

데시컨트 제습시스템의 이해와 적용

데시컨트 제습시스템의 원리와 필요성을 이해하고, 제습시스템이 필요한 각 산업분야에서 제습시스템 선정시 참고가 되었으면 한다.

박 승 태

(주)에이티이엔지 대표이사(stpark1542@naver.com)

서론

올해에는 지루한 장마와 폭우로 인해 농경지와 삶의 터전에 큰 피해가 발생했으며, 또한 산업현장에서도 장마로 인해 알게 모르게 습기에 대한 문제에 직면했을 것으로 생각된다. 장마철에 습기로 인해 결로가 발생하면 심한 곳은 곰팡이 발생, 제품의 품질저하, 장비하자 발생, 식품안전의 문제, 물품보관의 문제, 전기안전 문제 등을 일으킨다. 이렇게 습기 또는 결로로 인해 발생하는 장애는 제품의 품질은 물론 사람의 보건상 안전에 대해서도 심각한 위협이 되고 있다.

습기를 제거하는 것이 중요함에도 불구하고 “장마철 또는 여름철만 지나가면 습기문제는 더 이상 발생하지 않을 것이다.”라는 안일한 사고방식과 “경영이 어려우니 다음 기회에 습기문제를 해결하면 되겠지.”라는 문제 회피에 의해 치명적인 위협을 방지하고 있지는 않은지 요행을 바라고 있지는 않은지 자문하여 본다.

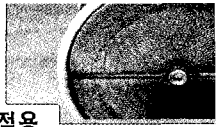
우리는 수많은 정보를 손쉽게 접해볼 수 있는 세계에 살고 있지만, 실제 자기 자신이 문제에 봉착하게 되면 나는 잘 모르기 때문에 상사나 윗사람들이 잘 알아서 해결해 주겠지, 상사의 입장에서든 마찬가지로 직원들이 잘 알아서 해결해 주겠지라는 똑같은 생각을 가질 수 있다고 본다. 하지만, 매일매일 모르는 문제를 만나 그것들을 해결해 나아가는 것이 우리의

삶이며 생활일 것이다. 문제에서 도망가느니 문제에 맞서 해결하려고 하는 슬기로운 지혜를 가진 프로(쟁이)들이 많아야 세상은 빠르게 더욱 좋아질 것이다. 그럼 누가 그 조직의 주역이 되어야만 하는가? 그 주역은 독자 자신이어야 할 것이다, 어떠한 문제라도 전문가의 도움과 자신의 노력으로 반드시 해결할 수 있을 것이다. 해결할 수 있다는 굳건한 의지를 가지고 세상의 험한 파고를 이겨내기를 기대한다.

본 고에서는 이론과 실제 경험들을 바탕으로 습기에 대해 살펴보고, 또한 습기 문제를 어떻게 해결할 수 있는지에 대해 살펴보기로 한다.

습기를 표현하는 용어

공기 중에는 수분 등의 증발에 의해 반드시 습기가 포함되어 있는데, 이것들을 쉽게 표현하기 위해 상대습도, 절대습도, 노점온도를 사용하고 있다. 하절기 냉방시 기준이 되는 건구온도(DB) 26℃, 상대습도(RH) 50%일 때의 공기상태를 보면 습구온도(WB) 18.7℃, 절대습도(x) 10.5 g/kg', 노점온도(DP) 14.8℃ 이다. 공기의 속성을 보면, 온도가 낮아지면 습기(수분)를 가질 수 있는 양이 적어지고 온도가 높아지면 수분보유량이 커지는 것을 알 수 있는데, 온도 26℃, 50% 공기를 냉각하면 14.8℃에서는 이슬(결로)이 맺히기 시작한다. 즉, 노점온도라 함은 이슬이 맺히기 시작하는 점이다.



이번 장마철에 외기의 건구온도 23℃, 상대습도 80%, 습구온도 20.5℃ 절대습도 14.1 g/kg', 노점온도 19.4℃ 일 때, 15℃의 작업장에 외기공기를 실내에 공급하여 실내상태가 약 15℃, 90%에 평행상태가 이루어진다고 가정할 때, 실내에는 외기공기의 급기에 의해 실내(습구온도 14℃, 절대습도 9.57 g/kg', 노점온도 13.4℃) 표면에 결로가 발생하게 되는데, 공급되는 외기의 양이 많을수록 실내에 부착되는 습기의 양이 많아지면서 전등의 전선이나 전동기, 콘센트, 바닥 할 것 없이 결로가 발생하며 그 상태가 계속되어지면 곰팡이, 얼룩 등 작업환경이 열악해지고, 전기누전에 의한 감전과 화재 등이 발생할 수 있어서 엄청나게 심각한 상태가 된다.

이는 공기 상태를 비교하면 쉽게 알 수 있는데, 먼저 노점온도를 살펴보면 외기노점 19.4℃ > 실내온도 15℃, 즉 실내온도가 외기 노점온도보다 낮으므로 실내에 결로가 발생되는데, 그 양은 실내 절대습도 9.57 g/kg - 외기절대습도 14.1 g/kg' = -4.53 g/kg 이고, 여기에 외기 풍량을 곱해주면 외기에 의한 시간당 결로 발생량을 알 수 있다. 또한, 그 외에도 인접실 간의 침입외기(물품이동, 사람이동에 따른 도어개폐)에 의한 수분발생, 실내 작업자의 수분발생, 작업 중 물품에서의 수분 발생 등이 일어나는데, 설계시 이러한 값들을 고려해 주어야 한다.

상대습도와 절대습도는 건구온도계와 습구온도계

를 사용하여 손쉽게 측정할 수 있으며, 이러한 값들은 공기선도상에서 확인해 볼 수 있다. 모든 결과에 대해서는 필연적인 원인이 있으므로 그 원인이 무엇인지 찾는 것이 문제 해결의 지름길이다.

건구온도와 습구온도

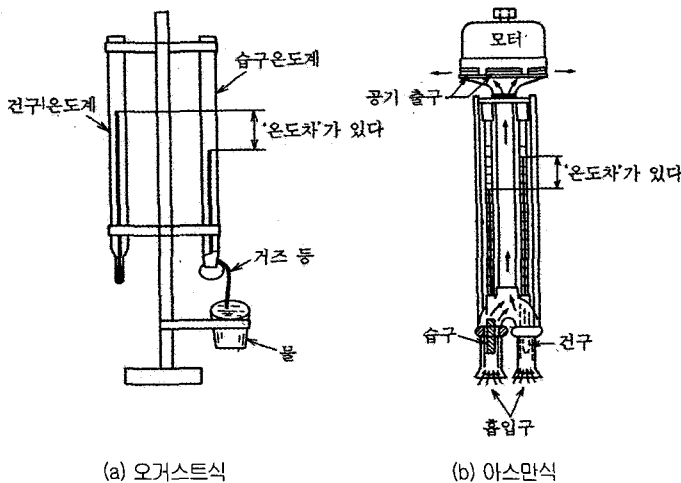
a. 건구온도

일반적으로 온도라고 하면 건구온도를 말한다. 건조한 감온부를 지니고 있는 온도계(건구온도계)로 측정한 온도로서, 주위로부터 복사열을 받지 않는 상태에서 측정한다.

