

섬유제품의 건조방법(1)

1. 서론

고온에서의 습식 처리는 제외한다고 하더라도, 건조는 섬유산업에서 가장 많은 에너지를 소비하는 공정이다. 그러므로 최근에, 특히 이 분야에 대해서 사람들이 많은 관심을 기울이는 것은 이상할 것이 없다. 섬유제품의 건조라고 하는 것은 첫째, 섬유 표면에 붙어있는 수분을 제거하는 것이고, 둘째는 섬유외부에 함유되어 있는 수분을 제거하여, 공정수분율에 달하게 하는 것이다.

탈수 (압착탈수법, 원심탈수법, 흡입탈수법, 가압증기탈수법, 그리고 샌드위치(Sandwich) 탈수법)로는 직물표면에 느슨히 부착된 물의 일부분만을 제거할 따름이다. 그러나 작은 입자 사이에 있는 수분은 열에너지를 가해야만 정상적으로 제거할 수 있다. 직물의 염색가공에 있어서, 건조과정은 전처리와 염색의 중간과정이며, 가공단계에서도 마찬가지다. 각각의 건조단계도 또한 전 건조와 후 건조로 크게 대별된다. 적용되는 모든 건조방법은 열을 공급해서 수분을 증발시키고 그리고 나서, 포화 된 공기를 제거하는 것이 기본적인 순서이다. 오늘날의 논문은 섬유산업에서 직물을 가공하기 위해서 설계된 여러 가지의 건조기에 대한 조사를 시작했다. 독자들의 혼돈을 방지하기 위해서, 다른 형태의 건조기는 고려의 대상에서 제외한다. 여러 다른 건조장치와 기계의 구조에 대해서 설명한 후에, 앞으로 어떻게 발전해 나갈 것인지에 대하여 설명하고자 한다. 직물표면에 존재하는 수분이 적을수록 건조단계에서 증발에 의해 제거되는 것이 적기 때문에, 건조기의 경제성이라는 관점에서 탈수의 중요성이 점차 증대하고 있다. 같은 이유에서 직물에 가능한 한 최소의 수분을 함유 시키도록 패딩공정에서도 주의가 필요하다. 가공 액의 적용 및 탈수의 두 가지 분야에 대해서는 다른 글에서 자세히 다루고 있으므로 여기서는 열

에너지에 의한 건조에 대해서만 다루기로 한다.

2. 건조방법에 따른 건조기의 분류

Fisher-Bobsien은 열 전달방식에 따라 여러 가지 건조방식을 다음과 같이 분류했다.

1. 대류건조
2. 접촉건조
3. 복사건조

여기에 두 가지를 더 할 수 있다.

4. 드루우 플로우(Through-flow) 건조
5. 연소건조

2.1. 대류건조

대류건조에서는 열 에너지가 통상 덥거나 뜨거운 공기를 순환시킴으로서 발생하는 공기의 흐름에 의해 전달된다. 이러한 원리로 작동되는 건조기들은 설계에 따라서 챔버(Chamber)형 건조기와 터널형(Tunnel)건조기로 분류된다.

2.1.1. 챔버형 대류건조기

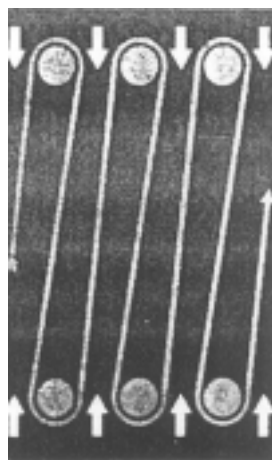
이러한 건조기의 가장 간단한 형태는 다음과 같다.

2.1.1.1. 배치형(Batchwise) 건조기

이 부류에는 박스(box)건조기와 캐비닛(Cabinet) 건조기가 포함된다. 오늘날 이것들은 기껏해야 길이가 짧은 직물의 건조에 이용된다. 건조공정기가 역류하는 드로우(draw) 또는 트레이(tray)내에서 직물이 처리되는 일단계 및 다단계 챔버형 건조기는 주로 느슨하게 쌓여진 직물의 건조에 이용하므로 여기서는 더 이상 논하기 않는다.

2. 1. 1. 2. 연속형 건조기

단연코 가장 중요한 연속 챔버형 대류 건조기는 열풍식(hot-flue)이다. 이것은 여러쌍의 로울러(Roller)들 주위를 직물이 루우프(loop)형태로 수직으로 통과하도록 한 열풍식 챔버(hot-air chamber)이다. 열풍식 건조기내에서 공기흐름형태는 그림 1에 잘 나타나 있다.

