

셀룰로스 섬유와 합성섬유 직물의 전처리

1. 서 언

현대의 염색 및 가공업자들은 더 이상 어떤 문제에 대한 책임을 털태우기, 발호와 표백공정을 담당하는 관계자들에게만 전가시킬 수 없게 되었다. 과거 염색 및 날염기술자들은 직물의 전처리공정에서 생길 수 있는 심각한 결격들을 개선하기 위해서 그들의 모든 기술을 동원해야만 했으나, 이러한 결함은 그 후의 공정에서 행한 모든 노력에도 불구하고 결국 이급제품을 만드는 결과가 되곤 했다.

재래식 전처리공정이 이미 가공공정에 연결된 것으로 취급되지 않는 사실은 연속식 공정이 증가되는데 주로 기인된다. 이 연속식 공정의 특징은 처리시간이 짧아서 재래식 처리공정에서 수시간을 요하던 공정주기가 수분내에 이루어진다. 재래식 전처리공정에서 발생하는 결함은 더 이상 개선될 수 없으며 그로 인한 결점은 수정하기 어려운 것으로 밝혀졌다. 그래서 섬유화학자들은 이러한 재래식 전처리공정 방법을 대체할 새로운 공정기술의 개발을 연구해 왔는데, 특히 BASF사에서의 AWETA 연구가 주목할 만 하다. 이런 점에서 이 회사의 개발에 대한 의의는 매우 중요한 것이다.

2. 공학적 측면에서의 문제점

여기에서 개발의 의의는 새로운 화학적 기술을 재삼 검토하자는 것이 아니라도 공학적 측면에서 진보적인 기술을 밝히는 것과 이런 문제점들을 보완 해결하기 위한 Artos의 연구에 주의를 환기시킴이 그 목적이다. 마음에 다만 연속장치에 의한 확폭직물처리에 대하여 언급코자 한다.

그림 1은 이단계 연속처리공정을 나타내는 것인데, 이 이단계 연속처리공

정의 준비단계에서 행하는 탈태우기공정과 발효공정은 일반적으로 패드-배치(Pad-Batch)공정에 의하여 각각 분리해서 처리한다. 여기서 효소나 산화에 의한 발효공정은 반응시간이 긴 반면에 소모 기계장치는 고속처리할 수 있게 되어 있다. 그러므로 이 공정단계는 정련, 표백을 행하는 공정시간과 일치될 수 없다.



Fig. 1 이단계 연속처리공정의 대표적인 형태

새로운 개발은 식물에서 세척한 호액을 다시 사용할 수 있는 합성호료에 관한 연구가 진행되고 있으며, 이것은 경제적 이유에서 뿐 아니라 생물학적으로 잘 분해되지 않는 PVA와 아크릴레이트(Acrylate) 호료에 의하여 세척수가 오염되는 문제를 근본적으로 해결하자는 것이다. 이미 밝혀진 새로운 방법들이 머서화에 이용되고는 있지만 이에 적합한 가공기계는 아직 개발되어 있지 못한 실정이다. 연속식 전처리공정에서 머서화 기계를 놓을 위치는 공정 중에 식물의 성질에 따라 달라지는데 여기에서 가장 중요한 공정단계인 정련과 표백공정에 대하여 검토해 보기로 한다.

현대적인 전처리공정에서 그 공정시간은 다음과 같다.

