

## 냉동 플랜트에 있어서의 에너지 절약 방안

### Energy Conservation of Refrigeration Provision Plant

권 오 갑

O. K. Kwon

(주)경원세기 원전공조부



· 1957년생

· 냉동창고의 설계, 선박용 HVAC & Ref. Provision Plant, 원자력발전소 HVAC

#### 1. 서론

대단위의 에너지를 사용하는 냉동 플랜트에 있어서 에너지의 절약이란 가시적으로는 효율의 상승이 이루어져야 하고 이와 더불어 유지비가 감소되어야 하는 등의 역할이 수반되어야 하므로 그 중요성이 점점 커지고 있다. 또한 보편적인 경지에서 보면 대부분의 냉동플랜트는 커다란 시스템 공정상의 한부분이라는 것을 알아야 한다. 즉, 일반적인 경우 절약의 의미는 유지, 보수 비용을 최소화 하는 것을 의미하나 냉동플랜트에 있어서의 에너지 절약은 반드시 유지보수 비용만의 감소를 의미하지 않는 것에 전체 에너지 절약의 관점에 혼란이 생길 수 있다.

이것은 다음의 간단한 예로 알 수 있는데, 같은 냉동 플랜트이지만 공정사이의 차이가 나는 냉동저장 공정과 화학 프로세서(process) 공정을 비교하여 볼 수 있다. 냉동저장 공정은 24시간 정도 냉동 시스템이 정지되었을 때 공정상의 경제적 타격 위험은 없다. 즉 온도가 급격히 상승되지 않는한 전체 품질을 어느 정도 유지할 수 있다. 그러나

화학 프로세서의 공정중이라면 전체 공정에 영향을 미쳐 매우 큰 타격을 입게 된다. 이러한 경우라면 기기의 유지보수 비용을 최소화 하는 것보다 고가의 장비로써 기기의 신뢰성을 확보하는 것이 더욱 중요한 것이다.

사실상 하나의 요소가 선택되는 것은 냉동 시스템중 다른 것을 선택하는데 영향을 주므로 기술자들은 각각의 다른 분야에 있어서 연관되는 지식을 가지고 있어야 하고 이것을 잘 조화시켜야 한다.

본 고에서는 냉동 플랜트에 있어서의 에너지 절약을 위한 여러 요소들, 즉 냉동시스템의 선택, 요소의 선택, 냉동 시스템과 연관된 열회수 방안 및 냉동 플랜트에 있어서의 에너지 절약 시스템의 사항으로 전체적인 에너지 절약의 방안에 대하여 검토하고 각각의 위치에서 부각하게 되는 에너지 절약의 관점도 또한 논의하고자 한다.

#### 2. 에너지 절약에 관한 냉동시스템의 선택

무엇보다도 중요한 에너지 절약의 기본은

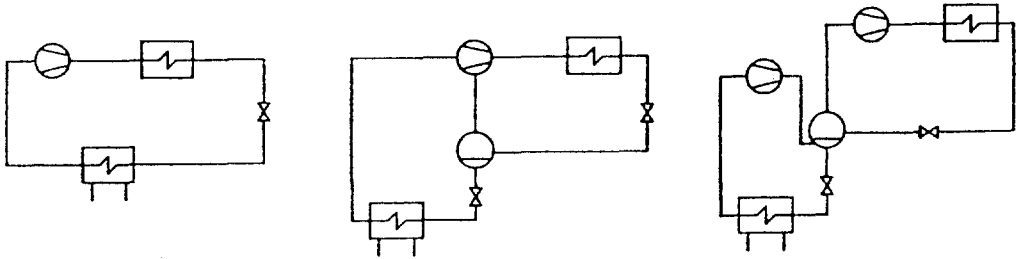
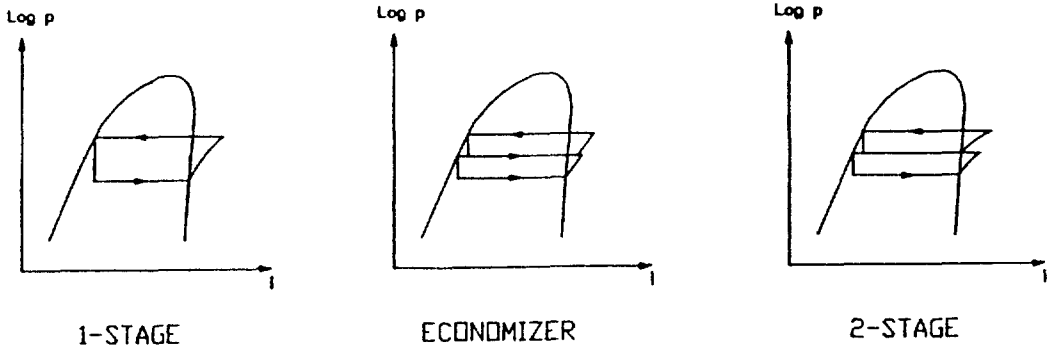


