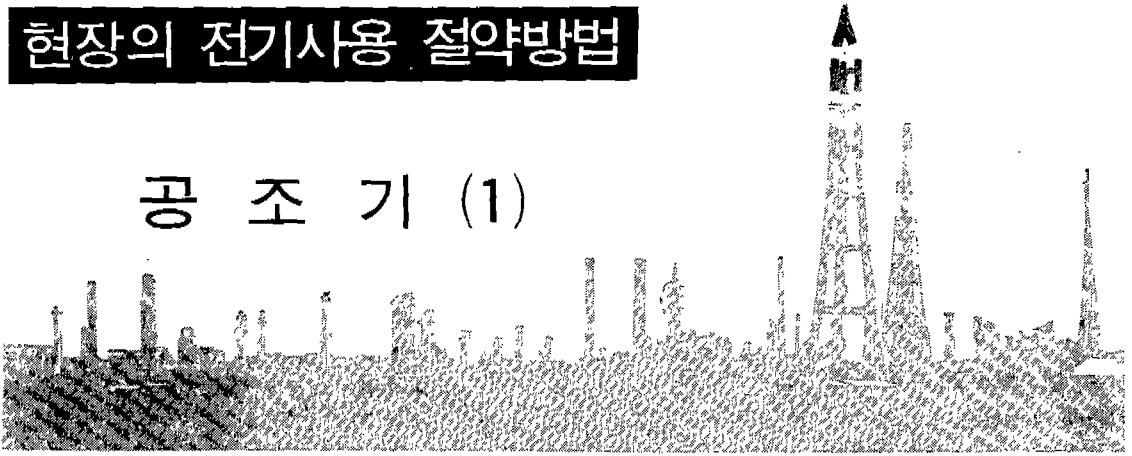


# 현장의 전기사용 절약방법

## 공 조 기 (1)



공조기의 절전대책은 가장 등한시되고 있는 분야가 아닌가 생각된다. 그 이유의 하나는 공장에서는 빌딩과 같이 대규모적인 공조 시스템이 적고 작은 용량의 에어컨이 다수 분산, 설치되고 있기 때문이다. 그러나 대수가 많아지면 소비전력이나 소비수량(水量) 면에서 무시할 수 없는 상당량에 도달하게 된다. 따라서 이번 호에서는 먼저 그 기초적인 사항에 대하여 기술하기로 한다.

### 1. 공기 조화

공기조화(air conditioning)란 실내의 공기조건을 그 방의 용도, 목적에 따라 가장 적합한 상태로 제어하는 것을 말한다. 이것을 공업적으로는 온습도 조정이라고 하며, 또한 일반적으로는 냉난방이라고도 하는데 거의 같은 의미로 사용되고 있다. 실내 공기조건의 제어에는 다음 네가지의 요소가 있다.

#### (1) 온 도

실내의 공기를 냉각 또는 가열하여 그 건구온도를 소정의 값으로 제어한다(냉각과 가열).

#### (2) 습 도

실내 공기의 쾌적한 습도상태는 대체로 공기의 관제 습도에 지배된다. 따라서 실내의 공기를 소정의 관제습도의 상태로 제어한다(감습과 가습).

#### (3) 청정도

공기중의 진애를 제거함과 동시에 연기, 탄산가스, 취기, 유독가스 등이 허용농도를 초과하지 않도록 유지한다(환기, 여과, 분리).

#### (4) 분 포

조정된 공기가 실내에 균일하게 분배되도록 적당한 기류를 만들어 실내 모든 부분의 온습도조건을 일정하게 한다.

공기조화의 목적은 재실자 또는 실내에서 진행

되는 작업공정에 적합한 공기상태로 실내공기를 유지하는 것, 또는 컴퓨터라든지 전자장치 등과 같이 고온다습한 환경에 약한 장치의 고장을 방지하여 높은 운전능률을 유지하는데 있다. 최극의 공기상태를 좌우하는 2대 요소는 온도와 습도이다. 그림1은 하계와 동계의 쾌감대를 든 것으로 이 그림에서 다음과 같은 것을 알 수 있다.