순간처리(Shock treatment) 1~3분

단기공정(Short process) 3~10분

중간지속공정(Medium duration process) ~30분

장기공정(Long process) ~30분

증가되는 생산성과 아울러 경제성의 확대추세 때문에 순간처리(Shock treatment)에 의하여 행하는 발효, 정련, 표백공정에 수반되는 모든 요망을 특별한 화학적 수단에 의하여 최상의 가능한 방법으로 만족시키고자 하는 것이 희망이었다. 그러나 순간처리의 극히 짧은 반응시간 등의 이유 때문에 그러한 보통적 공정방법에 대한 섬유가공업자들의 꿈은 실현될 수 없다는 것이 판명되었다. 실제적으로 가능한 모든 공정조건을 만족시키기 위해서는 유연성이 좋아야 하는 것이 필연적이다. 그러므로 위의 표와 같이 각기 공정시간이 다른 것에 주목하여야 한다. 적당한 기계를 설계하는 데도 이런 각기 다른 공정시간을 고려해야 한다. 수세공정이 전체 전처리공정의 성공에 실질적이고도 결정적인 역할을 한다는 것은 위에서 언급한 바와 같이 새로운 기술의 개발과 마찬가지로 중요시 되어야 한다. 전처리공정 중에 있는 직물 중량의 약 30%가 제거해야 할 부산물로 되어 있다(그것은 공정 중에 세척됨). 그래서 전처리공정의 성공여부는 세척효과에 달려있다 해도 과언은 아니다.

오늘날의 연속식 전처리공정 기계에서 직물이 150m/min까지의 생산속도로 처리될 수 있는 것을 고려해 볼 때, 수세공정의 효과를 증진시킬 필요성은 두말할 나위가 없다. 재래식의 통(Vat) 세척기는 이미 이런 필요성을 충족시킬 수가 없기 때문에 근본적으로 새로운 형태의 세척기가 필요하게 되었다.

그림 2는 Artos Hydrotex 세척기 형태로 새로 개발된 세척기의 한 예인데 이 Hydrotex 세척기는 엄격한 역류운동에 의하여 세척액에 직물을 처리한다. 직물은 아래에서 위로 이동되는 반면 세척액은 위로부터 아래로 이동한다. 각 Hydrotex 장치는 24m의 직물을 한꺼번에 수용처리하며 그 수용된 24m의 직물은 공정 중 12번의 방향 전환을 하게 된다. 직물은 수평하게 이동되며 오른쪽 부분은 직물이 상하로 맞서고 있다. 비록 작은 양의 용수를 사용하지만 직물은 상하로 배열된 3개의 침지통(immersion trough)을 통과하여 세척액

에 완전히 포화된다. 비중 차이에 의하여 직물을 처리한 용액은스트리핑 로드(Stripping rod)에 의하여 저면으로 배출된다. 이렇게 하여 세척액에 격렬한 침투작용을 하는 이 효과(일명, 캔버스효과)는 재래식 통세척기에 비해 12배나 좋다. 그것은 직물이 계속하여 방향전환을 하기 때문에 양측에서 교대로 용액이 침투되는 것이다. 마지막으로, 수세공정은 정확히 끓는 온도에서 처리되며 대기압에서 양질의 증기가 수세액을 100℃로 일정하게 유지시켜 준다. 이 온도에서 물의 표면장력은 0에 가까워지며, 100℃에서 물의 점도의 감소가 최소임은 두 말할 것도 없다.

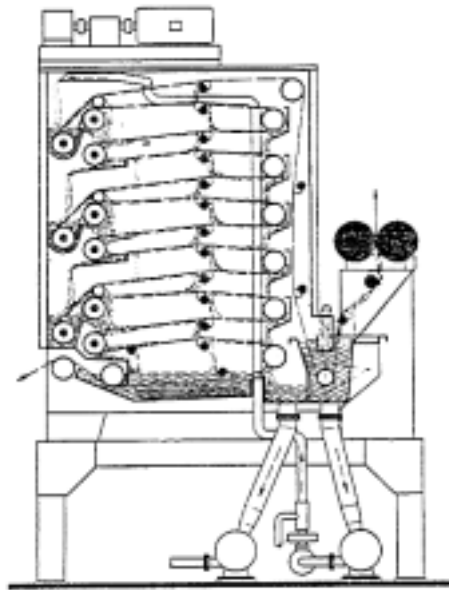


Fig. 2 Artos Hydrotex 세척기 형태로 새로 개발된 한 예

그림 3은 하이드로텍스 (Hydrotex) 세척기의 강력한 수세효과를 보이는 것이며 용수와 에너지의 절약면에서도 주목할 만하다. 직물 1kg당 용수의 소비량이 3kg인지 3.5kg인지, 또 스팀의 소비량이 0.12kg/hr인지 0.15kg/hr인지 하는 문제에 대하여 기계제조업자와 사용자 사이에 격론이 재기될 수 있는데,

