

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 _ 김만건 (No. 71162)

한국전기안전공사 평택안성지사장/기술사

2) 냉동시스템 에너지진단방법

가) 서류검토

① 기계설비도 검토

도면에서 장비의 배치상태, 정격용량, 냉열원의 사용조건 등을 면밀히 검토하며, 주요사항은 에너지진단용 수첩에 메모한다. 이때 수두압(펌프의 양정), 배관거리, 냉매의 운전조건 등의 예상 값을 기본 및 전문지식 동원하여 추론하여 개선여지 판정

② 열부하 계산서 검토

열부하 계산서는 냉열원 설치당시의 냉열원의 설치규모, 사용목적, 냉열부하값 등이 기재되어 있으므로 향후 냉열원 설비의 변경이나 개선의 기본적인 근거가 됨으로 열부하 및 장치용량 선정 등의 내용을 살펴본다.

③ 장비이력카드 검토

장비이력카드가 비치되어 있다면 미리 장비이력카드를 조사하여 설비의 규모, 중요도, 수리내역 등을 조사하고 특정기기에 문제가 있었는지를 파악해둔다.

나) 현장진단

① 현장계측

현장진단은 진단 설비의 대상을 정하고, 대략적인 문제점을 파악 및 계측을 실시하기 위하여 설비 전체에 대한 현장

조사를 실시하는 것으로 시작되며, 사용될 장비와 측정대상을 정하고 설비에 계측기를 부착한다.

② 운전성능의 계산

압축기 4사이클 상의 온도프로파일을 작성하여 성적계수를 구한다. 이때 선도상에 나타나는 COP(냉동 사이클에서의 냉동 능력과 소비된 압축기의 일량과의 비)는 출력 효율로서 실제 압축기의 전동기효율(0.95)과 부하에 따른 압축기타손실(특히 윤활계통) 감소분은 감안되지 않은 것이다.

③ 전열성능의 확인

온도 프로 파일이 작성되면 응축기와 증발기, 열교환기에서의 ΔT_m 을 작성하여 정격과 맞는지를 체크한다. ΔT_m 의 변량으로부터 유량의 열전달 상태를 알 수 있으며, ΔT_m 이 과도하면 밸브의 조정 등을 통해 개선

④ 물질수지(Heat Balance & Mass Balance) 작성
냉동설비의 Heat Balance를 계산하여 열의 열흐름 분포도를 작성하여(이 과정에서 상당수의 문제점 및 개선사항 발견가능) 손실요인 대한 개선대책을 모색한다.

⑤ 에너지 보틀넥 탐색

각 계측기의 작동상태, 차압, 밸브의 개도상태 등을 체크하여 에너지의 보틀넥이 어느 지점에서 발생하는지 점검

하고 설비대체, 배관의 변경, 기타 운전관리가 가능한 부분을 찾도록 한다.

⑥ 운전데이터 및 운전일지분석

운전데이터와 운전일지에는 냉동기의 가동시간, 고장 및 수리내역 등이 적혀 있으므로 이를 분석함으로써 기간부하(일, 월)상태 및 냉동기의 성능상태 등을 알 수 있다. 특히 연간 운전일지의 특정부분을 발췌하여 냉동기의 운전성능 변화 및 부하변화를 분석하여 현재의 상태점이 정상인가에 대한 분석을 실시하고 특이 사항 발견 시 원인 및 개선책을 강구한다.

⑦ 정격성능의 비교

열부하 계산서와 설비제조사의 사양들을 점검함으로써 현재의 운전점이 최고 효율점에서의 이탈정도를 파악하고 그 원인이 무엇인지를 추적하여 개선대책을 세운다.

⑧ 유사자료의 비교분석 및 신기술 접목검토

냉동기는 시대 및 물리적 열화에 의하여 성능은 점차 감소한다. 따라서 시대에 새로운 개별 기기에 대하여 잔존가치, 고효율 냉동기와 운전비용차 등을 분석하여 에너지원 및 기기대체에 의한 편익을 분석하고 Data는 D/B화(파일링)하여 유사사례와 비교하고 차이점을 기록함으로써 개별적인 원인을 찾도록 한다.

다) 냉동기 정밀진단

① 정격사양의 검토

정격사양으로부터 소비전력, COP(압축기 및 시스템 전체 포함)을 구하여 고효율 여부 등을 검토한다. 이때 서류에 기재된 용량과 실제 설치용량이 상이한 경우가 종종 발생하므로 서류사양을 현장설치 사양과 필히 비교하여 일치여부를 확인하여야 한다.

