

## 사가공 기계 분야의 신기술

강태진<sup>†</sup> · 차상환<sup>‡</sup>

### 1. 머리말

최근 IMF 지원 체제에 있는 우리나라는 원화 가치 하락에 따른 수출경쟁력의 회복이 빠른 속도로 이루어지고 있으며, 특히 우리나라 수출의 큰 줄기를 이루는 섬유산업이 재 도약할 수 있는 호기를 맞이하고 있다. 그러나 고부가가치 섬유 제품이 아닌 가격경쟁력만을 앞세워 과거와 같이 단순 저가제품의 수출에 의존하는 경향이 다시 나타나고 있는 사실에 대해 우려의 분위기도 나타나고 있다. 섬유 산업 특히 합섬산업의 고부가가치 창출은 주로 사가공(絲加工)과 이에 따른 특수 직·편물개발에 의해 이루어 지는데, 1990년대 들어 사가공 기술의 발달은 나일론, 폴리에스테르 등의 합섬이 가졌던 저급한 이미지를 크게 바꾸어 놓았으며, 합섬의 성질을 개량하여 고급스럽고 인체적합적인 천연섬유화를 지향하고 있는 것이 세계적인 기술 동향이다.

특수 가공사(加工絲) 생산은 사가공 기계의 개발에 직접적으로 의존하는데, 가연기를 제외한 사가공기(絲加工機)는 대부분 국내 개발이 활발히 이루어 지고 있으나 신기술의 신속한 채택, 기계의 정교함 및 자동화 부분에서 외국산 제품에 비하여 다소 뒤지고 있는 것이 사실이며, 우수한 섬유기계를 제조하기 위하여 섬유 maker와 섬유 기계 maker와의 공동 개발 시스템이 요청되는 상황이라고 사료된다. 특히, 사가공은 직·편물 등의 의류분야와 바로 연결되는 부분이기 때문에 사가공의 다음 생산 공정단계인 직·편물 개발과 연계되지 않으면 안되는, 현장 지향적이며

패션 지향적인 성격이 강한 기술 분야라고 말할 수 있다.

본 고에서는 주로 가연기, 연사기, covering기 및 ATY기 등의 사가공기와 사가공 기술의 개발 현황을 살펴보고자 한다.

### 2. 가연기(False-Twist Texturing Machine)

#### 2.1. 새로운 가연기 개발 동향

지난 10여년 동안 세계적인 합섬의 성장과 더불어 가연기도 급격히 발전하게되었다. 가연기의 주요 maker로는 Barmag, Rieter-Scragg, ICBT, Murata, Teijin Seiki 및 RPR 등을 들수 있는데, 국산 가연기는 아직 개발되고 있지 못하고 있는 형편이다. 가연기의 발전은 크게 고속화, 자동화 및 특수 기능화의 3부류로 나눌 수 있다.

최초의 공업적인 가연기는 핀 타입 가연기(pin type twister)였는데, 이것은 생산 속도가 분당 50~150 meter에 불과하였다. 수년 전부터는 가동속도가 분당 1,500 meter로 성능이 향상되었으나, 가연기의 기계적인 속도증가에 비하여 POY(반연신사)의 품질향상이 뒷받침되지 못하여 당분간 분당 2,000~3,000 meter 급의 초고속 가연기 개발은 기대할 수 없으며, 그 대신 자동화와 특수 기능성 장비 개발에 초점이 맞추어 질 것으로 전망된다. 자동화는 auto doffer, 자동 물류 시스템, inverter motor driving system 및 quality monitoring system 부분에서 큰 진보가 있었으며, 이것은 가연사의 품질향상과 생산공정의 인력절감에 큰 기여를 하였다. 한편, 복합가연사를

New Technology Development in Yarn Texturing, Twisting and Covering Machines /

Tae Jin Kang<sup>†</sup> and Sang Hwan Cha<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>서울대학교 섬유고분자공학과 교수, (151-742) 서울 관악구 신림동 산 56-1, Phone: (02)880-7193, Fax: (02) 885-1748, e-mail: taekang@plaza.snu.ac.kr

<sup>‡</sup>서울대학교 섬유고분자공학과

비롯하여 다양한 고부가가치 특수 가연사 생산을 위하여 여러가지 특수한 장비가 가연기에 장착되고 있다.

가연기의 기술 혁신은 주로 새로운 twisting 장치의 개발에 따라 주도 되어왔다. Magnet 회전에 의하여 꼬임을 부여하는, 핀 타입(pin type) 가연기에서 생산속도는 현재의 속도와 비교하면 대단히 늦었지만, 지금도 그 특유의 positive twisting에 대한 효용성으로 인해서 특수가연사를 제조하는데 일부 이용되고 있다.

초기의 pin type twisting 기구로부터 friction type의 twister가 개발됨으로써 가연속도의 혁신을 가져왔다. 이중에서도 stacked disk type의 twister와 belt(Murata) 및 ring(Barmag) twister의 개발이 함께 이루어졌다. 이들 friction disk type의 스피들 개발에 의해서 가연속도는 현재 기계적으로 분당 1,500 meter까지 가능하게 되었다. 최근에는 Murata에 의해서 ring twister와 belt twister를 조합하여 S/Z twist를 동시에 할 수 있는 스피들을 이용하여, 실을 합사함으로써 non-torque yarn을 생산하는 기계가 개발되어 사용되고 있다. 스피들의 구동 방식 또한 belt에 의한 동력 전달 방식에서 개별 모터 구동 방식의 스피들(individual motor driven spindle)이 사용됨으로써 가연사의 position-to-position 균일성을 향상시켰다.

가연기의 최신 기술 개발 내용을 요약해 보면, 새로운 friction twister의 개발외에도 자동화된 individual auto doffer 부착, high temperature heater에 의한 가연 가공기술, post spindle tension의 on-line monitoring에 의한 품질관리 시스템의 도입, 각종 gear를 대체한 inverter driving system, 물류 자동화 시스템의 응용 등을 들 수 있다.

## 2.2. S/Z 동시 가연장치(S/Z Simultaneous Texturing Twister)

이 장치는 일본 Murata에서 특허 출원한 것인데, 주로 non-torque yarn 제조에 사용된다. 가연 공정에서 실에 S-꼬임(혹은 Z-꼬임)을 가한 후 바로 열 고정(heat setting) 과정을 거치기 때

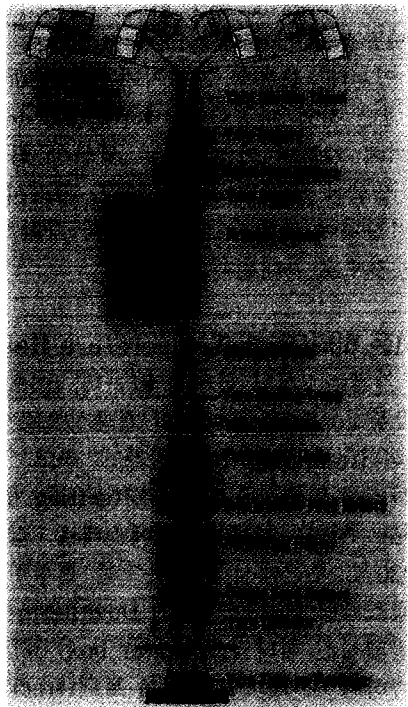
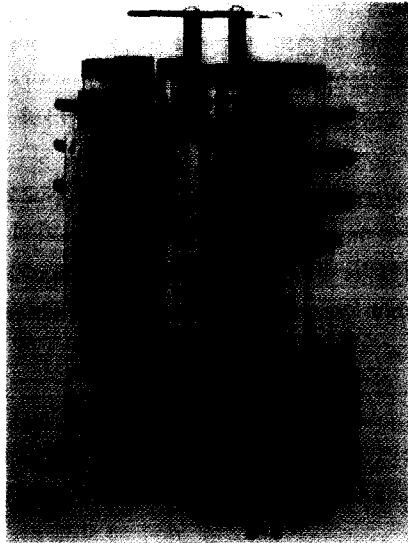
문에 해연 후에도 잔류 토크(torque)가 남게 된다. 따라서 기존의 모든 가연사는 이 잔류 토크로 인해 실이 이중으로 엉켜 제직 준비 공정인 sizing warping작업에서 작업성이 저하되거나 나중에 직물에서 결점으로 나타나기도 하는데, 이것을 해결하기 위하여 S-꼬임 실과 Z-꼬임 실을 합사하여 non-torque yarn을 만드는 가연장치가 개발되었다. Figure 1은 Rieter Scragg의 2-ply assembly yarn을 만들 수 있는 double density machine의 모식도인데, POSITORQ 2T twist unit도 함께 보였다.

Figure 2는 Murata가 개발한 S/Z 동시 가연 장치인데, 1개의 가연 unit에 S-Z 꼬임이 동시에 부여되기 때문에 가연 unit당 2개의 스피들을 사용하는 system보다 여러 가지 장점을 지니고 있다. 더구나 이 장치는 매우 굵은 태사(太絲) 가연도 합사공정을 거치지 않고 1 step으로 생산할 수 있는데, 보통의 가연기가 통상 300 denier 이내만 작업 가능한데 비하여 600 denier까지 동시에 가연이 가능하므로 생산성 향상면에서 큰 장점이 있다고 할 수 있다. 따라서, 향후 이 가연장치에 의해서 자동화 채택 기회가 매우 확대될 것으로 기대된다.

## 2.3. 고온 히터(High Temperature Heater)

가연기에는 2개의 히터가 있는데, primary 히터는 보통 conductive type의 개폐식으로서 텍스처링 히터(texturing heater)라고 하고, secondary 히터는 밀폐식으로서 세팅(setting, 열고정) 히터라고 한다. 보통 폴리에스테르 장섬유는 190~230 °C 부근에서 가연온도를 설정한다. 기존의 텍스처링 히터는 열매인 Dowtherm을 봉입하고 밀폐시킨 히터박스(heater box) 표면에 실이 접촉하여 지나갈 수 있도록 트랙(track)이 형성되어 있는데, 현재 가동 중인 대부분의 가연기는 이러한 열매 봉입식에 의한 열전도 방식(conductive heater type)을 사용하고 있다.

Dowtherm 히터의 단점은 실이 히터 표면에 접촉하여 지나므로 마찰력에 의해 사(絲)의 장력이 증가되는데, 생산속도가 고속화됨에 따라 장력이 더욱 증가되어, micro fiber 등 장력에 민감



Double Density

Figure 1. Double density texturing machine with POSITORQ 2T Unit (Rieter-Scragg).