그림 1 각종 냉동 사이클

1-STAGE

2-STAGE

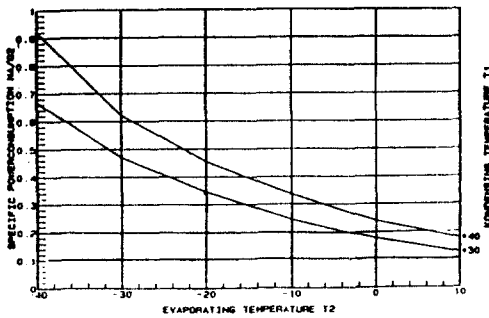


그림 2 1단 압축 사이클

ECONOMIZER

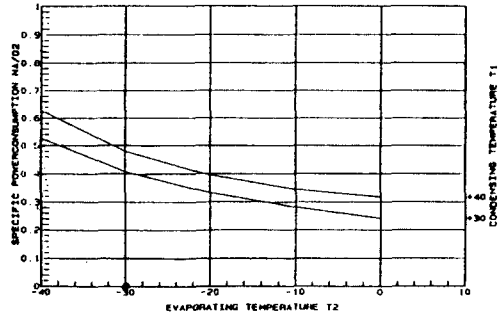


그림 4 2단 압축 사이클

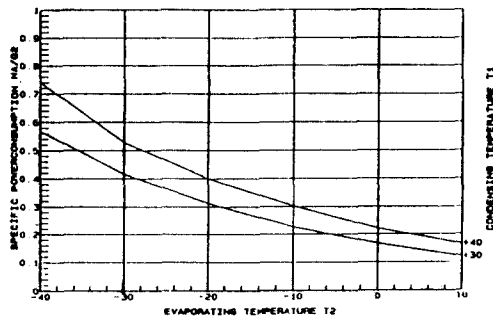


그림 3 1단 압축 이코노마이저 사이클

기초적인 시스템 설계가 경제적으로 된 것을 선택하여야 하는 것이다. 이것은 에너지 가격의 측면, 에너지 수급정책 방안, 운반비 등 여러가지의 변수가 있으며 이것을 선택 하는데는 2가지의 방법이 있다. 한가지 방법은, 투자비용에다 연간 이득률을 고려하거나 운전비용에다 초기비용을 합하는 방법이다. 또 다른 경우는 이자율, 운전비, 전기 등에 대한 연간 운전비용, 환수하는 시간에 관한 지식이 요구된다. 이러한 경제성의 분석

은 에너지 비용절감에서 다루도록 한다.

에너지를 절약하기 목적으로 냉동시스템을 선택하기 위하여 기본적으로 행하여지는 기준을 일단 압축기를 적용한 경우, 일단 압축기와 이코노마이저를 적용한 경우, 이단 압축기를 적용한 경우를 대비하여 그림 1과 그림 2, 3, 4에서 설명한다.

그림 2, 3, 4을 비교하면 같은 증발온도 0℃, 응축온도 40℃를 놓고 비교하면 1단 압축에서는 0.24NA/G2, 1단 압축과 이코노마이저를 사용한 경우는 0.22NA/G2, 2단 압축에서는 0.32NA/G2의 동력이 소요된다. 그러나 증발온도가 -30℃, 응축온도 40℃를 비교하면 1단 압축에서는 0.62NA/G2, 1단 압축과 이코노마이저는 0.52NA/G2, 2단 압축은 0.48NA/G2로써 증발온도가 일정온도 이하가 되면 economizer를 적용하거나, 2단 압축기를 사용하는 것이 월등한 동력비의 절감을 가져온다. 이런 경우 각각의 일단 압축기 단계, 이코노마이저 단계, 이단 압축기 단계에서 각각의 증발온도에 따라 가장 능률적이고 경제적인 시스템을 선정해야 하는 것을 의미한다.

### 3. 요소의 선택

#### 3.1 배관

냉동시스템에서 많은 요소들은 주로 경제적인 요인에 의해 선택된다. 냉동 프랜트에서 배관은 전체 가격에서 중요한 위치를 차지하고 초기 비용은 배관 사이즈에 달려 있다고 해도 과언은 아니다. 흡입배관과 토출배관은 전체시스템의 압력손실과 직접 연관되어 작용한다. 즉 흡입토출관이 지나치게 크면 압력손실은 줄어드나 초기 비용이 급격히 증대한다. 또한 배관을 지나치게 작게 설계한다면 초기투자비는 줄어들지 모르나 운전상의 압력손실로 인한 효율의 저하로 결과적으로 운전비용이 상승한다. 그림 5에서는 이율이 15%일 때 5년간 4,000~8,000 시간 연간 1,000~2,000USD/KW가 절약될

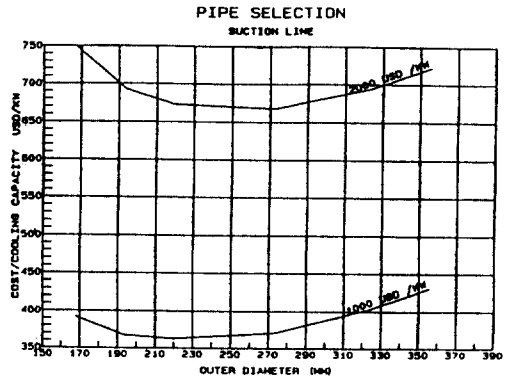


그림 5 파이프 선정(흡입배관)

