

섬유공장용 공기이용기술의 새로운 경향

1. 서 론

지난 수십년 간에 걸쳐서 공기이용기술은 방적 및 제직의 양 분야 모두에서 섬유제품생산공정의 필수불가결한 부분이 되어 왔다. 매우 높은 생산량을 갖는 새로운 세대의 섬유기계가 도입됨에 따라 제조공정의 주변 환경적인 측면과 마찬가지로 이러한 기계들을 사용하는 방적 및 제직공정에서 발생하는 폐설물의 자동제거 및 주변환경의 청결도에 대한 요구사항들이 좀더 중요한 의미를 갖게 되었다.

이러한 요인과 또한 계속적으로 변화하는 경제적인 주위여건은 변화에 부응하기 위한 새로운 섬유공장용 공기이용 설비의 설계기술을 개발하게끔 하였다. 본고에서는 다음 사항들을 포함하여 최근 수 십 년간 이룩한 섬유공장용 공기이용기술의 발전상황을 다루기로 한다.

가. 공기조화설비의 에너지효율뿐만 아니라, 투자비용과 그 성능을 향상시키는 방법들

나. 폐설물 재생공정과 관련된 압축공기식 폐설물 처리방식에서의 새로운 시스템을 이용한 해결책들과 최종단계의 부산물인 비섬유질 폐설물의 활용 방법 및 / 또는 이의 처리방법에 대한 개선된 개념들

다. 제직공장뿐만 아니라, 권사기에 직접 연결되어 있는 링정방기에서의 트래블링 클리너(traveling cleaner)의 이용

2. 생 산

공기이용기술은 현재 방적 및 제직에서 섬유제품 생산공정의 필수불가결

한 부분으로 확고하게 자리를 잡았다. 공기조화 시스템은 공장내의 필요한 온습도수준을 유지시켜 주며 실내공기 중 먼지 함유량을 공중위생당국에 의해 정해진 규정치 이하로 유지시켜주는 것을 도와준다.

압축공기식 폐설물처리 시스템들은 특히 개면, 혼타면(blowing), 소면 및 정소면공정에서 발생하는 엄청난 양의 폐설물을 자동으로 처리한다. 이런 시스템들은 폐설물에 존재한 재사용이 가능한 섬유 부스러기들의 재활용에 중요한 역할을 담당하며 최종적으로 이런 섬유부스러기들을 제거하고 남은 폐설물들을 공장 밖으로 폐기하기에 용이하도록 적당히 압축시킨다. 트레이블링 클리너는 조방기, 정방기, 권사기 및 직기 표면의 복잡한 구석구석들을 풍면 및 먼지로부터 깨끗이 유지시켜 주며, 또한 기계의 정대율을 최소한도로 유지시키도록 도와준다.

위에서 언급한 세 가지의 공기이용기술의 기능은 모두 상호보완하는 역할을 하며, 또한 현대식 섬유공장에서 이룩한 고생산성, 높은 가동율 및 생산제품의 높은 품질수준에 기여한 요인들이다. 이외에도 이 시스템들을 도입함으로써 노동력을 기민하고 자극받은 상태로 유지시키는 데 필요한 작업환경을 창출할 수 있다.

방적 및 제직기술의 발전에 따라 나타나게 된 공기이용기술과 관련된 기술적인 도전들에는 어떠한 것이 있겠는가? 지금부터 이에 대한 중요한 경향들을 살펴보도록 하겠다. 섬유기계의 생산성은 급속한 속도로 증가하고 있다. 이미 확립되어 있는 기술들은 섬유기계의 성능을 꾸준히 향상시키고 있으며, 새로운 공정 기술들도 곧 새로운 시야를 열게 될 것이다.

예를 들면, 에어제트 및 프릭션방적 또는 다상직기와 같은 새로운 기술들이 조만간 기존의 방적 및 제직기술의 지위를 잠식하는 것을 목표로 하고 있다. 생산성이 높아진다는 것은 생산기계에 있어서 어떤 형태의 정대라고

할지라도 그에 따른 경제적인 손실 또한 따라서 증가함을 의미한다.

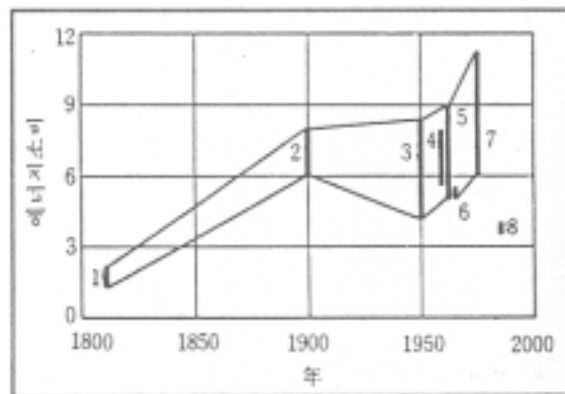
현재 많은 전자제어장치들이 섬유공장에 대량으로 도입되고 있다. 정교한 섬유기계들은 그들의 기계적 성능을 최대로 활용하기 위하여 “온보드 시스템(on board system)”으로 이미 상당량의 전자장치들을 기계내부에 장착하고 있다. 정보 및 정보교환시스템들은 공정중심의 보조시스템으로서 뿐만 아니라 공장 전체를 통괄하는 통합네트워크의 기능으로서 생산 및 품질에 관한 데이터를 수집한다. 이들은 조만간에 효율적인 공장관리시스템들로 발전할 것이며, 따라서 경제적인 실체로서 공장운영의 다양한 측면을 적정화 시키는 강력한 도구로서 전환하게 될 것이다. 또한 섬유공장 내에서의 로봇 활용의 가능성도 있다.

새로운 기계기술의 도입과 전자 및 로봇기술 도입의 진전은 방적과 제직공정의 자본의존도에 있어서 상당한 증가를 초래할 것이다. 자본비용의 증가로 인한 충격을 완화시키는 유일하고 실현성 있는 해결책은 공장가동의 이론적인 최고효율치인 24시간/1일, 7일/1주일, 52주/1년에 가장 근접하도록 공장의 실제적인 가동시간을 증가시키는 방법뿐인 것으로 생각된다. 이미 이러한 절대 한계치에 가깝도록 공장을 가동시키는 일부 국가들이 있는데, 예를 들면 대만과 인도는 이미 연간 8,544시간 및 8,496시간의 가동효율을 이룩하였다. 한편 유럽국가들은 스웨덴이 연간 6,120시간이며, 서독이 연간 5,520시간 정도로 매우 뒤쳐져 있는 실정이다.

