

양모의 정련과 양지의 회수

수년동안 사용해온 방법을 변경한다는 것은 아무리 그 정도가 적을지라도 선뜻 내키는 일은 분명히 아니다. 그러나 그렇게 하면 진보라는 것이 없다. 사물은 변하기 마련이다. 따라서 때때로 하던 것을 멈추고 다음과 같은 의문을 품어야 한다. ‘공정을 개선할 여지가 있겠는가?’ 따라서 본 연구는 그와 같은 생각을 할 시간적 여유가 있는 양모정련 기술자들이 사용할 수 있는 여러 가지 용액정련방법과 중요한 양지회수장치를 간단하게 검토할 수 있도록 도움을 주는데 있다. 그 목적은 기술책임자가 기계의 작동을 개선하고 또 새로운 기계장치를 설치하는데 대한 결정을 함에 있어 기술적 경영을 돕는데 있다.

양모의 정련

5% 또는 그 이상의 양지를 함유하고 있는 원모(대부분의 호주양모는 여기에 속한다.)에 대한 가장 좋은 정련은 효율적인 양지 회수장치가 정련기에 부착돼 있을 때만 가능하다. 마찬가지로 최대의 양지 회수는 정련공정이 매우 효율적일 때만 달성할 수 있다. 이와 같은 필연적이 상관성은 현재 정련 기술의 바탕이 되며 다음에서 논의되는 내용의 근간을 이룬다.

이상적인 정련방법

4통(bowl) 정련기에 대한 기본 공정순서는 Fig.1과 같다. 이 이상적인 배열은 실제에 있어 아주 불가능한 것은 아니나 매우 어려운 점이 있는데 이 이유는 후에 논하기로 하겠다. 그러나 실제 정련에 있어서 그 조건들은 될 수 있는 한 언제나 이상에 가깝도록 해야 하며 따라서 그 이상적인 방법을 먼

저 자세히 논한 후 실제적인 방법에 대해서 생각해보기로 한다.

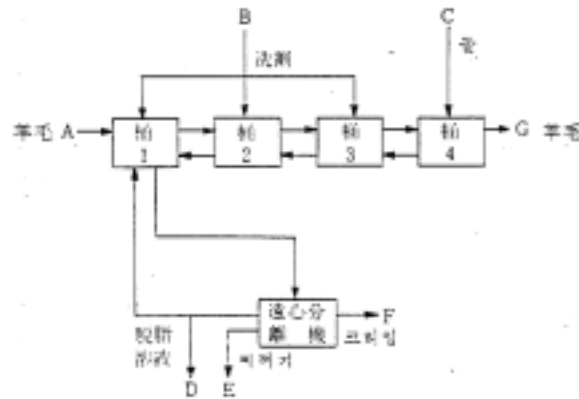


Fig.1 이상적 정련

Fig.1에서 양모는 통 1에서 4까지의 순서로 진행되며 세제는 처음 3개의 통에서 가해지고 물은 마지막 통에서 공급된다. 물은 통 4에서 넘쳐 통 3, 2를 거쳐 통 1로 흘러간 후 원심분리기를 통과하게 된다. 원심분리기는 용액으로부터 양지와 토사(dirt)를 제거하여 크림(cream)과 찌꺼기(sludge)로 각각 내보낸다. 양지가 제거된 용액의 일부는 통 1로 다시 돌아오고 나머지는 배수구로 빠진다.

이 이상적인 작업에서 공정은 평형상태를 이루며 D, E, F, G에서 방출된 양과 똑 같은 양이 A, B, C에서 공정에 투입된다. 일정한 원모에 대해서는 토의 오염농도는 일정하며 용액을 갈아 채우지 않고 기계를 계속 돌릴 수 있다.

이와 같은 유형의 공정에서 세제의 소비량은 실제 여러 방식에서 똑같다. 정련양모의 수율이 58%인 전형적인 60~64^s 메리노양모에서 세제소요량은 정련된 양모 80~100파운드당 약 1파운드 또는 100파운드의 원모에 대해 0.6~0.75 파운드가 된다. 이 세제는 처음 3개의 통에 나누어 투입되는데 통 2에는 나머지 다른 통보다 약간 더 넣는다. 양모 100파운드당 0.7파운드의 세

제를 넣을 경우 통 1, 2, 3에 각각 0.2파운드, 0.3파운드, 0.2 파운드를 넣는다.

물의 소요량은 원모 1파운드당 약 0.5갤런이다. 실제로 있어서 이 정도로 낮은 숫자는 달성하기 어렵다.

