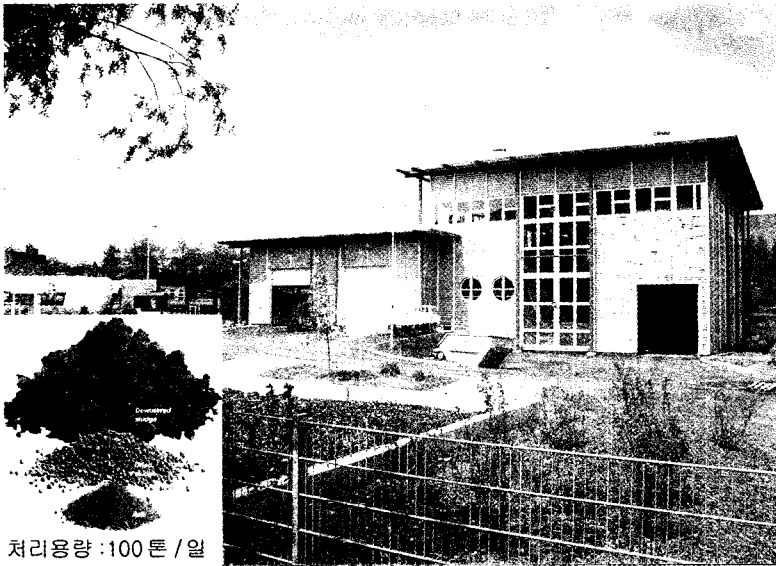


하/폐수 슬러지의 열처리

(Mr. GEORG KREIBS, JOSEF HAINTZ / ANDRITZ AG, GRAZ, AUSTRIA)

유천엔지니어링㈜



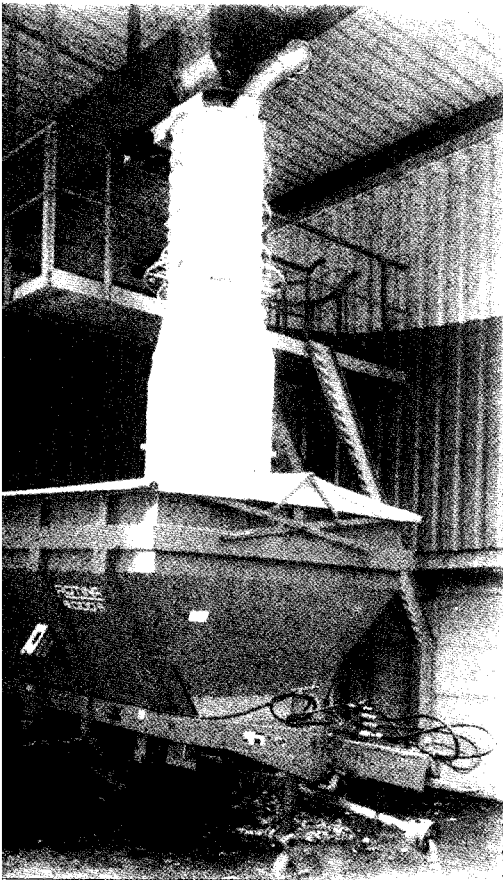
처리용량 : 100 톤 / 일

ANDRITZ

<<SWISS DUBENDORF PLANT의 GRANULATE 처리>>



ANDRITZ GROUP의 환경관리 부서는 하/폐수 SLUDGE의 농축을 비롯 탈수 및 건조/소각처리를 핵심 사업분야로 삼고 있습니다.



SUMMARY

- PLANT : DUBENDORF
- 위치 : SWITZERLAND
- 건조기동 면적 : 191M² [약 60평, 11(W) * 174(L) * 98(H)]
- 용량 : 2.4TON/HOUR (수분증발량 기준)
- 슬러지 성상 : 생슬러지 (함수율 23~25%)
- 건조기 용량 : DDS 20/40
- GRANULATE : 함수율 8%(DS_92%), 녹 농지 비료 및 연료
- 사용연료 : 천연가스

CONTENTS

1. 하/폐수 슬러지 처리 기술
 - 1.1. 선택적 열원을 이용한 하수 슬러지의 건조
(유동상 건조 / 삼중드럼 건조 / 디스크 건조)
 - 유럽 내 국가의 폐기물 처리 규정
 - 삼중드럼 건조기 사용의 3가지 용례
 - 영국의 BRAN SANDS PLANT
 - 미국의 SUMPTER PLANT
 - 헝가리의 PECS PLANT
2. 결론 및 추천 사항

1. 하/폐수 슬러지 처리 기술

하/폐수 슬러지 처리 시 경제성을 가능하는 핵심사안은 적절한 탈수를 통해 슬러지의 부피를 줄이는 것입니다. 이러한 목적에 부합하기 위해 기계적인 여과/탈수방법 및 건조/소각과 같은 열처리의 방법이 사용됩니다. 하지만 건조/소각 등의 열처리 방법은 기계적인 탈수 방법보다 10배 이상 의 비용이 소요됩니다. 따라서 이러한 연유로 "탈수"라는 궁극의 목적을 위해 대부분 열처리 공정의 전단에 많은 기계적 탈수 공정을 강화합니다.

