

한국전력공사 무상특허

1. 초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치(등록번호 : 1011307220000)

대용량 초임계수 산화장치에 관한 것으로, 반응기에서 발생하는 다량의 반응열 제어가 용이하여 안전하게 운전할 수 있을 뿐만 아니라 반응기에서 발생하는 반응열을 원하는 고온/고압의 스팀으로 생산할 수 있는 대용량 초임계수 산화장치에 관한 것이다.

관리번호 : PT200900475

※ 기술분류 : 발전/화학환경, 기술이전 조건 : 무상
이 기술의 특허는 다음 장에 있습니다.

특허청구의 범위

청구항 1

폐수에 함유된 유기물을 초임계수(임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 산화조건 상태에서 산화 분해시켜 처리하면서 반응열을 발생시키는 열교환식 다관형 반응기;

상기 열교환식 다관형 반응기와 연결되어 열교환식 다관형 반응기에서 처리된 상기 폐수를 재처리하는 관형반응기;

상기 열교환식 다관형 반응기로 냉각수를 공급하여 상기 반응열을 스팀으로 회수하고, 상기 냉각수의 수위를 나타내는 레벨 게이지와, 상기 냉각수의 수위를 조절하는 조절 밸브를 구비하는 드립; 및

제어밸브를 통하여 상기 드립으로부터 상기 스팀을 공급받아 저장하고, 상기 스팀의 압력을 측정하는 압력계, 상기 스팀의 온도를 측정하는 온도계 및 상기 스팀의 열량을 측정하는 적산 열량계를 구비하며, 상기 압력계에서 측정된 압력과 상기 온도계에서 측정된 온도를 이용하여 상기 스팀의 압력이 20 kg/cmG이고 상기 스팀의 온도가 200℃가 되도록 상기 스팀의 압력과 온도를 조절하는 조절부를 구비하고, 상기 스팀의 레벨을 조절하기 위한 레벨 게이지 및 조절 밸브를 구비하는 스팀탱크를 포함하고,

상기 관형반응기에서 산화 분해 과정을 통해 처리된 반응 혼합물은 열교환기, 이중관 형태의 냉각기를 거쳐 실온으로 냉각되며, 필터, 모세관 및 제어 밸브를 통과하면서 상압으로 감압되고, 기액 분리기를 통과한 후 액체는 생성물 용기 탱크에 모여 이송 펌프의 작동으로 최종 생성 저장조로 이동되는 것을 특징으로 하는,

초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 고온 고압의 스팀 생산 기술에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 초임계수 산화기술은 물을 초임계수(임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 이상의 온도와 압력으로 가온, 감압한 다음, 산소 혹은 과산화수소 등의 산화제를 이용하여 유기물을 물과 이산화탄소로 산화 분해하는 방법으로써 이러한 초임계수 산화기술은 물속에 함유된 유기물을 처리하는데 널리 사용되고 있다.

[0003] 초임계수 산화기술에서 중요한 요소 중의 하나는 처리대상 물질에 적합한 반응기를 선정하는 것인데, 흔히 사용되는 반응기는 관형(tubular) 반응기이고, 그 외 염 석출의 우려가 없거나 백믹싱(back mixing)이 크게 문제가 되지 않을 경우에는 베셀(vessel) 반응기도 널리 사용된다. 간혹 처리대상 물질 혹은 반응특성에 따라 이들 두 반응기의 혼합 혹은 다른 반응기의 혼합형도 사용되고 있다.

