

2중열원열펌프의 적용

Applications of dual source heat pump

우 정 선

J. S. Woo

한국에너지기술연구소
건물에너지연구부



- 1950년생
- 건물에너지절약, 열펌프, 자연에너지이용, C/A저장 등에 관심을 가지고 있다.

이 세 균

S. K. Lee

충북대학교 공과대학
기계공학과



- 1945년생
- 냉동 및 공기조화, 열펌프 시스템 응용, 지열 및 축열 시스템 해석, 열역학 제2법칙 해석 등에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

에너지자원이 부족한 우리나라는 에너지자원의 절약이라는 측면에서 볼 때 폐열의 재이용과 더불어 자연에너지의 이용에 관한 기술개발이 가장 먼저 추진되어야만 할 분야중의 하나로 사료된다. 이러한 폐열의 재이용과 자연에너지의 이용에 관한 기술중에서 선진국에서도 가장 연구를 활발히 추진하고 있는 분야중의 하나가 열펌프에 관한 기술이다.

열펌프는 냉동장치의 역사이클로서 하나의 장치로 난방과 냉방을 실현할 수 있는 매우 유용한 장치로서 잘 알려진 기술이며 직접이용이 어려운 저효용, 낮은 온도의 에너지를 승온시켜 고효용, 높은 온도의 에너지로 변환할 수 있는 장치로서 에너지절약에 매우 유용한 사실은 잘 알려져 있다.

열펌프의 기본적인 이론에 대한 개념이 1824년에 프랑스의 Sadi carnot에 의하여 알려지고

1920년대 중반에 Scotland의 Haldane이 자신의 집에 난방과 급탕용으로 설치하여 열펌프를 실제 적용한 역사등을 거쳐, 열펌프의 효율향상 등에 대한 연구가 본격적으로 활성화 된 것은 1970년대의 에너지쇼크 이후 에너지가격이 폭등되면서 부터이다.

선진국에서는 에너지절약관점에서 열펌프의 효율성을 중요시하여 지속적인 연구를 추진하고 있으며, 미국, 독일, 일본등의 회원국으로 구성된 IEA(International Energy Agency)에서는 에너지절약을 위한 열펌프의 개발 및 보급을 목표로 하여 "개량형 열펌프시스템에 관한 공동연구", "지역난방 및 대형주택난방에의 대형 열펌프 적용연구"등 15개 국제연구테마를 정하여 연구를 추진한바 있다.

국내의 경우는 아직까지 열펌프 보급에 큰 실효를 거두지 못하고 있는 실정이며, 중요한 원인중의 일부를 주거용건물의 난방에 이용하는 측면

에 국한하면 다음과 같다.

- (1) 한국은 한냉지역으로서 한겨울에는 공기를 열원으로 이용하는데 한계가 있으며 또한 대체열원의 개발 및 이용기술에 관한 연구실적이 부족하다. 한냉지에서 열펌프를 이용하는 방법은 ① 지중열, 지하수, 태양열, 하천수 등과 같이 효용성이 높은 자연 에너지를 이용하는 방법 ② 생활폐열을 이용하는 방법 ③ 축열재를 열펌프와 함께 이용하는 방법 등을 들 수 있다.
- (2) 전기를 사용하는 열펌프의 보급은 십야전기를 이용하여야 경제성이 높으므로 야간에 운전하여 축열하는 시스템을 적용하는 것이 유리하나, 별도의 축열설비를 필요로 하여 시설비의 증가, 축열탱크면적의 추가소요 등과 같은 장애 요인이 있다.

2. 주거용건물의 열펌프 열원

열펌프 열원은 자연열원은 물론 도시폐열, 난방되는 공간에서 배출되는 공기나 욕실등에서 배출되는 온수와 같은 생활폐열등 모든 형태의 폐열이 고려되어야 할 대상이다.

열펌프의 경제적인 운전을 위한 열원이 갖추어야 할 조건은 아래와 같다.

