

소형 가스 흡수식 개발

소형가스 흡수식 냉온수 유닛의 개발 이력에 관해 소개하고자 한다.

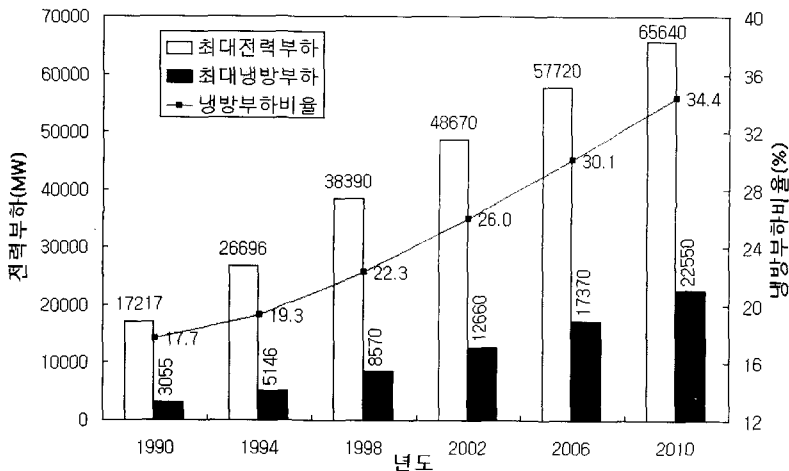
정봉철*, 남임우, 류혁, 김한영, 이정두
 (주)센추리(chungbc@ecentury.co.kr)

서 언

국내의 소위 가정용 에어컨의 보급률은 40%를 넘어서고 있으며, 생활의 향상에 따라 그 보급률은 급성장하는 양상을 보이고 있다. 이러한 전기를 사용하는 가정용 냉방기의 급성장은 여름철 전력 예비율을 크게 위협하고 사계절의 구분 이 확실한 한국의 경우 계절별 수급의 불균형을 보여준다. 2002년도 냉방 전력사용량(8,910MW)은 총 전력 생산(45,770MW)의 약 20%를 사용하기에 이르렀다. 이러한 추세로 이어질 경우 2010년 국내 냉방 총 전력은 15,250MW로 2000년 기준전력의 약 2배에 이른다. 반면, 2002년도 가스 냉방의 사용은 LNG 총

수요량의 1.2%(220천톤)에 지나지 않았다. LNG의 사용은 청정에너지로서의 겨울철 난방용 사용이 급증한 것에 비해 여름철 사용량은 없어 LNG 인수 기지의 대규모 저장 탱크가 가득 차있는 양상을 보여준다.

따라서, 이러한 에너지 수급 불균형을 해소하고 환경 친화적인 냉매를 사용하는 냉방기의 개발의 필요성에 따라 소형 가스 흡수식 냉온수유닛의 개발이 착수되었고 2004년 현재 3RT, 3.4RT급 냉온수유닛의 양산에 이르렀다. 가스 흡수식 냉온수유닛의 양산에 따라 2010년 기준으로 화력발전소 500MW급 1기 건설비용 7000억원 절감효과와 LNG 저장탱크 2.1기(1기 : 43천톤 저장) 건설비용 1470억원 절감효



[그림 1] 장기 전력수요 및 냉방부하 증가추세

과 및 에너지수급 불균형 완화, 에너지절약 및 신규 시장을 가져올 것으로 기대된다.⁽¹⁾

본 문

소형 가스흡수식 냉온수유닛 개발

• 개발 사양

시스템 사양은 냉방능력 3.4RT의 경우 COP는 0.89로 2중효용 직렬방식을 채택하여 1중효용에 비해 높은 성적계수를 얻을 수 있으며, 소비전력의 경우 각종 펌프와 FAN의 전력소비가 냉방능력의 1/10 이하 수준이다. 이러한 특성은 전기냉방에 비해 가스냉방의 장점으로 부각될 수 있으며 실제 냉방능력을 기준으로 한 에너지를 비교할 때도 가스냉방이 전기냉방에 비해 30%정도의 전력 소비형태를 보인다.

즉, 3RT의 냉방능력을 얻기 위해 전기냉방의 경우 성적계수를 3.0으로 볼 때 약 3.5kW의 전력이 소비되지만 가스냉방의 경우 가스연료와 약 1kW 미만(30%)의 전력으로 냉방 효과를 발휘할 수 있다. 따라서 가스냉방의 경우 전기냉방에 비해 약 70%의 냉방전력을 감소시킬 수 있는 특징이 있다. 또한 바닥 난방 및 급탕기능을 추가하여 한국형 난방에 적합한

기능을 가진 모델을 개발하였다.

