

도시가스과 냉난방 II

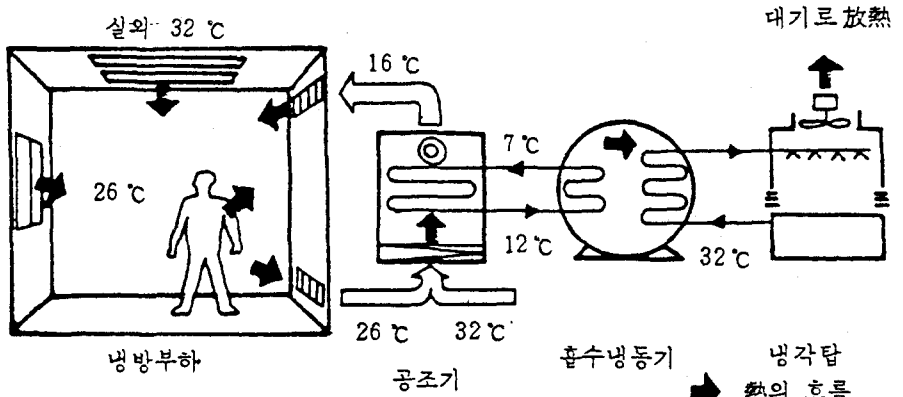
글/김원중 <극동도시가스(주) 영업부장>

4. 흡수식 이론

1. 흡수식의 원리

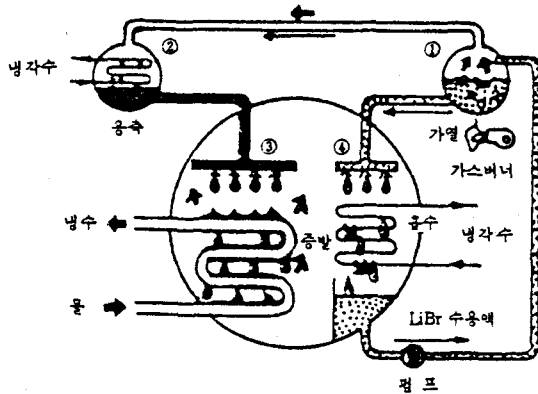
냉방이란 실내온도를 실외온도보다 낮게 유지하는 것을 말한다.

<그림 1>에서와 같이 낮은 온도의 실내에서 온도가 높은 실외로 열을 운반하는 작용이 필요하게 된다.



<그림 1> 열의 이동

그러나 열은 자연의 상태에서는 낮은 온도에서 높은 온도로 이동할 수 없기 때문에 자연의 이치와는 역으로 열을 이동시키는 힘(力)이 필요하게 되며, 여기에 소요되는 에너지가 전기일 경우 전동 압축식 냉동기이며 열에너지를 사용할 경우 대표적인 것이 흡수식 냉동기이다.



<그림 2> 흡수식 원리

“실내온도를
실외온도보다 낮게
유지시키는데
열에너지를 사용할
경우 대표적인 것이
흡수식 냉동기”

흡수식 냉동기의 원리는 <그림 2>에서와 같이 밀폐된 용기(증발기, 3) 속에 전열관을 설치하고, 또 다른 용기(흡수기, 3)에 흡수액(취화리튬 수용액)을 넣어 용기(증발기, 3)속을 압력 6.5mmHg 정도의 진공상태로 하면서, 전열관의 외면에 물(냉매)를 떨어뜨리게 되면 이 물은 용기(증발기, 3)속이 진공이기 때문에 5°C에서 증발하게 되어 전열관 내를 흐르는 물(냉수)로부터 기화열을 빼앗아서 증기가 된다.

이 증기(냉매)는 용기(흡수기, 3)내에 적하되는 취화리튬 수용액에 의하여 흡수되고 용기(증발기, 3)내는 계속하여 진공상태를 유지하게 되는 것이다. 한편, 전열관 내를 흐르고 있는 물은 기화열에 상당하는 열만큼을 빼앗겨서 냉수가 된다.

그러나, 취화리튬 수용액이 다량의 냉매를 흡수하면 농도가 낮아져서 흡수능력이 떨어져 냉수를 계속해서 얻을 수 없게 되므로 다시 원래의 농도까지 농축시켜야 할 필요가 있게 된다.

