



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월19일
(11) 등록번호 10-0977020
(24) 등록일자 2010년08월13일

(51) Int. Cl.

C02F 11/10 (2006.01) B09B 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0098090

(22) 출원일자 2008년10월07일

심사청구일자 2008년10월07일

(65) 공개번호 10-2010-0038928

(43) 공개일자 2010년04월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR100894154 B1

KR1020070073195 A

(73) 특허권자

고등기술연구원연구조합

경기 용인시 처인구 백암면 고안리 633-2

주식회사 디스텍

경기 화성시 태안읍 반월리 29-3

(72) 발명자

최창식

경기도 용인시 처인구 양지면 양지리 시원아침도
시 103-703

김 호

경기도 과천시 원문동 주공아파트 208동 508호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인에이아이피

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 이강욱

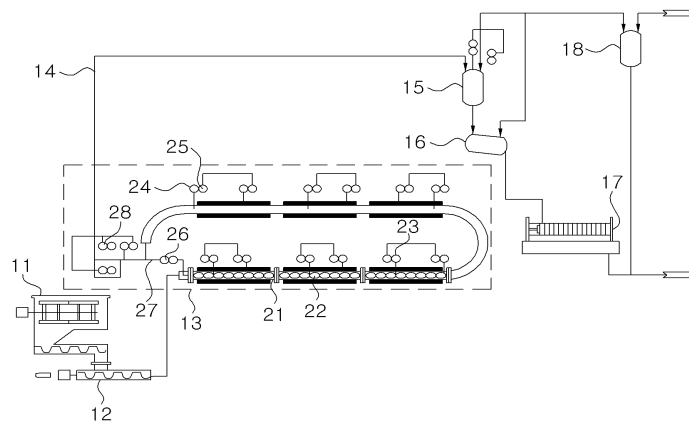
(54) 음식물 쓰레기 탈리액의 연속식 처리 장치 및 처리 방법

(57) 요약

본 발명은 음식물 쓰레기의 탈리액을 밀폐형 가온 가압 반응기에 연속적으로 투입하고, 당해 반응기의 온도 및 압력을 일정 수준으로 유지시킴으로써, 음식물 쓰레기의 탈리액을 처리하는 방법에 관한 것이다.

또한, 본 발명은 음식물 쓰레기의 탈리액으로부터 다량의 고체 고형물을 수득하기 위한, 음식물 쓰레기의 탈리액의 처리 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

장은석

경기도 포천시 신읍동 유한아파트 101동 605호

김양배

경기도 용인시 처인구 양지면 남곡리 76-26 양지꼬
따췌 B동 303호

윤형철

경기도 용인시 수지구 성북동 731번지 LG빌리지
608동 1201호

특허청구의 범위

청구항 1

음식물 쓰레기의 탈리액을 수용하기 위한 순환형 루프 타입 가온 가압 반응기;

상기 반응기 내부에 장착된 음식물 쓰레기의 탈리액을 교반하기 위한 교반기;

상기 반응기 내부의 온도 측정을 위한 온도 센서;

상기 반응기 내부의 압력 측정을 위한 압력계;

상기 반응기 내부에 장착된 승온 및 온도조절 장치;

음식물 쓰레기의 탈리액을 지속적으로 반응기에 공급하고 반응기 내 생성된 고액 슬러리를 지속적으로 이동시키기 위한 공급 펌프; 및

반응기 후단에 설치되고, 상기 반응기 후단의 압력이 일정 수준 이상이 되는 경우 고액 슬러리 형태의 생성물을 배출 및 이송시키기 위한 압력 조절 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는, 음식물 쓰레기의 탈리액의 연속식 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 음식물 쓰레기의 탈리액의 투입 및 반응을 원활히 하기 위해, 반응기 후단에서 고액 슬러리 형태로 존재하는 반응 생성물의 10 내지 90%를 지속적으로 반응기로 반응이 가능하도록 하는 반송 펌프를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는, 음식물 쓰레기 탈리액의 연속식 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 압력 조절 수단이 순차적인 압력 해제를 위해, 압력 조절 장치, 배출 용기 및 녹-아웃(knock-out) 용기의 다단계로 이루어짐을 특징으로 하는, 장치.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 고액 슬러리 형태의 생성물을, 고체 고형물과 액상의 반응여액으로 각각 분리시키기 위한 분리 수단을 추가로 포함함을 특징으로 하는, 장치.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 있어서, 상기 반응기 내부에 장착된 음식물 쓰레기의 탈리액을 교반하기 위한 교반기가 반응기 외부에 연결되는 축 또는 베어링이 필요 없는 정적 혼합기(static mixer) 방식의 교반기임을 특징으로 하는, 장치.

