

스마트 절전컨설팅(Smart Power Savings Consulting)

- 동력설비의 절전컨설팅 -

Content

1. 스마트 절전컨설팅이란?
2. 주택(아파트세대)용 가전기기의 절전컨설팅
3. 사무용 전기기계기구의 절전컨설팅
4. 수 · 변전설비의 절전컨설팅
- 5. 동력설비의 절전컨설팅**
6. 조명설비의 절전컨설팅
7. 전열설비의 절전컨설팅
8. 신재생에너지설비의 절전컨설팅

◆ 2011년도 3월호부터 연재된 내용입니다.



글 _ 김 만 건 (No. 71162)
스마트 절전 화재컨설턴트/기술사

나. 냉동 사이클의 주요 부품

1) 압축기와 모터

가) 압축기의 종류

압축기는 냉동 사이클 속의 심장부로 냉매를 압축하여 고온 고압 상태로 하여 송출할 때에, 증발기 속의 냉매를 흡입하여 액화냉매가 낮은 온도에서 증발할 수 있도록 증발기 속을 저압 상태로 유지하기 위한 것이며, 동시에 냉매를 순환시키는 동작도 겸하고 있는 일종의 펌프이다. 즉, 열을 흡열부분(증발기)에서 방열부분(응축기)으로 운반하는 펌프다. 압축기는 왕복동식 엔진(Reciprocating engine)과 회전식 엔진(Rotary engine), 터보식(Turbo type), 스크류식(Screw type)의 4종류가 있다.

나) 압축기용 모터

압축기용 모터에는 분상시동모터, 콘덴서 시동모터, 콘덴서 모터, 3상 모터가 있다.

다) 압축기의 시동과 보호장치

압축기의 시동은 시동 릴레이로 실시하고, 보호장치는 과부하계전기(over load relay)가 사용되고 있다.

2) 열 교환기

열교환기는 냉매와 공기 또는 물이 열을 교환하는 것이며 냉장고나 룸 에어컨에서는 고냉식 열교환기가 사용되고 있다. 냉매에서 공기로 열이 이동하는 용기이며 응축기와 증발기가 이것에 해당한다. 동관 또는 금속관부에 냉매가 흘러서 외측 면이 공기에 접촉되어 열이 이동하여 냉매의 상태를 변화시키는 장치이다. 응축기는 압축기에서 토출된 고온 고압의 기체 냉매를 냉각시켜 액화하고, 증발기에서는 상온 고압의 액 냉매를 압력을 내려 증발시켜서 냉각시키고 있다.

3) 기타 부품

① 건조기(드라이어)

② 모세관(Capillary tube)

캐피리리 튜브는 내경 약 1~3mm 정도의 가는 동관이며 응축기와 증발기 사이에 위치하여 증발기에 들어가는 고압의 액 냉매의 압력을 내려서 증발기 속에서 소정의 저온도에서 액이 증발하기 위한 동작을 하고 있다. 이것은 전기회로에 사용되고 있는 저항기와 마찬가지로 '관 저항'에 의해 압력과 유량을 조절하고 있다.

다. 냉매

냉매는 증발 · 압축 · 응축 · 감압의 4가지 행정을 반복하면서

냉동 장치 속을 순환하여 열을 온도가 낮은 증발기에서 온도가 높은 응축기로 이동시키기 위한 매체 역할을 한다는 점에서 냉매라 불리고 있다.

1) 냉매의 종류

냉동장치에 사용되는 냉매는 압축기의 종류, 증발 온도(압력), 응축 온도(압력)등 열역학적인 여러 조건을 고려하여 그 냉동 장치에 맞는 냉매를 선택하는데 그 종류는 매우 다양하다. 일반적으로 많이 사용되고 있는 냉매는 암모니아와 프레온 가스이다.

지구온난화 가스로 분류되기 전까지 프레온 가스는 가장 안전한 냉매로서 많이 사용되고 있었다. 대표적인 냉매의 특성은 다음과 같다.

- ① 프레온 R-12(CCl_2F_2)는 일반 냉장 냉방용으로 사용.
- ② 프레온 R-22(CHClF_2)는 저온용으로서 좋은 특성을 가지고 있기 때문에 저온 장치에 사용되며 또 냉방용으로 사용
- ③ 프레온 R-11(CCl_2F) 및 R-113($\text{C}_2\text{Cl}_3\text{F}_3$)은 냉방용으로서 터보 냉동기에 사용.
최근 프레온 R-502가 사용되고 있지만 이 프레온 R-502는 공비혼합 냉매이며 프레온 R-22와 프레온 R-115를 중량비로 48.8 : 51.2의 비율로 혼합한 것이다. 따라서 프레온 R-502는 같은 온도 조건에서는 사용압이 프레온 R-22보다 약간 높다.

