

단섬유방적에 있어서의 연조기

1. 방적공정에서의 위치

방적공장에서의 모든 노력은 결국 생산되는 실에 그 초점을 맞추게 된다. 혼방률이나 여러 가지 가변적인 실의 특성들과 같이 장기적으로 요구되는 균일성이 최소의 비용으로 이루어져야 한다.

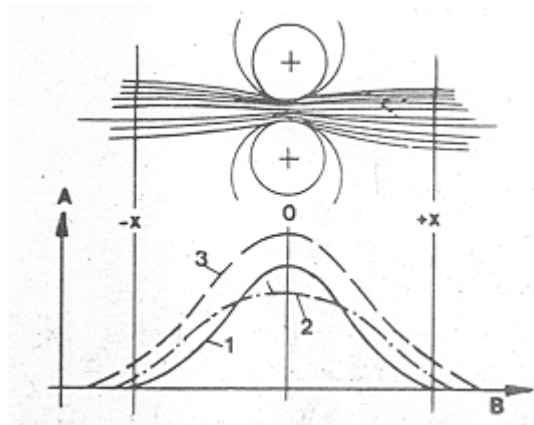
이를 위해서는 원료를 경제적으로 사용해야 함은 물론 작업자, 기계 및 공정을 최소로 해서 배치해야 한다.

면방적 분야에서는 지난 수 십년 동안 기술의 향상 및 공학의 발전을 통해서 여러 번 기계를 통과시키지 않고 오직 한번만 기계를 통과시켜 소기의 목적을 달성할 수 있는 기계개발에 온갖 노력을 집중하여왔는데, 연조기도 그 예외는 아니다. 그러면 왜 연조기가 그렇게 중요한가? 결국 연조기는 기본적으로 그 자체가 하나의 드래프팅 기계에 지나지 않으며 연조공정 이후의 조방기 및 정방기 그 자체에 드래프팅 설비를 갖고 있다.

어떤 의미에서 보면 연조공정은 시간 소비적인 공정이라고 할 수 있는데 그 이유는 연조공정을 2~3번 거친다해도 슬라이버의 굵기는 소면기를 거쳐서 나올 때와 별로 다르지 않기 때문이다. 조방기, 정방기 및 로터 스피너와는 달리 연조기는 슬라이버를 사변수와 비슷하게까지 가늘게 할 수는 없다. 결과적으로 드로잉(drawing)을 하면 물론 굵기는 감소하지만 더블링을 하면 다시 원래의 굵기로 되돌아간다.

2. 효과 및 문제점

연조기는 몇 조의 롤로 구성되는데(두개 또는 세 개가 한조를 이룸) 각 조의 롤은 하나 혹은 2개의 닙(nip)을 형성하며 차례로 배열되어있다(그림1).



<그림 1> 롤의 직경과 하중이 마찰력에 미치는 영향

A: 마찰력 F_R B: 마찰영역의 폭 L_R

1: 작은 롤의 직경, 하중= F_a

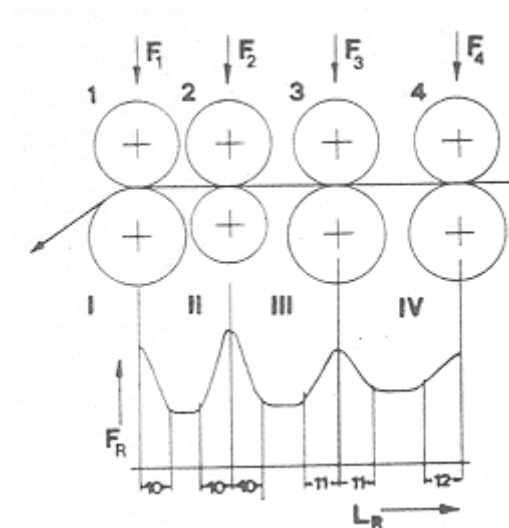
2: 작은 롤의 직경, 하중= $F_b > F_a$

3: 큰 롤의 직경, 하중= F_a

F_a, F_b : 상대적 하중치

슬라이버의 진행방향에 따라 롤의 원주속도가 증가하기 때문에 슬라이버의 횡방향 및 길이방향에 걸쳐 분포된 섬유들은 서로 드래프트가 된다. 따라서 굵기가 감소해서 슬라이버는 가늘어진다. 만약 몇개의 슬라이버가 병행해서 드래프트장치로 들어간 다음 송출된 얇은 슬라이버가 다시 합쳐지면 결과적으로 슬라이버는 드래프트인자 보다도 더블링인자에 의해서 굵어질 것이다. 드래프트에는 상당히 많은 인자가 고려된다. 순수한 롤드래프트 장치에서도 역시 롤에 의한 마찰영역이 존재하고 섬유컨트롤은 그 영역에 의해서 영향을 받는다. 이에 대한 기본적인 이론은 이미 발표된 바 있다. 여기서는 단지 드래프트장치의 설계, 롤의 거리 및 섬유컨트롤에 대한 중요성을 고찰하고자 한다. 그림2는 드래프트장치를 단면적으로 볼 때 닙 포인트(nip point)가 직선적으로 형성되어 있음을 보여주고 있다. 드래프트 장치를 입체적으로 생각하면 섬유속을 파지하는 면(nipping surface)이 존재하는데 이것의 형성은 섬유속, 롤의 직경 및 압력에 따라서 좌우된다. 이 그림은 효과적인

파지점의 거리가 어떻게 감소하는지 보여주며, 따라서 이러한 현상 및 섬유의 스트레칭, 섬유장에 따른 롤간격(ratch) 설정이 드래프트영역 및 패시지(passage)에 따라서 변해야 함을 알 수 있다. 또한 공급 nip(feeding nip)으로부터 멀리 떨어져서 드로우오프 롤(draw-off roll)로 이동하는 섬유가 다음조 롤의 마찰영역에 의해 섬유가 다시 파지될 때까지 마찰력이 감소하는 것을 볼 수 있다. 롤사이의 파지거리 보다 짧은(마찰영역의 유효폭 보다 짧은) 섬유의 거동과 섬유 및 크림프섬유가 드래프트시 받게되는 스트레칭 작용을 이해함과 더불어 드래프트 장치에서 각 조의 롤을 적절히 배열함으로서 전보다 더욱 더 균일한 슬라이버를 생산할 수 있는 기계설계가 가능하게 되었다. 하지만 가이드보조 장치가 없는 이러한 드래프트 장치는 스테이플 조건에 따라서 항상 적절히 변경 운용되어야 한다.

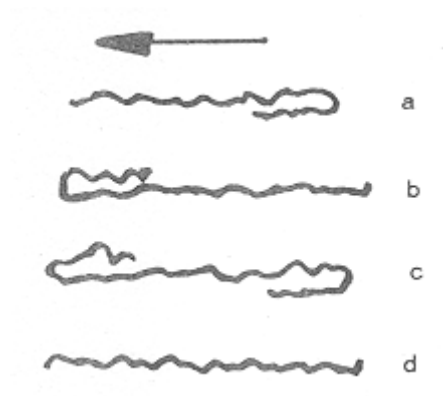


<그림 2> 각각 다른 드래프트 영역에 영향을 주는 상하 4조의 드래프트 장치의 마찰영역 L_R , 세로축은 마찰력 F_R 의 크기를 나타낸다.

소면슬라이버를 연조 할 때 다음 몇 가지 단점이 노출된다.

가. 섬유길이가 길고 짧음에 따라 롤사이의 폭을 조절하여 주어야 하는데 소면슬라이버는 섬유의 길이가 균일하지 않다.

나. 각각의 섬유는 스트레치 되기 보다는 한쪽 끝 혹은 다른쪽 끝에 혹(선단혹 또는 후단혹)이 형성된다(그림3).



<그림 3> 슬라이버를 형성하는 섬유의 비율

a. 후단혹	50%
b. 선단혹	15%
c. 양혹	15%
d. 직선상의 섬유	20%

다. 배치(bath component)간의 블렌딩은 부적합하며 따라서 지금까지는 기술적 및 경제적인 이유 때문에 생략되어왔다.

이러한 단점의 원인은 원료문제 및 방적기술문제로 까지 생각될 수 있다. 경작, 수확, 프레퍼레이션(preparation) 및 블렌딩 등에 수반되는 문제들이 있지만, 예를 들면 자동화된 슈트피드(chute feed)나 카딩 퍼포먼스부스트(carding, performance boost)를 통해 작업할 수 있게 되었기 때문에 보다 경제적인 방식을 할 수 있게 되었다.