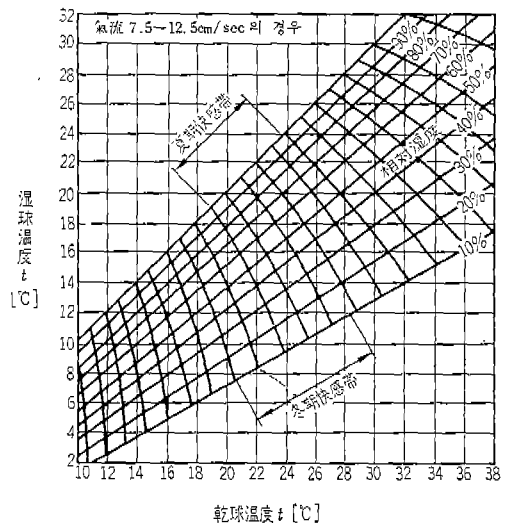


그림1 쾌 감 도

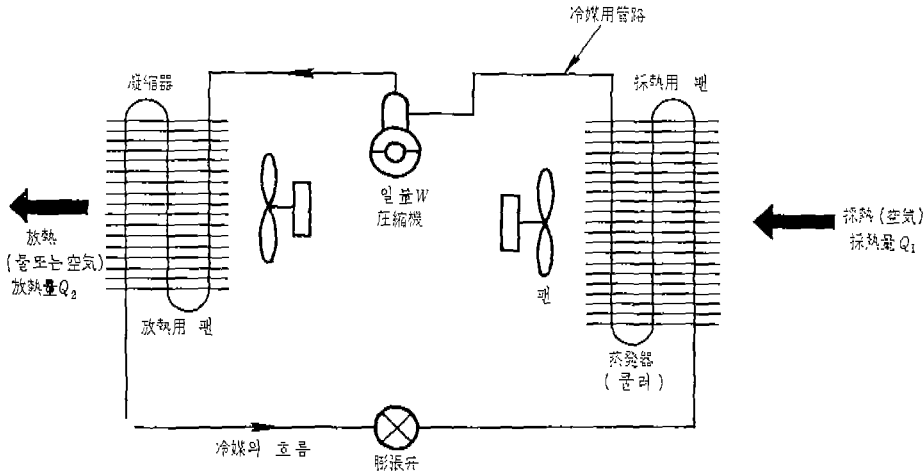


그림 2 에어컨 (냉방시)의 원리

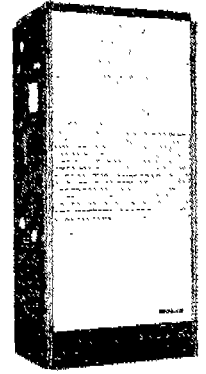


그림 3 에어컨의 외형

(1) 습도가 낮은 때에는 온도를 높게 하고 습도가 높은 때에는 온도를 낮게해도 냉방감은 마찬가지이다.

(2) 냉방충격을 없이 하기 위해서는 가급적 실내 외의 온도차를 적게 하고 습도를 낮게 한다. 실내 외의 온도차는 5~7°C 정도가 적당하다.

산업공기조화의 온습도 조건은 케이스 바이 케이스로 달라지는데 표 1에 그 예를 들었다.

표 1 산업공기조화의 온습도 조건

業 種	工 程	夏 季		冬 季	
		溫度[°C]	濕度[%]	溫度[°C]	濕度[%]
印 光 寫 真	刷 研	24~27	45~50	24	45~50
	磨 磨	27	80	27	80
	필 림 製 造	23~24	40~65	23~24	40~65
醱 製	" 現 像	21~24	60	21~24	60
	麥 芽 發 酵	4~8	50~70	4~8	50~70
	罐 頭 製 造	18~27	35~50	18~24	35~50
	" 貯 藏	16~24	45~55	16~24	45~55
製 菓 機 電	초콜렛 製 造	18	45~50	18	45~50
	" 貯 藏	16~24	40~50	16~21	40~50
	製 菓 製 成 形	21~27	10~50	21~27	10~50
	齒 切 盤	27	60	27	60
담 배 紡 績 (木綿)	電氣機器製造	24~26	50~55	24~26	50~55
	絶緣作業	21~24	30~40	21~24	30~40
	綫 纒 製 造	21~27	55~65	21~27	55~65
	梳 綿	24~27	50~60	21~24	50~60
" (絹)	精 紡	24~27	50~60	21~24	50~60
	梳 棉	24~27	60~65	24~27	60~65
	精 紡	24~27	65~70	24~27	65~70
	織 布	24~27	60~70	21~24	60~70
" (毛糸)	精 紡	24~27	65	27	65
	織 布	24~27	50~55	21~24	50~55

## 2. 에어컨의 기초

### (1) 에어컨의 원리와 구성

에어컨이란 패키지형 공기조화기(air conditioner)를 말한다. 그림 2는 시스템을, 그림 3은 외관을 든 것이다. 그 원리는 냉동기와 같다. 즉 압축기, 응축기, 증발기(쿠일러), 팽창변 또는 캐피러리 튜브, 팬, 기타로 구성된다. 농정은 다음과 같다.

