(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
F22B 35/00

(45) 공고일자 1995년06월26일
(11) 공고번호 특1995-0007016

(21) 출원번호	특1987-0014694	(65) 공개번호	특1988-0011523
(22) 출원일자	1987년12월22일	(43) 공개일자	1988년10월28일

(30) 우선권주장 07/025.047 1987년03월12일 미국(US)

(71) 출원인 인터내셔널 콘트롤 오토매이션 파이내스 에스.에이. 루시아노 아찌아리
빈 드 룩셈부르크, 16, 뤠, 데 벵, 룩셈부르크

(72) 발명자 도날드 조세프 드쥬바코브스키
미합중국, 44131 오하이오, 세븐힐즈, 월너트우드 드라이브 7650

(74) 대리인 김윤배

심사관 : 전유태 (책자공보 제4027호)

(54) 열교환기의 온도제어시스템

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

열교환기의 온도제어시스템

[도면의 간단한 설명]

제1도는 열교환기의 계통도.

제2도는 본 발명에 따른 온도제어시스템의 논리 제어계통도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 과열기	2 : 노
5,7,9,12 : 도관	8 : 밸브
10 : 분무과열저감기	13 : 회귀기
14 : 논리장치	15 : 계산기
17 : 부하설정장치	23 : 합계장치
25,27 : 차등장치	29 : 조정신호발생기
31 : PID제어장치.	

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 보일러나 증기발생기와 같은 열교환기로부터 배출되는 유체의 온도를 설정온도로 유지시켜주기위해 열교환기내의 흡수열을 제어해주도록 된 온도제어시스템에 관한 것으로, 특히 고압과 저압유니트를 갖는 터어빈에 증기를 공급하는 분리식 증기발생기나 화석연료연소드럼형 또는 증기-수분분리형 증기발생기에서 배출되는 증기의 온도를 제어해주는 온도제어시스템에 관한 것이다.

본 발명에서 적용된 증기발생기는 175[Kg/㎠]의 압력과 556[℃]의 온도에서 시간당 2,719,722[Kg]의 증기를 배출시키는 대용량의 증기발생기로서, 이 증기발생기내에서 사용되어지는 제어시스템을 2차과열기나 재열기 혹은 1차과열기와 같은 형태를 갖는 열교환기에는 모두 적용되어질 수 있다.

상기와 같은 증기 발생기에 있어서, 증기-물이나 공기-가스의 순환싸이클은 더 뱁콕 앤드윌콕스사이

에서 발간된 “증기, 그 발생 및 이용”이란 책자에서 상세히 설명되어져 있는데, 일반적으로 증기 발생기에 있어서 드럼이나 분리기에서 배출되는 포화증기는 대류 1차과열기나 대류/복사 1차과열기를 통과한 다음 고압터어빈장치와 대류/복사 1차과열기를 통과한 다음 고압터빈장치와 대류 혹은 복사배열기를 통과해서 저압터어빈 장치로 유입 되게 한다. 그리고 노(盧)에서 배출되는 연도(延道)가스는 상기 증기의 흐름과 반대방향, 즉 2차과열기, 재열기 그리고 1차과열기의 순서로 이동하게 되는데, 여기서 증기발생기와 터어빈에 가해지는 물리적인 손상을 줄이고 최대의 순환효율을 유지하도록 해주기 위해서는 2차과열기와 재열기에서 배출되는 증기의 온도를 설정값으로 유지시켜주어야만 한다.

또 과열기나 재열기와 같은 열교환기에 있어서 열흡수량은 열전달표면을 지나는 가스흐름량 혹은 그 가스 온도와 함수관계를 갖는 것이 일반적으로 잘 알려져 있는데, 여기서 열전달표면을 지나가는 가스온도가 제어되지 않는다고 한다면, 대류과열기나 재열기에서 나오는 증기의 온다가 증기발생기의 부하나 과잉공급되는 공기의 량에 따라 높아지게 될 것이고, 또 복사과열이나 재열기에서 배출되는 증기의 온도는 증기발생기의 부하에 따라 낮아지게 될 것이다.

