섬유제품의 건조방법(3)

3. 직물 건조의 측면

에너지 소비는 최근에 많은 섬유공정에서 결정적으로 중요한 문제가 되었다. 에너지 소비만의 문제와 관련해서 여러 가지의 건조기구를 분류하는 것은 가능하지만 가장 중요한 기준은 항상 섬유제품의 품질의 표준이다. 여러 다른 건조기구(system)를 써서도 같은 품질이 얻어질 때만이 이러한 기구들이 경제적인 관점에서 비교될 수 있는 것이다. 아직도 오늘날의 직물 건조가 더욱더 경제적인 에너지 소비의 관점에서 고려되어야 한다고 생각하는 것은 잘못된 일일 것이다. 직물 건조기의 기술적인 진보가 상당히 시급한 염색 및 가공 부분에는 아직도 많은 문제점이 있다. 중간 건조공정에서 염료와 가공제의 이염 이외에도 직물의 폭에 걸친 건조기내에서의 온도 변화도 이러한 문제점에 포함된다. 저침투성, 이색, 가장자리에서의 색상 차, 실에의 흰 점등은 모두 바람직하지 못하여 그 후의 공정에 의해 제거되거나 또는 어느 정도 완화 시킨다 해도 결과적으로는 이익이 감소된다.

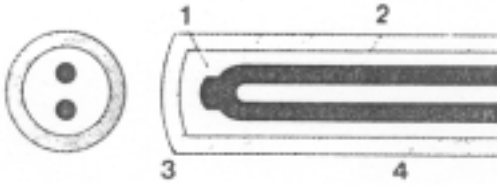
건조공정이 어떻게 경제적으로 적합하게 개선되는가에 대한 여러 가지의 힌트가 아래에 주어져 있다.

3. 1. 현대식 계측 및 제어 기술의 중요성

건조기의 온도를 정확히 측정하는 방법은 최근 몇 년에 적절한 측정장치가 모든 건조기계에 당연히 장치되어야 하는 단계까지 발달되었다. 특정 건조기 제조업자가 말하는 온도와 직물에서의 실제온도와의 차이를 조사하는 것은 결코 간단한 문제가 아니다. 심지어 오늘날까지 온도 차이가 아직도 불확실한 이유로서 남아 있다는 것은 애석한 일이다. 부분적으로 이것은 온도가 측정되는 기구 내부의 문제로 돌릴 수 있지만 그것은

구조적인 흠함과 깊은 관련이 있을지도 모른다. 이에 대한 적절한 한가지 예로서 이해하기 쉽고, 개개인에 의해 고장이 날수 있고 또한 조정도 가능한, 블로어 플랩(blower flap)을 들 수 있다. grid가 때때로 빠지기 때문에 정확한 재조정을 위해 시간이 걸리게 된다. 생산성을 유지하기 위해서, 이런 노력을 항상 수행할 수는 없는 것이며, 결과적인 품질의 저하는 고려할 수도 없게된다. 그러므로 블로어 플랩의 세팅을 조절해야 하는 것은 이치에 맞는 말이며 또한 오랫동안 그렇게 해왔다.

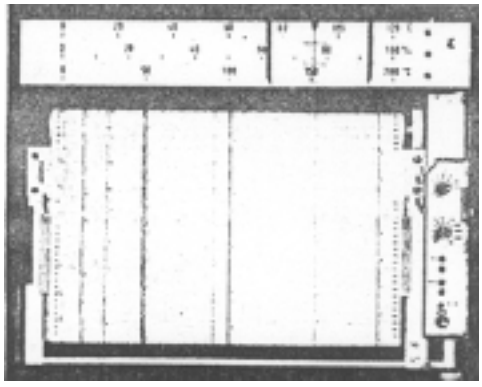
열전쌍(thermocouple)에 의한 온도 측정 목적과 열전쌍 연결부가 건조기 내에서 온도를 조절하기 위해서 어디에 부착되는가 하는 문제는 이미 앞에서 충분히 토론되었다. 피복된 열전쌍(jacketed thermocouple)은 절연과 농축증기에 의한 부식의 문제를 해결하기 위해서 사용된다. 피복된 열전쌍에서 전기 배선은 각각 절연되어 있으며, 저항이 높은 강력 세라믹(ceramic) 절연물질에 의해 스테인레스 강철로된 피복면과도 절연되어 있다(그림 37).



