

새로운 방적공정

1. 서 론

새로운 방적공정에 관한 많은 논문이 발표되고 있는 중에 1979년 오스트리라의 Dornbirn시에서 개최된 제 18회 국제화학섬유학회에서 J.Gayler는 여러가지 새로운 공정에 관한 개요를 발표함과 동시에 생산공정에 대한 기술적인 발전상황 및 여러가지 공정에 대해 언급하였다. 여기에서 Gayler는 과거에 이미 언급되었던 공정에 대해 언급하고 있으며, 어느 공정이 이론적으로 가능한가 또한 이미 실용화 되었나 하는 것을 취급했다. 본고에서 언급하고 평가할 문제는 초창기 특히 발전 단계에 제기되었던 문제점 뿐만 아니라 결론적으로 새로운 공정이 많은 제약 속에서 어떻게 시장성을 얻을 수 있나 함이다.

<표 1> 방적공정의 구조적 분류

방적공정	종류					
	직 조	직 조 가	직 조 가 가	직 조 가 가	직 조 가 가	직 조 가 가
加撚	●	●	●	○	○	X
假撚	●	●	○	X	○	X
와류	X	●	X	X	○	X
러빙	○	X	X	X	X	X
바깥공정	●	○	○	X	○	○
커버링	●	●	●	X	●	X
미와인팅	●	○	X	X	○	○
코어커버링사	●	○	X	X	○	X
코어커버링플록사	X	○	●	X	X	X
접착	접착사		리본	해연	self twist	
	●		X	○	X	

☐ 실용화되지 않음
☐ 실용화
☒ 이미 실용화 되었음

2. 방적공정의 구조적 분류

여러가지 가능한 방적공정이 <표 1>에 분류되어 있다. 또한 필요한 정도의 강도를 가진 실을 방적하는 여러가지 방법을 제시하였다. 이 표는 Artzt와 rottmayr까지 거슬러 올라가는데 현재 사용되고 있는 공정 이외까지 확대 취급하고 있다. 또한 이 표는 각 공정이 기술적으로 가능한지 혹은 불가능한지, 그리고 이미 실용화 되고 있는가 까지도 기술하고 있다. 본 표에서 제시하고 있는 기술적인 공정은 로터식, 와류식, 정전기식이 있다. 본절에서는 다음절에서 기술되는 공정을 제시하였을 뿐이며 충분한 언급을 하지 못했다.

3. 방적공정

가. 가연과 해연

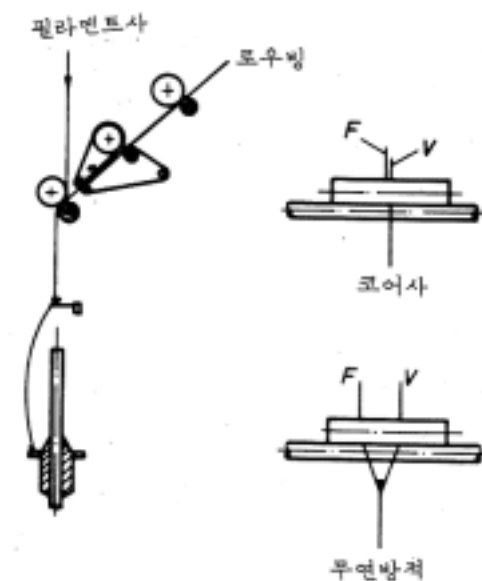
<표 2>는 <표 1>의 일단으로서 여러가지의 가연(Echtdraht) 및 해연(Falschfraht)공정을 제시하였다. 오늘날 방적사의 90%는 기계적인 링 정방에 의해서 생산된다. OE정방은 새로운 기술로서 전체 방적사의 약 5%정도가 이 공정에 의해서 생산되고 있다. 이러한 공정의 지속적인 발전을 위해서는 특히 세사방적에 따르는 기술적 향상 및 로터정방의 계속적인 기술 개발의 방향으로 정진해야 한다. 그러나 로터 정방기술의 발전에도 불구하고 새로운 기계의 설치나 연구소의 연구 열의도 링 정방에 인텐시브를 주고 있다. 이러한 여건에서 필자는 재미있는 예를 들어 보겠다.

