

# 히트펌프 기술 및 연구개발

## 1. 머리말

전 세계적으로 에너지 수요의 증가와 관련하여 에너지의 경제적 이용 및 안정성과 환경적 문제점의 극복을 위해서는 에너지 기기의 관련기술 개발 및 향상과 대체에너지의 이용 증대가 중요한 관건 중에 하나이다. 특히 화석에너지의 사용 증가로 인하여 발생하는 환경문제가 전 세계적으로 큰 현안이 되고 있으며, 따라서 화석연료로부터 발생하는 이산화 탄소를 감축 시키기 위한 방안이 교토회담에서 채택되었다. 이러한 측면에서 히트펌프는 효율이 좋고 이산화 탄소 감소효과가 크며 또한 한가지 기기로 냉·온열생산이 가능하여 냉·난방 및 온수생산, 산업분야 등에서 다목적으로 사용될 수 있기 때문에 이에 대한 연구개발 및 적용연구가 선진국을 중심으로 활발히 진행되고 있다.

히트펌프 기술에 대한 연구개발 및 시범적용은 선능향상과 신뢰성 및 경제성 향상, 환경적인 측면, 보급확대에 따른 문제점을 제거하기 위해서 선진외국을 중심으로 많이 이루어지고 있다. 이들 선진국들은 IEA(International Energy Agency)의 Heat Pump Centre(HPC)라는 기구를 통하여

공동연구개발 및 상호 정보를 교환하고 있으며, 또한 정책관련 연구가 수행되고 있다. 현재 IEA의 HPC에는 미국, 일본, 캐나다와 유럽의 오스트리아, 벨기에, 덴마크, 프랑스, 독일, 그리스, 스페인, 이태리, 네델란드, 노르웨이 스위스, 스웨덴, 영국 등 16개국이 회원국으로 가입하고 있으며, 우리나라는 아직 여기에 가입하고 있지 않은 상태이다.

본 고에서는 압축식 히트펌프를 중심으로 이에 대한 성능, 대체물질의 개발, 연구개발 및 시범적용 등을 HPC 회원국을 중심으로 기술수준 및 현황을 살펴보고자 한다.

## 2 히트펌프 성능

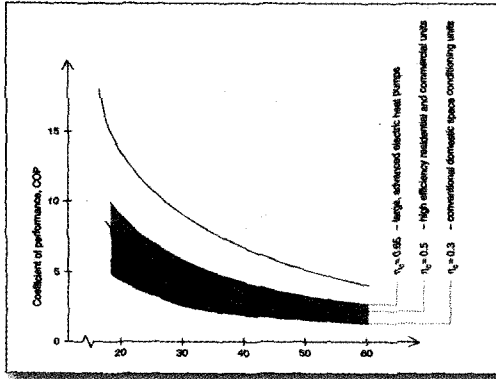
히트펌프는 압축식과 흡수식, 흡착식 등이 있으나 현재 널리 사용되고 있는 히트펌프는 압축식과 흡수식이며, 압축식 히트펌프는 전기구동식과 엔진구동식으로 구분된다.

히트펌프의 성능은 종류에 따라서 COP(Coefficient of Performance) 또는 PER(Primary Energy Ratio)로 나타내며, 다음과 같이 정의된다.

- 전기구동식 :  $COP = \frac{\text{히트펌프 출력}}{\text{히트펌프(압축기)에 소요되는 동력}}$

- 엔진구동식 :  $PER = \frac{\text{히트펌프 출력}}{\text{히트펌프를 구동하는데 소요되는 1차에너지량}}$

[그림 1]은 이상적인 히트펌프와 현재 상용화된 히트펌프의 성능(COP, PER)을 나타낸 그림이다. 이 그림으로부터 이론적으로는 아직도 히트펌프의 성능향상이 기대된다고 볼 수 있으며, 또한 이들 값은 성능기준의 기초자료로 이용될 수 있다. <표 1>은 여러 가지 종류의 히트펌프의 작동성능범위를 나타낸 것이다.