한 품종이나 고속 texturing 공정에서는 안정적인 DTY(Draw Textured Yarn) 생산에 제약을 받을 수 있다는 문제점이 있다. 이에 비하여 high

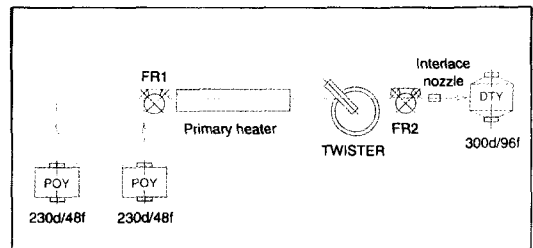
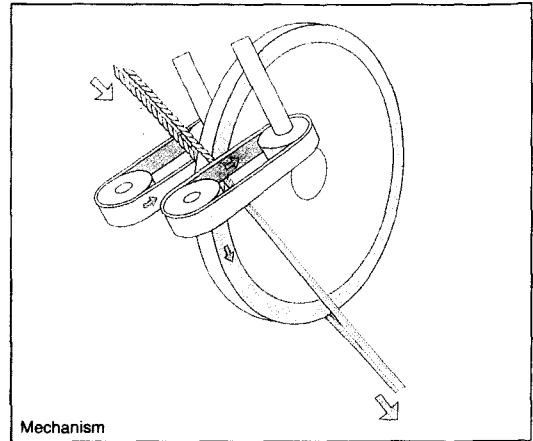


Figure 2. S/Z Simultaneous texturing twister (Murata).

temperature heater는 Dowtherm heater(약 2.0 ~2.5 meter)에 비하여 길이가 짧고(1.0 ~1.5 meter) 히터의 복사열에 의해 실이 가열되는 비 접촉식(non-contact type)이다. 히터와 실이 접촉하지 않기 때문에, 사 장력이 감소될 수 있으며 이로 인해 surging speed를 더 증가시킬 수 있다. 또한 보통 가연기는 매월 1회 정도의 주기로 전체적인 정비(cleaning)를 하는데 비하여, Dowtherm heater의 cleaning 주기는 매우 짧아 이 cleaning작업에 소요되는 시간과 인력이 많이 소요되는데 반하여 high temperature heater 방식에서는 히터를 고온으로 작동시켜 유제나 고분자 잔존물을 태워 날려버리는, 자체 청소(self-cleaning) 기능을 갖추고 있기 때문에 기계 cleaning면에서 유리하다.

Figure 3은 heater length에 따른 textured yarn temperature의 변화를 나타낸 것이다. Dowtherm heater에서는 실이 히터 출구에 도달하기 전에 이미 온도 안정상태(steady state: 설

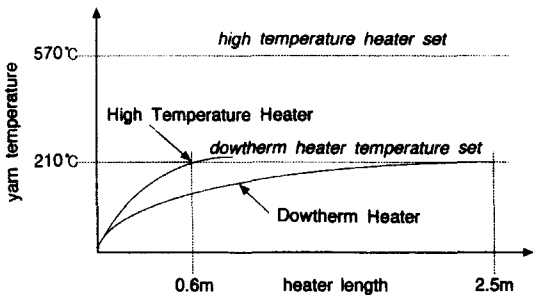


Figure 3. Changes in textured yarn temperature with heater length.

정 heater 온도와 실의 온도가 일치)에 도달하는데 반하여 high temperature heater에서는, 실 온도가 heater 온도(450~550 °C로 설정)에 도달하지 않고 heater의 출구에서 적정 가연온도에 도달하는 불안정 상태(unsteady state)에서 가연공정이 이루어진다.

또한, 이 히터는 기존의 Dowtherm heater에 비하여 30% 정도 에너지 절감이 가능하며, heater의 길이와 texturing zone의 길이가 짧아서, 고속생산에서의 사장력 불안정에 의한 surging이 감소되어 가연가공의 고속화를 뒷받침할 수 있다.

High temperature heater는 가연사의 온도를 더 정확히 control 할 수 있는 잇점이 있어 열에너지에 의한 가연사의 결정화도 control을 더 균일하게 할 수 있다. Dowtherm heater의 경우 가연사의 가연가공 온도를 1 °C 변화시켜주기 위해서는 Dowtherm heater의 온도를 1 °C 변화시켜주어야 하는데 반하여, high temperature heater의 경우는 3~5 °C 변화를 시켜주어야 하기 때문에 가연사의 position-to-position uniformity를 더 향상시켜 줄 수 있다.

실제 high temperature heater는 주로 분당 속도 1,500 meter 급의 고속 가연기에 많이 장착되고 있다. high temperature heater에 의한 가연가공에서는 금속 성분 혹은 실리콘 성분이 함유된 방사유제를 사용할 수 없는데, 이것은 방사유제에 붙어있는 silicone이 열분해하여 불용으로 고착화됨으로써 heater를 못쓰게 하기 때문이다.

### 2.4. Quality Monitoring System

가연사 제조에서 가장 중요한 공정 인자중의 하나는 실에 걸리는 장력(tension)인데, 흔히 가연장력( $T_1$ )과 해연장력( $T_2$ )으로 구분하여 관리한다. 실제 생산현장에서, 가연공정의 안정상태를 확인·관리하기 위한 실용적 방법은 해연장력( $T_2$ )의 관리이다. 해연장력( $T_2$ )은 가연사의 twist setting 정도를 파악할 수 있는 parameter이기 때문에 염색성과 상관관계가 높다. 종래에는 수동(manual) 장력측정기(tension meter)로 전 추(보통 216추) 중에서 몇 추만 sampling하여 추당 약 30초 정도의 매우 짧은 시간 동안의 장력을 측정하여 품질관리를 해왔기 때문에 가연기 1대에서 생산되는 전체 DTY package의 품질을 예상하기 어려웠다. 한편, 가연사는 염색성이 가장 중요한 최종 소비자 품질항목이며, 이 염색성 관리(주로 LMD 관리)를 위하여 전(全)추(216추)에서 생산된 DTY를 knitting → dyeing → 검사의 과정으로 전 추 검사 system을 갖추었는데, 이러한 과정은 많은 시간과 인력이 소요되는 작업이었다.

Figure 4는 ICBT Qualitex의 schematic diagram을 나타낸 것이다. 각 추마다 장착된 sensor로 측정된  $T_2$  장력 정보를 computer에 보내 통계적 처리를 거쳐 생산관리용 data로 활용하는 system이 바로 quality monitoring system이다. 즉 해연장력( $T_2$ -tension)을 on-line으로 monitoring, 통계 처리하는 system이다. 이 방법에 의해 전 추에 대한 생산공정의 안정성을 확보할 수 있을 뿐 아니라 전 추 검사에 소요되는 엄청난 인력과 시간을 절감할 수 있으므로 향후 대부분의 가

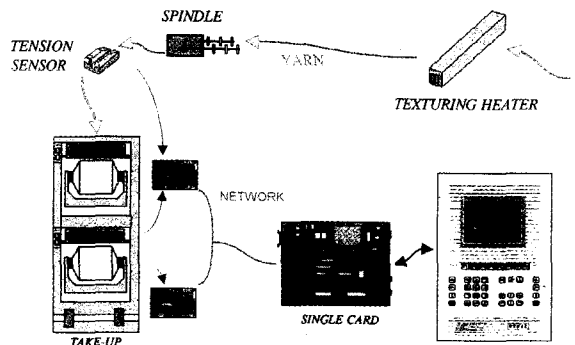


Figure 4. Schematic diagram of Qualitex (ICBT).

연기에 채택될 것으로 기대된다. 그러나, 장력 불균일로 나타나지 않는 공정 불량 요소도 있기 때문에 가연사의 품질관리에 주의를 요하는 점도 없지 않다. Table 1은 가연기 maker별로 사용하고 있는 tension monitoring system의 명칭을 나타내었다.

Murata 가연기는 자사 고유특허인 TCS(Tension control system)를 장착하고 있는데 Figure 5에 나타내었다. 이 장치는 T<sub>2</sub> tension monitoring뿐 아니라, 압축공기 control에 의해 가연 belt의 장력을 조정하여, 적극적으로 T<sub>2</sub> tension을 control할 수 있는 two way control system이다. 그러나 단순히 twist나 slip 문제가 아닌 다른 요인에 의한 tension 변화가 있을 수 있기 때문

Table 1. 가연기 maker별 tension monitoring system

구 분	Barmag	Rieter	RPR	ICBT	Murata
Tension monitor	Unitens	Qualitens	Temco	Qualitex	TCS

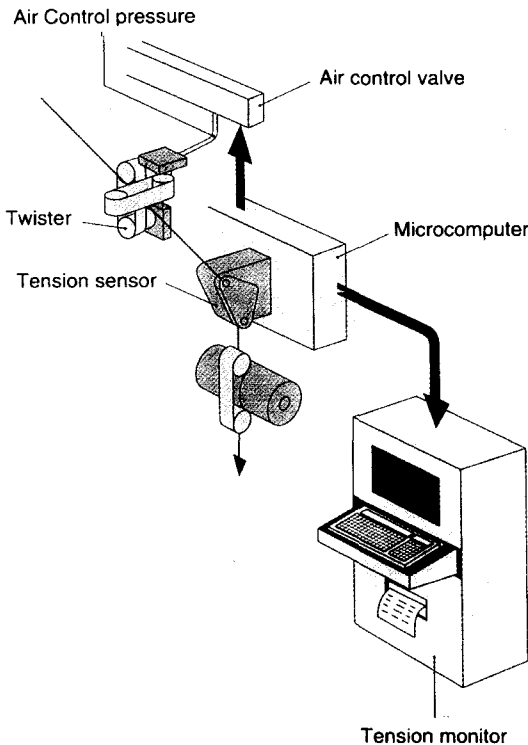


Figure 5. Tension control system, TCS (Murata).

에 품질관리상 오히려 문제점이 더 증가될 가능성을 배제할 수는 없다.

### 2.5. 개별 구동 스피들(Individual Motorized Spindle)

최근까지, twisting spindle의 회전은 가연기 1대에 무한벨트(endless belt, tangential belt)가 1세트 장착되어, 이 벨트와 스피들 축의 기계적인 마찰에 의하여 동력전달이 이루어 졌다. 그러나 최근의 전기·전자 관련기술의 발전으로, 1 spindle당 각 1개가 부착된 motor에 의해, 즉 개별적인 motor 회전에 의해 가연 unit를 구동시키는 system이 개발되었으며 최신 가연기에서는 대부분 이러한 개별 구동 방식이 채택되고 있다. 이 system의 장점은 기존 방식에 비하여 endless belt의 교체·정비 시간이 대폭 절감되고, 실의 꼬임 불균일을 일으키는 spindle 회전불량이 감소한다는 점이다. 또한 spindle 구동 motor 회전은 인버터(inverter)에 의해 유도되므로 각 추의 spindle 불량상태를 on-line으로 확인, 조정할 수 있는 부가적 장점도 보유하고 있으며, 이 장치로 인해 가연기의 소음도 많이 감소하게 되었다.

