



رفتار به هم فشردگی پارچه های تار جداکننده بافته شده برای کاربرد لایه گذاری

مترجم: طلا تقوی

چکیده

مواد لایه ای در کل انرژی مکانیکی جنبشی را زیر عمل فشرده کردن در یک تنش نسبتاً ثابت بیش از دامنه زیادی از جابه جایی جذب می کنند. اگرچه، مواد لایه ای که امروزه به صورت گسترده استفاده می شود فوم های پلی یورتان با انتقال رطوبت پایین هستند. به عنوان دسته ای جدید از ساختار های سه بعدی، پارچه های فضا دار تار نه تنها خاصیت انتقال حرارت بهتری از PU دارند، بلکه کارایی لایه ای مشابهی دارند اگر پارامترهای ساختاری مناسب به کار گرفته شود. این مقاله یک تحقیق آزمایشی روی رفتار به هم فشردگی پارچه های تار جفاکننده شده که برای کاربرد لایه گذاری ساخته شده است، می باشد. این پارچه ها روی ماشین تار باف با میلله های ۲ سوزنه در اندازه ۱۸ با پارامترهای مختلف ساختاری شامل زاویه خمیدگی نخ و ظرافت، ضخامت پارچه و ساختار لایه بیرونی، تولید شده اند. هر دو رفتار به هم فشردگی تنش-کرنش آنها و دیاگرام بازده انرژی از نتایج آزمایش کردن، برای تجزیه تحلیل رفتار فشردگی این پارچه ها و اثر هر پارامتر ساختاری، استفاده شده است. نتایج نشان می دهد که پارچه های تار با فضا گروه خوبی از جاذب های انرژی برای کاربرد لایه ای هستند و ظرفیت جذب انرژی آنها به آسانی می تواند متناسب با نیاز استفاده نهایی با تغییر پارامترهای مختلف ساختاری با کمک منحنی های بازده، طراحی شود.

مقدمه

مواد لایه ای کردن برای پراکنده کردن انرژی جنبشی ضربه توده هنگامیکه بیشترین بار (یا شتاب) را کمتر از حدودی نگه می دارد. آنها در کل انرژی جنبشی مکانیکی زیر عمل فشار در تنش نسبتاً ثابت را در دامنه جابه جایی بالا جذب می کنند. کار فشردن این نوع مواد مساوی انرژی جنبشی توده است که ممکن است روی آنها اصابت کند. اگر با جابه جایی وسیع و سطح مناسب تنش ثابت، به درستی طراحی شوند، مواد لایه ای می تواند عمده انرژی ضربه توده را جذب کند. بنابراین، به وسیله جذب انرژی ضربه جابه جایی افزایش یافته و تنش ثابت، شیء مورد محافظت، مجبور به تحمل یک ضربه با انرژی زیاد یا بار زیاد نیست که اگر توده مستقیماً روی آن باشد اتفاق می افتد.

تعدادی از مواد و ساختارها با مشخصات ذکر شده در بالا برای کاربرد لایه ای وجود دارد. کیسه های هوا، فیلم های جابجایی، لایه هایی که الیاف آن لاستیکی شده، و فوم های بر پایه پلیمری تنها تعداد کمی از مثال ها هستند. اگرچه، علی رغم خواص نویدبخش لایه ای و هزینه پایین، خاصیت راحتی فرعی، این مواد و ساختارها را نامناسب برای محافظت از بدن انسان کرده است.

پارچه های تار با فضا، ساختارهای منسوج ۳ بعدی هستند که شامل ۲

لایه جداگانه ی بیرونی که به هم متصل شدند با نخ های جداکننده، که تک فیلامنتی هستند. آنها روی ماشین Rashel ۲ سوزنه ی سرعت بالا تولید می شوند و ۳ اصل آنها، یعنی لایه بیرونی پارچه و نخ جداکننده، با هم در یک فرآیند با دامنه تفاوت وسیع در ساختار بافته می شوند. به عبارت دیگر، مواد معمولاً برای پارچه های فضا دار استفاده می شود، پلی استر تک فیلامنت و چند فیلامنت است، که محصول تجاری شده با قیمت پایین است. هزینه پایین، تولید بالا، دامنه تفاوت وسیع در ساختار پارچه های تار جفاکننده، آنها را برای کاربردهای مختلف جذاب کرده است. به خصوص، ترکیبی از تراکم عرضی و نفوذپذیری بالا این نوع پارچه را برای لباس های چندمنظوره و کاربردهای تکنیکی، مناسب کرده است.