한편 기준조건이나 설계조건에서 보일러의 부하와 제어되지 않는 최종증기온도의 함수관계가 일반적인 데이타를 인용하거나 시험데이타를 이용해서 계산되어 질 수 있는데, 이러한 함수관계를 이용함으로서, 과열기에서 배출되어지는 증기의 온도를 설정치로 유지시켜 주기 위한 보일러부하와 물 또는 증기와 같이 대류하는 흐름인자, 예컨대, 분무과열저감기(噴霧過熱低減器)로 공급되는 냉각수와 관계를 계산할 수 있게 된다.

그러나, 상기 증기발생기는 일반적으로 표준조건이나 설계조건에서만 동작하게 되지만, 증기발생기 부하와 과열기로부터 배출되는 증기온도의 관계특성은 일정하게 유지되어지기 때문에, 일정부하조건하에서의 과열기나 재열기로부터의 열흡수량이나 과열기로부터 배출되어지는 증기의 온도는, 과잉공기(연소과정에 있어서 완전한 산화에 이론적으로 요구되어지는 양보다 더 많은 공기의 양)라던가 급수온도 또는 열전달표면의 청정도등과 같은 계통변수들의 변화량에 따라 변동하게 된다.

한편, 현재 사용되고 있는 제어장치는 더 뱁콕 앤드 윌콕스회사의 간행물에 게재되어 있는 바와같이 단일 또는 두개의 복합장치형태로 되어 있는데, 그 중 단일체로 구성된 장치에 있어서는 궤환신호가 과열기로부터 배출되는 증기의 온도에 응답해서 작동하여 분무과열저감기로 흐르는 물이나 증기와 같이 대류하는 인자들을 조절해주도록 되어 있고, 한편 두개의 복합장치로된 것은 증기흐름이나 공기흐름의 변화에 대해 응답하는 전진(feed foward)신호가 유동인자를 조절해주되 이 유동인자가 과열기로부터 배출되어지는 증기의 온도에 따라 재조절되어지도록 되어 있다. 그러나 상기와 같은 제어시스템들은 계통변수들의 변화량에 따른 과열기의 열흡수량변동을 교정해줄 수가 없다고 하는 문제가 있다.

이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결해주기 위해 발명된 것으로, 과열기로부터 배출되어지는 증기의 엔탈피가 설정점으로 유지되어질 수 있도록, 열역학적성질을 이용해서 흐름인자들인 예컨대 분무과열저감기로 흐르는 물이나 증기흐름 또는 과잉공기, 가스재순환이나 가동버너들의 경사등과 같은 인자들을 계산치에 도달시켜주도록 하는 열교환기의 온도제어시스템을 제공하고, 또 과열기로부터 배출되어지는 증기의 엔탈피를 설정점으로 유지시켜주기 위한 과열기안에서의 열흡수량의 조절을 위해, 전진신호를 사용함과 더불어 과열기안에서의 열흡수를 위해 계산되어진 값을 시스템내에서 변화되는 변수인 예컨대 과잉공기에서의 변화량이나 급수온도 또는 연료조성비율과 가열표면청정등과 같은 변수들을 계산하는 기본조정자료로 사용하게 되는 열교환기의 온도제어시스템을 제공함에 그 목적이 있다.

한편, 본 발명에 따른 과열기내에서 계산되어진 열흡수량은 정상상태하에서의 부하에 따라 선택되어진 점에서 안정상태를 유지하도록 되어 있다.

이하 본 발명에 따른 구성 및 작용, 효과를 예시된 도면에 의거 상세히 설명한다.