② 냉동기 부하검토

우선 냉동기의 부하상태를 체크한다. 부하상태는 현장의 로컬게이지 및 냉동기 패널에서 검토하며, 이때 전류, 압력, 온도 등이 부하에 대응하여 움직이고 있는지를 검토한다. 이 과정에 냉동기 심각한 성능저하 여부를 대략 파악할 수 있다. 저부하 상태에서 압축기 출구온도가 높다면 불응축 가스혼입, 압축기 입구에 적상이 발생하면 습압축(액백), 응축수온도 Δt 가 크다면 냉각수량의 감소발생 등의 가능성을 검토하여야 한다.

③ 냉각수 유량의 확인

유량측정은 유체가 압밀되는 직관부위(5D이상)에서 측정하며 주로 초음파 유량계를 사용한다. 이때 유량측정 시에는 사이클의 안정상태를 반드시 확인하여야 하며,

유량의 과·소를 판별하여 유량의 과·소에 따라 발생 가능한 현상이 냉동기에서 어떻게 발생하고 있는지 파악하여야 한다. 냉각수량이 감소하면 냉각수 Δt 가 증가, 냉동기에 고압, 냉각수 입·출구 온도의 전반적 상승을 예견한다. 냉각수량이 정격수량 이상을 유지하고 있으면 냉각수의 입·출구온도, 냉동기부하등도 정격근처에서 움직이는 것이 정상이나. 냉각수온이 상승하고 냉동기에 부하를 걸 수 없는 경우는 전열면 오염, 냉각수 분출분배관 파손, 냉각탑 충전재 소손, 냉각수 바이패스 순환 등 발생 가능한 현상을 하나하나 확인한다.

④ 각종 배관의 검토

현장에 설치된 냉동기는 충분한 신뢰성이 입증된 제품 대부분이다. 따라서 냉동기의 제반적인 성능장애 원인은 신뢰성이 검증된 냉동기, 냉각탑, 펌프 등의 시스템 결합부위에서 발생하는 경우가 많다. 이 부분에 대한 통찰력을 기르는 것이 문제를 해결하는 키포인트가 되는 경우가 많다. 배관의 굴곡, 밸브, 배관연결방식, 유량의 순환방식, 토출압력, 열교환기(응축기, 증발기) 전후압력차 등의 움직임이 진단의 기본적 요소이다.

⑤ 선도상의 검토

측정한 Data를 물리에르 선도에서 냉동사이클을 표시하여 운전 예상점과 현재의 운전을 비교하여 냉동기의 운전 성능이 어느 부분에서 저하되고 있는지 확인한다. 특히 저온용 냉동기의 경우 냉동사이클 상의 각 지점에서 발생하는 냉매순환비 및 중간압력 등이 적정한지를 사양서 및 기술 검토서에 나타난 내용들의 비교분석을 통하여 원인을 규명한다.

⑥ 해결책의 제시

뛰어난 냉동기 전문가라도 상용으로 시판되는 모든 냉동기의 기기별 특성을 모두 알 수는 없다. 따라서 문제점이 발견되고 개선대책을 제시하기 전에 해당 제품의 매뉴얼과 A/S맨, 연구원 등에게 기기의 자문을 구하여 제시하는 해결책에 오류가 없는지 검토가 필요하다.

⑦ 냉동시스템 측정 Point

NO	측정위치	측정대상	측정항목				비고
			전류	전압	역률	기타	
전력부하	수전용변압기	메인전력	●	●	●		공통
	심야용변압기	심야전력	●	●	●		축냉
	냉동기 입력단	냉동기전력	●	●	●		전기
	압축기입력단	압축기전력	●	●	●		전기
	기기입력단	펌프류전력	●	●	●	●	공통

no	측정위치	측정대상	온도	압력	유량	전력		
냉동기 및 흡수식 냉동기	1	냉동기입·출구	브라인	●		●	●	공통
	3	냉동기입·출구	냉각수	●		●	●	공통
	4	압축기입구	냉 매	●	●			전기
	5	압축기출구	냉 매	●	●			전기
	6	응축기출구	냉 매	●	●			전기
	7	증발기입구	냉 매	●	●			전기
		배기덕트	연소배가스	●	●	-	CO ₂ , O ₂	흡수
	6	급기덕트	연소공기	●				흡수
	7	에너지원	연료, 열원	●	▲	●	발열량	흡수
	8	증발기	냉 매	●	●			흡수
9	흡수기	냉 매	●	●			흡수	
10	발생기	냉 매	●	●			흡수	

3) 냉동기 에너지의 절감방안

가) 냉동기 에너지절감 개요

현장 시스템에 맞는 고효율 냉동기를 선정하고 부하에 맞는 최고 효율점에서 냉동기를 운전한다는 것은 냉동기의 구조적 이해와 부하의 정확한 분석예측이 전제로 할 때 가능하며 이는 계측 및 분석장비의 구비와 고도의 분석능력을 요구하는 작업이다.

