



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월16일
 (11) 등록번호 10-1858599
 (24) 등록일자 2018년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 C02F 11/04 (2006.01) C02F 3/28 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 C02F 11/04 (2013.01)
 C02F 3/2893 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2018-0018567
 (22) 출원일자 2018년02월14일
 심사청구일자 2018년02월14일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020170081854 A*
 KR101114972 B1*
 KR101184555 B1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 국제에너지산업
 대전광역시 서구 도안동로 77 ,1804동3202호(가수원동,도안18단지우미린폴하우스)
정해찬
 대전광역시 서구 도안동로 77, 1804동 3202호 (도안동, 도안18단지 린 폴하우스)
 (72) 발명자
정해찬
 대전광역시 서구 도안동로 77, 1804동 3202호 (도안동, 도안18단지 린 폴하우스)
하현미
 대전광역시 서구 도안동로 77 린폴하우스 1804-3202
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
박노춘

전체 청구항 수 : 총 4 항

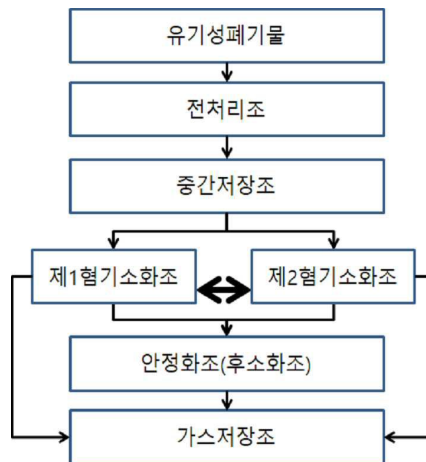
심사관 : 박재우

(54) 발명의 명칭 **수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템**

(57) 요약

본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성 폐기물을 소화 처리하여 바이오가스를 생산하는 혐기소화 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 유기성폐기물을 전처리조에서 파쇄하고, 중간저장조에서 가수분해하고 산을 생성하며, 혐기소화조에서 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하는 것을 특징으로 하는 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자
노진규
대전광역시 서구 신갈마로 173-9 304호

안중원
대전광역시 서구 만년로 25 강변아파트 107-101

명세서

청구범위

청구항 1

하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성폐기물을 파쇄하는 전처리조;

상기 전처리조에서 파쇄된 유기성폐기물을 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성하는 중간저장조;

상기 중간저장조의 유기성폐기물을 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 상부에 설치된 배관을 통하여 배출하는 혐기소화조;

상기 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하는 안정화조(후소화조); 및

상기 혐기소화조에서 배출되는 바이오가스 및 상기 안정화조에서 배출되는 바이오가스를 저장하는 가스저장조를 포함하며,

상기 중간저장조는 유기성폐기물이 응고되지 않으며, 균일한 혼합이 가능하여 혐기소화조로 이송하는 양을 균일하게 조절할 수 있을 뿐 아니라 가수분해 및 산 생성을 통하여 유기성폐기물이 1차적으로 분해되므로 혐기소화조에서 소화효율 및 바이오가스 생성속도가 증가될 수 있으며,

상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고,

상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며,

그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고,

2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며,

상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동하고,

상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 하는,

수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고,

상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며,

그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고,

2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며,

그 후 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제2혐기소화조에서 제1혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제2혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제1혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며,

이어서 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제1혐기소화조에서 수위가 낮은 제2혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고,

2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며,

상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동하고,

상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 하는,

수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템.

청구항 3

삭제

청구항 4

하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성폐기물을 파쇄하는 전처리단계;

상기 전처리단계에서 파쇄된 유기성폐기물을 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성하는 중간저장단계;

상기 중간저장단계의 유기성폐기물을 혐기소화조의 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 혐기소화조의 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 혐기소화조의 상부에 설치된 배관을 통하여 배출하는 혐기소화단계;

상기 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하는 안정화단계; 및

상기 혐기소화단계에서 배출되는 바이오가스 및 상기 안정화단계에서 배출되는 바이오가스를 저장하는 가스저장 단계;를 포함하며,

상기 중간저장단계는 유기성폐기물이 응고되지 않으며, 균일한 혼합이 가능하여 혐기소화조로 이송하는 양을 균일하게 조절할 수 있을 뿐 아니라 가수분해 및 산 생성을 통하여 유기성폐기물이 1차적으로 분해되므로

혐기소화조에서 소화효율 및 바이오가스 생성속도가 증가될 수 있으며,

상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고,

상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며,

그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고,

2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며,

상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동하고,

상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 하는,

제1항의 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 이용한 바이오가스 제조방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고,

상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며,

그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고,

2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며,

그 후 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제2혐기소화조에서 제1혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제2혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제1혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며,

이어서 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제1혐기소화조에서 수위가 낮은 제2혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고,

2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며,

상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를

다수 회 반복하여 이동하고,

상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 하는 바이오가스 제조방법.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성 폐기물을 소화 처리하여 바이오가스를 생산하는 혐기소화 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 유기성폐기물을 전처리조에서 파쇄하고, 중간저장조에서 가수분해하고 산을 생성하며, 혐기소화조에서 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하는 것을 특징으로 하는 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 음식물폐기물, 축산분뇨, 분뇨, 하수슬러지 등의 유기성폐기물은 대부분 사료화 또는 퇴비화를 통해 처리되고 있으나, 생산된 최종 부산물인 사료나 퇴비의 품질이 저하되고 수요처 확보에도 어려움이 있으므로 활용도에 많은 제약이 있다.