따라서 개별 구동 스피들 방식(individual motorized spindle system)은 가연공정에서 작업성 향상, 품질향상 및 생산속도 증가에 매우 유리한 환경을 제공해 주고 있다.

### 2.6. Individual Auto Doffing System

Individual auto doffing system은 만권(full package)이 된 DTY package의 권취를 중지하고 새 보빈(new paper tube)에 실을 자동으로 걸어주는(auto threading-up) 장치이다. 이러한 자동 doffing 장치는 향후의 발전된 가연기에서 가장 많이 채택될 장치 중의 하나라고 판단되는데, 그 특징은 다음과 같다.

첫번째, 이 자동 doffing은 수동 doffing에 비하여 약 1/2~2/3 정도 인원이 절감된다. 또 수동 doffing 작업에는 많은 인원이 집중 투입되기 때문에 이 시간 동안에 다른 업무를 할 수 없게 되는 등 시간에 따른 인력배분이 효율적이지 못하다.

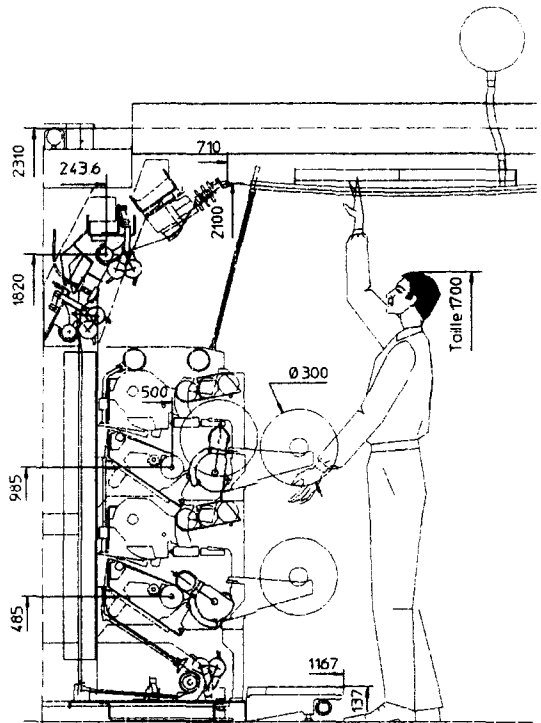
두번째, 수동 doffing에서는 사람이 작업을 하기 때문에 정확한 doffing time을 맞추기가 불가능하다. 따라서 실의 길이가 일정하지 않게 되어 결국, 가연사 소비자인 직물공장의 제직준비(warping, sizing) 작업과정에서 정장을 불량이나 나타내게 된다. 정장이 좋은 실은, 그렇지 않은 실보다 더 경제적 가치가 높다.

세번째, 수동 doffing시에는 실걸이 과정에서 hand air gun의 사용에 의해 압축공기가 허비될 수 있으며, suction되어 waste box에 버려지는 실의 양 또한 무시하지 못한다. 더구나 수동 doffing에서는 작업자의 부주의나 숙련도 미숙으로 인하여 doffing 실패가 나타나는 일이 많아 전체 가동율을 저하시킬 수 있다. auto doffer에는 자동 실걸이 기능이 부수적으로 부가되어 있다.

개별 추 자동 doffing(individual auto doffing)이 아닌 robotic doffing system도 사용되고 있는데, 이것은 3단(3-deck)의 3추가 모두 동시에 doffing되기 때문에 만권이 되지 않은 package도 함께 doffing되어 각 추의 정장을 관리에 불리한 점을 지니고 있기 때문에 가격이 저렴함에도 불구하고 많이 사용되지 않는다.

**2.7. Two Deck System**

기존의 대부분의 가연기는 3단으로서, 키가 큰 서양인에게 적합하도록 설계되었기 때문에 동양인에게는 불편한 점이 많다. 프랑스 가연기 maker인 ICBT와 이태리의 RPR에서는 2단으로 된 2-deck system을 개발하였는데, Figure 6에 한 예를 보였다. 이 방식은 3-deck과 비교하여 가연기 설치면적이 다소 증가되어 불리한 점이 없지 않으나, 운전의 편리성을 제공해 주기 때문에 경제적으로 더 유리하다고 판단된다. 예를 들어, 신장 170 cm인 작업자가 발판이나 사다리 차(trolley)없이 실걸이와 사도관리 등의 작업이 가능하므로 동양인에게 적합한데, 추당 실제 실걸이 시간을 보면 3-deck system에서의 2분과 비교하여 2-deck system에서는 30초 정도 밖에 걸리지 않는다. 실걸이 시간절약 뿐 아니라 작업의 편의성으로 인해 작업자의 노동강도를 완화시켜주며 실제 작업시간을 감소시켜, 그 여유 만큼 공정관



**Figure 6.** Two deck system texturing machine (ICBT).

리에 더 많은 시간을 투여할 수 있기 때문에 품질향상에도 기여할 수 있는 장점이 있다.

**2.8. 생산 관리 자동화 장치**

각 가연기 maker 별로 자동화 시스템이 개발되어 있는데, 그 중에서도 비교적 우수하다고 알려져 있는 ICBT, Barmag, Murata의 경우를 살펴보면 다음과 같다.

• **Quality Monitoring** 기능 :

가연기에 부착된 main computer에서 T<sub>2</sub> tension, heater 온도, 각 회전체의 회전속도 등의 종합적 기계 운전 상태를 확인할 수 있다. 또 구동 상태에 대한 원인 조사 및 추적이 가능하도록 data processing 기능이 있는 등 종합적인 생산 자동 감시 통제 시스템이라고 할 수 있다.

• **Factory Management** 기능 :

- **Statistics, Quantities Management** : 생산 관리 전산화(인력절감 가능, 제품 수급 상황 즉시 파악 기능 등)

- Production Planning, Maintenance : 각 가연기 및 각 추의 생산 이력, 불량 이력 등에 대한 통계처리 기능(가연기의 효율적인 정비에도 활용이 가능함.)

**2.9. Double Feeding System**

신합섬의 활발한 개발에 따라, 합섬직물의 한계를 극복한 품목중에서 복합가연사 만큼 다양하게 전개된 제품도 없다. 여러가지 복합 방법중에서 대표적인 것이 POY+FDY 복합방법인데, POY보다 FDY의 수축율이 더 크므로 복합가연 후 직물을 만들게 되면 2개 사종의 수축차이에 의하여 독특한 직물 태가 나타나게 된다. Figure 7은 Murata의 double feeding system을 나타낸 그림이다.

Double feeding system은 2종의 실에 대한 복합 가연을 위하여 feeding roller가 2개(쌍)로 준비된 장치인데, 단순히 신도(수축율)가 다른 2종

의 실을 혼합하는 기능뿐 아니라 속도차에 의한 공급량 차이, 그리고 적극적으로 연신비 차이를 유발시켜 매우 다양한 특수 가연사를 제조할 수 있는 장치도 개발되었다. 이러한 double feeding system에는 보통 double creel이 필수적이며, Rieter Scragg사는 triple feeding system도 공급하고 있다.

**2.10. Micro Fiber 용 가연기**

폴리에스테르 직·편물의 고급화에서 가장 크게 부각되는 품목 중 하나가 마이크로 파이버(micro fiber) 가연사이다. 일반적으로 단섬유(mono filament)의 섬도가 1.0~0.1 denier 범위의 실을 micro fiber라고 하며, 일반 직접용용 방사법으로 생산된다(0.1 denier 이하의 실은 보통 여러가지 복합방사 공법으로 생산된다.).

마이크로 파이버는 1가닥의 섬유가 매우 얇으므로 장력에 의한 변형도가 크고, 특히 열전달이

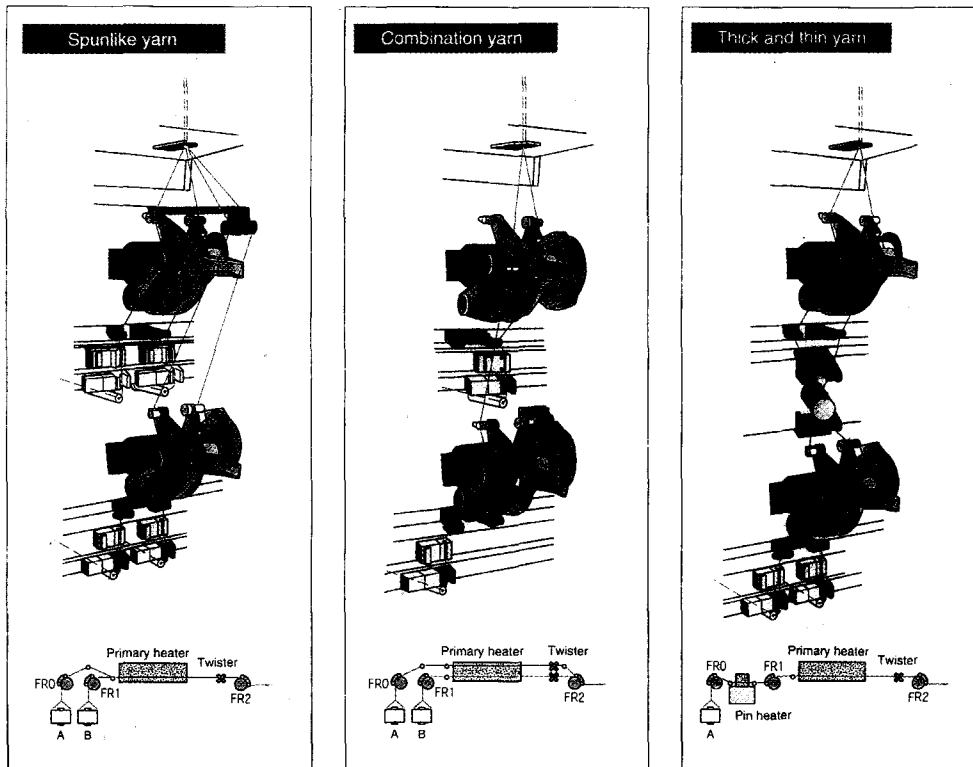


Figure 7. Double feeding system (Murata).

용이하므로 온도에 의한 영향을 크게 받는다. 그러므로 마이크로 파이버를 가연하기 위하여, heater, cooling plate와 각종 guide를 포함한 사도(yarn path)를 단순, 직선화하고 heater 등의 길이를 축소시키며, heater track 형태는 V형, H형, I형 등으로 특화하고 있는 등, 실에 걸리는 장력을 최소화하는 방법이 중요하다. 최근의 가연기는 이러한 사도 단순화를 위한 개념이 많이 보장되어 있다.

