

섬유공업의 공정관리 - 05

양모공업에 있어서 자동조절장치의 개발 및 고찰

1. 서 언

스테이플 방적에서 쓰이는 주요 기계 중 많은 것들이 겉보기에는 비록 복잡하게 보이나 실은 옛날의 수동식에서 발전된 것들이다. 설계된 제품의 품질을 자동으로 조절할 수 있도록 해주는 장치가 개발되지 않는 한, 그러한 기계는 개발이 완전하다고 볼 수는 없다. 그러한 기계나 공정이 계속 쓰일 수 있느냐의 여부는 다음 10년 동안에 자동조절장치가 어느 정도 개발되느냐에 달려 있다. 여기서는 양모공업에서 개발된 그와 같은 자동조절장치에 대해서 3가지 예를 들겠는데 그 각각은 서로 다른 기구를 보여주고 있다.

2. 카딩공정에서의 자동조절장치인 Wira Autocount

1) 공정조절의 필요성

카드기는 거의 모든 천연섬유를 방적함에 있어 널리 쓰이고 있는데 여기서는 방모의 카딩공정에 대해서 말하기로 한다.

카드에 투입되는 섬유는 스테이플의 크기, 모양, 저장했을 때 받은 압축이나 엉킴의 정도 등이 서로 다른 이질적인 것들이다. 카드에서 나온 웹(web)은 단위면적당의 중량이 균제하고 얇아야만 이상적이다. 이 웹은 뒤이어 약 80가닥의 슬러빙(slubbing)으로 나누어 진다.

카딩의 목적은

- (i) 섬유를 개개로 분리시키고
- (ii) 잡물을 제거하여 섬유를 깨끗이 하며

(iii) 섬유들을 단위면적당 요구되는 중량을 갖는 웹으로 밀집시키는 것 등이다. 이러한 목적들은 천천히 이동하는 래티스(lattice)위에 성근 스테이플을 일정한 중량으로 두껍게 판상으로 깔아줌으로써 달성할 수 있다. 판상으로 깔린 섬유들은 래티스(lattice)에 의해 빠르게 돌고 있는 침포로 덮인 롤러에 공급되어 얇게 개섬된다. 섬유로 된 얇은 막을 밀집시켜 단위면적당 소정의 중량을 갖는 웹으로 만드는 작업은 천천히 돌고 있는 침포로 덮인 드럼(도퍼)을 통과함으로써 행하여진다. 개섬된 상태에서 밀집상태로 되는 동안 섬유는 여러 형태의 침포를 갖는 롤러에 의해 작용을 받는데, 즉 “워커(worker)”에 의해 개섬과 코밍을 “팬시(fancy)”에 의해 브러싱(brushing), 그리고 “스트리퍼(stripper)”에 의해 한 롤러에서 다른 롤러로 이동된다. 일차적으로 카딩이 끝나면 다음 카딩을 하기 전에 스커치피드(Scotch feed)에 의해 슬라이버를 가로와 세로를 겹치게 래티스 위에 배열함으로써 잘 혼면된 웹을 얻게 된다.

Table 1. 방모웹의 여러가지 물리적 성질

웹의 중량(g/m ²)	5~50
웹의 폭(m)	1~3
측정에 사용되는 웹의 길이(cm)	10~30
웹의 두께(mm)	2~5
웹의 속도(cm/sec)	5~50
평균섬유직경(microns)	15~60
평균섬유장(mm)	15~180
섬유의 밀도(g/cm ³)	0.9~1.5

방모 카드웹의 물리적 특성은 Table 1과 같다. 조절장치가 없으면 흔히 단위면적당 웹중량에 불균제함이 생기고 더 나가서는 그러한 웹으로부터 만든 실의 선밀도에 변동을 가져온다. 불균제를 가져오는 주요원인을 보면

(i) 호퍼복스의 불완전한 작동

(ii) 침포 소재 후의 섬유부착

등이다. 이와 같은 점들을 분석한 결과에 의해 Autocount의 필요성과 개념이 나오게 되었다.

2) 조절장치

Autocount는 피드백(feed back)을 시켜주는 조절장치이며 Fig.1에서 보는 바와 같다. 모든 피드백 조절장치처럼 메저링 헤드(measuring head)는 조절장치에 의해 바로 잡은 것이 바람직한 결과를 가져왔는지를 체크하여 준다. 조절장치는 사용하기 전에 캘리브레이션을 할 필요는 없다.