[0004] 최근에는 저탄소 녹색정책의 일환으로 유기성폐기물의 혐기소화를 통해 바이오가스를 생산하여 LNG의 대체 에너지원으로 활용하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0005] 그러나 종래의 유기성폐기물의 혐기소화 처리장치는 대부분 해외 기술을 그대로 도입하여 국내 유기성폐기물의 처리에 적합하지 않거나, 혐기소화조의 효율이 저하되거나, 혐기소화조의 교반 불안정에 따라 혐기소화조 내에 유기산이 축적되는 문제가 있다.

[0006] 또한 종래의 유기성폐기물의 혐기소화 처리장치는 혐기소화조 내의 이물질 축적과 이에 따른 혐기소화조의 사영역(Dead Space)의 증가, 유기산의 증가 등으로 인해 혐기소화조의 정상적인 운전이 불가능하게 되고, 이로 인해 유기성폐기물의 처리량이 점차 감소하여 최종적으로는 혐기소화조 내에 유기성폐기물의 투입이 불가능하게 되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1428743호(2014.08.04)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물, 음식물폐수 등의 유기성폐기물을 수위차 교반을 이용하여 소화 처리함으로써 혐기소화 처리시간을 단축하고 바이오가스 발생량을 증가시킬 수 있는 혐기소화 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 또한 본 발명은 유기성폐기물을 전처리조에서 파쇄하고, 중간저장조에서 가수분해하고 산을 생성하며, 혐기소화조에서 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스 생성속도를 증가시킬 수 있는 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 제공하는 데 그 목적이 있다.

[0011] 아울러 본 발명은 혐기소화조 내부에 기계적인 교반장치를 구비하지 않고도 유기성폐기물의 접촉 면적을 증가시켜 소화 효율을 극대화할 수 있는 바이오가스 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성폐기물을 파쇄하는 전처리조; 상기 전처리조에서 파쇄된 유기성폐기물을 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성하는 중간저장조; 상기 중간저장조의 유기성폐기물을 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 상부에 설치된 배관을 통하여 배출하는 혐기소화조; 상기 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하는 안정화조(후소화조); 및 상기 혐기소화조에서 배출되는 바이오가스 및 상기 안정화조(후소화조)에서 배출되는 바이오가스를 저장하는 가스저장조;를 포함하며, 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고, 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며, 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고, 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 증지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동하고, 상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 하는, 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 제공한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고, 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며, 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고, 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 그 후 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제2혐기소화조에서 제1혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제2혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제1혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며, 이어서 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제1혐기소화조에서 수위가 낮은 제2혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고, 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 증지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동하고, 상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 한다.

[0015] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 혐기소화조는 하나로 구성되고, 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크가 구비되어 있으며, 혐기소화조의 하부와 보조탱크의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 혐기소화조 내부 및 보조탱크의 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고, 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 혐기소화조의

하부에 위치한 유기성폐기물을 보조탱크의 하부로 이동시키면, 혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 보조탱크는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 혐기소화조와 보조탱크의 수위차에 의하여 수위가 높은 보조탱크에서 수위가 낮은 혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 보조탱크는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 혐기소화조와 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지되며, 혐기소화조와 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태가 유지되면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 혐기소화조와 보조탱크를 다수 회 반복하여 이동하고, 상기 혐기소화조와 보조탱크의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한 본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성폐기물을 파쇄하는 전처리단계; 상기 전처리단계에서 파쇄된 유기성폐기물을 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성하는 중간저장단계; 상기 중간저장단계의 유기성폐기물을 혐기소화조의 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 혐기소화조의 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 혐기소화조의 상부에 설치된 배관을 통하여 배출하는 혐기소화단계; 상기 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하는 안정화단계; 및 상기 혐기소화단계에서 배출되는 바이오가스 및 상기 안정화단계에서 배출되는 바이오가스를 저장하는 가스저장단계;를 포함하며, 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고, 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며, 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고, 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동하고, 상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 하는, 상기 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 이용한 바이오가스 제조방법을 제공한다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고, 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조에서 제2혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며, 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고, 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 그 후 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제2혐기소화조에서 제1혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제2혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제1혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하며, 이어서 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제1혐기소화조에서 수위가 낮은 제2혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 되고, 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수

회 반복하여 이동하고, 상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 한다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 혐기소화조는 하나로 구성되고, 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크가 구비되어 있으며, 혐기소화조의 하부와 보조탱크의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 혐기소화조 내부 및 보조탱크의 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있고, 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 혐기소화조의 하부에 위치한 유기성폐기물을 보조탱크의 하부로 이동시키면, 혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 보조탱크는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 혐기소화조와 보조탱크의 수위차에 의하여 수위가 높은 보조탱크에서 수위가 낮은 혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 보조탱크는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하여 혐기소화조와 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지되며, 혐기소화조와 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태가 유지되면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 혐기소화조와 보조탱크를 다수 회 반복하여 이동하고, 상기 혐기소화조와 보조탱크의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하며, 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물, 음식물폐수 등의 유기성폐기물을 수위차 교반을 이용하여 소화 처리함으로써 혐기소화 처리시간을 단축하고 바이오가스 발생량을 증가시킬 수 있는 혐기소화 시스템을 제공할 수 있다.

[0021] 또한 본 발명은 유기성폐기물을 전처리조에서 파쇄하고, 중간저장조에서 가수분해하고 산을 생성하며, 혐기소화조에서 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스 생성속도를 증가시킬 수 있는 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 제공할 수 있다.

