

경사의 잔털을 줄이기 위한 가호기술

1. 서 언

미국에 있는 Auburn 대학교에서는 1961년 처음으로 가호기술 단기강좌를 개최한 이후에 해를 거듭하면서 이 강좌는 경사준비기술에 관련된 여러 문제점들과 개선사항에 대해 논의하는 최고의 공개 토론회로서 명성을 얻게 되었다. 이 강좌는 Alabama Textile Operating Executives에서 후원을 하기 때문에 그 토론내용은 생산에 관한 것을 위주로 하는 경향이며, 따라서 공장의 경영진 사이에서 폭 넓은 호응을 얻고 있다.

1990년도에는 30주년을 기념하는 강좌가 열렸는데, 이 강좌에서도 예년과 마찬가지로 토론의 초점이 생산과 품질을 향상시키는데 모아졌다. 에어제트 직기를 이용한 제직이 급속히 증가함에 따라 이번 강좌에서 인기 있는 주제는 실의 잔털에 관한 것이었는데, 이는 에어제트 직기의 생산성을 저하시키는 요인 가운데 가장 중요한 문제가 되고 있다.

2. 잔털을 해결하기 위한 최근의 발전동향

실의 잔털은 과거부터 지금까지도 특히 에어제트 직기에서는 가장 주된 정대요인이 되고 있으며, 결과적으로 이러한 현상은 에어제트 직기를 이용하는 제직에서 새로운 정대요인, 즉 경계에 관련된 위사로 인한 정대(warp related filling stop)로 분류하게 되었다.

1989년에 개최되었던 가호기술 단기강좌에서는 ITT(Institute of Textile Technology) 의 Marty Ellis가 실의 잔털을 감소시키려는 ITT 연구진들의 연구 성과에 관하여 보고한 바 있었다. 그 당시 Ellis의 발표에 따르면, ITT에서는 와인더에 부착하는 보조장치에 대해 연구하였는데, 이는 원사 패키지의 잔털

수준을 최소한 원래의 방적사 수준까지 만들어 생산하기 위한 것이었다.

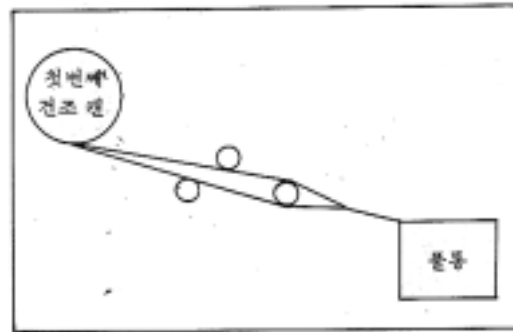
1990년에 발표된 Ellis의 연구내용은 이러한 5세대 장치를 개발하여 현재 공장에서 실제로 사용하고 있다는 것이다. 참고로, 이 공장은 세번수의 고밀도 직물(high-sley fabric)을 생산하고 있다. ITT의 연구를 보면, 직기의 정대 가운데 30% 정도가 잔털과 관계 있는데, 실제 공장에서 수행한 시험결과는 전체 정대의 25%가 잔털 때문에 발생한 것으로 밝혀졌다.

ITT에서는 Murata사와 공동작업으로 특수한 공기와류 노즐(air vortex nozzle)을 개량하고 있으며, 이 노즐은 길이가 긴 잔털 섬유들을 실의 본체 주위로 휘감아 버린다. 이 공장에서는 Ellis가 보고할 당시에 시험용 실을 포함한 여섯 종류의 경사들을 가지고 직물을 생산하고 있었다. 그 당시 가동되고 있던 직기들은 경사와 관계한 전체 정대율을 30% 정도 감소시켰다. 이런 특수한 노즐이 부착된 와인더 스피들의 수가 증가함에 따라서 이 공장은 이와 같이 특수하게 권취된 실의 생산 규모를 더욱 늘리게 될 것이다.

실의 잔털은 에어제트 직기를 운전하는 데 있어 얼마나 장애요인이 될 수 있는가? 예를 들어, 3mm 되는 잔털 섬유는 Ne 30 방적사 직경의 18배 정도 된다고 한다.

가. 냉각식 웨트 스플릿 로드 (chilled wet split rod)

Ellis가 제시한 또 하나의 방안으로서 냉각된 막대(rod)를 설치하여 경사 시트(sheet)가 풀통(size box)에서 나올 때 습윤방식으로 분리시키는 방법이 있다 <그림 1>. 이 방법에서는 실의 잔털이 현저히 줄어들게 된다. 이 막대는 다공성의 스위트 로드 시스템(sweet rod system)과는 다른 것으로서 스위트 로드 시스템은 대개 가호부 앞에 있는 최종 건조 캔에 바로 이어서 설치하고 있다. 잔털 섬유는 스퀴즈 롤러에 달라붙는 경향이 있다.



