방적공정중 중간제품의 취급

9. 방적공정중 중간제품의 취급

9.1 중간제품의 운반체

9.1.1 중간제품의 운반체 및 운반

“방적공장은 하나의 대형 운반조직체인 점에 비해 그 생산이 다소 적은 공장이라고 할 수 있다”라고 표현한 어느 섬유전문가의 말은 분명히 다소 과장된 말이기는 하지만 진실된 어느 한 면을 포함하고 있기도 하다. 방적공장에서 중간제품의 양과 이들을 옮겨야 할 거리를 생각해 본다면 이 비교는 더욱 분명해진다. 방적공장에서 중간제품의 저장과 운반은 상당히 비용요소가 된다. 더욱이 이들은 자주 품질을 저하시키는 작용을 한다. 운반은 언제나 앞 설비에 대해서는 중간 제품의 도핑을 필요로 하고 다음 설비에 대해서는 이들 중간제품의 공급작용을 필요로 한다. 이들 작용은 실제적인 면에서는 빈번히 정확하게 수행되지 목하며 원리적인 면에서도 자주 정밀하게 수행될 수 없는 경우가 있다.

더욱이 중간제품을 감아야 한다는 점은 많은 설비의 성능을 제한하는 불리한 조건으로 작용한다. 따라서 예를 들면 링정방기의 경우는 콥(cop) 형태로 감아야 한다는 단순한 이유로 인해 크게 발전할 가능성이 희박하다고 할 수 있다. 따라서 방적공장에 있어 중간제품의 취급과 운반은 중요한 문제이며, 기계를 설계하는 사람이나 방적공장의 요원들이 언제나 필히 고려해야만 하는 문제이다. 이러한 복잡한 문제에 있어서는 언제나 새로운 최적조건을 찾고 가장 적절한 방법을 찾아내는 것이 필요하다.

중간제품의 운반체에 있어서는 다음과 같은 점들이 중요하다.

○ 가능한 많은 제품을 담아야 한다.

○ 복잡하지 않은 방법으로 용기에 담거나 감을 수 있어야 한다.

○ 중간제품을 손쉽게 풀어낼 수 있어야 한다.

○ 중간제품을 보호할 수 있어야 한다.

○ 쉽게 옮길 수 있어야 한다(가득 채운 상태이거나 빈 상태로).

○ 빈 상태일 때 적은 공간을 차지해야 한다.

○ 조달하는 데 경제적이어야 한다.

○ 인간공학적인 측면에서 잘 설계되어야 한다.

9.1.2 중간제품의 운반체

9.1.2.1 분류

방적공장에서 중간 및 최종제품에 대하여 세가지 형태의 패키지가 사용되고 있다.

그 첫째 형태가 컨테이너(container) 속에 중간제품을 담는 것인데, 그 한 예가 캔(can)이다. 이런 형태의 패키지는 중간제품을 아주 양호하게 보호할 수 있지만, 컨테이너가 비워져 있는 경우에도 가득 채워져 있는 경우와 마찬가지로 같은 크기의 공간을 차지하는 단점이 있다.

두번째는 실린더, 스핀들, 튜브, 콘 등과 같은 것에 중간제품을 감는 형태이다. 이들은 중간제품을 보호하는 정도는 다소 떨어지나 운반하기가 쉽고 제어된 상태에서 별 문제점 없이 중간제품을 고속으로 풀어낼 수 있고 만관이거나 빈관일 때에도 소요공간을 적게 차지하는 장점이 있다. 따라서 이 방법은 제한된 공간에서 작동하게 되는 많은 생산설비에 사용되고 있다. 한 예로 링정방기에 대한 이상적인 공급방식으로 아직도 조사 보빈이 사용되고 있다.

세번째 방법은 오직 중간제품으로만 형성되어 있는 경우이다. 범프(bump),

케이크(cake), 스트랜드(strand), 행크 등이 이 경우에 속하며 이들은 단지 특정목적에만 사용된다.

