روش های جدید انجام آزمایش بر روی الیاف

ترجمه: مهندس آزاده موحد

تا کنون روش‌های انجام آزمایش بر روی الیاف برای تعیین بعضی از خصوصیات الیاف مناسب نبوده و یا تعیین آنها بسیار دشوار بود. این خصوصیات شامل تست‌های کشش بر روی الیاف کوتاه (۳mm >)، تست اصطکاک الیاف تکی یا فیلامنت‌ها با فلزات و سرامیک، روش ارتعاشی برای تعیین دانسیته خطی الیاف زبر و خشن و تعیین سختی خمشی الیاف می‌باشد. کمپانی تکس تکنو با استفاده از دستگاه جدید +Favimat روش‌های جدید و ساده‌ای را برای اندازه‌گیری این خصوصیات ابداع کرده است. علاوه بر آن روش‌های جدید برای تعیین یکنواختی نخ و قابلیت آویزش پارچه نیز در آینده معرفی خواهد شد.

قابلیت آویزش

رفتار پارچه‌های استاندارد و بدون چین از نظر آویزش و شکل‌گیری در هر فرایند تولیدی اجزای کامپوزیتی تقویت شده با پارچه‌های سه بعدی مهم است. با اتوماتیک شدن هر چه بیشتر فرایندهای تولیدی، آویزش پارچه و یافتن خطاهای موجود در حین آویزش نظیر فضاهای خالی، حلقه‌ها یا چروک‌ها نیز از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. تاکنون دستگاهی که قادر به تشخیص این رفتارها در پارچه باشد در بازار موجود نبود.

یک گروه تحقیقاتی وابسته به چند شرکت و موسسه‌ی تحقیقاتی آلمانی و با بودجه‌ی وزارت اقتصاد و تکنولوژی آلمان دستگاهی را برای این منظور تولید کردند. شرکت‌ها و موسسات فوق عبارتند از:

Faserinstitute Bremen(Fibre), Bremen
Haindl Kunststoffverarbeiyung,
Bremen
Institute fur textiltechnik of RWTH
Aachen University, Aachen
Saertex, Saerbeck
J. Schilgen, Emsdetten
Textechno H. Stein, Monchengladbach

دستگاه جدید امکان تعیین خودکار قابلیت آویزش پارچه و همچنین کشف خطاها در حین آویزش و شکل‌گیری را فراهم می‌کند.

این دستگاه هم زمان نیروی مورد نیاز برای شکل‌گیری را اندازه گرفته و با استفاده از آنالیز تصویری کمپانی Faserinstitute Bremen (Fibre) خطاهای کوچک نظیر فضاهای خالی و حلقه‌ها را شناسایی می‌کند

خطاهای بزرگ نظیر چروک نیز توسط یک سنسور مثلثی شکل شناسایی می‌شود.

تست آویزش برای پارچه‌های تهیه شده از الیاف شیشه، کربن، آرامید و الیاف مشابه مناسب بوده و تولید انحصاری کمپانی تکس تکنو می‌باشد.

آزمایش یکنواختی نخ

ارزیابی یکنواختی نخ‌های فیلامنتی توسط سیستم‌های خازنی در عین حال که هنوز جای بحث و بررسی داشته بی‌شک یکی از مهم‌ترین روش‌های آزمایش برای نخ‌های ریسیده شده است. کمپانی تکس تکنو در سال ۲۰۰۶ تکنولوژی و روش آزمایش جدید خود را بر پایه‌ی خازن مخروطی شکل و پیشرفته‌ترین روش‌های پردازش داده‌ها و به روزترین مباحث مربوط به الکترونیک ارائه داد.

خازن مخروطی بر خلاف خازن‌های استاندارد دارای چندین جایگاه با عرض ثابت می‌باشد و در نتیجه ظرفیت کل آن پایین‌تر بوده و دارای نسبت سیگنال به نویز بیشتری است که نشان‌دهنده‌ی کیفیت بهتر می‌باشد.

علاوه بر آن قرارگیری نخ در بین صفحات خازن بسیار خوب بوده که این منجر به اندازه‌گیری دقیق‌تر انحراف از میانگین (U٪)، ضریب تغییرات (CV٪) و عیوب موجود می‌شود. این تکنولوژی تا کنون تنها در دستگاه اندازه‌گیری خودکار دانسیته خطی، کشش و یکنواختی نخ Statimat DS موجود بوده که در ایتمای ۲۰۰۷ توسط کمپانی تکس تکنو عرضه شد. در این دستگاه یکنواختی نخ، میزان کشیدگی آن در سرعت بالا (تا ۱۰۰۰۰mm/min) و دانسیته‌ی خطی به صورت خودکار اندازه‌گیری می‌شود و محدودیت‌های موجود در دستگاه‌های قبلی را نیز ندارد.