[그림 1] 승온온도에 따른 이상적인 히트펌프(위 곡선)와 실질적인 히트펌프의 COP

가끔 전기압축식 히트펌프의 성능은 SPF(Seasonal Performance Factor)로 표시되기도 하는데 이는 히트펌프에 의해 공급된 총 냉·온열에너지, heat source/sink 온도, 제상손실, 부대손실(Pump, fan, 보조장치 등) 등 모두가 고려된

<표 1> 구동에너지에 따른 히트펌프의 COP/PER(증발 및 응축온도는 각각 0°C와 50°C 임)

히트펌프 종류	COP	PER
전기구동 압축식	2.5 ~ 4.0	
엔진구동 압축식		0.8 ~ 2.0
흡수식		1.0 ~ 1.6

것이다.

히트펌프의 성능은 무엇보다도 heat source와 heat sink의 온도차(승온온도)와 히트펌프의 질(quality)에 의해서 영향을 받는다. 히트펌프 성능은 승온온도가 클수록 성능이 떨어지며 특히 heat source 온도가 낮을수록 더욱 그렇다. 또한 히트펌프 단일 기기의 용량이 작을수록 성능이 떨어진다.

## 2.1. 건물의 냉·난방 및 급탕용 히트펌프

히트펌프는 건물에서 난방, 냉방, 온수 또는 이들 복합용으로 사용된다. 2가지 목적으로 사용되는 시스템에서 히트펌프의 크기, 작동특성, 시스템 제어 및 연간 보조에너지 사용량 등은 SPF에 큰 영향을 준다. 각 나라 및 지역에서 각각 다른 시스템, 기후조건, 건물 에너지 및 환경기준 등으로 인해서 정량적으로 SPF의 수치를 비교한다는 것은 불가능하지만, 그러나 유사한 기후조건하에서 여러 가지 다른 종류의 히트펌프의 상대적인 비교는 유효한 지표가 된다. <표 2>는 주거건물, 상업 및 공공건물, 지역난방시스템 등에서 최근에 적용되고 있는 히트펌프의 SPF를 나타낸 지표이다. 히트소스는 일반적으로 많이 이용되는 외기열원, 지중열원(soil, rock/geothermal), 수열원(바닷물, 강물, 호수물, 지하수 등)과 폐열원(배기열, 하수, 공업용폐수 등)으로 구분하였다. 여기서 알 수 있는바와 같이 히트펌프의 성능은 히트소스의 온도에 따라서 큰 차이가 있으며, 이러한 이유로 인해서 폐열이라든가, 하천수 등 외기보다 좋은 열원을 이용하려는 노력이 국내·외적으로 행해지고 있다. 한국에서도 폐열 및 폐수를 이용하는 히트펌프 시스템

이 대한 시범보급된바 있으며 또한 주택 및 사무실 냉·난방용의 소규모 외기열원식 히트펌프도 생산되고

〈표 2〉 각 국가별 건물에 사용되고 있는 히트펌프의 열원에 따른 SPF(Seasonal Performance Factor)

