

شناخت الیاف کربنی



درفر هنگ واژگان نساجی آمده است : الیاف کربن به الیافی گفته می شود که دست کم دارای 90 درصد کربن هستند و از پیرولیز کنترل شده الیافی ویژه به دست می آیند . اصطلاح الیاف گرافیتی درمورد الیافی به کار می رود که کربن آنها بیش از 99 درصد باشد . انواع گوناگونی از الیاف به عنوان پیش زمینه تولید الیاف کربن وجود دارد که دارای ویژگی های انحصاری و مورفولوژی ویژه هستند . پرمصرف ترین الیاف پیش زمینه عبارتند از : الیاف پلی اکریلونیتریل (PAN) ، الیاف سلولزی (مانند ریون ویسکوز و پنبه) ، قیر حاصل از قطران ذغال سنگ (tar pitch Coal) و نوع ویژه ای از الیاف فنلیک .

الیاف کربن از طریق پیرولیز پیش زمینه های آلی که به شکل الیاف هستند ، ساخته می شود . در واقع انجام عملیات حرارتی موجب حذف عناصری مانند اکسیژن ، نیتروژن و هیدروژن و باقی ماندن کربن به شکل الیاف می شود . در پژوهش هایی که بر روی الیاف کربن انجام شده ، مشخص گردیده که ویژگی های مکانیکی الیاف کربن با افزایش درجه تبلور و میزان جهت گیری الیاف پیش زمینه و کاهش نواقص موجود در آنها ، بهبود می یابد . بهترین راه برای دست یابی به الیاف کربن با ویژگی های مناسب ، استفاده از الیاف پیش زمینه با بیشترین مقدار جهت گیری و حفظ آن در طی فرآیندهای پایدار سازی و کربنیزاسیون از طریق اعمال کشش در طول فرآیند است . تولید الیاف کربن از پیش زمینه پلی اکریلونیتریل برای تولید الیاف کربن با کیفیت بالا از پیش زمینه PAN و سه مرحله اساسی وجود دارد :

1- مرحله پایدار سازی اکسیدی : در این مرحله الیاف PAN هم زمان با اعمال کشش مورد عملیات حرارتی اکسیدی در محدوده دمایی 200 تا 300 درجه سانتی گراد قرار می گیرد . این عملیات ، PAN گرما نرم را به ترکیبی با ساختار ردبانی یا حلقه ای تبدیل می کند .

2- مرحله کربنیزاسیون : بعد از اکسیداسیون ، الیاف بدون اعمال کشش در پیرامون دمای 1000 درجه سانتی گراد در محیط خنثی (معمولاً نیتروژن) برای مدت چند ساعت ، مورد عملیات حرارتی کربنیزاسیون قرار می گیرند . در طی این

فرآیند، عناصر غیرکربنی آزاد می شود و الیاف کربن با بالانس جرمی 50 درصد به نسبت الیاف PAN نخستین، به دست می آید.

3- مرحله گرافیتاسیون: بسته به نوع الیاف کربن مورد نظر، از لحاظ ضریب کشسانی، و اعمال این مرحله در محدوده دمایی مابین 1500 تا 3000 درجه سانتیگراد، موجب بهبود درجه جهت گیری کریستالیت های کربنی در جهت محور الیاف و بنابراین مایه ی بهبود ویژگی ها می شود.

تولید الیاف کربن از دیگر پیش زمینه ها نیز کمابیش دارای مراحل اصلی است که در مورد تولید از پیش زمینه PAN آورده شد.

ساختار الیاف کربن

مشخصه های ساختاری الیاف کربن بیشتر با دستگاههای میکروسکپ الکترونی و پراش پرتوی ایکس قابل بررسی است. برخلاف گرافیت، ساختار کربن بدون هرگونه نظم سه بعدی است. در الیاف کربن برپایه PAN، ساختار الیاف در طی عملیات پایدار سازی اکسیدی و متعاقب آن کربنیزاسیون، از ساختار زنجیره ای خطی به ساختار صفحه ای تغییر می کند. به این ترتیب صفحات اصلی در پایان مرحله کربنیزاسیون در جهت محور طولی الیاف قرار می گیرند. بررسی های اشعه X با زاویه تفرق باز (Wide angle X-ray) نشان می دهد که با افزایش دمای عملیات کربنیزاسیون، ارتفاع انباشتگی و مقدار جهت گیری صفحات اصلی، افزایش می یابد. قطر منوفیلامنت های PAN تأثیر عمده ای بر نفوذ عملیات کربنیزاسیون در الیاف کربن تولیدی دارد، به همین دلیل تغییر در ساختار کریستالوگرافی پوسته و هسته هر منوفیلامنت در الیافی که کاملاً پایدار شده اند، به وضوح قابل مشاهده است. پوسته از جهت گیری مرجح طولی بالا به همراه انباشتگی زیاد کریستالیت ها برخوردار است درحالی که هسته، جهت گیری کم تر صفحات اصلی و حجم کم تر کریستالیت ها را نشان می دهد.