<그림 1> 냉각식 웨트 스플릿 로드 설치 예
(폴통과 첫번째 건조 실린더 사이에 위치함)

냉각식 웨트 스플릿 로드는 유럽과 일본에서 보통 방적사용 가호기에 사용되고 있으며, 또한 미국에서는 필라멘트사의 가호에도 사용되는 것으로 알려져 있다. ITT의 연구진들은 이에 대한 개념을 수정하고 개선하였는데, 이들은 한 에어제트 제직공장에서 시험설치하여 지난 7월에 끝마쳤다. 이 공장에서는 냉각식 웨트 스플릿 로드로 처리된 경사로 제직했을 때 위사로 인한 전체 정대율이 25~30% 줄어들었다. 아울러 경사로 인한 정대율은 100,000회 위입당 약 0.5% 정도 감소되었다.

Ellis는 냉각식 웨트 스플릿 로드와 관련하여 다음과 같은 인자들을 제시하고 있다.

- 부식되지 않는 소재(스테인레스 또는 황동)로 만들어져야 한다.
- 직경은 최소한 1.5in 되어야 한다.
- 회전속도는 8~12rpm의 범위에 있어야 한다.
- 스플릿 로드 표면은 테플론(Teflon)으로 코팅되어야 한다.
- 스플릿 로드를 통과하게 되는 용수는 온도가 60°F(15.6°C)로서 순환속도는 0.6gal/rod/min이어야 한다.
- 특수한 저장부가 있어 스플릿 로드를 사용하지 않을 때에는 테플론 코

팅을 보호해야 하며, 테플론 코팅에 결함이 생겨서는 절대 안 된다.

3. 가호기에서 잔털의 절감방안

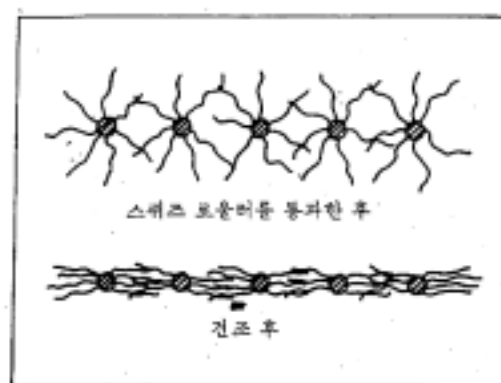
가호기에 관한 여러 가지 운전조건들은 실의 잔털에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. West Point사의 Danny R. Reasley는 이 가운데 두 가지 주요 인자에 대해서 언급하였는데, 즉 서로 인접하는 실 사이의 간격과 가호기 건조부의 배열문제이다.

가. 실 사이의 간격

풀통 점유율(size box occupation)은 실 사이의 간격을 나타내는 척도가 되며, 다음의 식으로 산출한다.

$$\text{점유율(\%)} = \frac{(\text{한 세트로 처리되는 경사 올수}) \times 100}{(100\% \text{일 때의 올수/in}) \times (\text{섹션 빔의 안쪽 길이})}$$

여기에서 ‘100%일 때의 올수/in’ 는 가호공정에 공급되는 실에 관한 것으로서 이 수치는 이용 가능한 표로부터 쉽게 구한다.



<그림 2> 잔털이 스퀴즈 롤러와 접촉하게 되면, 실의 본체로부터 곧추서게 된다. 건조는 잔털을 눕히고 서로 엉키게 한다.

‘플랜지 사이의 섹션 빔 길이’는 경사 시트의 전체 폭을 나타내기 때문에 이는 풀통에서 이용 가능한 전체 작업 폭을 의미한다. 이 공식에서 분자는 경사 시트에서 한 세트로 처리되는 경사의 총 올수를 나타낸다. 이 식을 완성해 보면, 경사 시트가 차지하는 작업 폭의 비율을 알 수 있게 된다.

비록 권장되고 있는 풀통 점유율의 표준이 매우 다양하지만, Beasley는 방적사의 경우에 풀통의 밀도가 50~60%를 초과하지 않는다면 정상적으로 양호한 상태에서 수행할 수 있다고 한다. 건조부의 배치와 경사 시트의 배열 상태는 풀통의 농도가 클 경우에 가호품질에 영향을 준다는 것도 언급하고 있다.

