

면의 염색가공 – 20

1.6 면의 마무리 공정

1.6.5 기능성 향상 가공

1.6.5.3 액체암모니아가공

(1) 액체암모니아에 의한 방추가공(防皺加工)

전처리 1.3.8절에서 액체암모니아가공에 대하여 설명하였지만 마무리가공 시 면의 특화(特化)가공으로서 액체암모니아가공의 역할을 부연하여 설명하고자 한다.

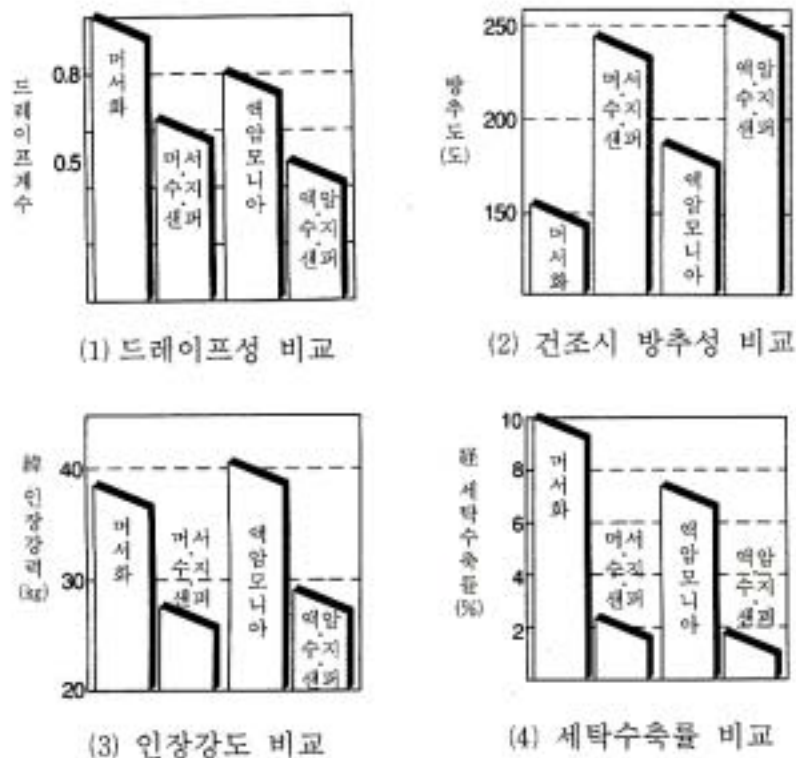
면직물은 액체암모니아(liquid NH_3)가공을 하면 면섬유가 팽윤과 동시에 면직물을 구성하고 있는 실과 제직된 조직 그대로의 상태에서 셀룰로스분자가 재배열하여 고정되므로 액체암모니아가공만으로도 구김회복성이 꽤 높게 된다. 가공에 따라 분자의 결정도는 낮아지지만 부드럽고 부푼듯한 촉감이 부여되고, 강도도 증가하여 수지가공과 샌퍼라이즈가공을 함께 병용 처리하게 되면 형태안정성, 방추성 등이 뛰어난 면직물을 만들 수 있다.

특히 면섬유는 수지가공에 의해 강력이 현저하게 약해지는 약점을 갖고 있어 이를 개선하기 위한 연구가 장기간 계속되어 오다가 액체암모니아가공의 출현으로 강력의 저하를 대폭으로 감소시켜 수지가공 후 면직물의 내구성을 높여줄 수 있게 되어 오랫동안의 현안이 거의 해결되게 되었다.

액체암모니아가공에 의한 품질향상으로 수지사용량을 적게 해도 충분히 구김회복성을 줄 수 있고, 수지의 양을 줄이게 되니 자연히 강도의 저하도 막을 수 있게 되었다. 특히 드라이 스팀(dry steam)방식으로 액체암모니아가공된 면직물의 섬유는 수지가공의 가교결합으로 균일한 세공(細孔)구조를 갖게 되어 큰 폭으로 안정되게 된다.

