



# 국내의 CO<sub>2</sub> 냉매 적용 냉난방시스템 기술 개발 동향

산업자원부의 차세대 국책과제로 진행되고 있는 CO<sub>2</sub> 냉매를 이용한 냉난방 시스템 기술 개발 동향을 간단히 소개하고자 한다.

김 만 회

삼성전자 DA총괄 기반기술연구팀(manhoe.kim@samsung.com)

우 정 태

한국에어컨냉동기연구조합(wjt@ref.or.kr)

생활수준의 향상과 산업의 고도화로 에어컨의 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 표 1에 나타낸 바와 같이 2001년의 세계 에어컨 (가정용 및 패키지 에어컨) 수요량은 약 4000만대로 전체 생산 및 수요의 80% 이상을 아시아(중국, 일본, 한국)와 미국이 차지하고 있다<sup>1)</sup>. 국내업체의 2001년의 국내외 총 에어컨 생산량도 700만대 정도로 전 세계 수요의 약 15% 이상을 점하고 있는데, 에어컨의 냉매에 의한 환경문제가 중요한 사안으로 대두되고 있다. 에어컨의 냉매로 사용되고 있는 HCFC계 (R22) 냉매의 대체냉매로 사용중인 HFC계 냉매도 지구온난화지수가 높으며, 1997년 채택된 교토 의정서에서 대기 배출가스 억제 물질로 분류되었다. 따라서, HFC물질을 사용하는 경우 제품 폐기시 냉매를 회수해야 하는 문제를 가지고 있어서 자연냉매의 사용에 대한 관심이 높아지고 있다. 이산화탄소도 자연냉매의 하나로 선진국을 중심으로 이산화탄소에 대한 이용기술 개발이 활발히 진행되고 있으며, 선진국에서는 이산화탄소 냉매를 적용한 급탕기와 같은 일부 상품이 출하되고 있다. 그러나, 이산화탄소 냉매를 이용한 냉난방시스템에 대해서는 선진국에서도 현재 실험실 차원의 시작품을 제작하여 성능과 신뢰성 향상을 위한 연구가 진행되고 있는 단계이며, 실용화를 위해서는 해결되어야 할 여러 가지 문제점들이 남아 있

는 것으로 알려져 있다.

본 글에서는 산업자원부의 차세대신기술개발사업의 일환으로 지원되고 있는 이산화탄소 냉매를 이용한 냉난방시스템의 개발 과제에 대해 간단히 소개하기로 한다.

## CO<sub>2</sub> 냉난방 시스템 기술 개발 동향

이산화탄소를 이용한 냉난방시스템의 개발사업은 2001년 5월에 발행된 “환경친화적 자연냉매를 적용한 냉난방시스템 개발에 관한 산업분석” 연구기획사업 보고서<sup>2)</sup>를 토대로 사업계획을 수립하여 진행하고 있다. 상기의 분석 보고서에 따르면 사업의 최종개발목표는 다음과 같이 기술되어 있으나, 현재의 기술개발 내용 및 목표는 일부 수정되어 진행되고 있다.

<표 1> 세계의 에어컨 시장동향 (단위: 천대)

	1999	2000	2001	2002	2003	
아시아	18,662	18,993	21,449	22,170	23,469	24,885
중동	1,720	1,763	1,836	1,892	1,950	2,010
유럽	1,731	2,472	2,552	2,721	2,898	3,088
북미	10,437	12,408	10,906	10,207	10,269	10,332
남미	1,588	1,665	1,881	1,922	1,978	2,035
아프리카	551	520	542	562	582	603
오세아니아	539	487	548	566	584	604
합계	35,188	38,308	39,714	40,040	41,730	43,557



- 환경규제에 따른 21세기 환경 친화적 산업 육성과 전 세계적인 에너지절약 정책의 일환으로 의료, 정보, 통신, 전기, 전자 및 기계산업분야에 필연적으로 응용되는 냉동공조 산업의 기술 경쟁력 확보함.
- 환경친화적 자연냉매를 적용한 고효율 냉난방 시스템을 개발하여 냉동공조산업의 신기술 확보와 새로운 수출시장을 개척하고자 함.
  - 10.5 kW급 냉방시스템 냉방효율 (COP) : 3.5 이상
  - 15.0 kW급 온수급탕/난방 시스템 난방효율 (COP) : 5.0 이상