이 희석된 취화리튬 수용액을 가열(재생기, 1)하면 흡수된 냉매는 추출되고 농축된 취화리튬 수용액은 다시 원래의 용기(흡수기, 4)로 되돌아가게 되는데, 이때 가열 열원으로서 도시가스가 사용되는 것이다.

한편, 가열될 때에 흡수액으로부터 추출된 냉매증기는 다음의 용기(응축기, 2)에서 냉각되어 냉매액이 되며, 이 냉매액을 다시 밀폐된 용기(증발기, 3)속으로 적하시키면 연속해서 냉수를 얻을 수 있게 되는 것이다.

2. 냉동 톤(RT)

1 냉동 톤이란 0°C의 물 1 Ton을 24시간에 0°C의 얼음으로 만들기 위해서 필요로 하는 열량을 말한다.

$$1 \text{ RT (Meter 법)} = \frac{79.6 \text{ Kcal/kg} * 1,000 \text{ kg}}{24 \text{ h}} = 3,320 \text{ Kcal/h}$$

$$1 \text{ USRT} = 3,024 \text{ Kcal/h}$$

3. 냉매

냉매는 물(H₂O)이며 어떤 용기속을 고도의 진공으로 유지할 수 있는 경우에 물의 증발을 이용해서 저온을 얻는 것이 흡수식 냉동기이다.

즉, 물은 대기압(절대압력 760mmHg)에서는 100°C에서 끓으며 2기압이 되면 약 120°C에서 끓지만, 반대로 압력이 낮아져 1/10기압(절대압력 76mmHg)에서는 46°C에서 증발하고 더욱 낮아져 1/100기압(절대압력 7.6mmHg)이 되면 6.5°C에서 증발하게 되는 것이다.

4. 취화리튬(Lithum Bromide)

취화리튬은 소금(NaCl)과 같이 각각 알카리 및 할로젠족에 속하는 동위원소이기 때문에 서로 비슷한 성질을 가지고 있는 백색 결정이다.

소금을 공기중에 방치해 두면 공기중의 수분을 흡수하여 녹듯이 취화리튬도 이와같은 성질을 지니고 있으며 그의 흡수력은 소금보다 훨씬 강하다.

취화리튬은 소금과 마찬가지로 독성이 없고 인체에 무해하지만 부식성이 강하기 때문에 흡수식 냉동기에 사용할 때에는 강판의 부식 방지를 위하여 알카리로 PH를 조정하고 부식

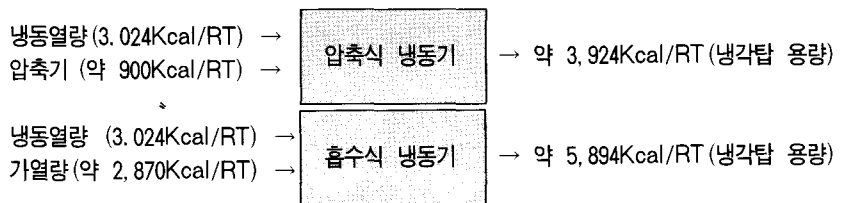
방지제를 첨가하고 있다.

또한, 전열관 외면에 냉매와 흡수액이 충분히 전달될 수 있도록 냉매와 흡수액에는 능력 촉진제로서 고급 알코올을 사용하고 있다.

취화리튬 용액은 농도가 높을수록, 농도가 낮을수록 흡수력은 강해지지만 용액 농도를 너무 높게하면 결정이 될 염려가 있으므로 주의하여야 하며 일반적으로 농도가 가장 높은 부분에서의 농도는 60~62% 정도이다.

5. 냉각탑의 용량

냉각탑은 냉동기로 들어가는 열량을 대기중으로 방출하는 것으로서 압축식 냉동기의 경우 냉동열량과 압축기의 전동열입에 비하여 흡수식 냉동기는 냉동열량과 재생기에서의 가열량이 된다.



즉, 흡수식 냉동기(2중효용)는 압축식에 비하여 약 1.5배 정도 커야 한다.