방축성의 향상은 샌퍼라이즈가공에 의해 방적, 제직 등의 앞공정에서 가해진 변형을 없애주므로 액체암모니아가공에 의한 면섬유의 팽윤에 따른 형태 안정성으로 우수한 방축성을 부여할 수가 있다.

액체암모니아가공에서 중요한 점은 전처리에서 면섬유 중에 있는 불순물을 충분히 제거하여 면섬유에 불순물이 남아있지 않도록 만드는 것이다. 결국 생각의 일관성이 중요한 요점이 된다. 그림1-151의 (1), (2), (3), (4)는 동일한 품질의 면직물에 액체암모니아 가공과 가성소다 머서화가공을 각각 행하고, 그 위에 수지가공과 샌퍼라이즈가공을 행한 것에 대하여 성능을 비교 조사한 것이다.



<그림1-151> 가성소다 머서화가공과 액체암모니아가공 비교

(2) 액체암모니아가공의 보급 상황

유럽에서는 액체암모니아가공은 1960년대 중반쯤 실용화가 되었다. 1967년에는 영국의 J&P Coats사가 면봉사의 강도와 광택의 개선을 위하여 개발한 프로그래이드 가공(prograde process)과 노르웨이 섬유연구소 및 Tedeco사가 면직물의 액체암모니아 처리공정을 개발하여 테데코 프로세스(Tedeco process)라 칭하였으며, 이 액체암모니아 처리에 대한 특허는 미국의 Cluett Peabody사에 양도되어 처리장치는 Sanforize사에서 샌퍼셋(sanfor set)가공으로서 세계 각국에 특허권을 행사하고 있다.

지금은 드라이 스팀식의 샌퍼셋이 Tedeco사와 독일의 Marutiny사 2개 회사에서 조업을 하고 있다. 테데코사는 작업복용(군복용, 의료용 포함) 직물을 시작으로 시팅(sheeting), 장식용 직물을 가공하고 있다.

워터(water)식 방법은 벨기에의 Beramutex사가 작업복용 직물, 셔팅(shirting), 편직물 등을 가공하고 있다. 스페인의 Saez Merino사가 샌퍼셋을 갖고 있지만 지금은 가동을 하지 않고 있다.

미국에서도 Burlington, Dan River 등이 데님과 셔츠직물을 가공하였지만 지금은 조업을 하지 않고 있다. 가공을 중지하고 있는 회사는 대부분 데님의 가공을 직접 다루고 있다. 가공기의 설비투자가 크고 생산성도 높아 생지의 대량생산 가공에 적합한 것으로 생각되고, 액체암모니아가공 효과는 얇은 직물보다도 후직물쪽으로 현저히 식별이 되었고, 또한 당시는 소프트한 진(jeans)을 즐기는 경향으로 데님가공을 위주로 가동하였지만 그 후 진 패션(jean fashion)이 워시 아웃(wash out), 블리치 아웃(bleach out)에서 케미칼 워셔(chemical washer)로 진행되었고, 오래 입어서 낡게 된 감각의 진이 주류를 차지하여 소프트 터치(soft touch)와 오히려 염색 안정성이 증가하였고, 이에 대한 수요가 적어지게 되었다. 그 위에 데님과 같은 인디고(indigo)의 선염생지

를 가공하면 기계가 오염되어 백색직물가공시 쉽게 바꿀 수 없는 사정도 중요하게 되었다. 셔츠직물의 경우는 카드사의 중(中)번수를 사용하여 값이 싼 셔츠생지를 이 가공으로 부가가치를 높여 주어야 되지만 값이 싼 생지는 원사나 짜임새가 좋지 않아 이 가공의 장점을 충분히 살릴 수 없어 원금회수 (pay back)가 되지 않고 있다.

센퍼셋가공이 크게 보급되지 못한 이유는 다음과 같이 생각된다.

