فصل ۴

ظرافت الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ـ اهمیت ظرافت الیاف نساجی را بیان کند.

۲ـ تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع آنها را توضیح دهد.

۳ـ تعیین ظرافت الیاف براساس جرم طولی آنها را توضیح دهد و واحدهای آن را بیان کند.

۴ـ تعیین ظرافت الیاف از طریق جریان هوا را توضیح دهد.

۵ـ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی را توضیح دهد.

۶ـ اثرات ظرافت الیاف را بیان کند.

ظرافت الیاف

۴ــ۱ــ تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع الیاف

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. بطور 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 صحیحی 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.

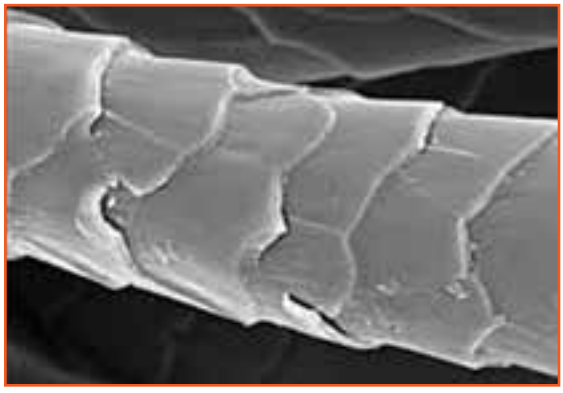
اگر سطح مقطع لیفی دایره‌ای باشد و قطر آن در سراسر طول لیف یکسان باشد، می‌توان قطر لیف را به‌عنوان ظرافت لیف اندازه‌گیری و بیان کرد. الیاف طبیعی به ندرت دارای سطح مقطع دایره‌ای هستند. مثلاً چنانکه در شکل ۴ــ۱ دیده می‌شود، سطح مقطع الیاف پنبه به شکل لوبیا (لوبیایی) یا کلیه (قلوه) است و سطح مقطع الیاف ابریشم 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.

پلی‌استر پنبه کتان ابریشم کشمیر آلپاکا پشم ظریف پشم ضخیم

منظره طولی بعضی از الیاف

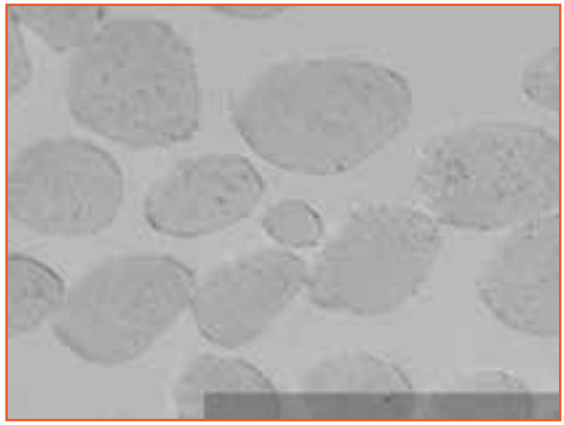
پیله و الیاف ابریشم



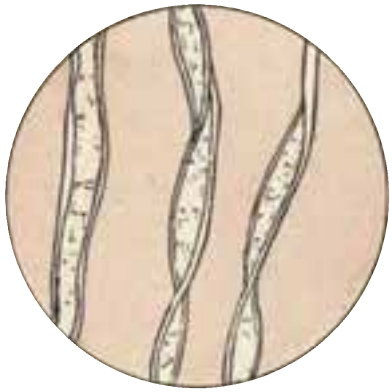
فلس‌ها برروی لیف پشم (منظر طولی)

پنبه سریزه لیف مرده لیف فارس لیف رسیده

مقطع عرضی لیف پنبه



مقطع عرضی الیاف پشم



پیچ و تاب در طول الیاف پنبه

شکل ۴ــ۱ــ منظر طولی و سطح مقطع عرضی بعضی الیاف طبیعی.

شکل ۴ــ۲ــ میکروسکوپ پروژکتینا

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 ۴ــ۲). در تعیین قطر الیاف به‌وسیله میکروسکوپ پروژکتینا، قطر الیاف براساس میکرون (μ) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. هر میکرون برابر ۰/۰۰۱ میلی‌متر می‌باشد.

