

슬러지 소화 향상을 위한 초음파

개요

초음파란 주파수 20khz이상의 음파에너지를 묘사하는데 사용되어지는 용어다. 이 문헌은 Avonmouth works에서 Wessex Water에 의해 실증플란트의 결과를 나타낸 것이다. 이것은 디자인에 있어서 최근에 특허로 개발이 포함된 이 기술을 묘사한다. 단치 몇초의 매우 낮은접촉시간으로 액체속으로 음파에너지를 집중 시킨다. 집중되어진 초음파에 의해 유도되는 세포막-파괴는 생물학 흐름도에서 물질의 이용도에 여러 가지의 주목할 효과를 갖는다. 이 문헌은 향상된 소화율과 개선된 소화 안정성, 보다 큰 가스 생산 과 개선된 탈수효율을 조사한다.

2000/2001년, W.S Atkins에 의해 미국 캘리포니아주 오렌지 나라에서의 성공적인 시도와 적용과독점 기술제휴인 Purac Ltd의 선택되어진 컨테이너화 Sonix 플란트는 Purac Ltd에 의해설계 및 제작되어 졌다. 이 플란트는 캘리포니아 시도로부터 모든 개발된 경험을 구체화하고반응기 디자인, 생산 엔지니어링 과 조정특징들의 중요한 개선을 했다. 상시적으로 Avonmouth works에서는 2차 처리를 위해 크게 요구되어지는 함수로서 생산되어지는 문제가되는 2차 슬러지의 증가되는 양은 Wessex Water의 소화 와 매우 중요한 수반되는 탈수도와 다음단계인 건조운전에 많은 어려움을 의미한다. Sonix에 의해 사전 처리된 2차 슬러지의 가스 생산과 슬러지 감소의 중요한 개선은 에너지회수 및 안전한 소화조 운전을 할 수 있을 것이다. 가스생산 증가 와 비례적인 슬러지 감소율 증가는 초창기 오렌지국가에서 작업과 비교해서, 둘 다 전형적으로 25-50%에 달한다.

초음파처리와 비초음파처리의 직접적인 비교를 하기위해서, 6개의 소화조 중 1개의 소화조를 농축되어진 2차 슬러지를 점차적으로 초음파처리해서 결국에는 100%까지 처리해서 유입하고 나머지 5개의 소화조는 비초음파 처리해서 유입했다. 가스 생산 수율과 슬러지 감소율을 기준선조건으로 비교하고, 실증 플란트 Sonix를 위해 결론적으로 유도되었다.

1. 주요 단어

개선된 소화, 액상초음파처리, Piezoelectric, 초음파, 휘발성고형물

2. 소개

초음파는 20kHz 이상의 주파수의 음파에너지에 주어지는 용어 이나 그러나 들을 수 있는 범위 (16Hz to 16kHz)를 벗어나 10MHz 이하이다. 음파는 어떠한 매체, 즉 가스, 액체 혹은 고체를 통해 압박/희박의 메카니즘을 통해 증폭시켜진다. 이 물질의 에너지는 의학적인 스캐너, 플라스틱과 철 용접 세척장치 및 초음파화학에 적용되어진다.

화학 과 프로세스산업에서 유체에 적용할 때 초음파는 종종 유체초음파(초음파 화학)으로 참조 되어지고, 그 힘의 전달을 위해 액체의 존재를 단지 요구한다. 액상에서 초음파 파워의 근원은 첫째로 와류이다. 어떤 음파 물질과 같이, 초음파는 그것이 지나가는 매체의 분자들로 유도되어지는 압박과 희박 물질의 연속성으로 증폭된다. 충분히 높은 파워 밀도에서 희박주기는 액체의 분자들간의 인력을 초월하고, 와류거품이 발생할 것이고, 내부 거품압력은 외부(대기압)압을 초월한다.