① 냉매액이 증발기에서 외부에 흐르는 공기 중의 열을 탈취하여 증발한다.

② 압축기로 증발기 내의 압력을 내림과 동시에 냉매증기를 응축기내에서 비교적 높은 온도에서도 액화할 수 있을 때까지 압축한다.

③ 압축된 고압의 냉매증기를 응축기로 외부에 흐르는 공기에 열을 방출하여 응축한다.

④ 팽창변 또는 캐피러리 튜브로 고압의 냉매액을 저압의 증발기내에 팽창시킨다.

#### (1) 압축기

증발기(쿠일러)에서 증발시킨 저온 저압의 냉매가 응축기에서 용이하게 액화될 수 있는 압력으로 될 때까지 높히는 장치로서 에어컨은 운전할 때 소음방지를 위해 전동기와 압축기가 일체로 되어 있으며 밀폐식 또는 반밀폐식의 압축기를 사용한다.

압축기에는 회전식(로우터리식)과 왕복 동식(레시프프로식)이 있다. 회전식은 그림 4와 같이 실린더 A에 대하여 편심된 축이 있는 회전 피스톤 B에 붙인 플레이트 C가 실린더 A에 접촉되면서 회전하여 압축되도록 한 압축기이다. 왕복동식은 그림 5와 같이 전동기의 회전운동을 왕복운동으로 바꾸

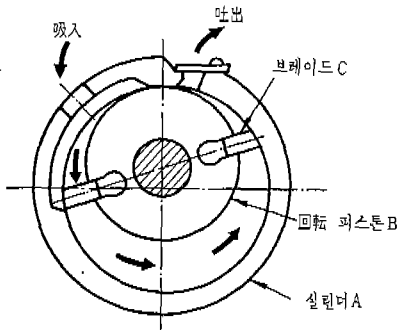


그림 4 회전식 압축기의 원리

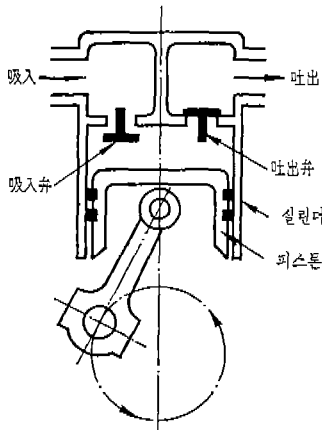


그림 5 왕복동식 압축기의 원리

어 냉매증기를 압축하는 것으로 저압 고압부의 경계는 흡입변, 토출변으로 되어 있다.

(2) 응축기(콘덴서)

응축기는 압축기에서 토출된 고온고압의 냉매 가스를 냉각, 액화시키는 장치로 냉매가 증발됨으로써 피냉각물에서 탈취한 증발열과 압축기내에서 압축되었을 때 얻은 열을 냉각수 또는 공기중에 방출하는 장치이다.

응축기에는 수냉식과 공냉식이 있다. 히이트 펌프식 에어컨의 경우, 냉방운전시에는 응축기가 응축기로서 작용하고 난방운전시에는 증발기(쿠일러)가 공냉식 응축기로서 작용한다.

수냉식 응축기는 냉각관 속에 흐르는 물에 의하여 냉매가스에서 응축열을 탈취하여 냉매를 액화한다. 공냉식의 경우에는 공기에 의하여 냉매가스를 냉각시킨다. 그림 6은 공냉식의 예로서 냉각관에 다수의 플레이트핀을 끼워 전열(傳熱)면적을 크게 하고 핀 사이를 공기가 강제적으로 통과하는 구조로 되어 있다.