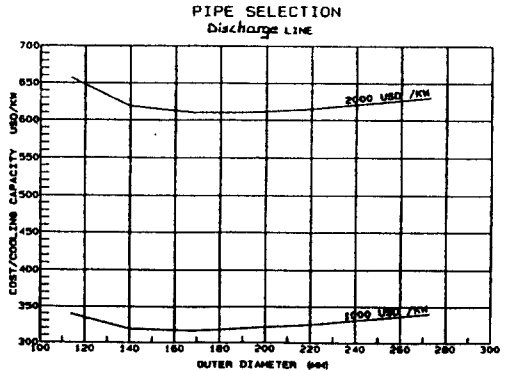


그림 6 파이프 선정(토출배관)

것이다. 이 계산은 ISO 배관규격에 기본을 두고 똑같은 계산으로 그림 6에서 토출배관을 작성하였다.

#### 3.2 응축기

응축기는 대기 혹은 물과 직접 접촉하게 되므로 선정에 매우 많은 변수가 작용한다. 이것은 공급원 가격, 공해 문제 등 제반 환경조건을 고려하며 선정하여야 한다. 응축기는 크게 다음의 종류에 따라 분류될 수 있다.

- ① 수냉각식
- ② 증발식
- ③ 공기 냉각식

수냉각 응축기는 지금까지 값이 저렴하고 효율이 높기 때문에 오랫동안 선택되어 왔

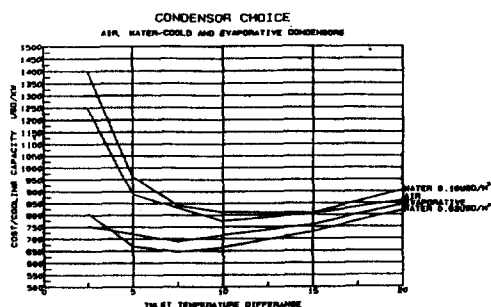


그림 7 응축기의 선정

다. 그러나 이제는 수냉각 응축기에서 물은 결코 저렴하게 사용할 수 없게 되었고 물의 비용은 현장조건에 따라 큰 차이가 있다. 각각의 응축기 조건에 따라서 공냉식, 수냉식, 증발식을 사용하는 경우는 각각의 기기특성 및 설치위치 또한 흡입기 온도차에 따라 달라질 수 있다.

#### 4. 냉동시스템과 관련된 열회수

냉동과정에서의 기본원리는 열흐름의 온도수준을 상승시키는 것이다. 그러한 시스템을 설치하는 이유는 저온 열원에서 열을 제거하여 고온 열원으로 이동시키는 것이다. 이러한 흐름이 또다른 공정에 사용하므로 그 공정의 운전비용을 좀더 저렴하게 할 수 있다. 그러나 열회수를 위하여 냉동의 유용성을 절대로 위태롭게 하여서는 안되는 것이 매우 중요하다. 이것은 열회수를 위하여 냉동 사이클상에 여러가지 장치들, 즉 열교환기의 설치나 펌프등의 설치, 사이클의 변경 등이 행하여지나 전체적인 냉동 사이클에 무리를 주는 방법이어서는 아니된다. 새로운 플랜트 혹은 기존의 설치되어 있는 플랜트에서 열회수를 고려할 때는 주로 경제적인 목적이 결정적인 요소가 된다. 이러한 목적을 달성하기 위하여는 여러가지 제한조건들, 즉 회수 가능한 열량과 어떤 시간에 어떤 온도로 그 일을 활용할 수 있는가 등의 정보를 얻어야 한다.

이러한 정보들은 시간에 따라서 필요 온도와 열량 그리고 필요한 시간 등이 면밀히 기술적으로 검토되어야 한다. 이러한 정보들이 잘 조화를 이룬다면 단기간내에 투자의 효과를 낼 수 있다. 다음은 냉동 플랜트의 열회수 시스템중 가장 일반적인 것이다.

