

2중 효용 흡수식 냉온수기 고효율화 개발 현황

흡수식 2중 효용 냉온수기의 개발 현황을 소개하고자 하며, 흡수식 관련 연구개발이 보다 활성화 되는 방향을 제시하고자 한다.

박찬우

LG전선 기계연구소 (cwpark@cable.lg.co.kr)

국내 고효율 제품 개발의 필요성

하절기 및 동절기의 중대형 빌딩의 냉난방 부하 대응에 흡수식 냉온수기가 차지하고 있는 비율이 높음으로 흡수식 냉온수기의 고효율화가 경제 및 산업적으로 건물 에너지 절감 및 국가 전체 가스 에너지 절약에 미치는 파급 효과는 매우 크다. 흡수식냉동기는 근본적으로 오존파괴의 문제가 없는 냉매를 사용하고 있고, 고급연료인 LNG를 주로 사용하고 있기 때문에, 지구온난화 유발물질인 CO₂ 배출량이 다른 연료에 비해 작다. 아울러 극소량의 공해물질(Nox, Sox)을 방출하며 공해문제를 별로 발생시키지 않기 때문에 흡수식냉동기의 연구개발을 거의 하지 않은 서방 선진국에서도 환경친화적인 흡수식 제품에 대한 관심이 최근에 급증하고 있다.

가스공사에서 흡수식 냉동기 수요자에게 많은 세제 지원을 하여 80년대 이후 흡수식 냉동기의 market share는 급증하여 현재 약 80%에 이르고 있는 실정이다. 한편, 정부에서 추진하는 건물에너지 효율 등급제 실시에 따라 고효율 공조기에 관심이 급증하고 있으며, 향후 일반 건물에도 그 적용이 확산되리라 예상된다. 이러한 변화에 적절히 대응하기 위해서는 국내에서도 흡수식 냉온수기의 성적계수(COP)를 현재 국내수준인 1.0 정도에서 벗어나 선진국 수준의 COP 1.35 고효율 냉온수기를 개발에 많은 관심을 갖고 있다. 해외에서도 고효율 제품의 제

품사양이 높아지고 있어서 수출 목적으로도 고효율 제품의 개발은 중요한 상황이다.

흡수식 냉온수기의 고효율화 적용 기술

흡수식 시스템의 강국이라 볼 수 있는 일본은 히타찌 및 산요, 가와사끼 중공업을 중심으로 2002년에 COP 1.3이 넘는 제품을 이미 출시하였으며, 히타찌에서는 동일한 성능을 유지하면서 기존 제품의 60%의 체적에 불과한 콤팩트 냉온수기를 출시하고 있다. 세계 최고기술 수준인 일본에서 현재 개발하여 시판 중인 2중 효용의 LiBr/H₂O 방식 흡수식 냉온수기로써 각 회사별 성적계수를 보면 표 1 같다. 이러한 냉동기에 적용하고 있는 고효율 및 소형화 기술을 보면 표 2, 3과 같다.

아울러 고효율 사이클 형성으로서는 각 회사 마다

<표 1> 시판중인 일본의 현재 흡수식 냉온수기 효율 및 부피

회사	용량(RT)	부피	COP
산요	300 ~ 500	대략적 동일	1.35
히다찌	100 ~ 500	대략적 동일	1.35
히다찌	100 ~ 500	60%감소	1.01
가와사끼	80 ~ 700	대략적 동일	1.3

