

폴리에스터직물의 필링 대책과 전망

I. 서 언

1938년 Carothers가 지방족 Polyester의 섬유화에 실패하고 Polyamide로 대치하여 섬유화에 성공한 후 Whinfield와 Dickson에 의해 방향족 Polyester의 섬유가 완성되었다. Polyester의 우수성이 확정되어 Du Pont의 Dacron과 I.C.I의 Terylene이 Polyester의 쌍벽을 이루어 오늘날 세계각국에서 서로 다투어 생산하고 있다. Polyester는 높은 강도, 탄성회복 등 우수한 점이 많으나 대전성, 염색성 곤란, Pilling현상의 단점이 있어 이 결점을 보강하는 여러가지 연구와 특허가 발표되었다. Pilling 현상은 대개의 합성섬유가 문제되나 특히 Polyester는 심하며, 다른 합성섬유와 혼방직물을 시험해 보면 필링현상이 현저하여 Anti-Pilling Polyester 제조특허가 많고 상품명도 많다. 일본 특허를 중심으로 문헌조사에 의해서 항 Pilling Polyester 제조법의 현황을 살펴보고 그 전망을 적어보기로 하고 인용된 각 특허를 일일이 列記하는 것은 생략한다.

II. Pilling 현상

포지의 표면에 마찰과 같은 외력에 의해서 잔털이 생겨 외력의 제거 후 형태 즉 신장, Twist, Crimp 등이 원상태로 회복할 때 잔털이 서로 엉켜 Pill을 형성하게 된다. Pill을 형성하게 된다. Pill발생에 영향을 미치는 요인은 매우 복잡한 것으로 원료면에서는 (1) 강도 (2) 섬도 (3) 신도 (4) 굴곡피로도 (5) 섬유의 단면 (6) 강경도 (7) 섬유장 (8) Crimp의 종류 (9) 마찰계수 (10) 탄성회복 등을 들 수 있고 제포과정에서는 (1) 포조직 (2) yarn twist (3) yarn intersection (4) 방적성(혼방성) 등을 들 수 있고 사용과정에서는 (1) 의복의 형태 (2) 사용자(남자, 여자, 소아, 작업의 종류) 등을 들 수 있으며 이상 열거

한 일개항목에만 영향을 받지 않고 여러 가지가 복합적으로 영향을 준다. Pilling 현상의 과정은 (1) 잔털의 발생 (2) pill의 발생 (3) pill의 탈락 등 삼단계로 나뉜다. 잔털이 엉켜서 pill을 형성 하는데는 최소한의 길이를 가져야 하는데 이를 한계 높이라 한다. Polyester는 합성섬유 중 한계높이가 작아 pill이 생성하기 쉬운데 면은 Polyester보다 한계높이가 작아서 Pill의 생성이 쉬우나 강도가 낮아서 Pill의 탈락이 용이하여 문제가 되지 않으나 Polyester는 강도가 높아서 Pill이 탈락하지 않으므로 문제점이 된다. 이 점에 착안하여 강도를 저하시키도록 저중합도의 Polymer 방사 또는 약품처리에 의해서 강도를 저하시키는 방법 등이 연구되었다.

III. 원료면에서 Pilling 현상을 주는 요인

필의 발생에 영향을 주는 요인은 3항에 열거하였으나 원료면에서 중요한 요인만 검토해 본다.

1. 강신도의 영향

여러가지 섬유의 S-S diagram을 보면 횡폭(신도폭)에 기울어진 섬유(예 : Vicara)는 entangling 한계높이가 머서 필(pill) 발생이 어렵다. 또 S-S curve와 신도폭이 이루는 면적 즉 work of rupture(Total energy)가 큰 섬유는 Pill이 발생하면 탈락이 곤란하다. 따라서 강도와 신도를 줄이는 것이 필(pill) 방지 대책이 된다.