이것들은 주기의 높은 압력부분에서, 거품이 임계크기에 도달 할 때까지 성장하고, 행동에 도움이 된다고 믿는 foci에 부가적으로 극한적인 높은 온도를 요구 하는, 세척/파열 행동을 부여하기 위해 충분히 발휘하는 폭력적인 힘을 유도한다. Horn 과 혹은 sonotrode에서 최근 개발은 초음파 적용을 Horn 표면에 집중시켜, 와류에너지를 유체속으로 와류밀도의 증가 와 요구되는 접촉시간을 극대적으로 줄이도록 드라마틱하게 개선되었다.

이 문헌에서 묘사하는 것은 이 새로운 능력을 혐기성 소화를 개선할 수 있도록 와류에너지를 어떻게 집중할 수 있도록 하는 것과 WS Atkins/FFR et al.에 의해 이 영역에서 일찍부터 어떻게 유도되었는가 하는 것이다.

이 기술의 다른 적용은 캠브리지에 있는 Anglian water 혁신 센터에서 폐수처리 플란트에서 사상균 성장 조정, BNR 향상 과 슬러지 감량을 포함해서 조사 되어졌다.

*문제

미생물 처리로부터 2차 슬러지의 많이 포함된 슬러지들은 methophilic 혐기성 소화조에 덜 순종한다. 자주 직면하는 문제들은 가스생산 감소, 휘발성슬러지 파괴 감소, 탈수도 감소 소화성능 비 안전성 증대등을 포함한다.

이전의 결함의 충격이 실질적으로 이유 있게 평가되어 질 수 있지만 , 상업적으로 후자의 연루가 오히려 더욱 더 어렵다. 설명하자면 물은 세포 안 과 2차 슬러지에 있는 틈새 공간 안에 갇혀 있기 때문에 탈수하는데 문제를 만든다. 부가적으로 2차 슬러지의 세포물질 안에 갇혀있는 물질은 혐기성 미생물에 의해 쉽게 이용되지 않고, 소화조에서 방류 되기 전에 충분히 파괴되지 않을 것이다. 그런 까닭에 소화조 유입에서의 2차슬러지 비율의 증가에

따라 더욱더 낮은 휘발성 슬러지 부하는 주어진 정도의 슬러지 감소를 위해 묵인되어질 수있다.

소화조 유입성상이 잉여활성슬러지(SAS) 40%를 초과할 경우, 소화조 성능을 저하 시킬 수 있고, 때때로 실패의 결과를 초래하는 것으로 보고되어 지고 있다. 소화전 세포물질 파괴를 위해 사용 되어지는 다양한 방법은 열분해, 기계적인 마모 와 유체초음파 처리를 포함하고 있다. 1997년 Chiu et al에 의해 연구 보고서는 초음파 전처리는 용해성 COD와 VFA농도가 증가되어진다고 제안했고, Tiehm et al 과 Clark et al에 의한 다른 연구는 혐기성 소화 전 2차 슬러지의 초음파처리는 충분히 잇점이 있는 효과들을 갖을 수 있다는 것을 실험실 과 실증 플란트에서 증명되어 졌다.

2000년에 오렌지 나라 공중위생 지구(O.C.S.D.)를 위해 캘리포니아에서 수행되어진 실증플란트 운전은 문헌과 벤치스케일 규모의 연구로부터 긍정적인 발견을 보강했고, 동시에 시스템의 기계적, 전기적인 부분에 더욱더 개발이 필요하다는 것이 증명되어졌다. 이 개발은 시스템의 신뢰도/운전도 수명 비용도를 개선하기 위해 필요 되어졌다. OCSD플란트에서 빈번한 센서작동 중지, 증폭기 중지는 준-연속운전 조건으로 시험기간에 요구 되어졌고, 우호적인 투자회수를 보여 주어야만 하는 실증 플란트에서 받아들일 수 없는 것처럼 보이는 것을 의미한다. OCSD 시험의 완료에 동반해서 WS Atkins는 그것을 개발할 수 있는 기술을 위해 기술협약을 추구하고, 그것을 상업적으로 마케팅 하는 기술 협약자로서 Purac Ltd와 협약했다.

