비 C8 타입 불소계 화합물을 이용한 내구성 발수가공 (2)

3. 비불소계 내구성 발수가공

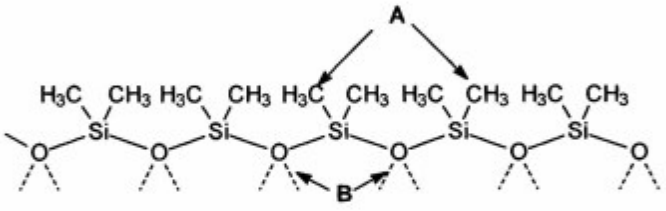
불소계 가공 및 코팅의 대안으로 왁스, 파라핀 (ecorepel), 폴리우레탄 (Purtex WR), 덴드리머 (BIONIC-FINISH ECO), 실리콘 등이 사용되고 있다.

(1) 실리콘

표면장력이 낮고, 주쇄가 유연하며, 열안정성이 우수한 선형의 폴리디메틸실록산은 섬유가공 분야에 주로 사용되고 있다. 실리콘이란 일부 메틸기가 다른 작용기로 치환된 구조의 분지형 고분자, 수지물질, 가교된 엘라스토머 등을 포함한다.

실리콘계 발수제는 상대적으로 저농도를 사용하여도 높은 발수성을 부여하며, 세탁이나 드라이크리닝에서 내구성을 나타낸다.

실리콘계 발수제는 낮은 표면장력을 가지며, 섬유에 쉽게 흡수 및 확산되기 때문에 내구성 발수가공제로 사용되고 있다. <그림 1>과 같이 실리콘 분자의 극성 산소 원자들은 섬유의 표면과 수소결합을 형성하고(A), 소수성 메틸기들은 표면으로 배향되어(B) 발수성을 나타낸다.



<그림 1> 섬유 표면의 폴리디메틸실록산

Dow Corning사의 실리콘계 발수제는 2가지 형태가 있다 :

(a) 탄성 폴리디메틸실록산 중합체 – 탄성 중합체를 섬유에 부착시키고, 유연성을 부여하기 위해 경화시켜 보호 멤브레인을 형성

(b) 흡수방지재 – 반응성 실란기 및 가교 측쇄를 가지는 실록산 수지를 함유하는 화합물을 사용

용제형 반응 실리콘 유체인 Dow Corning 2202A와 같은 물질은 섬유 깊이 침투하여 화학적으로 결합하기 위해 작은 분자구조를 가진다.

Dow Corning사는 최근 발수성능과 내구성이 우수하고, 수용성 얼룩을 방지할 뿐만 아니라 부드러운 촉감까지 부여하는 실리콘계 가공제인 Dow Corning DWR-7000 Soft Hydro Guard를 개발하였다. DWR-7000 Soft Hydro Guard는 시험검사를 통해 세탁 30회 이상에서도 성능을 유지하여 기존 불소계 발수제 가공보다 내구성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 불소계성분이 없을 뿐만 아니라 용제와 알킬페놀 에톡실레이트(APEOs)도 포함하지 않는다.

그 밖의 실리콘계 내구성 발수제인 WACKER FINISH WS 60 E는 수성 실리콘의 매크로 에멀젼 형태로 모든 섬유소재의 제품에 원하는 발수성을 부여할 수 있으며, CATALYST C 38과 결합하여 통기성을 유지하면서 촉감을 부드럽게 할 수 있다.

Rasil Chemicals사의 2성분 혼합가공제인 Ultrafa WRA는 Ultrafab WRB 바인더와 결합하여 내구성을 나타내는 실리콘계 발수제이다.

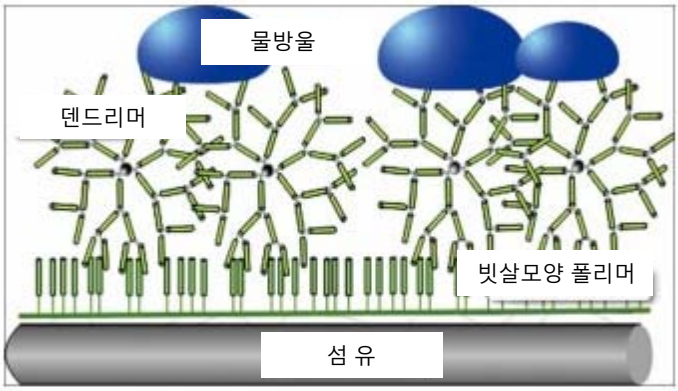
(2) 덴드리머

덴드리머는 다기능성 작용기의 단위구조가 반복해서 결합된 분지형 고분자이다. 반응을 특정하게 조절하여 단계별 합성의 말단에 소수성 잔기를 부여하며, 초고밀도의 발수성 작용기를 형성할 수 있다. 이러한 하이퍼브랜치

소수성 고분자들은 매우 성능이 우수하며, 네트워크 구조 때문에 자가 조직화, 결정화되는 경향이 있다.

Rudolf사의 덴드리머계 가공제인 RUCO-DRY DWR은 말단에 메틸기를 갖는 다수의 소수성 잔기를 가지고 있으며, 열처리 중에 탄화수소 기질에서 자가 조직화하여 정렬된 공결정을(co-crystallisation) 형성한다. 그린피스 시험보고서에 따르면 결정화한 메틸기의 표면은 기존 불소계 가공제와 마찬가지로 균일한 발수효과를 나타낸다고 한다. 또한 이러한 내구성 발수가공들은 내마모성과 세탁내구성이 우수하고, 용매가 필요 없으며, 환경친화적이다.

Rudolf사의 BIONIC FINISH ECO는 덴드리머뿐만 아니라 <그림 2>와 같은 빗살모양 폴리머도 함께 사용하고 있다. 이 가공은 H&M, Glenmuir, Stellini Textile Group, Gore-Tex 등 주요 섬유 및 의류업체에서 사용 중이며, Sympatex Technologies 에서도 가공이 적용된 제품을 판매하고 있다.



<그림 2> BIONIC FINISH ECO의 개략도

(3) 왁스계 내구성 발수가공제

Schoeller사는 오일 분비물을 생성하여 깃털에 발수성을 부여하는 오리에서 영감을 얻어 ecorepel을 개발하였다. ecorepel은 섬유나 필라멘트, 실을 가공제

에 침지시켜 얇은 막 형태의 생분해성 파라핀 사슬을 나선형으로 둘러싸도록 하여 자연을 정확하게 모방하고 있다. ecorepel 가공 제품은 물방울뿐만 아니라 표면장력이 높은 진흙물에도 발수성을 나타낸다. 또한 통기성에 영향을 주지 않으며, 부드러운 촉감도 그대로 유지시켜 준다.

불소계 화합물을 사용하지 않기 때문에 OECD 302B에 따라 생분해되고 (80~100 %), Oeko-Tex Standard 100 test에 합격하였으며, bluesign 인증을 받았다.

<그림 3> Schoeller사의 내구성 발수가공

♣ ATA Journal for Asia on Textile & Apparel, Apr 2014