

# 지열원 물-물 열펌프유닛 인증기준

본 고에서는 지열원 물-물 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-물 열펌프는 그 구성요소들이 외부 케이싱 내에서 동관에 의해 모두 연결된 일체형 유닛이다. 이 유닛은 부하 측 냉매-물 열교환기(공조 코일; 냉방 시 증발기, 난방 시 응축기), 냉매 압축기, 열원 측 냉매-물 열교환기(또는 냉매 대 브라인 열교환기; 냉방 시 응축기, 난방 시 증발기), 팽창장치(팽창밸브 또는 모세관) 그리고 4방 밸브 등으로 구성된다.

지열원 열펌프 시스템에 사용되는 물-물 열펌프 유닛(이하 물-물 열펌프)의 표준 정격용량 시험 및 방법, 성능 시험 및 방법 등에 적용되며,

물-물 열펌프는 물 루프 열펌프 시스템, 지하수 열펌프 시스템 그리고 지중 루프 열펌프 시스템에 모두 적용될 수 있다.

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

## 2. 평가 기준

### 2.1 성능

지열원 열펌프 설비에 사용되는 물 대 공기 열펌프는 다음 표 1에 주어진 성능을 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℃ (85°F)	11.2	11.2
		17,000~65,000	29.5℃ (85°F)	12.0	12.0
		65,000~135,000	29.5℃ (85°F)	12.0	12.0
	지하수 이용	<135,000	21.0℃ (70°F)	13.5	16.2
			10.0℃ (50°F)	15.0	
지중 루프	<135,000	25.0℃ (77°F)	12.4	13.4	
난방 모드	물 루프	<135,000	21.0℃ (70°F)	4.1	4.2
	지하수 이용	<135,000	21.0℃ (70°F)	3.9	3.6
			10.0℃ (50°F)	3.4	
	지중 루프	<135,000	0.0℃ (32°F)	2.8	3.1

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

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

## 2.2 구조 및 외관

- (1) 물-물 열펌프는 웬, 냉매-공기 열교환기, 필터, 압축기, 4방 밸브, 팽창장치, 냉매-물 열교환기 그리고 이 들 요소기기를 연결하는 배관 등이 케이싱 안에서 조립된 일체형 기기이다. 각 요소기기에 대한 상세 사항은 열펌프 제조사가 제공하는 열펌프 제작도 또는 안내서를 따른다.
- (2) 물-물 열펌프는 냉매가 충전된 상태에서 공장에서 완전히 조립된 후, 성능시험을 거쳐야 한다.
- (3) 외부 케이싱은 아연도금강판으로 제작된 것으로 한다. 외부 케이싱 안쪽 면에 10 mm 이상의 두께로 부착되는 보온재는 단열 및 소음흡수의 역할을 수행할 수 있어야 한다.
- (4) 드레인팬(배수팬)은 수월원 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) 물-냉매 열교환기 : 물-냉매 열교환기는 동으로 된 이중관형 고효율 열교환기를 사용하여야 하며, 코일은 냉매와 물 측 압력 모두 최대 25 kg/cm<sup>2</sup>의 압력에서 견딜 수 있어야 한다.
- (9) 웬은 forward-curved 형태이며, 구동모터에 직결 구동형으로 연결된다. 밀폐형 오일 프리(oil free) 베어링 구조로 모터 결선 및 유지보수를 위하여 결합과 분리가 쉬운 연

결구가 사용되어야 한다.

## 3. 표준 정격 및 부분부하 용량 시험

### 3.1 표준 정격 및 부분부하 용량 시험을 위한 기본 조건

#### 3.1.1 표준 정격 및 부분부하 용량 시험

- (1) 물-물 열펌프의 표준용량 시험 및 평가는 다음의 '표준 용량 및 부분부하 용량 시험 조건'에 제시된 조건과 절차에 따라 수행된다.
- (2) 표준 시험 및 평가를 통해 산정되는 물-물 열펌프의 냉난방 용량은 정미 값(net values)으로, 열원측 순환유체 펌프가 소비하는 전력과 부하 측 물 순환펌프가 소비하는 전력은 포함되지만, 보조히터 구동으로 발생되는 열은 포함되지 않는다.
- (3) 물-물 열펌프의 표준용량 시험 및 평가는 유효 공급 전력 값이 이용된다.

