

ظرافت الیاف

۴

فصل

هدف‌های رفتاری

پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:

- ۱- اهمیت ظرافت الیاف نساجی را بیان کند.
- ۲- تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع آنها را توضیح دهد.
- ۳- تعیین ظرافت الیاف براساس جرم طولی آنها را توضیح دهد و واحدهای آن را بیان کند.
- ۴- تعیین ظرافت الیاف از طریق جریان هوا را توضیح دهد.
- ۵- تعیین ظرافت الیاف به روش ارتعاشی را توضیح دهد.
- ۶- اثرات ظرافت الیاف را بیان کند.

ظرافت الیاف

۴-۱- تعیین ظرافت الیاف از روی سطح مقطع الیاف

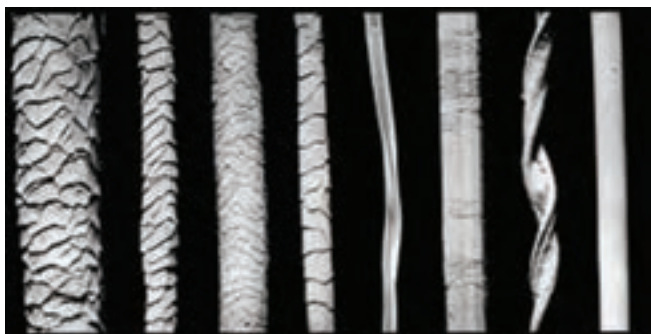
ظرافت لیف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی لیف است. هرچه یک لیف کلفت‌تر، ضخیم‌تر و دارای سطح مقطع بیشتری باشد، این لیف دارای ظرافت کمتری است و برعکس، هرچه یک لیف نازک‌تر، ظریف‌تر و دارای سطح مقطع کمتری باشد، این لیف دارای ظرافت بیشتری است. بطور کلی ظرافت به‌صورت عددی مقدار کلفتی و نازکی یک لیف را نشان 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.

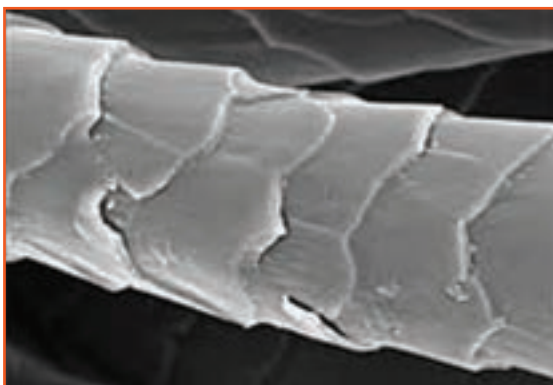
چون ظرافت الیاف نشان‌دهنده مقدار کلفتی و نازکی مقطع عرضی الیاف است، بنابراین آسان‌ترین روش برای بیان ظرافت الیاف مقدار عددی ضخامت یا کلفتی الیاف یعنی قطر مقطع عرضی آنها می‌باشد. ولی از آنجا که مقطع عرضی همه الیاف نساجی دایره‌ای نبوده و به شکل‌های مختلف بیضوی، دندانه‌دار، لوبیایی، دمبلی و ... می‌تواند باشد، لذا تعریف صحیحی از قطر الیاف برای الیاف با مقطع عرضی غیر دایره‌ای نمی‌توان ارائه 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 ۴-۱ 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.



پلی استر پنبه کتان ابریشم کشمیر آلیاکا پشم ظریف پشم ضخیم
منظره طولی بعضی از الیاف



فلس‌ها بر روی لیف پشم (منظر طولی)



پبله و الیاف ابریشم



مقطع عرضی لیف پنبه

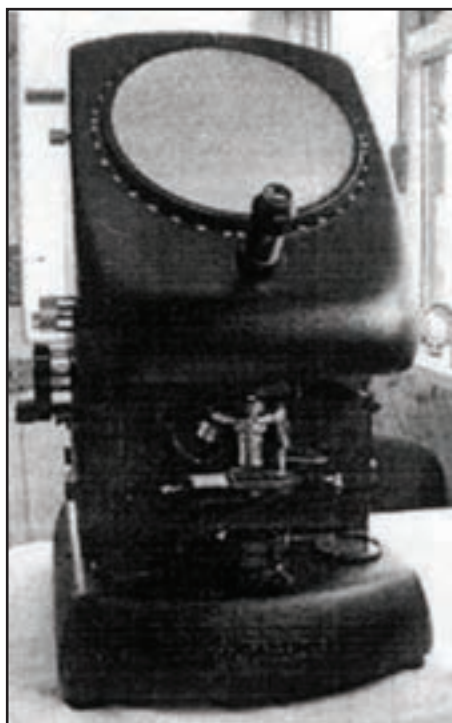


پیچ و تاب در طول الیاف پنبه



مقطع عرضی الیاف پشم

شکل ۴-۱- منظر طولی و سطح مقطع عرضی بعضی الیاف طبیعی.



