

مقایسه رفتار خمشی و پیچشی الیاف پلی پروپیلن با شکل‌های هندسی متفاوت سطح مقطع

حامد سوریان ریحانی پور

دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی نساجی، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

رامین خواجهی*

استادیار، گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

مهرداد جوادی

استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، تهران، ایران

رسید: ۱۳۹۰/۰۴/۲۱، پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۱۲

چکیده

مقاومت پیچشی و خمشی یک لیف در هنگام تولید محصول و مصرف آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این خواص برای یک لیف مشخص می تواند تحت تاثیر شکل هندسی سطح مقطع آن باشد. در این تحقیق مقاومت نسبی پیچشی و خمشی سه شکل هندسی مختلف سطح مقطع Octalobal, Hollow Trilobal Trilobal, الیاف پلی پروپیلن با نمره یکسان بررسی گردید. نتایج نشان دادند که الیاف پلی پروپیلن با سطح مقطع Hollow Trilobal دارای مقاومت پیچشی و مقاومت خمشی بیشتری نسبت به دو نمونه دیگر هستند. کلمات کلیدی: الیاف پلی پروپیلن، مقاومت پیچشی، مقاومت خمشی، شکل سطح مقطع، مساحت سطح مقطع، Octalobal Hollow Trilobal, Trilobal.

Archive of SID

*. مسئول مکاتبات : khajavi@azad.ac.ir

مجله علمی پژوهشی فناوری نساجی

سال ششم - شماره اول - پاییز و زمستان ۸۹

www.tstj.ir

info@tstj.ir

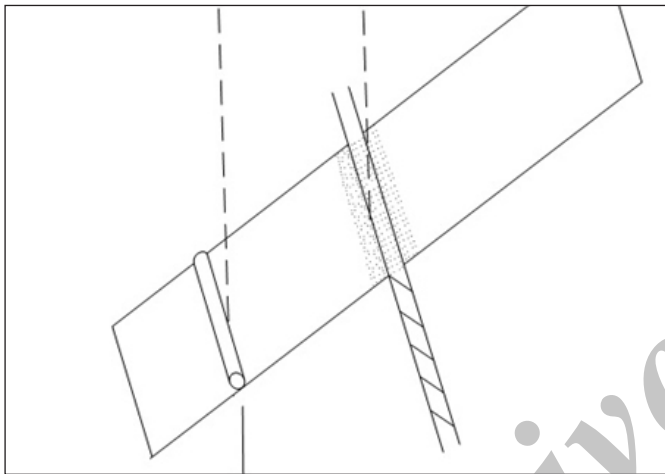


www.SID.ir

۱. مقدمه

سپس لیف با نوار در محل اتصال به یکدیگر چسبانده شدند. در این مرحله با کوچکترین چرخش قطعه دایره ای شکل، نوار نیز شروع به چرخش می کند.

در مرحله بعدی یک وزنه بسیار سبک به وزن 0.5 mn و در فاصله 0.5 cm یک طرف نوار چسبانده شد. با این کار نوار از حالت تعادل خارج شده و به صورت عمودی تغییر وضعیت می دهد. اگر قطعه دایره ای شکل شروع به چرخیدن کند، تا زمانی که نوار به دور خود نگردد، تاب اعمال شده توسط چرخش قطعه دایره ای شکل در فاصله میان محور و نوار پلاستیکی باقی مانده و نمی تواند از آنجا عبور کند. با چرخش بیشتر قطعه دایره ای شکل، میزان تاب اعمال شده به لیف بیشتر می شود و نوار پلاستیکی شروع به حرکت می کند و تا زمانی که نوار دقیقاً در راستای افق قرار گیرد این روند ادامه پیدا می کند. محل قرار گیری وزنه در شکل ۲ آورده شده است.



