

1. 머리 글

우리는 매년 여름철만 되면 전력예비율이 낮아져 제한송전까지도 고려해야 한다는 숨가쁜 신문, 방송의 보도를 접하며 살아왔다.

왜 이렇게 여름철이면 이와같은 문제가 반복되는 것이며, 이에 대한 해결책은 무엇일까?

문제의 핵심은 국민소득 수준의 향상에 따라 실내냉방기(Air Conditioner)의 사용급증에 따른 하절기 전력 사용량의 급증이 하절기 전력난의 근본 원인이 되고 있다.

일시적으로 폭증되는 전력수요에 대응하기 위하여 발전소 건설을 서두르는 것은 자원배분의 왜곡 현상을 가져오게 되고, 하절기 이후에는 설비용량의 잉여라는 악순환을 되풀이할 수 밖에 없어 발전소 건설을 하지 않는 대신에 전력수요관리라는 방법이 문제해결의 대안으로 떠오르게 된다.

이에는 일정규모 이상의 건물에 대한 냉방수요의 60% 이상을 축냉식(빙축열 사용) 또는 가스를 이용한 냉방(흡수식 냉동방식)을 하도록 법적으로 규제를 가하는 한편, 이에대한 세제지원, 설계장려금 지급, 전력대체에 따른 장려금 지급등 다양한 형태의 지원방안이 강구되게 되었다.

또한 세계적으로 심각한 문제로 대두되고 있는 C.F.C(염화불화탄소)에 의한 오존층 파괴와 지구온난화 진행상태는 우리로 하여금 값싸고 손쉽게 구할 수 있었던 냉매인 후레온에 대한 대체방법을 찾게 되었고 이의 해결방안 중의 하나가 심야전기를 이용한 빙축열에 의한 냉방과 흡수식 냉동방식에 의한 냉방이 이용되게 되었다.

국내 최초로 지역난방을 도입하여 우리나라에 지역난방의 시대를 열었던 목동지구에 98년도부터 지역냉방을 실시하게 됨에 따라 이를 소개하고자 하며, 아울러 지역냉방에서 주로 사용되는 흡수식 냉방을 중심으로 기술하고자 한다.

2. 냉동의 원리

(1) 냉동의 역사

인간은 생활을 보다 편리하게 하기 위하여 많은 노력을 기울여 왔으며 특히 온도변화에 대비한 노력은 인류가 지구상에 존재하기 시작하면서부터 시작되었다.

원시시대에는 추우면 불을 사용하였고, 더울 때는 시원한 곳을 찾아 이동하거나, 시원한 물을 이용하였고, 인간의 두뇌가 점차 발달함에 따라 천연얼음(Natural Ice)을 얼음창고에 저장하였다가 더울 때 식용이나 식품저장으로 사용하다가 1880년 인공 얼음(Artificial Ice) 제조에 성공함으로써 냉동의 역사가 시작되었다.

최초의 냉동기 특허는 1790년 영국의 Thomas Harris와 John Long이 취득하였고 1859년 프랑스의 Ferdinand Carre가 암모니아/물을 사용한 흡수식 냉동기에 특허를 받았고, 현재의 물/리튬브로마이드계 시스템을 채용한 방식은 1940년대 초에 W.H.Carrier에 의해 개발되었다.

현재 실용화되어 있는 작동매체는 물/리튬브로마이드(H₂O/LiBr)계 및 암모니아/물(NH₃/H₂O) 계에 한정되어 있다. 흡수식 냉동기의 효율향상을 위해 재생기를 2중효용화하는 시도는 1961년 미국에서 있었으며 일본에서는 1964년 실현됨으로써 흡수식 냉동기에 관한 기술수준을 향상시켰다.

건물공조용으로 현재 주류를 이루고 있는 가스직화식 2중효용 흡수냉온수기는 1968년에 일본에서 완성됨으로써 2중효용 흡수식 냉동기술을 선도하게 되었다.

우리나라에서는 1984년도 이후 본격적으로 흡수식 냉동기가 생산된 이후 에너지유효이용, 하절기 최대전력 사용의 절감등에 관한 정부시책에 힘입어 그 보급은 해마다 증가하고 있는 실정이다.