۴ــ۲ــ تعیین ظرافت الیاف از روی جرم طولی الیاف

بیشتر 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 درنظر 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 ρ 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 عبارتند 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 :

ــ **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 ۱۰۰۰ متر یا ۱۰۰,۰۰۰ سانتی‌متر است.

ـــ **دنیر** : عبارت است از جرم ۹۰۰۰ متر (نه کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با den نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری دنیر، واحد طول ۹۰۰۰ متر یا ۹۰۰,۰۰۰ سانتی‌متر است.

ـــ **میکرونر** : عبارت است از جرم یک اینچ از لیف برحسب میکروگرم (µg). میکرونر را با Mi نشان می‌دهند واحد آن میکروگرم بر اینچ (µg/in) 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) و 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 :

ـــ دسی‌تکس (dtex) : عبارت است از جرم ۱۰۰۰۰ متر (۱۰ کیلومتر) لیف برحسب گرم.

ـــ میلی‌تکس (mtex) : عبارت است از جرم ۱۰۰۰۰۰۰۰ متر (هزار کیلومتر) لیف برحسب گرم.

ـــ 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 :

$$dtex = ۱۰ \times tex$$

$$mtex = ۱۰۰۰ \times tex$$

$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = ۹ \times tex$$

$$Mi = ۲/۵۴ \times dtex$$

$$Mi = ۲۵۴ \times mtex$$

$$Mi = ۲/۸۲ \times den$$

مثال ۴ـــ۱ـــ 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

$$tex = \frac{den}{۹}$$

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

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

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times den$$

$$dtex = \frac{۱۰}{۹} \times ۱۰۰ \longrightarrow \boxed{dtex = ۱۱۱/۱۲}$$

مثال۴ــ۲ــ 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 تشکیل‌دهنده نخ حساب می‌شود. یعنی :

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

$$den_{\text{لیف}} = \frac{۱۰۵}{۷۰} \longrightarrow \boxed{den_{\text{لیف}} = ۱/۵}$$

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 ۴ــ۳ــ 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	۱۰۰g
بوبین	L	۳۵۰۰g

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

$$\boxed{L = ۳۱۵Km}$$

مثال ۴ــ۴ــ 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

$$Mi = ۲/۸۲ \times den$$

$$Mi = ۲/۸۲ \times ۱/۵$$

$$\boxed{Mi = ۴/۲۴}$$

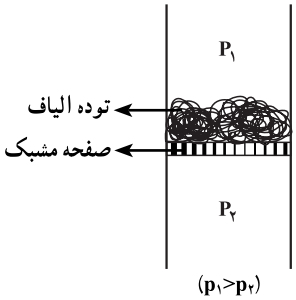
$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times den$$

$$mtex = \frac{۱۰۰۰}{۹} \times ۱/۵$$

$$mtex = ۱۶۶/۷$$

۴ــ۳ــ تعیین ظرافت الیاف به روش جریان هوا

روش‌های مختلفی که برای تعیین ظرافت الیاف وجود دارند و تاکنون به دو روش یعنی تعیین قطر لیف و جرم طولی لیف اشاره شده است، بسیار زمان‌بر و پرزحمت هستند. بنابراین تلاش‌های فراوانی انجام شده است تا روشی آسان و پرسرعت به منظور تعیین ظرافت الیاف ابداع شود. یکی از روش‌های بسیار موفقیت‌آمیز برای تعیین ظرافت الیاف، بهره‌گیری از جریان هوا می‌باشد. در این روش که معمولاً برای تعیین ظرافت الیاف پنبه استفاده می‌شود، از ایجاد اختلاف فشار در دو طرف یک توده الیاف با وزن معین، و اندازه‌گیری سرعت جریان هوای عبوری از بین توده الیاف، برای تعیین ظرافت الیاف بهره گرفته می‌شود. با توجه به شکل ۴ــ۳ سیلندری را در نظر می‌گیریم به ارتفاع حدود ۲۵ میلی‌متر و با قطر ۲۵ میلی‌متر که در وسط دارای صفحه مشبکی باشد و روی صفحه مشبک توده‌ای الیاف با وزن معین (مثلاً ۳/۵ گرم) قرار می‌دهیم. اگر فشار سیلندر در بالای توده الیاف $P_۱$ و فشار سیلندر در پایین صفحه مشبک $P_۲$ و $P_۱$ بیشتر از $P_۲$ باشد ($P_۱ > P_۲$)، آنگاه هوا از قسمت بالای سیلندر و از داخل توده الیاف عبور کرده و به سمت پایین سیلندر جریان می‌یابد و سرعت جریان هوا از بالا به پایین بستگی به سطح مخصوص الیاف دارد نه به جرم طولی الیاف.