*제품개발

원형단계들의 다양한 증폭기 혹은 파워 팩을 통해 성공의 정도에 따라 변화를 주며 시험했다. 반응기 보조장치와 굴뚝-부착대가 부가적으로 성가셨고, 굴뚝 검사 와 보수가 용이 하지않고, 시간이 소모되어졌다. 연속운전(지금까지는 초음파 장비는 일반적으로 Semi-Continuous의무)을 요구하기 때문에, 트랜스듀스 Piezoelectric 결정,굴뚝 및 증폭기의 과열이 정기적으로 일어나서 운전시간을 단축하거나 결과적으로 성능을 저하시킨다. 기술협약이 부여된 이후로 Purac은 반응기 디자인, 굴뚝 부품, 냉각장치를 개발했고, 중요 장비 공급자 계약에 들어갔다. 이 새로운 Sonix 플란트는 10 bar등급의 연마된 스테인레스 스틸 반응기에 5개의 티타늄 소재의 원형 Horn이 직렬로 부착되어져 구성되어 있다. 각 Sonix Horn은 익스텐드, 부스터와 트랜스듀서가 포함되어 있는 개별 굴뚝의 부분이다.

초창기 모델은 나사가 난 기둥에 의해 함께 볼트화되어, 파손되어 지기 쉬웠다. 새로운 디자인의 중요부분은 굴뚝 구성부분 각각을 용접해서 서로서로 기계적인 파손의 위험을 최소화 했다. 굴뚝은 반응기에 볼트화해서, 전체부분이 V5엔진처럼 닳도록 했고 즉 V5반응기로 용어화했다.

Horn은 흐름에 수직으로 설치해서, 슬러지 유체가 중심을 통해서 흐르도록 하고 혼의 끝부분에는 적은 범위로 흐르도록 했다. 각 굴뚝은 3kw 증폭기에 20kHz에 발생하도록 운전한다. 증폭기는 냉각 박스에서 보존되고, 트랜스듀서는 건조하고, 냉각된 압축에어에 의해 냉각되어진다. 트랜스듀서 온도는 검침되어, 분리적으로 조정되어 운전 수명을 개선했다. 기본사양인 V5 장치의 등급된 의무는 하루 24시간 6%DS에서 슬러지 8m³/hr 이다. 이것은 340,000 pe의 잉여 활성슬러지(SAS) 프로세스와 일치한다. 반응기의 효과적인 크기는 약 1.5초 체류시간과 일치한다. 이 표준 사항이 모듈화되어, 높은 슬러지 처리는 다단 장치로 적용되어진다. 더 많은 개발들이 우선적으로 제작 소재, 다양한 내부소재, 냉각방법, 구성물질 수명 연장 과 비용절감과 관련된 것들 조사 하에 있다.

*영국실적

프로세스의 보다 더 좋은 이해와 실질적인 논쟁점을 얻기 위해서, 영국에 큰 규모의 실증 플란트 시험을 수행하는 것이 중요하다는 것을 느꼈다. 이것은 최근 시스템이 효과적인지 보여 주고, 미래의 고객에 이 기술을 전시하는데 사용 되어지는 둘 다에 기여 할 것이다.

2000년 말 까지 최근 시스템 개발을 통해서, 연구는 다양한 수 처리 회사에 의해 투자 되어졌다. 이것들은 미래 생산장치로부터 특허권사용 지분을 얻는데 사용되어졌다. 그러나 더욱더 중요한 것은 결론에 참여해서 그들 자신의 미래에 대한 사업을 위해 연루 되는 것이다.

후원자의 하나인 Wessex Water는 폐수처리를 개선하는데 열망하고 있고, 가능성있고, 수용되어 질 수 있는 부상기술이 그들의 Avonmouth works에서 파이로트 장치 시험이 되어지는 것에 관심을 갖게 되었다.

일백 이십만 p.e 인 Avonmouth WWTW는 일반적인 1차 슬러지 와 SBR 플란트에서 2차 슬러지 양 증가로부터 혼합된 슬러지를 처리 하기 위해 6개의 저온(Mesophilic) 소화조를 갖고 있다.

