



کشف گرافین تقلبی در منسوجات و جلوگیری از کلاهبرداری



که در یک شبکه لانه زنبوری دو بعدی آرایش یافته‌اند و به دلیل ساختار شش ضلعی منحصر به فرد این ماده هر اتم کربن به حداقل سه اتم دیگر متصل است. ترنس بارکان، مدر اجرایی شورای کربن‌های پیشرفته توضیح می‌دهد که خانواده گرافین شامل اشکال مختلفی هستند از جمله گرافین با لایه‌های کمتر (۳ تا ۱۰ لایه)، اکسید گرافین، گرافین پوسته‌ای و گرافین توربوستاتیک.

بارکان می‌گوید استفاده از گرافین در منسوجات مختلف عمدتاً به میزان کمتر از یک درصد باعث ایجاد ویژگی‌های عملکردی ممتازی در منسوج می‌شود از جمله ماندگاری بیشتر، راحتی بهتر،

استحکام، انعطاف‌پذیری، وزن پایین و بسیاری از ویژگی‌های مثبت دیگر می‌باشد.

کربن‌های پیشرفته نظیر گرافین، نانولوله‌های کربنی، بیوپار و مکسین در میان جدیدترین نانومواد قرار دارند که در بازار نساجی شور و هیجان ایجاد کرده اند اما آیا ادعاهای محصولات تجاری سازی شده با محصول واقعی مطابقت دارند؟

سوپرماده کربن

گرافین به دلیل استحکام فوق‌العاده بالا (تا ۲۰۰ برابر فولاد) شناخته شده است.

این ماده یک لایه واحد از اتم‌های کربن است

در طول سال‌ها شاهد ادعاهای دروغین و برچسب‌گذاری‌های اشتباه بر روی منسوجات بوده‌ایم برای مثال مواد اولیه تهیه شده از پنبه مصری یا ارگانیک، ابریشم ویتنامی، کشمیر و پلی‌استر تهیه شده از بطری‌های پلاستیکی. با این حساب تولیدکنندگان و در نهایت مصرف‌کنندگان نهایی چطور می‌توانند مطمئن باشند که محتوای منسوجات مورد استفاده دقیقاً همان است که ادعا شده است؟!

یکی از موادی که اخیراً هدف تبلیغات اغراق‌آمیز بازاریابی قرار گرفته و ادعاهای دروغین در مورد آن وجود دارد، «گرافین» است.

این ماده شگفت‌انگیز دارای رسانایی الکتریکی بالا،



تایید ادعاهای مربوط به محتوای گرافین

هیل به این نتیجه رسیده که احتمالاً تایید ادعاهای مربوط به وجود گرافین در محصولات تجاری نیازمند آماده‌سازی‌های قابل توجه و تجزیه و تحلیل با استفاده از ابزارهای متعدد است. انحلال مواد ماتریسی نیازمند حلال‌های مختلف با غلظت و دمای بالا می‌باشد.

طیف سنجی رامان قطعی‌ترین روش است اما ممکن است برای تشخیص دقیق تر به آنالیزهای تکمیلی نیاز باشد.

او تاکید کرد که برای تضمین یکپارچگی بازار مبتنی بر گرافین به آزمایشات مستقل و دقیقی نیاز است. ممکن است برای بهره بردن از محبوبیت «گرافین» به عنوان یک ماده افزودنی ادعاهای دروغینی به صورت عمدی مطرح شوند.

این ادعاهای دروغین می‌توانند به صورت غیر عمدی نیز باشند برای مثال زمانی که ماده اولیه تهیه شده از یک تامین کننده غیرگرافنی و یا مبهم (شبهه به تعریف مورد پذیرش از گرافین اما نه مطابق با آن) باشد.

در نهایت هیل اشاره می‌کند که کربن در اشکال مختلفی وجود دارد. به همین دلیل است که گرافین یک ماده اولیه منحصر به فرد و مهم هم از نظر بیولوژیکی و هم از نظر استفاده در مواد پیشرفته به شمار می‌رود.

کربن یک عنصر به شدت آلتروپیک است. گرافین خانواده ای از مواد است که آرایش‌های اتمی جدید آن دائماً در حال ابداع می‌باشد و تمامی آنها نیز دارای کاربردهای متفاوتی هستند: گرافین بسته به مورفولوژی آن می‌تواند خصوصیات مختلفی ایجاد کند.

هیل به تولیدکنندگان توصیه می‌کند که زمانی که از مواد گرافنی در محصولات خود استفاده می‌کنند به دنبال شفافیت در مورفولوژی و ویژگی‌های آن باشند. او می‌گوید: مهم است که بدانیم با چه ماده‌ای سر و کار داریم و کدام گرافین برای کاربرد مورد نظر شما بهترین انتخاب است.

الیاف درون اسید سولفوریک و سپس پارافین مایع در دمای 170°C هضم یا تخریب می‌شوند و ذرات از طریق فیلتر شیشه یا پلی پروپیلن استخراج شده و به روش میکروسکوپ الکترونی پویشی و طیف سنجی رامان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. با طیف سنجی رامان وجود افزودنی‌های گرافنی تنها در یک دستکش از هشت دستکش مورد آزمایش تایید شد.