놀라운 사실은 생산성향상 및 공정자동화의 추세가 그에 따른 에너지소비의 절감을 동반하고 있지 못하다는 것이다. 다른 분야의 기술적인 노력으로 인해 부족한 에너지 자원의 효율적인 활용에 대한 만족스러운 진전이 있는 반면에 섬유기계의 개발부문에 있어서는 이러한 측면을 상당히 무시하는 것 같다. 예를 들면 <그림 1>은 제직부문에서 위사 100,000m당 소비전력량

(kWh)으로 표시된 직기의 에너지소비량이 150여년 전 역직기가 개발된 초창기부터 현재까지 계속하여 꾸준히 증가하고 있음을 보여주고 있다.

다상직기의 위입방법은 에너지소비량의 증가추세를 역전시켜 주는 최초의 위입방식이 될 것으로 추측된다.



1. 수직기, 플라이 셔틀 2. Northrop rotary battery 3. 현대식 일반직기 4. 그리퍼직기
5. 래퍼어직기 6. 워터젯직기 7. 에어젯직기 8. 다상직기

<그림 1> 다음과 같은 직기에서의 위사 100,000m 위입 당 에너지 소비량

위와 같은 모든 사실을 종합하여 볼 때 다음과 같은 결론을 내릴 수 있을 것이다.

섬유산업의 전체적인 원가요소 중, 인건비가 차지하는 중요성은 점차 줄어드는 반면에 자본비에 에너지비용이 차지하는 비중은 거의 동등하게 될 것이며, 따라서 특별한 관심을 기울여야만 한다.

이런 모든 점을 감안할 때 공기이용기술부문에서는 어떠한 결론을 내릴 수 있겠는가? 새로운 생산기술, 공장 자동화율의 증가, 방적 및 제직공정에서 자본비와 에너지비용과 같은 요소가 차지하는 비중의 증가현상은 기술개발에 있어서 다음과 같은 우선순위를 결정지어 준다.

가. 각각의 특정 기계에 대한 개별적인 요구사항을 효율적으로, 유연성있

게 그리고 경제적으로 반영시킬 수 있도록 시스템 설계를 유연성있게 해야 한다.

나. 생산기계로부터 방출되는 높은 열부하를 효율적으로, 그리고 공장의 에너지 비용에서 차지하는 비중을 최저로 하도록 시스템의 에너지 소비량을 적게 설계해야 한다.

다. 기계의 설계에 있어서 신뢰성과 보전의 간편성을 감안함으로써 공장 전체의 전반적인 보전을 위한 1년에 한번 조업정지와 기능향상을 위한 2주일 미만의 기간을 제외하고는 계속적으로 공장이 가동되도록 해야 한다.

섬유공장에서 공기조화시스템의 목적은 생산실의 온·습도를 조절하는 것 뿐만 아니라 공기 중에 포함되어 있는 먼지와 풍면의 함량을 작업안전 및 보건당국에서 정한 규정치 이하로 유지시키며, 실내공기를 외부의 신선한 공기로 대체시키는 데 필요한 조치를 보장하는 것이다. 이들 기능 중 습도조절 기능은 섬유공장에서 가장 중요한 것이다.

적당한 관계습도의 규정치는 생산공정의 단계별로 많은 차이가 있으며 사용하는 원료 및 물성과 품질, 생산되는 제품, 생산기계 및 다른 여러 기타 요인들에 의해 영향을 받게 된다. 이에 대한 과학적인 근거를 마련하기 위한 많은 연구가 행해졌으나, 각 공정별 관계습도의 최적치는 여전히 경험적인 방법에 의해 각각 결정할 필요가 있다.

실내온도를 결정할 때에는 생산공정 및 제품에 따른 적정온도보다는 작업원의 쾌적성에 우선순위를 두어야 한다. 즉, 26°C이상의 온도에서 동작의 민감성, 집중력 및 작업의 동기유발에 고통을 받게 된다.

섬유공장용 공기조화시스템의 가장 중요한 특징은 먼지 및 풍면의 제어 기능이기 때문에 이 시스템들은 면방업계의 직업병인 비시노시스(byssinosis)를 예방하기 위한 노력에 기여하고 있다. 불행하게도 이러한 질병을 유발시

키는 요인이 개면, 혼타면, 소면 및 기타 방적준비공정의 작업실 실내공기로 유입된 면화의 잎, 씨, 씨의 껍데기, 줄기 등의 아주 미세한 조각에 의한 것인지, 또는 면화재배농장에서 기생하는 박테리아에 의한 어떤 내독소인지는 여전히 알려져 있지 않다. 작업원들을 비시노시스병으로부터 어느 정도 보호하기 위해 마지막으로 이루어지는 폐설물 재생공정 뿐만 아니라 면방공장의 개면, 혼타면, 소면, 방적준비공정 및 정방공정의 실내공기 중 먼지의 농도를 규제하기 위한 기준치들이 도입되었다. 호흡 가능한 먼지의 농도한계치로서 $0.2\text{mg}/\text{m}^3$ 의 한계치가 현재 미국의 모든 면방공장에서 엄격히 규제 중에 있다. 이와 비슷한 규제조치들이 다른 국가에서도 이미 시행되고 있다.

3. 설계의 개념

섬유산업용 공기조화 시스템들은 두 가지 기본적인 형태로 구분 지어야 한다.

가. 냉각되지 않은 물의 증발에 의한 냉각방식을 근거로 하는 가습장치(단열냉각)로써, 이 장치는 연중 일정한 습도를 유지시켜 주지만 최소한도의 온도조절만이 가능하지만 기온이 높고 습기찬 여름철에는 실내온도가 외부조건에 의해 영향을 받게 된다.