소화조 성능은 잉여 활성슬러지(SAS)로서 슬러지 유입이 25-30%초과할 경우 역 효과가 되어진다. 소화조 성능의 저하에 따라, 그들의 큰 드럼 건조기에서 최종 건조를 위해 필요로 하는 충분한 케이크 건조를 탈수기 운전에서 이루지 못한다. 위의 더 좋은 항로를 통해서, 모든 2차 슬러지 프로세스의 어려움을 가지고, 차선택 방법으로 우선 알카리 안전화 처리에 맡기는 것이었다. 이것은 운전을 위해 심각한 비용에 연루되고, 그 문제의 해결 우선적인 문제로 되어졌다.

분명하게 설계 노력이 초음파 처리된 2차 슬러지는 소화하는데 더욱더 순화되어 지는 것을 보여 줄 필요가 있고, 개선되어진 Sonix장비는 실제적으로 최소의 운전 투입으로, 실질적으로 운전될 수 있고 실증 플란트의 비용은 매력적인 시간 내에 운전과 폐기물 처리비용 절감을 통해 회수 될 수 있고, 가능하다면 그 기간동안에 Sonix플란트 설치는 현재의 운전 어려움을 완화하는데 도움이 될 것이다.

그런 까닭에 데모 플란트는 농축되어진 잉여 활성 슬러지(SAS)로부터 유입되는 6개의 소화조 중 하나에 새로운 유입라인을 설치했다. 기존의 농축되어진 잉여 활성슬러지 탱크는 소화조 링 메인에 유입 되고, 그렇기때문에 초음파 처리된 잉여 활성슬러지(SAS)의 양이 시험 소화조에 증가되고, 시험이 진행됨에 따라 다른 소화조에 적은 잉여 활성슬러지(SAS)가 투여되어 그들의 성능이 개선되어 졌다. Sonix플란트의 최대로 부가된 의무는 시험 소화조 전 유입으로 진행할 수 있고, 다른 5개 소화조에 잉여 활성 슬러지(SAS) 비율이 최대 39%, 최소23 % 유입 부하 감소 할 수 있어 그들의 문제를 실질적으로 완화될 것이다.

340,000 p,e 컨테이너화 된 Sonix플란트는 7월11일에 Avonmouth에 도착했다. 그 전 플란트는 움직이는 ISO 컨테이너 안에 장착되었고, 일단 현장에서는 잉여 활성 슬러지(SAS)탱크와 소화조 유입배관 작업에 연결이 필요했다. 그 플란트는 7월 23일에 하루 24시간 운전 조건으로 시운전이 시작되었다. 몇 주 시간이 지나서 유입 양을 소화조에 과부하가 되지 않는 조건에서 증가시켰다. 그때에, 소화조 5는 60% 초음파 처리된 잉여 활성 슬러지(SAS)유입으로 운전되었다.

3. 논의

초음파처리와 비초음파처리 유입 소화조 사이에 공정하게 비교를 유도하기 위한 중요한 인자는 가스 생산량, 슬러지 감량과 소화조 안정성이다. 부가적으로 몇몇은 앞의 인자에 직접적인 영향을 갖는 것이 필연적인, 수리학적 체류시간 변화와 유입율을 계산하는 것을 의미한다.

유입율과 소화조 의 수리학적 체류시간

Sonix 시운전 전에는 시험 소화조 와 소화조 6사이에 확인 되어진 역사적 비교는 어려웠다. 이것은 1월과 2월 사이에 소화조 5의 1 개월간 운전 정지 때문과 같은 시간대에 소화조 6에 부정확한 유입 유량 때문이다.

Figure 1은 3월 말 근처에 현장으로 되돌려진 소화조 5의 유입 량과 근접 하다는 것을 설명하는 것으로 소화조 5와 6의 유입 율을 보여 준다

소화조 안정성

Figure 2는 시험 소화조 와 조정 소화조에 시험 초기 기간에 잉여농축 슬러지(SAS)의 어떤 비율로 변화 되어졌다는 것을 설명한다. 소화조 5(시험 소화조)는 점점 더 Sonix 플란트로부터 초음파 처리된 잉여농축 슬러지(SAS) 받게 되어, 조정 소화조 6으로부터 받아들여지는 양은 줄어 들어졌다.

