اطلاع‌رسانی

فناوری های برتر پردازش الیاف با کارایی بالا

ترجمه: آزاده موحد

شاخه ماشین آلات نساجی انجمن صنایع مهندسی مکانیک آلمان یک سری وبینار برگزار کرده که در آن فناوری های سی شرکت عضو خود بین ماه های ژوئن و دسامبر را به نمایش گذاشته است.

قابل درک است که بسیاری از این شرکت ها از تقاضای ناگهانی برای ماسک های صورت و تجهیزات محافظت شخصی که میکروالیاف پلی پروپیلن ملت بلاون اجزای اصلی آن ها را تشکیل می دهد، دچار نگرانی شده بودند. حمایت دولت آلمان از برنامه های زیرساختی جدید برای ماسک های صورت به نفع بسیاری از شرکت های آلمانی شده است. برای مثال دولت ۳۰ درصد از هزینه های خطوط تولید ملت بلاون و تجهیزات تولیدی وابسته به آن را پوشش می دهد. در کنار آن چنانچه تولیدکننده تعهد دهد که محصولات خود را تا پایان سال ۲۰۲۳ به طور انحصاری در بازارهای اروپایی و آلمان به فروش می رساند، دولت قراردادهای سفارش را تضمین خواهد کرد.

نکته بعدی دستیابی به فناوری هایی برای کاهش مصرف انرژی، آب و مواد اولیه خام به ویژه در بخش های رنگرزی و تکمیل است که با فاصله زیادی از سایر فرایندهای صنعت نساجی بیشترین حجم از منابع را مصرف می کنند. تجاری سازی فناوری های جدید به کارگیری مواد تکمیلی به روش اسپری کردن یکی از پیشرفت های قابل توجه است. در این روش تا حد زیادی در مصرف آب، انرژی و مواد شیمیایی صرفه جویی می شود. به کارگیری مقدار مورد نیاز از رنگزا یا مواد شیمیایی تکمیل بر روی سطح پارچه از طریق سیستم های کنترلی بر پایه سنسور عامل صرفه جویی در مصرف است. با توجه به این که در صنعت نساجی برای پردازش یک کیلوگرم ماده اولیه نساجی به طور میانگین به ۱۵۰-۱۰۰ لیتر آب نیاز است و حدود ۲۸ میلیارد کیلوگرم منسوج نیز در سال رنگرزی می شوند، می توان ادعا کرد که پتانسیل صرفه جویی تا ۹۰ درصدی در آینده این صنعت وجود دارد.

سه شرکت آلمانی گئورگ، هرتزوگ و کارل مایر در وبینار اخیر انجمن صنایع مهندسی آلمان که در دوم دسامبر سال گذشته برگزار شده بود، خدمات لازم را برای بخش های منسوجات فنی و کامپوزیت ها ارایه می کردند.

به گفته مدیر توسعه تجاری کمپانی گئورگ سم، تخصص این کمپانی در مهندسی وایندر و سیستم های گرفتن خودکار بوبین ویژه الیاف با کارایی بالا می باشد.

از آن جایی که در چند سال اخیر نقدهای منفی زیادی به الیاف مصنوعی به دلیل معایب اکولوژیکی آن ها وارد شده، وقت آن رسیده است که نقش قابل توجه سه لیف مصنوعی در زندگی مدرن و به طور خاص پاراآرامیدها، پلی اتیلن های با وزن ملکولی بسیار بالا و الیاف کربن را مورد توجه قرار داد.

آرامیدها

پاراآرامیدها و پلی اتیلن های با وزن ملکولی بسیار بالا هر دو از فولاد بسیار قوی تر هستند، این دو لیف بیش از ۵۰ سال پیش تولید شده اند اما همچنان برای صنایع و بخش های مختلفی نظیر حفاظت بالستیک، طناب ها و مواد اولیه مقاوم در برابر برش لازم هستند.

