를 수분조절을 첨가하여 공기부양이 가능한 함수율로 유지시키고, 슬러지 입자의 크기를 일정 크기이하의 과립상으로 분쇄하여야만 유동층건조가 가능하다.

따라서 종래의 슬러지 건조기들은 다양한 하·폐수 슬러지의 물성 및 건조특성에 따라 열 및 기계적 제약조건이 큰 단점이 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명에서는 하·폐수 슬러지의 건조특성에 따라 함수율이 높은 투입슬러지는 자켓형건조기에서 배기가스를 재 가열하여 이용하는 간접가열방식에 의해 끈적끈적한 현상(sticky phase)이나 덩어리로 고형화되는 현상(lump phase)이 발생하지 않는 함수율(40~60%W.B.)까지 1차 건조시킨 후, 과쇄수단에 의해 작은 알갱이 상태로 유동형건조기에 공급하며, 고속 회전하는 스크류부상기에 의해 슬러지 알갱이는 상·하로 유동하면서 미세 입자로 분쇄됨과 동시에 부양된 입자를 고온 연소열풍과 접촉시켜 열전달 접촉면적을 극대화시키고 체류시간을 증가시키면 건조성능이 향상된다.

또한 자켓형건조기에서 배출되는 배기가스를 열풍발생기 외통과 내통사이를 통과시켜 재 가열하여 자켓형건조기의 가열 열원으로 이용하는 시스템은 구성함으로써, 에너지이용효율이 매우 높다. 이때, 자켓형건조기에서 배출되는 배기가스는 열풍발생기의 외통과 내통사이를 통과하면서 고온 열을 흡수하여 재 가열되면서 대부분의 악취성분이 분해·제거되며, 열풍발생기 내통의 냉각으로 열풍발생기 수명을 연장시키는 효과를 얻을 수 있다.

특히, 재 가열된 배기가스는 자켓형건조기 외통과 내통 사이를 통과하면서 내통으로 전열이 이루어지며, 최종 배출되는 배기가스의 온도가 떨어진 상태에서 배출되도록 함으로써, 에너지절약 및 대기오염저감에 기여할 수 있는 특징이 있다.

**발명의 구성 및 작용**

도 1은 본 발명에 따른 슬러지 복합건조 시스템의 전체적인 구성을 도시한 개략적 배치 단면도로서, 본 발명에 따른 복합 건조 시스템은 간접가열식 자켓형건조기(100), 슬러지 과쇄기(200), 직접가열식 유동형건조기(300), 직화식 열풍발생기(400) 및 그 주변 장치들로 구성된다. 따라서 본 발명에 따른 슬러지 복합건조 시스템은 1차로 2중 원통으로 구성된 자켓형건조기(100)에서 고함수율의 슬러지가 배기가스를 재 가열하여 이용하는 간접가열방식에 의해 끈적끈적한 현상(sticky phase)이나 덩어리로 고형화되는 현상(lump phase)이 발생하지 않는 함수율(40~60%W.B.)까지 1차 건조되며, 중간 건조된 슬러지 덩어리는 자켓형건조기 배출구(115)에 부착된 과쇄기(200)에 의해 작은 알갱이로 분쇄되어 유동형건조기(300)에 이송된다. 상기 유동형건조기(300) 내부에는 부상날개가 부착된 스크류부상기(320)가 설치되는데, 유동형건조기(300)에 공급된 과상의 알갱이는 고속 회전하는 스크류부상기(320)에 의해 연속적으로 상하로 유동하면서 미세 입자로 분쇄됨과 동시에 부양되고, 부양된 입자는 직화식 열풍발생기(400)의 고온 연소열풍과 접촉하며, 열전달 접촉면적을 극대화시키고 열의 접촉시간을 길게 유지시켜 건조성능을 증가시킨다.

유동형건조기(300)에서 배출되는 고온·고속도 배기가스는 자켓형건조기(100) 내부로 유동시켜 배기가스의 현열과 잠열을 이용하도록 구성하였으며, 자켓형건조기(100)에서 배출되는 배기가스는 열풍발생기(400)의 외통과 내통사이에 형성된 배기가스 재 가열통로(430)를 통과하면서 가열통로 내벽의 고온 열을 흡수하여 재 가열되며, 대부분의 악취성분이 분해·제거된다. 재 가열된 고온 배기가스는 자켓형건조기(100)의 외통(111)과 내통(112)사이에 형성된 열풍통로(130)를 통과하면서 내통(112)으로 전열이 이루어지며, 배기가스의 온도가 떨어진 상태에서 배기배출구(132)로 배출되고, 집진기(500)에 의해 미세 분진이 제거된 후, 최종 배출된다.

