



اطلاع‌رسانی

مروری بر روشهای دیرسوز کننده‌ی منسوجات و الیاف

مینو فضائلی

در سالهای اخیر مروره‌های بسیاری از تحقیقات صورت گرفته در فاصله‌ی زمانی بین ۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰، که اکثر ترکیبات تجاری دیرسوز کننده‌ی کنونی برای منسوجات و الیاف در این مدت به دست آمده‌اند، و همچنین سالهای پس از آن انجام شده است. در این فاصله‌ی زمانی تا سالهای حدوداً ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰، تکمیل‌های دیرسوز کننده‌ی پایدار و تثبیت شده‌ای برای الیاف پنبه و پشم و همچنین مواد افزودنی و کومونومرهای اعمالی در حین پروسه‌ی تولیدی الیاف نیمه مصنوعی مانند ویسکوز و الیاف مصنوعی مانند پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و مداکرلیک، سنتز شده و در قالب محصولاتی تجاری پذیرفته شدند. در حقیقت می‌توان به درستی بیان کرد که اکثر مواد دیرسوز کننده‌ی رایج مورد استفاده در منسوجات و الیاف، نتیجه‌ی تحقیقات شیمیایی سالهای قبل از ۱۹۸۰ هستند.

۱۹۵۰ تا ۱۹۸۰ دوران طلایی تحقیقات

چرا این دوره تا این اندازه پر ثمر بوده است؟ پاسخ به این پرسش دربرگیرنده‌ی آگاهی از این مطلب است که در ابتدا تکمیل‌های دیرسوز کننده‌ی پایدار در حین جنگ جهانی دوم به منظور کاربرد در البسه‌ی نیروهای خدماتی ابداع و به کار برده شدند و در زمان صلح نیز مفید واقع شدند، چرا که در این زمان مسئله‌ی امنیت شخصی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شد. از آن پس توسعه‌ی تجاری الیاف و منسوجات دیرسوز به واسطه‌ی قانون‌گذاری پیوسته پیشرفت می‌کرد. به طور مثال در آمریکا و انگلستان خطرات ناشی از قابلیت شعله‌وری البسه‌ی پنبه‌ای خواب سنتی کودکان نه تنها در فاصله‌ی زمانی ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ شناسایی شدند بلکه قوانینی به منظور کاهش مرگ و میر و آسیب کودکان در دهه‌ی ۱۹۶۰ در قالب قانون امنیت البسه‌ی خواب انگلستان متعلق به سال ۱۹۶۷ (بازبینی شده در سال ۱۹۸۵) وضع شدند که به موجب آنها البسه‌ی خواب کودکان باید از حداقل قابلیت شعله‌وری برخوردار باشند و تمامی لباسهای خواب باید با علائم امنیت در برابر آتش برجسب‌گذاری شوند. در آمریکا نیز در سال ۱۹۷۱ قانون‌گذاری مشابه صورت گرفت. این اصول امنیتی اولین انگیزه‌ی اصلی برای سرمایه‌گذاری و پیشرفت تکمیل‌های دیرسوز کننده‌ی منحصربفرد در آمریکا بوده‌اند. با این حال، اولین نوآوریها در خصوص ترکیبات پایدار بر پایه‌ی ارگانوفسفر به منظور استفاده در پارچه‌های پنبه‌ای از سال ۱۹۵۰ آغاز و سبب توسعه‌ی دیرسوز کننده‌های کنونی بر پایه‌ی نمک فسفونیوم (هیدروکسی‌متیل) تتراکسیس کراسلینک شده (اغلب بر پایه‌ی شیمی THPX) و مشتقات N-آلکیل