b. 습구온도

감온부를 천으로 감싸고 그 한 쪽 끝에 물을 묻혀 감온부가 젖어있는 상태에서 습구온도계로 측정된 온도를 습구온도라 한다. 감온부 표면에서의 수증기 분압과 공기중의 수증기 분압차에 의한 수분 증발이 있기 때문에 증발된 잠열이 물에서 공기로 이동된다. 이 때문에 습구온도계의 온도가 내려가 공기에서 감온부로 열전달이 발생한다. 열전달의 열량과 증발의 열량이 균형을 이루어 습구온도가 일정하게 된다. 주위 공기가 풍속 5 m/s 이상일 때의 습구온도는 단열포화온도라 볼 수 있다.

건습구온도계 : 건습구온도계에는 흔히 볼 수 있는 오거스트식과 실내 환경 측정용으로 사용되는 아스



[그림 1] 오거스트식 온습도계와 아스만식 온습도계

만식이 있다. 전자는 간편하지만 오차가 크고 후자가 정확하다.

습도의 표시방법

습공기 중에 포함되어 있는 수증기량을 나타내는 지표는 다음과 같다.

- 1) 절대습도 : 건공기 1 kg당 x(kg)의 수증기량이 포함되어 있을 때, x[kg/kg(DA)]를 절대습도라 한다. 즉, 절대습도는 건공기 1 kg 에 대한 수증기량 X [kg/kg]로 표시한다. 절대습도가 X = 0 이라면 수증기를 포함하지 않는 것이므로 건공기이다.
- 2) 수증기 분압 : 습공기는 건공기와 수증기의 혼합기체로서, 대기압은 (대기압)=(건공기의 분압) + (수증기의 분압)으로 계산된다. 수증기량이 증

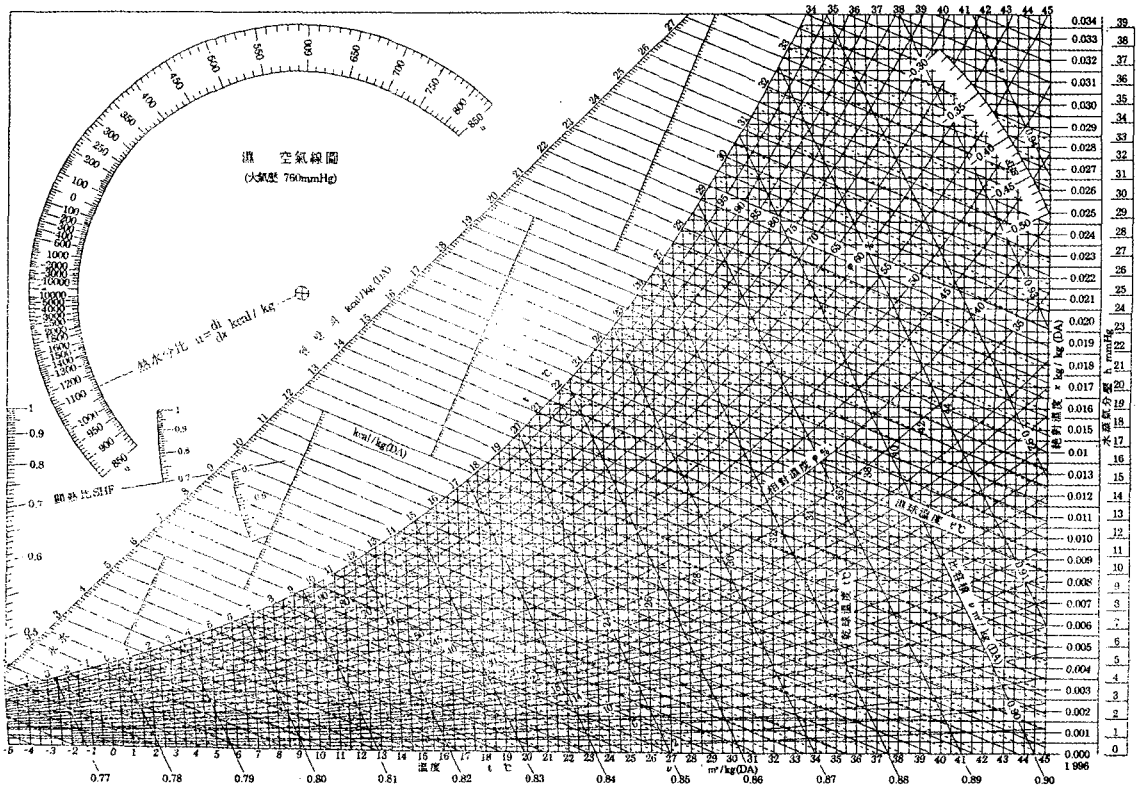
가하면 수증기 분압도 커지지만 공기에 포함되어 있는 수증기량에는 한계가 있으며, 어느 온도의 공기가 포함할 수 있는 한계까지 수증기를 포함하고 있는 경우의 공기를 포화공기라 한다. 포화공기 이외의 습공기를 불포화공기라 한다. 수증기 분압 $P_w = 0$ 이라면 수증기를 포함하지 않는 것이므로 건공기이다.

- 3) 상대습도 : 습공기의 수증기 분압이 같은 온도에서 포화공기의 수증기 분압에 대한 비율을 백분율로 나타낸 것을 말한다. 감각적인 습도 표시에 이용되는 바, 일상생활에서 습도라 하면 상대습도를 말하는 경우가 많다. 상대습도는 다음과 같은 식으로 나타낸다.

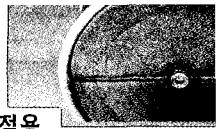
$$\phi = \frac{P_w}{P_{ws}} \times 100[\%] \quad (1)$$

AIR-TECH ENGINEERING CO.,LTD.

SEIBU GIKEN



[그림 2] 공기선도



여기서, P_w : 공기중의 수증기 분압 [kPa] P_{ws} : 같은 온도에서의 포화공기의 수증기 분압 [kPa] 건공기에서 포화공기로 이행함에 따라 체적은 조금이나마 증가한다. 따라서 습공기의 밀도는 감소되고 비체적은 증가한다.