### 2.11. Inverter Driving System

일반적으로 가연사 생산조건 변경을 위하여는 기어(gear), 풀리(pulley) 및 각종 벨트(belt)를 변경하여 새로운 조건을 맞추게 된다. 이러한 기어 등의 교체시간은 수십분 정도의 시간이 소요될 뿐 아니라, 최적 생산조건을 위한 정밀 미세 조건 조정에서 원하는 조건을 설정할 수 없는 경우도 있으며, 더구나 이러한 부품의 보관을 위하여 비교적 넓은 창고도 필요로 하는 등 불편한 점이 많다.

최근에 신규 가연기에 도입되는 인버터(inverter) 구동방식에서는 1~2분 이내에 원하는 조건 설정이 가능하고, 기계를 정지시킬 필요도 없다. 즉, 기어 등의 교체없이, monitor를 보면서 one touch button으로 용이하게 조건변경이 가능하고 생산조건 변경에 대한 시간 예약기능도 있다. 이러한 점으로 인하여 생산성을 향상시킬 수 있으며, 인원 절감에도 큰 이익을 볼 수 있다.

## 3. 연사기(Twisting Machine)

### 3.1. 연사기 개요

연사기는 원사에 꼬임을 주는 기계로 연사공정에 의해 실의 강력 증가, 제·편직 작업 및 복합사 제조를 위한 예비가공(豫備加工)의 역할, 원하는 신도 확보, 촉감과 형태의 발현 등을 통해 실과 직물에 특수한 효과를 부여할 수 있으며, 전체적으로 사(絲) 품질과 부가가치를 향상시킬 수 있다. 연사기의 꼬임효과를 기준으로 분류하면 이태리식 연사기(one-for-one), two-for-one 연사기, three-for-one 연사기 등이 있으며,

이외에 ring twister와 covering machine이 있으나 이들은 합연(合燃) 또는 가연사(假燃絲)의 연사에 많이 사용된다. 이태리식 연사기는 one-for-one 방식이며, 회전속도나 보빈 크기의 제한 등으로 생산성이 낮은 단점이 있다. two-for-one 연사기는 연사공정에서, 동일한 단위길이당 꼬임수(T/M)와 회전수일 때 one-for-one 방식의 2배에 이르는 생산성을 가진 기계로 근래 연사기의 대부분을 차지하고 있다. two-for-one 연사기는 국·내외를 막론하고 다수의 섬유기계 maker가 제작하고 있으며 다소의 사용상 문제점을 제외하면 실용적으로 큰 애로 사항은 없다고 할 수 있다. 각 maker 마다 서로 조금씩 다른 기능과 특징에 따라 복합연사기, 다기능 연사기, 화섬용 및 스판사용 two-for-one 연사기, 자동 two-for-one 연사기, 팬시(fancy) 연사기, 복합 팬시 연사기 등으로 불리고 있다.

### 3.2. Two-for-One 연사기 개발 현황

ICBT, Barmag, Murata 등의 선진 섬유기계 maker는 filament, flat yarn 또는 가연사의 후공정에 필요한 연사에 관한 모든 요구를 충족시키기 위하여 여러가지의 광범위한 twister, spindle 및 기타 장치를 개발했다. two-for-one twisting에는 몇 가지 타입의 기계와 spindle의 사용이 가능하다. 세(細)번수 실에 최고 3,400 tpm의 강연(強燃)을 부여하기 위한 ICBT model인 "DT 354"를 Figure 8에 보였는데, spindle 직경이 90/110 mm, 공급 pirn은 0.7~1.5 kg 범위이며, double flanged bobbin의 평행 winding과 개별 원추형 권취 시스템을 가지고 있다. 중(中)번수 및 세(細)번수 yarn에 중연(中燃)과 약연(弱燃)을 부여하기 위한 model인 "DT 360"은, spindle 직경이 140 mm이며, tangential belt로 spindle을 구동하고, 고속 권취를 할 수 있을 뿐 아니라 염색용 soft take-up package도 생산 가능하다. flat yarn과 가공사용으로는 170 mm spindle을 다양하게 사용할 수 있다.

약연(弱燃) 가공사, 1 또는 2 합사를 생산하기 위한 ICBT "DT 360" 연사기는 spindle 직경이 200/220/235/260 mm이고, 공급 bobbin은 최대



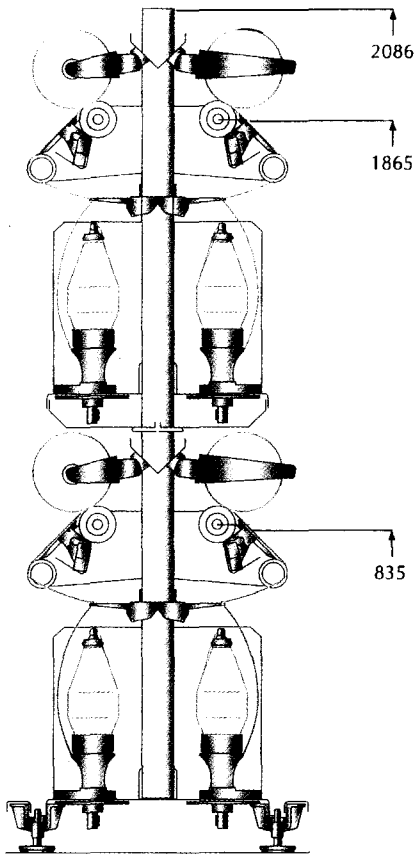


Figure 8. Two for one twister, DT 354 (ICBT).

6 kg까지 가능하다. 이 기계에는 염색용 고탄성 polyamide에 꼬임을 주고, 수축하기 위해서 히터를 장착할 수 있다. 대용량 package, 취급의 용이성 그리고 coning시 매듭이 없기 때문에 생산비용의 절감이 가능한 기계이다.

Murata는 1964년부터 two-for-one twister를 제조하기 시작하였다. 필라멘트사용 Muratec two-for-one twister는 시동에서 마무리까지 실 생산 비용을 최소화시키도록 고안되었으며, 에너지 및 설치 공간을 줄일 수 있다. 최상위 수준의 품질을 보증하기 위해 독자적인 메카니즘을 개발하여 사용하였는데, 특성을 살펴보면 다음과 같다.

Figure 9에 Murata 연사기 스피들의 모식도를 보였는데, 독창적인 원추형 스피들과 "tensor"를 적용한 다단계 장력 system으로 안정된 balloon 장력과 안정된 balloon 형상을 유지하며,

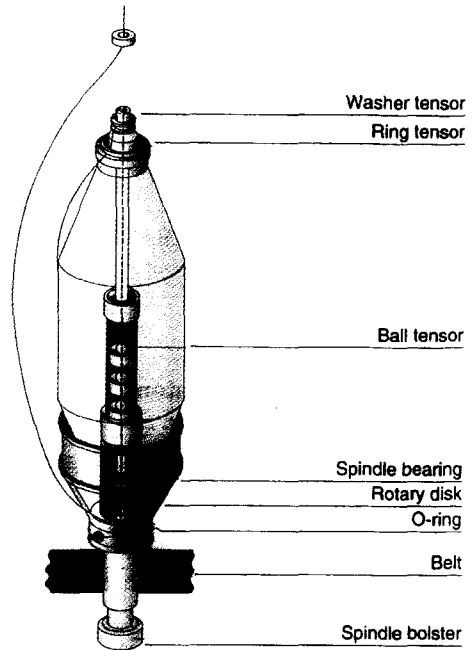


Figure 9. Spindle of Two-for-one twister, No. 302-II (Murata).

가공된 실에 루프와 잔털의 형성을 방지하고, 각 부분마다 간단한 장력 조절도 할 수 있다. 스피들은 매우 단단하고, 부드러운 특수 ceramic 코팅을 하여 안정적인 고품질의 연사를 할 수 있다. 또한 부식과 마모에 우수한 저항력을 가지고 있고, 기계의 수명이 끝날 때까지 교체할 필요가 없다. 스피들과 o-ring 사이에 고정 disk를 갖추고 있어서 스피들의 진동이 직접적으로 실에 전달되지 않는다. "tensor"를 적용한 다단계 장력으로 30~300 denier yarn, 방적사, high-multifilament yarn, 불규칙 단면사 그리고 인터레이스사 등을 연사할 수 있다.

### 3.3. Three-for-One 연사기

Three for one 연사기는 Saurer Tritec Twister라는 이름으로 Hamel사(Saurer Textile System)에서 1993년 개발되어 출시되었는데, 이 three-for-one 연사기는 동일 조건하에서 one-for-one 연사기의 3배 또는 two-for-one 연사기의 1.5배에 이르는 생산성이 있어 향후 연사기의 주종을 이룰 것으로 예상된다. 새로운 Saurer

Tritec Twister의 스피ndl들은 Figure 10에서 보는 바와 같이 동축상 상반 회전 시스템으로 구성되어 있다. 이 혁신적인 구조로 스피ndl들이 한 번 회전하는 동안 실은 세 번의 꼬임을 받는다. spindle shaft가 있는 외부 시스템과 평행으로 감긴 공급 보빈이 있는 내부 시스템은 같은 속도지만, 서로 반대 방향으로 회전한다. 두 시스템은 원통 모양의 thread-guiding device를 갖추고 있다. 내부의 회전에 의해 보빈으로부터 실이 풀려나오고, thread-guiding device(자체조절기능)에 집속된다. 실은 hollow spindle 안으로 끌려 들어가고 상반 회전 시스템에 의해 즉시 두 번의 꼬임이 얻어지며, 실은 다시 외부 thread-guiding device에 집속되고 delivery roller에 감기기 전에 세 번째 꼬임이 얻어진다.

Saurer tritec twister의 특징을 살펴보면 다음과 같다. 비록 7,000~10,000 rpm의 저속으로 spindle이 회전한다 할지라도 30,000 rpm의 효과가 있어서 생산성을 높일 수 있다. 산출량은 원사와 실번수와는 무관하며, 사중 교환시 스피ndl들을 재조정할 필요가 없다. 동축상 상반 회전 시스템 등을 사용하므로 제작상 고도의 정밀도

를 요구하고 있으며 balloon 현상이 생기지 않는다. Table 2에 일반적인 국산 two-for-one 연사기와 Hamel사의 three-for-one 연사기를 비교하였다.

국내에서도 three-for-one용 연사방법이 개발되어 관련기술과 함께 실용신안 등록을 출원 중에 있다고 한다. 카멜레온 3000(신합동섬유기계)이라고 명명한 다기능 연사기의 이론은 먼저 상단 스피ndl에서 실에 2회의 꼬임을 준 다음 권취 용량의 정확성을 기하기 위해 printer bottom roller를 거쳐 링의 트래블러에서 다시 실에 1회전의 꼬임을 가한 후, 하단 스피ndl의 권취 보빈에 권취되므로 연사물의 품질 및 생산면에 탁월한 성능을 발휘한다. 이 시스템은 three-for-one 연사기로 사용이 가능할 뿐만 아니라 연사에 이은 합연공정을 한 기계에서 가능케 한다고 한다.

