



راه‌حلی برای مشکل PFAS



متخصصین تکمیل نساجی (GTT) در حال استفاده از برنامه تکمیل پارچه Empel بدون استفاده از PFAS و آب جهت استفاده در پاپوش هستند. طراح راه‌حل‌های ضدآب Theme Technologies Green گفته که علاقه به اجرای برنامه Empel در حال افزایش است. این فرآیند عاری از مواد پر و پلی‌فلوئوروآلکیل (PFAS) است و از آب نیز استفاده نمی‌کند. در این فرآیند، مواد شیمیایی که به خشک نگه‌داشتن مواد کمک می‌کنند را مستقیم روی الیاف به‌کار می‌برند و از پخت حرارتی برای ایجاد پیوند کووالانسی مولکولی بین پلیمرها و الیاف پارچه استفاده می‌کنند. هنگامی که الیاف به‌همراه مواد شیمیایی روی آنها در معرض گرما قرار می‌گیرد، پیوند مولکولی و پلیمریزاسیون رخ می‌دهد و حفاظت ماندگار در برابر رطوبت ایجاد می‌شود. برندهای پوشاک قبلاکت‌های دارای Empel را به بازار عرضه کرده‌اند، اما GTT گفته که بیشترین علاقه آنها در حال حاضر تجربه در زمینه برندهای کفش است.

بحث‌های PFAS در سال ۲۰۱۲ منجر به سال‌ها کار سخت و تفکر عمیق درباره این فناوری شد. در آن سال گروه کمپین صلح سبز (Greenpeace) گزارشی با عنوان «شیمی برای هر آب و هوایی» منتشر کرد که در آن استفاده مداوم از PFAS توسط برندهایی که محصولاتشان در فضای باز استفاده می‌شود، مورد انتقاد قرار گرفت. شرکت‌های پوشاک به سرعت شروع به اعمال محدودیت‌هایی روی این مواد تکمیلی ضدآب بادوام (DWR) سنتی که براساس شیمی C8 بود، کردند. این مواد دارای زنجیره‌ای از هشت اتم کربن فلئوئوردار هستند. هنگامی که جست‌وجو برای جایگزین‌ها به‌طور جدی آغاز شد، صحبت‌های زیادی درباره راه‌حل‌های مبتنی بر زنجیره کوتاه‌تر C6 وجود داشت. پیام این بود که این محصولات به‌دلیل تجزیه سریع‌تر محصولات جانبی بالقوه مضر در محیط زیست، پایدارتر هستند.

به‌عنوان مثال، در همان سال ۲۰۱۲ گروه مواد شیمیایی Clariant اعلام کرد که ۸ میلیون یورو برای توسعه تولید مواد شیمیایی فلئوئوردار مبتنی بر C6 در کارخانه Gendorf خود در آلمان سرمایه‌گذاری می‌کند تا به مشتریان نساجی خود کمک کند که از گروه مصرف‌کنندگان C8 خارج شوند.



پیوندهایی که نمی‌شکنند

مارتین فلورا، رئیس توسعه کسب‌وکار در GTT، در حال حاضر می‌گوید که «اطلاعات مربوط به ۶C نادرست است. ۶C بهتر از ۸C نیست، زیرا ۶C هنوز هم در مرکز خود کربن و فلوئور دارد. فلوئور نسبت به سایر عناصر جدول تناوبی قوی‌ترین پیوند را تشکیل می‌دهد. اگر فلوئور با کربن پیوند داشته باشد، تا هزاران سال از هم جدا نمی‌شوند، به همین دلیل است که این مواد شیمیایی تجزیه نمی‌شوند.»



فناوری GTT در مرکز خود دارای زنجیره‌های پلیمری است که می‌تواند هر یک از الیاف را در پارچه پستایی کشش یا لباس محصور کند

گزینه‌های دیگری که متعاقباً به بازار آمده‌اند شامل C₆، کربن غیرفلوئورینه شده است، اما چالش‌ها همچنان وجود دارد. آقای فلورا استدلال می‌کند که C₆ نام بدی است، زیرا فلوئور آن صفر است، اما همچنان کربن در پایه زنجیره‌های پلیمری وجود دارد. این فناوری‌ها مبتنی بر آب هستند و اگر محلول‌های مبتنی بر آب شسته شوند، آنها نیز شسته می‌شوند. وی می‌افزاید: کل صنعت نساجی مبتنی بر استفاده از آب به عنوان حلال برای به‌کارگیری مواد شیمیایی روی الیاف

غیرمحلول در آب است. همه الیاف مصنوعی اساساً طبیعت آبگریز دارند. آنها می‌توانند مقدار کمی آب جذب کنند، اما برای آنکه سطح کاملاً را پوشش دهند، کافی نیستند که مانند گذاشتن یک چسب زخم روی یک زخم بزرگ است.