#### 3.1.2 부하 측 물 순환펌프 구동에 필요한 전력

- (1) 시험 대상 물-물 열펌프 내부에 부하 측 물 순환펌프가 장착되지 않은 경우, 다음의 식을 이용하여 순환펌프 구동에 필요한 전력 즉, 순환펌프 소비전력을 계산한다.
- (2) 이 소비전력은 열펌프 표준 용량 산정 시, 유효 공급 전력에 포함된다. 또한, 이 소비전력 값은 난방 성능계수 계산 시 (+) 값이고, 냉방 성능계수 계산 시에는 (-) 값이 된다.
- (3) 반면, 부하 측 물 순환펌프가 시험 대상 열펌프의 한 구성요소로서 열펌프 내부에 장착된 경우, 내부 저항을 극복하는데 필요한 전력량만이 열펌프의 유효 공급 전력에 포함된다.
- (4) 따라서 물 순환펌프가 소비하는 전력은 총 소비전력에서 전력량을 뺀 값이다. 이렇게 계산된 소비전력 값은 난방 성능계수 계산 시 (+) 값이고, 냉방 성능계수 계산 시에는 (-) 값이 된다.

3.1.3 열원 측 순환유체 펌프 구동에 필요한 전력

- (1) 시험 대상 물-물 열펌프 내부에 열원 측 순환유체 펌프가 장착되지 않은 경우, 순환유체 펌프 구동에 필요한 전력을 계산한다.
- (2) 반면, 열원 측 순환유체 펌프가 시험 대상 물-물 열펌프의 한 구성요소로서 열펌프 내부에 장착된 경우, 내부 저항을 극복하는데 소요되는 전력량만이 유효 공급 전력에 포함된다. 따라서 이 값은 순환유체 펌프가 소비하는 총 전력량에서 계산되는 전력량을 뺀 값이 된다.

3.1.4 열원 측 순환유체 유량과 부하 측 물 순환 유량

- (1) 열원 측 물 순환펌프와 부하 측 순환유체 펌프가 시험 대상 열펌프 내부에 장착된 경우, 제조사가 명시한 유량 조건으로 시험을 수행한다.
- (2) 열원 측과 부하 측 액체 순환용 펌프가 장착되지 않은 물 대 물 열펌프는 제조사가 명시한 유량 조건에서 시험된다.
- (3) 따라서, 시험 대상 열펌프가 순환유체 또는 물 유량을 자동으로 조절할 수 있는 기능이 없는 경우, 열펌프 제조사는 제시하는 하나의 부하 측 물 유량과 하나의 열원 측 순환유체 유량에서 표준용량 시험과 성능 시험을 수행한다.

3.1.5 개별 부품의 조합 조건

시험 대상 물-물 열펌프가 독립적인 부품들로 조합되는 경우, 다음의 방법으로 설치한다.

- 1) 열펌프 각 구성 요소를 연결하는 냉매 배관의 총 길이를 7.5 m 이내로 하거나, 또는 열펌프 제조사가 지시하는 최대 길이로 한다. 이 때, 어느 쪽 배관의 총 길이가 짧은가는 고려하지 않는다.
- 2) 열펌프 각 구성 요소 중, 필수적으로 관이 부착된 구성 요소에 대해서는 그 부착된 관을 제거하면 안 된다. 이 경우, 위의 1) 항에 언급된 길이를 초과하여 냉매 배관을 연결할 수 있다.
- 3) 냉매 배관의 수직 길이가 2 m 이상이 되지 않도록 한다.

3.1.6 용량 제어 열펌프에 대한 성능 시험조건

- (1) 물-물 열펌프에 대한 부분부하 시험은 열펌프가 발휘할 수 있는 최대 성능보다 낮은 수준에서 각 단계별로 수행된다.
- (2) 단계 별 용량 제어가 가능한 열펌프인 경우, 각 단계에서 성능시험을 수행한다. 가변 용량 제어 기능을 가진 열펌프에 대해서는 최대와 최소용량에 대한 성능시험을 수행한다.

