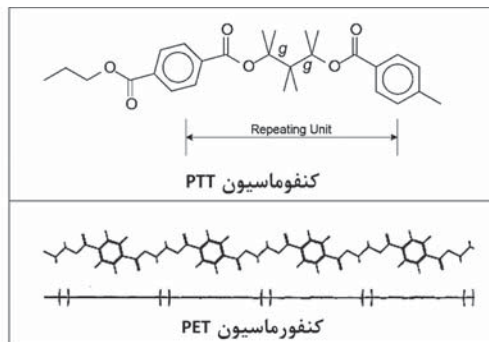


نسل جدید الیاف پلی استر

تنظیم: محمدعلی حسینی، مرجان بارک زهی - شرکت الیاف پلی وایتال

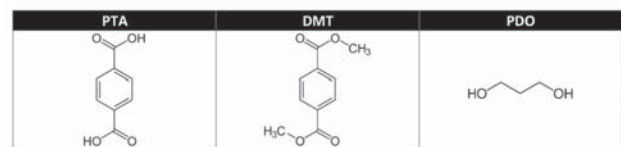
مورد توجه قرار گرفته است. الیاف PTT با وجود اینکه ترکیب شیمیایی مشابه پلی اتیلن ترفتالات (PET) دارند، اما از لحاظ خواص کاربردی تفاوت‌های قابل توجهی با آن دارند که متاثر از ساختار زنجیره‌های پلیمری در این ماده است. این تفاوت‌ها باعث شده که بازار ویژه‌ای برای الیاف PTT در حوزه فرش، کفپوش و پوشاک ایجاد شود. مهم‌ترین تفاوت‌های این دو در ویژگی‌های دوام (durability)، قابلیت ارتجاعی (resiliency)، نرمی (softness) و کشش‌پذیری خوب به همراه قابلیت بازگشت از کشش (stretch with recovery) است. ریشه این تفاوت‌ها را باید در نحوه قرارگیری گروه‌های متیلن ($-CH_2-$) در زنجیره پلیمری جست. در حین فرایند تولید الیاف، PET و PTT هر دو در سل‌های واحد تری کلینیکی بلورینه می‌شوند. با این تفاوت که بلورینگی بخش‌های گلایکلی ساختار شیمیایی در قالب کنفورماسیون‌های مختلف صورت می‌گیرد. دو واحد متیلن مربوط به گلایکل در PET به صورت کنفورماسیون ترنس قرار می‌گیرند، در حالی که سه واحد متیلن در PTT در قالب کنفورماسیون gauche-gauche مطابق شکل زیر آرایش پیدا می‌کنند.



به دلیل کنفورماسیون گروه‌های متیلن دی ال، زنجیره‌های PTT قادرند تا ۲۴/۷ درصد منقبض شده و در هم فرو روند و جمع شوند. در حالی که زنجیره‌های PET کاملاً کشیده شده هستند. هم چنین حلقه‌های بنزنی در ساختار گروه‌های ترفتالیک استر مربوط به PET، به صورت موازی همدیگر در هر واحد تکرار شونده پلیمر قرار گرفته اند حال آنکه این حلقه‌ها در ساختار PTT در واحدهای ترفتالیک استر مجاور هم، با یک زاویه مشخص نسبت به همدیگر قرار می‌گیرند. همین عامل دلیل شکل‌گیری ساختار مارپیچی ۲/۱ در زنجیر مولکولی PTT شده، که در هر پیچ خوردگی از دو واحد تکرار شونده تشکیل شده که مطابق شکل زیر، فرم زیگزاگ به زنجیر پلیمری می‌دهد.

پس از اختراع و توسعه چشمگیر الیاف کاملاً مصنوعی نساجی در قرن بیستم، تا سال‌ها کلاس پلیمر جدیدی به صورت تجاری تعریف نشد. تا اینکه بررسی‌های منتشر شده توسط شرکت‌های E. I. du Pont de و Mohawk Industries, Inc ، PTT Poly Canada و Nemours and Company در سال ۲۰۰۶ منتج به این شد که الیاف تولید شده از پلی تری متیلن ترفتالات با وجود اینکه در خانواده پلی استرها هستند، به دلیل داشتن خواص کاربردی کاملاً متفاوت، در زیرگروه مستقلی به نام Triexta دسته بندی شوند. در این مقاله تلاش شده است به این خواص پرداخته شود.

