

BAG FILTER의 운전시 주의점과 고장진단

보일러를 많이 쓰는 겨울철, 대기용 집진기가 고장이 잦다면 실무진이 겪는 어려움은 클 것이다. 대기용 집진기나 열회수용으로 많이 쓰이는 BAG FILTER의 주의사항에 대해 알아본다. <편집부 註>

I. BAG FILTER적용의 주의점

1. 고온 GAS

Filter 내열도의 관계에서, B.F의 처리 GAS 온도는 MAX250℃ 정도이며 그 이상의 고온 GAS에 대해서는 무엇인가의 대책이 필요하다.

1) 외기혼입법

집진기의 바로 앞에서 대기를 혼입하는 것으로 DUCT내는 부압이기 때문에 흡수막을 설치하면 좋다.

혼입후의 온도를 측정하여 변의 열림정도를 제어하게 되는데 측정부의 시간 지연 때문에 온도의 급변에는 추종할 수 없는 위험도 있다.

간단한 방법 때문에 설비비는 싸지만 GAS 유량이 증대하므로 BAG FILTER도, 송풍기도 커져서 그들의 설비비 운전비가 비싸지므로 긴급용으로 사용 하는 경우는 있어도 상시용으로는 별로 사용하지 않는다.

2) 분무냉각법

고온 GAS 속에 물을 스프레이하여 증발잠열에 의해 냉각하는 방법으로, 경우에 따라서는 수막으로서 젖은 탑에 의한 것도 있다.

비교적 소량의 물에 의해 냉각이 가능하지만, GAS속의 수분이 많아지기 때문에 하류에서 관벽등에 결로할 위험도 있으며 배연이 응축하여 백색으로 보이는 경우도 있다. 또한 부식성 성분을 포함할 때는 미증발수분의 부착에 따라 장치

에 부식하므로 주의 를 요한다.

특히 고온(100℃전후)의 냉각에는 그다지 사용되지 않으며 또한 분무노즐의 막힘 등에 의한 고장이 발생할 가능성도 있다.

GAS체적유량은 냉각에 의하여 감소하지만 증발수분에 의하여 체적의 감소가 부정될 수도 있다. 그러나 증발수분에 따른 체적증가는 고온 GAS 온도가 수백℃인 경우에는 고온 GAS 체적에 대하여 10%정도로 보면 되며, 대개는 GAS의 절대온도에 비례하여 체적이 감소한다.

3) 간접냉각법 (열교환방식)

냉풍이나 물을 혼입하지 않고 관벽을 통하여 열전달로 냉각하기 때문에 GAS체적유량은 최소가 되지만 냉각장치로서는 집진기본체에 비슷한 크기가 되며, 설비비가 비싸게 든다. 그러나 부식이 적다거나 운전비가 싸다는 이유에서 이 방법이 가장 널리 사용되고 있다.

외부는 수냉자켓으로 하는 경우와 공냉인 채로 그대로 두는 경우가 있는데 공냉자켓에 가뭇된 냉각공기를 연도에 도입하여 자연방지에 이용하는 경우도 있다. 냉각관은 일반적으로 20~30cm로 짧게 하여 연직상하류를 반복하는 설계가 많은 것은 내면에 매연이 부착하는 것을 방지하기 위함이다.

더우기 연도배관 자체의 열용량이 꽤 있으며 연도에서의 열전달, 즉 자연냉각도 무시할 수 없으

므로 너무 생각하여 기르기를 극부적으로 발생하지 않도록 주의할 요한다. 배관의 연용량에 의한 특성은 온도변동이 심한 실로나 전기로와 같은 Batch Process에 있어서는 고찰할 필요가 있다.

2. 화의 분

B.F의 Filter는 대개 가연성이다. 또한 DUST가 가연성인 경우도 있다. 이 때문에 B.F내부로 화의 분을 흡인하면 착화연소의 위험이 있다.

