



کاربردهای جدید الیاف کربن

ترجمه: آزاده موحد

۲۰۱۱ رسیده است.

با این حال با بروز پاندمی کووید-۱۹ در اواخر سال ۲۰۱۹ و اوایل سال ۲۰۲۰ اوضاع تغییر کرد. اثرات این پاندمی مانند زمین لرزه‌ای بود که اقتصاد دنیا را تکان داد و صنعت الیاف کربن نیز از این تکان‌ها در امان نماند.

در این میان بعضی از بازارهای این الیاف کم و بیش تحت تاثیر پاندمی قرار نگرفتند. برای مثال در سال ۲۰۲۰ در صنعت انرژی بادی حدود ۹۳۰۰۰ میکرووات (تقریباً ۳۰۰۰۰ توربین جدید) نصب گردید. در مقایسه با آن ظرفیت نصب شده بین سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹ سالانه ۵۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰ مگاوات بوده است. پیچلر می‌گوید سال ۲۰۲۰ سال خوبی برای صنعت کالاهای ورزشی بوده است چون کارگران خشمگین و در خانه مانده برای سرگرم کردن خود در دوران پاندمی و قرنطینه پولشان را برای باشگاه‌های گلف، قایق رانی و دوچرخه سواری هزینه کردند.

با این حال بازارهای مشخص برای الیاف کربن در این دوران به شدت آسیب دیده‌اند. پیچلر می‌گوید در بازار خودروسازی، پاندمی تاثیر محسوسی بر تولید وسایل نقلیه داشته است؛ برای مثال در سال گذشته تولید وسایل نقلیه سبک در اروپا در مقایسه با سال ۲۰۱۹، ۲۰ درصد و در مقایسه با ایالات متحده آمریکا ۱۵ درصد کمتر شده است. در حالی که صنعت خودروسازی در حال احیای خود می‌باشد، استفاده از پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف کربن در این صنعت هنوز در مراحل ابتدایی است و تنها ۱۰ درصد کل بازار الیاف کربن را به خود اختصاص می‌دهد. جدای از پاندمی استفاده از

در طول دو دهه گذشته پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف کربن توجه تولیدکنندگان تجهیزات اصلی را که تامین قطعات برای بخش‌های مختلف به عهده آن‌هاست، جلب کرده است. برای مثال در صنعت هوا و فضا از پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف مستحکم، سفت و سبک کربن برای کاهش وزن استفاده می‌شود که در نتیجه آن مصرف سوخت کاهش پیدا می‌کند به ویژه در بویینگ ۷۸۷ و ایرباس A350. پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف کربن حدود ۵۰ درصد وزن این دو هواپیما را تشکیل می‌دهد. به همین ترتیب سازندگان خودرو نیز برای کاهش میزان دی‌اکسید کربن خارج شده از خودروها در هنگام رانندگی و افزایش مسافتی که با هر لیتر بنزین مصرف شده یا شارژ باتری می‌توان طی کرد، تحت فشار زیادی قرار دارند. کاهش وزن بدنه خودرو و اجزای به کار رفته در آن، پنل و درب‌ها با استفاده از پلاستیک‌های تقویت شده با الیاف کربن به جای فلزات سنگین نقش مهمی در رسیدن به این هدف ایفا می‌کند. در صنعت انرژی بادی نیز این پلاستیک‌ها برای کاهش وزن تیغه‌های توربین وقتی که طول آن‌ها زیاد می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

با این اوصاف تعجبی ندارد که بخش الیاف کربن از سال ۲۰۰۹ تا پایان سال ۲۰۱۹ رشد بی‌وقفه‌ای را تجربه کرده است. دن پیچلر، مدیرعامل کمپانی کربن کانسالت در شهر هوفهایم ام تانوس می‌گوید که تقاضا و تامین الیاف کربن در این دوره ۱۱ درصد رشد سالیانه داشته است. تولید الیاف کربن در این دوره دو و سه برابر شده و از ۴۰ کیلوتن در سال ۲۰۱۰ به بیش از ۱۰۰ کیلوتن در سال



