

발전소 효율을 높이기 위한 A/H AUTO SEAL 분석 및 시물레이션

오영일, 마복렬, 김응석 한국전력공사 전력연구원

The Analysis of Power Plant Air Heater Auto Sealing

Y.i.Oh, B.R.Ma, E.S.Kim, Korea Electric Power Research Institute
(Tel: 042-865-5275; Fax: 042-865-5204; E-mail: young@kepri.re.kr)

국제적으로 에너지관련 연구는 매우 비약적인 발전을 해가고 있다. 전기 에너지쪽을 살펴보면 발전소의 전기생산량은 호기당 나날이 늘어만 가고 있고, 이 호기당 전기 생산량은 터빈 또는 보일러의 금속의 재질의 한계성 때문에 열이나 압력등이 일정 수준이상으로 올라가기가 힘들다. 요즘은 이런 이유 때문에 단위기기 효율 향상이나 주변기기 효율 높여서 궁극적으로 전체 효율을 높이는데 연구의 초점을 돌리고 있다. 발전소 Air Heater Auto Seal은 연소가스를 이용한 보일러내 연소용 공기의 온도를 높이는 장치이다. 발전소 효율의 중대한 영향을 미치는 A/H Sealing의 값을 효과적으로 조정하여 발전소 효율을 극대화하는 방법에 관해 이론적 해석 및 시물레이션을 하고자 한다.

1. Air Heater Auto Seal

공기 예열기는 전열 방식에 따라 분류하면 전도식(혹은 회복식: Recuperative Type) 과 재생기(Regenerative Type)으로 분류된다.

전도식은 가열원인 연소 가스와 수열원인 공기가 열전달 표면을 경계로 하여 한쪽은 연소가스가 흐르고 다른쪽은 공기가 통과하면서 연소 가스의 열이 전도에 의해 공기로 전달된다. 이 형식에는 열전달면의 구조에 따라 관형(Tubular Type)과 판형(Plate Type)으로 분류되며 통상의

증기식 공기 예열기는 관형 공기 예열기의 일종이다. 재생식은 많은 금속판으로된 가열 소자가 일정 시간마다 교대로 가스 통로와 공기통로에 노출되게 한 구조이며, 가스 통로와 공기통로에 노출되게 한 구조이며, 가스 통로에 노출시 가열 소자가 가열되며 이 가열된 소자가 공기통로에 옮겨져 공기를 가열한다.

발전용 보일러에는 모두 재생식 공기예열기가 채용되며 그 종류는 다음의 2가지가 있다.

1) Ljungstrom 공기 예열기

조밀하게 장진된 가열소자(Heater Element)가 회전하여 가스통로와 공기 통로를 교대로 통과하게 한 구조이다. 회전축은 수평형과 수직형이 있으나 수직형이 설치 및 가열소자의 교체등이 용이하여 많이 사용된다. Roter의 구동은 전기모타로 행해지며 감속기어로 감속하여 축을 회전시킨다. Roter는 가스

의 입구측에서부터 온단부, 중간부, 및 냉단부로 구분된다. 각 부위의 가열소자인 철판은 두께의 차이가 있고 그 형상이 다르다. 특히 냉단부의 가열소자는 특수 내식성 합금인 Corten Steel이나 에나멜 도금 강이 사용된다. 이 가열소자의 형상은 V형과 파상의 주름이 있고 온도 부위에 따라 다소 차이가 있다. 온단부와 중간부에 장진되는 가열 소자는 보통 열전달율을 증가시키기 위해 2중의 무늬로 주름이지며, 냉단부의 가열 소자는 틈새가 다소 크고 단일 무늬로 되어있다. 이는 연소가스중에 포함된 분진등의 부착을 막아 부식을 방지하기 위함이다. 이 형식의 공기예열기는 Air Leak가 비교적 커서 그 성능에 영향을 준다.