도 2는 본 발명에 따른 배기가스를 이용하는 간접가열식 자켓형건조기(100)의 부분 절개 정단면도이다. 상기 자켓형건조기는 도 2에 도시한 바와 같이 원통상으로 외통(111)과 내통(112)의 2중 겹벽구조로 된 자켓원통(110)의 내외통 사이를 긴 관상체인 안내관(113)이 나선상으로 배치되어 자켓원통(110)의 2중 겹벽 공간인 나선상의 통로 즉, 열풍통로(130)로 구성되며, 상기 열풍통로(130)는 재 가열된 배기가스가 흐르도록 하기 위하여 후술하는 열풍발생기(400)의 배기가스배출구(131)와 연결되어 있다. 상기 열풍통로(130)는 고온 배기가스의 통과시간을 길게 유지하기 위해 외통(111)과 내통(112)사이에 원주방향으로 띠형 나선형의 안내관(113)을 설치하여 만들어지는 나선상의 공간으로 고온 배기가스가 내통(112) 주위를 나선상으로 돌아서 배출되게 하여 배기가스가 열풍통로(130)에서 체류하는 시간을 길게 유지하여 전열효율을 향상시킨다.

또한 자켓원통(110)의 내부에 가로로 스크류교반기(120)가 설치되어 투입된 슬러지를 교반과 동시에 자켓형건조기의 중간배출구(115)로 이송된다. 상기 자켓원통(110)의 일측 상부면을 관통하여 슬러지투입구(114)가 형성되고, 상기 슬러지 투입구(114)에 대항되는 측의 하부측을 관통하여 중간배출구(115)가 형성되는데, 상기 중간배출구(115)는 상기 유동형건조기(300)의 슬러지투입구(311)에 연통하여 형성되고, 중간배출구(115)에는 로타리밸브(115v)가 설치되어 슬러지 배출량을 조절한다. 그리고 자켓원통(110)의 일측에서 자켓원통 내부를 관통하여 배기가스를 뽑아 상기 열풍발생기(400)로 이송하는 배기가스순환관(116)이 송풍기(f<sub>1</sub>)와 함께 설치된다.

상기 자켓원통(110)의 일측에 열풍발생기(400)의 2중 겹벽구조로부터 형성된 순환가열통로(430)와 연통되는 열풍통로(130)의 열풍입구(131)가 형성되고 이 열풍입구(131)로부터 공급되는 열풍은 내부자켓원통(112)내에 전열되어 교반되는 슬러지를 건조하는데 사용되며, 외부로 방출되는 열풍배출구(132)가 형성된다. 그리고 상기 자켓원통(110)의 일측을 관통하여 내부로 후술하는 유동형건조기(200)에서 배출되는 고온·고속도 배기가스 즉, 연소가스와 증발수증기의 혼합가스를 공급하는 투입관(312)이 송풍기(f<sub>2</sub>)와 함께 설치된다.

도 3은 스크류교반기(120)를 도시한 도면으로써, 스크류교반기(120)는 긴 띠형 관이 소정의 지름으로 된 원을 이루는 나선상으로 꼬여 링스프링처럼 형성된 나선상 띠형 스크류(121)와 상기 나선상 띠형 스크류(121)의 내경측에 가로로 길게 스크류피치를 연결하면서 스크류(121)를 지지하는 긴 각목상 또는 긴 관상인 보강재(122)와 상기 스크류(121)와 보강재(122)의 양단부에 부착 고정되어 스크류와 보강재를 지지하는 원관상의 보강관(123)과 적당한 간격으로 보강재(122)를 안쪽에서 지지하는 링형 원판(126)과 방사형 보강판재(127)가 설치되며, 스크류피치 사이에는 스크류피치 사이를 연결하며 약간돌출되어 형성된 호(弧)형을 이룬 좁고 짧은판으로된 스크래칭 칼날(128)을 설치하여 내부자켓원통(112) 내측 표면에 부착된 슬러지를 긁어내도록 하였다. 상기 두 각 보강관(123)의 중앙을 관통하여 짧은 축으로 형성 고정된 회전축(124)과 상기 회전축(124)의 일방에 연결되어 축을 회전시키는 구동모터(125)로 구성되며, 스크류(121)와 보강재(122)는 슬러지의 연속적인 교반작용과 함께 중간배출구(115) 방향으로 이송시키는 역할을 한다.