화의 분 방지장치로서 CYCLONE 등의 PRE-DUSTER가 사용되는 경우도 많지만 CYCLONE, MULTI-CYCLONE은 압력손실이 비교적 크다 (120~200 mmAg). 당사에서 개발한 Aero Scoper 일부분인 Pyro Screen은 MULTI-CYCLONE 이상의 Pre-Duster 및 화의 분 방지에 큰 효과가 있으며 압력손실은 50 mmAg 정도이다.

3. 분진폭발

가연성 DUST는 공기와 혼합상태에 있을 때 그 혼합비율에 따라서 폭발 가능성이 있다. 분진폭발은 다음의 조건이 갖추어졌을 때 발생한다.

- 1) 가연물 (DUST, GAS)의 존재
- 2) 산소의 존재
- 3) 착화 Energy의 존재

분진폭발 방지대책으로서 다음과 같은 방법을 들 수 있다.

a. 불활성 GAS의 사용

N₂ GAS 등을 사용하여 집진하는 것이지만, GAS를 RECYCLE사용할 수 없으며 매우 비경제적이다.

b. 정전기 방지

분진폭발 원인의 대부분이 정전기 SPARK에 의한 것이다. B.F에서 정전기 SPARK 방지책으로써 Filter에 STAINLESS WIRE등을 넣어 짜넣은 것이 사용되고 있다.

이 경우 Filter의 도진부분을 확실하게 EARTH하는 것이 중요하다.

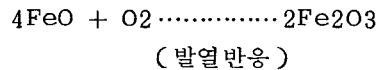
c. 폭발 방산구의 설치

이것은 폭발방지라기 보다는 폭발시에 있어서 안전대책이라고 할 수 있다. 폭발방산구는 B.F용적 1 m³당 0.36 m² 이상의 면적이 필요하다. 폭발방산구는 Aluminium 얇은 판을 사용하여 안전한 방향에 설치한다. 폭발력은 직진하기 때문에 ELBOW 등으로 유도하는 것은 무리이다.

4. 자연발화

전기로 cupola 등의 집진에서 집진기가 화재를 일으키는 경우가 있다. 당초 이 원인을 고온 GAS 또는 화의 분에 의한 것으로 생각되고 있었지만 반드시 그러한 것은 아니며 HOPPER 내부에 퇴적한 산화철 분진이 발열, 자연발화하는 경우가 많다.

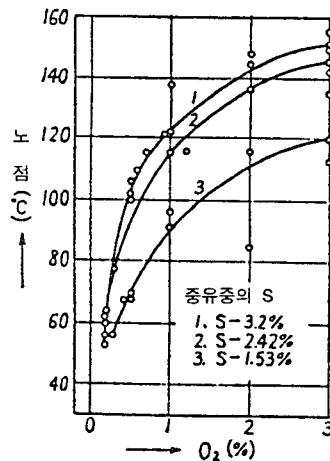
그 반응은 다음과 같이 생각해 볼 수 있다.



대책으로서는 HOPPER에 DUST를 축적시키지 말고 조기에 배출하는 방법을 모색해야 한다.

5. 수 분

처리 GAS 중에 수분을 포함하고 있는 경우에는 함유량에 의해 노점온도 (Dew Point Temp-

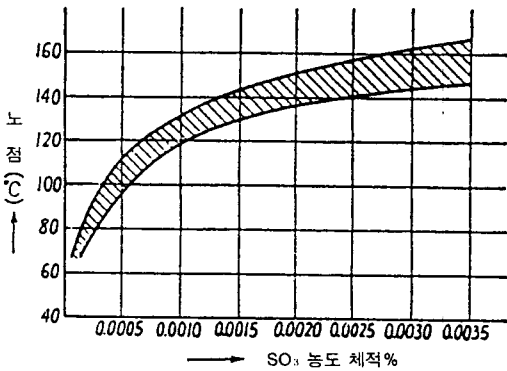


<그림 1>

erture)를 산출하여 B.F내부가 노점온도+

10 ℃ 이상의 온도를 유지하도록 가열, 보온 시공하지 않으면 안된다.