<그림 37> 피복열전쌍의 단면부

1. 절연물질 3. 접합점
2. 열전쌍선 4. Austenite 강철

이것은 온도를 측정할 뿐 아니라 기록도 중요하다. 기록은 멀티컬러 리코오더(multi-color recorder)에 의해 전해진다(그림 38).

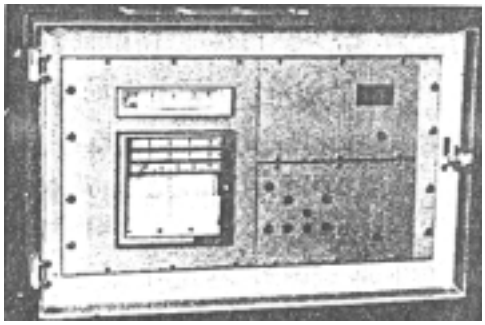


<그림 37> Transkomp 250. 12색 기록장치 (Philips)

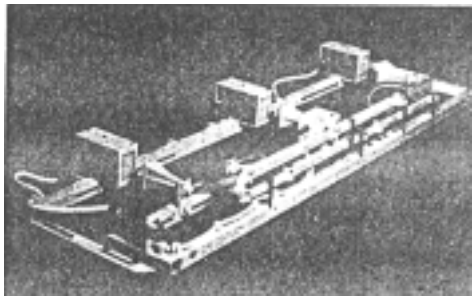
이러한 기록장치는 이전의 것에 비해 놀랄만큼 개량되었으며 현재는 가격도 그렇게 비싸지 않다.

직물에 존재하는 수분은 여러 다른 방법에 의해서 측정될 수 있다. 높은 수분량과 잔여 수분량 사이에는 근본적인 차이가 있다.

높은 수분량은 특히 처리액을 갓 떠난 직물에서 나타난다. 극초단파 흡수에 의한 수분량 측정은 Hoechst AG로 부처 도입된 기술로서 지금은 Pleva, Horb, FR of Germany에 의해 제작된 정확한 측정 기기에서 체계화되고 있다. 이 기기(그림39, 40)를 간단히 설명하면 다음과 같다.



<그림 39>



<그림 40>

먼저 이 기기는 한 쌍의 압착로울러(squeeze roller)나 염액 응용장치(liquor application system) 다음에 설치되며, 적외선 예비건조터널(IR predrying tunnel) 뒤에도 설치될 수 있다. 3 개의 측정 구역이 본체에 설정되어 있다(하나는 직물 중앙에, 나머지 두 개는 각각 양쪽 가장자리에).

첫째로 웹의 중앙부분의 절대 수분량은 g water/m^2 로 표시되고, 둘째로 중앙부분과 가장자리 부분의 상대적 차이가 측정된다. 이 장치는 직물 전폭에 걸쳐 적용된 액의 양을 조절하기에 아주 적절하며 리스팅을 방지하는데 적절하다. 그것은 또한 리스팅의 원인을 제거하기 위해서도 사용된다.

측정범위는 20-5000g water/m^2 이며 측정 정확도는 1%(최대 2g water/m^2)이다. <높은 수준의 수분량을 측정하기 위한 극초단파 장치의 특이한 장점은 측정시에 측정 구역내에서 직물이 흔들리는 것에 영향을 받지 않는다는 것이다.>

이 장치는 예비건조 이후에 사용할 수 있으며 만약 어떤 특별한 조건이 충족 된다면 적외선 복사방법도 사용할 수 있다. 그러나 업계에서는 그런 측정방법을 선뜻 채택 하려하지 않는다. 아마도 이는 사람들이 측정의 결과로 공정상에 어떠한 이점이 있는가가 제시되기를 요구하기 때문이다. 물론 이들 결과는 직물의 속도 뿐 아니라 히이터의 출력 또는

예비건조기내의 공기순환 정도를 조절하기 위한 판단기준으로 사용될 수 있다. 극단적인 경우에 수증기가 과건조를 막기 위해서 예비 건조기내로 주입될 수 있다. 그러므로 오늘날 자동조절 예비 건조기를 제작하는 것도 또한 실현 가능한 일이다. 남은 문제는 현시점에서 그러한 기계가 시장성이 있느냐, 없느냐 하는 것이다.