9.1.2.2 내부 형성체(internal former)를 사용하는 가장 폭넓게 사용되는 패키지

○ 조사보빈(roving bobbin)

개별적이고도 바로 가깝게 인접해서 와인딩하는 방식은 소위 평행 와인딩(parallel winding) 형태를 만들어 주는 내부인자는 나무 또는 플라스틱으로 만든 튜브이다. 패키지의 상부 및 하부의 층이 벗겨져 이탈하는 것을 방지하기 위해 양쪽 끝은 원추형으로 만든다. 감겨진 높이는 16in(40.6cm)까지이며, 감을 때 많은 장력이 사용되지 않는다. 따라서 이런 방법은 조사와 같이 강력이 보다 약한 중간제품에 적합한 패키지 형태이다.

<그림 67> 조사 보빈(roving bobbin)

○ 플랜지 보빈(flangel bobbin)을 사용한 패키지

이것 역시 평행 상태로 감는 방법이나 감는 높이가 일정하다. 이들의 감는 양은 더욱 많지만 플랜지의 바로 밑에서는 밀도가 커질 수 있으며, 플랜지의

거칠은 가장자리에서는 마모가 일어날 수 있다. 따라서 이런 형태의 패키지는 단섬유방적공장에서는 사용되지 않고 있다.

<그림 68> 플랜지 보빈을 사용한 패키지

○ 콥(cop)

감는 형태는 평행한 층이 아니고 원추형의 형태이다. 따라서 개개 원추형 층은 튜브보다 상당히 짧다. 감기는 층은 감는 장치(링레일)가 조금씩 연속적으로 상승하면서 한층이 다른 층 위에 감겨지는 형태로 감기게 된다. 지관 또는 플라스틱 튜브 위에 감겨지게 되며, 그 길이는 300mm 이내이다.

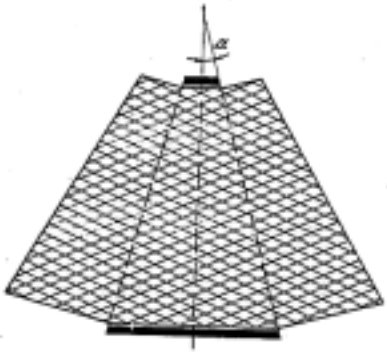
다음과 같은 이유 때문에 와인딩에 관한한 이 방법은 좋지 않다고 볼 수 있다.

- 와인딩 메커니즘이 복잡하다.
- 와인딩 도중 실에 연속적인 장력의 변동이 일어난다.
- 일반적으로 이 와인딩에는 트래블러가 필요한데, 이것은 설비의 성능에 한계를 준다.

그러나 해사의 경우는 원추형 배열의 층이 가장 이상적인데, 그 이유는 높

은 해사속도가 가능하기 때문이다.

<그림 69> 콥(cop)



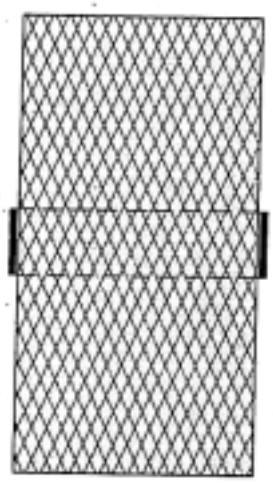
<그림 70> 크로스 와인딩 콘

○ 원추형의 크로스 와인딩 패키지

교차운동에 의하여 실은 나무, 종이 또는 플라스틱으로 만들어진 튜브 위의 한쪽 면에서 다른쪽 면으로 가로질러 움직이게 된다. 크로스 와인딩 패키지는 아주 많은 양을 감을 수 있으며, 와인딩 및 해사시 적절한 공간 활용이 가능하기 때문에 높은 속도를 낼 수 있다. 원추형 크로스 와인딩 패키지의 콘 각도 α는 9 ° 15′, 5 ° 57′, 4 ° 20′, 3 ° 30′ 및 2 ° 등이 사용된다.