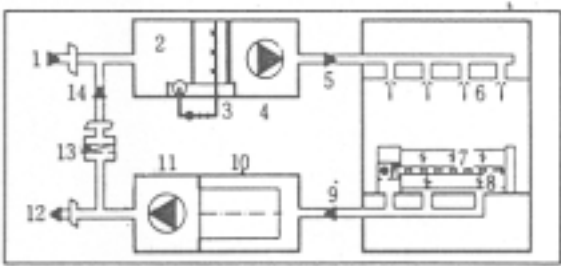
나. 냉각목적으로 냉각수를 사용하는 완벽한 기능을 갖춘 공기조화시스템으로서 이 시스템은 실내의 온·습도를 연중 자유롭게 조절 할 수 있다.

대표적인 섬유공장용 공기조화시스템의 공정도가 <그림 2>에 나타나 있다.

공급공기는 일정한 온·습도를 이루기 위해 공기세정기<그림 3>를 통과하게 된다. 환기된 공기의 일부분은 온·습도 조절을 위해 공기세정기의 주위를 그냥 통과할 수도 있다.

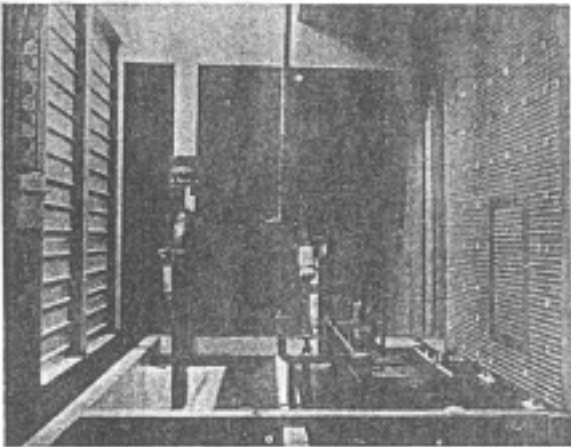
공기공급용 송풍기는 생산실 내에 공기를 균일하게 공급하기 위한 배출구

가 장치된 공급용 에어덕트로 공기를 공급하게 된다.<그림 4>



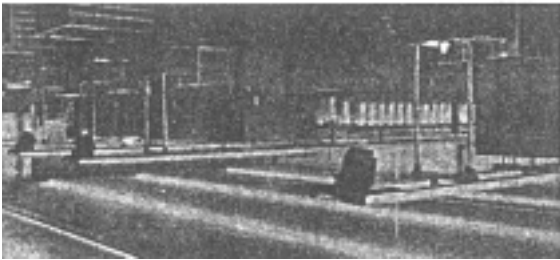
1. 외부공기 2. 공기 처리장치 3. 공기 세정기 4. 공기 공급용 송풍기 5. 공기 공급용 덕트
6. 공기 배출구 7. 절단된 실 수집장치를 통하여 채취된 환기공기 8. 바닥에 설치된 흡입구를 통하여 채취된 환기공기 9. 환기공기용 덕트 10. 환기공기용 필터 11. 환기공기용 송풍기
12. 배출공기 13. 공기 가열기 14. 재순환 공기

<그림 2> 대표적인 공기조화시스템



<그림 3> Luwa 공기세정기의 입구

(그림의 왼쪽으로부터 공급공기용 댐퍼, 물통 및 접근용 문이 달린 플로우 스트레이트너)



<그림 4> 공기를 균일하게 분배하기 위한 Luwa 베플밴드 공기배출구

심하게 오염된 환기공기는 먼지와 비산면을 제거하기 위해 바닥에 설치된 덕트를 통해 환기공기 필터로 보내진다. 환기공기용 송풍기는 환기공기의 일부분을 작업실 외부로 방출시키며, 나머지를 공기공급용 시스템으로 재순환시킨다. 따라서 이러한 작업형태는 폐쇄형으로 이루어진다.

섬유공장용 공기조화 시스템을 구성하는 각 구성요소들은 특별히 설계된 것들이다 이것은 구성요소들이 천연섬유 및 혼방섬유를 취급하는 각종 섬유 공장에서 발생하는 먼지 및 비산면을 처리해야 하기 때문에 결과적으로 작업조건이 양호한 곳에서 사용되는 일반적인 공기조화시스템의 구성요소들은 이런 작업에는 적당하지 못하다.

4. 에너지소비량

이런 공기조화 시스템에 대한 투자결정을 내릴 때, 시스템의 설계단계에서 만족시켜 주어야 할 가장 근본적인 사항으로서, 그리고 투자결정에 영향을 미칠 수 있는 가장 중요한 요인으로서 최초의 설비투자비를 최소로 하고자 하는 일을 자주 볼 수가 있다. 결국 공기조화 시스템 자체가 실이나 직물을 생산하는 것은 아니며, 간접생산요소 이므로 가치에 대한 불균형 있는 생각을 하게 하는 동기가 가끔 부족하게 된다. 이러한 일을 현명하다고 할 수 있겠는가? 물론 투자비를 최소로 한다는 것은 판단결정의 과정에서 항상 필요한 첫번째 단계이다. 그러나 마지막 결정을 내리기 전에 운전비용을 반드시 고려해야 한다. 여기에서 에너지 비용이 운전비용의 주된 요소이므로 특히 관심을 두어야만 하는데, 그 이유는 공기조화설비의 기계적 수명이 완전히 끝날 때까지 소요된 에너지 비용의 전체 합계액이 최초의 투자비를 5대이상 쉽게 초과하기 때문이다. 더욱이 공기조화시스템이 섬유공장에서 생산기계 다음으로 주된 에너지소비요인이기 때문에 이러한 비용요인을 자세하게 고

찰하는 것이 매우 필요하다.

에너지비용을 고려한다면, 최초의 투자비를 가장 적게 하도록 설계된 시스템이 가장 효율적이라고 할 수는 절대 없다.

따라서 장기간동안 가동시킨다고 할 때, 투자비 상환기간이 아주 짧은 것을 특징으로 하는 에너지 절감형 장치를 잘 선택하여 이를 이용하여 시스템을 보강함으로써 투자가치/투자비용의 관계가 아주 좋은 쪽으로 성능을 개선시키는 것이 더욱 좋지 않겠는가?

