پودمان ۵

تعیین ویژگی‌های الیاف پلی استر ـ اکریلیک

شایستگی‌های فنی

تعریف الیاف پلی‌استر، پلیمریزاسیون، خواص پلی‌استر، تعریف و نحوه تولید الیاف اکریلیک، بررسی خواص اکریلیک، تعیین اثر نور بر خواص الیاف نساجی، تعیین ظرافت الیاف به روش میکروسکوپ پروژکتینا، تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی، تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی، تعیین الیاف موجود در پارچه و تعیین نسبت آن

استاندارد کار

پس از پایان این پودمان انتظار می‌رود که هنرجو بتواند خواص الیاف پلی‌استر و اکریلیک و موارد کاربرد آنها را تعیین نموده و به کمک دستگاه‌های آزمایشگاهی خواص هر کدام را تعیین کند.

الیاف پلی‌استر

الیاف پلی‌استر برای اولین بار به‌وسیله یک شرکت انگلیسی تولید شد، ولی تحقیقات اولیه برای ساخت‌این لیف در کشور آمریکا و به‌وسیله کاروترز آغاز شده بود، بااین حال در تحقیقات اولیه کاروترز دو نقص مهم در پلی‌استر تولیدی وجود داشت که‌این دو نقص به شرح زیر می‌باشند:

۱ـ الیاف پلی‌استر تولیدی به آسانی هیدرولیز می‌شدند و پایداری آنها در مقابل مواد شیمیایی بسیار پایین بود.

۲ـ نقطه ذوب پلی‌استر تولیدی پایین بود، به‌طوری که در مقابل حرارت اطو مقاومتی نداشت.

پلی‌استر تحت نام‌های تجاری متفاوت در کشورهای مختلف تولید و عرضه می‌شوند. پلی‌استر در کشور آمریکا تحت نام داکرون، در انگلستان تحت نام تریلن، در آلمان تحت ترویرا، در ژاپن تحت نام تترون، در فرانسه تحت نام ترگال و درایتالیا تحت نام تریتال تولید می‌شود. الیاف پلی‌استر در ایران نیز تولید می‌شوند.

پلیمر پلی‌استر از ترکیب یک دی‌اسید مثل اسید ترفتالیک و یک دی الکل مثل اتیلن گلایکل تولید می‌شود. این دو ماده هر یک دارای دو گروه فعال هستند هر دی‌اسید دارای دو گروه کروبکسیل (COOH ـ) و هردی‌الکل دارای دو گروه هیدروکسیل (OH ـ) می‌باشد.

طرز تهیه الیاف پلی‌استر

پلیمر پلی‌استر مورد استفاده برای تولید الیاف نساجی از پلیمریزاسیون اسید ترفتالیک و اتیلن گلایکل در داخل یک راکتور تحت کنترل با دما و فشار معین و با حضور کاتالیزور مناسب ساخته می‌شود. از پلیمریزاسیون‌این مواد، پلی‌استر به‌وجود می‌آید و پلیمر حاصل را در دستگاهی به‌صورت جامد در آورده و به قطعاتی کوچک به نام چیپس خرد می‌کنند. چیپس پلیمر را شست‌وشو داده و خشک می‌کنند تا رطوبت آن گرفته و آماده تغذیه به دستگاه ذوب ریسی گردد. الیاف پلی‌استر به روشی ذوب ریسی تولید می‌شوند.

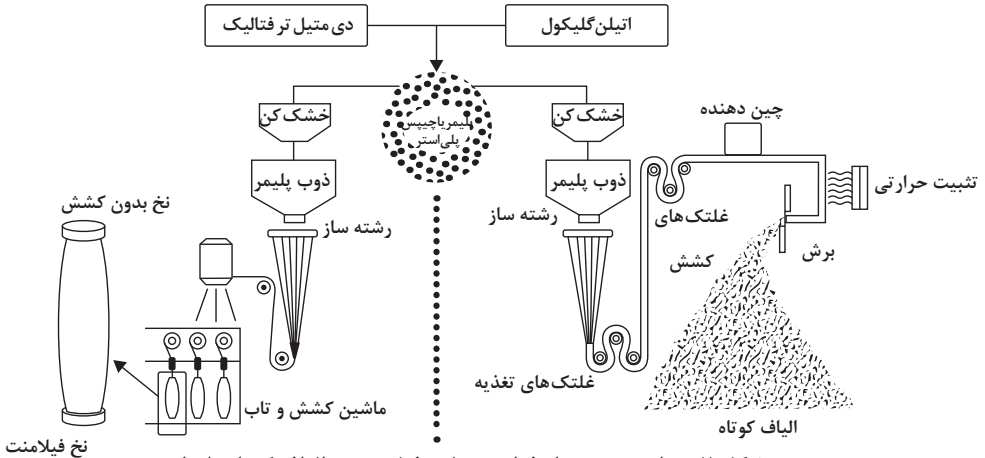
سپس از آماده‌سازی چیپس پلی‌استر، آنها را در داخل مخزن تغذیه دستگاه ذوب ریسی می‌ریزند. چیپس‌ها ضمن ذوب شدن، با فشار از فیلتر مخصوصی عبور کرده و پلیمر مذاب وارد دستگاه رشته‌ساز می‌شود. رشته‌های فیلامنتی خارج شده از دستگاه رشته‌ساز بلافاصله سرد شده تا منجمد شوند. پس انجماد، فیلامنت‌ها برروی بوبین‌هایی پیچیده می‌شوند. شکل ۱ دستگاه تولید الیاف پلی‌استر را نشان می‌دهد.

شکل۱ ـ دستگاه تولید الیاف پلی‌استر

در نهایت، فیلامنت‌های تولیدی را حدود ۷ـ۵ برابر طولشان تحت کشش قرار می‌دهند تا ضمن آرایش یافتگی مولکولی در الیاف، قطر و نمره الیاف به حد دلخواه برسد. فیلامنت‌های تولید به‌این روش هم می‌توانند به‌صورت فیلامنت درصنعت نساجی مورد استفاده قرار گیرند و هم به‌صورت الیاف بریده بریده که در طول‌های کوتاه (در حد طول الیاف پنبه) یا بلند (درحد طول الیاف پشم) برش داده می‌شوند. در ضمن، فیلامنت‌های پلی‌استر مصارفی غیر از تولید پارچه نظیر مصارف صنعتی نیز دارند.

درصورتی که قرار باشد الیاف بریده بریده پلی‌استر تهیه شود، نحوه تولید به همان شیوه تولید فیلامنت پلی‌استر می‌باشد، با این اختلاف که تعداد ورزنه‌های رشته‌ساز الیاف کوتاه بیشتر از رشته‌ساز نخ‌های فیلامنتی می‌باشد و تفاوت دیگر این است که در تولید نخ‌های فیلامنتی، فیلامنت‌های یک رشته‌ساز به‌طور جداگانه بر روی بوبین‌هایی پیچیده می‌شوند، ولی در تولید الیاف بریده بریده، فیلامنت‌های چند رشته‌ساز با یکدیگر جمع می‌شوند و به‌صورت یک فتیله (تاو یا Tow) در می‌آیند. سپس فتیله فیلامنتی حاصل پس از کشش به دستگاه برش هدایت می‌شود و فیلامنت‌های داخل فتیله به طول دلخواه بریده می‌شوند.

