

고속제직을 위한 가호

1. 서 언

1981년, 전 세계에 300만대의 직기가 설치되어 있는데 이중 최소한 250만대는 아직도 북(shuttle)직기라고 한다. 그러나 ITMA'83에서는 명확하게도 셔틀리스 직기의 분야에 급속한 진전이 이루어져 왔으며 레피어, 프로젝타일, 에어 젯과 윈터 젯 직기가 주종을 이루는 셔틀리스 직기는 미국과 EEC 각국에 계속해서 많이 설치되고 있다.

셔틀리스 직기의 생산속도는 북직기보다 상당히 높아 셔틀리스 직기가 직물생산에 미치는 영향은 매년 증가하고 있는 실정이다.

셔틀리스 직기의 제직속도가 증가할수록 제직공정에서의 효율은 실의 품질과 경사준비공정의 질에 좌우되며 특히, 가호공정의 역할은 우수한 품질의 직물을 효과적으로 생산해 내는데 있어서 중요한 요소가 된다.

한 공정으로서의 재래식 가호는 작업방법에 있어서 거의 경험만을 가지고 하는 마술과 같은 것으로 예부터 간주되어 왔다. 그러나 최근 10년간 전 세계적으로 에너지 비용의 폭등에 대응하여 노벨(Novel)가호가 출현하고 저에너지 가호법으로의 새로운 접근이 급속히 이루어지고 있다.

입증된 바에 의하면 이런 발전은 고속제직, 저에너지 가호, 발호, 호제 회수와 재사용 그리고 환경오염을 감소시킨다는 점에서 커다란 가능성을 제시해 주고 있다. 이는 가호와 발호가 같은 장소에서 수행되는 일관적인 공장(vertical mill)에서는 분명히 경제적으로 큰 이익을 얻게 될 수 있으며, 그 외의 어떤 형태의 생산체제에서도 실제로 비용을 절감하거나 기술적으로도 유익한 가능성이 있다.

2. 호제의 발달

피막 형성제로 작용하여 고속 제직공정에 적합하게 경사내의 섬유들을 결속하며 강도, 탄성 및 윤활성을 개선시킨 호제등은 현재 그 종류가 매우 다양하다. 전통적으로 감자전분이 면사용 수용성 호제로 유럽에서 사용되어온 반면, 미국에서는 옥수수전분이 똑같은 목적으로 널리 사용되어 왔다.

방직사에서 면과 합성섬유를 혼방하거나 합섬필라멘트사에서 텍스터사와 플랫(flat)사의 사용이 늘어남에 따라 폴리에스테르 호제에서 뿐만 아니라 폴리비닐알코올(PVA), 카복시메틸셀룰로스(CMC)와 아크릴계 같은 합성호제를 사용하는데 있어 그 개발을 촉진하게 되었다. P/C 혼방사를 제직하기 위해 천연전분이나 전분유도체를 PVC와 같은 합성호제와 다양하게 조합하여 사용해 왔는데 이는 전분과 비교해서 합성호제의 피막이 폴리에스테르 섬유에 더 많이 점착되기 때문이다.

1974년 감자, 옥수수, 쌀 그리고 소맥이 주종을 이루는 천연전분이 세계 가호시장의 약 59%를 차지하고 있던 것으로 평가되었다. 총 가호시장은 연간 약 30만톤이었으며 그밖에 사용되었던 호제로는 전분유도체가 15%, 아크릴계 호제가 12%, CMC와 PVA와 메틸 셀룰로스가(MC)가 11%, 젤라틴과 특수전분유도체가 3%를 차지하였다.

1974년 이후로는 산가수분해(acid hydrolysis)나 산호(oxidation)에 의해 변성된 전분이 널리 사용되어 오고 있으며 또한 아세테이트에스테르의 형태를 하고 있거나 또는 히드록시에틸전분이나 카복시메틸 전분도 널리 쓰여오고 있다. 이들 호제는 저점도시 변성되지 않는 전분보다 훨씬 높은 고형수준을 얻을 수 있어 일반적으로 발호공정에서 쉽게 제거된다. PVA의 완전감화물과 부분감화물은 여러 가지 종류의 실을 가호하기 위해 널리 사용되어 왔는데 PVA의 부분감화물은 저온에서 발호될 수 있는 장점을 가지고 있다.