### 개발 목표 및 내용

표 2에 RFP(Request For Proposal)상에 나와 있는 단계별 기술개발 내용 및 목표를 정리하여 나타내었다<sup>3)</sup>. 그러나, 평가과정에서 냉방시스템과 온수급탕/난방시스템 과제가 하나로 통합되면서 RFP상에서 제시한 7개 세부과제가 (2단계에서 시작되는 표준화연구 제외) 4개의 세부과제로 축소되어 운영되고 있다. 이에 따라 단계별 개발 내용 및 목표도 일부 수정되었으며, 1단계 사업의 종료 시점에서는 각 세부주관기관에서 설계한 부품으로 1차 시작품을 제작하고 성능평가를 완료할 예정이다.

현재 진행되고 있는 수정된 사업명 및 간단한 과제 개요는 다음과 같다.

- 사업명 : 환경친화적 자연냉매인 CO<sub>2</sub>를 적용한 냉·난방시스템 개발
- 총괄기관 : 한국에어컨냉동기기연구조합
- 사업기간 : 2001. 11. 1 - 2011. 8. 31 (10년)
- 사업목표 : CO<sub>2</sub>냉난방 시스템 개발(냉방능력 : 10.5 kW급, COP : 3.5 이상)
- 사업비 : 약 990 천만원 (10년간 정부출연금)

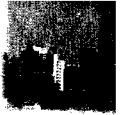
### 추진체계

사업의 추진체계는 과제의 총괄주관기관, 4개의 세부주관기관, 13개의 위탁기관 및 하나의 참여기업으로 구성되어 있으며, 사업의 방향과 운영을 지원하는 운영위원회가 별도로 구성되어 있다. 사업에 참여하는 총 기관수는 운영위원회를 제외하면 17개 기관(연구조합 1개, 대학 9개, 연구소 5개, 기업 2개)으로 총괄기관 및 세부주관기관은 다음과 같다.

- 총괄주관기관 : 한국에어컨냉동기기연구조합
- 세부주관기관별 과제명
  - CO<sub>2</sub>냉매용 고효율 압축기 개발(삼성전자)

<표 2> RFP상의 단계별 기술개발 목표 및 내용<sup>3)</sup>

기술개발 목표 및 내용	
	- 고효율 압축기 설계 및 제작기술(기초단계) - CO <sub>2</sub> 냉매용 압축기의 압축방식 선정 - 냉매의 특성분석/압축기 용량선정/부품강도 해석 - 냉매누설 방지기구 설계/압축부 설계 - 요소부품 설계 및 제작기술(기초단계) - 요소부품 유동, 열전달, 압력강하 해석 - 시스템 분석/설계조건 설정 - 시스템 통합기술 개발(기초단계) - 초임계사이클 해석프로그램 개발 - 고압배관과 체결부의 강도해석/설계/재료선정
[2단계] 2004. 9. 1 ~ 2008. 8. 31	- 고효율 압축기 설계 및 제작기술(확보단계) - CO <sub>2</sub> 냉매용 윤활유 개발/재료의 마찰 마모특성 파악 - 각부의 상세 설계 및 부품제작 - Prototype 압축기의 상세설계/제작/시험평가 - 요소부품 설계 및 제작기술(확보단계) - 설계 및 제작(윤집기술 포함) - 시제품 제작/시험평가 - 시스템 통합기술 개발(확보단계) - 급탕/난방용량 및 냉방용량의 용량조절 알고리즘 개발 - 재실자의 안전도 설계개발 - 표준화 연구 - 자연냉매 냉난방시스템에서의 냉매 재충전 과정 분석 - 요소부품 표준화
[3단계] 2008. 9. 1 ~ 2011. 8. 31	- 고효율 압축기 설계 및 제작기술(실용화 단계) - 개발 제품의 성능평가/분석 - 시스템 장착 및 성능개선/개발품의 신뢰성 시험 - 시스템 통합기술 개발(실용화 단계) - 최종 개발 제품의 성능평가/분석 - 신뢰성 실험/양산성 검토 - 표준화 연구(실용화 단계) - 자연냉매 적용에 관한 법규 및 장려책 마련 - 자연냉매 이용 냉난방시스템 제품 표준화 및 산업규격 제정