2) 냉매의 특성

냉매의 온도와 압력은 압력이 낮을수록 낮은 온도에서 증발하는 성질이 있으며 냉매의 순환에는 이 성질을 이용 한다. 냉매로서의 필요조건은 응축 압력과 증발 압력이 일맞게 높아야 하며, 증발 잠열이 크고 냉매 순환량이 적어야 된다. 비체적이 작고, 성적계수와 열전도율이 커야 하며, 금속에 대해 부식하지 않아야 한다. 또한 독성, 자극성과 가연성, 폭발성이 없어야 하고, 전기절연 재료를 침해하지 않으면서 가격이 싸고 쉽게 구할 수 있어야 한다.

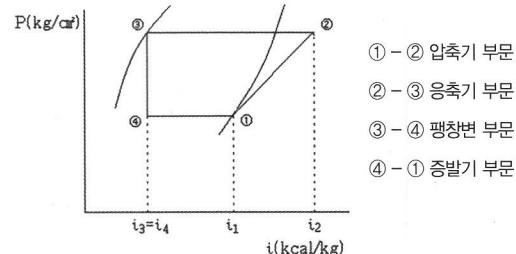
3) 냉매선도

가) 냉매선도란?

냉동 사이클을 운전 점검할 경우 냉동 장치에서의 냉매의 상태변화를 알기 위해 필요한 선도이다.

가장 많이 사용되는 선도에 압력 엔탈피 선도가 있으며 일명 P-i선도 또는 모리엘 선도라 부르고 있다. 세로축에 절대

압력($\log P$ 또는 P_{abs}), 가로축에 엔탈피(i)를 눈금 매긴 선도이다.



【그림 5】 P-i선도

① 선도의 세로축과 가로축

선도에는 세로축에 냉매의 절대압력, 가로축에 냉매의 엔탈피가 눈금되어 있으며 절대압력=kg/cm² abs, 엔탈피=kcal/kg으로 나타낸다.

② 엔탈피

단위 질량의 물질을 미리 정해진 일정 기주의 상태에서 임의의 상태로 하기 위해서 필요로 하는 열량이며, 전열량 또는 합열량이라고도 불린다. 엔탈피는 일반적으로 I로 나타낸다. 0°C에 있어서의 액 냉매의 엔탈피를 100 kcal/kg 으로 하고 있다.

③ 등압선

이 선은 압력이 같은 점이 이어져서 만든 수평의 선이며 그림의 좌우 양단에 눈금이 표시되어 있다.

④ 포화액선

왼쪽 아래에서 위쪽으로 그어져 있는 곡선이며 액화하고자 하는 액 냉매의 상태는 이 곡선상에 표시된다. 이 선에서 왼쪽의 부분은 과냉각액을 나타내고 오른쪽 부분은 액 냉매와 증발하여 생긴 기체 냉매의 혼합된 상태, 습한 증기를 나타내고 있다.

⑤ 포화증기선

중앙에서 약간 오른쪽으로 기울게 아래의 방향에서 위쪽 방향으로 향해서 그어져 있는 곡선이며 이 곡선 위의 냉매는 건조 포화증기이며 전혀 액체를 포함하고 있지 않는 기체를 나타내고 있다. 이 선에서 오른쪽 부분은 과열 증기이며 온도는 증발하는 액 온도보다 높다.

⑥ 등건조선도

건조도는 습한 증기 속에 있는 건조 포화증기의 비율을 나타내는 것이며 기호는 X를 사용하고, X=1은 냉매가 전부 포화증기로 된 상태이며, 포화증기 선상에 있다.

⑦ 등온선

온도가 같은 점을 이어서 생긴 선이며 온도는 중앙 및 포화액선 상에 눈금이 매겨져 있다. 등온선은 포화액선 보다 왼쪽의 부분에서는 상하에 등엔탈피선과 거의 평행한 수직선이 그어져 있으며 습한 증기의 부분에서는 등압선과 평행하고 있다.

⑧ 등비체적선

냉매의 비체적이 같은 점을 이어서 생긴 선이며 $V=0.1$ 은 냉매 1 kg의 용적이 0.1 m^3 인 것을 나타내고 있다.

⑨ 등엔탈피선

엔탈피가 같은 점을 이어서 생긴 선이며 가로축에 그 값의 눈금에서 수직으로 등엔탈피선이 그어져 있다.