5. 저부하 운전 특성

일반적으로 빌딩의 냉방부하는 전부하(100%) 보다는 저부하(평균 60%)에서 운전하는 시간이 많다고 한다. 부하가 적어지면 증발기에서 냉매의 증발량이 적어지므로 우선, 고온 재생기에서 용액 온도를 상승시키기 위한 가열량이 적어지게 된다. 뿐만 아니라 냉각수 출구 온도가 낮아지기 때문에 냉각수 입구 온도도 더욱 낮아져 효율이 좋아지게 된다. 이와같은 점에서 흡수식 냉동기는 에너지절약 특성을 갖는 기계라 할 수 있다.

♣ 에너지 소비량

부하 범위 (%)	에너지 소비 증율	
	흡 수 식	전기 압축식
90-100	0.98	0.99
80-90	0.94	0.98
70-80	0.93	0.98
60-70	0.92	0.99
50-60	0.92	1.03
40-50	0.93	1.09
30-40	0.93	1.09
20-30	1.00	1.45
0-20	1.15	1.64

5. 에너지별 공급 현황

1. 연도별 용도별 도시가스 공급량과 구성비 (전국)

공급량 : 천M3(10,500Kcal/M3) 구성비 : (%)

연도	가정취사	가정난방	영업용	산업용	업무용	합계	증율
80	4,983 (96.6)		175 (3.4)	0	0	5,158 (100)	-
81	10,096 (96.6)		355 (3.4)	0	0	10,451 (100)	103%
82	13,772 (96.4)		511 (3.6)	0	0	14,283 (100)	37%
83	27,248 (94.8)		1,494 (5.2)	0	0	28,742 (100)	101%
84	42,743 (88.6)		4,514 (9.4)	895 (1.9)	50 (0.1)	48,202 (100)	68%
85	55,376 (69.5)		9,445 (11.8)	14,157 (17.8)	714 (0.9)	79,692 (100)	65%
86	70,962 (56.3)		15,182 (12.1)	37,714 (29.9)	2,142 (1.7)	126,000 (100)	58%
87	67,446 (35.6)	23,755 (12.5)	19,320 (10.2)	71,613 (37.7)	7,598 (4.0)	189,732 (100)	51%
88	84,022 (26.0)	57,514 (17.8)	27,449 (8.5)	105,062 (32.5)	48,898 (15.2)	322,945 (100)	70%
89	112,412 (19.1)	120,968 (20.5)	37,543 (6.3)	150,967 (25.6)	167,589 (28.5)	589,479 (100)	83%
90	141,363 (14.7)	286,192 (29.7)	48,101 (5.0)	223,215 (23.1)	264,805 (27.5)	963,676 (100)	63%

"80년 이래
(가정) 난방용과
업무용 도시가스보급
신장률 급속 상승"

<한국도시가스협회 제공>

- 주) 1. '80년 2월 대한도시가스 공급 개시
2. '83년 극동, 서울, 삼천리, 광주 해양도시가스 공급 개시
3. '87년 2월 2일 경인지역 LNG 도시가스 공급 개시
4. '88년 9월 1일 환경처 도시가스 사용 의무화 시행
(2톤 이상 업무용 건물)

전국의 도시가스 보급 신장율은 '80년 이래 '90년까지 연평균 70% 이상을 나타내고 있으며 가정취사용과 영업용 및 산업용의 경우 구성비가 낮아지고 있는 반면에 (가정) 난방용과 업무용의 경우에는 급속히 상승하고 있음을 알 수 있다.

한편, LNG 공급권역인 서울, 경기 일원의 도시가스 사용률은 '90년 전국 판매량의 73%를 점유하고 있으며, 지방의 업무용 구성비는 1.9%에 불과한 편으로 업무용 수요가의 대부분이 서울·경기 일원에 치우쳐 있음을 알 수 있다.

