

《轉載》

터어보냉동기의 경제적 운전

ターボ冷凍機の 經濟運轉

(空氣調和と 冷凍 昭和46年8月 11卷8號)

洪 承 民 譯

1. 개 론

현재 터어보냉동기는 흡수식냉동기와 함께 50~100 UST이상의 대형냉동기의 대표적인 기종으로서 미국 및 일본등에서 양산되고 있으며 미국에서는 년산 6,000 대 이상의 대형기종중 약 2/3가, 또한 일본에서는 년산 1,400대 이상의 것중의 약 5/6가 각각 터어보냉동기로서 점유되고 있다.

따라서 이방면에 있어서의 양산화는 주목해 볼만한 것이다. 또한 그능력도 적은 것은 50UST부터 큰 것은 약 8,000UST정도까지 대단히 광범위하게 걸쳐있는 외에, 사용되고 있는 냉매도 R113, 11, 12, 22, 500, 등 능력에 따라 풍부하며 그용도도 공기조화용, 공장용, 산업용, 등으로 광범위하게 이르고 있다.

따라서 이 터어보냉동기를 현지에 설치한후 사용할 때에는 터어보냉동기의 특성을 살린 경제적인 운전방법을 채택하는데 있어 경상비가 저렴하고 또한 장치전체를 안정되게 운전할 수 있는 것으로서 이것에 관련한 사항을 실제로 행한 구체적인 예를 들어 설명해 보려한다.

일반적으로 냉동기를 빌딩이나 공장등에 설치할 때에는 1대 뿐일 때와 여러대를 설치하는 경우와 두가지가 있다. 후자에 있어서는 부분부하시(部分負荷時)대수를 줄여서 운전을 행할 필요가 있다.

이때 대수제어(臺數制御)를 적절히 행함으로써 냉동기의 경제적 운전을 꾀할 수 있음은 말할 것도 없거니와 이 외에도 냉동기 자체의 운전방법에 여러가지 배려를 가함으로써 런닝코스트(Running cost)의 점에서 경제적인 사용법을 행할 수 있는 것임으로 이것에 관해 간단히 검토를 가해 보았다.

2. 터어보냉동기의 특성

터어보냉동기의 경제적 운전을 행함에 있어 먼저 이해해야 할것은 터어보냉동기의 전부하(全負荷)및 부분부하(部分負荷)에 있어서의 운전특성이다.

첫째로 본 냉동기의 용량제어특성에 관해 간단히 설

명하면 표1에 나타난 것과 같은 각종의 것이있어 이 중에서도 2번째의 “베인 콘트롤”(Vane control)과 5번째의 “핫가스 콘트롤”(Hot gas control)법이 종래 많이 사용되어 왔으며 이 부분부하특성으로서는 그림 1, 그림 2, 그림 3과 같은 것이다.

먼저 그림 1은 터어보냉동기에 사용되는 “갬퍼” “스피이드” “베인 콘트롤”제어의 특성도로서 이것중 “베인 콘트롤”이 많이 사용되고 있는 외에 공업용의 것은 갬퍼제어도 채용되고 있으며 증기터빈구동(Steam turbine drive)일 때에는 “스피이드콘트롤”등이 권장되고 있다. “베인콘트롤”방식은 저렴하며 설치가 용이하고 제어범위도 넓으나 효율면에서 보면 속도변환을 시키는 “스피이드콘트롤”방식이 가장 좋은 방식이라 할 수 있다.

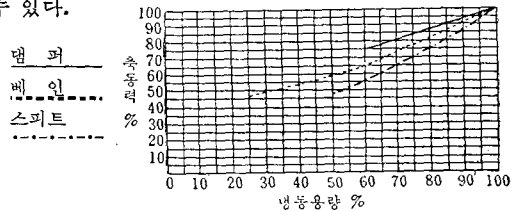


그림-1 용량조정특성도

그림은 각종냉동기(왕복동, 터어보, 흡수식냉동기)의 용량제어특성을 나타내는 것으로 부분부하효율의 점에서는 흡수식냉동기가 가장 좋은 경제적인 운전을 한다고 말할 수 있다.

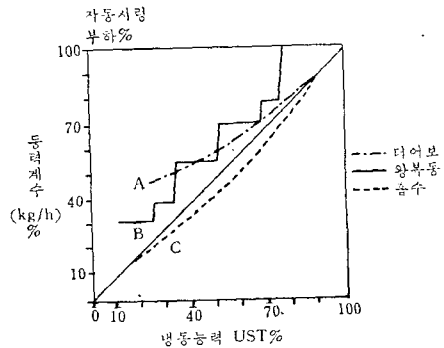


그림-2 각종냉동기부분부하특성

그림 3은 터어보냉동기를 “배인콘트롤”로서 용량제어했을 때에 부하 100%때의 냉동톤당 동력소비량(KW/UST)을 100이라고 했을 때 부분부하시 이 값이 여하히 변화하는가를 나타낸 것으로 능력이 100%부터 60% 부근까지 감소되었을 때 이 값의 증가율은 10% 이하이나 “배인”을 또다시 조여서 용량을 제어하여 감에 따라 이 값은 점점 증가하여 30%부하에서(KW/UST)는 150%가 되는것을 알 수 있으나 이것부터 이해되도록 터어보냉동기를 너무 조여서 운전하면 동력소비율(KW/UST)이 증가함으로 될 수 있는대로 부하율 60% 이상의 효율이 좋은 점에서 사용되기를 바란다.