공업용수와 에너지의 문제가 큰 관심거리가 되고 있는 요즘 이런 문제의 중요성이 거의됨직한 것이다. 그러나 왜 이 기계를 사용하는 사람들이 새로운 용수의 공급을 위한 자동차단밸브와 폐수로부터 열을 이용할 수 있는 열 교환기를 부착하는데 드는 비교적 싼 추가비용을 쓰기를 주저하는가? 식물과 용수를 대체시켜 주기 위해 반복되는 기계의 정지 때문에 실제 수세공정을 위해 소비되는 용수와 열에너지보다 많은 양을 낭비하는 경우가 흔히 있다. 최근 전처리공정기술의 진보로 인하여 하이드로텍스(Hydrotex) 세척기는 수세용량에서 야기되는 고차적 문제를 완전히 만족시키고 있다고 Artos는 말한다.

위에서 언급했듯이 반응축적기(accumulator)의 수용능력이 각기 다른 반응 시간에 따라 고려되어져야 하는데 그 대응책은 아래와 같다.

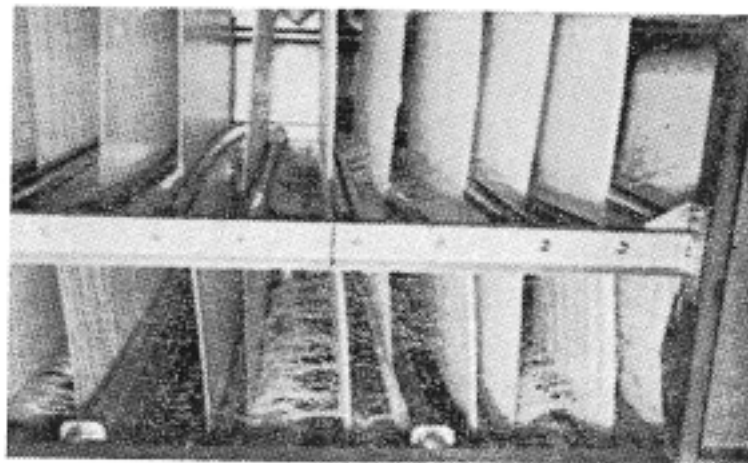


Fig. 3 그림에서 Hydrotex 세척기의 격렬한 수세효과를 암시해 준다.

3. 대응책

그림 4에 다 롤러 스티머(Multi-roller steamer)는 구김이 잘 가는 직물을 처리하기에 알맞게 되어 있으며 특히 일단계 공정에서 순간처리(Shock

treatment)을 하기에 적합하다. 이 형태의 축적기는 한계용량 90~180m로서 직물을 보통의 생산속도로 단지 1~2분 내에 처리할 수 있다. 폭이 일정하지 않는 직물을 구김없이 기계속으로 유도하고 불균제한 장력을 가진 직물을 안전하게 처리하기 위해서는 필히 적당히 장력하에서 처리되어야 한다.