- [0004] 예를 들면, 미국특허 제5,158,689호에서는 셸 & 튜브(shell & tube) 반응기와 단일 실린더형 혼합 반응기를 병렬로 연결해서 본 반응기에 촉매를 채운 다음 폐수를 통과하여 정제한다고 개시하고 있으나, 이는 실온에서 촉매를 채운 2개의 반응기를 통과하는 실험에 불과하다.
- [0005] 한편, 실험실용의 소규모 장치와는 달리 파일럿 플랜트 규모 및 상용설비와 같은 대용량의 설비에서는 초임계수 산화공정으로 발열량이 큰 유기물을 산화, 분해하는 경우에 상당한 열이 발생하여 반응기의 온도를 제어하는 것이 매우 어렵다.
- [0006] 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법은 관형 반응기에 퀀칭 포인트(quenching point)를 몇 군데 설치하여 반응기 내부에 생성된 열을 제거하는 것이다. 하지만 발열량이 큰 물질을 처리할 경우, 상기 방법으로는 온도 조절이 불가능하며, 또한 초임계수(임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 이상의 상태에서 급격한 온도 변화로 인해 재질 부식의 우려가 있다.
- [0007] 따라서, 상술한 바와 같이, 초임계수 산화공정은 실험실 규모의 소형장치에서는 대부분의 유기성 폐기물을 산화 분해로 처리하는데 매우 좋은 기술이지만, 발열량이 큰 유기물을 대용량(처리용량: 30 kg/h 이상)으로 처리 시에는 상당한 열이 발생할 수 있다. 종종 이러한 발생열은 관형 반응기에 퀀칭 포인트(quenching point)의 설치로 해결할 수 없을 경우가 있다. 또한 다량의 반응열이 발생하는 폐기물을 대용량으로 처리 시 발생하는 열을 방치하는 것은 에너지적 측면에 있어서 손실로 볼 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0008] 본 발명은 상기와 같은 요구에 따라 고안된 것으로서, 발열량이 큰 유기물을 초임계수(임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 이상의 온도와 압력에서 산소 혹은 과산화수소 등의 산화제를 이용하여 물과 이산화탄소로 산화 분해하되, 반응기에서 발생하는 반응열을 적절히 제어하여 고온/고압의 스팀을 생산하는 기술을 제공함에 그 목적이 있다. 반응 후 발생하는 열 혹은 스팀의 회수 장치는 알려져 있으나, 고온 및 고압의 초임계수 산화장치에서 발생한 스팀을 원하는 온도와 압력의 스팀으로 생산하여 판매를 하는 경우는 조사되지 않았다.

과제 해결수단

- [0009] 본 발명의 초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치는 폐수에 함유된 유기물을 초임계수(임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 산화조건 상태에서 산화 분해시켜 처리하며 반응열을 발생시키는 열교환식 다관형 반응기; 상기 열교환식 다관형 반응기로 냉각수를 공급하여 상기 반응열을 스팀으로 회수하는 드럼; 제어밸브를 통하여 상기 드럼으로부터 상기 스팀을 공급받아 저장하는 스팀탱크;를 포함한다.
- [0010] 상기 열교환식 다관형 반응기는 관형반응기에 연결되며, 열교환식 다관형 반응기에서 처리된 상기 폐수는 상기 관형반응기에서 재처리될 수 있다.
- [0011] 상기 드럼은, 상기 냉각수의 수위를 나타내는 레벨 게이지, 및 상기 냉각수의 수위를 조절하는 조절 밸브를 포함한다.
- [0012] 상기 스팀탱크는, 상기 스팀의 압력을 측정하는 압력계, 상기 스팀의 온도를 측정하는 온도계, 및 상기 스팀의 열량을 측정하는 적산 열량계가 설치되는 것이 바람직하다.
- [0013] 상기 스팀탱크는, 상기 압력계에서 측정된 압력과 상기 온도계에서 측정된 온도를 이용하여 상기 스팀의 압력이 20kg/cm²G이고 상기 스팀의 온도가 200℃가 되도록 상기 스팀의 압력과 온도를 조절하는 조절부를 포함한다.

효과

- [0014] 본 발명의 본 발명에 따른 초임계수 산화장치에 의하면 다음과 같은 효과가 있다. 첫째, 열교환식 다관형 반응기의 셸 부분을 공기 및 물로 냉각시킬 수 있다.