پاراآرامیدها در اوایل دهه ۱۹۶۰ در آزمایشگاه های تحقیقاتی دوپونت و توسط استفانی کولک شخصی که یک پلیمر آروماتیک را به منظور تولید یک لیف بینهایت قوی و بادوام به روش محلول ریسی به جای ذوب ریسی سنتز کرد، اختراع شده اند. دوپونت همچنان در کنار کمپانی تیجین توارون در عرصه پاراآرامیدها پیشرو است.

پلی اتیلن با وزن ملکولی بسیار بالا

پلی اتیلن با وزن ملکولی بسیار بالا مانند پاراآرامیدها ابتدا در یک حلال حل

شده و سپس تحت فرایندهای تخصصی که توسط کمپانی DSM(برای الیاف داینیما) و کمپانی هانیول(برای الیاف اسپکترا) طراحی شده بود، از طریق اسپینرت ریسیده می شوند. محلول ریسندگی با خنک کردن پی در پی، سفت شده که باعث تثبیت ساختار ملکولی می شود.

این ساختار باعث ایجاد نسبت کشش بسیار زیاد و در نتیجه الیافی با استحکام بالا می شود. الیافی که سفت شده اند ظاهری ژل مانند داشته و دارای ساختاری تقریبا صددرصد کریستالی با ملکول های آرایش یافته هستند که باعث بهبود استحکام، مدول و سایر خواص آن ها می شود.

پلی اتیلن با ساختار ملکولی کربن–به–کربن مشابه الماس، فیلامنت مداومی را حاصل می کند که می تواند ۱۰ برابر قوی تر از فولاد ولی به سبکی پر باشد.

در اوایل دهه ۱۹۸۰ کمپانی الایدسیگنال(در سال ۱۹۹۹ توسط کمپانی هانیول به ارزش ۱۵ میلیارد دلار خریداری شد) الیاف اسپکترا و کمپانی DSM الیاف داینیما را به عنوان نخستین الیاف پلی اتیلن با مدول بالا و زنجیره گسترش یافته که به صورت تجاری در دسترس بود، معرفی کردند اما در نهایت بر سر این دو محصول رقیب با یکدیگر درگیر شدند.

در ماه می ۱۹۹۹ این دو کمپانی به توافق رسیدند که هیچ کدام سرخود الیاف داینیما و اسپکترا را به فروش نرسانند و از آن زمان به بعد هر دو از برندهای مطرح پلی اتیلن با وزن ملکولی بسیار بالا در جهان هستند.

کربن

اهمیت استفاده از الیاف کربن در کامپوزیت ها در بخش هایی نظیر هوا و فضا، خودروسازی، انرژی باد و محصولات ورزشی به اثبات رسیده است.

ریشه این لیف به دهه ۱۸۶۰ بازمی گردد یعنی زمانی که توماس ادیسون رشته های پنبه ای یا بامبو را در دماهای بالا پخت، آن ها را کربونیزه و به فیلامنت کربن تبدیل کرد و در یکی از نخستین لامپ های رشته ای مورد استفاده قرار داد.

با این حال تا اوایل دهه ۱۹۶۰ مزایا و فواید این لیف به طور کامل کشف و بهره برداری نشده بود و از پلی اکریلونیتریل و همچنین ریون به عنوان پیش ماده استفاده می شد.

در حال حاضر استفاده از کامپوزیت های حاوی الیاف کربن در بخش هوا و فضا در حال افزایش است؛ ۲۰ سال پیش این کامپوزیت ها ۱۰ درصد وزن بدنه هواپیما را تشکیل می دادند در حالی که در هواپیماهای جدید مانند ایرباس A350 و بویینگ ۷۸۷ دریم لاینر بیش از ۵۰ درصد وزن بدنه هواپیما به این کامپوزیت ها اختصاص دارد. در حال حاضر کامپوزیت های کربن به دلیل استحکام بالا و وزن پایین در بسیاری از اجزای اتومبیل نیز مورد استفاده قرار می گیرند.