3.1.7 시험용 액체

- (1) 물-물 열펌프의 표준 용량 시험 및 성능 시험에 사용되는 유체는 표 2와 같다. 만약, 시험용 유체 내부에 공기 또는 외부에서 유입된 가스가 존재할 경우, 이들 가스는 전체 시험결과에 영향을 미친다.
- (2) 따라서, 시험에 앞서 시험용 액체에 존재하는 가스를 충분히 제거해야 한다.

<표 2> 펌프의 표준 용량 시험 및 성능 시험용 유체(test liquids)

	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
부하 측 (load)	물	물	물
열원 측 (source)	물	물	15 wt. % 염화나트륨(NaCl) + 85 wt. % 물

3.2 표준 및 부분부하 용량 시험 조건

- (1) 물-물 열펌프가 적용되는 시스템 즉, 물 루프 열펌프 시스템, 지하수 열펌프 시스템 그리고 지중 루프 열펌프 시스템 별로 주어지는 특정 시험조건 하에서, 표준 용량 시험을 수행하여 물 대 물 열펌프의 표준 냉·난방 용량을 산정한다.
- (2) 표 3은 열펌프의 표준 냉방용량 및 부분부하 냉방용량 산정을 위한 시험 조건을 나타낸 것이며, 표 4는 표준 난방용량 및 부분부하 난방용량 산정을 위한 시험 조건을 나타낸 것이다.
- (3) 두 가지 이상의 복합 시스템에 적용되는 열펌프는 각각에 대한 시험조건 하에서 성능 시험을 수행한다.

3.3 표준 및 부분부하 용량 시험 절차

3.3.1 시험 공간

- (1) 시험 공간은 주어진 허용 오차 범위 내에서 시험 조건이 유지될 수 있는 특정 공간을 의미한다.
- (2) 표준 용량 및 부분부하 용량 시험 중 시험 대

상 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, 가능한 가혹한 운전 환경을 유도할 수 있는 방향으로 열펌프를 설치한다.
- (2) 시험에 반드시 필요한 부수 장비 또는 계기의 설치 외에는 시험 대상 열펌프를 개조해서는 안 된다. 필요할 경우, 제조사의 지시에 따라 냉매의 종류와 주입량을 조절할 수 있다.

3.3.3 표준 및 부분부하 용량 산정을 위한 시험 수행

- (1) 표준 및 부분부하 용량 계산에 필요한 데이터 획득에 앞서, 최소 1시간 이상 열펌프를 운전한다. 이 때, 모든 측정 데이터가 평형 상태에 도달할 때까지 열펌프는 정지되는 일이 없어야 한다.

<표 3> 열펌프의 냉방용량 산정을 위한 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열 펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험 조건			
부하 측 물 입구온도	12℃	12℃	12℃
열펌프 주위 공기온도 (건구온도)	15℃~30℃	15℃~30℃	15℃~30℃
표준 용량 시험 순환유체의 열원 측 입구온도	30℃	15℃	25℃
부분부하 용량 시험 순환유체의 열원 측 입구온도	30℃	15℃	20℃
주파수*	정격 값	정격 값	정격 값
전압**	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 4> 열펌프의 난방용량 산정을 위한 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열 펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험 조건			
부하 측 물 입구온도	40℃	40℃	40℃
열펌프 주위 공기온도 (건구온도)	15℃~30℃	15℃~30℃	15℃~30℃
표준 용량 시험 순환유체의 열원 측 입구온도	20℃	20℃	0℃
부분부하 용량 시험 순환유체의 열원 측 입구온도	20℃	10℃	5℃
주파수*	정격 값	정격 값	정격 값
전압**	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.

- (2) 특정 시험 조건에서 최소 1시간 이상 운전된 열펌프가 평형상태에 도달한 후, 최소 30분 동안 5분 간격으로 데이터를 획득하여 저장한다(최소 6회 측정).
- (3) 시험이 완료된 후, 이들 데이터를 평균하여 열펌프의 냉·난방 용량을 계산한다.

#### 4. 열펌프의 성능 시험

##### 4.1 최대 운전 시험(maximum operating test)

###### 4.1.1 시험 조건

최대 운전성능 시험은 다음 표 5와 표 6에 명시된 조건에서 수행된다. 두 가지 이상의 시스템에

적용되는 열펌프에 대해서는 표 5와 표 6에 명시된 조건 중, 가장 가혹한 조건에서 수행된다.

