

지열원 물-공기 열펌프유닛 인증기준

본 고에서는 지열원 물-공기 열펌프유닛의 인증기준으로서, 평가기준 및 용량시험, 성능시험 그리고 측정방법 및 장치 등에 대해서 개략적으로 기술하고자 한다.

조정식, 손병후, 신현준
한국건설기술연구원

1. 개요

일반적으로 지열을 열원으로 하는 물-공기 열펌프는 그 구성요소들이 외부 케이싱 내에서 동관에 의해 모두 연결된 일체형 유닛이다. 이 유닛은 외부에서 실내로 유입되는 공기를 가열하거나 냉각시키는 냉매-공기 열교환기(부하 측 열교환코일; 냉방 시 증발기, 난방 시 응축기), 냉매 압축기, 열원 측 냉매-물 열교환기(또는 냉매-브라인 열교환기; 냉방 시 응축기, 난방 시 증발기), 팽창장치(팽창밸브 또는 모세관) 그리고 4방 밸브(4-way valve) 등으로 구성된다.

지열원 열펌프 시스템에 사용되는 물-공기 열펌프 유닛(이하 물-공기 열펌프)의 표준 정격용

량 시험 및 방법, 성능 시험 및 방법 등에 적용되며, 물-공기 열펌프는 물 루프 열펌프 시스템, 지하수 열펌프 시스템 그리고 지중 루프 열펌프 시스템에 모두 적용될 수 있다.

본 고에서는 지열원 물-공기 열펌프유닛의 인증기준으로서, 평가기준 및 용량시험, 성능시험 그리고 측정방법 및 장치 등에 대해서 개략적으로 기술하고자 한다.

2. 평가 기준

지열원 열펌프 설비에 사용되는 물-공기 열펌프는 성능기준으로서는 다음 표 1을, 구조 및 외관으로서는 다음의 내용을 만족하여야 한다.

〈표 1〉 열펌프의 최소 요구 성능

열펌프 운전모드	열펌프적용	열펌프 용량 (Btu/h)	시험 조건(EWT*)	ARI 기준에 의한 최소 요구 성능**(2001년)	ISO 13256-1 기준에 의한 최소 요구 성능**(2001년)
냉방 모드	물 루프	<17,000	29.5°C (85°F)	11.2	11.2
		17,000~65,000	29.5°C (85°F)	12.0	12.0
		65,000~135,000	29.5°C (85°F)	12.0	12.0
	지하수 이용	<135,000	21.0°C (70°F) 10.0°C (50°F)	13.5 15.0	16.2
난방 모드	지중 루프	<135,000	25.0°C (77°F)	12.4	13.4
	물 루프	<135,000	21.0°C (70°F)	4.1	4.2
	지하수 이용	<135,000	21.0°C (70°F)	3.9	3.6
			10.0°C (50°F)	3.4	
	지중 루프	<135,000	0.0°C (32°F)	2.8	3.1