پلی تری متیلن ترفتالات که به اختصار PTT نامیده می‌شود، پلیمری از خانواده پلی استرهاست که از پلیمریزاسیون دو ماده اولیه دی اسید و دی‌الکل به دست می‌آید. مطابق تعریف الیاف پلی استری به الیافی اطلاق می‌شود که ماده تشکیل دهنده الیاف، یک پلیمر مصنوعی با زنجیر مولکولی طولی بوده به شرطی که ۸۵٪ وزنی آن یک استر بر پایه کربوکسیلیک اسید آروماتیکی جانشین شده (مثل واحدهای ترفتالات) و گروه‌های جایگزین شده پاراهیدروکسی-بنزواتی باشد. اسید به کار رفته برای تولید PTT می‌تواند ترفتالیک اسید خالص (PTA) یا دی متیل ترفتالات (DMT) باشد و بخش الکی، ۱، ۳- پروپان دی ال (PDO) است. ساختار شیمیایی این مواد در جدول زیر نشان داده شده است. هرچند تولید این ماده نخستین



بار در سال ۱۹۴۱ پتنت شد اما تولید تجاری آن تا دهه ۱۹۹۰ که شرکت Shell توانست روشی ارزان برای تولید PDO ارائه کند، به وقفه افتاد. در حال حاضر نیز، مهم‌ترین چالش در مسیر تولید تجاری الیاف PTT، همین دی الکل است که به سه روش زیر قابل تولید است:

- ۴ هیدروآتاسیون آکرولین با فرایند هیدروآتاسیون
- ۴ هیدروآتاسیون اتیلن اکساید
- ۴ فرایند آنزیمی گلوکز

در سال ۲۰۰۰، دوپونت با همکاری Genencor پتنتی ثبت کرد که به موجب آن برای تولید PDO، نشاسته بدست آمده از گیاه را جانشین نفت کرد. پس از آن، تولید PDO از طریق تخمیر مستقیم گلوکز به طور ویژه ای



به PET ضعیف‌تر بوده و راحت‌تر خمیده می‌شود. در نتیجه الیاف تولید شده از این پلیمر هم، مدول کمتری دارند. این اختلاف در مدول بلوری، در دمای انتقال شیشه‌ای (T_g) و دمای ذوب (T_m) هم منعکس می‌شود. بالاتر بودن این دماها در خصوص PET نشأت گرفته از ساختار مولکولی سخت‌تر است.

PTT	PET	
۲۲۸	۲۵۵	T _m (°C)
۵۰	۷۵	T _g (°C)

پارامتر دیگر، مدول یانک است که معیاری دیگر از سختی مواد به شمار می‌آید. مدول یانگ الیاف PTT برابر ۱۸۰ cN/tex و خیلی کمتر از PET بوده که مدول آن برابر ۶۴۰ cN/tex است. به دلیل کمتر بودن مدول الیاف PTT، کفپوش‌ها و الیاف تولید شده از آن نرم‌تر احساس می‌شوند. فرش و کفپوش تولید شده از الیاف PTT ضمن بهره‌گیری از خواص مشابه PET، در سه ویژگی دیگر به طور کاملاً متمایز و برتر از آن عمل می‌کند که عبارتند از:

- ◀ بعد از گذشت چند سال پا خوردن، شکل کفپوش بدون تغییر مانده و به اصطلاح تخته نمی‌شود.
- ◀ پرز یا خاب کفپوش محکم و سفت باقی مانده و با هر بار جاروبرقی کشیدن به حالت اولیه و ایستاده خود برمی‌گردد.
- ◀ کفپوش برای نشستن یا دراز کشیدن روی آن نرم و راحت است.

در حال حاضر، این الیاف در تولید کفپوش توسط شرکت‌های شناخته شده Shaw Industries، Mohawk Industries و CAF Extrusions تجاری‌سازی شده‌اند. کاربرد الیاف PTT در مصارف پوشاک، بواسطه نرمی و قابلیت برگشت از کشش بسیار خوب این الیاف مورد توجه قرار گرفته است. کشش پذیری و قابلیت بازگشت از کشش، پارامترهای تاثیرگذار بر راحتی پوشاک بوده که بر حفظ فرم و ظاهر لباس کمک می‌کند. در واقع الیاف PTT به دلیل قابلیت الاستیک بسیار خوب قادر هستند بازیابی فوری از حالت کشیده شده با مقدار کمتری از تغییر شکل دائم ارائه دهند. تاکنون این الیاف در صنعت پوشاک برای تولید مایو، لباس ورزشی، تی‌شرت و شلوار کژوال، لباس‌های آماده و غیرسفرارشی (Ready to Wear) به کار رفته‌اند.

