تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست:
آینده‌ی صنعت کوتینگ و لمینت

ترجمه: آزاده موحد

ششمین کنگره‌ی کوتینگ اروپا که توسط انجمن امور اجرایی صنایع نساجی بلژیک (UNITEX) در شهر گنت بلژیک برگزار شده بود، جایگاهی مناسب برای بسیاری از طرح‌های ارائه شده از سوی شرکت‌های کوتینگ در سراسر جهان بود که از مرحله‌ی تحقیق به مرحله‌ی بهره‌برداری رسیده بودند. هدف این شرکت‌ها به کارگیری تکنولوژی‌های جدید برای بقا و رشد بازارهای جهانی بود.

بیشترین تمرکز شرکت‌کنندگان این کنگره بر روی تکنولوژی‌های جدید و به روز و به ویژه تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست در زمینه‌ی لمینت و کوتینگ منسوجات بود. پرفسور مارک ون پریس[1] رییس یونیتکس در مراسم افتتاحیه‌ی کنگره بیان کرد که آینده‌ی این صنعت در دست شرکت‌هایی است که به مسایل زیست محیطی اهمیت داده و آنها را در راس فعالیت‌های خود قرار می‌دهند. کاهش رو به رشد منابع سوخت‌های فسیلی شرکت‌ها را بر آن داشته تا نگاهی به فرایندهای جاری خود انداخته و روش‌های صرفه‌جویی در مصرف آب، انرژی و مواد شیمایی و امکان حذف یا کاهش جدی مواد ضایعاتی را بررسی کنند.

جهانی شدن صنعت کوتینگ منسوجات که قاره‌ی آسیا نقش مهمی را در آن ایفا می‌کند شرکت‌های اروپایی و آمریکای شمالی را وادار کرده است تا به منظور تولید محصولات با ارزش افزوده‌ی بالا و ورود به بازارهای نیچه و در نتیجه رقابت‌پذیر ماندن، تکنولوژی‌های جدید کوتینگ را در تولید محصولات خود به کار گیرند. انعطاف‌پذیری شرکت‌ها و ایجاد تنوع در محصولات آنها در کنار مسایل اقتصادی و زیست محیطی باعث افزایش رقابت‌پذیری شرکت‌ها و کاهش رد پای کربن و همچنین هزینه‌ها می‌شود. در این کنگره چند تکنولوژی جدید و دوستدار محیط زیست در زمینه‌ی کوتینگ و لمینت ارائه شد.

تکنولوژی‌های جدید و دوستدار محیط زیست در زمینه‌ی کوتینگ

به دلیل محدودیت‌های قانونی موجود در رابطه با ترکیبات آلی فرار (VOCs)[2] سیستم‌های کوتینگ بر پایه‌ی حلال به تدریج در حال محو شدن هستند. در حال حاضر سیستم‌های کوتینگ بر پایه‌ی آب نیز به دلیل هزینه‌های فزاینده‌ی مصرف آب و انرژی مورد نیاز برای خشک کردن و پخت به شدت مورد انتقاد واقع شده‌اند. حذف استنتر و پخت با هوای داغ (پخت در دمای بالا) همچنان به صورت انتخابی باقیمانده است اما این امر نیازمند تولید مواد شیمیایی جدید برای کوتینگ و سیستم‌های پخت با دمای پایین به جای سیستم‌های پخت متداول می‌باشد.

کوتینگ پودری برای بعضی از محصولات موثر و کاربردی می‌باشد اما در حال حاضر تکنولوژی‌هات ملت به ویژه در جایی که می‌توان عملیات را در دمای پایین انجام داد طرفداران زیادی پیدا کرده است. کوتینگ فرابنفش یا UV نیز یکی از تکنولوژی‌های نوظهور با پتانسیل قابل ملاحظه برای کوتینگ سطحی می‌باشد. به کارگیری یک آغازگر نوری مناسب برای مونومر انتخاب شده منجر به پخت سریع در دمای اتاق و رسیدن به سرعت بالای تولید می‌شود. البته در حال حاضر محدودیت‌هایی در زمینه‌ی ضخامت کوتینگ وجود دارد که علت آن محدودیت در نفوذ اشعه‌ی فرابنفش است.

کوتینگ پرتو الکترونی محدودیت فوق را نداشته و نیازی هم به آغازگر نوری ندارد چون سطح انرژی آن بالاتر است. چنین سیستمی دارای پتانسیل نرخ‌های پخت بالا و در نتیجه سرعت تولید بسیار بالا می‌باشد ولی هزینه‌ی آن به بیش از ۶۰۰۰۰۰ یورو می‌رسد. تجهیزات کوتینگ UV به مراتب ارزان‌تر است اما به دلیل نفوذ عمیق‌تر در سیستم‌های پخت پرتو الکترونی توان رقابت با آن را ندارد.