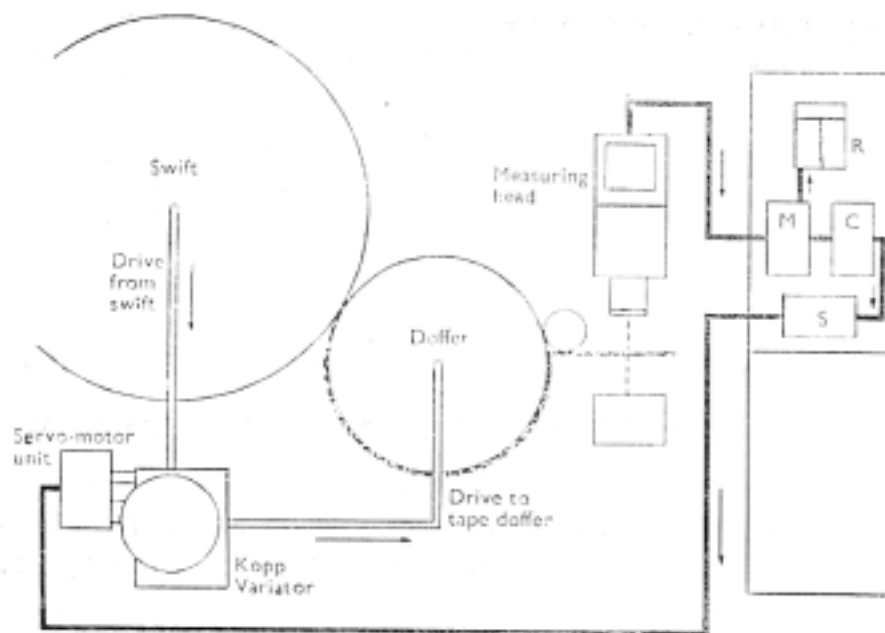


Fig. 1 Wira Autocount

① 메저링 헤드(measuring head)

측정의 원리는 웹을 통과해서 포토셀(photocell)에 도달하는 광선에 의한 것이다. Fig.2는 메저링 헤드를 도시하는 것인데 다음과 같은 필수요건들을 거

의 모두 구비하고 있다.

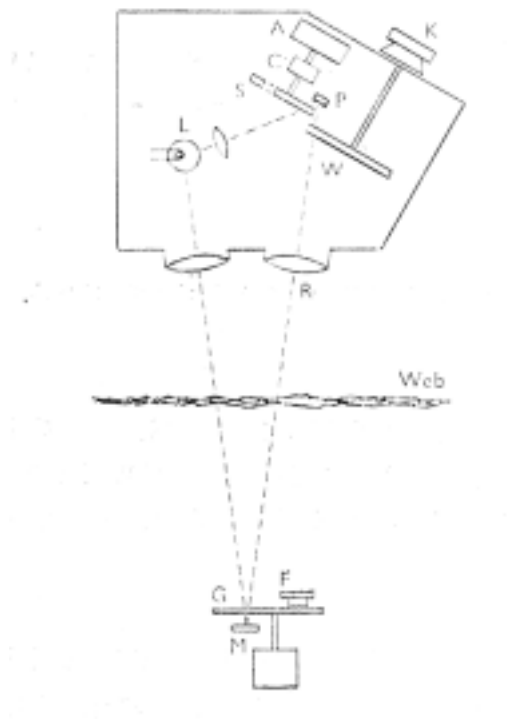


Fig. 2 Autocount의 메저링 헤드와 거울

(i) 웹에 어떤 변동을 가져옴이 없이 단위면적당의 중량변화를 측정할 수 있어야 한다.

(ii) 일탈된 섬유, 먼지, 기름 또는 전원의 전압변동에 영향을 받지 않으며 견고해야 한다.

(iii) 감도는 2% 정도이어야 하며 체크 주기는 6시간보다 자주 되어서는 안된다. 실험결과 웹의 폭방향의 변동은 대단치 않으므로 변으로부터 멀리 있는 부분이면 작은 면적에 대해서 측정해도 충분하다.

램프 L로부터 나온 한 광선은 측정하려는 웹을 통과해 지나가고 다른 하나는 표준광선으로서 직접 포토셀(photocell) P로 보내진다. 두 광선은 회전하