그러면 터어보냉동기를 배인콘트롤의 제어범위를 넘

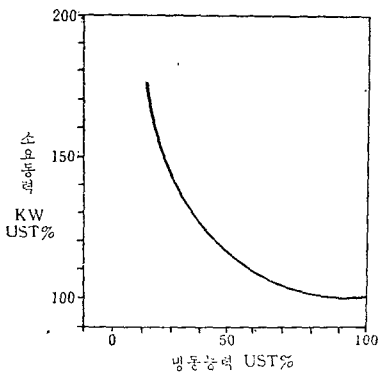


그림-3 모터 · 터어보부분부하특성

는 곳에서 “서어징”(Surging)에 들기전 안정된 운전을 계속하기 위해서는 “핫가스 바이패스”장치를 작동시킬 필요가 있어 그 전형적인 특성곡선을 그림 4에 나타낸다.

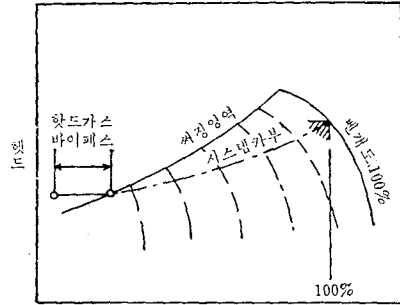


그림-4 능력~헤드곡선

그림4 가운데 A는 설계점을 B는 “배인콘트롤”에 의한 제어한계 즉 “서어징”점을 나타내고 있으며 이것에서 다시 용량을 조여서 예를 들어 C점에 상당한 용량의 곳에서 운전을 행하기 위해서는 BC에 상당한 가스량을 응축기와 증발기의 사이에서 공순환(空循環)시킬 필요가 있다. 이제 이들 터어보냉동기의 특성을 이해하였으므로 경제적인 운전을 여하히 할 것인가에 관해 대략 설명하려 한다. (표-1)참조.

표-1 터어보냉동기 각종용량조정비교

No.	명 칭	설 치 개 소 및 방 식	범 위	효 율			가 격			범 용 도			비 용 성
				우 량	가 고	중 저	다	중	소				
1.	넵 퍼	압축기흡입관부에 넵퍼를 설치하고 이것의 개폐에 따라 흡입공량을 조정한다.	100~60	○		○			○				5
2.	배 인	임펠러 입구부에 복수의 꽃잎형변을 방사형으로 설치하여 이것의 개폐에 따라 흡입공량을 조정한다.	100~30	○		○			○				3. 4. 5
3.	스 피 이 드	원동기(권선모터, 증기터어빈등)의 회전수를 변화시켜서 임펠러의 흡입공량을 조정한다.	100~50	○		○				○			2
4.	디 퓨 우 저	임펠러 토출부에 있는 디퓨저의 폭을 가감하여 임펠러 토출공량을 조정한다.	~10	○			○				○		2
5.	바 이 패 스	증발기와 응축기간에 가스바이패스관을 설치하여 핫가스를 바이패스시켜 부분부하운전을 한다.	~5		○			○		○			1. 2. 3
6.	냉 각 수 량	냉각수량을 증감시킴으로써 응축수온도를 변화시켜 능력을 조정한다(대개 사용치 않는다)	—					○			○		
7.	냉 각 수 온	냉각수온을 변화시켜서 능력조정의 보충적 역할을 한다.(대개 사용치 않는다)	—			○			○			○	

3. 경제적 운전의 제방식

시중에서 여러가지로 실시되고 있는 경제적인 운전 방식에 관하여 구체적인 예를 근거로 설명하려 한다.

3-1 운전대수제어(運轉臺數制御)

근래 냉동기를 여름뿐만 아니라 중간기 및 겨울에도 운전하여 펠딩의 내부에 냉수(Chilled water)를 연중 공급함으로써 공기조화를 행하는 케이스가 증가되어

왔으나 특히 겨울에 부하가 비교적적이고 그리고 복수대(複數臺)의 냉동기가 있을 때에 전동기 출력이 허용하는 범위내에서 냉수의 출구온도를 여름의 설정점(設定點) 5°C에서 몇도 올려 예를 들어 7~10°C로 사용하면 다음 효과를 얻을 수가 있다.

가. 이때에는 같은 냉동기에서도 능력을 증대시킬 수 있기때문에 5°C out에서 2대이상의 냉동기를 부분 부하로 운전할 필요가 있을 때에도 냉수출구온도를 올

림으로서 능력을 증가시키고 동시에 운전대수를 줄여서 “배인”을 전부 열어놓은 위치 가까이 효율이 좋은 점에서 운전할 수가 있다.

나. 전술한 상태에서는 냉수출구온도 즉 증발온도가 높아졌으므로 부하율(負荷率)이 높아진 것과 같으므로 (KW/UST)의 값이 적은 경제적인 운전을 할 수 있다.