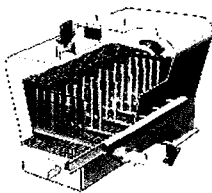
때문에 ANDRITZ AG는 탁월한 기술력을 바탕으로 가장 경제적이며 효과적인 SYSTEM(기계적 탈수 및 열처리의 조합)을 개발/발전 시켜왔습니다. 다음의 설명을 참조 바랍니다.

1.1. 선택적 열원을 이용한 하수 슬러지의 건조

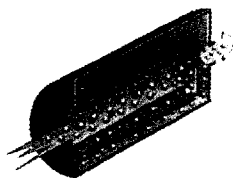
[개 요]

현재 가장 광범위하게 사용되는 하수 슬러지 건조 SYSTEM은 다음과 같습니다.

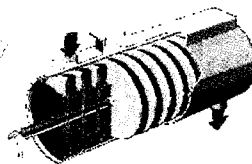
Andritz Dryer Types



Fluidized Bed Dryer



Drum Dryer



Disc Dryer

- Drum dryers
- Fluidized bed dryers
- Disc dryers
- 삼중 드럼 건조기
- 유동상 건조기
- 디스크 건조기

하기의 기술된 각각의 SYSTEM의 특성은 이미 널리 유포된 정보에 근거합니다.

- 삼중드럼 건조기의 핵심은 300°C 이상의 열 ENERGY의 사용이 가능하다는 는 것입니다. 이 수치는 1차 ENERGY(화석ENERGY) 또는 폐열을 이용 시 가능합니다. 만약 열원에서의 발생온도가 상기 수치에 부합된다면 삼중드럼 건조기는 가장 보편적이고 효과적인 건조 SYSTEM으로 광범위하게 사용이 될 것입니다. 삼중 드럼 건조기에서 생산된 GRANULATE는 거의 먼지를 발생시키지 않으며 또한 슬러지가 과열되지도 않습니다. 삼중 드럼 건조기는 여러 성상의 슬러지 - 탈수 슬러지, 소화 슬러지 심지어 비 소화 슬러지까지 여타의 SYSTEM조정 없이 즉각적으로 건조 시킬 수 있습니다. 이러한 삼중드럼 건조기는 1 기당 1톤(TON)에서 10TON/HOUR까지의 수분을 증발 시킬 수 있습니다 (인구로 환산 시 1천8백만이 생산하는 슬러지의 처리가 가능하며 GRANULATE의 건조도는 고품질 기준 80에서 96% - 함수율 20~4%). 완전 건조 시 건조도는 최소한 90%에 이릅니다.
- 유동상 건조기는 낮은 온도(130°C)에서의 충분한 건조가 가능합니다. 당 SYSTEM은 폐열의 열원이 저온의 공기 STREAM 또는 기름(OIL)일 때 적합한 해법일 수 있습니다. 불활성 순환공기는 작업의 안정성을 높여줍니다. 하지만 유동상 건조기는 매우 낮은 처리능력 - 200KG/H의 수분증발용량 - 으로 25,000명의 인구가 생산하는 슬러지의 처리를 위해선 건조기의 크기가 매우 커져야만 하는 단점을 가지고 있습니다.
- 디스크형 건조기 역시 유동상 건조기와 마찬가지로 낮은 온도(130°C)에서의 충분한 건조가 가능합니다. 그러나 디스크의 마모문제로 인해 보통 슬러지를 충분히 건조 시키기보다는 고품질 기준 약 70% 정도선의 건조도로 생산하는 것이 바람직합니다. 당 SYSTEM은 유동상 건조 SYSTEM과 마찬가지로 폐열의 열원이 저온의 공기 STREAM 또는 기름(OIL)일 때 적합하며 불활성 순환공기의 사용으로 작업의 안정성을 높일 수 있습니다. 또한 디스크 건조기에서 생산된 건조 슬러지에서는 먼지의 발생이 거의 없는 장점을 가지고 있습니다.

실적표가 증명하듯 ANDRITZ는 많은 삼중드럼 건조기를 공급해왔으며 이는 일반적인 시장의 추세입니다.

지난 30년 이상의 기간동안 ANDRITZ는 1기 당 수분증발용량이 0.5TON부터 10TON까지의 삼중드럼 건조기를 제작/공급 하였습니다. 납품된 대부분의 건조기는 아직까지 원활히 운영되고 있으며 몇몇의 건조기는 사용기간이 25년에 이르기도 합니다.