아크릴계 호제는 공중합에 그 기초를 두고 있으며 비닐아세테이트, 아크릴산 그리고 부틸 또는 에틸아크릴호제 모두 폴리에스테르 필라멘트사와 나일론 필라멘트사를 가호하는데 사용하여 왔다. 여러 가지 타입의 폴리에스테르 호제가 위와 같은 목적으로 개발되어온 한편으로 CMC는 특히 100%면사나 비스코스방적사를 가호하는데 사용되어 왔다.

전반적으로 최근에는 수용성 합성호제가 점차 많이 사용되는 경향인데, 이런 합성호제는 가호공정을 계통화함에 따라 천연전분보다 용이하고 값싸게 준비하여 사용할 수 있으며 합성섬유에 점착력이 훨씬 크다. 그밖에도 합성호제는 천연전분과 달리 단계적인 발호작업이 요구되지 않는다. 이로 인해 발호시 호제를 쉽게 제거할 수 있으며 호제회수와 재사용(호 재순환)에 도움이 될 수 있다.

호조합물에서 왁스(보통 호막의 유연성과 내마모성을 개선하기 위해 첨가되는 데)를 제거하는 것이 합성호제에서는 가능하여 준비공정을 거친 직물의 습윤성과 흡수성을 좋게하고 직물의 준비공정에서 생기는 폐수의 화학적 산소요구량(COD)을 낮추어준다. 전분과 비교해, PVA에서 얻는 부수적인 이점은 생물학적 산소요구량(BOD)이 보다 낮아서 폐수처리에 소요되는 비용을 훨씬 경감시킨다는 점이다.

호제는 공업적 성능이 제일 중요한 반면에, 특정호제를 선택하는 것 또한 가격에 의해 영향을 받게 된다.

대체로 건조중량을 토대로 하여 가격의 순서를 큰 것부터 배열하면 폴리에스테르, 아크릴계, PVA와 CMC, 전분과 왁스의 순이나 가격과 이용정도 모두 나라마다 가지각색이다.

3. 노벨(Novel) 가호법

재래식 가호법에서, 가호속도는 열건조부에서의 수분의 증발속도에 의해 제한을 받게된다. 풀통(size box)에서 고압의 닙(nip)으로 실에 픽업(pick up)되는 호액을 제한하는 고압 스퀴징장치를 사용하여 뛰어난 개선을 가져왔다. 이론적으로는 고압의 닙을 사용하여 웨트픽업(wet pick up)을 감소시키는 것이 가능하지만, 실제로는 닙압력이 증가하는 것과 실의 손상이 증가하는 것 사이에서 균형이 무너지게 되어 전반적으로 실의 품질은 떨어지게 된다.

미국에서는 많은 가호기에 고압스퀴징 장치를 부착하고 있지만 가호방식을 수정하는 것이 종종 필요하다. 웨트픽업의 감소시 요구되는 것은 실에서 동일한 가호수준에 이르게 하기 위해서는 호조합에서의 호제함량이 증가해야 한다. 뿐 만 아니라 대개 점도가 높은 풀에서 점도가 낮은 풀로 전환되는 것이 보통이다.

이런 방법으로 일반 가호기에서 섬유로 채워진 고무로올러(이 로올러는 웨트 픽업을 낮추어 준다)를 사용하여 25~50%의 에너지 절감을 달성하였다. 이는 가호기에 의한 2가지 방법중 한가지 방법에 이용할 수 있는데, 즉 건조에 소요되는 스팀의 소비를 줄여 에너지를 절약하거나 또는 대안으로 가호기를 고속으로 가동시키는 것이다.

고압스퀴징장치를 사용함으로써 실제로 일어나는 한가지 점은 린트가 로올러표면에 축적되는 경향이 있을 수 있는데 특히, 섬유장이 짧은 면사를 가호처리하는 곳에서는 더욱 그렇다. 이때 로올러를 깨끗이 하는데 보다 많은 주의가 요하며 호액에서 린트를 제거하기 위해 여과장치를 사용할 수도 있다.