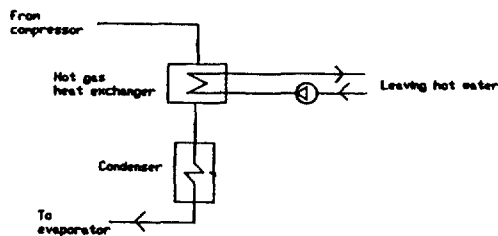


그림 8 핫가스로부터의 열회수

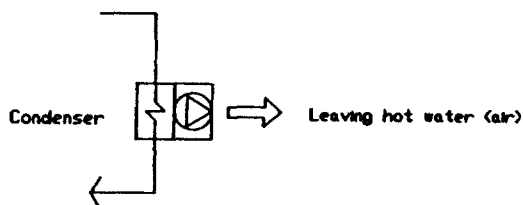


그림 9 응축기에서 공기로 직접 열회수

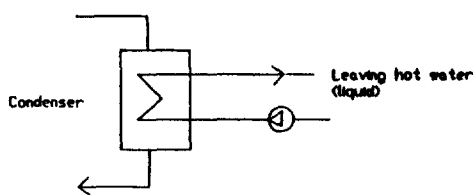


그림 10 응축기에서 액체(물)로 직접 열회수

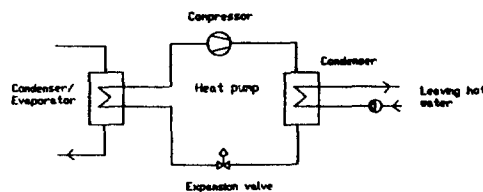


그림 11 히트펌프 응축기(응축기/ 증발기)에서 열회수

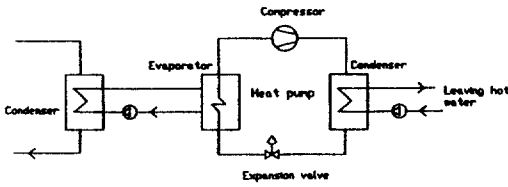


그림 12 액체(물)를 통하여 히트펌프 의미의 간접 열회수

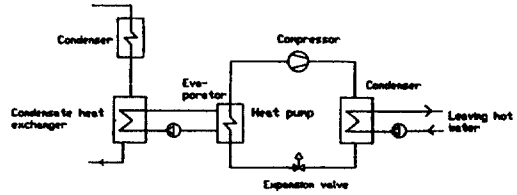


그림 17 히트펌프로부터 응축된 것으로부터 간접 열회수

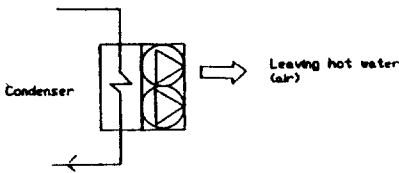


그림 13 응축기에서 직접 열회수(때로는 공기로)

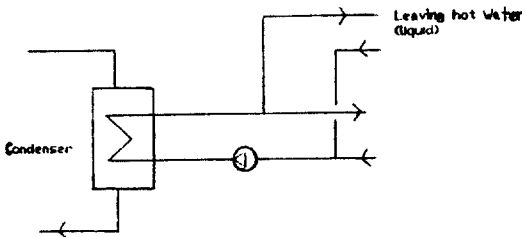


그림 14 응축기에서 직접 열회수(때로는 액체로)

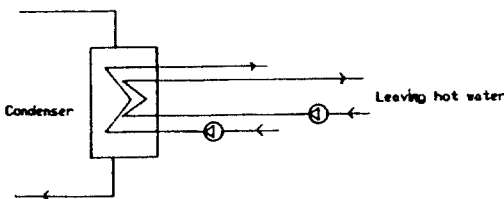


그림 15 이중 응축기에서 직접 열회수(때로는 액체로)

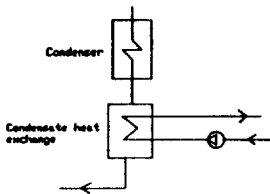


그림 16 응축기이후 과냉각기로부터 직접 열회수

### 5. 냉동 플랜트에 있어서의 에너지 절약 시스템의 결정

냉동 플랜트를 시설할 때 중요한 사항은 가능한 저렴한 시설비로 가장 신뢰성 있도록 만들어서, 필요한 냉동능력을 갖도록 하는 것이다. 이것은 에너지 비용이 낮게 되도록 해야 할 뿐만 아니라 투자비용도 최소 수준으로 감소시킬 수 있도록 해야 할 것이다. 이러한 목적을 달성하기 위한 한가지 방법으로 설치될 응축기나 증발기와 같은 열교환기류를 작은 크기의 것으로 설치할 수도 있다. 그러나 증발온도와 응축온도의 차이를 놓고 비교하여 보면  $\Delta T = Q / (U \times A)$  여기서,

Q : 냉각열량(Kcal / h)

U : 열관류율(Kcal / m<sup>2</sup>h℃)

A : 전열면적(m<sup>2</sup>)

의 공식에 따라 적용되므로 열교환기의 면적(A)가 지나치게 작게 선정되면 온도차가 커져야만 된다. 그렇게 되면 냉동 플랜트의 에너지 소비량도 그림 12에 나타난 바와 같이 증발과 응축온도의 총 온도차가 작용하게 되어 큰 범위로 될 것이다.

에너지 절약 시스템에 대하여 실제적인 예를 들어서 검토하여 보면, 기존의 가열시스템에서 같은 건물내에서 시설을 확장하는 경우 그만큼 더 많은 가열열량이 필요하게 되었으며 그에 따라서 기존에 설치되어 돌아가고 있는 보일러와 거의 똑같은 용량의 보일러를 한대 더 놓도록 추천되었다. 이 경