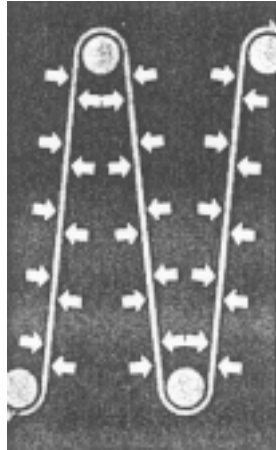


<그림 1> 열풍식 건조기 내에서의 공기흐름 형태와 직물의 경로

열풍식은 염색과 날염의 중간건조에 특히 적합하다. 이 건조기의 독특한 특징은 직물의 적극적 송출이다. 오래된 모델인 Zittau hot flue에는 매우 큰 직물입구가 있고, 단계적으로 온도를 증가시켜 가면서 건조 시킨다. 그 기계는 매우 부피가 커서, 면적을 많이 차지한다. 그러나 오늘날 실제 사용상에서 그 건조기에 대해 제기되는 모든 논쟁에도 불구하고 이들은 그 나름대로 많은 좋은 특징이 있었다고 생각된다. 오늘날의 상황하에서 이러한 건조기들이 이미 경제적이 아니다 라는 것은 약간 섭섭한 일이지만 그 기계들이 채택한 건조 원리는 대단히 성공적인 것이므로, 만약 그러한 개념이 다시 채택하게 된다면, 분명히 유용한 것이 될 것이다.

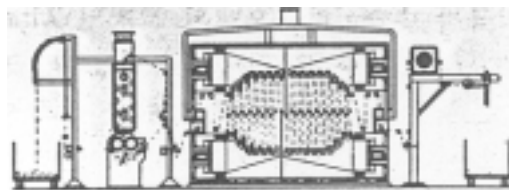
건조효율을 향상시키기 위해 현대의 열풍식 건조기에는 그림 2와 같이

분사식으로 장치되었다. 그러나 아직도 이러한 분사 장치는 균일하게 건조시키는 점에서는 별 효과가 없다.



<그림 2> 분사식 열풍 건조기 내에서 공기흐름 형태와 직물의 경로

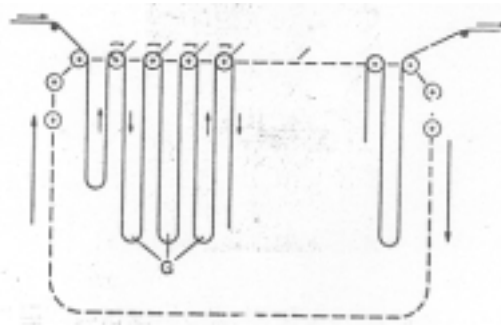
MEIER-WINDHORST는 건조기 내의 증기의 함량이 건조의 질에 미치는 효과에 대해서 연구했으며 과열증기의 효용성을 철저히 연구하였다. 이러한 연구의 결과를 응용한 기계가 현재, Babcock Textil Maschinen(GmbH & Co)의 전신인 Artos Co.가 개발한 그림 3의 Hydro Dry Range이다.



<그림 3> Hydro Dry 연속 염색기

열풍식이 염색 후 중간건조로서 오늘날 광범위하게 사용되고 있지만, 특히 P/C 혼방에 대해서는 아직도 이염(dye migration)에 관해 상당한 위험을 수반한다는 것을 묵과해서는 안된다. 이것은 챔버내의 공기 순환이 항상 효율적일 수는 없다는 것, 또는 순환용 열풍의 주입과 관련이 있다고

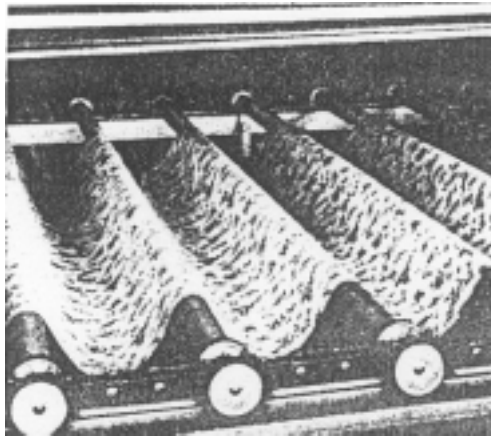
생각된다. 그러므로 지금이 바로 현대식 측정 및 제어 기술을 도입하여, 새로운 견지에서 열풍식 건조기를 최적화해야 할 때다. Festoon건조기도 이런 형태의 건조기중의 하나로서, 몇 가지 모델이 있다. 이 건조기에는 그림 4에서와 같이 직물이 공기가 위에서 밑으로 순환하는 동안 최고 3m까지의 루우프를 형성하면서 건조기를 통과하게 된다.