[0022] 아울러 본 발명은 혐기소화조 내부에 기계적인 교반장치를 구비하지 않고도 유기성폐기물의 접촉 면적을 증가시켜 소화 효율을 극대화할 수 있는 바이오가스 제조방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 본 발명의 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 본 발명의 혐기소화조의 일실시예를 나타낸다.
- 도 3은 본 발명의 다공판의 일실시예를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 보조탱크가 구비된 혐기소화조의 일실시예를 나타낸다.
- 도 5는 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 전후의 DS(dissolved solid; 용존고형물질)를 나타내고 있다.
- 도 6은 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 후의 FOS(VFA; 유기산) 및 TAC(ALK; 알칼리도)를 나타내고 있다.
- 도 7은 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 후의 가스발생량(m³/day)을 나타내고 있다.
- 도 8은 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 후의 메탄함량(%)을 나타내고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명한다. 본 발명은 하기 내용에 의해 보다 더 잘 이해될 수 있으며, 이는 본 발명의 예시 목적을 위한 것이고, 첨부된 청구범위에 의해 한정되는 보호범위를 제한하고자 하는 것은 아니다. 이때, 사용되는 기술 용어 및 과학 용어는 다른 정의가 없다면, 이 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 통상적으로 이해하고 있는 의미를 가진다.

- [0027] 본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성 폐기물을 파쇄하는 전처리조; 상기 전처리조에서 파쇄된 유기성폐기물을 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성하는 중간저장조; 상기 중간저장조의 유기성폐기물을 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 상부에 설치된 배관을 통하여 배출하는 혐기소화조; 상기 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하는 안정화조(후소화조); 및 상기 혐기소화조에서 배출되는 바이오가스 및 상기 안정화조에서 배출되는 바이오가스를 저장하는 가스저장조;를 포함하는 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템에 관한 것이다(도 1).
- [0029] 종래에는 유기성폐기물을 혐기소화조에 공급하기 위한 전처리과정에서 유기성폐기물의 선별과 파쇄가 원활하지 않고, 크기가 균일하지 않아 혐기소화조 내에서 제대로 소화가 될 수 없는데, 이를 개선하기 위하여 본 발명의 전처리조는 유기성폐기물을 파쇄하기 위한 파쇄기를 구비할 수 있다.
- [0030] 상기 전처리조는 유기성폐기물을 공급받아 50mm 이하의 입경으로 파쇄하는 1차분쇄기; 상기 1차분쇄기를 통과한 유기성폐기물을 공급받아 30mm 이하의 입경으로 파쇄하는 2차분쇄기; 및 상기 2차분쇄기를 통과한 유기성폐기물을 공급받아 10mm 이하의 입경으로 파쇄하는 3차분쇄기를 포함할 수 있다.
- [0031] 유기성폐기물을 분쇄하여 소화처리를 수행함으로써 유기성폐기물과 미생물 사이의 접촉 면적이 증가하여 소화효율이 향상될 수 있으며, 바이오가스의 발생량 및 생성효율도 증가할 수 있다.
- [0032] 분쇄가 완료된 유기성폐기물은 중간저장조로 이송되는데, 이때 1차분쇄기를 완료한 유기성폐기물은 2차분쇄기를 거치지 않고 바로 중간저장조로 이송될 수 있으며, 2차분쇄기를 완료한 유기성폐기물은 3차분쇄기를 거치지 않고 바로 중간저장조로 이송될 수도 있다.
- [0033] 즉, 유기성폐기물의 종류 및 특성에 따라 적절한 크기의 유기성폐기물을 선택하여 중간저장조로 이송할 수 있으며, 필요에 따라 크기가 서로 다른 2종류 이상의 유기성폐기물을 중간저장조로 이송할 수도 있다.
- [0035] 상기 중간저장조는 전처리조에서 파쇄된 유기성폐기물을 공급받아 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성한다.
- [0036] 중간저장조의 온도를 상기 수치범위로 하면 유기성폐기물이 응고되지 않으며, 균일한 혼합이 가능하여 혐기소화조로 이송하는 양을 균일하게 조절할 수 있을 뿐 아니라 가수분해 및 산 생성을 통하여 유기성폐기물이 1차적으로 분해되므로 혐기소화조에서 소화효율 및 바이오가스 생성속도가 증가될 수 있다.
- [0038] 상기 혐기소화조는 중간저장조의 유기성폐기물을 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 상부에 설치된 배관을 통하여 배출한다.
- [0039] 상기 혐기소화조의 온도는 35~45℃인 것이 바람직하며, 상기 수치범위에서 유기성폐기물의 소화효율이 극대화되고 바이오가스의 생성량이 증가할 수 있다.
- [0040] 상기 혐기소화조는 내부에 기계적인 교반장치를 구비하지 않으며, 수위차 교반을 통하여 유기성폐기물과 미생물 사이의 접촉 면적을 증가시켜 소화효율을 향상시키고, 바이오가스의 발생량 및 생성속도를 증가시킬 수 있다.
- [0042] 수위차 교반을 위해 혐기소화조는 2개로 구성되거나 또는 하나의 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크를 구비하거나 또는 혐기소화조를 2개로 구성하고 각각의 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크를 구비할 수 있다.
- [0043] 일례로, 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공관이 형성되어 있다(도 2).
- [0044] 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 유기성폐기물을 제2혐기소화조의 하부로 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 첫 번째 수위차 교반이 이루어진다.
- [0045] 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 두 번째 수위차 교반이 이루어지고, 최종적으로 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 된다. 이때 두 번째 수위차 교반이 수행되는 시간은 1~3

분인 것이 바람직하다.

