

استفاده از مواد افزودنی در تولید الیاف بشر ساخت و بی بافت ها

ترجمه: آزاده موحد

است. این الیاف دارای میزان جذب کافی نبوده که این امر باعث بروز چالش در زمینه ی انتخاب جاذب های فرابنفش می شود. اغلب برای عملکرد بهینه از سیستم های ترکیبی استفاده می شود.

پیگمنت ها به ویژه کربن بلک یا دوده به عنوان محافظ در برابر امواج فرابنفش شناخته شده هستند. به منظور عملیات تثبیت سازی مناسب نیز انتخاب صحیح دی اکسید تیتانیوم ضروری به نظر می رسد. پیگمنت های ارگانیک و غیر ارگانیک دارای سطوح مختلفی از محافظت در برابر فرسایش در اثر هوا می باشند. شکل ۱ اثر تثبیت کنندگی دو سیستم UV بر روی الیاف پلی استر dpf ۴ و شکل ۲ اثر دو بسته ی UV در فرمولاسیون چمن مصنوعی سبز را نشان می دهد.

منسوجات دارای خاصیت کند کنندگی شعله یا FR نظیر پارچه های پرده ای و رومبلی، کالای خواب و فرش و موکت در هتل ها، آپارتمان ها و وسایل نقلیه کاربرد دارند. استفاده از ترکیبات هالوژن دار همان خاصیت کند کنندگی شعله را ایجاد می کند. این مواد در ترکیب با تری اکسید آنتی موآن به عنوان یک کند کننده ی شعله ی ارزان و موثر در پلاستیک های FR کاربرد دارند. البته در حال حاضر استفاده از آن ها به دلیل مسایل زیست محیطی چندان رایج نیست.

کند کننده های معدنی معمولاً به دلیل حجم بالای مورد نیاز برای مواد افزودنی در منسوجات و بی بافت ها کاربرد ندارند. از قدیم در صنایع الیاف مصنوعی و به ویژه پلی استر از فسفر به عنوان ماده ی FR استفاده می شده است. برای ایجاد خاصیت کند کنندگی شعله در الیاف بشر ساخت از جمله نایلون و پلی پروپیلن معمولاً از فسفر و نیتروژن استفاده می شود. فسفرهای حاوی کومونومرها و الیگومرها در تولید پلی استر FR که دارای مقدار مشخصی فسفر می باشد، به کار می روند. بنابراین فسفر جزء جدایی ناپذیر پلیمر است و خاصیت کند کنندگی شعله را به صورت پایدار در الیاف ایجاد می کند. چنین محصولی معمولاً به صورت رزین تهیه و به صورت یک پلیمر خالص رسیده می شود.

در پی جستجو برای کسب عملکرد بهتر و همچنین با افزایش تقاضا برای الیاف بازبافتی، صنعت به دنبال این است تا با استفاده از مستریج نخ هایی با مقادیر مختلف از فسفر تولید کند

کمپانی امریکم ۱ در طول چند سال گذشته مشغول مطالعه و تحقیق پیرامون تولید مستریج برای ایجاد خاصیت کند کنندگی شعله در الیاف پلی استر بوده است. از فسفونات های

افزودنی ها نقش مهمی را در تولید و مصرف الیاف بشر ساخت از قبیل منسوجات، بی بافت ها و ژئوتکستایل ها ایفا می کنند. مواد افزودنی مختلف تامین کننده ی نیازهای مختلفی هستند از بهبود فرایند گرفته تا ایجاد خواص مشخص در محصول نهایی. به کارگیری افزودنی های تخصصی با وظایف خاص نظیر ضد میکروبا، کند کننده های شعله، تثبیت کننده های UV (فرابنفش)، آنتی استاتیک ها، ردیاب ها و غیره به دلیل استفاده ی گسترده از الیاف بشر ساخت در زمینه های مختلف رو به افزایش است. در این مقاله پیرامون افزودنی های عمل کننده و همچنین تکنولوژی رنگرزی سبز بحث و بررسی هایی انجام می شود. فرسایش الیاف و بی بافت ها در اثر هوا در بسیاری از زمینه های کاربردی آن ها نظیر فرش های موجود در محیط های اداری، پارچه های مورد استفاده در سایبان و دارای مصارف خارجی، چمن مصنوعی و ژئوتکستایل ها از اهمیت زیادی برخوردار است. فرسایش ترکیبی از اثرات فیزیکی و شیمیایی منسوجات است که هنگام قرار گیری آن ها در محیط های خارجی بروز می کند.