다. 겨울에 냉동기를 운전할 때 잠열부하(潛熱負荷)가 너무 크지않을 때는 이 방식과 같이 냉수온도를 높여서 “벨딩”의 공기조화등을 행하여도 실질상 너무 장애가 없는 것 같이 생각됨으로 이와 같은 냉수출구온도의 설정변환(設定變換)을 자동 또는 수동방식으로 행함으로써 경제적인 운전을 행할 수가 있다. 더욱 이때 여름의 냉수온도조건에 다시 돌릴 때에는 설계점의 값에 자동온도 조절계의 지침(指針)이 되어 있는가를 점검하여 이 설정치를 낮게 잡음으로서 증발기류우브의 동결사고등을 일으키지 않도록 충분히 주의를 해야 한다.

3-2 패러렐형기(Parallel型機)의 대수 제어운전(臺數制御運轉)

1조의 열교환기(증발기 및 응축기)위에 2조의 회전체부(터어보압축기, 증속치차장치, 전동기)를 올려 놓고 500~1,200 UST의 능력범위를 카버하는 R-11사용 밀폐단단(定閉單段)터어보냉동기가 최근 시장에 나오기 시작했다. 이것에는 열교환기의 중앙에 설치된 공통의 흡입관(吸込管)부터 이것에 대칭적(對稱的)으로 놓여진 밀폐 터어보압축기에 가스를 빨려 들게하여 냉매가스를 압축시키는 것과 전혀 같은 동일한 밀폐 터어보압축기 2조를 열교환기의 긴(長) 방향에 같은 방향으로 병렬(並列)로 정열시킨 것과 두가지가 있다. (그림-5, 그림-6)참조.

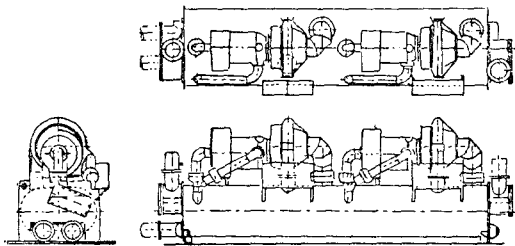


그림-5 파라렐형 외형도

이 종류의 냉동기를 부분부하로서 운전할 때에는 먼저 전부하의 100% 상태부터 점차로 용량을 감소시켜 45% 능력 가까이가 될 때에는 온도릴레이의 작동에 의해 냉동기를 1대 운전으로 바꾸어 놓고 능력이 그것보다 이하로서 전부하의 15%정도까지 왔을때 나머지

1대도 정지시키는 외에 능력이 전부하의 약 55% 전후가 되었을 때 2대 운전에 재차 들어 가도록 하는 자동 제어장치(sequence)를 갖고 있다. 그래서 이 방식에서는 냉동기를 통상 대형기 1대로서 카버하고 있을 때나 2대의 동일한 냉동기를 갖이고 있는 경우에 비교하여 다음의 메리트(merit)가 있다고 말할 수 있다.

가. 터어보냉동기는 2대 또는 1대 운전의 여하를 고사하고 “베인콘트롤”장치의 “베인”이 상당히 열린 부하율의 높은 곳에서 요하는 동안 운전을 할 수 있음으로 경제적인 운전방법이라고 말할 수 있다.

나. 이 방식에서는 압축기 1대 운전시에도 압축기 2대에 상당한 증발기 및 튜우부면적을 활용 가능하기 때문에 같은 냉수출구온도에서도 증발기온도가 높은 상태에서 운전가능하며 이것은 2대의 터어보냉동기에서 동일능력을 카버하고 있는 방식에 비교하여 경제적인 운전을 할 수 있다고 말할 수 있다.

다. 이 “패러렐”방식의 최소 부분부하는(20~15)% 쪼뉘어있어 통상 방식의 약 반정도와 광범위 하기 때문에 정하는 작은 부분부하운전을 할 수있는 것 외에 이 모든 것을 자동제어회로에 짜넣은 전자동운전도 용이하게 할 수 있다.

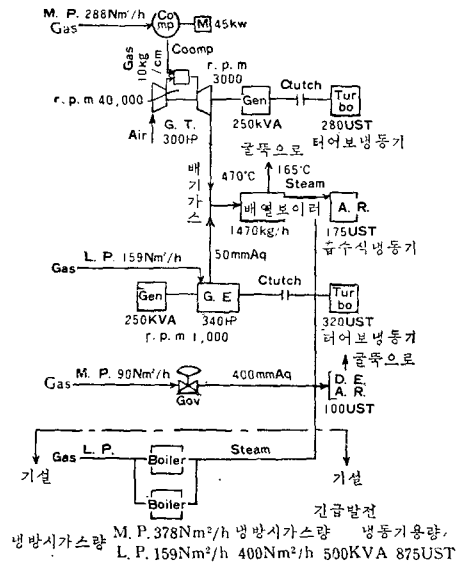


그림-6 파라렐형제어특성

3-3 진상(進相) 콘덴서(Lead Condenser)