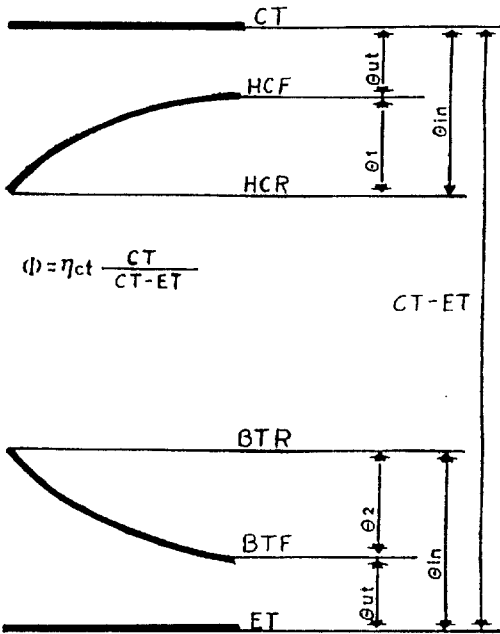


그림 18 증발온도와 응축온도 차에 의한 효율

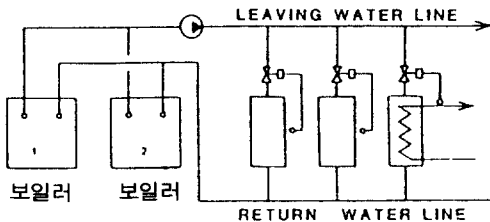


그림 19 기존의 가열시스템

우 용량 확장을 위한 보일러의 설치 공간 및 배연설비 등이 모두 기존의 용량에 준하여 있으므로 전체적인 건물 구조까지 수리 검토되었다.

만약 기 설치되어 있는 냉동 장치에서 버리는 에너지가 있는 냉동설비를 보유하고 있고 그 냉동기의 시스템을 잘 이해하고 있다면 히트펌프의 작동이 큰 이익이라는 것을 곧 알게 된다.

기존의 가열시스템을 그림 19에 간단히 나타내었다. 생산된 온수는 세척장치와 빌딩의 가열 공정에 사용되었다. 세척을 목적

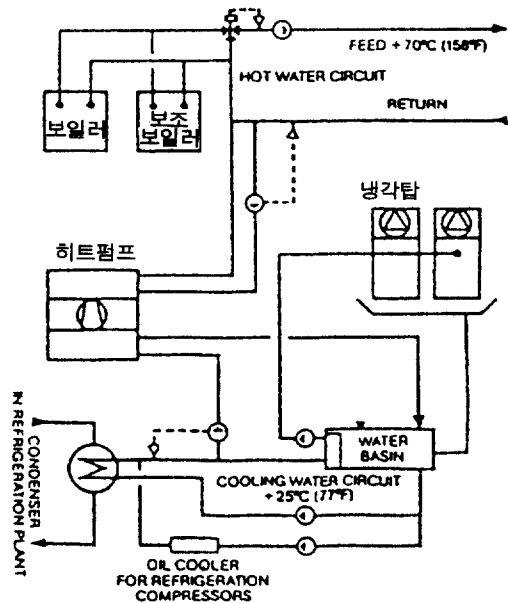


그림 20 히트펌프를 사용한 기본 계통도

으로 하는 물의 온도는 65°C가 요구되며 그 수요는 각 작업교대 이후의 세척과정에 주로 사용되었다. 그 빌딩의 물 가열용 열량의 수요와 필요한 온도는 주로 외기 온도에 따라 달라진다.

그림 19의 시스템에 비하여 가열시스템을 자세히 검토하면 냉동 프랜트의 고압축을 찾을 수 있을 것이다. 이러한 특별한 시설중 이쪽은 수냉식 응축기로 설계되었으며, 냉각탑 시스템까지 연결되어 있다. 이 시스템에서는 히트펌프 없이 냉동 프랜트에서 방출되는 열에너지는 수냉식 응축기로부터 물탱크로 이동하고 다시 별도의 펌프에 의하여 냉각탑으로 이동된다. 온도가 떨어진 후에 그 물은 다시 탱크의 한쪽으로 되돌아와서 응축기로 가게 된다. 물펌프가 정지될 때는 그 물은 자동적으로 탱크 속으로 드레인되며 그 시스템은 동파가 방지된다.

히트펌프로 작동시는 냉동 프랜트의 응축기 시스템의 출구 온수가 히트펌프 증발기로 들어가서 탱크로 되돌아 오도록 되어 있다. 이러한 방식으로 히트펌프의 증발기와

냉각탑이 다음과 같은 장점 때문에 병렬로 연결된다.

- 1) 히트펌프의 증발용량은 냉각탑의 용량에 맞추어 보충되며, 냉동 플랜트의 응축온도를 낮게 유지하는데 도움이 된다.
- 2) 히트펌프의 운전으로 냉동 플랜트의 기능이 위태롭지는 않을 것이며 유지, 보수도 서로 간섭없이 수행할 수 있다. 이 시스템에서 히트펌프는 냉동 플랜트가 정지되어야 할 경우에도 냉각탑에서 추출되는 열로 운전할 수 있다.
- 3) 히트펌프의 응축기쪽이 가열시스템으로 연결되어 있다. 즉 가열시스템으로부터 온도가 낮아져서 돌아오는 물은 히트펌프의 응축기로 들어가게 되며 그 응축기에서 나온 물은 가열시스템으로 되돌아 간다. 여기서 다시 히트펌프의 응축기와 보일러 플랜트가 병렬

