

Bio 고형물(오니) 처리장이 MLM[®] 매체를 사용하여 VOC 제거용 RTO 개체 후 연간 \$78,000 절약 시현 그 설비의 수명 중 \$1,000,000 절감 예상

소개

미 동부의 한 주요 도시가 오니 건조 처리장을 소유하고 있습니다. 이 처리장은 시가 소유하고 있는 여러 곳의 폐수 처리장으로부터 오니를 받습니다. 이 물질은 최종 폐기 처분 전에 건조됩니다. 오니들은 유기 물질로 정의되므로, 그 건조 공정이 대기로 방출되면 Smog를 형성시키는데 도움을 주는[1] 휘발성 유기 화합물들(VOC)을 생산합니다. 오니들이 퇴화할 때, 공격적인 악취 발생원인 다수의 화합물들이 형성됩니다.[2] 이 악취 나는 종류들은 유기질과 무기질 황 화합물들, 암모니아, 아민들 그리고, 유기질 유지산들일 수 있습니다. 이 처리장에서 이러한 여러 종류들의 대기로의 방출을 막기 위하여 사용되는 공기 오염 제어 기술은 열 재생식 소각로(RTO) 또는 소각로의 버너 후 기타 처리법들입니다. 이 처리장 설비에서 건조 공정에서 생산된 유기질 오염 물질을 함유한 공기는 고온(1,500°F)의 Chamber들을 지나갑니다. 공기 중에 존재하는 VOC들의 99% 이상이 연소되어, CO₂와 H₂O로의 변환을 확실하게 하기 위하여 Chamber내에서 충분한 시간 동안 체류합니다. 그 RTO가 그림 1에 표시되어 있습니다.



그림 1 : 이 협의의 대상인 RTO

그곳의 문제점

시는 이 처리장의 운영을 사유화했습니다.

그 RTO의 매일의 조업을 담당하고 있는 사기업은 RTO의 가동 원가가 매우 높다는 사실을 인지했습니다. 그리고, 그 시가 사기업과 맺은 운영 계약은 어떤 절약이라도 시와 사기업간에 분배되도록 되어 있어서, 그 시는 절약을 권장하고 있습니다.

다른 사례들에서 협의 했듯이[3, 4], RTO는 처리되는 공기를 열 회수(전달) 매체의 Bed를 통과 시킴으로서 열 회수를 합니다. 그림 1에서 이 RTO는 열 회수 매체들을 내부에 가지고 있는 두 개의 Canister들을 가지고 있음에 유의하십시오.

열 회수는 위에서 거론한 연소 온도를 유지하는데 필요한 연료 (천연 가스 또는 기타 연료)를 최소화하기 위하여 절대적으로 필요합니다.

이러한 설계의 RTO들의 전형적인 방식과 같이 최초로 사용된 열 회수 매체는 2" 세라믹 제 Typacks[®]이었습니다. 이 매체는 다른 사례[4]에서 설명드린 Saddle들과 같은 식으로 가동됩니다. 그 결과, 이 RTO의 측정된 압손은 매우 높았습니다. 수두 10~30인치, 그 측정치, 수두 10인치는 청결한 Typacks[®]의 압손이며, 수두 30인치는 열 회수 Bed들 내에 미립의 오염 물질들이 축적된 후의 압손이었습니다. 평균적으로 월 1회의 청소를 하여, RTO 통과 후 압손을 회복시키기 위하여는 정비를 위한 가동 정지가 필요했습니다. 이 압손은 두 가지 문제점들을 야기시켰습니다.

1. 이 압손에 이기기 위하여 전력 소모가 큰 결과, 가동 비용이 높았습니다.
2. 전술한 매월 1회의 정비 행사는 지속적인 큰 비용이었습니다.

해결책

1996년 Lantec사에 의해 RTO 산업계에 소개된 MLM[®]은 전 세계적으로 RTO의 건설 및 조업 원가를 감소시키고 있습니다. 이런 와중에 MLM[®]으로 열 회수 매체의 교체 제안이 전술의 문제점들을 해결하기 위하여 제시되자, 그 경제성이 크게 부각되었습니다.