무연

연사공정의 제조비는 링 정방기에서 세사를 방적할 때의 비용만큼 높다. 이러한 이유로 인해 장기간의 연구결과로 연사공정을 생략하여도 연사공정을 거친 실과 같은 실을 방적할 수 있게 되었다. 이러한 공정을 거쳐 생산된

실을 V사, 특수사, 그리고 무연사(Scheinzwirn, Spinnzwirn)라 부르고 있다.

코어방적 및 무연방적 공정이 <그림 1>에 서로 비교되어 제시되어 있다. 코어방적의 경우 필라멘트사는 연신과정에서 조사가 의해 피복된다. 반면 무연공정에서는 필라멘트사와 조사가 서로 세모꼴을 형성하며 실을 방적한다. 또한 두 올의 무연사를 서로 결합시킬 수도 있다.

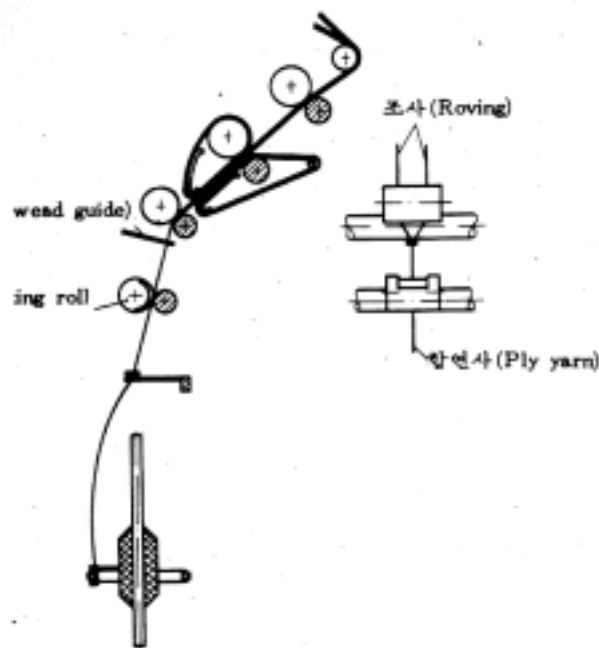


<그림 1> 코어사와 무연사의 제조에 대한 링 정방기의 설치의 도식

이러한 공정에 관한 이론적인 그리고 실제적인 연구가 많은 과학자에 의해서 연구 되었다. 그러나 경제적 장점을 가지고 있음에도 불구하고 무연공정이 대규모로 설치되지 못하고 있다.

무연공정의 계속적인 개발로 인하여 무연사 생산을 위한 CSIRO 블로킹 롤러(Blocking roller : Blockier walzen)를 생산하게 되었다. 이 공정에서는 두가닥의 조사가 블로킹 롤러를 통과하도록 설계되었다<그림 2>. 두가닥의 조사는 압축롤러를 통과할 때에 더블링되어 얀 가이드(Yarn guide)를 지난다. 얀

가이드와 Scuschwanz-얀 가이드 사이에 있는 한쌍의 블로킹 롤러는 꼬임이 없는 로우프 상태의 실을 얻도록 한다. 또한 블로킹 롤러의 압축에 의해서 실의 둘레가 축소되며 드래프트 부분과 클로킹 롤러 사이에서 생긴 꼬임은 블로킹이 일어나는 동안 소멸된다.



<그림 2> CRIRO DE-OS 2317261에 의한 합연과정

지금까지 연구된 논문을 조사해 보면 두가닥의 조사중 한가닥의 조사는 꼬임이 없는 것으로 나타났다. 꼬임은 얀 트라이앵글(Yarn triangle)에서 실이 방출되는 동안 역학적으로 일어난다. 이 공정에서는 무연공정에서 일어나는 꼬임과 비슷한 꼬임이 발생한다.

얀 가이드와 블로킹 롤러 사이에서 일어나는 현상의 이론적인 근거는 Rentlingen시에 소재한 섬유기술연구소에서 확립하게 되었다. 이 연구소에서는 가는 양모로 방적한 무연사를 보통의 실과 비교하였다. 이 연구의 결과로 다음과 같은 사항을 확립하게 되었다.