تکنولوژی جدید برای سنجش یکنواختی نخ در دستگاه +Covafil ساخت کمپانی تکس تکنو که مخصوص نخ‌های فیلامنتی است نیز به چشم می‌خورد. این دستگاه می‌تواند به طور مستقل و یا

در کنار دستگاه کشش-نیروی Dynafil ME و یا دستگاه اندازه‌گیری دانسیته‌ی خطی Comcount عمل کند.

دستگاه آزماینده +Favimat

شکل ۵ دستگاه بررسی دانسیته‌ی خطی، تجعد و قابلیت کشش الیاف تکی +Favimat را نشان می‌دهد. این دستگاه دارای مزایای چشمگیری می‌باشد که برای مثال می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- سنسور وزن یا لودسل با قدرت تفکیک بالا، ظرفیت ۲۲۰cN ؛ قدرت تفکیک استاندارد ۱ µN (۰/۱ mg)
- مکانیزم draw-off با قدرت تفکیک‌پذیری بالا (۰/۱ mµ)
- اندازه‌گیری هم زمان دانسیته‌ی خطی بر روی همان قسمت از لیف که تحت آزمایش کشش است
- بررسی خودکار تجعد الیاف از نظر خواص مکانیکی
- بررسی خودکار تجعد الیاف از نظر ساختار هندسی (اختیاری)
- ذخیره سازی و بررسی خودکار ۵۰۰ لیف با سیستم‌های انتخابی Robot۲ یا Airobot۲

ویژگی‌های فوق دستگاه +Favimat را تبدیل به چندکاره‌ترین دستگاه بررسی خصوصیات الیاف تکی می‌کند.

اصطکاک الیاف تکی

خواص اصطکاکی الیاف تاثیر زیادی بر رفتار آنها در طول فرایندهای مختلف نظیر کاردینگ و ریسندگی دارد. تاکنون خواص اصطکاکی الیاف به صورت کلی بر روی فتیله‌ها یا دسته‌های الیاف کمتر آرایش یافته اندازه‌گیری می شد.

در حال حاضر +Favimat امکان انجام یک تست ساده برای بررسی اصطکاک الیاف با فلز را فراهم می‌کند. در این سیستم یک صفحه وجود دارد که با باز شدن آن می‌توان الیاف را به آسانی داخل دستگاه قرار داد و بسته شدن آن نیز مسیر الیاف را حدود ۱۸۰° تغییرمی دهد (شکل۱).

از نیروی اندازه‌گیری شده در یک طول مشخص از الیاف میانگین گرفته شده که می‌توان با استفاده از این میانگین و وزن‌گیره‌ی کشش مقدماتی و توسط فرمول Eytelwein یا همان معادله‌ی Capstan ضریب اصطکاک را به دست آورد.

با استفاده از سیستم Robot۲ می‌توان این آزمایش را به صورت خودکار انجام داد. همچنین می‌توان به جای استفاده از فلز در بدنه‌های ایجاد اصطکاک از مواد دیگری نظیر سرامیک نیز استفاده کرد.

سختی خمشی (روش اول)

به دلیل نبود روش‌های اجرایی کافی برای بررسی سختی خمشی الیاف و فیلامنت‌ها، توجه چندانی به این پارامترها صورت نگرفته است. در گذشته چندین روش برای بررسی سختی خمشی وجود داشت که تمامی آنها پیچیده و وقت‌گیر بودند. روش جدید کمپانی تکس تکنو قرار دادن الیاف در داخل محدوده‌ی استاندارد تست کشش است. در این سیستم به جای این که برای افزایش طول الیاف، گیره‌ی پایینی را به سمت پایین حرکت دهیم آن را به سمت بالا هدایت می‌کنیم، برای مثال تا نیمی از طول گیج تا الیاف تحت فشار قرار گرفته و خم شوند (شکل۲).

با این روش سختی خمشی الیاف تعیین می‌شود، همچنین می‌توان با اضافه کردن چند سیکل خمشی خواص ارتجاعی آنها را نیز بررسی کرد. روش فوق برای نوار و پارچه هم مناسب است. نیروی خمشی تولید شده توسط الیاف ظریف حتی در طول‌های کوچک از گیج بسیار پایین است. علاوه بر آن اندازه‌گیری دقیق در چنین طول کوچکی غیرممکن است. بنابراین روش فوق برای الیاف ظریف تر از حدود ۵ دسی تکس عملی نیست.