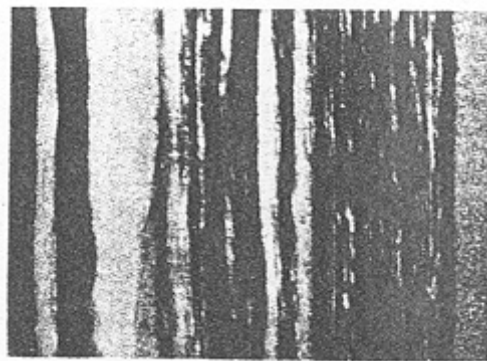
그러나 비록 당면한 이들 문제들이 다른 좋은 장치[배트웨이트레블링(batt

weight leveling), 카드레블링이 부착된 블렌딩기계, 슈트피드장치와 같은]를 사용함으로서 대부분 해결될 수 있다고 해도 최종적으로 만족할 만한 실을 방적하기 위해서는 아직도 연조기가 수행해야 할 점이 많은데 그것은 다음과 같다.

가. 개선될 필요가 있는 변수유지성

나. 원료의 사용을 보다 효과적으로 하고 실의 품질을 향상시키기 위한 연조의 필요성

다. 한 종류의 섬유 및 다른 종류의 섬유를 혼합하는 경우에 효과적인 블렌딩(그림4).

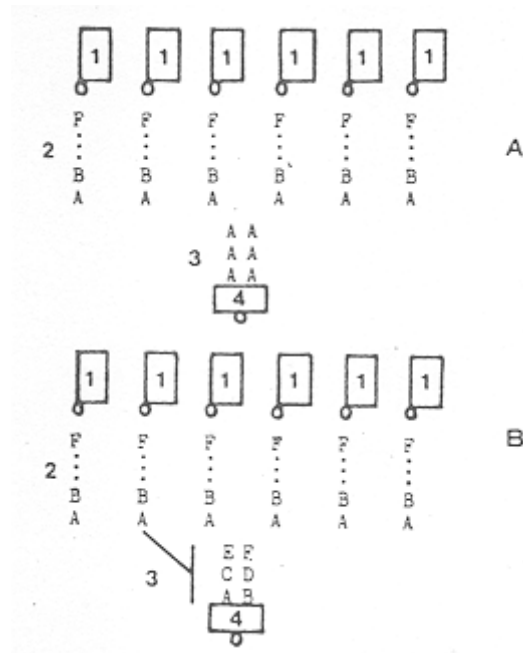


<그림 4> 첫번째, 두번째, 세번째 연조과정(왼쪽에서 오른쪽)의
딜리버리의 플리스로서의 회고, 검은 슬라이버(67/33%)

이러한 문제는 드래프팅과 더블링을 병행함으로서 이룩 될 수 있다. 따라서 드래프팅과 더블링은 서로가 매우 밀접한 관계에 있는 것이다.

드래프팅이 섬유의 폭을 펼치는 반면 더블링은 슬라이버의 이상적인 가늘어짐을 방지하며, 변수유지 및 블렌딩 효과를 증진시킨다. 캔피딩(can feeding)을 적절히 하고 다면 및 길이 방향의 더블링(소면기의 수와 피드장치에 따라서)을 이용함으로서 종종 뚜렷한 품질개선을 기할 수 있다. 길이방향의 더블링은 여러 대의 소면기중에서 한대의 소면기로부터 나오는 슬라이버들만을

더블링 하는 것이며, 단면방향의 더블링은 그 계열에 속한 모든 소면기로부터의 슬라이버들 중에서 각 소면기에서 한 개의 슬라이버만을 취해서 더블링 하는 것이다(그림5).



<그림 5> 소면기(1)에서 순차적으로(A. B. . . . F) 채워진 카드 캔(2)으로부터

단면 방향의 더블링(A)와 길이방향의 더블링(B)

3. 연조피드

4. 연조기

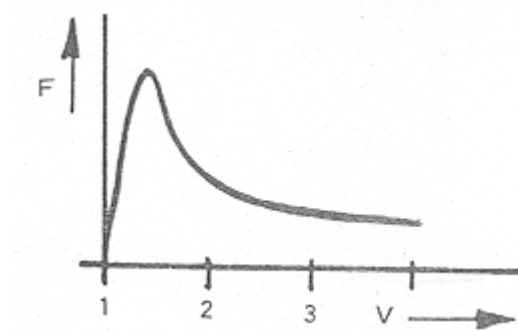
3. 연조기

이미 연조기에서 드래프트장치의 중요성을 강조하고 그 문제점을 정확히 지적하기 위해서 앞에서 간단히 설명한 바 있으며 그러한 문제점은

가. 드래프트되는 섬유속의 부피는 바로 그 다음 패시지(passage)에서 보다 훨씬 크다.

나. 소면슬라이버는 섬유의 스트레치 및 배향이 좋지 않다.

이것은 에이프런(apron)과 같이 부수적인 가이드 장치가 없는 기계가 좋다는 것을 의미한다. 각 조의 롤을 적절하게 배열하고 롤의 성질 및 직경을 연구함으로써 섬유킷트롤을 최적으로 할 수 있는 것이다.

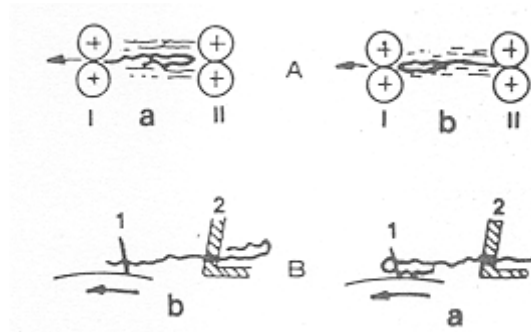


<그림 6> 드래프트 속도와 드래프트력과의 관계

한 개의 드래프트장치내 및 여러 연조 공정간의 전 드래프트의 양과 그것의 배열은 얻고자 하는 효과에 따라서 달라진다.(즉 섬유킷트롤, 스트레치, 균일성). 기계설계나 보관에 관계되는 문제가 아닐 경우 드래프팅 문제는 섬유마찰, 접촉, 또는 이러한 마찰 및 접촉을 극복하는데 필요한 드래프트력 등에 관한 문제로 생각될 수 있다. 이 힘은 섬유속의 부피가 클수록 섬유의 배향이 나뉘수록, 로딩압력이 클수록, 파지점 간격이 가까울수록, 저 드래프트 일수록 증가한다. 저드래프트가 고드래프트 더 큰 드래프트력을 요한다는 사실은 역설적인 것처럼 보이지만 그림6의 저드래프트의 경우는 고드래프트의 경우에서 보다(주변섬유무게에 대해) 더 많은 섬유가 드로잉아웃(drawing-out)되어야 한다는 것을 이해하면 그 이유를 알 수 있다. 따라서 슬라이버의 무게 및 섬유에 따라, 그리고 몇번의 연조공정을 할 경우에 임계백드래프트(critical back draft)영역에서(즉 두번째 패시지에서 $V_v=1.06$, 첫번째 패시지에서 $V_v=1.45$) 왜 드래프트를 달리 하는지는 이로서 알 수 있다. 드래프팅과 관련

하여 한가지 중요한 작용은 섬유축의 드로우아웃(draw-out)이다. 비록 발표된 자료가 일치하지는 않지만 드래프트 저항을 높게하는 인자들이 또한 섬유의 드로우아웃에도 역시 상당히 영향을 준다는 사실에는 일반적으로 일치된 견해를 보인다.

또한 오늘날 보통 이용하는 방법으로 백드래프트(back draft)는 적게하고 주드래프트는 크게하는 드래프트 배열방법이 후단축을 곧게 펼치는 작용을 한다고 인정되었다.(그림7)



<그림 7> 드래프트 장치의 작용(A) 및 드래프트 공정에서

후섬유에 작용하는 원형 코움(B) ($V_I < V_{II}$)

1. 원형코움
2. 니퍼

A에서는 후단축이 우선적으로 펼쳐진다.

B에서는 선단축이 우선적으로 펼쳐진다.