로 연결된다. 그리고 각각 운전을 할 수 있으며 함께 운전할 수 있다. 이렇

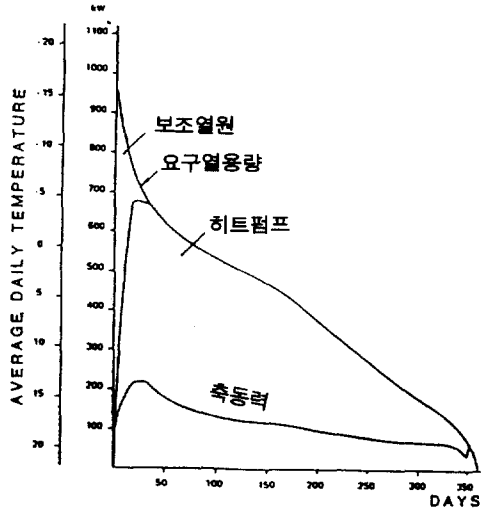


그림 21 가열열원만 필요한 일수에 대한 가열용량

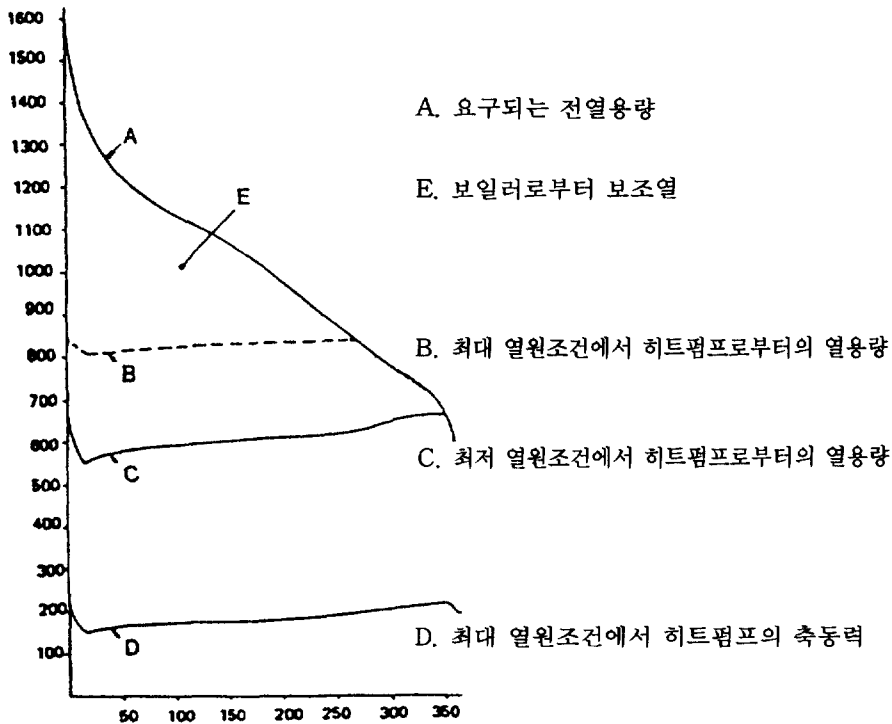


그림 22 가열이 필요한 일수에 대한 가열 용량 및 세척물의 용량

게 설치하므로써 냉동시스템 뿐만 아니라 가열시스템 모두 100% 신뢰할 수 있게 된다.

그림 21은 실제 에너지 사용량을 검토하였으며, 필요 에너지량의 전부 혹은 그중 일부를 히트펌프로 감당할 수 있었다. 그림은 그 결과에 따른 히트펌프를 가동하는데 필요한 전력과 에너지를 함께 나타내었다. 이 그림에서 보면 보일러는 년간을 통하여 아주 추운 기간만 몇시간씩 운전함을 알 수 있다.

같은 방식으로 그림 22에서 빌딩 난방용 및 생산품 세척용 물의 가열용량의 조합을 위한 필요용량과 에너지의 양을 알 수 있다. 이 다이어그램에서 냉동프랜트의 실제 부하를 알 수 있으며 그것은 펌프의 활용을 위한 중요한 요소가 되고 따라서 총용량에 대한 각각의 몫을 알 수 있다.

### 6. 에너지 비용의 절감 분석

이러한 히트펌프를 최대한의 신뢰성있는 방법으로 연결하고 설치할 수 있었다고 할지라도 역시 중요한 의문 사항이 생긴다. 이 시설은 유익한 것인가?

이 시설을 하기 위해 투자한 총 투자비용은 사용후 저렴해진 에너지 비용과 보수비용으로 2년내에 회수되었다.

그러나 히트펌프를 설치했다고 하여 모두가 유사한 결과를 얻을 수는 없다. 아래에 도표를 이용하여 설명하면 그림 23에서 두가지의 가열시스템을 비교하였을 때 에너지의 비용중에서 절약을 계산할 수 있다. 양쪽 시스템의 연간 에너지 수요는  $Wkwh/year$ 가 될 것이다. 재래식 가열시스템은 에너지(석탄, 기름)의 구입비용이  $0W/kwh$ 이고 그 시설은 연간 총효율  $\eta\%$ 로 운전될 것이다.