شکل ۲-۴- میکروسکوپ پروژکتیو

در صورتی که 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 مدرج است و برای اندازه‌گیری قطر الیاف به کار می‌رود به میکروسکوپ پروژکتیو معروف است (شکل ۲-۴). در تعیین قطر الیاف به وسیله میکروسکوپ پروژکتیو، قطر الیاف بر اساس میکرون (μ) اندازه‌گیری و بیان می‌شود. هر میکرون برابر 0.001 میلی‌متر می‌باشد.

۲-۴- 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 بر اساس 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 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 میکرون (Micronaire). تکس و دنیر برای کلیه الیاف نساجی مورد استفاده قرار می‌گیرند، ولی میکرون معمولاً فقط برای بیان ظرافت الیاف پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تعریف واحدهای تکس، دنیر و میکرون به‌صورت زیر می‌باشد:

— تکس: عبارت است از جرم 1000 متر (یک کیلو متر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با tex نشان داده می‌شود. در نمره‌گذاری

تکس، واحد طول ۱۰۰۰۰ متر یا ۱۰۰,۰۰۰ سانتی متر است.

— دنیر: عبارت است از جرم ۹۰.۰۰۰ متر (نه کیلومتر) از لیف یا نخ برحسب گرم که با den نشان داده می شود. در نمره گذاری دنیر، واحد طول ۹۰.۰۰۰ متر یا ۹۰,۰۰۰ سانتی متر است.

— میکرونر: عبارت است از جرم یک اینچ از لیف برحسب میکروگرم (μg). میکرونر را با Mi نشان می دهند واحد آن میکروگرم بر اینچ ($\mu\text{g/in}$) است.

چنانکه اشاره شده است، معمولاً در سراسر جهان برای بیان ظرافت الیاف پنبه از واحد میکرونر استفاده می شود. برای بیان ظرافت الیاف با استفاده از واحد تکس معمولاً از اجزای این واحد یعنی دسی تکس (dtex) و میلی تکس (mtex) استفاده می شود. چون معمولاً از واحد تکس برای بیان نمره یا ظرافت نخ استفاده می شود و نخ نیز در مقایسه با لیف بسیار ضخیم تر می باشد، لذا در بیان ظرافت الیاف با واحد تکس با اعداد بسیار کوچک مواجه خواهیم شد. از این رو برای سهولت کار کردن با اعداد، در بیان ظرافت الیاف از واحد کوچک تر در نمره گذاری تکس یعنی دسی تکس و میلی تکس استفاده می شود. هر دسی تکس ۱/۱۰ تکس و هر میلی تکس ۱/۱۰۰ تکس است.

لازم به توضیح است که برای بیان نمره رشته های ضخیم تر و سنگین تر مواد نساجی مثل فتیله های الیاف، از واحدهای بزرگ تر در نمره گذاری تکس، یعنی کیلو تکس (ktex) استفاده می شود. تعاریف دسی تکس، میلی تکس و کیلو تکس به صورت زیر می باشد:

— 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.

— کیلو تکس (ktex): عبارت است از جرم ۱ متر فتیله برحسب گرم.

واحدهای تکس، دسی تکس، میلی تکس، 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 می توان برحسب واحدهای دیگر حساب کرد. واحدهای مختلف ظرافت الیاف، براساس روابط زیر به یکدیگر قابل تبدیل هستند:

$$\text{dtex} = 10 \times \text{tex}$$

$$\text{mtex} = 1000 \times \text{tex}$$

$$\text{mtex} = \frac{1000}{9} \times \text{den}$$

$$\text{dtex} = \frac{100}{9} \times \text{den}$$

$$\text{dtex} = 9 \times \text{tex}$$

$$\text{Mi} = 2/54 \times \text{dtex}$$

$$\text{Mi} = 254 \times \text{mtex}$$

$$\text{Mi} = 2/82 \times \text{den}$$

مثال ۴-۱— نمره یک نخ فیلامنتی ۱۰۰ دنیر است. نمره این نخ را برحسب تکس و دسی تکس حساب کنید.