원심분리기에 들어가는 용액의 속도는 될 수 있는 한 높아야 하며 흔히 쓰이는 원심분리기에서는 원모 1파운드당 약 1갤런정도이다. 공급된 물과 평형을 이루기 위해서 0.5갤런이 방출되므로 통으로 회수되는 물의 양은 또한 0.5갤런이다. 이러한 조건에서 제 1통에 있는 용액의 양지 농도는 약 2.3%가 될 것이며 크림 생산속도는 원모 1파운드당 10%의 크림 0.06갤런, 찌꺼기는 원모 1파운드당 0.2갤런 가량이 된다.

제 2의 이상적인 정련방법

이상적인 방법은 전체적 특성에 영향을 주지않고 그 일부를 여러 방법으로 변형시킬 수 있다.

(a) 세 제

위에 언급한 공정순서는 흔히 쓰이는 비이온성 세제와 관련된 것이다 알칼리를 가하면 보통 정련하기 어려운 어떤 양모에 대해서는 분사식 정련에서와 같이 정련시간을 상당히 단축시킬 수 있다. 소다회를 제 1통에만 가하는데 그 양은 보통 원모 100파운드당 1~2파운드 정도이다 첨가하는 세제의 양을 약간 줄일 수 있으며(소다회와 세제의 총비용은 세제만을 쓸 경우의 비용과 거의 같아야 한다). 통사이에 넣는 비율도 달라져서 통 2와 3에 더 많이 넣고 통 1에는 덜 넣으며 경우에 따라서는 전혀 넣지 않을 때도 있다. 원모 100파운드당 0.6파운드의 세제와 1.4파운드의 소다회를 쓰는 정련에서 적합한 첨가형태는 제 1통에 소다회 전량과 0.1파운드의 세제, 제 2통에 0.3파운드의 세제, 그리고 제 3통에 0.2파운드의 세제를 첨가하는 방법이다.

어떤 공장에서는 아직도 세제 대신에 비누를 사용하고 있다. 이러한 경우

원모 100파운드 당 비누 소비량은 약 1파운드, 소다회 양은 2파운드 정도가 될 것이며 통사이의 비누량은 세제를 쓸 경우와 같은 형태가 될 것이며 소다회는 제 1통과 2통의 양이 2~3:1의 비율로 된다.

(b) 정련통의 수

4통미만의 정련기를 설치하는 예는 오늘 날 보기 힘들며 5 또는 심지어 6개의 통이 때때로 요구될 때도 있다. 통의 수를 늘리는 목적은 더 깨끗이 정련된 양모를 얻는데 있다. 세제와 물의 소비량 같은 것은 크게 달라지지 않으며 양지와 재(회) 함유량과 같은 양모의 청정도도 크게 달라지지 않는다. 그러나 예를 들면 광택등에 있어서 그 차가 약간 있는 것으로 되었으며 어떤 공장에서는 이러한 차이점을 크게 평가하여 통의 수를 늘리는데 추가로 소요된 경비를 합리화 시키고 있다.

5통 정련기가 흔히 쓰이는데 4개의 정련통과 1개의 수세통, 또는 3개의 정련통과 2개의 수세통으로 되어 있다. 전자의 경우 세제는 4개의 통에 모두 넣거나(예를 들면 제 1통에서 제 4통까지 각각 0.1, 0.25, 0.20, 0.15 파운드를 넣는다.) 또는 알칼리를 쓸 경우 그 알칼리는 제 1통에만 넣고 세제는 제 2통에서 제 4통에 걸쳐 나누어 넣는다.

후자의 경우 세제의 첨가는 4통기에서와 똑 같을 것이다. 6통기를 쓸 경우 4개의 통은 정련, 2개의 통은 수세로 쓰여진다.

(c) suint통

이 분야에 종사하는 많은 사람들이 아직도 냉수만 함유하고 있는 제 1통인 'suint 통'의 사용을 주창한다. 이 suint통의 목적은 저렴한 비용으로(열이나 화학제를 사용하지 않는다.) 양모의 더러운 부분을 제거하고 따라서 세제를 절약하는데 있다. 이러한 경제성에 대한 확실한 증거는 없으나 만약 그렇다면 그와 같은 것은 5통 또는 6통기에서 사용될 수 있다.

이 방법은 4 또는 5통기에서 이미 언급한 바와 같이 용액의 흐름방식을 포함해서 모두가 똑같고 다만 처음에 냉수통이 더 있다는 것이 다르다. Suint 통에는 별도의 냉수공급과 배수를 위한 용액의 넘침(overflow)이 있어야 한다. 냉수통은 양모로부터 양지를 제거하지 못하므로 양지의 손실은 없다. 이 방법에서 소요되는 물의 양은 다른 방법보다 더 많게 된다.