터어보냉동기는 특수한 경우를 제외하면 일반적으로 전체 운전시간중 대부분의 시간을 부분부하로 운전하고 있는 것으로서 이것을 전부하한산 운전시간으로 표시하면 냉동기의 용도, 설치장소, 사용방법등에 의해 어느정도 차이는 있으나 대체로 450~700 시간정도의 것이 많고 따라서 냉동기의 평균부하율도 60%전후와

낮은 값으로 되고 있다. 이와같이 부분부하로 사용하는 때가 많거나 중간기동 냉동기를 운전할 때 진상콘덴서를 사용하여 진동기의 역율(力率)을 개선하는 것으로서 동일출력에 대한 모오터입력 내지 펌핑의 소비 전력은 어느정도 절감될 수가 있다. (그림-7참조)

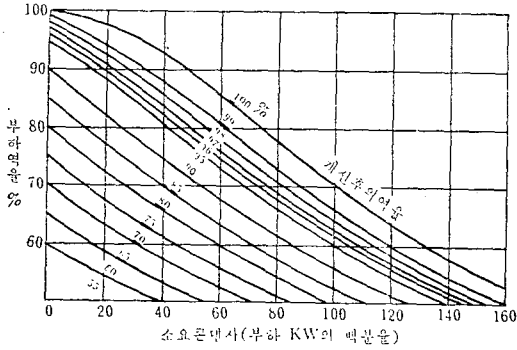


그림-7 진상콘덴서

3-4 겨울운전

겨울에 있어 외기온도가 상당히 낮을 때에도 펌핑의 인테리어(Interior)부분등에 냉방을 하기위해서는 냉동기를 운전할 필요가 있는경우가 근간 많이 증가되고 있으나 이와같이 외기온도가 낮을 때는 당연히 냉각수(냉각탑수, 하천수등)도 낮아지는 것은 말할 여지가 없다.

따라서 이때에는 동력소비율(KW/UST)이 적은 그리고 운전전영역(運轉全領域)에 걸쳐 “서어징”이 되기 어려운 안정된 운전을 할 수 있으나 한쪽으로는 응축기에 냉각수는 입구 또는 출구온도가 낮으면 낮을수록 좋다고 하는 것이 아니라 그 입구 최저온도에는 스스로 한계가 있어 예를 들어 증발기의 냉수출구온도가 10°C~5°C일 때 냉각수의 입구최저온도는 이 10°C에 약간의 여유를 더한 15°C정도가 적정치(適正值)가 된다. 이 이유로서는 증발기와 응축기간에 최저의 압력차를 갖임으로서 “플로트챔버”(Float chamber)의 “오리피스”(Orifice)를 통과하는 냉매의 적전치를 확보한다. 유허유계통의 흐름은 이 최저차압(最底差壓)을 유지함으로써 정상적으로 유지할 수가 있다. 그러면 이 최저냉각수 입구온도를 확보하기 위해서는 “투웨이밸브”(Two way valve) 또는 “스리웨이밸브”(Three way valve)를 냉각수 회로중(回路中)에 설치하여 한번 응축기중에 흐른 냉각수의 일부를 재순환시키거나 냉각탑의 “팬”(Fan)을 “사이클링”(Cycling) 시키든지 하는 여러가지 방법이 있으나 그외에도 냉각수량을 감소시켜서 응축기내에서의 온도상승치를 크게 잡아 냉각수출구온도 즉 응축온도를 올리는 방법도 생각된다. 따라서 이방법으로서는 냉각수펌프를 복수대수(復數臺數)로서 병렬운전할 때에는 펌프의 운전대수

를 반감(半減)하여 수량을 줄이면 좋은 것으로서 이와 같은 운전방법에 의해 적기는 하지만 냉동기의 보기(補機)펌프류의 동력절감을 꾀할 수가 있다.

단지 여기서 주의하지 않으면 안될 것은 냉각수량을 반감할 때는 냉각수의 “플로트스위치”등이 있으면 이 설정점은 정격유량의 약 80%쯤 되어 있는 것이 많음으로 “릴레이”를 일시적으로 꺼놓을 필요가 있다 또 냉각수의 수질이 너무 깨끗하지않고 더러움이 큰 때는 냉각수량의 많은량을 줄이거나 하면 “튜우부”내에 스케일의 퇴적(Scale deposit)을 일으킬 가능성이있어 소정량의 냉각수를 흐르게하고 있을 때에 비해 빈번히 “튜우부”소제를 할 필요가 있다. 따라서 냉각수온도가 매우 낮을 때에 냉동기를 정상적으로 운전하는 방법으로서의 이외에도 냉동기내에 예를 들어 질소(窒素)등 불활성(不活性)개스를 봉입(封入)하여 그 분압에 의해 응축기압력을 올려주면 냉각수입구온도가 낮고 그리고 규정된 냉각수량을 흘리고 있을 때도 소정의 응축기압력을 얻을 수가있으나 이 방식을 너무 흔하게 적용할 것은 아님을 부언해둔다.