⑩ 등엔트로피선

등엔트로피는 열역학의 제2법칙에 입각한 개념이며 그 이론적 설명은 생략하지만 단위로는 $\text{kJ/kg}^\circ\text{K}$ 가 사용되며 양을 나타내는 기호로 보통 S가 사용된다. 기체 냉매가 압축기에서 압축될 때 냉매는 등엔트로피선에 따라서 압력과 온도가 변화한다고 생각된다.

나) 정압 변화

Capillary tube 출구에서 증발기를 지나 압축기 흡입구 까지의 냉매의 상태는 변화하여도 압력은 균일하며 이 구간은 모두 증발 압력으로 된다.

① 증발기에서의 변화(저압측)

캐피러리 튜브 통과 직후의 냉매는 습한 증기의 상태이며 냉매는 증발기를 통과 중에 주위에서 열을 빼앗아서 증발하고 포화 증기로 되어 압축기에 흡입된다.

라. 냉동시스템 성능 및 에너지진단

냉동시스템의 성능을 진단하고 개선대책을 제시하는 일은 냉동기의 기초이론을 전제로 보이지 않는 냉동사이클 내의 상태변화를 추정하는 일에서부터 시작된다. 따라서 냉동사이클 계(系)내의 변화를 추정하기 위한 도구로서 설문, 계측분석(유량, 온도, 압력 등)을 토대로 이상적인 시스템을 구상하고 이에 대해 분석함으로써 현재의 시스템으로부터 개선 가능한 최선의 냉동시스템을 찾아가야 한다. 냉동시스템 전문가라면 현장에 설치된 냉동기의 도면과 운전상태만을 대략 체크하여 냉동기의 운전성능을 추정하고 이에 대한 문제점을 해결하기 위하여 세부적인 진단에 도입할 것이다.

그러나 냉동시스템에 익숙하지 않으면 시스템의 기초이론을 바탕으로 물질수지의 현상을 이해함으로써 냉동기에서 발생하고 있는 문제점에 접근하는 것이 용이하다. 이러한 방법

으로는 초기단계에서 냉동시스템이 전반적인 체크사항은 다음과 같다.

1) 냉동시스템 에너지진단 시 체크사항

- 가) 고효율 냉동기 채택 유무?
- 나) 사용목적에 적합한 냉동기가 채택되었는가?
- 다) 냉동기의 운전성능(COP)을 체크하고 있는가?
- 라) 냉동기가 부하변동에 적절히 연동운전 되고 있는가?
- 마) 냉동기의 구동에너지원의 교체는 가능한가?
- 바) 축냉설비의 도입이 경제적인가?
- 사) 에너지원별 구동에너지는 어떤 방식이 가장 저렴한가?
- 아) Peak제어설비의 부착이 가능한가?
- 자) 냉동기의 대수제어는 가능한가?
- 차) 냉열사용처에 적합한 증발 및 응축압력을 유지하고 있는가?
- 카) 팽창밸브의 선정 및 작동은 적절한가?
- 타) 냉동기에서 액 압축이 발생하고 있지는 않는가?
- 파) 냉매는 용도 및 목적에 맞는 것을 선택하였는가?
- 하) 냉매가 부족하거나 과다충전 되어있지는 않는가?
- 거) 냉매배관의 보온상태는 절절히 유지되고 있는가?
- 너) 다단압축의 냉매 중간압력 설정은 적정한가?
- 더) 저단 사이클과 고단 사이클의 냉매순환비는 적절히 유지되고 있는가?
- 서) 냉열교환과 냉동기 브라인의 열교환 방식은 적절한가?
- 머) 냉열교환이 다단일 경우 열교환 단수의 감소가 가능한가?
- 버) 냉수의 배관은 적절한 상태로 보온되어 있는가?
- 서) 냉수펌프와 냉각수 펌프는 적절히 연동되어 있는가?
- 어) 냉수펌프의 용량 및 양정은 적절한가?
- 저) 냉수온도 제어방식이 입구제어로 변경이 가능한가?
- 처) 냉각수의 순환수량은 적절한가?
- 터) 냉각수의 수처리 및 블로우다운(blow down)은 적절히 시행하는가?
- 파) 냉각탑의 풍량은 적절히 유지되고 있는가?
- 허) 냉각탑의 제어가 적절한가?
- 고) 냉각탑의 충전재가 소손되지는 않았는가?
- 노) 냉각탑의 냉각수 분사노즐이 폐색되지는 않았는가?
- 도) 전력계약 종별선택은 올바른가?
- 로) 브라인의 농도는 적절히 유지되고 있는가?
- 모) 밸브류(2-Way/3-Way)의 작동상태는 정확도를 유지하고 있는가?

▶▶ 다음호에 계속