대부분의 유럽 내 국가들은 유기성 폐기물의 처리에 대해 아래와 같은 규정들을 가지고 있습니다

Waste Treatment according to EU guidelines

As of 2005 landfills will be closed to waste with more than 5% organic content.

PRINCIPLES:

(in the order given below)

- **avoid waste**
- **use waste materially**
- **use waste thermally**
- **residual waste to landfill***

Applicable to

SEWAGE SLUDGE?

- not applicable
- as fertilizer or soil conditioner
- if material use is not possible
- e.g. ashes from thermal use*

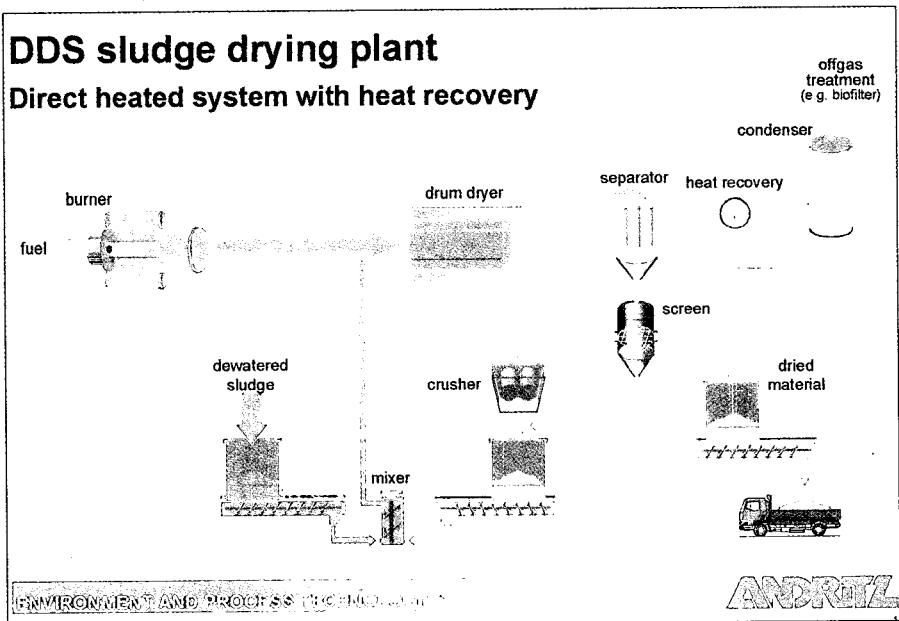
* after extraction of organic mater depending of landfill type < 5% (< 1%)

다음은 단계별로 적용되는 유기성 폐기물 처리의 관련 사항입니다.

- 1) 폐기물의 발생량을 최대한 줄일 것. 가정폐기물의 경우 일정 수준까지 발생량을 줄일 수 있으나 상기 표에 명시된 바와 같이 하수 슬러지 발생의 최소화에는 한계가 있음.
- 2) 최소화한 폐기물에 포함된 물질을 활용할 것. 하수 슬러지의 경우 유기성 비료로서나 토질 개선제 또는 배양제로 사용하는 것이 가장 현실적임. 만약 하수 슬러지가 기 언급된 용도로써 사용된다면 다음의 2가지 기준과 부합되어야 함
 - 슬러지를 녹 농지용으로 사용하기 위한 최소한의 필요조건을 만족하여야 함. 예를 들어 다이옥신과 퓨란과 같은 유기오염물질과 중금속 농도등에 관한 규정치를 넘지 않아야 함.
 - “유기물 비료”가 시장 내 통용되어 주변에서 이 제품을 찾는 요구가 있거나 또는 유기물 비료에 대한 수요가 발생하여야 함. 여기서의 핵심 기준은, “장기간에 걸쳐 유기물 비료를 사용하고자 하는 시장의 수요”가 있어야 하며 - 비록 당 문제에 대해 TV나 신문 등의 대중매체의 그릇된 정보로 “신뢰성 있는 장기간의 해법”에 대한 부정적 견해가 있기는 하나 - 기 언급된 방법으로 사용이 불가능할 시 수분/무게/부피가 감소된 PRODUCT를 매립 등의 방법으로 처리할 수 있는 방법이 있어야 함. 만약 안전한 활용법이 고안된다면 가장 적합한 계획은 가능한 장기간에 걸쳐 “가용물질의 활용”은 것과 하기와 같이 “열처리”의 방법을 결합시키는 것임.
- 3) 만약 상기 언급한 “가용물질의 활용”이 불가능할 시 관련 법안은 “열처리”를 요청합니다. 이 내용은 유기성 폐기물을 반드시 열처리 해야 한다는 의미가 아니라 가연성 고형물질로 변환하여 후에 화석 ENERGY를 대처한다는 것입니다. 단 화석 ENERGY를 대신한 가연성 고형물질의 연소 시 반드시 이산화탄소의 방출은 줄여야 합니다.
- 4) 유기성 폐기물의 최종 처리단계는 매립이나 소각 시 유기물 함량을 5%이하로 줄여야 합니다.