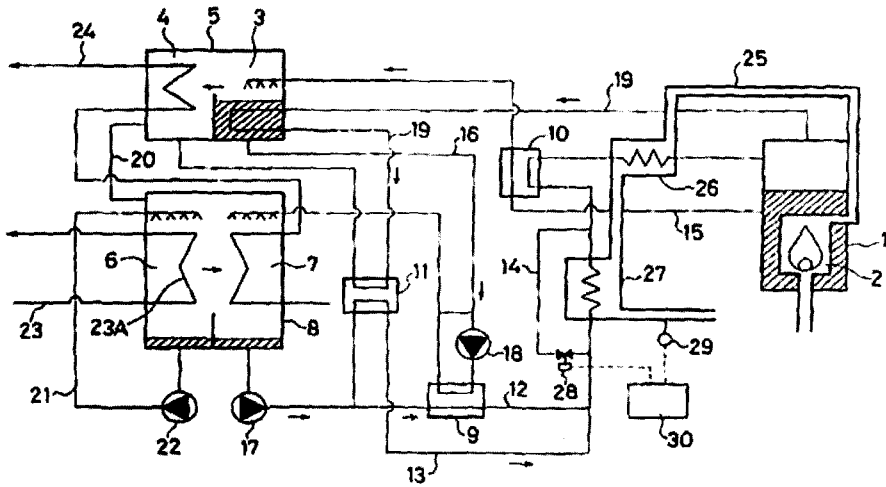


<표 2> 주요 고효율 기술

에너지 절감 원리	주요기술	COP 증가율	COP
기본 사이클	2중 효율 사이클	-	1.02
내부 열회수 효율 향상	고효율 용액열교환기	0.12	0.33
	용액 냉각 흡수기	0.02	
	냉매 드레인 열교환기 부착	0.06	
현열 부하 저감	냉수/냉각수 대온도차 적용	0.02	0.33
	흡수기/증발기 UA증가	0.01	
	2단 증발/흡수기	0.02	
	용액 순환량 감소	0.02	
연소 배가스 열 회수	배가스 열회수기	0.06	1.35
합	-	0.33	

<표 3> 주요 소형화 기술

요소기기	적용방안	영향	비고
흡수기/증발기	판형 흡수기/증발기	열교환기 성능 향상, 체적축소	미적용 단계
흡수기/증발기/응축기	소구경 전열관	체적축소	구경 12.7mm
고온 재생기	연상화염 버너	체적축소, 작동 기동성 향상, 원가절감	히타찌 만 적용

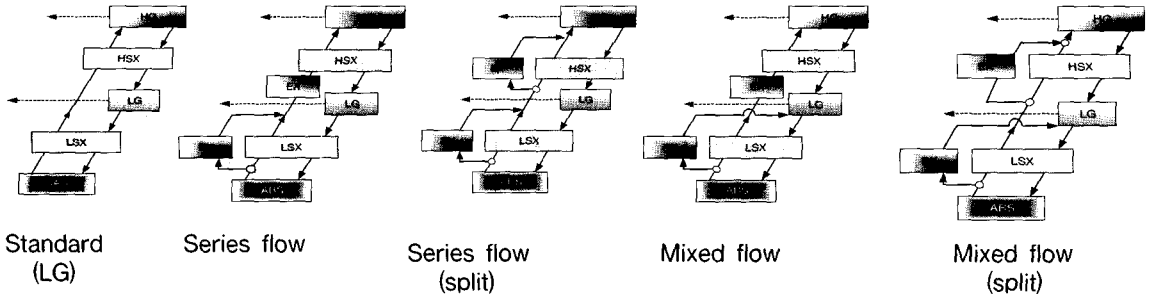


[그림 1] 고효율 흡수식 냉온수기 사이클(산요)

전통적으로 고수하고 있는 사이클을 변형하여 고효율화를 이루고 있다. 본 그림 1은 산요의 고효율 사이클의 적용 일례를 보이고 있다. 한편, 일본의 고효율 흡수식 기기 장려정책으로는 흡수식 그린 제도라는 것을 실시하여 고효율 기기 수요자에게 세제 혜택 등을 주고 있다.

현재 국내 기술 수준

국내의 흡수식 관련 주요 제조업체는 3~4 정도이나 2중 효율의 LiBr/H₂O 방식 흡수식 냉온수기의 효율은 외국 업체에서 10여년전 기술 이전 받은 수준인 COP 1.0 정도에 머무르고 있다. 일부에서 그 동



* HG : 고온 재생기, HSX : 저온 열교환기, LG : 저온 재생기, RX : 냉매드레인 열교환기, ABS : 흡수기, EX : 배가스 열 교환기 LSX : 저온 열교환기

[그림 2] 고효율 사이클의 흡수용액의 흐름

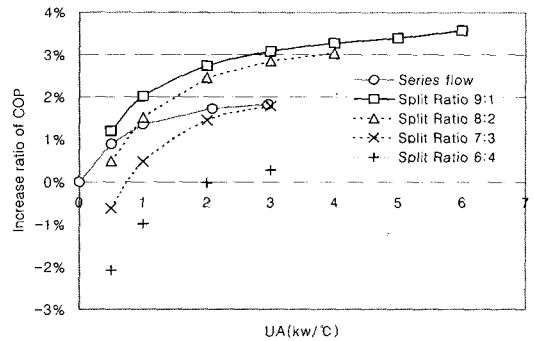
안 효율향상에 노력을 기울이고 있으나 현재로서는 그 효과 및 파급이 저조한 현실이다.

국내에서는 아직까지 보편적인 흡수식 냉온수기 성능은 COP1.0에 머무르고 있으며, 기술 경쟁력에서 뒤쳐지고 있었던 중국도 국내의 기술 보다 한층 더 비약적인 발전을 이루어 COP 1.2를 이루고 있다. 향후 이러한 중국의 추격을 해외시장에서 가격적, 기술적인 차별성이 없이 경쟁하는 것은 거의 경쟁력이 없으며, 이를 극복하기 위해서는 보다 선진국과 동등한 수준의 효율과 독자적인 기술력을 확보해야 한다.