بحث گسترده‌تر

در این شرایط بود که GTT کوشش خود را برای ارائه یک جایگزین بهتر آغاز کرد. کار در سال ۲۰۱۶ برای معرفی فناوری که بنیانگذار آن دکتر گری سلوین بود، آغاز شد و این شرکت در سال بعد آن را به‌کار گرفت. اولین موفقیت‌های تجاری آن در تایوان، یک مرکز عالی شناخته شده برای تولید مواد عملکردی، به‌دست آمد. در حال حاضر برنامه‌هایی برای استفاده از مقاومت در برابر لکه و رنگری بدون آب نیز در دست اجراست. مارتین فلورا توضیح می‌دهد: «ما به انتخاب برندها ادامه دادیم، اما این نیز درست است که هنوز مقاومتی در برابر حرکت به سمت مواد شیمیایی غیرفلوئوردار به‌ویژه در برخی کشورها وجود دارد، به‌عنوان مثال، ژاپن هنوز بیشتر از مواد شیمیایی فلوئوردار استفاده می‌کند و تازه شروع به تبدیل کرده است.»

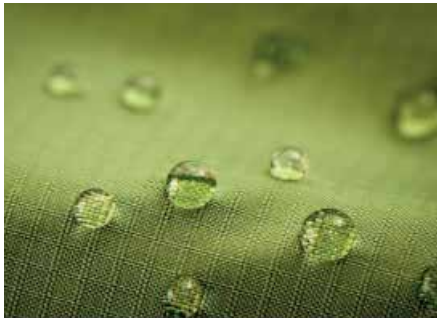
نظر او این است که PFAS تنها یکی از اجزای یک بحث بسیار گسترده‌تر درباره اثرات زیست‌محیطی صنایع پوشاک و پایپوش است. واقعاً این موضوع بزرگ‌تر است که الهام‌بخش تأسیس و پیگیری مداوم گروه GTT بوده است. مارتین فلورا خود را مَبْلَغ کمپین راه‌اندازی شده برای این تغییر عمیق‌تر و گسترده‌تر توصیف می‌کند و در این مورد می‌گوید PFAS تنها یک موضوع برای گفت‌وگوی گسترده‌تر است که بازار جهانی اکنون شروع به درگیر شدن با آن کرده است. او می‌گوید «ما نمی‌توانیم از تکنیک‌های تولید سنتی استفاده کنیم. ما باید نوآورتر باشیم. او استدلال می‌کند که GTT در توسعه Empel و استفاده مستقیم مواد شیمیایی روی الیاف، بدون هیچ‌گونه "شست‌وشو یا پاک کردن" خلاق و مبتکر بوده، زیرا پیوندهای مولکولی ایجادشده بادوام هستند.»



موفقیت در آزمون

آزمون‌ها، عملکرد بهتر Empel را نسبت به سایر فناوری‌های DWR نشان داده‌اند. Gore WL یک استاندارد صنعتی برای خشک نگه‌داشتن مواد پستایی پایپوش ایجاد کرد. رئیس توسعه کسب‌وکار GTT می‌گوید: «Gore یک شریک است و پارچه‌ها را برای ما تحت آزمون خمش مرطوب قرار داده است. این آزمون شامل قرار دادن پارچه زیر آب و تحت فشار قرار دادن آن برای تا حد کمی ترک خوردن است. Gore این آزمون را برای ۳۰۰۰ خمش انجام داده و سپس پارچه را در حمام رنگ قرار می‌دهد تا ببیند آیا رطوبت بعد از دو ساعت به درون پارچه کشیده می‌شود یا خیر. آنها این آزمون را برای فناوری پارچه ما برای ۶۰۰۰ خمش (دو برابر استرس) و ۲۴ ساعت انجام داده‌اند و باز هم جواب گرفته‌اند.»

آزمایش‌ها نشان داده که این فناوری پس از ۶۰۰۰ خمش و ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدن، به عملکرد خود ادامه می‌دهد



پارچه‌های Empel به دلیل یکنواختی کاربرد آن روی پارچه، جذب آب کمتر ۲۵ درصد را نشان می‌دهد. محصور کردن هر یک از الیاف بهتر از روکش سطحی عمل می‌کند. همچنین از مشکل «پل زدن» که اغلب در تکمیل مرطوب رخ می‌دهد، جلوگیری می‌کند.