또다른 노벨가호법으로 미국에 소개된 것이 커츠(Cutts)법이다. 이 가호방법은 재래식 가호기에, 호액에서 회전하는 홈이 파인 보텀(bottom) 로올러를

채용한 것이다. 이 로울러에는 과잉의 호액을 제거하는 독터날(docto. blade)이 부착되어 있어서 로울러표면과 접해 있는 실에 얇은 호막이 형성된다. 고무로 덮힌 상부 가이드로울러는 저압에서 작동하여 호액이 강제로 홈에서 실의 한쪽면으로 이동할 수 있게 하여, 농축된 호액으로 섬유를 결속하도록 한다. 웨트픽업을 적게 해주면서 호액이 로울러에 의해 풀통으로 되돌아 가는 일이 없으므로 풀통에 있는 호액은 실질적으로 린트 등이 없는 상태로 있게 된다.

건조하기에 앞서 다공성의 스테인리스 강선관으로 만든 리이스 막대 (lease rod) (특허품)를 사용하여 경사시이트를 분리하는데 이 강선관의 내부는 초여과막(ultrafiltrant)의 에나멜로 코팅되어 있다. 실이 서로 점착하거나 건조시 실이 시이트상으로 되는 것을 방지할 뿐만 아니라 실표면에 극소량의 윤활유를 공급하게끔 적절한 압력하에서 윤활유는 관을 통하여 흐르게 된다. 이로 인해 호막을 잘 보호해 줄 수 있게 되며 우수한 내마모성을 갖게 된다.

순도가 높은 호제를 외부에 장치되어 있는 벌크탱크(bulk tank)를 이용하여 실에 부여할 수 있는데 (쿠킹이나 열저장이 필요없다.) 훨씬 더 에너지를 절약할 수 있다. 커츠가호법은 주장에 의하면 적은 비용으로도 재래식 가호기에 응용하기가 용이하며 실의배열이 수직이 되도록 배치할 수도 있어 실양면의 가호가 가능하다는 것이다. 커츠가호법을 사용하여 에너지소비를 50%까지 줄일 수 있다고 주장한다.

한편 거품가호법은 아직 연구중에 있기는 하지만 상업적으로의 이용은 아직까지 거의 없다. 각종 합성호제를 거품가호법으로 실에 부여할 수 있으며 거품안정제를 첨가할 필요도 없이 10:1 혹은 그 이상의 블로우비(blow ratio)를 달성할 수 있다.

변성된 전분과 셀룰로스 유도체는 천연전분보다 쉽게 거품이 만들어지며

폴리에스테르호제나 아크릴계 호제 또한 쉽게 거품을 만든다. PVA의 부분감화물은 완전감화물보다 거품이 쉽게 만들어 지는 한편, 점도가 낮은 것은 점도가 높은 것보다 쉽게 거품이 만들어진다. 왁스형태의 윤활제는 몇가지 난점을 보이고 있지만 스테아릭산 같은 왁스성의 계면제는 여러번 시험적으로 사용해 보았는데 성공적이었다.

호액의 점도는 거품가호에서 하나의 중요한 매개변수이다. 점도가 너무 높으면 가호위치까지 거품이송이 제한을 받게 되며 경사시이트상에 호액을 균일하게 먹이는데 어려움이 생길 수 있다. 거품안정제를 첨가하면 거품의 사용수명은 연장된다. 그러나 이런 계면제는 호제가 섬유에 점착되는데 반대의 영향을 주어 실의 내마모성을 현저히 감소시킬 수 있기 때문에 어떤 계면제를 선택해서 호액에 첨가하느냐에 주의하여야 한다.

거품가호법의 이점은 아직까지는 한정되어 있는데, 이는 거품가호보다 간단한 다른 저웨트픽업 가호법들의 장점이 이미 상업화될 수 있음을 잘 입증해 주고 있기 때문이다.