حل:

هر دنیر ۹ برابر تکس است. یعنی

$$\text{tex} = \frac{\text{den}}{9}$$

$$\text{tex} = \frac{100}{9} \longrightarrow \boxed{\text{tex} = 11/12}$$

برای تعیین dtex هم می‌توان از رابطه $dtex = 10 \times tex$ استفاده کرد و هم $dtex = \frac{1}{9} \times den$:

$$dtex = \frac{1}{9} \times den$$

$$dtex = \frac{1}{9} \times 1000 \longrightarrow \boxed{dtex = 111.12}$$

مثال ۴-۲- 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 :

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

$$den_{\text{لیف}} = \frac{105}{70} \longrightarrow \boxed{den_{\text{لیف}} = 1.5}$$

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

$$dtex = \frac{1}{9} \times den$$

$$dtex = \frac{1}{9} \times 1.5$$

$$dtex = 1/7$$

مثال ۴-۳- 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 :

	جرم (g)	طول (km)
نخ	۱۰۰g	۹
بوبین	۳۵۰۰g	L

$$\text{طول نخ روی بوبین} = L = \frac{3500 \times 9}{100}$$

$$\boxed{L = 315 \text{ Km}}$$

مثال ۴-۴- 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 میلی‌تکس می‌توان نمره لیف را برحسب میکرونر

$$Mi = 2/82 \times den$$

$$Mi = 2/82 \times 1/5$$

$$\boxed{Mi = 4/24}$$

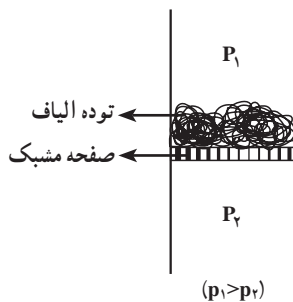
$$mtex = \frac{1^{\circ}00'}{9} \times den$$

$$mtex = \frac{1^{\circ}00'}{9} \times 1/5$$

$$mtex = 166/7$$

۳-۴- 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 پرهزینه 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 ۳-۴ 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_1 و فشار سیلندر در پایین صفحه مشبک P_2 و P_1 بیشتر از P_2 باشد ($P_1 > P_2$)، 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 ۳-۴- 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:

$$Q \propto \frac{1}{S^2}$$

یعنی سرعت جریان هوا (Q) با عکس توان دوم (مجذور) سطح مخصوص ($\frac{1}{S^2}$) 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:

$$S \propto \frac{1}{D}$$

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:

- ۱- با افزایش ظرافت لیف (کم شدن قطر لیف D)؛ سطح مخصوص لیف (S) افزایش می‌یابد.
- ۲- 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 ۴-۴- اجزای دستگاه میکرونر را به صورت ترسیمی نشان می‌دهد. دستگاه میکرونر، دستگاهی است که برای تعیین ظرافت

الیاف به روش جریان هوا به کار می‌رود. چنانکه از روی شکل ۴-۴ 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_1 و کنترل پدالی، از شیر V_2 عبور می‌کند.

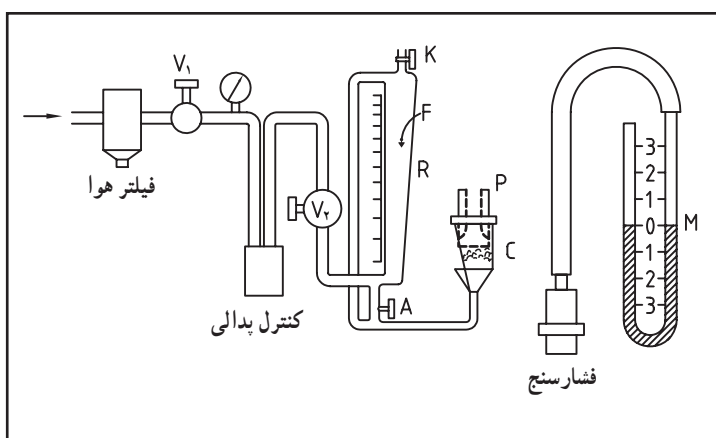
لوله هوا بعد از شیر V_2 دو شاخه می‌شود. شاخه پایینی لوله هوا به زیر استوانه‌ای متصل است که توده‌ای از الیاف با وزن معین در آن قرار داده شده است و هوا می‌تواند از آن عبور کند. شاخه بالایی لوله هوا مدرج بوده و یک شناور در داخل آن وجود دارد. ارتفاع شناور در شاخه بالایی لوله هوا، بستگی به فشار هوای داخل 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:

۱- با ظرفیت شدن الیاف داخل توده الیاف، سرعت جریان هوا از داخل توده الیاف کم می‌شود.