- 4) 포화도(비교습도): 절대습도 x 와 동일한 온도에서 포화공기의 절대습도 x_s 의 비율을 포화도 또는 비교습도라 한다. 포화도는 다음과 같은 식으로 나타낸다.

$$\phi = \frac{x}{x_s} \times 100[\%] \quad (2)$$

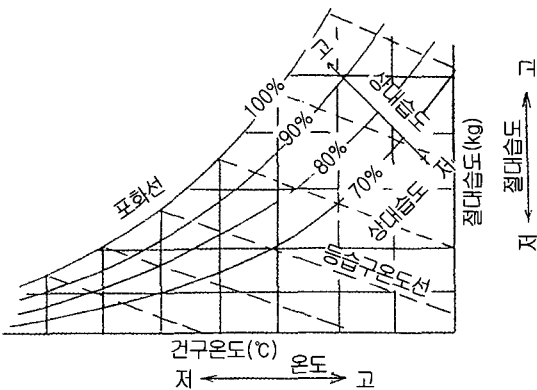
상대습도와 포화도는 온도가 높아지면 차이가 커지지만 상온 부근에서는 거의 같은 값이 된다.

- 5) 노점온도: 온도가 높은 공기는 많은 수증기를 포함할 수 있지만 그 공기의 온도를 내리면 어느 온도에서 포화상태에 도달하고(상대습도 = 100%), 온도를 더 내리면 수증기의 일부가 응축되어 이슬이 발생한다. 이 때의 온도를 노점온도라 한다. 노점온도는 수증기 분압에 대하여 일정한 값을 나타낸다. 이 수증기 분압은 노점온도에서의 수증기압과 같다.

- 6) 엔탈피(Enthalpy) h kcal/kg: 0 에서의 건조공기를 기준으로 하여, 어떤 상태의 온습도 공기의 열 에너지량을 표시하고 다음의 식으로 계산이 가능하다. 보통은 공기선도에서 구한다.

$$h = 0.240t + (597.3 + 0.441t) \times x \text{ [kcal / kg]} \quad (3)$$

t : 건구온도(°C) x : 절대습도[kg / kg']



[그림 3] 공기선도 설명

공기선도의 설명

습공기의 상태는 대기 압력이 일정하면 건구온도 · 습구온도 · 절대습도 · 상대습도 · 노점온도 · 엔탈피 등은 두 가지 상태량에 의해 결정되어지기 때문에, 측정기로 두 가지 상태량만 구하면 그 외의 상태량은 공기 선도에서 간단하게 구할 수 있으므로 대단히 편리하다. 또한, 공기선도는 공기의 상태변화를 점과 선으로 나타낼 수 있는 이점도 있기 때문에, 공기조화를 설계할 때에 잘 이용되어진다.

(설명)

- 가로축: 건구온도를 나타낸다. [°C DB]
- 세로축: 절대습도를 나타낸다. [kg/kg'], 보통 10³배하여 [g/kg']으로 이용한다.
- 우상곡선: 상대습도를 나타낸다 [%]
100% LINE은 포화선(노점온도)
- 우하직선(점선): 습구온도선 [°C WB]

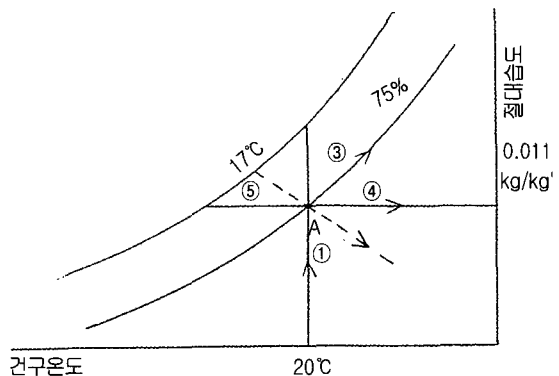
(사용예) 건구온도와 습구온도를 건습구 온도계에서 측정하여 그 때의 상대습도와 절대습도를 찾는다.

EX) DATA: 건구온도 20°C DB 습구온도 17°C WB

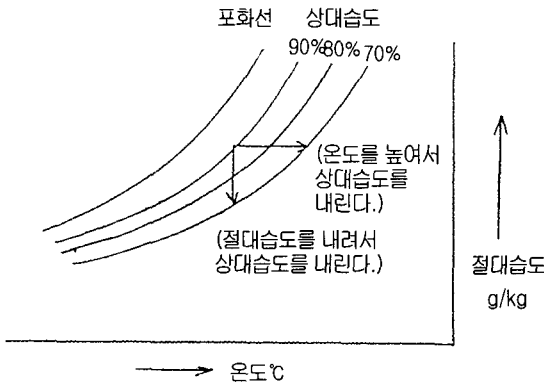
ANS) 상대습도 75% RH 절대습도 11 g/kg 노점온도 15.4°C DP

작도

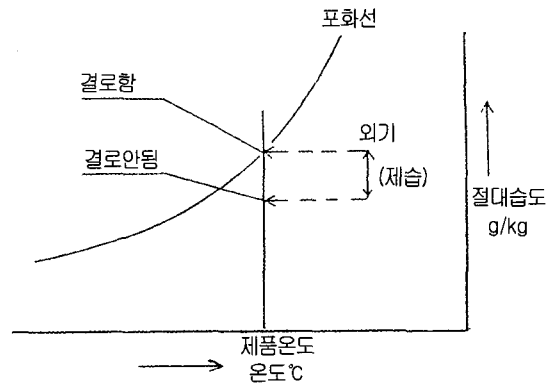
- ① 건구온도 20°C에서 가로축 20°C에서 수직으로



[그림 4] 공기선도 상태점 찾기



[그림 5] 공기선도에서의 제습



[그림 6] 공기선도에서의 결로 상태

선을 긋는다.

- ② 우상 포화선상의 17°C의 점에서 우하의 등습구 온도선을 긋고, 그렇게 하여 교점A를 찾는다.
- ③ A점을 통과하는 상대 습도선에서 상대습도 75%를 안다.
- ④ A점에서 우측으로 직선을 그어 절대습도 0.011 kg/kg을 읽는다.
보통 11 g/kg으로 사용한다.
- ⑤ 좌측으로 직선을 그어 포화선상의 습구온도치를 찾아 노점온도 15.4°C를 읽는다.

습기를 제거하는 방법

상온의 공기 온도를 낮추어 노점온도 이하로 만들면 노점온도에서부터 더 낮아진 온도만큼의 절대습도차가 제습이 되었다고 할 수 있는데, 우리는 실생활 가운데 냉각제습과 화학제습이 쉽게 활용됨을 알 수 있다.