### 3.4. 산업용 연사기

산업용사는 필라멘트사 또는 staple fiber에 보통 7~9 gr/den의 강도를 부여한 것이다. barmag, ICBT, Murata 등 대형 연사기 maker는 고객의 요구에 따라 two-for-one twister, direct cabling machine, industrial ring twister로 구분하여 기계를 제작한다. 산업용 연사기의 용도는 tire cord, 어망사, timinging belt용사, rope용사, BCF carpet용사 및 glass fiber의 연사이며 굵고 강한 실을 사용하기 때문에 individual spindle

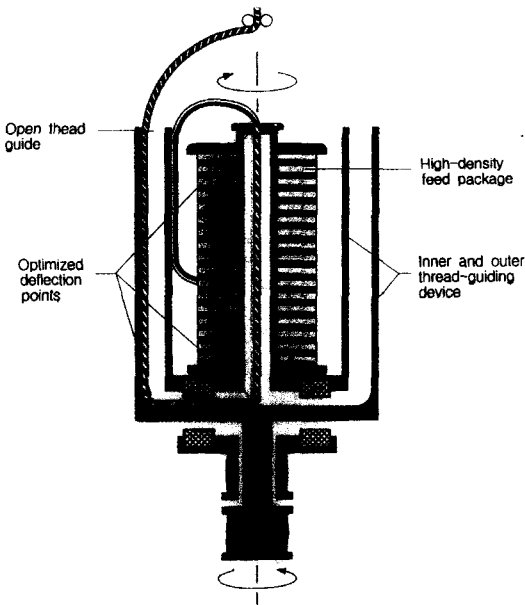


Figure 10. Spindle of Three-for-one twister, Saurer Tritec Twister (Hamel).

Table 2. 국산 two-for-one 연사기와 Hamel사 three-for-one 연사기의 비교

항 목	국 산	Hamel사(Swiss)
Twisting 방법	Two-for-One	Three-for-One (동축 2 실린더)
생산성	100%	150%
가격(96년기준)	약 3,000만원	약 1억~ 1억 2,000만원
폭	800 mm	1,000 mm
높이	1,819 mm	1,722 mm
최대 길이	16.7 m	21.6 m
스핀들 크기	281 mm	210 mm
최대 섹션수	10	15
최대 스피ndl 수	256	180
권취 중량	1.5 kg	4.6 kg
공급사 중량	1.25~1.5 kg	1.1~1.9 kg

system을 많이 적용하고, 특히 glass fiber 연사에는 ring twister를 사용하는 것이 보통이다. 산업용 연사기는 보통 의료용 연사기에 비하여 4배 이상 고가이나 국내 생산은 이루어지지 않고 있다.

Direct cabling 방법은 한번의 작업으로 균형 잡힌 꼬임을 가진 2합연사를 cabling 하기 위한 것이다. Figure 11에 ICBT의 model인 "CP510/CP560"을 나타내었는데 이것은 individual motor 방식이다. 꼬임이 없는 single end는 spindle의 아래로 들어가고, ceramic disk의 구멍으로 나온다. balloon이 형성되면서 이 첫번째 실은 두번째 실이 감긴 공급 보빈 주위를 회전하여 꼬임이 부여된 2합연사가 생성된다. 같은 길이의 2합연을 가지기 위하여 cabling point에서 각 합사의 장력은 동일해야 한다. 이 방법의 특징은 단 한번의 작동으로 cabled yarn을 생성할 수 있고, cabling 전에 rewinding이 없으므로 생산자 package를 그대로 사용하며, flanged bobbin이 필요하지 않다는 점이다. 또한, 관리인원, 동력소모, 작업공간, 유지보수 등을 줄일 수 있다.

유리섬유는 산업용 연사의 많은 부분을 차지하고 있는데, 높은 열저항성, 낮은 수분 흡수성,

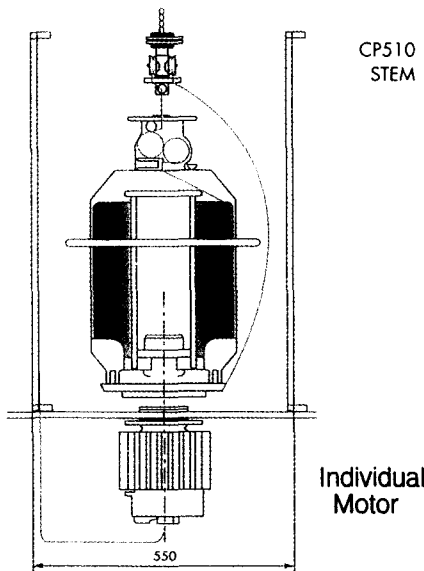


Figure 11. Spindle of two-for-one twister, CP510/CP560 (ICBT).

전기적인 특성과 같은 물리적인 성질로 인하여 인쇄회로판 등과 같은 산업용 재료분야에 광범위하게 응용되고 있다. 또한 필터 구성물 및 타이밍 벨트 강화에도 효율적으로 사용된다. 경사 공정에 사용된 유리섬유에 있어서 연사는 매우 중요한 단계이다. 연사작업을 하는 동안에, 제직 공정에서 실을 보호하기 위하여 약연(弱燃)을 준다. 연사는 ring-traveler process에 의해 이루어진다. 연사에 의해서 일정한 꼬임 부가, 일정한 보빈 밀도, 사절 방지, 고속에서 해사할 수 있는 정확한 보빈 형상, 후속 작업에서 실의 낭비를 최소화하는 정장관리 등의 품질 특성을 얻을 수 있다.

#### 4. 커버링기(Covering Machine)

##### 4.1. 커버링기 동향

Covered yarn(통상 covering yarn이라고도 함)은 하나 또는 그 이상의 실(피복사)로 감겨진 심사(芯絲, core yarn)로 이루어져 있는데, 심사는 주로 elastomer yarn 또는 천연고무 사(絲)를 사용하며 covering yarn은 polyamide, polyester, cotton, wool 등을 사용한다. Covered yarn을 생산하기 위한 통상적인 방법은 중공스핀들(hollow spindle)을 사용하여 감는 것으로, 대부분의 covering machine은 이 종류에 속한다. Figure 12에 3종의 대표적 covering 방법과 사 구조를 나타내고 있다. 최근 새롭게 개발되는

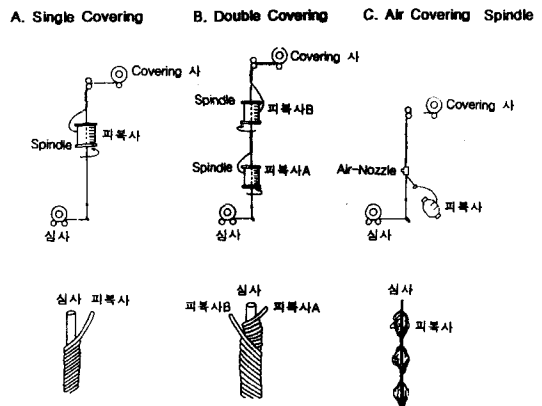


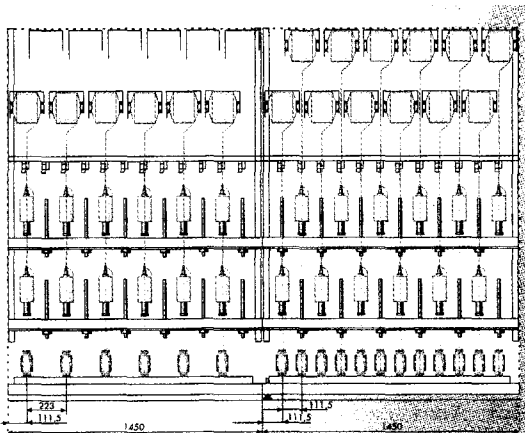
Figure 12. 대표적인 Covering사의 제법과 사 구조.

연사기중에는 통상의 연사기능 외에 covering 기능을 겸비하는 경우가 많아지고 있어서 covering machine 고유의 매력력이 많이 상실되어가고 있는 측면이 있으므로, covering machine만이 가질 수 있는 특유의 기능상의 장점들을 부각시킬 수 있는 연구가 필요한 상황이다. 본 고에서는 각 maker별 covering machine을 비교하고 기능상 특성을 기술하고자 한다.

**4.2. Maker별 커버링기**

**ICBT Covering Machine :** ICBT covering기의 특징을 보면, 8~220 dtex의 covering yarn과 11~2,200 dtex의 core yarn과 같이 폭넓고 다양한 사종을 사용할 수 있다는 것인데, 자동화된 single machine(G316) 또는 double covering machine(G307), 또는 single/double 공용 covering기(G367)를 생산하고 있는데, Figure 13에 나타내었다. 3 model 모두 최고 27,000 rpm 속도로 회전 가능한 US spindle을 구동하는 tangential belt를 갖추고 있으며, delivery 속도는 최고 분당 40 meter 수준이다. 생산품의 최종 용도는 panty, stocking, sportswear 및 technical yarn 등 광범위하여 여러 가지 목적에 사용할 수 있다.

**Menegatto Covering Machine :** model명 1000/B, 1500/95/200, 1500/95/270/TB, 1500/95/270/TB/NORMA 및 1500/95/1625/1P 등 일련



**Figure 13.** Schematic of yarn combination in covering machine, G367 (ICBT).

의 covering machine을 생산하고 있다. single covering machine은 1500/95/1625/1P이고, 나머지는 single/double 겸용 covering machine이다. 1500 시리즈는 완전 자동화되어 있으며, 1000 시리즈는 simpler version이다. 특히, 1500/95/200 모델은 세계적으로 5,000대 이상 판매되어 기계의 우수성을 입증 받았다고 한다.

고유의 Menegatto software를 이용하여 권취 스펀의 경사각 감기, 스펀링 피치, winder의 분리와 스펀 가장자리의 lip breaker 등을 조정할 수 있는데, 이 software는 covering machine의 전자 컨트롤 패널 드라이브 안에 설치되어 있다. Covering machine은 별도로 설치된 PC를 사용하여 권취기능을 프로그래밍하고, 기계의 운전 조건을 검사하고, 도평시 기계가 정지되었을 때 다시 프로그래밍할 수 있다. 세 개의 연동 모터를 이용하여 송출, 권취 그리고 실의 선택 공정을 수행할 수 있는데, 모든 모터는 인버터에 의해 제어된다.