سبک و انعطاف پذیر باشد ولی حمایت لازم از پا را نداشته باشد. کریبتکس ادعا می کند موفق شده تا با استفاده از محصولات پلاستیکی تقویت شده با الیاف کربن نیاز به استفاده از چنین موادی را از بین ببرد. این محصولات AFX و DFX نامیده شده و از لایه های پیچیده صفحات پلیمری و الیاف کربن تشکیل می شوند. واژه AFX مخفف انعطاف پذیری نامتقارن می باشد که یعنی صفحات تشکیل شده از آن را می توان در یک جهت خم کرد ولی در جهات دیگر قابل خم شدن نیست مانند لولا. واژه DFX نیز مخفف انعطاف پذیری پویا است که یعنی صفحات زمانی که خم می شوند، سختی آن های به صورت غیرخطی زیاد می شود. علاوه بر آن افزایش سختی می تواند در یک مورد کاربردی مشخص مورد نیاز باشد. برای مثال در کفش های دوچرخه سواری و دو هنگامی که شخص در حال قدم زدن است، صفحات انعطاف پذیر باقی می مانند اما به محض این که شخص شروع به دویدن یا پدال زدن می کند و پا با زاویه زیاد خم می شود، صفحات سفت و محکم می شوند. خان می گوید: «با استفاده از این محصولات دیگر نیازی به استفاده از مواد مذکور و انتخاب کفی میانی با سختی مشخص نیست. می توان عملکردهای مختلف یک فعالیت مشخص را شناسایی و سختی را با توجه به آن مهندسی کرد.»

در حال حاضر احتمالاً استفاده از پلاستیک های تقویت شده با الیاف کربن در این صفحات همچنان به عنوان یک کاربرد تخصصی باقی خواهد ماند ولی قابلیت رشد زیادی در آینده خواهد داشت. پیچلر انتظار دارد ظرفیت نصب شده در بازار انرژی بادی تا سال ۲۰۲۵ با نرخ رشد ترکیبی سالانه ۱۷ درصد افزایش پیدا کند. پیش بینی می شود میانگین قطر روتور توربین های بادی از حدود ۹۰ متر در سال ۲۰۱۵ به حدود ۱۶۰ متر در سال ۲۰۲۶ برسد و برای جبران افزایش وزن توربین ها، درصد تیغه های تهیه شده از پلاستیک های تقویت شده با الیاف کربن در ساخت تیغه ها بیشتر خواهد شد و از ۲۵-۳۰ درصد به حدود ۴۰ درصد خواهد رسید. به همین ترتیب میزان الیاف کربن مصرف شده در صنعت انرژی بادی نیز افزایش خواهد

اجزای پلاستیکی تقویت شده با الیاف کربن در صنعت خودروسازی به دلیل گران بودن ماده اولیه نیز با محدودیت هایی روبروست به جز در چند مورد خاص (مانند بی ام دبلیو سری ۷ و i3).

پاندمی کووید-۱۹ در صنعت هوا و فضا که بزرگ ترین بازار برای الیاف کربن می باشد، شدیدترین تاثیر را داشته است. در بخش هوانوردی تجاری، تعداد مسافرت های هوایی بین المللی از اواسط تا اواخر سال ۲۰۲۰ کمتر از ۱۰ درصد مقدار نرمال آن بوده و بعید به نظر می رسد که حداقل تا سال ۲۰۲۴ به وضعیت اولیه خود پیش از پاندمی بازگردد. در نتیجه کاهش سفرهای هوایی ساخت هواپیماهای تجاری نیز متوقف شده است. پیش از شیوع ویروس کووید-۱۹ در جهان تعداد هواپیماهای A350 ساخته شده با پلاستیک فشرده الیاف کربن ۱۲ عدد در ماه بوده و در حال حاضر به ۵ عدد در ماه رسیده است. تولید بویینگ ۷۸۷ نیز از ۱۴ عدد در ماه به ۶ عدد در ماه رسیده است. به همین ترتیب میزان مصرف الیاف کربن در صنعت هواوفاضا از ۲۰ کیلوتن در سال ۲۰۱۹ به حدود تنها ۱۴ کیلوتن در سال ۲۰۲۱ خواهد رسید.