복사선의 세기와 직물과 복사기의 거리에 관계없이 직물의 온도는 직물이 예비건조기를 축축한 상태로 떠날 때 오직 100 ℃ 미만(냉각한계 50-80℃)으로 유지되어야 한다는 것을 명심해야 한다. 분산염료에 의한 시험에 의하면 불행히도 직물의 어느 부분에서는 건조 뿐만 아니라 심지어 더어머졸 되는 것이 자주 발생되고 있다. 이런 종류의 결정은 적절한 측정 및 제어기술로서 피할 수 있다.

잔여 수분양을 15%정도까지 측정하기 위해 전도성의 법칙이 이미 이용되고 있으며, 동시에 직물의 속도를 최적화 하기 위한 조절변수도 확보하였다. 원칙적으로 송풍기는 건조기의 효율을 증가 또는 감소시키는 수단으로서 조정되어져야 한다.

이런 잔여수분을 측정하고 조절하는 것은, 첫째, 측정방법이 믿을만 하고, 둘째는, 건조기를 보다 효과적으로 사용할 수 있을 뿐아니라, 가공된 직ㅁ루이 더욱 더 균일한 품질이 되고, 과건조에 의한 색상의 변화와 세팅의 수준차를 피할 수 있기 때문에 보편적으로 행해져야만 한다. 건조기의 전폭과 길이에 대한 온도의 균일성을 측정할 수 있는 측정기구를 우선적으로 구매하고 있기 때문에 전폭이 아닌, 어떤 한 점에서 잔여 수분을 측정한다는 것은 간단한 문제이다.

SCHRAUD에 의하면 건조기내에 공기온도를 상승시키는 것과 냉각한계 온도를 낮추는 것은 건조속도를 향상시킨다고 한다. 그는 최종 수분량의 함수로서 생산 속도의 조절을 추천했다. 이런 것은 이미 Bruckner의 Remaflam 건조장치 경우 행해진 바다.

수분측정에 관한 본 절을 마무리 짓기 위해 어떤 합섬섬유 직물과 모든 플라에스테르 직물의 잔여 수분은 비접촉법에 의해서만 측정될 수 있다는 것을 알아야 한다. 전술한 고수분량 측정용 극초단파 흡수기계와 유사하게 작동하는 기기가 개발되었다. Pleva, Horb, FR of Germany에 의해 제작된 이 기기는 경직물 수분량 측정을 하는 경우에 고수분 측정기가 너무 부정확하기 때문에 예비 건조 후의 경직물 수분량 측정에 적합하다.

직물의 잔여 수분량을 측정하는 것 이외에도 stenter, hot flue 등과 같은 대류 건조기에서 나오는 배출공기내의 수분을 측정하는 법에 관한 보고서도 있다. 이것은 또한 건조기의 운전단가를 최적화하기 위해 사용할 수 있다. 건조기에서 나오는 배기공기에 대한 수분 측정 및 조절장치를 구입하는 데는 DM 10,000-15,000 이 소요되며, 그러한 투자는 단기간 내에 완전히 회수되어진다. 측정 및 조절기기가 아직도 모든 건조기에 설치되지 않았다는 것은 이상한 일이다.

일반적인 건조공정에서 잔여수분율을 결정하는데는 전기용량형 측정법으로 충분하다. 직물이 예를 들어 칼렌더링과 같이 건조 후에 특수가공이 되어 있다면 가공된 직물은 전기용량을 틀리게 할 가능성이 매우 높다. 그러므로 이 경우에도 초단파 측정법이 관성으로 인한 영향을 받지 않기 때문에 적합하다.

3.2. 에너지원과 경제성에 미치는 그 효과

오늘날 건조기를 가열시키는데 사용되는 에너지원은 전력, 가스(도시가스, 프로판, 부탄 또는 천연가스), 스팀 또는 광물성 기름이다.

FRANKE는 액화가스와 천연가스를 공급하는데 따른 비교원가를 예를 들었다. 그는 또한 가스 가열의 이점은 주로 경제적인 면에 있다고 말한다. 최근 들어 새로운 안전설비를 개발함으로써 가스 가열에 대한 전적인 신뢰가 좋은 것이냐 아니냐 하는 것은 확실치 않으나 섬유공장에서, 기름에 전적으로 의존하지 않는 것만으로도 매우 큰 이점이 된다. 가열 목적을 위해

기름, 가스, 또는 석탄 중 어느 것을 사용하든지 간에 채택한 연료의 효과적인 사용이 중요할 것이다.

