

최신 히트펌프 기술의 활용과 효과

전문연구위원 차성기

1. 기술의 개요

□ 환경 문제로부터 냉동 공조 기기에 대한 규제

- 1985년 빈 조약, 1987년 몬트리올 의정서에 의해 오존층 파괴 물질의 생산량 및 소비량을 규제하여 왔다. CFC(Chl○r○ Flu○r○ Carb○n)를 중심으로 특정 프론은 선진국에서 1996년 1월 1일을 기하여 금지되었다. HCFC(Hydr○ Chl○r○ Flu○r○ Carb○n)은 오존 파괴 계수가 CFC류에 비하여 적기 때문에 규제는 2004년 1월 1일부터 소비 및 생산량이 삭감 개시 되었고 2020년에는 실질적으로 완전 금지될 예정이다. 이에 따라 오존층 파괴 분자인 염소를 포함하지 않은 냉매인 HFC류 (Hydr○ Flu○r○ Carb○n)의 개발이 진행되어 선진국에서는 냉장고나 자동차용 쿨러의 냉매는 HFC134a로 전환되었고 공조기에는 HFC의 혼합 냉매인 R410A나 R407C가 사용되도록 되었다. 한편, 성층권 오존 보호를 위해 도입 되었던 HFC류가 이번엔 C○₂에 비해서 수백~수천 배의 온난화 성능을 가지고 있어서, 1997년 12월 기후변동 조약국 회의에서 PFC(PerFlu○r○ Carb○n)이나 SF₆(6불화유황)과 함께 배출 삭감 대상에 포함되었다.
- 1998년 5월 가전 재활용법이 제정되어 2001년 4월에 시행되었는 바, 에어컨이나 냉장고에 대해서는 재료의 재활용 뿐 아니라 봉입되어 있는 냉매(CFC, HCFC, HFC)의 회수 의무도 정해졌다.
- 또 2001년 6월 프론 회수 파괴법에 의해 업무용 냉동 공조기기에 사용되는 냉매(CFC, HCFC, HFC)의 회수 파괴가 2002년 4월 1일부터 의무화 되고, 자동차 에어컨도 2002년 11월부터 시작되었다.

□ 에너지절약

- 에너지절약 법에 의한 고효율화

- 1999년에 시행된 개정 에너지절약법에 따라 기준이 제시된 바, 가정용 에어컨은 가장 COP가 높은 분야의 %카르노(Carnot)는 24%를 넘고 있으나, 업무용 에어컨 경우 15% 전후가 되어 효율 개선 여지가 많이 있음을 알 수 있는데 당시엔 업무용에 인버터가 도입되지도 않았고 가정용에 비해 에너지절약에 대한 관심이 적었던 사유도 있다.
- 지금은 업무용 에어컨도 평균 COP가 3을 넘는 기기가 계속 발매되고 있어서 관심도 높아지고 에너지절약 기기로서의 중요도도 높아지고 있다.

○ 에너지절약을 위한 기술 개발

- 냉동 공조기기의 에너지절약 기술을 종합하면 다음과 같다.
 - 압축기, 인버터 : DC화, 회전자 자석의 형상과 재질, 제어 방식의 개선
 - 열교환기 : 형상을 개선(다단 밴딩), 튜브의 소구경화, 고성능 전열관의 개발
 - 팬, 팬모터 : DC화, 제어법의 개선, 박판 블레이드화
 - 냉동 사이클 : 전자제어, 배관 및 밸브의 대형화
- 대부분의 공조기기가 부분 부하 운전되고 있어 정격 조건과 함께 부분 부하에서도 기간 소비 에너지량의 삭감 또는 효율 향상을 위한 기술 개발과 시험 방법의 확립이 필요하나, 각 제조업체에 맡기기보다 공인 기관에서의 공조기기 성능 시험이 필요하다. 부분 부하에서도 효율 향상을 위해선 업무용 에어컨에 대해서도 인버터 제어가 도입되어 있으나 주파수 제어 범위가 50~100%로서, 가정용 에어컨의 20~100%에 비교해 봐도 제어 범위가 작다. 이 주파수 제어 범위보다 작은 부하에선 단속 운전이 되어 COP가 급격하게 저하한다. 업무용 빌딩의 냉동 부하는 50% 이하인 시간이 많으므로 주파수 제어 범위를 넓히려는 노력이 필요하다.