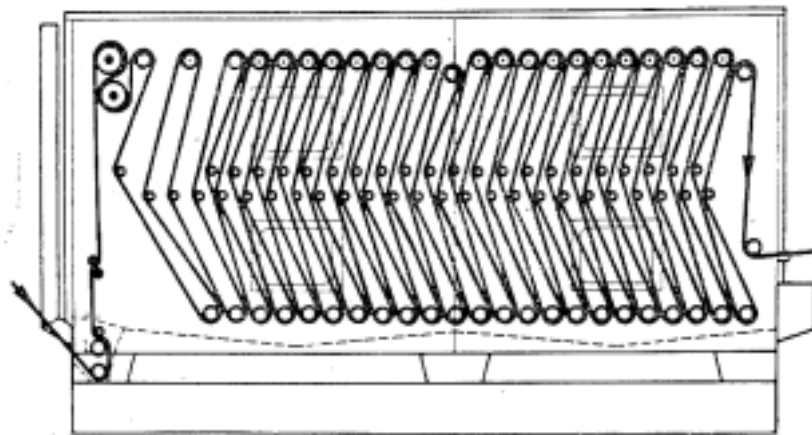


Fig. 4 다 롤러 스팀에이저의 형태

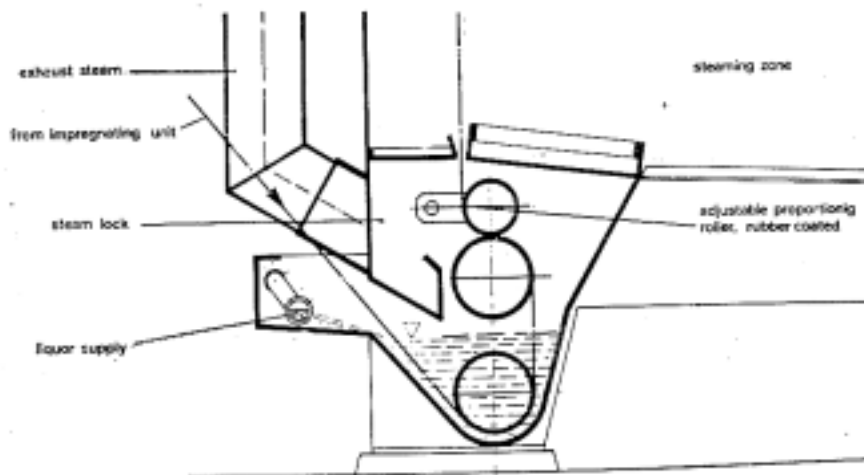


Fig. 5 과산화물에 의한 순간 전처리공정에 특별히 이용되는
스팀입구에 대한 부스터의 구조

그림 5와 같이 주입통(impregnation trough) 소위 부스터(Booster)라는 것을

□롤러 스티머의 입구에 설치할 수도 있다. 이것은 용수의 공급과 표백액의 농도의 강화를 동시에 시킬 수 있는 설비이다.

그림 6의 U-Box는 용량을 크게 변화시킬 수 있는 신뢰성이 큰 장치로서 이것을 무장력상태로 접혀져 있는 직물을 400kg까지 처리할 수 있으며 반응시간은 10~30분의 범위로 변경할 수 있다. 이 U-Box는 비교적 소량의 표백제로 좋은 결과의 백도를 얻을 수 있는 이단계 표백공정에 사용된다.

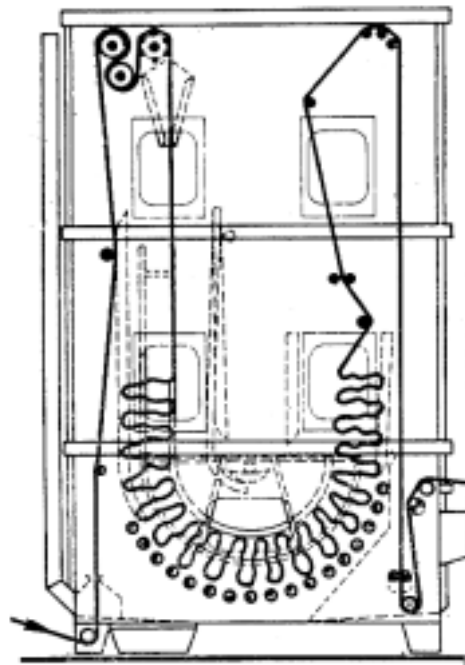


Fig. 6 U-Box의 반응축적기 구조

일단계공정에서 정련처리하는 경우 100% 면직물은 4~5% 가성소다, 면-폴리에스터 혼방직물에는 3% 가성소다를 처리하므로써 우수한 흡수성을 부여할 수 있다. 이단계공정에서 U-Box는 150m/min까지의 속도로 직물을 처리할 수 있다. 특별히 아주 낮은 장력하에서 처리되어야 할 섬세한 직물인 경우, 그림 7에서 보는 것 같이 페스투운형 스티머 에이저(festoom-like steamerager)를 사용함으로써 직물을 성공적으로 처리할 수 있다.