방직공장 및 제직공장에서 사용하는 에너지로서 무엇보다도 우선 전기에너지를 들 수 있는데, 이런 에너지는 전세계에 걸친 수력발전용량의 고갈, 핵발전소의 유치와 관련된 반대문제 및 기름이나 석탄을 사용하는 수력발전소로 인한 생태계의 파괴문제 등으로 조만간 그 공급이 모자라게 될 것 이란 점 또한 유의할 필요가 있다. 이러한 상황에서 실제적인 의미에서 에너지비용의 상승을 생각하지 않을 수 있겠는가?

섬유공장용 공기조화시스템의 에너지 절감효과를 논의할 두 가지 기본적인 설계원리를 구별해야만 한다. 하나는 항량(constant volume)개념으로서, 더운 여름철 기간 중 최대 가동율로 가동중인 공장에서 소요되는 열부하를 설계상 최대 열부하로 하고 필요로 하는 공기의 유동율을 일정하게 고정시키는 개념이다. 두번째 설계원리는 가변량(variable volume)개념으로서, 어느 순간에 경험으로 알게 되는 실제 필요로 하는 열부하에 따라 공기 유동율을 조절하여 그때의 상황에 맞추어서 이를 계속적으로 조절하는 개념이다.

5. 항량시스템

단열냉각방식을 채용하고 있는 항량 시스템에서는 에너지비용을 절감시키려는 요구에 대해 특별한 관심을 받을 만한 두 가지의 요인이 있는데, 이것

은 공기유동율과 시스템 압력저하이다.

이중 공기유동율을 줄이는 방법이 특히 효과적인데, 그 이유는 최초의 투자비와 운전비용이 동시에 절감되기 때문이다. 따라서 이것이 첫번째로 고려해야 할 방법이다.

우선, 시스템의 크기와 모양을 너무 크게 하는 것을 피해야 한다. 시스템의 크기를 고의적으로 크게 설계하지 않지만, 생산기계의 에너지소비율을 과대하게 크게 잡는 결과로서 이러한 일이 종종 일어난다. 경험에 의하면 실제 생산조건에서는 프로젝트 완성시에 설계된 크기에 비해 20% 정도 또는 그 이상으로 크기가 줄어드는 일이 자주 일어난다. 생산기계와 공정에서 발생하는 열은 어디에서 발생하더라도 그 발생장소에서부터 제거할 수 있어야만 실내의 온도조건에 미치는 영향이 최소화된다. 모양이 간결하며 벽과 천장의 단열처리가 잘되어 있는 창문이 없는 건물구조는 역시 공기 유동율을 최소로 유지시켜 주는데 도움이 된다.

제직실과 같이 높은 관계습도를 요구하는 방에서는, 원하는 온도수준을 맞추기 위해 두번째의 관심을 기울여야 한다. 만약 75%대신, 72%로 관계습도를 새로이 지정시킨다면, 그 결과 공기 유동율은 최소한 12%까지 줄일 수 있게 된다. 이런 예는 비록 관계습도를 조금만 줄이더라도 상당히 에너지 절감 효과를 거둘 수 있음을 보여주는 아주 좋은 증거가 된다.

실내의 높은 관계습도를 유지하려고 할 때 추가 선택사항은 송풍기가 하향식으로 설치되어 있는 공기세정기를 통한 일반적인 드로우방식을 채택하는 대신에, 이른바 공기세정기를 통한 블로우방식을 채택하는 것이다. 이런 방식에서는 송풍기가 공기세정기에 대해 하향식으로 설치되어 있기 때문에 송풍기에 자체 흡수된다. 이런 요인은 75% 관계습도에서는 7%, 그리고 85%의 관계습도에서는 14%정도 공기 유동율이 감소되는 것으로 나타난다. 하지

만 공기세정기를 통한 블로우방식의 채택은 공기세정기 내부에서 공기의 흐름형태가 매우 부드러운 경우에서만 좋은 효과가 있으며, 이런 조건은 종종 건물설계의 실체와 모순되는 경우가 자주 있다.

물론 기계의 설계단계에서 고려되어야 할 사항들 중, 새로운 생산기계류의 에너지소비량과 이들이 필요로 하는 정확한 실내의 온·습도조건 및 공장에서 발생하는 먼지의 양 등과 같은 너무나 많은 사항들을 미리 알 수는 없기 때문에 여기에서 소개하는 선택 사항들을 시스템의 설계단계에서 항상 완전히 감안 할 수는 없다. 또한 시장수요의 변화에 맞추어서 생산공정의 변경과 생산기계의 숫자와 구조에 있어서의 약간의 변화에 따른 앞으로의 공기조화 시스템의 개조에 지장을 받지 않기 위해서는 시스템의 설계에 있어서 충분한 유연성을 고려해야 한다. 따라서 어느 정도의 유연성은 시스템설계의 본질적인 부분이다.

그러나 이것이 일단 새로운 공장의 가동상태가 본격적인 상태로 안정되고 난 다음 적용되어야 하는 정확한 사항들을 미리 배제시킨다는 의미는 아니다. 이 단계에서는 생산기계의 에너지소비량에 대한 모니터링이 필요하며 제직공장에서는 생산효율을 유지시켜 주는 조건에서 가장 낮은 수준으로 조심스럽게 약간의 간격을 두고 관계습도를 낮추어 주는 작업계획이 필요하다. 이러한 모든 작업을 한 후에 공기조화 시스템의 계약자와 다시 만나서 실제의 자료를 근거로 하여 열부하와 공기 유동율을 조절하며, 이에 따라서 공기조화설비의 용량을 다시 균형있게 해주어야 한다. 실제의 덕트시스템에서는 공기유동율 V^* 와 에너지소비량 E 사이에는 다음의 식과 같이 3승의 관계식이 성립하기 때문에, 이러한 작업이 더욱 필요로 하여진다.

$$E \sim V^{*3}$$

즉, 10%의 공기유동율 감소는 25% 이상의 에너지소비량 절감으로 나타난

다.