* EWT: Entering Water Temperature, 열원 측 순환유체의 열펌프 입구 온도

** 성능: 냉방모드인 경우, EER 그리고 난방모드인 경우, COP

- (1) 물-공기 열펌프는 웬, 냉매-공기 열교환기, 필터, 압축기, 4방 밸브, 팽창장치, 냉매-물 열교환기 그리고 이들 요소기기를 연결하는 배관 등이 케이싱 안에서 조립된 일체형 기기이며, 각 요소기기에 대한 상세 사항은 열펌프 제조사가 제공하는 열펌프 제작도 또는 안내서를 따른다.
- (2) 물-공기 열펌프는 냉매가 충전된 상태에서 공장에서 완전히 조립된 후, 성능시험을 거쳐야 한다.
- (3) 외부 케이싱은 아연도금강판으로 제작된 것으로 한다. 외부 케이싱 안쪽 면에 부착되는 보온재는 단열 및 소음흡수의 역할을 수행할 수 있어야 한다.
- (4) 드레인팬(배수팬)은 수열원 열펌프가 운전되는 동안 발생하는 응축수를 용이하게 배수할 수 있도록 이중으로 경사진 플라스틱 재질의 팬이어야 한다.
- (5) 냉매의 압축에 사용되는 압축기는 고효율 로터리 왕복동식 또는 고효율 스크롤 압축기이어야 한다. 압축기 구동에 의해 발생하는 진동을 감쇄시키기 위해, 압축기 하단부에 방진고무가 설치되어 있어야 한다.
- (6) 압축기에서 발생하는 소음을 줄이기 위하여 열펌프 외부 케이싱과는 별도로 압축기 케이싱이 설치되어 있어야 한다.
- (7) 4방 밸브는 파일럿 슬라이드형이며, 마그네틱 코일이 캡슐에 쌓여 있는 것으로 한다.
- (8) 냉매-공기 열교환기 : 내부에 웬이 가공된 동 파이프 외면에 알루미늄 웬이 기계적으로 접착된 기기를 말한다. 파이프는 누수시험 및 내압시험을 통과하여야 한다.
- (9) 물-냉매 열교환기 : 물-냉매 열교환기는 동으로 된 이중관형 고효율 열교환기를 사용하여야 하며, 코일은 냉매와 물 측 압력 모두 최대 25 kg/cm²의 압력에서 견딜 수 있어야 한다.
- (10) 웬은 forward-curved 형태이며, 구동모터

에 직결 구동형으로 연결된다. 밀폐형 오일 프리(oil free) 베어링 구조로 모터 결선 및 유지보수를 위하여 결합과 분리가 쉬운 연결구가 사용되어야 한다.

3. 표준 정격 및 부분부하 용량 시험

3.1 기본 조건

3.1.1 용량 시험

- (1) 물-공기 열펌프의 표준 용량 시험 및 평가는 다음의 '표준 정격용량 및 부분부하 용량 시험 조건'에 제시된 시험 조건과 절차에 따라 수행된다.
- (2) 시험을 통해 결정되는 물-공기 열펌프의 냉·난방 용량은 정미 값(net values)으로, 열펌프의 웬 구동으로 인해 발생하는 열은 포함되지만, 보조 가열기 구동으로 발생하는 열은 포함되지 않는다.
- (3) 열펌프의 표준 용량을 산정할 때, 유효 공급 전력 값을 이용한다.

3.1.2 직접 분출형 물-공기 열펌프의 웬 구동에 필요한 공급 전력

- (1) 현재 생산되고 있는 수열원 열펌프 중, 콘솔형 열펌프는 조화된 공기를 실내로 직접 분출한다.
- (2) 이와 같이 덕트와 직접 연결되지 않는 직접 분출형 물-공기 열펌프의 웬이 소비하는 전력은 열펌프의 유효 공급 전력에 포함된다.

3.1.3 덕트 접속형 물-공기 열펌프의 웬 구동에 필요한 공급 전력

- (1) 덕트 접속형 열펌프는 열펌프 토출 측에 접속된 덕트를 통하여 실내에 공기를 분출한다. 이 때, 조화된 공기를 실내로 토출하기 위하여 웬이 사용된다. 이 웬이 열펌프의 구성 요소가 아닌 경우 즉, 덕트 내부에 장착되는 경우, 웬 소비전력은 다음 식으로 계산된다.

- (2) 이 소비전력은 유효 공급 전력 값에 포함되는 값으로, 난방 성능계수 계산 시 (+)값이고 냉방 성능계수 계산 시에서는 (-) 값이다.
- (3) 반면, 환이 덕트 접속형 열펌프의 한 구성요소로서 열펌프 내부에 장착된 경우, 내부 저항을 극복하는 데 필요한 전력량만이 유효 공급 전력 값에 포함된다.
- (4) 따라서 환이 소비하는 전력은 총 소비전력에서 계산되는 전력량을 뺀 값이 된다. 이렇게 계산된 소비전력 값은 난방 성능계수 계산 시 (+)값이고, 냉방 성능계수 계산 시에는 (-)값이 된다.