###### 4.1.2 시험 절차

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

<표 5> 열펌프의 최대 냉방성능 시험 조건

열펌프 적용 시험조건	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
부하 측 물 입구온도	30℃	30℃	30℃
열펌프 주위 공기(건구온도)	15℃~30℃	15℃~30℃	15℃~30℃
순환유체의 열원 측 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 6> 열펌프의 최대 난방성능 시험 조건

열펌프 적용 시험조건	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
부하 측 물 입구온도	50℃	50℃	50℃
열펌프 주위 공기(건구온도)	15℃~30℃	15℃~30℃	15℃~30℃
순환유체의 열원 측 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.

4.1.3 최대 운전성능 시험 시 요구 사항

최대 운전 성능을 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 재 운전되지 않으며, 30분 동안 운전정지 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

- (1) 열펌프의 적용방식에 따른 시험조건과 규정된 방법에 따라 최소 운전성능 시험을 수행한다.
- (2) 물-물 열펌프의 최소 냉방성능 시험 조건을 표 7에, 그리고 최소 난방성능 시험 조건을 표 8에 나타내었다. 두 가지 이상의 시스템에 적용되는 열펌프는 표 7과 표 8에 명시된 조건 중, 가장 가혹한 조건 하에서 시험된다.

4.2.2 시험 절차

- (1) 최소 냉방성능 시험: 표 7에 명시된 온도조건들이 정상상태에 도달할 때까지 열펌프를 30분 이상 작동한다.
- (2) 최소 난방성능 시험: 일정 온도로 유지되는 물을 10분 동안 순환시켜, 부하 측 냉매 내 물 열교환기 코일 내부가 충분히 젖게 한다.

<표 7> 열펌프의 최소 냉방성능 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험조건			
부하 측 물 입구온도	12℃	12℃	12℃
열펌프 주위 공기온도(건구온도)	15℃~30℃	15℃~30℃	15℃~30℃
순환유체의 열원 측 입구온도	20℃	10℃	10℃
주파수	정격 값	정격 값	정격 값
전압	정격 값	정격 값	정격 값

<표 8> 열펌프의 최소 난방성능 시험 조건

열펌프 적용	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
시험조건			
부하 측 물 입구온도	15℃	15℃	15℃
열펌프 주위 공기온도(건구온도)	15℃~30℃	15℃~30℃	15℃~30℃
순환유체의 열원 측 입구온도	15℃	5℃	5℃
주파수	정격 값	정격 값	정격 값
전압	정격 값	정격 값	정격 값

〈표 9〉 열펌프의 주변 결로 시험 조건

열펌프 적용 시험조건	물 루프 열펌프	지하수 열펌프	지중 루프 열펌프
부하 측 물 입구온도	12℃	12℃	12℃
열펌프 주위 공기온도			
- 건구온도	27℃	27℃	27℃
- 습구온도	24℃	24℃	24℃
순환유체의 열원 측 입구온도	20℃	10℃	10℃
주파수	정격 값	정격 값	정격 값
전압	정격 값	정격 값	정격 값

이 과정이 끝난 후, 열펌프가 정상상태에 도달할 때까지 30분 이상 운전한다.

#### 4.2.3 최소 운전성능 시험 시 요구 사항

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

### 4.3 주변 결로 시험(enclosure sweat test)

#### 4.3.1 시험조건

- (1) 냉방 모드로 작동하는 물-물 열펌프를 대상으로 주변 결로 시험을 수행하며, 이에 적용되는 시험 조건은 다음 표 9와 같다.
- (2) 두 가지 이상의 시스템에 적용되는 열펌프는 표 8에 명시된 조건 중, 가장 가혹한 조건 하에서 시험된다.

#### 4.3.2 시험 절차

표 9의 온도조건이 달성된 후, 최소 4시간 이상 열펌프를 운전한다.

## 5. 측정 방법 및 시험 장치

- (1) 물-물 열펌프의 표준 용량 시험 및 성능 시험에 액체 엔탈피법이 적용된다.
- (2) 열펌프의 부하 측과 열원 측에 모두 액체 엔탈피법을 적용하여 각각의 냉방 용량과 난방 용량을 계산하고, 두 값들을 평균하여 물

〈표 10〉 온도 측정용 계기의 요구 정확도

항 목	계기의 정확도	계기의 정밀도	측정 범위
공기 건구온도	±0.1℃	±0.05%	-29℃~60℃
공기 습구온도	±0.1℃	±0.05%	-18℃~32℃
액체 온도	±0.1℃	±0.05%	-10℃~50℃

대 물 열펌프의 총 냉방 용량과 난방 용량을 각각 결정한다. 이 때, 부하 측과 열원 측에서 측정된 결과들은 ±5% 범위 내에서 일치하여야 한다.

