

면방적 설비의 최신 개발 동향

최영철¹ · 양중식¹

1. 서 언

1900년대 초 링 정방기 스피들의 최고 속도가 9,000 rpm 정도였을 때 340추의 기대에는 약 4~6명 정도의 틀보기 인원이 소요되었는데, 그동안 사회가 고도로 산업화하면서 작업에 필요한 최소 인원을 줄임과 동시에 제품의 품질 향상을 도모하기 위하여 자동화 등의 방법을 통해 방적공정 자체의 공정 개선 뿐만 아니라 공정간 기대간 연결 방법 개선에 대해 많은 성과가 이룩되었다. 한 동안 일본에서의 면방적 설비 개발 동향이 종래의 방적기계간 연결 방식과 그것에 덧붙일 수 있는 기계 개발에 주력한 것이 특징이었다면 구미에서의 개발 동향은 방적기계 자체의 성능, 예를 들어 소면기, 연조기 및 로우터 정방기 등과 같은 기계의 고속화를 포함한 성능 개선을 추구한 것이 특징이라고 할 수 있다. 그러나 최근에는 동서의 섬유기계 제조회사가 서로 보완적으로 방적공정 및 방적기계 개선을 위한 노력을 기울이고 있는 것으로 여겨지며, 컴퓨터 관련기술의 진보에 따라 방적공정에서도 컴퓨터를 응용한 제어와 관리가 실용화됨으로써 경제성 및 작업성 면에서 괄목할 만한 진전을 이루고 있다.

방적공정의 자동화 기술 도입이 필요한 대표적인 경우로서는 슬라이버나 조사 등 방적 중간제품의 절단, 완성된 패키지의 교체, 품종의 교체, 결점의 제거 및 운반 보급 등으로 인한 기계정대를 자동적으로 제거하고자 하는 경우로서, 사철에 대해서는 자동 이음장치, 만판에 대해서는 자동 도핑장치, 기대간 수송에는 자동 반송장치 등[1]의 자동 장치가 실제 방적공정에서 사용

되고 있다.

ITMA와 OTEMAS와 같은 국제섬유기계전시회를 통해 면방적공정은 혼타면 공정의 자동 급면 장치, 소면공정의 생산속도 증가 및 오토 레블러 부착, 정소면공정의 랩 피싱, 연조 공정의 오토 레블러 정밀화와 사각형 캔 도입, 조방공정의 콘드럼부분 개선, 정방공정의 오토도핑, 실잇기, 로빙 교체, 자동 트레블러 교체, 권사공정의 에어 스플라이서 채용 등 여러 가지 새로운 방적기술 개발이 이루어져 왔으며, 본고에서는 이와 관련한 세부적인 기술 내용들을 간략하게 소개하고자 한다.

2. 혼타면기

혼타면공정의 기계들은 섬유의 개면, 정면 및 혼면 등 다양한 기능을 수행해야 하므로 기계의 성능과 형태가 매우 상이하다. 일반적으로 혼타면 설비 라인은 서로 다른 역할을 수행하는 기계들이 연속적으로 연결되어 있는데, 기본적으로 개면기, 혼면기, 정면기, 잡물제거장치, 재순환설비 등과 같이 5가지 형태로 구분할 수 있다. 오늘날에는 자동 베일 오프너, 혼면의 기능 향상을 위한 오토 믹서기, 소면기에 원료를 자동으로 공급하여 주는 슈트 급면기 뿐만 아니라 금속 등 섬유 외 이물질 추출기, 불씨 제거장치 등 부속장치의 채용이 일반적으로 사용되고 있다. 개면은 잘 배열된 베일로부터 섬유를 균등하게 추출한 후 원면 뭉치를 플록(flock: 작은 솜덩어리) 형태에 이르기까지 분리시켜 주는 공정으로서, 예전에는 사람이 직접 손으로 원료를 뜯어서 개면기의 컨베

New Development in Cotton Spinning Machinery / Young Chul Choi¹ and Joong Sik Yang¹

¹한국섬유기술연구소 책임연구원, (135-091) 서울시 강남구 역삼1동 819-5, Phone: 02)567-7591(Ext. 404), Fax: 02)565-7592, e-mail: kotilab@bora.dacom.co.kr

¹한국섬유기술연구소 선임연구원

이어 벨트에 옮겨 놓았으나, 오늘날에는 이를 기계화하여 Rieter(Unifloc), Trützschler(Blendomat), Hergeth Hollingsworth(Optimix), Marzoli (B12)에서와 같이 원면 베일을 일렬로 정렬시켜 놓은 상태에서 자동 베일 오프너를 이동시키면서 개면하고, 베일 오프너 로울러로부터 뜯겨진 솜은 공기에 의하여 흡입되어 오프너 사이를 관통하는 통로를 통하여 정면기로 보내진다. 베일 오프너에서 이루어지는 혼면에 부가하여 더욱 더 혼면의 효과를 얻을 수 있는 혼면 전용의 기기로서는 Hollingsworth사의 다중 믹서(multiple mixer)와 Rieter사의 유니믹스(Unimix)가 있다. Hergeth Hollingsworth의 다중 베일 오프너는 원면을 일렬로 배열한 후 오프너가 베일 위를 경사지게 움직이게 함으로써 개면 완료된 각 베일은 즉시 다른 베일로 대체된다. Rieter사의 Unifloc은 솜을 한쪽 방향에서만 뜯어가던 것을 양 날뿔니를 사용하여 양쪽방향으로 뜯을 수 있도록 자동 베일 오프너의 성능을 개선하였다. 또한 원면을 뜯어가는 로울러에 있는 그리드 사이의 거리를 좁힘으로써 플록의 크기를 줄이려는 노력이 계속되고 있으며, 최근에는 플록의 중량을 0.1 mg까지 감소시킬 수 있다. 혼타면공정에서는 원면에 포함되어 있는 전체 잡물의 40~70% 정도만을 제거[2]시키는데 개면기에는 정면장치가 부착되어 있지 않기 때문에 별도의 정면기를 이용하여 원면에 포함되어 있는 불순물을 제거하여야 하며, 이 때 제거되는 불순물의 비율은 원료, 기계 및 환경적인 조건에 의해 좌우되나 혼타면공정에서의 처리 조건을 적절히 조절함으로써 정면효과를 높일 수 있다. 그러나 정면 효과의 개선을 얻고자 할 때는 반드시 섬유에 대한 더 많은 스트레스와 더불어 더 많은 양질의 섬유 손실이 손실되는 것을 예상할 수 있으며, 따라서 양질 섬유의 손실을 최소한으로 줄이는 방향으로 정면기의 성능이 개선되고 있다. 예전에는 스텝 클리너(Hergeth Hollingsworth사의 HR)에서 원면을 45° 기울기로 설치된 4개 또는 6개의 비터를 통과하도록 하였고, 그 뒤로 복식 로울러 클리너(Marzoli사의 B31/1)를 이용하여 두개의 로울러 사이를 통과하는 동안에 정면작용이 가능