소음 발생은 covering machine이 가지고 있는 일반적인 문제인데, 이 문제를 다소 해결하기 위해서 Menegatto는 AntiNoise라는 특별한 시스템을 개발했고, 평균적으로 10 dB 정도의 소음을 감소시켰다. 이 시스템은 기계 구조에 탄성 연결체를 채택한 것인데, 내부에 방음재료를 붙인 box가 달린 screening은 spindle의 tangential drive의 소음을 감소시킨다. 방음재료를 만든 cantilever 구조는 기계의 양 앞에 설치되며, 소음 흡수장치는 기계의 중심부에 위치해 있다.

Simpler 1000/B version은 한 개의 single 모터로 구동되므로 모든 기계부의 시동과 정지가 동시에 일어난다. single 모터 시스템으로 가동 비용면에서 상당한 절약을 할 수 있으며, 또한 electronic economizer(전자절약장치)와 starter(Sikostart-Siemens)를 옵션으로 선택할 수 있어 전력소모와 피크전류의 감소외에도 원활한 시동을 하게 하여 belt, spindle 그리고 gear와 같은 모든 가동부의 충격을 감소시킨다. 이 version에서는 menegatto에서 최근에 특허를 받은 spindle 구조와 self-locking spool(자동잠김스풀) 장치를 적용하여 생산성을 높였다. 모든 회

전부는 볼베어링으로 구성되어 있으므로, spindle 베어링도 윤활되고(마찰이 감소되고) 순환 공기에 의해서 내부적으로 냉각된다. 고속 spindle을 위해 기계구조를 간단하고 튼튼하게 디자인하였다. 모든 마모되는 부분은 oil bath에 의해 윤활·보호된다. 이 기계는 모두 기계적이고 전자 제어는 전혀없다. Pattern breaker, lip breaker 그리고 pineapple Attachment를 결합한 oil-Lubricated cam-box에 의해서 winding이 제어된다.

**OMM Covering Machine** : OMM은 hollow spindle SX 그리고 covering machine ECO와 ELX의 새로운 기종을 판매하고 있다. 45년 이상의 경험을 바탕으로 최고 27,000 rpm의 속도와 최고 664 gram의 상당한 yarn-spool 하중 특성을 가진 SX spindle을 개발했다. Spindle의 회전부는 최소수준의 편심율과 보장된 직선형으로 고도의 구조적인 정밀성을 가지고 있다. 베어링 시스템은 초고속을 내기 위해 디자인되었고, 수명을 연장시켰다. Assembly spool/covering으로 야기되는 불균형을 방지하고 가동벨트의 드래프트를 일정하게 유지하기 위하여 진보된 충격 흡수 시스템을 채택하였으며, 소음 수준과 전력 소모를 상당히 감소시켰다.

ECO와 ELX covering machine은 하나의 single-drive roller로 탄성사를 적극적으로 공급하는데 적합하다. 탄성사의 스펀은 순조로운 실 송출을 위하여 평형 level arm에 지지되어 있다. 실의 주행은 직접 송출되거나, 선택적인 압력 roller를 통하여 할 수 있으며 새로운 SX 고속 spindle을 사용하였다. Spindle holder는 작업자의 안전과 소음 감소를 얻을 수 있는 방식으로 고안되었다. 서로 다른 압력으로 조정할 수 있는 nip roller를 가지고 있는 positive roller가 드래프트를 하기 위해 채택되었으며, roller의 주행으로 권취를 한다. Opening 또는 sliding arm을 사용할 수 있다. 전자 제어 시스템의 통합된 leap-breaker를 사용하여 리본 효과를 없앨 수 있다.

**Ratti Covering Machine** : 탄성사(elastomer 또는 rubber) covering용 기계라인을 single & double covering용 새로운 모델로 확장시켰다. 모든

Ratti covering machine은 FAG US 또는 USL hollow spindle과 정밀한 gearbox를 갖추고 있는데, 선(先) rewinding없이 양말편기에 직접적으로 사용될 수 있는 covered yarn의 보빈을 함께 생산한다. USL spindle을 장착한 모델은 고속으로 작동할 수 있고, 이 spindle이 기계에 정확하게 조화되고 강력한 진동을 흡수하는 성질로 인하여 상당한 저소음으로 작동할 수 있다. 기계(line)당 spindle의 밀도를 높게한 특성을 지닌 모델을 사용하면 spindle당 더욱 낮은 비용으로 가동할 수가 있다.

**Saurer-Hamel Covering Machine** : Saurer-Hamel 사의 elastic ply yarn(탄성합연사)을 위한 elastotwister의 spindle부를 보여 주는 것이 Figure 14이다. 보통 216개의 spindle을 가지고 있으며, staple fiber사와 탄성사 또는 필라멘트사를 이 시스템에 사용할 수 있는데, 공기 저항 없이 꼬임을 주는 balloonless 특성이 있어서 spindle 회전속도를 최고 16,000 rpm까지 할 수 있다. 꼬임은 S/Z 방향으로 90~1,450 T/M, 실 변수는 Nm 20~270 범위에 있다. 또한 기계에 어떠한 변환없이도 보통의 실을 사용할 수 있다. 제공하는 옵션으로는 pneumatic threading device(공기 실 공급장치), 권취 package와 elastomer package를 위한 automatic lift-off device, delayed start-up unit, hot air 배출, 통합 spindle 브레이크 시스템과 thread-driven waxing device 등이 있다.

꼬임없는 elastomer core는 완전 balloonless wrapping system에 의하여 staple yarn으로 완전히 감겨진다. 사질이 매우 적게 발생하기 때문에 관리인원을 줄일 수 있으며, 이 시스템으로 생산된 합연사(plied yarn)는 잔털이 적다. 완전 밀폐 spindle 시스템은 매우 적은 소음 수준, 통합 에어 환기 시스템에 의한 대량의 hot air를 직접 배출할 수 있어서 공조 시스템의 투자비와 가동 비용을 상당히 절감할 수 있다.

#### 4.3. Air Covering Machine

Air-jet covering machine은 기존의 covering machine의 ring 구조를 완전히 다른 air-jet 구조

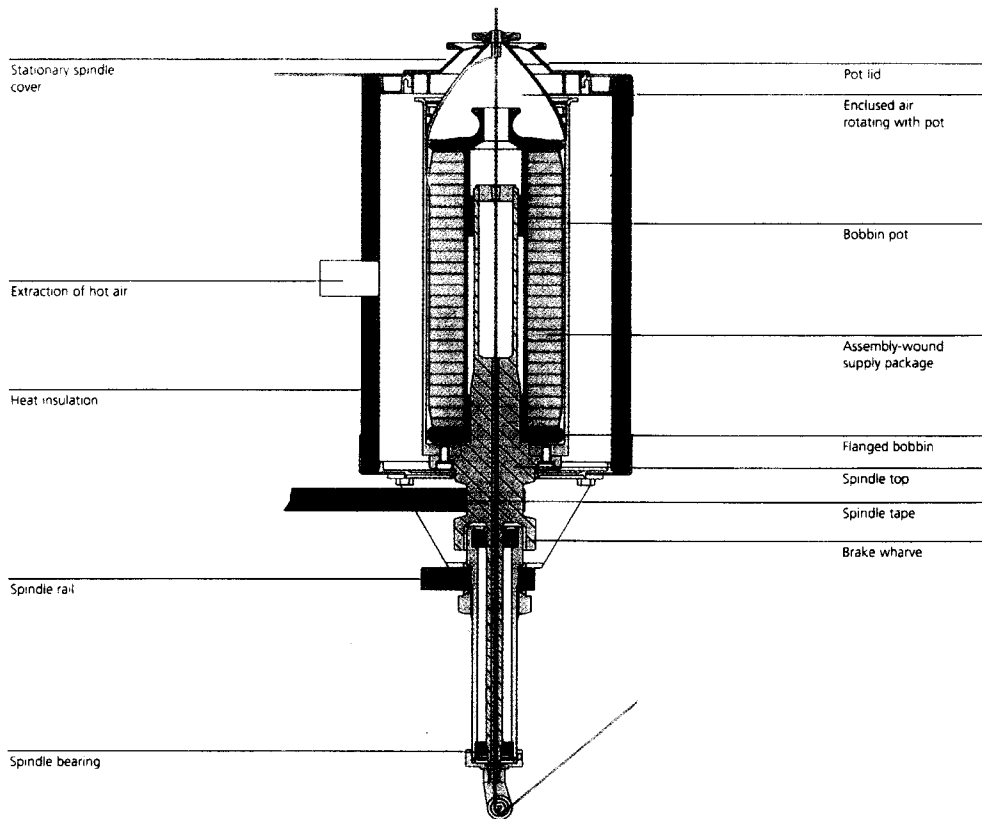


Figure 14. Spindle of covering machine, saurer elastoTwist (HAMEL).

로 변환시켜 생산성을 약 20배 향상시킨 것인데, 실의 품질은 다소 떨어진다.

**Fadis Air Covering Machine :** Fadis사의 AirJet 900은 최고 분당 900 meter의 속도로 가동할 수 있는 air-covering machine이다. 필라멘트와 방적사(spun yarn) 또는 어느 한쪽의 혼섬 조절에 의하여 새로운 실을 만들어내므로 광범위한 특수사 제조에 사용한다. 최고 40 m/min의 속도를 가진 종래의 커버링기보다 20배 이상 더 높은 생산성을 가지고 있다. AirJet 900 process는 covered yarn의 보빈 winding과 rewinding과 같은 부수적인 작업을 피하는, 종래의 covering 기술에 대한 경제적인 대안으로 나타났다. 기계당 최대 6섹션으로 6개 winding head를 가진 단축면이며, 각 winding head는 인버터에 의해 제어되는 AC모터를 가지고 있다. Yarn guide는 최대 속도 900 m/min로 oil bath와 250 mm 트래버스를

통과한다. 원뿔 또는 원통 튜브로 권취형태를 정할 수 있다.

신개념의 cradle이 플랜지 tube-holder에 장착되어 있는데 원뿔 또는 원통 튜브의 권취를 완전히 조절할 수 있으며, 권취 package의 중량은 특별한 조정 damper 시스템에 의하여 보정된다. Feeder는 탄성사의 drawing과 unwinding system, 탄성사의 feeding unit, 연속 필라멘트와 방적사 또는 어느 한쪽의 positive feeding device, 그리고 final feeding roller 등을 포함한다. 비탄성 사용으로 중량을 가지고 있는 flange tensioner는 feeding roller앞에 고정되어 있고, ceramic gate yarn tensioner는 jet 출구에 위치한다.

Heberlein jets는 winding head당 1개를 장착하고 있으며, 압축공기 공급 시스템에 연결되어 있다. 기계는 두가지 형태의 광학 센서를 가지고 있는데, 첫 번째 형태는 정확한 감지를 위해

switch와 trimmer를 포함하여, 모든 yarn feeder에 설치되며, 센서의 두 번째 형태는 혼섬사의 존재를 알아보기 위해 take-up 앞에 장착된다.