청구항 6

음식물 쓰레기의 탈리액을 가온 가압 반응기에 연속적으로 투입하는 단계를 포함하며, 당해 단계에서 반응 온도가 100 내지 300℃, 압력이, 당해 온도 범위의 특정 온도 값에 대한 1 내지 90 kg/cm² 범위 내의 특정 포화 수증기압 이상이 되도록 조정되어 상기 음식물 쓰레기의 탈리액 중 유기성 섬유질을 분해시키고 함유 수분을 분리시킴을 특징으로 하는, 음식물 쓰레기의 탈리액의 처리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 연속적 투입 단계에서 반응 시간이 1 내지 3시간임을 특징으로 하는 처리 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 반응기에서 생성된 반응 생성물을 배출 및 이송하는 단계를 추가로 포함하며, 당해 단계가 상기 반응기 후단의 압력이 일정 수준 이상이 되는 경우 반응 생성물을 반응기 밖으로 배출 및 이송하도록 함을 특징으로 하는, 처리 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 다단계의 압력 조절을 통해 압력이 순차적으로 해제됨을 특징으로 하는, 처리 방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 포화 수증기압 이상의 압력이, 별도의 가압 장치 없이음식물 쓰레기의 탈리액의 투입 압력과 상기 반응기 내부에서 발생하는 저분자량 유기물의 휘발분 및 수증기의 증기압에 의해 형성됨을 특징으로 하는, 처리 방법.

청구항 11

제6항 내지 제10항 중 어느 하나의 항에 있어서, 고액 슬러리 형태의 반응 생성물을, 탈수 수단을 사용하여 고체 고형물 및 액상의 반응여액으로 각각 분리시키는 단계를 추가로 포함하는, 처리 방법.

청구항 12

제2항에 있어서, 반응 생성물을 지속적으로 반응기로 반송시킴으로써 반응기로 투입되는 원료의 점성을 낮추고 반응 생성물이 가지고 있는 고온의 열원을 이용하여 초기 유입되는 원료의 온도를 높이는 것을 특징으로 하는, 처리 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 음식물 쓰레기의 탈리액 처리 장치 및 처리 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 각종 음식물 쓰레기의 탈리액 중에 함유된 유기성 고형분을 분리 제거하는 처리 작업에 사용되며, 특히 당해 처리 작업에 소요되는 비용과 시간을 대폭 단축시킬 수 있는 음식물 쓰레기의 탈리액 처리 장치 및 처리 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 각 가정이나 업소 등에서 수거한 음식물 쓰레기는 소정의 처리 과정을 거친 후 고형분 중에 함유된 수분(폐수)을 제거한 상태로 대부분 소각 및 매립 처리하거나 건조 및 발효시켜서 유기질의 비료나 퇴비 등으로 재활용하고 있다. 음식물 쓰레기의 탈리액은 주로 음식물류 폐기물 재활용시설의 탈수 장치인 원심탈수, 스크류데칸터, 스크류프레스 등에서 발생되며 고점착성 및 미세입자 형태로 구성되어 있어 탈수 효율이 매우 낮아 탈수 후의 탈리액에 고형분이 약 15 내지 25% 수준으로 포함되어 있다. 이와 같이 음식물 쓰레기를 처리하는 과정에서 발생하는 음식물 쓰레기의 탈리액을 처리하는 방법으로는, 선박을 이용하여 해상에 직접 해양 투기하는 방법과 통상의 폐수처리설비를 이용하여 수 처리하는 방법이 있다.

[0003] 상기 두 가지의 폐수 처리 방법 중에서 해양투기 방법은, 폐수 중에 함유된 다량의 유기성 물질에 의해 해상에 서 각종 환경 오염을 유발하고 바다의 생태계를 파괴하는 심각한 문제를 초래할 수 있다. 특히, 바다의 환경 오염에 의해 해양 투기와 관련한 법적 규제는, 2007년 7월 1일부터 폐수의 함유율이 95% 이상으로 강화되고, 2012년 1월부터는 해양 투기가 전면 금지되므로 이에 대한 안정적 처리 기술의 개발이 시급히 요구된다.