본 발명에 따른 제어시스템은 열전달표면을 거쳐 연도가스의 대류에 의해 가열되어지는 증기와 과열기로 부터 배출되어지는 증기의 온도를 동시에 유지시켜주는 2개의 복합장치와 관련된 것으로, 이러한 제어시스템에서의 전진신호는 부하의 변화라던가 과잉공기량의 변화 또는 급수온도의 변화등과 같은 시스템변수들의 변화량들에 의해 발생되어지는 계통내의 변화들에 대해 과열기안의 열흡수량을 조절해주도록 되어 있다. 즉, 제1도에서의 과열기(1)는 노(3)로부터 방출되는 연도가스에 의해 가열되게 되고, 상기 노(3)에는 도판(5)(7)을 통해 연료와 공기가 공급되게되며 1차과열기(도면에서 도시되어지지 않음)로부터는 증기가 도판(9)을 통해 배출되게된다. 한편 도판(12)에 설치된 밸브(8)를 가지고 과열기(1)로부터 흡수된 열을 조정해 주기 위해 분무과열저감기(10)로 들어가는 물이나 증기와 같은 냉각제의 흐름을 조정해주도록 되어 있는바, 여기서 과열기로부터 배출되어진 증기의 엔탈피를 계통변수들의 변동에 관계없이 미리 정해진 값으로 유지 되도록 해주기 위한 과열기로 흐르는 냉각제의 비율의 설정치는 다음과 같이 구해진다.

$$H_1 + H_2 + \Delta H = H_4 \quad \cdots\cdots (1)$$

$$F_1 h_1 + F_2 h_2 + \Delta H = h_4 (F_1 + F_2) \quad \cdots\cdots (2)$$

$$(F_2)c = F_1 \frac{(h_1 - h_4)}{(h_4 - h_2)} + \frac{\Delta Hc}{(h_4 - h_2)} \quad \cdots\cdots (3)$$

여기서 $(F_2)c$=계산되어진 전진냉각제흐름설정치,

H=Kcal/hr 열흐름양, h=엔탈피, h=f(T,P), ΔHc=과열기에서 흡수된 열의 계산치이다.

상기 관계식에서 엔탈피의 함수관계는 계산기(15)에 기억되어져 있는 증기량에 의해 결정되거나 또

는 미국특허 4,244,216호에 게재되어 있는 열유량계에 의해 결정되게 되는바, 즉 ΔHc는 기존데이타가 사용되어 계산된 다음 다변수회귀(regression)계산법로 정상상태로 수정되어지게 된다.

한편, 이러한 계산방식은 전부하범위에 균일하게 분포된 부하점들이 쓰여지게 되는데, 이러한 균일분포는 공통으로 작동되는 부하이외의 다른 부하들과 관련된 데이타가 유지시켜지도록 되어 있어, 결과적으로 ΔHc는 조건에 관계없이 과열기로부터 방출되는 증기의 엔탈피를 설정점으로 유지시켜줄 수 있도록 되어 있다.

제2도는 본 발명에 따른 제어계통의 논리제어계통도로서, 도면에 도시된 바와같이 증기의 흐름량(F_4)에 비례하는 신호가 논리장치(14)로 입력하게 되는데, 이때 상기 논리장치(14)가 미리 설정된 정상상태라면 상기 입력된 신호는 부하설정장치(17)를 지나 계산기(15)내의 회귀장치(13)로 입력되게 되고, 상기 부하설정장치(17)는 제2도에서와 같이 부하범위가 10개의 구획으로 나뉘어지고 있는데 이들 구획은 필요에 따라 증감시킬 수 있다.

한편, 증기의 흐름과 과잉공기의 흐름 또는 연도가스의 흐름들은 독립변수로 작용하게 되는바, 여기서 대류과열기내에서의 열흡수량이 제어되지 않은 상태라면 증기흐름의 양$(F_4)^2$)과 과잉공기흐름의 양(X_A) 및 연도가스의 흐름비율(F_5)의 관계식을 다음과 같게 된다.

$$\Delta H_A = a(F_4)^2 + b(F_4) + c(X_A) + d \quad \cdots\cdots (4)$$

여기서, $X_A = F_5 - F_4$, a,b,c,d는 최소제곱법에 의해 회귀장치(13)에서 계산된 계수들이다.

따라서 $$\Delta H_A = F_4(h_4 - h_3) \quad \cdots\cdots (5)$$

방정식(4)로부터 열흡수량과 증기흐름의 량 및 과잉공기의 흐름량 사이의 기본적인 관계는, 계통변수들의 변화에 관계없이 일정치로 유지되지만, 상수 a,b,c는 계통변수들의 변화에 따라 변화하게 되고, 정상상태에서는 이러한 상수들은 열흡수량(ΔHc)이 엔탈피를 유지하고 과열기(1)에서 배출되는 증기의 온도를 설정치와 근사치를 유지하게 되도록 재계산되어진다.