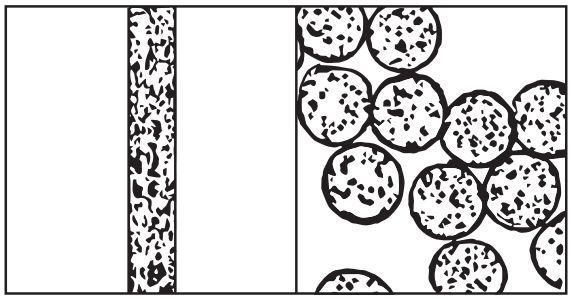
نمودار تولید فیلامنت و الیاف کوتاه پلی‌استر در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ـ نمای ترسیمی‌از فرایند تولید فیلامنت و الیاف کوتاه پلی‌استر

خواص الیاف پلی‌استر

۱ـ نمای طولی و مقطع عرضی؛ نمای طولی الیاف پلی‌استر در زیر میکروسکوپ به‌صورت میله‌ای صاف بوده و نمای مقطع عرضی این لیف به‌صورت دایره صاف می‌باشد. البته الیاف پلی‌استر می‌توانند با انواع اشکال مقاطع عرضی تولید شوند واین بستگی به شکل سطح مقطع روزنه رشته‌ساز دارد. نمای طولی و عرضی الیاف پلی‌استر با مقطع عرضی دوار درشکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳ـ دمای طولی و مقطع عرضی الیاف پلی‌استر

۲ـ جرم مخصوص؛ جرم مخصوص الیاف پلی‌استر ۱/۳۸ گرم بر سانتی متر مکعب است که از جرم مخصوص پنبه کمتر ولی از نایلون بیشتر است.

۳ـ جذب رطوبت؛ جذب رطوبت الیاف پلی‌استر بسیار کم و حدود ۰/۵٪ است که درمقایسه با نایلون (۴/۵٪) بسیار کم و ناچیز است.

۴ـ اثرنور؛ پایداری الیاف پلی‌استر در مقابل نورخورشید بسیار عالی است. هر گاه الیاف پلی‌استر به مدت طولانی در مقابل نورخورشید قرار گیرند، مقاومت آنها به مقدار کمی کاهش می‌یابد.

۵ـ اثر حرارت؛ نقطه ذوب الیاف پلی‌استر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌توان آنها را اتو کرد. مقاومت الیاف پلی‌استر در مقابل حرارت بسیار خوب است. اگر دمای این الیاف به ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد برسد، مقاومت آنها به نصف کاهش می‌یابد.

۶ـ خاصیت الکتریکی؛ جذب رطوبت الیاف پلی‌استر بسیار پایین است و این الیاف رسانای الکتریکی نیستند و در اثر مالش و سایش در آنها الکتریسیته ساکن تولید می‌شود. به همین دلیل در مراحل ریسندگی و در مخلوط با الیاف طبیعی به این الیاف مخلوطی از آب و روغن می‌زنند تا شارژ الکتریسیته ساکن در این الیاف پایین آورده شود.

۷ـ درخشندگی وجلا؛ درخشندگی الیاف پلی‌استر بسیار عالی است و جلای این الیاف در حین تولید قابل‌کنترل است و این الیاف به‌صورت براق، نیمه مات و مات می‌توانند تولید شوند.

۸ـ مقاومت؛ مقاومت الیاف پلی‌استر بسیار خوب و استحکام خشک و تر این الیاف تقریباً یکسان است. مقاومت الیاف کوتاه پلی‌استر ۴ـ۳/۵ فیلامنت آن ۵/۵ـ۴/۵ گرم بر دنیر است.

۹ـ بازگشت‌پذیری (خاصیت ارتجاعی)؛ خاصیت بازگشت‌پذیری الیاف پلی‌استر بسیار خوب است از این رو، این الیاف در مخلوط با الیاف پنبه و پشم و برای جلوگیری از چروک شدن و افزایش اتوپذیری پارچه مورد استفاده قرار می‌گیرند.
یکی از مصارف الیاف پلی‌استر، استفاده از آنها در پارچه‌های بشور بپوش می‌باشد. چون جذب رطوبت این الیاف کم بوده و به مدت کمی‌بعد از شست‌وشو و آبگیری رطوبت خود را از دست داده و مجدداً قابل استفاده می‌باشند.

الیاف اکریلیک

الیاف اکریلیک (پلی‌اکریلو نیتریل) از الیاف مهم مصنوعی مورد استفاده در نساجی هستند که پژوهش برای ساخت آن از ۱۹۴۰ آغاز و اولین محصول تجاری آن ۸ سال بعد به بازار عرضه شده است.این الیاف از الیاف پر مصرف در صنایع نساجی می‌باشند که تحقیقات دامنه‌داری برای اصلاح آن انجام شده است. ماده اولیه اکریلیک اکریلونیتریل (وینیل سیانید) است و این الیاف در کشورهای مختلف با نام‌های متفاوتی تولید می‌شوند. این الیاف در انگلستان به نام کورتل و در آمریکا به نام‌های ارلون، اکریلان و کریسلن تولید و عرضه می‌شوند. درایران، الیاف اکریلیک به‌وسیله کارخانه پلی‌اکریل تولید می‌شود.

طرز تهیه الیاف اکریلیک

چنان که اشاره شده است ماده اولیه الیاف اکریلیک، اکریلونیتریل است که حداقل ۸۵٪ وزنی‌این الیف از اکریلو نیتریل تشکیل می‌شود. اکریلو نیتریل به روش‌های مختلفی می‌تواند تولید شود، و در اینجا به یک روش یعنی روش تهیه اکریلونیتریل از استیلن اشاره می‌شود.

طرز تهیه اکریلونیتریل از استیلن

متداول‌ترین روش تهیه اکریلونیتریل روش استفاده از گاز استیلن است. استیلن طبق روش‌های قدیمی‌و سنتی از واکنش کاربید کلسیم و آب به‌دست می‌آید، اما امروزه این گاز به مقدار زیادی از تقطیر مواد نفتی تهیه می‌شود. گاز استیلن در واکنش با اسید سیانیدریک باعث تولید اکریلونیتریل می‌شود. واکنش گاز استیلن با اسید سیانیدریک به‌صورت زیر است:

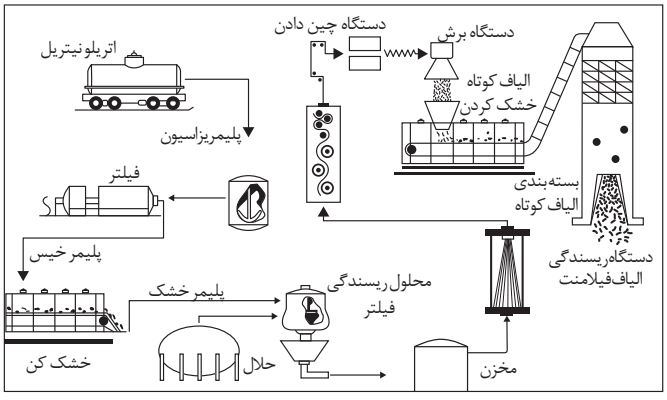
$$CH \equiv CH + H\text{-}CN \rightarrow H_2C=CH\text{-}CN$$

واکنش بالا در حضور یک کاتالیزور انجام می‌شود.

طرز تهیه الیاف ارلون

ارلون نام تجاری اوّلین لیف اکریلیک است که در سال ۱۹۴۸ به‌وسیله شرکت آمریکایی دوپونت ساخته شده و به‌صورت تجاری عرضه شده است. پلیمر این الیاف از نوع هموپلیمر بوده و تحت نام‌های ارلُون ۸۱ (به‌صورت فیلامنت) و ارلون ۴۱ (به‌صورت الیاف کوتاه) تولید و عرضه می‌شدند. الیاف اکریلیک اولیه از نظر ریسندگی و رنگرزی دارای اشکالاتی بودند که بعداً با کوپلیمریزاسیون اکریلونیتریل با مواد دیگر اصلاحاتی در الیاف اکریلیک صورت گرفته است در نتیجه عملیات رنگرزی با سهولت بیشتری انجام می‌شود.
برای تهیه پلیمر اکریلیک، ابتدا منومر اکریلونیتریل را با کاتالیزور مناسب مخلوط و در شرایط دما و فشار