하도록 하였으며, 그 후 원면을 파지하지 않은 상태에서 정면작용을 함으로써 섬유의 손상이 적은 단식 로울러 클리너(Rieter사의 B10)가 개발되었다.

혼타면공정의 마지막 단계는 개섬, 정섬 및 혼섬이 이루어진 플록을 소면기에 균일하게 공급하는 것으로서 현재는 공기 이송방식에 의한 자동급면장치가 보편화되어 있다.

한편 원면 베일로부터 개섬된 섬유 뭉치 중에 내재되어 있을 가능성이 있는 금속 물질은 혼타면 설비내 비터 등과의 마찰에 의해 화재 발생의 요인이 될 수 있으므로, 이를 예방하기 위하여 금속을 추출할 수 있는 자석추출기가 등장하였으나 이는 단지 자성을 띄는 금속만을 제거할 수 있고 다른 금속은 그대로 통과시키기 때문에 보다 범용성 있는 금속 제거용으로서 전자식 금속추출기(Trützschler Separatronix EMA)가 개발되었다. 아울러 불씨 제거장치는 현대식 혼타면 설비의 필수적인 장치로서, 섬유가 공기에 의해 운반되는 덕트내에 불꽃 감지기를 설치함으로써 불꽃이나 불에 타는 물질이 발견되면 경보가 울려지고 동시에 전기가 차단되거나 화재 발생 부위를 직접 소화하기도 한다[2].

또한 원면속에는 금속 외에도 플라스틱 조각 등 여러가지 형태의 이색물질이 포함되어 있는데, 이는 그 중량이 섬유와 크게 차이가 나지 않기 때문에 실제로 자동 검출 및 제거가 어려운 실정이었으나 1990년대에 이르러 관련기술이 개발되어 실용화되었다. 물론 원면의 색상과 비슷한 물질은 아직도 구별하기가 어렵지만 감지 카메라에 의해 원료속의 이물질(색물질 포함)을 선별하여 제거할 수 있다(Figure 1).

현대식 기계는 하드웨어와 소프트웨어가 서로 보완되어 작업자가 편리하도록 만들어지고 있는 추세이다. 혼타면 기계에서도 예외는 아니어서, 원료의 상태에 따라 적정한 정면작용을 부여하기 위하여 기계를 정대시키지 않고서도 세팅의 변경을 손쉽게 할 수 있는 기능들이 추가로 개발되었다. 예를 들어 Rieter사의 Vario Set Cleaning은 두가지의 공정처리기술 인자인 '웨이스트량'과 '정면작용의 강도'를 운전자 조작판

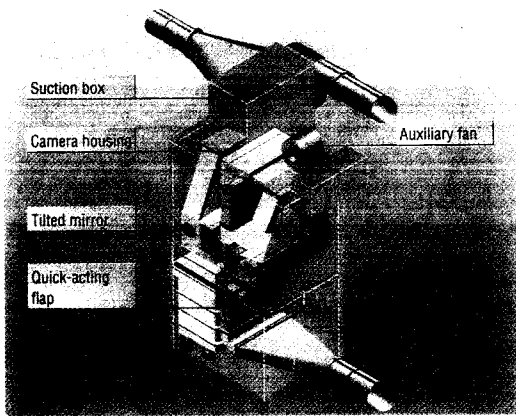


Figure 1. Foreign matter detector in a blowroom (Jossi).

넬에 입력함으로써 자동적으로 기계의 세팅(로울러의 속도, 그리드의 위치 등)이 변경되도록 하였다.

3. 소면기

소면기의 역할은 공급된 섬유원료를 재정섬하고 뉘을 제거할 뿐만 아니라 섬유를 평행하게 함으로써 가능한 최상의 품질로 만드는데 있다. 특히 대단히 높은 수준의 슬라이버 정면도를 요구하는 로우터 정방기가 출현함으로써 말미암아 과거 어느 때보다도 소면기가 제품의 품질을 결정하는 핵심이 되는 중요한 기계로 인식되고 있다. 이에 따라 슈트 급면장치, 범용성 침포, 카딩 세그먼트, 내장형 침포 그라인딩 시스템, 넬 제거기 등과 같은 소면기의 주변장치에 대한 중요성도 커지고 있다. 지난 1965년 이후 소면기의 생산성은 5 kg/시간에서 80~100 kg/시간으로 증가하였는데, 이같은 증가율은 다른 어떤 부분의 방적기계에서도 달성하지 못한 생산성의 증가이다. 소면기에 대한 원료의 공급은 매우 균일하여야 한다. 랩 공급의 경우는 스커치가 균일한 랩을 형성하여 개개의 중량을 정확히 파악하기 때문에 그리 큰 문제는 아니나, 플록 공급 시스템의 경우는 공기에 의해 소면기로 운반되는데, 원료를 균일하게 공급하기 위해서는 각 소면기의 공급슈트속 배트의 두께 및 밀도가 균일해야