□ 자연 작동 매체의 이용

- 최근 유럽을 중심으로 기존 냉매 대신 자연 작동 매체로서 프로판이나 이소부탄 등의 탄화수소, 이산화탄소, 암모니아, 물, 공기의 기대가

높아지고 있다. 자연 작동 매체를 쓰게 되면 COP가 R22등 기존의 냉매에 비해서 현저하게 성능이 뒤떨어지므로 운전 중에 전기 소비가 늘어 이산화탄소 배출량이 커져서 온실 효과 계수(GWP)가 낮아져 이점이 상쇄된다. 독일이나 북유럽에서 냉장고용 작동 매체로 이소부탄이 널리 보급되고 있으나 가연성 때문에 사용하기 어려워 가정용 냉장고 용도에 한정하여 충전량이 적어도 되기 때문에 보급되고 있다. 일본에서도 이소부탄을 작동 매체로 하는 냉장고가 판매되고 있다.

- 이산화탄소는 독성이나 가연성이 없어 자동차 에어컨용 작동 유체로서 개발되어 왔으나 COP가 현재의 냉매 HFC 134a에 비해 낮고, 비용이 높아 실용화되지 못하고 있다. 그러나 급탕용 및 바닥 난방용 히트펌프가 개발되어 향후 보급이 기대되고 있다.
- 암모니아는 누설시의 안전 확보 때문에 비용이 높고, 독성이나 가연성이 있어 쉽게 사용되지는 않으나 안전기술은 확립되어 있어서 냉온창고나 이차 냉매계의 공조용 원동기 용도에 보급이 기대된다.

2. 히트펌프 기술에 의한 CO₂ 배출량 삭감 잠재력

투입된 에너지 이상의 에너지를 만드는 히트펌프와 에너지를 저장하는 기술에 의해 수요공급의 불균형을 해소시켜서 설비의 고효율을 가능하게 하는 축열시스템

□ 민생수요가 전체에너지 소비구성의 반을 차지(일본)

- 1990년대의 10년간 에너지 소비증가율은 산업부문이 9.1%이나 민생부문은 26%, 운수부문은 22%에 달하며 CO₂ 배출량도 민생부문은 20%를 상회한다.
- CO₂ 배출량의 증가를 6% 삭감해야 하는 목표(Tokyo 의정서)에 따라 국가적인 노력을 경주
- 민생부문 에너지 가운데 가정부문의 58%가 냉난방과 급탕수요이며, 업무부문에서도 냉난방과 급탕이 50%를 넘어서고 있어 이의 대부분을 화석연료에 의지함으로써 CO₂ 배출량 증가의 주요인이 되고 있다.

□ 히트 펌프에 의한 CO₂ 배출량 삭감 잠재력

○ 민생업무 부문

- 냉난방을 포함하여 업무용 에너지 중 30%가 공조에너지이며, 에너지 종별로 보면 60%가 석유, 14%가 가스, 25%가 전기이다. 이를 모두 전기에너지에 의한 히트펌프로 바꾼다면(COP=6) 현재 추정 CO₂ 배출량 4,400만 t-CO₂/년에 대해서 1,400만 t-CO₂/년까지 삭감이 가능하다는 시산. 즉, 업무부문의 공조에서 약 2,900만 t-CO₂/년의 삭감 잠재력을 가진 것으로 본다.
- 급탕은 업무용에너지 가운데 22%를 점유하며, 에너지 종별로는 54%가 석유, 33%가 가스이다. 이를 모두 전기에너지에 의한 히트펌프로 대체한다면(COP=4) 현재 추정 CO₂ 배출량 2,300만 t-CO₂/년에서 750만 t-CO₂/년까지 삭감이 가능하다. 즉, 업무부문의 급탕에서 약 1,500만 t-CO₂/년의 삭감 잠재력을 가진 것이다.