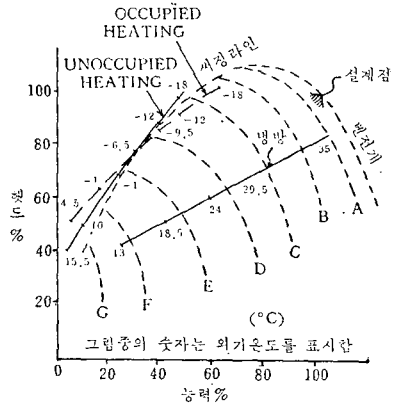


그림-8 히이트펌프특성곡선

3-5 히이트펌프(또는 열회수방식)의 온수온도보상

근년 터어보냉동기도 하계의 단순냉방용으로부터 히이트펌프(또는 열회수방식)결합에 의한 년중 상시사용방식의 것으로 다각적으로 활용하는 경향이 있으나 그중에서도 근래에는 공해문제(公害問題)와도 관련하여 전전기방식(全電氣方式)의 “펌딩”이 점차로 계획실행되기 시작하여 그중에서도 겨울등 냉난방을 동시에서 행 가능한 열회수방식(Heat reclaim or Heat recovery system)의 터어보냉동기가 미국 및 일본에서 점차 보여지기 시작하며 특히 미국에서는 이방식을 채용한 중대형(中大形)펌딩이 5~6년전부터 슬슬많이 건설되어 실용화되고 있다. (그림-8, 그림-9참조)

따라서 일반적으로 터어보냉동기를 이용한 “히이트펌프”를 동계운전할 때에는 하계의 실제점보다 능력은

적이고, 그리고 “헤드”(또는 응축온도와 증발온도의 차)는 높은점 즉 “베인”을 전부 열린상태에서 어느정도 조이고 그리고 “서어징”에 가까운 곳이 사용점이 되기 때문에 용량조정범위는 당연히 비교적 좁아짐으로 부분부하때에는 “핫가스바이패스”를 작동시켜 효율이 나쁜 점에서 사용하지 않을 수 없다.

따라서 이방식의 냉동기를 부분부하에서 사용할 때는 운수출구온도를 외기온도보상등에 의해 수정하여 낮추어주면 외기온도가 올라서 난방능력이 내려간 때에는 “베인콘트롤”에 의한 제어범위는 일단 넓어짐과 동시에 단위난방부하당(單位暖房負荷當)의 통력소비는 감소되어 경제적인 운전을 할 수 있게 된다.

따라서 터어보냉동기의 일반특성으로서 냉수와 냉각수의 입구온도변화량이 같다고 하면 증발기쪽이 응축기보다 능력에 끼치는 영향이 크다고 할 수 있다.

즉 예를 들어 냉각수입구온도를 32°C로 정하고, 냉수출구온도를 5°C보다 2°C높여 7°C로 했을 때 능력은 약 10%상승함에 대해 반대로 냉수출구온도를 5°C로 정하여 냉각수입구온도를 32°C에서 2°C를 상하시켜도 능력은 극히 적은 수%밖에 변동치 않는다. 이때 냉각수를 낮추면 능력은 높고 반대로 올리면 감소되나 그값은 극히 적은 것이다. 이를 다시 말하면 냉방단독 운전시 냉수출구온도를 외기온도보상등에 의해 올리면 부분부하시에 오히려 능력이 증대할 뿐 아니라 빈번히 설정온도를 변화시키는 것은 증발기 “뷰우부”동결문제도 걸침으로 권할 것은 못된다. 반면에 냉동기를 동계 “히이트펌프” 또는 열회수방식에 의해 운전할 때 운수출구온도를 외기온도등의 보상으로 변환시켜 주는 것은 여러가지점에서 좋은 것이라고 할 수 있다. 그럼으로 열회수방식일 때는 운수출구온도를 외기온도보상등으로 수정한 후 이온도가 되도록 냉각탑의 방열회로 중의 “투웨이” 또는 “스리웨이밸부”를 작동시키면 좋음으로 비교적 용이하게 이것을 행할 수 있으며 이결과 경제적이며 그리고 안정된 운전을 할 수가 있다.

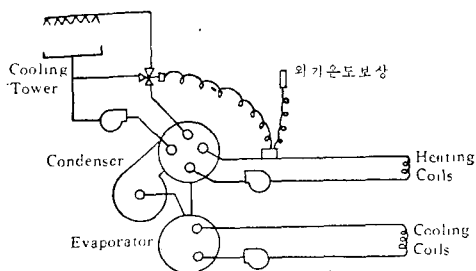


그림-9 히이트리크래프도

3-6 “히이트펌프”의 대수제어

냉동기를 “히이트펌프”로서 사용코져 할때는 난방부

하가 100%로부터 점점 감소되어 능력을 줄여서 운전하는 경우가 가끔있다. 일반적으로 난방부하는 외기온도의 함수(函數)가 되어 있어 외기온도가 상승하면 그만큼 난방부하도 줄어지는 것으로서 이때 점차로 냉동기는 줄여서 운전케 됨으로 냉동기의 성적계수(成績係數) COP의 값도 설계점부터 점차로 조금씩 나빠져 오나 이경향을 횡축(橫軸)에 외기온도(°C)를 종축(縱軸)에 COP의 값을 잡아 “히이트펌프”난방방비(H/C)를 “초변수”(Parameter)로하여 도시한것이 그림-10이다. 이 그림에는 Occupied heating과 Unoccupied heating 쌍방에 대해 도시되어 있으나 예를 들어서 Unoccupied heating의 그림에 있어서 외기온도가 약 0.5°C가 되고 난방부하가 설계점부터 많이 감소되었을 때에 2대의 냉동기중 1대를 정지시켜 단독운전에 바꾸어 주면은 이냉동기는 부하율이 높은 효율이 좋은 점에서 운전을 할 수 있기 때문에 냉동기 1대로서 부분부하까지 줄여서 운전할 때에 비교하여 성적계수가 좋고 효율이 높은 경제적인 운전을 할 수 있다. (그림-10)참조.