مواد اولیه ی پلیمری مورد استفاده در تولید الیاف مصنوعی نسبت به حرارت و نور خورشید حساس بوده و لازم است تا در هنگام انجام فرایند بر روی آن ها و مصارف طولانی مدت تثبیت شوند. تشعشعات فرابنفش تأثیر زیادی بر عمر مفید منسوجات دارند. علاوه بر آن رطوبت و اکسیژن نیز بسته به شیمی پلیمر بر فرسایش آن ها تأثیر گذار است. تجزیه ی الیاف و مواد اولیه ی منسوجات به صورت تغییر در خواص فیزیکی و مکانیکی آن ها و همچنین زرد شدن پلیمر ظاهر می شود.

به منظور محافظت از منسوجات در برابر آسیب های ناشی از امواج فرابنفش می بسته به شیمی پلیمر از تثبیت کننده های نوری بازدارنده ی آمین (HALS) یا جاذب های فرابنفش استفاده کرد.

جاذب های فرابنفش همان طور که از نامشان پیداست امواج مضر فرابنفش را جذب کرده و انرژی را در طول موج پایین تر آزاد می کنند. از سوی دیگر HALS ها به عنوان یک اسکاونجر (یک ماده ی شیمیایی که به ترکیب اضافه می شود و ناخالصی ها و یا محصولات ناخواسته ی واکنش را جدا می کند) رادیکال آزاد یا تجزیه کننده ی هیدروپراکسیدی عمل می کرده و اثرات مضر امواج فرابنفش را دفع می کنند.

بیشتر الیاف مورد استفاده در فرش ها و منسوجات بسیار ظریف هستند و ضخامت آن ها از حدود ۲ دنیر در فیلامنت (dpf) تا ۲۰ دنیر بر فیلامنت (۱۰ mμ تا ۴۵ mμ) متغیر



فلزی و اخیراً پلی فیفونات ها برای ایجاد این خاصیت در الیاف و منسوجات پلی استری استفاده می شود.

کمپانی امریکم چندین محصول سفارشی و استاندارد را که بر پایه ی فسفر بوده و دارای خاصیت کند کنندگی ذاتی، پایدار و زیست سازگار هستند برای استفاده در الیاف پلی اتیلن ترفتالات (PET) و پلی تری متیلن ترفتالات (PTT) عرضه کرده است.

در شکل ۳ تست سوختن عمودی نمونه های حاوی ۷/۵٪ مستریج امریکم در مقایسه با پلی اتیلن خالص و پلی اتیلن FR نشان داده شده است.

برای ایجاد خاصیت کند کنندگی شعله در پلی آمید ۶ (PA)، پلی آمید ۶/۶ و پلی پروپیلن (PP) تکنولوژی های بر پایه ی نیتروژن و نیتروژن/فسفر عرضه شده است. البته این تکنولوژی ها بر خلاف تکنولوژی های به کار رفته در الیاف پلی استر چندان پیشرفته نیست. برای رفع نیازمندی های رو به رشد موجود در بازار فرمولاسیون های جدیدتری در حال عرضه می باشد.

در اطراف ما میکروالیافی وجود دارد که برخی از آن ها سودمند و برخی مضر هستند. رشد میکروب بر روی منسوجات باعث بوی بد، رنگ پریدگی و در بعضی مواقع از بین رفتن خواص آن منسوج می شود. مواد مغذی موجود در عرق بدن انسان، گرمای بدن، رطوبت و تاریکی محیط مناسبی را برای رشد میکروب ها فراهم می آورد.

تقاضا برای منسوجات و بی بافت های ضد میکروب در زمینه های کاربردی مختلف بسیار گسترده و رو به رشد است. موارد کاربردی این منسوجات علاوه بر زمینه های پزشکی و بهداشتی، مشتریان و مصرف کنندگان امروزی را نیز شامل می شود که برای جنبه ی "تمیزی و بهداشتی بودن" منسوجات اهمیت زیادی قابل هستند. در نتیجه استفاده از منسوجات ضد میکروب در پوشاک روزمره، لباس زیر، جوراب و منسوجات خانگی به امری معمول بدل شده است.