○ 원통형의 크로스 와인딩 패키지

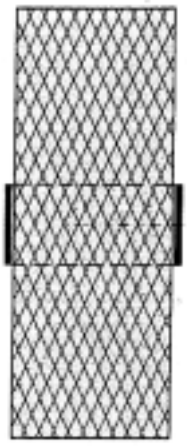
이들은 치즈 형태로 만들어지며 만들기가 쉽다.



<그림 71> 원통형의 크로스 와인딩 패키지

○ 트래버스가 짧은 치즈

이들도 역시 원통형의 코일(coil)이나 그 폭은 상당히 좁으며 오히려 디스크(disc) 모양을 하고 있다. 예를 들어 연사기의 공급 치즈로 사용될 때 개개의 뒷부분에 두 개의 패키지를 놓고 사용할 수 있어 합연이 가능하다.

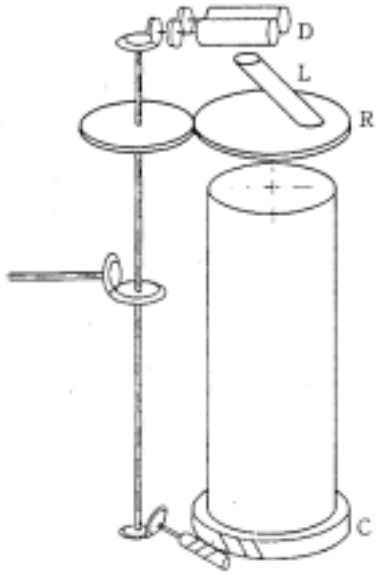


<그림 72> 트래버스가 짧은 치즈

9.2 캔(can)에 담는 방법

9.2.1 슬라이버 담기

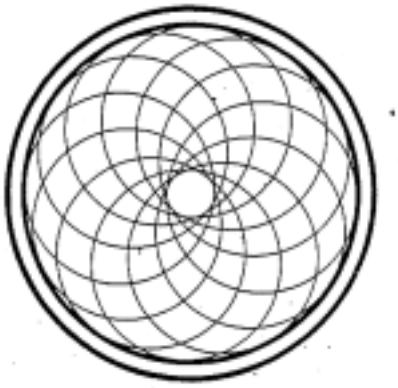
슬라이버를 원형 상태로 쌓는 방법이 캔을 채우는 방법 가운데 가장 장점이 많은 것으로 알려져 왔다. <그림 73>을 보면 슬라이버를 쌓는 점에서는 두 개의 이동하며 움직이는 장치가 동시에 작동된다. 가이드 패시지 L과 회전 플레이트 R은 딜리버리 실린더 D로부터 슬라이버를 가져와 연속해서 원형으로 쌓는다. 그러나 회전대(turntable) C로 인해 캔이 연속적으로 회전하고 있기 때문에 원형으로 슬라이버를 쌓는 점을 연속적으로 움직이게 된다. 캔의 내부에서는 원형의 나선형 배열이 이루어지게 된다.



<그림 73> 캔에 슬라이버를 채우는 장치(코일러)

많은 코일러(coiler)에서는 캔이 더 이상 회전하지 않는다. 이 경우에는 두 가지 운동이 상부에서 일어나야 한다. 보다 빠른 회전속도의 플레이트가 보다 낮은 속도로 회전하는 두번째 크기의 플레이트 내부에서 회전한다. 이와

같은 방법 역시 형성되는 원이 움직이게 해주어 결국 원형으로 쌓을 수 있게 해준다. 모든 경우에 캔의 중심 부위에 바닥에서 상부까지 중공이 형성되도록 슬라이버를 쌓아야 한다. 이 공간은 캔의 중심부에서 슬라이버가 완전히 겹쳐지는 것을 방지하기 위해 필요하다. 이 방법은 슬라이버가 캔의 중심부에서 피라미드 형태로 쌓이게 되는 형태를 예방해준다. 중공의 직경은 약 1/4~1/3이 되어야 한다.