제2차 공정 운전의 변덕 때문에 현장에서의 소화를 위한 잉여농축 슬러지(SAS)의 양은 8월 동안에 줄어 들어 원래 보다 적은 잉여농축 슬러지(SAS)가 조정 소화조에 받아 들어 졌다. 9월 초에 공정을 위해 잉여농축 슬러지(SAS)의 계획된 양으로 되돌아 오고, 링 메인(비 초음파형태에서 뿐만 아니라 부가적으로 초음파 처리된 유입 포함)으로 부터 모든 소화조로 정당하게 유입되어 졌을 때, 모든 소화조는 거품이 발생했다. 그러나 시험 소화조는 잉여농축 슬러지(SAS) 비율 60%에도, 12-13 일 체류시간에서 매우 높은 불안정성과 관련된 수준에서 조차도 최고로 적게 거품이 발생하고, 빠르게 회복 되었다.

바이오 가스 생산

슬러지 감량은 똑바로 가스생산과 관련 되어진다. 가스 생산의 개선은 어떤 주어진 바이오 슬러지 유입율을 위해 휘발성 슬러지의 감량이 증가 되어 진다.

Figure 3은 소화조 5와 6 둘다 시험시작 전에 바이오 가스 생산 량은 비슷했다. Sonix 시험의 시작으로, 소화조 5는 소화조6 보다 바이오 가스 실질상으로 보다 큰 양으로 생산 되어 졌다. 초음파 처리된 잉여농축 슬러지(SAS) 유입 농도는 50-60% 였고, 가스 생산 양은 휘발성 물질의 유입 율을 위한 조정 없이 평균 32%증가 했다. 부가적으로 소화조 6은 8월에 거품이 발생하기 시작했다.

Figure 4는 시험 소화조 가스 생산을 보다 좋은 비교를 위해 소화조 6,7,10과의 비교를 보여 준다.

Figure 5는 시험 소화조와 3개의 조절 소화조 간의 유입 율을 위한 조정으로 가스생산의 증가를 설명한다. 시험 기간동안 슬러지 유입 톤당 조정 소화조 6,7,과10을 위한 슬러지 톤당 평균 가스생산량은 21.74 m³, 21.3 m³와 21.85 m³ 이었다. 주어진 평균 건조 고형분 유입농도는 5.45% D.S 이고 평균 휘발성슬러지 농도(MLVSS)는 1월에서부터 10월까지 77.3 % 였고, 조정 소화조(6,7 &10)에서 시험 전 총고형분(TS)와 휘발성 고형분 감소는 기대한 되로 32.9% 와 42.5%로 계산 되어졌다.

시험 전 시험 소화조를 위해, 최근 재연마 와 자갈제거 때문에 이 FIGURE는 가볍게 좋다, 즉 35.6% 와 46%이다. 가스 생산으로부터 유도된 이 figure는 이 형태의 슬러지 소화조 플란트부터 일반적인 기대선에 넓게 분포되어 있다.

농축활성슬러지(SAS)의 비율이 증가 시 조정 소화조로부터 유입하지 않고 SONIX 플란트 통한 시험 소화조로 유입 되자, 조정 소화조의 성능은 총 슬러지 감량과 휘발성 슬러지 감량이 37.9% 와 51.3%로 개선되었다. 조정 소화조로부터 가스생산의 이와 같은 증가는 첫 번째 거의 소화가 가능한 1차 슬러지 유입비율의 증가 두 번째 더욱더 문제가 되는 2차 슬러지가 시험 소화조로 전환 유입 됨으로서 결론적인 감소에 의한 것이다. 다시 앞선 연구로부터 대체적으로 기대선 상에 있다.

이 문제가 되는 2차 슬러지가 같은 정도로 소화되어 진다면 전체적인 개선은 그 자체가 중요할 것이다. 그러나 나머지 소화조의 성능은 그들의 유입 속에 2차 슬러지 양을 줄이는

것에 의해 개선 될 뿐만 아니라 초음파 처리된 유입 슬러지를 받는 시험 소화조는 이상적으로 개선되어 졌다.