• 개발 내용

기술 개발 요약

구조상으로 본체부의 상부에 냉각탑을 배치하여 전면 토출 방식의 냉각탑 일체형 모델을 취하였으며, 부분부하의 운전특성을 증대하기 위한 냉각팬, 용액펌프 및 가스밸브의 비례제어를 적용하였다. 또한 연소능력의 향상을 위한 가스버너의 성능을 향상시켰으며, 고온재생기의 구조개선과 판형열교환기의 적용을 통한 냉방 및 난방 성능의 향상을 이루었다. 각 부의 개발 내용은 표 2에 나타났다.

표 3에는 본체부의 중요부품에 대한 비교사양을 나타냈다.

그림 2와 같이 Multi path의 전열관 및 전열핀을 사용한 핀&튜브 방식의 고온재생기를 개발하여, LiBr 수용액의 국부적인 과열 및 과농축을 방지하고 원활한 냉매증기의 발생을 실현하였다. 또한 내부압력변화에 따른 고온재생기의 응력구조해석을 통하여 Safety Margin 30% 이상을 확보하였다. 연소에 의한 인입열량에 따른 고온재생기의 효율향상을 위하여 전열핀을 통한 전열관의 열전달을 향상시켰으며 배기가스의 유로를 개선하여 84%이상의 재생기 효율

<표 1> 가스 흡수식 냉온수유닛 개발사양

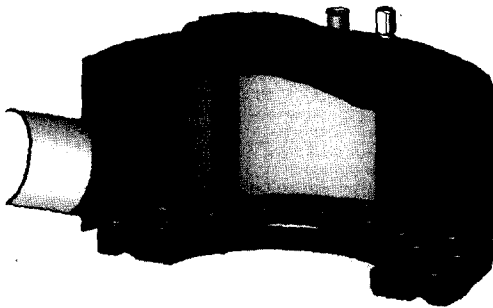
MODEL NAME	Model	
	AA-H3.4G2	AA-C3.4G1
냉방능력(Kcal/h)	10,300	10,300
난방능력(Kcal/h)	16,000	16,000
급탕능력(Kcal/h)	-	25,000
전원	AC220V 60Hz	AC220V 60Hz
사용가스	13A	13A
Size(HxWxD)	1792×700×575	1792×970×575
소비전력(냉방) W	900	900
소비전력(난방) W	500	500
소비전력(급탕) W	-	70
냉온수입출구온도(℃)	12.7 → 7	12.7 → 7
온수입출구온도(℃)	51.2 → 60	51.2 → 60
냉온수순환수량(ℓ/h)	1,814	1,814
기외양정(mAq)	10	10
소음(dB)	500이하	500이하
Weight(kg)	230	265

<표 2> 각 부의 개발내용

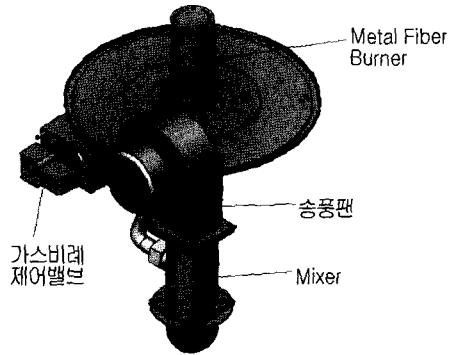
항목	개발내용
용액펌프	• 용액 펌프개발 • BLDC Motor Drive Unit 개발
열교환기	• 고온 및 저온 일체형 판형열교환기 개발 • STS 열교환기 Ni-Brazing 기술개발
냉각탑	• 3.4RT용 초소형 냉각탑 개발
연소기	• Metal fiber 가스버너 및 비례밸브 적용
진공밸브	• 냉난방 절환밸브 및 수동밸브 개발
제어부	• 마이콤 제어를 위한 S/W 프로그램 개발