하수 슬러지의 처리 시 관련 법규는 해당 슬러지를 탈수 후 건조를 규정합니다. 녹농지용 또는 적절한 연료로써 GRANULATE를 안전하게 사용하기 위해서는 하수 슬러지는 반드시 건조처리 되어야 하며 이때 고형물 기준 건조도가 90%에서 95%인 GRANULATE를 80°C이상의 온도로 최소 20분 이상 저온살균 처리하여야 합니다.

상기 이유로 지난 몇 년간 하수 슬러지 건조PLANTS에 관련 하여 참신한 발전이 있어왔습니다. 특히 대단위 건조 PLANT의 경우 삼중드럼 건조 SYSTEM이 선두로써 자리 매김하게 되었습니다. 다음은 여러분들의 이해를 돕기 위한 ANDRITZ 삼중드럼 건조기의 간략한 처리공정 입니다.

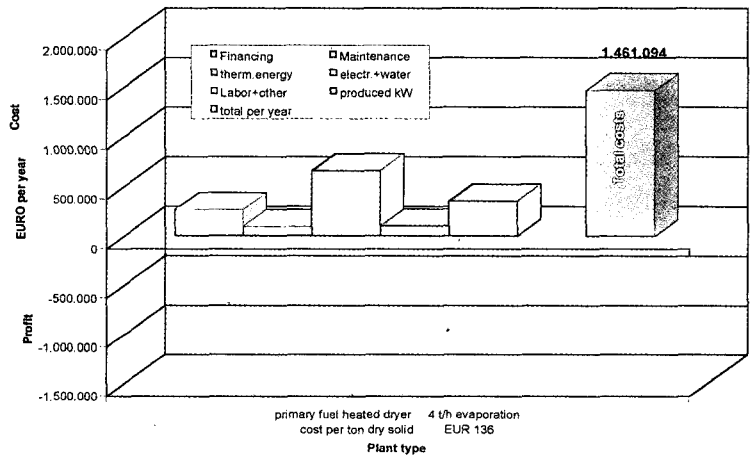


상기 처리공정의 슬러지 투입장치는 탈수 슬러지를 기 건조된 GRANULATE와 혼합기 위해 혼합기로 투입합니다. 혼합 후 끈적임이 없고 부슬부슬하며 촉촉한 건조/탈수 슬러지의 혼합물을 생성합니다.

이 혼합물은 삼중드럼 건조기내로 유입되어 회전하는 삼중드럼 내에서 고온의 기체에 영향으로 고품질 기준 95%의 건조도로 건조됩니다. 이 혼합물은 20여분동안 삼중드럼 건조기내에서 체류하여 약 80°C에서 85°C의 온도가 됩니다. 때문에 삼중드럼 건조기에서 만들어진 GRANULATE는 위생적 필요 조건에 부합됩니다.

삼중드럼 건조기에서 발생한 0.8MM 미만의 작은 알갱이는 후 단에서 탈수 슬러지와 혼합될 재료로서 다시 혼합기로 보내집니다. 최종산물인 GRANULATE은 악취의 발생 없이 장기간 저장이 가능할 뿐 아니라 다양한 용도로의 사용 가능합니다.

Comparison of different Sludge Treatment Processes



삼중드럼 건조 SYSTEM의 단 한가지 단점은 높은 많은 열 ENREGY가 필요하다는 것 입니다.

상기의 도표에서 보여지듯 열 ENERGY에 해당하는 막대가 가장 큰 것을 알 수 있습니다. 부가하여 화석ENERGY의 사용으로 이산화탄소의 발생량이 늘어갑니다.

지난 5년간 ANDRITZ는 열 ENERGY 관련하여 신개념의 하수 슬러지 건조 PLANT를 다수 공급해 왔습니다.