도 4는 상기 자켓형건조기(100)에 관한 다른 실시 예이며, 한쌍으로 조합한 한 벌 자켓형건조기의 측면도로서, 전열면적을 증가시키고, 대용량 처리를 위해 사용하도록 구성하였다.

도 5는 1차 건조된 슬러지 덩어리의 파쇄기(200)를 도시한 도면으로써, 유동형건조기(300)의 슬러지 투입구측에 설치되어 상기 자켓형건조기(100)에서 1차 건조된 슬러지 덩어리를 더욱 작은 알갱이로 분쇄하기 위해 수개의 파쇄날개(210)를 날개축(220)에 부착하고, 구동모터(211)에 의해 고속 회전하며, 파쇄날개의 측면은 톱날모양(211)으로 제작하여 파쇄효과를 향상시킨다.

도 6은 유동형건조기(300)를 도시한 도면으로써, 자켓형건조기(100)에서 1차 건조된 슬러지 덩어리가 파쇄기(200)에 의해 더욱 작은 알갱이로 분쇄되어져 유동형건조기(300)로 이송되며, 고속 회전하는 스크류부상기(320)에 의해 슬러지 알갱이는 상하로 연속적인 유동현상에 의해 미세 입자로 분쇄됨과 동시에 부상되어 열풍발생기(400)의 연소열풍에 의해 신속하게 건조되도록 한 것인데, 도 6에 도시된 바와 같이 하부에 반원통과 상부에 사다리꼴 형태를 이루는 소정의 공간을 갖고 상기 자켓형건조기(100)와 연통하고 후술하는 열풍발생기(400)의 연소열풍이 공급되도록 구성된 통상의 바디(310)와 바디 내부공간에 고속회전이 가능하도록 설치된 스크류부상기(320)로 구비된다.

상기 통상의 바디(310)의 일측 상부면에서 상기 자켓형건조기(100)의 자켓원통(110)의 중간배출구(115)와 연통하여 투입구(311)가 형성되고, 투입구에 대향하여 일측으로 바디(310)의 상부면을 관통하여 상기 자켓원통(110)의 내부공간과 바디(310)의 내부공간과 연통되는 배기가스배출관(312)이 형성되고, 바디(310)의 일측면을 관통하여 상기 열풍발생기(400)와 연통하는 연소열풍 투입구(313)가 형성된다.

도 7은 스크류부상기(320)를 도시한 도면으로써, 상기 스크류부상기(320)는 긴 띠형 판이 소정의 지름으로 된 원을 이루는 나선상으로 꼬여 링스프링처럼 형성된 나선상 띠형 스크류(321)와 상기 나선상 띠형 스크류(321)의 내경측에 가로로 길게 스크류피치를 연결하면서 스크류(321)를 지지하는 각목상 또는 판상인 보강재(322)와 상기 스크류(321)와 보강재(322)의 양단부에 부착 고정되어 스크류와 보강재를 지지하는 원판상의 보강판(323)과 상기 두 각 보강판의 외측 중앙에 관통하나 짧은 축으로 고정된 회전축(324)과 상기 회전축의 일방에 연결되어 축을 회전시키는 구동모터(325)와 스크류(321)의 내측에서 상기 각목상 또는 판상 보강재(322)의 안쪽을 받쳐주며 지지하는 링상의 보강링(326)과 길이 방향의 중앙축을 중심으로 복수개의 방사상의 보강재(327)로 구성되며, 일단은 보강재와 스크류에 고정되어 보강재를 지지하는 역할을 한다. 그리고 적당한 피치간격으로 벌려진 상기 나선 띠형 스크류(321)와 보강재(322) 사이에는 복수개의 곡면 띠형 부상날개(328)가 부착되며, 이 부상날개(328)는 슬러지 알갱이를 연속적으로 상하로 유동시키면서 작은 입자를 미세 입자로 분쇄와 동시에 부양시키며, 나선상 띠형 스크류(321)는 분쇄된 미세 입자를 최종배출구(315)로 이송시키는 역할을 한다.