تکنولوژی پلاسما از چند نظر دارای پتانسیل قابل ملاحظه‌ای برای کوتینگ منسوجات می‌باشد. آماده‌سازی مقدماتی منسوجات با پلاسما پیش از انجام کوتینگ بسیار مفید است چون با آماده‌سازی سطح الیاف و معرفی گروه‌های شیمیایی جدید با قابلیت ایجاد اتصالات کوالانسی با مواد شیمیایی کوتینگ باعث بهبود فرایند می‌شود. این امر باعث چسبندگی بیشتر کوتینگ، استحکام بالاتر در برابر پرزدهی، ثبات سایشی و دوام بیشتر که یک عامل تعیین‌کننده در منسوجات فنی است می‌گردد. آماده‌سازی مقدماتی با پلاسما همچنین باعث از بین رفتن ناخالصی‌های سطحی و افزایش کشش سطحی بحرانی الیاف می‌گردد و این امکان را فراهم می‌آورد تا قدرت انتخاب بیشتری برای مواد شیمیایی قابل استفاده در کوتینگ که دارای قابلیت‌تر کردن، گسترش و نفوذ در ساختار منسوج هستند را داشته باشیم. به علاوه درگیری مکانیکی لایه‌ی کوتینگ نیز افزایش می‌یابد. در واقع آماده‌سازی مقدماتی با پلاسما به عنوان یک آغازگر هوشمند برای فرایند بعدی که همان کوتینگ است عمل می‌کند.

استفاده از تکنولوژی پلاسما برای کوتینگ عبارت است از تزریق مواد شیمیایی (برای مثال ایروسل‌ها) به محیط پلاسمایی که پارچه از آن عبور می‌کند. این امر منجر به

رسوب شیمیایی فاز بخار(CVD)[3] و در نتیجه کوتینگ سطحی منسوج می‌شود. این تکمیل پلاسمایی را می‌توان در فشار اتمسفر و به صورت فرایند مداوم انجام داد. در سایر فرایندهای تکمیل پلاسمایی به ماشین‌های پلاسمای فشار پایین نیاز بود که در آن ماده‌ی اولیه از یک غلتک به غلتک دیگر در محیط پلاسمایی تحت فرایند قرار می‌گرفت. سرعت تولید در چنین عملیات بسته‌ای پایین است اما می‌توان کوتینگ منسوجات را در فشار بسیار پایین چه در حضور هوا و چه در حضور یک گاز جایگزین انجام داد که این امر فرصت‌های بیشتری را برای انجام کوتینگ‌های جدید با استفاده از مواد شیمیایی جدید و با ارزش افزوده‌ی بالا فراهم می‌آورد. فرایند کوتینگ پلاسمای سرد برای الیافی که به دما حساس هستند و در معرض زرد شدگی یا تجزیه قرار می‌گیرند مناسب است.

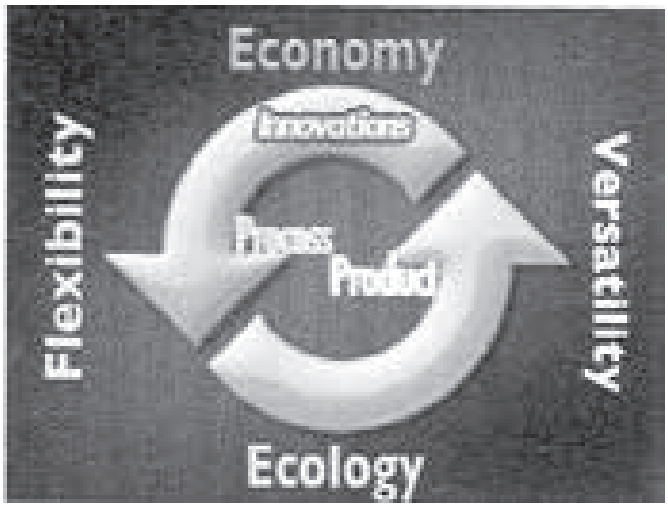
پیشرفت‌های اخیر در زمینه‌ی کوتینگ منسوجات

سایر تکنولوژی‌های مورد بحث عبارتند از تکنولوژی RST[4] (تکنولوژی سطح فعال) کمپانی Alexium که در آن از پخت مایکروویو برای کوتینگ سطحی استفاده می شود. این تکنولوژی بر پایه ی تجزیه ی بخار فیزیکی(PVD)[5] می‌باشد. در این روش با بهره گیری از فلزات، اکسید فلزی یا نیترید های فلزی نانولایه هایی بر روی سطح منسوجات تشکیل می شود.