[0004] 폐수 처리 시설을 통해 처리하는 방법은, 하·폐수 처리장에 연계하여 위탁 처리하거나 미생물을 이용하여 호기 또는 혐기의 방법으로 자가 처리를 시도하는 경우가 있는데, 자가 처리의 경우 대체로 낮은 탈수능 및 탈수장비의 고장, 높은 유기물 고형분의 농도 대비 낮은 용존성 유기물 농도 등으로 인해 처리에 어려움이 있다.

[0005] 짐프로 공정(Zimpro process)으로 알려진 열적 습식산화기술은 밀폐형 반응장치를 통해 하수를 처리하는 기술이지만 하수의 유기물을 산화시키기 위해 산화제가 투입되고 생성물의 경우 궁극적으로 CO₂와 H₂O가 생성되며, 당해 산화제로 인해 반응기 내벽을 내산성 물질로 코팅해 주어야 하므로 설치비가 높아지는 단점이 있다.

[0006] 또한, 대한민국 특허 제515497호는 가온 가압 반응기에서 하수 슬러지를 가열하면서 슬러지에서 추출된 수분의 기화에너지 소요가 억제되도록 가온 가압 반응기의 온도와 압력을 열역학적 기준에 의거 조정함으로써 하수 슬러지로부터 고체 탄화물을 생성하는 방법 및 이의 장치를 개시한다.

[0007] 그러나, 상기 특허는 반응이 끝난 후에 실온까지 냉각시켜 반응물을 회수하는 회분식 반응에 관한 것으로, 에너지 손실이 크고 연속 운전이 어려워 상용화가 어렵다는 문제점이 있다. 특히, 당해 특허의 회분식 반응 장치는 순차적으로 운전되므로 반응시간(HRT)이 2시간일 경우 대기시간 및 승온시간을 대략 2시간 포함하여 하루 처리 가능 시간은 12시간에 불과하므로, 처리량에 한계가 있어 대량 처리가 불가능하여 상용화되기 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은, 수분을 다량 함유하고 있으나(함수율 60% 이상) 탈수가 어려운 고함수 음식물 쓰레기의 탈리액(함수율 75 내지 85% 수준)으로부터, 미세입자 형태의 유기 고형물(섬유질) 및 미세입자와 결합된 수분을 분리하여 최대한의 고체 고형물을 확보할 수 있는 장치 및 방법을 제공함을 발명의 목적으로 한다.

[0009] 또한, 본 발명은 음식물 쓰레기 탈리액의 고점착성으로 인한 잦은 폐수처리 시설 장비의 고장 및 상기 특허 제 515497호의 회분식 처리 장치의 처리 시간 및 처리량의 한계와 에너지 손실의 문제점을 개선시키기 위해, 회분식 처리 장치를 연속식으로 운전 가능하도록 구현함으로써, 당해 공정을 통해 대량처리가 가능하고 비교적 간단하게 수분을 분리할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.

과제 해결수단

[0010] 본 발명에 이르러, 음식물 쓰레기의 탈리액을 연속적으로 투입하고 이를 연속적으로 처리할 수 있는 장치를 구현함으로써, 상기 문제점을 해결하였다.

[0011] 상세히는, 본 발명은, 당해 탈리액을 가온 가압 반응기에 연속적으로 투입하고, 당해 반응기에서, 탈리액으로부터 추출된 수분의 기화 에너지 소요가 억제되도록 가온 가압 반응기의 온도와 압력을 열역학적으로 조정하여 탈리액의 유기성 물질로부터 결합수를 분리시키는 비교적 간단한 방법에 의해, 고점착성 유분의 고체화를 방지하고 탈리액의 점도를 낮추어 유동성을 개선시킴으로써, 상기 문제점을 해결하였다.

효 과

[0012] 본 발명에 따른 밀폐형 연속식 가온 가압 반응기를 이용함으로써, 환원 분위기에서 가온 가압하여 음식물 쓰레기 탈리액으로부터 수분을 분리하고 유기물의 손실을 최소화하면서 고열량의 고체 고형물을 생산할 수 있으며, 이를 연속식 장치로 구현함으로써 음식물 쓰레기 탈리액을 더욱 간편하게 처리할 수 있는 이점이 있다. 상세히는, 본 발명의 연속식 처리 장치 및 처리 방법은, 대기시간 및 승온 시간이 필요 없어 1일 24시간 처리가 가능하여 에너지 소모를 줄이면서 기존의 회분식 처리 장치에 비해 2배 이상의 탈리액을 간편하게 처리할 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명에 따른 연속식 가온 가압 열수 분해 공정을 통해 유기성 물질을 파괴하고 유기성 물질과의 결합 수분을 자유수로 전환시켜 비교적 간단하게 2차 탈수 공정을 통해 수분 분리가 가능하며, 기존의 주요 문제점이었던 고점착성으로 인한 장비 고장의 문제도 해결할 수 있다.