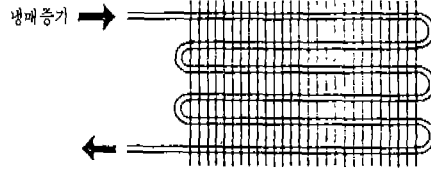


그림 6 공냉식 응축기

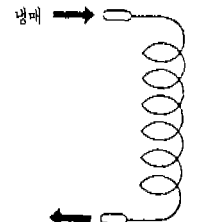


그림 8 캐피러리 튜우브

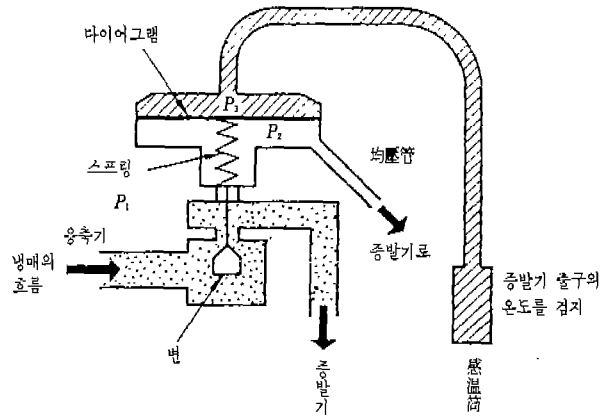


그림 7 감온자동팽창변의 원리

(3) 증발기(쿠일러)

팽창변에 의하여 팽창된 액화냉매가 피냉각물에서 열을 탈취하여 증발시키는 장치로 팬에 의하여 보낸 공기를 냉각시킨다. 구조는 공냉식 응축기와 마찬가지로이다. 또한 수냉 히이트 펌프식의 난방운전을 할 경우, 냉방운전의 경우의 응축기가 그대로 수냉각용의 증발기(쿠일러)가 되고 냉매는 관내를 흐르는 물에서 열을 탈취하여 증발시킨다.

(4) 팽창변 또는 캐피러리 튜우브

응축기에 의하여 액화된 냉매를 소정의 온도로 증발시킬 수 있는 압력상태로 감압하는 장치이다. 팽창변에는 항상 과열도를 일정하게 유지하는 기능을 가진 감온자동팽창변이 사용된다.

그림 7은 그 원리도이다. 다이어프램의 상하동은 그 상측의 압력과 하측의 압력에 좌우된다. 하측의 압력은 스프링의 힘,  $P_1$ 과 냉매의 증발압력  $P_2$ 의 합, 즉  $P_1 + P_2$ 이며 한편 상측압력은 감온통에 봉입되어 있는 냉매의 포화압력  $P_3$  (감온통이 느끼는 온도에 따라 변한다)를 나타내며 이 경우  $P_1 + P_2 = P_3$ 로 다이어프램은 평형상태이다. 증발기 출구의 온도가 높아지면 감온통의 포화압력이 높아지며 다이어프램 하향의 힘이 강하여 아래로

밀러 번의 개도가 커진다. 따라서 증발기에 흐르는 냉매량이 많아져 증발압력이 높아진다.

캐피러리 튜브는 그림 8과 같이 내경이 좁은 동관으로 응축압력과 증발압력의 압력차에 의해서만 소요의 냉매량을 통과시키는 것으로 응축기와 증발기와의 사이에는 일정한 압력의 차가 유지된다.

(5) 팬

냉각(또는 가열)해야 될 공기를 에어컨에 흡입함과 동시에 냉각(또는 가열)된 공기를 실내로 내보내는 작용을 한다. 팬에는 저소음, 저진동으로 특별히 설계된 시로코팬(타보식 원심팬의 일종)이 사용된다. 또한 공냉식의 경우에는 응축기의 냉각용 공기를 흡입함과 동시에 열을 냉매에서 탈취함으로써 더워진 공기를 배출하기 때문에 별도로 응축기용 팬이 부착되어 있다.

(6) 기타

기타의 구성기기로서는 다음과 같은 것이 있다.

(a) 에어필터

팬의 운전에 따라 에어컨에 출입하는 공기 중의 진애를 부착, 제거하는 것이다. 여과재로서는 폴리오레핀 섬유 등이 사용된다.