① 이미 머서화가공이 보급되어 있고, 새로운 액체암모니아가공은 큰 설비 투자에 걸맞게 상품의 가치를 향상시킬 수 없는 점.

② 이지케어(easy care)상품에 대한 요구가 이전만큼 강하지 않고, 이러한 기능이 필요하다면 합섬을 혼방하여 쉽게 얻는다는 생각이 대세를 차지하고 있는 점.

③ 유럽의 경우는 가공공장이 타사로부터 주문을 받아 가공을 행하고 있어 방적, 제직의 일관생산 공장이 없는 상황에서 진가를 보일 수 있는 액체 암모니아가공을 할 수 없는 점.

이와 같은 상황에서 일본에서의 액체암모니아가공은, 미국, 유럽보다 훨씬 늦게 시작되었다. 이 가공으로부터 얻어지는 품질효과 중에서 부드럽고 매끄러운 감각적인 면과 형태안정성이라는 이점이 일본의 소비자에게 받아들여져 수요를 넓힐 수 있는 기회와 환경이 조정되어 가고 있는 것으로 생각된다.

1.6.5.4 방수(防水)가공 및 발수(撥水)가공

면의 특성 중 한가지는 흡수, 흡습성에 있다. 그러나 용도에 따라서는 직물 등의 섬유제품이 물에 적셔지거나 침투, 흡수되는 것을 방지하는 방수가공이 오래전부터 행해져 최근에는 의류용, 산업자재용 등에 널리 쓰이고 있다.

직물의 방수에는 절대(絶對) 방수가 요구되는 불통기성 방수가공(water proofing · WP), 직물이 물에 젖지 않고 물을 튕기는 성질을 부여하는 통기성 방수가공, 즉 발수가공(water repellent finish · WR), 직물에 투습성과 방수성을 동시에 주는 투습방수가공(moisture transpiration & water proofing)이 있다.

불통기성(不通氣性) 방수가공은 직물의 섬유 상호간 또는 실 상호간의 빈 틈새를 가공제로 메우거나 직물 전체를 코팅하여 물의 투과를 완전히 차단하는 방법으로 내수압성이 좋아 공기나 수증기의 유통도 불가능하게 된다. 따라서 의류용으로는 부적당하여 주로 커버시트, 천막, 범포, 우산지 등 산업용자재로 사용된다.

통기성 방수가공, 다시 말하면 발수가공은 직물을 구성하는 섬유를 소수성 물질인 발수제로 화학반응을 시키거나 피복처리하여 물의 젖음에 대하여 저항성을 주어 발수성을 발휘하도록 한 것으로 직물의 조직 틈새나 실의 간격은 공간으로 남아 공기, 수증기 등의 기체는 통과되나 물은 튕겨 붙지 않는다. 용도로는 우의, 방한복, 스키복에 이용된다.

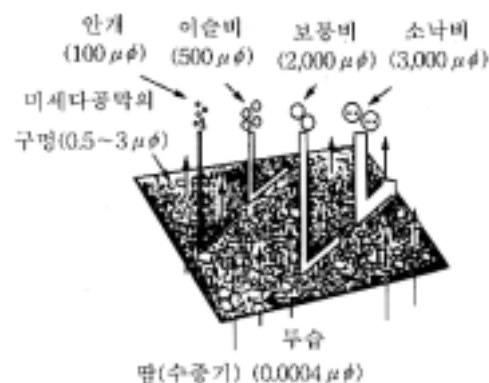
발수가공에는 일시적으로 발수성을 부여하는 방법과 영구적으로 부여하는 방법이 있다.

일시발수(一時撥水)는 섬유 표면에 유지 또는 파라핀, 알루미늄화합물 등 고분자 합성물을 부착시켜 주는 것이고, 영구발수(永久撥水)는 발수제와 섬유와의 사이를 화학결합시켜 주는 것으로 영구발수제에는 ①피리딘계(pyridine : velan, zelan), ②규소수지계(silicon resin계 : MHPS=methyl hydrogen polysiloxane), ③에틸렌요소계(ethylene urea계), ④불소화합물(scotch gard) 등이 있다.