جانشینی شده با فسفونوپروپیون آمید شده‌اند. انگیزه‌ی دوم در این خصوص نیاز صنعت در حال رشد الیاف مصنوعی به تولید گونه‌های دیرسوز الیاف مرسوم بوده است. که به موازات آن، توسعه‌ی الیافی با مقاومت ذاتی در برابر حرارت و آتش نیز که اغلب بر پایه‌ی زنجیرهای پلیمری با ساختار حلقوی استوار بوده‌اند، مطرح بوده است. که از آن جمله می‌توان آرامیدها و الیاف پلی(متا-آرامید) نومکس را نام برد که در ۱۹۶۰ به عنوان یک لیف مورد استفاده در فیلترهای گاز داغ و سپس در محصولات نیچه چون البسه‌ی رانندگان ماشینهای مسابقه‌ای معرفی شد. پس از آن الیاف پلی (پارا-آمید)، کولار در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ به عنوان لیفی با مدول و استحکام بالا که از مقاومت بالایی نیز در برابر حرارت و آتش برخوردار بود، وارد میدان شد. تلاشهای آمریکا در فرستادن انسان به ماه تا سال ۱۹۷۰، سبب توسعه‌ی الیاف مصنوعی با مقاومت بالا در برابر حریق شد، چرا که از آنجایی که کپسولهای فضایی اولیه در سال ۱۹۶۰ از اتمسفر ۱۰۰٪ اکسیژن برخوردار بودند تا زمانی که آپولو ۱ در سال ۱۹۶۷ آتش گرفت و از آن پس اتمسفر این کپسولها از سطوحی از اکسیژن نزدیک به هوای محیط پر شدند. در سال ۱۹۷۱ ناسا؛ نومکس را به پوشش پرسنل سفینه‌ی فضایی اختصاص داد. در اواخر دهه‌ی ۱۹۶۰ پلی(بنزامیدازول) یا PBI به همراه سایر پلیمرهای لیفی پلی‌هتروسایکلیک ابداع شده و مورد استفاده قرار گرفتند. در این دوره‌ی زمانی تحقیقات قابل ملاحظه‌ای بر روی مواد حاوی فسفر به عنوان کاندیدهای احتمالی برای دیرسوز کننده‌های تجاری صورت گرفت. که می‌توان این تحقیقات را نتیجه‌ی دوران جنگ سرد و تشابه مواد تعاونی





گاز اعصاب حاوی فسفر با این دیرسوزکننده‌ها دانست. در این زمان بود که محصولات تجاری Fyrol که حاوی فسفر و یا فسفر- هالوژن بودند، ابداع شدند.

این دوران به راستی یک دوران طلایی بود که البته ملزومات بهداشتی و امنیت سلامتی در آن مورد نظر نبود، اما اکنون بسیاری به این نتیجه رسیده‌اند که تعداد زیادی از این مواد، کاملاً سمی هستند.

پیشرفت در اواخر دهه‌ی ۱۹۸۰ و دهه‌ی ۱۹۹۰

دوره‌ی بیست ساله‌ی بعدی، شاهد تحقیقات بسیار اندکی در خصوص گونه‌های شیمیایی منحصر به فرد بوده است و در اصل پیشرفت در حوزه‌ی بررسی شیمی مواد گذشته و آگاهی از خطرات زیست‌محیطی صورت گرفته است که به تشکیل دی‌اکسین در اثر سوختن پلیمرهای دیرسوز شده در حین بازیافت به همراه اثرات فعال زیستی برمی‌گردد. انگیزه‌ی اصلی برای توسعه در زمینه‌ی دیرسوزکننده‌ها در این دوران، قوانین انگلستان در سال ۱۹۸۰ در خصوص مقاومت پوششهای پارچه‌ای در برابر جرقه‌ی سیگار بوده است.

این قوانین در سال ۱۹۸۸ بازنگری شد که به موجب آن تمامی پارچه‌های مربوط به مبلمان خانگی در انگلستان باید از مقاومت در برابر آتش سیگار و کبریت، تحت شرایط آزمون در فوم پلی اورتان اصلاح نشده برخوردار باشند. این قوانین سبب توسعه و ابداع back-coatings با خواص دیرسوزکنندگی شدند که می‌توان آنها را برای هر پارچه‌ای به کار برد و از این رو امکان طراحی‌های گوناگونی را بسته به نوع کاربرد فراهم می‌آورد. در همین زمان بود که کاربرد فرمولاسیون‌های حاوی هالوژن مطرح شد اما در مدت زمان اندکی این ترکیبات به ویژه ترکیبات برم‌دار تحت فشارهای زیست‌محیطی قرار گرفتند. در این دوران نیاز به منسوجات دیرسوز تولیدکننده‌ی خاکستر و چالشهای مربوط به آن افزایش پیدا کرد.