3.1.4 순환유체 펌프 구동에 필요한 전력

- (1) 열원 측 순환유체 펌프가 열펌프의 구성요소가 아닌 경우, 다음 식을 이용하여 순환유체 펌프가 소비하는 전력을 계산한다.
- (2) 반면, 순환유체 펌프가 열펌프의 한 구성요소로서 열펌프 내부에 장착된 경우, 내부 저항을 극복하는 데 소요되는 전력량만이 유효 공급 전력 포함된다. 이 값은 순환유체 펌프가 소비하는 총 전력량에서 계산되는 전력량을 뺀 값이다.

3.1.5 공기 유량(풍량)

- (1) 물-공기 열펌프의 표준평가 시 실내로 공급되는 공기는 표준 공기이며, l/s의 유량 단위를 갖는다. 열펌프 내부에 환이 장착된 덕트 접속형 물 대 공기 열펌프는 제조사가 명시한 공기유량 조건에서 시험되거나 또는 외부 정압 차이가 0인 공기유량 조건에서 시험된다.
- (2) 공기 토출용 환이 덕트 접속형 물-공기 열펌프 내부에 장착되어있지 않은 경우 즉, 덕트 내부에 환이 설치된 경우에도 위에서의 방법과 동일하게 용량 시험을 수행한다. 반면에 필수적인 환을 가지지는 않지만 공기 이송 장치의 종류로 일반적인 사용을 위해

평가된 덕트가 있는 열펌프는 제조사가 제시하는 공기 유량에서 용량 시험을 수행한다. 하지만 모든 경우에 열교환 코일, 열펌프 외부 케이싱 그리고 기타 열펌프 부속 장치들을 통과하는 공기의 압력강하는 75 Pa 을 초과해서는 안 된다.

- (3) 직접 분출형 열펌프는 외부 정압 차이가 0인 공기 유량 조건에서 표준 용량 시험이 수행된다. 이 때, 시험 대상 열펌프가 토출 공기 유량을 자동으로 조절할 수 없는 경우, 열펌프 제조사가 제시하는 하나의 풍량 조건에서 표준 용량 시험을 수행한다. 단, 풍량 제어를 위한 제어 신호의 출력은 자동으로 조절되고 변환된다.

3.1.6 순환유체 유량

- (1) 열원 측 순환유체 펌프가 시험 대상 열펌프 내부에 장착된 경우, 제조사가 명시한 유량 조건으로 시험을 수행한다. 또는 외부 정압 차이가 0인 유량 조건으로 시험을 수행할 수도 있다. 이 때, 어느 쪽이 더 낮은 유량인가는 고려하지 않는다.
- (2) 열펌프 내부에 열원 측 순환유체 펌프가 장착되지 않은 경우에도 제조사가 명시한 순환유체 유량에 맞추어 시험을 수행한다. 이 때, 시험 대상 열펌프가 순환유체의 유량을 자동으로 조절할 수 없는 경우, 열펌프 제조사가 제시하는 하나의 열원 측 순환유체 유량에서 표준 용량 시험과 성능 시험을 수행한다.

3.1.7 용량 제어 열펌프에 대한 성능 시험 조건

- (1) 물-공기 열펌프에 대한 부분부하 시험은 이 열펌프가 발휘할 수 있는 최대 성능보다 낮은 수준에서 각 단계별로 수행된다.
- (2) 단계 별 용량 제어가 가능한 열펌프는 각 단계에서 성능이 시험되며, 가변 용량 제어 기능을 가진 열펌프는 최소한 두 개의 성능 수준(최대와 최소 성능)에서 시험된다.