- [0046] 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태가 유지되면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동한다. 즉, 순환펌프의 작동과 중지를 반복하면 첫 번째 수위차 교반과 두 번째 수위차 교반이 반복해서 일어나고, 이러한 과정을 통하여 유기성폐기물의 소화효율 및 바이오가스의 생성효율이 향상될 수 있다.
- [0047] 상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공관을 통과하는데, 이때 상기 다공관 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물과 미생물 사이의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 효율적으로 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오가스는 물과 분리되어 탈기된다.
- [0048] 상기 다공관은 혐기소화조 내부에 상하로 다수 개 구비되어 있으며, 다공관의 개수 및 다공관 사이의 간격은 필요에 따라 적절히 조절될 수 있다(도 3).
- [0049] 각각의 다공관은 직경이 5~200mm인 구멍을 다수개 구비하고 있으며, 구멍 사이의 간격은 1~200mm인 것이 바람직하다.
- [0050] 또한 처리물질의 종류 및 상태에 따라서 각 다공관은 구멍의 직경이 같은 크기일 수도 있으며 각각 다르게 형성될 수도 있다. 예를 들어 각 다공관의 구멍 직경을 다르게 할 경우 혐기소화조의 아래 부분의 다공관은 구멍의 직경이 크고, 위 방향으로 갈수록 다공관의 구멍 직경을 작게 하는 것이 소화효율 측면에서 바람직하다.
- [0052] 일례로, 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공관이 형성되어 있다.
- [0053] 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 유기성폐기물을 제2혐기소화조의 하부로 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 첫 번째 수위차 교반이 이루어진다.
- [0054] 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 두 번째 수위차 교반이 이루어지고, 최종적으로 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 된다. 이때 두 번째 수위차 교반이 수행되는 시간은 1~3분인 것이 바람직하다.
- [0055] 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태가 유지되면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행한다.
- [0056] 그 후 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제2혐기소화조에서 제1혐기소화조로 하부에 위치한 유기성폐기물을 이동시키면, 제2혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제1혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 세 번째 수위차 교반이 이루어진다.
- [0057] 이어서 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제1혐기소화조에서 수위가 낮은 제2혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 제2혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 네 번째 수위차 교반이 이루어지고, 최종적으로 2개의 혐기소화조의 수위는 동일하게 된다.
- [0058] 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지를 유지하면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행한다.
- [0059] 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조와 제2혐기소화조를 다수 회 반복하여 이동한다. 즉, 순환펌프의 작동과 중지를 반복하면 첫 번째 수위차 교반 내지 네 번째 수위차 교반이 반복해서 일어나고, 이러한 과정을 통하여 유기성폐기물의 소화효율 및 바이오가스의 생성효율이 향상될 수 있다.
- [0061] 일례로, 상기 혐기소화조는 하나로 구성되고, 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크를 구비할 수 있다(도 4).
- [0062] 혐기소화조의 하부와 보조탱크의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 혐기소화조 내부 및 보조탱크의 내부에는

상하로 다수의 다공관이 형성되어 있다.

- [0063] 상기 순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 혐기소화조의 하부에 위치한 유기성폐기물을 보조탱크의 하부로 이동시키면, 혐기소화조는 수위가 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 보조탱크는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 첫 번째 수위차 교반이 이루어진다.
- [0064] 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하면, 혐기소화조와 보조탱크의 수위차에 의하여 수위가 높은 보조탱크에서 수위가 낮은 혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 이동하고, 보조탱크는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 두 번째 수위차 교반이 이루어지고, 최종적으로 혐기소화조와 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지된다. 이때 두 번째 수위차 교반이 수행되는 시간은 1~3분인 것이 바람직하다.
- [0065] 혐기소화조와 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태가 유지되면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 혐기소화조와 보조탱크를 다수 회 반복하여 이동한다. 즉, 순환펌프의 작동과 중지를 반복하면 첫 번째 수위차 교반과 두 번째 수위차 교반이 반복해서 일어나고, 이러한 과정을 통하여 유기성폐기물의 소화효율 및 바이오가스의 생성효율이 향상될 수 있다.
- [0067] 일례로, 상기 혐기소화조는 2개로 구성되고, 각각의 혐기소화조는 내부의 상부에 보조탱크를 구비할 수 있다.
- [0068] 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 제1순환펌프로 연결되어 있으며, 각각의 혐기소화조의 하부와 보조탱크의 하부는 제2순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부 및 보조탱크의 내부에는 상하로 다수의 다공관이 형성되어 있다.
- [0069] 상기 제1순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 유기성폐기물을 제2혐기소화조의 하부로 이동시키는 동시에 제2순환펌프를 20~60초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 유기성폐기물을 보조탱크의 하부로 이동시키면, 제1혐기소화조는 수위가 급격히 낮아지면서 아래 방향으로 유기성폐기물이 급격히 이동하고, 제2혐기소화조는 수위가 높아지면서 위 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 첫 번째 수위차 교반이 이루어진다.
- [0070] 그 후 상기 제1순환펌프 및 제2순환펌프의 작동을 중지하면, 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 수위가 높은 제2혐기소화조에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하는 동시에 수위가 높은 보조탱크에서 수위가 낮은 제1혐기소화조로 유기성폐기물이 이동하면서, 제1혐기소화조는 위 방향으로 유기성폐기물이 급격하게 이동하고, 제2혐기소화조는 아래 방향으로 유기성폐기물이 이동함으로써 두 번째 수위차 교반이 이루어진다. 이때 두 번째 수위차 교반이 수행되는 시간은 1~3분인 것이 바람직하다.
- [0071] 제1혐기소화조, 제2혐기소화조 및 보조탱크 사이의 유기성폐기물의 이동이 중지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태가 유지되면서 10~30분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하며, 상기 순환펌프의 작동과 중지는 다수 회 반복되며, 이를 통해 유기성폐기물은 제1혐기소화조, 제2혐기소화조 및 보조탱크를 다수 회 반복하여 이동한다. 즉, 순환펌프의 작동과 중지를 반복하면 첫 번째 수위차 교반과 두 번째 수위차 교반이 반복해서 일어나고, 이러한 과정을 통하여 유기성폐기물의 소화효율 및 바이오가스의 생성효율이 향상될 수 있다.
- [0073] 상기 안정화조(후소화조)는 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행할 수 있으며, 이때 생성되는 바이오가스는 가스저장조로 공급될 수 있다.
- [0074] 상기 안정화조(후소화조)를 거친 폐액은 후처리를 위하여 후처리조로 배출되거나 또는 혐기소화조로 다시 투입되어 소화처리를 수행하여 바이오가스를 추가적으로 생성할 수 있다.
- [0076] 상기 가스저장조는 혐기소화조에서 배출되는 바이오가스 및 상기 안정화조(후소화조)에서 배출되는 바이오가스를 저장하며, 상기 바이오가스는 필요에 따라 탈황공정, 탈염공정 등을 수행한 후 각종 연료로 제공될 수 있다.
- [0078] 또한 본 발명은 하수슬러지, 가축분뇨, 도축폐기물, 음식물폐기물 및 음식물폐수로부터 선택되는 하나 이상의 유기성폐기물을 파쇄하는 전처리단계; 상기 전처리단계에서 파쇄된 유기성폐기물을 20~30℃로 유지하면서 혼합함으로써 유기성폐기물을 가수분해하고 산을 생성하는 중간저장단계; 상기 중간저장단계의 유기성폐기물을 혐기소화조의 하부에서 공급받고, 공급된 유기성폐기물을 수위차 교반을 통하여 소화시켜 바이오가스를 생성하며, 생성된 바이오가스는 혐기소화조의 상부로 배출하고, 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 혐기소화조의 상부에 설치된 배관을 통하여 배출하는 혐기소화단계; 상기 혐기소화조에서 배출되는 폐액을 30~40℃로 유지하면서 혼합함으로써 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하는 안정화단계; 및 상기 혐기소화단계에서 배