최근 신소재로 개발된 투습방수 가공은 종래의 방수소재가 외부로부터의 물의 침입을 방지하는 성능은 가지고 있었으나 체내에서 발생하는 땀의 수증기를 외부로 발산시키는 성능을 줄 수 없었다. 이 때문에 착용 중에 발생

하는 땀의 결로에 의한 불쾌감을 없애주기 위하여 땀에 의한 수증기를 자연스럽게 외부로 방출시키면서 외부의 물이 내부로 침투되지 않는 투습성과 방수성을 겸비한 소재의 개발이 절실히 필요하게 되어 1980년대에 급속히 개발되어 투습방수가공 제품은 스키, 등산, 수영 등 스포츠용 의류뿐만 아니라 외의, 코트, 신발류, 산업자재까지 그 용도가 확대되었다.

투습방수가공 방법에는 ①비코팅형(극세사 고밀도직물에 강화 발수처리), ②코팅형(폴리우레탄 습식 미세다공피막법), ③PTFE(polytetrafluoro ethylene)필름 라미네이트형(PTFE 미세다공피막법 : Goretex), ④초투습성 폴리아미노산 코팅형 등이 개발되어 있다.



<그림1-152> 미세다공막의 구멍, 수증기, 빗방울의 크기

미세다공 막에 의한 투습방수성의 공통적인 원리는 그림1-152와 같이 수증기분자의 크기는 $0.0004\mu\text{m}$ 정도이고, 액체상태의 물입자의 크기는 $100\sim3,000\mu\text{m}$ 정도이다. 따라서 미세다공의 크기를 보통 $0.2\sim3\mu\text{m}$ 로 직물에 미세다공막을 만들어 주면 외부로부터 물입자의 침투를 막고(防水性), 내부로부터 발생하는 수증기는 미세다공막을 통하여 외부로 방출시키는(透濕性) 두가지 기능을 갖게 할 수 있다. 그러나 이것만으로 투습성은 만족스럽게 이루어지더라

도 방수성의 보장은 없다. 그러나 이것만으로 투습성은 만족스럽게 이루어지더라도 방수성의 보장은 없다. 방수성은 미세다공의 내벽에서의 소수성에 있고, 그렇지 않으면 모세관현상에 의하여 물이 침투하므로 미세다공의 구조와 크기를 잘 설계해야 한다.

1.6.5.5 발오(拔汚) · 방오(防汚)가공

자연계에는 오염물질의 종류가 매우 많고 또한 오염물질의 부착메커니즘(mechanism · 機構)도 복잡다양하므로 한가지의 방법으로 모든 오염물질의 부착을 방지하거나 오염된 물질을 섬유에서 제거하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 오염물질의 종류나 그 부착 메커니즘에 맞추어 발오 · 방오가공법을 선정하여 행할 필요가 있다.

면섬유는 물도 기름도 잘 스며드는 성질을 갖고 있는데, 이것을 친수성(親水性), 친유성(親油性)이 있다고 말한다. 이에 대해 합성섬유는 소수성이면서 친유성이 있다. 면의 경우에는 기름이 묻어도 세제를 용해한 물을 사용하면 기름이 섬유로부터 제거되는 경우와 제거되지 않는 경우가 있는데, 처음부터 기름이 스며들지 않게 가공하면 편리하다.

발오가공(soil release finish · SR)은 일단 부착한 오염물질을 세탁 등에 의해 쉽게 떨어져 나가도록 하고 오염물질이 재부착되지 않도록 만들어 주는 가공방법이고, 방오가공(soil resistant finish · SR)은 적극적으로 수성오물(잉크, 커피, 주스 등)과 유성오물(식용유, 기계유, 그리스 등)에 의해 더러워짐을 방지할 목적으로 직물에 발수성과 발유성을 부여하는 가공방법이다.