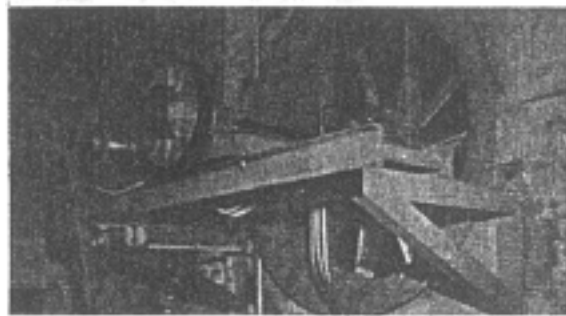
압력저하의 감소는 공기의 유속을 감소시키는 것과 동일한 의미를 갖는다. 그러나 이것은 불행하게도 시스템의 각 기계요소와 덕트 표면적의 증가를 의미하므로 최초의 투자비 상승이 불가피하게 된다.

이러한 두 가지 근거를 생각하면, 최초의 투자비 차이를 에너지비용의 감소분으로 신속하게 상환 받을 수 있는 방법으로는 다음과 같은 두 가지 방법이 남게 된다. 즉, 첫번째 방법으로는 환기필터의 활용면적을 증가시키는 방법이며, 두번째 방법으로는 공기공급용 에어덕트와 환기용 에어덕트내의 공기의 유속을 감소시키는 방법인데, 전자의 방법은 2차적인 효과로서 기계의 보전을 위한 간격을 증가시켜 준다.

6. 가변시스템

풍량가변방식(variable air volume system)이란 공기조화시스템의 공기유동율을 자동으로 조절하며, 이 시스템이 담당하는 지역에서 발생하는 실제 열부하를 정확하게 보정할 수 있도록 공기유동율을 계속 조절하는 방식을 의미한다. 따라서 시스템설계 당시의 정해진 최적치 이하의 외부기온조건, 절감된 조명비, 그리고 무엇보다도 시스템설계 당시에 사용되었던 기준치 이하의 생산기계의 에너지소비량으로 인한 에너지 소비량의 절감은 자동으로 공기유동율을 감소시켜주고 따라서 직접적으로 에너지비용의 절감으로 나타나는 데 가장 큰 이유는 공기유동율에 있어서 조그마한 감소요인도 시스템 압력저하의 의미있는 감소와 이에 따른 송풍기의 소비전력을 감소시켜 준다는 앞에서 언급한 바와 같은 3승의 법칙 때문이다. 연간 에너지비용의 절감액을 항량방식의 공기조화시스템과 비교해보면 30%까지의 절감효과는 쉽게 얻을 수 있으며 일부 경우에 있어서는 50%까지의 절감효과도 보고된 바 있다.

풍량가변방식의 사용이 경제적으로 의미있는지의 여부는 무엇보다도 전기 에너지의 가격수준과 송풍기용 변속드라이브 및 펌프의 가격에 따라 좌우된 가장 좋은 변속드라이브는 주파수 인버터로서, 다른 나라에 비해 전자부품의 가격이 매우 저렴한 일본에서 인기가 있다. 일본 이외의 다른 국가에서는 <그림 5>와 같은 기계식 벨트형태의 변속 드라이브가 더욱 적당할 수 있는데, 이 장치는 저렴한 가격뿐만 아니라 순정부품만을 사용한 튼튼한 구조 및 정비의 용이함으로 특징지워진다.



<그림 5> Luwa 풍량가변 시스템의 핵심부분인 개별 벨트메카니즘을 사용한 송풍기용 변속구동장치

섬유공장용 풍량가변식 시스템의 설계시에는 다음과 같은 몇 가지의 특수한 측면들을 감안해야 한다.

가. 생산기계에 의한 먼지 및 비산면이 실내로 방출되는 장소에서 실내공기의 과도한 오염을 피해야 한다면, 공기유동율을 최소한도의 수준 이하로 떨어뜨려서는 안된다. 공기유동율의 최소치는 일반적으로 경험적인 방법에 의해 결정된다.

나. 공급공기의 최소치는 실내로부터 공기를 추출하는 설비 즉, 링정방기의 사절수집시스템의 요구사항에 따라 항상 유지되어야 한다.

다. 덕트는 외부의 낮은 온도에 의한 열손실과 응결문제를 방지하기 위해 보온처리를 잘해야 한다.

7. 급냉기에 의한 에너지소비

완벽한 온도조절기능과 기계적 냉각방식을 갖춘 공기조화시스템에서 급냉기와 공기순환용 송풍기는 에너지소비면에서는 거의 동일하다. 따라서 급냉기가 설치된 공장에서는 에너지 비용을 절감하기 위해 많은 관심을 기울여야 한다.

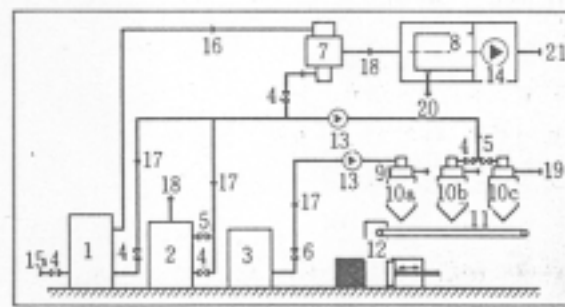
냉각시스템의 개념을 정의하는 데는 가능한 최대 효율점에 근접하도록 급냉기를 가동시키도록 주의를 기해야 한다. 이것은 일반적으로 최대 성능하에서 급냉기를 가동시키는 것과 동일하다. 만약 대부분의 섬유공장에서 일반적으로 이루어지는 것과 같이 한대 이상의 급냉기가 설치되어 있다면, 이들을 최대속도로 가동하는 급냉기의 숫자가 될수록 많게 하기 위해 급냉기들을 순서대로 차례차례로 가동시켜야 한다. 급냉기가 가동되고 있는 공장에서 어느 순간에 설치용량의 60%가 필요 할 때에는 4대의 급냉기 모두 60% 용량으로 가동시키기 보다는 2대의 급냉기는 100%용량에서 1대는 40%의용량으로 그리고 나머지 1대는 가동시키지 않아야 한다.