① 냉방부하의 감축

하절기 냉방부하는 신선휘기취입 및 일사열에 의한 기본 부하와 실내발생부하로 크게 구분할 수 있다. 이중 외기 및 일사열은 건축적 수법에 의해 감소가능하나 기존건축물에서의 건축설계당시 반영되어야 할 사항으로 부하감소를 위한 방법이 제한적이다. 이를테면 가장 더운 시간대에 외기 취입량을 최대한 줄이거나 Night Purge를 실시하는 방법, 태양일사를 받는 면적에 증발식 냉각장치의 설치(살수 등), 일사차단을 위한 차양설치 등이다.

② 냉동기의 고효율 운전

냉동기의 효율적 이용은 여러 가지 다양한 방법이 고려될 수 있으며, 이러한 방법에는 고효율 냉동기의 선정 및 설치, 냉동기의 운전관리합리화, 기기성능개선 등을 들 수 있다. 고효율 냉동기의 선정 및 설치는 현장요건에 맞는 냉동기로서 최대부하에서 kW/RT가 적고 부하변동에 따른 kW/RT감소가 적은 것을 채택하며, 운전관리합리화는 주로 냉각수계의 수질관리, 피냉각 물질의 온도 조건에 맞는 냉동기 온도 및 압력의 사용, 적정공기비 및 진공도 유지, 스케줄운전 등이 주요사항이며, 운전성능개량은 냉매의 과냉각도 및 과열도개선 개선, 응축기 및 증발기의 전열효율개선, 압축일량 감소 등이 이에 해당될 수 있다.

③ 사용에너지의 회수

냉동기는 역카르노 사이클로 움직이며 사용처의 목적에 부합하는 다양한 사이클로 이루어진다. 따라서 냉동기 자체에서는 냉동효과의 개선을 위한 냉매의 열교환, 방열축의 온열이용, 제습수분의 재이용 등이 그 대상이 된다. 또한 시스템 측면에서는 최종 방열사용처에서 사용한 배기열의 회수 및 냉동기 입구냉수의 예냉 등이 주 대상이다.

나) 냉동기 운전효율 개선방안

일반적으로 현장에서 냉동기의 주요 지점에서 간단히 온도 및 압력 등 현장에서 취득 가능한 자료를 바탕으로 체크분석을 통한 운전효율 개선방안에 대해 실제 냉동기의 운전사례를 중심으로 냉방에너지 저감방안을 살펴보고자 한다.

① 고효율 냉동기의 선정 및 설치

고효율냉동기의 선정을 위해서는 냉열원의 부하특성에 맞는 냉동기를 사용하여야 하며 특히 저부하시에 성능감퇴가 적은 냉동기를 가동하는 것이 바람직하다. 현장에서 냉동기가 정격용량(부하율 100%)으로 운전되는 시간보다 저부하 운전되는 기간이 많으므로 실제 냉동기의 예상 운전부하율에서 효율이 높은 기종을 선택하는 것이 중요하다.

② 냉동기 운전 운선수위 결정

동일 에너지원을 사용하는 냉동기의 운전 순위는 다수의 냉동기가 동일 장소에서 운전될 경우 냉동기의 대수제어가 필요하며, 대부분 부하율에 따라 대수제어를 실시하게 된다. 2대의 냉동기가 있는 경우를 가정하면, 첫째 에너지원이 동일한 경우에는 부하에 따른 단속 운전을 선택하거나 대수제어에 의한 부하추종 운전이 일반적으로 사용된다. 예를 들면 1,000RT 터보냉동기 2대인 경우 부하가 1,300RT 라면 냉동기 2대를 가동할 경우 한 대는 대수제어에 의해 단속운전을 하게 되며 1대는 단속운전에 따른 효율저하 및 냉동기 운전수명 단축의 단점이 있다. 또 다른 방법은 2대를 연속적으로 가동하면서 개별부하율을 65%정도에서 지속적으로 운전하는 것이다. 이 경우는 압축기의 소비전력은 감소하나 주변기기의 동력소비는 지속된다. 따라서 냉동기의 발정에 의한 기계적 소손의 위험과 냉방온도의 변화에 따른 문제가 없다면 전자의 운전방법이 전력소비를 줄일 수 있으며, 이 경우는 운전효율(COP) 높은 냉동기를 기저부하용으로 사용하도록 한다.

▶▶ 다음호에 계속