이와 같은 발오가공의 실제 예를 우리 가정생활에서 찾아보면 우리 민족은 먼 옛날부터 무명옷에 풀을 먹이고, 그것을 다시 다듬이질하는 것은 그 주목적이 흰옷을 여러 번 세탁하더라도 더러움이 쉽게 제거되어 오래도록 고상한 백색을 가지게 하는 지혜로서 우리 조상의 피복관리에 대한 슬기를

벗볼 수 있다.

방오가공은 발유가공이라고 부르기도 하며, 불소에 화합물로 처리하는 스코치 가드(scotch gard)가공(미국 Minnesota Mining & Manufacturing Co. · 3M) 및 Dupont사의 제펠(zepel)가공 등에 의하여 면직물에 강력한 발수성과 발유성을 동시에 부여할 수 있다. 또한 합성섬유의 방오가공방법은 합성섬유와 같이 소수성이면서 친유성인 섬유는 일단 유성오물이 묻으면 물속에서 세탁해도 떨어지기 어렵다. 그래서 섬유의 표면에 친수성을 부여하면 오염된 것이 세탁할 때 떨어지기 쉽게 된다. 면은 본래 친수성이므로 오염물이 떨어지기 쉽지만 그래도 고도의 수지가공을 하게 되면 친수성을 손상시키는 일이 있을 수 있으므로 이 가공을 행할 수가 있다.

1.6.5.6 친수화가공(親水化加工)

합성섬유는 그 우수한 성능 때문에 수요가 격증되어 왔으나 반면에 섬유 자체가 소수성이기 때문에 오염되기 쉽고, 땀의 흡수가 어렵고, 대전성이 큰 것 등 여러 결점이 있어 합성섬유의 방오성, 대전성, 흡습성을 개선할 목적으로 친수화하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

(1) 흡수가공

면섬유는 원래 흡습성에서 뛰어난 섬유이지만 촉감을 좋게 하거나, 기타 기능성을 부여하는 과정에서 흡수성을 손상시키는 경우가 있다. 그러므로 흡수성이 좋은 고흡수성 타월을 만들기 위해서는 다음과 같은 점에 유의할 필요가 있다.

- ① 면섬유, 면타월의 왁스 등을 완전히 제거하고,
- ② 왁스 · 유분(油分)을 완전히 제거하면 촉감이 까칠까칠해져 유연제를 사용하는 경우는 친수성 유연제를 사용하고,
- ③ 실의 꼬임을 방직에서 최소화하고,

④ 섬유의 표면에 물이 잘 확산하도록 계면활성제로 표면장력을 적게 하여 주는 것 등의 방법을 유효적절하게 조합할 필요가 있다.

합성섬유의 흡수가공은 넓은 의미에서 흡습성과 흡수성을 향상시키는 가공으로 ①섬유 중에 친수성의 화합물을 혼합 첨가하는 방법, ②섬유를 직접 팽윤 또는 미세다공성으로 하는 방법, ③섬유를 친화성화합물로 피복하는 방법 등이 있지만 후가공의 방법은 내구성에 문제가 있다.

흡수성 향상의 이점은 속옷의 경우 땀을 잘 빨아들여 끈적끈적하게 피부에 붙지 않으며, 다소의 대전방지성도 부여되고, 세탁도 쉽고, 재 오염이 적어지고, 촉감이 개선되는 것이다.

(2) 흡한(吸汗), 속건성(速乾性) 향상 가공

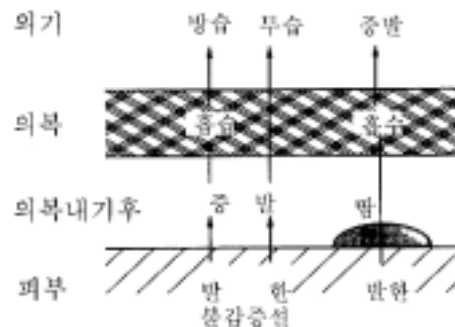
면은 땀을 잘 흡수하지만 건조는 늦게 되는 반면 합섬은 소수성으로 빨리 건조된다. 면이나 합섬이 외기의온도와 습도가 동일한 조건하에서 물이 일정한 면적에서 증발하는 속도는 일정하다. 그래서 증발하는 표면적이 동일한 것이라면 직물이 건조하는 속도는 물의 양에 따라서 변한다.