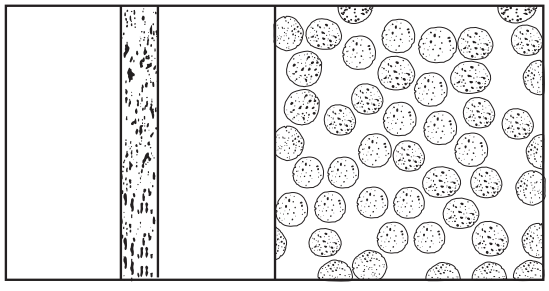
مناسب عمل پلیمریزاسیون انجام و پلیمر اکریلیک رسوب می‌کند. پلیمر تولید شده به‌این روش دارای وزن مولکولی حدود ۶۰/۰۰۰ بوده و پلیمر پس از تولید صاف و شست‌وشو داده شده و خشک می‌گردد.
الیاف اکریلیک به دو روش خشک ریسی و تر ریسی می‌توانند تولید شوند، ولی عمده الیاف اکریلیک به روش خشک ریسی تولید می‌شوند. به منظور تولید الیاف اکریلیک به روش خشک ریسی، ابتدا پلیمر اکریلیک در داخل یک حلال مناسب (دی‌متیل‌فرم‌آمید) حل می‌شود، سپس محلول پلیمر در سیستم ریسندگی خشک ریسیده می‌شود. دراین روش، پس از خروج الیاف از رشته‌ساز، وارد یک اتاقک گرم می‌شوند و در اثر حرارت حلال پلیمر تبخیر و الیاف به‌صورت جامد در می‌آیند. حلال تبخیر شده از الیاف اکریلیک در بالای اتاقک جمع‌آوری و برای استفاده مجدد بازیابی می‌شود.
الیاف اکریلیک تولید شده تحت عملیات کشش گرم (داغ) قرار می‌گیرند ضمن‌ایجاد آرایش یافتگی در مولکول‌های پلیمر، الیاف نهایی به قطر و نمره نهایی برسند. درجه حرارت محیط کشش گرم الیاف اکریلیک بستگی به زمان حضور این الیاف در محیط گرم دارد و در محدوده ۲۵۰ـ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.
نمای ترسیمی‌تولید الیاف اکریلیک (ارلون) در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴ ـ نمای ترسیم روش تولید الیاف اکریلیک (ارلون)

خواص الیاف ارلون

۱ـ نمای طولی و مقطع عرضی؛ سطح الیاف ارلون در زیر میکروسکوپ صاف و مقطع عرضی آن به شکل دمبل است. اما الیاف اکریلی که به روش تراریسی تولید می‌شوند دارای سطح مقطعی دایره‌ای شکل ۵ می‌باشند. شکل ۵ نمای طولی و مقطع عرضی الیاف الکریلیک را نشان می‌دهد.



شکل ۵ـ نمای طولی و مقطع عرضی الیاف ارلون

۲ـ رنگ؛ رنگ الیاف ارلون سفید است.

۳ـ جلا و درخشندگی؛ الیاف ارلون دارای جلا و درخشندگی بسیار خوبی هستند و این جلا در هنگام حاصل می‌شود. میزان جلا و درخشندگی الیاف ارلون قابل کنترل است.

۴ـ جرم مخصوص؛ جرم مخصوص یا جرم حجمی الیاف ارلون ۱/۱۴ تا ۱/۱۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

۵ـ جذب رطوبت؛ جذب رطوبت الیاف ارلون نسبتاً کم ولی از الیاف پلی‌استر بیشتر است. در شرایط استاندارد الیاف ارلون بین ۲/۵ ـ ۱/۳ درصد رطوبت جذب می‌کنند. به دلیل کم بودن جذب رطوبت الیاف ارلون، رنگرزی این الیاف با مشکلاتی مواجه می‌شود و شارژ الکتریسیته ساکن نیز در این الیاف بالا می‌باشد.

۶ـ اثر نور خورشید بر الیاف ارلون؛ پایداری الیاف ارلون در مقابل نور خورشید بسیار عالی است. از این‌رو این الیاف می‌توانند برای بافت انواع پرده‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

۷ـ خواص الکتریکی؛ الیاف ارلون دارای جذب رطوبت پایینی هستند، لذا در هنگام تولید و فرایندهای ریسندگی نخ از الیاف بریده بریده و در اثر سایش یا مالش در آنها الکتریسیته ساکن تولید می‌شود. به‌همین‌دلیل در استفاده از الیاف اکریلیک برای تولید پوشاک یا فرش لازم است که از مواد آنتی استاتیک برای الیاف اکریلیک استفاده شود.

۸ـ خاصیت ارتجاعی و بازگشت‌پذیری؛ الیاف اکریلیک در مقابل کشش بازگشت‌پذیری خوبی دارند، ازاین رو پارچه‌های حاصل از این الیاف در مقابل چین و چروک مقاوم هستند. اگر الیاف ارلون تحت کشش ۴٪ قرار بگیرند، بعد از حذف نیرو تا ۸۵٪ به طول اولیه خود باز می‌گردند.

۹ـ مقاومت؛ مقاومت الیاف ارلون در حالت خشک حدود ۵ و در حالت تر در حدود ۴/۸ گرم بر دنیر است. الیاف ارلون با جذب رطوبت مقاومت خود را به مقدار زیادی حفظ می‌کنند.

۱۰ـ افزایش طول تا حد پارگی؛ افزایش طول تا حد پارگی الیاف ارلون در حالت خشک ۲۸ـ۲۰ درصد و در حالت تر ۳۴ـ۲۶ درصد است.

نخ‌های حجیم شده اکریلیک

از نظر خواص فیزیکی، شاید نزدیک‌ترین لیف مصنوعی به پشم الیاف اکریلیک باشند. برای مثال می‌توان با انجام عملیات ویژه مکانیکی و حرارتی در الیاف اکریلیک فروموج ایجاد کرد، که در این صورت نخ اکریلیک تولیدی به‌صورت حجیم یا پفکی در خواهد آمد. این نخ‌ها به‌دلیل حجیم بودن مناسب بافت لباس‌های زمستانی نظیر انواع پلور، ژاکت و بافتنی‌ها می‌باشند.

برای تولید نخ‌های حجیم اکریلیک، دو نوع از الیاف اکریلیک که ازنظر خواص متفاوت هستند مخلوط شده و ریسیده می‌شوند. دراین مخلوط یک نوع از الیاف به‌صورت معمولی هستند و نوع دیگر از الیاف غیر متقارن هستند. الیاف اکریلیک غیر متقارن در هنگام تولید لیف از روی تیغه‌ای فلزی رد می‌شوند تا یک سمت این الیاف در اثر سایش و کشیده شدن از روی لبه تیغه از نظر آرایش یافتگی مولکولی متفاوت با سمت دیگر شود (عملی که گل‌فروش‌ها بر روی روبان دسته‌گل به‌وسیله تیغه قیچی انجام می‌دهند). در این صورت مولکول‌های سمتی از الیاف که از روی تیغه کشیده می‌شود منظم شده و آرایشی یافتگی مولکولی در آن

سمت اتفاق می‌افتد و همین سبب عدم تقارن در ساختار مولکولی و در نتیجه تفاوت در رفتار دو طرف لیف می‌شود، و اگر این الیاف تحت اثر آبجوش یا بخار داغ قرار گیرند، جمع‌شدگی دو بخش غیر متقارن لیف متفاوت بوده و سبب جمع‌شدن و فر خوردن لیف غیر متقارن می‌شود، وهمین عمل سبب جمع شدن الیاف معمولی موجود در مخلوط نیز شده و در نهایت باعث حجیم شدن یا پفکی شدن نخ خواهد گردید.

موارد استفاده الیاف اکریلیک

الیاف اکریلیک مصارف مختلفی در انواع لباس و پوشاک، انواع مفروشات، منسوجات خانگی و منسوجات صنعتی دارند. از این الیاف انواع لباس‌های زمستانی نظیر دستکش، کلاه، انواع سرپیراهن و پلور، شلوار گرمکن، لباس‌های ورزشی زمستانی، انواع ژاکت و بالاپوش‌ها، شال و جوراب تهیه می‌شود. از مهم‌ترین مصارف الیاف‌اکریلیک، مصرف آنها در پرز فرش ماشینی است. یکی از محصولاتی که معمولاً از الیاف اکریلیک تولید می‌شود انواع پتوها هستند که به‌صورت تاری ـ پودی یا حلقوی به‌ویژه حلقوی تاری (راشل) بافته می‌شوند.

