

방적사의 가호에서 원가절감의 가능성(II)

3. 에너지비용의 최소화

가. 개요

가호기에서 열에너지가 에너지소비의 70~80%를 차지하고 있는 데, 열에너지는 건조부의 공기를 가열시키고 경사에 들어 있는 수분을 증발시키는 데 필요하다. 앞서 말한 바와 같이 총소요비용의 9~24%에 해당하는 비용이 가호공정에서 소요된다. 다음의 3가지 방법을 이용하여 가호공정에서 소요되는 비용을 절감할 수 있다.

- 열회수장치에서 열에너지를 부분적으로 회수한다.
- 배출공기를 제어하는 장치를 이용하여 건조부의 공기를 가열하는 데 소비되는 열에너지를 줄인다.
- 현대식 가호기를 사용하여 수분함유율을 감소시키면 수분을 증발시킬 필요성이 그만큼 줄어들게 된다.

나. 열회수장치 또는 배출공기제어장치를 이용한 에너지비용의 절감

ITV에서는 가호기 건조부에서의 열에너지절약에 관해 집중적으로 연구를 해왔다.

몇몇 공장에서 이런 연구를 진행하는 동안 폭 넓게 여러 가지 측정수단을 강구하였으며 여기서 얻은 자료는 건조부와 열회수장치에 대한 에너지요인을 결산하는 데 토대가 되었다. 이에 따른 절감율을 얻었는데, 이 절감율은 주로 최고 가동속도에서 가호할 때에 대한 것이다.

- 유리관으로 된 열교환기, 응축 열교환기 및 스팀가열기로 구성된 3단계의 열회수장치를 사용하면 건조에 필요한 에너지의 약18~22%를 절약할 수

있으며, 겨울철에 하는 가호와 같이 극단적인 경우에는 최고 25%까지 절약할 수 있다. 그러나 열회수관계는 어떤 한계조건들이 언급되어야만 경제성을 평가할 수 있다.(투자비의 분할상환기간이 2년 미만).

· 건조부에서의 에너지소비는 가호기의 이용정도 및 저속가호에 대한 최고속가호의 비에 따라 크게 좌우된다. 최고속으로 가동하는 비율을 75% (긴 배치로 가호할 때)에서 30%(짧은 배치로 여러 번 정대 시키면서 가호할 때)로 줄인 경우, 건조부에서 배출되는 공기를 제어하지 않고 물 1kg을 증발시키는 데 필요한 스팀의 소비량은 40%나 증가한다.

· 배출공기의 습도를 수분함유량이 높은 경우($X_3=100\text{g/kg}$)에 까지 조절함으로써 최고속가호에 소요되는 에너지소비를 7~11%나 줄일 수 있다. 절연 챔버를 설치하면 에너지절감율은 11~15%까지 높아진다. 이런 형태의 장치는 3단계 열회수장치를 설치하는데 드는 자본의 50%에 불과하다. 아마 짧은 배치로 가호한 결과처럼 가호기의 이용율이 보다 낮아 질수록 이익은 늘어난다. 3교대로 작업을 하고 30%를 최고속으로 가호한다면 수분의 증발효율이 비교적 낮은 경우(최고속에서는 500kg/h)에서조차 투자비의 분할상환기간은 3년 미만으로 계산 될 수 있다.

이런 자료들을 보면 경사준비공정이 잘 되어야만 가호공정과 제직공정에서 경사의 성능이 뛰어날 뿐 아니라 건조부에서의 에너지소비를 최소화시키는 데 매우 중요함이 분명해졌다. 모든 가능성을 시도해 봄으로써 전반적으로 2교대로 작업하는 가호기에서 건조부의 열에너지 때문에 드는 비용을 적어도 연간 40,000~70,000DM(W172,300,000~W30,200,000)정도 줄일 수 있다.