- (1) 희망하는 이용온도와 이용할 수 있는 열원간의 온도차가 작을 것
- (2) 열원의 온도가 높을 것
- (3) 필요한 열량을 계속적으로 공급할 수 있을 것
- (4) 열원의 개발비용이 적게 들 것
- (5) 운전비용이 낮고 또한 열을 이송하기 위한 에너지비용이 적을 것
- (6) 열매체는 열교환기를 화학적, 물리적으로 손상을 주지 않을 것(부식, 오염, 결빙 등)
- (7) 대량으로 생산되는 가정용 열펌프에 적용하는 열원은 모든 곳에서 이용이 가능하고 지리적인 위치, 기후, 토지조건 등에 따라서 영향이 적을 것

2.1 자연열원

자연열원은 공기(외기), 지중 토양, 지하수, 표층수, 시수, 태양열등 이용할 수 있는 자연에 존재하는 모든 열원을 포함한다. 표 1¹⁾은 자연열원의 종류 및 특징에 대한 요약이다. 자연열원은 열원의 열용량의 크기에도 따르지만 큰 차등간에 계절적으로 변화한다.

2.2 생활폐열

이용이 가능한 폐열로는 (생활)폐수나 오수와 같은 (생활)하수, 지하철 폐열, 소각장 폐열, 바이오매스, 공장 폐열, 변전소 폐열, 발전소 폐열, 냉동플랜트 폐열 등을 들 수 있다.

여러 가지 폐열중에서 주거용건물에서 비교적 가깝고, 용이하게 사용할 수 있는 폐열은 생활하수이다. 그림 1²⁾은 생활하수열원의 온도 특성을 나타낸다.

3. 다중열원 열펌프

공기는 열펌프의 아주 좋은 열원으로서 항상 가까운 위치에서, 손쉽게 얻을 수 있는 열원이지만 ① 온도가 항상 변화하며 ② 난방에서는 외기가 저온일수록 소요열량이 큰데 반하여 압축기의 능력은 감퇴하며 ③ 증발기 표면이 0°C 이하에서는 서리가 축적되는 등의 열원으로서 활용에 결점이 있다. 이러한 단점의 보완은 다중열원열펌프시스템의 개발 및 적용을 통하여 가능하다고 사료된다.

우리나라의 동절기는 공기만을 열원으로 이용할 수 있는 시간대와 공기열원만으로는 열펌프의 이용이 불가능한 시간대가 있다. 즉, 공기를 열원으로 이용할 수 있는 시간대와 공기 이외의 제2의 열원의 이용이 불가피한 시간대가 있다. 이와 같은 특성의 기후대에는 공기와 제2의 열원을 병용하여 이용할 수 있는 열펌프시스템을 이용할 수 있다. 제2의 열원으로는 상기한 지중 토양열, 지하수, 태양열, 하천수 등과 같이 공기보다 효용성이 높은 자연에너지의 이용과 생활폐열의 이용등이 가능하다.

표 1 자연열원의 종류 및 특징

	공 기	지 중 토양	지 하 수	표 층 수	시 수	태 양 열
장소적 이용가능성	어떠한 곳도 가능	작업이 용이한 곳	어려움	예외적	대도시	어떠한 곳도 가능
시간적 이용가능성	언제든 가능	언제든 가능	물이 있으면 언 제든 가능	물이 있으면 언 제든 가능	제한이 없으면 언제든 가능	변화가 크며, 예 측이 곤란
설비비	비교적 싸다	비싸다	우물 시공비가 큰 영향, 비싸다	비교적 싸다	최소	비싸다
운전비	중	대부분의 경우 소	환수를 제2의 우 물로 재순환 시 키는 경우 소	비교적 싸다	대	대개의 경우, 태 양열집열기 비용 에 의존된다.
온도변화 개략치	-25~15℃ 건물의 난방수요가 反週期的으로 일어 나고 0℃ 이상에 서의 난방 수요가 90%	-5~15℃,	10~15℃, 안정적	0~15℃, +2℃ 이하인 경우에는 더 이 상 사용 불가	5~15℃	>0℃ 건물의 난방수요 가 반주기적으로 발생하는 경우
설치장소	넓다	설비는 실제 큰 설 치면적이 불필요	소	작다	소	대형 건축공사가 필요
대량생산	적합	대부분 적합	적합	적합	적합	대부분 적합
기타 특징	· 공기냉각기의 서 리 제거에는 자 동제상 장치가 필요, 제상에 적 합 출력 필요 · 제2의 열원으로 보조난방기가 필 요 · 온도변동이 커지 면 조절이 어렵 게 됨 · 외기냉각에는 소 음이 문제가 됨	· 지리조건 제약 을 받음 · 설치비 견적 어 려움 · 배관의 수리가 어려움 · 1,000 Kcal/ hr(1.16kW) 당 약 30㎡의 면적 필요 · 식수시에 동결 위험이 있음	· 냉각기에 부식, 스케일 발생 위 험이 있음 · 배수의 처리를 위한 배수로 혹 은 제2의 우물 이 필요 · 우물을 파기전 에는 온도, 수 질, 경계성을 대부분 알 수 없음	· 부식, 스케일, 이끼류가 발생 할 우려가 있음 · 온도가 지나치 게 낮게 되는 것 을 방지하기 위 한 조치가 필요 (예비난방)	· 부식, 스케일이 발생할 우려가 있음 · 사용제한을 받 을 가능성이 있 음 · 보조난방장치 가 필요(예비 난방)	· 건물이 남쪽, 또 는 지붕에 건설 공사 필요 · 동, 서, 남에 空 地가 필요 · 축열기 또는 제 2의 열원 필요 · 1,000 Kcal/hr (1.16kw) 출력 마다 약 2㎡의 태양열 집열면 적 필요

