

열을 이용한 냉방 (Cooling with heat)

개요

스테인리스는 흡착식 냉각기(adsorption chiller)의 분야에서 매우 중요한 역할을 하고 있다. 오늘날 산업사회의 에너지 소비에 큰 부분을 차지하는 부분 중 하나는 바로 공간을 특정한 온도대로 유지시키는 작업이다. 냉각 시스템은 난방 시스템보다 더 많은 지구 에너지를 소비하고 있다고 알려졌다. 집이나 사무실 등에서 에어컨을 가동하고, 음식의 보관이나 운반 등을 포함한 상업적 또는 공업적인 프로세스는 온도와 밀접한 관계를 맺고 있다. 전통적인 냉각 시스템은 압축기 (compressor)를 이용한다. 이 압축기는 전기에 의해 작동하며 에너지 집약적이라 할 수 있다.



스테인리스를 지속 가능한 소재라고 부르는 이유는 무엇일까?

스테인리스에 대해 정의 하기에 앞서, 우리는 먼저 지속 가능성(sustainability)이 무엇인지 논의해 보아야겠다. 그리고 지속 가능성에 대해 말하기 앞서, 사람, 지구 그리고 이익에 관한 이해가 선행 되어야 할 것이다.

1. 사람

생산 및 사용 과정에 이용되는 물질은 사람의 건강과 안전을 준수하는 것이어야 한다. 지속 가능한 물질이란, 생산, 유통, 실사용 기간 그리고 재활용과 폐기 과정에서 사람에

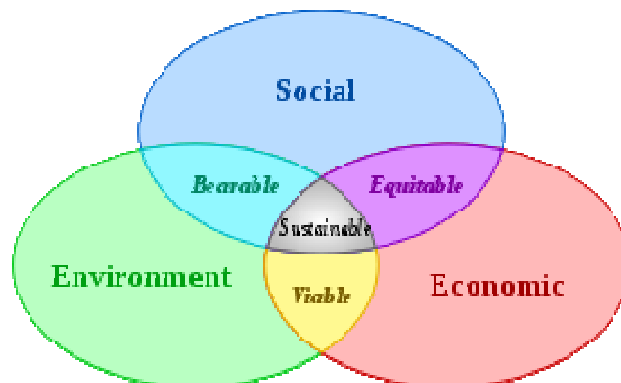
게 무해해야 한다.

스테인리스는 생산 과정 및 사용 기간 동안 사람에게 무해하다. 크롬이 포함된 보호막은 부식을 막아주어 제품의 긴 수명을 보장한다. 환경에 맞는 강종을 선택하여 스테인리스를 적용하면, 스테인리스는 비활성으로 남아 인체와 환경에 무해하다. 이러한 특성은 스테인리스를 의학, 식품 조리 및 공급, 가정 분야에 널리 쓰일 수 있게 한다.

2. 지구

스테인리스에서 나오는 탄소, 물, 공기 등의 배출량은 최소화 되어있다. 재사용과 재활용 빈도 또한 높은 편이다. 스테인리스는 적은 유지비용으로 오랜 수명을 자랑하기도 한다. 이러한 장점들이 환경에 영향을 미치는 최소한의 수준이라 할 수 있다.

스테인리스 제작에 사용되는 전기로(EAF: Electric Arc Furnace)는 매우 효율적인 기능을 가지고 있다. 이 전기로는 이산화탄소 및 다른 배출물의 양이 적어 환경에 비교적 적은 영향을 끼친다. 또한 전기로는 스테인리스 스크랩 처리 과정에서도 두각을 나타내고 있다. 새로이 생산된 스테인리스의 경우 재활용률은 60% 이상이며, 생산과 재활용 과정은 무한으로 수행 될 수 있다. 수명이 다한 스테인리스 중 약 80%는 재활용 된다. 수거와 재활용 과정에서 경제적 지원금이 발생하지 않는다는 점 또한 스테인리스의 큰 매력으로 작용하고 있다.



3. 이익

소재를 생산해 내는 산업의 경우, 다음의 사항을 우선으로 고려해야 한다.

첫 째, 오랜 기간 동안의 지속 성장 가능성. 둘째, 소비자들에게 최상의 신뢰와 품질 보장. 마지막으로 최종 소비자들에게 굳건하며 신뢰를 줄 수 있는 공급라인 형성.