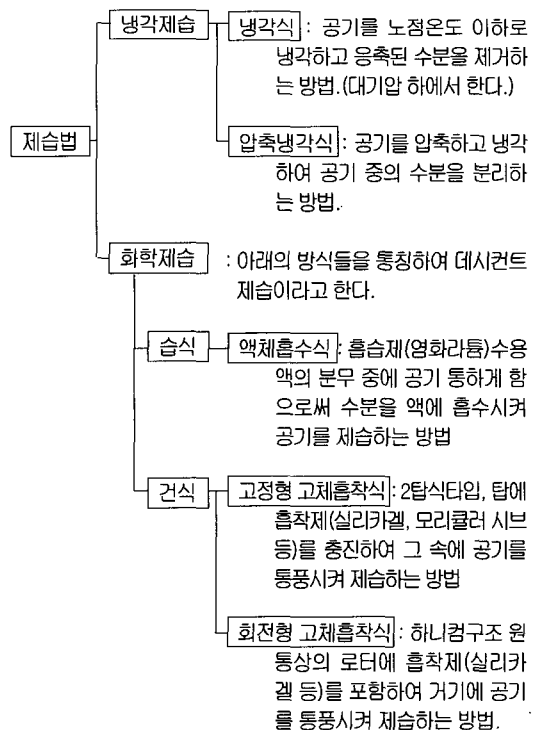
하절기에 더위를 식히기 위해 찬물(5°C)을 마실 때 컵 주위에 이슬(결로)이 맺히는 것을 보는데 이를 냉각제습(노점제습)이라 부르며, 화학제습으로는 옷장이나 습기가 많은 곳에 넣는 흡수제 제품이 있으며, 김이나 건조가 필요한 곳에 사용하는 흡착제 제품이 있는데 이들 제품의 특성을 알면 설계시나 적용할 때에 유익할 것이다.

산업용에서 쓰이는 대형제습기들에 있어서 공조 설계상 중요한 포인트는 냉각제습의 경우 온도가 낮

아져 영하의 온도가 되면 얼기 때문에 시스템 선정에 주의를 요한다. 그런 것을 방지하기 위해서는 노점온도 10°C 이하에서는 화학식 제습기를 적용 검토하는 것이 유리하다.

제습법의 종류

제습방법은 크게 나누어 5가지 방법이 있다.





이 제습방법 중에 상용화된 건식제습(회전형고체 흡착식)에 대해 알아본다.

데시컨트 제습장치

고체 흡착제 등을 이용하여 그것에 공기를 보내 제습하지만, 흡착한 제습제를 재생(건조)시킬 필요가 있다. 허니컴상의 로터회전에 의해 흡착제의 일부를 항상 연속하여 재생하며 흡착제로는 실리카겔 등을 이용한 것이 건식 제습장치이다.

다습공기를 처리공기측 로터로 통과시키면 수분은 로터 내에서 제습되어 요구되는 건조공기가 얻어진다. 또한 흡착한 로터는 회전을 계속하고 퍼지공기실에 재생공기를 보내면 로터는 예열되고 재생공기는 예열되어, 재생공기 측에 들어가 전기에 의해 가열된 재생공기로 흡착한 로터로부터 수분을 완전히 배출하여 재생한다. 이 제습기의 중요한 특징은 습도(절대습도)를 낮추면서 온도를 상승시키는 특성을 가지고 있어 건조장치 제습에 있어서 효율성이 최고이다.

1) 소형건식제습기 : 제습로터, 재생히터, 처리송풍기, 재생송풍기로 구성하며 주로 로터의 조닝은 표준형으로 하여 보급되고 있으나 곧 에너지 절약형인 퍼지형 제품의 출시가 예상된다.

2) 건식제습기 유닛 : 소형건식제습기에 냉각기와

가열기를 장착한 것으로(즉 항온제습기) 다양한 제품이 있어서 제품 선정이 용이하며, 간단하게 시스템을 구성할 수 있고 쉽게 낮은 습도를 얻을 수 있어 사용상이나 가격적으로 유리하다.

3) 건식 중대형제습기 : 에너지 절약형인 퍼지형으로 생산이 가능하며 프리쿨러, 아프트쿨러와 병행하여 드라이룸(DP-10℃ 이하)용 제습기, 반도체생산 설비의 공기공급(DP-100℃)장비, 건조장치에 건식제습 도입도 꾸준히 연구되고 있어 앞으로 빠르게 보급되리라 사료되나 관련 산업의 영세성이 보급에 어려움이 예상된다.

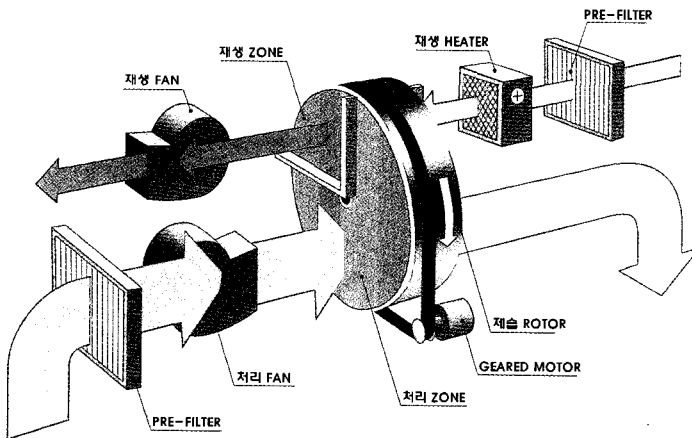
4) 건식제습기의 유효이용 : 제습기의 유효이용에 있어서 ROTOR의 선정은 물론, 처리풍량, 재생 온도, ROTOR 회전수, PRE-COOLER 이용, PURGE SYSTEM 이용이 있다.

① 처리풍량을 증가시키면 절대적인 제습능력이크짐. (단위 재생가열 열량당 제습량은 작아짐)

DB 20℃ × 10 g/kg' 2 m/s 3.1 g/kg' 52℃, Δ × 6.9 g/kg' × 2,000 CMH × 1.2 kg/m³ = 16,560 g/H(100%)

3 m/s 3.5 g/kg' 49℃, Δ × 6.5 g/kg' × 3,000 CMH × 1.2 kg/m³ = 23,400 g/H(141%)

4 m/s 3.8 g/kg' 46℃, Δ × 6.2 g/kg' × 4,000 CMH × 1.2 kg/m³ = 29,760 g/H(180%)



[그림 7] 데시컨트제습기의 기본구성과 원리(표준형)

*제습기 ROTOR 풍속을 크게 하면 제습능력이 커 지나 반대로 재생 HEATER 용량이 커져 실질적인 제습 효율은 떨어진다.