پیچلر می گوید در نتیجه این تحولات، تقاضا برای الیاف کربن در سال ۲۰۲۰ در مقایسه با سال ۲۰۱۹ تنها یک درصد رشد داشته است و برای سال ۲۰۲۱ نیز همین میزان رشد پیش بینی می شود. تقاضا برای الیاف کربن در صنعت هواوفاضا در سال ۲۰۲۰، ۲۷ درصد و در سال ۲۰۲۱، ۱۴ درصد کاهش داشته است اما در سایر بازارها به ترتیب ۸ درصد و ۳ درصد بیشتر شده است. با این حال ارزش بازار الیاف کربن در سال ۲۰۲۰، ۶ درصد کاهش داشت و در سال ۲۰۲۱ نیز تا ۲ درصد کمتر خواهد شد.

بهبود این وضعیت کاملاً به بهبود اقتصاد جهانی پس از دوران پاندمی بستگی دارد اما آن چه که واضح است این است که با تکامل و بلوغ بازارهای فعلی و ظهور بازارهای جدید، بازار الیاف کربن از پتانسیل فوق العاده ای برای رشد در دهه آینده برخوردار می باشد.

یکی از کاربردهای جدید برای الیاف کربن که شاید بدیع ترین آن نیز باشد، استفاده از پلاستیک های تقویت شده با الیاف کربن در صفحات مورد استفاده در کفش های ورزشی است که توسط کمپانی کریبتکس واقع در کن ویک، واشینگتن ارایه شده است. به گفته جونوس خان، رییس و مدیر اجرایی کمپانی بسیاری از برندهای ورزشی بزرگ جهان از جمله آدیداس از این طرح استقبال کرده اند. کفی های میانی پلاستیکی تقویت شده با الیاف کربن به خودی خود چیز تازه ای نیست اما طراحان باید در بین آن از ماده اولیه ای استفاده کنند که از استحکام کافی برای حمایت از پا در طول فعالیت هایی مانند دوچرخه سواری، دویدن یا فوتبال بازی کردن برخوردار باشد که ممکن است ماده اولیه غیرقابل انعطاف و سنگین و یا

فشار و دمای متغیر تولید می شود. در این فرایند عناصر تشکیل دهنده پیش ماده یکی یکی از آن جدا شده و در نهایت الیافی به دست می آید که از کربن کاملاً خالص با یک ساختار گرافیتی پایدار تشکیل شده است.

لموند در حال تجاری سازی فرایندهایی برای تولید الیاف کربن از پیش ماده های اکریلیک ارزان تر است. این اقدام در کنار استفاده از تکنیک اکسیداسیون امکان تولید الیاف کربن با هزینه کمتر و سرعت تولید متناسب با نیاز بازار را فراهم می کند. تکنیک اکسیداسیون بنا بر ادعای کمپانی باعث کاهش ۷۵ درصدی انرژی و کاهش ۷۵ درصدی تجهیزات مورد نیاز در مقایسه با روش های متداول تولید الیاف کربن می شود.

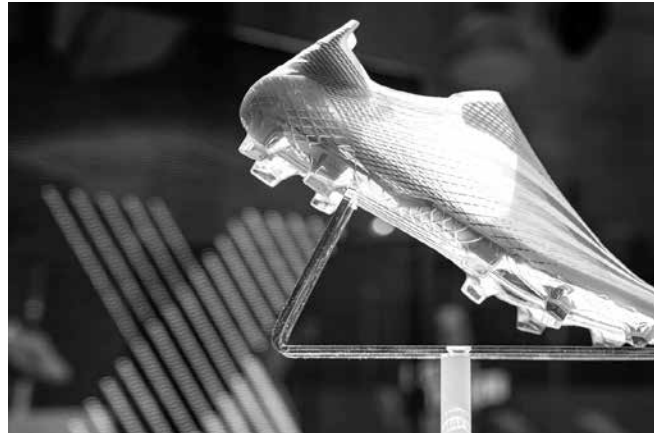
در این زمینه استفاده از پیش ماده های زیستی می تواند حیاتی باشد. موریس کالینز استاد ارشد در دانشگاه لایمریک ایرلند گفت که می توان از لیگنین که یک محصول ضایعاتی در صنعت پالپ و کاغذ است، به عنوان جایگزینی مناسب برای پلی اکریلونیتریل استفاده کرد.