한다. 그러나 랩 운반의 경우 랩 운반과 교환에 많은 인력을 필요로 하고, 랩 교환시 이음 부분이 결점의 원인이 되며, 또한 이와 같이 겹쳐져 있는 부분이 소면기의 테이커인에 부담을 더 크게 하는 등의 단점이 있어 오늘날 현대식 기계는 주로 플록 공급 시스템으로 이루어져 있다. 플록 공급시스템에는 개면 시스템이 없는 싱글 슈트 시스템(Rieter사의 Aerofeed-N-flock feed system)과 개면 시스템이 있는 더블 슈트 시스템(Trützschler사의 Exaxtafeed FBK)와 같이 2가지 기본적인 공급 방법이 있다. 재래식 테이커인 공급장치는 피드 플레이트와 이를 눌러주는 공급로울러, 그리고 고정식 피드 테이블로 구성되어 있다. 피드 플레이트는 피드 테이블이 연장된 상태로서 실린더의 곡선부위에 맞도록 되어 있다. 이 공급장치에서는 섬유가 테이커인 회전방향의 반대쪽으로 밀려들어가게끔 되어있는데, 테이커인이 배트를 안쪽으로 끌고 들어갈 때 배트는 급격하게 구부러져야 한다. 이와 같이 배트의 급격한 굽힘은 원면을 부드럽게 처리해야 한다는 것에 역행하는 것으로서 Rieter사는 공급시스템을 테이커인 회전방향과 같은 방향으로 공급 [2]할 수 있도록 하였다(Figure 2). 보통 소면기는 1개의 테이커인만을 가지고 있으나, 개면효과를 증진시키기 위해 테이커인의 수를 증가시키려는 시도가 오랜 세월에 걸쳐 이루어져 왔으며, 현대식 고성능 소면기의 일부 메이커에 따라 3개(Schubert & Salzer사, Trützschler사) 또는 2개(Marzoli)의 테이커인을 채택하는 경우도 있다. 또한 소면기의 보조장치로서 테이커인 아래, 테이커인과 플랫사이, 플랫과 도퍼사이에 사용되는 카딩 세그먼트는 테이커인으로부터 덩어리 상태인 배트가 실린더로 직접 넘어 가는 것을 방지할 뿐만 아니라 원면의 개면이 더 잘 일어나게 하고, 원면의 두께를 얇게 하며 무엇보다도 전체 플랫/실린더 표면에 솜덩어리를 균일하게 퍼서 분포시켜 주는 역할을 한다.

실린더 밑에는 가로방향의 홈을 가진 시트상태의 그리드가 실린더 전체를 둘러싸고 있는데, 이는 불순물을 제거하고 일정한 공기 흐름을 유지하기 위한 것으로서 여기서의 정면효과는 극

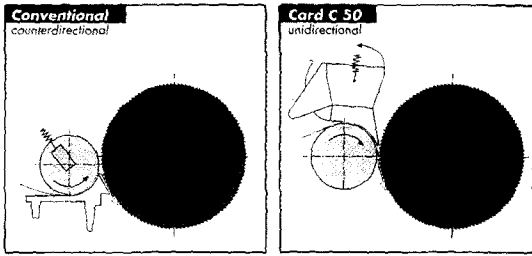


Figure 2. Unidirectional feed between taker-in and cylinder (Rieter).

히 미미하다. 따라서 최근에는 Rieter사에서는 그리드를 밀폐형의 시트 케이스로 교체하였으며, 이에 따라 실린더 표면에서의 섬유 배향을 개선하고, 고속의 실린더 회전시 넵 수를 감소시키며, 기존의 시트상태의 그리드 구멍으로부터 발생하는 과도한 공기 소용돌이가 발생하지 않도록 하였다. 소면기에서 플랫은 작은 플록을 개개의 섬유상태로 개섭하는 작용, 남아 있는 불순물이나 더스트, 일부 단섬유 및 넵의 제거, 높은 수준의 섬유길이 방향으로의 정렬작용 등을 수행한다. 이동식 플랫인 경우 플랫은 실린더의 회전방향과 동일한 방향 또는 반대방향으로의 이동이 가능한데, Rieter사와 Trützschler사는 플랫과 실린더의 회전방향이 서로 반대인 소면기를 공급하고 있다. 또한 이동식 플랫 대신에 고정식 카딩 플레이트가 사용될 수가 있는데, Hollingsworth사는 실린더 위 플랫이 위치해야 할 자리에 4개의 플레이트를 설치하였으며, 첫번째 카딩 플레이트가 다른 플레이트보다 마모가 빨리 일어나므로 교체가 용이하다는 장점을 가지고 있다.

재래식 소면기는 플라이 코움이 도퍼로부터 카드 웹을 추출하였으나, 현대식 고성능 소면기에서는 웹이 디태칭 장치내에 머무르는 동안 슬라이버 상태로 집속되어야 하기 때문에 상부의 웹 가이드 플레이트(Trützschler사), 가로 방향으로 설치된 몇개의 가이드 로울러(Marzoli사) 또는 가로 방향의 슬라이버 콘덴서 등을 이용하고 있다. Rieter사에서는 실린더 와이어의 침도를 항상 안정적으로 유지할 수 있도록 내장형 그라인딩 시스템을 개발하였는데, 이 시스템은 개



Figure 3. Integrated drum clothing grinding system (Rieter).

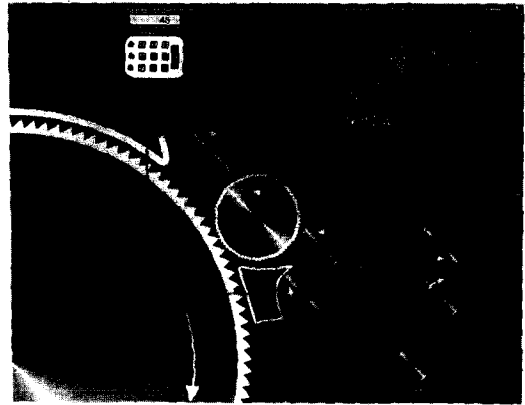


Figure 4. On-line measuring system for the detection of neps (Trützschler).

별 소면기내에 장착되어 프로그램된 주기에 따라 소면기를 분해하지 않고도 생산 도중에 와이어를 연마할 수 있다(Figure 3). Trützschler사에서 개발한 최신식 소면기에는 소면 슬라이버의 균제도 모니터링 및 제어할 수 있는 기능[3] 뿐만 아니라 도퍼 로울러 아래쪽에 비디오 카메라 등의 잡물분석 장치를 설치하여 트래시, 종자 껍질 파편 및 넵 등을 온라인으로 분석할 수 있는 넵 제어 기능[4]도 갖추고 있다(Figure 4).

