

국내 흡수식 냉온수기의 현재 수준 및 기술동향

■ 남 상 철 / LS 엠트론(주) 중앙연구소 기계기술그룹, scnam@lsmtron.com

국내의 흡수식 냉온수기를 고효율화하기 위해 사용된 기술동향을 일본기술과 비교하고, 국내의 미흡한 부분에 대해서 소개하고, 발전방향을 제시하고자 한다.

흡수식 냉온수기는 진공에서 구동되며, 취화리튬(리튬브로마이드)의 흡수액과 냉매로 물을 사용하여, 대형빌딩, 병원 등을 냉방과 난방을 하는 제품이다. 또한 상대적으로 낮은 온도(90℃ 수준)의 폐열을 활용하여 냉방을 할 수 있는 제품인데, 주로, 산업용 스팀이나 온수 등을 열원으로 사용하여 냉방을 할 수 있는 장점을 가지고 있어 각광을 받아 오고 있다. 특히, 최근의 에너지 자원화 및 효율적 사용을 위해 흡수식 냉온수기에 대한 국내시장도 고효율화가 보편화 되고 있고, 태양열, 지열, 등의 배열들을 활용하는 방안이 요구되고 있다. 특히 고효율화를 위해서는 기존의 열교환기들을 고효율화 하거나, 새로운 열교환기를 흡수식 사이클에 포함을 시켜서 효율을 높이고 있다. 이와 같이 다양한 기술들은 현재 국내 제조사에서 모두 활용하여 고효율 제품을 개발하고 양산화를 완료하였다. 여기에 안주하지 않고 국내의 흡수식 기술을 세계 최고수준으로 도약시키고, 에너지의 자원화를 위해 에너지효율등급제를 실시해야 한다.

흡수식 냉온수기의 역사

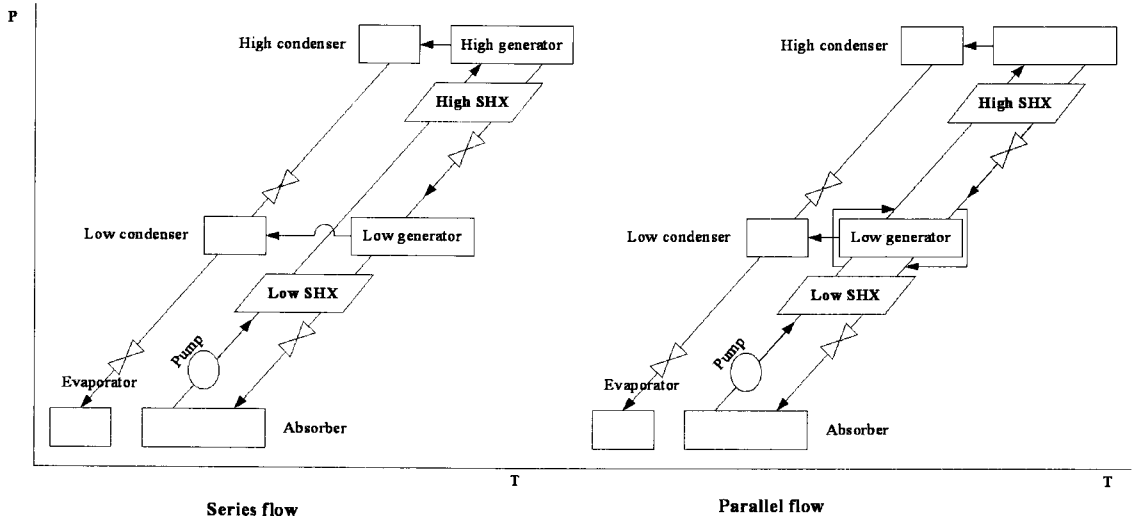
흡수식 냉동기는 고온의 열원을 이용하여 저온에서 열을 받아서 중온(주로 대기)의 상태로 열을 방출하는 냉동기로 미국에서 1929년 Servel에서 H₂O/LiCl 방식 흡수식 냉동기를 최초로 개발하였고, 1945년 Carrier에서 H₂O/LiBr 방식 흡수식 냉동기를 개발하여 상업용 및 산업용 공조기기로 시판한 이래 York, McQuay, Trane, Hunham-Bush 등이 기기개발에 참여하여 다양한 모델을 시장에 출