유사한 방식으로 비교하기 위한 시설에 있어서의 에너지의 가격은  $E W/kwh$ 로 표시된 가격으로 사용되고 연간 총운전효율  $\phi\%$ 로서 운전된다. 공식에서 우리는 비교

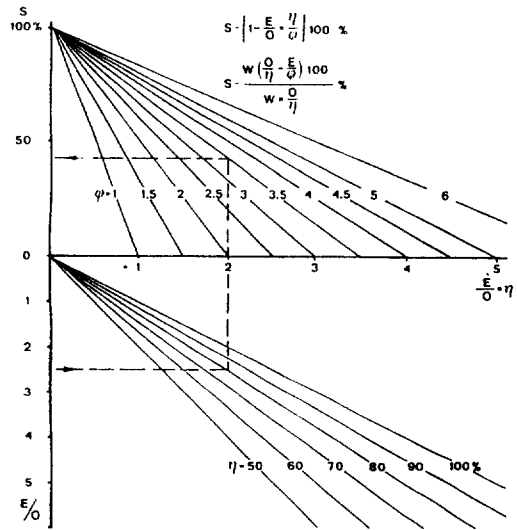


그림 23 히트펌프를 사용시 서로 다른 에너지 가격과 성적계수(COP)에서의 절감율(%)

되는 두가지 에너지 가격 사이의 관계를 알게 되고 그에 따른 프랜트의 효율을 알게 되므로 퍼센테이지로 나타낸 연간 절약을 쉽게 계산할 수 있다. 아무리 높은 절약율이 퍼센테이지로 나타났고 아무리 높은 비율로 에너지 비용이 절약되는 것으로 되어도 비교되는 프랜트에 비하여 효과적인 비용으로 운전되었다고 할 수는 없다. 그러한 것은 몇가지 다른 인자들에 의해서 결정된다. 두가지 가장 중요한 인자는 연간 운전시간과 투자비용이다.

그림 24에서 우리는 전술한(그림 23) 에너지 비용의 절약 계산으로 연간 예상 투자회수비용을 계산할 수도 있다.

검토한 두 개의 다이어그램에서 다음과 같은 간단한 결론을 알 수 있을 것이다.

- ① 높은 E/O 가격 상관관계에서도 상당히 절약을 할 수 있었다.
- ② 보일러의 효율은 그 결과를 내는데 매우 중요하다. 특히 피크가 아닌 기간 동안의 단일 보일러의 운전효율이 때



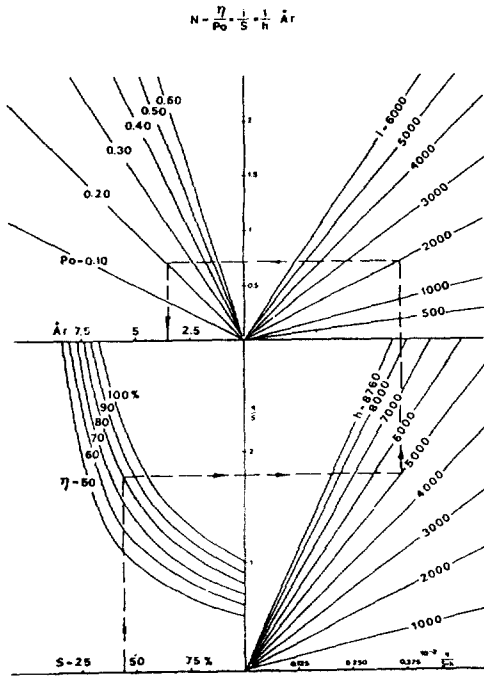


그림 24 에너지 비용의 절감

우 낮게 될 수 있음을 유의하자.

- ③ 히트펌프의 효율(COP)은 대략 2.5 이상 유지한다면 그 결과는 별로 영향을 미치지 않는다.
- ④ 연간 운전시간이 긴 시설에서는 비록 에너지 비용의 절감은 적당하지만 투자비용은 높더라도 투자회수기간은 짧아진다.

에너지 비용의 절감

- S : 절감율 %
- W : 연간 에너지 발생량 Kwh /year
- O : 비교되는 에너지별 가격(오일, 전기, 가스 등) ₩ /Kwh
- E : 히트펌프 운전용 에너지 비용(전기) ₩ /Kwh
- η : 가열프랜트와 비교되는 연간평균 효율비 %/100
- φ : 연간 평균 히트펌프 운전 COP

$W \times O / \eta$  : 가열프랜트 비교용 연간비용 ₩ /year

$W \times E / \phi$  : 히트펌프운전 연간비용 ₩ /year

S :  $1 - E / O \times \eta / \phi$  100%

N : 투자회수 기간 year(S)

h : 연간 등가 전부하 운전시간 hours /year

Po : 연료비 ₩ /Kwh

i : 투자비용비 ₩ /Kw

N :  $\eta / Po \times 1 / S \times 1 / h$  years

7. 냉동 플랜트의 에너지 절약

1) 에너지 절약을 하는 관점은 각각 주어진 위치에서 요구하는 것이 달라지므로 기술자들은 연관되는 일들 사이에 다음같은 사실들의 중요성을 의식해야만 한다.

- ① 시스템 구조 및 콘트롤 시스템에서의 운전 전략의 선택
- ② 온도 정도의 선택
- ③ 규격, 작동매체와 요소들의 선택
- ④ 열원을 위한 열의 회수방안
- ⑤ 성능과 기능의 조절

2) 냉동 설계자는 운전비용에 대한 매개변수를 알고 있어야만 한다, 즉

- ① 전기, 에너지 그리고 동력의 비용
- ② 연간 운전시간
- ③ 냉각수의 가격

이러한 매개변수를 고려하지 않으면 낮은 초기비용으로 시설은 되었으나 고가의 운영비로 운전된다는 경향이 될 것이다. 또한 계산할 수 없는 유지보수 비용중 한 부분은 수리 비용이다. 이러한 것을 안정시키는데는 운영자의 경험이 많이 작용한다.