4. 정소면기

한동안 정소면 준비기로서 슬라이버 랩 머신

(SLM)과 리본 랩 머신(RLM)을 이용하여 만든 랩을 정소면기에 공급하였으나, 요즈음은 슬라이버 랩 머신과 리본 랩 머신을 하나의 몸체로 통합시킨 랩 머신으로 변모[2]하고 있다.

정소면공정은 주로 소면 슬라이버내의 단섬유를 제거하여 섬유장 및 섬유장 분포의 개선을 가져오며, 섬유의 평행도를 향상시킨다. 랩은 중량이 무겁고, 또 수동작으로 운반시 섬유의 손상이 초래될 수 있으므로 랩 운반에 관한 자동화 분야에 많은 노력을 기울인 결과 현재는 실용화되어 사용중이다. 실린더 코움에는 니들 혹은 금속침포가 부착되어 있는데, 고생산성의 코우머에서는 유지 보수가 불필요하고 사용 중에 손상을 입는 경우가 적어 두꺼운 랩시트의 조작도 가능한 금속침포를 사용하고 있다. Marzoli사에서는 튕코움내에 공기가 통과할 수 있는 통로를 만들어 압축공기를 이용하여 튕 코움을 소제할 수 있도록 하였다. 섬유의 파지시 적정한 압력을 유지하기 위하여 파지가 이중으로 이루어질 수 있는 특수한 형태가 필요하다. 작업 편의성과 공정관리를 위하여 보전주기, 생산 데이터, 작업진행 및 결합부위 표시 등이 모니터에 나타나고 중앙 컴퓨터와의 연결도 가능하다. 재래식 코우머에서 웹은 중심으로 모아져 피싱선이 곡선으로 이루어진 반면, 신형 코우머에서는 편심으로 모아져 피싱선이 사선으로 되어 피싱파를 부분적으로 보정해 주기도 한다. 딜리버리 속도가 빠른 오늘날의 정소면기는 정소면 슬라이버를 드래프트장치로부터 캔까지 유도하는데 보조장치가 필요하며, Rieter사 코우머의 좁은 컨베이어 벨트가 이런 목적을 위해 제공되고 있다. 구식 시스템의 경우 노일은 기계뒤에 있는 필터 드럼을 거쳐 드럼 세퍼레이터로 보내졌으므로 작업자가 일일이 순회하면서 노일을 수거하였으나, 현대식 설비에서는 중앙집진장치의 도입으로 노일만 별도로 수거, 포장된다. Rieter사에서는 디태칭 로울러의 전후 회전에 의해 웹에 발생하는 정전기를 제거하기 위하여 LP-bridge를 부착하였다. 정소면기에 공급되는 랩은 중량이 무겁고 부피도 크기 때문에 랩 반송과 피싱 작업에 어려움이 있었으나, 최근에 Rieter에서 자동 랩교환장치와 랩피싱장치의

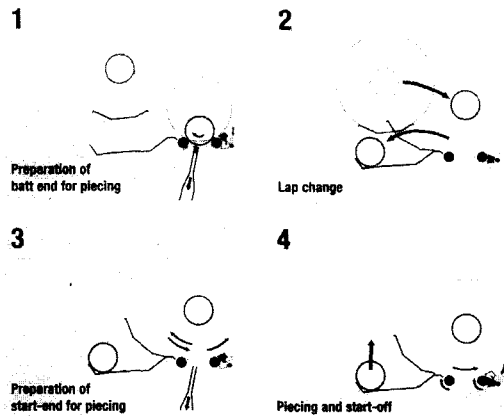


Figure 5. Automatic lap piecing machine, ROBOLap (Rieter).

개발에 성공[5]함으로써 정소면 생산성을 크게 개선하였다(Figure 5).

5. 연조기

연조 슬라이버의 불균제도는 실에 그대로 반영될 뿐만 아니라 이후 공정에서의 드래프트에도 영향을 미치므로 연조기에 의해 야기되는 결점은 전체 방적공정중에서 사품질, 특히 균제도에 매우 큰 영향을 미친다. 최근의 고생산 추세에 부응하여 원료의 종류에 따라 현대식 연조기는 시간당 200 kg 이상의 슬라이버를 제조하고, 약 1,000 m/min 정도의 높은 딜리버리 속도를 가질 수 있으므로, 공급슬라이버의 가드래프트(false draft) 발생을 감소시키기 위한 구동형 크릴 도입, 캔 교환 소요 시간을 감소시키고 효율을 증대하기 위한 캔 자동교환장치 도입 등 연조공정 관련 기계들이 이에 대응할 수 있도록 빠르게 변모하고 있다. 이러한 고생산 연조기에서는 슬라이버 품질이 더욱 중요하게 부각되므로 연조기에서의 슬라이버 균제도 개선을 위한 오토레블링 기능이 매우 정교하고 신속하게 이루어져야 한다. 현재는 오토레블링의 기능이 더욱 고도화됨에 따라 연조공정에서 1차 패스만 하더라도 요구되는 슬라이버 품질이 만족되기도 한다. 또한 기계의 효율과 생산량을 감지하여 디스플레이하거나 자동 보정기능을 갖춘 모니터링 기

술[6]도 발전하여 왔다.

최신 연조기에는 드래프트시 로올러에 래핑이 발생할 경우 공기 작용에 의해 자동적으로 톱로올러를 들어 올려 줌으로써 로올러 파손을 방지하는 기능이 있다. 더스트는 드래프트장치에서 대부분 제거되며 연조기를 밀폐시켜 더스트가 대기중으로 방출되지 않도록 설계한다. 최근에는 공급부에도 석션장치를 설치하는 기계도 선보이고 있으며, 집진 필터는 자동적으로 소재하여 항상 일정한 흡입 압력을 유지시켜 더스트 흡입이 균일하도록 개발되었다.

일반적으로 방적공정에서 슬라이버를 운반할 때 원통형 캔을 사용함으로써 면적도 많이 차지하고 캔의 운반을 자동화하는데 저해 요인이 되었으나, 최근에는 직사각형 캔을 개발함으로써 연조 슬라이버도 더 많이 적치하고, 설치공간도 절약하며, 캔 교환 뿐만 아니라 캔 운반에 대한 자동화도 가능하게 되었는데, 이러한 직사각형 캔[5]은 특히 로우터 정방기에서 많이 사용되고 있다(Figure 6). 연조기의 보전 관리나 작업성 측면에서 볼 때 다용도 공구(공구하나로 연조기의 조립 분해가 가능)를 이용하여 기계의 보전을 간편하게 할 수 있도록 한 점, 중앙주유장치, 모든 생산 자료들의 현황, 기계의 세팅이나 조정을 판넬에서 관리하도록 함으로써 작업자들의 작업성을 개선한 것도 현대식 연조기의 한 특징이다.