- [0015] 둘째, 열교환식 다관형 반응기의 셀 부분을 물로 냉각 시 셀 부분의 온도 조절이 가능하며, 궁극적으로 반응기의 온도 조절이 용이할 뿐만 아니라 공기보다 냉각의 효과를 크게 할 수 있어, 반응열이 큰 유기물질을 안전하게 처리할 수 있다.
- [0016] 셋째, 열교환식 다관형 반응기의 셀 부분의 물의 레벨을 측정 및 조절이 가능하여 초기 기동을 위한 가온 시간을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 열 공급을 줄일 수 있다.
- [0017] 넷째, 열교환식 다관형 반응기에서 발생하는 반응열로써 원하는 압력/온도의 스팀을 생산할 수 있어 설비의 용량이 커질수록 상당한 경제적 이익을 창출할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어 이해를 용이하게 하기 위하여 동일한 수단에 대하여 동일한 참조 번호를 사용한다.
- [0019] 본 발명의 일 실시 예에 따른 스팀 생산장치에 이용되는 초임계수 산화(Super Critical Water Oxidation, SCWO) 기술은 물의 임계점 (임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 이상의 온도와 압력 상태(초임계수 산화조건 상태)에서 폐수에 포함된 유기물을 산소 또는 과산화수소, 공기와 같은 산화제를 이용하여 산화, 분해하는 것이다. 초임계수 산화기술은 높은 용해력, 빠른 물질이동과 열이동, 낮은 점도, 높은 확산계수 그리고 낮은 표면장력 등의 초임계 유체의 장점을 이용하는 것으로, 기존에 상용화된 공정이 지니고 있는 기술적 어려움을 해결할 수 있는 기술이다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시에 따른 초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치의 구성도이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 혼합기(Mixer; 90)는 폐수(Waste Water)와 산소를 혼합하여 열교환식 다관형 반응기(200)로 공급한다.
- [0022] 열교환식 다관형 반응기(Shell & Tube Reactor; 200)는 산소가 혼합된 폐수를 산화 분해 처리하고, 처리된 폐수를 열교환식 다관형 반응기(200)에 병렬로 연결된 관형반응기(Tubular Reactor; 210)로 공급한다. 열교환식 다관형 반응기(200)는 냉각수가 공급되어 스팀을 생성하는 반응기 셀(미도시)과, 반응물질인 폐수가 공급되는 복수 개의 튜브(미도시)를 포함한다. 반응기 셀은 스테인레스강(SUS 316) 재질로 제작될 수 있다. 튜브는 부식에 강한 인코넬(Inconel) 625 튜브일 수 있다.
- [0023] 관형반응기(210)는 열교환식 다관형 반응기(200)로부터 제공되는 폐수를 처리한다. 산소와 혼합된 폐수는 열교환식 다관형 반응기(200)를 통과하면서 90% 이상의 폐수 처리 반응을 마치게 되며, 병렬로 연결된 관형반응기(210)를 거치면서 99.99% 이상의 폐수 처리 반응을 마치게 된다.
- [0024] 산화 분해 과정을 통해 처리된 반응 혼합물은 열교환기(Heat Exchanger; 10), 이중관 형태의 냉각기(Effluent Cooler; 20)를 거쳐 실온으로 냉각되며, 필터(Filter; 30), 모세관(Capillary; 40) 및 제어 밸브(Control valve; 50)를 통과하면서 상압으로 감압되고, 기액 분리기를 통과한 후 액체는 생성물 용기 탱크(Product Receiver Tank; 60)에 모여 이송 펌프(Treatment Water Transfer Pump; 70)의 작동으로 최종 생성 저장조(Product Tank; 80)로 이동된다.
- [0025] 폐수에 발열량이 큰 유기 산화물이 포함된 경우, 열교환식 다관형 반응기(200)가 초임계수(임계온도: 374℃, 임계압력: 22.1MPa) 산화조건에서 폐수를 산화 분해하면 높은 반응열이 발생하는데, 높은 반응열을 냉각하는 냉각 공정이 필요하다.
- [0026] 워터 피드 드럼(Water Feed Drum; 110)에 저장된 냉각수는 워터 피드 펌프(Water Feed Pump; 116)를 통하여 보일러 워터 피드 드럼(BWF 드럼, Boiler Water Feed Drum; 100)으로 이동된다. BWF 드럼(100)은 냉각수의 수위를 나타내는 레벨 게이지(Level Gauge; 102)와 냉각수의 수위를 조절하는 조절 밸브(104)를 포함한다.