منسوجات حاوی افزودنی های ضد میکروبی باید در مقابل طیف وسیعی از میکروب ها مقاوم بوده و بعد از چند بار شستشو نیز اثر خود را از دست ندهند. با وجود چندین راهکار موجود برای ضد میکروبی کردن منسوجات، استفاده از مواد ضد میکروبی بر پایه ی نقره مناسب ترین روش برای استفاده در الیاف بشر ساخت تشخیص داده شده است.

افزودنی های ضد میکروبی به کار رفته در الیاف مهم نظیر پلی استر و پلی آمید که در دماهای بین ۲۷۰ تا ۲۹۵°C ذوب رسی می شوند باید در این دماها پایدار بوده و اثر خود را از دست ندهند.

مواد ضد میکروبی بر پایه ی نقره به دلیل پایداری حرارتی خود می توانند در طول عملیات ریسندگی الیاف مصنوعی به آن ها افزوده شوند. علاوه بر آن افزودنی ها تبدیل به جزئی از الیاف می شوند و پایداری آن را افزایش می دهند.

جدول ۱ نشان دهنده ی کارایی مستریج های ضد میکروب امریکم در پلی اتیلن است. فاکتور نمونه/CFU نشان دهنده ی واحد تشکیل کلونی برای هر نمونه است.

الیاف آنتی استاتیک و منسوجات بی بافت دارای زمینه های کاربردی گسترده ای می باشند از جمله پارچه های تمیز کننده، فرش و منسوجات پزشکی. عوامل آنتی استاتیک باعث کاهش اثر ذاتی الکترواستاتیک در الیاف می شوند. این عوامل را می توان به دو گروه مهاجر و دایمی طبقه بندی کرد. دسته ی اول معمولاً در بی بافت ها و موارد دارای کاربرد کوتاه مدت کاربرد دارند. چگونگی فرایند از طریق جذب آب و ایجاد یک مسیر رسانا برای پراکنده کردن تجمع بارهای الکتریکی است. معمولاً مقدار رسانایی الکتریکی به دست آمده در سطح الیاف در محدوده ی 10^{11} تا $10^{12} \Omega/sq$ است.

در مورد الیاف آنتی استاتیک به کار رفته در فرش باید گفت که رسانایی الکتریکی این الیاف باید پایین تر باشد و از مواد آنتی استاتیک دایمی در آن ها استفاده کرد. این ویژگی معمولاً در ذرات رسانا نظیر کربن بلک یا دی اکسید تیتانیوم پوشش دهی شده با آنتی موان یافت می شود. عامل رسانا با استفاده از تکنولوژی دو جزئی در الیاف قرار می گیرد و خاصیت آنتی استاتیک پایدار را در آن ها ایجاد می کند. یک نمونه ی متداول از پارچه های بی بافت آنتی استاتیک در جدول ۲ نشان داده شده است.

تکنولوژی رنگرزی سبز

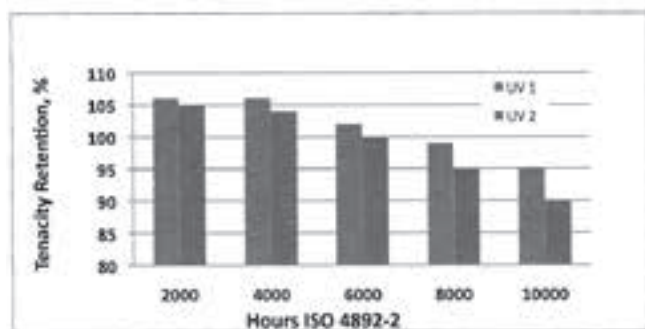
الیاف PET که معمولاً به پلی استر اطلاق می شود مهم ترین الیاف بشر ساخت بوده و با تولید بیش از ۵۰ میلیون تن فیلامنت و الیاف استپیل پلی استر در سال ۲۰۱۲، بزرگ ترین بخش صنایع الیاف مصنوعی را به خود اختصاص می دهد. این الیاف همچنین در سال های اخیر کاربرد گسترده ای در صنعت فرش و موکت پیدا کرده است.