그림 2에서 보실 수 있듯이 MLM[®]은 자가 지지형의 자유롭게 약간 뜰 수 있는 판형 설계를 가진 구조체입니다. MLM[®]의 그 자유롭게 약간 뜰 수 있는 판형 설계가 Saddle들 또는 이 경우, Typacks[®]와 같은 전통적 RTO의 열 회수 매체들에 비하여, 훨씬 탁월한 고형물들의 축적에 대한 저항력뿐만 아니라, 크게 감소된 압손을 제공합니다.

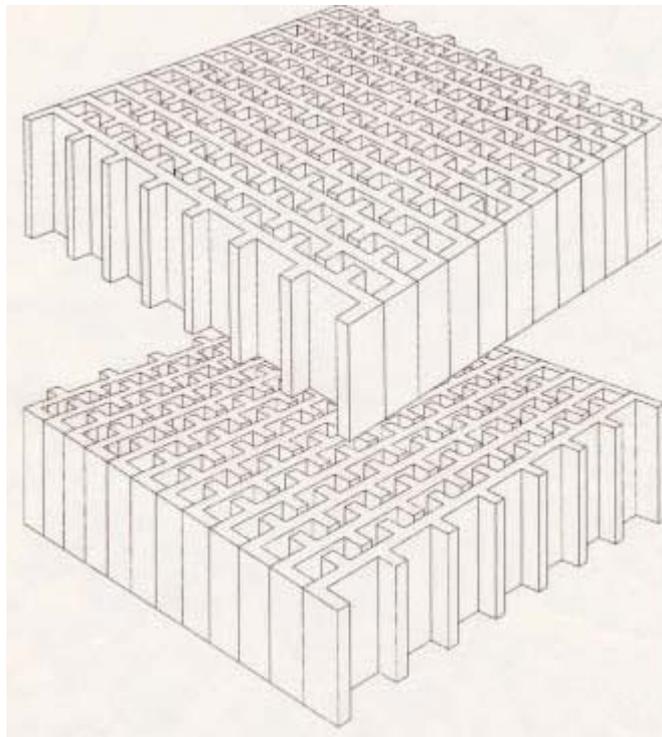


그림 2. Lantec사의 RTO용 열 회수 구조 매체
다음 위층의 판들을 90° 회전하여, 그 층이 아래층에 의하여 지지 되어지는 것에 유의하십시오.

그 플랜트의 경영진은 그 RTO의 Canister들 내부의 Typacks[®]를 MLM[®]으로 교환하라는 Lantec사의 추천을 수락했습니다. 이 결정은 세계적으로 신설 및 개체, 모두가 MLM[®]을 점점 더 사용하는 추세에 근거 하였었습니다. 이 Project의 결과들은 다음과 같이 요약됩니다.

	2" Typacks [®]	MLM [®]
열 회수 매체의 Bed 깊이	8 ft	5 ft
공기 유량	12,000 cfm	12,000 cfm
△P, 평균	20~30 in WC	4~5 in WC
송풍기 부하	40 Hz	30 Hz
열 효율	~91%	~95%
VOC 파괴 효율	>99%	>99%
가스 소모 (therm/건조 기준 톤)	11.7	6.2
연료 가스 절약 (연간)		\$50,000
전력 절약 (연간)		\$28,000[6]
현 처리량 기준 연간 절감액		\$78,000
처리 용량 증가 후 절감액		\$118,000

MLM[®]에 투자(Project 원가 \$80,000)가 1년 만에 투자비 회수 유도
= 12년간 예상 절감액 : \$1,000,000 이상

MLM[®]으로 개체의 결과로 큰 전력 절감은 분명하게 인지되었습니다. 전기 연구소가 발행한 자료들[5]을 사용하여 경영진은 연간 약 \$28,000의 전력비 감소를 인지할 것으로 산정합니다. 추가적으로, 계획된 그 RTO의 20,000 cfm으로 증가한 처리 용량 기준으로는, Typacks[®]를 교체하지 않은 경우의 조업 비용 대비 전력비 절감액은 연간 약 \$68,000으로 늘어날 것입니다.

RTO의 실 열효율은 측정하기 어려울 수 있습니다.

