



مقدمه

هستند. الیاف فیلامنتی الکتروریسی شده در ابتدا بر روی سطح یک زیرلایه پوشش دهی می‌شوند در حالی که الیاف استیبل XanoShear را می‌توان درون یک مایع توزیع کرد و برای تولید یک زیرلایه‌ی دوبعدی یا سه‌بعدی آن را اسپری یا وت لید کرد و در نتیجه مواد اولیه‌ای را تولید کرد که با استفاده از الیاف مداوم قابل تولید نیستند.

رایت می‌گوید: «کاربردهای محصول تولید شده بسیار متنوع است از کشت سلول ۳ بعدی گرفته تا افزودنی‌های پروتئینی برای مواد غذایی، کروماتوگرافی تعویض یونی، فیلتراسیون مایع یا هوا و غیره. روش ابداعی ما جایگزین الکتروریسی یا ملت بلاون نخواهد شد. ما در جستجوی کاربردهای جدید و روش‌های نوین تولید محصول با استفاده از مواد اولیه‌ی کاملاً متفاوت بوده و به دنبال بازارهایی برای محصول جدید خود هستیم نه بازارهای قدیمی برای محصولات الکتروریسی شده یا ملت بلاون. برای ما بسیار ساده است که بخواهیم الیاف را درون یک تانک حاوی مواد آبیکی شکل دهیم و آن را به صورت سه بعدی بر روی یک زیرلایه‌ی وت لید پوشش دهیم. چنین فرایندی را نمی‌توان در مورد الیاف مداوم به کار گرفت.»

ماشین تولید نانوالیاف XanoShear

طرز کار دستگاه مورد استفاده در تکنولوژی XanoShear نسبتاً ساده است. رایت می‌گوید: «ما ابتدا با تکنولوژی لوله‌ی آزمایش کار خود را آغاز کردیم. تصور ما این بود که ماشین مورد نظر مشابه یک ماشین لباسشویی بزرگ است. مشکل این جا بود که فرایند فوق از فرایند بچ وسیع‌تر بود و ما تمایل داشتیم هر چه بیشتر آن را به یک فرایند مداوم نزدیک کنیم. ما حدود ۱۲ یا ۱۳ روش متفاوت را برای ایجاد برش درون یک جریان مداوم از مایع بررسی کردیم.»

«در حالی که ما مشغول بررسی راه‌های موجود بودیم، پیت (جیسون) با یک دستگاه اسپری کننده وارد شد و شروع به کار با آن کرد. همان روز پیت تولید نانوالیاف را آغاز کرد! سپس این فکر به ذهن ما خطور کرد که ما به نیرو و حجم بیشتری نیاز داریم؛ یک بشکه آبجو! در نتیجه به سرعت یک بشکه آبجو تهیه و شروع به تولید نانوالیاف کردیم.» رایت ادامه داد: «این روش تبدیل به یک روش خوب و سریع شد که ما هنوز هم در مواقع فوری و آزمایشی از آن استفاده می‌کنیم.»

رایت افزود: «پس از آن ما یک ماشین آزمایشی ساختیم که هنوز هم به عنوان طرح اولیه از آن بهره می‌بریم. این ماشین تنها یک نمونه‌ی اولیه است که می‌توان طراحی‌های زیادی نظیر تغییر قطر، شکل لوله و غیره روی آن انجام داد و عملکردهای مختلفی از آن گرفت. موارد زیادی وجود دارد که می‌توان با اجرای آنها مواد اولیه‌ی مختلفی را تولید کرد. این یک

برای تولید نانوالیاف دو روش متداول وجود دارد: الکتروریسی و ملت بلاون. در هر دو روش نانوالیاف خشک فیلامنتی تولید می‌شود. این روش‌ها در طول سال‌ها به صورت‌های مختلفی تکرار شده است که تغییرات ایجاد شده در آنها توسط متخصصین نساجی قابل درک می‌باشد.