<그림 74> 캔에 쌓이는 슬라이버

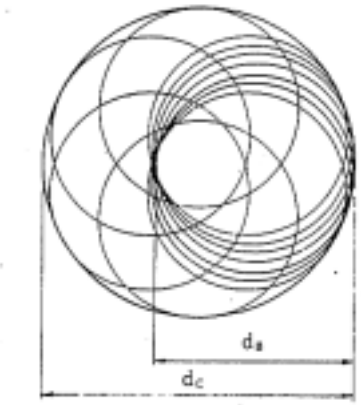
9.2.2 크고 작은 코일

중공은 작은 코일(그림 76, 언더 센터 코일링) 또는 큰 코일(그림 75, 오버 센터 코일링)에 의해 얻을 수 있다. 작은 코일에서 슬라이버 코일의 직경(d_B)은 캔의 반경(r_c) 보다 작다. 큰 코일에서는 슬라이버 코일의 직경은 캔의 반경보다 크다. 중간 또는 작은 크기의 캔에서는 큰 코일이 일반적으로 사용되고, 큰 캔에서는 작은 코일이 일반적으로 사용된다. 이들 직경간의 관계는 대략 다음과 같다.

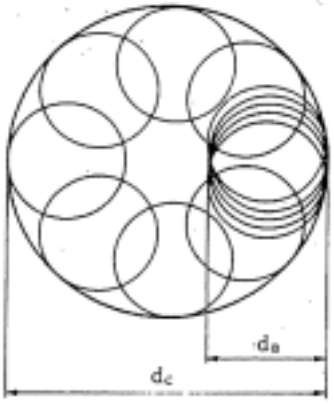
$d_c/d_B = 1.45$ 또는 $d_c/d_B = 2.5$

작거나 중간 크기의 캔과 더불어 큰 코일이 더욱 좋은데, 그 이유는 같은

원주속도를 내기 위하여 보다 작은 플레이트 속도를 사용할 수 있기 때문이다(동력전달, 소음 및 마모저항). 큰 캔에서는 캔의 용량이 5~13% 정도 더 크다. 그러나 큰 캔과 더블어 만약 플레이트를 가능한 작게 할 수 있다면 더욱 많은 장점이 있는데, 그 이유는 회전시켜야 할 중량이 보다 더 작아지기 때문이다.



<그림 75> 큰 코일 쌓기(오버 센터 코일링)



<그림 76> 작은 코일 쌓기(언더 센터 코일링)

9.2.3 슬라이버의 꼬임

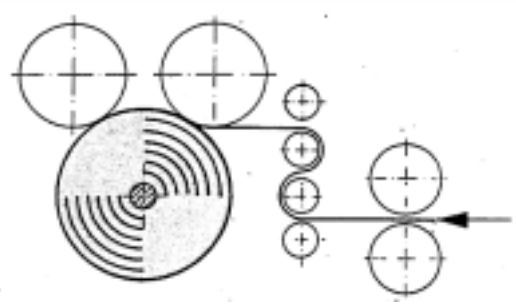
슬라이버를 원형으로 쌓는 방법에는 몇 가지 장점이 있으나 단점도 있다.

이 방법은 슬라이버에 꼬임을 부여한다. 대부분의 경우, 단 몇 개의 꼬임만 형성되기 때문에 그리 중요하지는 않다. 그러나 합성섬유를 처리할 때에는 방해될 수도 있다.

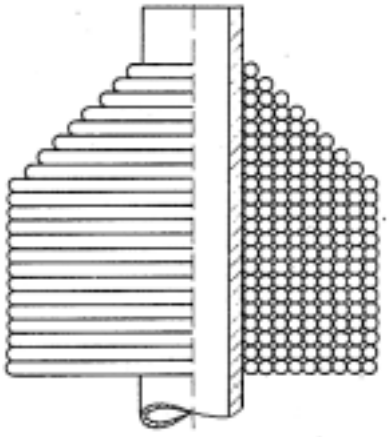
플레이트와 턴테이블 둘 다 회전하기 때문에 이들 두 지점에서 꼬임이 발생할 수 있다. 플레이트에서 발생되는 꼬임은 영구적인 것이 아니며 그 뒤에 곧 바로 풀려진다. 다른 한편으로 턴테이블에 의해 생기는 꼬임을 생각해 볼 수 있다. 슬라이버를 쌓는 도중 턴테이블에 의해서는 꼬임이 발생되지 않으며, 슬라이버를 쌓는 점의 위치를 변경시켜 줄 뿐이다. 슬라이버를 풀어낼 때 캔 내부에서 나선형 코일 형태의 형성할 경우에만 꼬임이 부여된다.