(2) 흡수식 냉동기와 에너지 환경문제

가스에 의한 냉방보급은 여름철 피크전력의 완화, 전기 및 가스 사업설비의 효율향상, 석유대체 에너지의 도입촉진 등 에너지 정책의 중요한 축으로 적극적으로 추진되고 있으며, 가스냉방의 대표적 시스템인 흡수식냉동기는 보급이 점차 확대되고 있다. 이것은 흡수식 냉동기가 냉난방겸용으로 콤팩트하고 기계내부가 대기압 이하로 작동하기 때문에 취급에 특별한 자격이 필요없기 때문이다. 또 최근 대부분의 빌딩에 OA기기가 보급되어 전력용량이 부족하게 됨으로써 냉방에 가스를 이용하고자 하는 국가정책도 크게 작용하고 있다.

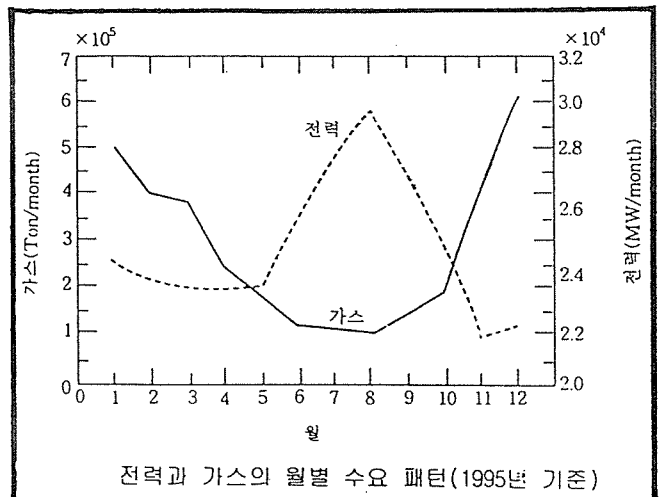
흡수식에 의한 가스냉방의 보급은 여름철의 전력공급체계의 안정을 도모함은 물론 가스 비성수기인 여름철의 가스수요를 증대시킴으로서 가스수요의 평준화를 이룩하여 중장기적으로 계절수요변동의 평준화를 이룩할 수 있는 장점이 있다. 이러한 가스냉난방의 보급촉진은 여름철 전력공급 제약의 완화를 가져온다.

즉 전력과 도시가스의 수요형태는 그림에서와 같이 계절에 따라 큰 차이가 있다. 전력은 7, 8월에 최대 수요기이지만 가스는 7-8월에는 최소수요기이다. 이와같이 에너지의 종류에 따른 피크 계절의 존재는 각각의 에너지설비의 가동율을 크게 변동시키는 요인이 된다. 따라서 여름철의 흡수식 냉동기의 보급은 전력과 가스의 계절부하에 대하여 쌍방 부하개선의 효과를 올릴 수 있게 된다. 이와같이 가스냉방의 중심적 열원기기인 흡수식 냉동기의 역할은 에너지 수급문제를 해결하는 기술적 수단의 하나로 생각된다.

최근 지구 환경문제는 세계적인 공동 관심사가 되어있다. 그중에서도 특정 프레온(CFC)이나 지정 프레온(HCFC)에 의한 오존층 파괴문제에 대한 국제적인 규제시기는 의외로 빨라지고 있다. 터보냉동기의 냉매로 사용되어온 특정프레온 R-11은 1994년말로 생산정지가 되었다. 패키지 에어컨이나 룸에어컨의 냉매로 사용되고 있는 R-22도 2020년에 전폐되는데, 그 시기가 앞당겨질 것으로 생각된다.

이와같은 상황속에서 프레온을 사용하지 않는 냉동공조가 큰 주목을 받게 되었다.