Figure 6. Rectangular-shaped cans in front of rotor spinning machine (Rieter).

6. 조방기

조방기와 관련한 기술 혁신 사항으로서는 기계 설계의 단순화, 스펀들 회전수 증가, 조사의 대형화, 조방기와 정방기간 조사 반송의 자동화, 도핑 자동화, 콘 드럼 구동파트의 제거 등을 들 수 있다. 과거에는 조사가 플라이어 톱으로 근접하는 각도가 전/후 2열의 조사마다 서로 달라 조방 삼각의 길이가 다르고, 드래프트장치와 플라이어 톱과의 거리 차이가 생기므로 꼬임의 불균일과 섬유 결속정도의 차이 등 전/후열 사이에 미세한 변동이 야기되었으나, 최근 Zinser사와 Grossenhainer사에서는 플라이어 헤드부의 조사 가이드 부분을 개선하여 전/후 2열에서의 플라이어에 공급되는 조사 각도가 같도록 하는 조방기를 개발[7]하였다(Figure 7).

조방기에서 가장 복잡하고 중요한 부분이 보빈성형기구로서, 조사 보빈은 양끝이 기울어져 있는 원통형이기 때문에 각 사층이 완성될 때마다 리프트의 높이를 변경시켜야 한다. 또한 조사가 권취되는 동안 플라이어의 회전비가 일정하게 유지되어야 하나, 조사보빈의 직경이 계속 증가하게 되면 플라이어와 보빈간의 일정한 속도차를 유지하기 위하여 보빈의 회전비를 연속해서 감소시켜야 하기 때문에 보빈의 구동이 복잡할 수 밖에 없었다. 이러한 보빈구동의 속도를 변하게 하기 위해서는 콘드럼 방식이 필수적이었다. 그러나 최근에는 콘드럼이 없는 조방기가 개발되어 고속화가 이루어졌고, 또한 인버터의



Figure 7. Rovings entering the flyer heads from the front and rear flyer row at the same angle (Zinser).

채용으로 메인 모터의 회전을 제어하여 성형에 따른 생산속도를 조절함으로써 최적의 운전조건에서 생산이 가능하게 되었으며, 그 결과 기계의 유지 보수가 상당히 수월하게 되었다(Figure 8). 연조공정에서와 마찬가지로 슬라이버가 공급될 때 가드래프트의 발생을 감소시키기 위하여 구동형 크릴이 사용되고 있으며, 기계의 보수작업 시 기계의 일부분에 직접 오일을 첨가하던 방법을 개선하여 중앙에서 일정주기마다 오일을 공급하도록 함으로써 보수작업의 주기가 길어지고 작업량의 감소에 따른 인원절감의 효과도 거두고 있다. 현대식 조방기는 마이크로프로세서 제어기술에 의해 만관에 따른 운전 정지 직전에 보빈 레일의 반전위치를 자동 조정함으로써 도핑 시 저위치에서 자동 정지하도록 되어 있을 뿐만 아니라, 운전중 여러 원인에 의해 발생하는 조사 장력의 변동과 이에 대한 조사 불균제 발생을 방지할 수 있는 기능도 갖추고 있다(Figure 9).

조방기에 공급되는 연조 슬라이버의 자동 피싱 방법으로서 Toyoda사의 경우에는 니들에 의한 섬유교착방법, Howa사의 경우에는 두 슬라이버를 드래프트하여 결합시키는 방법 등을 채택하고 있다. 자동도핑방법은 부분도핑에서 일제도핑으로 개량되고 있으며, Toyoda사와 Howa사에서 개발한 조방공정과 정방공정간 조사 자동 운반장치는 조방기에서 도핑된 조사를 이송 레일에 옮겨 정방기로 보내고, 또한 정방기에서 조사 교환이 끝난 보빈들을 보빈 스트립퍼에 통과 시킴으로써 보빈에 붙어 있는 잔조사를 해사한

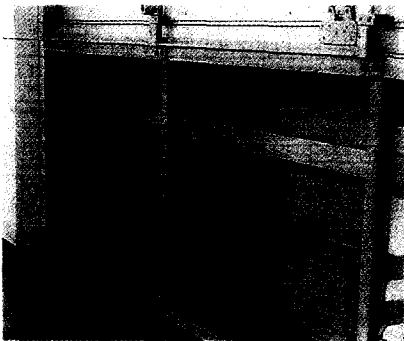


Figure 8. Rovingframe without cone drum (Toyoda).

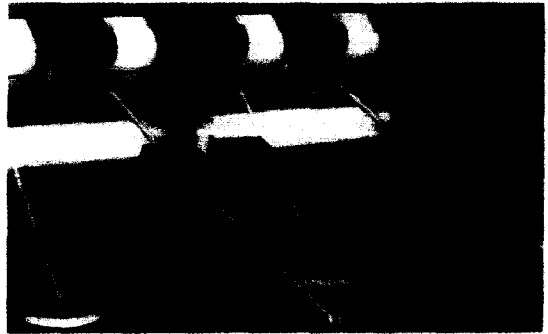


Figure 9. Automatic roving tension controller (Toyoda).

후 완전히 빈 보빈을 다시 조방기로 공급하는 시스템으로서 현재 널리 실용화되어 있다.