شکل ۴ــ۳ــ اصول اندازه‌گیری ظرافت الیاف به روش جریان هوا

اگر فرض کنیم Q سرعت جریان هوا از میان توده الیاف و S سطح مخصوص الیاف باشد، تناسب زیر بین Q و S برقرار است :

$$Q \propto \frac{۱}{S^۲}$$

یعنی سرعت جریان هوا (Q) با عکس توان دوم (مجذور) سطح مخصوص ($\frac{۱}{S^۲}$) متناسب است. این بدان معناست که با افزایش سطح مخصوص، سرعت جریان هوا از میان توده الیاف کمتر می‌شود. بنابراین اندازه‌گیری سرعت جریان هوا (Q) می‌تواند سنجشی باشد برای ظرافت الیاف موجود در توده. شایان توجه است که در الیاف، سطح مخصوص الیاف با قطر آنها نسبت عکس دارد. یعنی بین سطح مخصوص (S) الیاف و قطر الیاف (D) تناسب زیر برقرار است :

$$S \propto \frac{۱}{D}$$

یعنی با کوچک شدن قطر (D) لیف، سطح مخصوص (S) بیشتر می‌شود، به تعبیری سطح مخصوص الیاف ظریف‌تر بیشتر از سطح مخصوص الیاف ضخیم‌تر است. لذا با توجه به مطالب مذکور می‌توان دو عبارت زیر را نوشت :

۱ــ با افزایش ظرافت لیف (کم شدن قطر لیف (D))؛ سطح مخصوص لیف (S) افزایش می‌یابد.

۲ــ با افزایش سطح مخصوص لیف (S)؛ سرعت جریان هوا (Q) از میان توده الیاف کمتر می‌شود.

با توجه به دو عبارت فوق می‌توان نتیجه گرفت که با ظریف‌تر شدن لیف یا کم شدن قطر لیف، سرعت جریان هوا (Q) از داخل توده الیاف کمتر می‌شود.

شکل ۴ــ۴ اجزای دستگاه میکرونر را به‌صورت ترسیمی نشان می‌دهد. دستگاه میکرونر، دستگاهی است که برای تعیین ظرافت

الیاف به روش جریان هوا به‌کار می‌رود. چنانکه از روی شکل ۴ــ۴ دیده می‌شود، در دستگاه میکرونر هوا از سمت چپ و از طریق لوله هوا وارد فیلتر هوا می‌شود و پس از عبور از شیر V_1و کنترل پدالی، از شیر V_2 عبور می‌کند.

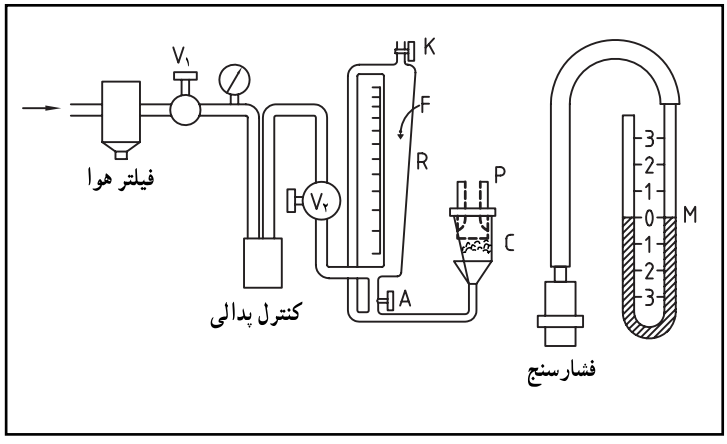
لوله هوا بعد از شیر V_2 دو شاخه می‌شود. شاخه پایینی لوله هوا به زیر استوانه‌ای متصل است که توده‌ای از الیاف با وزن معین در آن قرار داده شده است و هوا می‌تواند از آن عبور کند. شاخه بالایی لوله هوا مدرج بوده و یک شناور در داخل آن وجود دارد. ارتفاع شناور در شاخه بالایی لوله هوا، بستگی به فشار هوای داخل این لوله دارد و از سوی دیگر، مقدار فشار هوای داخل شاخه بالایی لوله هوا بستگی به سرعت جریان هوای عبوری از داخل توده الیاف داخل استوانه دارد. ارتباط بین عوامل مختلف در دو شاخه لوله دستگاه میکرونر را می‌توان در عبارات زیر خلاصه کرد :