○ 민생가정 부문

- 가정소요 에너지 중 28%가 난방으로서 이의 67%가 석유, 17%가 가스, 8%가 전기에서 얻고 있다. 이를 한랭지에서는 COP=3, 일반지역은 COP=6의 히트펌프난방기로 대체한다면 현재 추정 CO₂ 배출량 4,100만 t-CO₂/년에서 1,200만 t-CO₂/년까지 삭감 가능하므로, 가정난방분야에서 약 2,900만 t-CO₂/년 의 삭감 잠재력이 있다.
- 가정용중 22%는 급탕으로 이 가운데 26%가 석유, 62%가 가스이다. 이를 COP=4의 히트펌프 급탕기로 대체한다면 현재 추정 CO₂ 배출량 3,700만 t-CO₂/년에서 1,200만 t-CO₂/년까지 삭감 가능하므로 약 2,500만 t-CO₂/년의 삭감 잠재력이 있다. 즉, 전체 민생부문에서 1억 t-CO₂/년의 CO₂ 삭감이 가능할 것으로 보고 있다.

□ 축열시스템

- 열의 생산은 열원동기의 최고 효율점에서 운전하고, 발생열을 저장하

여 필요시 공급하는 축열시스템에 의해 에너지 효율이 대폭 개선된다.

- 현재는 축열시스템에서 공조가 중심이 되어왔으나, 급탕수요에 대해서 CO₂ 냉매히트펌프 급탕기가 출현하여, 기존 연소효율 90%를 넘는 잠열 회수형 보일러에 비해 2배의 에너지 절감 효과가 있다.

3. 자연냉매 CO₂를 이용한 히트펌프 급탕기의 개발과 효과

□ 자연 냉매 CO₂ 의 특징

독성, 가연성이 없어 열적 안정성이 크며, 지구 온난화 계수는 프론의 1/1,000 이다. 한편, CO₂는 임계온도가 낮아서 공조나 급탕에 사용되면 사이클의 고압측이 초임계압이 된다. 이 때문에 대향류의 열교환기에서 온수를 높은 성적계수로 가열 가능하다. 다만, 작동 압력이 매우 높아 고압측이 초임계압이 된다. 실험 결과에 의하면 프레온 R22에 비해서 2할 정도 높은 3.8의 COP를 얻었다.

□ 자연 냉매 CO₂를 이용한 가정용 히트 펌프 급탕기의 개발

○ 급탕 열교환기 개발

프론계에 사용되고 있는 수냉매 열교환기는 이중관식 이어서 이것을 CO₂ 냉매에 적용하면 물과 냉매 간 온도 차가 크지 않아 열교환기가 커지게 된다. 여기서 냉매측을 미세관 구조로 하여 고내압화와 동시에 초임계영역의 열전달률을 대폭 향상시키고, 물 측에는 오프셋 핀(Offset fin)을 사용하여 소형 고성능화 시켰다. 실제로는 극세관을 판상으로 나란히 한 구조로서 극세관 내부에 CO₂가 흐르도록 되어 있다. 상품화 시킨 가정용 CO₂ 냉매 히트 펌프 급탕기는 고효율(COP 3 이상) 및 고온급탕(90℃)이 가능하며, 썬 심야전기를 이용하여 온수를 저장하여 주간에 이용한다. 정격 급탕 능력 4.5kw 경우, 연간 COP는 3.4, 온수 저장 탱크의 열손실(10%)을 감안해도 3.0 이상을 달성하였고 심야전기의 1차 에너지 환산 효율은 0.37(22시~08시)로서, 급탕기 전체 환산 효율은 $0.37 \times 3 = 1.11$ 로 되고 있어서 연소식 급탕기의 1차 에너지 환산 효율이 0.8 정도임을 감안하면 30% 정도의 에너지절약이 달성되며, 또 CO₂ 배출량도 반 정도에 불과하여 매우 높

은 에너지절약과 환경성을 가지고 있다.