(b) 제어장치

운전조작을 하는 스위치나 감시 기구이다. 온도조절기는 에어컨의 흡입공기온도가 이 온도조절기의 설정온도가 되도록 자동적으로 압축기 또는 히터를 운전, 정지한다. 단, 팬은 운전을 계속한다.

(c) 보호장치

압력계의 이상압력, 유압부족, 전기계의 과부하·과전류 방지를 위해 압력개폐기, 안전변, 과부하·과전류 제전기가 있다.

(d) 냉각탑(쿨링 타워)

냉각기에서 나온 냉각수는 응축열을 흡수하여 온도가 높아져 있으므로 이것을 다시 냉각수로서 사용하기 위해서는 온도를 내릴 필요가 있다. 이 목적을 위해 사용되는 것이 쿨링타워이다. 물이 풍부한 경우에는 흘러 버려도 좋으나 물이 부족한 오늘날의 실정에 비추어 에너지 절약을 위해서도 순환시켜 재사용하도록 한다. 한편 에어컨을 장기적으로 고장없이 사용하기 위해서는 양질의 물과 소정의 압력이 필요한데 쿨링타워는 이 목적도 겸하고 있다. 그림 9는 쿨링타워의 원리

도이다. 고온의 물은 살수기구에서 살수된다. 한편 팬에 의하여 탑 내에 공기의 상승류가 생겨 물이 필링 표면을 공기와 대향하여 통과하는 동안에 물의 증발에 의하여 물 자체의 온도가 내려간다. 물이 증발하여 수량이 감소되어가므로 순환수량의 1.5~2% 정도의 보급수량이 필요하다. 그림 10은 배관도의 예이다.

(2) 에어컨의 종류

표 2는 에어컨을 상품 베이스로 분류한 것이다. 먼저 수냉식과 공냉식으로 분류된다. 이것은 응축기의 냉각을 물로 하는지 공기로 하는지에 따라 분류된다. 다시 히이트 펌프식과 비히이트 펌프식으로 구분된다.

또한 주요 용도에 따라 분류된다. 에어컨을 난방용에 사용하기 위해서는 히이트 펌프식을 제외하고는 히터가 필요하며 히터에는 전기식(니크롬선, 온수식 외부에서 80℃ 정도의 온수를 넣는다), 증기식(외부에서 고온증기를 넣는다)이 있으며 이것이 부속품으로서 내장된다. 송풍기에 의하여 차거운 공기를 흡입, 히터로 덥게 하여 송풍기로 송출한다. 이 경우에는 압축기, 증발기, 응축기는 정지된다.

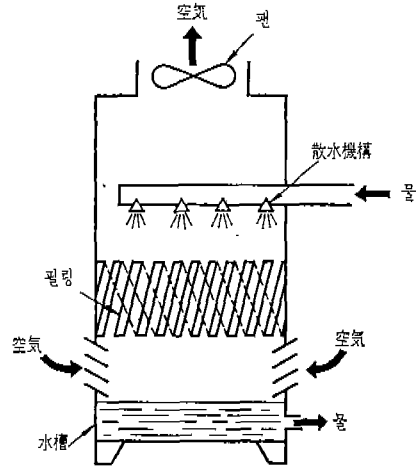


그림 9 쿨링타워

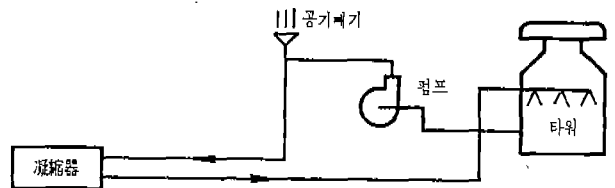


그림 10 쿨링타워의 배관례

표 2 에어컨의 종류(예)