پیشرفتهای سال ۲۰۰۰ به بعد

از سال ۲۰۰۰ زمینه‌های مورد علاقه در این خصوص عبارت بوده‌اند از:

- ۱- تلاش به منظور جایگزینی دیرسوزکننده‌های موجود با ترکیبات مقرون به صرفه‌تر از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی
- ۲- ارزیابی خطرات زیست‌محیطی کاربرد مواد دیرسوز کننده در منسوجات با تمرکز بر ترکیبات حاوی برم
- ۳- تلاش به منظور توسعه‌ی مواد دیرسوزکننده و تولیدکننده‌ی خاکستر برای الیاف مصنوعی مرسوم
- ۴- چالشها و امکانات ایجاد شده در استفاده از نانو تکنولوژی

در مقاله‌ای که در سال ۲۰۰۵ توسط Lewin ارائه شد، چالشهای پیش رو بررسی و معرفی شده است. یکی از نکات مورد توجه در این مقاله روشهای تکمیلی مربوط به دیرسوز کردن پنبه و نقش کاربرد همزمان گوگردی کردن و فسفوری کردن، شکستهای پیاپی در به دست آوردن تکمیلی مناسب جهت دیرسوز کردن مخلوط پنبه/پلی‌استر، نیاز به دیرسوزکننده‌های عمل کننده در فاز گازی جهت رقابت با گونه‌های مشابه حاوی هالوژن و نقش احتمالی

نانوکامپوزیتها است.

دیرسوز کننده‌های عاری از فرمالدئید برای محصولات سلولزی

یکی از اهداف مورد نظر محققان جایگزینی دو نوع مهم تجاری از مواد کندکننده شعله با ثبات برای کالاهای پنبه‌ای یا مخلوطهای غنی از پنبه است؛ یعنی ترکیبات بر پایه نمکهای اشباع تتراکیس(هیدروکسی متیل)فسفونیوم (THPX) و مشتقات N-متیلول دی‌متیل پروپیون آمید. محصول (Proban (Rhodia)، معرف دسته اول از این ترکیبات هستند که برپایه تتراکیس(هیدروکسی متیل) فسفونیوم- اوره اشباع بوده و پس از پد کردن بر روی پارچه، توسط گاز آمونیاک کراسلینک شده و پس از آن از طریق اکسیداسیون پراکسید، ماتریس پلیمری تشکیل شده، پایدار و در داخل نواحی بین لیفچه‌ای الیاف پنبه دیسپرس می‌شوند. هیچ گونه شواهدی مبنی بر مشکل رهائش فرمالدئید در حین کاربرد و یا عمر مفید کالا در عملیات پخت کالا با THPX و آمونیاک منتشر نشده است، اما شواهدی تجاری از رهائش مقداری فرمالدئید در حین استفاده گزارش شده که این مقدار بسیار کمتر از مقادیر گزارش شده در عملیات پخت با مشتقات N-متیلول دی‌متیل پروپیون آمید است از این رو نیاز به یک تکمیل کندکننده شعله‌ی مؤثر، پایدار و عاری از فرمالدئید برای کالاهای سلولزی، چالشی ماندگار و مورد توجه باقی مانده است.

مواد دیرسوزکننده‌ای که به منظور جایگزینی ترکیبات نامبرده بر روی پنبه معرفی شده و به کار می‌روند باید دارای خصوصیات زیر باشند:

- ۱- سهولت کاربردی مشابه یا بالاتر برخوردار باشند
 - ۲- دارای خواص رهائش فرمالدئید صفر باشد
 - ۳- دارای خصوصیات کاربردی قابل رقابت از لحاظ پایداری، تأثیر بر زبردست و خواص استحکامی باشد
 - ۴- از لحاظ اقتصادی به همان اندازه مقرون به صرفه و تا حد ممکن ارزاتر باشد
 - ۵- از شاخصهای زیست‌محیطی و سمیت یکسان و بالاتر برخوردار باشد
- تحقیقات اصلی در این زمینه متعلق به امریکا است که به موجب آن مواد پلی‌کربوکسیل تولیدکننده‌ی خاکستر مانند بوتیل تترا کربوکسیلیک اسید (BTCA) به همراه سایر موادی که ممکن است با سلولز برهم‌کنش برقرار کنند، مورد توجه بوده‌اند که سطوح قابل قبولی از دیرسوزی را برای برخی از کاربردها چون فرش و کفپوش فراهم آورده‌اند. البته به دلیل هیدرولیز آسان پیوندهای استری سلولز-BTCA پایداری این ترکیبات در برابر شستشوی خانگی محدود است. به همین منظور در یک تحقیق اخیر یانگ و همکارانش BTCA را به عنوان یک ماده‌ی اتصال دهنده‌ی سلولز با مواد فسفوری شده مانند الیگومر ارگانوفسفر هیدروکسی آلکیل، Fyroltex، ترکیب کردند تا پایداری و قابلیت دیرسوزکنندگی آن افزایش یابد. با افزودن تری اتانول آمین (TEA)، از اثرات کاهش شستشو در آب سخت بر خواص دیرسوزی ممانعت به عمل می‌آید. کاربرد سیستم دیرسوزکننده‌ی Fyroltex/BTCA/TEA بر روی مخلوط پنبه/نومکس ۶۵/۳۵٪ سطوح قابل قبولی از پایداری را پس از ۳۰ بار شستشوی خانگی نشان داد. گروه تحقیقاتی یانگ با توسعه‌ی ایده‌ی خود، از مالئیک اسید و هیپوفسفیات سدیم برای دیرسوز کردن پارچه‌های





روی II و منگنز II جهت کاهش دمای آغاز تخریب آمونیوم پلی فسفات از ۳۰۴ درجه سانتیگراد به ۲۸۳ درجه سانتیگراد.

۲- کاهش حلالیت سیستمهای موفق اما با حلالیت بالا به عنوان مثال از طریق میکروکپسوله کردن دیسوزکنندههایی با حلالیت بالا مانند فسفات آمونیوم با پوسته‌های پلی یورتانی که البته پروسه‌ای سخت خواهد بود

۳- اعمال یک جزء دیسوزکننده‌ی فسفردار فرار و فعال در فاز بخار

ابداع دیسوزکننده‌های ایجادکننده‌ی خاکستر برای الیاف ذوب شدنی مانند پلی‌استر و پلی‌آمید

جدا از به کارگیری تکنیک back-coating که می‌توان آن را برای هر نوع منسوجی به کار برد، اغلب دیسوزکننده‌هایی که در پلیمرهای لیفی زودگذار به کار می‌روند، از طریق افزایش قطرات مذاب به شرط عدم حضور قطرات شعله‌ور و یا خود خاموش‌شوندگی سریع آنها عمل می‌کنند. پلی اتیلن ترفتالات (PET) و سایر پلی استرهای لیفی آلیفاتیک، هنگامی که تا بالاتر از نقطه‌ی ذوبشان حرارت داده می‌شوند تمایل به بخار شدن دارند و خواص کراسلینکی و در نتیجه تولید خاکستر اندکی را از خود نشان می‌دهند. پلی پروپیلن نیز وضعیتی مشابه دارد، با این تفاوت که قطرات مذاب حاصل از آن بدون حضور یک دیسوزکننده‌ی فاز گازی به سختی خاموش می‌شوند. علاوه بر این و برخلاف پلیمرهای بالک، پلیمرهایی که به مصارف الیاف می‌رسند باید در حین پروسه‌ی تولیدی لیف از حداقل مقدار مواد افزودنی دیسوزکننده برخوردار باشند تا خواص مطلوب خود را از لحاظ مقاومت کششی بالا، رنگ‌پذیری و زیبایی حفظ کنند. که این مقدار به اندازه‌ی کمتر از ۱۰٪ وزنی است.