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

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

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



شکل ۴-۴- دستگاه میکرونر برای اندازه‌گیری ظرفیت الیاف به روش جریان هوا

۴-۴- تعیین ظرفیت الیاف به روش ارتعاشی

یکی از روش‌های تعیین ظرفیت 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 ظرفیت شود، تعیین ظرفیت به روش ارتعاشی، روش مناسبی است.

روش ارتعاشی، برای تعیین ظرفیت الیاف پنبه روش مناسبی نیست. چون ظرفیت الیاف پنبه در یک نمونه معین دارای تنوع فراوانی است. از این رو، عموماً برای تعیین ظرفیت الیاف مصنوعی، از روش ارتعاشی استفاده می‌شود.

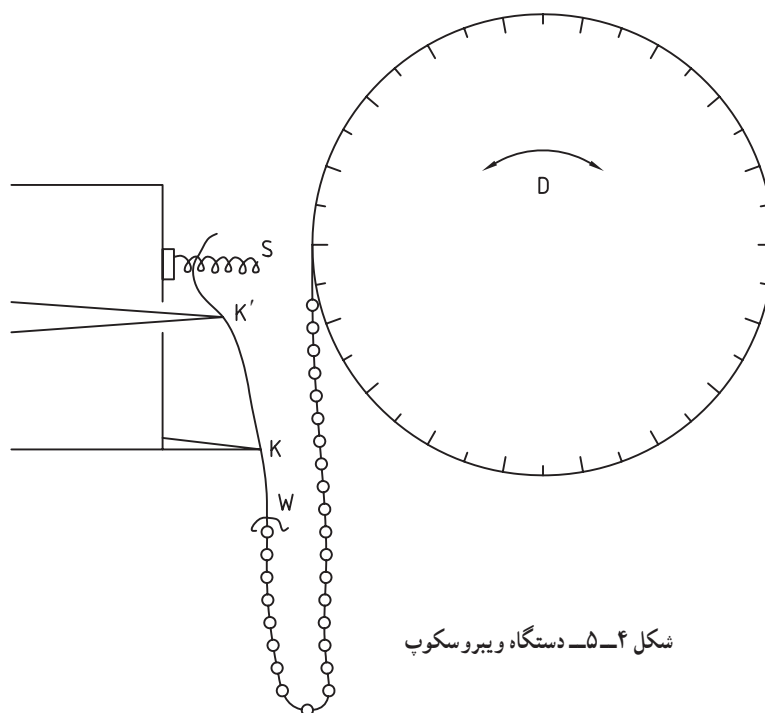
اساس تعیین ظرفیت الیاف به روش ارتعاشی بر این واقعیت فیزیکی استوار است که، هرگاه یک رشته انعطاف‌پذیر مثل یک لیف با طول l و جرم واحد طول m و با کشش T تحت نوسان قرار گیرد، این رشته با فرکانس نوسان وارد شده به ارتعاش درمی‌آید، و دامنه

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 :

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

نمای ترسیمی یک دستگاه ویروسکوپ در شکل ۴-۵ نشان داده شده است. در این شکل نمونه لیف بین دو گیره فتری S و W گرفته شده و در بین تیغه‌های k و k' تحت وزن زنجیری که یک سر آن به گیره فتری 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 ویروسکوپی 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 ویروسکوپ ممکن است به جای تغییر در کشش (T) لیف، از تغییر در فرکانس نوسان وارد شده به لیف استفاده شود. در این نوع ویروسکوپ برای اعمال کشش به لیف از یک



شکل ۴-۵ دستگاه ویروسکوپ

وزنه استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در این نوع ویبروسکوپ، کشش وارده به وسیله وزنه دارای محدوده معینی می‌باشد، چون وزنه‌های بزرگ ممکن است باعث تغییرات فیزیکی ناخواسته یا پارگی در نمونه لیف گردند.

۴-۵- 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 تژاد به تژاد 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 با 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:

۱- 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.

۲- 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.

۳- 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 این صورت، با افزایش ظرافت الیاف، سرعت جذب رنگ در حمام رنگرزی افزایش می‌یابد و در نتیجه زمان رمق‌کشی در حمام رنگ کاهش خواهد یافت.

۴- 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 این صورت نخ یکنواخت‌تر و یکدست‌تر خواهد بود.