<그림 4> Festoon 건조기의 약도(G : 직물Web)

그리고 이 건조기의 원리와 유사한 원리가 수년간 고온 스티머(steamer), 다른 말로 고온증기압의 더어모졸 유니트(thermosol unit)에 적용되었다. 이들 기계는 루우프 형성방법, 직물이 걸리는 로드(rod)의 배열 및 운동이 서로 다르다. 이러한 장치는 기본적 원리에 의해서 고온공기가 제한된 속도로 이동하며, 직물에 직접적으로 고온 공기를 가할 수 없다는 것은 명백하다. 그래서 이러한 건조기의 효율은 아주 낮다.

Short loop건조기는 매우 효과적인 기계인데 특히 수지 가공된 직물을 낮은 장력으로 처리할 때 효과적이다. 이런 형태의 건조기에서 루우프의 길이는 일반적으로 2개내지 3개의 rod 사이의 간격과 같다. 이렇게 하면 직물은 자중으로 인해 장력이 걸리므로 장력장치가 거의 필요 없게 된다. 그림 5의 이런 형태의 건조기는 특히 섬세한 직물 및 편물의 연신가공에 있어서 오랫동안 좋은 결과를 보였다.



<그림 5> Short-loop 건조기 내에서의 직물의 경로

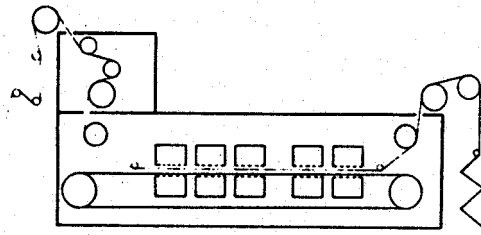
multi-tier는 챔버형과 터널형 건조기 사이에 중간적 위치를 차지하는 특별한 건조장치다. 이것은 터널형 건조기와 함께 토론하기로 한다.

2. 1. 2. 터널형 대류건조기

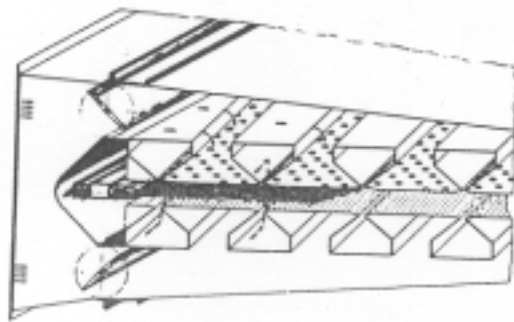
이 영역의 가장 중요한 건조장치는 두말할 것도 없이 stenter이다. 설계특성에 따라서 여러 가지 종류의 stenter가 있다. 그 한 종류의 수평식 stenter는 체인이 있는 것과 없는 것, 컨베이어 벨트를 부착한 것 (그림 6, 7)이 있으며 jet stenter, air cushion stenter (그림 8)로도 이용이 가능하다. 앞에서 언급한 multi-tie stenter(그림 9)도 그 한 종류이다.



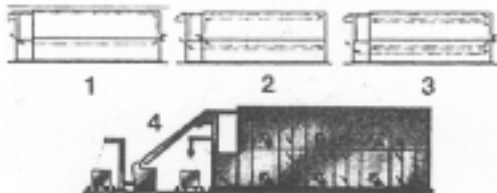
<그림 6> Conveyor stenter의 직물운반 부분



<그림 7> 직물의 경로와 Conveyor belt를 보이는 도해



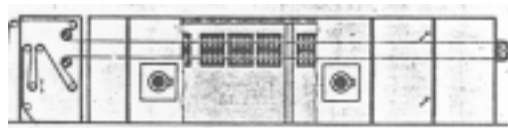
<그림 8> Air cushion stenter의 원리



<그림 9> Duplotherm VNE multi-tier stenter

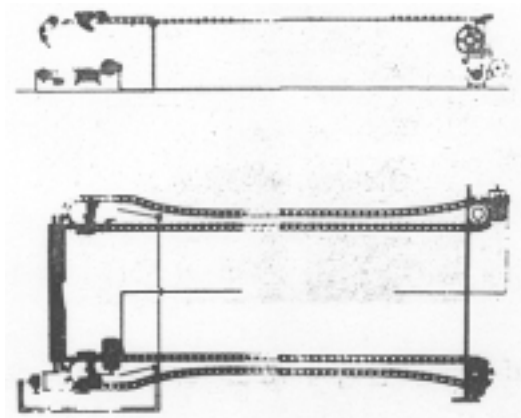
(1): 2 단, (2): 4 단, (3): 6단, (4): 일반적 모양

또 다른 중요한 기종은 그림 10에서 보는 바와 같이 예비 건조에서 중요하게 사용되고, 무장력 노즐(nozzle)형 건조기로 알려진 float-on air 건조기다.