### 5.1 액체 엔탈피법(liquid enthalpy test method)

액체 엔탈피법은 열펌프의 물-냉매 열교환기 입구와 출구에서 시험용 유체의 온도변화 및 이때의 유량 등을 측정하여 표준 용량 시험 및 성능 시험을 수행하는 방법이다.

### 5.2 온도 측정

- (1) 물-물 열펌프의 표준 용량 시험 및 성능 시험에서 온도는 액주 온도계, 열전대, 써미스터를 포함한 전기 저항 온도계 등을 이용하여 측정된다.
- (2) 온도 측정에 필요한 계기의 정확도, 측정범위 등을 표 10에 나타내었다. 온도 측정에 대한 방법 및 연관된 사항들은 다음과 같다.
  - 1) 습구온도 측정 계기의 감지부 주위를 흐르는 공기 속도는 약 5 m/s 정도이어야 한다.

- 2) 온도 측정계기의 최소 눈금은 위에서 언급된 기기 정확도의 2배를 초과해서는 안 된다. 예를 들면 시험에 요구되는 정확도가  $\pm 0.05$  일 때, 온도 측정용 계기의 최소 눈금은 0.1 보다 작아야 한다.
- 3) 만약, 시험에 요구되는 온도 측정용 계기의 정확도가  $\pm 0.05$  인 경우, 측정에 사용하고 자 하는 계기는 국가가 지정한 검·교정 기관에서 교정된 계기이어야 한다.
- 4) 시험장치에 부착된 온도 측정용 계기에 이상이 발생하거나 또는 이미 설치된 계기를 성능이 보다 우수한 계기로 교체할 경우를 대비하여, 온도 측정계기는 설치와 제거가 용이해야 한다.
- 5) 관 내부를 유동하는 액체의 온도는 온도 측정계기를 관 내부로 직접 삽입하여 측정된다. 만약, 유리 액주 온도계가 유체가 유동하는 관 안으로 삽입되었다면, 압력에 의한 영향을 고려해야 한다.
- 6) 주위의 열원에 의한 복사열로부터 온도 측정계기가 영향을 받지 않도록 단열과 보호에 주의를 기울인다.

### 5.3 압력 측정

압력 측정용 계기의 요구 정확도는 계기가 지시하는 값의  $\pm 2.0\%$  이내이어야 한다. 또한 계기의 최소 눈금은 요구 정확도의 2.5배를 초과해서는 안 된다. 압력은 다음 기기 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)

### 5.4 전기 측정

- (1) 전기와 관련된 물리량을 측정할 경우, 계기가 직접 지시하거나 또는 측정된 값을 적산하여 나타낼 수 있는 계기를 사용한다.
- (2) 히터에 필요한 전기적 입력량의 측정이나 또는 기타 열부하의 측정에 사용되는 계기의 정확도는 측정된 양의  $\pm 1.0\%$  이내이어야 한다.
- (3) 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

시험 대상 물 대 물 열펌프의 부하 측 물, 또는 열원 측 순환유체의 유량은 지시 값의  $\pm 1.0\%$  이내의 정확도를 갖는 질량 유량계 또는 체적 유량계로 측정된다. 또한, 지시 값의  $\pm 1.0\%$ 의 정확도를 가지면서 질량이나 부피를 측정할 수 있는 계기를 이용하여 응축수량을 측정한다.

### 5.6 시간, 질량, 속도 등의 측정

시간과 질량 측정에 사용되는 계기는  $\pm 0.2\%$ 의 정확도가 있어야 한다. 속도를 측정하기 위해  $\pm 1.0\%$ 의 정확도를 갖는 적산 회전계, 회전 속도계, 스트로보스코프 또는 오실로스코프 등을 이용한다.

### 후 기

본 연구사업은 에너지관리공단 신재생에너지센터의 지원하에 수행되었으며, 이에 감사드립니다. 