이 방법은 링방적에서 두개의 연조패키지에도 영향을 미친다. 반면에 OE 정방에서는, 태번수에서 중번수까지는 통상 1회의 연조공정을 실시한다. 섬유의 스트레치 및 피이드방향은 로터 정방기의 피딩에 있어서 각각 다른 중요성을 갖는다. 그렇지만 세번수 로터사를 생산할 때는 보통 2회의 연조공정이 이용된다.

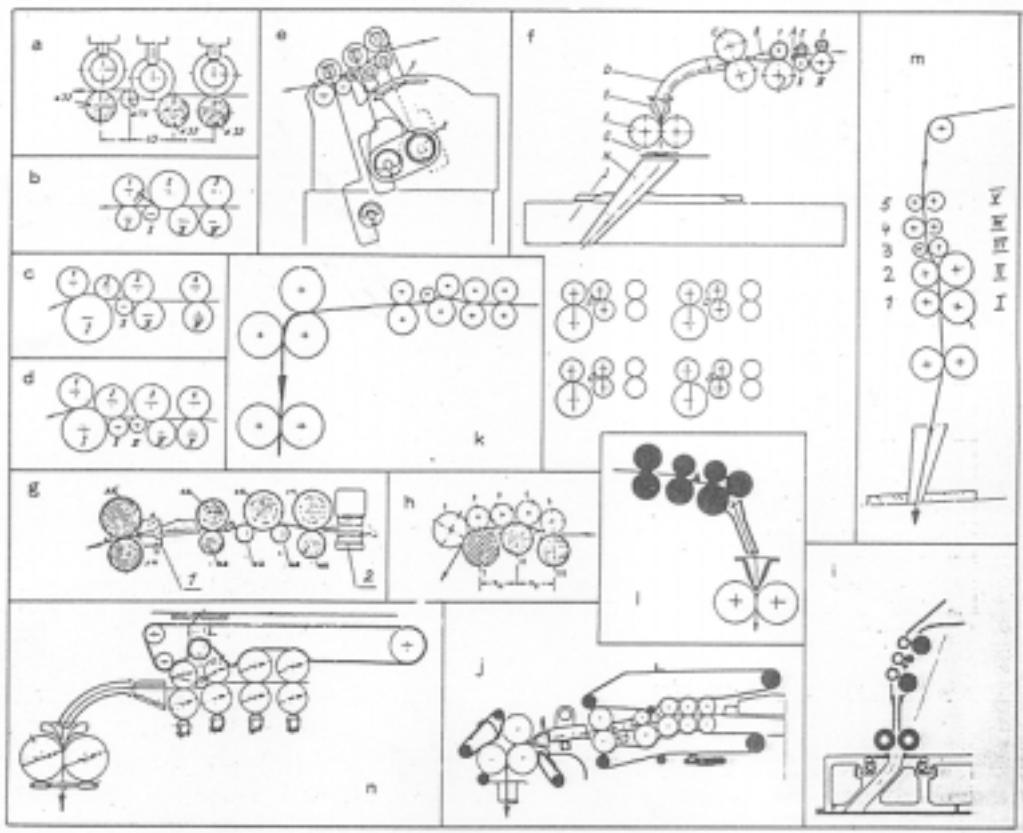
지난 1950년 이후부터 현대의 연조기로 이르기까지 점진적인 개량을 하면

서 사용되었던 드래프트장치는 100년 이상이나 압도적으로 사용되었던 4오버 4배열과는 여러 가지 중요한 면에서 다르다. 이렇게 변화하게 된 동기는 다음 사실을 이해함으로서 비롯되었다.

가. 진행방향으로 드래프트를 증가시키면서 드래프트를 3개의 영역으로 구분한 고전적이고 틀에 박힌 드래프트 배분은 슬라이버 균제도면에서 볼 때 이상적이 못된다.

나. 두개의 영역을 정상영역(steadying zone) 중 오직 한 영역에서만 높은 드래프트를 적용할 때 섬유의 스트레치가 훨씬 더 효과적이다.

다. 드래프트장치의 물기하학은 카렌다 롤 및 튜브휠(tube wheel)도 고려해서 섬유 및 슬라이버 가이드에 따라 응용되어야 한다.



<그림 8> 여러 회사가 제작한 연조기의 드래프트 장치

그림8에 구조적으로 보여지는 드래프트장치는 현재의 기술상태를 보여준다.

예전에 상당히 다양했던 기계설계가 현재에는 오직 2가지로 압축된 링정방기와 비교해 볼 때, 연조기의 경우에는 예전에 사용된 형태가 전범위에 걸쳐 오히려 증가한 것을 이 그림에서 볼 수 있다. 그렇지만 그 대부분은 전통적인 3오버4 배치형태로 집약될 수 있다. 어떤 경우에는 백 드래프트영역이 넓게 설정된 경우도 있고 또 어떤 경우에는 송출되는 플리스(fleece) 방향에 변화를 주어야 하기 때문에 추가로 프론트 톱 롤(front top roll)이 설치되었는데 이 롤은 카드웹 크러시롤(card web crush roll)과 비슷한 작용을 하는 슬라이버질을 개선하기 위한 평평한 크러시롤이다.(그림8h)

<표 1> 연조기 드래프트 장치의 롤 직경(mm)

a) Schubert & Salzer	40 32	40 19	32	40 32
b) Platt Saco-Lowell D7A	38 29	45 19	35	38 35
c) SACM ER3	36 60	28 21	36 35	36 35
d) Whelan	41 51	41 25	19	41 35 35
e) Rieter "Polar" draft system	40 35	25	40 20	40 28 28
f) Platt Saco-Lowell pressure bar draft system (four basic adjustments cover the entire cotton staple range)	33 51	D 27 29	27 29	
g) Vsuc VS ADC-EC	34 28	D 45 22	22	45 32
h) Zinser	38 40	26 25	28 35	28 35
i) SACM ER6	40 60	40 20	35	40 60
j) Toyoda DZ2P	29 45	20 40	22 35	22 35 35
k) Howa DFK3	22 40	20 35	22 32	22 32 32
l) Toyoda DY2P	33 38	26 33	26 33	33 33
m) OMI Ltd "Verta-Draft"	27 50	27 50	18 22	24 18 18 22
n) Sasekusho "Cherry"	31 35	D 27 25	38 35	38 35

D=pressure bar

이러한 설계변형도 또한 필요한데, 만약 설계변형하지 않을 경우 스테이플 길이와 방적특성에 따른 적용상의 어려움이 발생하기 때문이다. 섬유컨트롤 보조장치가 없는 드래프트장치나 드래프트영역에서는 닙포인트의 거리는 처리되는 섬유길이와 조화시켜야만 한다.

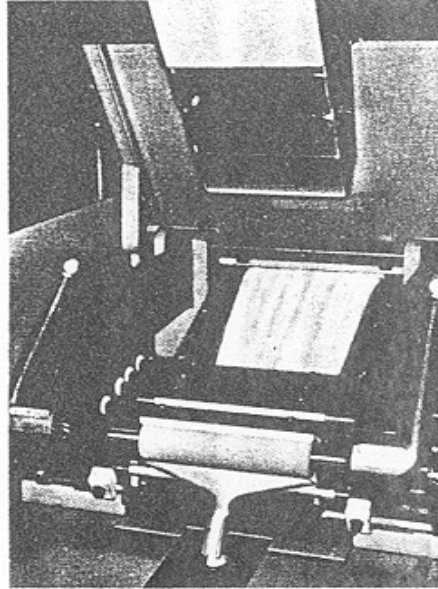
맨처음 설계된 3오버 4드래프트장치를 사용했을 때, 롤의 간격을 가깝게 설정해야 하는 단섬유와 전형적인 명방적에서 어려운 점이 발생했다. 결과적으로 롤의 직경(표1.) 롤의 배열, 백 롤과 프론트 롤의 입구 및 출구의 원호, 그리고 롤 및 롤납에 대한 슬라이버의 공급각도를 달리한 다양한 변형과 조합방법이 오늘날에도 여전히 제시되고 있다. 이것은 드래프팅공정에서 섬유의 가이딩과 닙핑이 매우 중요한데 이에 영향을 준다.