- 2 m/s 재생 HEATER=2000 CMH ÷ 3 × 0.29 kcal/m³ × 120℃ ÷ 860 kcal/kw ≈ 27 kw 613 g/kw(100%)
- 3 m/s 재생 HEATER=3000 CMH ÷ 3 × 0.29 kcal/m³ × 120℃ ÷ 860 kcal/kw ≈ 40.5 kw 578 g/kw(94%)
- 4 m/s 재생 HEATER=4000 CMH ÷ 3 × 0.29 kcal/m³ × 120℃ ÷ 860 kcal/kw ≈ 54 kw 551 g/kw(90%)

- ② 재생온도를 높이면 제습량은 늘어남. (제습량/재생열량=제습효율은 떨어진다. 그림 10 참조)
- ③ 제습 ROTOR 최적 회전수 계산방법

a. ULTRA SSCR ROTOR 회전수(RPH)

$$= \text{ULTRA SSCR 회전수 계수} \times \text{ROTOR 폭 계수} \times \text{ROTOR 전면풍속} = 5 \times 400 / \text{ROTOR 폭} \times \text{Vm/s}$$

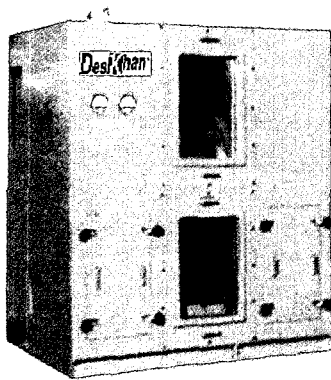
ex) ROTOR 폭 200 mm ROTOR 전면풍속 4 m/s
회전수(RPH) = 5 × 400 / 200 × 4 = 40(RPH)

b. SSCR-M ROTOR 회전수

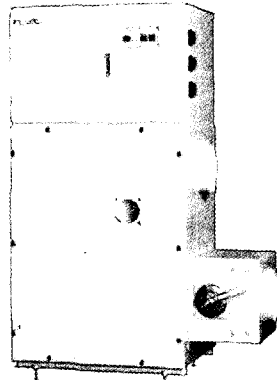
$$(\text{RPH}) = 4 \times 400 / \text{ROTOR 폭} \times \text{Vm/s}$$

ex) ROTOR 폭 400 mm ROTOR 전면풍속 4m/s
회전수(RPH) = 4 × 400 / 400 × 4 = 16(RPH)

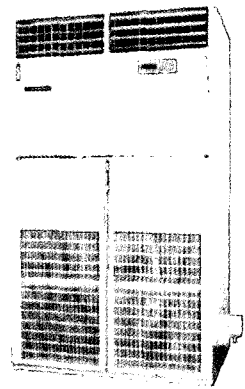
- ④ PRE COOLER 이용하여 제습기 처리입구측의 온도를 낮추면 제습성능향상(그림 9 참조)



(a) 중형제습기 매직박스

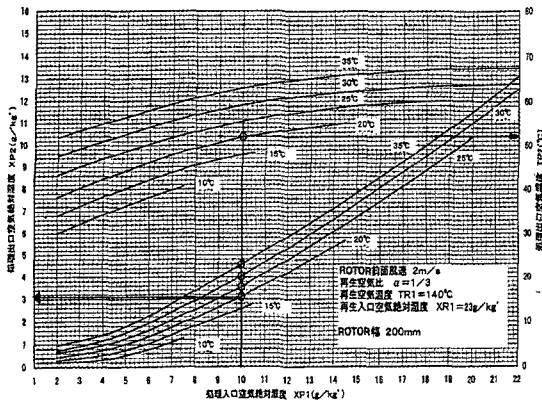


(b) 소형제습기

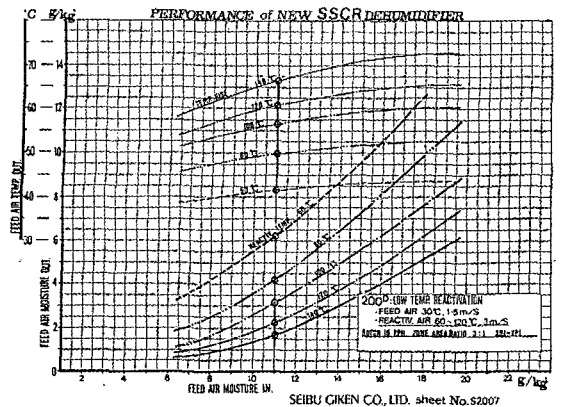


(c) 제습기유닛

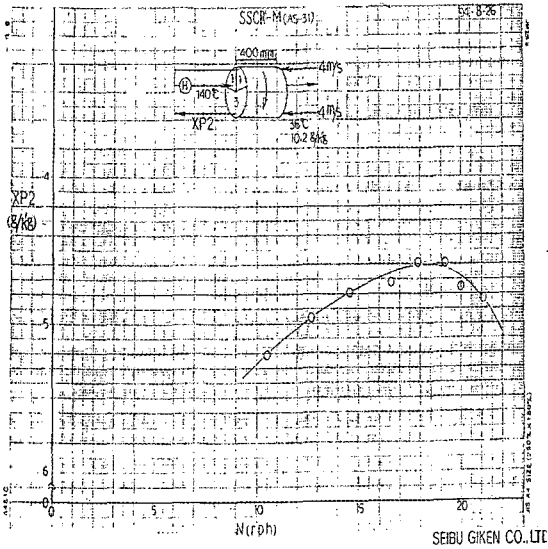
[그림 8] 데시컨트제습기 제품들



[그림 9] ULTRA SSCR 제습성능표(2m/s)



[그림 10] 재생온도에 따른 제습성능표

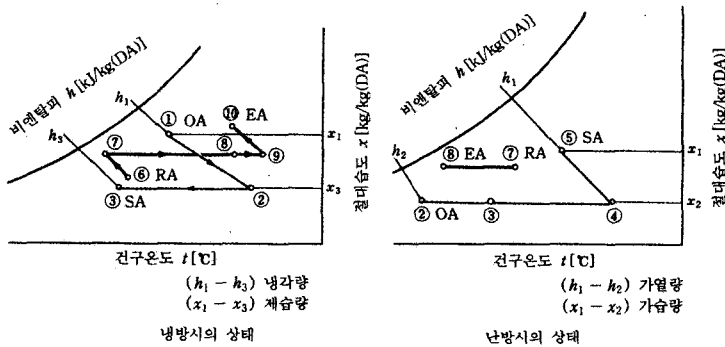
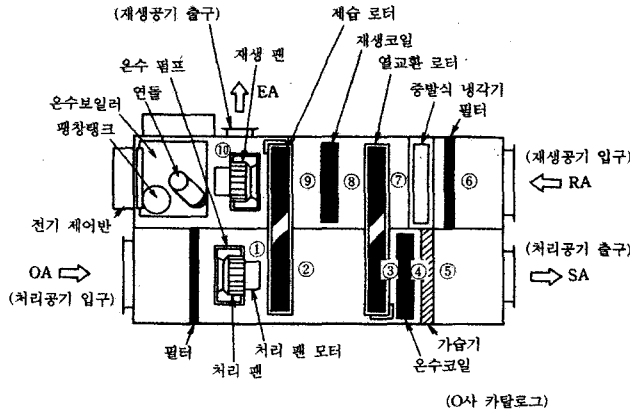


[그림 11] 제습로터 회전수와 제습성능표

ULTRA SSCR ROTOR 성능표에서 ZONE AREA RATIO 3:1, 2 m/s
 10 g/kg' 15°CDB → 2.6 g/kg' Δ × 7.4 g/kg'
 10 g/kg' 20°CDB → 3.1 g/kg' Δ × 6.9 g/kg'
 10 g/kg' 25°CDB → 3.55 g/kg' Δ × 6.45 g/kg'
 10 g/kg' 30°CDB → 4.0 g/kg' Δ × 6.0 g/kg'
 상기와 같이 처리입구온도가 올라가면 제습능력은 떨어지고 처리입구온도가 내려가면 제습능력이 커진다. (단, 10 g/kg'의 노점온도가 14°C이다.)
 ⑤ PURGE SYSTEM 이용하여 재생측에 프리히팅과 처리출구측의 프리쿨링으로 에너지절약(표 1 참조).