۵- 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.

۶- 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.

- ۱- ظرافت را تعریف کنید و روش‌های تعیین ظرافت را نام ببرید.
 - ۲- چرا نمی‌توان قطر سطح مقطع عرضی را به‌عنوان ظرافت همه الیاف بیان کرد؟
 - ۳- قطر سطح مقطع عرضی الیاف به چه روشی اندازه‌گیری می‌شود؟
 - ۴- مقطع عرضی کدامیک از الیاف پنبه، پشم و پلی‌استر یکدست‌تر است؟ چرا؟
 - ۵- میکروسکوپ پروژکتینا چه میکروسکوپی است و یکی از استفاده‌های آن در نساجی را بنویسید.
 - ۶- واحدهای تکس، دنیر و میکرون را تعریف کنید.
 - ۷- نمره یک لیف $1/7$ دنیر است. نمره این لیف را برحسب تکس، میلی‌تکس، دسی‌تکس و میکرون حساب کنید.
 - ۸- از یک لیف با نمره $1/5$ دنیر، نخ با نمره 20 تکس ریسیده می‌شود. تعداد الیاف در سطح مقطع نخ را حساب کنید.
 - ۹- سرعت جریان هوا در کدامیک از توده‌های الیاف $1/5$ دنیری و 3 دنیری بیشتر است؟ چرا؟
 - ۱۰- روش ارتعاشی معمولاً برای تعیین ظرافت چه نوع الیافی به‌کار می‌رود؟
 - ۱۱- اصول کار دستگاه ویبروسکوپ را توضیح دهید.
 - ۱۲- فرکانس طبیعی نوسان یک لیف، چه نوع فرکانسی است؟
 - ۱۳- 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 $< 1 <$ جرم مخصوص پلی‌پروپیلن)

۵

فصل

تجدد الیاف

هدف‌های رفتاری

- پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود:
- ۱- تجدد را تعریف کرده و اهمیت تجدد الیاف را توضیح دهد.
 - ۲- روش‌های تعیین مقدار تجدد الیاف را توضیح دهد.
 - ۳- شکل و پایداری تجدد در الیاف را توضیح دهد.

تجدد الیاف

۵-۱- اهمیت تجدد در الیاف

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

- ۱- تأثیر تجدد الیاف بر کیفیت عملیات ماشین‌آلات خط ریسندگی.
 - ۲- تأثیر تجدد الیاف بر کیفیت محصولات نظیر نخ، پارچه و لباس.
- برخی از نکات مهم در ارتباط با تجدد الیاف و تأثیر آن بر کیفیت تولید و محصولات نساجی به‌صورت زیر می‌باشند:
- ۳- تجدد الیاف سبب می‌شود تا چسبندگی و پیوستگی الیاف تحت فشارهای کوچک افزایش یابد.
 - ۴- تجدد الیاف موجب پیوستگی تار عنکبوتی در ماشین‌کار و در نتیجه افزایش بهره‌وری این ماشین می‌شود.
 - ۵- تجدد، 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.
- تجدد تعیین‌کننده میزان پرز و پرزدار بودن نخ می‌باشد.
- تجدد الیاف موجب افزایش تمایل محصولات نساجی به حجیم شدن گشته و معمولاً با افزایش تجدد الیاف، حجم مخصوص نخ و پارچه افزایش می‌یابد.

الیاف طبیعی مثل پنبه و پشم که منشأ طبیعی دارند، به‌طور ذاتی مجدّد بوده و دارای فرموج می‌باشند، ولی الیاف مصنوعی مثل پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و اکریلیک در هنگام تولید و به‌وسیله حرارت و فشار به‌صورت مجدّد درمی‌آیند. در ایجاد تجدد و فرموج در الیاف مصنوعی، باید توجه داشت که میزان تجدد در محدوده معینی باشد. چون اگر تجدد 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 ماشین‌کار و همچنین به علت چسبندگی کم بین الیاف موجب غلتک پیچی در ماشین‌های ریسندگی گردد. از طرف دیگر، اگر تجدد الیاف بیش از حد معمول باشد، مشکلاتی مثل افزایش نپ الیاف را به همراه دارد.