[0014] 또한, 본 발명에 따른 방법에 의해 생성된 고체 고형물의 경우 기존의 건조공정 또는 건식 열분해 적용 후의 고체 생성물과 비교시 높은 열량을 보존하고 있어 쓰레기 재생 연료 등의 연료로서 활용가치가 높고, 액상 생성물로 분리되는 반응 여액의 경우 고형물이 거의 용존되어 있지 않고 함수율이 높아 합법적으로 해양 배출이 가능하며, 용이하게 폐수 처리가 가능하다. 또한 반응 여액의 용존 유기물 농도(SCOD: Soluble COD)가 평균 100,000 mg/L 이상으로서 혐기소화를 통해 메탄가스의 생산이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0015] 본 발명은, 음식물 쓰레기의 탈리액을 가온 가압 반응기에 연속적으로 투입하는 단계, 및 상기 투입된 음식물

쓰레기의 탈리액을 가열하는 단계를 포함하고, 상기 가열하는 단계가 상기 탈리액에서 추출된 수분의 기화 에너지 소요가 억제되도록 상기 가온 가압 반응기의 온도와 압력을 열역학적으로 조정하여 상기 음식물 쓰레기의 탈리액 중 유기물로부터 결합수를 분리시킴을 특징으로 하는, 음식물 쓰레기 탈리액의 처리 방법을 제공한다. 또한, 본 발명은, 음식물 쓰레기의 탈리액을 밀폐형 가온 가압 반응기에 연속적으로 투입하는 단계, 및 당해 반응기를 1 내지 3시간 동안 100 내지 300℃의 온도에서, 당해 온도 범위의 특정 온도 값에 대한 1 내지 90 kg/cm² 범위 내의 특정 포화 수증기압 이상으로 가압시키는 단계를 포함하는, 음식물 쓰레기 탈리액의 처리 방법을 제공한다.