2. 단면형태의 영향

단면이 원형이 아닌 이형단면일수록 필(pill) 발생이 곤란하다. 진원도(filament ratio)가 4이상이면 필(pill)이 거의 생기지 않는다. 따라서 장단폭비가

큰 타원형이나 아령형, 삼각형, 십자형의 단면을 갖는 섬유를 제조하는 것도 필(pill)발생 방지책이 된다.

3. 섬도와 Crimp형태

일반적으로 Denier가 증가하면 entangling 한계 높이가 커져서 필발생이 곤란해지나 별로 큰 영향이 없다. Crimp의 형태에 따라서는 Spiral형의 필발생이 현저하고 Zigzag형과 Straight 형은 비슷하나 Straight 형이 약간 필발생이 적다.

4. Polyester 섬유의 성분

대부분의 Polyester는 PET가 주성분이나 염색성과 항필링성을 부흥하기 위하여 제 3성분을 공중시켜 현저히 개선된 것이 많은데 이것은 다음 항의 Pilling 대책(중합공정)에서 다루기로 한다.

IV. Pilling 대책 현황

Anti-Pilling 처리를 하는 공정별로 하면 (1) 중합 (2) 방사 (3) 연신 (4) 후 처리의 사공정으로 나눌 수 있다. 각 공정별로 몇 가지 예를 들어 검토해 본다.

1. 중합

Polyester의 커다란 결점인 염색성과 필링을 개선하기 위하여 여러 가지 Copolymer와 block Copolymer가 개발되었다. 또 중합시간을 단축하여 저중합도의 Polymer를 만들고 점도를 높이기 위해 제 3성분을 첨가하는 방법도 있다.

(1) 공중합 시 첨가하는 제 3성분 예

㉠ Isophthalic acid, 多價 Carboxylic acid ㉡ P-oxy benzoate ㉢ 多價 Carboxylic acid의 ester ㉣ 불포화산 ester이나 그 중합물을 PET와 공중합

(2) 分岐狀 Polymer 성분으로서의 제 3성분

㉠ 二鹽基酸 mono-ester ㉡ di-Carboxy산의 무수물 ㉢ Sulfonic acid의 ester.

(3) 중합시 무기물 첨가

㉠ 알루미늄산 소다 ㉡ 금속탄산염

(4) 저중합도 Polymer 제조시 첨가하는 점도부여제

㉠ 규소화합물 ㉡ 붕소화합물 ㉢ 연화합물 ㉣ 할로젠 화합물

2. 방 사

방사공정에서 Pilling 개선을 위한 방법으로는 (1) 저중합도 Polymer를 방사 (2) 이형단면사 제조 (3) Copolymer(block, graft Copolymer)의 방사 (4) 방사의 내부구조 변화 등을 들 수 있다. 이 중 가장 많이 이용되고 있는 방법이 저중합도의 Polymer를 방사하는 방법이다. 이형단면사의 제조도 효과적이라고 알려졌으나 단면의 비대칭으로 인한 촉감의 변화, 직물로서 조직에 미치는 영향을 고려하지 않을 수 없다.

3. 연신

연신공정에서 Antipilling 처리할 수 있는 방법은 (1) PET 미연신사를 약품 또는 열처리 등으로 내부구조에 변화를 주도록 연신 (2) 적당한 연신 배율

및 열처리 (3) 연신 即後 약품처리 등을 들 수 있다. 위의 3개 항목별로 몇 가지 예를 든다.

(1) 미연신사의 처리

[예 1] 複屈折이 낮은 PET를 OH基를 갖는 非溶劑로 습윤하여 가능한 최고 연신배율의 90%까지 연신한 후 100~200°C에서 이완 열처리 시키는 방법

[예 2] PET 마연신사를 가열하여 내부조직의 일부를 무배향상태 그대로 결정화시킨 후연신하는 방법

[예 3] 미연신사를 무긴장이나 실질적으로 분자배향이 일어나지 않은 범위의 긴장하에서 90~150°C의 Polyethylene glycol 욕중에 침지한 후 적절한 배율로 2단연신하는 방법