한편 상기 상수들이 결정되고 나면 열흡수량(ΔHc)이 계산기(15)에 설치된 산술장치(21)에 의해 계산되게 되는데, 열흡수량((ΔHc)이 구해진 다음 산술장치(21)에서 계산되어진 전진산호(F_2C)는 합산장치(23)로 전동되게 되고, 이 합산장치(23)로부터 출력된 신호는 차등장치(25)로 입력되어 이 차등장치(25)에서 국부적인 궤환신호의 설정점으로 작용하면서 궤환신호(F_2A)가 진진신호(F_2C)와 같게 유지시켜지도록 밸브(8)를 조정해주게 된다.

또 본 발명은 따른 제어시스템은 증기온도(T_4)를 설정점으로 유지시켜주기 위해 계산되어진 전진신호(F_2C)를 변경시켜주는 대류궤환제어루프를 포함하게 되는바, 이러한 제어루프에 있어서의 증기온도(T_4)에 비례하는 신호는 차등장치(27)로 입력되어져, 조정신호발생기(29)에서 발생되어진 설정신호와 증기온도(T_4)신호의 차이에 비례하는 신호가 상기 차등장치(27)로 부터 출력되게 되고 이 차등장치로부터의 출력신호는 비례미적분기 (PID)제어장치(31)로 입력되어져 이 제어장치(31)가 증기온도(T_4)를 설정값으로 유지시켜주기 위해 가변신호를 발생시켜주게 되며, 이 제어장치(31)로부터 출력된 출력신호는 합산장치(23)로 입력되면서 전진신호(F_2C)를 변경시켜주게 된다.

상기와 같은 구성과 작용을 갖는 본 발명 제어시스템은, 설명된 실시예에만 한정되지 않고, 형태를 달리하는 열교환기들과 과열기 또는 버너들이나 핵연료를르 사용하는 원자로와 같은 열교환기에도 적용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

열교환기의 제어시스템에 있어서, 열교환기로부터 이송되는 열의 엔탈피를 미리 설정된 값으로 유지되어지도록 해주기 위해 전진신호발생기로 흡수된 열의 계산치를 상응하는 전진신호를 발생시켜 이 전진신호를 제어해줌으로써 흡수되는 열을 조절하도록 된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 열교환기로부터 배출되는 온도와 미리설정된 온도 사이의 차이에 따라 궤환신호를 발생시켜 이 궤환신호를 제어해줌으로써 열교환기에서 배출되는 온도를 미리 설정된 설정값으로 유지시켜주도록 된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 열교환기는 화석연료를 연소시켜 발생시킨 증기를 가열관으로 통과시켜 가열해주는 대류과열기이고, 전진제어신호는 냉매의 흐름비율에 따라 대류과열기에 인입되는 증기의 엔탈피를 조절해주도록 된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 열교환기는 화석연료를 연소시켜 증기를 발생시킨 증기를 이용해서 가열해주는 대류과열기이고, 전진제어신호는 대류과열기로 들어오는 증기내로 방축된 물의 흐름비율을 조정

해줌으로써 대류가열기로 들어오는 증기의 흐름비율과 엔탈피를 조절해주도록 된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 전진신호발생장치는, 열교환기를 통한 열의 흐름비율에 대한 함수발생기와, 상기 열의 흐름비율에 비선형적인 가변출력을 발생시켜주는 가변출력발생기로 구성된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 함수발생기에는 정상상태에서 열전달비율의 변화에 따라 비선형으로 조절되는 장치가 포함된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 7