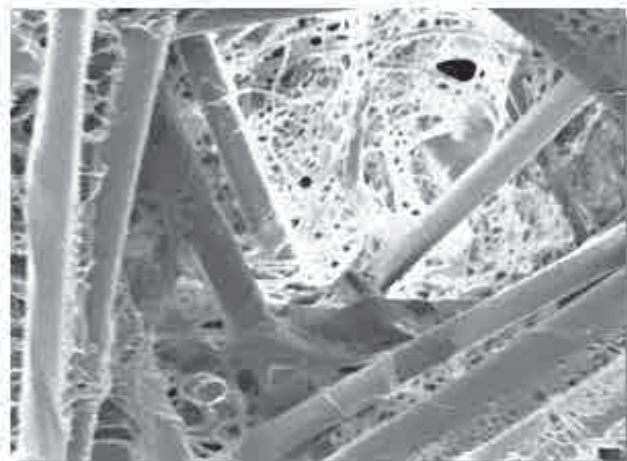
اخیراً روش بسیار متفاوت دیگری تقریباً به صورت اتفاقی در عرصه‌ی مهندسی شیمی ابداع شده است. در این روش الیاف استیبل تولید می‌شود با کاربردهای گسترده در مصارف نهایی تولید می‌شود. تکنولوژی Xa-™ noShear که در دانشگاه کارولینای شمالی ابداع شده است، در سال ۲۰۱۰ تحت لیسانس کمپانی Xanofi قرار گرفته است. با استفاده از این تکنولوژی سرعت نرخ تولید نسبت به روش الکتروریسی افزایش زیادی یافته و همچنین می‌توان با اضافه کردن اجزای لازم به ماشین مقیاس تولید را نیز بالا برد.

شکل‌گیری نانوالیاف در مایع

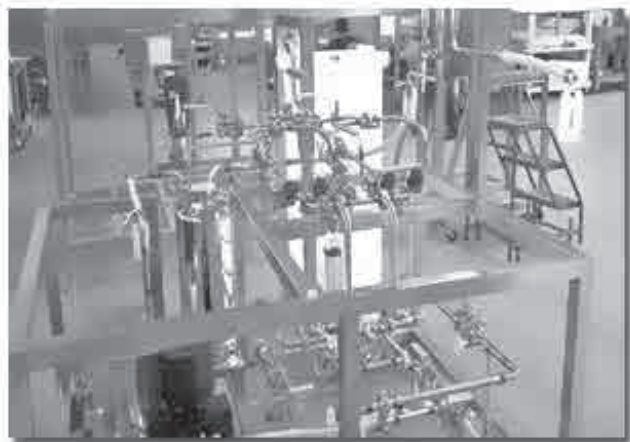
در اوایل دهه‌ی ۲۰۰۰ دکتر اورلین ولو^۱-استادیار مهندسی شیمی و سپس استاد بخش مهندسی شیمی و بیومولکولی دانشگاه کارولینای شمالی- در حال کار بر روی تولید میکرومیله‌های پلیمری با استفاده از فرایند برش کلوییدی در آزمایشگاه شیمی خود بود که ناگهان متوجه می‌شود که بعضی از میله‌ها ظریف‌تر بوده و امکان کشیدگی آنها بیشتر است و منجر به تولید نانوالیاف در مایع می‌شوند. دکتر ولو با کنجکاوی ذاتی خود به بررسی بعضی از مکانیزم‌های شیمیایی پرداخت تا بتواند پلیمرها را در حلال ته‌نشین و آنها را استخراج کند. همکاران دیگر این پروژه از جمله دکتر استویان اسموکوف^۲، دکتر سهامیت گنگوال^۳، دکتر پیت جیسون^۴ و دیگران که هر کدام دارای پیش زمینه‌ی فعالیت در مهندسی شیمی و بیوتکنولوژی بودند و با همکاری بخش‌های مربوطه در دانشگاه کارولینای شمالی و همچنین مایلز سی رایت^۵، طرح تجاری اولیه را بنا نهاده و Xanofi را تاسیس کردند.

در حال حاضر ولو، اسموکوف و جیسون در بخش تکنولوژی و توسعه‌ی محصول فعالیت می‌کنند و وایت مدیرعامل اجرایی شرکت Xanofi است. رایت در رابطه با تکنولوژی XanoShear و تولید محصول با استفاده از این تکنولوژی و وارد کردن آن به بازار چنین می‌گوید: «تکنولوژی اولیه‌ی ما استفاده از ترکیبی از یک حلال/ضدحلال است که باعث بازگشت یک پلیمر قابل حل به حالت جامد می‌شود. هم زمان برش‌هایی نیز به درون مایع اعمال می‌شود و باعث تبدیل مایع به جامد می‌گردد. در این فرایند یک حرکت کششی وجود دارد.» وی افزود که با کسب تجربه در فرایند امکان کنترل بهتر شکل microrods و تبدیل آنها به الیاف فراهم شده است.

رایت بیان کرد که نانوالیاف استیبل تولید شده دارای مزایای متعددی



شکل ۳- میکروگراف الکترونی پوششی از ماده‌ی اولیه‌ی XanoMATRIX که نشان‌دهنده‌ی ساختار بی‌نظم زیر لایه و مصرف بالای الیاف مجزا می‌باشد.