국 가	적용 분야	전기구동 압축식				엔진구동 압축식				흡 수 식			
		Ambient air	Ground source	Water Source	Waste heat Source	Ambient air	Ground source	Water Source	Waste heat Source	Ambient air	Ground source	Water Source	Waste heat Source
오스트 리 아	A	2.4-2.7	3.2-4.0	3.2-4.2	3.5-4.5								
	B	2.4-2.7	3.2-3.6	3.6-4.2	3.2-4.2								
	C				3.2-4.7								
캐나다	A	1.7-2.1	2.5-3.9 <sup>1)</sup>	2.7-4.9 <sup>1)</sup>		1.7				1.1-1.7			
	B	1.7-2.3	2.5-3.9	2.7-4.9		1.7				1.1-1.7			
	C		3.0										
덴마크	A	2.9	2.5	2.8	>2.8								
	B	2.4	3.0	2.9	3.0	3.0	2.5						
	C			3.1	4.0								1.6
프랑스	A	2.0	2.5-3.0	3.0-3.5									
	B	2.0		3.0								0.9 <sup>2)</sup>	
	C												
독 일	A	2.1-2.3	2.2-3.0	2.5-3.0	2.4-3.0	1.6-2.1	1.7-2.2	1.7-2.2	1.6-2.4	1.1-1.3	1.1-1.3	1.1-1.3	1.2-1.5
	B	2.1-2.3	2.2-3.0	2.5-3.0	2.4-3.0	1.6-2.1	1.7-2.2	1.7-2.2	1.6-2.4	1.1-1.3	1.1-1.3	1.1-1.3	1.1-1.5
	C	2.1-2.3	2.2-3.0	2.5-3.0	2.4-3.0		1.7-2.2	1.7-2.2	1.6-2.4		1.1-1.3	1.1-1.3	1.1-1.5
이태리	A	2.7		3.0		1.1-1.2		1.1-1.3		1.1		1.0-1.2	
	B	2.9		3.5		1.2-1.5		1.3-1.6		1.1-1.3			
	C												
일 본	A	2.4-2.7				0.8-1.8							
	B	2.4-2.7		3-5	3-5	0.8-1.8						1.5-1.7	1.5-1.7
	C			3-5	3-5							1.5-1.7	1.5-1.7
네델 란드	A	2.5-3.0	3.0-3.5	3.0-3.5	3.5-4.0	1.1	1.3	1.35					
	B	2.0-2.5	3.0-3.5	3.0-3.5		1.1-1.3		1.4	1.6-1.9			1.4	
	C				5		1.2						
노르 웨이	A	2.0-2.5	2.5-3.5	3.0-4.0	3.5-4.0								
	B	2.5-3.5	3.0-3.5	3.0-3.5	3.5-4.0								
	C			3.0-4.0	3.0-4.0								
스웨덴	A	2.1	2.6	2.9	2.7-3.3								
	B	2.1	2.6	2.9	2.7-3.3								
	C	2.4	2.6	2.9	2.8								1.7
미 국	A	2.5	3.5	2.7-4.1									
	B	2.2-2.5	3.5	3.6-4.1									
	C												

주) A : 주택, B : 상업용 및 공동건물, C : 지역난방

〈표 3〉 현재 사용중인 산업용 히트펌프의 COP와 PER

(온도단위: °C)

국 가	전 기 구 동 식			엔 진 구 동 식			흡 수 식		
	히트소스 온도	승 온 범위	COP	히트소스 온도	승 온 온도	PER	히트소스 온도	승 온 범위	PER
오스트리아	7-30	38-50	3.0-4.2						
카 나 다	10-70	5-40	2-6						
덴 마 크	5-15	45-60	2.5-5.5						
프 랑 스	40-80	20-40	2.5-5						
독 일	3-30	20-50	2-4	6-40	20-60	1.3-2.0	55-80	20-45	1.2-1.5
일 본	25-180	10-30	3-6	60-90	10-30	0.8-1.8	10-50	30-40	1.5-1.7
네 델 란 드	0-20	30-50	2-4	0.5-20	30-50	1.2-1.5	10-20	30-50	1.1-1.4
노 르 웨 이	10-70	20-70	3-10						
스 웨 덴	25-55	45-55	3.5	25-55	45-55	1.8-1.9	5-40	15-50	1.7

있다. 성능은 거의 선진국 수준에 근접하고 있으나, 작동온도에 한계가 있다. 흡수식 히트펌프를 사용하는 나라는 일본과 한국 그리고 독일 등에서 주로 사용하고 있으며, 한국에서는 폐열 회수용으로 일부 보급되고 있다.

### 2.2 산업용 히트펌프

히트펌프가 산업용으로 건조, 증발 및 증류 공정 등에 주로 사용되며, 스팀이나 공정용 온수 생산을 위해서 히트펌프의 열원으로 폐열이 사용되기도 한다. 일반적으로 산업용 히트펌프는 건물의 공조용으로 사용되는 히트펌프보다 승온온도가 낮고, 안정된 작동조건, 대규모용량 등으로 인해서 효율이 높다. 〈표 3〉에 여러 가지 산업용 히트펌프의 열원온도 범위, 승온온도, COP/PER 등을 나타내었다.