상기 회전축(324)은 구동모터(325)에 의해 고속 회전하고, 곡면 띠형 부상날개(328)에 의해 슬러지 입자가 미세 입자로 분쇄됨과 동시에 부양된 상태에서 열풍발생기(400)에서 공급되는 고온 연소열풍에 의해 신속하게 건조가 진행된다. 상기 스크류부상기(320)는 자켓형건조기의 스크류교반기(120)와 그 구성 형태가 동일한 구조로 피치간격은 스크류교반기(120)의 피치간격의 절반정도로 좁게하고 복수개의 곡면 띠형 부상날개(328)를 부착하여 부상효과를 증가시키도록 하였으며, 이 부상날개(328)의 설치각도에 따라 슬러지 입자의 부상높이 및 체류시간을 조절할 수 있다.

도 8은 상기 유동형건조기(300)의 다른 실시 예이며, 슬러지의 대용량 처리시 사용이 가능하도록 고안된 쌍형의 유동형건조기(300)의 측면도를 도시한 것으로써, 단형의 유동형건조기(300)를 병렬로 조합하여 쌍형을 이루도록 구성하였다. 한 쌍의 스크류부상기(320)의 회전방향을 역으로 구성하여 부상입자가 중앙부로 유동하도록 하여 연소열풍의 접촉효율을 높이고 유동형건조기 측면 벽에 슬러지 입자가 부착되는 것을 방지하도록 하였다.

도 9는 직화식 열풍발생기(400)를 도시한 도면으로써, 상기 자켓형건조기(100)와 유동형건조기(300)에 열풍을 공급하는 것으로 도 9에 도시된 바와 같이 외통(412)과 내통(413)의 2중 겹벽구조의 일측이 콘형인 버너통(410)과 버너통의 일측에 버너(420)가 설치되고, 상기 버너통(410)의 콘형 단부는 직화식 연소열풍 방출구(411)가 형성되어 상기 유동형건조기(300)의 바디(310)의 고온열풍 투입구(313)와 연통되어 있다. 상기 버너통(410)은 상기 자켓형건조기(100)의 자켓원통(110)과 같이 외통과 내통이 구비되어 2중 겹벽구조를 취하고 그 사이 공간은 긴 관형으로 된 안내관(414)이 나선상으로 설치되어 내통의 원주방향으로 돌아 나선형 순환가열통로(430)가 형성되고, 순환가열통로(430)는 상기 자켓원통(110)의 배기가스 배출관(116)과 연통되고, 순환가열통로(430)의 타단은 다시 상기 자켓원통(110)의 2중 겹벽구조에 형성된 열풍통로(130)에 연통되어 가열된 배기가스가 상기 열풍통로(130)로 공급되어 자켓형건조기(100)의 자켓원통(110)의 내통(112)을 가열하여 교반되는 슬러지를 간접적으로 건조한다.

이상과 같은 구성으로 이루어진 본 발명에 따른 슬러지 복합건조 시스템의 작용에 대하여 이하에서 상세히 설명하기로 한다.

도 1에서 상부의 자켓형건조기(100)에 초기함수율 70~85%W.B.인 하?폐수슬러지는 슬러지투입구(114)로 공급되고, 저속(3~10rpm)으로 회전하는 스크류 교반기(120)에 의해서 투입슬러지는 연속적으로 교반작용이 이루어지며, 스크류의 나선모양에 따라 중간배출구(115) 방향으로 슬러지가 이동하면서 건조가 진행된다. 또한 열풍발생기(400)의 2중 겹벽구조로 이루어진 나선형 순환가열통로(430)를 통해 재 가열된 배기가스(400~500℃)는 자켓형건조기(100)의 자켓원통(110)에 형성된 열풍통로(130)를 통과하면서 자켓원통(110)의 내통(112) 내부표면에 전열이 이루어지고 이 가열면에 슬러지가 접촉하여 건조가 진행되며, 다양한 슬러지의 건조특성에 따라서 점성력과 고형화 현상이 현저하게 감소하는 함수율(40~60%W.B.)까지 1차 건조된다.