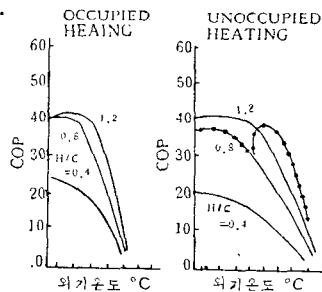


그림-10 히이트펌프의 성적계수

3-7 축열조이용(蓄熱槽利用)

축열조의 이용에 관해서는 벌써 여러가지 문헌에서 소개되어 있는 외에 수많은 실시예가 있으나 주지하고 있는 바와 같이 이것은 일본식 건축물의 경우 기초공사의 부산물로서 생기는 잉여 “스페이스”의 활용을 하고 있는 것으로서 그 “메리트”로서는 아래와 같은 것이 있다.

가. 냉동기 설비의 절감.

“벨딩”에 설치하는 냉동기를 때로는 35%까지 소형화(小型化)시킬 수 있기 때문에 기계의 설비를 매우 싸게 할 수가 있다.

나. 이 때문에 계약전력요금, 기본요금을 절감시킬 수 있으며 나아가서는 “벨딩”의 수전설비도 약간은 소용량의 것으로 할 수가 있다.

다. 기계의 소형화에 따라 기계접유 “스페이스” 즉 기계실을 약간 소형의 것으로 할 수 있다.

라. 냉동기를 부하율이 높고 운전상태가 안정된 경제적인 점에서 비교적 장시간 운전을 할 수 있다.

다. 이렇한 이유에 의해 냉동기의 기동정지의 빈도를 될 수 있는한 적게하고 또한 “핫가스바이패스”등의 의한 불경제적인 운전을 하지않고 될 수 있다.

바. 심야전력(深夜電力)의 이용

야간활인전력의 활용에 따라 싼 가격의 “런닝코스트”로서 동일한 냉동효과를 기대하는 외에 여름에 있어서는 주간 전력수요량이 매우 큼으로 특히 그 수요량중에서도 대수요의 전력소비선(先)인 터어보냉동기를 야간운전함으로서 도시에 있어서의 여름 주야간 전력소비량의 평균화를 꾀하는 점에서 매우 효과가 있다.

3-8 “써어모사이클”(Thermocycle)

가. 개론

냉동기를 겨울냉방용으로 사용하는 경우가 최근 많아졌으나 겨울등에 외기온도가 내려 갔을 때 이 방식을 채용하면 주전동기를 전혀 사용하지않고 몇 KW의 냉매펌프만을 움직여서 됴므로 전력을 소비하지 않는 매우 경제적인 운전을 할 수 있다는 것이다. 이 방식은 “열싸이클”의 원리를 응용하여 냉매를 순환시키는 것이 “포인트”이며 그 “냉동싸이클”로서는 다음과 같은 것이 있다. (그림-11)참조

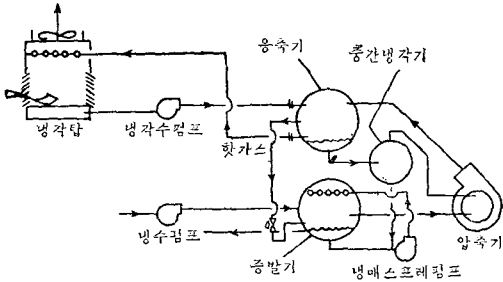


그림-11 서어모사이클 주변배관

나. 냉동 사이클

먼저 냉동 사이클을 설명하면 예를 들어 외기온도가 10°C이하가 되었을 때 응축기용수를 냉각탑에 순환시켜 찬 외기에 의해 외기의 습구온도 가까이까지 냉각한 후 이것을 응축기에 보내면 냉매가스밸부가 붙어 있는 측관(側管)을 거쳐 “열싸이클”의 원리에 의해 증발기에서 자연상승되어 온 냉매가스는 이 냉각수에 의해 응축액화된 후 중간냉각기를 거쳐 증발기에 돌아간다.

증발기내의 냉매액은 냉매분무펌프에 의해 증압(昇壓)되어 증발기류우부표면에 강제분무되어서 효율의 향상 및 능력의 증대를 꾀하고 있다. 이 증발기류우부내에는 “벨딩”내의 공조기에서 돌아온 온도의 높은 냉수가 들어 와서 “셸”(Shell) 측에 있는 냉매액의 기화잠열(氣化潛熱)에 의해 재냉각되어 다시 공조기에 보내어져서 냉방을 하게 된다.