4. 롤의 배열이외의 문제

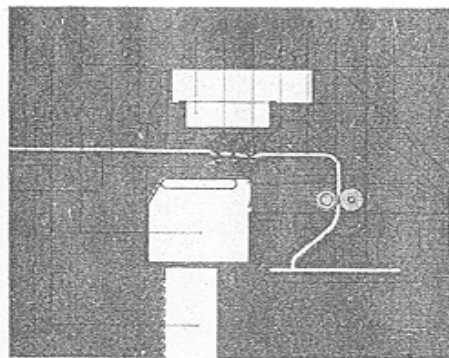
속도문제로부터 발생한 추가적인 문제는 연조기 개발에 더 한층 박차를 가하고 있다.

30m/min 가 몇 십년 동안 거의 극복 할 수 없던 장벽으로서 여겨졌었지만 오늘날에는 속도가 500m/min, 심지어 600m/min 까지도 가능한 기계들이 있으며 실제로 많은 경우에 실용화되고 있다. 만일 이 기간동안에 슬라이버의 무게가 4g/m에서 6g/m로 현저하게 증가됨을 고려하면 생산량은 5kg/h에서 150kg/h로 30배이상 증가된 것이 된다.

이렇게 되기 위해서 롤의 하중도 1daN/cm에서 4daN/cm 이상으로 불가피하게 증가해야만 했는데 이것은 롤베어링과 카버링(covering)을 적절히 개선하고 완전한 흡진장치로 공간적으로 또한 위치적으로 드래프팅영역에서 발생하는 먼지와 플라이(fly)를 효과적으로 제거함으로서 가능했다.(그림 9-10)



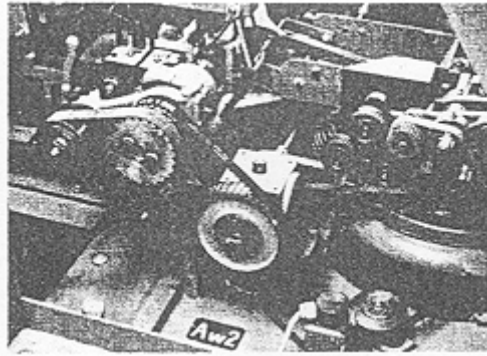
<그림 9> 흡인장치 : 드래프트장치의 밀폐 공간 내에서는 공기가 플라이를 콘덴서로 수송한다. 스트리퍼 립(stripper lip)은 톱물에 플라이가 부착하는 것을 방지한다.



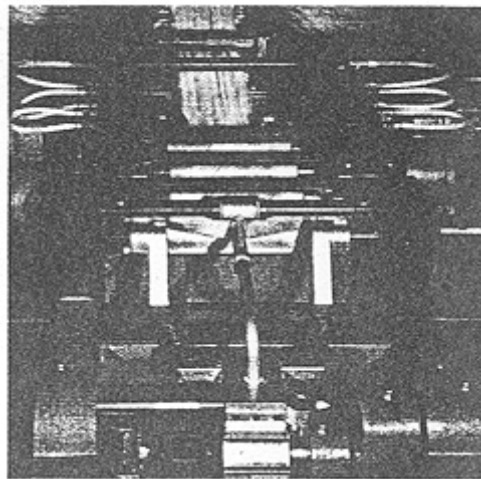
<그림 10> 흡인 및 슬라이버 송출작용을 하는 Rieter

압력바(pressure bar) 드래프트 장치의 약도

1. 피드 테이블 2. 블로우-아웃(blow-out) 관내로의 배기공기의 회귀
3. 하부 흡입관 4. 보텀롤 스트리퍼
5. 공기압력 장치가 달린 로딩암(loading arm)
6. 조정가능한 슬라이버 입구 판 7. 상부 흡입관
8. 톱 롤러 스트리퍼 9. 3-롤러 압력 바 드래프트 장치
10. 압력바(pressure bar) 11. 딜리버리 트럼펫
12. 카렌다 롤 13. 코일러 휘일 내의 슬라이버 닥트
14. 드래프트 장치와 딜리버리 위로 올릴 수 있는 창이 달린 후드



<그림 11> RSB52연조기(Schubert & Salzer)의 롤의 콕 벨트 구동(cog belt drive)

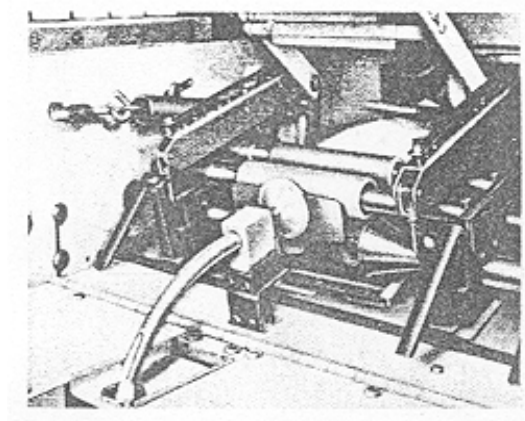


<그림 12> 로딩암(loading arm)이 상승된 압력바(pressure bar)

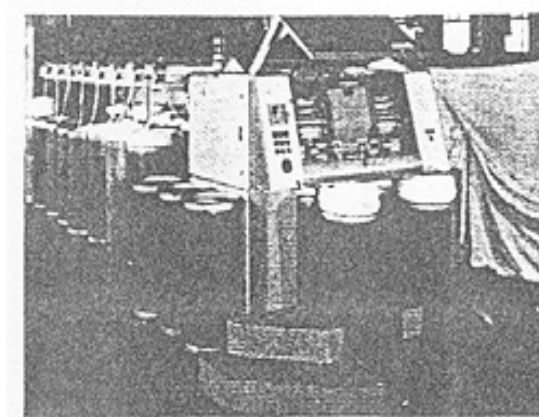
드래프트장치(Rieter)이 드래프트장치는 기압식 로딩 및
기압식 슬라이버 드레딩 보조기구가 있다.

이렇게 발달함에 따라 드래프트장치에도 기어링을 콕벨트트랜스미션(cog belt transmission)으로 바뀐 아주 다른 구동방법이 도입되었는데(그림 11), 이런 현상은 헤드플레이트 및 턴테이블(turntable)에서도 마찬가지였다. 플리스 가이드도 마찬가지로 완전히 재설계가 되었다(그림12). 여기서 생각할 때 가능성과 필요성의 상호작용은 매우 명백하다. 이미 1959년에 Milan에서 개최

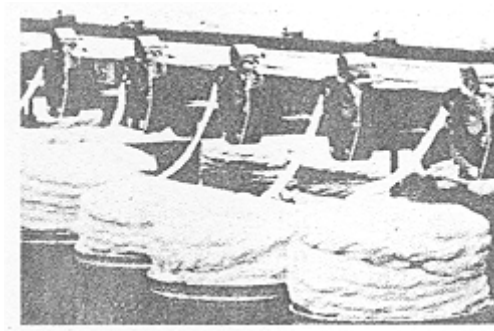
되었던 ITMA에서는 딜리버리속도가 120m/min이 소개되었고, 연조기는 슬라이버가 없을 때에도 200m/min였다. 그 당시의 기술수준으로는 플리스를 적절히 컨트롤 할 수 없었다. 따라서 이 문제는 프론트롤을 나온 즉시(그림13) 플리스를 모으는 방식을 채택함으로써 해결할 수 있었고, 기계설계자들은 가능한 한 속도로 맞추기 위해서 다시 한번 설계해야 했다. 오늘날 속도는 경제성 있는 공학기술과 적절한 원료의 조절 및 생산의 적응에 따라 결정된다.



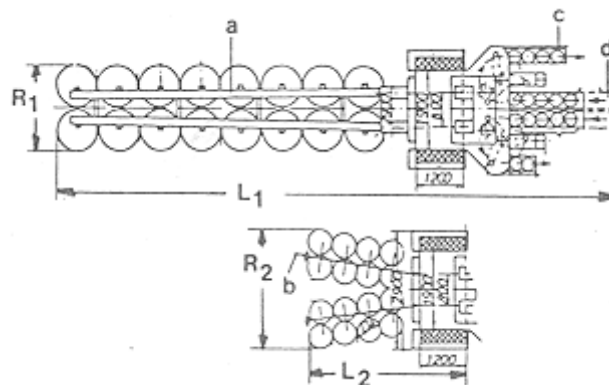
<그림 13> 레블링 연조기 1544/2(Textima)에 있는 밀폐된 플리스 가이드



<그림 14> 자동 캔 교환이 되는 고성능 연조기 Erb(SACM)



<그림 15> 슬라이버의 적극적인 공급 및 완벽한 먼지
흡인 장치가 있는 피드 테이블의 일부분



<그림 16> 연조기가 차지하는 공간

$D=8$ 이고 캔의 직경이 1000mm이면 캔 교환기를 포함한 전길이 L_1 은 14.9m이다.