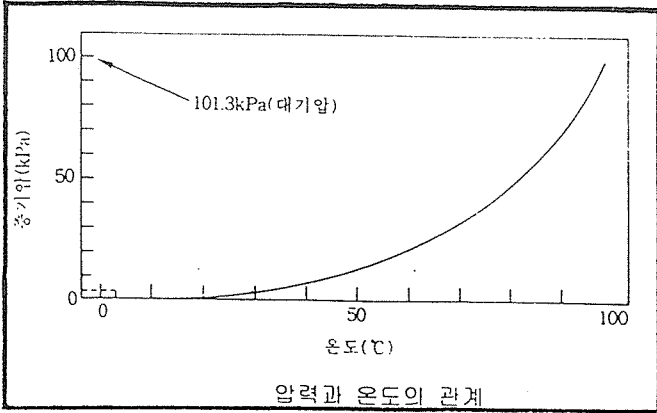
에너지문제와 지구환경문제를 종합적으로 생각하면 앞으로의 공조시스템은 비프레온, 에너지절약, 비전력 구동에 초점을 맞춰 대응할 필요가 있다. 흡수식냉동기는 물이나 암모니아와 같은 자연냉매를 사용하고 있고, 가스나 배열, 태양열 등으로 구동되기 때문에 시대의 경향에 맞는 공조시스템이라 할 수 있다.



(3) 저압의 원리

대기의 물은 100°C에서 증발하지만 높은 산의 정상에서는 100°C 이하에서 증발하는 것을 우리는 경험적으로 잘 알고 있다. 이것은 산 정상에 대기압이 1기압보다 낮기 때문이다. 이처럼 물이 증발하는 온도는 그림 8.2에서와 같이 압력에 따라 변화한다. 예를 들어 물이 증발하는 온도는 0.1기압(절대압력 76mmHg)에서는 46°C, 0.01기압(7.6mmHg)에서는 6.5°C이다. 한편, 물이 증발할 때에는 주위에서 기화열을 빼앗고 열을 빼앗기는 쪽은 냉각되게 된다.

최근 주목을 받고 있는 흡수식 냉동기는 기본적으로 이와같은 원리를 응용한 기기이다. 흡수식 냉동기는 증발기, 흡수기, 재생기 등 네개의 열교환기로 구성되어 있다. 보통 냉방용에 사용되는 7°C의 냉수는 거의 0.01기압으로 유지되는 증발기에서 만들어진다.

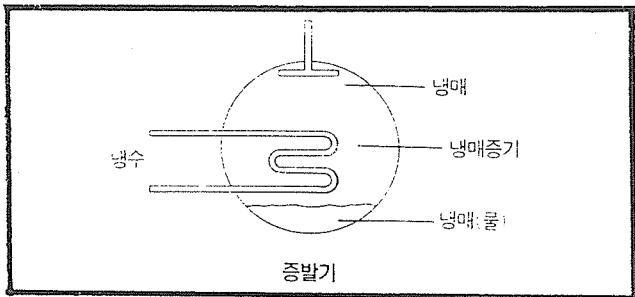


(4) 흡수식 냉동기의 원리

가. 증발기

물은 대기압하에서 물이 쉽게 증발하지만 증발기 내의 압력을 고진공상태(약 6mm Hg)로 낮추면 저온(약 6°C)에서 물이 쉽게 증발하여 594kcal/kg의 증발잠열을 발생하게 됩니다.

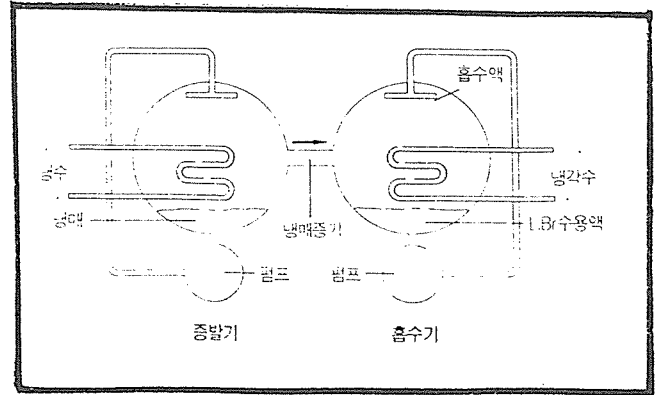
이 원리를 이용하여 진공상태의 밀폐된 용기내에 냉수가 흐르는 전열관을 설치하고 그 외벽에 냉매인 물(H₂O)을 살포하면 이물이 저온에서 증발하면서 전열관내를 흐르는 냉수로 부터 냉수의 온도가 낮아지게 되는데 이 냉수를 냉방용으로 사용하는 것입니다.