물의 양이 많으면 당연히 건조시간은 그만큼 여분으로 더 걸린다. 합섬이 빨리 건조가 되는 것은 실이 먹은 물의 양이 적기 때문이다. 면은 섬유 속까지 물을 흡수하는 것에 비하여 합섬은 표면에만 물이 머물러 있으므로 보수량이 적어 전도도 빠른 것은 당연하다.

면직물도 수지가공에 의해 섬유의 속까지 거의 물이 들어가지 못하게 하므로서 건조성을 빠르게 할 수가 있다. 결국 거의 물을 흡수하지 않도록 용도에 따라 가공을 할 수 있다. 또한 땀을 흘렸을 때의 ‘젖은 느낌’을 없애 주는 것은 스포츠용 의류 또는 여름용 의류의 쾌적성에 필요한 기능이다.

그림1-153에서 땀의 이동경로를 보면 옷이 피부에서 땀을 흡수하여 외부로 발산시키지만 피부쪽의 젖은 옷이 거의 피부에 접촉하지 않는 쪽이 기분이

좋다. 그래서 피부쪽에는 부분적으로 흡수성이 낮은 섬유를 사용하고 적당한 분량만큼 흡수성이 큰 면섬유를 배치하는 한편 땀을 발산시키는 바깥쪽은 전부 면을 사용한다. 그러면 땀은 흡수성이 있는 섬유를 따라 이동하여 바깥 쪽으로 나가 발산되고, 피부와의 접촉부분의 땀이 줄어들어 ‘젖은 느낌’은 거의 없게 된다. 흡수성이 낮은 섬유로서 합성섬유를 사용할 수도 있지만 제품에 따라서 흡수성이 낮게 면을 가공하여 사용하면 면 100%의 제품이 될 수 있다.



<그림1-153> 땀의 이동경로

1.6.5.7 신축성(stretch) 부여 가공

면직물은 원래 스트레치성(伸縮性)은 거의 없지만 다음과 같은 방법으로 스트레치성을 부여할 수가 있다.

(1) 코어 방적사(core spun yarn · CSY)

탄성사인 스판덱스(spandex · 폴리우레탄섬유)의 필라멘트(filament)를 정방기의 프론트 롤러(front roller)에 공급하여 이것을 심사(芯絲)로 하고, 여기에 면섬유로 그 주위를 둘러싸면서 방출한 실을 코어사(core yarn)라고 한다.

습열처리 후의 신도는 50~150%이다. 신축성을 자유롭게 조절할 수 있고, 가는 실이나 벌키(bulky)성이 있는 실까지 만들 수 있다. 용도는 양말사, 와

이셔츠, 데님용 등으로 쓰인다.

(2) 커버드사(covered yarn · 피복사)

커버링기를 사용하여 탄성사(elastic yarn)를 적절히 신장(1.2~4배)하여 심사로 하고, 그 둘레에 다른 실을 감은 것으로 심사를 한겹으로 감은 것(single covered yarn · SCY)과 두겹으로 감은 것(double covered yarn · DCY)이 있다. 심사로서 폴리우레탄 탄성섬유의 필라멘트에 면사를 커버링하여 주로 데님에 사용한다. 이렇게 제직된 데님직물은 중량비로 면 95%~98%, 스판덱스 2~5% 정도로 구성되어 면직물 본래의 성질 그대로이면서 높은 신축성을 갖는다.