는 셔터 S에 의해 교대로 포토셀에서 나오는 두가지 신호는 셔터와 동조되고 있는 스위치 C에 의해 분리된다. 두 신호는 비교되어서 웹을 통과하는 광선의 세기가 표준광선보다 세거나 약할 때만 그에 따른 신호를 보냄으로써 램프나 포토셀의 노화에 따른 감도의 변화를 줄이기 위하여 한 회로를 추가하였는데 이것은 포토셀의 확폭장치의 게인(gain)을 변화시켜 감도를 항상 일정하게 유지시켜 준다. W는 도형의 가변성 밀도필터(variable-density filter)로서 웹을 통과하는 광선의 도중에 위치하여 웹의 여러가지 다른 밀도에 균형이 되도록 한다. 이 필터는 손잡이 K에 의하여 조정되어 웹과 필터 W에 의한 광선의 투과성을 일정하게 유지한다. 거울 M의 앞에는 회전하는 유리판 G가 있는데, 이 유리판은 펄트 블레이드(felt blade) F에 의해 닦여져서 일탈된 섬유들에 의해 광이 흡수돼서 일어나는 오차를 최소화시켜 준다. 그러한 먼지들이 쌓이면 웹이 더 무겁게 되고 있다는 잘못된 지시를 하기 때문에 이러한 소재작용은 회전하는 유리판의 광선을 받는 쪽 위에 공기를 분사시켜 주거나 펄트 브레이드에 쌓이는 먼지를 진공식으로 제거해서 보완시켰다.

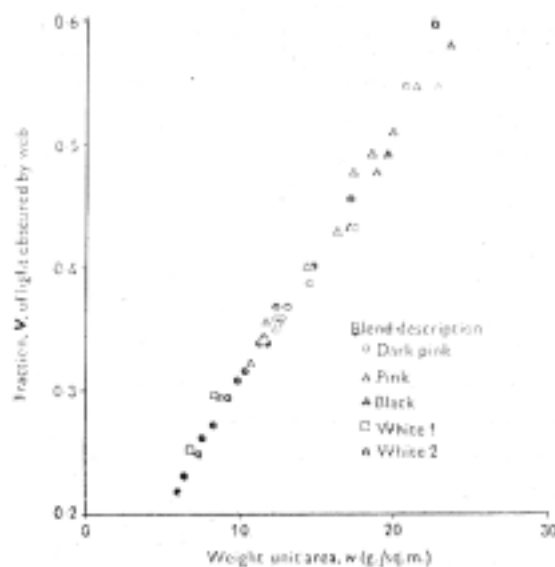


Fig. 3 웹의 중량과 차단되는 광의 비율

Fig.3은 단위면적당 웹의 중량과 웹에 의해 차단되는 광의 비와의 관계를 나타낸 그림이다. 여기서 차단되는 광의 비는 포토셀에 의해 측정된다. 단위면적당 웹의 중량을 측정하는 이 방법은 간단하고 정확하며 견고하다. 카드에 부착한 헤드와 거울은 웹에 쉽게 접근시켜 간격을 유지시킬 수 있다.

② 조절기(controller)

측정헤드로부터 나온 신호는 확폭된 후 조절확폭기 C에 의해 교정된 신호를 발신해서 Kopp변속기의 속도를 변화시키고 이것은 다시 도퍼의 속도를 변경시켜준다. 이 장치는 주기가 큰 부변속기의 속도를 변화시키고 이것은 다시 도퍼의 속도를 변경시켜준다. 이 장치는 주기가 큰 불균제성을 교정하므로 반응속도는 크게 중요하지는 않다. 웹의 단위면적당 무게의 기록은 R에 또한 기록되며 이것은 카드기의 여러 부분에 대해 그 성능에 대한 유용한 정보를 제공해 준다.

3) 성능과 경제적 이점

Autocount의 성능을 평가하기 위하여 여러 공장에서 실험을 행하였는데 일반적으로 단주기 변동을 제외한 모든 변동을 부착하지 않을 때의 60% 정도로 감소시킬 수 있음을 알았다. 호퍼에서의 공급이 부족하거나 과다할 경우 단위면적당 웹의 중량은 20%까지 변동되나 Autocount를 부착하면 5%로 이를 감소시킬 수가 있다.

Autocount의 기타 장점은

- (i) 낙물을 감소시키고, 실의 f보다 규격에 맞게 방출할 수 있다.
- (ii) 기록장치에 의해 기계의 결점을 찾아낼 수 있다.
- (iii) 실의 결점수를 줄여줌으로써 보다 결점이 없는 직물을 만들어 낼 수 있어 경제적이다.

Autocount의 설비비는 £2,500(기록장치만은 £1,550)이다. 설치, 보전, 수선,

투자비에 대한 이자, 감가상각비(내용년수 10년) 등은 카드를 60시간 · 주동안 운전하는데 소요되는 비용의 10%에 지나지 않는다. 총 120대의 Autocount가 이미 특허권 소유회사인 Thorn Automation Ltd.에 의해 제작 설치되었다.

3. 자동용해장치(Automatic Dissolving Unit)

1) 자동용해의 필요성

정련 및 수세는 몇 개의 공정을 거치는데 원모와 직물용으로 특수하게 설계된 자동용해장치는 알칼리 공급의 변동을 없애고 다량의 소다회를 수동으로 조작할 필요를 없애준다.

