

# 전기사용합리화 방안

글/김 선 경(대한전기기사협회 이사)

## 1. 전기사용합리화의 일반적 방안

공장에서의 에너지사용합리화 방안으로는 첫째, 기기자체의 효율을 올리는 것으로 즉, 하드웨어의 에너지사용합리화이다. 둘째, 기기를 효율성 있게 사용하는 것으로 소프트웨어의 에너지사용합리화이다.

하드웨어의 에너지사용합리화에 대하여는 각 메이커들이 경쟁하여 에너지절약형 기기를 개발하고 있으므로 이들 제품의 정보를 조속히 풍부하게 알아 둘 필요가 있다. 기존설비를 개수하려면 매우 고효율의 에너지절약형 기기가 아닌 이상 경제성이 별로 없으나 신설할 때에 채택할 경우는 기설설비의 개수에 비하여 매우 유리하다. 새로이 시설하도록 결정을 본 후 기기를 검토하는 것은 시기가 늦으므로 평소부터 신제품에 대한 정보의 수집이나 그 제품에 대한

연구 검토를 하여 두고, 필요할 때 바로 활용할 수 있도록 미리 준비하여 두는 것이 중요하다.

다음에 소프트웨어의 에너지절감에 대하여 생각하여 보면 두 가지 대책이 있다. 하나는 가장 손쉬운 것으로 사용하지 않는 방의 조명을 소등한다든가 작업을 하지 않는 공전하고 있는 기기의 스위치를 끄는 등 불필요한 손실을 방지하는 것으로 효과는 적으나 바로 실행할 수 있는 것이 특징이다.

다른 하나는 생산공정중에 발생하는 폐열을 될 수 있는 한 회수하여 유효하게 다시 이용하거나 제조공정을 합리화하여 처리시간을 단축하는 등 생산과정에서의 에너지절약을 들 수 있다. 이는 기설설비의 개수를 수반하므로 투자가 필요하게 되나 회수기간이 될 수 있으면 짧은 것이 바람직하다.

에너지사용합리화 대책을 정리하면

(가) 큰 비용을 들이지 않고 효과를 올릴 수 있는 관리강화, 조업개선 운전합리화

(나) 기설설비나 프로세스의 일부를 개량하거나 에너지절감에 결부되는 부가가치의 도입 등 부분적인 설비투자를 필요로 하는 대책

(다) 설비의 Scrap & Build나 생산능력 확대에 생산설비 전체의 고효율화를 꾀하는 것 등을 들 수 있다.

또 에너지사용합리화를 위한 방안을 에너지소비 단계에 따라 요약하면

(가) 개개의 에너지사용기기의 에너지사용효율의 지속적인 개선  
(나) 생산 프로세스의 에너지사용합리화

(다) 소비에너지의 선택과 적정화

(라) 자원, 에너지의 Recycle 시스템

(마) 사회 시스템의 에너지사

융합리화

(바) 산업구조의 에너지사용합

리화와 고부가가치화 등을 들 수 있다.