자켓형건조기(100)에서 덩어리 상태로 1차 건조된 슬러지는 중간배출구(115)에 설치된 로타리밸브(115v)에 의해 일정하게 배출되며, 배출된 슬러지 덩어리는 파쇄기(200)에 의해 작은 알갱이로 분쇄되어져 유동형건조기(300)로 공급된다. 공급된 슬러지 알갱이는 유동형건조기(300)에서 고속 회전(200~300rpm)하는 스크류부상기(320)에 의해 작은 입자로 분쇄됨과 동시에 스크류부상기 상부측으로 부상되면서 열풍발생기(400)의 고온 연소열풍과 입자가 접촉하면서 함수율 8~10%W.B.까지 신속하게 건조된다. 이러한 건조방식은 슬러지 알갱이를 미세 입자로 분쇄하므로 연소열풍의 접촉면적을 크게 하여 전열효율을 향상시키고, 스크류부상기(320)의 상부 공간에서 공중 부양된 상태에서 상하로 유동하므로 열풍과 접촉하는 시간을 길게 유지할 수 있는 장점 때문에 건조성능이 크게 향상된다.



한편 유동형건조기(300)에서 증발된 수증기와 열풍발생기(400)에서 공급되는 연소가스의 혼합기체인 고온·고습도 배기가스(300℃ 이상)는 배기관(312)을 통해 자켓형건조기(100)의 내부로 유동되며, 자켓형건조기(100) 내부에서 과열 습공기 형태로 교반되는 슬러지 상부를 직접가열방식에 의해 건조시킴으로써 배열을 효과적으로 이용할 수 있으며, 운반가스(carrier gas) 역할을 하므로 증발된 수증기를 배기가스배출관(116)으로 신속하게 이동시켜 건조속도를 더욱 향상시킬 수 있다.

또한 자켓형건조기(100)에서 배출되는 배기가스 즉, 증발된 수증기는 배기배출관(116)을 통해 열풍발생기(400)의 외통과 내통사이에 형성된 순환가열통로(430)를 통과하면서 열풍발생기(400) 내통의 전열작용에 의해 고온(600~800℃)을 유지하면서 대부분의 악취성분이 분해·제거되고 온도가 상승한 고온 배기가스는 자켓형건조기(100)의 외통과 내통 사이에 형성된 열풍통로(130)를 통과하면서 자켓형건조기(100)의 가열열원으로 재 이용되는 배기가스 순환이용 싸이클을 형성함으로써, 배열회수이용 및 악취제거 효과가 뛰어난 시스템이다.

**발명의 효과**

본 발명은 다양한 하·폐수 슬러지의 건조특성에 따라 간접가열방식인 자켓형건조기와 직접가열방식인 유동형건조기를 조합한 복합건조 시스템으로써, 고효율 및 고점성 슬러지 건조의 열 및 기계적 제약을 해소하여 적용범위가 넓고, 종래 기술에 비해 건조성능이 우수하며, 배기가스의 현열과 잠열을 유효하게 이용함으로써 에너지절약효과가 크다.

또한 배기가스가 열풍발생기의 외통과 내통사이를 통과하여 고온으로 재 가열되는 과정에서 대부분의 유기물질 및 악취성분이 분해·제거되어 대기오염저감에도 기여할 수 있으며, 열풍발생기 내통의 냉각효과로 장치의 수명이 연장된다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

함수율이 높은 슬러지가 교반되면서 2중 겹벽구조로 되어 겹벽사이에 열풍을 유동시켜 내통벽의 전열로서 간접적으로 건조하는 자켓형건조기(100)와 자켓형건조기에서 배출된 1차 건조된 슬러지 덩어리를 알갱이 형태로 분쇄하는 슬러지 파쇄기(200)와 분쇄된 슬러지 알갱이를 스크류부상기(320)에 의해 바디(310)의 상부측으로 부양시키고 후술하는 열풍발생기의 연소열풍을 부양된 슬러지 입자들에 불어넣어 2차로 슬러지를 건조시키는 유동형건조기(300)와 상기 자켓형건조기(100)와 유동형건조기(300)에 열풍을 공급하는 직화식 열풍발생기(400)로 구성된 슬러지 복합건조시스템.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 자켓형건조기(100)는 원통상으로 2중 겹벽 사이에 나선상으로 선회하는 통로인 열풍통로(130)가 형성된 자켓원통(110)과 투입된 슬러지를 교반하는 스크류 교반기(120)로 구성된 슬러지 복합건조시스템.