علاوه بر این، مشکل دیگر این الیاف این است که چنانچه خواسته باشیم یک ماده‌ی تولیدکننده‌ی خاکستر را در حین مراحل پلیمریزاسیون/اکسترودر اضافه کنیم، آنگاه این ماده باید به اندازه‌ی کافی پایدار باشد تا شروع به برقراری واکنش در حرارت‌های پروسه‌ی تولیدی در محدوده‌ی ۲۵۰ تا ۲۹۰ درجه سانتیگراد نکند. بدیهی است که با فرض اینکه یک ماده‌ی کمی سازگار با پروسه‌ی ذوب نیز ابداع شود، باز هم هنگامی که منسوج در معرض شعله قرار می‌گیرد، قبل از آغاز هرگونه واکنش تولید خاکستر، ذوب می‌شود. این امر ممکن است متعاقباً سرعت تشکیل قطره‌های مذاب را کاهش دهد، اما برای به تأخیر انداختن و پایان خاصیت ترموپلاستی اولیه و از دست رفتن ابعاد لیف که می‌تواند در عملکرد منسوج دیسوز شده به عنوان یک مانع مؤثر باشد، کافی نیست. به علاوه، هر گونه عملیات تکمیلی بعدی نیز به دلیل نیاز مشابه به مقادیر بالای دیسوزکننده در پروسه‌های معمول در نساجی و به کارگیری فشار و دمای بالا در پلی‌استر به منظور دستیابی به سطوح بالای مورد نیاز ناکارآمد به نظر می‌رسند. در مورد پلی پروپیلن نیز تنها می‌توان از افزودنیهای مذاب استفاده کرد که در حال حاضر برپایه‌ی گونه‌های حاوی برم استوار است.

بنابراین لزوم توسعه‌ی دیسوزکننده‌هایی به منظور کاهش قطرات مذاب و ترغیب پروسه‌ی تولید خاکستر وجود دارد که در نتیجه باعث می‌شود تا پارچه‌های حاوی الیاف مصنوعی به عنوان یک مانع عمل کنند مانند عملکرد الیاف سلولزی، پشم و الیاف با ساختار آروماتیک و با کارایی بالا. با این وجود، هر

پرزدار پنبه‌ای و همچنین از الیگومرهای مالئیک اسید حاوی فسفر (PMAO) نیز به عنوان مواد دیسوزکننده استفاده کرده‌اند. روشهایی با روندی کاملاً متفاوت با روشهایی که در بالا بدانها اشاره شده است، نیز به کار رفته‌اند که در آنها از یک محصول Firestop به نام Noflan استفاده شده است که یک مولکول حاوی فسفر و نیتروژن است که در ساختار آن، فسفرآمید آلکیل به صورت یک نمک با کلرید آمونیوم پایدار شده است. که به منظور مؤثر بودن آن در منسوجات سلولزی می‌توان آن را به صورت یک رزین بایندر به کاربرد و یا با استفاده از یک رزین متیلوله کراسلینک کرد. این ترکیب تا کنون بر روی پنبه و مخلوطهای پنبه/پلی‌استر از سطوح پایداری قابل قبولی برخوردار است. و بر روی پشم و پارچه‌های داخلی سفینه‌های فضایی نیز به کار رفته است. یکی از روشهای منحصر به فرد توسط چانگ از مرکز تحقیقاتی منطقه‌ای USDA جنوبی منتشر شده است. این گروه دو مونومر جدید را به نام (۲-متیلاکسیرانیل متیل)-فسفونیک اسید دی‌متیل استر و (۲-دی‌متوکسی-فسفریل متیل)-اکسیرانیل متیل-فسفونیک اسید دی‌متیل استر سنتز کردند که به همراه دی‌سیان‌دی‌آمید و اسید سیتریک، پارچه‌های پرزدار پنبه/پلی‌استر ۸۰٪/۲۰٪ تار-پودی پنبه‌ای را در برابر آتش مقاوم می‌کند.

اخیراً پتانسیل بالقوه‌ی کاربرد ترکیب فسفر، نیتروژن و سیلیکون نیز بر روی زمینه‌های سلولزی به منظور فراهم آوردن خواص تولید خاکستر حاوی کربن و سیلیکا مورد توجه قرار گرفته است.