- [0016] 함수율 75 내지 85% 수준(고형물 15 내지 25%)의 음식물 쓰레기 탈리액을 습식 열분해(가온 가압) 반응기 안에 연속적으로 투입하고 가온(100 내지 300℃) 및 각각의 온도에서의 포화 수증기압 이상으로 가압(1 내지 90 kg/cm² 이상)하면서 1 내지 3시간 가량 반응을 진행시키면, 음식물 쓰레기의 탈리액 중 유기성 섬유질이 분해되고 함유 수분인 결합수가 분리되어, 점성이 낮은 고형물과 액상 반응여액이 혼합된 고액 슬러리 형태가 된다. 이 때 반응기 내부에서 고온의 열을 갖는 수분은 열매체로서 작용하여 외부열원과 함께 주변의 섬유질 세포를 파괴하는 역할을 수행하게 된다.
- [0017] 수득된 고액 슬러리를 탈수 수단(예: 탈수기)를 통해 고액 분리하고 수득된 고체 고형물을 자연 건조시켜, 용이하게 함수율 5% 미만의 고체 고형물을 수득할 수 있다.
- [0018] 따라서, 본 발명에 따른 처리 방법은, 고액 슬러리 상태의 생성물을 탈수 수단을 사용하여 고체 고형물과 반응여액으로 분리시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 처리 방법에 있어서, 상기 포화 수증기압 이상의 압력은, 별도의 가압 장치 없이 음식물 쓰레기의 탈리액의 투입 압력과 상기 반응기 내부에서 발생하는 저분자량 유기물의 휘발분 및 수증기의 증기압에 의해 형성된다. 당해 압력은 100℃에서는 1.03 kg/cm²의 포화수증기압 이상, 150℃에서는 4.85 kg/cm²의 포화수증기압 이상, 200℃에서는 15.85 kg/cm²의 포화수증기압 이상, 250℃에서는 40.56 kg/cm²의 포화수증기압 이상, 300℃에서는 87.62 kg/cm²의 포화수증기압 이상과 같은 방식으로, 100 내지 300℃ 범위 내의 특정 온도 값에 대한 1.03 내지 87.62 kg/cm² 이상의 특정 압력 값으로 정해질 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 처리 방법은, 상기 반응기에서 생성된 고액 슬러리 형태의 생성물을 배출 및 이송하는 단계를 추가로 포함할 수 있으며, 당해 단계는 상기 반응기 후단의 압력이 일정 수준 이상이 되는 경우 고액 슬러리를 반응기 밖으로 배출 및 이송하도록 한다. 반응기 후단에서 비교적 고압의 압력을 일시에 해제하는 것은 반응기 내 압력 강하의 문제 및 공정 구성에도 어려움이 있으므로, 순차적으로 다단계를 거친 압력 해제를 통해 생성물이 원활하고 연속적인 배출 및 이송하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0021] 본 발명에 따른 처리 방법에 있어서, 슬러리 상태의 반응 생성물의 일부, 예를 들어 5 내지 90%, 바람직하게는 10 내지 90%를, 상기 연속식 가온 가압 반응기 입구로 반응시키는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 이로써, 반응기로 투입되는 원료의 점성을 낮출 뿐 아니라 생성물이 가지고 있는 고온의 열원을 이용하여 초기 유입되는 원료의 온도를 올리는 데 수월한 장점이 있다.
- [0022] 본 발명은 연속식 가온 가압 반응기에 의해 음식물 쓰레기의 탈리액 중 유기성 섬유질을 분해시키고, 결합수를 탈리시킴으로써, 음식물 쓰레기 탈리액의 함수율을 높일 수 있다.
- [0023] 상기 가온가압 반응기는 악취발생의 억제를 위해 밀폐된 상태에서 운전된다.
- [0024] 본 발명에 따른 처리 방법에 있어서, 상기 반응기의 온도는 100 내지 300℃이고, 바람직하게는 190 내지 250℃의 범위이다.
- [0025] 반응기 내 내부의 압력은 별도의 가압 장치가 필요없는 것이 특징이며, 공급 펌프에 의한 원료 물질의 투입 압력과 일부 저분자량 유기물/수증기의 증발 압력이 서서히 증가하여 포화수증기압 이상의 압력이 형성된다. 따라서 기화에너지로의 소모가 없어 처리비용 절감이 가능하다.
- [0026] 다음의 표 1은 정해진 반응온도를 상승시키는데 필요한 최소한의 소요압력인 포화수증기압의 열역학적 자료이며, 도 2를 통해 연속식 반응기 내부에서 온도가 상승함에 따라 압력도 점차적으로 상승하는 것을 확인할 수 있다.

표 1

스팀/물 표 (단위: kcal/kg)

반응온도 (°C)	포화 수증기압 (kg/cm ²)	포화수	포화수증기	기화에너지
		물(0°C)->포화수	물(0°C)->포화수증기	포화수->포화수증기
100	1.03	100.1	639.1	539
150	4.85	150.9	655.7	505
200	15.85	203.6	666.6	463
250	40.56	259.3	668.8	409
300	87.62	321.3	657.1	336

[0028] 본 발명은 또한 음식물 쓰레기의 탈리액을 처리하는 장치를 제공하며, 당해 장치는 음식물 쓰레기의 탈리액을 수용하기 위한 밀폐형 연속식 가온 가압 반응기, 상기 반응기 내부에 장착된 상기 탈리액을 교반하기 위한 교반기, 상기 반응기 내부의 온도 측정을 위한 온도 센서, 상기 반응기 내부의 압력 측정을 위한 압력계, 상기 반응기 내부에 장착된 승온 및 온도조절 장치, 음식물 쓰레기의 탈리액을 지속적으로 반응기에 공급하고 반응기 내 생성된 고액 슬러리를 지속적으로 이동시키기 위한 공급 펌프, 및 반응기 후단에 설치되고, 상기 반응기 후단의 압력이 일정 수준 이상이 되는 경우 고액 슬러리 형태의 생성물을 배출 및 이송시키기 위한 압력 조절 수단을 포함한다.

[0029] 상기 연속식 가온 가압 반응기는 세부적으로 관형 반응기(21), 교반기(22), 승온 및 온도조절장치(23), 온도 센서(24), 압력계(25), 생성물 배출 및 이송을 위한 압력 조절 수단(28)을 포함한다. 반응기는, 슬러리 상태의 반응 생성물의 일부, 예를 들어 5 내지 90%, 바람직하게 10 내지 90%를, 반응기 입구로 반송하기 위한 반송 펌프 및/또는 압력조절장치(26) 및 반송관(27)을 추가 포함할 수 있다. 이로써 음식물 탈리액의 열수 가압 반응기에서의 발생한 고온을 이용하여 반응기의 에너지 효율을 높일 수 있다.