4. 히트 펌프의 고효율화를 지원하는 요소 기술

□ 종래의 에너지 소비 효율만이 아닌 연간 에너지 소비 효율이 새로운 에너지절약 평가 수법으로 주목받고 있다.

□ 압축기의 고효율화

○ 압축기 모터

에어컨 소비 전력의 반 이상은 압축기가 소비하므로 압축기 모터의 고효율화가 매우 중요해진다. 가정용 에어컨은 1995년부터 영구자석 모터(브러시리스 DC모터)를 채용하여 고효율화를 진행 시켰으며, 최근에는 회전자의 내부에 영구자석을 심은 DC모터(릴렉턴스 DC모터)가 개발되어, 대출력이면서 표면자석 DC모터를 능가하는 고효율모터가 업무용이나 가정용에 폭넓게 탑재되고 있다. 이 모터는 회전자 내부에 희토류(希土類)자석을 4개 배치하여 큰 자석 토크를 발생시키면서, 철과 자석이 당기는 힘(릴렉턴스=자기저항)에서 생기는 릴렉턴스 토크의 병용이 가능해져서 보다 큰 토크를 얻을 수 있다. 또한 회전자 표면은 적층 강판으로 구성되어 와전류 손실이 적어서 효율 향상을 도모하고 있다.

○ 인버터

모터를 구동하는 데에는 회전자의 회전 위치를 검출해서 적절한 위치에서 전선에 전류를 흘려 줄 필요가 있다. 그러나 압축기 내부가 고온 고압 이어서 홀소자 등의 위치 센서를 사용할 수 없어 모터에 발생하는 유기전압을 이용한 센서리스 제어가 사용되어 왔다. 또 최대 토크가 되는 전류 위상이 30도 부근이므로 릴렉턴스 DC모터를 고효율로 구동하기 위해서는 새로운 전류 위상 제어기술이 개발되었다. 이상의 릴렉턴스 DC모터와 전류 위상제어 인버터가 조합되어 정격점 뿐 아니라 전 부하 구간에 걸쳐서 90% 이상의 고효율화를 실현시켰다.

○ 압축기 구조

압축기는 로터리 타입과 스크롤 타입이 있으나, 로터리 타입을 고효

율화 시킨 스윙 타입이 있다. 특징은 로터리 타입의 블레이드와 로터를 일체형 구조로 하여 로터리 타입에서 발생하고 있는 로터와 블레이드 간의 접촉에 의한 기계손실을 제거하고, 접촉부의 고저압력 사이의 가스 누설을 감소시킴으로서 고효율화를 도모하였다.

○ 열교환기의 고효율화

교환기 내 핀의 형상은 플레이트 형에서 전열면적을 확대시킨 파형 핀, 온도 경계층 발달을 억제한 루버 핀으로 변천하면서 당초 플레이트 핀 대비 2.5배 정도의 전열 축진이 되었다. 또한 형상에 의한 전열 축진에 더하여 전열관을 소구경화 하고 핀 개수를 증가 시켜서 통풍 저항을 증가 시키지 않으면서 전열 면적의 확대를 실현하였다. 전열관은 초기에 평활관에서 전열면적의 확대와 난류 축진을 위해 관 내면에 홈붙이 관이 개발되어 최근에는 평활관 대비 3.5배 정도의 높은 전열 성능을 갖고 있다. 최근에는 제품 내부에 열교환기를 내장하고, 곡관부를 증가 시켜서 1.2배 용적을 확보하되 제품의 대형화나 통풍저항 증대 없이 고효율화를 꾀하는 열교환기의 최적 설계가 중요하게 되고 있다.