흡수식 국내 기술개발이 저조했던 이유로는 시장 환경적 측면에서 국내 흡수식 시장의 고객이 건물 주인이 아닌 건설사나 건축 설비 회사의 비중이 큰 관계로 고효율 기기 보다는 저가 기기를 선호하고 있으며 고효율 흡수식 기기 소비자의 혜택 기준도 없어서 고효율기기 개발의 걸림돌이 되고 있는 것이 현실이기 때문이다. 국내의적으로 어려운 상황에서 현재까지 연구 개발 중이며 개발된 본사의 흡수식 기기 제조 회사의 주요 상황을 검토해 보고자 한다.

고효율화

연구 개발 단계로서 2003년 HARFKO 전시회에서 COP 1.2 기기를 전시하였으며, 주요 채용 기술로서는 배가스 열교환기, 냉매 드레인 열교환기, 고효율 용액 열교환기 등이다. 그림 2는 적용 사이클의 흡수용액의 흐름을 나타낸 것이며, 현재 이들 몇 개의 것을 적용 실험하는 단계이다. 여러 가지 사이클중에서 고효율 요소기기의 위치결정 및 용량이 매우



[그림 3] 직렬흐름에서 냉매 드레인 열교환기의 UA 및 분배율에 따른 성능 증가량(210RT)

중요한 사항이다. 현재 아울러 표 2에 제시한 기술을 적용하여 COP 1.35정도의 고효율이며 저가 기기 개발에 연구를 기울이고 있다.

그림 2에서 직렬흐름과 혼합흐름으로 대별 할 수 있는데, 혼합흐름은 직렬흐름과 병렬 흐름의 장점을 이용한 것이다. 운전 제어 요소로서 직렬흐름에서는 냉매드레인 열교환기에서 흡수기 출구에서 공급되는 저온의 회용액 분배율, 배가스 열교환기의 위치 및 회용액 분배율이 성능에 주요변수가 되며, 혼합흐름에서는 회용액이 흡수기 출구에서 저온 재생기로 가는 비율에 따라 그 성능 특성이 많이 바뀐다.

그림 3은 냉매 드레인 열교환기로 공급되는 용액 분배 비율에 따라 그 성능 변화율을 계산하여 파악한 것이다. 분배비율이 냉매 드레인 열교환기로 전체 회용액의 10% 정도가 공급되어야 성능이 가장 우수한 것으로 파악된다.



그림 4는 혼합 흐름에서 흡수기의 회용액 출구 유량($m_{s,o}$)중 저온 재생기로 가는 용액($m_{s,sp}$)분배율에 따른 다른 요소의 소요 열량 변화 및 고온재생기 온도, COP 변화를 나타낸 것이다. 동일한 성능을 유지하려면, 회용액이 저온 재생기로 가는 유량이 증가할수록 저온 열교환기 및 저온 재생기 열량은 증가하며, 고온 열교환기 열량은 감소한다. 그 용액 분배율이 0.4 정도일때 고온 재생기의 용액온도가 165°C로 유지되며, 고온 재생기의 고온 부식을 피할 수 있다. COP 증가율도 직렬흐름보다 대략 6.6% 증가된 경향을 나타낸다.

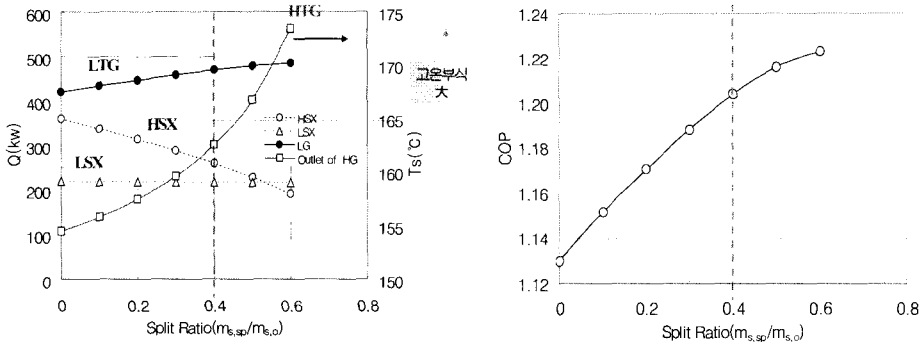
소형화

고온 재생기의 소형화 관련 연구는 활발히 진행되어 있는 상태이며, 고온재생기 효율을 기존 것과 동일하게 유지시키면서 고온 재생기를 기존 체적대비 40%이상 감소시키는 것을 목표로 하고 있다. 최근 연구 개발한 후 실 기기에 적용하여 만족 할만한 결