Thermocouple들은 시간 지연들을 가질지도 모르고, 다른 열손실들이 일어날 수도 있고, 등등으로. 그러나, 여기에 보고된 바와 같이, therm 소모의 감소는 개선된 열효율의 절대적 측정치입니다. - 그 RTO를 운전하기 위하여 연간 절감액이 \$50,000에 해당하는 감소된 연료가 구매되고 있기 때문에. 이러한 절감들은 "이 업계에서 RTO들은 가동하려면 비용이 높다" 라는 이전에 가졌던 인식들과 대조적입니다.[2]

환경면에서의 장점들

미국에서 발전 전력 매 kWh 당 1.34lb의 Co₂ 배출이 초래된다고 산정됩니다.[6]

여기에서 보고된 전력 감소 결과로 연간 300,000lb의 온실 가스 배출 감소[7]가 인지되었습니다. 그 RTO의 용량의 계획대로의 증가가 실현되면, 그 탄소 배출은 구식의 열 회수 매체가 교체되지 않은 경우의 배출 보다 연간 760,000lb 이상 감소할 것입니다.

이 Project의 그 이후 상황

과거의 이력으로 보면 이 RTO내의 매체는 한달에 한번씩 "Bake-out" 처리를 했습니다.

Bake-out 처리의 목적은 열 회수 bed에 축전된 어떤 휘발성 물질이라도 축출하기 위해서입니다. 정상적인 Bake-out 처리 계획은 한달에 한번입니다. MLM[®]으로 교체 후 처음 6개월의 조업 기간 중 RTO는 일정한 압손을 유지했습니다. Typacks[®]이 RTO 내에 있을 때, 그 압손은 정상적인 한달의 조업 중 수두 10인치에서 시작하여, 수두 30인치로 증가하였던 사실을 상기하십시오.

6개월 후 그 압손은 수두 20인치가 될 때까지, 증가하는 것으로 관찰되었습니다. 이 수치에 2003년 10월 초에 도달하였습니다. 이런 식의 RTO의 행태는 다른 곳의 오니 처리 산업[3.4]에서도 관찰되었습니다. 그 실험에서 열 회수 매체의 청소가 한 번 이행되었습니다. 그 결과, MLM[®]을 통과 후 압손이 수두 4~5인치로 회복되었습니다.

이 경험이 매일 또는 매주 마다 RTO 속에 있는 매체 통과 후 압손은 감시될 필요가 있음을 가르쳐 줍니다. Lantec사는 bake-out 없이, 일년에 2번 매체를 청소하는 것이 가장 효과적으로 운영하는 사용법이라고 추천하였습니다. 이것은 다음의 청소 행사의 원가 분석에 근거를 두고 있습니다.

총 소요 시간 = 24

소요 작업인 수 = 4

총 Manhours × \$40/hr = \$3,840

청소 정비 행사 당 보수적인 원가 비용 = \$5,000

수두 3인치의 압손 증가는 연간 \$5,000의 전력비 추가[5]를 의미합니다. 그러므로, 이런 청소 정비 행사는 6개월에 한번 또는 청소 직후 수두 4~5인치의 압손이 수두 3인치만큼 증가하면 시행하는 것으로 계획되어야 합니다.

참고 자료들

[1] "Global Issues: Biogenic Volatile Organic Compounds", Rainer Steinbrecher,

http://www.gnest.org/Global_Issues/Biogenic.htm

[2] "Biosolids and Residuals Management Fact Sheet - Odor Control in Biosolids Management", US EPA document 832-F-00-067, September, 2000

[3] 주요 사용 실적, 미국 전문 잡지, Pollution Engineering에 수록된 MLM[®]의 성공 사례 소개 원문

[4] 주요 사용 실적, 시영 폐수 처리장이 RTO에 Saddle을 MLM[®]으로 교체

[5] Electric Power Research Institute, EPRI, 3412 Hillview Ave., Palo Alto, CA 94304, USA, data assumes 80% efficient motors, 10% annual downtime, www.epri.com

[6] United States Department of Energy and Environmental Protection Agency, "Carbon Dioxide Emissions from the Generation of Electric Power in the United States", July 2000

[7] 주요 사용 실적, Lantec제 촉매들이 지구 온난화에 대항한 싸움을 지원합니다.