나. 흡수기

증발기내에서 물이 계속 증발하면 밀폐된 용기이므로 수증기가 배출되지 못해 용기내의 압력 및 온도차가 상승하게 되므로(6mmHg, 6°C → 10.5mmHg, 12°C) 냉매증기를 흡수하기 위한 흡수기를 증발기와 연결하여 흡수제인 LiBr 수용액으로 용기내의 수증기를 제거하여 냉매의 온도로 유지시켜줍니다.

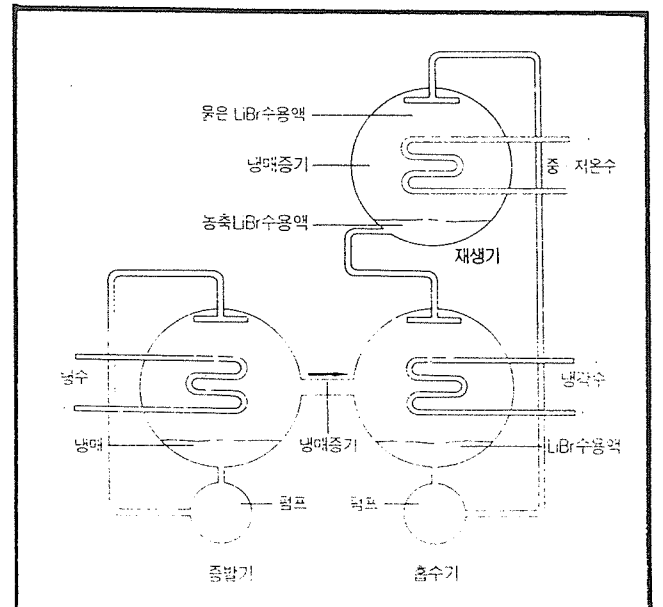
이때 흡수기내에 냉각수가 흐르는 전열관을 설치하여 흡수열을 제거 시키며 LiBr 수용액을 전열관에 뿌려주어 증발기 내에서 발생한 냉매증기를 흡수하게 됩니다.



다. 재생기

흡수기의 LiBr 수용액이 냉매증기를 계속하면 흡수액이 묽어져 흡수력이 저하되고 흡수역할을 계속할 수 없으므로 LiBr 수용액의 농도를 60-62%로 일정하게 유지시켜 주어야 합니다.

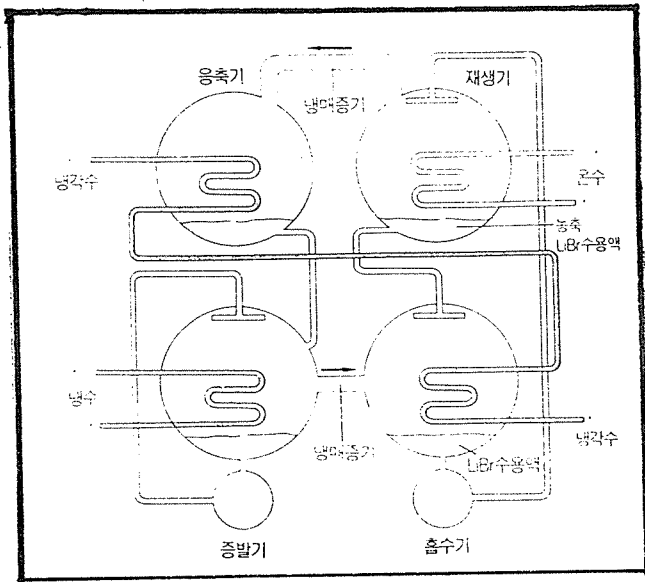
이를 위해서 회석된 LiBr 수용액을 펌프로 재생기에 이송시켜 재생기내에 설치된 온수 전열관으로 가열, 농축(58%)시켜 흡수된 냉매증기는 분리되고 농축된 LiBr수용액을 다시 흡수기로 보내며 냉매 흡수력이 좋게 합니다.