재현성있는 정련은 일정농도의 균일한 소다용액을 다량으로 공급하여 쓸 수 있느냐에 달려 있다. 재래식 준비방법은 탱크에 물을 채우고 소다회가 든 포대를 담근 후 뜨거운 증기를 불어 넣는다. 이러한 방법은 육체적으로 힘든 작업일 뿐 아니라 균일한 농도의 용액을 얻기 위해서는 주의가 필요하다. 회산소다는 차가운 물에서보다 뜨거운 물에서 훨씬 더 잘 녹으며 분말을 잘 휘저어 고르게 분산시키지 않으면 수화물의 재결정체가 생겨 오랫동안 탱크의 밑바닥에 쌓이게 된다. 실제로 있어서 사용되는 용액의 농도는 의도하고자 했던 값과 상당한 차이를 보이는 때가 종종 발견된다. 즉 탱크내에 있는 용액의 윗부분은 기대이하로 약한 용액이 되고 아래 부분은 위험할 정도로 강하다. 이러한 현상은 뒷 공정에서 결점을 발생케 한다.

2) 조절장치(control system)

탄산소다를 물에 용해할 때 그 효율을 좌우하는 가장 중요한 인자는 온도가 아니라 휘젓고 분산시키는 일이다. 실험결과 수화물을 대량으로 생성시키지 않고 용액에 분말을 잘 분산시키는데는 코운(cone) 모양의 용해참바(dissolving chamber)를 사용하면 좋다는 것을 알았다(Fig.4). 참바의 밑으로부터

터 물은 상부로 연속해서 흐른다. 화학제가 받는 점성적 저항은 그것이 갖는 선치수의 2차함수인 표면적에 좌우되는 반면, 아래로 끌어 당기는 중력은 선치수의 3차 함수에 영향을 받는다. 따라서 점성저항에 대한 중력의 비는 입자의 크기가 클 때 더욱 커지고, 그로 인해 작은 것보다는 더 빨리 용액에 가라앉는다. Fig.5는 용해를 빨리 시켜서 입자에 따르는 결함을 제거할 수 있는 자동용해장치의 일반적인 배열을 보여준다.

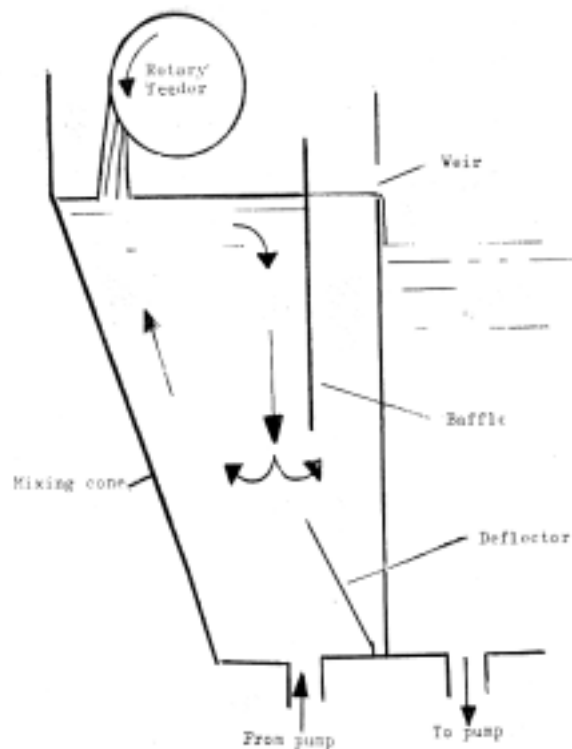


Fig. 4 혼합 코운(mixing cone)

① 비중의 조절

감도를 증진시키기 위하여 수력으로 회전하는 비중 조절용 부표(float)가 있는데 동요를 최소로 하기 위하여 스크린으로 칸을 막았다. 이 부표의 기능은 마이크로 스위치를 동작시켜 알칼리 농도가 기준치보다 높을 때 호퍼로

부터의 공급을 중단시켜주는 것이다. 탱크에는 또 하나의 부표가 있는데 이것은 물의 공급량을 조절해 준다.