시하게 되었다. 그 이후 미국 내의 가스 생산량의 감소로 흡수식 냉동기의 생산량이 감소하였다. 반면, 일본의 경우는 1958년 기차회사에서 H₂O/LiBr 방식 패키지형 흡수식 냉동기를 개발하여 지역 냉난방 및 산업용으로 사용하였고, 1968년 가와사키 중공업에서 이중 효율 흡수식 냉동기를 개발하여 흡수식 기술의 주도권이 미국에서 일본으로 바뀌게 되었다. 그 이후에 Ebara, Sanyo, Hitachi, Takuma, Yazaki 등에서 7.5 ~ 2,000 RT(냉동톤)에 이르는 다양한 기종을 생산하고 있다.

흡수식 냉동기는 직접 연소방식에 의해 열을 얻는 방식과 고온의 스팀 등을 사용하는 방식이 있으나, 통상 한국에서는 LNG를 연소시켜 열을 얻는 직화식 냉온수기가 주로 사용되고 있고, 겨울에 온수도 얻을 수 있도록 만든 시스템이다.

열을 재생하는 횟수에 따라 1중 효율, 2중 효율로 통상 나누어지며, 1중 효율은 낮은 온도의 열원으로 작동될 수 있는 장점은 있으나, COP가 "0.7" 정도로 2중효율보다(통상 COP=1.0) 월등히 작아서 직화식에는 거의 사용되지 않고 있다. 2중 효율은 과거 20년 동안 산업 및 빌딩공조에서 매우 많이 적용되었고, 한국의 발전설비용량과 전력수급, 하절기 가스 저장창고 용량감소에 기여한바가 크다. 2중 효율 냉온수기는 그림 1에서처럼 대체로 직렬방식, 병렬방식의 2가지 종류가 사용되고 있으며, 모두가 증발기, 흡수기 응축기, 저온재생기, 고온재생기, 저온용액열교환기, 고온용액열교환기, 흡수액 펌프, 냉온수기 제어기 등으로 이루어진다.

최근에 일본의 여러 선진업체는 흡수식 시스템에서 사이클 내부에서의 열회수를 통한 효율 향상, 연소배기가스 열회수, 고효율 전열관, 판형열교환기를 사용한 저온 및 고온용액열교환기의 효율향상 등을 통해 2중 효율을 개량한 COP 1.30 ~ 1.35인 고효율 2중 효율 흡수식 냉온수기를 출시하였



[그림 1] 직열방식 및 병렬방식의 2중효용 흡수식 사이클

고, 현재 일본시장에서 30% 정도의 시장점유율을 향유하고 있다.

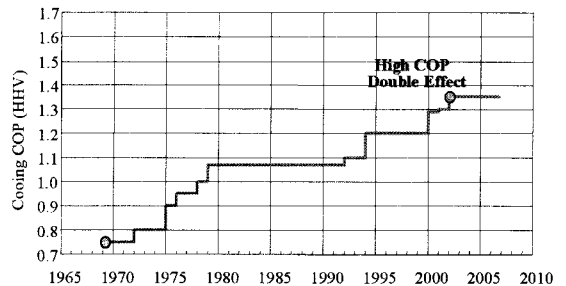
흡수식 냉온수기에 관한 최고 기술수준은?

일본의 경우, 에너지 효율에 대한 요구가 한국보다 상대적으로 높아 COP 1.3 ~ 1.35인 고효율 제품의 시장에서의 비중이 30%를 넘어섰다.

산요와 히타치는 일본의 대표적인 대형 흡수식 냉동기 제조회사로 그림 2에서처럼 10여년 전부터 고효율 흡수식을 위해 꾸준한 노력을 기울여 왔고 그 결과, 현재는 COP 1.35를 달성하고 있다. 또한 가스냉방의 전체적인 냉방용량은 1993년(4,983 RT)부터 2003년까지(10,583 RT) 꾸준히 증가하여 왔고, 흡수식 냉동기의 영역도 GHP(Gas driven Heat Pump)보다 절대우위를 유지하고 있다. 따라서 흡수식 냉동기의 고효율화는 매우 중요한 이슈사항이었고, 이를 위해 과거부터 노력해왔다. 그 결과 1중효용을 개발하여 COP가 0.7인 1969년 이후부터 지속적으로 증가시켜서 1994년에는 COP 1.2를 달성하였고, 2002년에는 COP 1.35를 달성하게 되었으며, 최근 2008년에는 가와사키(Kawasaki)에서 3중효용으로 COP1.6 제품을 출시하기도 하였다.