대분류	소분류	공통사양	개별사양	냉방능력 [kcal/h]
수냉식	표준형	냉각수가 필요 1 유닛으로 구성 전기식 히터, 온수(증기) 히터 부착으로 난방이 가능	일반냉방용	8,000~400,000
	표준형 팬 플리부		팬이 플리구동이므로 플리를 교체함으로써 정압, 풍량의 변경이 가능하다.	14,000~21,000
	저풍량형		표준형보다 풍량은 20% 작고, 제습력은 크고, 난방에 대하여는 위와 같다.	40,500~30,000
	히트펌프식		냉·난방은 냉매의 흐름을 역방향으로 전환하는 것만으로 가능하다 열효율은 100% 이상으로 매우 경제적이며 에너지 절약형이다.	8,000~60,000
	오울프레시형		신선한 외기만을 채취한다.	18,000~360,000
	전자제산기실전용		정도와 신뢰성이 크다. 온습도 제어 일정제어 필터의 재진효과가 크다.	22,700~82,400
	기다(박형, 저형, 천정현수형)		각각의 용도에 따라 설계된다.	1,600~5,000
공냉식	세퍼레이트형	냉각수 불필요, 실내 유닛과 실외 유닛으로 구분된다.	실내 유닛(증발기+송풍기)과 실외 유닛(압축기+응축기+송풍기)으로 분류된다. 천정현수형 또는 바닥설치형	7,100~13,000
	리오모트 콘네셔널형	전기식 히터, 온수(증기) 히터 부착으로 난방이 가능하다.	실내 유닛(압축기+증발기+송풍기)과 실외 유닛(응축기+송풍기)으로 분류된다. 바닥설치형	6,500~37,500
	히트펌프형		히터류의 부속없이 냉방 및 난방을 할 수 있다.	6,900~72,000

(3) 히이트 펌프(열 펌프)란

냉동 사이클을 검토할 경우에는 모리엔선도가 사용된다. 이것은 냉매의 절대압력을 세로축에, 가로축에 엔탈피를 눈금으로 한 것이다. 엔탈피는 냉매가 갖는 내부에너지+압력×체적이며 냉매가 갖는 총에너지이다.

그림 11은 냉동 사이클의 모리엔선도이다. 또한 표 3은 각 공정의 제량의 변화를 표시한 것이다. 즉 냉방에서는 냉매의 증발공정에서 열을 탈취하고 응축공정에서는 외부에 열을 방출하고 있다. 이것을 온도조건의 관점에서 보면 낮은 온도의 상태(실내)에서 높은 온도의 상태(실외)로 열을 옮기고 있으므로 열 펌프라고 한다. 실제로 히이트 펌프식 에어컨으로서 판매되고 있는 것은 냉매제를 전환하여 냉난방을 할 수 있는 냉방기이다.

그림 2는 냉방기의 원리도인데 이것을 히이트 펌프식 에어컨으로서 사용하고 있을 경우에는 냉매의 흐름을 반대로 하여 냉방시의 응축기를 증발기로서 사용하여 저온수나 저온공기에서 열을 탈취한다. 그리고 냉방시의 증발기를 공냉식의 응축기

로서 사용하여 물이나 공기 등에서 채열한 열량과 압축기의 작업량을 방출하여 난방하게 된다. 냉방기의 효과 즉 작업계수는 그림 2에서 탈취한 열량  $Q_1$ 을 압축기의 작업량  $W$ 로 나눈 값이며,

$$\epsilon_1 = Q_1 / W$$

가 된다. 한편 히이트펌프 난방 운전시의 효과(이것을 성적계수  $\epsilon_2$ 라 한다)는 방열량  $Q_2 + Q_1 + W$ 를  $W$ 로 나눈 값이며,

$$\epsilon_2 = Q_2 / W = 1 + Q_1 / W = 1 + \epsilon_1$$

표 3 각 공정의 제량 변화

	A点	壓縮工程	B点	凝縮工程	C点	膨脹工程	D点	蒸發工程
絶対圧力 [kg/cm <sup>2</sup> abs]	3.7	增加	8.6	變化무	8.6	低下	3.7	變化무
冷媒溫度 [°C]	10	上向	45	低下	30	低下	5	增加
엔탈피 [kcal/kg]	138.5	上向	142.3	低下	107	變化무	107	增加
冷媒 狀態	過熱蒸氣		過熱蒸氣		過冷却液		濕蒸氣	

(주) 數値는 一例이다.