♣ 지역별 용도별 도시가스 공급실적('90)

단위 : 1,000M³

용도		서울·경기	지방	합계
가정용	취사	100,134 (10.4)	41,229 (4.3)	141,363 (14.7)
	난방	201,132 (20.9)	85,060 (8.8)	286,192 (29.7)
	소계	301,266 (31.3)	126,289 (13.1)	427,555 (44.4)
영업용		33,830 (3.5)	14,271 (1.5)	48,101 (5.0)
산업용		124,472 (12.9)	98,743 (10.2)	223,215 (23.1)
업무용		246,980 (25.6)	17,825 (1.9)	264,805 (27.5)
합계		706,548 (73.3)	257,128 (26.7)	963,676 (100)

2. 경인지역 LNG(천연가스) 공급 실적

공급량 : 천Ton 구성비 : (%)

연도	한전 발전용	도시가스용						LNG 합계
		가정용	영업용	산업용	업무용	소계	증율	
'87	1,530 (95.3)	40 (2.5)	8 (0.5)	24 (1.5)	4 (0.2)	76 (4.7)	-	1,606 (100)
'88	1,889 (91.1)	82 (4.0)	16 (0.8)	50 (2.4)	36 (1.7)	184 (8.9)	142%	2,073 (100)
'89	1,649 (82.5)	131 (6.6)	22 (1.1)	68 (3.4)	128 (6.4)	349 (17.5)	90%	1,998 (100)
'90	1,720 (74.9)	238 (10.4)	27 (1.2)	101 (4.4)	209 (9.1)	575 (25.1)	65%	2,295 (100)

- 주) 1. 기아 위성기지 사용량('89년 670톤, '90년 3,715톤) 산업용에 포함
 2. 1 Ton(LNG)=1,238 Nm³(NG)
 3. '90년 전국 지방별 도시가스 사용 실적(LNG 환산, 천Ton, %)

3. '90년 경인지역 용도별 월별 공급현황

단위 : 공급량(천M³) Peak(천톤)

월	취사용	난방용	영업용	산업용	업무용	합계	P/D	P/H
1	7,129	31,043	2,996	11,418	50,111	102,697	3.8	0.25
2	8,523	24,797	2,800	9,822	33,901	79,843	2.9	0.22
3	8,424	21,712	2,923	9,448	24,532	67,039	2.1	0.18
4	8,556	15,830	2,761	9,068	13,427	49,642	1.8	0.14
5	8,112	10,136	2,546	8,361	8,807	37,962	1.3	0.08
6	8,078	5,421	2,523	7,857	8,477	32,356	1.0	0.06
7	8,224	2,767	2,376	8,283	11,427	33,077	0.9	0.06
8	7,787	1,077	2,443	8,432	11,631	31,370	0.9	0.06
9	8,357	2,755	2,625	10,150	8,409	32,296	1.0	0.06
10	7,601	12,613	2,651	10,861	8,336	42,062	1.4	0.09
11	9,422	23,178	3,165	13,273	20,728	69,766	3.0	0.23
12	9,921	49,803	4,021	17,499	47,194	128,438	5.0	0.33
계	100,134	201,132	33,830	124,472	246,980	706,548	-	-
평	8,345	16,761	2,819	10,372	20,582	58,879	2.1	0.14

단, P/D : Peak Day P/H : Peak Hour

경인지역에서의 도시가스(LNG)는 '87년 천연가스(LNG)가 보급되기 시작한 이래 3년 평균 약 100%의 높은 성장률을 보이고 있으며 이는 전국 평균성장률 70%보다 높다. 한편, 가정취사·영업 및 산업용의 경우 전국의 도시가스 보급 성장률과 같이 연간 사용량 분포에서는 거의 일정함을 보이고 있으나 업무용 부분에 있어서는 가스회사의 냉방보급 확대 노력으로 하절기 판매량이 춘·추계절에 비하여 다소 증가하고 있음에도 불구하고 동절기(12. 1, 2월) 사용량에 비하여 하절기(6. 7, 8월) 사용량은 25% 수준에 머무르고 있으며 연간 평균 사용량의 절반 정도를 보이고 있다. 또한, 한국가스공사 자료에 의하면 도시가스의 공급량이 증대함에 따라 발전용의 점유율이 상대적으로 매년 낮아지고 있으며, 하절기의 공급량이 춘추계절에 비하여 급증하고 있음은 하절기 전기 냉방부하의 증가로 분석하고 있다.