같은 연조기에서 캔의 직경이 350mm이고 캔 교환 장치가 없으면 전길이 $L_2=3.1$ m이다.

$R_1=2100$ mm, $R_2=1900$ mm

a: 피드 테이블 b: 크릴 c: 캔 트럭 d: 런-업경사(run-up ramp)

한가지 중요한 점은 플리스/슬라이버를 칼렌더롤 및 튜브휠을 통해서 캔으로 가게하는 가이딩이다(그림8i, 10, 14). 어떤 경우에도 직경 1,000mm, 높이 1,100mm 이상 되는 캔에서의 코일링이 아무런 문제가 없어야 한다.

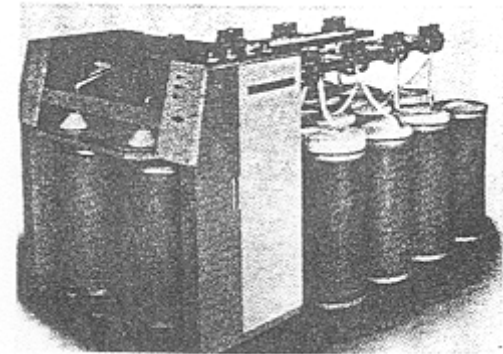
속도가 증가함에 따라서 롤러감김과 절단 시에 정지운동의 문제가 발생한다. 인피드(infeed) 속도를 딜리버리 속도보다 3배이상 높게 할 경우에, 레버를 작동해서 기계를 정지시키기에는 무리가 있다. 따라서 현재는 전기적 제

동장치가 요구되며, 슬라이버가 절단된 경우에 절단된 슬라이버가 또 하나의 새로운 결점이 발생할 위험을 내포하고 있으므로 드래프트장치로 들어가기 전에 확실히 정지되어야 한다. 슬라이버 공급도 적절히 조절되어야하며(그림 15), 캔의 크기가 커짐과 더불어 드래프트장치 까지의 길이도 길어진다(그림 16).

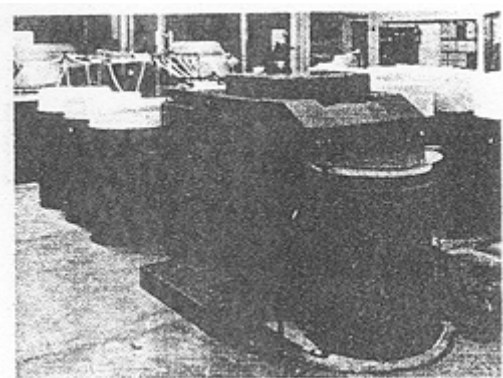
연조기에서 발생하는 결점의 수는 속도 보다는 생산량에 더 좌우된다. 일 정시간 동안에 생산량을 30배로 증가시키면 기계정지회수도 30배로 증가 한 다. 그러나 만약 매번 정지할 때 마다 손실되는 시간이 같다고 가정하면 성 능이 높아짐으로서 효율은 낮아지게 된다. 이렇기 때문에 헤드당 딜리버리의 수가 6에서 5, 4 그리고 2, 마지막에는 1까지 감소되었다. (그림 17, 18, 19), 효 율문제는 별도로 하더라도 헤드당의 딜리버리수의 감소는 여러 가지 구색을 갖추기 위해서도 필요불가피하였다. 왜냐하면 어떤 융통성을 유지하는 것이 바람직하였기 때문이다. 따라서 연조기는 방적공장에서 병목(bottle neck) 현상 을 초래하게 되었고 그러므로 대부분의 공장은 비록 가동 조건이 최고의 성 능을 발휘할 수 있어도, 그렇게 하려고 하지 않는다. 캔의 크기 및 위급 문 제 또한 고성능연조기 설계에 큰 영향을 준다. 캔이 클수록 취급 횟수는 줄 고 또한 그 만큼 캔의 숫자도 작아진다. 소면기 및 처음 연조에 있어서는 사 실상 이용할 수 있는 공간이 어느 정도냐 하는 것이 유일한 제약점인데 반 해서, 마지막 연조기에서는 딜리버리 캔을 정방기나 경우에 따라서는 OE로 터 정방기에 맞춰야 한다(그림22). 여기서 또한 자동캔 교환장치가 필수적이 다(그림23). 연조기의 기본형태에 따라 그것이 딜리버리가 하나이건 둘이건, 특허상황이 어떻던, 또한 캔의 크기를 어떻게 조화시켜야 하던지(그림24) 여 러 가지 방법이 제공된다. 여러 경우에 다음 공정으로의 수송방법, 설치 및 작업의 용이성 등이 또한 고려된다.



<그림 17> 1950년 Schubert & Salzer사가 제작한 Ingolstadt 연조기



<그림 18> 2-딜리버리의 최초형태인 연조기 ER3(SACM)(1959)

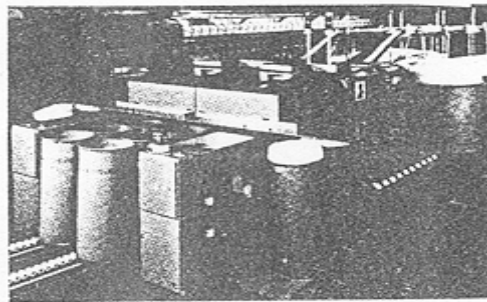


<그림 19> 1-딜리버리인 Ingoistadt의 레블러 연조기

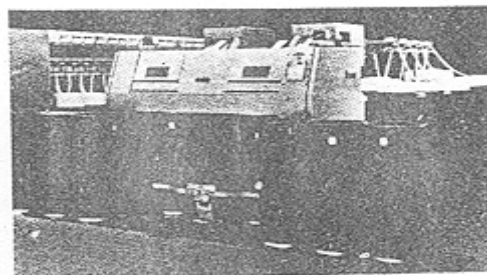
Schubert & Salzer사는 처음으로 딜리버리가 하나인 연조기를 제작했다.



<그림 20> 선형 캔 로터 TKL(Rieter)



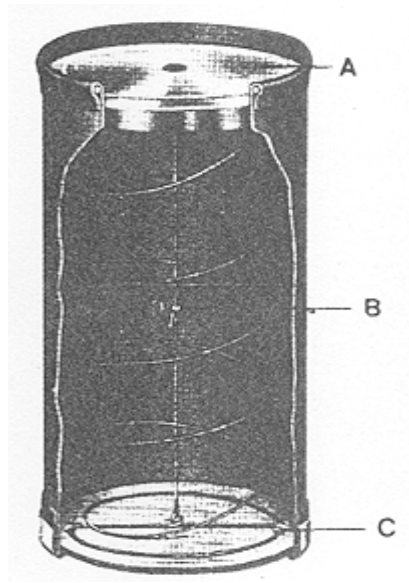
<그림 21> 딜리버리가 2이고 자동 캔 교환기가 있는
레블러 연조기 RSB 52((Schubert & Salzer)



<그림 22> 레벨링 장치 및 교환기가 있는 레블러 연조기 720/2R(Zinger)



<그림 23> 캔 교환기가 있는 싱글-헤드 연조기 DO/5(Rieter)