3.3. 에너지 재활용의 중요성과 한계

에너지의 재활용은 최근 몇 년간 자주 들어오던 용어이다. 여러 부분에서 에너지 재활용의 목적은 무지와 잘못된 해석으로 과대 평가된 것 같다. 우선적으로 에너지 재활용은 특수장치를 필요로 한다. 더욱 구체적 설명 이전에 회수된 에너지를 공기의 예비건조, 스팀온도의 상승 또는 뜨거운 물의 예비공급을 위해 사용될 것인지를 결정해야만 한다. 회수된 에너지에 대한 사용은 ALLEMANN에 의해 설명되었다. 비록 기술적인 문제가 광범위하게 결정되고 적절한 장치가 이용 가능하더라도 섬유공장에서의 배기 공기내에 열의 회수를 집약하는 체제가 실제 작동면에서 경제적이고, 만족스럽게 이용 되려면 세심한 계획과 여러 전문가들의 기술이 요구된다. 우선, 필요한 장비는 사야만 하며, 그러한 장비는 2-3년 사이에 감가상각 된다.

3.4 중간 건조를 생략하기 위한 절차

중간 건조는 직물의 품질에 상당한 영향을 미치므로 중간건조 과정이 없이 계속적으로 염색하기 위한 시도는 이미 행해졌었다. 연속 염색에서의 가장 기본적인 조건은 직물을 완전하게 전 처리하는 것이다(전처리 후의 건조는 생략될 수 없다). 그러나 염액을 통해 패딩된 후의 중간건조는 주어진 건조하에서 생략될 수 있다. 이러한 조건 중의 하나가 염료의 선택이다. 황화염료를 사용하는 일욕, 훼트 스팀법은 여러 해 동안 잘 사용해 왔다. 심지어 류코 배트 에스테르 염료와 반응성 염료의 경우에도 중간건조와 증기 처리없이 하는 염색법이 있다. 최근에 더욱 많은 공장에서 배트염료의 경우에 웨트 스팀법으로 전환하였으며 때로는 승압기와 같은

부속을 사용하기도 한다.

면직물의 염색시에는 건조과정을 생략할 수 있지만 폴리에스테르/셀룰로오스 혼방직물의 경우에는 할 수 없다. 왜냐하면 이런 직물들은 더어모졸 염색시에 건조 되어야 하기 때문이다. 이것도 언젠가는 기계제작자들이 연속식 고압스티며를 만드는데 성공함으로써 변할 것이다.

이러한 체계의 전문적인 설계사항은 이미 오래전에 완성된 것으로 보여진다. 지금까지 이것이 실용화 되지 못한 주된 이유는 스티머의 입구와 출구에 사용할 유용한 봉합재가 없기 때문이다.

표백과 염색공정과 같이 단일 공정으로 염색과 가공을 한데 묶으려는 노력은 안료염색에서 부분적으로 성공을 보았지만 전체적으로 볼 때 아직은 성공적인 것이 못된다. 웨트 온 웨트 공정에 대한 노력을 찬양하기에는 아직 시기상조이다. 2번째 처리액 전의 완전한 탈수는 매우 가망 있는 일로 느껴진다. 여러 실험으로 미루어 보아 탈수된 직물에 새 기술을 도입해서 적은 픽업으로 수지가공액을 적용하는 것이 매우 실질적인 수단이라는 것이 알려졌다. 이 과정은 수지가공 전에 건조공정을 생략 시킬 수 있다. 앞에서 설명한 높은 수분율의 측정방법에 힘입은 웨트 온 웨트 처방의 조절과 관련해서 앞으로 공정개발의 전망은 기대된다. 부분적으로 유용한 기술이 염색과 가공부분에 도입이 되는 안되든, 공정 원가면에서 이미 에너지를 절감 함으로서 가치 있는 절감효과는 성취되었다.

4. 요약과 전망

새롭고 혁신적 액 부가장치와 탈수장치에 대한 자세한 설명 없이 저자는 5개의 다른 건조체제에 대해 설명했다.