시험 전 성능은 조정에 의해서 매우 유사해 졌다. 7월 23일부터 9월 29일까지 시험기간 동안 시험소화조로 줄어든 잉여 농축 슬러지(SAS) 유입농도의 양의 증가에 대해서도, 평균 슬러지 감소와 휘발성 슬러지 감소는 61.7% 와 78.7% 였다.

Figure 5는 시험기간에 걸쳐, 조정 소화조와 비교해서, 줄어든 잉여농축 슬러지(SAS)농도의 조정 없이 시험 소화조로부터의 높은 가스 생산율을 설명한 것이다.

이 슬러지 감소 율은 시험 소화조로 초음파 처리된 잉여농축 슬러지(SAS)의 백분율이 100%까지 증가 되어져도 더욱더 개선되어지도록 기대되어진다.

Figure 7 과 8 은 총 슬러지와 휘발성 슬러지의 부하 함수로서 가스 생산량을 설명했다. 초기 시험기간에서 가스생산의 넓은 불안정성은 유입 율의 변화 함수이다. Sonix 플란트의 초기시험기간 동안 시험 소화조로 유입 양이단지 부분적으로 조정되어 졌고, 유입의 많은 비율이 중앙 유입센터에서 였고, 주기 시간 조정이 초음파 유입 율과 똑바로 맞지 않기 때문에, 부가적으로 최종 슬러지 처리의 어려움은 2차 슬러지의 많은 양이 알카리 안정화 시스템에 의해 제거되어야 함을 의미한다. 시험이 SONIX 플란트의 보다 더 똑바로 조정되어진 시험소화조로 유입율이 진행되어짐에 따라 가스 생성율이 안정화 되었다. 또한 적은 잉여농축 슬러지(SAS)는 알카리 사용에 의해 안정화 할 필요가 있다. 그러기 때문에 더욱더 일정한 양은 SONIX 플란트 처리를 위해 이용 되어진다. Figure 6은 이것이 8월 말부터 안정성 증가를 설명한다.

상업적인 연결

시험 전, 현장에서 생산되어진 2차 슬러지는 소화에 의해서 처리하기 위해서는 알카리에 의해 안정화되어 졌다. 전체의 2차 슬러지 처리를 위해서는 소화조 유입을 위해 약 40%로, 즉 26,000 kgDs.d as SAS 만들어야만 했다. SONIX 플란트 설치 전에 잉여농축 슬러지(SAS)로서 20-25% 유입, 즉 152 m³.d 대략적으로 알카리 비용 DS 톤당 40 파운드, 총 비용 132,000 파운드 이 받아들여 졌다. 만약에 시험 소화조에 유입 비율이 60% 잉여농축 슬러지(SAS)유지 되어 진다면, 잉여가 하루 86 m³으로 떨어진다. 그러나 여전히 알카리 처리를 요구하고, 약 57,000파운드 절감된다. 그러나 만약에 잉여농축 슬러지(SAS)유입 비율이 100% 까지 유지되어 진다면 연간당 123,000 파운드가 데모 플란트에서 실현화 될 수 있다.

보조적인 처리 비용 절감 뿐만 아니라 증가된 가스 생산은 더욱더 비용 절감에 기여 할 것이다. Sonix없이 전형적인 GAS생산 수치를 기초로 해서 소화조 플란트는 약 17,600m³ /D를 25% 잉여농축 슬러지(SAS)유입으로 모든 소화조에서 생산한다. 시험 소화조에서 SONIX와함께 60% 유입인 경우 19,700 m³/d, 100% 초음파 처리된 잉여농축

슬러지(SAS)유입은 22,000 m³/d 생산 한다. 4배 용량의 실증 플란트는 30,000 m³.d 바이오 가스를 생산 할 것이다. 바이오 가스의 열량값으로 환산하면 22.5MJ/m³, akWc비용 4.5 페니, CHP플란트 전기효율 34%(새로운 프란트 일반적인 효율 레벨)와 온수생산 절감을 위한 (CHP41.5% 열 효율, NB 이것은 낮은 수준 열 이용으로부터 만들어 질 수 있는 어떤 절감은 제외한다)비용을 부가한다, 60% SONIX와 함께 일반적인 절감은 하루당 9 파운드(3,285 파운드pa),100% SONIX와 하루당 19 파운드(6,956 파운드pa)그리고 실증 플란트로 하루당 54.71 파운드(19,968 파운드pa) extrapolated되어진다.