소재로 채택된 스테인리스는 적은 유지비용과 긴 수명 그리고 재활용의 용이성을 보장한다. 냉장고나 식기 세척기와 같이 높은 내구성을 요하는 상품에서부터 대중 교통이나 화학 물질 처리기 등의 공공재에 역시 스테인리스가 널리 사용되고 있다.

스테인리스는 다른 금속물질에 비하여 기계와 관련한 부문에도 높은 우위를 차지하고 있다. 열과 부식에 강한 성질은 교통수단, 건설 그리고 공공사업 분야에서 큰 강점으로 작용한다. 철도, 지하철, 터널과 다리 등의 분야에서 널리 쓰이는 스테인리스는 사람들에게 안정적이며 적은 유지 보수 비용을 요구한다. 외관상 미려함을 자랑하는 스테인리스는

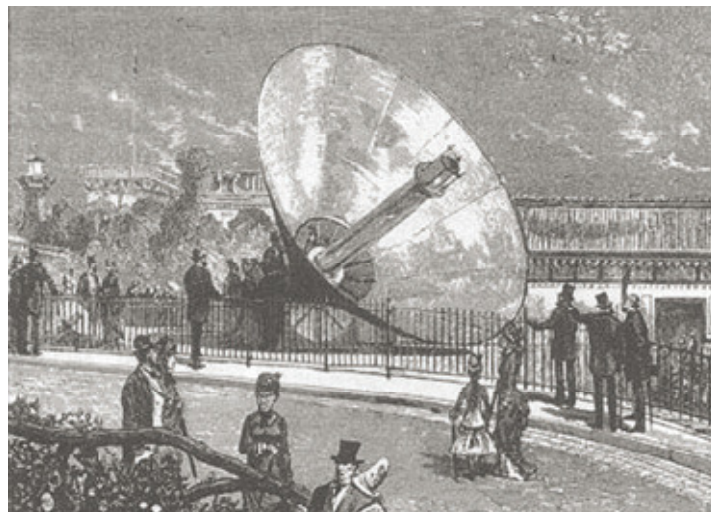
다양한 건축과 디자인 프로젝트에 사용되기도 한다.

재활용 및 재사용 가능성, 긴 수명, 적은 유지 보수 비용, 안정성, 생산 및 사용 과정 중 배출되는 유해물의 양 등은 다른 대체재와 비교하여 볼 때 스테인리스는 우위를 선점했다. 그리하여, 정확하고 세밀한 분석을 통해 다양한 산업 분야에 스테인리스가 적용되는지 논리적으로 설명해준다. 이는 각 국의 정부와 사회가 환경·산업 영역에서 스테인리스를 주목하는 이유이며, 최근 늘고 있는 스테인리스 수요 추세를 뒷받침해준다.

흡착식 냉각기 테크놀로지

냉각기의 다른 종류로 전기 에너지 대신 온도차 에너지를 이용하는 흡착식 냉각기(adsorption chiller)가 있다. 이 아이디어는 1878년 프랑스의 엔지니어인 Augustin Mouchot가 파리 세계 박람회에서 선보였던 것으로, 그는 태양 에너지를 사용한 흡착식 냉각기를 사용하여 얼음 덩어리를 만들었다.

태양열로 덥혀진 물은 냉각기를 구동시키는 좋은 에너지원이 된다. 고정된 형태의 부피가 큰 냉각기라 할지라도 전력 소모량은 작은 편이다. 일반적으로 실내 에어컨의 경우 1 kW의 전력으로 10 kW의 냉각 활동을 한다.