۵-۲- مقدار تجدد در الیاف

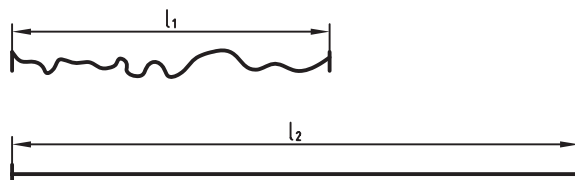
مقدار تجدد و فرموج الیاف به دو روش زیر تعریف می‌گردد:

- ۱- 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 تجدد در نظر گرفته می‌شود.
- ۲- روش افزایش طول: در این روش درصد افزایش طول لیف وقتی که لیف کشیده می‌شود تا فرموج آن از بین رفته و

لیف به صورت مستقیم درمی آید، به عنوان مقدار تجعد در نظر گرفته می شود.

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 فراموج آن از بین رفته باشد، و بعد از مستقیم شدن لیف و از بین رفتن فراموج، هیچ کشش اضافه ای 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 سانتی متر یا ۳۸ جعد در اینچ می باشد. اما، در تعیین مقدار تجعد به روش «افزایش طول»، با توجه به شکل ۱-۵ اگر طول لیف مجعد L_1 باشد و پس از اعمال کشش و مستقیم شدن لیف، طول لیف L_2 باشد،



شکل ۱-۵ - طول لیف در حالت های مجعد و مستقیم شده

مقدار تجعد لیف (C) از رابطه روبه رو به دست می آید :

$$C = L_2 - L_1$$

و درصد تجعد لیف از رابطه روبه رو حساب می شود :

$$\%C = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100$$

۳-۵- شکل و پایداری تجعد در الیاف

فراموج 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 می باشد. مثلاً در الیاف پشم که تجعد در آنها به دلیل شرایط فیزیکی و شیمیایی خاص لایه های مختلف لیف می باشد، شکل تجعد این لیف به صورت مارپیچی است. اما، تجعد در الیاف مصنوعی به صورت مکانیکی و با استفاده از حرارت و فشار به وسیله ابزارهای مکانیکی انجام می شود و شکل تجعد در این الیاف، به نوع فشار و شکل ابزار ویژه ایجاد فراموج که به کریمپر (Crimper) معروف است بستگی دارد. در بعضی از الیاف مصنوعی مثل ویسکوز ریون، به خاطر وجود پوسته غیر متقارن، فراموج دائمی در ساختمان لیف ایجاد می گردد. در صنعت برای ایجاد فراموج و تجعد در الیاف اکریلیک، به وسیله عملیاتی مثل کشیدن الیاف از روی تیغه های فلزی، پوسته یا سطح لیف در سراسر لیف نامتقارن شده و همین عدم تقارن در سطح لیف سبب فراموج و تجعد در سراسر لیف می شود.

مقدار و کیفیت حالت کشسانی تجعد در الیاف، بسیار متنوع می باشد. تجعد الیاف پشم از کشسانی بسیار بالایی برخوردار است، همین طور در الیاف مصنوعی که تجعد ایجاد شده در آنها با عملیات حرارتی به خوبی تثبیت شده باشد، حالت کشسانی تجعد مناسب است. پایداری و ماندگاری حالت کشسانی تجعد در الیاف سبب می شود تا نرمی و حجیم بودن نخ ها و پارچه های تهیه شده از آنها به مدت طولانی حفظ شود. اما فراموج و تجعدی که به صورت مکانیکی در الیاف باز یافته ایجاد می شود، دائمی و پایدار نبوده، و به مرور زمان و طی عملیاتی که بر روی الیاف در ریسندگی انجام می شود، تجعد ایجاد شده در این الیاف از بین می رود. 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 می شود.

- ۱- تجعد را تعریف کنید.
- ۲- تأثیرات کلی تجعد الیاف را بیان نمایید.
- ۳- تأثیرات تجعد الیاف بر کیفیت تولید و محصول را بیان نمایید.
- ۴- تفاوت بین تجعد الیاف طبیعی و مصنوعی را بیان نمایید.
- ۵- اثرات تجعد بیشتر و کمتر از حد معمول را بنویسید.
- ۶- دو تعریف مقدار تجعد الیاف را بیان نمایید.
- ۷- طول یک لیف در حالت معمولی ۲۵ میلی‌متر و در حالت کشیده شده ۳۷/۵ میلی‌متر است. درصد تجعد این لیف را حساب کنید.
- ۸- شکل تجعد الیاف مصنوعی و طبیعی چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند.
- ۹- یک روش ایجاد فرموج در الیاف اکریلیک را بیان کنید.
- ۱۰- تفاوت بین تجعد ایجاد شده به روش مکانیکی و تجعد ایجاد شده با تغییر در ساختمان داخلی الیاف باز یافته را توضیح دهید.