출되는 바이오가스 및 상기 안정화단계에서 배출되는 바이오가스를 저장하는 가스저장단계;를 포함하는, 상기 수위차 교반을 이용한 혐기소화 시스템을 이용한 바이오가스 제조방법에 관한 것이다.

- [0080] 수위차 교반을 위해 혐기소화조는 2개로 구성되거나 또는 하나의 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크를 구비하거나 또는 혐기소화조를 2개로 구성하고 각각의 혐기소화조 내부의 상부에 보조탱크를 구비할 수 있다.
- [0081] 상기 제1혐기소화조와 제2혐기소화조의 수위차에 의하여 유기성폐기물이 위 방향 및 아래 방향으로 이동하면서 다수의 다공판을 통과하는데, 이때 상기 다공판 사이에 발생하는 난류에 의하여 유기성폐기물과 미생물 사이의 접촉 면적이 증가하면서 혼합 및 소화가 효율적으로 이루어지고, 유기성폐기물의 소화에 의하여 생성된 바이오 가스는 물과 분리되어 탈기된다.
- [0083] 이하 실시예를 통해 본 발명을 상세히 설명한다. 하기 실시예는 본 발명의 실시를 위하여 예시된 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니다.
- [0085] (실시예 1)
- [0086] 음식물쓰레기를 전처리조에서 분쇄기로 1차분쇄, 2차분쇄 및 3차분쇄를 수행하여 직경이 5mm 인 음식물 쓰레기를 수득하였다.
- [0087] 상기 수득한 음식물쓰레기를 중간처리조에서 5일간 25℃를 유지하여 혼합한 후 각각의 혐기소화조로 공급하였다.
- [0088] 수위차 교반을 이용한 관류형 혐기소화조의 온도는 38℃로 유지되었으며, 15일 동안 소화 처리를 수행 하였다.
- [0089] 상기 혐기소화조는 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조로 구성되고, 2개의 혐기소화조의 하부는 순환펌프로 연결되어 있으며, 각 혐기소화조 내부에는 상하로 다수의 다공판이 형성되어 있다.
- [0090] 상기 순환펌프를 30초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 음식물쓰레기를 제2혐기소화조의 하부로 이동시켜 첫 번째 수위차 교반을 수행하였다.
- [0091] 그 후 상기 순환펌프의 작동을 중지하고 2분 동안 두 번째 수위차 교반을 수행하였다.
- [0092] 2개의 혐기소화조의 수위가 동일하게 유지되면, 순환펌프의 작동 중지 상태를 유지하면서 12분 동안 미생물과 유기성폐기물의 소화반응을 진행하였다.
- [0093] 상기 순환펌프의 작동과 중지를 반복하여 15일 동안 소화 처리를 수행하였다.
- [0094] 생성된 바이오가스는 혐기소화조의 상부로 배출하여 가스저장조에 저장하였다.
- [0095] 소화가 완료된 유기성폐기물의 폐액은 혐기소화조의 상부에 설치된 배관을 통하여 안정화조(후소화조)로 배출하였으며, 안정화조(후소화조)에서는 배출된 폐액을 35℃로 유지하면서 혼합하여 폐액 내에 포함된 유기물의 추가적인 분해를 수행하였으며, 이때 생성된 바이오가스를 배출하여 가스저장조에 저장하였다.
- [0097] (비교예 1)
- [0098] 수위차 교반을 이용한 관류형 혐기소화조 대신에 기존 기술인 프로펠러 교반 방식의 혐기소화조를 사용하여 30일 동안 소화 처리를 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 바이오가스를 생성하였다.
- [0100] 도 5는 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 전후의 DS(dissolved solid; 용존고형물질)를 나타내고 있다.
- [0101] 실시예 1 및 비교예 1 모두 소화처리 전의 DS는 13% 이었으며, 소화처리 후에는 실시예 1의 경우 DS 값이 3%로서 비교예 1의 DS 값인 6%에 비해 훨씬 낮은 수치를 나타내고 있다. 실시예 1의 경우, 음식물쓰레기의 소화효율이 현저히 우수함을 확인할 수 있다.
- [0103] 도 6은 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 후의 FOS(VFA; 유기산) 및 TAC(ALK; 알칼리도)를 나타내고 있다.
- [0104] 유기산의 함량은 실시예 1이 비교예 1에 비하여 낮은 값을 나타내고, 알칼리의 함량은 실시예 1이 비교예 1에 비하여 높은 값을 나타내는데, 이는 실시예 1의 소화효율이 현저히 우수함을 의미한다.
- [0106] 도 7은 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 후의 가스발생량(m^3/day)을 나타내고 있다.