9.3 회전에 의한 와인딩과 랩 형성

이 형태의 와인딩에서는 랩(lap)이나 웹(web)과 같은 일정한 폭을 갖는 중간제품이 비굴대(mandrel)나 튜브의 전체 폭에 걸쳐 감기게 된다. 이때 감겨지는 중간제품의 폭과 이것을 감는 튜브의 폭이 똑같이 대문에 트래버스 메커니즘은 불필요하다. 이 경우, 와인딩은 매우 간단하지만 제품을 푸는 공정은 언제가 쉽지만은 않다. 랩의 각 층이 깨끗하게 분리되지 않는 경우가 발생할 수 있다. 이들 각 층은 서로 달라붙거나, 찢겨지거나, 겉부분이 벗겨지는 등의 현상이 일어나 문제가 발생될 수 있다. 만약 랩이 조밀하게 만들어지거나 자체적으로 분리될 수 있는 층으로 형성되지 않으면, 이런 현상은 더욱 쉽게 일어날 수 있다. 랩 표면의 섬유배열이 아주 높은 수준의 평형형태로 이루어진 것보다 불규칙하게 배열된 경우가 개개의 층이 더욱 쉽게 잘 분리된다. 이와 같은 현상은 정소면기에서 리본 랩 표면에 잔털(hair)이 일어나는 것으로 쉽게 관찰할 수 있다.



<그림 77> 굴대에서의 랩 와인딩



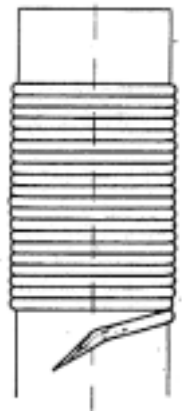
<그림 78> 형성된 조사 보빈의 단면

9.4 플라이어 보빈(flyer bobbin)에서의 와인딩

9.4.1 패키지 형성

조사가 감겨 패키지를 형성하는 형태는 <그림 79>에서 보는 바와 같이 바로 인접 층에 바짝 붙여 감겨지는 형태로 평행한 층을 이룬다. 튜브 전체에 대해 감겨지게 하기 위해 와인딩 지점이 연속적으로 변경되어야 한다. 이와 같은 작동은 플라이어가 상승 또는 하강하는 동안 프레서 핑거(presser finger)의 위치를 조절함으로써 또는 튜브를 상하로 움직임으로써 원칙적으로 가능하다. 그러나 실제적으로는 플라이어가 적절히 작동될 수 없는데, 그 이유는 방적기하학(spinning geometry), 즉 경과와 드래프트장치로부터 플라이어의 헤

드(head)에 이르는 조사통로의 길이 등이 연속적으로 변하기 때문이다. 실제적으로 사용할 수 있는 유일한 방법은 패키지가 보빈 레일과 함께 상하로 연속적으로 움직이는 보다 더 복잡한 방법이다.



<그림 79> 서로 인접하여 조사가 감기는 모양

첫번째로 감기는 층은 튜브에 바로 감기기 때문에 그 직경과 나아가서 원주(감기는 길이)는 모두 작다. 두번째로 감기는 층은 첫번째로 감긴 층의 위에 감기기 때문에 감기는 길이는 약간 더 길어진 셈이다. 그러나 개개의 감기는 층은 서로 매우 가깝게 인접해 있기 때문에 패키지는 가능한 많은 양의 조사를 감을 수 있고, 패키지(보빈 레일)은 첫번째 층을 감을 때보다는 두번째 층을 감을 때 더욱 천천히 움직이는 식으로 계속 감아야 한다. 보빈 레일의 속도는 보빈 그 자체의 움직이는 속도이기도 하며, 감겨질수록 연속적으로 감속되어져야 한다.