گئورگ سم

مدیر توسعه تجاری گئورگ سم در وبینار انجمن صنایع مهندسی آلمان عنوان کرد که در تولید با سرعت بالای الیاف مستحکم و گران قیمت فوق، بوبین پیچی موثر از اهمیت زیادی برخوردار است. هر لیف مشخص دارای نقطه ضعف های مخصوص به خود بوده و نیازمند توجه خاصی است. برای مثال آرامید در برابر اشعه فرابنفش استحکام لازم را نداشته و پلی اتیلن های با وزن ملکولی بسیار بالا آبدوست نیستند.

کمپانی سم برای جبران این موضوع، سیستم Yarnstar 3+ را برای باز کردن نخ از روی بوبین، پوشش دهی، خنک کردن و بوبین پیچی با سرعت بالا ابداع کرده است تا در الیاف عملکردها و ویژگی هایی نظیر آبدوستی/آبگریزی، ضدباکتریایی یا کندکنندگی شعله، ثبات رنگی و نرمی/سختی ایجاد کند.

این کمپانی همچنین سابقه طولانی در زمینه پردازش الیاف کربن برای صنعت کامپوزیت ها و ارایه راهکارهایی برای نخ های پیش ماده پلی اکریلونیتریل، الیاف کربن و پیش آغشته ها دارد.

هرتزوگ

کمپانی سم بارها با کمپانی هرتزوگ که در زمینه فناوری های بریدینگ در جهان شناخته شده می باشد، همکاری کرده است. این فناوری ها در تولید پیش فرم های کربن نزدیک به ابعاد نهایی–ساختارهای منسوجی سه بعدی که بسیار به قطعه نهایی کامل شده نزدیک هستند–کاربرد دارد و مشتریان مهم آن کمپانی های خودروسازی شامل بی ام و، مرسدس و پورشه هستند. تامین کنندگان ایرباس و بویینگ نیز برای اجزای هواپیما با این کمپانی همکاری می کنند.

به گفته مدیرعامل کمپانی فرایند بریدینگ بر خلاف این که پیچیده به نظر می رسد اما در واقع یک فرایند نسبتا ساده است و شامل قرار دادن سه، چهار یا تعداد بیشتری نخ در جهت های مورب نسبت به لبه های آن هاست. این یک فرایند دو مرحله ای است که در آن از نیروهای گریز از مرکز برای خلق ساختاری با خواص منحصر به فرد استفاده می شود؛ ساختاری که تحت فشار دارای انعطاف پذیری و مقاومت پیچشی بالایی است. با توزیع یکنواخت بار در طول محصول در هر دو حالت دومحوری و سه محوری، الیاف در هم گره می خورند. برای این محصولات تولید شده با فناوری بریدینگ بازارهای زیادی وجود دارد. هرتزوگ بیش از ۵۰ مدل از ماشین آلات سفارشی را به بیش از ۶۰ کمپانی ارسال کرده است.

دو بخش دیگری که به جز پیش فرم های کامپوزیتی، استفاده از منسوجات برید شده در آن ها رو به افزایش می باشد، محصولات پزشکی و طناب است.

کاهش وزن

مدیر فروش هرتزوگ می گوید: «جایگزین کردن فولاد با الیاف با استحکام زیاد منجر به تولید طناب هایی شده که ۷۵ درصد سبک تر هستند ضمن این که در یدک کشیدن، لنگر انداختن، بالا کشیدن و پایین آوردن نیز دارای مزیت هایی می باشند. علاوه بر آن عمر مفید طناب های تهیه شده از این الیاف در مقایسه با طناب های فولادی ده برابر بیشتر است.»

هرتزوگ به منظور افزایش استحکام طناب های تهیه شده از الیاف یک واحد تثبیت حرارتی با قابلیت کنترل دمایی ایجاد کرده است که می توان آن را به طور مستقیم در خطوط بریدینگ به کار گرفت و خواص فیزیکی ساختار طناب را بهبود بخشید.