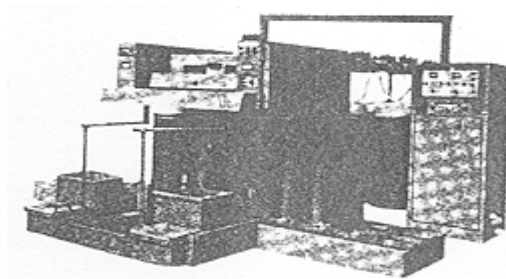


<그림 24> 정방 캔의 내부 모양

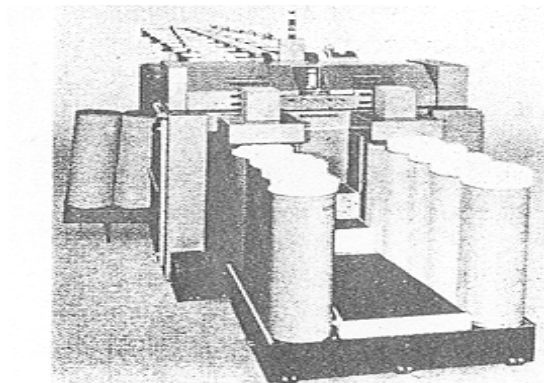
A : 플라스틱판

B : Perlon 코드

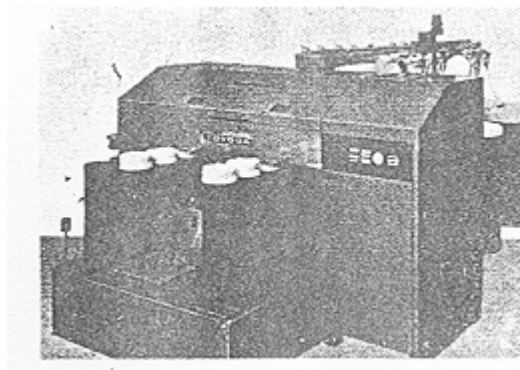
C : 와이어 스프링



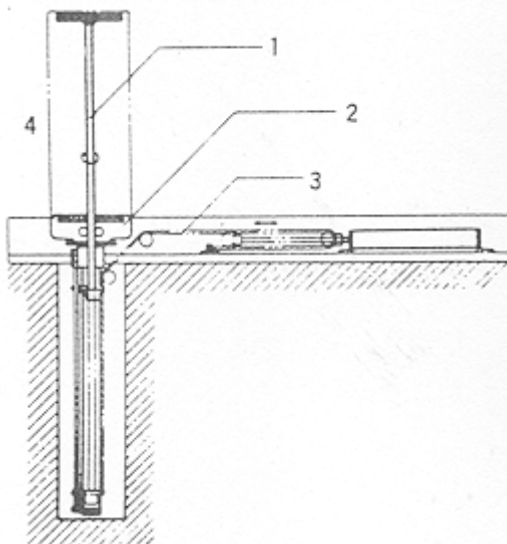
<그림 25> 레블러 연조기 VS 4A-ADC(VOUK)



<그림 26> OE로터 정방기용 작은 캔이 있는 Versamatic DG 연조기



<그림 27> 딜리버리2. 캔의 직경 225mm 높이 914mm이고
캔 자동교환기가 있는 OE 로터 정방용 DZ 2P 연조기



<그림 28> DZ 2P 연조기(Toyoda)에 있는 슬라이버 압축장치

1. 리프팅 로드 2. 턴 테이블 3. 체인 4. 캔

5. 신기술과의 조화

이와 관련해 오늘날에는 소위 OE 연조기라는 것이 특별한 관심을 갖는데 이 연조기에서는 캔이 막바로 정방기로 이동한다(그림 25, 26). 이런 형태의 정방기에서는 보통, 공간이 매우 한정되어 있어서(캔의 크기 및 높이 면에서) 결과적으로 압축장치가 달려서 캔내용물을 상당히 압착할 수 있고 따라서

그 용량이 증가된 연조기가 출현했다(그림 27, 28).

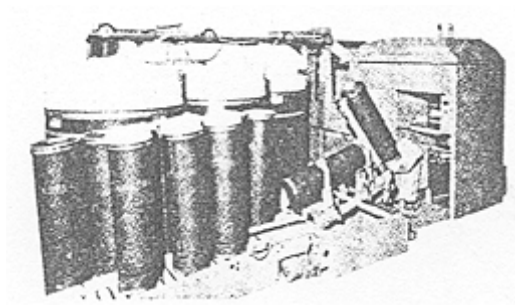
캔의 크기에 거의 제약을 받지 않는 싱글사이드(Single Sided) OE정방기는 면방적에서는 예외이다.

6. 블렌더로서의 연조기

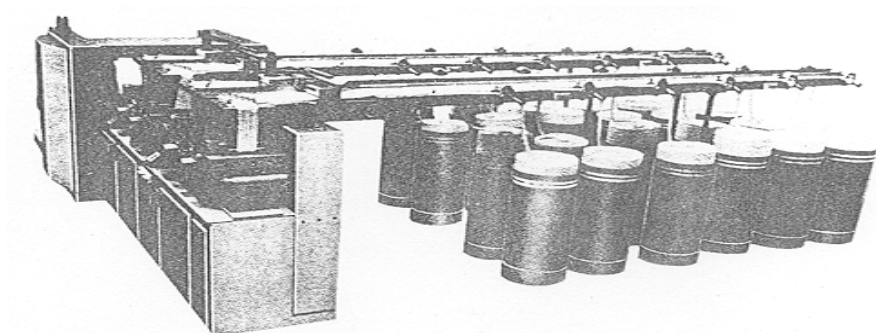
연조기가 선택적인 블렌딩을 할 가능성에 대해서는 이미 언급한 바 있으며 정방공장에서는 이것을 상당히 이용하고 있다. 폴리에스터와 면과 같은 천연섬유와 합성섬유의 혼방에 있어서 연조기는 자주 이용된다. 이것은 근본적으로는 요구조건이 서로 다르기 때문에 그 조건을 만족시키기 위해서는 다른 기계로 블로우룸(blow room)과 카딩에서 다른 파이버스톡(fibre stock)을 각각 분리해서 처리하는 가능성에 의해 설명된다. 그러나 연조기에서 행해지는 블렌딩이 완전하다고 말할 수 없다. 블렌딩은 더블링횟수와 전드래프트의 문제로서 일반적으로 3회 블렌딩 작업이 시행된다. 연조기 블렌딩에 기인한 또 다른 이점은 슬라이버의 수와 피드슬라이버의 굵기를 선택할 수 있기 때문에 실제적으로 블렌드비를 조절하기가 용이하다. 하지만 매우 중요한 블렌드 또는 블렌드비의 정확성이 요구될 때는 슬라이버의 불균제도도 반드시 고려되어야 한다. 그런 상황 하에서 레블러연조기로 블렌딩 할 경우 블렌드비의 균일성 면에서는 어떤 개선도 보장되지 않는다. 왜냐하면 레블러 연조기는 오직 피이드하는 슬라이버를 전체로해서만 고르게 하고 개개의 슬라이버에 대해서는 그렇지 못하기 때문이다. 따라서 이 경우에는 터프트블렌딩이나 카드레블링을 해야만한다. 이러한 연조기로 블렌드의 균일성을 얻기 위해서는 더블링을 여러 번 계속해서(예를 들면 7번) 실시하면 가능한데, 그 이유는 더블링을 여러 번 계속할수록 적게 할 때 보다는 블렌딩 효과가 개선되기 때문이다. 이때 여러 성분에 대해 슬라이버 무게를 달리할 필요가 있는데

이 경우에 좋은 연조기가 그 능력을 발휘한다.

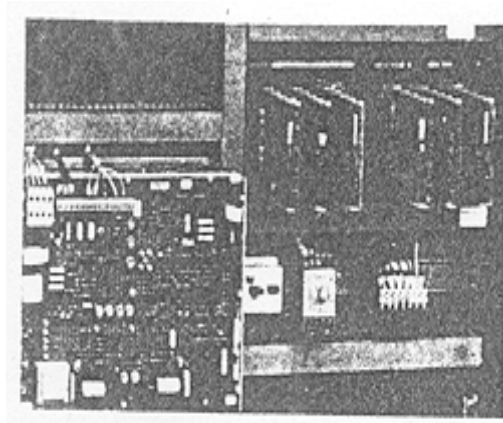
여러 회사가 한 기계에 두개의 패시지를 혼합하여 그 나름대로의 블렌딩 연조기를 제작하였다 (그림 29, 30). 플리스는 첫번째 패시지에서 수직으로 더블링되며 두번째 연조에서 요구되는 슬라이버 변수로 드래프트된다. 이런 형태의 연조기는 소모방적에서 오랫동안 사용되었지만 단섬유방적에서 바라는 만큼의 인정은 얻지 못했다. 그 이유는 2번 또는 3번 연조공정을 하는 재래식 연조기로 더블링 회수를 많이 할 수 있기 때문일 것이다. 이러한 연조기의 사용여부를 결정 할 때는 공간, 효율, 진행방향의 역전, 섬유스트레치 및 필요한 작업자를 고려해서 정해야 한다.