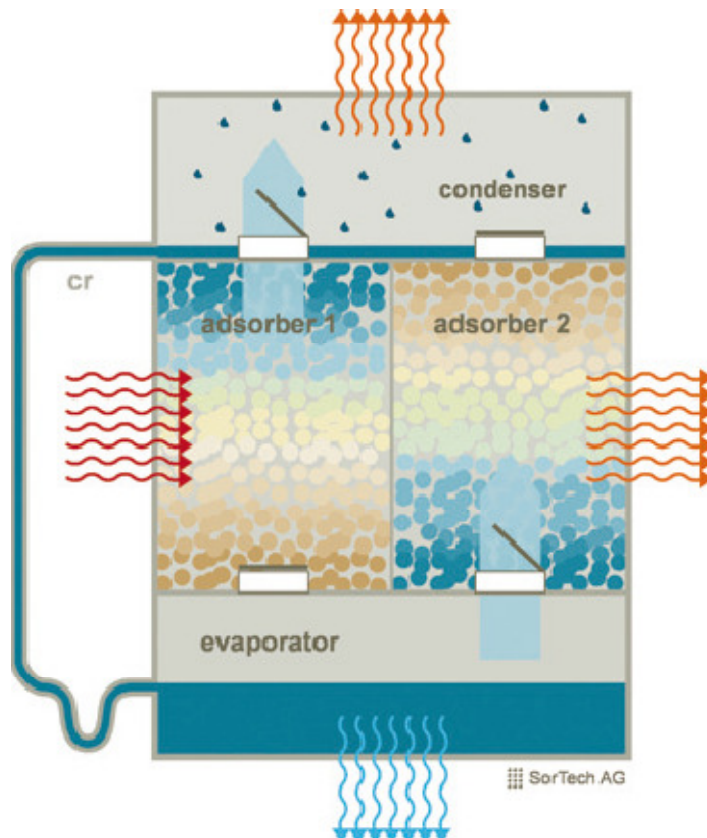


흡착식 냉각기와 태양 에너지를 결합하면 경제학적 측면은 물론 환경적으로도 뛰어난 성능의 장치가 된다. 태양 에너지로 덥혀진 패널은 높은 에너지 출력을 낼 수 있고, 냉각기는 그 에너지를 사용하여 냉각 시스템을 구동 한다. 하루 중 덥고 맑은 날 냉각기의 사용이 많아지는 것을 고려 한다면, 이는 매우 효율적인 체계라 말 할 수 있다.

흡착식 냉각기는 어떻게 작동하는가?

흡착식 냉각기는 한 개의 응축기(condenser: 냉각기)와 증발기(evaporator) 그리고 두 개의 흡착기(adsorber)로 구성되어 있다. 냉각기는 스테인리스 표면으로 밀폐되었으며 단열 처리되었다. 두 개의 흡착기는 실리카 겔을 내포하고 있다. 흡착기 속 실리카 겔은 작은 빈틈이 많은 극도의 다공질로, 냉각 처리 과정이 진행되는 동안은 화학적으로 비활성화된 무기물이다. 물은 이 냉각기 안에서 냉각제로 사용되고 있다.

냉각기 속 네 개의 처리 공간에는 자가 작동 방식의 증기 밸브가 설치되어 있다. 이 밸브는 냉각 시스템이 구동 되는 동안 냉매제의 흐름을 통제한다. 냉각기의 구동 첫 단계는 열을 제 1 흡착기로 보내는 것으로 시작한다. 여기서 쓰이는 열이란 우리가 앞서 논의 했던 태양 에너지로 덥혀진 패널을 말한다. 파이프를 통하여 다공성의 실리카 겔로 흘러 갔던 열은 응축기를 지나며 수증기였던 상태에서 다시 액체로 변하게 된다. 그리하여 응결 폐기열(waste-condensation)이 방출되는 것이다.



응축된 냉각제는 증발기로 옮겨지며 새로운 흡-탈착 과정을 시작한다. 제 2 흡착기가 열리면 냉각제인 물을 빨아 들여 실리카 겔로 흡수된다. 이러한 과정을 거쳐 냉각제는 액체에서 가스로 변

하고, 각 방의 액체에서 축출한 온도차 에너지를 얻게 되는 일련의 냉각과정을 거친다. 제 1,2 흡착기에서 교차적으로 발생하는 작업은 냉각 시스템이 반연속적으로 구현되게 한다.

흡착기의 밸브를 제외 한다면, 냉각기 안에 움직이는 부분은 존재 하지 않는다. 이는 높은 내구성과 낮은 유지 보수 비용은 물론 소음과 진동을 줄여주는 효율적인 디자인이라 말 할 수 있다.

스테인리스 속의 참신한 디자인

대부분의 흡착식 냉각기의 경우 200kW 범위에서 가동되어 큰 작업에 이용된다. 이 때, 작은 크기로 나온 설비는 비교적 신기술에 속한다. 신기술을 고안하는 엔지니어들이 극복해야 할 어려움 중에 하나는 다음과 같다. 물은 환경 친화적이고, 무독성 냉각제이며 진공 설비 역시 가능하기에, 컨테이너가 적절한 주변 온도를 유지하여 물이 증발 할 수 있는 환경을 조성해야 한다. 이러한 경우 대부분의 경우 대기압을 견딜 수 있는 두꺼운 컨테이너 벽을 요구 하나, 작은 무게와 부피의 설비가 필요한 곳에 두꺼운 컨테이너 벽은 비경제적이다.