شکل ۲. نمایش یک لیف در حال پیچش

تعداد چرخشهایی که قطعه دایره ای شکل انجام داده است تا نوار در حالت افقی بایستد، یادداشت گردید. اگر فاصله بین محور موجود در قطعه دایره ای شکل تا نوار پلاستیکی را با L و گشتاور پیچشی که توسط وزنه موجود بر روی نوار پلاستیکی ایجاد می شود را با T و تعداد چرخشهایی که باید توسط قطعه دایره ای شکل انجام شود تا نوار پلاستیکی در حالت افقی قرار گیرد را با r نمایش دهیم، سختی پیچش به صورت رابطه ۱ بیان می گردد [۹]:

$$\text{Torsional Rigidity} = \frac{T}{r/L} \text{ mn} \cdot \text{mm}^2 \quad (1)$$

۲.۲. دستگاه آزمون مقاومت خمشی

برای مقایسه مقاومت خمشی نمونه ها نیز دستگاهی طراحی و ساخته شد. یک لیف به وزنه ای به جرم 0.2 گرم متصل و آویخته شد. در کنار لیف و به ارتفاع 2 سانتیمتر از وزنه، میله ای به قطر 1 میلی متر قرار داده شد. اگر به وزنه آویخته شده نیرویی مانند F وارد گردد، لیف به اندازه نیست به خط عمود تغییر زاویه می دهد. شکل ۳ چگونگی این پدیده را شرح

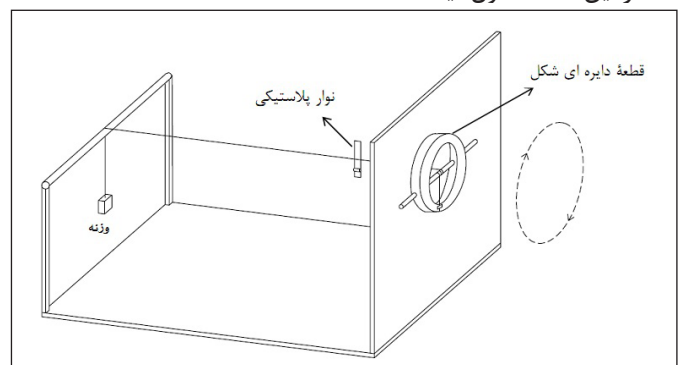
لیف از زمان تولید تا مصرف تحت نیروهای مختلف و متعددی از قبیل نیروهای کششی، برشی، خمشی و پیچشی قرار می گیرد. پاسخ لیف به این تنش ها بسیار مهم بوده و کیفیت و ارزش لیف را تعیین می نماید. خصوصاً در هنگام مصرف محصول این خصوصیات اهمیت ویژه ای می یابند. با اطلاع از پاسخ لیف به این نیروها است که می توان رفتار یک منسوج را در برابر تاثیر نیروهای مختلف پیش بینی نمود [۱].

Morton در سال ۱۹۴۹ بر روی مقاومت پیچشی الیاف تحقیق کرد و دستگاهی را برای اندازه گیری سختی پیچش یک لیف طراحی کرد [۲ و ۳]. در سال ۱۹۵۰ Carlene ارتباط بین سختی خمش لیف و نخ را بررسی نمود و روشی را برای اندازه گیری سختی خمش ارائه نمود [۴ و ۵]. Chapman نیز در سال ۱۹۷۱ و ۱۹۷۳ دستگاه هایی را برای محاسبه مقاومت خمشی و پیچشی یک لیف ارائه نمود و همچنین خصوصیات تنش- کرنش خمشی یک فیلامنت را بررسی کرد [۶ و ۷ و ۸]. طبق محاسبات تئوری، الیاف توخالی باید دارای مقاومت پیچشی و خمشی بیشتری باشند [۹، ۱۰، ۱۱]، به همین دلیل است که لیف کاپوک [۱۰] و همچنین گیاه خیزران دارای مقاومت خمشی و پیچشی بسیار بالایی هستند [۱۱]، که البته این تئوری باید به صورت عملی نیز به اثبات برسد. در همین راستا، مقاومت پیچشی و خمشی الیاف پلی پروپیلن با سه سطح مقطع Octalobal, Trilobal, Hollow پلی پروپیلن با مساحت سطح مقطع یکسان مقایسه گردید.