۱ــ با ظریف‌تر شدن الیاف داخل توده الیاف، سرعت جریان هوا از داخل توده الیاف کم می‌شود.

۲ــ با کم شدن جریان هوا از داخل توده الیاف، فشار هوا در شاخه بالایی لوله زیاد می‌شود.

۳ــ با زیاد شدن فشار هوا در داخل شاخه بالایی لوله هوا، شناور داخل آن بالاتر می‌رود.

با توجه به عبارات فوق، با تغییر ظرافت الیاف، ارتفاع شناور در داخل لوله مدرج تغییر کرده و از روی ارتفاع شناور در داخل لوله مدرج می‌توانیم پی به ظرافت الیاف ببریم. لازم به توضیح است که درجه‌بندی لوله مدرج در دستگاه میکرونر براساس ظرافت و واحد میکروگرم بر اینچ می‌باشد. در این دستگاه، هرچه ظرافت الیاف بیشتر باشد یا قطر الیاف کمتر باشد، شناور در ارتفاع بالاتری قرار می‌گیرد.



شکل ۴ــ۴ــ دستگاه میکرونر برای اندازه‌گیری ظرافت الیاف به روش جریان هوا

۴ــ۴ــ تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی

یکی از روش‌های تعیین ظرافت الیاف روش ارتعاشی است که به وسیله دستگاهی به نام ویبروسکوپ (Vibroscope) انجام می‌شود. 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.

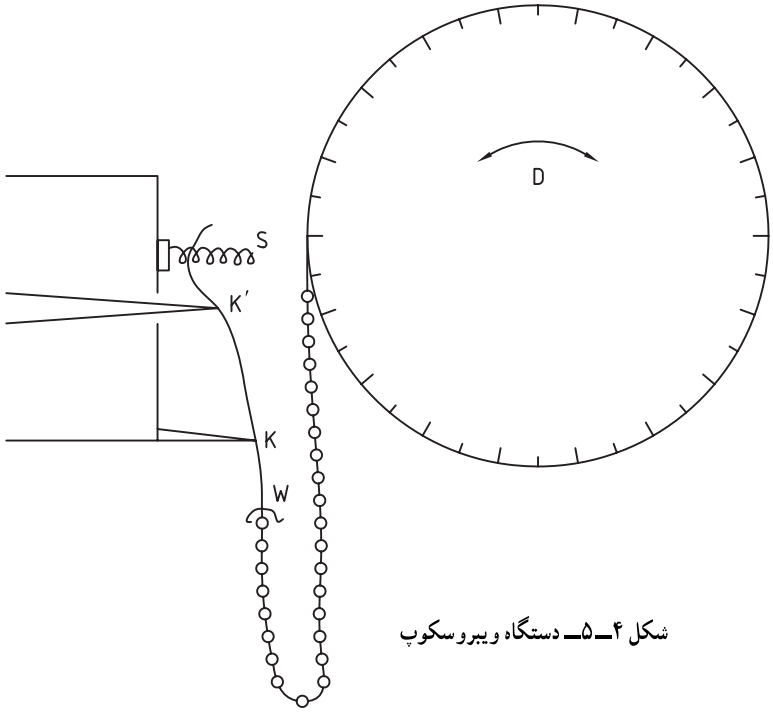
اساس تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی بر این واقعیت فیزیکی استوار است که، هرگاه یک رشته انعطاف‌پذیر مثل یک لیف با طول l و جرم واحد طول m و با کشش T تحت نوسان قرار گیرد، این رشته با فرکانس نوسان وارد شده به ارتعاش درمی‌آید، و دامنه