4. 전력 공급 추이('90년)

가. 한전 통계 지표

연도	발전설비 단위	총발전 Mw	송 전 Gwh	판 매 Gwh	최대. A Mw	평균. B Mw	A/B	
'80		9,391	37,239	3,083	32,734	5,457	4,239	1,287
'81		9,835	40,207	37,950	35,424	6,144	4,590	1,339
'82		10,304	43,122	40,555	37,880	6,661	4,923	1,353
'83		13,115	48,850	45,495	42,620	7,602	5,577	1,363
'84		14,190	53,808	50,238	47,051	8,811	6,126	1,438
'85		16,137	58,007	53,908	50,732	9,349	6,622	1,412
'86		18,060	64,695	59,818	56,310	9,915	7,385	1,343
'87		19,021	73,992	68,275	64,169	11,039	8,447	1,307
'88		19,944	85,462	78,855	74,318	13,658	9,729	1,404
'89		20,997	94,472	87,512	82,192	15,058	10,784	1,396
'90		21,021	107,670	100,003	94,383	17,252	12,291	1,404

나. 전년 대비 증가율(%)

연도	발전설비	총발전	송 전	판 매	최대. A	평균. B	A/B
'80	—	—	—	—	—	—	—
'81	4.7	8.0	8.2	8.2	12.6	8.3	4.0
'82	4.8	7.2	6.9	6.9	8.4	7.3	1.0
'83	27.3	13.3	12.2	12.5	14.1	13.3	0.7
'84	8.2	10.1	10.4	10.4	15.9	9.8	5.5
'85	13.7	7.8	7.3	7.8	6.1	8.1	-1.8
'86	11.9	11.5	11.0	11.0	6.1	11.5	-4.9
'87	5.3	13.9	14.1	14.0	11.3	14.4	-2.7
'88	4.9	15.5	15.5	15.8	23.7	15.2	7.4
'89	5.3	10.5	11.0	10.6	10.3	10.8	-0.6
'90	0.1	14.0	14.3	14.8	14.6	14.0	0.6

“도시가스 및 전력, 상호경쟁보다는 상호보완에 이해를 같이하고 공동노력해야”

한전의 통계지표에 의하면 '88 서울올림픽 당시에만 연평균 전력량 증가율 대비 최대전력 사용량 증가율이 증대(7.4%) 되었을 뿐, 이후로는 1.0%이하의 자연증가율 정도의 안정세를 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 최근의 심각한 전력부족이유는 '87년 이후 4년 평균 전력판매량 증가율(13.8%)에 적절히 대처하지 않은 발전설비 증가율(3.9%)이 근본 요인으로 분석되고 있다.

5. 종합 분석

우리나라의 에너지(전기-가스) 수급 여건은 최근들어 전반적으로 어려운 상황에 있다. 도시가스의 경우에도 전력에서와 같이 일 최대 공급량과 시간 최대 공급량이 급격히 증대함에 따라 LNG 인수기지 생산능력과 주 배관의 압력저하를 초래하게 할 수 있으며, 전력과 마찬가지로 공급설비 이용에 심각한 불균형이 예상되고 있는 것이다. 따라서, 가스 냉방 보급확대로 하절기의 냉방부하를 가스가 일부 흡수함으로써 가스 뿐만 아니라, 전력 설비 이용률 향상에도 크게 기여함으로써 이는 곧 국가경제에도 적극 이바지하는 길이 될 것이다.

도시가스와 전력의 균형있는 발전이 어느때 보다도 필요한 시기이며, 상호 경쟁보다는 상호 보완에 이해를 같이하고 공동 노력하여야 하겠다.

6. '90년 전기·가스 월별 판매량 비교(전국)

월별	전 기		도 시 가 스		부하비율 가스/전기
	판매전력량	부 하 율	판 매 량	부 하 율	
단위	Gwh	%	1,000M ³	%	%
1	7,660	0.97	131,960	1.64	1.69
2	7,264	0.92	106,025	1.32	1.43
3	7,335	0.93	91,285	1.14	1.23
4	7,544	0.96	69,337	0.86	0.90
5	7,441	0.95	52,719	0.66	0.69
6	7,760	0.99	45,316	0.56	0.57
7	8,224	1.05	46,814	0.58	0.55
8	8,770	1.12	44,417	0.55	0.49
9	8,185	1.04	46,669	0.58	0.56
10	7,802	0.99	60,450	0.75	0.76
11	8,230	1.05	96,812	1.21	1.15
12	8,168	1.04	171,872	2.14	2.06
합계	94,383	—	963,676	—	—
평균	7,865	1.00	80,306	1.00	1.00