شکل ۱- انعطاف‌پذیری ماشین XanoShear در تغییر قطر، شکل لوله، تانک‌های اضافی و یا سایر ویژگی‌هایی که امکان تولید الیاف مختلف در مقادیر متنوع را بسته به نیاز فراهم می‌کند.

نخستین محصول XanoShear

اگرچه هدف کمپانی Xanofi در ابتدا شراکت با سایر کمپانی‌ها برای تولید و عرضه‌ی محصولات نهایی بود اما نخستین محصول این کمپانی تحت عنوان داربست سلولی سه بعدی XanoMATRIX™ مسیر تقریباً متفاوتی را پیش گرفت. کمپانی Xanofi تیمی را به همراه دانشگاه کارولینای شمالی، کالج دانشگاهی لندن و دانشگاه کمبریج تشکیل داد تا داربست را بسازد. بر خلاف سایر تکنولوژی‌های موجود ساختار بی‌نظم زیر لایه و مصرف بالای الیاف مجزا امکان مهاجرت آسان سلول‌ها و تکثیر آنها را فراهم می‌سازد و منجر به شکل‌گیری دوباره‌ی داربست با مواد مغذی بیشتر می‌شود.

رایت می‌گوید: «ما داربست را می‌سازیم و سلول‌ها بر روی آن رشد خواهند کرد. ما انواع صفحات حفره‌دار ۴۸ تا ۹۶ تایی را تولید خواهیم کرد. ما در حال حاضر صفحات مربوط به داربست سلولی سه بعدی را عرضه می‌کنیم. XanoMatrix در فوریه ۲۰۱۴ عرضه خواهد شد.»

کمپانی Xanofi ماده‌ی افزودنی جدیدی را نیز تولید کرده است که باعث بهبود آبدوستی C6 می‌شود. رایت می‌گوید: «هرچه زنجیر C6 کوتاه‌تر باشد میزان شکستگی آن کمتر و همچنین نسبت به C8 زیست‌سازگارتر است اما C6 در این حالت حدود ۳۰٪ از آبدوستی خود را از دست می‌دهد، بنابراین عملکرد آن به خوبی C8 نیست. با تولید یک ماده‌ی افزودنی ساده برای C6 می‌توانیم به صورتی نسبتاً مقرون به صرفه کارایی آن را به ۹۵٪ برسانیم.» سایر محصولات نیز در مرحله‌ی تولید قرار دارند از جمله پروتئین ذرت برای مواد غذایی و غیره. کمپانی Xanofi برای عرضه‌ی محصولات خود در بازار با چند شرکت مختلف شریک شده است.

مرجع:

Janet Bealer Rodie., "A New Route for Nanofiber", Textile World Asia, January/February/March 2014

1. Orlin Velev
2. Stoyan Smoukov
3. Sumit Gangwal
4. Pete Geisen
5. Miles C. Wright

طرح آزمایشی قوی برای انجام فرایندهای مختلف است.» کمپانی Xanofi همچنین یک سیستم سخت افزاری تحت عنوان XanoSpray تولید کرده است که نانوالیاف استیپل را بر روی کالای موجود بر روی غلتک اسپری می‌کند. بودجه‌ی این پروژه از انجمن ملی علوم تامین شده است.

مدل تجاری: شریک شدن

کمپانی Xanofi تصمیم گرفته است به جای فروش ماشین و نانوالیاف به تولیدکنندگان پایین‌دستی با شرکتهایی که برای محصول آنها بازاریابی می‌کنند شریک شود.

رایت می‌گوید: «ما درخواست‌هایی زیادی برای فروش ماشین داشتیم اما نمی‌خواستیم تنها یک تامین‌کننده‌ی تجهیزات باشیم. همچنین درخواست‌های زیادی نیز برای فروش الیاف خام داشتیم اما باز هم نمی‌خواستیم تبدیل به شرکت وال مارت برای نانوالیاف شویم که هم نیازمند زیرسازي و هم هزینه‌ی بالای بود. ما می‌خواهیم خودمان محصول تولید و مصارف جدیدی برای مواد اولیه‌ی جدید خود پیدا کنیم. ما خود دارای طرح اولیه هستیم.»



شکل ۲- دن مورتون مهندس فرایند در کمپانی Xanofi در حال نگهداشتن یک سطح پرس شده‌ی معمولی از نانوالیاف جامد