3.1.8 시험용 액체(열원 측 순환유체)

- (1) 물 루프 열펌프와 지하수 열펌프의 열원 측 시험용 액체로 물을 사용한다.
- (2) 지중 루프 열펌프의 시험을 위해 물에 염화 나트륨을 질량분율로 15% 혼합한 브라인을 사용한다.
- (3) 시험용 액체 내부에 공기 또는 외부에서 유입된 가스가 존재할 경우, 이들 가스는 전체 시험결과에 영향을 미친다. 따라서, 시험 수행에 앞서 시험용 액체에 존재하는 가스를 충분히 제거해야 한다.

3.2 표준 및 부분부하 용량 시험 조건

- (1) 열펌프가 적용되는 시스템에 따른 특정 시험 조건과 절차에 의해 표준 용량 시험을 수행하여 물-공기 열펌프의 표준 냉·난방용량을 산정한다.
- (2) 표 2는 열펌프의 표준 냉방용량 및 부분부하 냉방용량 산정을 위한 시험 조건을, 그리고 표 3은 표준 난방용량 및 부분부하 난방용량 산정을 위한 시험 조건을 각각 나타낸

것이다. 또한, 두 가지 이상의 복합 시스템에 적용되는 열펌프는 각각에 대한 시험 조건 하에서 성능시험을 수행한다.

3.3 표준 및 부분부하 용량 시험 절차

3.3.1 시험 공간

- (1) 시험 공간(시험실)은 주어진 허용 오차 범위 내에서 시험 조건이 유지될 수 있는 특정 공간을 의미한다.
- (2) 표준 용량 및 부분부하 용량 시험 중 열펌프 주위의 공기, 즉 시험 공간 내 공기의 속도는 2.5 m/s를 초과해서는 안 된다.

3.3.2 시험 대상 열펌프 설치

- (1) 제조사가 권장하는 방법 및 순서에 따라 시험 대상 열펌프를 시험 공간 내에 설치한다. 만약, 시험 대상 열펌프가 다양한 방향으로 설치될 수 있는 경우, 가능하면 가혹한 운전 환경을 유도할 수 있는 방향으로 열펌프를 설치한다.
- (2) 시험에 반드시 필요한 부수 장비 또는 계기의

<표 2> 열펌프의 냉방용량 산정을 위한 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험 조건			
열펌프로 흡입되는 공기			
-건구온도(°C)	27	27	27
-습구온도(°C)	19	19	19
열펌프 주위 공기			
-건구온도(°C)	27	27	27
표준 용량 시험			
시험용 열원수의 열원 측 입구온도(°C)	30	15	25
부분부하 용량 시험			
시험용 열원수의 열원 측 입구온도(°C)	30	15	20
주파수(frequency)*	정격 값	정격 값	정격 값
전압(voltage)**	정격 값	정격 값	정격 값

* 이중 정격 주파수(dual rated frequencies) 열펌프는 각 주파수에서 시험된다.

** 이중 정격 전압(dual rated voltages) 열펌프는 두 전압조건에서 시험되거나 또는 하나의 성능시험 결과만 제시한다면, 두 전압 중 낮은 전압조건에서 시험된다.

<표 3> 열펌프의 난방용량 산정을 위한 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험 조건			
열펌프로 흡입되는 공기			
-건구온도(°C)	20	20	20
-습구온도(°C)	15	15	15
열펌프 주위 공기			
-건구온도(°C)	20	20	20
표준 용량 시험			
시험용 열원수의 열원 측 입구온도(°C)	20	10	0
부분부하 용량 시험			
시험용 열원수의 열원 측 입구온도(°C)	20	10	5
주파수(frequency)*	정격 값	정격 값	정격 값
전압(voltage)**	정격 값	정격 값	정격 값

* 이중 정격 주파수(dual rated frequencies) 열펌프는 각 주파수에서 시험된다.

** 이중 정격 전압(dual rated voltages) 열펌프는 두 전압조건에서 시험되거나 또는 하나의 성능시험 결과만 제시한다면, 두 전압 중 낮은 전압조건에서 시험된다.

설치 외에는 시험 대상 열펌프를 개조해서는 안 된다. 필요할 경우, 제조사의 지시에 따라 냉매의 종류와 주입량을 조절할 수 있다.