- [0027] BWF 드럼(100)으로 이동된 냉각수는 보일러 워터 피드 펌프(BWF 펌프, Boiler Water Feed Pump; 106)를 통하여 열교환식 다관형 반응기(200)의 셸(shell)측으로 유입되고 이를 통해 반응열을 회수하여 다시 BWF 드럼(100)으로 복귀하게 된다.
- [0028] BWF 드럼(100)으로 회수된 냉각수 중, 고온의 스팀은 제어밸브(108)를 거쳐 스팀 탱크(Steam Tank; 120)로 유입된다. 스팀 탱크(120)에는 압력계(manometer; 126), 온도계(thermometer; 128) 및 적산 열량계(Calorimeter; 125)가 부착된다.
- [0029] 압력계(126)와 온도계(128)로 측정된 스팀의 압력과 온도를 이용하여 조절부(121)는 스팀 탱크(120)의 스팀의 압력과 온도를 원하는 스팀의 압력과 온도로 설정할 수 있다. 적산 열량계(125)는 스팀의 열량을 측정한다. 스팀 탱크(120)의 압력과 온도는 원하는 압력과 온도로 설정할 수 있다. 원하는 온도와 압력으로 생산된 스팀은 제어밸브(123)를 통해 외부로 배출되어 사용자에게 판매될 수 있다.
- [0030] 한편 BWF 드럼(100)에 설치된 레벨 게이지(102)와 조절 밸브(104)에 의해 BWF 드럼(100)의 냉각수 수위가 조절되면 열교환식 다관형 반응기(200)에 공급되는 냉각수의 양이 조절될 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치는 폐수의 유기물을 산화 분해시키는 반응 초기에는 열교환식 다관형 반응기(200)를 공기로 냉각시키다가, 열교환식 다관형 반응기(200)의 온도가 일정 온도에 도달하면 레벨 게이지(102)와 조절 밸브(104)를 이용하여 열교환식 다관형 반응기(200)를 냉각수로 냉각시킬 수 있다.
- [0031] 또한 레벨 게이지(102)와 조절 밸브(104)를 이용하여 냉각수의 레벨을 상향 조정함으로써 반응열이 급격히 증가하는 경우에도 열교환식 다관형 반응기(200)에 공급되는 냉각수의 양을 증가시켜 열교환식 다관형 반응기(200)의 온도를 효과적으로 제어할 수 있게 된다.
- [0032] 워터 피드 드럼(110) 및 스팀 탱크(120)에도 BWF 드럼(100)에 설치된 레벨 게이지(102)와 조절 밸브(104)와 동일한 기능을 수행하는 레벨 게이지(112,122)와 조절 밸브(114,124)가 설치될 수 있다.
- [0033]
- [0034] 이하, 상기와 같은 본 발명을 실시예에 의거 더욱 구체적으로 설명하려고 하는 바, 다음 실시예에 의하여 본 발명이 한정되는 것은 아니다.
- [0035] <실시예 1>
- [0036] 50ppm 이상의 폴리염화비페닐(PCBs)로 오염된 변압기 절연유에 미사용 절연유(광유 1종 4호)를 가하여 상기 폐 절연유의 PCBs 농도가 50ppm이 되도록 제한한다.
- [0037] 참고로 대용량 변압기 절연유의 연소열을 KS E 3707:2001 방법으로 측정한 결과, 발열량은 45,380J/g로 다른 종류의 유기성 폐기물에 비하여 상당히 높은 연소열을 발생시킴을 알 수 있었다.
- [0038] 이 시료 300kg에 본 시료 용기의 전체 무게가 10,000kg이 되도록 증류수를 가한 다음, 시료를 잘 혼합한다. 본래 실험을 실시하기 전에 제한한 시료의 총유기탄소(TOC; Total Organic Carbon)를 측정한다. 다음으로, 열교환식 다관형 반응기와 관형 반응기를 함께 구비한 초임계수 산화장치를 이용하여 PCBs로 오염된 폐절연유를 처리한 실험조건 및 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1

유기물 함량: 3wt%		
처리 조건	온도	500℃
	압력	3,700psi
	산화제	산소
	산소투입량	150%SA
	체류시간	90sec
유기물 분해율		> 99.99%

[0040] 상기 표 1과 같이 , PCBs 오염된 폐절연유에 반응온도 500℃, 압력 3,700 psi에서 산화제로 산소를 150%로 물과 이산화탄소로 산화 분해할 경우, 그 처리효율이 99.99% 이상임을 알 수 있다.

[0041] 이상에서 설명한 본 발명의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야에 통상의 지식을 갖는 자라면 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0042] 도 1은 본 발명의 일실시에 따른 초임계수 산화장치를 이용한 스팀 생산장치의 구성도이다.

[0043] <도면의 주요부분에 대한 부호 설명>

- [0044] 100: 보일러 워터 피드 드럼 102: 레벨 게이지
- [0045] 104: 조절 밸브 110: 워터 피드 드럼
- [0046] 120: 스팀 탱크 200: 열교환식 다관형 반응기
- [0047] 202: 관형 반응기

도면

도면1