**ICBT Air Covering machine :** ICBT는 모델명 JD 800이라는 새로운 air covering process를 개발하였다. Core와 covering yarn은 air jet를 통하여 지나가며, 최고 분당 800 meter의 속도에서 두 실이 혼섬된다. 사도(yarn path)는 일직선이며, positive capstan은 고도로 정교한 권취가 되도록 실을 유도한다. 모든 driving 파라미터는 컴퓨터를 통하여 관리된다. 이 실은 최신의 고속 편기에서도 별도 조치없이 편직이 가능하다고 한다.

### 5. 선연후가연기

선연후가연(先燃後假燃)기는 RPR에서 개발되었는데, two-for-one twister를 부착하여 연사후 편 타입 가연을 연속적으로 수행한다. Figure 15은 RPR의 선연후가연기 모식도이다.

일반적으로 폴리에스테르 장섬유는 가연(假燃) 후 필요에 따라 꼬임을 부여하고 있으나, RPR의 선연후가연기에서는 two-for-one 연사장치를 이용하여 미리 꼬임을 준 후, 연속적인 one-step 일관 공정으로 가연(假燃)하여 textured crepe yarn 등 특수한 촉감을 갖는 가공사를 제조할 수 있다. 따라서 2-step인 기존의 공정에 비하여 생산성과 제품 품질을 향상시킬 수 있다. 그러나 pin type 가연 장치와 연사공정 자체의 낮은 속도로 인해 maximum take-up 속도는 최대 80 m/min 수준이며 take-up package의 max. weight 도 3 kg에 불과하다는 단점이 있다.

1997년 5월 국내 섬유기계 제조업체인 대원기계에서 DWTO-5FT model을 선보였는데, 기본 원리는 RPR과 동일한 것으로 보인다.

### 6. Air Jet Texturing Machine

#### 6.1. Air Jet Texturing 개요

Air jet texturing 기술은 Du pont사가 Taslan이

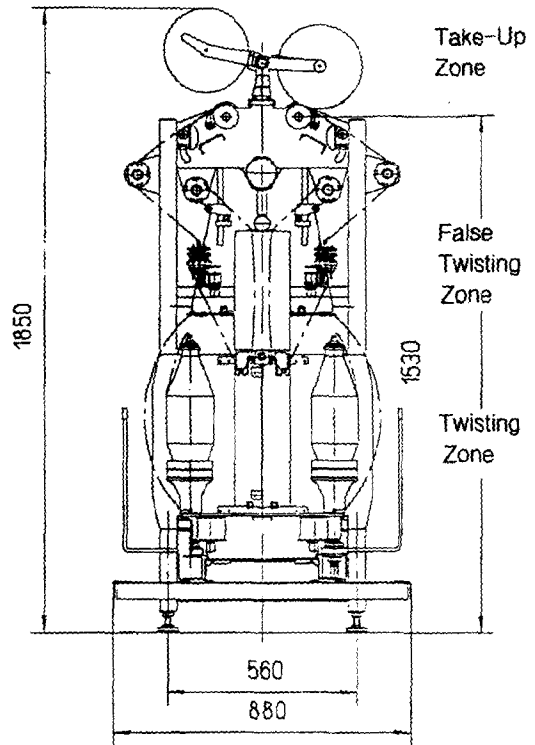


Figure 15. 선연후가연기 개략도 (RPR).

라는 상표로 처음으로 공업화에 성공하였다. 기본 기술의 원리는 filament를 매우 급속으로 유도하는 공기를 붙여 넣어 filament에 많은 loop, coil, 매듭 등이 생기게 하여 bulky성을 부여하는 것이다. Air jet texturing의 원리를 Figure 16에 보이고 있다. Air jet는 보통 6~10 kg/cm<sup>2</sup>의 고압공기를 사용하고 가공속도는 일반적으로 분당 50~600 meter 정도이다. Single yarn의 가공에는 분당 1,000 meter도 가능하며, 태를 중요시하는 경우는 분당 200 meter의 저속으로 한다. ATY(Air Jet Textured Yarn) 제조용 압축공기가 다소 고가임에도 불구하고 최근의 ATY는 다른 사가공법에 비하여 다음과 같은 장점을 계속 유지하고 있기 때문에 주로 합섬의 고차가공에 많이 사용하고 있다.

(1) Filament 사를 사용하여 비교적 고속으로, 비교적 저비용으로 방적사와 유사한 태를 갖도록 할 수 있다.

(2) 가공 조건에 따라 high bulky yarn 뿐 아

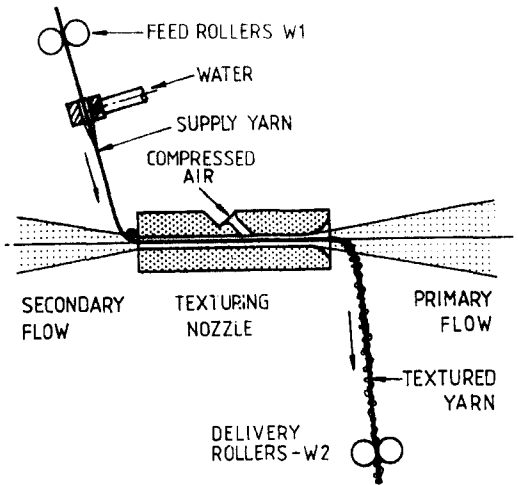


Figure 16. Schematic diagram of air-jet texturing.

나라 sewing thread와 같이 신도가 작은 실도 만들 수 있다.

(3) 나일론, 폴리에스테르, 아세테이트 등 서로 다른 소재의 실과, 이염성의 실 그리고 이수 축사 등의 서로 성질이 다른 실을 자유롭게 혼섬하여 특수한 품질, 외관, 태를 갖는 실을 생산할 수 있다.

(4) 가연사 직물의 결점을 완화시켜 준다.

(5) 새로운 용도 분야가 많이 전개되었다(여행용가방, 핸드백, rain-wear, ski-wear, 벽지, 자동차내장용포, 커튼지, 카펫지 및 여러가지 의료용품).

### 6.2. Air Jet Texturing Machine 동향

초기의 ATY 가공기는 이미 사용된 여러 섬유 기계에 nozzle를 부착하여 개조한 형태였기 때문에 기존의 섬유기계 maker에서 먼저 제조되었으며 특히 가연기 maker는 기존의 가연기 제조 기술을 응용하여 ATY 기를 제조하였다. 주요한 maker는 Barmag, Rieter-Scragg, Murata, Toray, Theiler, ICBT, RPR, Giudici, BRD, Eltex, Enterprise와 Aiki 등을 들 수 있다. Murata No. 335-II기는 최종 가공사 기준으로 50~700 denier까지 비교적 굵은 실의 생산이 가능하며, 기계적인 최고속도는 840 m/min이고, air 소비량은 nozzle의 종류와 압력에 따라 다르나 통상 15.3

Nm<sup>3</sup>/min 수준이다.

ATY기 동향은 ATY 가공기술의 동향으로 설명될 수 있다. 합섬의 복합화는 합섬의 생산량 증가 만큼이나 다양하게 전개되고 있다. ATY는 복합 연사와 마찬가지로 복합화에 의한 고부가 가치 제품 개발이 중요한 과제로 진행되고 있다. 다른 사가공기와 동일하게 기계 자체의 고속화, 자동화 및 운전편의성 등의 분야도 큰 발전을 이루고 있다.

### 6.3. ATY의 복합화 방법

Figure 17에 air jet 복합 방법을 보이고 있다.

- A. Single ATY: 1 본의 사를 air jet texturing 가공을 한다.
  - B. Parallel ATY: 여러본의 사를 동일한 over-feed율로 air jet nozzle에 넣어 가공한다.
  - C. Core yarn-Effect Yarn: 서로 다른 복수의 실을 서로 다른 over-feed 율로 가공한다.
- Air jet 복합사 제조의 주요한 분야이다.

저장도사를 공급하여 강교락을 시키면 loop 모양 가공사가 되는데, 일반적으로 air jet는 실에 손상을 입히지 않기 때문에 0.3 denier 급의 극세 섬유에도 가공할 수 있는 잇점이 있다.

### 6.4. Air Jet Texturing Nozzle

에어제트 텍스처링의 핵심은 노즐이며 노즐의 설계에 따라 에어제트 텍스처링사의 품질에 많은 변화를 준다. 초기 노즐은 50년대 초 Du Pont에 의해서 처음으로 특허 출원되었으며, 그 후 기술은 꾸준히 발달하여 현재에도 압축 공기의 소비량을 최소화하고, 특수사를 다양하게 생산할 수 있는 노즐을 개발하려는 경향이 있다. Table 3에 nozzle의 발전 과정을 나타내었다.

현재도 타슬란 노즐과 헤브라인 노즐은 텍스처링 산업에 있어서 여전히 중요한 위치를 차지하고 있으며, 노즐에 관한 집중적인 연구노력으로 1950년대에 비해 가공 속도가 분당 50 meter에서 500~1,000 meter로 증가하였고, 압축공기의 소비량은 약 절반으로 감소했으며, 전체적으로 소비되는 에너지가 약 60% 감소하였다고 한다. 그러나 노즐을 개발하는 궁극적인 목적인



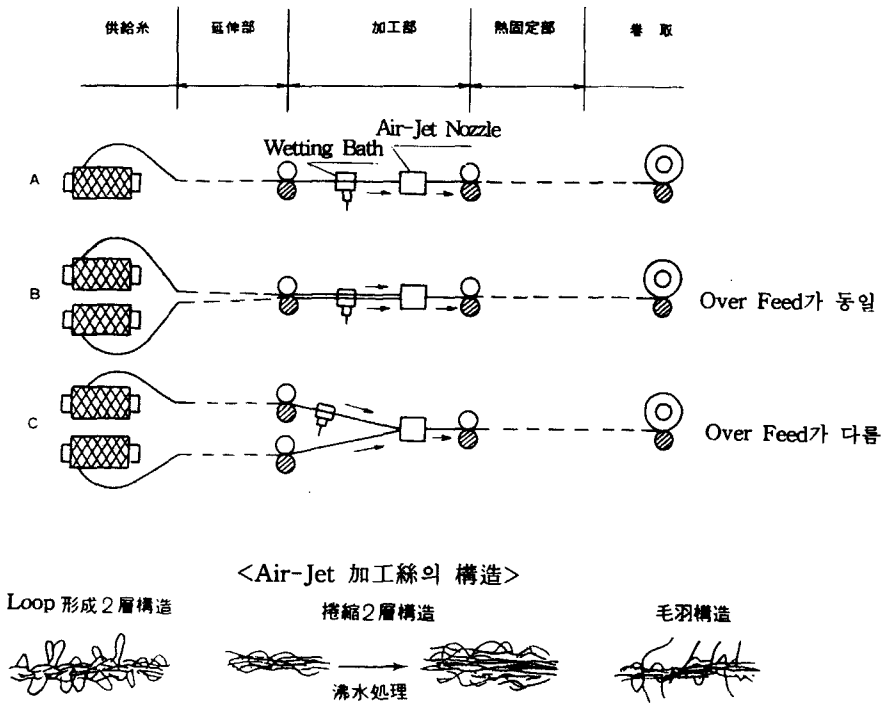


Figure 17. Air-jet 복합사 제조 방법과 가공사의 구조.