최적의 정방공정은 블로킹 롤러가 없는 공정에서 일어나며 대부분의 꼬임은 블로킹 롤러가 부착되어 있는 정방공정에서 일어난다. 실의 꼬임수 및 인장강력과 같은 특성은 블로킹 롤러의 유무와 관계없이 별 차이가 없다. 블로킹 롤러와 드래프트 부분사이에 스테이플의 길이가 중간 정도인 양모가 공급되면 블로킹 롤러가 부착되어 있는 정방공정에서 최적의 실을 방출할 수 있다. 그러나 대부분의 경우 블로킹 롤러는 방적공정 및 실의 품질을 개선하지는 못했다. 평직을 제직하는 경우 블로킹 롤러가 없이 방직한 무연사를 사용하는 것이 블로킹 롤러를 사용하여 방직한 실을 쓰는 것보다 훨씬 양호한 것으로 알려졌다. 요컨대 경제적인 이유로 인하여 무연사를 생산하는 것은 재미있는 일이다. 얇 가이드를 부착함은 바람직한 것이다. 물론 이러한 공정에도 결점이 존재하는데 합사매듭이 발생한다. 반면 링 정방의 운전 및 보전을 많은 노력은 필요로 한다.

공기정방

가연공정의 경우 Poland의 Lodz에 소재한 섬유연구소의 주관하에 많은 연구가 행해졌다. OE정방에 의해서 결점이 없는 실을 방직하기 위해서 공기의 양을 제어하는 것은 특히 까다롭다. 요컨대 지금까지 생산된 OE사의 품질은 결점이 많은 것이다.

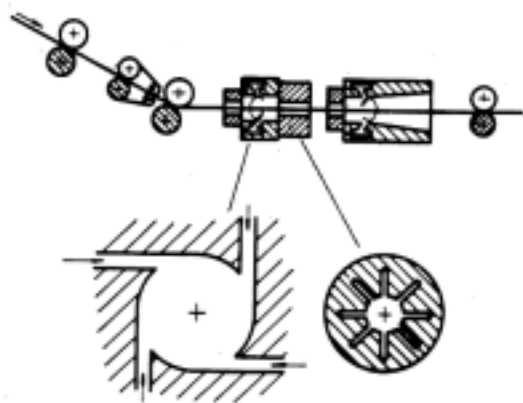
정전기 OE정방은 학문적으로는 흥미로우나 실제적인 개발은 아직 실현되지 않고 있다.

Repco-System의 경우 두가닥의 조사가 한올의 셀프 트위스트사와 결합한다. 이러한 공정의 계속적인 개발로 Selfil공정에서는 두가닥의 조사가 필라멘트사를 가연으로 피복한다. 이러한 개념을 바탕으로 Lizenz에 소재한 Platt Saco Lowell사에서 새로운 기계를 생산하게 되었다. 또한 가연공정에서 실의 기계

적 성질을 강화한 Novacore공정이 ARCT사에서 선보였다. 여기에서 일컫는 가연장치에서의 꼬임이란 가연장치 이전의 장치에서 있었던 꼬임이 풀어지기 시작하는 것을 말한다.

공기정방식을 이용한 가연공정이 활발히 개발되고 있다. 이의 예로서 Murata사에서 제작한 장치에 대해서 설명하고자 한다.

Murata사의 공정이 <그림 3>에 제시되어 있다. 이미 연신된 실은 공기정방식 꼬임장치를 지나 회전파이프에 도달하게 되며 최종에는 가연장치에 이르게 된다. 가연장치를 통과한 S.F.조사는 공기정방식 꼬임장치의 한 가운데에 있는 회전파이프를 통해 이송된다. 또한 S.F.조사는 공기정방식 꼬임장치 내에서 이완 및 해섬되어 미세한 꼬임이 있는 실을 만들기 위해서 벌루우닝 성형을 시킨다. 조사에서 떨어져 나온 섬유는 실의 품질에 나쁜 영향을 끼친다.



<그림 3> DE-OS 2649883에 의한 공기정방 공정

나. 와류식 정방 및 마찰식 정방

Rotofil 공정은 가연공정에 병렬로 연결할 수 있어 연신된 섬유다발이 리본

상태로 가연장치에 피딩된다. 공기정방식 꼬임장치는 꼬임이 적은 탄성사를 방출한다.