기계식 냉각장치의 에너지소비율이 매우 높기 때문에 이런 냉각장치는 필요할 경우에만 가동시켜야 한다. 따라서 기계식인 냉각장치를 사용하기보다는, 심지어 열대 또는 아열대 기후에서도 1년 중 대부분은 냉각목적으로 외부 공기를 사용하는 자연 냉각방식을 사용할 수 있다. 외부의 온도조건과 공장내의 온·습도 고정조건을 비교함으로써 외부공기를 이용하는 자연냉각방식을 사용할 것인지 또는 기계식 냉각방식을 사용할 것인지를 자동으로 결정하는 엔탈피 제어시스템은 어느 상황에서도 가장 적합한 방식이다.

8. 폐설물의 제거

개면, 혼타면, 소면 및 정소면 공정에서는 자동 폐설물 제거 및 재생장치로서만이 제대로 처리할 수 있을 정도의 많은 양의 먼지와 폐설물이 발생한다.

섬유공장의 가능성 있는 설계방식, 섬유기계 및 폐설물 폐기 및 재생방법의 종류가 거의 무한정할 정도로 많기 때문에 폐설물의 처리 및 재생장치의 설계에 대한 광범위한 범위의 선택사항이 존재한다. 그 중 대표적인 개념이 <그림 6>과 같은 것인데, 여기에서는 폐설물을 여러가지의 품질등급으로 분리할 수 있다.



<그림 6> 대표적인 폐설물 및 먼지 제거시스템

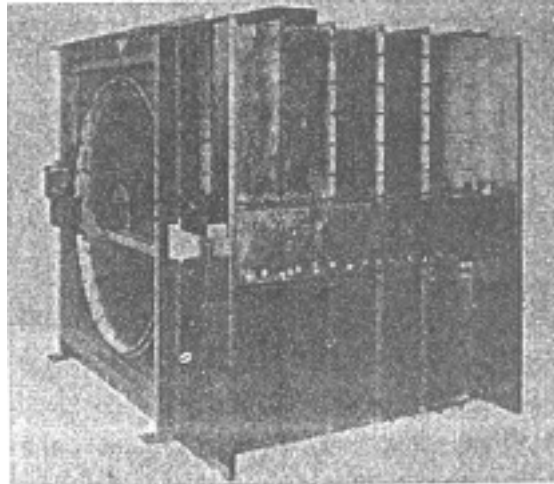
1. 혼타면기 2. 소면기 3. 정소면기
4. 혼타면실 폐설물 및 릿커인 폐설물용 차단 밸브
5. 코우머 노일용 차단밸브
7. 1차 분리기 8. 로터리 필터 9. 섬유질 분리기
10. 서로 다른 세가지 등급의 폐설물용 저장실
11. 컨베이어 벨트, 12. 베일 압축기 13. 폐설물용 송풍기
14. 환기공기용 송출구 15. 블로잉실로 부터 전달되는 신선한 공기
16. 1차 분리기로 폐설물을 전달되는 공기 전달
17. 섬유질 분리기로 향하는 폐설물을 포함한 공기
18. 로터리 필터로 향하는 환기공기
19. 1차 분리기로 향하는 환기공기
20. 먼지수집기로 향하는 먼지를 포함한 공기
21. 공기조화 플랜트로 향하는 환기공기

이러한 방식으로 작업하기 위해 소면기로부터 배출되는 릭커인 폐설물은 물론, 혼타면기로부터 배출된 폐설물은 모두 저장실 10b로 옮겨지며, 플랫스트립을 포함한 상부카드 폐설물은 10c 그리고 코머 노일은 10a로 옮겨진다. 저장실 10b 및 10c로 옮겨지게 되는 폐설물은 공동의 덕트시스템을 통해 차례로 운반되어 밸브 4는 열려져 있고 밸브 5는 닫혀져 있는 상태에서 저장실 10b에, 그리고 밸브 5가 열려지고 밸브 4는 닫혀진 상태에서 저장실 10c에 쌓여지게 된다. 저장실에 저장되어 있는 폐설물은 컨베이어벨트에 의해 베일프레스로 옮겨짐에 따라 저장실 10a-c는 각각 비워지게 된다. 따라서 재생용으로부터 낙면 거래에서의 판매용에 이르기까지 다양한 용도별 형태로 세 가지의 서로 다른 품질등급의 베일이 얻어진다.

오늘날과 같은 경제적인 상황에서보면 혼타면, 소면 및 정소면공정에서 배출되는 1차 폐설물을 공장내에서 자체적으로 재생하여 활용하는 경우를 자주 볼 수 가 있다. 공정단계별로 배출되는 이러한 1차 폐설물은 재생하여 혼타면실에서 다시 재활용할 가치가 있는 섬유질 부분과 먼지, 섬유부스러기 및 면화재배지로부터 유입된 비섬유질을 포함하는 나머지 2차 폐설물로 분리시켜주는 재생장치로 공급된다. 실과 직물을 제조한다는 측면에서 볼 때, 쓸모 없는 2차 폐설물은 섬유제조공정으로부터 확실하게 폐기되어진다. 원면처리공정에서는 $80\sim 100\text{mg/m}^3$ 정도의 먼지농도가 일반적인 값인데 비해 폐설물 재생공정에서는 700mg/m^3 또는 그 이상의 먼지농도를 경험할 수 있는 것과 같이, 폐설물 재생공정의 실내 공기 중에 포함된 먼지의 농도는 원면의 처리공정에서 경험하였던 것에 비해 상당히 높다. 따라서 높은 농도의 오염물 부하를 처리하기 위한 <그림 7>과 같은 특수한 필터들이 개발되어야 한다.

이러한 장치들은 보통 2단계의 여과단계를 채택하는데, 크기가 굵은 섬유

질들을 제거하는 1차 분리단계 및 나머지 먼지부분을 제거하기 위한 2차 여과단계이다.



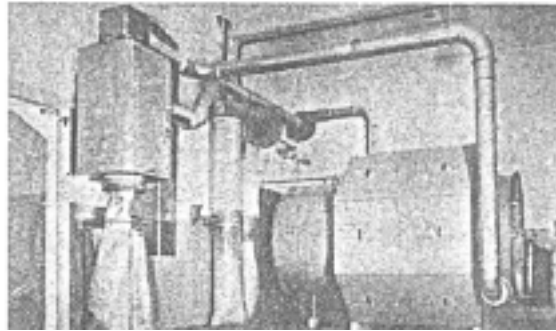
<그림 7> 제조공정으로부터 배출되는 고도로 오염된 공기류로부터 먼지를 제거하는 로터리방식의 1차 분리필터

그러나 폐설물 재생공정으로부터 배출되는 공기로부터 2차 폐설물을 분리하는 것은 단지 첫번째 단계이다. 이런 폐설물은 최종단계에서의 폐기작업이 최대한으로 용이하도록 가능한 압축되어야 한다. 여기서는 여러가지 기본적인 방식이 가능하다.