보빈 레일이 연속적으로 보다 더 짧은 구간의 행정(stroke)을 움직이기 위해서는 제2의 작동이 필요하다. 이와 같은 작동은 양끝에 플랜지가 형성되어 있지 않기 때문에 필요한 것이다. 만약 상하로 움직이는 행정이 일정하다면, 패키지의 양 끝은 반듯할 것이고 그렇게 되면 양 끝에서 개개의 조사층들이

무너지게 될 것이다. 이렇게 양 끝에서 조사층이 무너지는 것을 방지하기 위해 양쪽 끝이 원추형으로 만들어지고 결국 보빈 레일의 행정이 매 조사층을 감을 때마다 약간씩 짧아져야 한다.

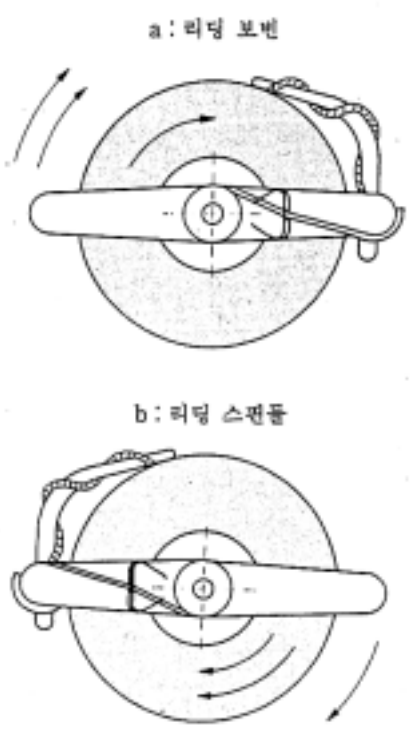
9.4.2 속도 관계

한 개의 조립체 내에서 조사에 꼬임을 부여하기 위해서는 플라이너(스핀들)가 필요하다. 이것을 감기 위해서는 두 가지 요소 즉, 플라이어와 보빈이 필요하다. 이들 두 조립품의 속도 차이가 방출속도와 같아질 때 와인딩이 이루어진다. 설계(degign) 측면에서만 볼 때 이들 두 조립체중 하나가 회전하지 않게 되면 이와 같은 속도의 차이는 쉽게 얻을 수 있다. 그러나 이 같은 형태는 플라이어의 부가적인 작동 즉, 조사에 꼬임을 부여하는 기능을 저해하게 될 것이다. 정지상태의 플라이어로써는 조사에 꼬임을 줄 수 없으며, 패키지가 정지상태일 경우는 한 번 감길때마다 단 한 번의 꼬임만이 주어지게 될 것이다. 이 경우는 333mm(106π)당 오직 한 번의 꼬임만 주어지게 되는데, 예를 들어 1m당 보통 40~60회의 꼬임이 필요한 데 반해 이 경우는 오직 3회의 꼬임만 주어진다고 할 수 있다.

와인딩과 정해진 수준으로 조사에 꼬임을 부여하는 두 가지 작동이 모두 이루어지기 위해서는 두 개의 조립체가 같은 회전감각을 지녀야 한다. 그렇지만 보빈이 플라이어보다 더 빠른 속도로 회전하든지 아니면 플라이어가 보빈보다 더 빠른 속도로 회전해야 한다. 이것을 리딩 보빈(leading bobbin) 또는 리딩 스핀들(leading spindle) 작동이라 부른다. 리딩 스핀들이 정해진 스핀들의 속도와 함께 그 스핀들 속도보다 더 낮은 보빈 속도로 작업할 수 있다는 장점이 있다.

그럼에도 블구하고 현대의 모든 조방기들은 리딩 보빈의 원리를 채택하고 있는데, 이것의 주요 장점은 다음과 같다.