바이오 가스 생성과 관련된 절감/수입은 가스를 이용하는 현장의 능력에 의존 하는 반면에 아마도 Sonix와 증가된 소화 능력에 가장 큰 이익은 슬러지 취급과 처분비용 절감일 것이다.

보다 큰 절감은 적은 탈수 슬러지 와 슬러지 처분을 의미하고, 보다 포괄적인 연속적인 처리시스템 비용 절감이 더욱더 실질적이다. 현장에서 생산되어진 총 슬러지가 (64.5 톤/하루) 전형적인 수준의 슬러지 절감(33%)로 소화되어 진다면, 탈수, 건조 와 매립을 위한 현재의 실질적인 산업 비용은 탈수비용(탈수 슬러지 톤당 40 파운드), 건조비용(건조 슬러지 톤당 64 파운드)과 최후 매립(최종 슬러지 톤당 35 파운드)을 이용해 매일 비용은 하루당 6,292 파운드일 것이다.

소화조 플란트에 초음파 처리된 농축 활성슬러지 유입을 위한 실증 Sonix 플란트 설치에 의해 탈수, 건조 및 매립(하루 35톤 건조슬러지, c.f 하루 45.2톤 건조슬러지) 을 해야만 하는 총 슬러지48% 감소를 얻게 되어, 매일 1,432 파운드 혹은 연간 522,760파운드의 절감이 현실화되어 질 수 있다. 모든 현장에서는 그들 자신의 처리비용이 갖고 있기 때문에 실행화 하는 데는 조심스러움이 필요하다, 특히 몇몇은 경제적인 평가에 중요한 영향을 미친다. 예를 들면 여기에서 건조 비용은 소화조 후 처리비용의 50%로 계산되어 졌다.

Sonix 플란트의 운전비용은 슬러지 톤당 30페니-52 페니의 범위에 있다. 처리 비용의 변화는 플란트 용량과 냉각요구 때문에 대기온도 영향이다. 그러기 때문에 연간 운전비용은 18,000 파운드가 최고 수치이다.(유지 및 여분장비 비용은 포함되자 않았다.) 더욱더 탈수에 관한 연구는 더욱더 완벽한 그림일 수 있을 것이다.

4. 결론

- *. Sonix처리는 매우 높은 잉여농축슬러지(SAS)유입에도 불구하고 안전한 소화조 운영을 할 수 있도록 한다.
- *. Sonix처리된 잉여농축슬러지(SAS)유입을 받아들여진 시험 소화조로부터 메탄 생산량의 중요한 증가가 있었다.
- *. 2차 슬러지의 높은 백분율의 조건으로 유입된 소화조로부터 60% 이상의 전(total) 슬러지 감소가 있었다.

- *. 문제가 되는 슬러지가 Sonix처리되어 시험 소화조에 많이 유입되어, 높은 비율의 1차 슬러지를 받은 다른 조정 소화조의 성능이 또한 역시 개선 되어졌다.
- *. 잉여농축슬러지(SAS)비율이 100% 까지 시험 소화조로 유입되었다.
- *. 더욱 컨테이너화된 데모 플란트가 세워졌다.
- *. 기계적 전기적인 중요한 개발이 원형 기술을 프로세스 플란트의 실질적이고, 튼튼한 부분으로 바꾸었다. 이것은 프로세스의 운전능력, 경제성을 개선해서, 실증 플란트 프로젝트를 위해 매우 매력적인 자금회수로 전환 되었다.
- *. 기술은 지금 상업적인 시장을 위한 준비가 되었다

그림은 영문판을 참조하세요