عموماً دیده شده که هرچه استحکام کششی الیاف پیش زمینه بیشتر باشد، ویژگی های کششی الیاف کربن به دست آمده نیز بیشتر می شود. چنانچه مرحله پایدار سازی به صورتی مناسب انجام گیرد، در آن صورت استحکام کششی و ضریب کشسانی با کربنیزاسیون تحت کشش، به مقدار بسیار زیادی در محصول کربنی نهایی بالا می رود. بررسی های انجام شده با دستگاههای پراش پرتوی ایکس و پراش الکترونی نشان داده است که در الیاف کربن با ضریب کشسانی بالا، کریستالیت ها پیرامون محور طولی الیاف قرار گرفته اند. این درحالی است که صفحات لایه ای با بیشترین جهت یافتگی به موازات محور الیاف استقرار یافته اند. به طور کلی استحکام الیاف کربن به نوع پیش زمینه، شرایط فرآیند، دمای عملیات حرارتی و وجود نواقص ساختاری در الیاف، ارتباط دارد. در الیاف کربن با پیش زمینه PAN و افزایش دما تا 1300 درجه سانتی گراد مایه ی افزایش استحکام می شود ولی پس از 1300 درجه، استحکام به آرامی کم می شود. این موضوع در مورد ضریب کشسانی نیز صادق است.

الیاف کربن بسیار ترد هستند. لایه ها در الیاف با اتصالات ضعیف و اندروالسی به هم دیگر متصل شده اند. تجمع فلس مانند لایه ها موجب می شود تا رشد ترک در جهت عمود بر محور الیاف به آسانی صورت بگیرد. در خمش، الیاف در کرنش های بسیار پایین می شکنند. با تمام این معایب، الیاف کربن از نقطه نظر مجموع ویژگی های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی منحصر به فردی که دارد، در بسیاری از عرصه های مهندسی و علوم در دو دهه اخیر تقریباً بدون رقیب مانده است.

کاربردهای الیاف کربن:

الیاف کربن در موارد صنعتی گوناگونی به کار می رود که در این جا نمونه هایی از آن ارایه شده است :

صنعت حمل و نقل

کاربردهای صنعت حمل و نقل بدین گونه اند : مخازن گاز مایع خودروها ، قطعات موتور ، کمک فتر ، شفت های انتقال نیرو ، ملحقات چرخ و جعبه فرمان ، لنت های ترمز ، بدنه ماشین های مسابقه ، بدنه کشتی ها و فترهای لول .

صنایع ساختمانی و معماری

مواد ساختاری پل ها ، ساز و کار پل های جمع شونده ، تقویت کننده بتن های پرمقاومت ، سازه های باربر ، دیوارهای جداکننده ، سازه های پیش تنیده برای کمک به سازه های بتنی حمل بار ، استفاده در تعمیر ساختمانهای در حال تخریب ، استفاده در جداره داخلی تونل ها برای جلوگیری از ریزش تونل و استفاده در رمپ ها برای جلوگیری از ریزش خاک را می توان از کاربردهای ساختمانی این الیاف دانست .

صنایع هواپیما سازی و هوافضا

سازه های داخلی کابین مسافرین اعم از پانل های جداره صندلی ها و میزها ، پوشش ها ، اجزای سازه ای ماهواره ها ، لبه بال هواپیماهای جنگنده ، نوک هواپیماهای مافوق صوت ، نازل موشک های دوربرد و قطعات حساس موتور هواپیماها نیز می توانند دارای الیاف کربن باشند .

صنایع پزشکی

الیاف کربن در ساخت استخوان مصنوعی ، اجزای تجهیزات پرتوی ایکس ، صندلی های چرخدار ، انواع اجزای مصنوعی بدن برای معلولین و دریچه قلب به کار می روند .

بخش انرژی :

از جمله کاربردهای الیاف کربن در بخش انرژی ، می توان بدین موارد اشاره کرد : باتریهای سوختی ، پره های توربین و پره های آسیاب های بادی برای تولید برق از انرژی باد .

صنایع الکترونیک ، تجهیزات الکتریکی و ماشین سازی :

این کاربردها عبارتند از : قاب رایانه های همراه ، اجزای رایانه ها ، بازوی ربات های صنعتی ، چرخ دنده ها ، غلتک ها ، چرخدنده های پرسرعت ، قطعات خود روغنکاری شونده ، آنتن ها ، مواد عایق الکتریکی ، مخازن تحت فشار ، غلتک چاپ گر ها و قاب تلفن های همراه .