다중열원열펌프(multiple source heat pump)는 하나의 열펌프로 제1, 제2열원등을 병용하여 사용하는 열펌프를 의미하며 제1세대로부터 제4세대까지 기술이 발전되어오고 있다. 그중 제4세대의 SUDS증발기(Single Unit Dual Source evaporator)를 이용하는 열펌프는 하나의 열교환기를 이용하여 제1, 제2의 열원을 이용할 수

있는 구조이다.

3.1 2중열원열펌프

2중열원열펌프(dual source heat pump)는 하나의 열원에 2개의 증발기를 이용하거나 1개의 증발기에 2가지 열원을 적시에 선정하여 이용할 수 있는 기능이 있는 열펌프로 분류가 가능하다.

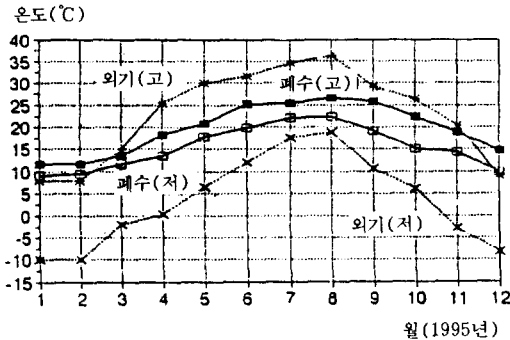


그림 1 생활하수열원의 온도특성

1984년에 Reistad³⁾ 등은 2중열원열펌프용 SUDS증발기에 대하여 연구발표하였다. 그들은 연구에서 에너지사용량, 다른 형식의 열펌프에서의 물의 사용량 등을 비교하였고 또한 기존의 공기를 열원으로 하는 열펌프, 물을 열원으로 하는 열펌프와도 성능을 비교하였다. 1985년에 Ewert⁴⁾ 는 2중열원열펌프용 SUDS증발기에 대하여 연구 발표하였는데, SUDS증발기의 설계 및 성능시험이 그 주된 내용이었다. Ewert에 의한 증발기는 Reistad에 의한 증발기와 유사하다(그림 5의 (a), (b) 참조). 우리나라에서의 2중열원열펌프에 대한 연구는 1989년도에 이재효⁵⁾에 의한 논문에서 접할 수 있다. 이재효의 주된 연구내용은 SUDS증발기가 설치된 열펌프 성능의 컴퓨터 시뮬레이션이었으며, 핀튜브로 된 나선형 3유체증발기(three fluid evaporator)의 성능분석 및 성능평가 모델의 개발에 관한 내용 등을 연구에 포함하고 있다.

3.1.1 2중열원열펌프의 특징

2중열원열펌프의 특징은, 전기한 바와 같이 공기를 열원으로 사용하는 경우에는 공기의 온도가 낮아지면 난방목적을 달성하는 데에 한계가 발생하여 전기저항식방열기등 보조열을 필요로 하게 된다. 서리의 착상문제는 제외하고라도 이를 해결하기 위한 다른 방법중의 하나는 난방용 TAC 설계온도 이하에서도 충분하도록 열펌프 용량을 충분히 키우는 것인데 정상적인 운전점 이상으로 가동이 되기 때문에 심각한 손실을 초래하게 된다. 또한 큰 용량의 선정으로 설치비용도 크게

증가하게 된다. 반대로 난방열량 이하의 용량을 설치하게 되면 보조열을 보다 많이 사용하게 되어 열펌프의 전효율이 낮아지며 또한 최대 전기 부하도 커질 수 있다.

이러한 공기열원열펌프의 능력이 감소하고 외기온도가 낮아질 때에 보조열의 사용을 피할 수 있는 방법중의 하나는 공기의 온도가 낮아지면 다른 열원으로 부터 열을 회수할 수 있도록 제2의 열원으로 열원을 전환함으로써 소기의 목적을 달성하는 방법이다.