2. 업종별 전기사용합리화 방안

가. 석 탄

에너지소비절약의 기본방향	추진사항
1) 생산외적 요소의 소비억제	불필요한 조명 등의 소등
2) 시설장비의 효율개선 손실방지 ○ 노구 저효율 시설장비의 보수 교체  ○ 고효율 시설장비의 도입 설치  ○ 효율 개선용 장비의 부착 부설  ○ 투입장비 시설 용량의 적정화	노구압축기 정비, 소형압축기 동폐합 대형화 압기 동력 대체, 저효율 전동 교체 (수은등을 나트륨등으로 대체) 권양기 AC전동기를 DL 전동기로 교체 축전차용 충전기 정전압형 설치 컨덴서를 설치하여 역률을 개선 압기분사식 국부 통기장치 사용 용접기 전격방지기 부착 선동기의 구조개선(토출닥트 설치 등) 배전선로의 승압:규격확대로 손실 감소, 압기 파이프의 대구경화로 손실감소, 굴곡부 직선화
3) 운용 관리의 개선 ○ 적기, 정기계획, 점검 ○ 자동제어장치 및 시스템 도입 ○ 기계운전시간 조절 ○ 무부하 공전방지	자동 계측기 부착 성능 검사 시행 최대부하 시간대의 전기사용 억제 무부하 공운전 방지(Conveyor 등)
4) 공법, 공정의 개선 ○ 채탄, 굴진 보갱작업 개선 ○ 운반, 동기, 배수 시스템의 개선 ○ 압축공기의 지하저장	채탄방법 개선으로 통기성 확보 펌프 운전의 자동화 고효율 펌프 사용
5) 에너지 손실 요인의 원천적 배제 ○ 지표수의 갱내침입 방지 ○ 합리적 갱도구조의 유지 발전 ○ 개발구역의 세분, 소단위 전양, 종합개발체제 유지	갱내침수 방지 대책 시설 갱내구조의 개선(경사, 단면 골격 체계) 광근의 대형화
6) 폐열 폐기자원의 활용 ○ 저질탄 활용기술 개발 ○ 갱내 가연성 가스의 활용 기술 ○ 폐열자원의 활용	압축기의 냉각수 활용(목욕탕용, 증류수용), 목욕탕, 폐수, 고갱목, 톱밥 등 활용

나. 섬유

섬유공업은 면방, 소모방, 화섬 방을 막론하고 방사, 제직, 가공 과정이 거의 비슷하다. 주로 방사 과정에서 가장 전력이 많이 소비된다. 제조공정의 특성으로 보아 비교적 소용량의 전동기가 많이 운전되고 있다. 대체적으로 부하율이 높고 회전이 빠르며 유희시간이 적다.

부하의 주종을 이루는 것은 전동기이다. 산업혁명 후 역사가 가장 길기 때문에 그만큼 여러가지 관리면에서 다른 제조업에 비하여 앞서 있다고 본다.

전기사용합리화면에서 볼 때 그 방안은 다른 제조업과 같이 여러가지 면이 있으나 일반적으로 다음과 같은 유형이 있다.

- (1) 전동기 용량의 적정화
- (2) 공운전 방지 및 운전방법 개선
- (3) 전동기 속도조절장치의 개선
- (4) Utility 시설의 운전방법 개선
- (5) 생산현장의 설정, 온도, 습도, 압력, 풍량 등의 재조정
- (6) 피크타임 운전시간 조정
- (7) 조명설비의 효율향상 방안 강구
- (8) 건조설비의 합리적인 개선

또한 섬유공업뿐만 아니라 모든 업종에서 사용하고 있는 공조 시스템, 자동제어 시스템에 관한 에너지절약 방법이 활발하게 연구되

고 있다.

특히 화학섬유의 경우 지속적인 수요신장과 설비규모의 대형화, 신소재개발 및 용도확대에 의한 산업용 수요비중 등을 고려할 때 생산성 향상, 품질관리강화, 원가절감 및 기술개발이 더 한층 요구되고 있다.

이런 요구사항을 배경으로 가변속 드라이브 시스템에의 Electronics 기술, 특히 디지털 기술의 도입으로 원가절감 및 생산성 향상을 도모하고 있다.

#### 다. 제 지

종이, 펄프업계를 에너지 소비면에서 보면 다른 산업과 비교하여 몇가지 특징을 가지고 있다. 그 하나는 펄프제조 공장에서 발생하는 폐열이 연료로써 재사용되는 것이다. 이 에너지량은 총에너지의 25%를 감당하고 있어 이러한 면에서 보면 에너지절약형 생산구조로 되어 있다고 할 수 있다. 그밖의 특징으로는 자가발전 설비가 많다는 것이다. 이는 생산 공정에서 증기를 주로 사용하기 때문에 효율이 높은 추배기터빈을 갖추는 조건이 적합하기 때문이고 양적으로는 전력수요의 50% 정도를 커버하고 있다. 또 하나의 특징은 펄프의 2차원료로서 고지(古紙)의 재사용이다.