3.3.3 표준 용량 및 부분부하 용량 산정을 위한 시험 수행

- (1) 표준 용량 및 부분부하 용량 계산에 필요한 데이터 획득에 앞서, 최소 1시간 동안 열펌프를 운전한다. 또한 모든 측정 데이터가 평형상태에 도달할 때까지 열펌프는 정지되는 일이 없어야 한다.
- (2) 특정 시험 조건에서 최소 1시간 이상 운전

된 열펌프가 평형상태에 도달하였을 때, 최소 30분 동안 5분 간격으로 데이터를 획득하여 저장한다(최소 6회 측정). 시험이 완료된 후, 이들 데이터를 평균하여 시험 대상 물-공기 열펌프의 표준 냉·난방 용량을 계산한다.

4. 성능 시험조건

4.1 최대 운전 시험(maximum operating test)

4.1.1 시험 조건

최대 운전성능 시험은 다음의 표 4와 표 5에 명

<표 4> 열펌프의 최대 냉방성능 시험 조건

시험조건	열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
열펌프로 흡입되는 공기				
-건구온도(℃)		32	32	32
-습구온도(℃)		23	23	23
열펌프 주위 공기				
-건구온도(℃)		32	32	32
시험용 열원수의 열펌프				
입구온도(℃)		40	25	40
주파수		정격 값	정격 값	정격 값
전압		1) 단일 정격 전압 열펌프인 경우, 이 전압의 90%와 110% 전압조건에서 시험. 2) 이중 정격 전압인 경우, 최소 값의 90%와 최대 값의 110% 전압조건에서 시험.	1) 단일 정격 전압 열펌프인 경우, 이 전압의 90%와 110% 전압조건에서 시험. 2) 이중 정격 전압인 경우, 최소 값의 90%와 최대 값의 110% 전압조건에서 시험.	1) 단일 정격 전압 열펌프인 경우, 이 전압의 90%와 110% 전압조건에서 시험. 2) 이중 정격 전압인 경우, 최소 값의 90%와 최대 값의 110% 전압조건에서 시험.

<표 5> 열펌프의 최대 난방성능 시험 조건

시험조건	열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
열펌프로 흡입되는 공기				
-건구온도(℃)		27	27	27
열펌프 주위 공기				
-건구온도(℃)		27	27	27
시험용 열원수의 열펌프				
입구온도(℃)		30	25	25
주파수		정격 값	정격 값	정격 값
전압		1) 단일 정격 전압 열펌프인 경우, 이 전압의 90%와 110% 전압조건에서 시험. 2) 이중 정격 전압인 경우, 최소 값의 90%와 최대 값의 110% 전압조건에서 시험.	1) 단일 정격 전압 열펌프인 경우, 이 전압의 90%와 110% 전압조건에서 시험. 2) 이중 정격 전압인 경우, 최소 값의 90%와 최대 값의 110% 전압조건에서 시험.	1) 단일 정격 전압 열펌프인 경우, 이 전압의 90%와 110% 전압조건에서 시험. 2) 이중 정격 전압인 경우, 최소 값의 90%와 최대 값의 110% 전압조건에서 시험.

시된 조건에서 수행된다. 두 가지 이상의 시스템에 적용되는 열펌프는 표 4와 표 5에 명시된 조건 중, 가장 가혹한 조건에서 수행된다.

4.1.2 시험 절차

- (1) 열펌프가 정상상태에 도달할 때까지 최소 1시간 이상 열펌프를 운전한다. 열펌프의 정격전압에 대한 110% 전압조건 시험을 90% 전압조건 시험보다 먼저 수행한다.
- (2) 열펌프의 정격전압에 대한 90% 전압 시험을 1시간 동안 수행한 후, 3분 동안 열펌프에 공급되는 전력을 차단하고, 그 후 한 시간 동안 복구한다.