○ 송풍기의 저소음화, 고효율화

프로펠러 송풍기의 경우, 날개 단면 형상은 초기 균등 두께 형상에서 이차원 다음 삼차원 형상 날개(반경 방향으로 형상이 변화)로 변화되고 날개 표면의 경계층에 박리를 제어하는 경계층 제어(딤플; 골프공에도 사용) 기술이 부가되어 약 10dBA 이상의 저소음화가 이루어지고 있다. 최근에는 에어 호일 날개 형상이 개발되었고, 이어서 하이브리드 날개 형상까지 개발되어 초기보다 약 5dBA 이상 저소음화를 달성하고 있다.

5. 터보냉동기의 기술개발

□ 터보냉동기의 고효율화 변천

- 오일쇼크 이후 대체 수요를 맞고 있는 터보냉동기는 대부분 COP 4~5 정도이고 냉각수 스케일의 영향으로 성능저하가 진행되고 있는 것으로 추정된다. CFC 냉매의 대체냉매를 시작한 1990년 전반의 고성능 기계도 COP 5.4 정도에 머무른다. 최초에는 고효율 HFC 냉

매터보 냉동기로서 COP 6.1과 6.4가 개발되어 있어 초기보다 전력 소비의 15~35% 정도 절감 가능하다.

□ 터보냉동기의 고성능화 기술

- 기본성능의 향상
 - 최적 냉동사이클의 선정
 - 압축기의 고성능화
 - 열교환기의 고성능화
- 연간 에너지절약
 - 인버터 구동 적용기술
 - 고기능 통신기술
 - 유지보수

□ 기본 성능의 향상

- 최적 냉동 사이클의 선정

2단 압축 2단 팽창 서브쿨(subcool) 사이클은 1단 사이클 대비 성능 향상 정도는 10%이다.
- 압축기의 고성능화
 - 공력 성능의 향상

3차원 CFD설계를 채용하여 임펠러 형상, 디퓨저, 리턴 벤트(return vent) 및 스크롤 설계를 최적화
 - 기계손실의 저감

50%의 베어링 손실 저감, 치차에서도 종래 대비 50% 손실 저감.
- 열교환기의 고성능화

전열관은 핵비등 촉진관을 채용하고 최적의 관의 그룹배치 도모

□ 연간 에너지절약

- 인버터 구동 적용기술

원심압축기는 회전수에 의해 압축비가 결정되므로 회전수 변속제어

에 의해 냉각수 온도 하한치를 내릴 수 있고, 외기온도 연동 운전이 가능하므로 최적 회전수 제어 운전에 의해 대폭적인 에너지절약이 가능하다. 인버터 구동에 의한 변속 운전시 표준기종 대비 7~8월엔 10~15% 기타 계절엔 50%에 달하는 에너지절약 효과를 얻을 수 있다. 업무용 저압전력 기준하면 전기요금을 연간 35% 절약 가능하다.

○ 고기능 통신기술

각종 운전 데이터의 원격 감시 기능

○ 유지보수

냉동기 부품은 정기교환부품과 설계수명 15년 이상의 내구부품으로 나누어지는데, 정기교환부품도 경과연월뿐 아니라 운전상황에 따른 잔존수명 평가를 한다. 또 계속된 성능의 추이나 보수 이력 데이터베이스는 부품교환이나 튜브세정 등에 적절한 조치를 하는 판단 자료가 된다.

6. 축열식 공조시스템의 설계와 운전기술에 의한 우열

☐ 축열조와 히트펌프 열원의 조합(냉난방과 급탕 시스템)

- 축열조는 단조식과 복조식이 있고, 현열이용 또는 잠열이용방식인가 등에 따라 시스템이 결정된다. 단조식에 비해서 대형고층빌딩, 호텔, 병원 등의 급탕에 연간 냉온열원의 수요가 있는 건물은 히트펌프 열원에 의한 냉온 열원이 동시 공급되는 복조식과 냉, 온 수조 모두 있는 전축열식과의 조합방식이 축열 효율, 운전 비용면에서 가장 바람직한 축열공조 시스템이다.