화학산업 내에서 정지되는 동안 매우 높은 비용이 들기 때문에 계획된 유지보수는 어느 장소보다 더욱 중요하다. 보수, 유지작업을 실행되기 위하여 예비부품의 이용 계획과 주공정의 설계, 보수유지시 고려해야만 하는 예비품 혹은 예비기기의 보유 또한

매우 중요하다. 기계설비에 관한 교육과 서류관리도 냉동 관련자에게는 매우 중요한 일이다. 이것은 현재까지의 기기상태를 나타내고 수리시 참고해야 하는 중요한 사항임을 알아야 한다.

3) 사용자와 공급자는 가능한한 최대의 에너지 절약을 위하여 협조하는 것이 중요하다. 아래 사항들은 사용상에서 주위를 기울인다면 저렴한 가격으로 에너지를 절감할 수 있는 것이다.

① 냉각과 동결저장에 있어서 방열문의 선택이 중요하다.

-냉각과 동결저장은 효율적으로 단열되어야만 한다.

② 냉각 및 동결된 음식을 전시하는 상자는 밤에는 덮어놓는다.

-유제품 냉장고는 문과 함께 공급된다.

③ 냉각되는 공간은 열손실이 가능한한 적게 되는 곳에 설치한다.

-냉각, 동결 저장식품을 위한 운반과 작업은 에너지 차원에서 효과적인 방법으로 운영되어야 한다.

4) 용량조절을 선택할 때 다음 같은 것을 고려한다.

① 냉동 부하의 외형

② 응축온도 또는 증발 온도

용량조절은 냉각 요구물이 다양할 때 항상 요구되지 않는다. 냉각저장, 냉동된 생산품을 생산하는 플랜트에서 냉각능력을 활용하는데 완전한 능력에서 ON-OFF가 되고 그때 온도변화폭은 적고 운전상태는 짧아야 한다. 냉동 플랜트에서 최대 능력을 요구하는 것은 비교적 짧은 기간이고 냉각축의 냉각열의 축적으로 잠시 최대의 능력을 발휘하면서 운전할 필요는 없다. 축적된 냉동은 그때 절정시간에 요구되는 추가능력을 제공할 수 있다. 이것의 한 예는 유제품 제조장의 얼음물 탱크이다.

축적 탱크를 수치화 할 때 다음같은 점을 고려해야 한다.

① 일시의 최대냉각 능력요구와 부하의 변동

② 냉각된 액시스템의 체적

③ 최대에서 압축기가 내는 능력을 감당해야 한다.

④ 최대에서 냉각된 액의 온도변화를 따라야 한다.

5) 냉동플랜트에서 에너지는 다양한 유형의 증발기와 제상장치가 사용되고 있다. 이러한 종류의 장치에서 에너지를 절감하기 위하여는 가능한한 냉동플랜트 자체의 열을 이용하고 제상은 단지 요구될 때만 실행하도록 한다.

**증발기(evaporator)**

증발온도는 가능한한 실내온도에 근접시킨다.

오염에 따른 영향을 고려한다.

상의 형태와 제상의 영향을 파악하여 대비한다.

펌프와 FAN의 상관관계를 검토한다.

**응축기(condenser)**

응축온도는 가능한한 낮아야 한다.

오염에 따른 영향을 고려한다.

기후조건에 따른 영향을 고려한다.

응축기 위치에 따른 영향을 검토한다.

펌프와 FAN에 의한 영향을 검토한다.

**시스템(system)**

응축압력과 응축압력내의 다양성

시스템 배열에 따른 장점 및 단점을 고려하여 시스템의 질을 선택한다.

## 8. 결 론

지금까지 냉동플랜트에 있어서의 에너지 절약 방안에 대하여 거론하였다. 에너지란 단어는 상당히 포괄적으로 플랜트를 대하는 입장에 따라 달라질 수가 있다.

에너지란 말을 비용으로 환산한다면 곧 경비로 계산할 수 있는데 이것은 사용자의 입장에서는 초기투자비, 운영자의 입장에서 보면 운전비 및 보수유지비, 설계자의 입장

에서 보면 에너지의 사용에 대한 전체적인 입장의 배려 및 경제성, 정부의 입장에서는 전체적인 에너지 사용의 평준화 및 수급방안 등 각각의 위치에서 대하는 에너지의 개념이 달라지게 된다. 이러한 모든 비용을 더하여 초기 설치 투자비로부터 최후의 폐기비까지 가장 가격이 저렴하게 사용된 것이

가장 에너지를 적게 사용했다고 할 수 있을 것이다. 그러므로 초기에 가장 경제적인 설비가 우선되어야함은 물론이고 기설치된 냉동프랜트에서도 전술한바와 같이 열을 회수할 수 있는 방안을 찾는다면 냉동프랜트에서 많은 에너지 절약을 기할 수 있다.