الیاف اکریلیک در مخلوط با الیاف دیگر نظیر پنبه، پشم و ویسکوز نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. مثلاً در لباس‌های چین‌دار و پلیسه‌دار از مخلوط الیاف اکریلیک و ویسکوز استفاده می‌شود. همچنین برای انواع تی‌شرت و بلوزهای تک‌پوش با بافت حلقوی پودی از نخ‌های مخلوط پنبه و اکریلیک استفاده می‌شود. از مخلوط اکریلیک و پشم برای تولید انواع پارچه‌های پالتویی، کت‌وشلواری و کت‌ودامنی و انواع پتوها و پارچه‌های خانگی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فعالیت عملی ۱

تعیین اثر نور بر خواص کششی الیاف نساجی

وقتی الیاف نساجی در معرض نور، اشعه ماورای بنفش یا اشعه مادون قرمز قرار می‌گیرند. کیفیت آنها تنزل یافته و مقاومت و افزایش طول آنها کاهش می‌یابد. مقدار آسیب‌دیدگی و تنزل کیفیت این الیاف بستگی به عوامل زیر دارد:

۱ـ نوع لیف

۲ـ ظرافت لیف

۳ـ مقدار محافظت لیف توسط الیاف مجاور آن

۴ـ وجود رنگ، مواد تکمیلی یا دیگر مواد شیمیایی همراه لیف

۵ـ نور و شدت نور و اشعه تابیده شده

تأثیر نور و شدت نور و اشعه تابیده شده بر کیفیت الیاف، به چگونگی در معرض قرار گرفتن الیاف در مقابل نور و اشعه بستگی دارد. می‌توان گفت تأثیر نوع و شدت نور و اشعه تابیده شده بر کیفیت الیاف به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ـ کیفیت نور تابیده شده مثل کاملاً آفتابی، نیمه سایه (نیمه آفتابی)، پشت شیشه، زیر نور مصنوعی

۲ـ موقعیت جغرافیایی (نیم‌کره جنوبی یا شمالی، ارتفاع یا کنار دریا، کویر یا جنگل...)

۳ـ برهه‌ای از سال که لیف در معرض نور یا اشعه است (ماه‌ها یا فصول سال)

در آزمایش الیاف در مقابل تابش نور و اشعه‌های دیگر، باید توجه داشت که عواملی نظیر کپک، ذرات خاک، قارچ، فوم‌های صنعتی، دود، خم و راست شدن، سایش و ذرات شن همراه وزش باد ممکن است آسیب‌هایی به مراتب بیشتر از تابش نور و اشعه‌های دیگر بر الیاف وارد کنند.
جدول ۱ ترتیب نسبی مقاومت الیاف در مقابل نور خورشید را نشان می‌دهد. لازم به توضیح است که مضرترین اشعه در نور خورشید اشعه ماورای بنفش می‌باشد، که اگر اثر اشعه ماورای بنفش را نادیده بگیریم، تأثیر منفی نور خورشید بر روی الیاف نساجی به مقدار بسیاری کاهش می‌یابد.

جدول ۱ـ کاهش نسبی مقاومت الیاف نساجی در مقابل نور خورشید

تابش مستقیم خورشید	تابش خورشید از پشت شیشه
اکریلیک براق	اکریلیک براق
اکریلیک نیمه‌مات	اکریلیک نیمه‌مات
استات براق، پلی‌استر براق، نایلون براق، نایلون مات	پلی‌استر براق
ویسکوزریون براق، پنبه	پلی‌استر نیمه‌مات
پلی‌استر نیمه‌مات	استات براق، نایلون براق، ویسکوز ریون براق، پنبه
ابریشم و بیشتر الیاف نیمه‌مات	ابریشم و بیشتر الیاف نیمه‌مات
بیشتر الیاف مات به استثنای پلی‌استر مات	بیشتر الیاف مات به استثنای پلی‌استر مات

کاهش مقاومت

فعالیت عملی ۲

تعیین ظرافت الیاف به روش میکروسکوپ پروژکتینا

ظرافت لیف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی لیف است. هرچه یک لیف کلفت‌تر، ضخیم‌تر و دارای سطح مقطع بیشتری باشد، این لیف دارای ظرافت کمتری است و برعکس، هرچه یک لیف نازک‌تر، ظریف‌تر و دارای سطح مقطع کمتری باشد، این لیف دارای ظرافت بیشتری است. به‌طور کلی ظرافت به‌صورت عددی مقدار کلفتی و نازکی یک لیف را نشان می‌دهد.
ظرافت الیاف از جنبه‌های گوناگون، مثل اقتصادی و تجاری، فنی و بهره‌وری تولید، کیفیت و ارزش کالای تولیدی دارای اهمیت بسیار زیادی است. بنابراین، تعیین و دانستن ظرافت الیاف مصرفی در زمان تولید و خرید و فروش الیاف، تولید نخ، پارچه و پوشاک و خرید و فروش کالای نساجی و منسوجات بسیار با اهمیت است.
چون ظرافت الیاف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی مقطع عرضی الیاف است، بنابراین آسان‌ترین روش برای

بیان ظرافت الیاف مقدار عددی ضخامت یا کلفتی الیاف یعنی قطر مقطع عرضی آنها می‌باشد. ولی از آنجا که مقطع عرضی همه الیاف نساجی دایره‌ای نبوده و به شکل‌های مختلف بیضوی، دندانه‌دار، لوبیایی، دمبلی و... می‌تواند باشد، لذا تعریف صحیح از قطر الیاف برای الیاف با مقطع عرضی غیر دایره‌ای نمی‌توان ارایه نمود. بنابراین، برای سهولت کار با واحد ظرافت الیاف، ظرافت را براساس جرم واحد طول الیاف تعریف کرده و مورد استفاده قرار می‌دهند.

تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع الیاف

اگر سطح مقطع لیفی دایره‌ای باشد و قطر آن در سراسر طول لیف یکسان باشد، می‌توان قطر لیف را به‌عنوان ظرافت لیف اندازه‌گیری و بیان کرد. الیاف طبیعی به ندرت دارای سطح مقطع دایره‌ای هستند. سطح مقطع الیاف پنبه به شکل لوبیا (لوبیایی) یا کلیه (قلوه) است و سطح مقطع الیاف ابریشم به‌صورت مثلث ولی سطح مقطع الیاف پشم بیضوی و نزدیک به دایره بوده ولی در سراسر طول لیف پشم، قطر پشم یکسان نمی‌باشد. اما، پشم بره دارای سطح مقطع دایره‌ای بوده و در سراسر طول آن، قطر لیف چندان تغییر نمی‌کند. اصولاً سطح مقطع الیاف طبیعی اعم از گیاهی، حیوانی و معدنی چون منشأ طبیعی دارند، بسیار متنوع می‌باشد. مثلاً در مورد پنبه، حتی الیاف روی یک غوزه پنبه نیز دارای یک سطح مقطع یکسان نیستند. اما الیاف مصنوعی چون به‌صورت صنعتی ساخته می‌شوند، می‌توانند طوری تولید شوند که دارای یک سطح مقطع دلخواه باشند. لازم به توضیح است که مصرف‌کنندگان الیاف مصنوعی، شکل سطح مقطع الیاف مورد مصرف خود را به کارخانه‌های الیاف‌سازی سفارش می‌دهند و کارخانه‌های الیاف‌سازی براساس سفارش مصرف‌کنندگان الیاف، سطح مقطع الیاف را در نظر می‌گیرند. با این حال، بیشتر الیاف مصنوعی با سطح مقطع دایره‌ای ساخته می‌شوند.

در صورتی‌که الیاف نساجی دارای سطح مقطع دایره‌ای باشند (اعم از الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر و الیاف حیوانی مثل پشم)، برای تعیین قطر این الیاف از میکروسکوپ استفاده می‌شود. از این‌رو، برای اندازه‌گیری قطر این الیاف از میکروسکوپی که دارای صفحه مدرج است و قطر الیاف از روی آن قابل اندازه‌گیری می‌باشد استفاده می‌گردد. میکروسکوپی که دارای صفحه مندرج است و برای اندازه‌گیری قطر الیاف به‌کار می‌رود به میکروسکوپ پروژکتینا معروف است (شکل ۶). در تعیین قطر الیاف به‌وسیله میکروسکوپ پروژکتینا، قطر الیاف براساس میکرون(μ) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. هر میکرون برابر ۰/۰۰۱ میلی‌متر می‌باشد.