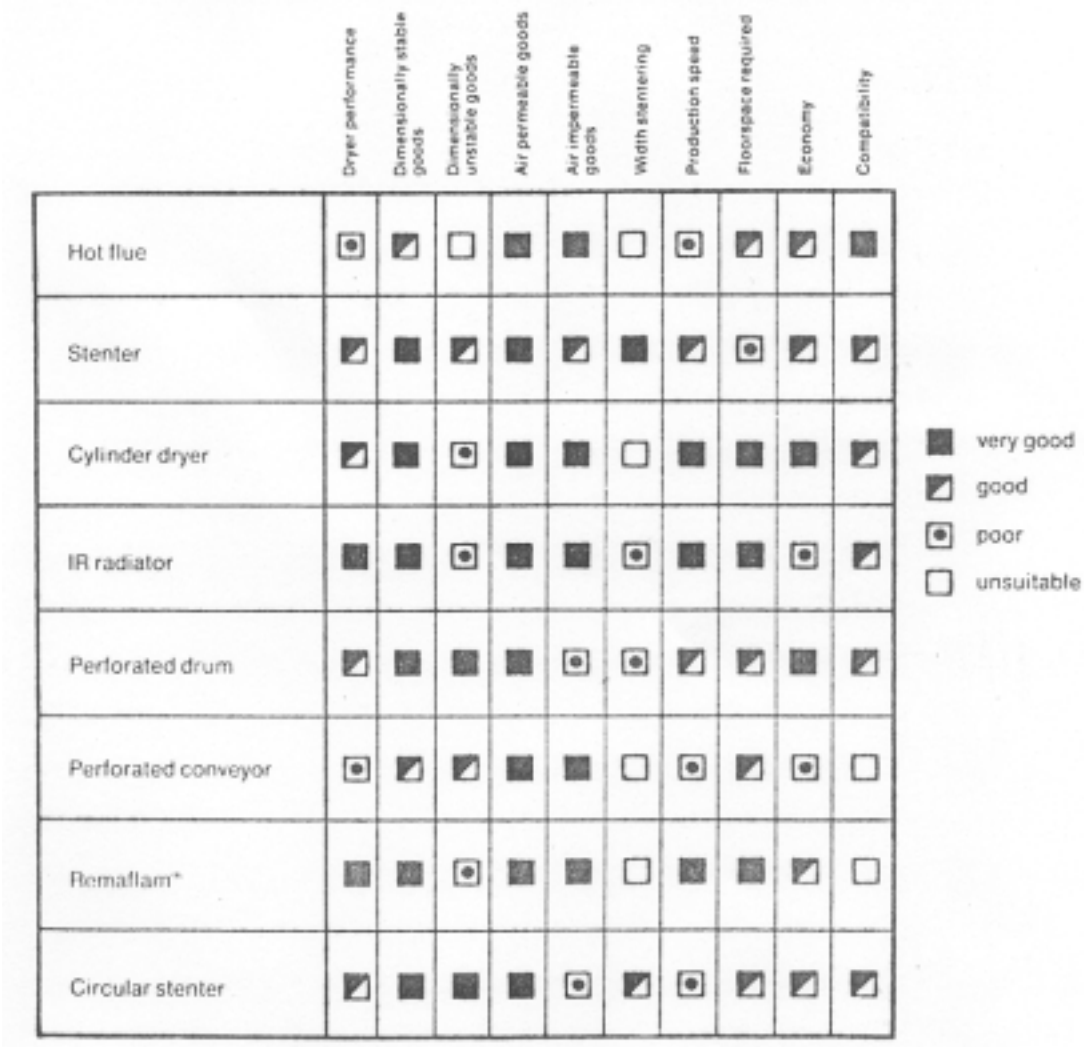
1. 대류건조
2. 접촉건조

3. 복사건조
4. 드루우 플로우 건조
5. 연소건조

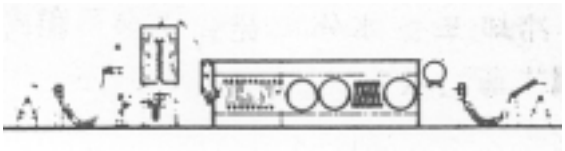
이 다섯 개의 체제는 설계영역에 따라 챔버형과 터널형으로 분류됐다. 현재 시장에서 판매되는 여러 가지 기계가 약도와 함께 간단히 검토되었다. 여러 다른 형태의 건조기는 DAMBROTH가 한 것과 같은 기껏해야 질적인 면에서 비교될 수 있다. DAMBROTH 의 논문, 개인적인 경험과 건조기 제조자들과의 대화에 근거를 두고 우리는 위에 선정된 여러 다른 건조의 원칙을 비교하려고 노력했다. 이러한 노력의 결과가 그림 41이다.