Back-coating های عاری از هالوژن

در بازار back-coating مربوط به منسوجات خانگی، فرمولاسیونهای استاندارد بر پایه‌ی تری اکسید آنتیمونی و هیدروکربنهای برم‌دار و به ویژه دکابرمودی‌فیل اتر (decaDBE) و هگزابرموسیکلودودکان (HBDCD) با وجود خطرات زیست‌محیطی که دارند، بازار را تحت کنترل دارند. موانع اصلی علمی و تکنولوژیکی در توسعه‌ی جایگزینهایی برای مواد هالوژن-آنتیمونی در ابتدا، جایگزینی یک سیستم فاز بخار و پراکنده با سیستمی مشابه بر پایه‌ی فسفر/نیتروژن است که در آن پایداری ضعیف و فعالیت پایین در فاز بخار و فراریت از مسائل کلیدی به شمار می‌آید. نشان داده شده است که در حالی که جایگزینی این سیستم با تعدادی از فرمولاسیونهای فسفر-نیتروژن که در برگرفته‌ی فرمولاسیونهای intumescant و مواد ارگانوفسفات حلقوی هستند، ممکن است، اما اثربخشی آنها به واسطه‌ی پایداری به موجب قوانین امنیتی در برابر آتش اثاثیه‌ی انگلستان در سال ۱۹۸۸، از محدودیت برخوردار است. بنابراین در توسعه و ابداع یک استراتژی دیسوزکننده با استفاده از فسفر به منظور جایگزینی با decaBDE و فرمولاسیونهای مشابه بر پایه‌ی برم، بدیهی است که این فعالیت فاز بخار این مواد است که به عنوان یک فاکتور کلیدی در قابلیت اثربخشی آنها، جدا از قابلیت حل نشدن مناسب و واکنش‌پذیری کلی مورد انتظار، به شمار می‌آید. با توجه به تحقیقات صورت گرفته می‌توان سه استراتژی را به منظور دستیابی به این ملزومات معرفی کرد که عبارتند از:

۱- افزایش حساسیت قابلیت دیسوزی یا تخریب در سیستمهای بر پایه‌ی فسفر مثلاً از طریق افزودن مقادیر اندکی از نمکهای برخی از فلزات واسطه به ویژه



به طور مثال بررسیها نشان داده‌اند که حضور نانورس سبب کاهش نرخ پیکهای گرماده می‌شود.

کاربرد نانوتکنولوژی در تکمیلها و پوششهای سطحی و back-coating منسوجات و الیاف

نمونه هایی از پتانسیل کاربردی فیبرهای نانوذره به منظور تشدید مقاومت پوششهای پلیمری در برابر آتش به طور گسترده‌ای به پوششهای مورد استفاده در منسوجات زمینه و از جمله back-coating ها محدود می‌شود. بوربیگات و همکارانش نشان دادند که افزودن نانورس و پلی(سیلوسوسکویی اُکسان ها) می‌تواند نرخ پیکهای گرماده را در پارچه‌های حلقوی پلی‌استر و پنبه‌ای پوشش داده شده با پلی‌یورتان کاهش دهد. با این حال حضور این نانوذرات به تنهایی زمان جرقه را کاهش و مدت زمان سوختن را طولانی‌تر می‌کند- درست برخلاف آنچه از منسوجات پوشش داده شده با مواد دیرسوزکننده انتظار می‌رود. همانطور که در بالا بدان اشاره شده است هوروکس و همکارانش نشان دادند که یک back-coating در صورتی مؤثر خواهد بود که هنگامی که از سمت روی پارچه در تستهایی چون BS ۵۸۵۲ part ۱ ۱۹۷۹ & EN ۱۸۱۹۱ parts ۱ & ۲، شعله‌ور می‌شود، از یک فعالیت دیرسوزکنندگی قابل انتقال از پوشش بر روی سمت مخالف منسوج برخوردار باشد. استفاده از دیرسوزکننده‌های تولیدکننده‌ی خاکستر به طور خالص در پوشش، این امکان را فراهم نمی‌آورد، مگر آنکه گونه‌های دیرسوز شده از قابلیت حرکت برخوردار باشند و در سمت روی پارچه پخش شوند. علاوه بر آن، افزودن نانورس به یک فیلم پلیمری با پوشش back-coating به تنهایی مفید واقع شده است. همچنین این نکته نیز قابل توجه است که هنگامی که نانوسیلیکای فوم شده به همراه پلی‌فسفات آمونیوم به فرمولاسیون back-coating افزوده می‌شود، نه تنها دارای اثری عکس با در نظر گرفتن رئولوژی فرمولاسیون است بلکه خواص دیرسوزی با افزایش غلظت سیلیکا کاهش می‌یابد. بدیهی است پتانسیل کاربردی نانوکامپوزیتها در حوزه‌ی پوششها به ویژه با در نظر داشتن منسوجات پوشش داده شده باید مورد بررسی قرار گیرند، به ویژه با توجه به این نکته که اثربخشی نانوکامپوزیتها به صورت عکس با ضخامت آنها در ارتباط است.

منابع در دفتر مجله موجود است.