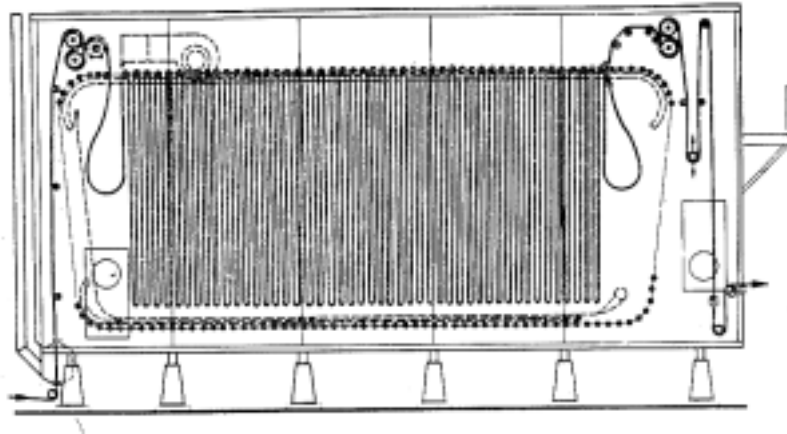


Fig. 7 페스투운형 루프스팀에이저의 형태

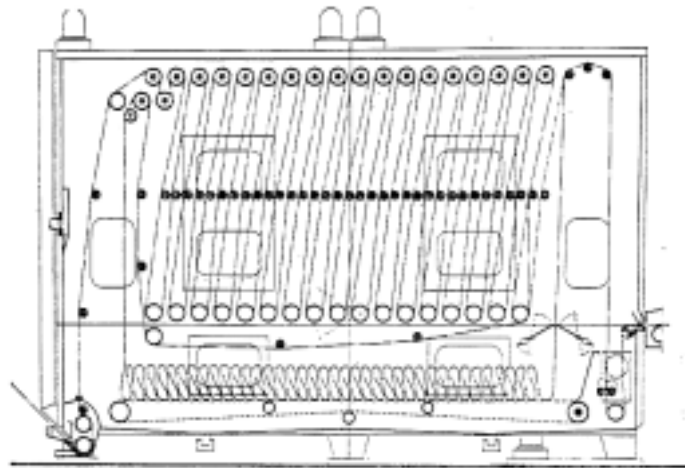


Fig. 8 반응축적기의 새로운 형태인 롤러벨트 축적기의 대표적인 형태

뿐만 아니라 이것은 용량에 있어서도 어떤 반응시간일지라도 100m/min까지의 생산속도에 적합하게 조절될 수 있다. 직물은 자동에 의한 장력에 의해 유도되며 구김이 생길 위험도 없이 좋은 축감을 부여한다.

최근 개발된 반응축적기의 형태는 그림 8에서 보는 것 같은 롤러 벨트 축적기인데 이것은 다 롤러 축적기와 그 위에 수평하게 직물을 축적할 수 있는 컨베이어 벨트를 조합한 형태로 생각할 수 있는 것으로 600m까지의 적재 용량을 가진 이 롤러 벨트 축적기는, 특히 공정시간이 3~10분인 경우 적당하

며 또 구김이 가기 쉬운 직물처리에 적합하다. 직물이 공정 첫 부분으로 유도될 때 시 직물이 팽윤되며 그래서 콘베이어 상에 연속된 직물(storage)의 중량을 최소로 하여 구김이 생길 위험을 제거시켜 준다. 이런 형태의 또 다른 이점은 유연성이다. 제일단계에서 반응실로 유입된 직물이 상부 다 롤러 부분을 첫 통과시 순간처리가 행해진다. 제이단계에서 롤러 벨트로 결합된 이 장치는 표백처리를 위하여 다소 긴 반응시간의 기회를 부여해 준다