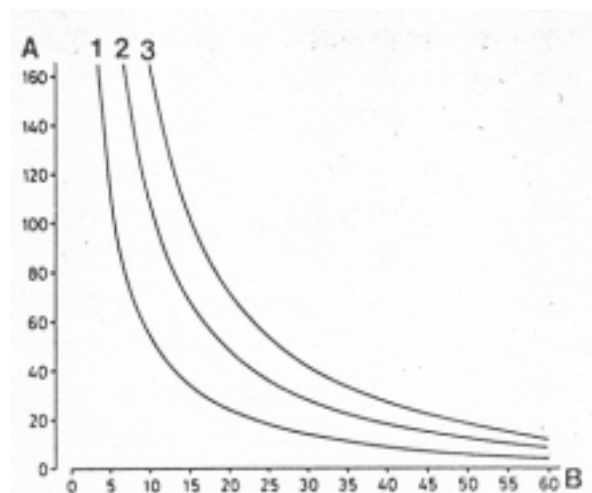
다. 수분함유율의 감소에 의한 에너지비용의 절감

현대의 여러 기술들은 에너지 비용을 줄이는 데 상당한 공헌을 했다. 이런

기술을 이용하여 경사의 호액함유율을 재래식 가호법을 사용했을 때 (FA=100~150)이하로 감소시킬 수 있다. 다시 말해서 가호량을 종전의 수준으로 일정하게 유지하기 위해서는 농도가 보다 진한 호액이 사용된다. 그러므로 다음의 이유로 해서 경사에 가해지는 수분의 양은 훨씬 줄어들게 된다.

- 흡수된 호액이 감소한 것처럼 수분도 감소된다.
- 호액의 농도가 보다 진하면 그만큼 수분함유율은 적어진다.

그림2에 각기 다른 3가지의 가호율에 대해서 수분함유율과 호액의 농도 사이의 관계를 나타내었다. 가호율이 12%인 경우에 수분함유율은 호액의 농도사이의 관계를 나타내었다. 가호율이 12%인 경우에 수분함유율은 호액의 농도가 10%에서 20%로 증가할 때 108%에서 36%로 떨어진다. 그리고 건조부의 에너지소비도 거의 비슷한 관계로 줄어든다.



<그림 2> 가호율(1=6%, 2=12%, 3=18%)에 따른 호액의 농도(B)와 수분함유율(A)과의 관계

수분함유율을 줄일 수 있는 기술로는 중압스퀴징, 고압스퀴징, 접선식 가호(tangential application of size), 거품가호와 그 밖의 유사한 기술들이 있다.

1) 중압스퀴징과 고압스퀴징

재래식 가호에서는 스퀴즈압력을 높임으로써 경사의 수분함유율을 최소한 55~60%까지 감소시킬 수 있다. 에너지소비를 줄이려는 노력속에서 중압스퀴징과 고압스퀴징이 출현함으로써 상당한 진전을 보게 되었다. 이 방법은 비교적 자본이 적게 들기 때문에 매우 경제적이다. 어떤 경우에는 투자비의 분할상환기간이 2년 이하일 정도이다. 그러나 한편으로 고압스퀴징의 단점은 다음과 같다.

- 표면이 매우 단단한 롤러와 고압력(100kN)을 사용했을 때조차 호액함유율이 감소하는 데는 한계가 있다. 여기서 최소한계치는 수분함유율이 섬유자체의 고유수분함유율과 같을 때이다.

- 호액의 농도가 증가할 수 있는 범위는 좁다. 호액의 점도에도 한계가 있어 재래식 가호에서의 한계치(160~180mPa×s)를 초과할 수 없다.