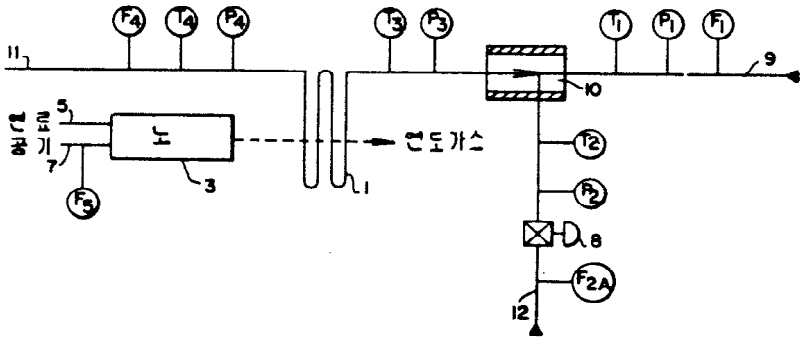
제1항에 있어서, 상기 열교환기는 연로를 위한 연소와 공기가 공급되는 증기발생기로부터 배출되는 연소가스로 가열되어지는 대류과열기로서 전진신호발생기는 상기 과열기를 통과하는 증기와 연도가스의 흐름비율에 응답하는 함수발생기로 된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

청구항 8

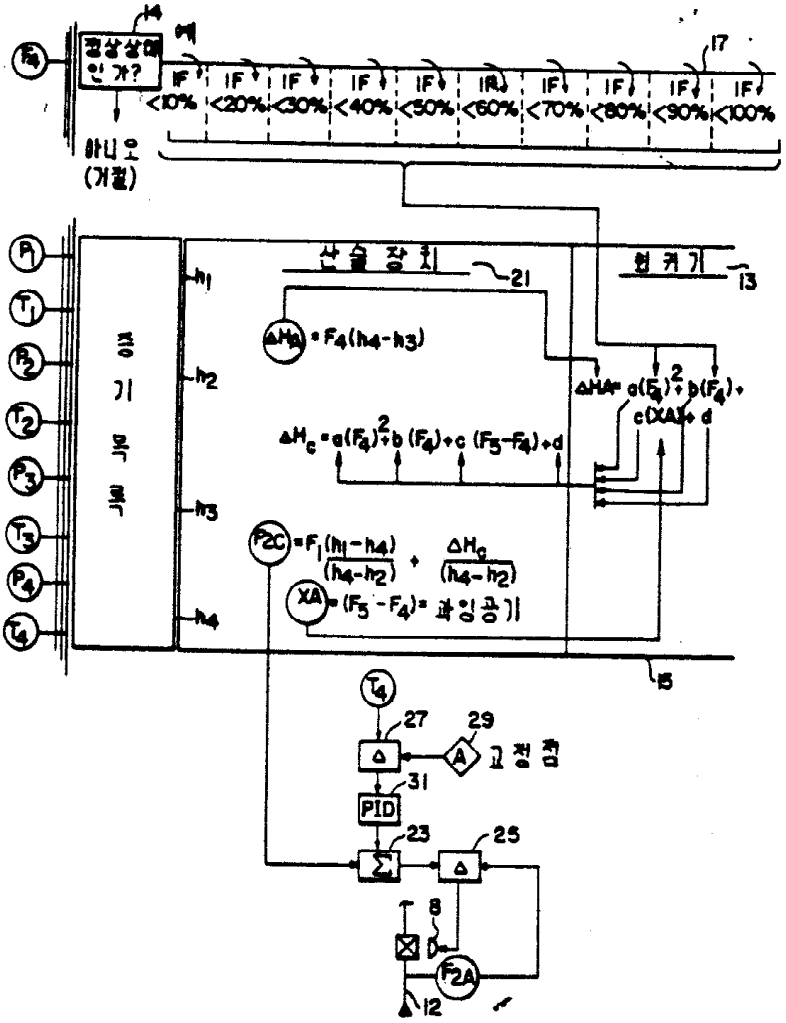
제7항에 있어서, 상기 연도가스흐름의 비율은 연소를 위해 공급되어지는 공기흐름의 비율과 증기발생율의 차이에 따라 결정되도록 된 것을 특징으로 하는 열교환기의 온도제어시스템.

도면

도면1



도면2


정상상태
인가?
아니오
(거절)
IF <10%
IF <20%
IF <30%
IF <40%
IF <50%
IF <60%
IF <70%
IF <80%
IF <90%
IF <100%
17
산술장치
21
컴퓨터
13
15
27
29
31
23
25
8
12
PID
F2A
XA
P2C