- ۱- Mohawk با سابقه ۱۴۰ ساله یکی از تولیدکنندگان و عرضه‌کنندگان اصلی کفپوش شامل موکت، فرش، لمینیت، کاشی سرامیکی، کفپوش وینیلی و چوبی در دنیا است. کفپوش‌های تولید شده از PTT این شرکت با نام تجاری SmartStrand به بازار عرضه می‌شوند.
- ۲- PTT Poly Canada مشارکت ۵۰ / ۵۰ بین شرکت‌های Shell Chemicals Canada LTD و SGF Chimie است که پلیمر PTT را تحت نام تجاری Corterra® عرضه می‌کند.
- ۳- DuPont تاسیس شده در سال ۱۸۰۲، در ۷۰ کشور دنیا فعال است و محصولات نوآورانه برای بازارهای مختلف عرضه می‌کند. نام تجاری الیاف PTT شرکت دوپونت Sorona® است.



بخاطر داشتن چنین ساختاری، وقتی نیروی فشاری با الیاف اعمال می‌شود، اتفاقی که در سطح مولکولی می‌افتد این است که بخشی از این نیرو صرف خمش و تاب خوردگی باندها شده و زنجیر مولکولی بجای اینکه مثل یک سیم مستقیم (مثل PET) عمل کند، مشابه یک فنر رفتار می‌کند. به همین دلیل است که چنین ساختاری قادر است تا کرنش بیشتری را تحمل کند و به حالت اولیه بازگردد. بنابراین در کاربرد کفپوش، ساختار بلوری الیاف بدون اینکه دچار تغییر شکل دائم شود، خود را بازیابی کرده و تا زمان طولانی‌تری، ظاهر کفپوش نو به نظر می‌آید. این ویژگی که از ساختار مولکولی نشأت می‌گیرد، خود را در برخی خواص فیزیکی دیگر مثل پایداری موج هم نشان می‌دهد.

در مورد PET، وقتی الیاف فرش یا کفپوش تحت نیروی فشاری قرار می‌گیرند، مثلاً با راه رفتن روی آن یا قرار دادن اشیاء روی آن، ساختار زنجیر مولکولی و واحدهای بلوری به صورت غیر قابل بازگشت تغییر پیدا می‌کند که منجر به تغییر شکل دائم الیاف کفپوش می‌شود. این در حالی است که تحقیقات شرکت Shell که توسط آزمایشگاه بی‌طرف ITTS ارزیابی شده، نتایج متفاوتی در مورد الیاف PTT نشان داده که آنها را در ردیف کیفی الیاف نایلون ۶۶ قرار می‌دهد.

یکی دیگر از تفاوت‌های الیاف PTT و PET به ویژگی نرمی و زبردست مربوط می‌شود. درک نرمی در الیاف کفپوش توسط مصرف‌کننده از طریق لمس یا راه رفتن روی الیاف یا نخ‌های فرش یا کفپوش صورت می‌گیرد. در مورد البسه اینکار عمدتاً از طریق زبردست یا آویزش پارچه ارزیابی می‌شود. در هر دو حالت میزان نرمی، رابطه مستقیمی با میزان نیروی لازم برای خمش الیاف دارد. این پارامتر به نام مدول الیاف شناخته می‌شود که نقشی تعیین‌کننده در نرمی نسبی پارچه تولید شده از این الیاف هم دارد. مدول کمتر الیاف PTT نسبت به PET در سطح مولکولی به وسیله مدول بلوری کوچکتر PTT قابل توضیح است. تعداد اتم‌های کربن در جز تری‌متیلن PTT فرد بوده که منجر به کنفورماسیون متفاوت ماریچی و فنر مانند PTT نسبت به PET می‌شود. مدول کریستالی PTT در حدود ۲/۵ GPa و برای PET این مقدار برابر ۱۰۷ GPa است. بنابراین بلورهای PTT نسبت