کالینز و همکارانش به عنوان جزیی از پروژه LIBRE که بودجه آن توسط اتحادیه اروپا تامین می شود، روش های زیست سازگار، اقتصادی و مقیاس پذیری را برای ریسندگی، تثبیت و کربونیزه کردن پیش ماده لیگنین/پلیمر ارائه داده اند. با به کارگیری این روش ها می توان الیاف کربن را با نصف هزینه تولید به روش متداول آن تولید کرد و از همه مهم تر این که خواص مکانیکی الیاف کربن به دست آمده تغییر نخواهد کرد (استحکام کششی GP2 و مدول ۲۰۰ GPa).

پاندمی کووید-۱۹ ضربه سختی به صنعت الیاف کربن وارد کرد اما با پیدایش کاربردهای متنوع و جدید برای این ماده اولیه و تکامل کاربردهای فعلی، این صنعت نیز پس از پاندمی قدرتمندتر از گذشته به فعالیت خود ادامه خواهد داد.

مرجع:

James Bakewell, "Carbon fibres target new applications", WTIN, June 2021



یافت و از ۱۶ کیلوتن در سال ۲۰۱۵ به بیش از ۴۰ کیلوتن در سال ۲۰۲۶ خواهد رسید.

به همین شکل در صنعت خودروسازی نیز تقاضا برای الیاف کربن شاهد یک رشد انفجاری خواهد بود. خواص فیزیکی پلاستیک های تقویت شده با الیاف کربن آن ها را برای استفاده در محفظه های باتری در وسایل نقلیه الکتریکی بسیار مناسب می سازد اما شاید تولید مخازن تحت فشار سبک برای ذخیره سازی هیدروژن در خودروهای پیل سوختی جایی باشد که واقعا این پلاستیک ها مورد نیاز هستند. اندرو میفیلد، مدیر عامل کمپانی سوئدی کانکتراگلوبال می گوید حتی اگر اهداف بلندپروازانه دولت های سرتاسر جهان در مورد عرضه خودروهای پیل سوختی برآورده نشود، باز هم چیزی حدود ۳۰ تا ۵۸ کیلوتن الیاف کربن برای تولید مخازن تحت فشار مورد نیاز است. صنعت الیاف کربن برای بهره گیری از فرصت ها باید یک سری مسایل و مشکلات کلیدی را حل و فصل کند:

- هزینه در حال حاضر استفاده از الیاف کربن در بسیاری از بخش ها بسیار هزینه بر بوده و مقرون به صرفه نیست.
- تولید الیاف کربن به طور محسوسی دارای اثرات زیست محیطی است که برای بسیاری از مشتریان بالقوه یک عامل بازدارنده بالقوه محسوب می شود.

- نیاز به افزایش بیشتر ظرفیت تولید-با توجه به این که نصب یک خط تولید ۱/۵ کیلوتن الیاف کربن در سال می تواند حدود ۵۰ میلیون یورو هزینه داشته باشد و اجرایی شدن آن نیز دو سال طول بکشد، چند تولیدکننده حاضرند در شرایط اقتصادی فعلی چنین ریسکی را قبول کنند؟

این مشکلات تنها با ورودی های جدید و جسورانه به بازار قابل حل است. برای مثال می توان به سخنرانی تیم مک کارتی، مدیر بازرگانی کمپانی لموندکربن واقع در شهر اوک ریج در ایالت تنسی آمریکا در یک کنفرانس در مورد تولید الیاف کربن برای بازارهای با حجم بالا اشاره کرد. الیاف کربن به طور معمول از پلی اکریلونیتریل گران قیمت و طی یک فرایند چند مرحله ای و تحت