در صنایع الیاف مصنوعی، فاکتور پایایی در راس استراتژی های رو به رشد قرار می گیرد. برای تحقق این امر راه های زیادی وجود دارد از الیاف گرفته تا پلی استر بازیافتی، پلی استر زیستی و همچنین توسعه ی پایدار در تولید و فرایند الیاف و نخ ها.

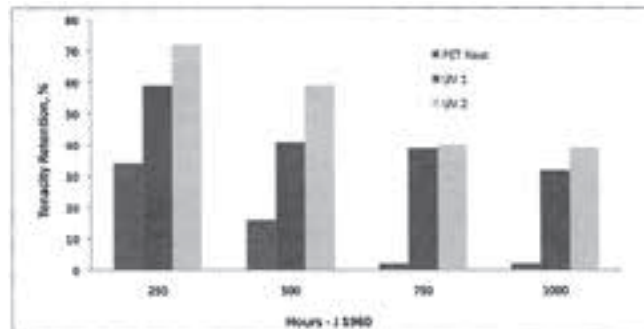
از آن جایی که حجم بالایی از منسوجات و فرش های پلی استری مورد رنگرزی قرار می گیرند در نتیجه رنگرزی زیست سازگار این منسوجات از اهمیت بالایی برخوردار است. اضافه کردن پیگمنت ها یا رنگزاهای غیر قابل حل به محلول ریسندگی پیش از عبور محلول از اسپینرت یکی از روش های دوستدار محیط زیست برای رنگرزی پلی استر و سایر الیاف بشرساخت و منسوجات بی بافت می باشد.

در این فرایند رنگزا در مرحله ی عبور از اکستروژن در فرایند تولید الیاف به صورت مستریج به مذاب پلیمری افزوده می شود. بنابراین رنگرزی و ریسندگی الیاف در یک مرحله و بدون استفاده از آب حاصل می شود. در نتیجه اثرات نامطلوب زیست محیطی کاهش یافته و نیازی به خارج کردن پساب ها نیز نمی باشد، ضمن این که یک روش مقرون به صرفه نیز هست. علاوه بر آن نخ های رنگرزی شده به این روش در مقایسه با نخ های رنگرزی شده به روش سنتی دارای مزایای زیر هستند:

- ثبات رنگی بیشتر در برابر نور، سفیدگری و گذشت زمان



شکل ۲- عملکرد دو سیستم UV بر روی فرمولاسیون چمن سبز مصنوعی در هنگام قرار گیری در معرض اشعه ی فرابنفش



شکل ۱- عملکرد دو بسته ی تثبیت کننده ی UV بر روی پلی استر طبیعی ۴ dpf (۱۴ μm) در هنگام قرار گیری در معرض اشعه ی فرابنفش

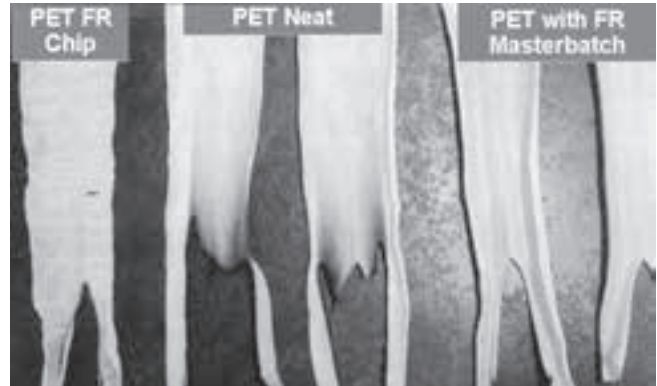


رنگریزی الیاف بازیافتی به روش ذکر شده یک گام رو به جلو در عرصه ی رنگریزی سبز است. PET مهم ترین پلیمر بازیافتی در جهان به شمار می رود. پیش از این پلی استر بازیافتی در تولید الیاف سیاه کاربرد داشته است. البته با پشرفت های اخیر در عرصه ی بازیافت، این الیاف در رنگ های متنوع و افزودنی های مختلف کاربردهای زیادی دارند. پلی استر بازیافتی معمولاً دارای ته رنگ زرد بوده و گاهی باید برای بهبود فرایند پذیری ویسکوزیته ی ذاتی آن را افزایش داد. زمانی که از این الیاف در ظاهر طبیعی آن ها و به رنگ سفید استفاده می شود، کمی کدر به نظر می رسند.