شکل ۶ـ میکروسکوپ پروژکتینا

کار در کلاس

نمای طولی و سطح تمامی الیافی را که مشاهده می‌کنید را با دقت رسم کنید.

تحقیق کنید

از طریق اینترنت تصاویر سطح مقطع الیاف مختلف را تهیه کنید و با رسم های خود مقایسه کنید.

فعالیت عملی ۳

تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی

همه الیاف مورد مصرف در نساجی، به‌ویژه الیاف طبیعی دارای سطح مقطع دایره‌ای نیستند. بنابراین، تعیین ظرافت الیاف از روی قطر آنها برای بیشتر الیاف میسر نیست. اصولاً، امروزه به استثنای الیاف پشم که ظرافت آنها براساس میکرون بیان می‌شود، استفاده از قطر الیاف برای بیان ظرافت آنها معمول نمی‌باشد. روشی که امروزه برای تعیین و بیان ظرافت الیاف (طبیعی و مصنوعی) استفاده می‌شود، روش جرم طولی (جرم واحد طول) الیاف است. در این روش، جرم طول معینی از لیف که به‌عنوان واحد طول در نظر گرفته می‌شود، به‌عنوان ظرافت لیف تعیین و بیان می‌شود.

در بیان ظرافت الیاف به‌وسیله جرم طولی، دو عامل جرم مخصوص و واحد طول تعریف شده را باید دانست. جرم مخصوص لیف که همان جرم حجمی می‌باشد و با نشان داده می‌شود،با واحد گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3) بیان می‌شود. با داشتن جرم مخصوص لیف، جرم لیف از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$m=A \times l \times \rho$$

در رابطه فوق:

m جرم لیف و برحسب گرم (g)؛

A سطح مقطع لیف برحسب سانتی‌متر مربع (cm^2)؛

l طول لیف برحسب سانتی‌متر (cm)؛

ρ جرم مخصوص لیف برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب (g/cm^3) می‌باشد.

سه واحد مهم ظرافت الیاف که معمولاً در صنعت و تجارت نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارت‌اند از تکس (Tex)، دنیر (Denier) و میکرونر (Micronaire). تکس و دنیر برای کلیه الیاف نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی میکرونر معمولاً فقط برای بیان ظرافت الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعریف واحدهای تکس، دنیر و میکرونر به‌صورت زیر می‌باشد:

ـ **تکس:** عبارت است از جرم ۱۰۰۰ متر (یک کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با tex نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری تکس، واحد طول ۱،۰۰۰ متر یا ۱۰۰،۰۰۰ سانتی‌متر است.

ـ **دنیر:** عبارت است از جرم ۹،۰۰۰ متر (نه کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با den نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری دنیر، واحد طول ۹،۰۰۰ متر یا ۹۰۰،۰۰۰ سانتی‌متر است.

ـ **میکرونر:** عبارت است از جرم یک اینچ (طول یک اینچ) از لیف برحسب میکروگرم. میکرونر را با Mi نشان می‌دهند واحد آن میکروگرم بر اینچ است.

چنان‌که اشاره شده است، معمولاً در سراسر جهان برای بیان ظرافت الیاف پنبه از واحد میکرونر استفاده می‌شود.
برای بیان ظرافت الیاف با استفاده از واحد تکس معمولاً از اجزای این واحد یعنی دسی‌تکس (dtex) میلی‌تکس (mtex) استفاده می‌شود. چون معمولاً از واحد تکس برای بیان نمره یا ظرافت نخ استفاده می‌شود و نخ نیز در مقایسه با لیف بسیار ضخیم‌تر می‌باشد، لذا در بیان ظرافت الیاف با واحد تکس با اعداد بسیار کوچک مواجه خواهیم شد. از این‌رو برای سهولت کار کردن با اعداد، در بیان ظرافت الیاف از واحد کوچک‌تر در نمره‌گذاری تکس یعنی دسی‌تکس و میلی‌تکس استفاده می‌شود. هر دسی‌تکس ۰/۱ تکس و هر میلی‌تکس ۰/۰۰۱ تکس است.
لازم به توضیح است که برای بیان نمره رشته‌های ضخیم‌تر و سنگین‌تر مواد نساجی مثل فتیله‌های الیاف، از واحدهای بزرگ‌تر در نمره‌گذاری تکس، یعنی کیلوتکس (ktex) استفاده می‌شود. تعاریف دسی‌تکس، میلی‌تکس و کیلوتکس به‌صورت زیر می‌باشد:

- **دسی تکس (dtex):** عبارت است از جرم ۱۰,۰۰۰ متر (۱۰ کیلومتر) لیف برحسب گرم.
- **میلی تکس (mtex):** عبارت است از جرم ۱,۰۰۰,۰۰۰ متر (هزار کیلومتر) لیف برحسب گرم.
- **کیلوتکس (ktex):** عبارت است از جرم ۱ متر فتیله برحسب گرم.

واحدهای تکس، دسی‌تکس، میلی‌تکس، دنیر و میکرونر با یکدیگر ارتباط دارند و به یکدیگر قابل تبدیل هستند. یعنی با داشتن ظرافت یک لیف برحسب یکی از واحدهای فوق، ظرافت این لیف را می‌توان برحسب واحدهای دیگر حساب کرد. واحدهای مختلف ظرافت الیاف، براساس روابط زیر به یکدیگر قابل تبدیل هستند:

$$dtex = ۱۰ \times tex$$
$$mtex = ۱۰۰۰ \times tex$$
$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times den$$
$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$
$$den = ۹ \times tex$$
$$Mi = ۲/۵۴ \times dtex$$
$$Mi = ۲۵۴ \times mtex$$
$$Mi = ۲/۸۲ \times den$$

مثال ۱ـ نمره یک نخ فیلامنتی ۱۰۰ دنیر است. نمره این نخ را برحسب تکس و دسی‌تکس حساب کنید.
حل:
هر دنیر ۹ برابر تکس است. یعنی

$$tex = \frac{den}{۹}$$
$$tex = \frac{۱۰۰}{۹}$$
$$tex = ۱۱/۱۲$$

برای تعیین dtex هم می‌توان از رابطه dtex =۱۰× tex استفاده کرد و هم $dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$:

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times ۱۰۰$$

$$dtex = ۱۱۱/۱۲$$

مثال۲ـ یک نخ فیلامنتی با نمره ۱۰۵ دنیر دارای ۷۰ فیلامنت است. نمره هر فیلامنت را برحسب دنیر و دسی‌تکس حساب کنید.

حل:

نمره هر فیلامنت برحسب دنیر، از تقسیم نمره دنیر نخ بر تعداد فیلامنت‌های تشکیل دهنده نخ حساب می‌شود. یعنی:

$$den_{لیف} = \frac{den_{نخ}}{تعداد\ \ لیف}$$

$$den_{لیف} = \frac{۱۰۵}{۷۰}$$

$$den_{لیف} = ۱/۵$$

نمره هر لیف برحسب دسی‌تکس، از روی نمره دنیر لیف و به‌صورت زیر حساب می‌شود:

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times ۱/۵$$

$$dtex = ۱/۷$$

مثال ۳ـ نخی با نمره ۱۰۰ دنیر بر روی یک بوبین پیچیده شده است. اگر وزن نخ روی بوبین ۳/۵ کیلوگرم باشد، طول نخ روی بوبین چند کیلومتر است؟

حل:

طبق تعریف، دنیر عبارت است از جرم ۹۰۰۰ متر (۹ کیلومتر) لیف یا نخ برحسب گرم. با توجه به این تعریف و داده‌های مثال، تناسب ساده زیر را می‌توان نوشت و طول نخ روی بوبین را حساب کرد:

	طول (km)	**جرم (g)**
نخ	۹	g۱۰۰
بوبین	L	g۳۵۰۰

$$\text{طول نخ روی بوبین} = L = \frac{۳۵۰۰ \times ۹}{۱۰۰}$$

$$L = ۳۱۵ \text{ Km}$$

مثال ۴ـ نمره یک لیف پنبه ۱/۵ دنیر است. نمره آن را برحسب میکرونر و میلی‌تکس حساب کنید.