[0030] 밀폐된 구조의 연속식 가온가압 반응기(13)는 예를 들어, 루프 타입 관형 반응기(ROOF TYPE TUBULAR REACTOR)이다.

[0031] 본 발명의 한 양태에서 루프 형태의 반응기는 관형 타입의 배관을 이용하여 제작가능하므로 공급 펌프(12)의 용량에 맞추어 반응기 부분만 추가 장착이 가능한 확장성이 있으며, 공간 활용이 용이하여 회분식(PFR: Plug Flow Reactor) 반응기보다 설치 면적이 적어지는 장점이 있다.

[0032] 본 발명의 한 양태에서 연속식 반응기 내에 장착하는 교반기(22)는 완벽한 밀봉(seal)이 요구되어 지는데, 기존의 구동축 및 베어링에 의한 스크류 타입의 교반기는 압력이 존재하는 조건에서는 반응생성물의 누수 현상이 발생하게 되어, 본 발명에서는 기계적 밀봉이 필요없는 정적 혼합기(static mixer)를 채용하였다.

[0033] 상기 밀폐된 구조의 가온 가압 반응기(13)의 주변 장치들로는 공급 펌프(12)가 있으며, 이외에 호퍼(11), 고액 슬러리 이송을 위한 생성물 이송관(14), 고액 슬러리의 2단계 배출을 위한 배출 용기(15), 고액 슬러리의 3단계 배출을 위한 녹-아웃(knock-out) 용기(16), 고액분리용 탈수기(17), 수증기 열회수를 위한 열 회수 용기(18)를 추가 포함할 수 있다.

[0034] 본 발명의 한 양태에서 공급 펌프(12)는 음식물 쓰레기의 탈리액 원료를 지속적으로 공급하면서 압력을 승압하게 되고, 반응기 내 고액 슬러리 생성물을 지속적으로 이동시킬 수 있는 단일 펌프(mono pump)를 채용하였다. 음식물 탈리액의 특성상 고점착성으로 인해 고체화되어 운전 장비에 달라붙어 장비의 고장을 유발하게 되는데, 공급 펌프(12)를 통해 연속적으로 투입하므로 이와 같은 현상을 피하게 되는 장점이 있다.

[0035] 상기 반응기는 필요에 따라 상기 압력 조절 수단 외에 추가로 압력을 순차적으로 해제시키기 위해, 반응기 후단에 배출 용기(15) 및 녹-아웃 용기(16)과 이에 부착된 자동 밸브를 추가 함유할 수 있다. 반응기 후단의 압력 조절 수단(28)은 반응기의 압력이 일정 수준 이상, 예를 들어 30 kg/cm² 이상이 되면 자동적으로 밸브를 열어 생성물을 배출 용기(15)로 배출시켜주고, 배출 용기(15)에서는 예를 들어 10 kg/cm² 이상의 수증기압이 생성될 경우 수증기를 열 회수 용기(18)로 배출시키면서 일정 시간 간격으로(대략 30분) 녹-아웃 용기(16)으로 고액 슬

러리를 배출시킨다.

[0036] 녹-아웃 용기(16)에서는 고액 슬러리를 저장하면서 이를 고액 분리 탈수 수단(17)으로 이송해주게 된다. 반응기 후단에서 비교적 고압의 압력을 일시에 해제하는 것은 반응기 내 압력 강하의 문제 발생 및 공정 구성에도 어려움이 있으므로, 순차적으로 다단계를 걸친 압력 해제를 통해 생성물의 원활하고 연속적인 배출 및 이송이 가능하다.

[0037] 반송 펌프 및/또는 압력조절장치(26)는 반응이 종료되어 점도가 낮아지고 높은 온도를 보존하고 있는 고액 슬러리(중간 생성물)의 일부(5 내지 90%)를 반송할 수 있는 펌프 내지 장치로서 주로 플런지 펌프(plunge pump) 또는 기어 펌프(gear pump)로 구성될 수 있다.