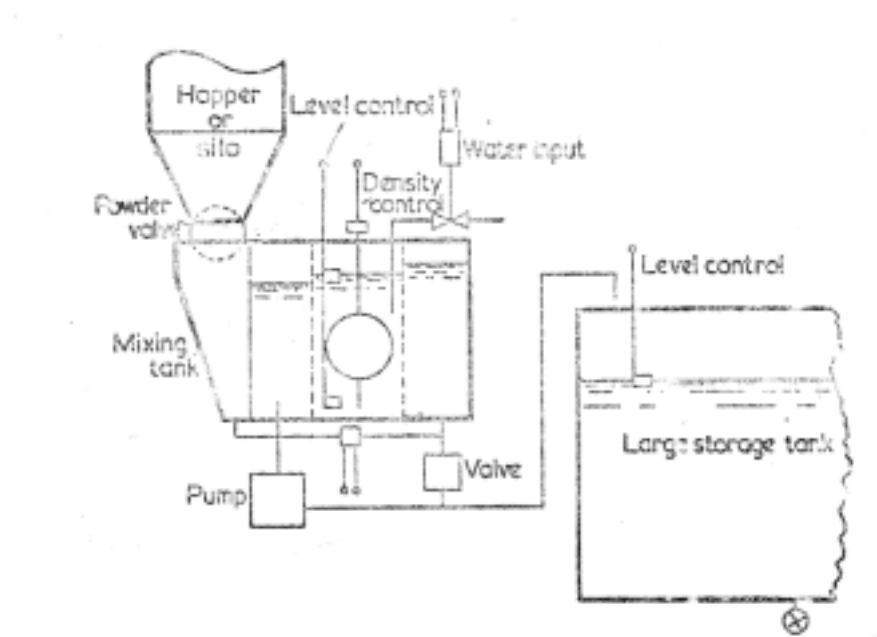


Fig. 5 Wira의 자동용해장치

정련통에 알칼리를 공급해 주는 저장탱크에는 부표가 있어 혼합탱크의 용적에 상당하는 양만큼 떨어지면 혼합탱크로부터 다시 채워지도록 하여 준다. 혼합탱크 밑에는 3방향으로 조절되는 밸브가 있어 펌프가 용액을 순환시키는 것 대신 이동을 시킬 수 있도록 하여 준다. 용액의 배출은 타이머에 의해 정지되며 필요한 양의 용액이 이동되었을 때 밸브가 다시 열리도록 타이머는 조정된다.

다음에 기술하는 작동순서에 의해 정련실에 이웃해 있는 저장탱크에 소정의 농도를 갖는 용액을 공급할 수 있다. 저장탱크는 혼합탱크와 사일로(silo)에 반드시 가깝게 있을 필요는 없다. 준비된 용액은 펌프에 의해 먼 거리로 보낼 수 있으며 정련실에서 먼 지점에 탄산소다 분말을 저장하고 용해하는

것이 종종 이로울 때가 있다.

필요한 농도의 알칼리 용액을 장치에 의해 준비하여 펌프가 작동하고 있는 혼합탱크에 넣었다고 가정하자. 용액을 정련통에서 사용하기 위해 저장탱크로부터 뽑아내면 저장탱크 속에 있는 조절부표는 떨어져 탱크를 용액으로 다시 채워야 된다는 신호를 준다. 3방향 밸브는 그때 닫히고 혼합탱크의 용액은 저장탱크 속으로 들어간다. 저장탱크 속으로의 산출은 타이머에 의하여 종료되며 3방향 밸브는 다시 열린다. 이동이 끝난 후 물의 공급밸브는 열린다. 상부수준 조절부표가 물공급 밸브를 닫혀주고 호퍼(싸일로) 등으로부터 소다회를 공급하도록 해준다. 소다회의 공급은 비중부표에 의해서 소정의 농도에 도달될 때까지 계속된다. 소정의 농도에 도달되면 소다회의 공급은 중단된다. 이러한 주기의 반복에 의해 필요한 용액은 공급된다.

② 기타 세부사항

용해, 혼합에 소요되는 공간은 1m^3 이다. 펌프, 밸브, 그리고 대부분의 관은 탱크의 밑에 설치되어서 전장치는 그 높이가 바닥으로부터 2m 정도이다. 비중과 수준을 지시하는 부표에 의해 동작되는 마이크로 스위치는 탱크의 중앙부분에 위치하고 있다. 용해속도는 펌프의 크기에 주로 좌우되므로 장치는 표준크기를 쓰면 그 용해속도를 여러가지로 변경시켜 사용할 수 있다. 조절장치는 연속적으로 되어 있어 만약 결점이 어느 부분에라도 발생하면 장치는 정지되도록 되어 있다. 조절판은 원거리에 부착되어 있다. 각 부분의 용량은 다음과 같다.

혼합실	100l
down stream실	100l
조절실	250l
up stream실	150l

펌프의 용량은 700l/min가 섬유공업에서 적합하고 정상상태에서 총유량의 30% 정도는 용해콘을 통하여 들어간다. 이와 같은 장치는 분당 3kg의 소다 회를 용해하여 시간당 6~7배치의 용액을 공급시키는 데 사용될 수 있다. 이 장치는 2가지 형태로 구입할 수 있다.

(a) 소규모용으로서 많은 량의 화학제를 수동에 의해 포대로부터 호퍼에 부어 넣은 것.