마찰식 공정의 개발상황은 <표 3>에서 제시한 공정으로 알 수 있다. 과거에 다수의 섬유기계회사에서 특허를 제출했다. 이러한 일련의 섬유기계중 첫 번째로서 Fehrer사에서 Dref-Maschine를 내놓게 되었다.

<표 3>

방적공정	종류	
	링식	공기식
와류	X	Rotafil (4, 39, 40) *
마찰	*	X
마찰공정	DREF (41-45) (47-51) *	

Dref-II의 경우<그림 4> 개선했던 섬유를 고속 소면기의 도움으로 한쌍의 스크린 실린더로 이송하면 같은 방향으로 회전하는 스크린 실린더 사이에 끼인 섬유가 축의 방향으로 실을 형성한다. 즉 스크린 실린더의 압축과 마찰로 인하여 실이 형성된다. 이때 방출된 실은 모사와 유사하며 방출번수의 125Tex(Nm8)까지이다. 이 공정의 잇점은 다음과 같다.

- 생산성의 향상
- 사절의 감소
- 여러 종류의 스테이플 길이에 따라서 방적이 가능
- 코어사 및 의장사 생산

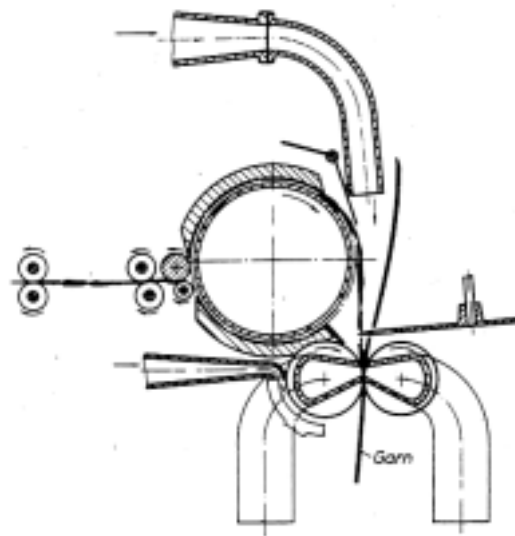
또한 이 공정의 결점은 다음과 같다.

- 꼬임수의 정확한 예측이 불가능하며 이론적으로 가능한 꼬임수와는 약 20%정도 차이가 난다. 실의 꼬임수와 강도는 스크린 실린더의 마찰부위에서 체류하는 정도에 달려있다.

- 이 공정에서는 실의 강도가 꼬임수의 불균제에 별 영향을 받지 않는데 기존의 실과 비교하면 50%정도 영향을 받는다.

Dref-II 공정에서는 연조공정에서 다수의 조사가 빠져나와 정방실린더에 이송된다. 동시에 드래프트 시스템을 통과한 두가닥의 조사는 정방실린더 사이에서 수평으로 공급된다. 이 공정의 방출변수는 33Tex(Nm30)까지이다.

마찰식 정방은 아직 개발단계에 있으나 여러 각도에서 이 공정에 인텐시브를 주고 있다.



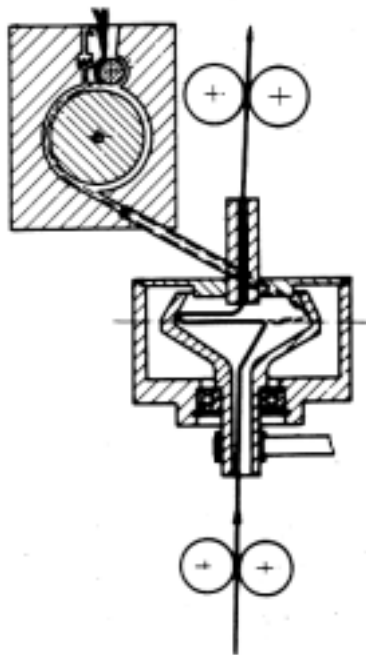
<그림 4> DREF에 의한 OE-마찰식 정방

다. 코어사

<표 4>는 <표 1>로부터 잘라낸 일단으로 여러가지 실제적인 공정들을 보여준다.