2) Rothemuhle 공기예열기

이 형식은 Ljungstrom형과 그 원리는 같으나 구조적인 측면에서보면, 가열소자(Heater Element)는 정지형이고 연소가스의 덕터(Duct)내부에 공기 덕터가 설치되어 여기에 연결된 Air Hood가 가열표면의 양쪽에서 회전하게 한 구조이다. 그림1은 Rothemu-

hle 공기 예열기의 구조를 나타낸다. 이 형식에서 Air Hood의 구동은 Hood의 Rim에 Pinion을 설치하고 여기에 Rack을 조합시킨 구조이며, 이 Rack을 전기 모터로 구동하여 Hood를 회전시킨다. 이 형식은 구동부가 가벼워 동력소모가 적으나 Air Leak가 더 크다. 재생식 공기예열기는 구

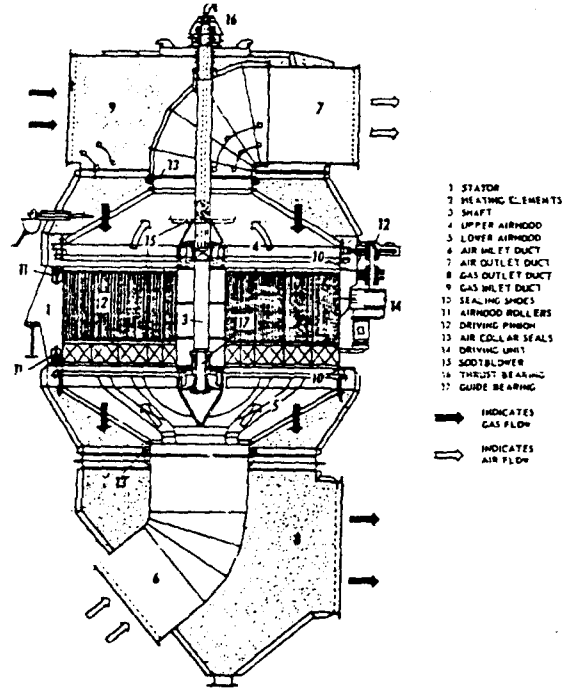


그림 1 Rothemuhle 공기예열기의 구조

조상 앞에서와 같이 2종류로 분류되나 근본원리는 동일하다. 또 석탄 전소 보일러에는 밀(Mill)에 공급되는 1차 공기는 2차공기와 압력 및 온도가 다르므로 1차공기용 공기 예열기를 별도로 설치하거나 한 개의 공기 예열기에 1차 공기와 2차 공기를 분리 통과시키는 드라이 섀터 공기 예열기도 있다.

재생식 공기 예열기를 전도식과 비교하면 아래와 같은 장단점이 있다.

*장점

- ① 단위 용적당 전열면적이 크다.
- ② 체적이 적고 설치 면적을 적게 차지한다.
- ③ 전열면을 쉽게 교체할 수 있다.
- ④ 전열면의 일부 부식은 전체 성능에 영향을 미치지 않는다.
- ⑤ 중량이 가볍다.

*단점

- ① 회전부가 있어 정지할 위험이 있고, 정지시에

는 보일러가 정지된다.

- ② 회전시 공기가 가스에 유입되고 가스가 공기에 유입되며 공기의 Leak가 심하다.
- ③ 통풍 손실이 커져 Fan 용량이 증가된다.
- ④ 구조가 복잡하다.
- ⑤ 동력 손실이 따른다.
- ⑥ 화재의 위험이 크다.

2. 온도특성곡선을 이용한 갭조정

일반적인 금속들의 온도가 올라가는 것에 따라 팽창을 그림2과 같이 보여주고 있다. 이런 그래프 특성을 이용하여 A/H 갭을 조절할 수도 있다. 그림2에서볼 수 있는 것 같이 여러금속중 palladium(Pb)을 낮은 온도에서 선영화하여 메틀랩으로 시물레이션한결과를 그림3에서 나타내주고 있다. 대부분 금속들이 200℃부근은 거의 선영적이다. 발전소 A/H도 이정도 부근에서 온도가 유지된다.