5) 제습공조기

제습기 장착 공조기 : 제습작용에 중점을 둔 공조기로서, 특성상 외기 처리기나 냉동식품 매장의 결로 착상을 방지하기 위해 저습도가 요구되는 슈퍼마



[그림 12] 제습기 장착 공조기와 공기상태

켓 등에 적합하다. 또 냉방시에 잠열과 현열을 분리하여 처리하기 때문에 냉각코일 방식의 저부하시에 볼 수 있는 습도가 진척되지 않는다는 이점이 있다. 주로 잠열처리를 하여 현열(온도)에 관해서는 현열교환기와 가열코일을 병용한다.

(1) 국내 적용된 제습공조기 검토

- ① 제습공조사양(2006년 입찰 제품)-그림 13 참조
- ② 설계 검토

일반공조기 선정시 배기풍량이 많으므로, 전열교환기를 도입하고 열교환 효율 70% 이상을 적용

-실내온도 26℃ 40% 8.37 g/kg` 11.34 kcal/kg , 외기온도 32℃ 70% 21.14 g/kg` 20.61 kcal/kg
-전열교환기 효율 70% 라 하면

$$\text{변경된 외기 온도 } t = 32 - (32 - 26) \times 0.7 = 27.8^\circ\text{C}$$

$$\text{외기 엔탈피 } i = 20.61 - (20.61 - 8.37)$$

$$\times 0.7 = 12.04 \text{ kcal/kg}$$

<표 1>

ITEM	퍼지형(3:1:1) 건식제습기 (에너지절약)	표준형(3:1) 건식제습기	비고
1. 기본 조건	1) 실내부하: 142,908 kcal/h / 2대 = 71,454 kcal/h 2) 제습량: 104 kg/h / 2대 = 52 kg/h 3) 제습기 대당 처리풍량 - 15000 m³/h / 퍼지 4500 m³/h x 2대 4) 외기공기 1800 m³/h ÷ 2 = 900 m³/h (P/C로 1차냉각제습 15℃) 5) 급기풍량 : 3200 m³/min / 2대 = 1600 m³/min = 96,000 m³/h		
2. PRE COOLER 선정	• 풍량: 900m³/h(양압용)+4500m³/h = 5400m³/h q _{PC} = 5400m³/h x (20.6-9.7)kcal/kg x 1.2 = 70,632kcal/h / 2830kcal/HP ≈ 25HP	• 풍량: 900m³/h (외기도입:양압용) q _{PC} = 900m³/h x (20.6-9.7)kcal/kg x 1.2 = 11,772kcal/h / 2830kcal/HP ≈ 5HP	
3. 제습기	처리입구공기 Q=19,500m³/h DB=15℃ X=(14,100x3.7+5,400x10)/19,500 = 5.44g/kg' 처리출구공기 Q=15,000m³/h, DB=32℃, X=0.7g/kg' W _R = 15000x(3.7-0.7)x1.2 = 54kg/h(120%) • 실제 실내제습량 W _R = 15000x(5.44-0.7)x1.2 = 85.32kg/h(165%) • 퍼지 입구 15℃ , 출구 81℃ • 재생 HEATER q _{RH} = 4500 x (140-81) x 0.29 x 1.1(50%) = 84,695kcal/h / 860 ≈ 100kw • q _{AC} = 15000 x (31-15) x 0.29 = 69,600kcal/h * 재생히터 kw당 제습능력 0.85kg/kw (327%)	처리입구공기 Q=15,000m³/h DB=15℃ X=(14,100x3.7+900x10)/15,000 = 4.08g/kg' 처리출구공기Q=15,000m³/h, DB=34℃, X=1.2g/kg' W _R = 15000x(3.7-1.2)x1.2 = 45kg/h(100%) • 실제 제습량 W _R = 15000x(4.08-1.2)x1.2 = 51.84kg/h(100%) • 재생 HEATER q _{RH} = 4500 x (140-20) x 0.29 x 1.1(100%) = 172,260kcal/h / 860 ≈ 200kw • q _{AC} = 15000 x (34-15) x 0.29 = 82,650kcal/h * 재생히터 kw당 제습능력 0.26kg/kw (100%)	제습능력 20% 향상 제습능력 65% 향상 재생히터 50% 절감
4. AFTER COOLER	• q _{AC} = 71,454 + 69,600 + 25,800kcal/h = 166,854kcal/h (92.7%) (* q _{AC} FAN=15kwx860x2대 = 25,800kcal/h) • HEATING 30kw FAN 동력 15kw x 2 = 30kw 가습기 10kw	• q _{AC} = 71,454 + 82,650 + 25,800kcal/h = 179,904kcal/h (100%) • HEATING 30kw FAN 동력 15kw x 2 = 30kw 가습기 10kw	7.3%절감
5. 최대 동력 (제습 흐름도)	동력합계 214.9kw (히터,가습기 별도) (73%) 	동력합계 295.7kw (히터,가습기 별도) (100%) 	27.3% 절감



-현열비를 0.8로 두고, 실내온도차에 의해 산정된 풍량을 이용하면,

- 공조기 냉각코일출구 10℃ 95% 7.24 g/kg` 6.76 kcal/kg
- 냉각코일열량계산 $q_c = 50,000 \text{ m}^3/\text{h} \times (12.04 - 6.76) \text{ kcal/kg} \times 1.2 \text{ kg/m}^3$
= 316,800 kcal/h $\times 1.2$ (안전율20%고려) = 380,200 kcal/h
- 재열코일능력을 5 로 보면 $q_h = 50,000 \text{ m}^3/\text{h} \times (15-10)^\circ\text{C} \times 0.29 = 72,500 \text{ kcal/h} \times 1.2$ (안전율20% 고려)=87,000kcal/h

-제습공조기 현열로터+제습로터+냉각코일 냉각열량 338,000 kcal/h 재생열량 862,000 kcal/h(990%)
-일반공조기 전열로터+냉각코일+가열코일 냉각열량 380,200 kcal/h 재열열량 87,000 kcal/h(100%)

제습로터에서 잠열제거를 하기 위한 재생열량의 손실이 너무 커 설계하는 것이 무의미하다.

