

에어제트직기의 자동 위사절이음장치

1. 서 언

ITMA 87은 대부분의 직기제조업자들에게 있어서 에어제트직기에 부착하여 경사절을 이어주는 표준적인 모델의 자동 경사절이음장치나 또는 이와 유사한 기능을 갖추고 있으면서 이미 제직공장에서 실제로 사용되고 있는 여러 가지 자동장치들을 출품할 수 있는 기회가 되었다. 단지 신제품 이상의 실용성을 지닌 이러한 자동장치들은 이미 개발되리라고 예상되었었다. 이런 장치들은 사실상 완벽한 직기와 이와 관련된 주변장치들의 자동화의 전조라고 생각된다. 그러면 이러한 직기의 자동화는 어떤 수준까지 도달하였는가? 본고에서는 현재의 기술수준을 설명함으로써 이 질문에 답하고자 한다.

2. 자동화의 필요성

현재 제직기술은 기술의 발전단계에 있어서 가장 중요한 시점에 와있다. 이러한 기술발전에 있어 가장 중요한 이정표가 되는 기술개발은 1733년 John Kay에 의해 발명된 플라이 셔틀(fly shuttle), 지난 세기말에 위사패키지 교환장치를 갖춘 방직기의 개발, 지난 30여년간 개발된 셔틀리스직기 및 최근 몇 년 동안 출현하게 된 전자장치, 압축공기를 이용한 장치 및 데이터 처리장치 등과 같이 경제성이 변화를 요구하는 기술발전상의 명확한 구분을 지으면서 항상 이루어져 왔다.

최근의 기술수준은 기계적인 보전이나 조정을 전혀 필요로 하지 않으며, JIT(Just In Time) 시스템에 의해 자동으로 조절되고, 따라서 유토피아나 꿈의 세계에 해당하는 단계로까지 제직기술의 수준을 높일 수 있는 여러 가지 기능을 수행하며 기능적으로도 신뢰성있는 장비의 도입으로 특징지워진다.

최근에 도입된 컴퓨터 제어에 의한 운영기법을 이용함으로써 정대의 원인과 시간, 초기에 감지되지만 적절한 통계보고서로 나타내기에는 어려운 상황들과 같은 여러 가지 요인들의 중요한 영향력을 명확히 파악할 수 있다.

오늘날에는 제품별, 기대별 정대시간이 기록되며 현장에 있는 모든 사람들에게 보고된다. 예를 들면 정대요인의 보수에 필요한 시간과는 아무런 관련이 없는 경사 또는 위사의 결함에 의한 정대시간(이들이 동시에 일어날 때 정대시간은 더욱 늘어남)을 알 수 있다.

이런 상황은 직기구입비 및 직기의 효율이나 정대에 의한 생산감소 요인 등을 고려한다면 더욱 묵고할 수 없는 것이다. 이런 측면에서 기술발전의 추세가 가속화됨에 따라 투자비 상환기간이 단축될 것이라는 사실을 고려해야 한다.

경사밀도가 28올/cm인 포플린을 에어제트 직기에서 800rpm의 속도로 제직한다고 할 때, 사절율은 대략 100,000회 위입당 경사 2올 및 위사 3올 정도이다. 만약 평균 정대시간을 5분 정도로 잡는다면, 직물 1,000m를 제직할 때 위입에 의한 전체 정대시간은 약 420분 정도이다. 그러나 위사절에 의한 정대요인 가운데 50%를 성공율 80%인 위사자동이음장치를 사용하여 위사를 이어주고, 위사 1올을 이어주는 데 소요되는 시간이 1분이라면 위사절에 의한 전체 정대시간은 280분으로 줄어들며 이것은 생산량의 33% 증가에 해당된다.

3. 현재의 기술수준

Hutt1은 에어제트직기에서 정대요인의 50%는 위사의 길이가 너무 짧거나 개구 안에서 루프(loop)를 형성하기 때문이며, 24%는 개구 안에서의 위사절, 그리고 나머지 26%는 위사 공급패키지 혹은 위사보관장치내에서의 위사절에

기인한다고 발표하였다. 이는 정대요인의 50%는 단지 메인 노즐의 출구 부근에서 절단된 위사를 제거해 주는 간단한 장치가 필요함을 의미한다. 물론 절단된 위사는 클로드 펠로부터 쉽게 제거되어야 하며 작업 도중 다시 절단되어서는 안된다. 이것이 바로 최초의 위사절 이음장치가 필라멘트사를 위사로 하여 제작하는 에어제트직기에 부착된 이유 가운데 하나이다. 다섯 직기 제조업체에서 이런 모델의 위사절이음장치를 ITMA87에 출품하였는데, 그 작동원리 모두 다음과 같다.