이 경우 DUCT 내부에서 DUST가 부착성장하여 DUCT막힘 현상의 경우가 있으므로, HEATING은 HOOD INLET 부근에서 실시할 필요가 있다. 또한 Filter에 따라서는 방수처리를 한 것도 있지만 노점온도 이하에서 집진하는 것은 대단히 곤란하다.



(그림 2)

6. 산, ALKALI

DUST 또는 GAS가 산 또는 ALKALI를 포함하고 있을 경우 그 종류, 농도, 수분량, 온도를 잘 조사하여 FILTER 및 Casing 그밖의 각 PARTS 내식성, 노점온도 등을 연구할 필요가 있다.

특히 중유 연소 GAS의 처리에 있어서는 산노점이 160 ℃ 정도로 상승하는 경우가 있으므로, 170 ℃~180 ℃의 고온에서 운전하고 정지시에는 신속히 GAS를 배출할 필요가 있다.

3. 흡습성, 조해성 DUST

흡습성, 조해성이 경미한 것은 Precoat B.F로 처리 가능한 경우도 있지만, 일반적으로 이들의 DUST는 B.F로는 처리가 곤란하다.

AERO SCOPER 또는 SCRUBBER로 처리하는 것이 바람직하다.

8. 유 분

GAS 중에 유분을 포함하고 있을 경우, 그 양

이 소량이면 Precoat B.F로 처리할 수 있다. 그러나 비교적 다량의 유분이 존재할 경우 B.F에 의한 처리는 무리이다.

이 경우는 AERO SCOPER에 의한 처리가 적절하다.

9. 섬유질 DUST

섬유질 DUST는 서로 뒤얽히며, 게다가 Filter기와 잘 융합되므로 집진은 용이하지만 Didusting이 곤란하다.

AERO SCOPER 또는 CYCLONE에 의해 처리하는 것이 바람직하다.

II. 배그필터시스템의 운전과 보수

1. 배그필터의 운전

- 먼저 필요로 하는 가장 적당한 시스템을 선정함으로써 운전 및 보수에 관한 코스트를 저감시키는 것이다. 즉, 구입하기 전에 운전, 계장, 메인テナンス의 머뉴얼을 검토하여 적정한 성능과 약 5개년간의 전운전 코스트를 고려하여 장치를 선택할 것.
- 머뉴얼에 충실해야 한다. 머뉴얼 속에 무엇이 왜 기술돼 있는가를 파악할 것.
- 배그필터 시스템 속에 무엇이 짝지워졌는가를 알아둘 것.
- 배그는 항상 조심성있게 취급할 것.
- 배그필터의 유입가스온도는 노점이 되지 않는 한 되도록 낮은 온도를 유지할 것.

1) 시운전

처음으로 새로운 시스템을 운전할 때는 아래에 기술한 항목을 체크해야 한다.

- 송풍기를 회전방향, 회전수, 베어링의 진동 및 온도
- 덕트관계, 열교환기(냉각장치), 배그하우스의 가스누설 및 냉각수량
- 처리가스량 및 각 개소의 압력, 온도
- 계기류는 정확한 지시 및 기록을 하고 있는가
- 안전장치는 모두 제대로 작동하는가를 받

복해서 확인한다.

- f. 배그의 장력은 정착시에 조정돼 있는데 스타아트업 수시간 후에 장력과 과잉투과에 대해서 체크해야 한다. 온도나 압력의 변화 및 털어내기의 반복으로 인해 파손시키거나 이완시킬 때가 있다.

일반적으로 새로운 배그는 거름저항이 낮으므로 평상시와 같이 운전하면 계획된 거름속도보다 빨라지며 그 결과 과잉투과되어 집진율이 나빠지거나 눈막힘을 일으킬 염려가 있다. 즉, 새로운 배그를 붙였을 때는 평상운전시 보다도 낮은 거름속도로 운전하면 된다. 그후 점차로 거름속도를 정상인 분진층이 될 때까지 증가하여 최종적으로 계획된 거름속도로 해서 운전해야 한다.