제습공조기는 가격이 일반 공조기에 비해 30% 이상 비싸고, 장비 외형과 공기압력손실이 크고, 에너지 소비도 큰 시스템으로 권유하는 것이 타당하지 않기 때문에, 경제성 있는 제품개발이 필요하다고 생각된다. 상기와 같은 시스템을 적용할 때에는 다른 관점으로 설계에 접근하는 것이 타당하다고 사료되며, 기회가 주어진다면 에너지 절감이 가능한 제

습공조시스템을 보여드리고자 한다.

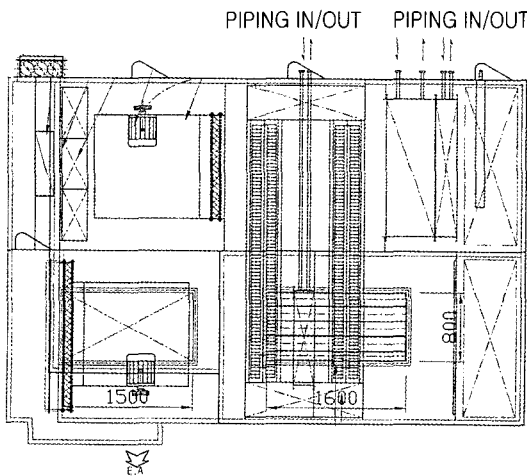
기본적으로 제습공조의 배열(폐열)을 이용해야만 경제성이 있는 시스템으로서의 가치를 인정해 주는데, 국내에서는 정확한 설계 본질을 이해 못하고 상업적인 측면에 접근하여 설계하는 우를 범하지 않는 지 염려된다.

6) 데시컨트 제습사례-종이의 건조

종이의 2차 제품으로 사진용 인화지나 정보처리 용지(감열지, 감압지) 등이 있다. 이들은 종이 롤에서 종이를 연속적으로 인출하고 얇은 막 상태의 도포재를 표면에 도포하여 바람으로 건조시킨 뒤 롤에 감는다. 종이 이외에도 폴리에스테르 필름에 자성체를 도포해서 만드는 오디오 테이프나 비디오 테이프도 기본적으로는 같은 생산방법을 취하고 있다.

공기의 건조능력은 그 공기의 온도와 그 공기가 등엔탈피로 변화했을 때의 노점과의 온도차에 비례한다. 온도가 높고 습도가 낮은 공기일수록 건조능력은 크다.

도포재가 도포된 종이를 터널 상태인 부스 속을 통과시키고 그 부스에 건조용 공기를 불어 넣어 도포재를 건조시킨다. 건조에 사용하는 공기는 제품에 따라 다르며 인화지의 경우에는 도포재가 고온에 견디지 못하므로 온도가 60℃ 이하이고 청정도가 높은 클린 룸 상태이다. 건조장치의 형태는 다양하며, 그림 14에 아치형 건조기의 경우, 건조구역 기기의



SPECIFICATION	
1. SUPPLY AIR VOLUME	: 50.000 CMH(833.3 CMM)
2. REGEN. AIR VOLUME	: 49.000 CMH(816.6 CMM)
3. OUT AIR VOLUME	: 50.000 CMH(833.3 CMM)
4. PRE COOLING CAPACITY	: -Kcal/HR(-LPM)
5. AFTER COOLING CAPACITY	: 338.000 Kcal/HR(1.276.6 LPM)
6. HEATING CAPACITY	: 523.000 Kcal/hr(1.011 kg/hr/2 kg/cm² G)
7. HUMIDITY CAPACITY	: 329 kg/hr(0.35 kg/cm² G)
8. REGENERATION HEATING	: 862.000 kcal/HR(1.667 kg/hr/2 kg/cm² G)
9. POWER SOURCE	: 3Ø × 380 V × 60 Hz
10. STATIC PRESSURE	: 160 mmAq(SUPPLY측) 142 mmAq(재생측)

[그림 13] 국내 적용된 제습공조기와 사양 예

구성 예를 들었다.

최초의 건조구역에서 취출된 공기는 도포재의 수분을 포함함으로써 절대습도가 올라가기 때문에 온도가 저하된다. 이 공기를 재차 가열하여 다음 구역으로 취출하고 다시 도포재의 수분을 포함시켜 절대습도를 상승시킨다. 같은 처리를 반복하면 온도의 상한에 걸려 절대습도 또한 올라가게 되므로 건조능력이 없어진다.

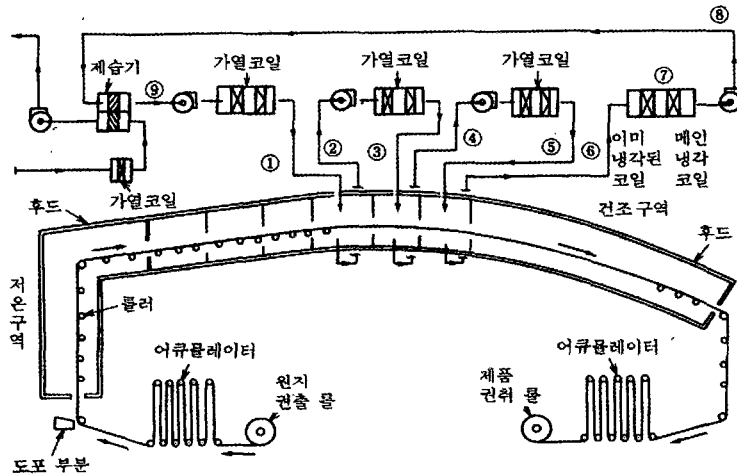
이 공기를 냉각·제습한 다음 제습기를 통하여 최초 건조구역의 공기조건까지 습도를 내린 후, 가열하여

최초의 건조구역으로 송풍하여 순환 이용한다. 외기보다 엔탈피가 낮고 청정도가 높은 공기를 순환 이용함으로써 에너지 절약을 기하고 있다.

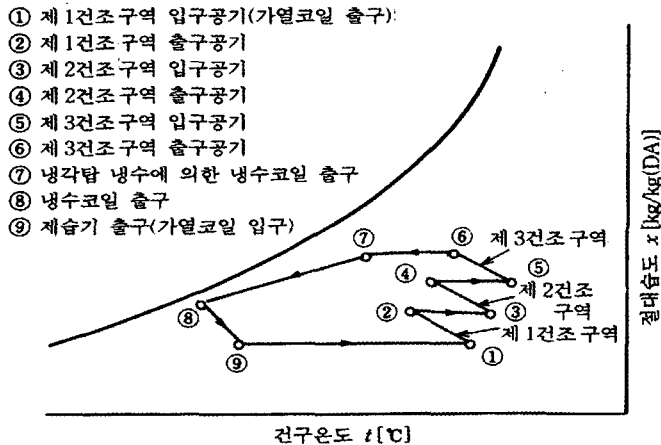
도포재는 건조구역을 통과할 때마다 함유 수분량이 점차 저하되어 건조가 종료된다. 건조에 필요한 구역의 수나 송풍량, 공기조건은 종이의 속도나 도포재의 도포량에 따라 결정된다.