실제의 정련방법

위에서 언급된 이상적인 방법이 실제에 있어서 실현하기 매우 어렵거나 또는 불가능한데에는 여러 가지 이유가 있다. 그 중 주된 원인은 흙을 제거하는데 곤란하다는 것이다. Fig.1에서의 가정은 각 통의 용액이 동질적이라는 것이다. 분산된 흙은 반대방향으로 흐르고 있는 물과 함께 흘러가서 나중에 원심분리기에 의해 제거되어 찌꺼기로 배출되던가 또는 너무 미세해서 원심분리기로는 분리할 수 없을 때는 탈지된 용액과 함께 방출된다.

실제로 약간의 흙은 언제나 통에 침전되며 기계를 오랫동안 썼다면 이 침전된 흙이 여러 곳에서 침전하는 것을 허용하며 따라서 계속적으로 사용한다는 것은 사실상 불가능하다.

(a) 재래식 방법

정련기를 사용함에 있어 재래식 방법은 역류식 뱃취방법의 일종이다. 제 1통의 용액이 너무 더러워 더 이상 정련하기가 어렵다고 생각될 때까지 정련을 계속한다. 용액이 몹시 더러워지면 제 1통을 비우고 제 2통의 용액을 제 1통으로 펌프해서 옮기고 제 3통의 것을 제 2통으로 옮기고 수세통은 비운 후에 청정한 물로 다시 채운다.

정련하는 동안 제 1통의 용액은 원심분리기를 거쳐 순환되며 찌꺼기중 소

량만이 배수구를 통해 배출된다. 양지가 제거된 용액은 통으로 되돌아 온다. 제 1통을 비울 때는 용액을 가열된 탱크로 펌프하여 보낸 후 원심분리기를 통과시켜 배출한다. 5통기 또는 6통기에서는 suint통 또는 여분의 수세통을 사용하기 때문에 적당히 변형된 유사한 순서로 진행한다.

세제의 첨가는 이상적인 방법에서 약간 변경된다. 역류되지 않으므로 통 2에서 통 1로 아무것도 흘러가지 않으며 따라서 통 1에 더 많이 넣고 통 2에는 적게 넣는다. 첨가하는 세제의 총량은 이상적 방법에서와 같으나 전체적으로 소비되는 양은 더 많게 되는데 그 이유는 주기적으로 깨끗한 용액을 만들어야 하기 때문이다.

이 방법에서 계속 돌릴 수 있는 시간은 정련하고 있는 양모의 품질에 따라 달라지며 대개 6시간 내지 20시간이 될 것이다. 용액을 갈아 채우는 데는 약 2시간정도가 걸리며 이는 생산성에 커다란 손실을 의미한다.

(b) 재래식을 개선한 방법

오래전부터 정련기는 제 1통에 고품질을 제거시키는 장치를 설비하여 쓰고 있는데 이는 흔히 통의 저면에 스크루우(screw)를 장치해서 찌꺼기를 배출하는 것이다 이것 자체만으로는 가동시간을 연장하는데는 적은 효과밖에 낼 수 없으나 대부분의 현재화된 기계는 가동시간을 상당히 연장시킬 수 있는 역류장치를 또한 갖추고 있다.

이상적인 방법에서 기술했던 양지 회수장치와 역류장치가 있는 재래식 기계는 용액을 갈아 채우지 않고 20~100시간동안 가동시킬 수 있다.

오늘 날 어떤 기계에는 통의 저면을 깊게 원추형으로 해서 찌꺼기를 쉽게 제거할 수 있도록 해준다. 그러나 이것은 흙이 통의 다공성 저면에 쌓이는 것을 막지는 못한다. 흙이 쌓이면 통을 비우고 청소하여야 한다.

또 다른 하나의 개발은 Wool Research Organization of New Zealand가 창안한

것으로서 정련통 밖에서 용액을 처리하는 것이다. 이러한 방법은 흙의 제거와 양지의 회수를 최적화 시킬 수 있으며 아울러 정련공정에 따르는 많은 이점을 주고 있다.

(c) 새로운 정련기

최근 수년동안 개발된 기계중에 어떤 것은 양모가 용액에서 언제라도 떠있지 않게 해수 흙을 제거하기 위해 용액을 취급하는데 보다 합리적일 수 있다. 예를 들면 흙이 일정하게 정해진 곳 이외에서는 침전하지 못하도록 용액을 심하게 저어준다.