이상의 방법은 송풍기의 입구 댐퍼를 수동으로 조작함으로써 가능하다. 시동에 있어서 예상되지 않았던 온도, 압력, 습기 등이 자주 새로운 장치에 해가 미친다. 특히 냉각된 배그필터에의 가스유입은 케이싱이나 배그에서 응축을 일으켜 눈막힘이나 부식의 원인이 될 때가 있다.

또 급격한 고온가스의 유입 또는 고온가스에서 급격한 저온가스의 유입은 송풍기에 대해서도 나쁜 영향을 주므로 급격한 온도변화를 피해야 한다. 즉 온도변화로 인해 축이 왜곡되어 언밸런스가 됨으로써 운전시에 진동을 일으킬 염려가 있다. 또 정지시에도 급격히 온도를 내리면 운전 재개시에 진동을 일으킬 염려가 있다. 스타아트업은 계획된 시스템의 성능을 일상운전에서 유지하는데 중요한 역할을 갖고 있으므로 세심한 주의와 신중한 행동을 필요로 한다.

2) 일상운전

배그필터 시스템의 일상운전에 있어서는 정기적으로 점검하여 적절히 조절해서 배그의 수명을 연장하여 중력비 저감에 힘쓰고 최저의 러닝코스트로 계획된 최고의 성능을 유지토록 해야 한다.

< 1 > 계 장

배그필터 시스템의 운전상태는 차압측정용 마노미터와 배그필터 입구온도, 주전동기의 전압전류값을 알음으로써 판단할 수 있다. 즉 이런

계측값에서 다음과 같은 것을 알 수가 있다.

따라서 계측값은 운전과 보수에 관한 중요 지침이 되므로 항상 정상적으로 정확하게 기록해야 한다.

- a. 배그의 눈막힘
- b. 배그의 털어내기가 어느 정도 되었는가
- c. 유량변화
- d. 더스트의 퇴적이 있는가
- e. 털어내기 중에 더스트의 과잉투과가 있는가
- f. 배그에 응축이 생기고 있는가
- g. 털어내기 기구의 고장
- h. 송풍기의 회전수 감소
- i. 배그의 파손 또는 벗겨짐
- j. 입구덕트의 폐쇄
- k. 댐퍼의 고장
- l. 배그하우스의 누설
- m. 냉각수의 누설
- n. 덕트의 파손
- o. 기 타

< 2 > 유량변화

유량변화는 다음과 같은 원인으로 일어난다고 생각된다.

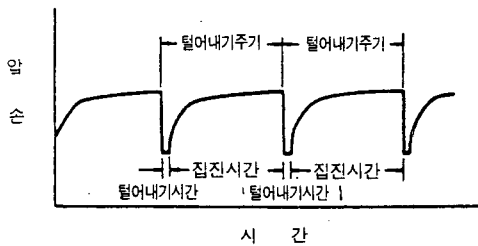
- a. 입구 함진량이 많을 때 혹은 변질하기 쉬운 더스트일 때
- b. 후드 또는 분기덕트의 댐퍼를 개폐할 때
- c. 기 타

< 3 > 털어내기주기 (세정사이클) 및 시간

털어내기주기 및 시간은 일반적으로 그림과 같이 된다. 털어내기주기와 시간은 더스트의 특성이나 함진농도 등을 신중히 검토해서 결정해야 한다. 왜냐하면 표와 같이 털어내기 시간을 길게 하면 1차 부착층까지 털게되어 과잉투과나 배그파손의 원인이 되므로 털어내기 시간을 필요최소한으로 설정하는 것이 바람직하다.