2중열원열펌프의 경우, 제작이나 설치에 부가 비용이 들고 유지관리상에도 다른 문제점들이 발생할 수 있다고 생각할 수 있으나, 기존의 열펌프시스템을 사용하는 경우에는 전기저항식방열기 혹은 예비용 보일러 등과 같은 보조열원장치가 필요하며 그에 수반되는 비용 및 유지관리도 고려해야만 한다. 때문에 2중열원열펌프시스템의 적용이 다른 시스템에 비하여 초기비용이 결코 많이 든다고는 단정할 수 없으며, 2중열원열펌프로 냉방을 겸할 수 있는 경우에는 특히 그렇다. 더구나 유지관리상에서도 오히려 문제점이 적게 발생할 수 있는데 그것은 압축기등 구동장치들은 부하가 유리한 조건에서 작동되며(운전되는 증발온도가 높아지므로) 특히 제상을 위하여 냉매를 역류시키는 등의 조치가 필요없기 때문이다.

이상의 특징을 제외하고라도 2중열원열펌프의 장점은 다음과 같다.

- (1) 가장 많이 사용되고 있는 전공기방식에 비하여 COP가 높고, 에너지절약효과가 크다.
- (2) 앞에서 언급된 자연열원이나 폐열원 등 모든 저효용의 에너지를 제2의 열원으로 사용이 가능하다. 때문에 열원의 이용에 유연성이 크다.
- (3) 물을 열원을 하는 열펌프에 비하여 제2의 열원으로서 물을 이용하는 경우에도 공기의 온도가 낮은 경우에만 제2의 열원을 필요로 하므로 물의 사용량이 적고 유효하다. 특히 계간축열을 적용하는 시스템과 관련하여, 2중열원열펌프를 사용하므로

서 계간축열조의 용량을 크게 줄 일 수 있다.

- (4) 필요한 물을 열원으로 하는 열펌프에 비하여 물의 사용량이 적으므로 시수, 지하수, 지표수, 가정의 하수 등 열원으로 사용할 수 있는 水熱源의 선정이 용이하다. 또한 태양열과 같은 열을 사용하는 경우에도 태양열집열기와 같은 기기의 설치가 작아진다.
- (5) 제상장치의 설치가 불필요하며, 결과로서 효율이 향상된다.
- (6) 제상운전이 불필요하므로 연속운전이 가능하다.
- (7) 효율의 향상에 기인되어 최대전기부하를 줄일 수 있다.
- (8) 냉난방장치의 건물공간의 유효한 이용을 위하여 외형크기를 줄이는 것이 필요한데 2중열원열펌프는 열펌프와 관련된 장치의 크기(압축기, 실내기용열교환기, 실외기용 열교환기 등)를 줄일 수 있다.

2중열원열펌프의 적용과 관련하여, 제1의 열원으로서 공기의 이용과 제2의 열원을 이용하기 위하여는 열을 회수하기 위한 열교환기를 제1의 열원용 열교환기와 제2의 열원용 열교환기의 2개를 병용설치하거나 열교환기 구조를 특수하게 설계하여 하나의 열교환기만을 설치할 수도 있다.

4. 다중열원열펌프의 발달

그림 2~그림 5를 통하여 다중열원열펌프시스템의 종류, 발달을 알 수 있다. 그림 2는 제 I 세대 형식, 그림 3은 제 II세대 형식, 그림 4는 제 III세대 형식, 그림 5는 제 IV세대 형식을 보여주고 있다. 이상과 같은 형식은 서리의 형성을 최소화하고, 제상을 쉽게할 수 있는 기능을 주요 목적으로 하고 있으며 각 형식의 특징은 다음과 같다.