۲. آزمایشات

۱.۲. دستگاه آزمون مقاومت پیچشی

برای اندازه گیری مقاومت پیچشی، دستگاهی طراحی و ساخته شد که نمای شماتیک آن در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که در شکل دیده می شود، یک سر لیف به وسط محور موجود در قطعه دایره ای شکل به شعاع 4 cm وصل می شود و سر دیگر لیف به وزنه ای به وزنی که بتواند لیف را بدون تاب نگهداری کند در انتها متصل می شود و از روی میله موجود در انتهای دستگاه عبور کرده و آویخته می شود که در این حالت طول لیف 5 cm است.



شکل ۱. دستگاه اندازه گیری مقاومت پیچشی

در فاصله 2 cm از محور موجود در قطعه دایره ای شکل یک نوار پلاستیکی در حالت تعادل بر روی لیف قرار داده شد. اگر نوار کاملاً در حالت تعادل باشد باید دقیقاً به صورت افقی بر روی لیف باقی بماند.

h برابر فاکتور شکل برای خمش است و برابر با نسبت ممان اینرسی سطحی است. ممان اینرسی سطح برابر است با: مساحت سطح به هر شکل دلخواه به مساحت A، به ممان اینرسی دایره ای به همان مساحت A. در نتیجه این مقدار برای دایره برابر با ۱ است و رابطه ۳ بدست می آید [۹].

$$K^2 = \frac{1}{4\pi} \eta \quad (3)$$

با قرار دادن رابطه (۳) در رابطه (۲) رابطه ۴ بدست می آید:

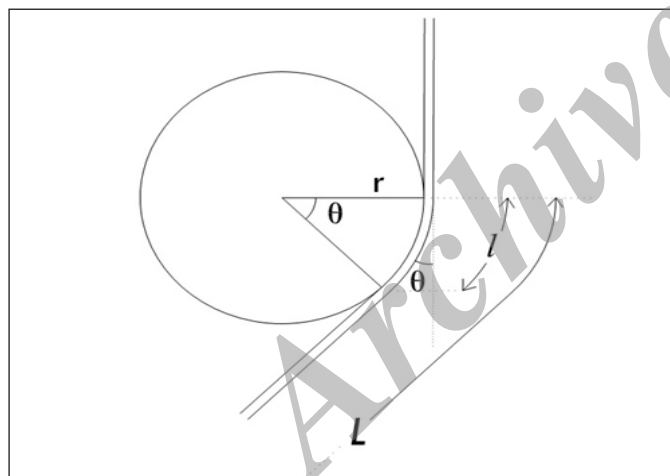
$$M = \frac{YA^2 \eta}{r 4 \pi} \quad (4)$$

پس سختی خمش برابر است با رابطه ۵:

$$M r = \frac{1}{4 \pi} YA^2 \eta \quad (5)$$

که M گشتاور خمشی (مجموع کوپلهای درونی)، r شعاع خمش، Y مدول یانگ و A مساحت سطح مقطع می باشد. l برابر است با طول خمش. یعنی طولی از لیف که تحت خمش قرار می گیرد. این مسئله در شکل ۵ نشان داده شده است، و چون با تغییر زاویه طول خمش نیز تغییر می کند، مقدار طول خمش از رابطه ۶ بدست می آید:

$$l = r \theta \quad (6)$$



شکل ۵. l برابر است با طول خمش

با توجه به شکل ۴، گشتاور خمشی M طبق رابطه ۷ محاسبه می شود:

