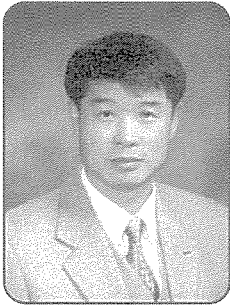


# 휴비스 전주공장 개선사례

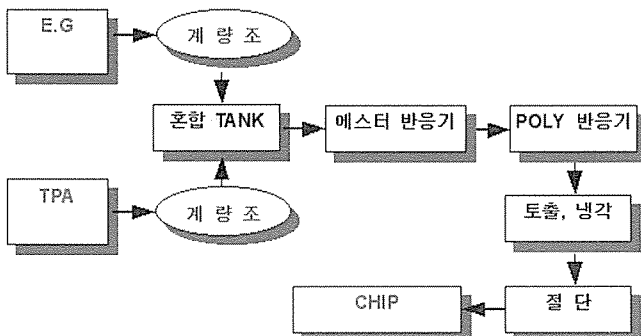


(주)휴비스 동력팀  
팀장 김보광  
Tel : (063)210-2812

## 개선 사례명 : 중합공정 탐정 폐열 회수 사례

### 1. 개요

TPA와 EG가 중합 반응을 하는 ES 반응기는 많은 Vapor 형태의 폐열이 발생되고 발생된 폐열은 응축기를 통과하며 냉각탑에서 공급되는 냉각수에 의해 응축이 된다. 이렇게 Vapor가 응축되는 정도에 따라 ES 반응기의 압력이 Control 되고 품질을 결정 짓는 중요한 요인이 된다. 응축기에서 냉각수에 의해 회수된 막대한 열량의 폐열은 냉각탑에 의해 대기로 버려지게 되나 공정의 안정적 운전 때문에 ES 반응기 폐열을 회수 하기 위한 시도에는 여러가지 장애 요인이 있고 이를 극복하고 공정의 안정적 운전을 보장 할 수 있어야 만 가능하다.



### 2. 개선 절차

#### 2-1) 1단계 : 발생 폐열의 파악

ES 반응기에서 중합 반응시 생성되는 Vapor의 열량과 온도를 파악하여 폐열의 사용처를 선정 하였다. 공정마다 약간의 차이는 있으나 1개 공정에 약 100만Kcal/Hr 에서 200만 Kcal/Hr의 열량이 발생하고 있었다.

#### 2-2) 2단계 : Vapor의 성분 분석

Vapor의 성분을 분석하여 폐열 회수에 적합한 열교환기의 Type과 재질을 선택하였으며, 보전성과 안정적 폐열 회수를 고려하여 열교환기의 형태와 배치를 결정하였다.

#### 2-3) 3단계 : 회수된 폐열의 사용처 조사

회수된 폐열의 사용처가 안정적으로 흡수를 하지 못하면 중합 공정이 흔들리게 되고 이는 곧 품질 이상으로 나타나는 만큼 폐열의 사용처를 선정함에 있어 많은 검토가 필요 하였다. 발생 폐열을 회수 하여 안정적으로 사용 하기 위해서는 무엇보다 발생된 폐열 보다 폐열을 사용하는 열량이 충분히 큰 것이 안정적이다. 또한 계절적인 요인을 고려하여 사계절 발생된 폐열을 항상 사용 할 수 있는 곳을 선정 하였다.

#### 2-4) 4단계 : 공정의 안정성 검토

폐열을 회수 하기 위한 열교환기를 설치하고 난 후 운전 측면이나 보전측면에서 어려움이 있거나 불안한 요인이 있을 경우 설치된 폐열 회수 장치는 무용지물이 되기 때문에 생산 공정과 충분한 협의 후 비상시 조치를 할 수 있거나 심각한 문제 발생시 기존의 시스템으로 운전을 하며 생산에 지장이 없도록 설비를 보완 하였다.

### 2-5) 5단계 : 폐열 회수 공사 시기

중합 공정은 공정의 특성상 폐열 회수 장치를 설치할 수 있는 기간이 제약을 받는다. 연중 가동이 되는 공정인 만큼 약3년 마다 실시하는 정기적인 보수 시기에 폐열 회수 장치를 설치하였다. 돌발 보수가 발생시 운전중에 폐열 회수 장치를 설치할 수 있도록 Valve를 미리 설치한 뒤 폐열회수 열교환기를 설치하기도 하였다.