به نظر می رسد به کارگیری مواد شیمیایی بر روی منسوجات از طریق تکنولوژی دیجیتال چاپ جوهر افشان برای کوتینگ سطحی یک طرفه و دو طرفه روش مناسبی باشد. البته تهیه مواد کوتینگ باید به گونه ای باشد که بتوان مواد شیمیایی را به روش جت بر روی منسوج قرار داد که این نظریه هنوز در مرحله ی پیشرفت قرار دارد. به کارگیری روش مداوم جوهر افشان نیازمند هدهای چاپی است که دارای قابلیت پوشاندن یکنواخت باشند. با این روش همچنین می توان امکان پوشش دهی موضعی را برای ایجاد طرح های یا الگوهای خاص بر اساس مصرف نهایی کالا فراهم کرد. می توان از هدهای Piezo و valve–jet برای کوتینگ منسوجات استفاده کرد. در زمینه ی مواد شیمیایی مورد استفاده در کوتینگ باید گفت که در حال حاضر بخش های زیادی وجود دارند که هنوز در مرحله ی تحقیق و توسعه هستند. پلیمرهای رسانا برای استفاده در کوتینگ های رسانا و آنتی استاتیک مورد مطالعه قرار گرفته اند. تکنولوژی سل ژل راه را برای کوتینگ های سرامیکی که برای تولید کوتینگ های بازدارنده و همچنین کوتینگ هایی با مقاومت سایشی بالاتر برای منسوجات فنی و محافظ استفاده می شود باز کرده است.

در زمینه ی پلیمرهای فوق جاذب نیز تحقیقاتی صورت گرفته است. این پلیمرها در تهیه ی هیدروژل های مورد استفاده در مصارف پزشکی برای مثال سیستم تحویل دارو کاربرد دارند.استفاده از پلیمرهای شانه ای و دندریمرها(ساختار پلیمری شاخه دار که دارای یک بخش مرکزی متصل به شاخه های درخت مانند می باشد) زمینه های جدید و جالبی را برای انجام کوتینگ های سطحی و نوآورانه فراهم می آورد. سایر بخش های مربوط به شیمی پلیمر که جای تحقیق و مطالعه دارند عبارتند از شبکه های پلیمری در هم نفوذ کرده و پلیمرهای خود ترمیم شونده. یک بخش دیگر در این راستا که به محافظت در برابر گلوله مربوط می شود پدیده ی سیالات shear thickening یا دیلاتنت ها است. این سیالات در اثر ضربه سریعا غلیظ می شوند و محافظت بیشتری را ایجاد می کنند.

تکنولوژی سیستم های microencapsulation را می توان با قرار دادن یک پوسته ی قوی و محافظ ثانویه به دور هسته ی مرکزی بهبود بخشید. استفاده از نانوذرات و نانولوله های کربنی در کوتینگ منسوجات نیز همچنان در حال گسترش و توسعه است اما هنوز مشکلاتی در جلوگیری از انباشتگی نانوذرات در تهیه ی مواد کوتینگ



به منظور حفظ خواص نانومواد وجود دارد. تجمع نانوذرات تاثیر منفی بر خواص آن ها به جای می گذارد.

کوتینگ های فوق آبگریز را احتمالا می توان از طریق کوتینگ هایی با بافت سطحی خشن میکرو–نانو به دست آورد. این کوتینگ ها با استفاده از تکنولوژی فلوروکربن، نانوذرات و همچنین پلیمر دندریمر و شانه ای حاصل می شوند. استفاده از کوتینگ های فوق آبگریز پایه و اساس منسوجات خود تمیز شونده می باشد که در آن ها گرد و خاک یا لکه ها توسط باران یا آب پاک می شوند. واضح است که منسوجات خود تمیز شونده دارای مصارف نهایی بسیاری در زمینه ی منسوجات فنی و همچنین فیلتراسیون می باشند.

نظریه ی دیگری که پیرامون روش های کوتینگ زیست سازگار مطرح شد تحقیقاتی است که بر روی پلیمرهای زیستی و زیست تجزیه پذیر برای کوتینگ و لمینت کردن صورت گرفته است. به کارگیری چنین موادی بر روی منسوجات پوشش دهی شده از طریق روش های پخت سرد زمینه های جدیدی از تکنولوژی های دوستدار محیط زیست برای کوتینگ منسوجات را آشکار می کند و منسوجات پوشش دهی شده ای را با قابلیت زیست تجزیه پذیری سریع تولید می کند که در تولید بیوگاز نیز کاربرد دارند. هات ملت های راکتیو در دمای اتاق جامد و در دمای ذوب به صورت سیال هستند. آن ها در اثر سرد شدن جامد می شوند و یک پیوند آنی، قوی و پایدار بدون تغییر ملکولی آنی تشکیل می دهند. این مواد در فرایند لمینت کردن به کار رفته و تحت عنوان چسب های جدید طبقه بندی می شوند. فرم دیگر این چسب ها که طرفداران بیشتری هم دارد هات ملت های PUR است که بر پایه ی پلی یورتان های سخت شونده با رطوبت می باشد. این مواد باید با تجهیزات خاصی تولید شوند و پس از تغییر ملکولی که در اثر واکنش با رطوبت رخ می دهد امکان ذوب وجود ندارد.

مرجع:

Ian Holme, "Ecotechnologies: Future for Coating and Lamination", ATA Journal, DEC 2011/JAN 2012

1. Marc Van Parys
2. Volatile Organic Compounds
3. Chemical Vapor Deposition
4. Reactive Surface Technology
5. Physical Vapor Deposition