(3) 이완(弛緩) 머서화가공(slack mercerization)

무긴장 머서화가공으로 1.3.8.3절의 (4)에서 설명하였듯이 면사 또는 면직물에 장력을 주지 않은 채 가성소다용액에 처리하면 면섬유는 원형으로 부풀면서 길이방향이 수축되어 그 결과 꽤 우수한 신축성이 있게 된다. 보통 이 가공 후에 수지가공을 행하여 고정시키며, 면직물에 이 같은 가공을 하게 되면 경사방향으로 신축성을 갖는 직물이 될 수 있다.

1.6.5.8 방염(防炎)가공

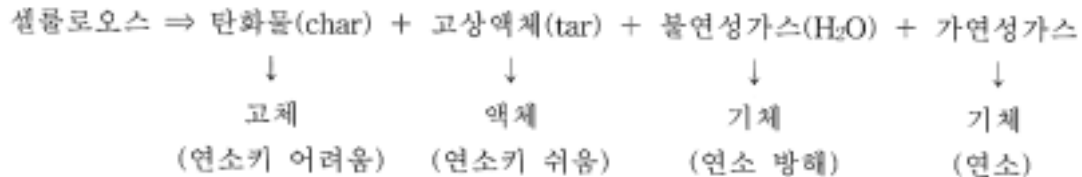
방염가공(flame retarding finish)을 방화가공(flame proofing finish)또는 난연가공(fire retardant finish)이라고도 불리며, 이 가공은 섬유에 어떤 가공제를 첨가해 주므로써 불꽃을 접촉시켰다가 제거했을 섬유 스스로 불꽃을 내며 연소하는 것을 방지 또는 억제하도록 하는 가공방법으로 유리섬유나 석면과 같이 완벽하게 불연소되도록 만드는 것은 곤란하다.

섬유의 방염가공은 종래에는 주로 셀룰로스섬유를 중심으로 발전하여 왔다. 면, 마, 레이온은 셀룰로스섬유로 끓는 물이나 다리미의 열에는 강하지만 불꽃에는 불이 붙어 연소하기 쉽다.

우선 면섬유에 방염성을 부여하기 전에 셀룰로스의 연소상태 물질을 분해

하여 보면 표1-25와 같다.

<표1-25> 셀룰로스섬유 연소기 발생물질



셀룰로스섬유가 불이 붙어도 그 부분만 단지 타버리면서 불꽃을 내고, 타지 않도록 억제시켜 불은 꺼지고, 연소가 계속되지 않도록 하기 위해서는 ① 가연성 가스상태 물질의 생성을 가능한 한 적게 만들어 주고, ② 탄화물 생성량의 증가를 방지할 것 등의 조건을 고려할 필요가 있다.

방염가공에는 일시적으로 방염성을 부여하는 방법과 반복세탁을 해도 방염성을 유지하는 내구성 방염가공 방법이 있다.