حل:

با استفاده از روابط بین دنیر و میکرونر و دنیر و میلی‌تکس می‌توان نمره لیف را برحسب میکرونر

$$Mi = ۲/۸۲ \times den$$

$$Mi = ۲/۸۲ \times ۱/۵$$

$$Mi = ۴/۲۳$$

$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times den$$

$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times ۱/۵$$

$$mtex = ۱۶۶/۷$$

پرسش

۱ـ واحدهای تکس، دنیر و میکرونر را تعریف کنید.
۲ـ نمره یک لیف ۱/۷ دنیر است. نمره این لیف را برحسب تکس، میلی‌تکس، دسی‌تکس و میکرونر حساب کنید.
۳ـ از یک لیف با نمره ۱/۵ دنیر، نخی با نمره ۲۰ تکس ریسیده می‌شود. تعداد الیاف در سطح مقطع نخ را حساب کنید.

فعالیت عملی ۴

تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی

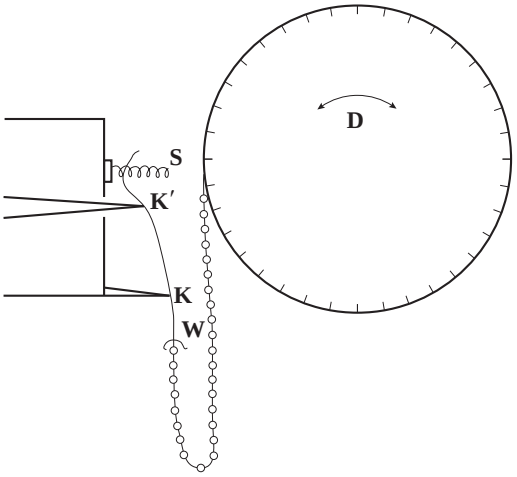
یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف روش ارتعاشی است که به وسیله دستگاهی به نام ویبروسکوپ (**Vibroscope**) انجام شود. هرگاه نایکنواختی در سطح مقطع لیف مانع از اندازه‌گیری قطر لیف به عنوان

ظرافت شود، تعیین ظرافت به روش ارتعاشی، روش مناسبی است.
روش ارتعاشی، برای تعیین ظرافت الیاف پنبه روش مناسبی نیست. چون ظرافت الیاف پنبه در یک نمونه معین دارای تنوع فراوانی است. از این‌رو، عموماً برای تعیین ظرافت الیاف مصنوعی، از روش ارتعاشی استفاده می‌شود.
اساس تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی بر این واقعیت فیزیکی استوار است که، هرگاه یک رشته انعطاف‌پذیر مثل یک لیف با طول l و جرم واحد طول m و با کشش T تحت نوسان قرار گیرد، این رشته با فرکانس نوسان وارد شده به ارتعاش درمی‌آید، و دامنه ارتعاش رشته زمانی حداکثر است که فرکانس نوسان وارد شده برابر فرکانس طبیعی (f) رشته مورد نظر باشد. به فرکانس طبیعی رشته، فرکانس تشدید یا فرکانس رزونانس (resonance) می‌گویند. فرکانس طبیعی (f) یک رشته با طول l، جرم واحد طول m و کشش T، مطابق تناسب زیر با یکدیگر ارتباط دارند:

(الف) $$F \propto \frac{۱}{۲l}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

(ب) $$m \propto T\ (\frac{۱}{۲lf})^{۲}$$

نمای ترسیمی‌یک دستگاه ویبروسکوپ در شکل ۷ نشان داده شده است. در این شکل نمونه لیف بین دو گیره فنری s و w گرفته شده است.



شکل ۷ ـ دستگاه ویبروسکوپ

در بین تیغه‌های k و k' تحت وزن زنجیری که یک سر آن به گیره فنری w و سر دیگر آن بر روی استوانه مدرج D متصل است، تحت کشش می‌باشد. تیغه‌ها به فاصله ۲ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند و تیغه k' در جهت عمود بر نمونه لیف و با فرکانس ثابت ۱/۶۴ کیلوهرتز (۱۶۴۰ نوسان در ثانیه) نوسان کرده و نمونه لیف را به ارتعاش درمی‌آورد. در این دستگاه، برای تعیین ظرافت لیف، فرکانس طبیعی لیف که همان فرکانس تشدید لیف می‌باشد اندازه‌گیری می‌شود. برای این منظور، پس از شروع نوسان تیغه k'، استوانه مدرج چرخانده می‌شود تا طول زنجیر آویزان شده و در نتیجه وزن یا کشش وارد شده به نمونه لیف تغییر نموده

تا فرکانس ارتعاش لیف به فرکانس تشدید لیف برسد. برای تعیین فرکانس تشدید لیف از یک میکروسکوپ برای مشاهده لیف در حال ارتعاش استفاده می‌شود. هرگاه دامنه نوسان ارتعاش لیف به حداکثر رسید، یعنی ارتعاش لیف در حالت تشدید (رزونانس) می‌باشد. در این صورت، کشش (T) لیف از روی استوانه مدرج یادداشت می‌گردد. با یافتن کشش (T) لیف و با داشتن طول (l) لیف و فرکانس تشدید (f) لیف، از رابطه(ب)، جرم واحد طول (m) لیف تعیین می‌شود. با یافتن جرم واحد طول (m) لیف، می‌توانیم ظرافت لیف را برحسب واحدهای مختلف حساب کنیم.

لازم به توضیح است که دستگاه‌های ویبروسکوپی که برای تعیین ظرافت الیاف نساجی ساخته می‌شوند، ممکن است تفاوت‌هایی با هم داشته باشند، ولی اصول کار همه آنها یکسان است. مثلاً، در بعضی از دستگاه‌های ویبروسکوپ ممکن است به جای تغییر در کشش (T) لیف، از تغییر در فرکانس نوسان وارد شده به لیف استفاده شود. در این نوع ویبروسکوپ برای اعمال کشش به لیف از یک وزنه استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در این نوع ویبروسکوپ، کشش وارده به‌وسیله وزنه دارای محدوده معینی می‌باشد، چون وزنه‌های بزرگ ممکن است باعث تغییرات فیزیکی ناخواسته یا پارگی در نمونه لیف گردند.

اثرات ظرافت الیاف

ظرافت الیاف از جهات مختلف اهمیت دارد. چنان‌که قبلاً اشاره شده است، ظرافت الیاف مصنوعی را می‌توان پیش از تولید و براساس نوع مصرف تعیین کرده و این الیاف را براساس ظرافت از پیش تعیین شده تولید کرد. اما، ظرافت الیافی چون پشم و پنبه که منشأ طبیعی دارند، متغیر می‌باشد و از یک نژاد به نژاد دیگر یا از یک گله به گله دیگر، از یک مزرعه به مزرعه دیگر یا از یک گوسفند به گوسفند دیگر، یا حتی پشم‌های بخش‌های مختلف اندام یک گوسفند یا الیاف داخل یک غوزه پنبه از نظر ظرافت با یکدیگر متفاوت هستند. اهمیت ظرافت الیاف را می‌توان از جنبه‌های مختلف مثل بهره‌وری در تولید، خواص مکانیکی و فیزیک الیاف و محصولات نساجی، قیمت و ارزش تجاری، جذب رطوبت و رنگ در نظر گرفت. قابل توجه است که در الیاف پشم، هرچه دوره چیدن پشم کوتاه‌تر باشد، ظرافت پشم بیشتر است. یعنی هرچه طول الیاف پشم کمتر باشد، قطر الیاف کمتر یعنی ظرافت پشم بیشتر می‌باشد. اما، در الیاف پنبه هرچه طول الیاف بیشتر باشد، ظرافت الیاف بیشتر است.