4.1.3 최대 운전성능 시험 시 요구 사항

표 4와 표 5에 제시된 시험조건으로 열펌프의 최대 운전성능을 시험할 때, 열펌프는 다음의 사항들을 만족해야 한다.

- 1) 시험을 수행하는 동안 열펌프는 어떠한 손상도 없이 작동해야 한다.
- 2) 최대 운전 시험 절차에 명시된 측정시간 동안, 열펌프의 압축기 모터 또는 보호장치는 과전류가 걸리는 일이 없이 연속적으로 작동되어야 한다.
- 3) 측정 중, 열펌프가 3분 동안 중단된 후 다시 작동하였을 때, 압축기 모터의 과부하 보호 장치는 처음 5분 동안 작동할 수 있다.

- 4) 이후 측정 동안, 압축기 모터 과부하 보호 장치는 작동하지 않는다. 이렇게 설계된 열펌프는 과부하 보호 장치의 작동 후 5분 이내에는 장비가 재 운전되지 않으며, 30분 동안 운전 불능 상태에 있을 수도 있다. 그리고 시험 기간의 나머지 기간 동안에는 연속적으로 운전한다.

4.2 최소 운전 시험(minimum operating test)

4.2.1 시험 조건

열펌프의 적용방식에 따른 시험조건 및 규정된 방법에 따라 최소 운전성능 시험을 수행한다. 물-공기 열펌프의 최소 냉방성능 시험 조건을 표 6에, 그리고 최소 난방성능 시험 조건을 표 7에 나타내었다. 두 가지 이상의 시스템에 적용되는 열펌프는 표 6과 표 7에 명시된 조건 중, 가장 가혹한 조건에서 수행된다.

4.2.2 시험 절차

- 1) 최소 냉방성능 시험 : 표 6에 명시된 온도조건의 정상상태에 도달할 때까지 열펌프를 30분 이상 작동한다.
- 2) 최소 난방성능 시험 : 일정 온도의 시험용 액체를 10분 동안 순환시켜 열펌프의 냉매-물 열교환기 코일 내부가 충분히 젖게 한다. 이 과정이 끝난 후, 열펌프가 정상상태에 도달할 때까지 30분 이상 운전한다.

<표 6> 열펌프의 최소 냉방성능 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험조건			
열펌프로 흡입되는 공기			
-건구온도(°C)	21	21	21
-최대 습구온도(°C)	15	15	15
열펌프 주위 공기			
-건구온도(°C)	21	21	21
시험용 열원수의 열펌프			
입구온도(°C)	20	10	10
주파수(frequency)	정격 값	정격 값	정격 값
전압(voltage)	정격 값	정격 값	정격 값

4.2.3 최소 운전 시험 수행 시 요구 사항

성능측정 중, 열펌프에 장착된 어떤 보호 장치도 작동하지 않아야 하며, 또한 열펌프도 손상 없이 운전되어야 한다.

4.3.2 시험 절차

표 8의 온도조건이 달성된 후, 최소 4시간 이상 열펌프를 운전한다.

4.3 주변 결로와 응축수 시험

4.3.1 시험 조건

- (1) 냉방 모드로 작동하는 열펌프를 대상으로 주변 결로와 응축수 시험을 수행하며, 이에 요구되는 시험조건은 표 8과 같다.
- (2) 열펌프 사용자를 위한 제조사의 특별규정이 없다면, 열펌프의 제어장치, 환, 댐퍼, 그릴 등의 모든 부속장치들은 최대결로 또는 최대응축수가 생성될 수 있도록 설치된다. 둘 이상의 시스템에 적용되는 열펌프는 가장 가혹한 조건에서 시험된다.