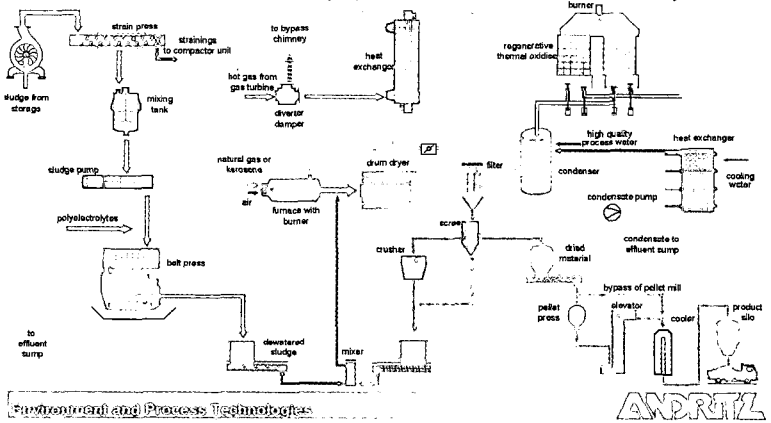
●삼중드럼 건조기 사용의 3가지 용례

1) 기름(OIL)이나 GAS등의 화석연료를 대신하여 GAS TURBINES에서 발생한 연소가스를 이용한 영국의 BRAN SANDS PLANT

BRAN SANDS PLANT는 영국의 EDINBURGH남부 150KM지점의 TEESSIDE에 위치한 하수 슬러지 처리 PLANT로써 하수 건조시설로 변경되기 이전 중공업 단지로 이용되었습니다. 액상상태로 선박을 이용하여 특별히 고안된 접안시설로 이동된 하수 슬러지는 다시 PUMP를 통해 PLANT로 유입/저장 됩니다. BRAN SANDS PLANT가 연간 처리하는 하수 슬러지의 양은 약 1백만 M³ - 고품질 기준 시 5만 TON에 달하며 성상은 소화되지

Regional Sludge Treatment Centre

Bran Sands / GB - (R.S.T.C.)



않은 초침 슬러지입니다. 하지만 지역별 하수 슬러지 처리시설이 향후 5년간 증설될 것을 감안 할 때 2차 슬러지의 유입이 점점 늘어가리라 추측 됩니다.

건조공정 이전의 하수 슬러지 처리공정은 아래와 같습니다

- 총 14대의 3M BELT PRESS FILTER를 이용하여 고흥물 기준 25%에서 28% - 함수율 72% ~75%로 하수 슬러지를 탈수함
- 시간당 5TON의 수분증발량 용량을 가진 7대의 삼중드럼 건조기를 이용 전단에서 발생한 탈수 슬러지를 건조함
- 약 4MM에서 12MM 크기의 PELLET 또는GRANULATE를 생성함
- GRANULATE 또는 PELLET을 저장하기위해 각 용량 100M³인 20개의 SILO로 이송함
- 최종산물을 이송처리하기위한 2개의 LOADING PORT(각 PORT는 평행하게 위치하나 각각 독립적으로 작동함)

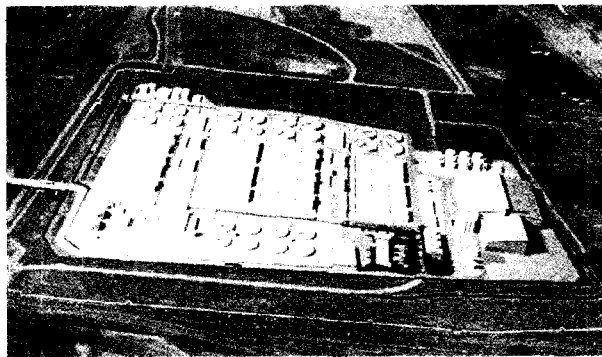
당 건조 PLANT를 구성하는 주변 장치는 아래와 같습니다.

- 2대의 평행선상에 위치한 GAS TURBINES(ENERGY원- 천연가스, 용량-5MW)은 약 430°C의 배기GAS를 삼중드럼 건조기로 공급하며 이때 전기를 함께 생산하여 송전함
- 탈수공정 시 발생한 여과액의 자체 재처리를 위한 하수 처리 시설(적절한 수질까지 처리함)

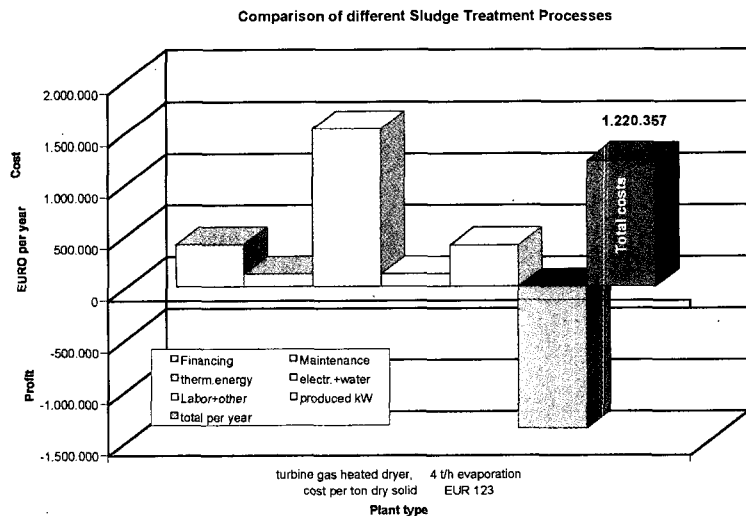
개략 PLANT 건설비용, 기초시설 및 발전분 포함: 약 2억5천 EURO

PLANT내 모든 삼중드럼 건조기(직 열풍 드럼 건조TYPE)은 TURBINE에서 발생한 고온 GAS를 열원으로 이용하기 때문에 초기 시동 시 정상운전을 위해 소량의 연료가 필요합니다.