7. 링 정방기

링 정방공정은 조사를 드래프트하여 원하는 굵기의 실이 되도록 가늘고 평행하게 한 후 꼬임을 가하여 보빈에 권취하는 공정이다. 이런 원리에 의하여 링 정방기는 1828년에 미국인 Throp이 발명한 이래 170년이 지나는 동안 세부적으로는 많은 개선이 이루어졌지만 링 정방의 기본 원리는 크게 변하지 않았다[2]. 1900년대 초에는 링 정방기의 스피들 최고속도가 9,000 rpm 정도였으나, 최근에는 대부분 25,000 rpm까지 스피들을 회전시킬 수 있으므로 생산성이 많이 증가하였다. 자동화부문에서는 실 피싱장치, 조사 교환장치, 조사 피싱장치, 트래블러 교환장치, 자동도핑장치, 정방기와 권사기의 링크 등 많은 발전을 이룩하였다. 대부분의 링정방기에는 과거와 큰 변화 없이 주로 3선식 더블 에이프런으로 구성된 드래프트장치를 갖추고 있는데, 이 장치는 통상 30~40배 정도의 드래프트만 가능하였으나 최근에 Rieter사에서는 80배까지 드래프트가 가능하도록 하였으며, Howa사에서는 백 로울러에 톱에이프런을 채용한 3선 트리플 에이프런식 드래프트 시스템을 개발하여 120배의 드래프트가 가능하도록 함에 따라 조사의 공용화가 이루어져 변수 변경시 유연한 생산체제를 갖추게 되었으며, 나아가 다품종, 소ロット 생산시스템으로 적

용이 가능하게 되었다.

링정방기의 생산성에 대한 한계는 대개 링과 상호 종속관계에 있는 트래블러[8]에 의해 좌우되는데, 스핀들이 고속화함에 따라 그에 대응하는 적절한 링이 개발되었다. 한 예로 최근 개발된 Orbit 링은 기존의 T-플랜지 링과는 달리 트래블러가 플랜지의 안쪽에 접촉하는 면이 커서 링 방향으로의 열전달이 우수하게 된다는 점과 트래블러에 작용하는 힘을 분산시키는 장점[9]을 가지고 있어서 고속 정방에 적합할 뿐만 아니라 트래블러의 수명도 길어진다. 한편 트래블러의 열 발생을 분산시키기 위하여 기존의 고정식 링 대신에 회전식 링을 채용한 링 정방기를 실용화하여 링의 크기를 줄이지 않고도 고속 생산이 가능하도록 하였는데, 이 경우 트래블러와 링이 거의 같은 속도로 회전하므로 트래블러의 수명이 늘어난다. 스핀들과 그 구동장치는 정방기의 전력소비량과 소음에 큰 영향을 미치고, 특히 스핀들의 링에 대한 편심은 실의 품질과 사절에 큰 영향을 미치므로 링에 대한 스핀들의 위치를 가능한한 정확하게 유지해야 하는데, 과거에는 이런 작업이 링에 대해 스핀들을 움직임으로써 행해졌으나, 최근에는 기계적 방법 또는 전자장치를 이용하여 링을 조절함으로써 상호 위치를 고정하고 있다.

스핀들 구동방식으로는 4추 단위의 테이프 구동 또는 전 추를 대상으로 하는 탄젠셜 벨트 구동방식이 주로 많이 사용되고 있지만, 이와는 달리 1추당 1개의 모터를 사용하는 단독 구동방식이 선보인 바 있다(Figure 10). 이와 함께 콤팩트 성형되는 동안 발생하는 실의 장력 변동을 감소시키기 위해서 스핀들의 속도를 조절함에 있어서 인버터를 사용하는 정방기가 보편화되었다.

정방기에서 사절이 일어날 때 드래프트장치로부터 계속 방출되는 플리스는 대개 덕트를 통해 흡입되지만, 방적 상태가 불량한 경우 플리스가 로울러 주위에 감겨서 사품질에 나쁜 영향을 미칠 수 있고, 또 로울러에 감긴 플리스를 제거한다는 것은 매우 번거로운 일이다. 이에 따라 광학적 모니터링 방식에 의해 주행중인 실을 감시하여 사절 발생시 실 잇기가 완료될 때까지 조사공급

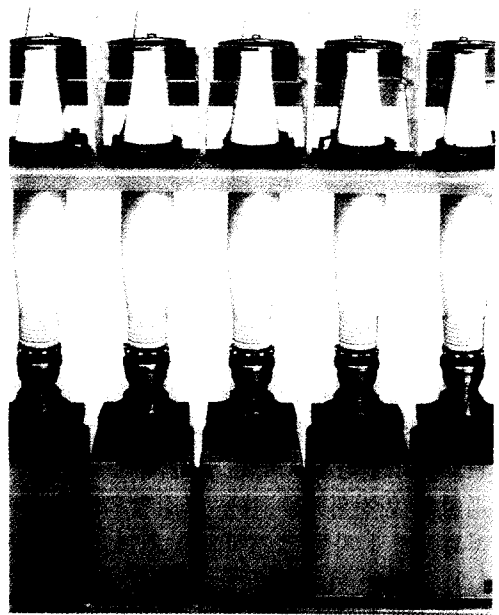


Figure 10. Direct drive spindle system of a ring-frame (Howa).

을 중지시키는 장치도 개발되었다.

그 밖에 자동 트래블러 교환장치와 링 레일위에서 이동할 수 있는 자동 사절이음장치도 개발되어 실용화되었다.

정방기에서 어떤 추가 불량한지를 밝히기 위해서는 매우 많은 시간과 노력이 필요하기 때문에 현재 대부분의 공장에서는 추별 관리가 어려운 실정이다. 이에 대해 Zellweger사에서는 1개의 이동식 센서에 의해 정방기 한쪽면에서 전후로 이동하여 사절이 발생한 추를 식별하도록 함으로써 사절을 감시하고 생산량 정보를 얻을 수 있도록 하거나 Trützschler사에서는 매 도핑시마다 각 추에 번호를 부여하고 권사기에서 이를 인식하도록 하여 권사기 각 유니트에서 추별 자료를 따로 모아 편집하여 정방기의 추별 관리가 가능하도록 한 기술이 개발[10]된 바 있다.

최근에는 대체로 정방기와 권사기를 연결하여 하나의 생산단위로 제작된다. 이 경우 정방기에서 만관이 되어 자동 도핑된 정방 관사는 보빈 트레이에 옮겨지고 연결된 경로를 따라 한 콥씩 권사기로 이동하고, 또 권사기에서 다 해사된 빈

보빈은 다시 정방기로 돌아와 다음에 진행될 도핑을 위하여 준비된다. 권사기의 적정 드럼수는 정방기에서의 도핑 후 권사기로 운반된 곱이 다음 도핑이 이루어질 무렵까지 거의 정방기로 회수될 수 있도록 선택되어야 한다. 현재 링 정방기로 방적할 수 있는 가장 굵기가 가는 면방적사는 Rieter사의 정방기에서 Nm 500(Ne 295)의 실로서, 이 실의 단면에는 약 17올의 면섬유만 놓여 있는 것으로 보고[11]된 바 있다.