예를 들어 그림과 같이 털어내기주기가 적당한 시간이라도 털어내기 시간이 너무 짧으면 배그에 부착하고 있는 더스트의 털어내기가 끝나기 전에 운전되므로 조금씩 압손은 높아진다. 또 반대

로 털어내기 시간을 너무 길게하면 털어내기가 너무 좋아서 거름속도가 빨라지므로 거름천 내부에 더스트가 들어서 눈막힘이나 배그의 파손 혹은 진동식의 경우는 구동부분의 고장 원인으로도 된다. 털어내기주기와 털어내기 시간의 결정은 털어내기방법에 따라서도 다른데 먼저 배그에 부착한 더스트를 1차 부착층을 남기고 효과적으로 털어내는 최소시간을 정하여 그림의 수평선에 가까워지도록 털어내기주기를 정하는 것이 최량의 방법이다. 이와같이 해서 되도록 털어내기 주기는

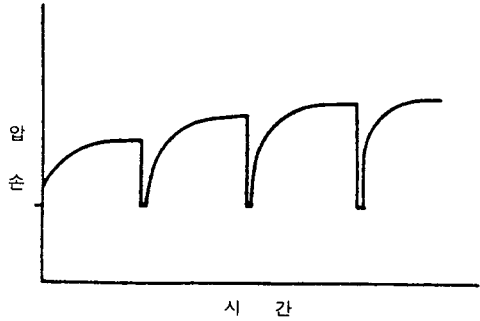


(그림 3) 털어내기주기와 시간과의 관계

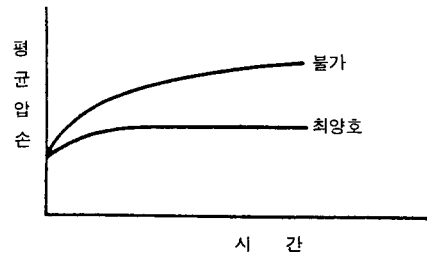
(표 1) 털어내기주기와 시간의 영향

	털어내기주기	털어내기시간
길어지면	집진운전중 압손이 높아짐.	집진운전에 들어가면 압손낮아짐. < 지나치게 길면 > • 불어서 누설됨 • 눈막힘의 원인이 됨. • 배그수명이 짧아짐. • 구동부분의 수명이 짧아짐.
짧아지면	집진운전중 압손이 낮아짐. < 지나치게 짧으면 > • 배그수명이 짧아짐. • 항상 털어내기중의 방이 있으므로 압손이 전체로서는 높아진다.	집진운전에 들어가도 그다지 낮아지지 않음. < 지나치게 짧으면 > 집진운전에 들어가면 압손이 곧 높아짐.

길고 털어내기 시간은 짧게 해서 경제적인 압손으로 운전할 수 있도록 해야 하는데 이 경제적인 차압을 찾아내기란 숙련된 기술자가 아니면 힘들다.



(그림 4) 털어내기시간이 짧은 경우의 압손변화



(그림 5) 털어내기주기와 시간이 평균압손으로의 영향

< 4 > 운전조건 (조업조건)의 변경

배그필터 시스템은 발생원의 합진농도, 입자형상, 입도분포, 습도 그밖의 조건을 고려해서 용량은 어느 정도의 여유를 갖고 계획하여 설치하고 있는 것이 보통인데 당초의 조업조건을 변경할 때에는 모든 점을 신중히 검토해야 한다.

3) 운전정지 (조업정지)

배그필터 시스템의 운전을 장기간 정지시키는 경우 가장 주의해야 할 것은 배그하우스내의 습기와 송풍기 베어링이다.

배그하우스의 습기응축은 습기를 함유한 가스, 특히 연소가스가 냉각할 때에 일어나므로 가스를 배그필터에서 완전히 퍼어지하고 시스템이 냉각하기 전에 건조공기와 바꿔 놓아야 한다.