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 :

$$f \propto \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}} \quad (الف) \qquad m \propto T\left(\frac{1}{2lf}\right)^2 \quad (ب)$$

نمای ترسیمی یک دستگاه ویبروسکوپ در شکل ۴ــ۵ نشان داده شده است. در این شکل نمونه لیف بین دو گیره فنری s و w گرفته شده و 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



شکل ۴ــ۵ــ دستگاه ویبروسکوپ

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.

۴ــ۵ــ 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 فیزیکی 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 عبارت‌اند از :

۱ــ 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 این صورت با افزایش ظرافت الیاف، تاب نخ را می‌توان کاهش داد و در نتیجه بهره‌وری در ریسندگی، به ویژه در ماشین رینگ افزایش می‌یابد.

۲ــ 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.

۳ــ 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، و 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.

۴ــ 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.

۵ــ 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.

۶ــ 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.

پرسش‌های فصل ۴

۱ــ ظرافت را تعریف کنید و روش‌های تعیین ظرافت را نام ببرید.

۲ــ چرا نمی‌توان قطر سطح مقطع عرضی را به‌عنوان ظرافت همه الیاف بیان کرد؟

۳ــ قطر سطح مقطع عرضی الیاف به چه روشی اندازه‌گیری می‌شود؟

۴ــ مقطع عرضی کدامیک از الیاف پنبه، پشم و پلی‌استر یکدست‌تر است؟چرا؟

۵ــ میکروسکوپ پروژکتینا چه میکروسکوپی است و یکی از استفاده‌های آن در نساجی را بنویسید.

۶ــ واحدهای تکس، دنیر و میکرونر را تعریف کنید.

۷ــ نمره یک لیف ۱/۷ دنیر است. نمره این لیف را برحسب تکس، میلی‌تکس، دسی‌تکس و میکرونر حساب کنید.

۸ــ از یک لیف با نمره ۱/۵ دنیر، نخی با نمره ۲۰ تکس ریسیده می‌شود. تعداد الیاف در سطح مقطع نخ را حساب کنید.

۹ــ سرعت جریان هوا در کدامیک از توده‌های الیاف ۱/۵ دنیری و ۳ دنیری بیشتر است؟ چرا؟

۱۰ــ روش ارتعاشی معمولاً برای تعیین ظرافت چه نوع الیافی به‌کار می‌رود؟

۱۱ــ اصول کار دستگاه ویبروسکوپ را توضیح دهید.

۱۲ــ فرکانس طبیعی نوسان یک لیف، چه نوع فرکانسی است؟

۱۳ــ دو لیف با سطح مقطع عرضی و طول یکسان یکی از جنس پلی‌پروپیلن و دیگری از جنس پلی‌استر، تحت کشش یکسان T به‌وسیله دستگاه ویبروسکوپ تحت آزمایش قرار می‌گیرند. فرکانس طبیعی کدامیک از این الیاف بیشتر است؟

(جرم مخصوص پلی‌استر > ۱ > جرم مخصوص پلی‌پروپیلن)

فصل ۵

تجعد الیاف

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

۱- تجعد را تعریف کرده و اهمیت تجعد الیاف را توضیح دهد.

۲- روش‌های تعیین مقدار تجعد الیاف را توضیح دهد.

۳- شکل و پایداری تجعد در الیاف را توضیح دهد.

تجعد الیاف

۵ــ۱ــ اهمیت تجعد در الیاف

یکی از ویژگی‌های مهم الیاف کوتاه (در محدوده طول پنبه) و الیاف بلند (در محدوده طول پشم) تجعد می‌باشد، و اهمیت تجعد در مباحث مربوط به طول الیاف قابل توجه بوده و غیر قابل چشم‌پوشی است. تجعد الیاف نساجی که نشان‌دهنده میزان فروموج الیاف است، از دو منظر کلی زیر با اهمیت است :

۱ــ تأثیر تجعد الیاف بر کیفیت عملیات ماشین‌آلات خط ریسندگی.