그중에서 산요에서는 그림 3에 보인 바와 같이

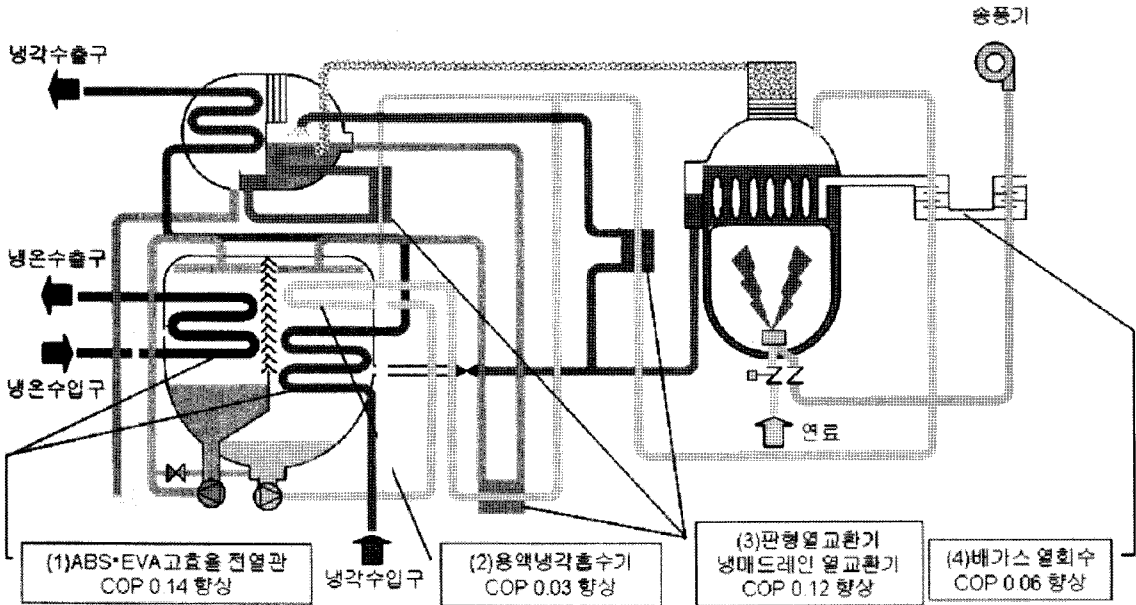
Transition of Efficiency of Absorption Chiller-Heater



[그림 2] 일본 흡수식 냉온수기의 연도별 COP 변천

사이클을 구성하고 각 구성요소들을 고효율화 함으로서 과거 COP1.0에서 COP1.35까지 효율을 향상시켰다.

상세하게 적용된 기술내용을 살펴보면, 첫째, 고효율 흡수기/증발기이다. 흡수식에서 가장 많은 전열관을 필요로 하는 흡수기와 증발기는 전열관의 열전달계수를 증가시키므로서, 필요로 하는 전열관의 수량을 열전달계수의 상승분으로 대신하였고, 그 결과로 원가상승은 최소화 가능하였다. 아울러 흡수기와 증발기의 LMTD(Log Mean Temperature Difference)를 감소시켜 증발기 및 흡수기의 엔트로피 생성을 억제하여 전체적인 시



[그림 3] 산요의 고효율 흡수식 냉온수기 사이클 다이어그램

스팀의 사이클 효율을 높였다. 실제로 이 기술에 의한 효과는 COP(Coefficient of Performance) 증가를 평가했을 때, 약 0.14 정도의 가장 높은 기여도를 보였다.

둘째, 고효율 용액열교환기 적용이다. 흡수액간의 열교환을 하는 용액 열교환기는 희용액-중간용액 사이에 열교환을 하는 고온용액열교환기와 희용액-농용액 사이의 열교환이 일어나는 저온열교환기로 구분되며, 이 용액열교환기를 기존의 셸앤튜브(shell-and-tube) 열교환기 대신에 열교환 능력이 높은 판형열교환기를 설치하여 내부 열교환량을 증가시켜 전체적인 효율을 높였다. 이것에 의한 COP기여는 0.07 정도로 추산된다.