이런 점에서 볼 때 자원과 에너지의 절감구조산업의 하나라고 볼 수 있다.

그러나 종이의 제조에는 다량의

에너지를 필요로 하며 이 때문에 제품가격에 점유하는 에너지비는 18%정도 되어 에너지절감은 매우 중요한 과제로 되어 있다.

이 산업에 있어서 에너지사용합리화를 위한 주요항목을 들면 다음과 같다.

#### (1) 고지회수비율과 고지사용비율향상

고지는 펄프의 2차원료로 큰 위치를 점유하고 있으며 환경면, 자원면에서 최근에는 에너지면에서도 그 중요성이 인정되어 고지재생으로 가격의 안정, 회수축진에도 힘쓰고 있다.

#### (2) 펄프의 품질

##### (가) 원재료의 종류

원재료는 쇠목펄프인 경우 침엽수와 관엽수를 대별할 수 있는데 이것으로 원단위가 크게 달라지며, 또 원재료의 성질은 에너지원단위를 크게 변화시킨다. 전력소비가 큰 TMP공법에는 가급적 연질목재를 사용하므로써 전력소비를 감소시키는 연구가 진행중에 있다.

##### (나) 증대의 전도와 효율향상

증대의 정도에 따라 펄프의 성질에 변화를 가져온다. 고품질의 펄프를 만들기 위하여는 액비를 올리고 순환량을 늘릴 필요가 있는데 그렇게 하면 에너지량은 늘게 된다.

##### (다) 정선의 정도

펄프 정선에는 펄프 슬러리의 농도를 낮추어 다량의 물을 순환시킬수록 좋은 품질의 펄프를 만

들 수 있으나 펌프의 동력설비는 많아진다.

##### (라) 고해의 품질

MP나 KP나 그 제지공정에는 고해공정이 필요한 데 이 때에 동력소비와 품질은 비례관계에 있으며 따라서 품질을 높이기 위하여는 동력소비량이 많아진다.

##### (3) 종이·판지의 품질

종이·판지의 품질은 펄프에 따른 경우가 많으나 초지기에 따라서도 품질과 에너지소비가 크게 달라진다. 시트 형식에는 회석을 크게 하는 것이 좋으나 펄프의 소비전력은 커진다. 종전의 장망식 초지기로는 0.4~0.7% 농도이었던 것이 새로운 방식인 트윈와이어 초지기로는 1% 정도여서 농도 상승에 더한층 연구가 진행되고 있다. 또 제품의 중량, 수분분포의 균일화는 품질향상에 가장 중요한 일이며 에너지절감에 직결되는 일이다.

##### (4) 경량지화

신문용지의 경량화는 종전 52g/m<sup>2</sup>를 49g/m<sup>2</sup>로 내렸다. 중량이 생산성을 유지하기 위해서는 초지기의 초지속도를 올려야 하며 그러기 위해서는 종이의 강도나 균일성이 향상되어야 한다.

##### (5) 코트지화

코트·아트, 경량 코트지는 인쇄용지에 10~28%의 크레솔을 주원료로 하는 도료를 바르는 것인데 중량을 기초로 생각하면 에너지소비원단위는 떨어진다. 시산에 의하면 같은 백색을 볼 때에

10% 정도의 1차 에너지원 단위가 저하되는 것을 알 수 있다.

(6) 자가발전과 프로세스 증기와의 관계

종이·펄프산업은 증기소비와 전력소비의 비가 높으므로 추배기 터빈 설치에는 유리하지만 에너지 사용합리화면에서 보면 반대라고 볼 수 있다. 즉 프로세스 증기량을 줄이면 자가발전이 감소하게 되며 전력사용이 변하지 않으면 복수발전이나 구입전력의 증가를 필요로 한다.