<그림 29> 샌드위치에 원리에 입각한 Hispablender OE 블렌딩 연조기
(Heberlein Hispano)



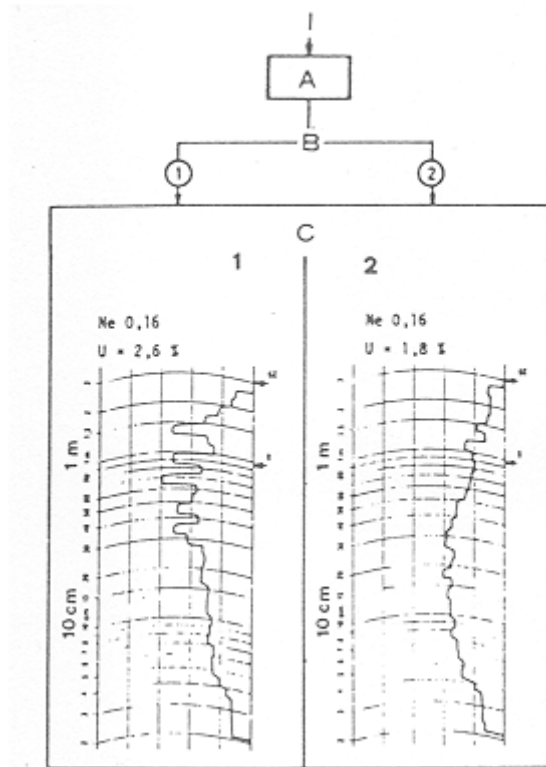
<그림 30> 독자적으로 조정가능한 드래프트 장치가 달린 블렌딩 연조기
VSM(Vouk)



<그림 31> 레블러 연조기 RSB52에 있는 전자장치(Schubert & Salzer)

7. 레블러 연조기(leveler draw frames)

이 연조기는 방적공장에서 상당히 널리 인식되어있다(그림 19, 21, 22, 25). 더 자동화 시키기위한 노력의 일환으로 소면기와 연조기 사이에 있는 리지드링크(rigid link)를 제거하여 생산조건이 맞지않거나 품질이 2번째 연조공정에 의해 좌우되는 곳에 이 기계를 적용함으로써 그 타당성을 입증했다. 주요 이유는 스커쳐(Scutcher)에 있는 페달이브너(pedal evener)가 사라지고 슈트피딩 장치가 널리 채택된 데 있다. 오늘날 레블러 연조기는 카드레블링과 개량된 슈트피딩장치에 의해 심각하게 도전 받고 있다. 그렇지만 레블러 연조기는 아직도 그 영역을 고수하고 있는데, 이것은 단주기 변동 까지도 또한 몇몇 다른 조건도 이 기계의 사용을 유리하게 하기 때문이다. 레블러 연조기는 OE 로터 방적에서도 또한 확고한 위치를 확보하고 있다. 레블러 연조기가 피드백(feed back) 또는 피드포워드(feed forward) 원칙에 입각해서 작동해야 한다는 문제에 대해서는 더 이상의 토론의 여지가 없고, 레블링을 피드와 딜리버리 중 어느 부분에 더 잘 적용해야 하는지 정방공장에서 목표로 하는 자동화 정도에 의해 주로 결정되어야 한다.



<그림 32> 처음 연조공정에 레블링 장치 ADCEC를 응용한 정소면주기의 보상 E시스템은 딜리버리를 감지해서 피드백에의해 수정하는 반면 전기용량식 측정 시스템은 슬라이버 피드의 단주기 변동을 수정하는 포워드 시스템을 사용한다.

L: 슬라이버 랩(UCC-L로 레블된)

A: 코우머

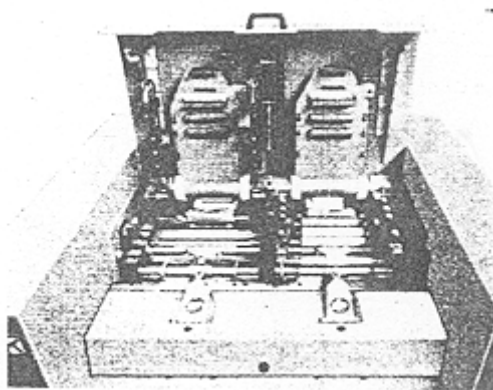
B: 시험구분

C: 첫번째 연조

1. 연조레블링을 안한 경우
2. 전기용량식 장치와 Uster ADCEC 연조레블링을 한 경우

새로운 레블링시스템을 이용하여 단주기 변동을 컨트롤하려는 시도가 최근에 행해졌다(그림 21, 23). 전자조절타이머에 의해서 주드래프트영역의 가장 적당한 위치에서 드래프트의 자동조절이 가증하다. 이 타이머는 기계적으로 작동을 기억 할 수 있지만 속도가 증가하면 작용이 둔화해서 새로운 형태의

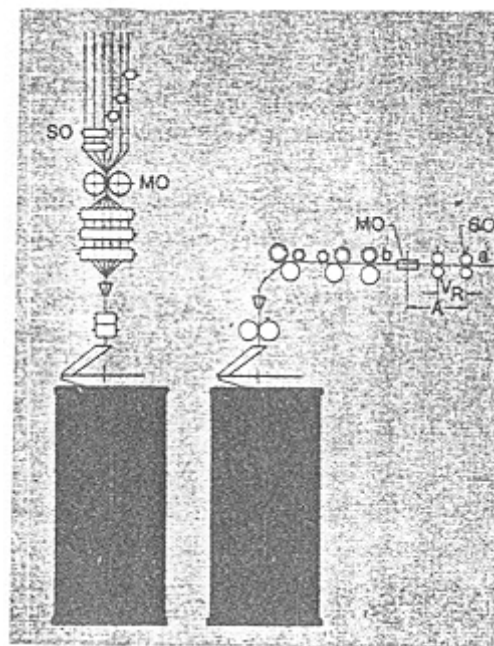
기계에는 사용 할 수 없게 되었다. 여러 가지의 연조기도 기본적인 개량을 해서 필요하면 후에라도 레블링을 다시 적용 할 수 있다(그림 22, 23). 새로운 레블러 연조기에서는 슬라이버의 균제도를 더 만족스럽게 수정하고 감지파장을 축소(즉 소면주기의 제거)하기 위해서 새로운 조절장치가 설계 되었다(그림 32). Zellweger Uster Ltd에 의해서 개발되고 Vouk에서 사용된 ADCEC장치가 이 예다(그림8의 J와 32). 이 장치에서 공기식 측정트럼펫은 일정한 속도로 송출되는 슬라이버의 변수를 감지한다. 그렇게 측정된 값은 전자장치내에서 미리조정된 수치와 비교된다. 만약 두 수치에 차이가 있으면 슬라이버의 공급속도는, 송출되는 슬라이버가 미리 설정된 수치와 일치 할 때까지 써보모터(Servomotor)와 자동구동(differential drive)에 의해서 변화된다. 이런 장치에서의 수정길이는 4~10m이다. 또한 드래프트장치앞에 전기용량식 측정장치를 설치해서 그것을 조절장치에 연결함으로써 공급되는 슬라이버의 단면변동을 측정한다. 이 경우에도 미리 설정한 값과 차이가 나면 앞에서 설명한 것과 마찬가지로 장치에 의해서 수정된다. 이렇게 하면 수정길이는 40cm가 된다.



<그림 33> VS 4 A-ADC-EC 연조기(Vouk)의 드래프트 영역

SACM연조기 ER6에 있는 RC레블링 장치에서는 공급된 슬라이버가 두개

의 롤 사이에서 감지된다. 따라서 변수변동은 전자신호로 변화하고 이를 적분함으로서 정확한 피드변수를 구한다. 신호는 저장되며 결점부분이 드래프트영역에 들어오면 그 즉시 신호를 흘려보내 전자속도 변조기는 이것을 주전원(epicyclic gear)에 보내어 그 차이만큼 백 롤의 속도를 변화 시켜서 트래프트를 수정한다.