[0107] 실시예 1이 비교예 1에 비하여 높은 값을 나타내는데, 이는 실시예 1의 소화효율이 우수하여 바이오가스 생성량 및 생성속도가 증가하기 때문이다.

[0109] 도 8은 실시예 1 및 비교예 1의 소화처리 후의 메탄함량(%)을 나타내고 있다.

[0110] 실시예 1이 비교예 1에 비하여 높은 값을 나타내는데, 이는 실시예 1의 소화효율이 우수하여 바이오가스 생성량 및 생성속도가 증가하기 때문이다.

[0112] 상기 도 5 내지 8의 결과를 아래의 표 1에 나타내었다.

[0114] 표 1

	실시예 1	비교예 1
DS유입 (%)	13	13
DS유출 (%)	3	6
FOS (VFA)	11,834	14,681
TAC (ALK)	8,335	6,319
가스발생량 (m ³ /day)	0.52	0.31
메탄함량 (%)	61	54

[0116] 본 발명의 수위차 교반 관류형 혐기소화조를 사용하는 경우, 기존 프로펠러 교반 혐기소화조에 비하여 혐기소화 처리시간을 1/2로 단축하더라도 유기산, 알칼리도, 가스발생량, 메탄함량 등의 특성이 현저히 우수함을 확인할 수 있다.

[0117] 특히, DS에 있어서 수위차 교반 관류형 혐기소화조를 사용하는 경우, 소화처리시간이 1/2 임에도 불구하고 2배 이상의 유기물 제거효율을 보였으며, 가스발생량의 경우에서도 약 1.7배 이상 많이 발생됨을 확인할 수 있다.

[0119] (실시예 2)

[0120] 순환펌프를 10초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 음식물쓰레기를 제2혐기소화조의 하부로 이동시켜 첫 번째 수위차 교반을 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 바이오가스를 생성하였다.

[0122] (실시예 3)

[0123] 순환펌프를 80초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 음식물쓰레기를 제2혐기소화조의 하부로 이동시켜 첫 번째 수위차 교반을 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 바이오가스를 생성하였다.

[0125] (실시예 4)

[0126] 상기 제1혐기소화조 및 제2혐기소화조는 내부에 보조탱크를 구비하여, 각각의 혐기소화조의 하부와 보조탱크의 하부는 제2순환펌프로 연결되어 있으며, 상기 순환펌프를 30초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 음식물쓰레기를 제2혐기소화조의 하부로 이동시키는 동시에 제2순환펌프를 30초 동안 작동하여 제1혐기소화조의 하부에 위치한 음식물쓰레기를 보조탱크의 하부로 이동시켜 첫 번째 수위차 교반을 수행한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 바이오가스를 생성하였다.

[0128] (실시예 5)

[0129] 안정화조(후소화조)에서 폐액의 추가적인 분해를 수행한 후, 이를 다시 혐기소화조에 공급하는 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 바이오가스를 생성하였다.

[0131]

표 2

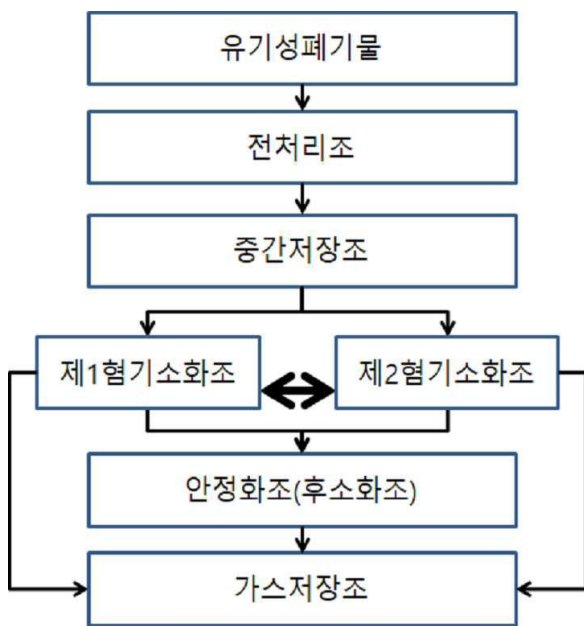
	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	비교예 1
DS유입 (%)	13	13	13	13	13	13
DS유출 (%)	3	4	4	2	2	6
FOS (VFA)	11,834	12,249	12,316	10,912	11,217	14,681
TAC (ALK)	8,335	7,924	8,058	8,509	8,498	6,319
가스발생량 (m ³ /day)	0.52	0.46	0.45	0.67	0.62	0.31
메탄함량 (%)	61	58	57	68	66	54

[0133]