4.1 제 I 세대 형식

2개의 증발기가 병렬로 설치되는 형식이다. 2개의 증발기를 이용하여 100%의 난방부하를 처

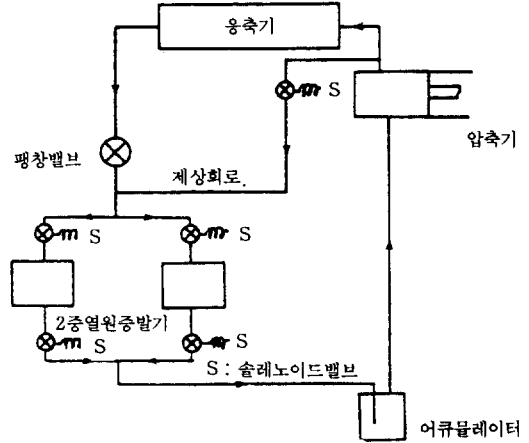


그림 2 제 I 세대 다중열원열펌프

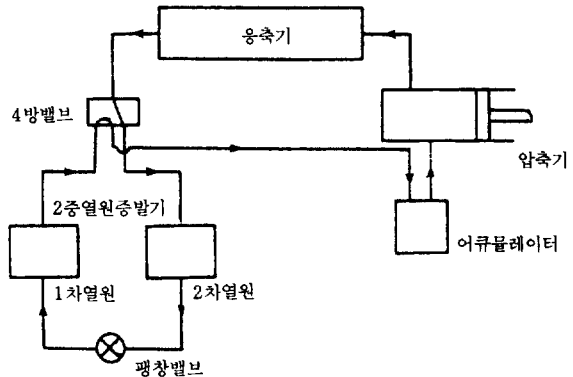


그림 3 제 II세대 다중열원열펌프

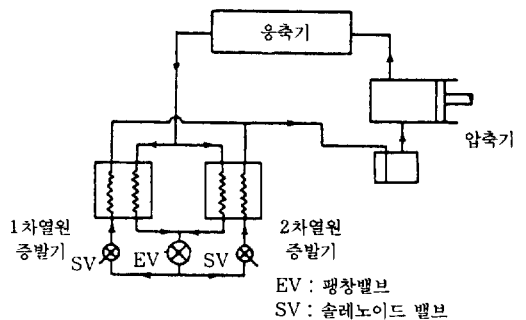


그림 4 제 III세대 다중열원열펌프

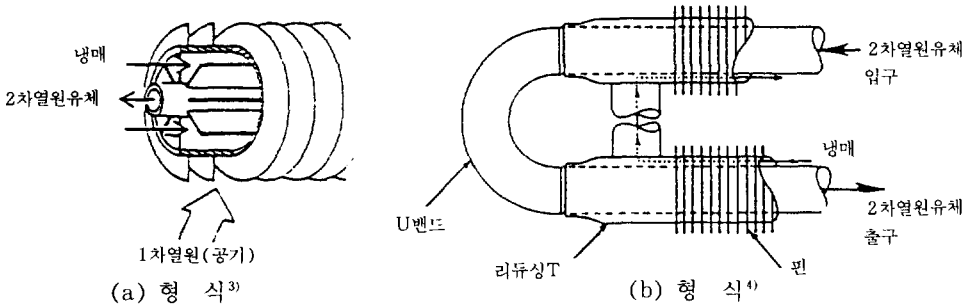


그림 5 제 IV세대 다중열원펌프

리하게 한다. 1개의 증발기는 공기를 열원으로 하며, 다른 1개의 증발기는 공기 이외의 제 2의 열원을 이용한다(열회수용 순환유체는 물 혹은 브라인의 이용). 2개의 증발기 운전 선정은 외기 온도 감지용 서모스탯에 의한다. 공기열원용 증발기의 제상은 핫 가스식 제상방식이다.

4.2 제 II세대 형식

2개의 증발기가 직렬로 설치되는 형식이다. 운전방식은 제 II세대 형식과 유사하며 열원도 제 1의 열원으로서 공기를 그리고 공기 이외의 제 2의 열원을 이용한다. 제 I세대 형식과 다른점은 제상방식이다. 2개의 증발기중 1개는 항상 예냉기로 작동한다는 것이다. 즉, 작동하는 증발기에 서리가 착상되면 예냉기로 기능이 바뀌게 되며 서리가 제거된다.

4.3 제 III세대 형식

예냉이 가능한 병열방식으로서 제 I세대 형식과 제 II세대형식 특성의 혼합이다. 2개의 증발기는 병열로 설치되지만 각각의 증발기 냉매회로는 2단으로 되어 있어 예냉목적의 냉매와 증발 목적의 냉매가 흐르도록 되어 있다. 다른 형식과 같이 2개의 증발기 선정은 온도 감지용 서모스탯에 의한다.