## 3 연구개발 현황 추세

히트펌프에 대한 연구개발 및 시범적용에 대한 비용은 각 국가의 정부와 에너지관련기관 및 제조업체 그리고 EU 등으로부터 지불되며, 효율적

인 연구를 기하기 위해서는 많은 연구가 국가간의 공동연구형태로 수행되고 있다. 정부에서 지불되는 연구비는 주로 환경 및 에너지효율과 관련된 성능향상과 보다 폭넓은 응용연구, 대체물질 개발에 초점이 맞춰지는 경향이 있고, 기업은 제품의 저가화, 고효율, 신뢰성 및 쾌적성 향상 등 상용화 및 시장 확대와 관련되는 측면에서 연구개발 투자를 하고 있다.

### 3.1 연구개발 현황

히트펌프 및 냉동기와 관련하여 현재 가장 핵심적인 연구분야는 오존파괴, 환경오염 및 지구온난화 등을 유발하지 않는 CFC 및 HCFC의 대체물질 개발이라고 할 수 있다. 대체물질 개발은 미국, 캐나다 및 일본에서는 HFC를, 유럽에서는 암모니아나 탄화수소, 탄산가스(CO<sub>2</sub>)와 같은 자연물질에 역점을 두고 있다. 대체물질의 개발 및 이용을 위해서 IEA의 HPC 회원국의 히트펌프 제조업체들은 AREP(Alternative Refrigerant Evaluation Programme)에 의무적으로 참여토록 하였으며, 주로 현재 광범위하게 사용되고 있는

HCFC-22(R-22)를 대체할 수 있는 적절한 대체물질을 개발하기 위함이다. 이와 관련하여 Montreal 의정서가 채택되었다. 특히 일부 유럽 국가(노르웨이, 오스트리아, 독일 등)에서는 자연냉매인 CO<sub>2</sub>와 암모니아 등을 이용하는 히트펌프 개발에 대한 연구를 지속하고 있으며, 현재 CO<sub>2</sub> 이용 자동차 에어컨 및 온수기용으로 사용화를 모색하고 있다.

또한 히트펌프시스템의 각 component와 전체적인 에너지 효율의 향상에 대한 연구는 지속적으로 수행되고 있으며, 그에 대한 대표적인 것이 일본의 "Super Heat Pump Programme"으로 큰 성과를 얻은바 있다. 일반적으로 제조업체에서는 히트펌프에 대한 연구를 주로 제어관련 연구, 콤팩트한 열교환기 개발 및 압축기의 개발, 효율개선 등과 관련된 연구들이다. 또한 히트펌프의 경제성 향상과 적용분야의 확대에 대한 연구도 현재 수행중에 있다. 그 일례로 고온의 흡수식 히트펌프의 작동매체인 Alktrate의 개발이다. 이 Alktrate는 260°C까지의 출력온도도 가능하며 H<sub>2</sub>O/LiBr 보다도 부식성이 작기 때문에 히트펌프의 가격을 낮출 수가 있다.

흡수식 히트펌프에 대한 연구개발은 주로 일본, 한국 및 미국에서 하절기 냉방부하 증가로 압축식 냉동기의 보급 및 작동에 따른 침투부하 증가 억제에도 그 중요성을 찾을 수 있다고 볼 수 있다. 최근에는 가스엔진 구동식 히트펌프도 이러한 측면에서 연구가 수행되고 있다. 그 외의 나라에서는 주로 독일, 이태리, 네델란드 및 스위스에서 흡수식에 대한 성능향상연구가 활발하게 수행되고 있다. 한국은 80년대 말부터 히트펌프에 대한 연구가 주로 관련기업을 중심으로 수행되었으며, 히트펌프 보다는 냉동기로서의 연구가 대부분이었다. 압축식 히트펌프에 대한 연구는 엔진 구동식 히트펌프와 폐수 및 하수를 이용한 히트펌프 시스템 개발에 대한 연구가 몇 차례 수행된 바 있다. 또한 흡착식 히트펌프에 대한 연구도 실

험실 차원에서 연구된바 있으며, 프랑스와의 기술제휴로 암모니아-염 흡수식 히트펌프 개발도 관련기업들 간에 연구조합을 결성하여 현재 연구가 수행되고 있다. 최근에 주요 국가에서 히트펌프와 관련한 연구가 수행되었거나 현재 진행중인 대표적인 연구프로젝트 및 프로그램을 종합하여 보면 <표 4>에 있는 바와 같이 주로 다음과 같이 분류될 수 있다.