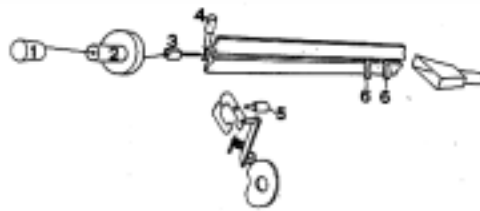
- ① 개구의 출구 부근에서 절단된 위사를 탐지한다.
- ② 절단된 위사를 파지하여 클로드 펠로부터 제거한다.
- ③ 절단된 위사를 제거하며 직기를 재가동 시킨다.

가. 기술적인 해결책

일본 Nissan사의 섬유기계부에서는 길이가 긴 드로 드레드(draw thread)를 위사보관장치로부터 개구 속으로 고압의 에어제트를 이용하여 불어 넣는 방식을 사용하였다. 이 드로 드레드는 절단된 위사를 클로드 펠로부터 제거시켜 주는 역할을 하며, 이 때 메인 제트 노즐의 출구 부근에 있는 커터는 잠시 작동을 멈춘다. 절단된 위사가 클로드 펠로부터 제거되면, 릴레이 제트 노즐이 잔사를 불어 없앨 수 있도록 메인 노즐의 출구 부근에 위치하는 보조 커터가 이를 절단하다. 보조 위사정지장치가 위사의 완전한 제거작업을 제어한다<그림 1>.

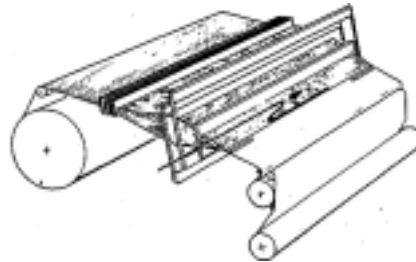
벨기에 Picanol사에서 만든 PRA 1(Pick Repair Automation) 자동 위사절이음 장치는 1988년 1월부터 실용화되었다. 이 장치는 개구 안에서 위사의 길이가 너무 짧거나 또는 너무 길 때에 작동한다. 절단된 위사가 클로드 펠로부터 제거되면, 이것은 Nissan사의 장치에서와 같은 방식으로 드로 드레드와 릴레

이 제트 노즐에 의해 제거된다. 이 장치에는 기계적인 조절장치가 전혀 없으며, 또한 개구 안에서의 위사절과 메인 노즐 앞에서의 위사절을 이어줄 수 있는 후속 모델인 PRA2 및 PRA3 장치에서 사용하게 될 적절한 마이크로프로세서가 이미 개발되어 있다. PRA1 시스템은 방적사 및 필라멘트사에 모두 적합하다<그림 2>.



<그림 1> Nissan 자동 위사절이음장치

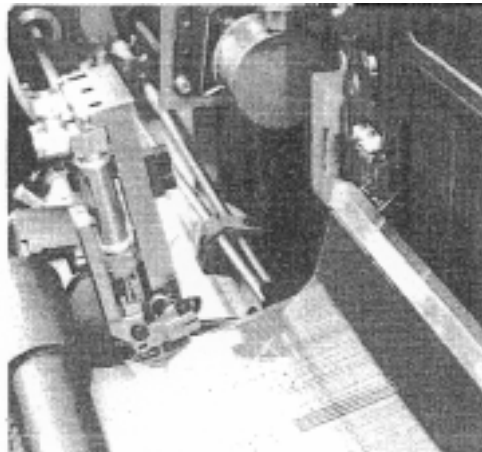
- | | |
|-------------|-----------|
| 1. 위사 공급패키지 | 4. 보조커터 |
| 2. 위사공급장치 | 5. 커터정지장치 |
| 3. 메인 제트 노즐 | 6. 위사정지장치 |