셋째, 용액냉각흡수기(Solution Cooling Absorber)이다. 저온재생기와 저온열교환기를 순차적으로 통과한 농용액과 흡수기에서 나와서 다시 전열관 내부로 유입된 희용액과의 열을 교환함으로써 효율을 높였다. COP기여도는 약 0.03 정도로 추정된다.

넷째, 냉매 드레인 열교환기(Refrigerant Drain Heat Exchanger)이다. 저온재생기(Low Temperature

Generator)에서 응축된 냉매 증기를 용액냉각흡수기 출구에서 나온 저온의 희용액(농도가 낮은 흡수액)과 열교환시켜 사이클 내부의 열교환 효율을 높였다. 이것에 의한 COP의 기여는 0.05 정도이다.

다섯째, 용액열교환기를 기존의 셸앤튜브형에서 판형열교환기로 교체한 것인데, 용액간의 열교환 효율을 향상시킴으로서, COP기여도 약 0.07 정도이다.

여섯째, 배기가스-용액 열교환기(Exhausted gas-solution Heat Exchanger)이다. 고온재생기(High Temperature Generator)에서 나온 고온의 배기가스를 고온용액열교환기에서 나온 희용액과 열교환시키는 장치로 200℃의 배기가스를 150℃ 정도로 낮추어 보냄으로서 전체적인 시스템의 열효율을 높인다. 이 장치에 의한 COP기여는 0.03 정도이다.

일곱 번째, 공기에열기(Air Pre-Heater)이다. 배기가스-용액 열교환기에서 나오는 배기가스의 온도는 150℃ 정도로 여전히 사용가능한 열을 보유하고 있다. 이 배기가스를 고온재생기 버너의 입구에 들어가는 신선한 공기와 열교환을 시키는 장치

이다. 이 장치에 의한 COP기여는 약 0.03 정도이다. 공기에 열기는 배기가스의 부식에 견딜 수 있어야 하나 흡수식 냉동기산업이 받아들일 수 있는 가격으로 설계되어야 하기 때문에, 적절한 배기가스 온도의 선택과 부식이 일어나지 않는 환경, 즉 응축수가 생기지 않는 조건에서 운전될 수 있도록 하는 기술이 있어야 한다.

여덟 번째, 고온재생기에 사용하는 일반 버너 대신에 면상화염버너를 사용하는 것이다. 면상화염버너는 히타치에서 사용한 기술로써 2패스(Pass)인 연소가스를 1패스로 변경함으로써 기존의 고온재생기 크기를 50% 절감하고, 흡수액 양도 절감하고, 고온재생기의 효율을 상승시키는 역할을 하는 기술이다.

한편, 열을 3번 재생하는 3중 효율 흡수식 냉온수기는 가와사키(Kawasaki)에서 2006년에 개발하여 2008년에 제품화한 제품으로 COP는 1.6(고위발열량 기준)에 해당되며, 세계 최고의 수준이라고 할 수 있다. 하지만, 3중효용 제품은 운전압력이 기존의 2중효용보다 높고, 고온에서 발생하는 부식문제, 높은 가격과 같은 해결해야 하는 문제들이 남아 있어서, 보편화에는 시간이 많이 필요할 것이다.

흡수식 냉온수기에 대한 국내의 기술 수준은 어디에 와 있는가?

흡수식 관련제품은 냉방과 난방을 겸할 수 있는 냉온수기와 냉방만 가능한 냉동기로 크게 구분할 수 있다. 냉동기는 중국에서 주류를 이루고 있지만, 국내에서는 LNG를 연료로 사용하는 냉온수기가 인천국제공항, 63 빌딩, 월드컵 경기장 등 대형 건물에 주로 사용되고 있다.

이와 같은 냉온수기 시장은 과거부터 2009년인 현재까지 가장 많이 생산 및 판매가 이루어지고 있는데, COP는 1.01인 표준제품과 COP가 1.2이상인 고효율 제품이 생산 및 판매되고 있다. 일부 COP

가 1.3보다 높은 제품도 있기는 하지만, 실질적으로는 판매가 잘 되고 있지 않다.