پایدار و مؤثر

او می‌گوید درباره پایپوش، عملکرد فناوری‌های C۶ و C۰ تا به امروز در کمک به خشک نگه‌داشتن پاها ضعیف بوده و برندها به دنبال راهی مؤثرتر برای رفع نیازهای مصرف‌کنندگان هستند. با توجه به اینکه امروزه در بسیاری از کفش‌ها از پارچه‌های کشاف یا بافته شده به عنوان مواد پستایی استفاده می‌شود، موضع GTT این است که Empel می‌تواند این تقاضا را برآورده کند. آقای فلورا می‌گوید: «کارخانجات به سوی ما می‌آیند و می‌گویند که به یک فرآیند پایدار (برای DWR) نیاز دارند، فرآیندی که نیازهای برندها را به طور مداوم برآورده کند. برندها به چیزی نیاز دارند که نیازهای مصرف‌کنندگانشان را برآورده کند. مادر حال حاضر تقریباً با همه برندهای اصلی پایپوش کار می‌کنیم. برندهای اصلی وجود دارند که با فناوری ما در حال ایجاد موج‌های بزرگی هستند. یکی از برندهای مطرح کفش در فصل پاییز و زمستان آینده محصولاتی با این فناوری در بازار خواهد داشت و ما در مرحله توسعه با برند دوم هستیم.»

کاربرد مستقیم

در اصل به کارگیری برنامه این فناوری برای مواد پستایی پایپوش دقیقاً به همان روشی عمل می‌کند که برای لباس‌ها کار می‌کند. این فرآیند شامل استفاده مستقیم از مواد شیمیایی روی پارچه‌ها با پخت در محل اعمال آن، به جای تلاش برای شست‌وشو و سپس خشک کردن آن است. کار با Gore WL در آزمایش‌ها نشان می‌دهد عملکرد GTT در ارائه راه‌حل‌های پیشگام برای خشک نگه‌داشتن پاها در شرایط مرطوب، قابل تحسین است. مارتین فلورا می‌گوید که مایل است بازار GTT را به عنوان «یک فرزند Gore» در نظر بگیرد. اما او به سرعت به تفاوت‌های فنی مهمی



او توضیح می‌دهد که این آزمون تفاوت اساسی بین کاربرد مستقیم مواد شیمیایی و سیستم‌های مبتنی بر آب را نشان می‌دهد. Empel جذب آب را تا ۷۵ درصد کاهش می‌دهد، GTT اصرار دارد و می‌گوید که این نتیجه یکنواختی کاربرد آن در پارچه است. این عملیات بر خلاف روکش سطحی، هر یک از الیاف را محصور می‌کند. همچنین از مشکل «پل زدن» که چسبیدن مواد شیمیایی بین الیاف است و اغلب در پایان تکمیل مرطوب رخ می‌دهد، جلوگیری می‌کند. از نظر دوام، پارچه‌های Empel قابلیت آب‌گریزی خود را پس از ۵۰ بار شست‌وشو حفظ کرده‌اند که به دوام محصولات نهایی برای مدت طولانی‌تر پیش از ورود به محل دفن زیاله کمک می‌کند.



موفقیت در آسیا

گلد لانگ جان یک تأمین‌کننده مواد پایپوش مستقر در تایوان، در اواخر ژوئیه اعلام کرد که استفاده از IEmpe را برای پارچه‌های کارخانه خود در ویتنام آغاز کرده و قصد دارد استفاده خود از برنامه IEmpe را به سایر تأسیسات تولیدی گسترش دهد. برنامه Empel که توسط شرکت آمریکایی (GTT) Green Theme Technologies توسعه یافته، از آب استفاده نمی‌کند و عاری از مواد پر و پلی فلوئوروآکیل (PFAS) است. با IEmpe، مواد شیمیایی ضد جذب و انتقال رطوبت با استفاده از خاصیت مویینگی به‌طور مولکولی با پایپوش پیوند برقرار می‌کند و از کفش‌ها و استفاده‌کنندگان در برابر هوای مرطوب محافظت می‌کنند.

گلد لانگ جان ماشین‌آلات اختصاصی IEmpe را در کارخانه ویتنامی خود در سال ۲۰۲۳ نصب کرد. این تجهیزات اکنون در آنجا مورد استفاده قرار می‌گیرد و تولیدکننده پارچه گفته که این فناوری را در تأسیساتی در تایوان نیز نصب خواهد کرد.