<그림 2> Picanol RPA1 자동 위사절이음장치

스위스 Sulzer사의 자동 위사절이음장치는 위사정지장치에 의해 위사절이 탐지되면, 추가적인 위사가 개구 속으로 투입되는데, 이 추가적인 위사는 메인 제트 노즐을 떠난 후 한쪽으로 비껴나게 된다. 그러면 샤프트가 절단된 위사의 높이에 비례하여 천천히 부상하며, 이동 로봇 팔에 부착된 권취장치에 의해 클램프가 절단된 위사를 파지하여 개구의 투입구 방향으로부터

제거하게 된다. 이 장치는 자체의 마이크로프로세서에 의해 제어되며, 따라서 제직하는 직물의 종류에 따라 하나 이상의 절단된 위사를 제거할 수 있는 장점을 가지고 있다<그림 3>.



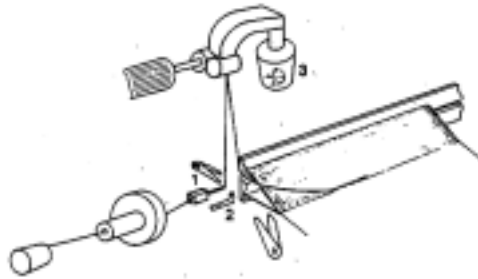
<그림 3> Sulzer Ruti사의 위사 제거장치

일본 Toyoda사에서 제작한 TAPO(Toyoda Automatic Pick Operator) 시스템은 이미 시판되고 있다. 이 시스템은 개구로부터 빠져 나오는 절단된 위사의 길이를 측정 한 후, 이를 마이크로프로세서에 이미 기억시킨 바디폭과 비교하여 절단된 위사의 길이와 바디폭의 길이가 일치될 때에만 직기를 재가동시킴으로써 위사의 잔사가 개구 안에 남아 있는 것을 방지하는 방식이다. 이런 작업에 필요로 하는 시간은 20초 이내인 것으로 알려져 있다.

일본의 Tsudakoma사는 1,000개 이상의 APR(Automatic Defective Pick Remover) 시스템이 실제 사용되고 있다고 발표하였다. 위에서 설명한 바와 같이 이 시스템도 역시 위사길이가 너무 짧을 때에만 작동한다.

절단된 위사는 메인 제트 노즐의 출구 부근에서는 절단되지 않지만, 보조 제트에 의해 한쪽으로 비껴나게 되며 커터가 작동하는 영역으로 끌려나오게

된다. 이와 동시에 위사공급장치가 드로 드레드의 역할을 하는 또다른 위사를 공급하게 되며, 이것은 기계적 파지장치로 인계된다. 드로 드레드는 제트 노즐을 떠날 때 보조 커터에 의해 절단되며, 파지장치는 절단된 위사를 개구 밖으로 끄집어 내게 된다. 이러한 작업에 소요되는 시간은 30~40초 정도인 것으로 알려져 있다. 위사를 개구 외부로 끄집어 내는 데 실패하게 될 때 직기는 재가동되지 않는다<그림 4>.



<그림 4> Tsudakoma APR시스템의 작동원리

1. 보조 커터
2. 보조 제트
3. 절단위사 배출함

Tsudakoma사 역시 ITMA87에 위사공급장치 내에서 발생하는 위사절을 이 어주는 자동 위사절이음장치의 표준 모델을 출품하였다. 위사공급장치 안에서 위사절이 발생할 경우에는 최종적으로 투입된 위사가 개구 내에 그대로 남아 있게 된다.

이때 압축공기에 의해 작동되는 보조 커터가 위사공급장치와 메인 노즐 사이의 실과 위사 공급패키지에 있는 실은 진공흡입장치에 의해 제거된다. 그런 다음에 그리퍼 암(gripper arm)이 반대편의 콘으로부터 실을 풀어내어 위사공급장치로 실을 공급하고, 위사공급장치의 출구 부근에서 위사는 클램프에 의해 파지되어 메인 노즐 속으로 빨려들어가게 된다.