- CO<sub>2</sub>를 이용한 냉·난방시스템용 실내열교환기 개발(한국생산기술연구원)
- CO<sub>2</sub>를 이용한 냉·난방시스템용 실외열교환기 및 요소부품 개발(한국과학기술연구원)
- CO<sub>2</sub>를 이용한 냉·난방시스템 개발(삼성전자)
- CO<sub>2</sub>냉매를 이용한 냉·난방시스템 표준화 연구(2단계부터 착수 예정, 한국에어콘·냉동기기연구조합)

### 진행현황 및 향후계획

현재까지의 추진경위 및 1차년도에 대한 향후계획은 다음과 같으며, 각 세부기관 단위로 과제목표 달성을 위한 자료조사, 해석 및 실험장치 구성을 위한 설계작업이 진행되고 있다. 총괄기관에서는 세부주관에서 진행하는 사업내용의 공유 및 유기적인 협업을 유도하기 위한 참여기관 전체의 워크샵을 일정주기로 개최하고 있다. 운영위원회는 사업계획상에 년 6회 개최하는 것을 원칙으로 하고 있으며 2002년 3월에 제1차 운영위원회가 개최되었다.

- 2001. 08 : 사업계획서 제출
- 2001. 10 : 사업추진 평가회
- 2001. 11 : 사업추진 협약 체결(산업자원부, 총괄주관기관 협약)
- 2001. 11 : 사업계획 워크샵 개최 및 수정사업계획서 제출
- 2001. 12 : 사업계획 변경 협의(산업기술평가원, 총괄주관기관, 세부주관기관)
- 2002. 01 : 사업추진 변경 협약 및 1차 사업비 지급
- 2002. 03 : 운영위원회 구성 및 개최(년간 6회 개최 계획)
- 2002. 04 : 개발진행 워크샵 개최
- 2002. 07 : 개발진행 워크샵 개최예정

- 2002. 08 : 1차년도 보고서 제출 및 평가(현장실태조사, 평가위원회의 평가)

상기에 약속한 항목 외에 세부주관별로 위탁기관과의 개발진행 워크샵이 진행되고 있으며, 사업목표의 달성을 위한 제반 기반을 구축하고 있다. 시스템 차원의 1단계 1차년도의 가장 중요한 사업목표는 시스템의 개념설계 및 시뮬레이션 기법을 이용한 가능성 검토가 될 것이다.

### 맺음말

지금까지 국내에서 진행되고 있는 이산화탄소 냉매를 이용한 냉난방시스템 기술 개발 동향을 기술하였다. 이산화탄소 냉난방시스템의 개발을 위해서는 시스템을 구성하는 구성 요소부품의 선행 개발이 필요하며, 이러한 부품의 최적조합을 통한 시스템의 고효율화 작업이 필요하다. 아울러, 신냉매 및 고압냉매의 사용에 따른 관련 규격, 안전성, 신뢰성 문제 등도 체계적으로 검토해 나가야 할 것이다. 이러한 일은 본 사업에 참여하고 있는 각 기관의 유기적인 협업에 의하여 해결될 수 있을 것이며, 기술적인 측면외에 시장의 수요를 유도하기 위한 정부차원의 제반 지원제도 등도 함께 추진되어 할 것으로 생각된다.

### 참고문헌

1. JARN, 2001, "Trends of room/package air conditioners in the world," JARN Serial No.388-S.
2. 한국에어콘냉동기기연구조합, 2001, "환경친화적 자연냉매를 적용한 냉난방시스템 개발에 관한 산업분석," 산업자원부.
3. 산업자원부, 2001, "제7차 산업기술개발 사업지원안내," 산업자원부·한국산업기술평가원.