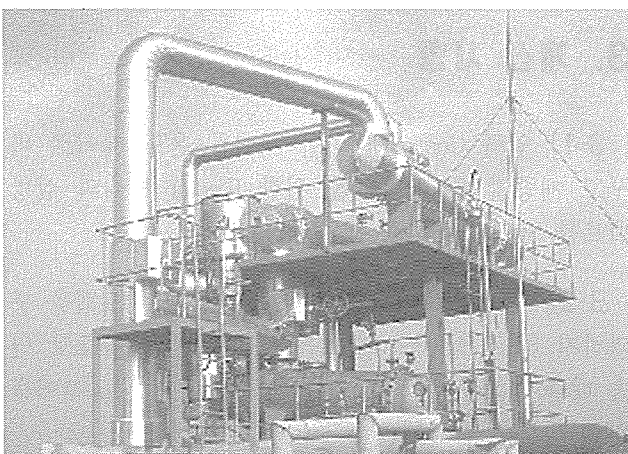
### 2-6) 6단계 : 폐열 회수 효과 파악

설치된 폐열 회수 열교환기의 폐열 회수 능력과 열량이 검토 단계의 열량을 회수 하는지를 분석하여 다른 공정에 설치할 폐열 회수 열교환기와 연계하여 시스템적으로 폐열 회수 사용율을 극대화 시켰다. 먼저 설치된 공정의 폐열은 투자 회수 기간을 줄이기 위하여 최대한 활용을 하면서 다른 공정에서 발생하는 폐열과 합쳐서 종합적으로 회수된 폐열을 활용도를 높이도록 하였다. 이렇게 하기 위해서는 폐열 회수 부분에 대한 마스터 플랜이 반드시 필요하다고 본다.

## 3. 개선 사항

### 3-1) 1단계 : 단일 공정의 폐열 회수

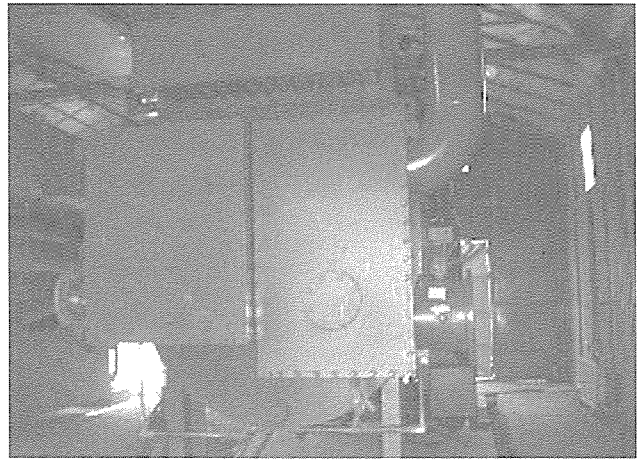
기존의 응축기 전단부에 Vapor 폐열을 회수하기 위한 열교환기를 설치하여 Steam Boiler용 급수를 통과시켜 급수를 예열하여 탈기기로 공급하였다. 냉각수를 이용하여 Vapor를 응축시키는 기존 응축기는 소량의 냉각수 만을 Control 하여 통과시켜 반응기의 안정적 운전을 하도록 하였고, 전단에 설치된 신설 열



교환기로 기존 응축기의 오염에 의한 열교환 성능 저하도 예방 하였다. (급수 상승 온도 : 15℃ → 90℃ → 보일러 탈기 : 30T/H)