4.4 제 IV세대 형식

본 형식의 주요 기능은 2중열원으로부터 에너지를 회수하는 능력을 하나의 증발기만으로 갖게 하는 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 제 IV세대 형식인 SUDS열교환기는 공기, 냉매, 물(혹은

브라인)과 같은 제 2의 열원의 3종류의 유체가 하나의 열교환기에서 열교환이 이루어지도록 되어 있다. 핀이 있는 외측으로는 공기가 흐르고, 내측 tube의 내측통로에는 제 2열원용 유체가 흐른다. 내측관과 외측관 사이로는 냉매가 흐르도록 되어 있다. 즉, 증발되는 냉매는 공기로부터 열을 회수하다가 서리가 착상되면 팬의 가동을 멈추고 내측관으로 제 2열원용 유체를 흐르도록 하여 냉매와 제 2열원용 유체와 열교환이 이루어지도록 운전된다. 이때 증발온도가 높아지므로 핀에 착상된 서리의 자연적인 제상이 가능하다.

이상과 같은 형식 중 제 IV세대의 형식인 SUDS증발기 형식의 개발, 적용이 필요하다고 판단되며 그 배경은 다음과 같다.

SUDS증발기의 특징들중의 하나는 열교환기는 1개이면서 냉매, 공기, 제 2열원유체(물 혹은 브라인)의 3종류의 유체 통로가 있는 것이다.

(1) 그림 2~그림 4와 그림 6을 참조하여, 1차열원(공기)과 2중열원용의 증발기를 각각으로 2개를 설치하는 경우, 온도가 낮은 증발기 쪽으로 migration현상에 기인, 냉매가 도피하여 응축되므로 시스템 내의 냉매를 유효하게 사용할 수 없게 되어 사용시간이 경과할수록 성능이 낮아질 수 있다. 이러한 현상을 방지하기 위하여는 각각의 증발기 전후측에 고기밀성의 전자밸브를 부착하여야 하는 부담이 발생한다. 이러한 현상을 방지할 수 있는 밸브는 가격이 비싸고 또한 설치를 한다고 하여도 얼마간 운전을 지속하게 되면 성능을 100% 보장할 수 없게 된다. 이러한

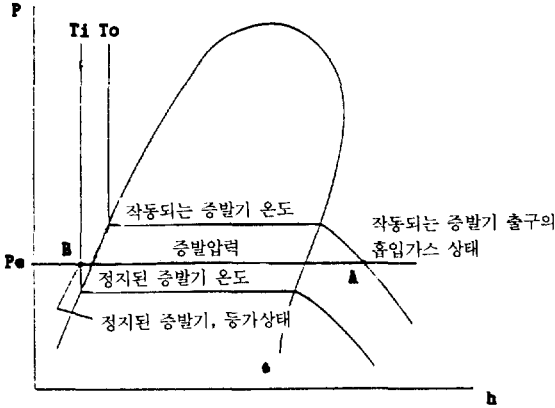


그림 6 다중열원열펌프에 2개의 증발기를 설치한 경우의 각 증발기의 상태

현상은 1차열원인 공기열원용의 증발기의 온도가 2차열원용 증발기의 온도 보다 낮게 되는 때에 발생한다.

- (2) 타형식에 비하여 냉매유동로를 간단하게 할 수 있어 냉매의 유동에 따른 마찰손실을 줄일 수 있다.
- (3) 제1열원으로부터 제2열원으로의 열원전환과 관련하여, 전환온도를 낮게하므로써 공기측에 생성될 수도 있는 서리를 제2열원유체의 열에 의하여 제상시킬 수 있으므로 다른 제상장치의 적용을 하지 않아도 된다.
- (4) 제상기능의 작동에 따른 에너지손실을 배제할 수 있으므로 보다 에너지절약적이다.
- (5) 시스템이 간단하므로 제작에 소요되는 비용이 적게 든다.
- (6) 시스템의 외형이 작아서 설치면적이 작게 소요되어 공간이용이 효율적이다.

5. SUDS증발기를 이용하는 2중열원열펌프의 성능

그림 7을 통하여 다른 형식의 열펌프에 비교한 2중열원열펌프로서의 SUDS증발기를 적용한 열펌프의 성능을 볼 수 있다. 순수한 물을 열원으로 하는 열펌프에 비하여는 성능이 낮으나, 일