8. 권사기

권사공정은 제직이나 편성 등에 대한 최종적인 실의 준비 단계로서 정방 관사에 존재하는 여러가지 결점을 제거하고 운반에 적합한 크기로 권취함으로써 후공정에서 사용하기 쉬운 형태와 일정한 길이 및 품질을 갖도록 한다. 최근에 고성능, 고효율 자동 권사기의 개발이 적극적으로 추진되어 1노터 1추형, 에어 스플라이서, 안 클리어러 및 이중섬유 검출장치 등이 부착되어 권사 기능이 크게 향상되었다. 또한 주로 인버터 구동방식을 채용하고 있으며, 관사의 해상성 제어방법과 권취장력 균일화를 통하여 해상성을 증대시켜 권취 속도가 2,000 m/min에 이를 정도로 생산성이 크게 증대하였다.

정방 곱이 해사될 때 곱의 밑부분에 이르면 벌루닝이 커져 고속권취시에 풍면, 잔털 등이 많이 발생하므로 이를 감소하기 위하여 Murata사에서는 Bal-con 시스템[12]과 곱의 해사에 따라 변하는 장력을 일정하게 유지시켜 Tension Manager 시스템을, Schlafhorst사에서는 센서가 실의 장력 변동을 감지하여 권사속도를 감소시켜 실의 장력을 일정하게 유지시키는 Auto-speed 장치 및 양쪽의 디스크가 적극 구동되는 Yarn Tensioner를, Savio사에서는 VSS(Variable Speed System)와 Double Tension Disc를 개발하여 권사기에 각각 부착하였다.

계사 방법이 기계식 노터에서 에어 스플라이서로 대체됨으로써 사품질의 향상에 많은 기여를 하였고, 후 공정에서의 작업 능력과 직편성물의 외관도 훨씬 개선되었다. 에어 스플라이서는

ITMA '78 하노바 전시회에서 처음으로 소개된 후 오늘날 거의 모든 권사기에서 사용되고 있다. 스플라이싱 부위에서 강력은 다소 저하되지만 실용상 지장이 없을 뿐만 아니라 후공정에서는 이 부위가 결점이 되지 않으므로 정방 관사 중량의 소형화를 기할 수 있게 되어 스피들의 회전수를 고속으로 하여 생산할 수 있게 되었다.

마이크로프로세서가 도입되어 안 클리어러의 사절 정보로부터 각 추마다의 효율, 생산량, 10,000 m당 실이음 횟수, 실이음 실패율, 도핑 횟수 등을 각 유니트별, 또는 전체 유니트별로 표시할 수 있고, 이러한 분석자료를 토대로 하여 생산관리, 품질관리 및 보전관리가 가능[13]하다.

Loepfe사는 ITMA'91 전시회에서 실에 있는 잡물의 검출 및 제거 기능을 갖고 있는 장치로서 광전자 이용 방식의 Yarn Master를 소개하여, 원료 단계에서 제거하지 못하고 실에 그대로 잔존하고 있는 이중 섬유를 검출할 수 있도록 하였다. 이 장치는 두개의 센서를 이용하여 하나는 잡물 제거용으로, 다른 하나는 실에 있는 유색 오염물을 감지하는데 사용된다.

9. 로우터 정방기

최근의 로우터 방적공장의 모습은 기계가 크게 자동화되고 전자시스템에 의해 제어되고 모니터링됨에 따라 획기적으로 바뀌고 있는데, 슬라이버 캔 및 패키지의 교환, 사절 이음, 슬라이버 이음, 사각형 캔 등의 사용이 확산되고 있고, 로우터 방적공장내 소면기와 연조기간의 캔의 운송, 연조기와 연조기간의 캔의 운송, 연조기와 정방기간의 캔의 운송, 정방기와 포장실간의 치즈 운송 등이 자동화되고 있다. 회전속도는 초기에 약 30,000 rpm 정도이던 것이 오늘날에는 150,000 rpm에 이르고 있어 로우터 정방기의 생산성은 매우 향상되었다. 로우터의 회전속도가 고속화됨에 따라 그만큼 로우터 베어링에 주어지는 부하가 증가하므로 Rieter사에서는 에어 베어링을 개발하여 로우터 축방향의 힘을 흡수하기도 한다. 로우터 정방기에서는 사절 이음, 패키지 교환, 정장장치, 로우터 소재, 생산 및 품질 모니터

링 등이 이미 자동화되어 있으며 사각형 캔의 등장으로 캔 이송 및 교체, 슬라이버 잇기 등의 자동화도 용이하게 진행되고 있다[14]. Schlafhorst 사 로우터 정방기에서는 도핑과 피싱이 분리되어 있으나, Rieter사에서는 같은 로봇내에 통합되어 운영된다. 최근에는 로우터 정방기의 개성 로울러로부터 로우터에 이르는 이송 채널의 형상을 달리 하여 로우터 정방기에서도 장식사를 제조할 수 있는 기술[15]이 소개된 바 있으며, 1 데니어 정도의 모달이나 폴리에스테르 등 극세섬유를 이용하여 Ne 60까지의 극세 로우터 방적사를 제조할 수 있는 기술[16-18]도 소개된 바 있다.