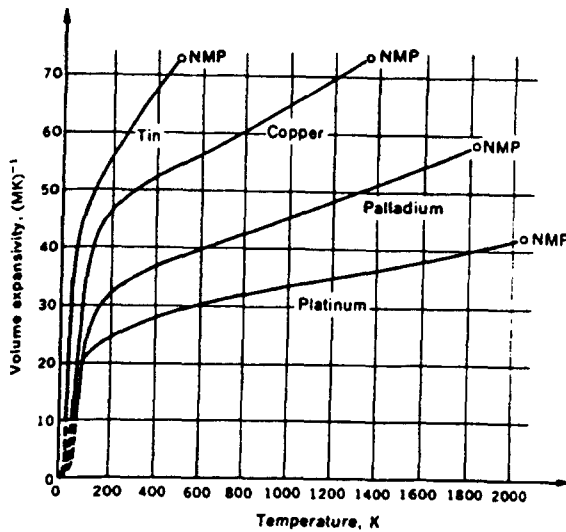


그림 2 온도팽창곡선

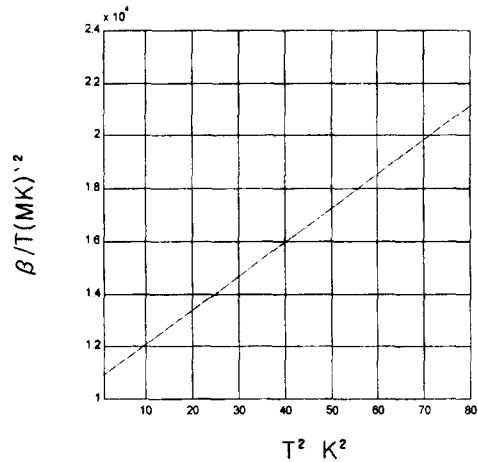


그림 3 Pb의 온도팽창곡선 이용한 시물레이션

3. 갭센스를 이용한 갭조정

갭센스 2개는 얼라이먼트 하부에 부착되어 있고 Cold 후드갭만 조절한다. (Hot 후드쪽은 고정되어 있음) A/H Auto Seal은 Flue Gas보다 높은 압력을 가진 Air 가 Flue Gas와 후드의 접촉부에 누설을 자동적으로 줄여서 열효율을 높이는데 그 목적이 있다.

(1) 갭센스의 측정원리

갭센스는 유도성 코일로 구성되어 있다. 도체성 물질이 접근하면 그 접근정도 에따라 유도기전력을 발생한다. 유도기전력의 강약을 이용하여 갭을 측정한다. (전원 : AC10V, 400Hz, 싸인파) Controller가 F/B신호와 요구신호를 비교하여 Open 와 Close보내주면 그것을 받아 실제적으로 갭센스를 조절한다.

3. 결론

2개의후드는 동일축으로 같이 돌아가고, 후드 바깥쪽에 Flue Gas(후드 안쪽에 Air)가 지나가면서 열교환이 이루어진다. 예열된 공기는 윈드 박스를 통해 Furnace(보일러 내부)에 공급된다. 이때 A/H는 Flue Gas에 의해 뜨거워진다. 그래서 1개의 얼라이먼트군 2개의 후드는 온도에 의

해 금속이 늘어나게 된다. 그 갭은 Flue Gas의 온도와 주위온도 및 금속의 성질에 따라 좌우된다. 그 중에서도 Flue Gas의 온도에 상당히 많은 영향을 받는다. 팽창과 수축을 하루에도 오전과 오후가 다르고, 매분마다 조금씩 반복된다. 그렇기 때문에 이 갭을 얼마나 잘조정 할 수 있느냐 없느냐가 효율 및 환경문제에 직접적인 영향을 미친다. 온도특성곡선을 이용한 갭조정 그래프들은 단위금속의 고유한 특성이므로 지금 여기에 적용할 재질과는 조금 다르다. 또 하나 문제점은 이것은 현장에 적용하여 추출한 데이터가 아니라 그림2와 같은 그래프는 금속이 어떤 기계적 형상을 하고 있을때의 특성곡선이 아니기 때문에 현장설비와 동일한 구조로 시뮬레이션을 하여야 하는 단점을 가지고 있다. 이것 보다는 갭센서를 이용한 방법이 더 효과적이고, 경제적이다. 금속의 온도 특성을 무시한 것은 사실이지만 몇초 단위로 실제의 갭을 측정하므로써 보다 신뢰성을 가진다고 말할 수 있다.

[참 고 문 헌]

[1] HEAT AND THERMODYNAMICS

(연합출판, Mark W.Z, Richard H.D)

[2] 화력발전 실무

(한국전력공사 '94. 4)