1998중반부터 1차분 PLANT에서 발생 슬러지의 약 50%를 처리하고 있고 증설 분인 2차 PLANT는 현재 건설 중에 있으며 2001년 가동을 시작할 것입니다. ANDRITZ는 이후의 PLANT 발전 계획은 건조 슬러지를 GASIFICATION하여 여기서 발생하는 GAS를 이용하여 TURBINE 작동을 위한 ENERGY원으로 사용하는 것입니다.(현재 TURBINE 작동을 위해 사용중인 천연GAS를 대체)

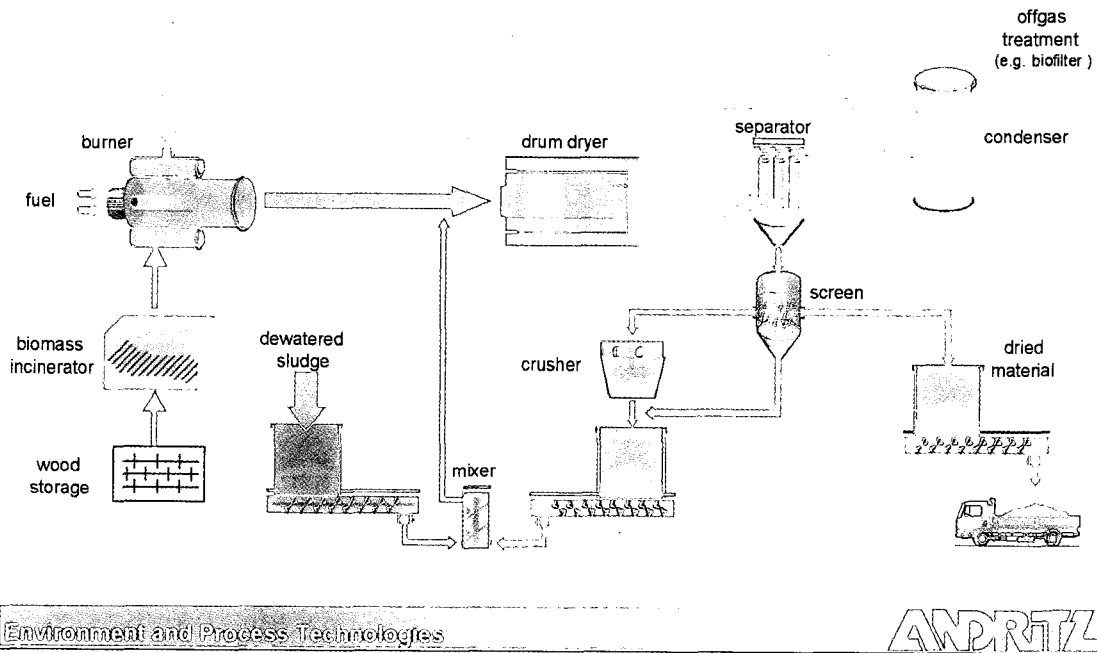


BRAN SANDS PLANT 전경



2) 기름(OIL)이나 GAS등의 화석연료를 대신하여 건조 열원으로 폐목, 나무조각/껍질 등을 이용한 미국 SOUTH CAROLINA의 SUMPTER PLANT

Sumter Sludge Drying Plant



SUMPTER 시는 폐기물 처리관련 2가지의 문제를 가지고 있습니다; 그 중 하나는 하수 슬러지이며 다른 하나는 산업현장에서 폐기되는 목재 PELLET과 나무껍질 등의 폐 목재입니다.

이러한 2가지의 문제를 동시에 해결하기위한 방안으로 하수 슬러지 건조를 위한 열원으로 폐 목재를 사용하였고 이 결과 추가CO₂(이산화 탄소)의 발생 없이 운전비용의 가장 큰 부분인 연료의 문제를 해결하게 되었습니다