이와 같은 설비를 갖추고 있으면 오랫동안 계속 작업을 할 수 있으며 소제를 위해 통을 비울 필요는 결코 없다. 실제로 있어서 이 정도로 바람직한 상태까지는 아직 도달하지 못했으나 가까운 장래에 실현될 수 있을 것으로 생각된다.

양지의 회수(일반원리)

정련용액을 원심분리 시키면 Fig.2(a)에 도시한 것처럼 분리가 일어난다. 수준 A와 B는 용액이 분리되는 점을 나타낸다. A위의 물질은 크림이고, B아래는 찌꺼기가 되며 A와 B사이의 양지가 제거된 용액이다.

크림과 양지가 제거된 용액과는 경계가 분명하지는 않으나 양지의 농도가 표면으로부터 아래로 내려갈수록 점차 줄어든다. 만일 분리수준 A가 올라가면 크림은 그 양이 작아지겠고 농도는 높아질 것이다. 마찬가지로 수준 A를 내리면 농도가 적고 부피는 크게 된다.

수준 A의 변화는 원심분리기의 중력디스크를 변경함으로써 영향을 받는다. Fig.2(a)와 (b)에서 보는 바와 같이 디스크의 크기를 증가시키면 수준은 올라

간다. 유사한 효과는 Fig.2(c)와 (d)에서 보는 바와 같이 수준 A를 그대로 두고 용액의 깊이를 변경함으로써 얻을 수 있다. 원심분리기로 공급하는 속도를 증가시키면 깊이가 증가하게 될 것이며 따라서 농도가 적고 부피가 커진다.

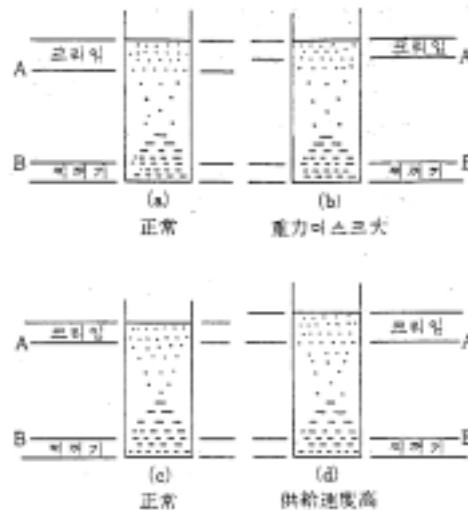


Fig. 2. 원심분리기의 조정

일반적으로 이 두개의 변수 즉 중력디스크의 크기와 공급속도는 크림생산량을 근사적으로 또는 정밀하게 조절하는데 각각 쓰인다. 공정조건에 따라서 얇거나 또는 짙은 크림을 생산하는 것이 요구된다. 조절하는 순서는 처음에 공급속도를 중간정도로 해서 농도가 보통이 되도록 중력디스크를 선택한다. 그리고 나서 필요에 따라 농도가 얇거나 짙은 크림이 되도록 공급속도를 조정한다.

실제상의 문제

Fig.2에서 수준 A가 낮을수록 더 많은 양지가 크림으로 제거된다. 그러

므로 회수를 최대화 하려면 1차 원심분리기에서 농도가 상당히 옅은 크림을 생산해야 할 것이다. 그러나 크림의 농도를 결정하는데는 다른 두 요인을 고려해야 한다.

이중 첫번째는 회수장치에서 원심분리단계를 몇으로 하느냐이다. 3단계로 할 경우 1차 원심분리기에서 나온 묽은 크림은 2차 원심분리기에서 효율적으로 농축되어 3차 원심분리기에서 깨끗하게 분리된다. 2단계로만 되어 있을 경우 첫단계에서 생성된 크림은 좀더 농도가 짙어서 2차 원심분리기에 서 깨끗한 양지가 생성되도록 해야 할 것이다.

두번째 요인은 실제로 생산되는 양지의 생산량이다. 양모의 투입속도가 아무리 높다고 할지라도 양모에 함유된 양지의 양이 적으면 양지의 생산량은 적게 마련이다. 크림이 흘러가는 속도를 낮게 하면 크림이 냉각되어 한 점에서 막히게 되어 문제를 일으킬 수 있다.

앞에서도 말했듯이 원심분리기에 흘러들어가는 용액의 속도는 원모 1파운드당 약 11갤런 정도이어야 한다. 따라서 정련기가 클 경우 1차 원심분리기를 두개 나란히 써야 할 경우도 있다. 2차 원심분리기를 하나만 사용해도 두개의 1차 원심분리기에서 나오는 크림을 분리시킬 수 있으므로 또 다른 변화를 필요로 하지 않는다.