스테인리스는 위와 같은 문제의 해결책을 가지고 있다. 엔지니어들은 얇게 용접된 스테인리스 봉투형 조립을 이용해 컨테이너를 밀폐 할 수 있다. 스테인리스가 가지고 있는 특성으로, 이 밀폐 형태는 1mm의 두께까지 가능하게 된다.

봉투형 내압 스테인리스는 TIG 용접 방식을 이용한다. 그리하여 많은 엔지니어들은 낮은 열전도율, 뛰어난 용접성과 내구성을 지닌 스테인리스 304 제품을 선택한다. 20kW 이하의 전력을 소모하는 작은 응축식 냉각기의 경우 이는 더할 나위 없는 선택이라 할 수 있다.



사례 연구: 구내 식당에 쓰인 스테인리스 흡착식 냉각기

2007년 여름 이후, 태양열 에너지를 사용한 흡착식 냉각기에 지열 탐색침을 더한 제품이 고안되었다. 이 냉각기는 시범적으로 독일 Freiburg 지역의 Fraunhofer ISE 연구실 구내 식당 냉방 시스템에 도입되었다.



설치된 기기가 가지고 있는 장점 중 하나는 냉각기능과 열 펌프기능 모두를 수행 할 수 있다는 것이다. 이 때 땅은 강력한 매개체로 사용되어, 여름의 열기를 흡수 한 후 겨울 난방 에너지로 사용 하도록 하게 한다.

여름에는 20 m²만의 태양열 패널을 이용하여 흡착식 냉각기를 가동 시킬 수 있다. 태양 에너지는 냉각기 에너지 소비량의 약 60%를 차지한다. 또한 10 mbar 라는 낮은 압력을 이용해 냉각기 내의 물을 증발 시켜 찬 기운을 만든다. 냉각기를 통해 나온 차가운 물과 공기는 연구소 내의 식당 주방에서 쓰여진다. 지하 80m에 묻힌 지열 탐색침은 버려지는 열을 효율적으로 쓰는데 일조한다.

또 다른 흡착식 냉각기의 장점으로는 겨울에 모든 공정이 역순으로 가능하다는 것이다. 특정 깊이 아래의 땅은 일년 내내 비교적 일정한 온도를 지니고 있다. 한 겨울 온도차 에너지원으로 지열을 이용하여 건물의 난방을 공급 한다. 그리하여, 흡착식 냉각기는 추운 날씨 동안 난방 펌프로 사용 될 수 있다.

환경적 이익

보조적인 요소들을 포함한다 하더라도 흡착식 냉각기는 전통적인 냉각 시스템의 약 80%만의 전력을 소모한다. 그에 따라 이산화탄소의 배출량은 줄고, 탄소 발자국(온실 효과를 유발하는 이산화탄소의 배출량)의 감소 운동에 동참하게 된다. 냉각 작용은 에너지 소비 처리 과정에서 자원 절약의 추세로 돌아서고 있다.

지속 가능한 해결책을 도출하기 위해, 디자이너들은 물질에 대해 충분히 인식하고 있어야 하고, 그 물질이 환경 친화적



으로 사용되도록 고안해야 한다. 흡착물질로 사용되는 무기물은 화학적으로 비활성화 되어야 한다. 화학적으로 복잡한 물질 대신 이 냉각기의 냉각제는 물을 이용한다. 흡착물질과 냉각제는 설치 및 사용 기간 동안 교체 할 필요 없다. 냉각기에 사용되는 자재와 표면은 모두 재활용이 가능한 금속 소재로, 환경적 책임 소재는 물론 삶에 유익함을 추구하고 있다.

미래 전망

흡착식 냉각기는 다양한 열 자원을 이용 할 수 있다. 태양열로 덥혀진 패널은 물론, 폐기물 처리 과정 중 발생하는 열이나 바이오 가스가 또한 이용 가능하다. 가정, 사무실, 공장 등의 다양한 분야에서 태양과 같은 자연 에너지를 무한으로 이용해 냉각작용을 수행 할 수 있다. 스테인리스는 특히 견고하고, 모양 성형과 용접이 용이하다. 게다가 비활성화 성질이라는 강점 역시 가지고 있다.



냉난방 기기 모두에 쓰일 수 있는 점은 흡착식 냉각기가 다양한 기후의 세계 각 지역에 널리 사용 될 수 있음을 알려준다.