경사가호에서 가장 급진적인 새로운 개발은 경사를 분리시켜서 하는 고온용융가호법의 출현으로서, 이 가호법은 처음에 Burlington Instrie에서 특허를 냈으며 나중에 West Point가 개발한 것이다. 용융된 100% 활성호제가 각각의 경사에 부여되는 것은 용융된 호제가 흡이 파인 가호로울러 (applicator roll)에 의해 픽업됨으로써 이루어지며 이때, 흡이파인 가호로울러는 균일하게 가열되어있으며 경사시이트가 이동하는 방향으로 천천히 회전하고 있다. 흡속에 있는 용융된 호제는 실이 흡을 따라 가호로울러의 회전속도보다 빨리 통과함으로써 깨끗이 없어진다. 흡에서의 제거작용은 또한 방적사에 있는 잔털을 놀랄만치 잘 눅게하여 가호의 효과를 보다 좋게 해준다. 가호는 일반적으로 분당 400~800야드 정도의 속도로 수행되는데 가호된 실을 건조할 때 소요되

는 에너지가 필요하지 않기 때문이다. 용융된 호제는 실온에서 흠이 파인 가호로울러를 지나 약 1초 정도면 간단히 다시 고형화된다.

고온용융호제는 복잡하고 에너지집약적인 호액 준비공정이 필요없이 쉽게 사용할 수 있는 형태로 공급되고 있다.

이렇게 호액에서 수분을 제거함으로써 재래식 수용성 가호법에 비하여 잠재적인 에너지절약을 약 80%까지 끌어 올릴 수 있다.

4. 호제 재사용 시스템

현재 합성호제를 대량으로 소비하고 있는 몇몇 공장에서는 호제 재사용시스템을 이용하여 발호시 직물로부터 제거한 호제를 회수하고 있다. 합성호제는 대개 고온수로 하는 조건에서 pH가 중성인 합성세제를 사용하면 매우 효과적으로 제거할 수 있기 때문에 기 여과막장치를 이용하여 최저 8%정도의 제거된 호제를 농축하는 것이 경제적이라고 알려졌다.

일반적으로 이런 장치는 원호제(대개는PVA이다)의 약 80~85%정도를 회수하는데, 이때 새로운 PVA를 보충하고 다시 가호하는데 사용한다. 그러나 이 장치의 설비비용과 운영비는 주로 미국에 있는 비교적대규모 회사들만이 이런 시스템에 투자했을 정도이다.

아크릴계 호제는 Benninger Recupra공정을 이용하여 회수할 수 있다. 이 공정은 호액이 상온수에서 팽윤하는 성질을 이용한 것으로 상온수에서 침지한 후 계속해서 고강도 스퀴징을 하여 호액의 약 80%를 제거하는데, 제거된 호액은 그 후에도 재사용된다.

그러나 이것은 단지 일관작업공장만이 이 공정을 최상으로 이용할 수 있다.

5. 용제 가호

유기용제의 가격이 지난 10년간 상승함에 따라 그 만큼 용제계 가호법의 이점은 줄어들었으며 용제계 가호법을 사용했을 때, 이와 관련하여 환경오염 가능문제에 관심이 고조되고 있다. 저에너지의 수용성 가호법이 출현함에 따라 용제가호가 실용화될 가능성은 훨씬 더 줄어들었는데, 용제가호법은 그 자체로 노벨호제와 전혀 새로운 가호기가 요구되기 때문이다.

기술적인 장점은 별도로 하고, 용제가호법의 매력은 용제를 증발시키기 위해 소요되는 열의 비용이 적다는 것이며 발호와 호제의 재사용이 용이하다는 것이다. 그러나 현재 수용성 가호법이 기술면에서 향상을 보이고 있어, 앞서 언급되었던 이런 노벨가호법에 대한 관심은 실질적으로 감소되어 왔다.

6. 컴퓨터를 이용한 제어

컴퓨터제어를 가호공정에 도입함으로써 이런 시스템에 드는 자본비용은 늘어 나지만, 가호공정의 중요한 요소를 감시하고 제어할 수 있어서 공정의 재생산성을 향상시키고 상태보고서(status report)의 형태로 가동효율에 관한 근본적인 자료를 생산관리에 이용한다.

중앙집중제어가 가능하게 되면서 고도로 숙련된 운전자에 대한 의존도가 줄어드는 반면, 폐기물은 최소화되어 가동조건을 최적화할 수 있다고 주장한다.

앞으로 가호공정의 컴퓨터제어는 중요성을 더해 갈 것이며, 특히 최저비용으로 최고의 품질수준이 요구되는 곳에서는 더욱 중요할 것이 명확하다.