$$M = (F \times R) - (W \times R \sin \theta) \quad (7)$$

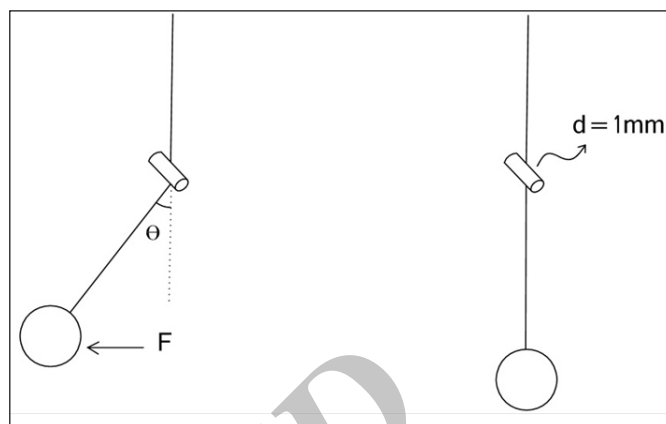
همچنین خواهیم داشت:

$$R = L - l \quad (8)$$

با توجه به رابطه (۶) می توان نوشت:

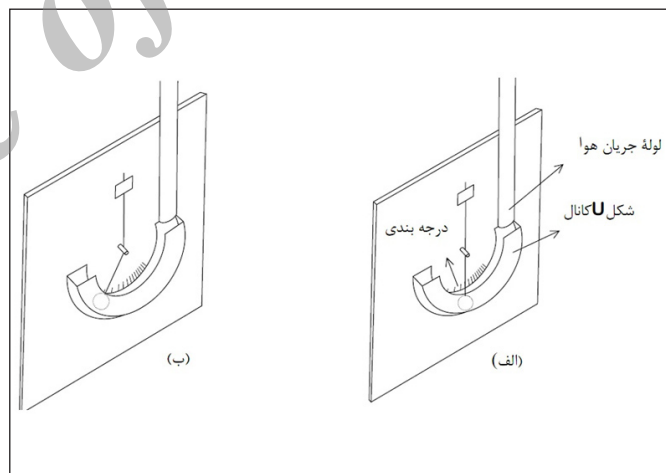
$$R = L - r \theta \quad (9)$$

می دهد. هر چه مقاومت خمشی لیف مورد آزمایش کمتر باشد، مقدار نیرو بیشتر خواهد بود و بالعکس.



شکل ۳. میزان خمش لیف نسبت به نیروی F

برای وارد نمودن نیرو از دمیدن جریان ثابتی از هوا به وزنه استفاده شد. در این حالت برای جلوگیری از ارتعاش وزنه توسط جریان هوا، وزنه در کانالی U شکل قرار گرفت و سپس جریان هوا از داخل کانال عبور کرده که این مطلب در شکل ۴ نمایش داده شده است. همچنین برای اندازه گیری تغییر زاویه لیف صفحه مدرجی را در پشت لیف قرار داده شد.



شکل ۴. الف) دستگاه آزمون مقاومت خمشی بدون دمیدن جریان ثابتی از هوا به وزنه، ب) دستگاه آزمون مقاومت خمشی با دمیدن جریان ثابتی از هوا به وزنه

چون نیرویی که در اثر جریان هوا به وزنه آویخته شده به لیف وارد می شود مقدار مشخصی نمی باشد، به همین دلیل توسط این روش مقدار عددی سختی خمش را نمی توان محاسبه کرد و تنها می توان نمونه ها را از نظر مقاومت خمشی با یکدیگر مقایسه نمود و میزان سختی خمش را نسبت به یکدیگر بدست آورد.

اگر Y مدول یانگ و r شعاع خمش می باشند مجموع کوپلهای درونی یک لیف در حال خمش از رابطه ۲ بدست می آید [۹].

$$\text{مجموع کوپلهای درونی} = \frac{YAK^2}{r} \quad (2)$$

- [7] M.Ahmadzadeh., "MSc.thesis"., *South Branch of Islamic Azad University*.,1385.
- [8] B. M.Chapman., *J.Text.Inst.*, **64**: 312., 1973.
- [9] W.E.Morton, J.W.S.Hearle., "Physical Properties of Textile Fibres"., 399-439., 1996.
- [10] R.Meredith., *J.Text. Inst.*, **45**: 489., 1954.
- [11] J.A.Janssen., "Mechanical Properties of Bamboo"., *Bamboo research at The Eindhoven University of Technology*., Eindhoven., 1990.

Archive of SID