رئیس گلد لانگ جان Kevin Wen، گفت: «GTT و محصولات Empel آن به ما کمک می‌کنند تا در خط مقدم راه‌حل‌های پایدار جهانی باقی بمانیم و به ما امکان می‌دهد برندهای پایپوش را با مواد بسیار نوآورانه، تمیزتر و با عملکرد بهتر عرضه کنیم. ما این را به عنوان یک پیروزی برای خود، برندهای شریکمان و تلاش‌های پایدار جهانی می‌بینیم.» به نوبه خود، رئیس توسعه تجارت جهانی GTT، مارتین فلورا، توضیح داد که گلد لانگ جان اولین کارخانه تولید پایپوش اصلی در آسیاست که Empel را پذیرفته است. او گفت که شرکت تایوانی «ابزاری در ارائه آمادگی تجاری مورد نیاز برای برندهای اصلی کفش که به راحتی امپل را به کار می‌گیرند، بوده است.» وی افزود: «Empel بهترین تکمیل‌های عملکردی را ایجاد می‌کند. به دلیل مشارکت و ورود گلد لانگ جان ما اکنون می‌توانیم شیمی پاک خود را در سراسر جنوب شرق آسیا گسترش دهیم و تفاوت واقعی در مبارزه با آلودگی آب، کربن و مواد شیمیایی ایجاد کنیم.»

منبع:

اشاره می‌کند و می‌گوید: «فناوری Gore در درجه اول از یک غشاء به عنوان مانعی در برابر رطوبت استفاده می‌کند، در حالی که Empel بدون غشاء است، تنفس بیشتری دارد و چهار برابر بیشتر از هر محلول C یا C۶C موجود در بازار در برابر عبور آب مقاومت می‌کند.» نظر او این است که غشاها در موقعیت‌هایی که افراد طولانی مدت و شدید در معرض آب قرار می‌گیرند، به خوبی کار می‌کنند، اما این شرایط به ندرت پیش می‌آید. در بیشتر موارد، سوال کلیدی برندهای پایپوش و پوشاک و مشتریان آنها باید مربوط به زمان خشک شدن باشد. وقتی پارچه خیس می‌شود، مانند زمانی که زیر باران می‌دوید یا در مسیر برفی جنگلی پیاده‌روی می‌کنید، آیا می‌تواند هنگام خشک شدن از استفاده‌کننده محافظت کند؟ و آیا نفوذپذیری هوا به قدر کافی برای رها شدن رطوبت از داخل وجود دارد؟ مارتین فلورا معتقد است این سوالات به اندازه کسب و کار پارچه‌های عملکردی، قدیمی هستند، اما در حال حاضر در سال ۲۰۲۴ نیز قابلیت بحث دارند.

او می‌گوید: «این جایی است که یک فناوری بدون غشاء مزیت خواهد داشت. اگر داخل پایپوش شما خیس شود، از آنجا که نفوذپذیری هوا نمی‌تواند با سرعت تعریق مطابقت داشته باشد، احساس راحتی نخواهید کرد. بدن انسان هم به همین شکل تکامل یافته و از تبخیر به عنوان مکانیسم خنک‌کننده استفاده می‌کند. هم‌زمان با انتقال رطوبت از آب به بخار، گرما را از بدن می‌گیرد.»

سود بیشتر

جذب و انتقال رطوبت با استفاده از خاصیت مویینگی شامل پخش شدن رطوبت در سطح وسیع‌تری از پارچه است و برخی از ارائه‌دهندگان فناوری استدلال می‌کنند که این کار منفعت بیشتری دارد. اما موضع GTT این است که جریان هوا در اطراف پا یا بدن بهتر باشد، زیرا تبخیر از پوست سطح بالاتری از راحتی را ارائه می‌دهد.

تمرکز GTT در حال حاضر روی الیاف مصنوعی است، اما این شرکت همچنین به نتایج جالبی در آزمون‌های با پشم دست یافته که در حال حاضر به عنوان الیاف برای پستایی‌های کشف پایپوش محبوب است. این نشان می‌دهد کاربردهای آینده با الیاف مبتنی بر پروتئین امکان‌پذیر است. با این حال، در صنعت کفش تمرکز روی مواد مصنوعی گسترده‌تر است، چراکه تا حدی اثبات می‌کند این برنامه فناوری می‌تواند عملکردی را که برندها و مصرف‌کنندگان می‌خواهند را ارائه می‌دهد. اگر این فناوری بتواند در مواد پستایی که برندها به‌طور گسترده از آن استفاده می‌کنند با موفقیت عمل کند، شانس آن برای تغییر بازار افزایش می‌یابد.