**청구항 3.**

제2항에 있어서, 스크류교반기(120)는 긴 띠형 판이 소정의 지름으로 된 원을 이루는 나선상으로 꼬여 링스프링처럼 형성된 나선상 띠형 스크류(121)와 상기 나선상 띠형 스크류(121)의 내경측에 가로로 길게 스크류피치를 연결하면서 스크류(121)를 지지하는 각목상 또는 판상인 보강재(122)와 상기 스크류(121)와 보강재(122)의 양단부에 부착 고정되어 스크류와 보강재를 지지하는 원판상의 보강판(123)과 적당한 간격으로 보강재(122)를 지지하는 링형 원판(126) 및 방사형 보강판재(127)와, 스크류피치 사이를 연결하며 약간돌출되어 형성된 호(弧)형을 이룬 좁고 짧은판으로 된 스크래칭 칼날(128)와 상기 두 보강판(123)의 중앙을 관통하는 짧은 축으로 고정형성된 회전축(124)과 상기 회전축(124)의 일방에 연결되어 회전축(124)을 회전시키는 구동모터(125)로 구성된 슬러지 복합건조시스템

**청구항 4.**

제2항에 있어서, 스크류교반기(120)가 자켓원통(110) 내에 한쌍이 설치된 슬러지 복합건조시스템

**청구항 5.**

제1항에 있어서, 슬러지 파쇄기(200)는 자켓형건조기의 1차 건조된 슬러지 배출구와 연통된 유동형건조기(300)의 슬러지 투입구에 설치되어 1차 건조된 슬러지 덩어리를 작은 알갱이 형태로 분쇄하는 슬러지 복합건조시스템

**청구항 6.**

제1항에 있어서, 유동형건조기(300)는 직화식 열풍발생기(400)의 연소열풍이 공급되게 구성된 통상의 바디(310)와 바디 내부공간에 설치되어 슬러지 입자를 부양시키는 스크류부상기(320)로 구성되고, 바디(310)와 자켓형건조기(100)의 내부를 연통하는 배기가스배출관(312)을 연결하여 유동형건조기(300)에서 증발된 수증기와 열풍발생기(400)에서 공급되는 고온 연소가스의 혼합기체인 고온??고습도 배기가스(300℃이상)를 과열 습공기 형태로 자켓형건조기(100)의 내부로 직접 공급하도록 한 슬러지 복합건조시스템

청구항 7.

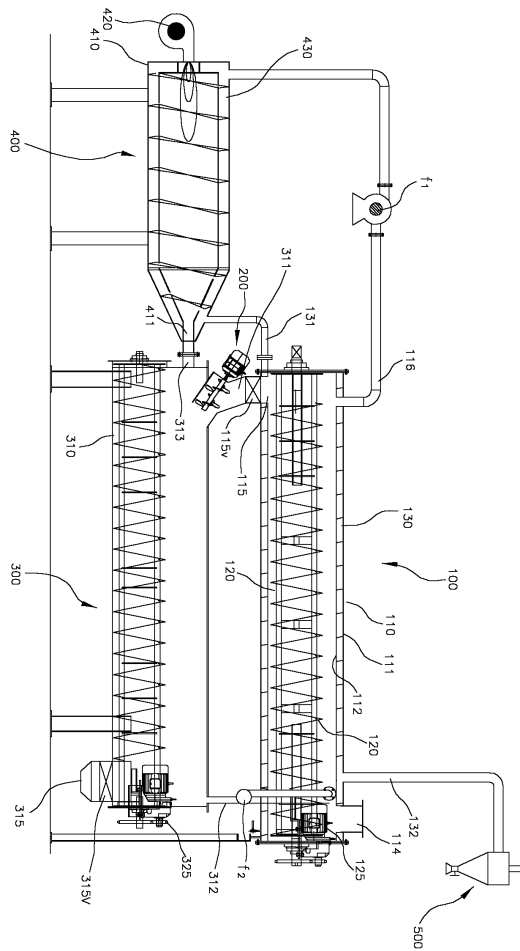
제 5 항에 있어서, 통상의 바디(310) 내에 스크류부상기(320)가 한쌍으로 설치된 슬러지 복합건조시스템

청구항 8.