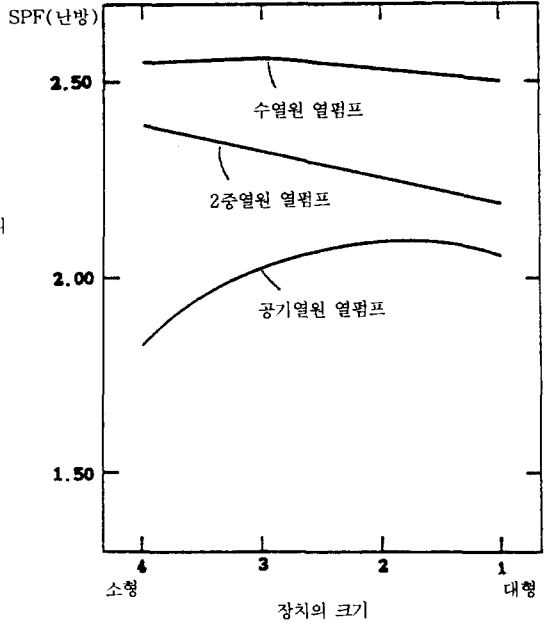


그림 7 열펌프 형식별 성능비교³⁾

반 공기를 열원으로 하는 열펌프에 비하면 성능이 크게 향상될 수 있음을 볼 수 있다.

6. 2중히트싱크응축기를 이용하는 열펌프

우리나라에서 열펌프시스템을 주거용건물 난방용으로 적용, 보급하기 위하여는 우리나라에서 주로 적용하고 있는 난방시스템에 적용이 가능하도록 시스템의 개선을 위한 노력이 필요하다고 사료된다.

우리나라의 주거용건물에서 주로 적용하고 있는 난방방식은 온수를 이용하는 바닥 난방방식이다. 이와같이 바닥, 벽체 혹은 천장등에 코일을 매설하여 내부로 열매체를 순환시키는 판넬난방방식은, 코일의 내부로 거주공간의 공기온도 보다 차가운 냉수를 공급하게 되면 코일이 매설된 바닥, 벽체 혹은 천장등의 표면에 공기에 함유된 수분이 응축되어 응축수가 발생하여 생활을 하기가 어렵게 되므로 냉방과 병용하여 사용하는 데에 한계가 있다. 따라서 판넬난방방식을 적용하는 경우에는 냉방은 별도의 냉방시스템을 갖추는

것이 일반적이다. 판넬난방방식을 적용하고 있는 장소에서 냉방을 위하여는 냉동기나 패키지에어콘등과 같은 냉방기의 설치와 더불어 열의 분배와 공급을 위한 방열기를 설치하는 것이 일반적이다.

이와같은 문제점은 실내기에 SUDS증발기와 유사한 형식의 2중히트싱크용 일체형 열교환기를 적용하여 난방시키는 온풍난방방식과 판넬난방방식을 필요에 따라 선택하여 운전할 수 있고, 냉방시는 냉풍을 이용한 냉방이 가능하도록 하므로서 일부 개선이 가능하리라고 사료된다.

기존의 열펌프는 난방이나 냉방 공히 공기를 송풍하는 방식으로 냉난방을 하거나, 냉매를 직접 판넬등 방열수단에 순환시켜 난방을 하거나, 물과 같은 액체상태의 열매체를 난방에 이용하는 경우에는 별도의 열교환기를 설치하는등의 수단을 이용한다. 이와 같은 기존의 방법은 냉매의 누설등과 같은 문제점과 시설비의 증가, 공간활용의 비효율성등의 여러가지 문제점이 있다. 이와 같은 여러가지 문제점도 실내기에 2중히트싱크용 일체형 열교환기를 설치하므로서 일부 개선이 가능하리라 사료된다.

그림 8은 2중히트싱크용 일체형 열교환기를 이용한 열펌프의 개요도를 나타낸다.