[0038] 상기 반응기에는 필요에 따라 공정 후단에 열 회수 용기(18)를 추가로 포함하고, 이는 주로 배출 용기(15)에서 배출되는 포화수증기를 포집하여 후단 공정에서 생성물의 건조 등에 열원으로 사용될 수 있다. 즉, 본 발명은 음식물 쓰레기의 탈리액의 열수 가압 반응에서 발생한 수증기의 폐열을 회수하여 최종 생성물을 건조하여 에너지 효율을 증가시킨다.

[0039] 본 발명의 한 양태에 사용되는 연속식 습식 열분해 장치가 도 1에 도시되어 있다.

[0040] 본 발명의 실시예가 아래 기술되며, 이는 본 발명의 이해를 돕기 위한 예시일 뿐이며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0041] 실시예 1

[0042] 음식물 쓰레기의 탈리액 처리

[0043] 도 1에 나타난 음식물 쓰레기의 탈리액 처리 장치와 동일한 구성으로 이루어진 장치를 이용하여 음식물 쓰레기의 탈리액(함수율 84.1%, 고형물의 함량 159g) 1kg을, 170℃, 200℃ 및 250℃의 각각의 온도에서 습식열분해 반응을 진행시켰다. 반응 압력을 당해 온도에서의 포화수증기압보다 높은 수준으로 유지하여, 액상 생성물의 증발을 억제하여 기화에너지로의 소모를 최소화하였다. 수득된 고액 슬러리를 기계적 탈수기로 탈수 처리하여 고체 고형물과 액상 반응여액으로 분리하였다. 170℃의 반응 온도에서 106g(수득율 66.6%)의 고체 고형물, 200℃의 반응 온도에서 93.2g(수득율 58.6%)의 고체 고형물 및 250℃의 반응 온도에서 43.4g(수득율 27.3%)의 고체 고형물이 각각 수득되었다. 고체 고형물의 함수율은 5% 미만이었으며, 저온건조(105℃ 수준) 처리 시 함수율은 최대 0%이었다. 반응 여액은 170℃에서 693ml, 200℃에서 754ml 및 250℃에서 820ml 수득하였다(표 2 참조).

[0044] 실시예 2

[0045] 음식물 탈리액의 가온 가압 열수분해 반응 전후의 물리화학적 특성 변화

[0046] 상기 실시예 1에서 수득된 고액 슬러리의 물리 화학적 특성을, 열수 처리 전 음식물 탈리액의 특성과 비교하여 조사하였다. 당해 조사 결과를 하기 표 2에 나타낸다.

표 2

Condition		Proximate analysis (dry solid, wt.%)				Ultimate analysis (dry solid, wt.%)					HHV ^d (kcal/kg)	Yield (%)	Filtrate (ml)
		MC ^a	VM ^b	FC ^c	Ash	C	H	N	O	S			
Food wastewater	raw	0.4	72.3	16.4	10.9	53.1	7.2	3.8	15.9	n.a	5,449.9	100	-
	170℃	1.0	77.5	10.2	11.3	52.0	7.3	4.1	-	-	5,659.1	66.6	693
	200℃	0.9	74.3	11.1	13.0	53.2	7.0	4.0	-	-	5,998.9	58.6	754
	250℃	0.2	79.6	13.2	7.0	70.2	9.1	2.0	10.6	0.2	8,099.6	27.3	820

[0047]

[0048] (a: Moisture content, b: Volatile matter, c: Fixed carbon, d: High heating value)

[0049] 원소 분석(ultimate analysis) 결과 산소 성분이 15.9%에서 10.6%로 감소하여, 고형물로부터 산소가 CO₂ 또는 H₂O 형태로 빠져 나갔음을 알 수 있다. 이로부터 음식물 탈리액의 고형물로부터 수분이 분리되고, 고형물이 탄

화되어 소수성으로 바뀌으로써 탈수능이 좋아지는 것으로 판단된다.

[0050] 실시예 3

[0051] 탈수능 측정

[0052] 실시예 1에서 수득된 고액 슬러리의 탈수능을 CST(Capillary Suction Time)를 통해서 확인하였다. 250℃에서 열수 처리된 고액 슬러리의 특성을 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

Item		Food wastewater	250℃ heat treated Slurry
TCOD		285,708.3	145,125.0
SCOD		119,500.0	129,666.7
TOC	Total	123,777.8	104,555.6
	Soluble	43,933.3	47,477.8
CST		891.5 sec	18.3 sec
TS		87,200	38,950

[0053]

[0054] CST(Capillary suction time)로서 탈수능을 측정하였을 때 처리 전의 CST는 891.5초의 높은 수치로서 탈수가 매우 어려움을 나타낸 반면, 처리 후의 CST는 18.3초의 낮은 수치로 탈수성이 크게 개선되었다.