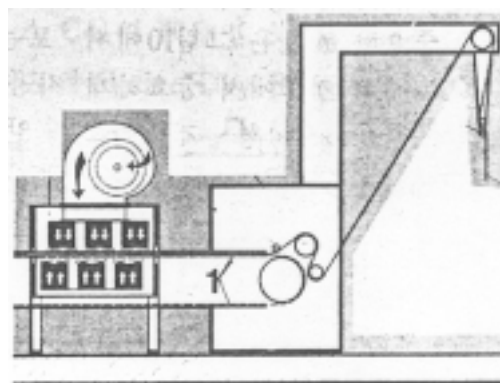


<그림 10> 2개의 층에서 예비 건조하는 float-on-air 건조기의 원리

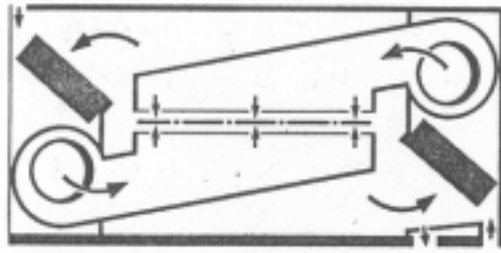
오늘날 사용되고 있는 jet stenter는 디자인이 매우 다양하다. 그것은 건조시키고 세팅시키는 동안 직물의 길이를 경사와 위사 방향 양쪽으로 조절 유지할 수 있는 이점이 있다. 최근에 이 기계의 개선에 대해 관심이 집중되고 있다. 향상된 jet 성능에 기초를 둔 short-time세팅법은 재래식 stenter의 사용자로 하여금 어떻게 하면 경제적으로 건조할 수 있는지를 보여준다. conveyor나 float air형의 stenter는 주로, 특히 두터운 파일직물이나 카펫같은 직물의 처짐을 극복하기 위해서 고안되었다. 최근에 Chain path(수직 또는 수평식) (그림 11, 12)가 stenter의 경제성에 대한 토론의 초점이 되고 있다. 과거 몇 년간 stenter제작에서 급진적인 발달이 있었다. 이것으로부터 얻어진 중요한 이점 중 두 가지는 공기순환과 직물전폭에 대한 건조의 균일성이다.



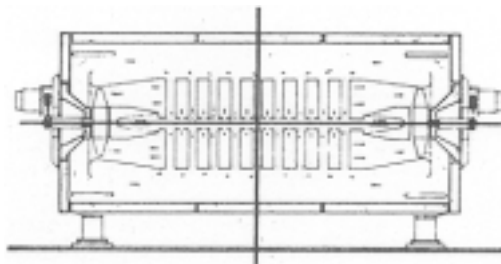
<그림 11> 수평식 체인 Stenter



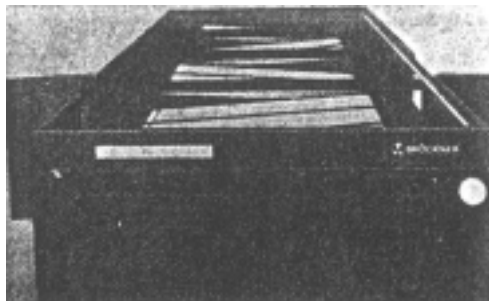
<그림 12> 수직식 체인 Stenter (1 : 수직체인)



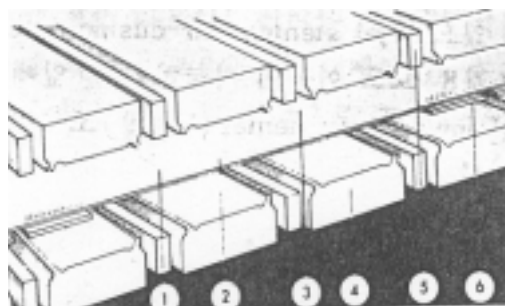
<그림 13> 대칭 통풍 장치의 Float-on-air stenter



<그림 14> Float-on-air stenter 내에서의 대칭통풍 장치의 구조



<그림 15> 균형 압력의 float-on-air stenter



<그림 16> Air Cushion stenter

1. Air Cushion, 2. 직물, 3. 공기분사구, 4. 분사박스, 5. 조절봉, 6. 바 늘 판