텍스처링 속도 증가는 한계에 와 있는 듯이 보이며 최근의 진보는 미미하다고 할 수 있다.

**Taslan Nozzle** : 1950년대 초 미국의 Du Pont 에서는 turbulent zone이라는 confined space을 만들어 이 곳을 통과하는 filament에 압축공기를 유입시켜 사 표면에 loop가 형성되고, 교락이 이루어지도록 하여 단섬유가 가지는 벌키성과 광택 그리고 covering 효과를 유지하는 continuous filament yarns을 개발하였다. 이는 에어제트 텍스처링 공정의 최초이며, 타슬란 사라는 이름으로 특허 출원되기 시작하였다. 초기 노즐은 loop와 교락(convolutions)이 매우 불안정하여 textured

yarn은 downtwister spindle에 의해서 꼬임이 주어져야만 했다. 초기 노즐의 보완된 형태인 타슬란 타입 7이 만들어졌으며, 스크류 타입인 타슬란 타입 8이 만들어 졌다. 그리고 가장 많이 알려진 타슬란 타입 9는 1954년 특허출원이 되었으며 이후 1970년대 까지 약 20년간 사용되었다. 이 노즐의 가장 큰 특징은 필라멘트가 공급되는 needle이 노즐축에 대해서 45도 기울어져 있다는 것이다. 70년대 후반까지 Du pont사는 타슬란 노즐을 거의 독점적으로 개발하였으며, 현재는 타슬란 타입 20의 노즐이 1981년에 개발되어 사용되어지고 있는데 Figure 18에 모식도를 보

Table 3. 에어제트 텍스처링 노즐 역사 및 종류

년 도	Maker	Nozzle 종류	특 징
1952년	Du Pont	정방기 노즐	
1954년	Du Pont	Taslan 노즐(타입 3)	노즐축 45° 각도
1960년	Du Pont	Taslan (타입 10)	니들주변 일정한 층을 통해 공기통과
1961년	Du Pont	Taslan (타입 11)	한쪽면의 공기 주입 구멍
1973년	Du Pont	Taslan (타입 14)	출구앞에 평면판 설치
1981년	Du Pont	Taslan (타입 20)	
1979년	Heberlein	Hemajet 노즐	3개의 공기주입관, 48° 각도

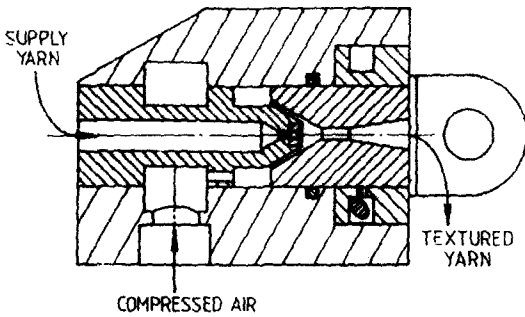


Figure 18. Schematic diagram of Taslan 20 nozzle.

이고 있다. 타슬란 노즐의 주된 결점은 setting-up의 어려움과 nozzle-to-nozzle inconsistency이다. 그러나 최신 타슬란 타입 20은 이를 완전히 극복하였다. 이 노즐의 특징은 다른 일련의 노즐에 비해 channel 길이가 짧고, 움직일 수 있는 원통형의 벤츄리가 있어서 회전하는 thumb wheel에 의해서 조정될 수 있다.

**Heberlein Nozzle :** 스위스의 Heberlein사가 1970년대 말에 개발한 노즐로서 방사상으로 뿜린 세 개의 공기 주입관이 주관의 축에서 약 48도 기울어져 연결되어 있으며 축 방향으로 서로 엇갈리게 되어 있다. 이 노즐은 현재 가장 많이 사용되는 노즐이다.

Heberlein 노즐이 텍스처링 산업에서 잘 사용되는 주된 장점은 어떤 로열티나 라이선스 fee가 없기 때문이다. 이 노즐을 구입한 뒤 구입자의 공정에 맞도록 변형, 발전시킬 수가 있다는 장점도 있다. Heberlein사는 또한 yarn wetting system을 발전시킴으로써 에어제트 텍스처링 분야에 있어서 상당한 공헌을 하였다. 비록 yarn wetting의 진전이 오랜 시간을 두고 발전해온 것이지만, 언제 어떻게 yarn wetting이 처음 적용되었는지 알려진 사실은 없으나, Heberlein사가 도입하기 이전까지는 큰 흥미를 끌지 못했다. 이전의 실은 부가된 물의 양을 측정할 수가 없는 상태에서 water bath를 통과해야 하나, Hema-wet wetting unit는 노즐의 입구에 들어가기 전에 공급된 사에 적용될 물의 양을 알맞게 조절할 수 있도록 향상시켰다. Figure 19에 Heberlein의 standard-core Hemajet nozzle을 보였다.

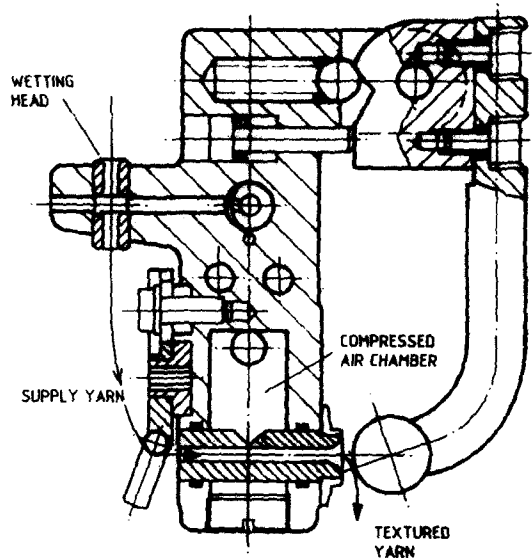


Figure 19. Schematic diagram of standard-core Hemajet nozzle.

## 7. 맺음말

사가공 기계는 합섬의 부가가치 향상에 절대적인 기여를 하였다. 오늘날 우리나라의 합섬 생산량은 세계적인 수준에 도달하고 있으나, 이에 따른 사가공기술은 다양하게 발전되지 못하고 있다고 사료된다. 사가공 기술은 특수 직물을 위한 제직(편직) 기술 및 염·가공 기술뿐 아니라 의류의 fashion 동향에 대한 종합적인 이해 능력이 전제되어야 발전되는 분야이며, 특히 사가공 기술의 현실적인 발전을 위하여 섬유기계 maker와 사가공 전문 업체와의 적극적인 협력이 요청되는 상황이라고 생각된다. IMF 지원 체제에 처한 우리는, 수출증대만이 지금의 현실을 극복하고 우리나라를 선진국으로 발전시킬 수 있는 유일한 방법임을 알고 있으며, 고부가가치 합섬 제품을 수출하기 위한 사가공 기술 개발은 어느 때 보다 더욱 중요성이 인식되고 있다.

섬유산업은 생활문화산업으로서 미래산업이고 첨단산업이다. 또한 고용창출과 관련 산업발전에 가장 큰 영향을 미치는 분야 중 하나이다. 미래의 섬유강국, 섬유기계 강국으로 성장하기 위하여 열악한 조건에서도 꾸준히 노력하고 있는 중소

사가공업체와 사가공기 maker에 아낌없는 성원과 지원이 그 어느때보다 절실하다고 사료된다.

### 참고문헌

1. A. Demir, and H. M. Behery, "Synthetic Filament Yarn Texturing Technology", 1997.
2. "Air-Jet Texturing & Mingling/Interlacing", Loughborough University Of Technology U.K., 1989.
3. "Textured Yarn Technology", Monsanto Company, 1967.
4. "'94 Korea Textile Machinery Directory", The Textile & Finishing News, 1994.
5. "複合素材の實際知識", 纖維社, 1992.
6. 安塚勝三, "フィラメント加工技術マニュアル", 日本纖維機械學會, 1951.
7. P. W. Foster, S. K. Mukhopadhyay, R. Jeetah, I. Porat, and K. Greenwood, *J. Text. Ints.*, **83** (3), 414(1992).
8. C. A. Lawrence & M. A. Baqui, *Text. Res. J.*, **3**, 123(1991).
9. M. Miao & K. P. S. Cheng, *Text. Res. J.*, **64**(10), 563(1994).
10. M. Miao & M. C. C. Soong, *Text. Res. J.*, **65**(8), 433(1995).
11. G. W. Du & J. W. S. Hearle, *Text. Res. J.*, **61** (6), 347(1991).
12. G. W. Du & J. W. S. Hearle, *Text. Res. J.*, **5**, 1991.
13. D. L. Cullerton, M. S. Ellison, and J. R. Aspland, *Text. Res. J.*, **10**, 594 (1990).
14. S. Li, S. Backer, and P. Griffith, *Text. Res. J.*, **11**, 619(1990).
15. "Modern Textile", 31(5), 1997.
16. "FT 15E2 HT Texturing Machine", ICBT, 1997.
17. "Technical Instruction Book", ICBT, 1997.
18. "New Development In Automated Texturing Machinery", Rieter-Scragg England, 1997.
19. "HTS-1500(High Temperature Setting System)", Teijin Seiki, 1997.
20. "No. 33H Mach Crimper", Murata Machinery, 1997.
21. "Drawset Technical Data", Rieter-Scragg, 1997.
22. "Drawset Unidoff Technical Data", Rieter-Scragg, 1997.
23. "Texturing Machine", RPR, 1996.
24. "Saurer ElastoTwister", Saurer Swiss, 1996.
25. "Saurer Tritec Twister", Saurer Swiss, 1996.
26. "GC120FF", RPR Italy, 1997.
27. "최신 국내의 섬유기계 개발동향 및 성능분석", 한국섬유산업연합회, 1996.
28. "C 300E Yarn Twisting", ICBT France, 1997.
29. "DT 354 Yarn Twisting", ICBT France, 1997.
30. "Covering Yarn Twisting", ICBT France, 1997.
31. "Synthetic Fiber Processing Machinery" Muratec Japan, 1997.