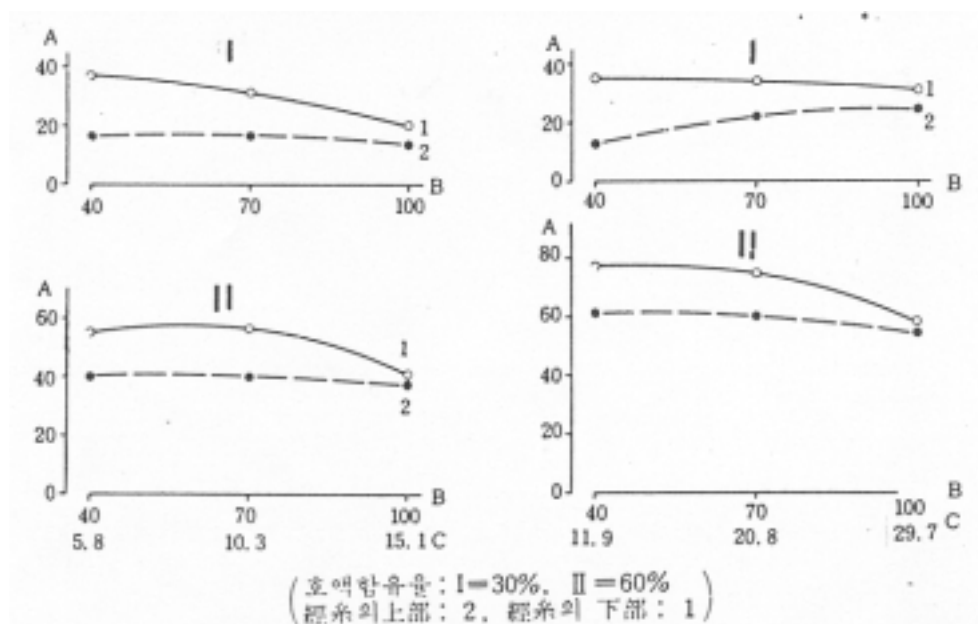
- 경사의 종류에 따라 몇몇 경우에는 호액의 농도와 스퀴즈압력이 정확히 조화되도록 해야되며 저속에서의 스퀴즈압력은 선택에 신중을 기해야 한다.

2) 접선식 가호

한 학자가 고안한 접선식 가호를 사용하면 경사의 호액함유율을 상당히 낮은 수준으로 줄일 수 있다. 따라서 에너지소비에 원인이 되는 수분함유율을 섬유의 고유수분함유율 이하로 줄일 수 있게 된다. 더 이상 과잉의 호액을 가할 필요가 없기 때문에 섬유의 고유수분함유율 이하로 줄일 수 있다. 그리고 적정량의 호액을 경사에 부여함으로써 최적의 가호를 보장하게 된다. 회전하는 침지롤러의 표면에 의해서 호액은 경사로 이동되는 데, 침지롤러의 아랫부분은 호액에 담겨져 있고 윗부분은 접선으로 경사와 만나고 있다. 접촉점으로 옮겨진 호액은 독터 날에 의해 그 양이 제한되며 침지롤러의 감속

(경사의 이동속도보다 롤러의 표면속도가 느리므로)으로도 제한된다. 뒤이어 작용하는 스퀴즈롤러의 목적은 경사의 길이방향과 폭방향으로 가해지는 호액을 균일하게 해주며 호액을 경사의 하부에서 상부로 이동시켜 주는 데 있다.

접선식 가호는 필요로 하는 거의 어떤 농도나 점도에서도 호제를 사용할 수 있으므로 실질적으로는 고압스퀴징과 비교해서 호액의 점도에 한계가 없는 편이다. 그러나 호액함유율이 극심히 감소됨으로 해서 호제가 실에 완전히 피복되지 않는 단점이 있다<그림3 참고>.