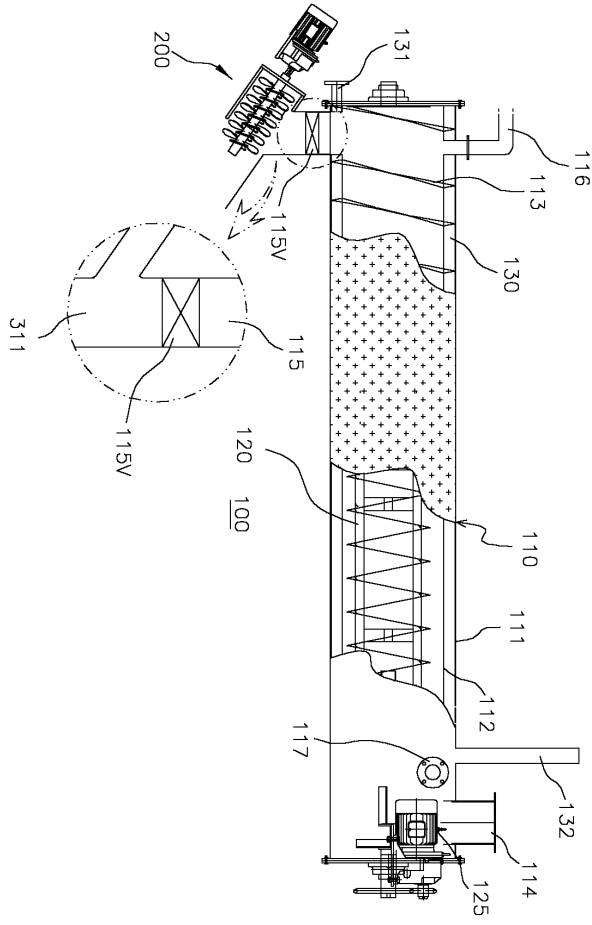
제1항에 있어서, 열풍발생기(400)는 외통(412)과 내통(413)의 2중 원통 겹벽구조로 되어 나선형의 순환가열통로(430)가 형성된 일측이 콘형인 버너통(410)과 버너통의 일측에 설치된 버너(420)로 구성되고, 상기 버너통(410)은 유동형 건조기의 바디(310)와 연통되어 버너의 연소열풍이 공급하도록 하고, 상기 순환가열로(430)의 유입구측은 자켓건조기(100)의 자켓원통(110)의 내부와 연통되게 하여 자켓원통(110)내의 슬러지에서 발생된 수증기를 포함한 배기가스를 공급하기 위한 배기가스배출관(116)이 설치되고, 상기 순환가열통로(430)의 출구측은 자켓형건조기(100)의 자켓원통(110)에 형성된 나선 열풍통로(130)의 유입구측에 연결되어 순환가열통로(430)에서 재 가열된 수증기를 포함한 배기가스를 순환 이용하도록 구성한 슬러지 복합건조시스템.