- 대체물질의 개발(자연물질 포함)
- 히트펌프를 이용한 주거건물의 냉·난방
- 히트펌프를 이용한 상업용 건물의 냉·난방
- 산업용 히트펌프 개발
- 기타

### 3.2 향후 개발추세

히트펌프에 대한 향후 연구개발 및 보급 추세에 대한 파악은 앞으로 히트펌프 시장을 예측하고 또한 기술개발의 필요성을 직시하는데 중요한 자료가 될 것이다. 주요 국가들에 대한 연구개발 추세를 종합하여 보면 다음과 같다.

(1) 오스트리아 : 자연물질을 포함한 대체물질 개발에 연구의 초점을 두고 있다. 또한 히트펌프는 약 50% 정도가 건물의 난방에 이용되고 있으며 주로 직팽식과 지중열교환 방식이 채택되고 있다. Horizontal system이 아주 잘 되었으나 아직도 이에 대한 연구가 진행중에 있다.

(2) 캐나다 : 주로 성능향상에 초점을 맞추고 있으며, "공기-공기", "물-공기"식 히트펌프에 대한 보다 진보된 기술이 가미된 히트펌프에 대한 실증시험을 하고 있다. 고온용으로 사용되는 산업용 히트펌프도 개발중이다.

(3) 덴마크 : 히트펌프에 대한 주요 연구개발 추세는 신재생에너지와의 복합적인 적용연구이다.

이외에도 잉여전력을 이용하기 위한 히트펌프 시스템 연구, 태양열 풍력 등 전기에너지 절약을 위한 복합 히트펌프 시스템 개발 및 증기압축식

〈표 4〉 히트펌프의 RD & D 프로그램 및 프로젝트

분 류	연 구 내 용
대체물질 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 암모니아, 탄화수소, CO<sub>2</sub> 등 천연 작동매체에 대한 연구</li> <li>· 천연작동매체용 히트펌프와 압축기, 증발 및 응축기 등 요소개발</li> <li>· HFC-134a를 사용하는 각종 히트펌프 개발, 특히 온수기</li> <li>· 대체물질의 성능, 신뢰성 등 평가기법 관련 연구</li> <li>· 개선된 흡수식 히트펌프의 물질이동 현상 : 일본주도</li> <li>· 증발기에서 새로운 작동물질 실험 : 스웨덴 주도</li> <li>· 환경친화적 작동물질의 열역학적 특성 : 미국 주도</li> <li>· 작동매체의 안전성 : 벨기에 주도</li> <li>· 자연물질 : 노르웨이 주도</li> </ul>
주거건물의 냉 난 방	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공기, 지열 및 지중열 이용 압축식 히트펌프 적용연구</li> <li>· 엔진구동식 히트펌프 냉난방</li> <li>· 축열식 히트펌프 온수기</li> <li>· 배기열 이용 히트펌프</li> <li>· 연립주택용 소규모 흡수식 히트펌프</li> <li>· 지중열 이용 압축식 냉난방 히트펌프</li> <li>· water source 히트펌프</li> <li>· 가스엔진 구동식 냉난방용 히트펌프</li> </ul>
상업용 건물의 냉 난 방	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 폐열이용 냉난방용 히트펌프</li> <li>· 가스가열식 흡수식 히트펌프</li> <li>· 흡착식 히트펌프</li> <li>· 고효율 대규모 냉난방용 히트펌프</li> <li>· 축열(냉)식 히트펌프 시스템</li> <li>· 고온 및 저온폐열 회수용 히트펌프 시스템</li> <li>· Stirling 엔진 히트펌프</li> </ul>
산 업 용 히트펌프 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고온용 히트펌프 개발</li> <li>· 건조공정용 히트펌프</li> <li>· 흡착식 및 흡수식 히트펌프</li> <li>· 폐열회수용 히트펌프</li> <li>· 중온폐수(50~80℃)이용 중고온(150℃)용 히트펌프</li> <li>· 고온열원(150~200℃) 이용 고온용 (300℃) 히트펌프</li> <li>· 태양열 이용 히트펌프(온실 및 온수생산용)</li> </ul>
기 타	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 히트펌프 부품(압축기, 응축기, 증발기 등)개발 및 성능향상</li> <li>· 평가, 표준화 등 관련기준</li> <li>· Gax cycle 흡수식 히트펌프 개발</li> <li>· 고체 흡수식 히트펌프 개발</li> </ul>