4. 구김이 가기 쉬운 직물의 처리

구김이 가기 쉬운 직물에 대해서는 두단계 과정으로 먼저 다 롤러 혹은 루프 스팀 에이저(loop steam ager)같은 축적기에서 알칼리 정련을 행하고 그 다음으로 U-Box에서 효과적 과산화물 표백을 행함이 바람직하다. 이런 공정 순서는 고농도 알칼리 정련공정에서 구김(crease marking)이 생길 위험이 더 크기 때문에 합리적이랄 수 있다. 연속식 복합 세척기의 공정배열순서 중 첫 공정기계인 유사한 모든 형태의 축적기는 밀폐된 스팀에 의하여 수세 전 직물의 냉각을 방지하고 녹은 왁스와 분해된 다른 불순물의 응축을 막아 주어야 한다. 물론 만족스런 전처리를 위한 중요한 문제점은 적당량의 조제로 직물에 균일하게 처리하는 것이며 또한 적절한 투입장치(impregnation device)를 선용하는 것이다. 즉,

- roller Vat를 이용한 재래식 교환투입방법
- 투입펌프(dosing pump)는 없으나 직물속도 자동조절장치를 갖춘 새로 개발된 두 부분으로 된 투입장치
- 투입장치를 고도로 정교한 Artos-Shirley 투입장치(그림 9)는 투입펌프로 가공제를 공급하며 이것은 표백액의 공급을 전체 공정속도에 맞추어야 한다. 언급했듯이 효율 좋은 수세장치와 함께 적절한 투입장치가 달린 축적기의

바른 선택이 전처리장치에 대하여 어떤 공정조건이나 어떤 종류의 직물에도 재현성있는 최적의 결과를 얻도록 해 준다. 실제적으로 그런 것을 잘 입증한 공정장치의 예를 그림 10과 그림 11에서 보여주고 있다.

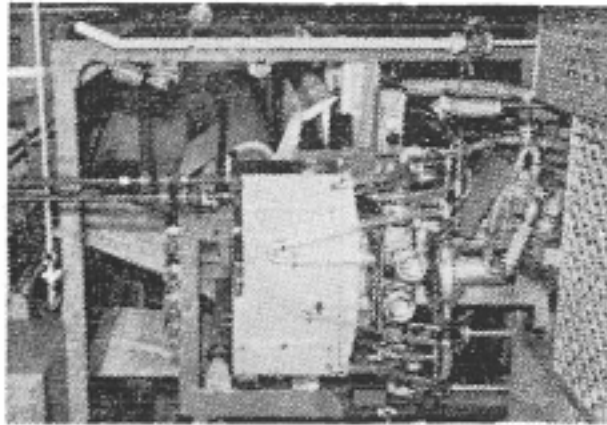


Fig. 9 Artos-Shirley 주입장치의 형태



Fig. 10 2단계 연속식 전처리공정의 순서적 형태

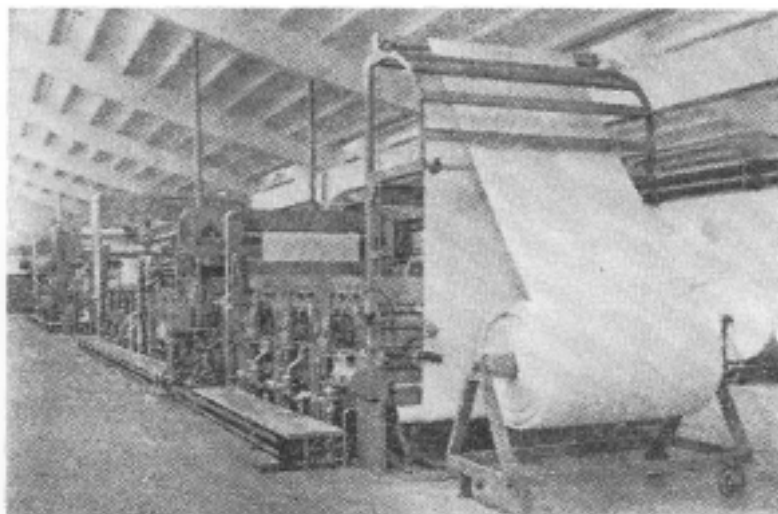


Fig. 11 새로운 형태의 축적기를 사용하고 있는 전경