국내에서 흡수식의 고효율화는 캐리어에서 가장 먼저 이룩하였는데, 그 때 사용한 기술들을 보면, 기존에 사용한 증발기와 흡수기에 사용한 전열관을 효율을 높인 고효율 전열관을 개발하여 적용하였으며, 용액열교환기에 브레이징(Brazing) 타입의 판형열교환기(Plate Heat Exchanger)를 사용하였고, 기존의 제품에서 없었던 고온재생기 출구측에서 나오는 배기가스와 고온재생기 입구의 농도가 낮은 흡수액간의 열을 교환하는 배기가스-용액 열교환기를 추가로 설치하여 COP를 1.21로 올렸다. 여기서 고효율 전열관이라고 하지만 당시 수준에서 고효율 전열관이라고 할 수 있지만 지금으로 보면 보편적인 수준이라고 할 수 있다.

대부분의 제조사에서는 일본에서 사용되는 고효율 기술들을 벤치마킹(Benchmarking)해서 각사의 기존 제품에 적용하는 수준이었으나, 킨텍스에서 열린 2009 한국 국제 냉난방 공조전(HARFKO)에서는 4개의 제조사에서 자체 개발한 기술들을 적용한 고효율 제품들이 출품되기도 하여 기술수준이 일본과 상당히 근접해 왔음을 알 수 있었다.

A사¹⁾는 흡수식 냉온수기의 COP가 1.2인 제품을 전시하였는데, 그 특징으로는 고효율 전열관을 채택하고, 흡수기를 증발기의 양쪽에 설치한 쌍동형 본체구조를 적용하여 COP를 0.2 정도 상승시켰다고 전시회 담당자가 답변하였다.

B사²⁾에서 전시한 COP 1.3 제품은 COP 0.3을 상승시키기 위해서, 고효율 전열관을 증발기와 흡수기에 적용하였고, 저온/고온 용액열교환기는 브레이징 판형열교환기를 적용하여 성능을 향상시켰으며, 용액냉각흡수기와 배기가스 열회수기, 냉매용액열교환기를 적용하였다. 그리고, 당사의 표준제품에 비해서 중량을 10% 줄였으며, 설치면적을 17% 감소시켰다고 발표하였다. 하지만, 일본에서 COP를 0.35 상승시키기 위해서 사용한 고효율 기

- 1) A ~ D사의 제품에 적용된 기술과 COP들은 해당 사의 홈페이지와 카탈로그를 기준으로 작성하였고, COP 비교를 위해 고위발열량 기준으로 작성함.
- 2) A ~ D사의 제품에 적용된 기술과 COP들은 해당 사의 홈페이지와 카탈로그를 기준으로 작성하였고, COP 비교를 위해 고위발열량 기준으로 작성함.



술들 중에서 공기에열기만을 제외하고 모두 적용한 경우이기 때문에 제조원가가 상당히 높을 것을 추측할 수 있다. 더구나, 저온 및 고온 용액열교환기를 고가의 브레이징 판형열교환기를 적용하여, 원가상승에 원인을 제공하였을 것으로 생각된다. 한편 현재까지 적용해 오던, 흡수액의 병렬 흐름 방식에서 직렬흐름 방식으로 변경한 것이 큰 특징이다.

C사는 병렬흐름방식과 2단 증발/흡수식 사이클을 채택하여 COP 1.35를 달성한 제품을 전시하였다. 여기에 적용된 기술들은 고효율 전열관, 2단 증발/흡수 방식, 판형열교환기 적용 등이 있다. 고효율 전열관과 2단 증발/흡수방식은 증발기와 흡수기측에 적용되었으며, 판형열교환기는 고온/저온용액열교환기에 브레이징 판형열교환기를 적용하였다. 한편, C사는 2006년 일본의 히타치사와 터보냉동기와 흡수식 냉온수기유닛에 대해서 기술협약을 체결한 바가 있다.