5. 앞으로의 개발방향

Tsudakoma사는 제직 도중에 발생하는 전체 위사절의 25%를 자동으로 이어주는 차세대의 기술개발 단계에 이미 도달하였다. 나머지 25%의 해결이 최후의 목표이며 가장 어려운 단계이다. 한편 이 나머지 25%를 해결하기 위해서는 제직폭 전체에 걸쳐 클로드 펠로부터 절단된 위사와 잔사가 기계적으로 제거되어야 할 필요성을 내포하고 있다. 이 최후의 기술적 단계를 완전히 해결하기 위해서는 모든 종류의 직기, 특히 플렉시블 레피어직기와 리지드 레피어직기에도 사용이 가능해야 한다. 이것은 이런 직기들로 제직되는 직물과 방적사로 된 경사와 위사에 대해서도 그 기능을 발휘해야만 한다는 것을 의미한다.

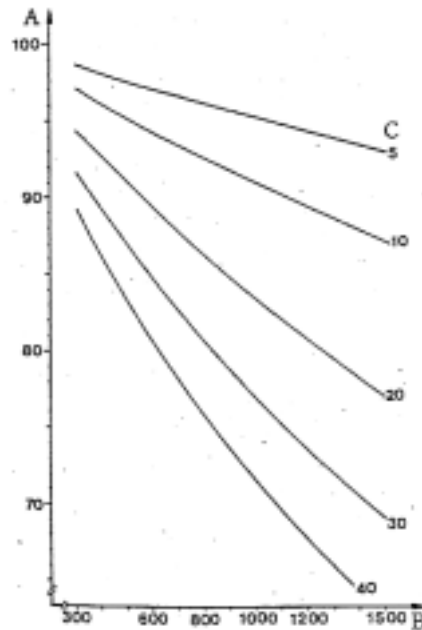
경사절의 자동 이음장치에서는 그 문제가 좀 더 복잡하게 된다. 이 장치에는 다음과 같은 작동기구가 명백히 요구된다.

- ① 경사절의 탐지
- ② 직물의 연결되어 있는 경사의 제거
- ③ 종광(harness)과 바디에의 통경
- ④ 직기의 재가동

한편 절단된 경사의 탐지문제(예를 들면 경사지시장치가 부착된 전자식 Grob 경사정지장치와 같은 장치로 해결이 가능함) 및 통경(종광 분리의 신뢰성, 종광 탐지와 파지 및 통경) 등과 같은 문제의 해결에 어려운 난점이 있다. 확실히 가변(false selvedge) 문제는 가까운 장래에는 해결되기 어렵겠지만 정대요인의 10%는 여전히 경사절에 그 원인이 있게 된다.

한편 새로운 경사의 연경을 포함하거나 또는 포함하지 않는 경사 빔의 교체, 종광의 설치, 그리고 주기적인 직기의 청소 및 급유문제와 더불어 위사의 적기 준비, Sultzer Ruti사가 이미 그 해결책을 제안한 바 있는 만관된 클로

드 빔의 공빔으로의 자동 교체장치 등을 포함하는 여러 가지 복잡한 주변장치에 관한 문제점들이 있다. 제직 도중 여러 종류의 직물로의 교체문제도 중앙 컴퓨터와의 데이터 교환에 의해 부분적으로는 가능하게 되었다.



<그림 5> 직기속도와 정대시간에 따른 직기효율의 변화

A 효율(%) B 속도(rpm) C 정대시간(분/100,000회 위입)

6. 결 론

수학적인 관점에서 보면, 실의 품질이 유사하고 정대시간과 보수시간이 일정하다는 전제에서는 쌍곡기하학의 법칙(the law of hyperbolic geometry)에 의해 직기의 속도가 증가함에 따라서 효율은 감소한다<그림 5>.

현재 우리는 불가피하게도 틀보기가 없는 무인 제직공장의 새로운 개념에 동조하고 있다. 최소한 제직공장에 있어서는 전통적 의미의 틀보기는 더욱 더 자격을 갖춘 전문인력으로 대체되게 될 것이다. 보전은 별개로 하더라도 전자와 로봇공학의 전문훈련을 받은 틀보기들은 비정상적이면서도 자동장

치에 의해서는 보정되지 않는 결점들을 다루게 될 것이다. 이런 관점에서 볼 때 제직분야는 다시 한번 경제적인 면에서 가장 발전하는 분야가 될 수 있으며, 특히 고도의 선진국가에 있어서도 마찬가지가 될 것이다.