10. 에어젯 정방기

1963년 Dupon사에서 최초로 특허를 낸 에어젯 노즐이 한개인 에어젯 정방기는 상업적인 성공을 거두지 못했으나, 이후 Murata사에서는 에어젯 노즐이 두개인 MJS(Murata Jet Spinner)를 개발하여 상업화에 성공하였다. 이 정방기에 의하면 연조 슬라이버를 드래프트 장치에서 100~200 정도의 드래프트를 부여한 후 굵기가 가늘어진 섬유스트랜드를 바로 인접한 두개의 에어젯 노즐을 통과시킬 때 첫번째 노즐에서의 와류의 회전 방향과 거의 100만 rpm 이상의 회전속도를 갖는 두번째 노즐에서의 와류의 회전 방향을 반대로 함으로써 코어섬유에는 영향을 주지 않고 가장자리 섬유만 헛꼬임 원리에 따라 스트랜드 주위를 감싸게 되어 방적사를 만든다. MJS에서는 100% 면섬유와 2인치까지의 화섬에 대해 Ne 20-80까지의 단사와 울이나 화섬 등 장섬유를 이용하여 Nm 10-70까지의 단사를 만들 수 있다. 그 이후 기존의 MJS 보다 개선된 방적사를 만들 수 있는 Balloon roller를 이용한 RJS(Roller Jet Spinner)가 개발되었는데, 이 정방기에 의하면 100% 면섬유와 2인치까지의 화섬에 대해 Ne 6~80까지의 단사를 만들 수 있다. 또한 100% 면섬유와 2인치까지의 화섬에 대해 두가닥의 공급 슬라이버를 이용하여 더블링 공정을 제거한 채 Ne 10~100/2까지의 합사를 만들 수 있는 MTS(Murata Twin Spinner)도 실용화되

고 있다. 1997년 OTEMAS에서 MVS(Murata Vortex Spinner)라고 하는 새로운 에어젯 정방기가 소개되었는데 400 m/min의 고속방적이 가능한 것으로서 Ne 10~Ne 50 범위의 면사를 생산할 수 있다. MVS 방적사는 링 방적사와 유사한 외관과 꼬임 구조를 가지며, Ne 40 정도의 세번수 면사에서의 강도는 링 방적사의 강도와 비슷한 수준이 된다. 에어젯 정방기는 제어 판넬을 통해 총 드래프트비와 메인 드래프트비 등 최적의 공정조건 설정과 공정 모니터링을 손쉽게 관리할 수 있으며, 링 정방기나 로우터 정방기와는 달리 스펀들과 같은 회전체가 없으므로 유지 보수가 편리하다는 장점을 갖고 있다.

11. 결 언

우리나라 섬유산업중 면방직산업의 비중은 1996년을 기준으로 할 때 전체 섬유 수출의 5.3%, 전체 섬유산업 고용인원의 3.6%를 차지하고 있으며, 세계 면방산업에 대해서는 1995년도 기준으로 정방기 보유 규모는 14위, 면사 생산량 규모는 8위를 차지하고 있다. 국내 면방 추수는 1991년도에 380만 추를 정점으로 하여 면방산업의 해외 투자와 태변수용 노후 설비의 해외 이전 등으로 인해 현재는 약 250만 추를 유지하고 있으며, 그에 따라 생산량도 많이 감소하였다. 1990년에 비해 1996년 면방 분야의 수출은 정체되거나 감소한 반면, 수입은 크게 증대하였으며, 특히 면제품류의 수입은 급격한 증가를 보였다. 이러한 통계에서 보는 바와 같이 대내외적인 여러 요인으로 인하여 현재 면방 산업이 어려운 상황에 처해 있는 것은 사실이지만, 면방 산업이 미래지향적 성장산업으로서 지속적인 발전을 이룩하기 위해서는 기술 혁신 뿐만 아니라 설비의 자동화, 생산공정의 합리화 등을 통해 가격 경쟁력과 함께 품질 경쟁력을 가질 수 있는 산업구조로 거듭나야 할 것이다.

본고에서 간략하게나마 면방직설비의 최신 개발 동향에 대해 소개한 바와 같이 현대적인 면방직 설비는 과거와는 달리 전자 기술을 적극 활용하여 공정 제어, 품질 관리면에서 큰 효과를 얻

고 있음을 알 수 있다. 이에 따라 과거에는 분석 및 제어기술이 따르지 못하여 체계적인 생산관리가 이루어지지 못하던 것이 현재는 섬유에서부터 실에 이르기까지 여러가지 공정상의 문제를 보다 합리적으로 해결해 나갈 수 있게 되었으며, 그 결과 생산성은 물론 품질 면에서도 괄목할 만한 발전을 이룩하고 있다. 또한 면방적공정이 중간 단계에서 물류의 이동이 불연속적으로 처리되던 것이 점차로 공정간 연속 처리 형태로 바뀌고 있음도 주목할 만하다. 그러나 아직까지도 면방적공정에 있어서는 많은 개선의 여지가 있으므로 앞으로 지금보다 더 우수한 성능을 갖는 면방적 설비가 개발되어 방적공정 개선 및 제품의 품질 향상을 기할 수 있도록 관련업계의 지속적인 관심과 연구개발에 대한 투자 의욕이 절실히 요구된다고 사료된다.

참고문헌

1. G. Gebald, *Melliand Textil.*, **74**, E233(1993).
2. W. Klein, "The Technology of Short-staple Spinning", The Textile Institute, Manchester, 1987.
3. F. Leifeld, *Melliand Textil.*, **75**, E198(1994).
4. S. Schlichter and P. Lösbrock, *Melliand Textil.*, **77**, E113(1996).
5. G. Egbers, *Int. Text. Bull., Yarn and Fabric Forming*, **40**(2), 29(1994).
6. Z. Mazura, *Melliand Textil.*, **76**, E197(1995).
7. F. Dinkelmann and H. P. Weeger, *Melliand Textil.*, **78**, E98(1997).
8. F. Oberholzer, *Melliand Textil.*, **76**, E200(1995).
9. H. Stalder, *Melliand Textil.*, **77**, E157(1996).
10. K. Brockmanns and R. Knecht, *Melliand Textil.*, **77**, E121(1996).
11. Anon., *Text. Month*, Sep., 12(1996).
12. Anon., *Text. Asia*, **25**, Mar., 56(1994).
13. J. Müller, *Melliand Textil.*, **76**, E31(1995).
14. J. C. Promoli, *Int. Text. Bull., Yarn and Fabric Forming*, **43**(2), 61(1997).
15. J. Kwasniak, *J. Text. Inst.*, **87**(2), 321(1996).
16. H. Ernst, *Melliand Textil.*, **74**, E117(1993).
17. R. Kampl, *Melliand Textil.*, **74**, E123(1993).
18. G. Bock, *Int. Text. Bull., Yarn and Fabric Forming*, **39**(2), 29(1993).