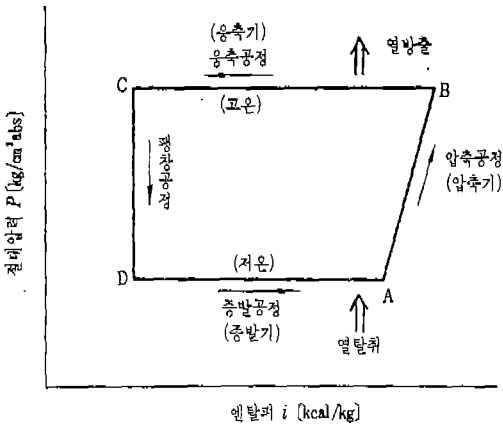


그림 11 모리엘 선도에 의한 냉동 사이클

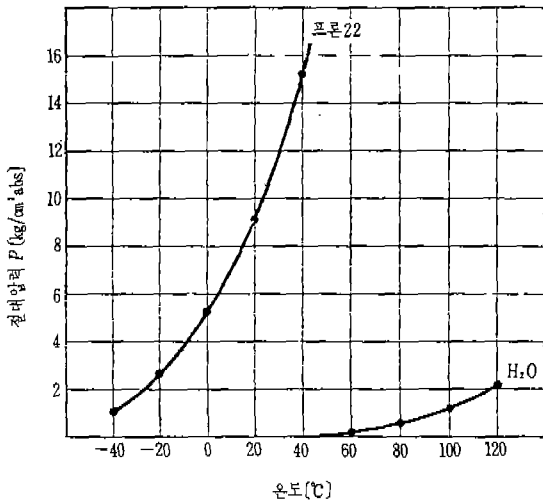


그림 12 냉매의 포화곡선

이 된다. 이 값은 3~4가 되며 에너지 시스템으로서는 매우 효율적이다.

### 3. 기본 용어

#### (1) 잠 열 (潛熱)

가령 얼음을 녹일 경우 얼음은 녹아 물이 되는데 온도는 0°C대모이다. 이 경우에 가해진 열, 즉 온도가 일정하고 상태변화에 의한 열을 잠열이라고 한다. 고체, 액체, 기체가 서로 변화할 때에도 마찬가지로 잠열이라고 하며,

① 용해잠열 : 고체에서 액체로 상태가 변화하는데 요한 열

② 응고잠열 : 액체에서 고체로 상태가 변화하는데 요한 열

③ 증발잠열 : 액체에서 기체로 상태가 변화하는

데 요한 열

④ 응축잠열 : 기체에서 액체로 상태가 변화하는데 요한 열

⑤ 승화잠열 : 고체에서 직접 기체로, 기체에서 직접 고체로 상태가 변화하는데 요한 열이 있다.

#### (2) 현열 (顯熱)

물에 열을 가하면 물의 온도는 상승되어 간다. 그러나 상태는 액체로서 일정하다. 이와같이 상태가 일정하고 온도변화에 의한 열을 현열(感熱)이라고 한다.

#### (3) 냉·난방능력

보통 kcal/h의 단위로 표시된다. 이것은 1시간당 탈취열량 또는 방출열량을 표시한다. 1TON은 860kcal에 상당하므로 가령 14,000kcal/h의 냉방능력이란 1시간당 14,000/860=16,3kcal, 즉 16.3kW의 전력에 상당한다.

한편 「냉동 톤」이라는 말도 사용된다. 0°C의 순수한 물 1톤을 1주야 즉 24시간에 0°C의 얼음으로 하는 응고열에 상당하는 열량을 「1일본냉동톤」이라고 한다.

0°C의 순수한 물 1,000kg을 0°C의 얼음으로 만드는데 필요한 열량은 79,600kcal이다. 1일본냉동톤이란 24시간에 79,600kcal의 열에 상당하는 능력이다. 단위시간당으로 환산하면

$$\frac{79,600}{24} \approx 3,317 \text{kcal/h}$$

가 된다. 냉방기의 능력을 일본냉동톤의 단위로 표시하면 20,000kcal/h의 냉방기는 20,000/3,317 ≈ 6 냉동톤이 된다.

#### (4) 포화상태

일정한 압력하에서 액체가 가열되어 비등이 시작되면 전부가 증발되기까지 그 온도는 일정하게 유지된다. 이 온도를 포화온도, 압력을 포화 압력이라고 한다.

포화온도하에 있는 액체를 포화액, 포화 온도하에 있는 증기를 화포증기라고 한다. 포화증기속에 포화액이 포함되어 있으면 습포화증기, 포함되어 있지 않으면 건포화증기라고 한다. 포화증기 속에 포함되어 있는 포화액의 비율을 표시하는 데에는 습도 또는 건도를 사용한다.