○ 모터로부터 보빈까지의 구동전달 통로는 긴 반면, 스핀들까지의 구동전달 통로는 짧기 때문에 와인딩 지점에서의 조사절 또는 드래프트가 불완전하게 이루어지는 부분이 적어진다. 더욱이 보빈까지의 구동전달은 슬립 포지션(slip position)과 콘 벨트(cone belt)를 포함하고 있다. 조방기의 작동이 시작되면 스핀들은 즉시 움직이게 되는 반면, 보빈은 약간 지체한 후 움직이게 된다. 리딩 스핀들에서는 조사가 플레서 핑거 부분에서 찢겨지거나 드래프트 결점이 발생할 수 있다. 리딩 보빈 작동에서는 그와 같은 문제가 발생하지 않는다.



<그림 80> 플라이어 보빈에서의 와인딩

○ 조사층이 풀어지지 않는다. 리딩 스핀들에서는 조사가 보빈의 회전방향에서 공기의 저항을 받아가면서 움직이기 때문에 조사절이 발생하면 조사가

풀어질 수 있다. 그러나 리딩 보빈에서는 공기의 저항이 조사를 들어올리지 않고 오히려 눌러주는 역할을 하게 된다.

○ 조사패키지의 직경이 증가해 갈수록 속도의 감소가 일어난다. 리딩 보빈의 경우, 보빈의 직경이 증가해 갈수록 보빈 속도는 천천히 감소되어야 하는데, 중량증가에 따라 움직여진다. 이것은 소요동력면에서 장점이 있다. 다른 한편 리딩 스핀들의 경우는 보빈 속도가 점진적으로 증가되어야 하는데, 이것은 전적으로 바람직하지 못하다.

9.4.3 권취원리

앞에서 언급한 바와 같이 보빈과 스핀들(플라이어) 사이의 원주속도 차이가 발생할 경우에 권취가 일어날 수 있다. 개개의 경우, 이 원주속도의 차이는 조사의 방출속도와 일치해야 하는데, 그 원리가 방출된 조사의 길이가 바로 감기는 조사의 길이와 같아야 하기 때문이다. 그러나 보빈에 감기는 조사의 층이 증가할수록 이들의 직경 역시 증가하게 된다. 따라서 속도의 조정이 없이는 이들 원주속도(결국 이들 속도의 차이)가 증가하게 된다. 이 경우, 감기는 조사의 길이가 연속적으로 증가하게 되어 결국 조사절을 일으키게 된다. 일정하게 방출되는 조사 길이와 똑같이 두 개의 속도차이를 연속적으로 같이 유지시켜 주기 위해서는 어떤 정확한 제어방법에 의해 연속적으로 보빈의 속도를 감소시켜야 한다.

따라서 다음과 같은 일반적인 원리를 도출할 수 있다. 보빈의 원주속도를 V_{bo}, 스핀들(플라이어)의 원주속도를 V_{sp}라고 한다면, 다음과 같다.

$$V_{bo} = d_{bo} \cdot \pi \cdot n_{bo}$$
$$V_{sp} = d_{sp} \cdot \pi \cdot n_{sp}$$

그러면,

방출속도,
$$L = V_{bo} - V_{sp}$$
$$L = d_{bo} \cdot \pi \cdot n_{bo} - d_{sp} \cdot \pi \cdot n_{sp}$$

이런 경우, 프레서 핑거의 권취지점이 중요하며 기준이 되기 때문에 보빈의 직경과 스핀들의 직경은 똑같다고 할 수 있다. 따라서,

$$L = d \cdot \pi \cdot n_{bo} - d \cdot \pi \cdot n_{sp}$$
$$L = d \cdot \pi \cdot (n_{bo} - n_{sp})$$

이 식을 변형시키면 어떤 주어진 보빈 직경에 일치하는 보빈 속도를 유도해 낼 수 있다.

$$(n_{bo} - n_{sp}) \cdot d \cdot \pi = L$$

이것은 다시 변형시키면 다음과 같이 된다.

$$n_{bo} = (L / d \cdot \pi) + n_{sp}$$