<표 3> 본체부 주요 부품의 개발내용

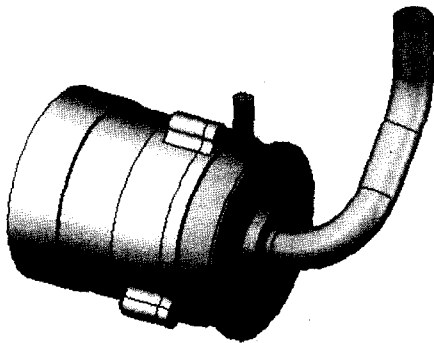
항목	개발내용	비고
버너	Metal Fiber	TDR 1 : 4
증발기 전열관	특수코팅	부식방지효과, 젖음률 향상
HTG	Safety factor 1.3 이상	내구성 확보
해정장치	자동	정전발생 대응 가능
용액펌프	Safety Factor 1.8 이상	신뢰성증가 내구성확보



[그림 2] 고온재생기부



[그림 3] 버너부 조립도



[그림 4] 용액펌프부 조립도



[그림 5] Plate heat exchanger

<표 4> 판형 열교환기 세부 제원

NO	판형 열교환기 크기 및 개요
1	크기 : 폭 76 mm, 길이 475 mm
2	Channel 간격 : 1.0 mm
3	열교환판 두께 : 0.3 mm
4	유로 두께 : 0.7 mm
5	Counter Flow Type and Ni-brazing
6	고온열교환기와 저온열교환기의 일체형

을 이루었다.

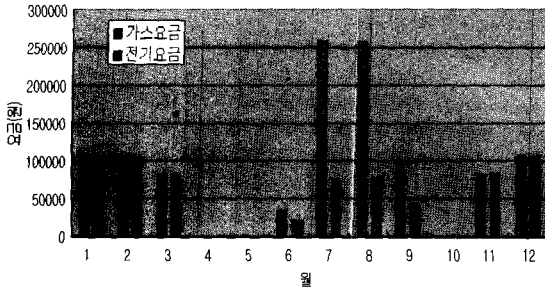
그림 3은 버너부의 간략한 조립도를 나타낸다. 연소실 체적의 감소를 위하여 화염길이가 짧고 TDR이 높으며, 부분부하의 부하범위가 우월한 메탈 파이버 버너를 적용하여 연소실 체적을 감소하였다. 또한 메탈 파이버의 적용으로 역화방지가 가능하며, 연소의 안정성이 증대되었다. 저연소 및 고연소에서 각각 O₂는 4% 이하로 나타났으며, CO 40ppm이하, NO_x는 50ppm이하로 측정되었다.

그림 4는 용액펌프의 간략한 조립도를 나타낸다. 용액펌프는 Magnetic driven pump 이며, 임펠러와 구동부가 분리된 구조로 stainless steel 재질을 사용하여 용액에 의한 부식을 방지하였고 진공 누설 없이 제작되었다. 고온재생기로 유입되는 물은 희용액의 원활한 공급을 위하여 고향정 BLDC 용액펌프를 적용하였다. 용액펌프는 부분부하에서의 입열량 기

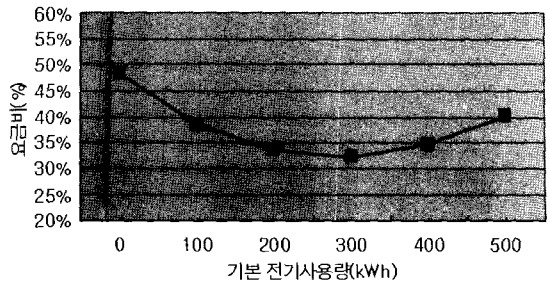
준으로 제어가 되며, 에너지소비가 적고 PI 제어를 통하여 가변제어 되는 BLDC 모터를 적용하였다. 또한 장시간의 운전 및 잦은 단속운전에 의한 펌프의 신뢰성을 향상하여 안전계수 1.8 이상의 높은 신뢰성을 확보한 고향정 펌프를 개발 적용하였다.

흡수식 냉온수유닛에 있어서 냉방 성능은 열교환기의 효율과 성능에 의해 크게 좌우되며, 특히 냉방 COP를 높이기 위해서는 열교환기의 성능 및 효율은 더욱 중요하다. 흡수식 냉난방기의 크기를 소형화하기 위해 고온열교환기와 저온열교환기의 일체형인 판형열교환기를 사용하였다.⁽²⁾

여기서 적용된 판형열교환기의 형태는 그림 5와 같으며, 그 크기와 특징은 표 4와 같다.