سختی خمشی (روش دوم)

در این روش برای تعیین سختی خمشی الیاف تکی از تاثیر سختی الیاف بر ارتعاش آنها در یک آزمایش بررسی دانسیته‌ی خطی استفاده می‌شود. در کل طوری انتخاب می‌شوند که سختی بر نتیجه‌ی آزمایش تاثیرگذار نباشد. البته در تنش‌های پایین و طول نوسانات کوتاه می‌توان سختی الیاف را حتی در الیاف بسیار ظریف و نرم اندازه‌گیری کرد که در روش اول این امر امکان‌پذیر نبود.

انجام آزمایش بر روی الیاف کوتاه

الیاف مصنوعی در موارد کاربردی متعددی برش داده شده و به الیاف کوتاه با طولی کمتر از ۱۰mm تبدیل می‌شوند. صنایع کاغذسازی و یا تقویت مواد اولیه پلاستیکی یا بتن چند نمونه از این موارد کاربردی می‌باشد. در بیشتر این موارد نیروی پارگی الیاف تکی یک پارامتر مهم و تعیین‌کننده به شمار می‌رود. البته انجام آزمایش بر روی الیاف کوتاه به دلیل خواص کشش آنها مشکل است چون قرار دادن الیاف داخل گیره‌ها نیازمند این است که طول آنها معادل طول گیج به اضافه‌ی دو برابر ارتفاع صفحات فک (و مقداری بیشتر برای گرفتن الیاف) باشد. در نتیجه کمپانی تکس تکنو گیره‌های جدیدی را تولید کرده و همچنین روشی ساده برای قرارگیری الیاف کوتاه ارائه نموده است که در هر دو دستگاه +Favimat و Favigraph قابل اجرا می‌باشد. با وجود گیره‌های جدید می‌توان طول گیج را به ۰mm رسانید.

ارتفاع صفحات فک نیز تنها ۲mm است تا فشار گیره‌ها حداکثر شده و میزان لغزش به کمترین مقدار خود برسد (شکل۳).

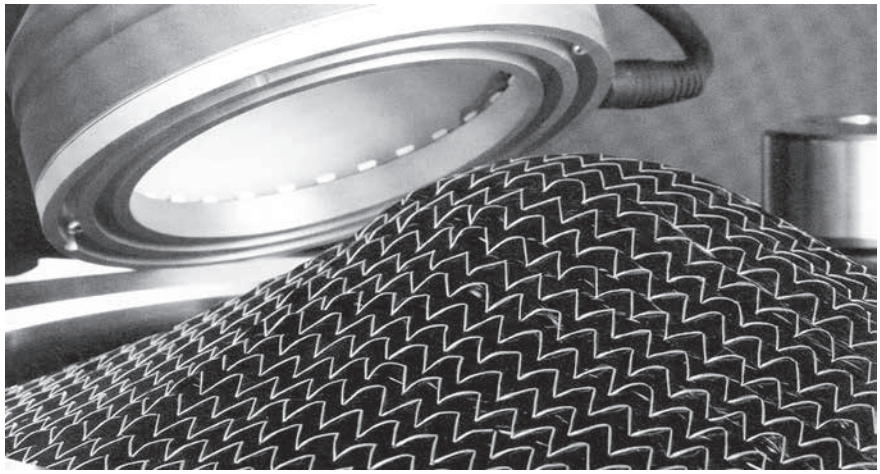
در حال حاضر بعضی از مشتریان کمپانی تکس تکنو از این روش استفاده می‌کنند. الیاف با طول ۳mm نیز توسط این روش آزمایش می‌شوند.

از گیره‌های جدید و این روش نوین آزمایش بر روی الیاف کوتاه در بعضی از دستگاه‌های قدیمی‌تر تکس‌تکنو نیز استفاده می‌شود.

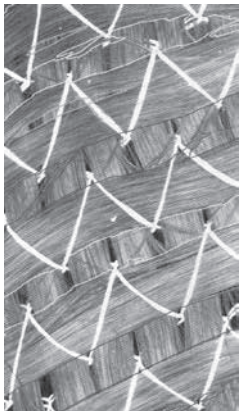
مرجع:

Ulrich Morschel, "New Fiber Testing Techniques", International Fiber Journal, June 2012