도면

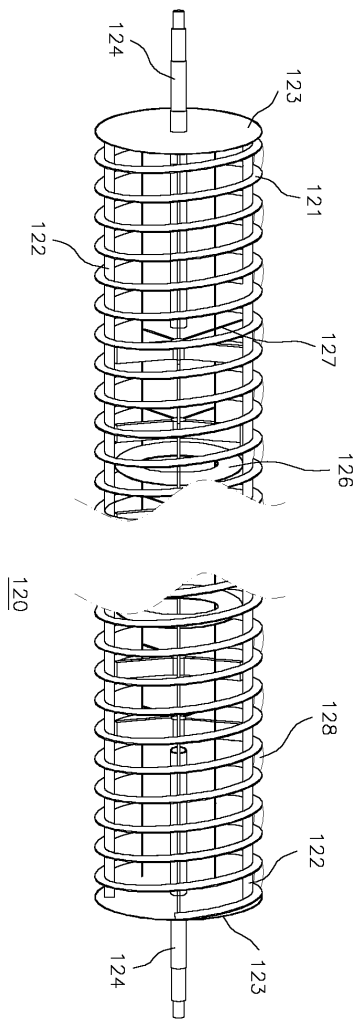
도면1



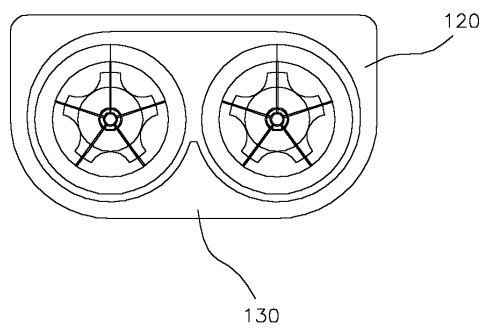
도면2



도면3

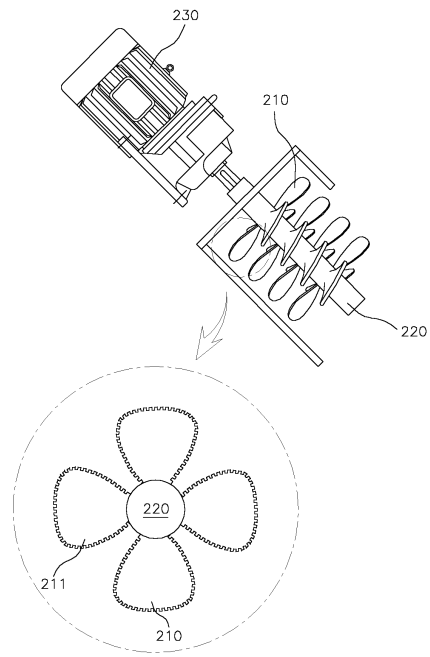


도면4

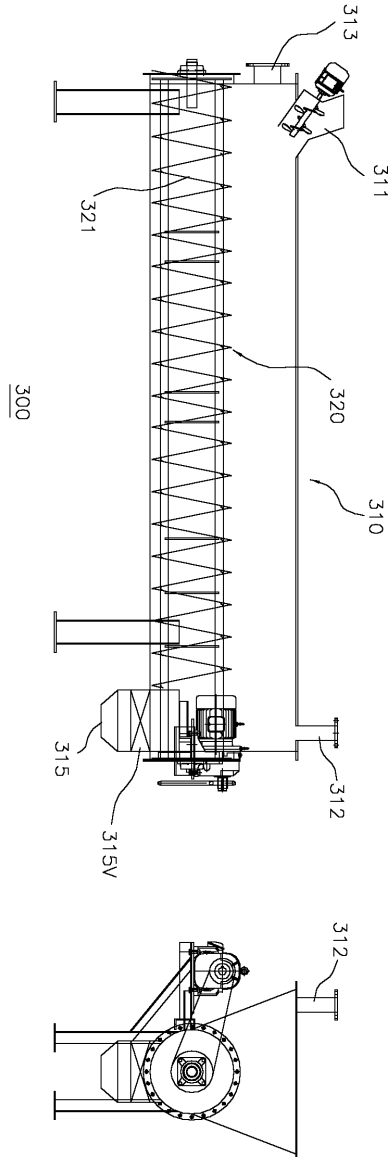




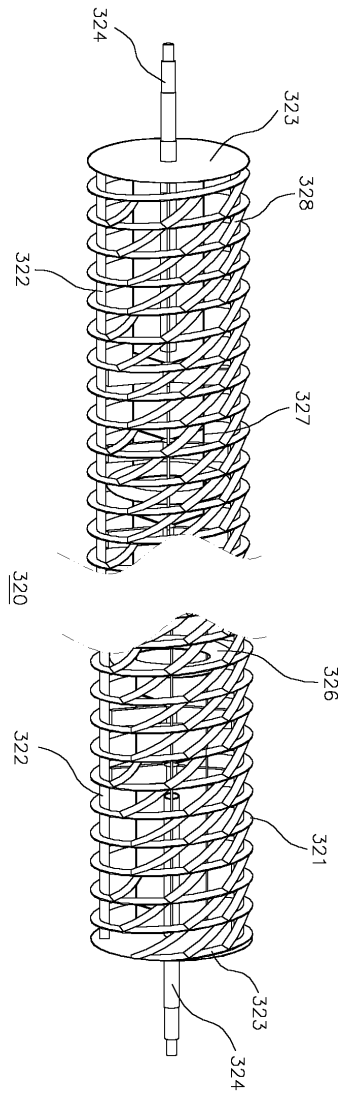
도면5



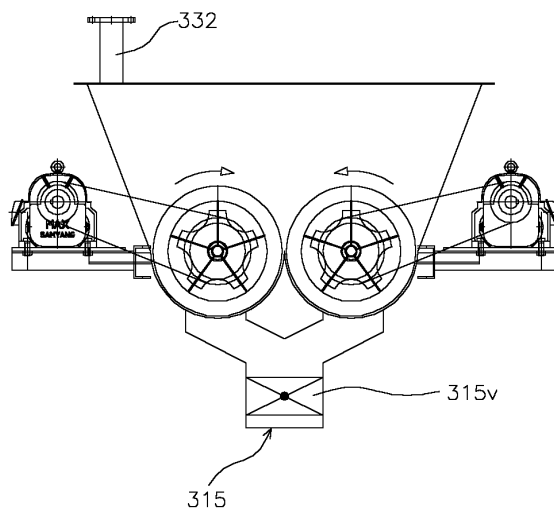
도면6



도면7



도면8



도면9