(b) 탱커로부터 직접 큰 싸일로(silo)에 14~20톤을 채워서 공급하는 것.

3) 성능, 비용 및 이점

Wira의 자동용해장치는 다음과 같은 모든 조건을 만족시켜 준다.

- 화학제를 거의 자동으로 용해시켜 준다.
- 균일하고 일정한 농도를 유지하여 필요한 부분에 필요한 량을 공급시켜 준다.

소규모의 장치를 설비하는 데는 £1,500가 들며, 노동력, 열, 공정시간, 직물의 품질을 종합해 볼 때 원가절감은 년 £1,500가 된다. 특허권 보유회사인 F. Uttley & Son 회사는 11대로 판매했으며 이 장치에 대한 문의가 답지하고 있다.

4. 텐터(tenter)에서 포의 수분조절

1) 수분조절의 필요성

포는 염색과 가공공정 중 여러가지 공정을 거치게 되는데 대부분의 포는 나중 단계에서 텐터를 거치게 된다. 텐터는 건조공정인데 여기서 포는 건조 중 핀(pin)이나 클립(clip)에 의해 폭이 완전히 조정된다. 이렇게해서 어느 정도 고정된 포는 형태가 일그러짐이 없이 수분율(regain)이 16%로 돼서 나오는 것이 이상적이다. Fig.6은 텐터를 통과하는 포의 진행을 보여주는데 여기

서 열은 증기관(steam pipe) 사이를 포가 통과할 때 받는다. 투입되는 포의 수분율은 흔히 60%에서 90%사이이고, 텐터의 공기온도는 92℃정도이다. 텐터는 작업자가 조정하는데 그는 투입되는 포의 수분율을 참작하여 나오는 포의 수분이 요구조건에 맞도록 통과속도를 수동식을 조절한다. 포의 수분율이 너무 높도록(약 22%) 건조시키면 그 결과는 후에 종이 쓰는 결과를 가져올 것이며, 또 너무 과도하게 건조시키면 연료의 소모는 물론 생산시간의 낭비를 초래한다. 경험에 의하면 작업자는 포의 수분율을 3%까지 낮게 건조시키는 경우들을 볼 수 있다.

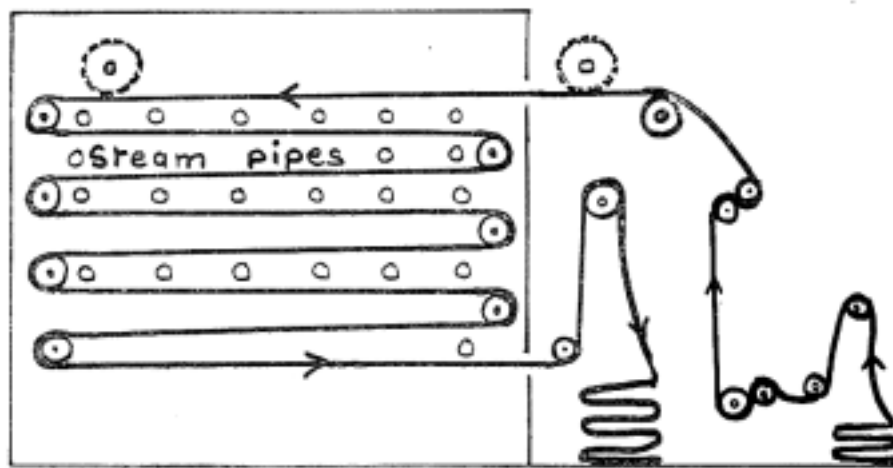


Fig.6 텐터에서 포의 진행

수년전에 Wira는 양모공업에서 텐터의 효율에 대해 연구를 했었고 따라서 텐터로부터 나오는 포의 수분을 조절함으로써 얻을 수 있는 이점에 대하여 잘 알게 되었다. 1969년 Sira Institute와 공동으로 이 문제를 연구했는데 그 결과는 회원회사의 열렬한 지지를 받았으며 성공적이었다고 본다.