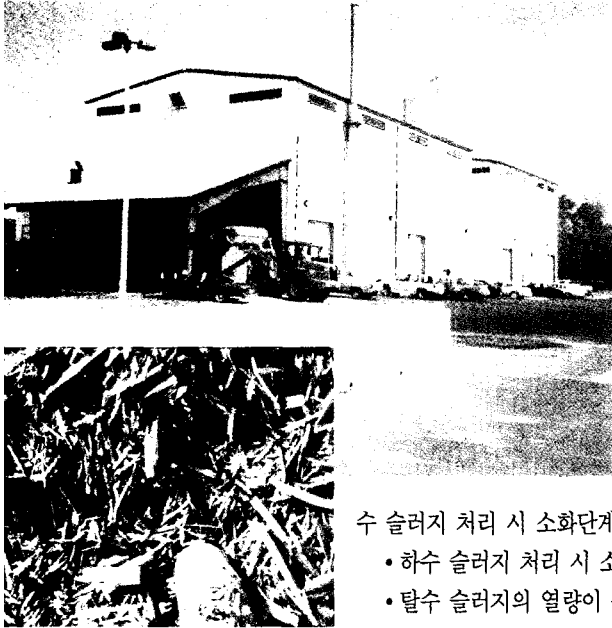
또한 건조된 하수 슬러지는 농작물용 유기성 비료로써 판매하여 이익을 창출하였습니다.

1997년부터 가동된 SUMPTER PLANT는 다음과 같은 부대설비로 구성되어 있습니다.

- 하수처리 PLANT내의 폐 목재 야적장
- 이동식 폐 목재 파쇄기
- 폐 목재 BUFFER SILO(완충 저장조)
- LEAN GAS(1000 °C)를 함께 연소시키는 GRATE(난로/보일러)과 GRATE에 결합된 연소재(ASH) 자동 배출장치
- 직열풍 TYPE의 삼중드럼 건조기 - 수분 증발량 4TON/HOUR, 건조고형물 기준 연 처리량 5,500TON, 유입되는 탈수 슬러지 성상 및 함수율: 소화 슬러지, 85%.

당 건조SYSTEM은 화석ENERGY(1차 ENERGY)로 일부 또는 전체운전이 가능함(선택적 열원의 사용이 가능)

3) 기름(OIL)이나 GAS등의 화석연료를 대신하여 건조 열원으로 건조된 하수 슬러지를 이용한 헝가리의 PECS PLANT



20만 인구를 가진 헝가리 남부에 위치한 PECS시는 12년 전 하수 슬러지 처리문제를 드림 건조 SYSTEM을 채택함으로 풀 수 있었습니다. 하수 슬러지 발생량의 증가로 1995년 하수처리 PLANT를 PECS시 맞은편으로 이전 후 시간당 4TON의 수분증발용량의 삼중드럼 건조기를 설치/운영 중에 있습니다. PECS시가 계획한 바와 같이 하수처리를 위한 소화조의 건설 여부를 결정하기 바로 직전 ANDRITZ는 ECODRY SYSTEM을 소개할 기회를 획득하게 되었습니다. ANDRITZ는 현재 운전중인 삼중드럼 건조기에 CYCLON FURNACE를 추가한 결과 하수 슬러지를 건조하기 위한 전체 ENERGY가 건조 슬러지의 소각 시 발생하는 열ENERGY를 이용으로 대체될 수 있게 되었습니다.

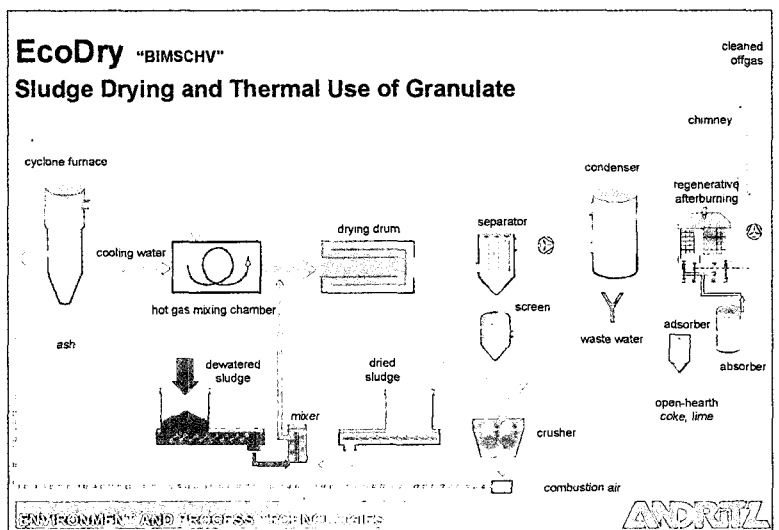
이는 하수 슬러지의 처리개념과는 대조적인 개념으로 - 하수 슬러지 처리 시 소화단계를 생략함으로써 하기의 2가지 장점을 가지게 되었습니다.