<그림 3>. 호액에 의해 침지된 경사표면의 비율(A)와 실의 피복율(B) 및 스퀴즈압력(C)과의 관계

접선식 가호에서 28%호제(점도는 약 2,000mPa·s)를 사용했을 때 호액함유율은 28.6%로 줄어들며 수분함유율은 20.6%로 줄어든다. ITV의 계산에 따르면, 경사생산량이 1,500t/년인 경우에 건조부의 열에너지에 소요되는 비용은

저압스퀴징($Q=7\text{kN}$)과 비교해서 120,000DM/년(W51,800,000)까지 절감할 수 있으며, 고압스퀴징($Q=100\text{kN}$)과 비교하면 60,000DM(W25,900,000)까지 절감할 수 있다. 이 보고서에는 경사의 이동속도를 높임으로써 절감할 수 있는 요율은 포함되어있지 않으며, 이 가호법은 아직 시험단계에 있다.

3) 거품가호

거품가호에서 에너지절약의 토대가 되는 것은 접선식 가호에서와 마찬가지로 고농도의 호액을 경사에 부여하는 것이다. 이 경우에 호액을 거품으로 만들고 거품형태로 경사에 가한다. 종전의 풀통(size box)에서는 점도가 문제되기 때문에 고농도의 호액을 사용하기란 불가능하였다. 거품가호의 특이한 장점을 보면 다음과 같다.

- 실질적으로 거품의 부과율을 재래식 가호에서의 호액함유량 이하로 제한하기가 비교적 쉽다. 이에 대한 한가지 요인으로 거품의 부피는 공기가 들어 있으므로 호액의 부피보다 5~10배 크다는 것이다.

- 간단한 장치를 이용하여 거품을 경사의 양면에 가할 수 있으므로 균일하게 가호된다.

- 동일 호제를 사용하고 동일한 가호율로 거품가호된 실의 내마모성은 재래식으로 가호된 실의 내마모성과 같다.

4) 기타 가호기술

그 밖의 가호기술로는 예를 들어 고온용융가호, 커츠(Cutts)가호가 있으며 미국에서 시험단계에 있다.

4. 결 론

가호공정에서 2가지의 가장 중요한 원자재인 호제와 에너지에 소요되는 비용은 새로운 기술을 이용하고, 관련된 변수에 대한 감시체제를 개선하고,

체계적으로 이들을 최적화시킴으로써 실질적으로 절감할 수 있다. 호제소비의 경우에는 다음의 기술을 이용할 수 있다.

- 균일한 가호 및 결과적으로 이전에는 습관상 가했던 과잉의 호제를 제거

- 호조합의 최적화

- 가호율의 최적화

- 호제회수

호제의 절감액을 보면 1,500t/년의 생산량을 가진 가호기에 이런 수단을 가미했을 때 환경이 좋은 경우에는 약 100,000DM/년(W43,200,000)정도가 된다. 이외에도 가호율을 낮춤으로써 수분함유율과 결과적으로는 건조에너지를 줄일 수 있고 경사의 속도도 높일 수 있다. 또한 이런 방법을 이용하여 생산비도 절감할 수 있다. 건조과정의 에너지절약은 다음의 방법으로 가능하다.

- 열회수장치의 사용

- 배출공기의 제어

- 정대율의 최소화, 즉 기계이용의 최대화

- 보다 고농도의 호액을 사용함과 동시에 호액함유율의 감소

호액함유율을 감소시키려면 반드시 다음의 기술이 필요하다.

- 표면이 단단한 롤러를 사용한 고압스퀴징

- 새로운 가호기술, 이런 기술로는 접선식가호, 거품가호, 커츠가호가 있으며 고온용융가호는 단지 고분자를 용융시키는데만 에너지를 사용할 뿐이다.

그러나 이런 기술들은 아직 시험단계에 있으며 새로운 기술이기 때문에 각각의 경우에서 달성할 수 있는 절감액을 가늠하기는 아직 불가능하다. 접선식 가호의 경우 건조부의 열에너지에 소요되는 비용은 재래식 저압스퀴징을 사용했을 때의 에너지소비와 비교해서 120,000DM(W51,800,000)/년 정도

절감할 수 있다.

이런 기술에 대해 자본을 투자하면 투자비의 분할상환기간은 몇 달에서부터 2년, 극단적인 경우에는 3년까지로 계산된다.