다. 특 징

다-① 동력소비가 적음

일반적으로 터어보냉동기의 용량제어에는 비교적 효율이 좋은 “베인콘트롤”을 사용하고 있으나 부하가 30~35% 가까이 되면 소비동력량은 설계점의 약 50% 즉 동력소비율(KW/UST)의 값은 설계점의 약 150%가 되는 외에 능력을 이것 이상 조여서 운전할 때는 좀 불경제적인 “핫가스바이패스”를 사용하게 된다. 이 “써어모사이클”에서는 주전동기를 전혀 사용하지 말고 3-5KW의 냉매펌프를 돌릴뿐으로서 동력을 절감할 수가 있다.

다-② 운전이 정속함

30%이하의 저부하에서도 주전동기를 운전하지않고 그리고 “베인콘트롤”에 의한 조임 운전도 아님으로 운전은 매우 정속하다.

다-③ 적용범위가 넓음

이 방식은 외기온도가 10-13°C 이하일 때 특히 유효하다 겨울 중간기동 외기온도가 비교적 낮은 때에 이용가능하고 사용냉매도 R11, 114, 12, 22 등을 사용하는 외에 냉수출구온도도 6~20°C로 광범위하게 걸쳐 있다.

라. 구체적인 예

700UST의 터어보냉동기에 이 써어모사이클을 3월부터 11월까지의 9개월간 적용시킨 예를 설명하면 이 방식으로 연간 약 658TON의 증기를 절약하였기 때문

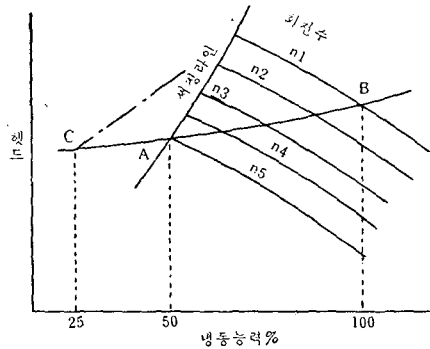


그림-12 냉동능력과 회전수의 관계

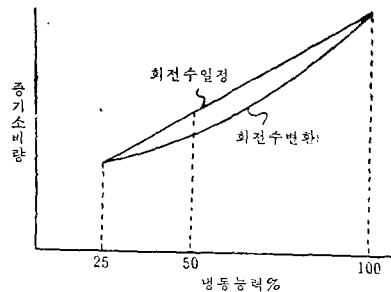


그림-13 냉동능력과 증기소비량의 관계

에 “뉴우옥”시의 증기단가를 1,015원/TON이라하면 연간 약 67만원 절약시킬 수 있으므로 이것으로부터 표준냉동기에서 설비비가 증가한 분을 수년내에 상환할 수가 있다. (표-2, 그림-12, 그림-13)참조.

3-9 증기터어빈 구동 터어보냉동기

표-2 터어보 냉동기 증기소비량(ton)

월	1959년	1960년	차액	서어트사이클에의 한차액
3	356	135.5	220.5	220.5
4	539.5	495	44.5	44.5
5	989.5	807	182.5	91
6	1,273	1,200	73	9.1
7	1,540	1,328	212	22.7
8	1,400	1,158	242	13.6
9	876	632	244	244
10	216	102.5	113.5	9.1
11	19.5	14.5	5.0	3.6

냉동기의 용량제어중 “스피이드콘트롤”은 용량제어범위가 “베인콘트롤”보다 약간 좁으나 효율은 가장 좋아 증기 “터어빈”이나 “가변속모터”를 사용할 때 이 방식을 채용하는 것을 권장한다.

이 방식에서는 베인의 개도(開度)를 전부 열어 놓은 채로 냉수출구부의 온도변화에 따른 부하변동을 온도검출단(端)부터 공기압, 유압, 전기등으로 변환시켜 증기터어빈의 회전수를 용량에 따라 변화시키는 것이다. “스피이드콘트롤”로서 회전수를 100%부터 15%정도 낮은 85%가까이로 하면 능력은 약 50%가 되나 이것 이상회전을 낮추면 “서어징”에 들어가므로 이것부터 회전을 약간 올려서 “베인콘트롤”로 바꾸면 제어범위는 넓은 안정된 운전을 할 수가 있다.

3-10 증기터어빈 구동터어보냉동기의 경제운전

근간 일본에서도 증기터어빈 구동터어보냉동기가 지역냉난방 “플랜트”나 개별 “빌딩”에서 사용되기 시작하였으나 이때 여름에는 고온고압의 증기로 복수(復水)터어빈을 구동하는 한편 동계에는 같은 증기를 사용하여 배압(背壓)증기터어빈구동터어보냉동기를 움직여서 동계냉방부하에 대처함과 동시에 그 배압증기를 “빌딩”의 난방용으로 사용하면 전체적으로 효율이 좋은 운전을 할 수 있게 된다.