استفاده از پارچه های برید در محصولات پزشکی نظیر نخ بخیه، استنت و رباط های مصنوعی به دلیل انعطاف پذیری آن ها و امکان دستیابی به الگوها و اشکال سفارشی در حال افزایش است.

بدن انسان از جهات زیادی شبیه ماشین است و می توان بعضی از اعضای آن را تعویض کرد که استفاده از مواد اولیه نساجی در این زمینه دارای مزایای زیادی است.

هرتزوگ نیز مانند سم در سال ۲۰۲۰ با چالش های زیادی برای توسعه سریع راهکارهای دیجیتال جدید در رابطه با نصب ماشین آلات از راه دور و سفرهای مجازی مشتریان به دفتر مرکزی کمپانی در شهر اولدنبرگ روبرو بوده است.

کارل مایر

واحد منسوجات فنی کمپانی کارل مایر به عنوان تولید کننده برتر ماشین آلات بافندگی تاری پودی و حلقوی در جهان همچنان در حال گسترش نمونه کارهای خود است. ماشین آلات پودگذاری این کمپانی مجهز به سیستم سه نخی است که در آن نخ های تار و پود توسط یک نخ کشبافی کنار هم نگه داشته می شوند و در عین حال هر سه نخ در حالت مستقیم و بدون هیچ تجعدی قرار دارند.

کاربردهای متداول برای پارچه های تولید شده بر روی این ماشین آلات عبارت است از پارچه های مقاوم در برابر برش، پارچه های تهیه شده از الیاف شیشیه و شبکه های پلاستر مورد استفاده در صنعت ساخت و ساز، بسترهای بام و ژئوتکستایل ها. سیستم های NCF(الیاف غیر مجعد) ماشین آلات دومحوری یا چندمحوری هستند که در آن آرایش درون لایه های نخ برای تقویت حداکثری پارچه های بر پایه شیشه یا کربن در کامپوزیت ها، بهینه شده است.

بازکردن

چند سال پیش واحدهای باز کردن الیاف کارل مایر در پاسخ به توسعه الیاف کربن توو سنگین که حاوی ۵۰۰۰۰ فیلامنت در یک دسته از الیاف است، عرضه شده اند.

به گفته مدیر فروش کارل مایر الیاف کربن بسیار گران بوده و این الیاف ارزان تر هستند اما در مقایسه با الیاف متداول 6k و 12k دارای معایبی می باشند برای مثال سنگین تر بوده و آغشته سازی آن ها به رزین ها مشکل تر است. در واحدهای باز کردن این الیاف به نوارهای یک جهته تبدیل می شوند که باعث می شود آغشته سازی آن ها ساده تر شود اما وزن الیاف در واحد سطح پارچه در محصول نهایی کاهش خواهد یافت. پس از آن نوارهای کربن بر روی ماشین های چند محوری مورد پردازش بیشتر قرار می گیرند.

کارل مایر در نمایشگاه ایتما ۲۰۱۹ بارسلون جدیدترین مدل از ماشین بازکردن الیاف که مجهز به واحد آغشته سازی بود را نیز معرفی کرد. از این ماشین برای تولید نوارهای ترموپلاستیک تقویت شده از الیاف مداوم استفاده می شود. در این ماشین بر خلاف سایر ماشین آلات کارل مایر که در آن ها پارچه تولید شده باید پوشش دهی، شکل دهی و یا برش داده می شد، محصول نیمه کامل تولید می شود. امروزه اجزای کامپوزیتی بر پایه نوارهای کربنی در بخش های مختلفی نظیر صنایع هوا و فضا، خودروسازی، پایپ های صنعتی، محصولات ورزشی و دریایی مورد استفاده قرار می گیرند.

مرجع:

Adrian Wilson, "top technologies for the processing of high-performance fibers", International Fiber Journal, February 2021