라. 응축기

재생기에서 발생한 냉매증기(수증기)는 응축기로 이송되어 다시 액체냉매(물, H₂O)로 만들어집니다.

응축기내에 냉각수가 흐르는 전열관을 설치하여 재생기에서 넘어온 수증기로부터 열을 빼앗아 수증기를 액체냉매로 만들어 다시 증발기로 보내면 계속해서 냉방용 냉수가 만들어져 냉방을 실시할 수가 있습니다.



3. 지역냉방 실시 현황

- 98년을 목동지역 지역냉방 실시 원년으로 설정한 에너지관리공단 집단에너지사업본부는 97년 자체 관리건물인 관리동에 기 설치되었던 전기식 냉동기를 철거하고, 흡수식 냉동기로 대체하였으며, 98년중 제자교회, 양천구민회관, 대신증권, 양천소방서의 4개소에 지역냉방을 공급하여 안정적인 지역냉방을 공급중에 있고, 향후에도 16개소의 업무용 빌딩, 교회, 병원 등에 지역냉방을 공급할 예정이다.
- 또한, 지역냉방의 확대 보급을 위하여 시설분담금 면제, 난방요금의 30% 할인(지역난방 요금의 70% 수준)등 적극적인 수요개발 업무를 추진중에 있다.

1) 98년중 지역냉방 공급현황 (수용가)

구분 수용가명	연면적 (㎡)	냉동기 용량 (USRT)	전력 대체량 (kWh)	비고
제자 교회	5,704	190	142	IRT=0.75kw로 환산
양천구민회관	512,563	220	165	
대신 증권	8,490	252	189	
양천소방서	4,460	175	131	

2) 자체 관리동 흡수식냉동기 가동현황 (97년)

- 설치년월일 : 97. 6. 30
- 용량및 제작회사:100USRT(경원세기,2중효용)
- 설치금액 : 68,600천원

3) 운영비 비교

본 비교는 같은 시간대의 기존 냉동기와 흡수식 냉동기의 운영비를 비교한 것임.

냉동기 구분	흡수식 냉동	왕복동(터보)식 냉동	비고
용량	100 USRT	100 USRT	
요금 기준	업무용요금의 70% 32,881원/Mwh	하절기 전력요금 140원/Kwh	
금액 (98.8월기준)	36Mwh x 32,881 = 1,183,716원	100Mwhx155시간x 140원/Kwh = 2,170,000원	
대비	100%	183%	

4. 마치는 글

국민소득증대와 쾌적한 환경에 대한 욕구로 인한 하절기 냉방수요는 급증하고 있고, 이로인한 여름철 전력예비율이 위험수위에 달하였으나 공급측면에서의 발전소 증설은 발전소 부지난 및 환경오염, 막대한 재원조달의 문제등으로 공급측면에서의 관리(Supply Side Management)는 한계에 이르고 있으므로 수요측면에서의 전력사용 감소를 유도하는 수요관리(Demand Side Management)의 중요성이 대두되고 있다.

이러한 전력수요관리방안의 하나로 특히 여름철 전력 피크부하시간대의 전력수요 균등화를 위한 전력대체냉방방식이 권장되고 있으며, 이와 관련된 설비로는 심야전력을 이용하는 빙축열 냉방설비, 전력대신 가스를 이용하는 냉방설비, 온수나 증기를 이용하는 흡수식 냉방설비가 있다.

집단지너지사업과 관련하여 수용가에 적용될 지역난방사업자의 열공급매체인 증온수 (90~120℃)와 공업단지 집단에너지사업자의 열공급매체인 증기를 이용하는 흡수식냉동기이며, 이렇게 집단으로 공급되는 냉방열공급매체에 의해 수용가를 냉방하는 방식을 지역냉방이라 일컫는다. 이와같은 시점에서 국내 최초로 지역난방을 공급하였던 목동지역에서 98년도부터 지역냉방이 공급을 시작하는 것은 시의가 적절한 일로서, 본 원고가 지역냉방 공급에 관심이 있는 기술자, 설계사무소 및 건물소유주 등에 참고가 되기를 바라며 글을 마친다.