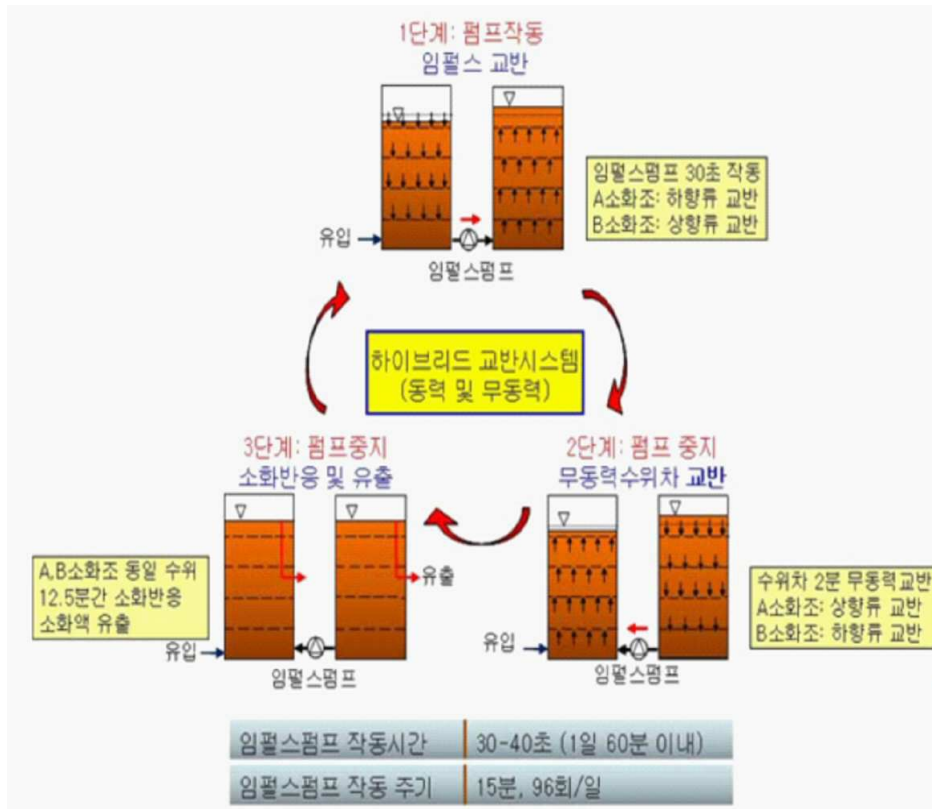
상기 표 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 실시예 1 내지 5는 비교예 1에 비하여 소화특성 및 가스 발생량이 현저히 우수함을 알 수 있다.