D사에서 출품한 제품은 COP가 1.23 수준이며, 크기가 기존의 COP 1.26의 제품에 비해 크기가 26% 축소되었으며, 그 크기는 COP가 1.01인 표준제품보다 더 작다고 발표하였다. 제품에 적용된 고효율 기술들은, 증발기와 흡수기에 고효율 전열관을 개발하여 적용하였고, 용액열교환기를 기존의 브레이징 판형열교환기와 셀앤티브(원통다관형) 열교환기 또는 용접형 판형열교환기 대신에 새롭게 저온용액 및 고온용액형 판형열교환기를 개발하여 적용하였다. 기존에 사용해 오던 브레이징 판형열교환기는 브레이징의 특성상 고온에서 장시간 사용할 경우, 내부적으로 누설이 발생할 수 있기 때문에 외국의 전문업체 제품을 많이 사용해 왔다. 하지만, 수입제품들은 납품가능 일이 1개월 정도로 길고, 가격도 비싸다는 단점을 가지고 있는데, 이를 해결하기 위해서 2005년 7월부터 수행오던 국책과제를 통하여 협력업체와 공동으로 용접형 판형열교환기를 개발하여 저온과 고온용액 열교환기에 적용하였다.

또한, D사는 국책과제를 통해 2008년 1월에는 COP 1.32의 시험성적서를 확보하였고, 2009년에는 COP 1.33에 대한 고효율 기자재 인증서도 확보하였다.

결국 국내의 흡수식 냉온수기 제조사들의 기술수

준은 일본과 동등한 수준의 COP 1.3x에는 도달하였으나, 시장형성이 초기단계이기 때문에 판매는 활성화되지 못하고 있다고 추측할 수 있다. 하지만, COP 1.2급 제품들은 2008년과는 달리, 금년에 와서는 표준형 제품시장에서 고효율 제품시장으로 옮겨가는 경향을 나타내고 있다.

왜 효율이 낮은 제품일수록 잘 팔리는 것일까?

국내의 흡수식 시장에서 통용되고 있는 제품은 앞서 언급한 바와 같이 표준형 제품(COP 1.01)이다. 고효율 제품이 보편화 되고 있는 일본과는 상당한 차이가 있으며, 최근 지구온난화와 관련하여 에너지 사용의 효율화 등의 여러 가지 취지와는 맞지 않는 모습을 보이고 있다.

그 원인을 살펴보면, 일반 빌딩이나 대형 건물에 사용되는 냉난방기는 건설사 등이 제품을 구매하는 주요 고객이다. 특별히 설치할 냉난방기에 대해서 효율과 모델명을 요구하는 경우를 고객을 제외하고는, 건설사나 설계 사무소에서는 냉난방 기능을 할 수 있는 제품을 최저 가격으로 구매하는 것은 당연한 결과라고 할 수 있다. 고효율 제품을 구매하는 것은 범지구적이거나 범국가적인 차원에서 장려해야 할 일이라고 생각한다. 물론, 관공서 등에서는 고효율 제품의 사용을 의무화 하고 있기는 하지만, 관공서에 국한을 두지 말고, 그 범위를 넓혀서 적용할 수 있도록 해야 할 것이다.

한편, 국내에서 흡수식 중에서 고효율 제품이라고 하면, COP가 1.2 이상인 제품을 말하는데, 에너지관리공단에서 발급하는 고효율 기자재 인증서가 COP가 1.2 이상인 제품에 대해서만 인증서를 발급하고 있기 때문이다.

그나마 고효율 기준이 COP 1.00 이상에서 1.20 이상으로 상향조정이 된 이후부터 서서히 효율이 높은 제품에 관심을 가지게 되고, 시장형성도 이루어지게 되었다. 그 결과, 2009년 현재는 작년까지에 비해서 고효율 제품의 매출이 현격하게 증가되고 있어 기존의 표준형 시장에서 고효율 시장으로 옮겨가고 있는 것 같아서, 개인적으로 다행스러운 일이라고 생각한다.

이렇게 하면, 지구온난화 방지와 이산화탄소 배출량을 낮출 수 있지 않을까?

COP 1.2 이상의 제품에 대한 시장이 어렵게 형성되고 있는 지금, 정부와 민간차원에서 조직적이고 체계적인 노력을 쏟아 현재 이슈화 되고 있는 녹색성장, 그린비즈니스, 스마트 그리드(Smart Grid) 등에 맞게 COP가 1.3 이상의 높은 고효율 제품도 시장에서 통용될 수 있는 환경조성이 되었으면 하는 희망이다.