☐ 축열방식의 선택

- 축열방식은 액티브 축열에 현열축열방식만으로 할 것인가 또는 현열 잠열축열방식을 덧붙일 것인가를 선택한다.

☐ 히트 펌프 열원 기종의 결정

- 냉난방, 냉동능력, 자격여부 조건에 의해 결정한다.

공랭식과 수냉식 또는 부속기기(언로드 및 백업용)를 한랭지 사양도 포함해서 기종, 냉동능력을 결정한다.

□ 고효율 축열방식으로의 설계변경

- 한정된 축열량의 활용범위를 확장시켜서 운용시의 축열식 공조 시스템의 효율 향상이 가능하도록 사양을 만든다.
- 축열조와 반송능력의 삭감, 냉온수 수질보호를 위해 열교환기(물-물) 이용의 경우, 2차측 냉온수 펌프의 온도범위를 7~9℃로 확장하기 위해 열교환기 전열면적을 확장하고 공조냉수 코일의 열수를 6~9열로 늘려서 공조출구온도(14℃)와 근접하게 해두는 것이 중요하다. 또, 2차측 냉온수 펌프는 냉온수 2방향 밸브제어와 인버터 또는 냉수압력 바이패스제어와의 병행에 의한 가변유량제어를 하여 축열 효율을 높인다. 또, 축열조 개방회로의 1차, 2차측 냉수 펌프를 축열조 수면 이하로 설치하는 압입방식으로 하고 중형의 냉온수 배관을 리버스 리턴 방식으로 하여 관의 균등저항화, 낙수 및 공기혼입방지, 풋(f○○t) 밸브 제거 등 유지관리를 배려 설계하여 운용면에서도 효율화가 가능하도록 해준다.

□ 피스톤 플로의 형성

- 히트펌프 열원제어(냉각수 출입구온도제어, 보조기기연동, 복수기계제어)와 1차 펌프 3웨이 밸브 일정유량제어 및 2차 펌프 저온수조 흡상과 공조기의 2웨이 밸브 가변유량제어와의 조합에 의해 또 냉각수압력 바이패스나 인버터 제어에 의해 피스톤 플로우(PF)가 만들어진다.
- PF는 열원의 축열운전시에 저온수조측에 저온냉수(5℃ 이하)를 보내고 저온수조에서 고온수조방향으로 연결관을 통해서 냉수를 보내어 아침까지 모든 수조를 저온으로 냉각하게 되나, 그 고저 온도차 경계역의 좌우로 이동을 하면서 열원의 능력상태에 따라 열원 1차 펌프는 고온수조와 저온수조로 흡상시켜 열원 입구 온도를 10~15℃로 3방향 밸브제어하며 송수시켜 냉동기로 냉각시키면 냉수출구는 저온(5℃)을 확보할 수 있게 된다.

- 한편 주간의 공조기 부하에의 방열시에는 저온수조의 냉수(5℃)를 공조기 코일 2웨이 밸브로 가변유량제어 시켜 온도상승(10~15℃)시켜 고온수조로 회수시켜야한다. 저온수와 고온수조의 온도차 경계벽(ΔT : 5~7℃)이 생기고 축열시는 왼쪽으로, 방열 시에는 오른쪽으로 이동하게 된다. 이 온도차 경계벽의 규칙적인 좌우 이동이 PF의 형성으로서, 축열량의 확장과 고효율운전에 연결되며 연일(토, 일 휴일 경우 일~목요일)엔 스케줄제어, 계절에 의한 건물부하증감을 반영하면서 이러한 플로가 반복된다.

□ BEMS에 의한 축열제어 감시와 경제성의 유지

- 심야 히트 펌프 열원의 축열제어, 축열조 고저 온도차에 의한 PF형성 및 주간방열시의 온도분포를 BEMS(Building Energy & Environment Management System)의 다점 트랜드(24~48시간) 감시를 행하여 주간관리기술자가 제어의 진단과 평가를 한다.
- 다점 트랜드 에의한 축열부하 예측과 열원기계대수 제어, 계절에 의한 전 축열방식운전, 추가 부하운전 삭감, 축열 운전 시간의 단축 등 축열조의 수위와 수질 등을 포함하여 종합적인 감시를 한다.