도면

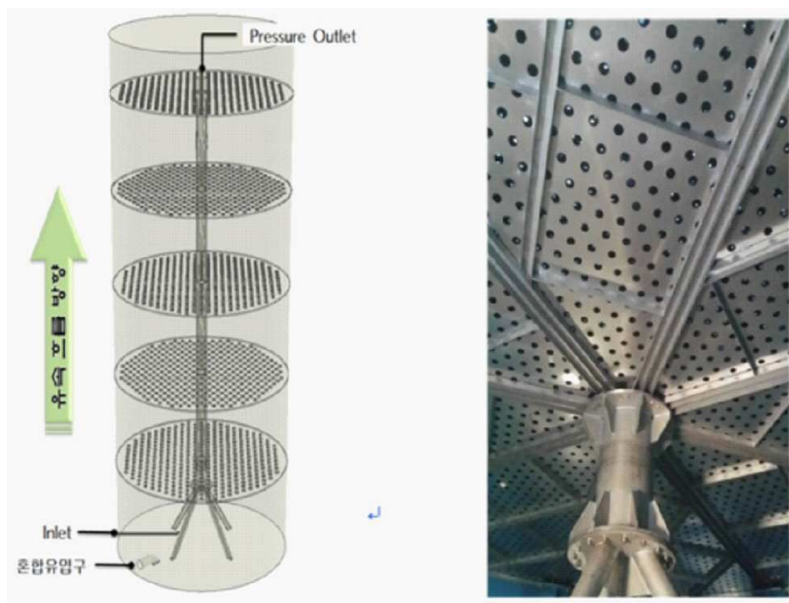
도면1



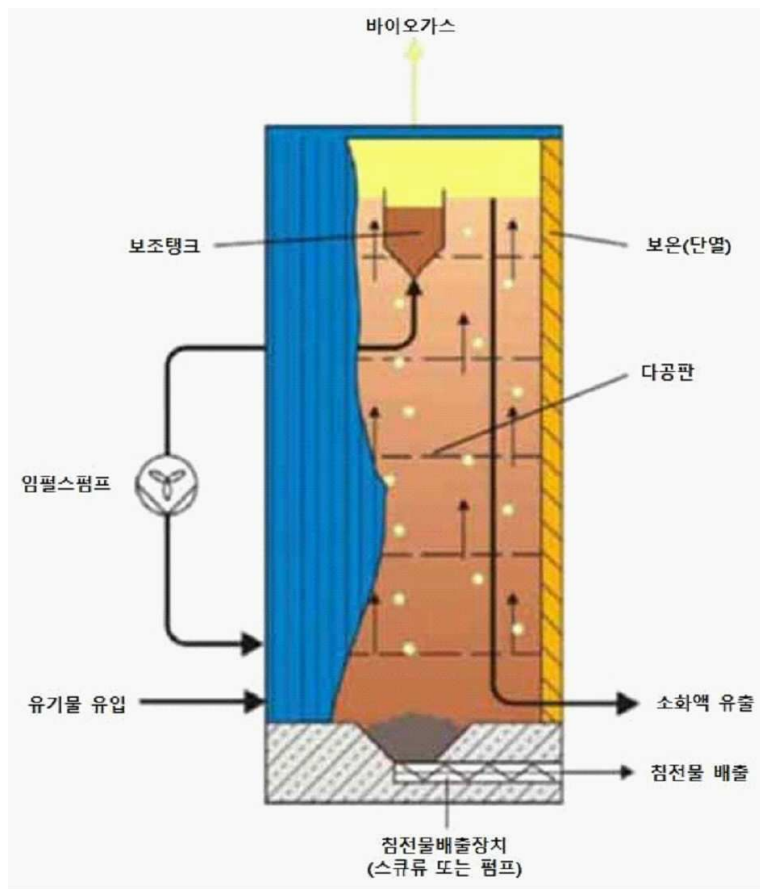
도면2



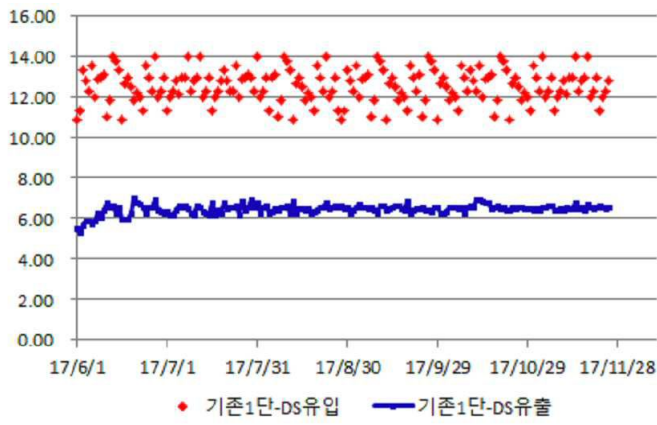
도면3



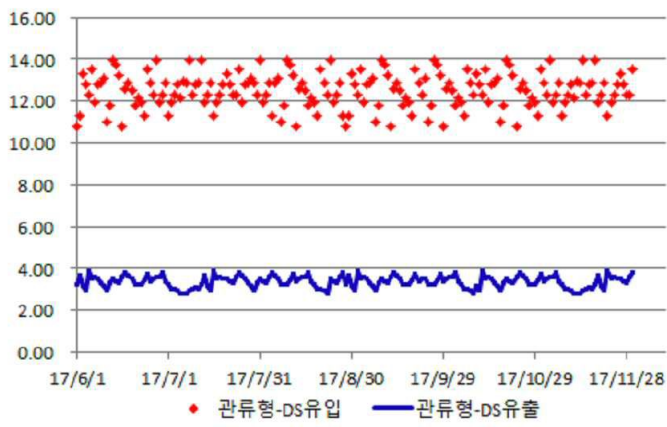
도면4



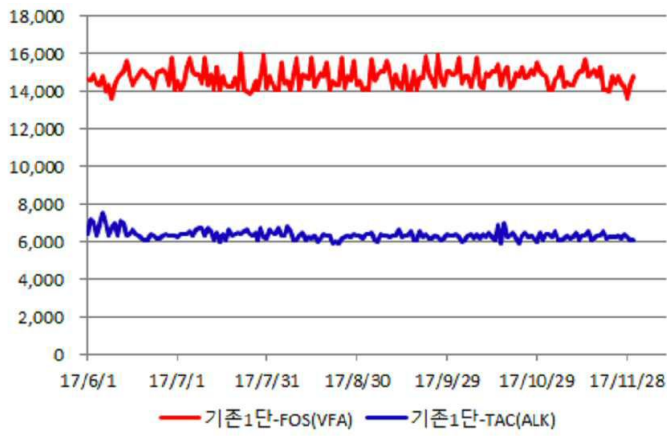
도면5



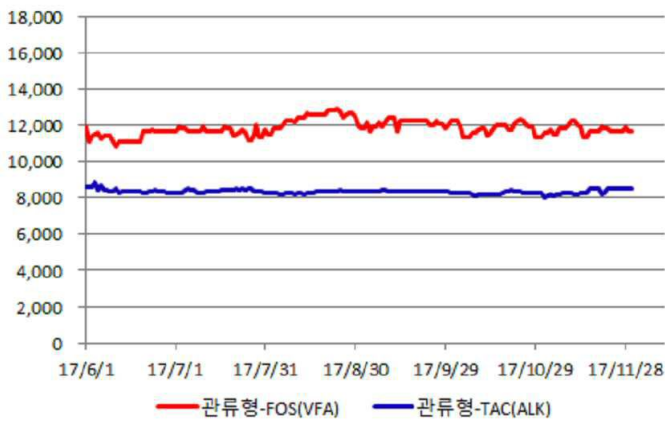
(a) 기존 프로펠러 교반 소화조



도면6



(a) 기존 프로펠러 교반 소화조



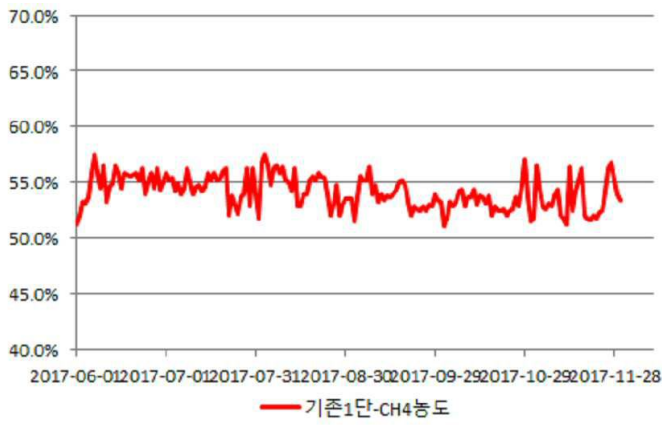
도면7



(a) 기존 프로펠러 교반 소화조



도면8



(a) 기존 프로펠러 교반 소화조