2) 수분조절을 위해 가능한 방법들

포의 수분율을 측정하는데 대해 여러가지 방법이 연구되었으며 처음에는

텐터에 들어가는 포의 수분율을 측정하는데 초단피를 쓰는 것이 검토되었다. 이것은 텐터에서 나오는 포가 소정의 수분율을 갖기 위해서 제거해야 할 물의 양을 신호로 알려주는 것이었다. 초단피의 방식을 사용해서 성공했던 Lambeg Industrial Research Association으로부터 매우 많은 도움을 얻었다. 그들은 건조기의 출구에 웨이브 가이드(wave guide)를 부착하였다. 그러나 슬롯트가 있는 웨이브 가이드의 기구사의 난점, 포의 종류에 따른 캘리브레이션의 변화문제, 그리고 결정적인 문제로서 비용이 크게 든다는 결점 때문에 현존하는 텐터에서 이 방법을 쓰기란 어려운 것으로 남게 되었다. 그 후로 적외선의 반사를 이용한 수분율 측정기를 시도하여 보았다. Pier라고 불렀던 이 시험기는 초기에 매우 기대되는 결과를 모여 주었고 접촉시키지 않아도 된다는 이점을 갖고 있었다. 특정포에 대해 캘리브레이션을 일단 하면, 예를 들면 양모의 경우, 그 정확도는 $\pm 1.5\%$ 정도였다. 그러나 불행스럽게도 어떤 염료들은 수분율 측정에 영향을 미쳤고 또 어떤 섬유들은 (특히 인조섬유) 다르게 캘리브레이션을 해야 했는데 이것은 작업자가 포의 종류에 따라 수동식으로 조절해야 한다는 것을 뜻하는 것이었다. 혼방제품이 증가하고 있는 오늘날 이러한 방식을 쓴다는 것은 바람직하지 않았다고 보겠다. 그러나 이 기계는 최종적으로 채택한 방법을 연구하는데 값진 기여를 했다. 전기용량과 저항을 사용하는 방법이 고려되었으나 이미 알려져 있는 사실이었으므로 제외되었다.

Wira의 전기습도계에서 얻은 성공적인 경험과 wira에서 일찍이 행했던 섬유에 있어서의 열적수분교환에 대한 연구를 다시 검토해 본 결과 온도를 이용하는 방법이 좋다고 생각되었다. 이와 같은 생각은 다음에서 기술하는 간단하고 비교적 저렴한 조절장치를 개발하는데 이바지했는데 우리는 이 방식을 “습도계식(hygrometric)”이라고 부르겠다.

3) 습도계식의 원리

이 방법의 원리는 단지 두 온도를 측정하면 된다.

(i) 포의 온도

(ii) 습구 온도계의 온도, 원칙적으로 온도는 텐터내의 공기나 또는 습구표면의 것을 택하면 된다.

후자의 경우를 택하여 사용했는데 그 이유는 건조의 초기(즉 포화상태)에 있어서의 변화를 아는데 특히 적합하기 때문이다.

이 두 온도는 포의 평형상대습도를 결정한다. 물로 포화된 포는 습구와 동일한 온도를 갖게 된다. 물에 포화되지 않은 포는 습구보다 높은 온도를 띄게 될 것이다.

Table 2. 온도와 상대습도의 관계

건습구온도(°C)	포의온도(°C)	상대습도(%)
50	55	75
50	60	58
50	65	45
50	70	35
40	45	80
40	50	55
40	55	41
40	60	31

텐터에서의 포의 온도는 다음과 같은 관계식을 갖게 될 것이다.

$$P(T_c - T_w) = 2.6L(P_w - P_c)$$

단 P: 대기압

T_c : 포의 온도

T_w : 습구온도

L : 온도 T_w 에서 수증기의 잠열

P_w : 온도 T_w 에서 공기의 포화증기압

P_c : T_c 에서 포가 흡수한 물의 증기압

Table 2는 포의 온도, 습구온도와 평형상대습도의 전형적인 관계를 보여준다.

4) 습도계식 피드백 조절장치

이 장치를 텐터기의 백롤러(back roller)밑(포가 텐터를 떠나기 바로 전)에 부착하여 사용하는데 Fig.7에 도시하였다. 포의 온도는 가벼운 하중으로 접촉하고 있는 특수한 탐침(probe)에 의하여 측정된다. 습구의 온도는 포의 상부 10cm 정도에 위치한 더미스터(thermistor)에 의해 측정된다. 두 온도는 신호 발신기(signal processor)에 전달되어 상대습도로 측정된 후 습도에 비례하는 작용을 조절장치에 전달한다. 이것은 구동모터에 있는 속도조절장치를 작동시켜 기준점으로부터의 이탈정도에 따라 텐터의 속도를 증감시켜 준다. 텐터를 떠나는 포에 있어서 그 상대습도를 35%로 맞추면 간편하게 되는데 이때 양모의 수분율은 11% 정도가 된다.(이점에서의 평형상대습도는 이 측정점이 텐터내에 있기 때문에 어느 정도 실제보다 높게 나타난다.)

포의 온도를 측정하는 탐침은 매우 높은 온도에서 작동하는 데에 적합하다. 예를 들면 탐침을 텐터의 입구(온도는 100°C 정도) 가까이에 부착시켜 포가 초기에 가열되는 속도를 성공적으로 측정할 수 있었다. 이것은 물에 대한 열용량에 의해서 주로 결정되고 따라서 포의 단위면적당 필요한 증발량을 나타낸다. 앞서 기술한 초단파방식에서와 마찬가지로 이 방법은 텐터에 있는 포가 길다는 데서 일어나는 난점들을 해결할 수 있도록 조절장치를 보완시킬 수 있다는 가능성을 우리에게 주었다.