동계운전일때 배압터어빈은 고압증기의 일종의 감압변과 같은 작용을 하기때문에 이때 동일한 증기 “에너지”를 냉방과 난방에 동시에 활용할 수가 있어 “런닝코스트”의 점에서 경제적인 운전을 할 수가 있다. 이 방식의 구체적인 예로서 최근 일본 동경의 신쥬구(新宿) 신도심(新都心)의 지역냉난방 “플랜트”로서 가동을 시작한 복수증기터어빈 구동터어보냉동기가 있어 상용증기압력은 38.5kg/cm²g, 증기온도는 395°C 여름

은 3,000UST×2,530KW의 복수터어빈 구동터어보냉동기를 동계는 1,000UST×690KW의 배압터어빈 구동터어보냉동기(배압 10kg/cm²g)를 구동시킴과 동시에 10kg/cm²g의 배압증기를 난방용으로 사용하는 예가 있다.

3-11 가스엔진, 가스터어빈 구동 터어보냉동기

최근 냉동기의 “에너지”원으로서 종래 독점적으로 사용되어온 전력외에 가스, 증기등이 다각적으로 사용되어 왔으나 가스의 이용범으로서 일본의 “센리(千里)뉴우타운”이나 “신쥬구”신도시의 지역냉난방의 경우와 같이 “가스보일러”로 고압 30~40kg/cm²g의 증기를 발생시켜 이것을 증기터어빈이나 조합방식(組合方式) 때의 흡수식냉동기를 구동시키는 방식과 가스터어빈”이나 “가스엔진”으로 가스를 직접연소시키는 방식이 있다. 후자에 있어서는 이를 내연기관부터 배출되는 고온 480~600°C의 배기(排氣)가스를 배열(排

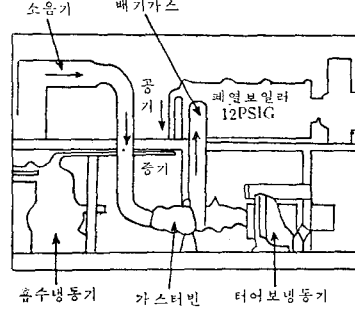


그림-14 가스터어빈 이용 냉동기

열)보일러에 통하여 증기고온수를 발생시켜 이것에 의해 흡수냉동기의 구동이나 급탕, 주방등에 사용하면 전체효율이 좋은 운전을 할 수 있다.

그림-14에 “가스터어빈”의 배열이용터어보냉동기의

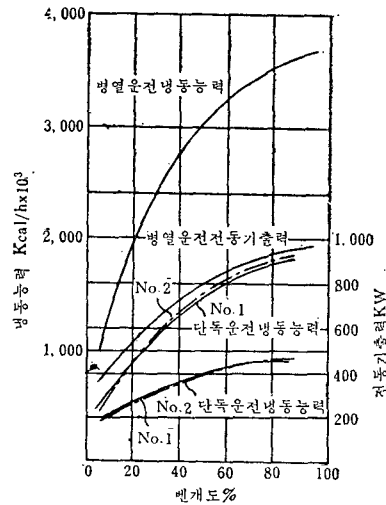


그림-15 동경가스(주)본사가스냉난방후로시트

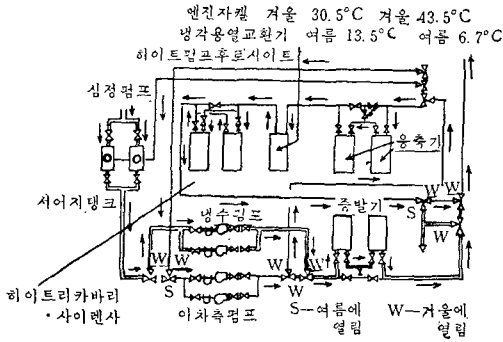


그림-16 가스엔진 구동터보 냉동기

“플로우쉬이트”를 또한 그림-15는 “가스터어빈”과 “가스엔진”의 배열을 이용한 것의 전형적인 “플로우쉬이트”를 나타낸다. 따라서 그림-14은 가스엔진을 사용한 터보냉동기이나 이 기계에 있어서는 우물물을 냉각수로서 사용하고 있으나 겨울에는 “엔진”부터의 배열 및 우물물을 열원으로 한 “히이트펌프”로서 사용하고 있으며 하계냉방능력은 500UST, 동계난방능력은

3,360,000Kcal/h로서 $H/C=1.57$ 과 비교적 큰값이 되어 있으나 이것은 전술한 바와 같이 전체의 3/4을 우물물부터 또한 남은 1/4을 “엔진”으로부터의 열로서 “카버”하고 있기 때문에 난방능력이 이와같이 늘어 온 것으로서 내연기관의 열이용으로서서는 매우 흥미가 깊은 방법이다.

4. 결 론

터보냉동기의 경제적인 운전방법으로서서는 전술한 바와 같이 기기단체(機器單體)에 여러가지 배려를 가 하여 행하는 외에 여러대의 기계가 설치되어 있을 때는 이것에 적절한 군관리(群管理)를 시행함으로써 전체로서의 조화가 잡힌 그리고 운전비가 싼 경제적인 운전을 행할 수 있으나 이문제에 관해서는 일본냉동협회원의 “냉동”월간지 1970년12월호에 “냉동기의 군제어”라는 “테에마”로서 기재되어 있음으로 그것을 참조 하기 바란다.



創 刊

株式會社 和進엔지니어링

代表理事 張 泰 鎔

서울特別市中區蓬來洞1街7

宇南빌딩 706號

電話 23-4327