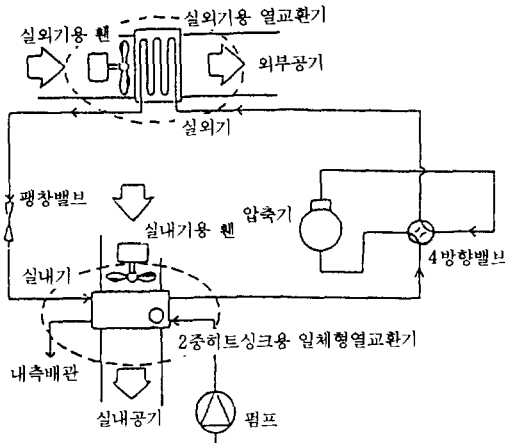


그림 8 실내기에 2중히트싱크용 일체형 열교환기를 설치한 열펌프 개요도

6.1 용어의 의미

하나의 열펌프를 이용하여 여러가지 열원으로 부터 열을 회수하여 사용하는 열펌프를 다중열원 열펌프(multiple source heat pump)라고 부르며, 하나의 열펌프를 이용하여 2가지 열원으로 부터 열을 회수하여 사용하는 열펌프를 2중열원 열펌프(dual source heat pump)라고 부르는 것은 일반적이다. 또한 2중열원열펌프에서, 하나의 열교환기(증발기)만을 2중열원열교환기로 이용하는 증발기형식을 SUDS증발기(single unit dual source evaporator) 혹은 하나의 열교환기로서 공기, 냉매, 물(혹은 브라인 등)과 같은 3 유체에서 상호 열교환이 이루어지므로 3유체증발기(three fluid evaporator)라고 부른다. 실내기에 하나의 열교환기(응축기)만을 설치하여 온풍과 온수(혹은 브라인과 같은 액상의 열매체)를 발생할 수 있는, 즉 공기와 물(혹은 브라인과 같은 액상의 열매체)의 2가지 히트싱크에 열을 방열하여 직접 난방(혹은 급탕 등)에 이용할 수 있는 형식은 영문으로 표기하는 경우 SUDS_k응축기(single unit dual sink condenser)로 표기하므로서 기존의 SUDS증발기와는 구분이 가능하리라 사료된다.

관련용어의 의미는 다음과 같다.⁶⁾

SUDS증발기(열교환기); Single Unit Dual Source evaporator(heat exchanger)

SUDS열펌프; Single Unit Dual Source heat pump (SUDS증발기를 이용하는 2중열원 열펌프)

SUDS_k응축기(열교환기); Single Unit Dual Sink condenser(heat exchanger)

SUDS_k열펌프; Single Unit Dual sink heat pump(SUDS_k 응축기를 이용하는 2중히트싱크 열펌프)

SUDS, SUDS_k 열펌프; Single Unit Dual Source, Single Unit Dual Sink heat pump(SUDS증발기와 SUDS_k응축기를 이용하는 열펌프)

7. 맺음말

열펌프로서, 공기만을 열원으로 사용하기에는 기온이 낮은 우리나라와 같은 한냉지에서도 이용이 가능하다고 판단되는 2중열원열펌프에 대하여 기술하였다.

2중열원열펌프 적용상의 중요한 문제점은 물론 제2의 열원만을 이용하는 열펌프 적용상의 중요한 문제점과 같은 공기 이외의 제2열원의 확보이다. 그럼에도 2중열원 열펌프는 앞에 설명한 여러 가지 장점이 있음을 주시할 필요성이 있다.

우리나라는 에너지자원이 절대부족하며, 열펌프가 자연에너지나 생활폐열 등의 저효용성의 에너지를 고효용화 하여 사용할 수 있는 에너지절약장치라는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 또한 선진국에서의 보급속도, 열펌프에 대한 지속적인 연구추세 등을 고려할 때 우리나라에서도 열펌프의 국내적용이 활성화 될 수 있도록 지속적인 기술개발이 필요하다고 판단된다. 우리나라의 동절기는 한냉하기 때문에 (공기를 열원으로 이용하는) 열펌프의 이용에는 한계가 있다는 통념을 깨고 열펌프의 효용성을 최대한 이용할 수 있도록 기술을 개발하여 열펌프의 보급에 노력하는 것이 우리의 당면과제라고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 히트펌프技術(基礎と應用), 1983 Warmepumpen : Grundlage und Praxis, by Hans Ludwig von Cube/Fritz Steimle, 1978의 일본어 완역본.
2. 신현준 외, 1996, “下水熱源 熱펌프시스템을 이용한 건물의 냉난방 연구”, 한국에너지기술연구소 제11회 에너지절약기술워크샵 논문집, 한국에너지기술연구소.
3. G. M. Reistad, J. G. Griffiths, S. Lang, 1984, “Evaluation of Dual-Source Evaporator for Residential Heat Pumps”, ASHRAE Transactions-Volume 90, Part 1B.
4. D. L. Ewert, 1985, “The Development, Design, and Performance Testing of a Single-Unit Dual Source(SUDS) Heat Pump Evaporator”, ASHRAE Transactions Volume 91, Part 1A.
5. Jai-Hyo Lee, 1989, “Analysis and Simulation of Dual-Source Heat Pumps with Three-Fluid Evaporators”, Ph.D Thesis of Oregon State Univ. Mechanical Engineering.
6. 우정선 외, 1996, SUDS熱펌프를 移用한 住居用建物 冷暖房시스템 開發研究(I), 한국에너지기술연구소 연구보고서, 통상산업부.