그러므로 설비투자가 적은 증기 절감은 가능하나 설비투자가 큰 증기절감은 경제적으로 불가능하다. 즉 증기조건이 높아 발전비율이 높은 만큼의 공정증기절감을 위한 투자가 곤란해진다는 모순이 있다.

또한 열을 회수하여 종전 증기로 가열한 것을 대체할 경우에는 증기는 절약되나 어느 정도 에너지사용합리화가 진행되면 열을 회수해도 대치할 대상이 없게 되어 투자가 곤란하게 된다.

(7) 설비개선

(가) 연속증해술 설치

(나) 증해술의 프래시 증기회수

(다) Kiln 리파이너, 초지, Dryer Food의 증기회수

(라) 흑액농축, 에버포레이터 효율향상, 흑액 에버포레이터 열교환기 개조

(마) 흑액 스러지 바크의 탈수 강화로 연료도 향상

(바) 초지기 프레스 탈수강화

(사) 프레스 컴퓨터 도입

(아) 세척방식의 개선

라. 화 학

(1) 일반적 방안

화학공업은 암모니아 비료공업, 소다공업, 석유화학공업 등 광범위한 범위가 포함되고 에너지의 이용형태도 가지가지이다. 석유화학의 경우 투입되는 나프타는 원료이고 유도제품으로 전환되는 것으로 부가가치가 높은 제품구성의 변화라는 면에서 생각되나 앞으로 기대되는 에너지절감의 방향은 분해설비의 집중, 대형화와 고성능의 촉매개발에 의한 화학반응 과정의 효율화, 열교환시스템의 효율화 등에 의한 생산 프로세스의 에너지절감을 생각할 수 있다.

석유화학공업은 에너지원으로서 뿐만 아니라 원료자체도 석유에 의존하고 있어 에너지사용합리화의 추진이 국제경쟁 강화에 연관되는 중요한 과제이다.

구체적인 에너지사용합리화 방안으로서는

① 운전방법개선에 의한 에너지사용합리화 방안

온도, 압력, 환류비, 반응시간, 농도, PH, 물비, 절체빈도 등 각 조업조건을 철저히 살피서 가장 이상적이고 불필요한 점이 없도록 함으로써 운전관리를 강화하여 손실을 없애는 방법이다. 이 대책은 가장 손쉽고 효과가 나타나는 항목이다.

② 프로세스 합리화에 의한 대책

제조방법의 개선과 촉매의 개량으로 대별할 수 있는데 전자는 공정단축, 제조루트변경 등 기술혁신을 수반한 프로세스 전환으로 부반응방지, 무용매화학의 프로세스 개량을 말하며 후자는 사용하고 있는 촉매의 조성을 변경하거나 촉매피복을 제거함으로써 촉매 그 자체의 수명을 연장, 또는 촉매 그 자체를 값싼 것으로 변경하는 케이스이다.

③ 배출물회수 강화에 의한 에너지사용합리화 방안

제조과정에서 생기는 부생폐기물이나 폐열을 회수해서 이용하는 것인데 특히 화학공업에서는 산화개질, 중합 등 반응에 의하여 발생된 열이나 연소, 건조 가열 등으로 생긴 폐열을 적절히 이용하는 방안이다. 이제까지 열교환기, 폐열보일러, 예열기 등에 의한 열이용은 많이 하고 있으나 앞으로는 저온폐열회수, 경제적인 축열 방법, 고체의 폐열회수 등 기술개발이 중요한 과제라고 생각한다.

④ 장치 및 장치운전조건 개선에 의한 합리화 방안

이 대책은 반응기, 증류탑 등 제조공정중의 설비를 개량함으로써 반응효율이나 정제효율을 향상시키고 펌프, 팬, 냉동기 등의 운전대수 운전패턴을 계절이나 플랜트에 걸리는 부하에 따라서 조절하며 설비를 개량함으로써 전기사용량을 절감하는 방안이다.

(2) 에틸렌프렌트의 에너지사용합리화 방안

에틸렌 제조공정은 열분해공정, 분해가스냉각공정, 압축공정, 분리공정으로 나누어진다. 열원은 고온에서는 800~850℃, 저온에서는 150~170℃로 온도폭이 매우 넓다.