즉, 가까운 미래의 흡수식 제품은 단순한 고효율에 대한 흑백논리가 아닌, 에너지 효율 등급제³⁾를 실시해야 한다. 가칭 “에너지 효율 등급제”라는 것은 다양한 효율을 가진 제품에 대해서 에너지소모량을 등급으로 표현함으로써, 해당 제품이 획득한 등급을 소비자에게 알리고, 그 등급에 따라 정부나 민간차원에서 주는 혜택과 기회를 차등해서 적용함으로써, 에너지절약과 에너지자원효율화를 효과적으로 이루하자는 것이다.

현재 세계적으로 2중/3중 효율 흡수식 냉온수기 제품중에서 최고인 COP 1.6과 최저인 1.00 범위 내에서 0.05 간격으로 등급을 나누면 표 1과 같이 8개의 등급을 나눌 수가 있다.

앞서 언급한 바와 같이 국내 흡수식 제조사에서는 이미 세계적인 수준의 기술을 확보하여 세계적인 고효율화 기술을 사용 및 확보해 둔 상태로, COP 1.2 수준은 이미 제품화와 양산화를 이룩하였고, COP 1.3 수준까지는 자체적인 기술을 확보한 상태로, 일부 제품화와 연결시킨 것으로 알려지

고 있다.

하지만, 국내의 고효율 기자재 인증과 관련하여 시장에서 통용되거나 인정받는 제품은 주로 표준형과 COP 1.2 수준의 제품이기 때문에, 국내 제조사에서는 COP가 1.2 수준의 제품에만 주력하고 있지, COP가 1.3 수준의 제품에는 주력을 다하지 않는 모습을 보이고 있다. 이는 현행의 고효율 제도에 변화가 필요함을 입증해 주고 있는 것이다. 정부정책에서는 에너지의 자원화, 에너지의 고효율화 등을 통하여 녹색성장을 하자고 주장하고 있는데, 흡수식 냉온수기에 대해서는 현시대와는 조금 동떨어져 있는 듯한 생각이 든다.

대안으로 에너지효율등급제와 같은 제도를 도입해서 시행한다면, 에너지를 효율적으로 사용할 수 있으며, 저탄소 녹색성장에 잘 맞는 것이라고 할 수 있을 것이다.

그런데, 에너지효율등급제를 시행하기 위해서는 반드시 해결해야 할 문제점이 있다. 그것은 바로 정확한 COP를 측정하고 이를 인증해 주는 전문적인 기관과 실험설비가 필요하다.

현행의 고효율 인증제도는 제조사에서 인증실험을 에너지관리공단에 요청하면, 한국산업기술시험원(KTL)에서 요청한 제조사의 제조현장에 방문하여 냉방 및 난방능력 평가를 실시하여 얻은 실험자료를 바탕으로 냉방능력과 COP 그리고 난방능력들을 인증해 주고 있다.

즉, 제품의 COP를 정확하게 측정하고 인정해 주는 기관은 있지만, 성능과 효율을 측정하고 평가하기 위해 사용되는 냉수(Chilled water)와 냉각수

<표 1> 에너지효율등급제

효율등급	해당 COP	효율등급	해당 COP
1	1.35 이상	5	1.20 미만 - 1.15 이상
2	1.35 미만 - 1.30 이상	6	1.15 미만 - 1.10 이상
3	1.30 미만 - 1.25 이상	7	1.10 미만 - 1.05 이상
4	1.25 미만 - 1.20 이상	8	1.05 미만 - 1.00 이상

3) 에너지 효율 등급제 : 단순히 COP[Coefficient of Performance, 입력 에너지(흡수식에서는 가스 입열량)와 출력 냉방능력에 해당되는 에너지의 비, 높을수록 효율이 높음.]나 효율을 나타내는 것보다, 실제로 동일한 냉방능력을 얻기 위해 사용하는 에너지 소모량을 측정하고 그 소모량에 따라 등급을 부여하는 제도임.