<표 4>

방적공정	종 류		
	링 정방	공기정방	정전기 정방
Covering	Ingolstadt 14.521 14.40.53-571	1671	1671
Rewinding	Ingolstadt 168-721 173-771		X
Core-covered twisting yarn	17.76.761		X
Core-covered flocked yarn	X		17.76.791

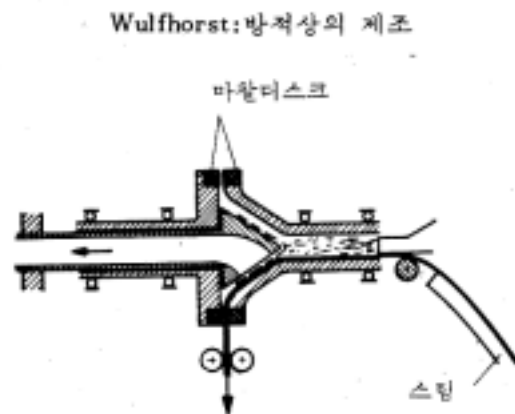


<그림 5> DE-PS 2364230에 의한 OE-로터 코어사

코어의 피복

기계적으로 강력을 증가시키기 위해서는 터어빈 코어사를 사용하는 Ingolstadt process방법을 적용할 수 있다. 여기에서는 로터의 Hollow axle에 의

해 필라멘트사를 로터 벽에서 원심력을 이용하여 로터 홈에 오도록 한다. 결국 일반적인 피딩 기구에 의해 섬유는 홈으로 들어가서 필라멘트사를 가연시키게 되고 동시에 원심력에 의해 피복섬유도 필라멘트사와 같이 꼬여 피복된다. 이 실은 비교적 강도가 크지만 공정을 계속해서 개발시키는 것이 중요한 일이며 코어 피복사의 양산을 할 수 있는 특허가 나오도록 계속 노력해야 할 것이다.

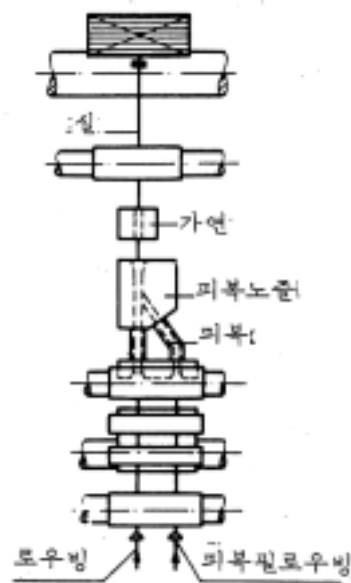


<그림 6> DE-OS 2935000에 의한 Covering공정

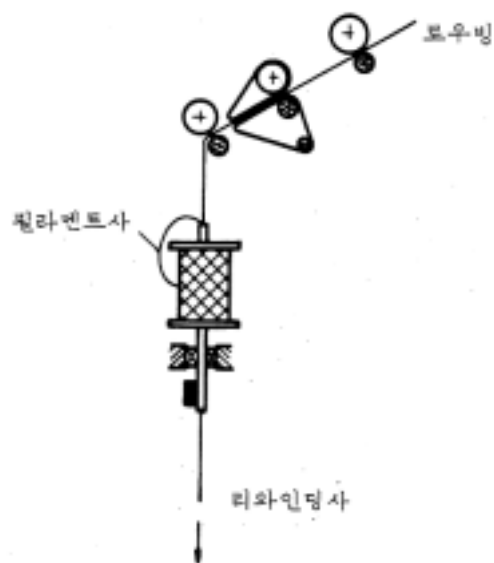
<그림 6>은 Heblein process로 필라멘트사는 두개의 마찰디스크에 의해 가연되고 가연 구간내에서 피복섬유가 필라멘트 주위를 피복하며 동시에 증열처리에 의해 꼬임이 고정된다. 공기와류에 의해 피복시키는 방법이 Reutlingen시의 섬유기술연구소에서 개발되었는데 <그림 7>은 뉴매틱케이싱 공정을 설명하고 있다. 즉 뉴매틱석션노즐에 의해 왼편에 있는 필라멘트사와 오른편의 스테이플이 석션에 의해 빨려 들어간다. 그렇게 되면 드래프팅과 가연되는 구간내에서 피복섬유가 실 주위에서 루프를 형성하게 되는데 실에 더 많은 꼬임을 주고 꼬이는 부분에 들어가는 공기가 적을수록 피복이 균일하게 되어 더 좋은 실이 되는 것이다. 이와 같은 공정에 사용되는 피복섬유

는 섬유장이 80mm 이상도 가능하며 속도도 최고 350 m/min까지 피딩할 수 있다.