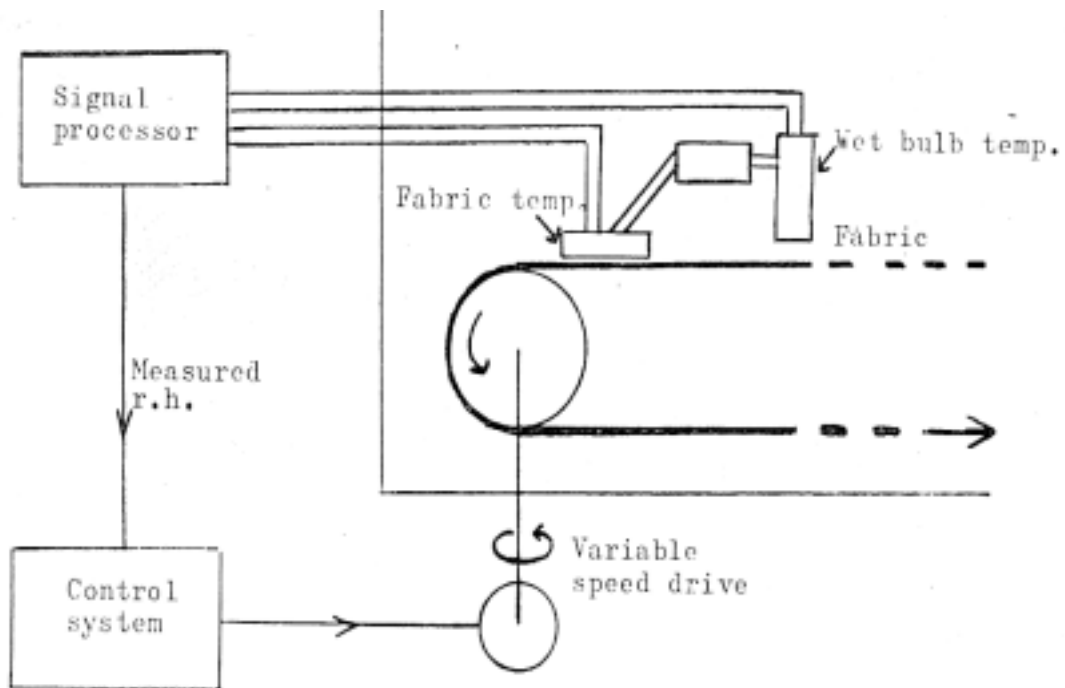


Fig. 7 습도계식 수분조절장치

5) 성능, 비용 및 이점

이 장치는 텐터기에 부착시키기만 하면 되는데 충분한 경험에 의하면 다음의 이점들이 있다.

(i) 수분율 대신 상대습도를 조절하는 것이 논리적으로 맞는 일이며 더구나 혼방제품이 늘어가고 있는 요즘 그 혼방에 따라 평형수분율이 각각 다른 데에서 오는 난점들을 해결해 준다.

(ii) 생산속도를 20% 정도 높일 수 있는데 왜냐하면 텐터작업자는 포가 후고정에서 좀이 쓸거나 손상이 되지 않도록 하려고 과도하게 건조시킬 필요가 없기 때문이다.

(iii) 텐터 작업자는 수분율을 추정하기 위하여 필요한 기술을 습득하는데 여러 해를 낭비할 필요가 없어졌다.

5. 결론 및 요약

양모공정에서 기존기계에 설치할 수 있는 3개의 조절장치에 대해서 설명하였다. 그 첫째가 Wira의 Autocount이다. 이것은 지금 120대 가량이 설치되어 있는데 그 원리는 포토셀에 의해서 빛을 흡수하고 감지하여 카드웹의 단위면적당 중량을 조절해 준다. 두번째는 Wira의 자동용해장치이다. 이것은 정련할 때 소다회를 용해하여 일정한 습도를 유지시켜준다. 약 14대 가량이 설치되어 쓰이고 있는데 이 개념은 다른 분야에서도 응용할 수 있는 가능성을 준다. 세번째는 Sira Institute와 공동으로 개발한 것으로서 텐터에서 습구온도를 측정하여 건조하고 있는 포의 수분율을 조절하는 장치이다.

이상에서 말한 3개의 조절장치를 개발하는데 있어서 열광적인 협조와 생산에 지장을 감수하면서까지 실험장치를 돌려서 값진 정보를 제공해준 회원 회사들에 대하여 깊은 감사를 드린다.