[그림 6] 월별 전력 및 가스요금 비교



[그림 7] 전기냉방에 대한 가스냉방 요금비교

<표 5> 신형모델의 냉난방 효율

항목		구형	신형
냉방	능력	9,072	10,334
	COP	0.8	0.89
난방	능력	11,000	16,834
	효율	70	84

<표 6> 운전비 비교(3RT 기준)

(단위:원)

구분	가스 냉난방(A)			전기 냉방+가스 난방(B)			차액(A/B)
	전기	가스	소계	전기	가스	소계	
냉방만	89,600	131,310	220,910	656,840	-	656,840	435,930 (33.6%)
난방만	47,180	443,950	491,130	47,180	443,950	491,130	-
합계	136,780	575,260	712,040	704,020	443,950	1,147,970	435,930

• 개발 결과

앞서 언급한 각 부의 구조개선 및 최적설계에 따라 구형모델에 비하여 표 5와 같이 냉방 COP 0.89, 난방효율 84%를 얻어 목표값 이상으로 성능이 향상되었다. 또한 각 부품의 Safety factor를 1.3이상으로 설계하여 제품의 내구성을 기하였으며, 기기의 신뢰성을 확보하기 위하여 저온저습 및 고온다습 시험과 Road Test를 시행하였다.

상품화

상품화 개발 추진 계획

현재 양산 중인 3.4RT급 모델은 패키지 및 룸에어컨 출하량의 약 88%가 4RT급 미만인 점을 감안하여 개발 및 양산되었으나, 주거 및 사무공간의 다변화에 따라 다양한 냉방 및 난방용량의 개발이 필요하다. 이에 대응하기 위하여 2004년 5RT급 냉온수 유닛의 개발과 설치조건 및 설치면적의 다양화에 따라 FF(Forced Draught Balanced Flue) 방식의 기기개발이 점진적으로 이루어질 것이다.

경제성 평가

국내 월별 냉난방기기의 사용에 따른 전력 및 가

스요금은 그림 6과 같이 7, 8월에 집중적으로 요금이 증가하는 것으로 나타나며, 냉방이 시작되는 6월~9월간 냉방사용에 따른 사용요금을 비교하면 그림 7과 같다.

그림 7과 같이 누진제를 적용한 주택용 기본 전기 사용량은 전기냉방과 가스냉방의 요금비가 최저 32.25%의 요금절감 효과가 발생한다. 또한, 기본 전기사용량 200kWh/월을 고려한 소형 가스 흡수식 냉온수 유닛과 전기냉방/가스난방을 이용하는 기기와의 운전비를 비교하여 보면 표 6과 같다. 가스 냉/난방기의 경우 냉방 시 전기 냉방/가스 난방을 사용하는 기기에 비하여 약 33.6%의 전기비용의 절감효과가 있다.

결 언

소형 가스흡수식 냉온수 유닛의 기술개발 및 상품화는 에너지 수급 균형에 부응하고, 에너지절약의 하나의 수단으로 중요한 의미를 가지고 있다.



가스냉방 보급 확대의 궁극적 목표는 가스-전력간의 상호보완적 역할 및 에너지 이용합리화를 통한 국가경쟁력 제고에 있다. 즉, 전력부하의 상당부분을 차지하는 냉방수요를 천연가스를 이용한 냉방으로 대체함으로써 안정적인 전력수급을 유지하는 것은 물론 천연가스의 기저부하 향상을 통해 가스·전력간 관련설비의 이용효율을 향상시킬 수 있기 때문이다. 현재 가스냉방 점유율은 전기냉방대비 10% 수준이며 향후 기술개발과 보급노력의 활성화로 30% 수준까지 확대될 필요가 있다.

가스냉방 대체 효과(약 3%)와 생산적 측면에서 양산화의 경제성을 고려하면, 소형 가스흡수식 냉온수 유닛의 생산 대수는 2010년에 약 17만대 이상이 될 것으로 기대되며, 약 1000억원 이상의 시장성을 가지고 있는 것으로 판단된다.

이러한 기기의 상품화는 미래 수요를 위한 기술개발 투자, 국내의 전문 공조업체와의 생산기술 접목, 국가 기술기준 제정 그리고 정부의 관심등 분위기가 고조되어 있어 가스 흡수식 냉온수 유닛의 보급 확대는 빠른 속도로 진행될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 가스냉난방기 경제성 분석 및 보급전망, 한국가스공사 연구개발원, 2002, COEX.
2. Choi, B. K., Yoon, J. I., 2000, Over heat control of the high temperature generator on heating mode in domestic absorption heater chiller, Proceedings of the SAREK 2000(II), Summer Annual Conference, pp. 949-953.