7. 결론

- 고성능 히트 펌프의 도입은 민생부문 에너지절약 실현에 가장 확실한 방법이다. 연간 에너지 소비삭감을 위해선 정격 운전시 뿐 아니라 부분 부하 운전시에도 성능을 유지하도록 하여 과대한 능력의 히트펌프가 설치되지 않도록 하여야 한다. 작동매체로서 HFC 냉매는 온실효과 때문에 장래가 불투명하며, 자연작동매체를 채용하여 경제성과 에너지절약을 겸비한 제품이 조금씩 나오고 있다.
- 일본의 경우 급탕기 시장은 연간 300만대 정도이며, 현재 보급 초기 단계로서 한랭지 대응이나 다기능화(급탕에 욕실 건조 및 바닥 난방 기능 부가), 고효율화, 저소음화를 향한 기술 개발이 진전되고 있다.
- 에너지절약을 위해 각 요소의 고효율화를 추구할 뿐 아니라, 각 요소를 조합시켜서 최고의 성능을 뽑아내는 기술 개발이 필요하다. 압축기 내

부의 냉매 상태를 상세하게 추적하여 어느 운전상태에서나 압축기 제어와 최적으로 조합시킴으로서 소비 전력의 저감이나 신뢰성 제고를 얻을 수 있다. 열교환기 및 송풍기에서는 냉매2상류나 공기 소음 등의 예측 기술의 고도화로서 소비전력의 저감이나 저소음화를 진전 시킬 수 있다.

◁ 전문가 제언 ▷

□ CFC 대체기술의 개발관련

우리나라는 CFC개도국 감축계획에 따라 2006년부터 CFC를 전량 폐기하는 스케줄로 10년을 유예 받은 상태로 대체물질 실용화를 위한 3단계연구가 진행 중이다. 하지만, 선진국에 수출하는 기기 및 제품은 CFC를 사용할 수 없으므로 이미 기업체별로 상당부분 대체물질로 전환하고 있다. 그러나 경쟁력 있는 제조공장을 건설하기 위해선 각 공정의 촉매의 특성을 개선하고 대량생산기술을 조속히 확립하는 것이 필요하다.

□ 공조기기의 고효율화를 위한 요소 기술 개발 및 기기 국산화 시급

상당 부분은 국산화 되었으나, 지속적인 요소 기술 개발이 미흡하고 주요기기의 국산화도 촉진해야 할 것이다. 특히, GHP 열병합(가스 엔진 구동) 시스템이 최근 많이 도입되고 있으나, 주 기기인 가스 엔진은 대부분 수입품으로 전체 시스템 가격 구성비가 35~50%까지 이르고 있어 투자비 회수 단축에 큰 걸림돌이 되고 있다.

□ 히프 펌프 기술을 채용한 공조 시스템 설계공급 평가 방법 개선 필요

현재는 건축물이나 기타 수용가에서 이미 설계된 시스템의 기종별 가격 및 배관 설비 가격에 의해 입찰 또는 발주가 이루어지고 있는 현실이다. 이에 따라 대부분 저가 낙찰이 성행하고 에너지 절약 측면에서 어떻게 하는 것이 유리한가는 거의 도외시 되고 있다. 따라서 기기별 가격 또는 전체 입찰가와 함께 시스템의 효율도 함께 평가하는 이중평가제 또는 PQ평가제를 실시하여 에너지절약 측면에서 유리한 업체에 발주시킴으로서 에너지절약 효율 제고와 향후 리모델링 등의 A/S에 대비 할 수 있다. 특히, 기종별 공급기기 업체가 정해진 후, 최초 설비 설계자의 지속적인 확인 없이 준공되고 있어 단순한 운전 관리만 할 뿐이며 본래 설계 의도와는 많은 차이가 있게 된다.