필라멘트사 또는 방적사의 리와인딩 Trommer는 이미 리와인딩에 관련된 방적기술을 이론적으로 피력한 바 있다.



<그림 7> 공기와류에 의한 피복방적공정



<그림 8> 리와인딩 방적공정의 원리

ITMA 79에 의하면 리와인딩 방적을 위한 여러가지의 기계가 만들어졌으며 대부분의 경우 효과적인 실을 생산하였다. <그림 8>에서 보는 바와 같이 리와인딩 방적기술의 원리는 비교적 간단하다.

두개의 tolf을 리와인딩하여 하나의 실로 만드는 경우의 작업공정은 더블링, 가연, 권취공정으로 요약될 수 있다. 그러나 작업량 즉, 리와인딩 할 실의 1/2은 재래식 공정으로 생산될 수 밖에 없다.

넓은 의미로 이 공정은 필라멘트사를 리와인딩 한다는 뜻으로 보빈에 필라멘트사를 리와인딩한다.

구동홀로우 스피들(Driving hollow spindle)의 회전과 그와 연결된 리와인딩 보빈이 회전하여 피복섬유가 치즈에 리와인딩 된다.

보빈이 회전하여 리와인딩사가 풀려 나올 때 장력이 가해지므로 이 장력 하에서 피복섬유가 리와인딩사의 주위를 감싸서 고정된다. 이때의 연신과 리와인딩사의 풀림은 재래식 기계로 행한다.

홀로우 스피들은 보빈이 끼워져 있는 상태에서도 높은 속도로 회전이 가능하지만 보빈 때문에 회전이 끝날 때까지 중심점이 흔들릴 위험이 있다. 피복섬유는 드래프팅 시스템과 리와인딩 위치사이에서만 가연된다. 작업이 계속 진행될 때 섬유가 개면되어 회전하는 동안 리와인딩사가 축적될 우려가 있는데, 리포트 DE-OS28, 33, 326에 의하면 로터에 의해 이를 방지할 수 있다고 기술되어 있다.

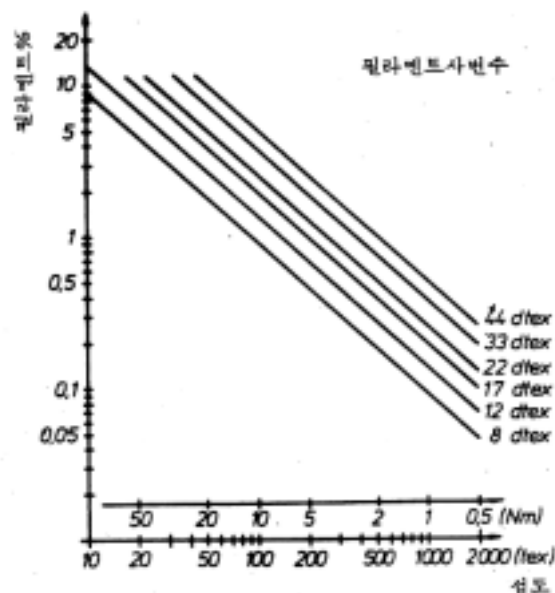
왜냐하면 이 로터가 벌루우닝 현상과 똑같이 취급되기 때문이다. 리와인딩 방적공정은 비교적 이용이 용이하며 단섬유로는 태사를, 장섬유로는 세사를 만들고 의장사를 만들 때는 더 긴 공정이 필요하다.

특히 세번수의 방적에는 링정방보다 더 가는 섬유를 사용할 수 있지만 필라멘트사의 적당한 선택이 문제이다. 그 이유는 리와인딩 장력과 필라멘트사

의 선택에 실의 강력이 달려 있기 때문이다.