폭이 보다 넓은 섹션 빔이 풀통 점유율에 주는 영향을 고려해 볼 때 풀통을 보다 넓게 하려는 경향은 이해하기가 쉽다. 섹션 빔의 폭이 보다 넓어지면 풀통의 점유율은 감소된다. 미국에 있는 공장들의 경향을 보면, 빔의 폭은 플랜지 사이의 간격이 54in에서 72in 빔으로 바뀌어가는 추세라고 한다. 그 밖의 다른 나라에서는 1,800mm(플랜지 사이의 간격이 70.9in)의 빔으로 교체되고 있는 추세이다.

Beasley는 언급하기를, 또 하나의 경향으로 풀통 점유율을 줄이기 위해 복수의 풀통을 채택하는 추세가 급격히 이루어지고 있다고 한다. 최근에는 대부분의 방적사용 가호기에서 두 개 혹은 그 이상의 풀통이 설치된 것을 볼 수 있다. 전체 경사 시트를 두 개의 풀통에 나누어 처리함으로써 풀통 점유율을 50% 감소시킬 수 있다.

경사 사이의 간격을 해당 실의 직경으로 나타내는 방법(EYD)도 풀통에서 실의 점유율을 평가하는 또 하나의 척도가 될 수 있다. 만일, 두 개의 서로 인접한 경사 사이의 간격이 실 하나의 직경과 같다면 EYD는 1이 되며, 이는 점유율 50%에 해당하게 된다. 또한, 이 간격이 실 두 올의 직경과 같다면

EYD는 2가 되고, 점유율은 33%가 된다. 전형적인 EYD의 표준치는 1.1~1.5 이 다.

나. 건조부의 배열

건조부의 배열 상태는 실의 잔털에 중대한 영향을 미치게 된다. Beasley의 설명에 따르면, 경사 시트가 풀통을 나와서 두 개 혹은 그 이상의 시트로 분리된 후에 건조부 앞에서 하나의 시트로 다시 합쳐지게 될 때 반드시 각각의 시트를 적절히 건조시켜서 호막의 점착성을 최소화시켜야 한다.

만일, 각각의 시트가 적절히 예비건조되지 않았다면, 버스트 로드(burst rod)에서 시트가 찢어짐으로써 실의 잔털은 증가하게 된다. 가호설비를 설계할 때는 반드시 그 공장에서 생산하려는 품종에 적합한 건조 실린더를 구비하는지와 아울러 수분함유량 및 생산속도에 관한 요구조건들도 만족하는지를 확인해야 한다.

다. 개별적인 경사의 건조

이는 잔털을 줄이는 데 있어 보다 앞선 단계가 된다. 여기에서 경사 시트는 두 개로 나누어진다. 각각은 예비건조과정을 통과한 후에 서로 재결합하게 된다. 또한 실의 점유율을 최소화하면, 실끼리 서로 섬유와 호제로 인해 달라붙는 현상이 줄어들며, 한편으로 이들을 분리시키는 힘도 감소된다.

개별적인 경사의 건조방식을 복수의 풀통과 결합시키면, 경사 시트들은 보다 많이 분리시킬 수 있게 된다. Beasley의 보고에 의하면, 풀통이 4개인 가호기와 개별적인 건조방식을 사용하는 경우에 경사는 8개의 분리된 시트 상태로 건조되는데, 이로 인해 서로 인접한 경사 사이에서 섬유끼리 달라붙거나 호제 덩어리가 남아 있는 현상을 거의 모두 없앨 수 있다고 한다.

라. 고압 스퀴징(high pressure squeezing)

경사 시트가 풀통에서 나올 때 실에 존재하는 수분의 양을 감소시킴으로써 증발되는 수분은 보다 줄어들게 되며, 이로 인해 예비건조의 효과는 더욱 커지게 된다.

경사 시트의 상태에서 수분을 줄이게 되면, 건조 실린더의 온도를 낮출 수 있게 되고 아울러 호제의 이동(migration)은 최소화되지만, 이는 반대로 실에 균일한 호막을 형성하는 데 영향을 주게 된다.

4. 저속에서의 가호

이는 제직효율에 치명적인 영향을 미친다. 가호기를 저속으로 운전함으로써 경사 시트가 지나치게 건조되면, 제직효율에는 절대적으로 나쁜 결과를 초래하게 된다. Auburn 대학교의 Yehia El Mogaphy와 Warren Perkins 교수는 최근 가호기의 운전속도를 정상과 저속 상태로 놓고 다섯 가지 경사들을 처리하면서 이와 관련된 연구를 수행하였다. 이 연구에서 특이할 만한 사항 몇 가지는 다음과 같다.