히트펌프, 탄화수소 등 대체물질을 이용하는 히트펌프 개발에 역점을 두고 있다.

(4) 프랑스 : 주로 200°C 이상의 고온을 얻을 수 있는 “암모니아-염”을 이용한 고체흡수식 히트펌프의 개발이 최근 수행되고 있다.

(5) 독일 : 70년대 중반이후 히트펌프 연구개발 비용의 1/2을 엔진구동식 압축식 히트펌프 개발에 투자하였다. 나머지는 전기구동식 및 흡수식 연구에 사용하였다. 현재는 히트펌프 및 히트펌프 시스템 에너지 효율을 증가시키고 저가화 및 CFC 대체를 위한 연구에 투자하고 있다.

(6) 이탈리아 : 지금까지의 흡수식 히트펌프 개발에 역점을 두었다. 현재에도 앞으로 발생할지도 모를 전기 부족에 대비해서 가스구동식 흡수식 히트펌프의 다양화 연구에 중점을 두고 있다.

(7) 일본 : 일본은 일 또는 년중 부하 변화가 크기 때문에 공조가 대단히 중요하다. 이것이 히트펌프 연구개발 추세를 결정하는데 중요한 요인이 되고 있다. 연구는 주로 첨두부하 감소를 위해 히트펌프의 성능향상과 축열에 역점을 두어왔다. 또한 엔진구동식 공조기술 개발과 소규모 엔진구동식 히트펌프 개발에 중점을 두고 있다.

산업용으로 이용하기 위한 고온용 히트펌프 개발, 미활용에너지 및 폐열 이용을 위한 히트펌프 개발도 수행하고 있다. 또한 추운지방에서 사용하기 위한 “공기-공기” 히트펌프 개발도 서두르고 있다. 특히 공공 및 상업용 건물의 공조를 위한 냉온열 축열기술도 히트펌프와 관련하여 많은 연구가 오래전부터 진행되어 왔으며 시장확대를 위한 시범적용을 기하고 있으며 일부는 상용화가 되고 있다. 프로판, 암모니아와 같은 대체물질에 대한 연구개발에도 역점을 두고 있다. 더욱이 흡착식 히트펌프에 대한 연구도 아직은 경제성이 떨어지고 있지만 주목할 만하다.

(8) 노르웨이 : 장기적인 안목으로 암모니아, 탄화수소 및 이산화탄소와 같은 자연물질을 이용한 히트펌프 개발에 역점을 두고 있다. 특히 이산

화탄소를 이용한 냉동기, 온수용 히트펌프 및 대용량 히트펌프에 대한 연구결과는 주목할 만하며 온수생산용 히트펌프와 자동차 에어컨 등은 상용화 직전에 있는 것으로 보고되고 있다.

(9) 스웨덴 : 현재의 주요 연구개발은 히트펌프 및 냉동기, 공조용 프랜트 등의 작동매체인 CFC 및 HCFC의 대체와 HFC계 작동물질을 이용한 이들 기기의 선능과 신뢰성 향상에 초점을 맞추고 있다.

(10) 미국 : 미국의 연구개발은 대체물질 개발은 물론 히트펌프에 관련된 모든 기술분야를 포함하고 있다. 히트펌프를 이용한 건물의 냉·난방 관련하여 가장 중요한 연구분야는 쾌적한 환경조성, 시스템의 경제성, 온실효과 및 오존층 파괴 등 환경문제 등과 관련된 사항이다.