بعضی نکات مهم و قابل توجه در ارتباط با ظرافت الیاف عبارت‌انداز:

۱ـ اثر ظرافت الیاف بر تاب نخ: هرچه الیاف ظریف‌تر باشند، سطح مخصوص آنها بیشتر شده، لذا برای ایجاد یک مقاومت معین در نخ، می‌توان تاب نخ را کاهش داد. در این‌صورت با افزایش ظرافت الیاف، تاب نخ را می‌توان کاهش داد و در نتیجه بهره‌وری در ریسندگی، به ویژه ماشین رینگ افزایش می‌یابد.

۲ـ اثر ظرافت الیاف بر مقاومت نخ: با افزایش ظرافت الیاف و ثابت ماندن مقدار تاب، مقاومت نخ افزایش می‌یابد. در این صورت اگر برای یک نخ معین، از الیاف ظریف‌تر استفاده شود، می‌توان از ضریب تاب کمتری استفاده کرد.

۳ـ اثر ظرافت الیاف بر میزان و سرعت جذب رطوبت و مواد رنگزا: با افزایش ظرافت الیاف و در نتیجه افزایش سطح مخصوص الیاف، سطحی از لیف که در معرض محیط بیرون قرار می‌گیرد بیشتر شده، که در نهایت منجر به افزایش سرعت جذب رطوبت و مواد از محیط خواهد شد. در این‌صورت، با افزایش ظرافت

الیاف، سرعت جذب رنگ در حمام رنگرزی افزایش می‌یابد و در نتیجه زمان رمق‌کشی در حمام رنگ کاهش خواهد یافت.

۴ـ اثر ظرافت الیاف بر یکنواختی نخ: برای تهیه یک نخ با نمره معین، در صورتی که از الیاف ظریف‌تر استفاده شود، آنگاه تعداد الیاف در سطح مقطع باید بیشتر باشد. بنابراین، در صورت استفاده از الیاف ظریف‌تر، اگر در حین ریسندگی مثلاً تعداد چند لیف از رشته الیاف مورد نیاز برای تولید نخ جدا شود، نسبت تعداد الیاف جدا شده به تعداد کل الیاف در سطح مقطع نخ کمتر از حالتی خواهد بود که از الیاف ضخیم استفاده می‌شود. در این‌صورت نخ یکنواخت‌تر و یکدست‌تر خواهد بود.

۵ـ اثر ظرافت الیاف بر سختی پیچشی الیاف: ثابت شده است که با ظریف‌تر شدن الیاف، مقاومت آنها در مقابل پیچش و تاب خوردن کاهش می‌یابد. بنابراین، هرچه لیف ظریف‌تر می‌شود، سختی پیچشی آن کاهش می‌یابد، و در نتیجه نخ تهیه شده از آن دارای انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و پارچه حاصل نیز دارای انعطاف‌پذیری بیشتری خواهد بود.

۶ـ اثر ظرافت الیاف بر انعکاس نور و جلای الیاف، نخ و پارچه: با افزایش ظرافت الیاف، سطح مخصوص الیاف و سطوح انعکاس نور آنها افزایش می‌یابد، در نتیجه انعکاس نور و جلای الیاف، نخ و پارچه نیز افزایش خواهد یافت.

تحقیق کنید

درباره انواع روش‌های تعیین ظرافت تحقیق کنید و کاربرد هر یک را تشریح کنید.

نکات ایمنی و بهداشت

به علایم خطر که بر روی قسمت‌های برقی دستگاه نصب شده توجه کنید.

نکات زیست محیطی

با دقت در انجام آزمایش‌ها از مصرف غیر ضروری برق بکاهید.

فعالیت عملی ۵

شناسایی الیاف در پارچه و تعیین نسبت آن

در این آزمایش تاروپود یک پارچه را به روش‌های مختلف چون سوزاندن، مشاهده میکروسکوپی و حلالیت شناسایی می‌کنند و به دنبال آن مقدار هریک از الیاف در پارچهٔ مخلوط را به‌دست می‌آورند.

وسایل آزمایش: شیشهٔ ساعت، آون، دسیکاتور، ترازو، چراغ گاز بونزن، صفحهٔ تهیه مقطع عرضی، لام و لامل، میکروسکوپ، تیغ.

مواد مصرفی: پارچه با تاروپود مختلف، گلیسیرین، استن، متیلن کلراید، اسید فرمیک، متاکرزول، N و N دی‌متیل فرمامید، سود ۵٪.

شرح آزمایش

ابتدا تاروپود پارچه را از هم جدا کرده و آزمایش‌های سوزاندن، میکروسکوپی و حلالیت را انجام دهید تا جنس الیاف مشخص شود. بعد تکه‌ای از پارچه را به‌صورت مستطیل ۳×۲ سانتی‌متر مربع بریده و نخ‌های اضافی اطراف آن را بگیرید. پارچه را در روی شیشه ساعت قرار داده و به مدت ۴۵ دقیقه تا حدود ۱۱۰ ـ ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد حرارت دهید. پس از اینکه رطوبت الیاف تبخیر و پارچه خشک شد آن را از آون خارج کرده و جهت سرد شدن در داخل دسیکاتور قرار دهید. دسیکاتور باید حاوی دانه‌های سیلیکاژل باشد تا مانع جذب رطوبت محیط به‌وسیلهٔ پارچه شود. پارچه را با دقت حدود ده‌هزارم وزن کنید. بعد تاروپود پارچه را از هم جدا کنید. در این مرحله باید سعی کنید که نخ‌ها دور ریخته نشود و یا مواد خارجی به الیاف نچسبد. تاروپود پارچه را در شیشه‌های ساعت به‌طور جداگانه گذاشته و دوباره به مدت ۴۵ دقیقه در آون قرار دهید. جهت سرد شدن نخ‌ها آنها را در داخل دسیکاتور قرار دهید و دوباره وزن نمایید. محاسبات را به‌صورت زیر انجام دهید:

وزن کل پارچه: A

وزن تار: $B_۱$

وزن پود: $B_۲$

وزن تار و پود: $B_۱ + B_۲ = C$

اختلاف وزن تار و پود و کل پارچه: $|C - A| = E$

برای حذف خطای توزین و خطاهای دیگر به طریقهٔ زیر عمل کنید:

$$E \div ۲ = \frac{E}{۲}$$

وزن تار خشک $B_۱ \frac{E}{۲} = B_۱$

وزن پود خشک $B_۲ \frac{E}{۲} = B_۲$

اگر در روابط بالا در اختلاف بین A، B و C بزرگ‌تر از A بود، نصف این اختلاف از تک‌تک وزن تاروپود کم کنید و اگر A بزرگ‌تر از C بود این مقدار یعنی $\frac{E}{۲}$ به هر دو اضافه کنید. برای محاسبهٔ درصد الیاف سازنده تاروپود باید در شرایط استاندارد عمل کنید. شرایط استاندارد عبارت‌است از دمای عرضی آن تقریباً دایره‌ای می‌باشد.

جدول ۲ـ رطوبت بازیافتی الیاف مختلف در شرایط استاندارد

نوع الیاف	رطوبت بازیافتی (٪)
اَستات	۹/۵
تری‌اَستات	۳/۵
اَکریلیک	۱/۵
نایلون	۴/۵
پلی‌اَستر	۰/۴
پنبه	۸/۵
ویسکوز	۱۱
پشم	۱۳/۶
اَبریشم	۱۱

اما اگر نمای طولی آن میله‌ای و صاف و یکنواخت و مقطع عرضی آن به‌صورت مثلث باشد در این‌صورت لیف موردنظر ابریشم است. اگر الیاف مورد آزمایش در اثر سوزاندن بوی کاغذ سوخته دهد و در نمای طولی آن پیچ‌خوردگی مشاهده گردد الیاف مورد آزمایش از جنس پنبه است. مقطع عرضی این الیاف لوبیایی شکل است. درصورتی که الیاف مورد نظر دارای نمای طولی میله‌ای و یکنواخت و مقطع عرضی مضرس (دندانه‌ای) باشد لیف موردنظر از جنس ویسکوز می‌باشد. اگر در اثر سوزاندن الیاف تشخیص دادید که لیف مورد آزمایش یک لیف شیمیایی است در این صورت نماهای طولی آنها تقریباً یکسان بوده و به‌صورت میله‌ای و صاف است. مقطع عرضی این دسته از الیاف معمولاً به شکل رشته‌ساز و روش ریسندگی بستگی دارد. برای مثال مقطع عرضی الیاف نایلون هم مثلثی است و هم دایره‌ای و یا مقطع اکریلیک هم دمبلی است و هم دایره‌ای. بنابراین برای تشخیص دقیق الیاف از روش‌های دیگری نیز استفاده می‌شود.