가. 섬유분리기<그림 8>를 사용하며 60~80kg/m³의 밀도로 압축시킨 다음, 소각이나 폐기처리하기 위하여 시립 폐기물처리당국에게 인도하거나, 또는 바람직스러운 방법으로는 유기질비료로 사용하기 위해 부근의 농부에게 넘겨주는 방법이다.

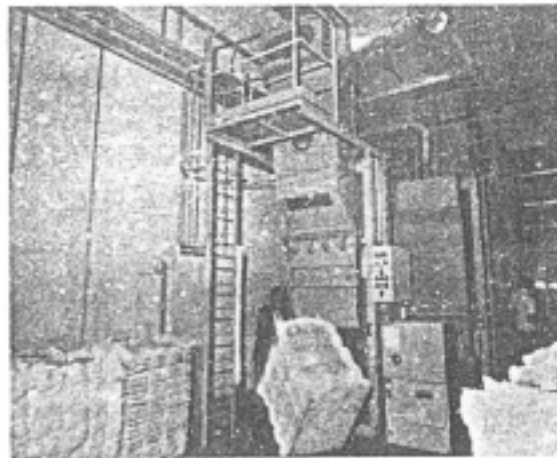
나. 약 200~250kg/m³의 밀도를 갖는 베일상태로 압축시킨 다음, 예를 들어 판지제조업에 사용하기 위한 폐기물 거래업자에게 판매하는 방법이다. 섬유질 함량이 적은 2차 폐설물일 경우에는 균질하고 견고한 가로로 긴 형태의

베일을 만들기 위해 <그림 9>와 같은 수직형 베일압축기를 사용하는 것이 바람직하다.



<그림 8> Luwa 섬유저장 플랜트

(그림의 오른쪽으로부터 밀폐형 1차분리기, 먼지 수집기 및 섬유질 분리기)



<그림 9> 모양이 일정하고 섬유의 조성비가 균질한 낙면베일을 제조하는
Luwa베일 압축기

다. $500\sim600\text{kg/m}^3$ 의 밀도로 압축시켜 조개탄으로 만들어서 연료로 사용한다. 주먹구구식으로 계산할 때 석탄 1kg은 3kg의 2차 낙면으로 대체시킬 수 있으며, 연료용 기름 1kg은 4kg의 낙면으로 대체시킬 수 있다.

발생원 단계에서 자동 폐설물수집 및 최종폐기용으로의 손쉬운 처리기술

은 폐기물처리와 같은 불쾌하고 인기도 없는 일에 소요되는 인력을 절대 최소화까지 감소시킴으로써 섬유공장의 가동을 원활하게 하는데 이바지하고 있다.

에너지소비측면에서 볼 때 폐설물 자동처리시스템은 공기조화설비에 비해 절대조건 내에서는 덜 적절하다. 그렇지만, 이 장치는 압축공기식 폐설물 운반시스템의 공기유동율을 최소로 줄이는 데 기여한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 방법으로는 생산기계들의 주변을 둘러싸는 방법이 있는데, 방적공장의 개면실, 소면실 및 정소면실에서는 일반적인 관례가 되어가고 있으며 또한 여러 로터방적공정에서도 응용되고 있는 방법이며 동시에 부수효과로서는 실내공기로의 먼지방출량을 줄여주고 있다. 또한 섬유기계에 통합 설치되어 있는 적당한 폐설물 저장고를 사용하여 폐설을 발생단계에서 직접 처리하거나 간헐적으로 각각의 기계로부터 제거하는 방법도 가능하다.

9. 트래블링 클리너

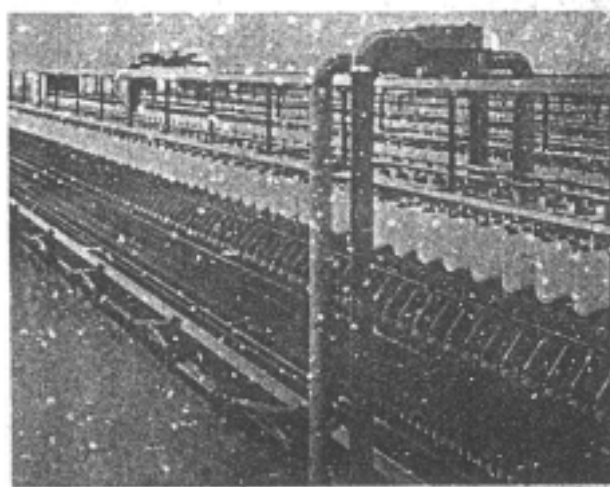
섬유산업의 방적 및 제직공장에 대한 공기를 이용한 기술의 3차원적인 기여로서 트래블링 클리너를 언급해야 한다. 트래블링 클리너는 생산기계의 복잡한 표면과 공장의 바닥을 깨끗하게 유지하는 일을 돕기 위해 사용되고 있으며, 따라서 생산기계의 정대율을 감소하고 생산제품의 품질을 향상시키는데 기여하고 있다. 부수효과로서, 실내공기중의 먼지 및 비산면의 농도를 줄이는데 효과적으로 기여하고 있다.

링방적공장에서는 <그림 10>에서 보는 바와 같은 트래블링 클리너들이 오랫동안 실제적으로 사용되어 왔다.