에틸렌 1톤당 에너지원단위의 추이를 보면 근래 기술개발으로 대폭 내려가고 있는데 그 주요 개선 내용을 보면 왕복 동압축기를 터보압축기로 교환한 것과 분해로의 효율의 향상이었었는데 그 이후의 주요 개선 내용을 공정별로 보면

① 열분해공정

에틸렌프렌트 Utility 코스트 중 약 75%가 분해로에서 쓰여지는 연료이다. 그래서 동 공정에 있어서의 최대에너지 손실은 다량의 과잉공기를 함유한 연소가스가 고온인 상태로 배출되며 1,000~1,200℃의 노내 온도를 유지하는 방사부노벽에서 생기는 에너지 로스이다. 전자에 의한 대책으로는 전열계수를 좋게 하기 위한 강제 통풍의 채택이나 산소농도계를 설치하여 과잉공기를 적정량까지 내리는 것이다. 후자에 대한 대책으로는 에너지가격 상승에 대응할 만한 두께의 보온재를 사용하는 일이다.

② 분해가스 압축공정

압축기의 동력원으로 에너지가 많이 소비되므로 다단식 압축기가 쓰여지고 있다. 이때에 단수를 줄

이면 동력은 줄지만 투자 코스트나 운전의 복잡성 등을 고려하여 4~5단 압축기를 많이 쓰고 있다. 또한 각 단마다 인터쿨러를 설치하거나 배관으로 인한 압력손실을 줄이는 방법도 검토한다.

③ 증류분리공정

이 공정에서의 에너지사용합리화 방안은 수소정제를 하는 심냉분리에 관하여 많은 개량이 이루어지고 있다.

④ 냉동압축공정

분해가스 압축공정과 같은 크기의 에너지사용 구분으로서 증류공정과 복합적으로 조합되어 있기 때문에 증류공정개량과 맞추어 냉매를 효율적으로 사용할 수 있는 시스템으로 개량되어가고 있다.

(3) 석유화학에서의 전력사용합리화 일반 공통적 방안

석유화학에서 사용되는 에너지 중 전력에너지는 펌프, 교반기, 압축기, 조명 등의 용도에 사용되고 있다. 그러나 최근 석유 사정과 밀접한 관계가 있어 회사에 따라서는 증기를 구동시키고 있는 예가 많다.

전력절감은 요점은

- 불필요한 운전방법 개선(전면정지, 일부정지, 능력축소 등)
- 효율향상(전력손실절감, 회전수제어)
- 컴퓨터에 의한 종합전력관리
- 전력수급관리(전력회사와의 계약, 전력의 효율적 관리)

등으로 집약되나 전력의 경우 고

정적 요소가 강한데, 바꾸어 말하면 전력절감의 효과가 별로 없는 경우가 많다. 이러한 고정분의 절감방법으로는

- ① 운전대수의 감소
- ② 기기가동시간의 단축
- ③ 무부하시의 전동기 운전정지
- ④ 자압수송
- ⑤ 증기구동과의 비교
- ⑥ 적정조명유지와 불필요시 소정 등이다.

(4) 소다공업

전해조의 전기사용합리화

최근 전해조가 대응량화 하게 된 것은 전해기술의 정류기기에 대한 전기공학의 진보에 따른 것이다. 정류기는 과거의 전동발전기에서 회전변류기로 변하고 근자에는 반도체정류기가 널리 쓰이게 되었다. 전해조의 전류는 수 만A로 부터 수 십만A에 달하는 것도 있으며 이에 몇 개의 양극이 취부되어 있으나 각 양극에 전류를 균일하게 분포시키는 것이 전해효율을 향상시키는 데 중요하다. 그러기 위해서는 도체의 취부법, 혹은, 양극과 음극과의 극간거리의 조정에 유의하여야 한다.