비록 건조기들의 기본적인 특성을 간단하게 비교 함으로서 최대한 어떤 개괄적인 개념을 이룩했지만, 드루우 플로우 건조법과 접촉식 건조방법은 상당히 좋은 것으로 생각된다. 건조 시킬 직물과 어떤 방법으로 건조할 것인가를 생각할 때 이 두 가지 건조방법은 당연히 생각되어야 할 것이다. 그러나 어떤 낙천주의자도 주어진 체제에 대한 유일한 이점은 발견 못할 것이다. 그렇기 때문에 그림(42, 43, 44)에서 볼 수 있는 것처럼 생산, 건조 뿐 아니라 세팅 또는 더어모졸에서 더욱 더 복합된 혼합체제를 발견 하려는 것은 당연한 일이다.

기계설계 면에서 변화에 덧붙여, 저자는 또한 측정 및 자동조절체제에 행해지는 개선에도 언급한다. 그 방면에서의 첫 단계는 정확한 온도 조절이 되어야 한다. 그러나 지금까지는 수분측정에 의한 방법으로 건조기를 조절하기 위한 목적의 기계제작에서 별로 큰 이점은 없었다. 염색과 가공업자들이 지금까지 발전해온 것을 완전히 이용할 수 있을지는 호기심 있는 문제이다. 그러나 다른 모든 것과 마찬가지로 어떤 일을 하려면 비용이 든다. 이익을 산출하기 전에는 기본적인 투자가 행해져야 하며, 이것은 특히 에너지 재활용의 문제에서도 마찬가지이다.

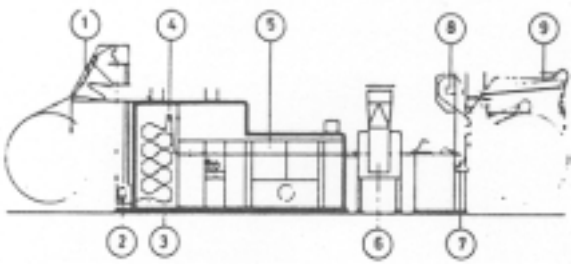


<그림 41. 건조기들의 성능비교>



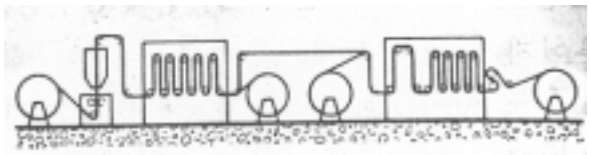
<그림 42> 복사건조기와 열풍식 건조기로 구성된 혼합장치

(Fleissner Gmb H & Co)



<그림 43> Monforisator

1. 입구 2. feed 로울러 3. 세팅 실린더 4. 속도 조절기
5. 가열 Stenter(챔버식) 6. 냉각저치 장 7. 운반 로울러
8. 냉각드럼 9. 출구



<그림 44> 복사건조기가 달린 더어모졸 장치

염색 가공 공장들이 눈앞의 지속과 생존을 위해서 노력한다면, 투자는 쉽게 이루어지지 않는다. 식견 있는 섬유공장은 이미 측정기술의 채택을 결정했다. 원가절감은 건조공정에서 방법론을 최적화 시킴으로서 성취될 수 있다는 것은 쉽게 이해될 수 있다. 새로운 기계를 사들일 때, 만약 너무 성급하고 충분한 예비지식 없이 행하지 않는다면 이익이 될 것이다. 가열, 냉각 또는 수분 증발을 위한 상당수의 부속장치는 개량된 측정법과 조절로 인해 감소시킬 수 있다.

저자는 그러한 경향의 시기가 도래했다고 믿는다. 그들은 1979 ITMA에 전시될 새로운 혁신적인 기계에 흥미를 가지고 기대하고 있다.