[0055] 또한, SCOD(가용성 COD)/TCOD(총 COD)의 비율을 보면 42%에서 88% 수준으로 높아지는 것을 확인할 수 있는데, 이는 다량의 미세입자들이 용존성 물질로서 반응여액에 용해되어 있음을 나타내는 것으로서, 탈리액 중 섬유질 유기물이 본 발명에서의 반응을 통해 용이하게 용해되었음을 확인할 수 있다.

[0056] 본 발명은 고함수 음식물 쓰레기의 탈리액(함수율 60% 이상)를 대상으로 안출한 것으로서, 유사한 성상을 갖는 음식물류 폐기물 및 하폐수 슬러지, 리그닌 슬러지, 축산폐수 등에 적용이 가능하다.

[0057] 본 발명에 따른 연속식 가온 가압 열수분해 공정은 유기성 물질을 파괴하여 유기성 물질과의 결합수를 자유수로 전환시켜 비교적 간단한 2차 탈수 공정을 거쳐 음식물 탈리액의 함수율을 높이는 것이 가능하며, 기존의 주요 문제점이었던 고점착성으로 인한 장비 고장의 문제도 극복할 수 있다. 최종 생성물인 고체 고형물의 경우 높은 열량을 보존하고 있어 단위열량이 6000 내지 9000kcal/kg을 상회하여 쓰레기 재생 연료 등의 연료로서 활용가치가 높다. 액상 생성물로 분리되는 반응여액의 경우는 용존 유기물 농도(SCOD: Soluble COD)가 평균 100,000 mg/L 이상으로 혐기소화를 통해 메탄가스의 생산이 가능하다.

도면의 간단한 설명

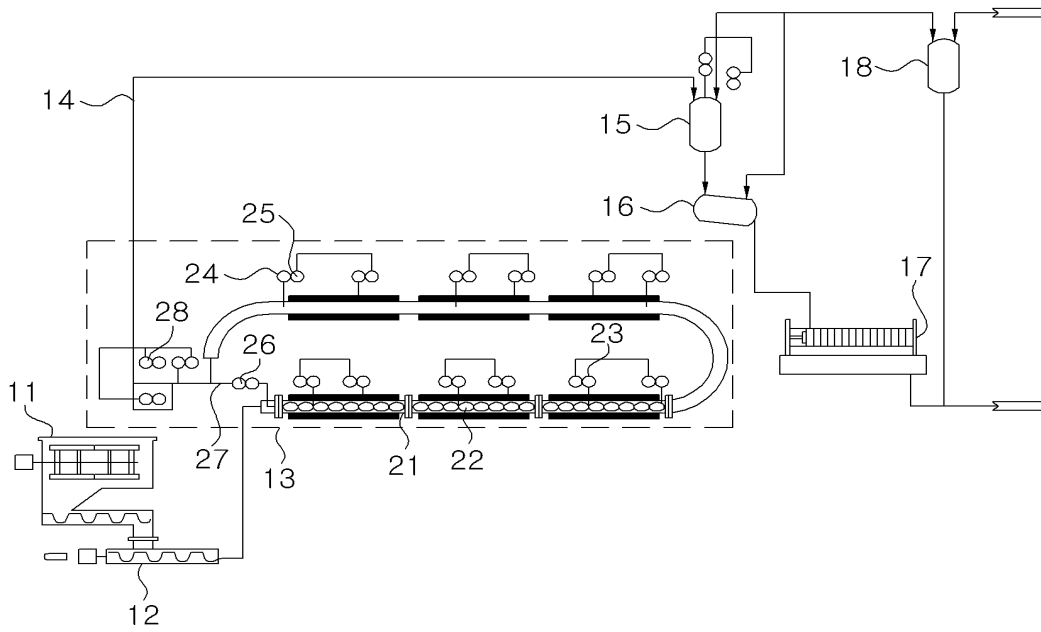
[0058] 도 1은 본 발명에 따른 음식물 쓰레기의 탈리액의 처리 공정의 구성도이다.

[0059] 도 2는 연속식 반응기 내부에서 온도 상승에 따라 포화수증기압 이상의 압력이 형성됨을 보여주는 그래프이다.

[0060]

도면

도면1



도면2