<그림 34> 딜리버리가 하나 혹은 둘인 Zinger720

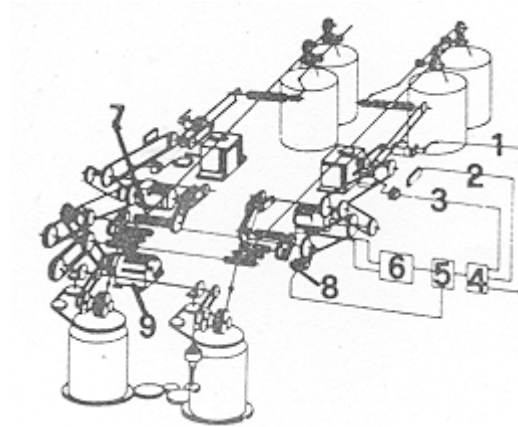
연조기에 적합 Lev-A-MAT레블링 장치

드래프트장치입구에 합쳐진 슬라이버를 감지하는 부분(MO)가 있다. 그보다 전에 드래프트 영역이 하나인 드래프트장치가 있는데 거기서는 전체 피드의 무게변동이 SO에서 3개의 슬라이버에 대해 타임-랙(time lag)으로서 수정된다. 이렇게 해서 전체피드의 변동이 수정된다.

MO : 측정점 SO : 수정점 A : MO와 SO간의 거리
VR : 레블링 타임 락 a : 레블되지 않은 것
b : 레블 된 것

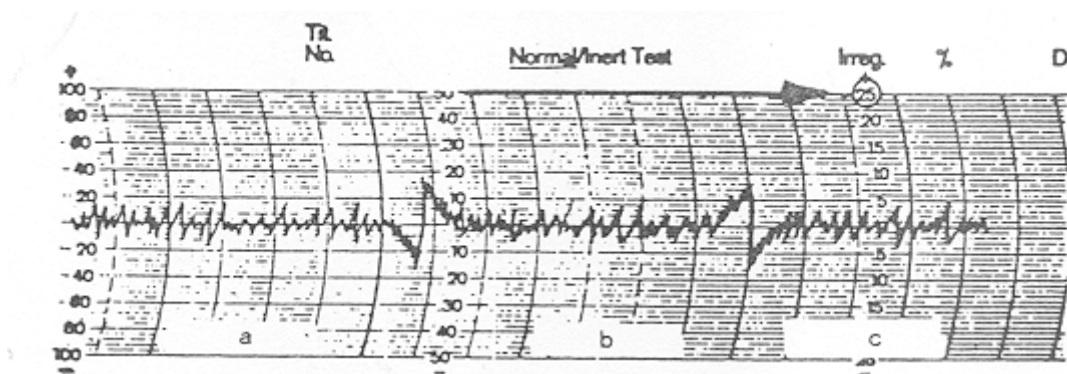
전자기계적인 레블링장치가 Schubert & Salzer의 RSB 52에도 설치되어있다.(그림 21, 35) 이 연조기에는 독립적으로 레블링 되는 2개의 딜리버리가

있다. 각 헤드에 공급되는 슬라이버는 드래프트장치앞에 있는 한 쌍의 롤에 의해 그 무게가 감지된다. 이 때 어떠한 무게변동도 감지 롤의 편향을 유발해서 그것이 전기적 신호로 변화되어 드래프트를 변화시킨다. 전자기억장치는 결점 있는 슬라이버가 드래프트장치의 가장 적절한 위치에 있을 때 수정 작용을 하게끔 한다(그림 36).



<그림 35> 레블러 연조기 RSB52(Schubert & Salzer)의 구동

- | | | |
|-----------|----------------|---------------|
| 1. 신호변환기 | 2. 진공관 display | 3. 펄서(pulser) |
| 4. 타이밍 단계 | 5. 드래프트 단계 | 6. 모터 조절 |
| 7. 속도변환모터 | 8. 조절계 | 9. 주모터 |



<그림 36> 이 차트는 RSB 52 레블러 연조기에서 상당히 짧은 거리로 슬라이버의 무게 변동이 얼마나 정확하게 수정될 수 있는지를 보여준다.

이러한 전자기억장치는 속도와 무관하게 작동해서 결과적으로 딜리버리 속도가 변한다해도 레블링장치의 어떠한 재조정도 필요없다. 이것은 기계가 낮은 속도로 작동 될 때에도 레블링에는 아무런 지장이 없다는 것을 의미한다. 조정은 놉(knob)을 돌림으로서 간단히 행할 수 있으며 LED표시에 의해 확인된다.

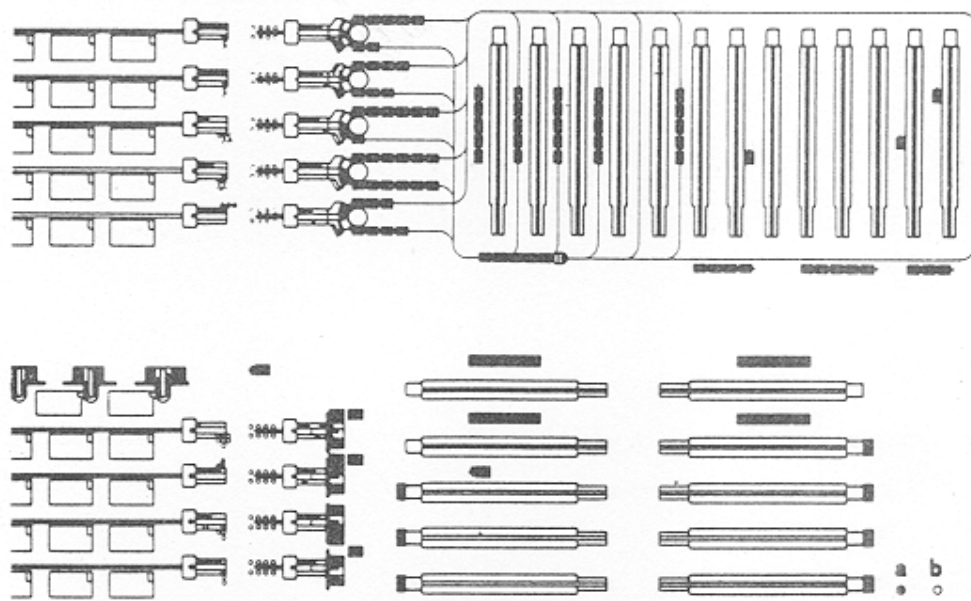
8. 결 론

조방기와는 달리 정방공정에서 연조기를 생략할 정도의 중요한 문제는 있을 수 없다. 하지만 이것이 연조공정횟수를 최소 1회 줄일 수 없음을 의미하는 것은 아니다. 태번수나 OE정방에서도 사품질의 이유 때문에 정방공정을 다시 2회 실시한다. 많은 공장에서 방적된 혼방사의 대부분은 3회연조를 필수적으로 하고 있다. 따라서 특변한 블렌딩연조기가 주목을 끌 것이다.

딜리버리 속도를 크게함으로서 연조기는 더 중요시 되었다. 딜리버리수가 많지 않은 면방공장의 기계 중에서 연조기는 매우 중요하기 때문에 연조기 한대만 고장나도 생산에 중대한 차질을 초래한다. 따라서 딜리버리가 하나인 연조기가 출현하게 되었다. 반면에 캔의 크기가 적은 OE로터 정방에서는 2 딜리버리 연조기가 여러 경우에 좋다는 것을 알게 되었다.

연조기 속도문제가 25년전 처음 대두되었을 때는 상당히 회의적이었다. 왜냐하면 이 기계는 임금이 많이 들지 않았기 때문이다. 하지만 기계의 자동화 과정에서 연조기가 채택되었고, 캔의 크기를 크게 하려는 경향은 수동식작동을 없앨 필요성을 더 느끼게 하였다. 캔의 크기가 그것이 차지하는 공간 및 임금에 심각한 영향을 주지만 연조기는 소면기와 조방기 또는 소면기와 정방기간의 연결기계로서 중요시 되어야 한다. 자동드래프트 조절 및 그에 의해 개선된 균제도와 관련하여 앞서 설명한 장치를 이용하면 분명히 더 좋은

사품질을 얻을 수 있음을 경시해서도 안 된다. 이렇게 해서 기능상 미흡했던 자동화단계가 보상 될 수 있다. 연조기는 현재 단섬유 정방과정에 디렉트 퍼포먼스 부스트(direct performance boost)가 더 이상 필요하지 않을 만큼 개발되어있다. 비록 하나하나 별도로 적용시켜야 하지만 캔 이동의 자동화에서도 역시 좋은 장치가 이용 가능하다(그림 37).



<그림 37> 캔 교환 및 OE 로터 정방기의 수송 및 복귀(Rieter)

a: 빈캔 b: 슬라이버가 가득찬 캔