- (1) 덕트 접속형 물-공기 열펌프의 표준 용량 시험 및 성능 시험을 위해 실내공기 엔탈피법과 액체 엔탈피법을 적용하며, 두 시험법에 의한 측정 결과를 평균하여 열펌프의 총 냉·난방 용량을 결정한다. 이 때, 두 시험법에 의한 측정결과들은 ±5% 범위 내에서 일치하여야 한다.
- (2) 직접 분출형 물-공기 열펌프에 대해서는 실내 공기 엔탈피법 대신 열량계법을 적용하여 용량을 산정한 후, 액체 엔탈피법에 의한

<표 7> 열펌프의 최소 난방성능 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험조건			
열펌프로 흡입되는 공기 -건구온도(°C)	15	15	15
열펌프 주위 공기 -건구온도(°C)	15	15	15
시험용 열원수의 열펌프 입구온도(°C)	15	15	15
주파수(frequency)	정격 값	정격 값	정격 값
전압(voltage)	정격 값	정격 값	정격 값

<표 8> 열펌프의 주변 결로 및 응축수 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험조건			
열펌프로 흡입되는 공기 -건구온도(°C)	27	27	27
-최대 습구온도(°C)	24	24	24
열펌프 주위 공기 -건구온도(°C)	27	27	27
시험용 열원수의 열펌프 입구온도(°C)	20	10	10
주파수(frequency)	정격 값	정격 값	정격 값
전압(voltage)	정격 값	정격 값	정격 값

용량과 평균을 취하여 열펌프의 총 냉·난방 용량을 결정한다. 덕트 접속형 열펌프와 마찬가지로 두 시험법에 의한 측정결과들은 $\pm 5\%$ 범위 내에서 일치하여야 한다.

- (3) 본 절에서는 물-공기 열펌프의 용량시험과 성능시험에 대해서 간략히 서술하며, 실내 공기 엔탈피법, 액체 엔탈피법, 열량계법에 대한 자세한 내용은 KS B ISO 13256-1(수열원 열펌프-성능시험 및 평가-제1부:물-공기와 브라인-공기 열펌프)을 참조하도록 한다.

5.1 풍량 측정

시험 공간 안으로 토출되는 풍량은 본 절에서 언급되는 내용과 KS M ISO 5221, ISO 3966 그리고 ISO 5167에 명시된 방법과 절차에 따라 측정된다.

5.2 온도 측정

- (1) 물-공기 열펌프의 표준용량 시험 및 성능시험에서 측정되는 모든 온도는 액주 온도계, 열전대 또는 써미스터를 포함한 전기 저항 온도계 등을 이용하여 측정된다.
- (2) 온도 측정에 대한 방법 및 연관된 사항들은 다음과 같다.
- 1) 물-공기 열펌프의 표준 정격용량과 성능 산정에 덕트 내를 유동하는 공기의 온도측정은 필수적이며, 덕트 단면의 3 지점 이상에서 온도를 측정하여 평균한 값을 사용한다.
 - 2) 시험 대상 열펌프로 흡입되는 공기의 온도는 최소한 3 지점 이상에서 일정한 간격으로 열펌프의 흡입구 상에 설치된 온도 측정용 계기로 측정되거나 또는 이에 상당하는 표본추출 방법으로 측정될 수 있다.
 - 3) 반면, 열펌프 흡입구가 덕트와 연결되지 않기 때문에 직접 실내의 공기가 열펌프로 흡입되는 경우, 열펌프로 흡입되는 공기의 온도는 흡입구에서 대략 15 cm 떨어진 위치에서 측정된다.