사진용 인화지 건조 프로세스의 공기선도 상의 움직임을 그림 15에 나타내었다.

정보처리 용지인 경우, 도포재가 고온에서 견딜 수



[그림 14] 아치형 건조기에서 3구역 순환시스템의 경우 기기의 구성 예(원형 숫자는 그림 15안의 번호에 대응됨)



[그림 15] 사진용 인화지 건조 프로세스의 공기선도 상의 변화(3구역을 순환하는 경우)



있도록 하기 위해 건공기는 150℃~160℃인 고온의 공기가 사용된다.

외기를 도입하여 일반적으로는 증기코일로 가열하여 부스로 송풍된다. 도포재의 수분을 포함하고 있는 절대습도가 올라간 공기는 그대로 배기된다. 다음 구역도 마찬가지로 외기를 도입하여 가열하고 건조 부스로 송풍한다. 건조에 필요한 구역의 수, 송풍량, 공기조건은 인화지와 마찬가지로 종이의 속도나 도포량에 따라 결정된다.

정보처리 용지 건조 프로세스의 공기선도 상의 움직임을 그림 16에 나타낸다.

제습기의 시장동향

국내 제습기 업체 현황

1) 신성엔지니어링

1980년대 일본의 버니인터내셔널사와 기술협력으로 제습기 제작 및 시판에 들어갔는데, 염화리튬타입의 로터에 하자가 발생하여 일본 Seibu-Giken사의 실리카겔 로터로 대체하였다. 국내시장의 드라이룸은 90% 이상 점유 하고 있으며 나머지 제습기시장도 50% 이상 규모로 점유하고 있다.

2) Munters Korea

전 센추리사에서 완제품을 수입하여 판매하였었고 지금은 현지 국내회사를 설립하여 영업 활동을 강화

하고 있다. 수입완제품이라서 가격이 다소 높기 때문에 시장점유율은 크지 않으며 해외에서 설계된 것에 의해 판매가 되고 있다.

3) 니치아스제품을 취급하는 회사

씨에이엔지니어링, 신한플랜트엔지니어링 등에서 판매 하고 있다.

4) DRI 한국지사

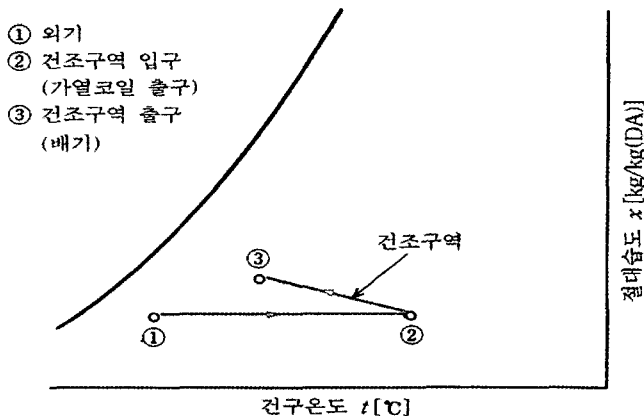
인도의 로터 회사로 Seibu-Giken의 판매 대리점에 서 벗어나 로터를 개발하여 시장 진입을 하고 있다. 품질은 상기 3사(문터스, 세이브기켄, 니치아스)에 비해 다소 떨어지는 것으로 평가되고 있지만, 가격적으로 시장에 접근하는 노력을 보이고 있다.

5) 한국테크노

국내시장의 제습기를 취급하는 회사들은 대개 신성엔지니어링 출신으로써 한국테크노의 CEO도 마찬가지며 기술력으로 현재 국내시장의 수위를 차지한다고 볼 수 있다.

6) 에이티이엔지(DESIKHAN)

제습기를 전문으로 하는 신생 회사로서 제습공조와 건조장치에 새로운 시장의 진입을 노리고 있다. 공조기술 30년의 이론과 경험을 바탕으로 하는 탄탄한 기술력으로 새로운 바람을 일으키기 위해 노력하는 중이다.



[그림 16] 정보처리 용지 건조 프로세서의 공기선도(HC선도)상의 변화(각 구역마다 배기한 경우)

그 외에도 많은 회사가 제습기를 취급하고 있으나 지면의 한계에 의해 생략기로 한다.

국내 제습기 시장

드라이룸용 제습기와. 조선소용 선박도장용 제습기가 시장을 주도하고 있으며, 데시컨트 제습기의 시장규모는 500억 정도이다. 만약 데시컨트 공조용과 제습건조 시스템의 개발이 이루어진다면 조만간에 3배 규모 이상의 시장으로 확대될 것이다. 아쉬운 점이 있다면 국내의 케미컬 분야의 제습관련 전문 업체의 부재와 제습로터 제조회사의 부재를 들 수 있다.

국내제습기 시장전망

1) 기존 산업용 제습시장의 강화

- ① 조선산업의 세계1위 고수 및 특수선박 수주 활발 : 선박, 선체 도장설비
- ② 제약, HACCP 식품관련 품질강화에 따른 제습 설비시장 호조예상
- ③ 드라이룸 지속적인 발전 기대

2) 신규 산업용 제습시장 개발

- ① 고분자 케미칼 관련 제습시스템 개발 및 영업강화
- ② 반도체라인 초저노점 제습기 국산화 실현
- ③ 고온용 제습기 개발에 따른 기존건조시장 대체 개발

3) 신규 일반공조 시장개척

- ① IAQ (실내공기질) 강화에 따른 외기 공기 도입의 필요성 대두
- ② 다양한 배열 이용한 데시컨트 공조시스템 실용화 및 가격합리화
- ③ 시장이 크고 적용대상의 선택 폭이 넓어 확장이 예상됨.

참고문헌

1. (주)신성이엔지 역편, 향온향습의 실제. p149 제습기, 도서출판 한미, 2000.08.
2. (株)西部技研, 技術資料
3. 설비기술, 특집 : 데시컨트(제습식) 공조시스템, 도서출판 한미, 2002. 06.
4. 冷凍空調設備, 데시컨트 공조(2), 2003. 08.
5. 설비기술, 설비강좌 : 데시컨트 공조, 도서출판 한미, 2004. 04.
6. 박승태, 특집: 제습시스템 p96~p109, 건식제습 시스템에서의 에너지절약, 한국설비 기술협회, 설비 2001.07.
7. 박승태, 설비공학편람 제2권 공기조화 6.8.3 제습기 3.6, p31~37, 대한설비공학회, 2001.12.
8. 한국냉동공조협회, HARFKO 2006 국제 기술세미나 및 신제품 발표회 '제습시스템에서의 에너지절약'
9. 정광섭 · 홍희기, 공기선도 읽는법 · 사용법, 성안당, 2001.01