کمپانی امریکم ماده ی افزودنی جدیدی را عرضه کرده است که به پوشش دهی رنگ و افزایش ارزش محصول کمک می کند. این کمپانی همچنین در حال مطالعه بر روی تولید یک سیستم به کار گیری مواد افزودنی برای افزایش ویسکوزیته ی ذاتی رزین می باشد. بسیاری از تکنولوژی های استفاده از مواد افزودنی نظیر ضد میکروب ها و یا ایجاد محافظت در برابر اشعه ی فرابنفش را می توان بر روی الیاف بازیافتی به کار گرفت. تکنولوژی جدید مستر بیچ برای ایجاد خاصیت کند کنندگی شعله (FR) در کالا به طور خاص برای الیاف پلی استر بازیافتی طراحی شده است و خواص نظیر رزین خام پلیمریزه شده ی FR ایجاد می کند. خصوصیات دیگری نیز وجود دارد که در الیاف و بی بافت ها مطلوب است نظیر زبردست نرم، رنگریزی عالی (به ویژه در مورد پلی استر)، ضد لک بودن برای فرش و موکت و غیره. بسیاری از این ویژگی ها نیازمند طراحی سفارشی هستند و به صورت موردی قابل تولید می باشند.

مرجع

Dr. Vaman G.Kulkarni, "Additive Solutions for Manmade Fibers and Nonwoven Materials", International Fiber Journal, August 2013



شکل ۳- نتایج تست سوختن عمودی الیاف پلی استر حاوی ۷/۵٪ مستر بیچ در مقایسه با پلی استر خالص و الیاف پلی استر حاوی چیبس FR پلی استر

– زبردست بهتر و نرم تر نسبت به الیاف رنگریزی شده به روش سنتی و قابل مقایسه با نخ های طبیعی رنگریزی نشده

– امکان تولید محصولات سفارشی با ترکیب رنگزا و مواد افزودنی نظیر ضد میکروب ها و غیره.

در این روش رنگریزی مستر بیچ ها نقش اصلی را ایفا می کنند. آن ها چیزی بیش از رنگزا هستند. مستر بیچ ها کیفیت رنگ، سازگاری LOT-TO-LOT را تعیین می کنند و این امکان را برای تولید کننده ی نخ فراهم می کنند که بتواند طول عمر بسته ی نخ را افزایش ، میزان پارگی در طول ریسندگی را کاهش و بازدهی را افزایش دهد. بیش از ۲۵ سال است که کمپانی امریکم مستر بیچ مورد نیاز برای این روش رنگریزی الیاف بشر ساخت به کار رفته در فرش و منسوجات را تامین می کند.

جدول ۱- عملکرد مستر بیچ ضد میکروب امریکم بر روی PET در نرخ مصرف ۳٪

زمان تماس (ساعت)	استافیلوکوک اورئوس ATCC 6538 نمونه CFU	اشریشیا کلی ATCC 8739 نمونه CFU
کنترل	$2/6 \times 10^5$	$2/7 \times 10^5$
۰ ساعت (C)	$2/5 \times 10^5$	$2/4 \times 10^5$
۰ ساعت (B)	$2/2 \times 10^5$	$2/6 \times 10^5$
۲۴ ساعت (A)	< ۱۰۰	< ۱۰۰
درصد تقلیل (R)	> ۹۹/۹۶	> ۹۹/۹۵

جدول ۲- تاثیر افزودنی های آنتی استاتیک بر روی پلی پروپیلن اسپان باند

مقاومت سطحی	STATIC DECAY NFPA 99	پلی پروپیلن اسپان باند
ASTM D-257	ثانیه	
Ohms/sq	ثانیه	
50% RH/20% RH	50% RH/20% RH	
$10^{14}/10^{14}$	تخلیه ی بار مشاهده نشد	پلی پروپیلن اسپان باند
$10^{13}/10^{11}$	$0/36/2/46$	پلی پروپیلن اسپان باند با آنتی استات ۱
ND	ND/0/22	پلی پروپیلن اسپان باند با آنتی استات ۲
ND=تعریف نشده		