(2) 적절한 배율 및 열처리

[예 1] 고유점도가 0.35~0.55인 공중합체를 70°C에서 적절한 배율로 연신하는 방법

[예 2] 공중합체를 복계절 0.12~0.17인 연신사로 만든 후 수축열처리하는 방법

[예 3] 연신사를 가수분해시키는 방법

상기의 방법 이외에도 여러가지 약품으로 연신사 또는 미연신사를 처리하여 약화시키는 방법이 많이 제안되고 있으며 연신공정 이후에 후처리 공정 중 어느 부분에서 처리하느냐에 따라 여러가지 방법을 고려할 수 있다.

4. 후처리

약품(수지가공 포함)에 의한 후처리법으로는 (1) 섬유를 처리하는 방법 (2) filament사나 방적사를 처리하는 방법 (3) 직물을 처리하는 방법 등을 생각할

수 있으며 미연신 또는 연신사의 후처리는 전술한 바 있다. 예를 들면

[예 1] 직물에 Sulfon 산화처리

[예 2] 섬유에 산화아연 또는 취산아연처리

[예 3] 직물에 황산용액처리

[예 4] 직물에 알칼리 용액처리

[예 5] 직물에 열경화성 수지처리 등을 들 수 있다.

V. 전 망

위에서 항필링성 처리를 4개의 공정별로 예를 들었으나 어느 방법이 좋은 방법인가 속단할 수 없다. 중합공정에서 보면 제 2성분을 첨가하는 방법은 공중합이라는 번거로움과 고도의 기술을 요하며 공중합체가 단중합체의 장점을 상실시키는 결함을 갖고 있는 것은 Acrylic fiber의 경우와 같다. 유리한 점은 Polyester의 결점인 염색성을 개선하는 부단량체를 공중합시키므로써 다목적이 될 수 있고 또 Conjugated fiber로서 Orlon Sayelle type의 Polyester가 개발될 가능성이 있다. 반응성 염료와 친화력이 강한 항필링성 공중합체 발전이 기대된다. 방사공정에서는 저중합도의 Polymer를 용융방사하는 방법이 가장 많이 채택되고 있고 국내에서도 이 방법으로 생산하고 있는 maker가 있다. Polyester는 중합도와 강도의 함수곡선이 급격히 상승하므로 그 조절이 용이하지 않다. 또 이 방법은 저점도 때문에 紡溫을 내려야 하고 방사시에 nozzle면에 Polymer 부착, 단사절, 저생산성 등 많은 문제점을 제기하고 있으며 생산가도 높아진다. 이형단면 섬유의 제조도 항필링성에 효과적이다. nozzle 제조의 기술발달이 선결문제이다. 전술한 바와 같이 촉감, 포의 조직에 영향을 준다. 연신공정에서 미연신사 또는 연신사를 연신배율의 조정, 열처리, 약품처리도 항필링성을 부흥할 수만 있다면 이상적인 방법이라 하겠다.

그러나 약품처리를 하지 않고 연신배율의 변화와 열처리만으로 항필링성 효과를 충분히 발달할 수 있을지는 의문이다. 후처리방법은 고가 또는 희귀한 약품을 사용하지 않은 한, 처리법이 간단하고 필링성이 필요한 때만 처리하므로 편리하다. 다만 어느 방법이든 섬유를 약화시킬 필을 용이하게 탈락시켜야 하므로 Polyester의 우수성을 잃게 된다. 필자도 산, 알칼리, 염류의 후처리 및 수지가공으로 항필링성을 시험했던 바 Polyester가 침해받기 쉬운 산, 알칼리처리가 현저한 변화를 가져왔음을 확인하였다. 항필링성 Polyester의 공통점은 Work of rupture가 보통의 Polyester보다 낮다는 것이며 그의 S-S curve가 신도축으로 기울어진다. 따라서 이런 특성을 갖는 Copolymer의 개발이 많은 것으로 전망되며 효과적인 약품개발로 후처리법도 많이 개발될 것으로 전망된다.