۲ــ تأثیر تجعد الیاف بر کیفیت محصولات نظیر نخ، پارچه و لباس.

برخی از نکات مهم در ارتباط با تجعد الیاف و تأثیر آن بر کیفیت تولید و محصولات نساجی به‌صورت زیر می‌باشند :

۳ــ تجعد الیاف سبب می‌شود تا چسبندگی و پیوستگی الیاف تحت فشارهای کوچک افزایش یابد.

۴ــ تجعد الیاف موجب پیوستگی تار عنکبوتی در ماشین کارد و در نتیجه افزایش بهره‌وری این ماشین می‌شود.

۵ــ تجعد، باعث کاهش میزان آزاد شدن الیاف از دسته الیاف در حال عملیات در ماشین‌های ریسندگی و در نتیجه کاهش الیاف آزاد در فضای سالن‌های ریسندگی و کاهش آلودگی می‌شود.

ــ تجعد تعیین‌کننده میزان پرز و پرزدار بودن نخ می‌باشد.

ــ تجعد الیاف موجب افزایش تمایل محصولات نساجی به حجیم شدن گشته و معمولاً با افزایش تجعد الیاف، حجم مخصوص نخ و پارچه افزایش می‌یابد.

الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم که منشأ طبیعی دارند، به‌طور ذاتی مجعد بوده و دارای فروموج می‌باشند، ولی الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و اکریلیک در هنگام تولید و به‌وسیله حرارت و فشار به‌صورت مجعد درمی‌آیند. در ایجاد تجعد و فروموج در الیاف مصنوعی، باید توجه داشت که میزان تجعد در محدوده معینی باشد. چون اگر تجعد الیاف کمتر از میزان توصیه شده باشد، ممکن است منجر به مشکلاتی از قبیل چسبیدن الیاف لایه‌های مجاور در هنگام باز شدن بالش، پارگی تار عنکبوتی در ماشین کارد و همچنین به علت چسبندگی کم بین الیاف موجب غلتک پیچی در ماشین‌های ریسندگی گردد. از طرف دیگر، اگر تجعد الیاف بیش از حد معمول باشد، مشکلاتی مثل افزایش نپ الیاف را به همراه دارد.

۵ــ۲ــ مقدار تجعد در الیاف

مقدار تجعد و فروموج الیاف به دو روش زیر تعریف می‌گردد :

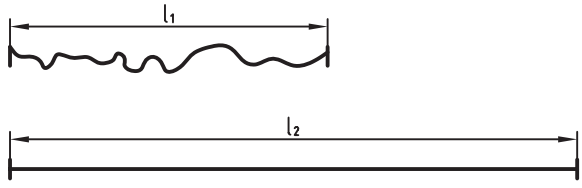
۱ــ روش شمارش : در این روش تعداد جعد یا موج لیف در واحد طول آن، مثلاً تعداد موج لیف در یک سانتی‌متر یا یک اینچ از طول لیف به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود.

۲ــ روش افزایش طول : در این روش درصد افزایش طول لیف وقتی که لیف کشیده می‌شود تا فروموج آن از بین رفته و

لیف به‌صورت مستقیم درمی‌آید، به‌عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می‌شود.

لازم به توضیح است که برای تعیین تجعد لیف به روش افزایش طول لیف، باید توجه داشت تا کشش وارد شده به لیف باید در حدی باشد که لیف مستقیم شده و فروموج آن از بین رفته باشد، و بعد از مستقیم شدن لیف و از بین رفتن فروموج، هیچ کشش اضافه‌ای به لیف وارد نشود.

در تعیین مقدار تجعد الیاف به روش «شمارش»، کافی است تعداد موج لیف در واحد طول شمارش شود. در این روش واحد تجعد، تعداد موج در واحد طول مثلاً ۲۲ جعد در سانتی‌متر یا ۳۸ جعد در اینچ می‌باشد. اما، در تعیین مقدار تجعد به روش «افزایش طول»، با توجه به شکل ۵ــ۱ اگر طول لیف مجعد l_1 باشد و پس از اعمال کشش و مستقیم شدن لیف، طول لیف l_2 باشد،