또 한냉지에 설치할 때에는 주위의 온도저하

에 의해서도 일어난다. 또한 정지기간이 길 때에는 빗물이 배그하우스내에 누입하거나 해도 일어난다. 응축을 방지하는 데는 시스템을 펴 어지하고 나서 완전히 밀폐하면 되는데 정지기간 중 배그하우스에 따스한 공기를 계속 흘리는 방법을 취해도 된다. 한편 장기간 운전 중 지할 때에는 송풍기의 청소, 방청 등에 충분히 유의하고 특히 베어링부에 먼지나 물 등이 들지 않도록 하며 전동기도 습기를 방지하도록 주의해야 한다. 또한 냉각수 등도 한냉지에서는 동결해서 뜻하지 않은 사고를 일으키게도 되므로 물은 완전히 빼놓아야 한다. 덕트나 호퍼내의 퇴적더스트는 청소하고 털어내기 기구나 구동부 분에는 충분히 주의해야 한다. 또 특히 장기간 정지할 때에는 배그를 떼내어 습기가 없는 창고에 보관해야 한다. 이상과 같은 문제점을 고려하면 정지기간 중 정기적으로 보안운전(空運轉)을 단시간 실시하는 것은 가장 좋은 방법이다.

4) 안전

연소가스 또는 고온가스의 시스템은 미연소가스의 폭발에 대해서 그 대책을 충분히 고려해야 한다. 예를 들어 완전연소시키는 연소실을 설치하거나 시스템의 각처에 폭발구를 장착해야 한다. 또 분진폭발의 염려가 있는 더스트에는 덕트 등의 곡관부나 기타의 곳에 더스트가 괴지 않도록 빠른 더스트속도를 취하는 것도 좋은 방법이다.

대전하기 쉬운 더스트는 배그를 도전성재료로 제작하거나 또는 그것에 대신하는 재료로 제작하여 각부를 접지시켜야 한다. 놀랄만한 것은 종류의 더스트가 자연발화 또는 타기 쉽다. 이를 확인하는 간단한 방법은 더스트를 속에 넣어 가열하거나 점화해서 연소상태를 관찰하는 것이다. 또 대부분의 배그재질은 타기 쉽다는 것을 잊어서는 안된다.

배그필터 시스템이 유해가스나 유해퓨움에 사용될 때는 항상 위험하다는 것을 잊어서는 안된다. 이와같은 배기가스는 건물밖으로 방출해야 하고 집진한 더스트의 처리도 문제이다. 만일 더

스트를 집진장치에서 옥외로 배출하거나 처리장치에 보내는 도중에 누설하거나 하면 더스트의 종류에 따라서는 다시금 부유한다. 모처럼 높은 집진율을 지닌 배그필터로 처리해도 쓸모없게 된다. 특히 방사선 더스트의 취급은 주의깊게 계획하여 실시해야 한다.

기타 배그필터의 화재예방 대책으로서 다음에 기술한 사항에도 충분히 주의해야 한다.

- a. 낙뇌방지(호외설치의 경우)
- b. 집진실, 배출구의 기밀유지
- c. 도전성재료 각부의 어어드
- d. 전기설비는 방폭형식
- e. 분진의 퇴적진류부의 제거

2. 배그필터의 보수

1) 안전에 대해서

운전중은 가스(유해가스)의 농도가 바뀌므로 밀폐형이건 개방형이건 시스템 속에는 절대로 들어가지는 안된다. 또 정지중이라도 시스템내의 가스를 충분히 에어퍼어지하여 유해가스가 존재한다고 생각될 때는 가스검지기로 안전을 확인하고 나서 작업을 한다. 한편 작업은 단독으로 하지 말고 복수의 인원으로 하도록 하지 않으면 사고가 발생해도 발견이 늦어져서 큰 사고를 일으킬 염려가 있다. 다음에 보수작업시의 안전대책을 표시한다.

- a. 시스템내의 가스를 충분히 에어퍼어지한다.
생각되는 사고: 산, 유해가스중독
- b. 작업책임자는 점검중엔 시스템을 운전하지 않도록 조작반의 키스위치를 반드시 휴대하여 조작반에 「점검중 운전금지」의 표찰을 걸 것.
- c. 전동기의 주전원을 반드시 절단한다.

《다음호에 계속》