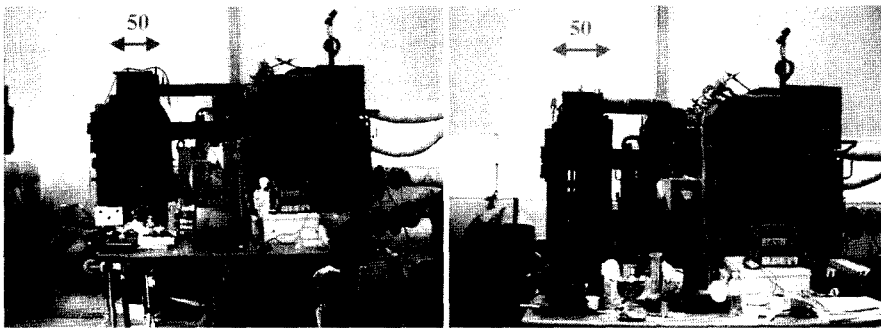
과를 얻었다. 관련 세부 설명은 표 4에 설명하였다. 본 기기가 기존 고온 재생기와 다른 것은 예 혼합식을 적용한 표면 연소 버너를 사용하고 있다는 것이다. 이는 새로운 방식의 버너를 도입하여 기존 버너의 연소공간을 대폭 줄이는 것이다. 이러한 방식은 그림 6과 같이 일본의 히타찌와 유사한 방식을 채택하고 있는데 다소 상이한점은 국내는 메탈 화이버 버너를 채택하였고 일본의 히타찌는 세라믹 버너

<표 4> 고효율 초소형 고온재생기 특성(LG cable)

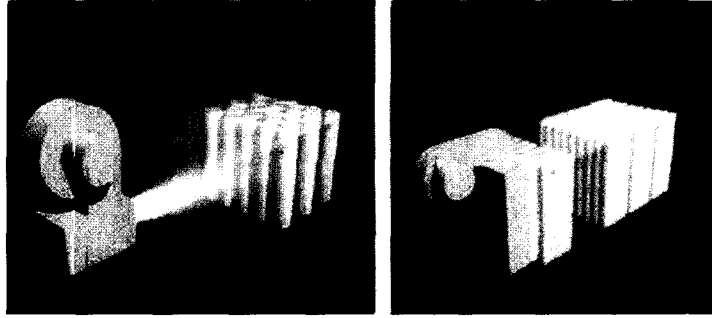
항목	세부	비고
연소기	표면연소 예혼합방식	저 Nox, 고효율
	예혼합기	선승압 후회전 분사 방식
	2단 직렬 흐름 방식	-
전열부	수관식, 연관식	-
크기	기존대비 40%축소	폭 축소(슬림형)
성능	기존대비 최고 5% 향상	배가스 온도 180°C



[그림 4] 혼합흐름에서 용액 분배율에 따른 각요소 열량 및 고온재생기 온도, 성능 증가량(210RT)



[그림 5] 변경전(좌) 변경후(우)의 고온재생기(실험전경)



[그림 6] 기존고온재생기(좌측)와 표면연소버너적용 고온재생기(우측) (히타찌)

를 채택한 예 혼합 방식을 사용한다는 것이다.

기타 소형화 기술로는 고효율 소구경 전열관 적용 흡수기/증발기 개발 등에 많은 관심을 갖고 연구 개발중에 있다.

결 언

국내에서는 아직까지 중소기업을 포함한 보편적인 흡수식 냉온수기 성능은 COP1.0에 머무르고 있으며, 이는 산업화를 최근에 이룬 중국에 기술 경쟁력에서도 크게 뒤쳐지는 사항이다. 최근에 중국은 저임금 고 기술로 보다 비약적으로 중국내 시장 및 세

계 시장 점유율을 높여가고 있다. 향후 지속적인 정부의 관심과 지원 및 기술 개발이 없이는 우리나라는 흡수식 약소국으로 전락할 우려가 있다. 그동안 기술 투자에도 불구하고 흡수식 관련 기술에 커다란 성과가 적은 것은 흡수식 시장 구조 특성상 에너지 절감 성능보다는 가격이 중요한 기준이 되고, 고효율 흡수식 기기의 설치 혜택 등 관련 법적 기준이 부족하여 기술개발의 당위성을 잃게 한 것에 큰 이유가 있다고 해도 과언은 아니다. 향후 국내의 관련 법적인 제도를 시정하여 가스에너지 절약에 도모하고 고효율 기기 개발을 장려하며 선호하는 기반이 활성화되어야 한다고 본다. ●