آزمایش حلالیت: وقتی از طریق آزمایشات سوزاندن و میکروسکوپی اطمینان حاصل کردید که لیف مورد آزمایش شما یک لیف شیمیایی است می‌توانید آنها را از لحاظ حلالیت در استن، اسید فرمیک متاکرزول گرم، N و N دی‌متیل فرمامید مورد ارزیابی قرار دهید. اگر از آزمایش میکروسکوپی و سوزاندن حدس زده بودید که لیف موردنظر شما استات بوده است در این‌صورت می‌توانید آن را در استن حل نمایید. پس از حل شدن کامل لیف به آن مقداری آب اضافه کنید. کدر شدن محتویات لولهٔ آزمایش دلیل بر حضور استات می‌باشد. در صورتی که لیف مورد آزمایش در استن حل نشد، پارچه را خشک کرده و به داخل لولهٔ آزمایش حاوی مقداری N و N دی‌متیل فرمامید بیندازید. اگر لیف مورد آزمایش از جنس اکریلیک باشد در این حلال و در جوش حل می‌شود. در غیراین‌صورت مقداری از پارچهٔ خشک را به‌داخل لولهٔ آزمایش حاوی اسیدفرمیک سرد بیندازید. در صورتی که لیف مورد آزمایش در اسیدفرمیک حل شود الیاف موردنظر نایلون است در غیر این‌صورت، مقداری از پارچهٔ خشک را با متاکرزول گرم عمل نمایید. در صورت حل شدن پارچه، محتویات لولهٔ آزمایش را خنک کرده و به آن مقداری استن بیفزایید در صورت تار شدن محلول وجود پلی‌استر به اثبات می‌رسد.

پس از اتمام آزمایش جدول ۳ را با همکاری دیگر هنرجویان کامل کنید.

جدول ۳ـ مشخصات الیاف مورد آزمایش

نوع الیاف	بو در اثر سوختن	خودسوزی	مقطع عرضی	نمای طولی	نام حلال
پلی‌اَستر **اَستات** **نایلون** **اکریلیک** **پشم** **پنبه** **ویسکوز**					

نکته مهم: در $20^{\circ}C$ و درصد رطوبت نسبی ۶۵٪ در جدول شماره ۲۰ رطوبت بازیافتی الیاف مختلف در شرایط استاندارد نشان داده شده است.

از طرفی رطوبت بازیافتی با معادلهٔ (۱) محاسبه می‌شود.

معادله (۱)
$$R = \frac{W - D}{D} \times ۱۰۰$$

که در آن:

W وزن پارچهٔ مرطوب:

D وزن پارچهٔ خشک:

R درصد رطوبت بازیافتی:

فرض می‌کنیم $R_۱$ و $R_۲$ به‌ترتیب رطوبت بازیافتی تاروپود و $W_۱$ و $W_۲$ وزن تاروپود پارچه در شرایط استاندارد و $D_۱$ و $D_۲$ وزن خشک تاروپود پارچه باشد در این صورت خواهیم داشت:

معادله (۲)
$$D_۱ = B_۱$$

معادله (۳)
$$D_۲ = B_۲$$

معادله (۴)
$$R_۱ = \frac{W_۱ - D_۱}{D_۱} \times ۱۰۰$$

معادله (۵)
$$R_۲ = \frac{W_۲ - D_۲}{D_۲} \times ۱۰۰$$

از معادلهٔ (۴) و (۵) به‌ترتیب $W_۱$ و $W_۲$ به‌دست می‌آید که از حاصل جمع آنها وزن کل پارچه حاصل می‌شود. درصد تاروپود پارچه از معادلات (۶) و (۷) به‌دست می‌آید.

معادله (۶)

$$\text{درصد تار} = \frac{W_1}{W_1 + W_2} \times ۱۰۰$$

معادله (۷)

$$\text{درصد پود} = \frac{W_2}{W_1 + W_2} \times ۱۰۰$$

پرسش

۱ـ جنس تار پارچه داده شده چیست؟ چگونگی تشخیص خود را شرح دهید؟
۲ـ پود پارچه مورد نظر از چه الیافی تشکیل شده است؟
۳ـ برای تعیین نوع الیاف تار وپود از چه حلال‌هایی استفاده کردید؟ چرا؟

تحقیق کنید

پس از آنکه همه روش‌های شناسایی الیاف را فرا گرفتید، با همفکری و کمک یکدیگر و راهنمایی هنرآموزتان یک مجموعه دستورالعمل بسازید و در آن به کاربران پیشنهاد بدهید ابتدا از چه روشی استفاده کنند و با هر جوابی که می‌گیرند، چه نتیجه‌ای باید بگیرند و چه آزمایشی را انجام دهند. و در حقیقت یک نقشه اجرایی برای شناسایی الیاف تهیه کنید.

نکات زیست محیطی

هنگام کار با آتش بسیار مراقب باشید.
در هنگام استفاده از مواد شیمیایی موارد ایمنی را رعایت کنید.
در مصرف انرژی صرفه‌جویی کنید.

فرم ارزشیابی واحد یادگیری ۵ـ تعیین ویژگی‌های الیاف پلی‌استرـ اکریلیک

شرح فعالیت: شناسایی الیاف مصنوعی پلی‌استر، اکریلیک و تعیین خصوصیات الیاف مصنوعی پلی‌استر، اکریلیک

استاندارد عملکرد: تعیین نوع الیاف مصنوعی پلی‌استر، اکریلیک و تعیین خصوصیات شیمیایی و فیزیکی الیاف به کمک ابزار و دستگاه‌های مشخص شده
شاخص‌ها: تعیین خصوصیات الیاف پلی‌استر، اکریلیک

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:
فضای کار : آزمایشگاه شناسایی الیاف نساجی
تجهیزات: دستگاه‌های سنجش خصوصیات نوری الیاف ـ منابع تابش نور ـ منبع اشعه مادون قرمز و ماورای بنفش ـ ابزار اندازه‌گیری تنش الیاف ـ میکروسکوپ پروژکتینا، دستگاه تعیین ظرافت به روش ارتعاشی
مواد مصرفی: انواع الیاف نساجی ـ مواد شیمیایی مرتبط

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تعیین اثر نور بر خواص الیاف نساجی	۱	
۲	تعیین ظرافت الیاف به روش میکروسکوپ پروژکتینا	۱	
۳	تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی	۲	
۴	تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی	۱	
۵	تعیین الیاف موجود در پارچه و تعیین نسبت آن	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی،ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲ـ استفاده از لباس‌کار و کفش‌ایمنی ۳ـ تمیزکردن دستگاه و محیط کار ۴ـ رعایت دقت و نظم	۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

منابع

۱ Physical Properties of Textile Fibers, J. W. S. Hearle and W. E. Morton, Woodhead Publishing, 2008.

۲ Identification of Textile Materials, Textile Institute (Manchester, England), 1968.

۳ Principles of Textile Testing, J.E. Booth, CBS Publishers & Distributors Pvt. Ltd., 1996.

۴ خصوصیات الیاف نساجی، محسن حاجی‌شریفی و جواد ساسان‌نژاد، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۸.

۵ ریسندگی الیاف کوتاه (تکنولوژی ریسندگی الیاف کوتاه)، میررضا طاهری اطاق‌سرا، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۷۷.

۶ تکمیل کالای نساجی (جلد اول)، میرهادی سیداصفهانی، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۹.

۷ اصول مواد و صنایع نساجی، میررضا طاهری اطاق‌سرا، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۵.