- 하수 슬러지 처리 시 소화단계의 생략으로 초기 투자비를 현격히 줄임
- 탈수 슬러지의 열량이 증가됨(METHANE이 제거되지 않음으로)

보통 일주일에 1회, 재 가동 시에만 필요 열량을 내기위한 천연GAS가 사용됩니다. PECS시에서 발생하는 슬러지는 탈수 후 매우 높은 열량과 높은 건조고형물 함유량을 가지고 있기 때문에 탈수 슬러지 건조용 열원으로 CYCLON FURNACE에서 사용되고 남은 잉여GRANULATE는 녹 농지용 비료 등으로 사용됩니다. 또한 이런 과도한 열량과 고형물농도는 탈수 슬러지의 고형물의 농도를 줄임(함수율을 높임)으로서 열량을 감소시킬 수 있습니다. 그러나 이러한 PECS시의 슬러지의 특이한 성상으로 2차 삼중드럼 건조기의 설치를 계획하게 되었습니다.

PECS PLANT는 아래와 같은 부대설비로 구성되어 있습니다.

- 탈수 설비(원심 탈수기 3대, 1대 예비), 탈수 함수율 - 약 74%(26% DS)
- ECODRY 건조 PLANT(건조 + 소각), 수분증발용량 (4TON/HOUR)
- GRANULATE SILO 및 LOADING PORT
- ASH SILO 및 LOADING PORT



상기 공정도해에서 보여지는 바와 같이 특히 받은 "ECODRY" PROCESS는 CYCLONE 소각로에서 슬러지 건조용 고온 GAS를 발생시킵니다. 이 CYCLONE 소각로에는 PLANT 난방과 슬러지 건조용으로 사용되는 전형적인 GAS 또는 OIL BURNER가 부착되어 있습니다 (GRANULATE가 연료로써 이용되지 않을 때). 만약 건조 슬러지 GRANULATE를 PLANT 연료로써 사용을 계획한 경우라면 30분 안에 건조공정에서 소각공정으로 전환이 가능합니다. 이렇게 건조공정에서 소각공정으로 전환될 경우 GAS BURNER는 자동으로 중단되고 슬러지 건조에 필요한 열은 건조 슬러지만의 연소로 해결됩니다.

배가스의 경우 독일의 환경 기준인 BISCHV의 17번째 항목과 스위스의 배가스 기준을 만족합니다.

2. 결론 및 추천 사항

슬러지 처리라 함은 결국 폐기물의 처리를 의미합니다. 따라서 완전한 슬러지 처리시설의 건설을 위한 결정 사안들은 투자비 및 운영비의 최소화를 반드시 고려하여야 합니다. 이러한 목적에 부합되기 위해선 최초 슬러지의 농축부터 최종 소각에 이르는 슬러지 처리공정의 단계가 최적화되어야 하며 단위공정 각각에 대한 공급자의 책임소재의 논란이 될 수 있는 많은 공통분모를 피하는 것은 매우 중요합니다. 때문에 장기간 운전 시 경제적 측면에서 가장 효과적인 해결책을 보장할 수 있고 완벽한 슬러지 처리 시설의 설계 및 공급능력을 갖추며 전체공정에 대한 오랜 경험과 많은 실적을 가지고 있는 업체를 선정하는 것은 반드시 고려되어야 할 중요 사안입니다.

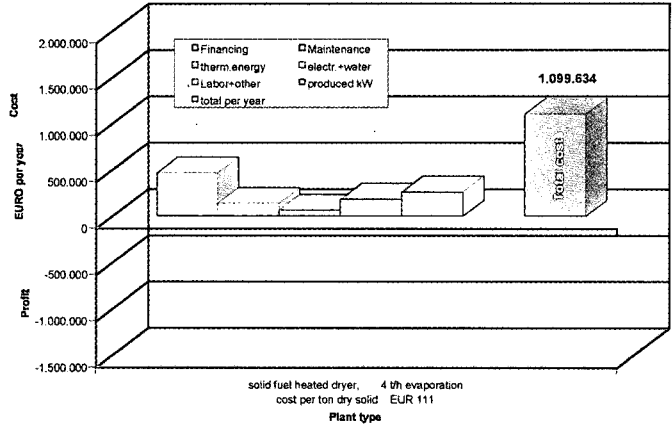
ANDRITZ GROUP은 다음 SYSTEM의 공급이 가능합니다.

- 농축, 탈수, 건조 및 소각에 이르는 완전한 일체형 SYSTEM과 PLANT 운전에 대한 전체적 자동화공정의 공급
- 각각의 단위공정 간 발주처의 특별 요구사항에 부합될 수 있는 다양한 처리공정
- 30년 동안 쌓아온 많은 성공적 실적
- IN-HOUSE AND MOBILE TESTING INSTALLATION
- 모든 부품의 자체 생산

※ 자세한 사항은 (주)유천엔지니어링으로 문의하시기 바랍니다.

(TEL : 032-818-2576, 821-5671~5)

Comparison of different Sludge Treatment Processes



Comparison of different Sludge Treatment Processes