전해에는 정전을 가장 조심해야 하며 정전이 장시간 계속되면 전해로를 전면적으로 해체하여 정비해야 한다.

격막법에는 직립식과 수평식이 있으며 효율향상을 위해서는

- ① 염수의 정제를 잘 할 것
- ② 주입염수의 PH를 적절하게

(5~6) 유지할 것 등이다.

마. 철강업

철강업은 원료구입으로부터 제선, 제강, 압연 등의 순으로 각 공정이 유기적으로 연계되어 있으므로 그 공정간에 여러가지 형태로 변환 사용되나 그 흐름도 또한 각 공정마다 유기적으로 연결되어 있다. 따라서 철강업에서의 전기사용합리화 경향은 크게 나누어서 세 가지 접근방법이 있다.

첫째, 유기적으로 연계되어 있는 생산공정의 합리화 즉, 연속주조법, 직송압연, 연속소둔 등이 대표적인 것이며, 둘째는 각 열설비에 투입되는 전력량을 저감시키는 것이다. 셋째는 각 공정에서 나오는 배출에너지의 회수와 유효이용이다.

연속주조법은 제강소에서 정련된 용강에서 직접 강편을 제조하는 방식인데 종전의 용강→조리→균열→분리공정을 거치는 소위 분리법에 비하여 공정이 생략되고 연속화 되어 균열노용 에너지를 중심으로 15,000~20,000kcal/조강톤이라는 에너지절감이 가능

한 동시에 성품효율향상(분리법에 비하여 평균 10%정도)에 효과가 있기 때문에 포철 등에서는 이 방법을 채택하고 있다.

또 직송압연의 경우 종전에는 분리압연 후 강편을 1차 냉각하여 표면검사를 거쳐서 가열로에 장입 재가열해서 다음 공정으로 넘어간다.

분리압연한 강편의 온도는 1200℃이상이어서 흠판 없으면 곧바로 다음 공정에서 압연할 수 있으므로 냉각, 가열, 공정이 생략되어 대폭적으로 에너지가 절감된다. 그렇기 때문에 표면에 흠이 생기지 않도록 조정하고 있으며 직송압연 비율은 현재 최고수준의 제철소에서는 40~50%정도이다.

가열로에 열편장입법은 연속주조 또는 분리압연한 열강편을 그대로 다음 공정인 가열로에 장입해서 가열로의 입열량을 증가시킴으로써 연료원단위를 저감시키는 방법인데 직송압연할 수 있을 정도의 강편온도를 보유하지 않을 경우(1000℃이하)에 효과가 있는 것이다.

전기로를 이용하여 금속의 용해

상태를 유지할 때 에너지절감 방안으로 배기공기가 갖고 있는 에너지를 회수하는 방법과 냉각수가 갖고 있는 에너지를 회수하는 방법이 있다. 한편 유도로를 사용할 때는 회전형 열교환기를 정지형 열교환기로 바꾸어 주는 것이 좋은데 효율은 약 96%정도이다.

이상은 필자가 '84년부터 격년제로 주요 기간산업제품의 전력원단위 조사연구자료에서 부분적으로 인용한 것이다.

모든 업종을 막론하고 에너지사용합리화를 이룩하려면 근본적으로 생산 프로세스를 잘 이해해야 된다. 생산품목에 따라 그 프로세스는 천차만별로 다양하기 때문에 자기가 관여하고 있는 업종에 대한 각종 프로세스의 연구를 생산 부서와 협동으로 검토·분석함으로써 에너지사용합리화가 이루어진다고 본다. 여기서는 석탄, 제지, 섬유, 화학, 금속의 대표적인 몇 가지 원론적인 에너지사용합리화 방안만 간단히 기술하였으나 필요하다고 인정되면 좀더 광범위하고 상세한 방안을 기술할까 한다.

교육일정 변경안내

전기기사 3월호 p.92에 기록된 부산지부 2차 교육일정 4.23~4.25이 4.27~4.29로 변경되었습니다.