〈표 2〉 냉수 출구온도와 냉각수 입구온도 변화에 따른 냉방용량 달성비율

냉수 출구온도	냉방용량비	냉각수 입구온도	냉방용량비
-	-	30.0℃	109%
6.0℃	90%	31.0℃	105%
6.5℃	95%	31.5℃	103%
7.0℃	100%	32.0℃	100%
7.5℃	102%	32.5℃	94%
8.0℃	104%	33.0℃	89%
-	-	34.0℃	77%

(Cooling water) 공급 및 제어 설비가 객관화된 것이 아니라는 것이다. 다시 말하면, 냉수/냉각수 설비는 원하는 공급유량을 기준으로 $\pm 5\%$ 이내로 실제 공급되어야 하고, 온도제어도 원하는 온도기준으로 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ⁴⁾ 이하로 공급이 가능해야 한다. 왜냐하면, 흡수식 제품은 냉수출구온도와 냉각수 입구온도에서 0.5°C ⁵⁾의 차이에 따라 얻을 수 있는 냉방능력은 표 2에 나타낸 바와 같이 크게 나타날 수 있다.

현재까지 고효율 기자재 인증서와 관련하여 냉방능력 시험기준 조건은 냉수출구온도가 $7^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 이고, 냉각수 입구온도가 $32^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 이다. 표 2에 보는 바와 같이 냉수출구온도가 7°C 를 기준으로 1°C 가 높은 8°C 가 되었을 경우, 실제의 냉방능력보다 4%가 높게 나올 수 있으며, 냉각수 입구온도가 30°C 인 경우는 실제의 냉방능력보다 9%가 높게 나올 수 있다는 뜻이다. 여기서, 이 두 가지 조건(냉수출구온도 8°C , 냉각수 입구온도 30°C)이 동시에 적용이 될 경우는 냉수출구온도가 7°C 이고, 냉각수 입구온도가 32°C 인 표준조건에 비해 약 9% 이상 높게 평가될 가능성이 매우 높다. KS B 6271⁶⁾과 KS B 8207⁷⁾에는 각각 기준 온도에서 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 로 규정되어져 있는데, 이 기준을 고효율 기자재 인

증을 위한 냉방능력 시험조건에 적용해야 바람직할 것이다.

왜냐하면, 앞서 제안한 등급간 COP의 차이는 0.05 이상의 범위에서 오차가 발생할 수 있기 때문이다. 그렇다면, 등급구분을 0.1로 해야 하는가? 그것은 생각해 볼 문제라고 생각한다. 다만, 온도제어가 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 이내로 제어되는 설비들은 갖추고, 제품에 공급하는 냉수와 냉각수의 온도를 정밀하게 제어할 수 있다면, 해당 제품에 대한 정확한 냉방능력을 측정할 수 있고, COP 또한 0.05 이내로 정확하게 측정할 수는 있다고 생각한다.

맺은말

국내 흡수식 제조사는 이미 COP 1.2를 넘어 2중효율의 최고수준이라고 할 수 있는 COP 1.3 수준의 제품도 이미 양산화하고 있어, 고효율화 기술의 활용측면에서 세계 최고수준에 근접해 있다고 할 수 있다. 따라서, COP 1.2를 기준으로 고효율 기자재 인증서 발부여부를 결정하는 현행의 제도보다, 저자가 주장하는 “에너지효율등급제”를 실시하여, 효율이 높은 제품을 제조사에서 개발할 수 있도록 정책적으로 유도하는 것이 바람직하다고 생각한다.

지난 30년간 흡수식 제품을 생산하고 판매해 온 지난 시간에 비해, 최근의 짧은 시간동안 국내의 흡수식 분야에는 상당히 많은 변화와 진화를 해 온 것 같다. 비록 좀 늦은 감은 있는 것 같지만, 지금이라도 특정한 COP에 국한되거나 한정하지 말고, 에너지 자원을 효율적으로 활용할 수 있는 고효율 제품이나 고효율 기술을 끊임없이 개발해야 한다. 또한, 무분별한 에너지의 사용으로 인해 현재 일어나고 있는 지구온난화와, 여기에 따른 기후변화에 대한 대책은 서로의 이해관계를 떠나서 반드시 수립되고 지켜야 할 것이다.

4) KS B 6271에 명시된 냉방능력 시험조건중, 냉수/냉각수 유량제어 허용범위
 5) KS B 6271에 명시된 냉방능력 시험조건중, 냉수/냉각수 입구 또는 출구 온도제어 허용범위
 6) KS B 6271 : 흡수식 냉동기 KS 규격
 7) KS B 8207 : 직화식 흡수식 냉온수기 KS 규격