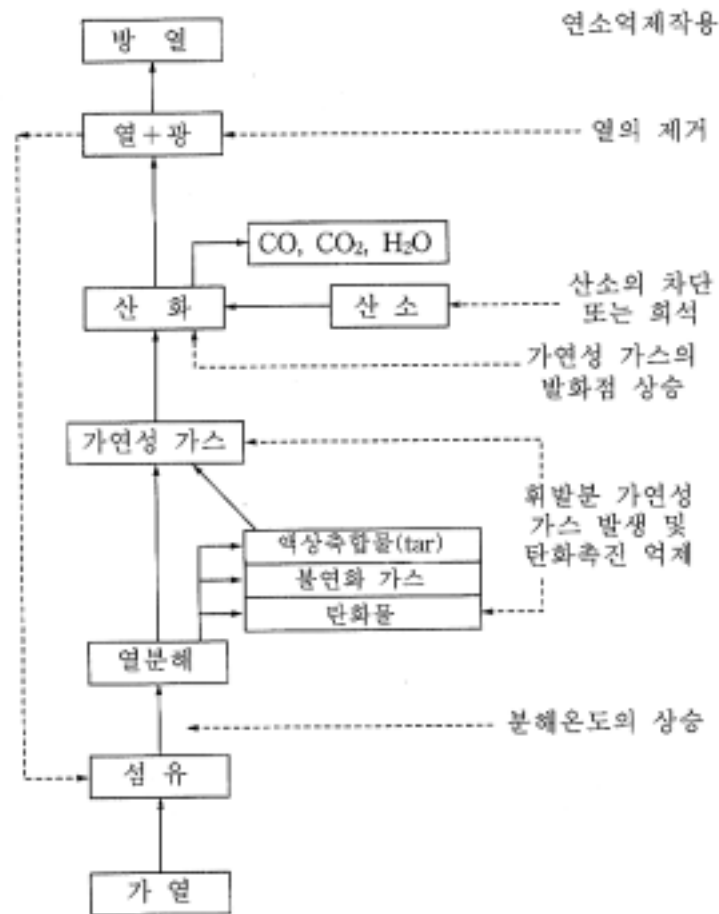
(1) 일시적 방염가공

일시적으로 방염성을 가지게 하는 것이 방염제의 수용액을 패드-건조방식으로 가공한다. 방염의 원리에는 다음과 같은 것이 있다.

① 섬유의 표면에 피막을 만들어 가연성의 가스가 밖으로 나오지 않게 하고 또한 공기가 들어오지 않도록 하여 연소하는 것을 막아준다.(붕소유도체로 붕산, 붕사, 인산암모늄염, 인산, 요소)

② 섬유의 표면을 단열성이 있는 재료로 덮어 섬유의 열분해는 방해한다.(산화철, 산화납, 산화주석, 안티몬염, 사염화티탄)

③ 불꽃을 만나 불연성 기체를 내는 가공제를 사용한다.(탄산암모늄, 염화마그네슘) 이들은 방염성은 뛰어나지만 세탁을 하면 효력이 떨어진다.

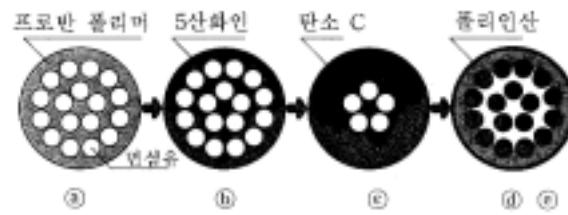


<그림1-154> 검유의 연소과정과 연소를 정지시키는 방법

(2) 내구성 방염가공

셀룰로스검유에 사용되는 내구성 방염제에는 THPC(tetrakis hydroxymethyl phosphonium chloride), THPOH(tetrakis hydroxymethyl phosphonium hydroxide), THPS(tetrakis hydroxymethyl phosphonium sulphate), 인산염, 인산아미드, 인산비닐유도체, APO 대부분이 수지가공제와 병용하여 셀룰로스의 OH기 가교결합을 형성하는 반응형태를 취하나 태, 물성 및 내세탁성 등이 문제점이다.

프로반가공(Proban process)은 영국 Albright & Wilson사에서, 피로바텍스가공(Pyrovatex Cp)은 스위스 Ciba-Geigy사에서 개발한 것으로 방염원리는 그림1-155와 같이 아주 잘 되어 있다.



<그림1-155> 방염가공의 메커니즘

프로반가공을 예로 들면 프로판 폴리머는 인과 질소의 화합물로 불에 접촉하면 인과 질소로 분해하여, 인은 산화하여 탈수작용을 갖는 5산화인(P_2O_5)으로 되고, 면섬유에서 수분을 빼앗아 탄화되는 것과 동시에 폴리인산(sodium polyphosphate)도 되어 공기를 차단하는 물질로 변하여 탄화된 섬유를 완전히 둘러싸버려 그 이상 연소하지 않게 된다. 불로부터 떨어지면 그대로의 상태로 머물러 그 이상의 연소는 되지 않는다. 프로반가공법은 Albright & Wilson사가 라이선스를 갖고 있는 가공법이지만 피로바텍스 가공법은 특허시효가 끝나버려 많은 회사가 똑 같은 가공제를 사용하여 각자의 가공방법과 상표로 제품화하고 있다.