포화증기 1kg 속에 건포화증기가 x[kg], 포화액이 (1-x)[kg]있다고 하면 x를 건도, (1-x)를

습도라고 한다. 포화액 또는 포화증기의 상태는 온도나 압력 중 한쪽이 결정되면 다른 한쪽은 자동적으로 결정된다. 온도와 절대압력\*과의 관계를 플로트한 것이 포화곡선이다. 그림 12에 그 예를 들었다.

포화곡선상에서는 증기와 액체가 공존하는데 포화곡선의 상측에서는 액체만이 존재하며 이것을 과냉액이라고 한다. 또한 포화곡선의 하측에는 증기만이 존재하며 이것을 과열증기라고 한다. 포화액과 과냉액과의 온도차를 과냉각도, 포화액과 과열증기와의 온도차를 과열도라고 한다.

가령 1기압에서의 물의 포화온도는 100℃이며 90℃의 물은 냉각도 10도의 과냉액, 120℃의 증기는 과열도 20도의 열과증기이다.

### (5) 습도

습도에는 절대습도와 상대습도가 있다.

#### (1) 절대습도

습한 공기(건조한 공기와 수분의 혼합기체)속에 포함되어 있는 수분의 양과 건조한 공기의 비율을 말한다. 즉 습한 공기가 1kg의 건조한 공기와 X [kg]의 수분(수증기)으로 구성되어 있다고 하면 절대습도는 X [kg/kg]로 표시된다.

#### (2) 상대 습도

습한 공기의 비중량과 포화공기의 비중량과의 비 또는 습한 공기 속의 수증기의 분압력  $hw$  [mmHg] 과 같은 온도에서의 포화공기속의 수분의 분압  $hs$  [mmHg]과의 비.

### (6) 온도

건구온도, 습구온도, 노점온도가 있다.

① 건구온도(乾球溫度)[℃] (dry-bulb temperature) 보통 온도계로 표시되는 온도이다.

② 습구온도(濕球溫度)[℃] (wet-bulb temperature) 습구온도계는 건구온도계의 구부를 물에 젖은 헝겊으로 싸서 이것으로 이 온도계로 표시되는 습한 공기의 온도를 습구온도라고 한다.

#### ③ 노점온도(露點溫度)

습한 공기의 온도를 강하시켜 가면 이슬이 맺히기 시작한다. 이 이슬이 맺히기 시작하는 온도를 그 공기의 노점온도라고 한다.

\*절대압력 : 완전진공 0 kg/cm<sup>2</sup>를 기준으로 하여 측정된 압력을 절대압력이라고 한다. 표준 대기압 1.03kg/cm<sup>2</sup>를 기준으로 하여 측정된 압력을 게이지 압력이라고 한다.

절대압력 = 게이지 압력 + 표준대기압 (1.03kg/cm<sup>2</sup> abs)

## 생활의 지혜

### ● 많은 김을 한번에 구우려면 ●

많은 김을 한꺼번에 구우려면 김을 쟀 다음 도시락 같은 그릇에 적당한 크기로 썬 김을 차곡차곡 쌓는다. 이것을 온온한 불에 올려 놓고 2~3분 후 뚜껑을 열면 김이 잘 구울 수 있을 것이다.

### ● 달걀 껍질 이용법 ●

흰 빨래를 삶을 때 계란 껍질을 가아제에 싸서 깔고 하면 빨래가 희어진다. 병을 씻을 때 부서뜨려 가루비누와 섞어 흔들면 깨끗이 씻어진다. 또 김치 담글 때 계란 껍질을 밑에 깔면 김치가 시는 것을 막을 수 있다.

### ● 녹슨 연장 쓸 때 ●

연장이 녹슬어 쓰지 못하는 경우가 있다. 뻔뻔한 교차 부분에 비눗물을 떨어뜨려 움직인 후 곧 물기를 닦아내고 재봉틀 기름을 바른다. 또한 톱도 사용후 재봉틀 기름이나 식용유를 발라두어야 녹이 슬지 않는다.

### ● 유리그릇의 묵은 때 ●

사기나 유리그릇의 때를 닦을 때는 식초와 소금을 헝겊에 묻혀 닦으면 묵은 때까지 지워진다. 유리그릇은 물에다 늘 식초 두세 방울씩 떨어뜨려 씻으면 광택이 나므로 새 그릇을 사기보다는 깨끗이 닦아 쓰도록 한다.