그러므로 태번수의 필라멘트사를 택하여야 하는 반면에 구성하는 개개의 필라멘트는 세번수이어야 한다. 리와인딩 방적공정에 있어서 필라멘트사의 원가는 구성 필라멘트섬유가 얼마만큼 세번수이냐에 따라 그 경제성이 달려 있으며 시장에서의 유통으로부터의 준비에 달려 있다.

<그림 9>는 필라멘트사의 번수에 따라 얼마만큼 구성 필라멘트가 좌우하는가를 보여준다. 100Tex 이상의 실은 구성 필라멘트섬유가 차지하는 비율이 1% 미만이다. 그러나 예로서 9~18dtex의 구성 필라멘트를 선택 할 경우 50Nm의 코어사는 필라멘트가 차지하는 비율이 5~10%이다. 또 필라멘트와 교체할 수 있는 섬유원료보다 10마르크 더 싸다고 할 경우 이 공정의 경제적인 장점을 살리기 위해 kg당 1마르크보다 10% 더 높은 비율의 필라멘트사를 절약할 수 있다.



<그림 9> 리와인딩 방적공정에 있어서 리와인딩 필라멘트사의 번수별 필라멘트 백분율

코어연사와 코어플로크사

코어연사의 경우, 코어사를 래핑(Wrapping) 또는 피이싱(Piecing)에 의해서 피복하며 그 실의 형태가 마치 침포열과 같다. 또 코어플로크사는 플로크섬유로 피복하여 만든다. 그러나 이 두가지가 양산에 있어서는 예측할 수가 없다.

라. 접착 및 부착(Bonding & Binding)

<표 5>에는 Pavena, Twilo, Bobtex 등의 여러가지 공정이 제시되어 있다. 이들 공정의 실용화를 위해 계속해서 방적기를 개발하고 있지만 특별한 시장성이 있을 것인가는 기다려 보아야 할 것이다. 또한 특수사의 특성을 제시하고 근본적으로 장치 및 접착제에 대한 것들이 제시되어야 한다고 생각된다.

<표 5>

방적공정	접착섬유 및 접착제	Folien	Lösungen	sich selbst
접착 및 부착	Pavena (80, 81) Twilo (82-84) Bobtex (85, 86)	x	o	x

4. 새로운 방적공정의 평가

새로운 방적공정은 방적기에 어느정도 알맞으며 얼마만큼 향상 될 수 있는가가 항상 의문시된다. 새로운 공정을 평가하는데는 많은 요인이 있다. 그 중 가장 결정적인 요인은 시장성의 범위에 있다. 또한 링정방에 적합해야 하고 특히 다음과 같은 평가범위를 충족시켜 주어야 한다.

- 실의 품질과 그 실로 만들어지는 섬유직물.

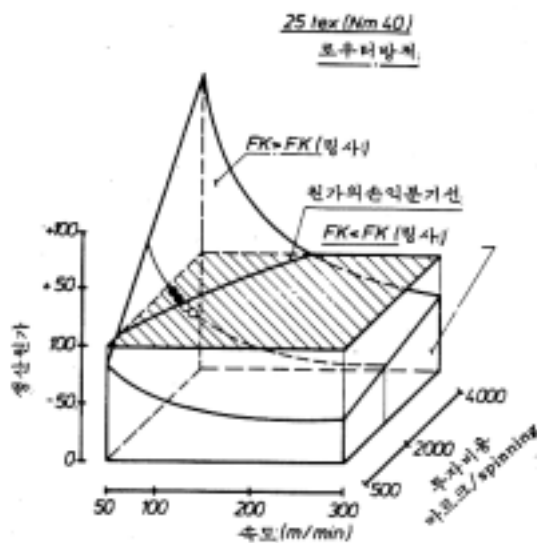
b) 경제성

링정방에 비해 새로운 공정이 원가 투자비용, 감가상각, 공급속도, 에너지 원가, 인건비 등이 얼마만큼 더 경제적인냐 하는 것이다. 더욱이 부수되는 난점(예 : 코어방적을 위한 필라멘트사의 공급과 사용)이 얼마만큼 경제적으로 부담이 되느냐 하는 것이다.