ماده‌ی کمکی که قطرات مذاب را کاهش دهد، قابلیت شعله‌وری منسوج و پلیمر را افزایش می‌دهد، مگر آنکه دارای خاصیت دیرسوزکنندگی نیز باشد. به طور مثال بدین منظور، چن و همکارانش از اعمال واحدهای پلیمری intumescent مانند پلی(۲-هیدروکسی پروپیلن اسپیروسایکلیک پنتا اریتریتول بیس فسفونات) بر روی پلی‌استر استفاده کردند و نشان دادند که نه تنها با مقادیر نزدیک ۱۰٪ وزنی، قطرات مذاب و شعله‌وری ثانویه کاهش می‌یابد، بلکه تشکیل خاکستر و افزایش پایداری حرارتی نیز به وضوح مشاهده می‌شود.

جالب آن است که بدانیم پلی‌امیدها تمایل به کراسلینک شدن، ژل شدن و در نتیجه پروسه‌های تولید خاکستر را در برابر حرارت از خود نشان می‌دهند. با این وجود هنگامی که ذوب می‌شوند، بسیار واکنش‌پذیر هستند که این امر به شدت از تاثیر و قابل قبول بودن افزودنیهای دیرسوزکننده‌ی سازگار با مذاب می‌کاهد، به ویژه در غلظتهای پایین مناسب برای الیاف. با این حال همانطور که بعداً به آنها اشاره می‌کنیم استفاده از نانوتکنولوژی می‌تواند تا اندازه‌ای از این مشکلات بکاهد.

چالشها و فرصتهای نانوتکنولوژی

با مروری بر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌توان نتیجه گرفت که نانوذرات از پتانسیل اعمال در پلیمرهای تشکیل دهنده‌ی الیاف و یا در تکمیلهای سطحی و پوششها به عنوان عاملی برای بهبود مستقیم خواص ضدآتش و یا به عنوان یک ماده‌ی افزودنی به پارچه‌ی دیرسوز شده برخوردار هستند. عوامل تعیین کننده در قابلیت کاربرد نانوتکنولوژی را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

۱- سازگاری نانوذرات با پلیمرها در حین و پس از پروسه به طور مثال گروههای عاملی نانورس حاوی جایگزینهایی با گروههای فرعی قطبی متنوع مانند OH، NH، NH₂ می‌باشد که پدیده‌ی نانودیسپرس را در پلیمرهای قطبی و دارای پیوند هیدروژنی مانند نایلون ۶ و ۶،۶ و رزینهای پلی‌وینیل و پلی‌اکریلیک ترغیب می‌کند

۲- تاثیر نانوذرات افزوده شده به اکسترودر پلیمری و سیالات پوشش‌دهنده بر رئولوژی آنها

به طور کلی افزودن یک فاز نانودیسپرس سبب افزایش ویسکوزیته و حساسیت تنش برشی مذاب پلیمری می‌شود. از این رو ممکن است شاهد افزایش رفتارهای غیر نیوتنی باشیم مانند آنچه در مورد نایلون ۶ و نانوکامپوزیتهای مذاب پلی‌اکتید(PLA)/سیلیکات لابه‌ای مشاهده می‌شود. همچنین در بررسی فرمولاسیون امولسیون‌های کولپلیمری آبی جهت کاربرد در فرمولاسیونهای مربوط به back-coating منسوجات دریافتیم که افزودن یک نانورس و یا نانوسیلیکای فوم شده رئولوژی مایع را تغییر داده و یکنواخت نگهداشتن آن و تکرارپذیری کاربردهای پوششی آن را مشکل می‌کند.

۳- دیسپرس کردن نانوذرات در حین پروسه جهت بهینه‌سازی خواص مقاومتی در برابر آتش دیسپرس شدن و مورفولوژی ذرات مانند نانورس در مقیاس نانو از عوامل اصلی به شمار می‌آید.

۴- میزان دیرسوزکنندگی ناشی از به کارگیری نانوتکنولوژی

آگهی فروش دستگاه

دستگاه کالندر مدل ۹۱ کارخانه جیمز مکی

عرض ۱۸۰، سیستم روغنی، خیلی سالم به همراه قطعات اضافه (۲ عدد غلتک نو و ...) به فروش می‌رسد.

۰۹۱۲ - ۲۸۶۳۶۰۸