با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پویشی نیز مشخص شد که ذراتی با مورفولوژی مشابه اکسید گرافین در الیاف این دستکش و همچنین عصاره‌های حل شده وجود دارد.

دو دستکش حاوی گرافیت و نه گرافین بودند و طیف سنجی رامان هیچ نشانه‌ای از وجود مواد گرافنی در سایر نمونه‌ها را نشان نداد!

به طور مشابه هیچ گونه شواهد مورفولوژیکی قطعی که نشان از وجود گرافین در سایر نمونه‌ها داشته باشد در نتایج حاصل از میکروسکوپ الکترونی پویشی نیز دیده نشد.

با آنالیز عنصری (EDS-SEM) مشخص شد که در بسیاری از این دستکش‌ها از افزودنی‌های قدیمی مقاوم در برابر برش نظیر الیاف فولاد، سیلیکا، الیاف شیشه، الیاف کربن یا دی اکسید تیتانیوم استفاده شده بود.



کاهش میزان باکتری و افزایش بهداشت. همین خصوصیات گرافین را به یک ماده اولیه «بسیار جالب توجه» تبدیل کرده است.

گرافین را می‌توان هم در الیاف و هم در پوسته‌های لیفی به کار گرفت و یا زیرلایه‌های نساجی را با آن پوشش دهی کرد.

اغلب تولیدکنندگان نساجی می‌گویند ماده اولیه آنها حاوی گرافین است اما بیشتر افراد وجود گرافین را تست نمی‌کنند که در این جا نیاز به وجود یک فرایند درست برای تایید این ادعاها برجسته می‌شود. آزمایش جامع شخص ثالث کلید حفظ یکپارچگی بازار و اعتماد مصرف کننده است.

کاربرد گرافین تایید شده در نساجی

دکتر کری هیل مدیر بخش نانومواد و ایمنی آلاینده‌های نوظهور در شرکت ITA Inetrnational واقع در بلکسبرگ ایالت ویرجینیا در وینناری که اخیراً با موضوع گرافین تایید شده مورد استفاده در منسوجات برگزار شده بود، نتایج یک مطالعه موردی را در مورد یک برنامه آزمایشی دقیق بر روی هشت دستکش محافظ موجود در بازار که بر اساس تبلیغات انجام شده حاوی گرافین بودند، اعلام کرد.

بر اساس مطالعه ای که در سال ۲۰۲۳ بر روی ۳۴ ماده اولیه حاوی اکسید گرافین تجاری انجام شد، مشاهده شد که تنها چهار ماده دارای ویژگی‌های ادعا شده بودند.

در جدیدترین مطالعه ای که توسط ITA و شورای گرافین انجام شد، محتوای گرافین ادعا شده در هشت دستکش تجاری مقاوم در برابر برش که از بازارهای آمریکا، اروپا و آسیا پاشفیک انتخاب شده بودند، مورد ارزیابی قرار گرفت.

نمونه‌ها به محض دریافت و پس از استخراج با اسید سولفوریک غلیظ و استخراج با حلال مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای تحلیل آزمایشات انجام شده از روش‌های طیف سنجی رامان و میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) با طیف سنجی پراش انرژی اشعه ایکس (EDS) استفاده شده است.



استانداردها تعیین کننده قوانین

به گفته بارکان استانداردهای تدوین شده در صنعت از اهمیت بالایی در بخش کربن‌های پیشرفته برخوردارند چون باعث تسهیل پذیرش تجاری و کمک به متمایز شدن شرکت‌های مطرح از رقبای خود می‌شوند ضمن این که تنظیم‌کنندگان می‌توانند از این استانداردها برای تسریع در اخذ مجوزها و چارچوب‌های قانونی بهره بگیرند.

شورای کربن‌های پیشرفته در حال کار بر روی شش کار گروه تدوین استاندارد به منظور تعیین استانداردهای جهانی برای مواد اولیه کربنی پیشرفته است: گرافین، نانولوله‌های کربنی، الیاف کربن بازیافتی و بازیابی شده، نانوالیاف کربنی، بیوچار و مکسین.

چارچوب دسته‌بندی گرافین (GCF) که چند سال قبل توسط شورای گرافین بنا نهاده شده از موارد زیر تشکیل می‌شود:

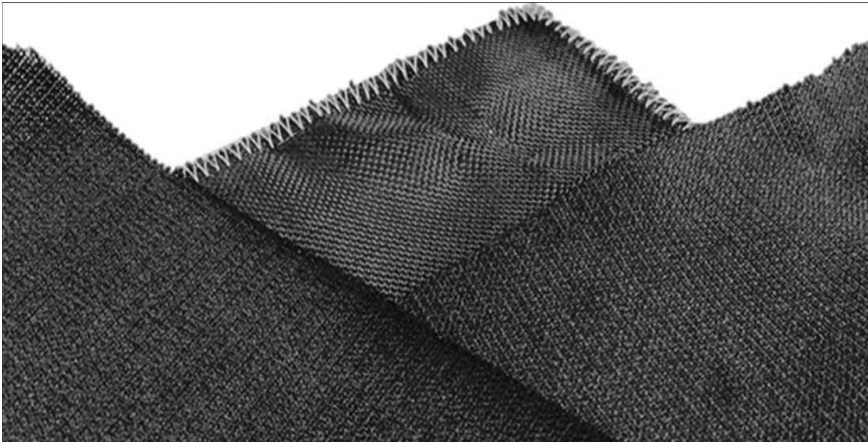
- * فهرستی از ویژگی‌ها و خصوصیات مواد اولیه که بیشترین ارتباط را با کاربردهای تجاری دارند
- * شناسایی روش‌های آزمایش برتر
- * محدوده‌ای از مقادیر اندازه‌گیری برای هر کدام از این ویژگی‌ها و خصوصیات
- * یک ساختار نام گذاری برای استفاده در نام گذاری و توصیف یکنواخت انواع و اشکال مختلف مواد اولیه گرافینی؛
- * یک الگوی برگه مشخصات فنی مطابق با ساختار و فرمت GCF.

در حال حاضر برنامه تایید گرافین تنها گزینه بازرسی حضوری، محرمانه و از طریق کارخانجات و فرایندهای تولیدی است که شامل توصیف دقیق از مواد و محصولات تولید شده می‌شود.

این برنامه در سراسر دنیا توسط شورای گرافین اداره می‌شود و مبتنی بر بهترین شیوه‌ها و استانداردهای بین‌المللی می‌باشد و در آن از متخصصین و آزمایشگاه‌های اندازه‌گیری درجه یک بهره گرفته می‌شود.

پارچه‌های غنی شده با گرافین

علی‌رغم چالش‌های موجود در تایید وجود گرافین



نظارت بر سلامت

یک تیم تحقیقاتی از دانشگاه فناوری آینده‌وون در هلند موفق به تولید یک جوهر رسانا حاوی پولک‌های گرافین، حلال‌های غیرسمی و یک بایندر ترموپلاستیک کشسان از جنس پلی‌یورتان شده است. این جوهر حتی تحت کشش صددرصد نیز رسانایی خود را حفظ می‌کند و پس از ۱۰۰۰ دور کشش ۵۰-۲۰ درصد بسیار پایدار خواهد ماند. ترکیب رسانایی بالا، کشسانی و دوام این جوهرهای رسانا را به یک انتخاب امیدوار کننده برای استفاده در میج بندهای سنجش عرق یا پایش نبض، گرم‌کن‌های پوشیدنی، لباس‌های ورزشی هوشمند، منابع نیروی پوشیدنی و سنسورهای الکتروکاردیوگرام پوشیدنی تبدیل کرده است.

یک تیم تحقیقاتی به سرپرستی TTV نیز موفق به توسعه یک پیراهن بهبود یافته با گرافین برای مانیتورینگ قلبی شده که می‌تواند به متخصصان در تشخیص و درمان بیماری کمک می‌کند. ورزشکاران نیز می‌توانند با استفاده از این محصول عملکرد ورزشی خود را آنالیز کرده و آن را بهبود بخشند و وضعیت تناسب اندام و پیشرفت خود را پیگیری کنند.

مرجع:

Geoff Fisher, "Preventing fraud, detecting fake graphene in textiles", International Fiber Journal, February 2026

در منسوجات، چندین برند پوشاک و محصولات ورزشی در حال همکاری با تامین‌کنندگان گرافین به منظور تولید پارچه‌های غنی شده با گرافین می‌باشند.

برای مثال برند پوشاک ورزشی Umbro از فناوری Graphene-Wear کمپانی ورسارین در ست تمرینی حرفه‌ای کالکشن بهار/تابستان ۲۰۲۳ خود استفاده کرده است.

محصولات مجهز به این فناوری دارای خصوصیات جدیدی هستند که امکان انتقال حرارت بهتر، افزایش مدیریت رطوبت و بهبود نرخ خشک شدن را برای مصرف‌کننده فراهم می‌کنند بدون این که نفوذپذیری هوا یا بخار آب کاهش پیدا کند.

کمپانی سوئدی گرافرن در حال آزمایش روش اختصاصی خود برای پوشش دهی منسوجات مختلف با گرافین است.

در این روش از چسب یا بایندر برای جایگذاری اجزای رسانا درون پارچه استفاده نمی‌شود بلکه به جای آن از پولک‌های گرافین برای ایجاد یک محصول نرم، انعطاف پذیر و مشابه پوست بدن با قابلیت کنترل رسانایی الکتریکی استفاده می‌شود.

مرکز تحقیقات فنی VTT در فنلاند مواد چندلایه بر پایه گرافین را از دانشگاه کمبریج دریافت و آن را با پلی اتیلن ترفتالات ترکیب کرد.

پس آن برند آلمانی ترویرا ماده حاصل را تحت فرایند ریسندگی و بافندگی به پارچه تبدیل نمود. این محصول قابلیت تبدیل به یک نخ جدید رسانا و سبک را نیز داشت.