- 4) 습구온도 측정 계기의 감지부 주위를 흐르는 공기의 속도는 약 5 m/s 정도이어야 한다. 흡입 공기와 토출 공기의 습구온도 측정에도 동일한 공기 속도가 권장된다.
- 5) 온도 측정계기의 최소 눈금은 위에서 언급된 기기 정확도의 2배를 초과해서는 안 된다. 예를 들면 시험에 요구되는 정확도가 ± 0.05 일 때, 온도 측정용 계기의 최소 눈금은 0.1 보다 작아야 한다.
- 6) 만약, 시험에 요구되는 온도 측정용 계기의 정확도가 ± 0.05 인 경우, 측정에 사용하고 자 하는 계기는 국가가 지정한 검·교정 기관에서 교정된 계기이어야 한다.
- 7) 시험장치에 부착된 온도 측정용 계기에 이상이 발생하거나 또는 성능이 보다 우수한 계기로 이미 설치된 계기를 교체할 경우에 대비하여, 온도 측정계기는 설치와 제거가 용이해야 한다.
- 8) 관 내부를 유동하는 액체의 온도는 온도 감지기를 관 내부로 직접 삽입하여 측정한다. 만약, 유리 액주 온도계가 유체가 유동하는 관 안으로 삽입되었다면, 압력에 의한 영향을 고려해야 한다.
- 9) 주위의 열원에 의한 복사열로부터 온도 측정계기가 영향을 받지 않도록 단열과 보호에 주의를 기울인다.

5.3 압력 측정

- (1) 압력은 다음 계기 중 한가지를 이용하거나, 또는 이들을 조합하여 측정된다.
- 1) 수은 원주(mercury column)
 - 2) 보던 압력계(bourdon pressure tube)
 - 3) 전자식 압력 변환기(electronic pressure transducer)
- (2) 압력 측정 계기의 요구 정확도는 계기가 지시하는 값의 $\pm 2.0\%$ 이내이어야 하며, 또한 계기의 최소 눈금은 요구 정확도의 2.5배를 초과해서는 안 된다.

5.4 전기 측정

- (1) 전기와 관련된 물리량을 측정할 경우, 계기가 직접 지시하거나 또는 측정된 값을 적산하여 나타낼 수 있는 계기를 사용한다. 히터에 필요한 전기적 입력량의 측정이나 또는 기타 열부하의 측정에 사용되는 계기의 정확도는 측정된 양의 $\pm 1.0\%$ 이내이어야 한다.
- (2) 웬 구동용 모터, 압축기 구동용 모터 그리고 기타 전기가 필요한 구성기기 등에서 전기와 관련된 물리량을 측정하기 위해, 계기가 지시하는 값의 $\pm 1.0\%$ 이내의 정확도를 갖는 측정계기를 사용한다.

5.5 액체 유량 측정

- (1) 시험 대상 물 대 공기 열펌프의 물(또는 브라인) 측 유량은 지시 값의 $\pm 1.0\%$ 이내의 정확도를 갖는 질량 유량계 또는 체적 유량계로 측정된다.
- (2) 또한, 지시 값의 $\pm 1.0\%$ 의 정확도를 가지면서 질량이나 부피를 측정할 수 있는 계기를 이용하여 응축수의 응축률을 측정한다.

5.6 시간, 질량, 속도 등의 측정

- (1) 시간과 질량 측정에 사용되는 계기는 \pm

0.2%의 정확도가 있어야 한다.

- (2) 속도측정을 위해 $\pm 1.0\%$ 의 정확도를 갖는 적산 회전계, 회전 속도계, 스트로보스코프 또는 오실로스코프 등을 이용한다.

5.7 정압 측정

- (1) 압력 측정용 탭을 설치하기 위하여 덕트 외면에 지름 1 mm의 구멍을 가공한 후, 가공 중 발생하는 덕트 안쪽 면의 돌기나 기타 불규칙한 면을 매끄럽게 처리해 준다.
- (2) 다음으로, 외경 6.25 mm 튜브가 삽입될 수 있는 튜브 연결구(니플; nipple)를 압력 측정위치의 덕트 외면에 용접한다.
- (3) 공기가 누설될 수 있는 곳은 밀봉을 한다. 특히, 시험 대상 열펌프와 압력 측정계기 연결부를 잘 밀봉한다.
- (4) 열펌프의 토출구에서 온도 측정위치까지의 공간에서 열이 외부로 손실되는 것을 방지하기 위하여 단열처리 한다.

후 기

본 연구사업은 에너지관리공단 신재생에너지센터의 지원하에 수행되었으며, 이에 감사드립니다. 