한국은 최근 들어 히트펌프에 대한 연구를 여러 분야에서 계획하고 있으며 실용화를 목적으로 한국의 기후에 적합한 히트펌프 개발과 하(폐)수를 이용한 히트펌프 냉·난방 및 급탕 시스템 개발 및 압축식, 증발기, 응축기 등 시스템 요소에 대한 연구를 적극적으로 추진하고 있다.

#### 4 히트펌프 시장

히트펌프의 시장규모는 여러 가지 요인에 의해서 좌우되지만 가장 이용이 많은 공조용은 무엇보다도 기후조건이다. 즉 냉·난방부하가 있는 지역이면 히트펌프의 시장은 자연스럽게 형성된다. '92년말 통계자료에 의하면 전 세계적으로 약 55백만대의 히트펌프가 작동중에 있으며, 그중에 일본과 미국이 약 39.5백만대, 미국이 9.5만대가 있다. 이들의 난방용량은 약 360,000MW 정도가 된다. <표 6>은 IEA 히트펌프 회원국에 대한 각 분야별 히트펌프의 보급현황이다.

1993년 일본의 Heat Pump Technology Center에서는 2000년대에는 주거용의 12%, 상업용의 6%를 압축식 히트펌프온수기가 차지할 것으로 예측하고 있다. 그런데 일본의 한 가정에서 온수를 생

〈표 6〉 히트펌프 공급대수(1992년 말 기준)

분야 국 가	주 택 × 1,000	상업/공공건물 × 1,000	지역난방	산 업	계 × 1,000
오스트리아	107 <sup>1)</sup>	3.8	2	881	111.5
카 나 다 <sup>2)</sup>	299	130	6	545	429.6
덴 마 크	28 <sup>3)</sup>	1.8 <sup>4)</sup>	949		30.7
프 랑 스	negl.	48.5	13	186 <sup>5)</sup>	48.7
독 일	354.3	4.5		570	359.3
이 태 리			3		
일 본	32,610	6,720	250	351	39,330.6
네 텔 란 드	1.1	0.08	1	146	
노 르 위 이	9	5.4	5	678	15.1
스 웨 덴	230		89	132	230
스 위 스	31.8	1.1	0	2,450 <sup>6)</sup>	35
미 국	6,800	2,700		2,000	9,500
1) 80% 이상이 온수기    2) 확실치 않은 통계자료 임    3) 단독주택 만 4) 연립주택 포함        5) MVR 포함                    6) 농업용 포함					

산하는데 소요되는 년평균 에너지는 약 4000kWh 정도로 압축식 히트펌프온수기에 의해서 생산되는 온수량은 약 19 TWh가 된다. 그러나 그 이후 교토회담에서 CO<sub>2</sub> 감축과 관련한 국제적인 협약이 있었으며 따라서 압축식 히트펌프가 CO<sub>2</sub> 감축효과가 크기 때문에 압축식 히트펌프에 관한 관심과 필요성은 더욱 커지고 있다. 따라서 히트펌프온수기에 대한 수요 예측치는 그 보다 훨씬 클 것으로 보고 있다.

히트펌프의 종류별로는 전기요금과 화석연료의 가격, 전력 침투부하와 관련한 전력수요공급정책, 환경문제 등에 따라서 전기 및 엔진구동식 압축식히트펌프와 흡수식히트펌프의 시장 규모가 형

성되며, 또한 이에 따라 시스템 종류(축열식 및 비 축열식 등)도 다양화 되고 있다.

특히 압축식 히트펌프는 심야전기를 사용할 수 있는 장점이 있기 때문에 우리나라와 같이 심야 전기 요금(유가의 1/3~1/4)체제하에서는 축열식 히트펌프 온수기/냉방기와 관련한 시스템의 개발 및 보급이 가속화 될 것으로 예측되고 있다. 그 일례로 최근 축열식 심야전기온수기 및 보일러의 시장이 급격한 성장을 하고 있으며, 이 보다 에너지 소비를 최소 50% 이상 줄일 수 있으면서 냉방용으로도 사용할 수 있는 장점이 있기 때문에 그 보급전망과 시장규모는 밝고 크다고 할 수 있다.