شکل ۵ ــ۱ــ طول لیف در حالت‌های مجعد و مستقیم شده

مقدار تجعد لیف (C) از رابطه روبه‌رو به‌دست می‌آید :

$$C = L_2 - l_1 =$$

و درصد تجعد لیف از رابطه روبه‌روحساب می‌شود :

$$\%C = \frac{l_2 - l_1}{l_1} \times ۱۰۰$$

۵ــ۳ــ شکل و پایداری تجعد در الیاف

فروموج و تجعد در الیاف از نظر شکل ظاهری و فاصله دو موج متوالی یکسان نبوده و انحنا و تراکم تجعد در طول لیف متنوع و متغیر می‌باشد. مثلاً در الیاف پشم که تجعد در آنها به دلیل شرایط فیزیکی و شیمیایی خاص لایه‌های مختلف لیف می‌باشد، شکل تجعد این لیف به‌صورت مارپیچی است. اما، تجعد در الیاف مصنوعی به‌صورت مکانیکی و با استفاده از حرارت و فشار به‌وسیله ابزارهای مکانیکی انجام می‌شود و شکل تجعد در این الیاف، به نوع فشار و شکل ابزار ویژه ایجاد فروموج که به کریمپر (Crimper) معروف است بستگی دارد. در بعضی از الیاف مصنوعی مثل ویسکوز ریون، به‌خاطر وجود پوسته غیر متقارن، فروموج دائمی در ساختمان لیف ایجاد می‌گردد. در صنعت برای ایجاد فروموج و تجعد در الیاف اکریلیک، به‌وسیله عملیاتی مثل کشیدن الیاف از روی تیغه‌های فلزی، پوسته یا سطح لیف در سراسر لیف نامتقارن شده و همین عدم تقارن در سطح لیف سبب فروموج و تجعد در سراسر لیف می‌شود.

مقدار و کیفیت حالت کشسانی تجعد در الیاف، بسیار متنوع می‌باشد. تجعد الیاف پشم از کشسانی بسیار بالایی برخوردار است، همین‌طور در الیاف مصنوعی که تجعد ایجاد شده در آنها با عملیات حرارتی به‌خوبی تثبیت شده باشد، حالت کشسانی تجعد مناسب است. پایداری و ماندگاری حالت کشسانی تجعد در الیاف سبب می‌شود تا نرمی و حجیم بودن نخ ها و پارچه‌های تهیه شده از آنها به مدت طولانی حفظ شود. اما فروموج و تجعدی که به‌صورت مکانیکی در الیاف بازیافته ایجاد می‌شود، دائمی و پایدار نبوده، و به مرور زمان و طی عملیاتی که بر روی الیاف در ریسندگی انجام می‌شود، تجعد ایجاد شده در این الیاف از بین می‌رود. ولی اگر تجعد با تغییر در ساختمان داخلی این الیاف ایجاد شده باشد، حتی اگر این تجعد در جریان عملیات ریسندگی از بین برود، ولی در طی عملیات حرارتی مرطوب نظیر برخی عملیات تکمیل و رنگرزی، تجعد از دست رفته مجدداً در لیف احیا می‌شود.

پرسش‌های فصل ۵

۱ــ تجعد را تعریف کنید.

۲ــ تأثیرات کلی تجعد الیاف را بیان نمایید.

۳ــ تأثیرات تجعد الیاف بر کیفیت تولید و محصول را بیان نمایید.

۴ــ تفاوت بین تجعد الیاف طبیعی و مصنوعی را بیان نمایید.

۵ــ اثرات تجعد بیشتر و کمتر از حد معمول را بنویسید.

۶ــ دو تعریف مقدار تجعد الیاف را بیان نمایید.

۷ــ طول یک لیف در حالت معمولی ۲۵ میلی‌متر و در حالت کشیده شده ۳۷/۵ میلی‌متر است. درصد تجعد این لیف را حساب کنید.

۸ــ شکل تجعد الیاف مصنوعی و طبیعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.

۹ــ یک روش ایجاد فروموج در الیاف اکریلیک را بیان کنید.

۱۰ــ تفاوت بین تجعد ایجاد شده به روش مکانیکی و تجعد ایجاد شده با تغییر در ساختمان داخلی الیاف بازیافته را توضیح دهید.