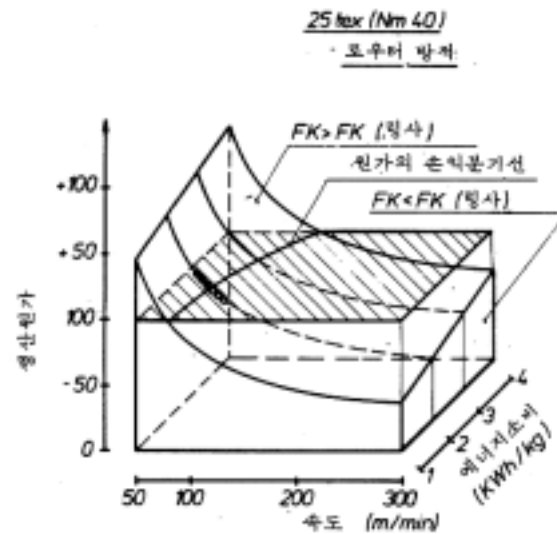
<그림 10>과 <그림 11>에서 25Tex의 실을 예로 들었을 경우 새로운 공정이 링정방보다 얼마만큼 경제적인 면을 충족시켜 줄 수 있나를 보여 준 것이다. 원가구조는 로터방적에서와 같이 두 가지 경우가 있다. 그것은 우선 투자비용 때문에 제조원가의 약 25%가 감가상각비로 책정됨을 뜻한다.

두번째로는 제조원가의 약 20~25%가 에너지 비용이고 세번째로 제조원가의 약 10~20%가 인건비이다. 나머지는 보전비용, Waste, 장소 등의 비용으로 나눌 수 있다.

그러나 여기에서는 단지 생산원가만을 주목해야지 원료와 원료일반으로 비용을 따져서는 안 될 것이다.



<그림 10> 링 및 새로운 방적공정별 공급속도와 투자비용에 따른 생산원가 비교



<그림 11> 에너지 소비에 달려있는 새로운 방적공정과 링 정방공정의 생산 원가의 비교

<그림 10>과 <그림 11>은 공급속도에 따른 생산원가인데 평면 그림 둘 다 100%를 기준으로 한 링정방에 대한 생산원가이다. 이점에서 새로운 방적공정의 생산원가에 선을 그으면 왼쪽부분은 새로운 공정이 링정방보다 원가가 더 높지만 두 그림의 오른쪽 부분은 그 반대이다.

또 <그림 10>에서는 그 밖의 파라미터로서 각각의 방적공정단계의 투자비용을 마르크로, <그림 11>에서는 에너지소비를 kwh/kg으로 표시했다. 이와같은 두 그림으로 볼때 경제적으로 경쟁력이 링정방과 새로운 공정이 반대로서 공급속도가 높으면 방적공정단계마다의 투자비용이 낮아지고 에너지 소비(kg)도 낮아진다.

위에서 알려진 비용요인 이외에는 생산원가에 그다지 큰 영향을 미치지 않는다. 새로운 공정의 더 중요한 경제적 장점은 공정단계의 생략에 있다.

예로서 로빙의 생략, 로터방적에서의 대부분의 와인딩공정의 생략과 방적중의 와인딩공정의 생략 등이다.

c) 원료, 변수, 실의 형태, 최종용도에 따른 광범위한 이용.

5. 결 론

어느 공정이 이론적으로 가능성이 있으며 그 중 어떤 부분이 이미 실용화되어 있는가 알았다. Dornbirm에서 “18차 화학섬유의 날”에 즈음하여 여러가지 새로운 방적공정이 이미 상세하게 기술되었다. 이를 근거로 해서 여기서 링방적 이외의 모든 공정을 상세하게 기술하였는데 이미 실용화된 공정을 도표로 총괄하였고 특허와 인용문헌을 널리 소개하는데 치중하였다.

또 여러가지 공정그룹으로부터 개개의 공정이 더 자세히 관찰되었다. 즉 방적중 와인딩, 공기와류 가연공정, 마찰방적, 공기와류에 의한 피복, 리와인딩 방적등이다.

궁극적으로 볼 때 새로운 공정이 얼마만큼 시장의 요구에 결정적인 영향을 줄 수 있느냐하는 판단이 서야 할 것이다.