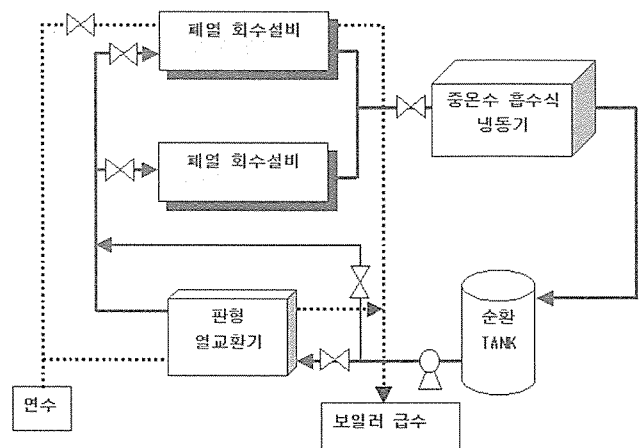
### 3-2) 2단계 : 폐열 회수로 시스템화

각 공정의 정기 보수 시기에 맞추어 1단계와 같이 2~3개 공정의 폐열이 회수 되면 폐열을 모두 통합하여 시스템 적으로 운용이 되도록 하였다. 동절기에는 통합된 열원 자체로 이용 하여 Steam Boiler 급수 예열 및 공조 설비의 공기 예열 및 난방 용으로 사용하고 하절기에는 Steam Boiler 급수 예열 및 중온수 흡수식 냉동기를 가동하여 냉수를 생산하여 공정에 공급되도록 하였다.



### 3-3) 3단계 : 폐열 회수 시스템 안정화

폐열 회수 설비가 통합 되어 시스템적으로 운용이 되면 1개 공정의 이상이나 사용처의 이상으로 인하여 타 공정이 영향을 받을 수 있기 때문에 이에 대한 보



(폐열 이용 중온수 흡수식 냉동기 가동 계통도)

완책이 필요하다. 따라서 폐열원의 사용처가 불안정할 경우 제2, 제3의 방법으로 폐열을 회수 하도록 하여 항상 폐열 회수 장치로 순환 되는 순환 수의 온도를 일정하게 유지 되도록 하여 공정의 안정을 도모하였다.

## 4. 투자 기간

1997년 11월 ~ 2002년 6월  
(공정의 정기 보수 기간 마다 총 7개 공정에 적용)

## 5. 투자비

에너지 이용 합리화 자금 및 자체 자금 : 총 10억원

## 6. 연간 절감 효과

투자 기간별 적용 단가에 차이가 있으나 현재 단가를 기준으로 7개 공정의 연간 절감 효과 약 21억원

### 개선사례 : Ejector Valve로 재증발 증기 이용

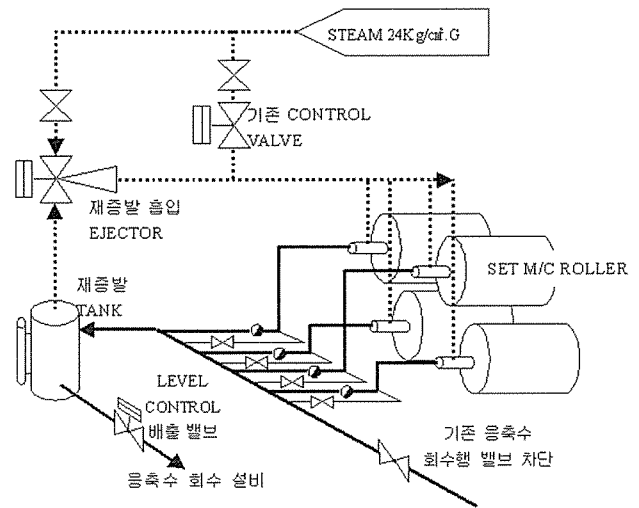
#### 1. 개요

STAPLE FIBER 생산 공정에서 연신이 끝난 FIBER를 SETTING 시켜 주기 위해 SET MACHINE을 통과하게 되며 회전체이기 때문에 압력으로 온도를 제어하기 때문에 정확한 온도 제어에 어려움이 있다.

또 발생된 응축수는 DRUM 내부의 사이폰 배관을 통해 트랩으로 배출이 되기 때문에 응축수 배출이 원활하지 못 할 경우 온도 제어가 되지 않아 근무자가 수동으로 Steam Trap By-pass Valve를 열기 때문에 생증기 배출에 의한 에너지 손실이 크다.

#### 2. 개선 절차

2-1) Ejector Valve를 적용하기 위해서는 설비의 정확한 Steam 사용량을 파악하고 있어야 한다. 만일 너무 여유를 두거나 작은 용량의 Valve 를 선정 할



[ Ejector Valve 사용 계통도 ]

경우 재증발 증기가 흡입이 되지 않아 목적을 달성할 수 없다. 본 개선의 경우 유량계가 설치 되어있지 않아 이론 계산에 의하여 Steam 소모량을 예측하여 Valve를 선정 하였으나 몇 차례의 시행착오를 겪으며 내부 Ejector Valve Nozzle을 교체 하였다.