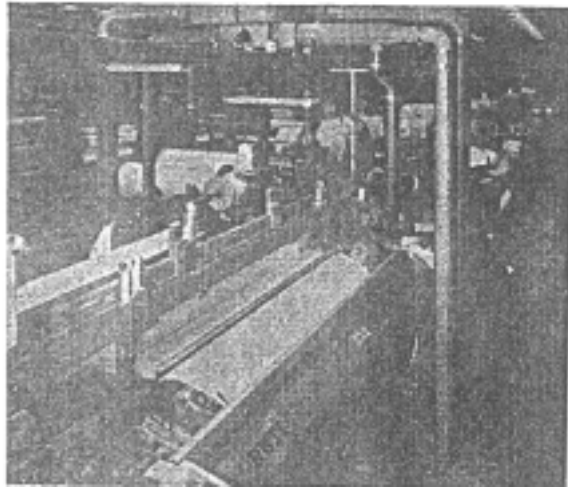
이 클리닝시스템은 평행 벨트전동장치에 의해 구동되는 선형 레일을 따라 이동한다. 트래블링 클리너의 운동방향은 벨트가이드의 기계식 방향전환장치

에 의해 운동방향의 끝지점에서 그 방향이 반전된다. 각 장치에는 기계의 양쪽에 2개씩 모두 4개의 유연성 있는 튜브가 장치되어 있는데 하나는 블로잉용으로 기계의 임계부분에 대한 클리닝효과를 집중시키기 위해 개별적으로 조절 가능한 가변노즐이 장치되어 있으며, 다른 하나는 흡입용으로서 바닥에 쌓여 있는 먼지를 흡입하여 클리너의 상단부 내에 있는 폐설물수집함까지 운반하기 위해 장치되어 있다. 각각의 이동주기가 끝날 때, 이 폐설물수집함을 간단히 흡입구에 연결시킴으로써 깨끗하게 청소되며, 여기에서부터 폐설물은 중앙 폐설물수집시스템으로 운반되어진다.

방적공정의 최근 경향은 링방적기와 권사기를 직접 연결시키는 것이다. 물론 이러한 두 기계의 조합에서는 각각의 정방기 부분과 권사기 부분에 대해 트래블링 클리너의 노즐 위치 및 기울기를 서로 다르게 해줄 필요가 있다. 그러므로 이러한 용도에 사용되는 트래블링 클리너에는 양쪽에 각각 두개의 블로잉 튜브가 장치되어 있는데, 하나는 정방기 부분의 청소에 적합하게 되어 있으며, 다른 하나는 권사기의 청소에 적합하게 설계되어 있다<그림 11>.



<그림 10> 방적공장에 설치된 뉴마블로 D형태의 트래블링 클리너



<그림 11> 정방기와 권사기의 조합형태용 뉴마블로D형태의 트래블링 클리너.

댐퍼는 블로잉 공기를 작동 중에 있는 튜브쪽으로 보내준다. 즉 정방기와 권사기의 조합에서 트래블링 클리너가 정방기 위쪽 부분을 이동하고 있을 때에는 권사기의 청소용으로 설치되어 있는 블로잉튜브는 작동하지 않는 상태로 있는 반면에 정방기쪽에 할당되어 있는 블로잉튜브쪽에는 공기가 공급된다. 클리너가 한쪽 기계에서 다른 쪽 기계로 이동할 때, 댐퍼는 번갈아가면서 자동으로 연결된다.

트래블링 클리너에 대한 새로운 용도가 현재 개발 중에 있는데, 그것은 바로 제직공장이다. 1000m/min이상의 높은 위입속도를 갖춘 최근 고생산성 직기는 위사가 위입됨에 따라 경사에 의해 형성되는 거의 연속적인 경사의 표면위에 쌓이는 비산면에 대해 대단히 민감하게 반응하는 경향이 있다.

트래블링 클리너를 사용함으로써 다른 무엇보다도 위입방법으로 에어제트 및 래피어원리를 채택하는 직기에 대해 좋은 결과를 얻어 왔다. 다음과 같은 여러 요인들이 이러한 제직성능의 향상에 기여하였다.

가. 위입에 있어서 사절율이 크게 감소되며, 따라서 생산효율이 증가한다.

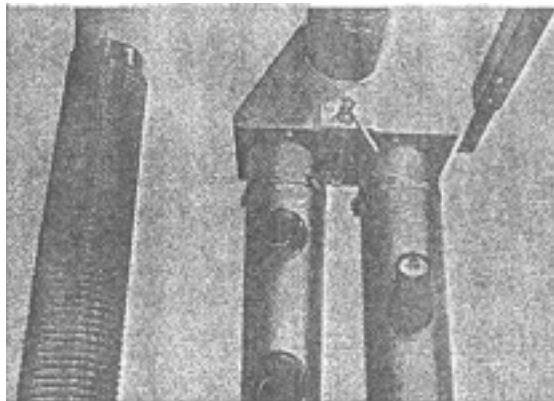
나. 경사빔의 교체작업 사이에 이루어지는 수작업에 의한 직기 표면 청소

의 필요성이 줄어들거나 심지어는 청소작업 자체가 필요없게 된다.

다. 압축공기를 사용한 전통적인 방법에 의한 간헐적이면서도 과격한 청소 방법에 비해 트래블링 클리너에 의해 이루어지는 빈번하고도 부드러운 청소 작업으로 인해 생산제품의 품질을 향상시킬 수 있다.

라. 압축공기를 이용하여 폐설물을 중앙수집장소로 이동시켜 주는 장치를 갖춘 제직실의 먼지 및 비산면 자동제거장치

<그림 12>에서 보는 바와 같은 트래블링 클리너는 간결한 모양과 물리적 방해물을 최소화시켜 주는 매우 가벼운 레일시스템, 청소주기의 짧은 간격, 생산기계의 가동에 전혀 방해를 하지 않는다는 점 및 적은 에너지 소비율을 특징으로 한다.



<그림 12> 제직공장에 설치된 뉴마블로 DW형태의 트래블링 클리너

10. 전 망

공기를 이용한 모든 종류의 엔지니어링 시스템, 즉 공기조화시스템, 폐설물제거설비 및 트래블링 클리너들은 섬유기계기술의 꾸준한 발전뿐만 아니라 경제적인 상황의 변화 및 그에 따른 기술적인 우선순위의 새로운 순응에 맞추어 나가기 위해 그 성능이 꾸준히 향상되고 있다. 일부 적절한 경향을

보여주기 위해 본고에서 제시된 예의 순서가 완전한 것은 결코 아니며, 또한 이것에 필적할 만한 가치가 있는 많은 기술적인 발전들이 지면 관계상 누락되지 않으면 아니되었다.