3단계 장치를 써서 회수할 경우 1차 원심분리기에서 나오는 크림에는 10~20%의 양지가 포함되어 있고 2차에서는 약 70%가 포함되어 있다. 1차 원심분리에 공급되는 용액의 온도는 회수에 아무런 영향을 미치지 못하므로 용액은 통과 동일한 온도로 공급된다.

2차 및 3차 원심분리기로 공급될 때 그 온도는 거의 비등점(95°C 또는 이 이상)이어야 하며 또한 양지를 분리하고 씻어내기 위해서 끓는 물을 부어야 한다. 그 양은 3차 원심분리기에서 100~200갤런/시간이고 2차 원심분리기에

서는 적다.

2단계의 회수가 쓰여지는 경우 1차 원심분리기에서 나온 크림은 40~60%의 양지를 함유하고 있다. 양지의 함유가 적은 양모에서는 1차 원심분리기에서 나오는 크림의 속도는 낮기 때문에 그 크림을 가열된 탱크에 일단 저장한 후 간헐적으로 공급속도를 높게해서 2차 원심분리기에서 처리하는 편이 낫다. 이와 같은 조건으로 하면 원심분리기를 2개만 사용하여도 3단계 회수 공정을 할 수 있다. 1차 원심분리기에서 나온 크림을 2차 원심분리기에서 저장, 농축하고 다시 저장한 후, 2차 원심분리기에 다시 통과시켜 양지를 정제한다.

원심분리기의 유형

1차 분리기로 사용되는 원심분리기에는 2가지 유형이 있다. 즉 nozzle-discharge기와 opening-bowl기이다. Nozzle-discharge기는 평형상태하에서 작동하며 그것이 장점으로 되어 있는데 섬유에 의해서 노즐이 자주 막히는 것을 방지하기 위해서 공급선에 양호한 스크린장치를 해야 한다. FVK 4와 그의 최신형인 FVSX(Alfa-Laval)는 가장 널리 쓰이는 기계이다. 노즐의 직경이 0.8mm로 흔히 공급되는데 1.0mm 또는 1.1mm 노즐을 쓰면 구멍이 막힐 염려가 줄어들므로 더 성능이 양호하다. 더 큰 노즐을 쓰면 찌꺼기 배출량은 약 300 갤런/시간 정도가 된다.

FVK 4에 보통 공급되는 속도는 1,000~1,200갤런/시간이며 정련기가 시간당 1,000~1,500파운드의 원모를 정련하는 데는 이것을 1대만 갖춰도 충분하다. 더 큰 정련기용으로 Alfa-Laval은 LX 209 원심분리기를 제작하고 있는데 공급속도가 약 1,800갤런/시간이다. 이것은 4개의 작은 노즐을 사용하는 대신

한 개의 큰 노즐을 썼기 때문에 FVK 4보다 구멍이 덜 막힌다 그러나 한 개의 LX 209대신에 FVK 4를 2개 설치하면 또한 잇점이 있는 것으로 알려져 있다.

Opening-bowl기는 주기적으로 동작한다. 찌꺼기는 일정시간 동안 통에 퇴적됐다가 배출된다. 실제로 있어서 이것은 깊이에 따라 용액의 층을 형성해서 주기의 시초에는 농도가 짙고 찌꺼기가 배출되기 직전에는 농도가 얇게 된다. 이런 이유 때문에 opening-bowl기의 회수효율은 nozzle-discharge기 만큼 높지는 못하다. 어떤 경우에는 이 점이 opening-bowl 원심분리기의 심각한 단점이 될 수도 있다.

2차 원심분리기로서도 2가지 유형의 것이 사용된다. 재래식 기계는 solid-bowl 원심분리기로서 2가지 용액으로 배출하는데(양지상태와 수용액상태) 통에는 고형질이 퇴적한다. 이 기계의 단점은 일정 간격으로 소제하기 위해 기계를 뜯어내야 한다는 것이다. 다른 하나는 opening-bowl기를 2차 원심분리기로 쓸 수 있다. 이 경우 찌꺼기는 매우 간헐적으로만 배출되며 원심분리기는 대부분의 시간을 평형상태하에서 작동되며 solid-bowl기에 비해 장점을 갖고 있다. 3차 원심분리기는 2차 원심분리기와 유사한 조건으로 작동하는데 흙이 퇴적하는 것과 같은 문제점은 없다. 재래식 기계가 여기서는 아주 적절한 것이 된다.