2-2) 초기 설치 후 설정 온도에 도달하지 못하여 수차례 Ejector Valve의 Nozzle을 교체하였으나 문제 해결이 되지 않아 Steam을 공급 받는 설비의 문제를 해결 하고 정상 온도로 Control이 가능해짐.

2-3) 현재 사용하는 설비의 설정 온도 즉 사용 열량과 재증발을 흡입하여 사용 할 경우의 기존 시스템보다 열량에서 여유가 있어야 한다. 또 과거의 압력 제어 방식에서 온도 제어 방식으로 운전이 되도록 하고 Ejector Valve에 문제가 발생시 기존의 방법으로도 임시 운전이 되도록 DCS를 프로그래밍하여 생산 차질 문제가 없도록 하였다.

#### 3. 개선 사항

3-1) 압력 Control에 의한 제어를 온도 제어로 바꾸고 재증발 증기 흡입을 위한 Ejector 방식의 삼방 밸브를 Steam 공급 부에 설치.

3-2) 설비에서 나오는 응축수와 증기가 트랩을 통과하지 않고 By-Pass 밸브를 통하여 빠른 속도로 연속 배출이 되도록 하고 배출되는 배관에 온도 제어를 위한 센서를 설치함.

3-3) 응축수는 Zone별로 그룹을 지어 응축수 저장 Tank에 모이게 하고 압력 차이에 의해 발생하는 재증발 증기가 Ejector Valve의 재증발 흡입측으로 재흡입이 되도록 함.

3-4) 지속적 배출로 Set M/C Roller 내부에 응축수 고임 현상이 없음.

3-5) Set M/C Roller 내부 응축수 정체 현상이 해소 됨에 따라 온도 분포가 균일 하여 짐.

3-6) 공정의 로트 대기시 온도가 일정하게 유지되어 재 가동 시간이 축소되고 제품 생산 중간 중간에 실시하는 검사 횟수 축소가 가능해 짐.

#### 4. 투자 기간

1997년 10월 ~ 1999년 11월  
(시행 착오를 겪는 과정으로 기간이 장기화 됨)

#### 5. 투자비

1) 총 투자비 : 1억원

2) 투자 내역

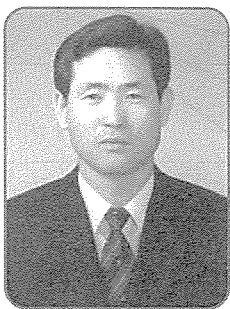
- Ejector Valve 구입 및 설치
- 재증발 증기 Tank 제작 및 설치
- 응축수 출구 Control Valve 구입 설치
- 배관 및 보온 & 전기, 계장 공사



#### 6. 연간 절감 효과

재증발 증기 사용 효과 + By-Pass 차단 효과 = 약 8.8억원/년  
(기대했던 재증발 증기 회수 보다 By-Pass 차단 효과가 더욱 큼.)

## 발전소 제어시스템 (III-II)



한국전력공사 전력연구원  
발전연구실 I & C 그룹  
책임연구원 김호열/공학박사  
Tel : (042)865-5270

### 2. HRSG 제어

HRSG<sup>1)</sup>는 개스터빈 배기열을 이용하여 증기를 발생시키는 설비이다. 보통은 개스터빈 1대마다 HRSG

가 1대씩 설치된다. HRSG 제어시스템은 보통 플랜트 제어용 DCS와 동일한 기종의 하드웨어에 의해 구성되어 있다. 보통 주기기 제작사에 의해 개스터빈과 증기터빈 제어시스템이 공급되지만 HRSG 및 플랜트 종합제어 계통의 제어설비가 별도로 필요하기 때문이다.

개스터빈 및 증기터빈 제어시스템이 주기기 제작사의 제어설비로 설치되는 것은 주기기 제작사에서 하자보증과 신뢰성을 이유로 자사 제어시스템의 사용을 요구하고 있기 때문이지만, 플랜트 전체를 제어할 수 있는 능력이 부족하기 때문에 대용량의 DCS가 필요한 것이다.

HRSG 제어시스템의 출력은 주로 공기식 제어밸브

1) HRSG (Heat Recovery Steam Generator) : 통칭 배열회수 보일러