- 경사는 빔 상태로 염색된 P/Cf50/50)의 Ne 24 링 방적사
- 호제는 PVA/전분(65/35)
- 가호기는 West Point사 제품으로 모델명 863이며, 테플론 코팅된 건조 실린더를 구비하고 있음
- 가호속도, 수분의 함유량, 신도 및 사침(leasing)의 장력은 Standberg사의 장치로 모니터링하였음

네 가지 에어제트 직기(Tsudakoma사)와 한 가지 레피어 직기(Saurer사)에 Barco 시스템을 부착하여 모니터링함으로써 제직정대, 실에 관한 인자 그리고 각각의 경사정대를 유발한 빔에서의 위치 등에 관해 비교정보를 얻을 수

있었다. 여기에서 생산된 직물은 작업복용으로 밀도는 64×50 이었다.

<표 1>에서는 다섯 가지 빔에 대해 저속과 정상속도에서 경사로 인한 정대수를 보여 주고 있다. <그림 3>은 두 가지 형태의 정대에 관한 것으로서 그래프 모양으로 나타내었다. 저속에서 경사절의 발생비율은 정상적인 속도 범위보다 86~550% 정도 더 많이 나타나고 있다.

<표 1> 정상속도(65yd/min)와 저속(6yd/min)에서 가호된

빔에 대한 제직시험 결과

인 차	빔				
	1J*	2J*	3J*	4J*	5R**
전체 길이(yd)	3,127	2,051	2,909	2,119	2,180
65yd/min에서 가호된 길이(yd)	2,492	1,432	2,076	1,303	1,770
정상속도에서의 糸切數	19 (0.34)***	15 (0.41)	47 (0.90)	10 (0.26)	13 (0.33)
6yd/min에서 가호된 길이(yd)	635	619	833	816	410
저속에서의 糸切數	24 (2.10)***	22 (1.98)	25 (1.67)	25 (1.70)	13 (1.76)

*J=Tsudakoma 에어제트 직기(667ppm)로 제직

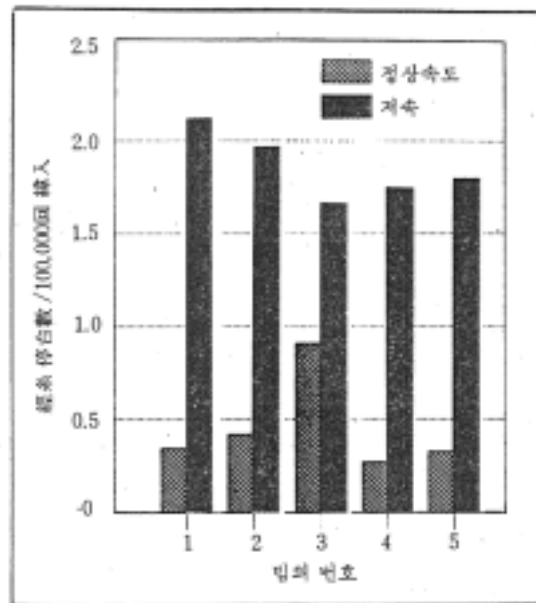
**R=Saurer 레피어 직기(330ppm)로 제직

***괄호 안의 숫자는 위입 100,000 회당 경사 정대수

이 연구에서 경사의 길이는 네 구역으로 설정하였는데, 이 가운데 두 구역에서는 정상속도로 가호했으며 나머지 두 구역은 저속에서 가호하였다. 정상속도에서 가호된 구역(약 700yd)은 경사로 인한 정대가 약 4회 발생하였다(위입 100,000 회당 정대수로 약 0.32). 저속으로 가호된 구역(약 200yd)에서는 경사로 인한 정대가 약 10회 일어났으며, 이는 위입 100,000 회당 경사 정대수 2.8에 해당되는 것이다.

또한, 이들 경사에 대한 시험결과를 보면, 저속에서 가호기를 운전하는 것

은 절단하중, 신도, 강인도, 내마모성 및 잔털 등과 같은 실의 특성을 저하시키는 요인이 되고 있다. 이 가운데에도 내마모성에 미치는 영향이 가장 큰 것으로 밝혀졌다.



<그림 3> 정상속도와 저속으로 가호된 빔에 대한 제직시험 결과(이들 5개의 경사 빔은 저속으로 가호 처리된 구역이 있으며, 이 구역에서 86~550% 더 많은 경사 정대가 발생하였다)