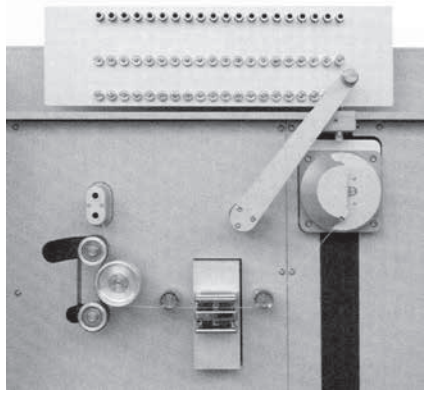
تصویر۱-دستگاه تست خودکار قابلیت آویزش



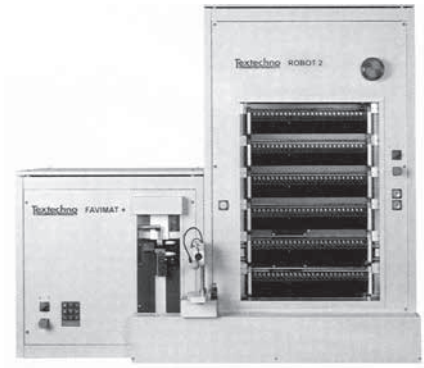
تصویر۲-دوربین با قدرت تفکیک پذیری بالا برای تصویر برداری از عیوب نخ



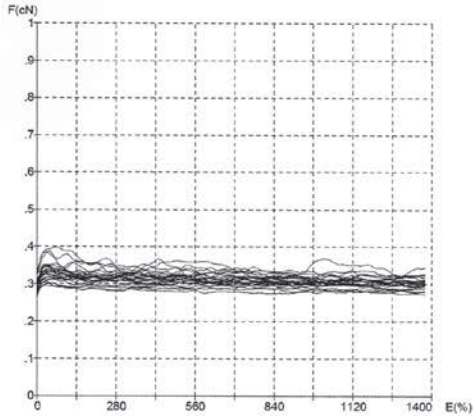
تصویر۳-تصاویر حاصل از دوربین با قدرت تفکیک پذیری بالا از پارچه ی بدون چین متشکل از الیاف کربنی بر روی یک پیستون با ارتفاع ۳۵mm. همان طور که در آنالیز تصویری مشخص است، خطوط رنگی فضاهای خالی را در بر می گیرند.



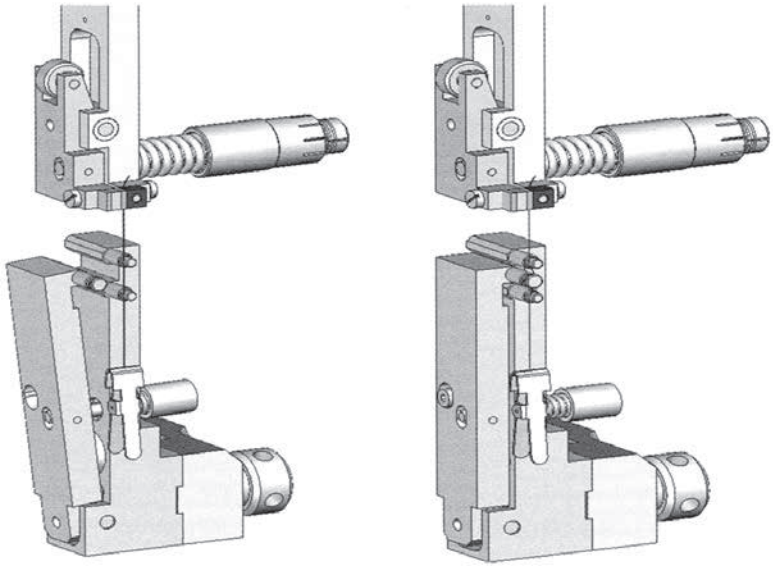
تصویر٤-دستگاه Statimat DS



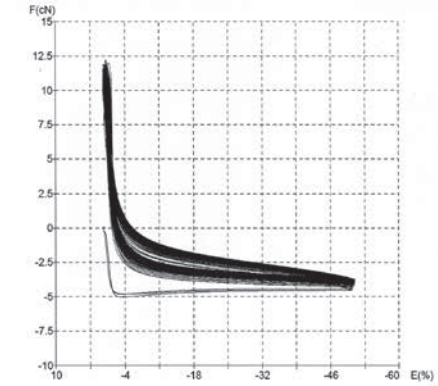
تصویر٥- دستگاه Favimat+ Airobot ۲



شکل۲-تست تراکم/خمش بر روی سه لیف مورد استفاده در چمن مصنوعی در طول گیج ۱۷/mm۵. سیکل های بعدی آزمایش(منحنی های بالایی در نمودار) به بررسی خواص ارتجاعی چمن کمک می کند.



شکل۱-سمت چپ: دستگاه بررسی اصطکاک در حالت باز و بسته، سمت راست: نمودار نیرو/طول ۲۵ لیفو ازدیاد طول ۱۰۰٪ مربوط به جابجایی ۱mm است، ضریب اصطکاک ۰/۳۰۳



شکل۳-گیره های مورد استفاده برای انجام آزمایش بر روی الیاف کوتا