برخی تلاش ها برای تشخیص خواص تراکم پارچه های تار جفاکننده انجام شده، و بیشتر این خواص گزارش داده اند که رابطه کلی تراکم جابه جایی بار در این پارچه ها می تواند به ۳ مرحله تقسیم می شود، که الاستیسیته خطی، ثبات پلاستیکی، و فشرده شدن.

این رفتار عمومی است که با مواد لایه ای در تراکم مورد نیاز است. در نتایج منتشر شده، بار نسبتاً ثابت در مرحله پلاستیک ثابت، بررسی شده است. این نتایج ثابت می کند که پارچه های تار جفاکننده گروه جدید از



دریافتیم که هیچ اختلاف واضحی بین نتایج در ۲ شرایط آزمایش وجود ندارد، جز برای نمونه S2. بنابراین، برای نمونه‌های دیگر، تنها نتایج در این تحقیق بدون چسباندن نمونه‌ها به صفحات نشان داده شد.

نتایج و بحث

رابطه رفتار تنش کرنش فشردگی و لایه ای

شکل ۲ منحنی معمول تنش کرنش از یک پارچه جداکننده نمونه (S₁) را نشان می دهد.

برای آسان کردن تجزیه تحلیل رفتار به هم فشردگی پارچه، فرآیند فشردگی به ۴ مرحله متفاوت تقسیم شده است: مرحله آغازی (stage I)، مرحله الاستیک (stage II)، مرحله فلات (stage III)، و مرحله متراکم شدن (stage IV)، با توجه به تغییرات در شیب منحنی. در مرحله آغازی، به علت به هم فشردگی سست لایه های خارجی و محدودیت کم تاثیر برای مونوفیلament، شیب کمتری مشاهده می شود. زیرا هر مولتی فیلامنت سست که در این مرحله به مونو فیلامنت بخیه زده می شود، نمی تواند محکم مونوفیلament را محدود کند، سرخوردن آرام مونوفیلament در لایه های خارجی اتفاق می افتد. اگرچه، وقتی پارچه در مرحله ۲ بیشتر فشرده می شود، تمام مولتی فیلامنت های به هم بخیه خورده به یک میکروساختار بسته تبدیل می شوند. در این مرحله، مونوفیلament ها در مقیاس بالاتری به هم قلاب می شند و بهتر با مولتی فیلامنت های به هم بخیه خورده بسته می شوند. در نتیجه یک افزایش سریع از تنش فشردگی که آن یک رفتار سفت تر در پارچه است، مشاهده می شود. یک تنش تقریباً ثابت در مرحله ۳ بدست آمده است. مکانیسم تغییر شکل پارچه در این مرحله بسیار پیچیده است، که می تواند تحت تاثیر به هم قلاب شدن، چرخیدن، پارگی و تماس بینی مونوفیلament ها و همینطور تماس مونوفیلament ها با لایه خارجی باشد. مهمترین فاکتور موثر برای تنش نسبتاً ثابت می تواند تماس بینایی مونوفیلament ها باشد، که موقعیت مرزی در انتهای تماس آنها با لایه های خارجی، ثابت نیست. فشردگی در مرحله ۴، یک افزایش سریع را در تنش به علت تراکم سریع کل پارچه نشان می دهد. در این مرحله، مونوفیلament ها در ظرف فرور بختگی پارچه و تماس با هم، و بنابراین سفتی بسیار بالا، بدست می آیند.

تجزیه تحلیل بالا نشان می دهد که پارچه جدا کننده اثر لایه خوبی دارد، زیرا یک تنش فشردگی ثابت در مرحله ۳ بدست می آید تا زمانی که یک جابه جایی ۳/۶ میلی متری اتفاق می افتد، که فراتر از نیمی از ضخامت اولیه (7.52mm) پارچه است و به کرنش تقریباً ۵۰ درصد مربوط می شود.

این رفتار تنها نیاز برای یک جاذب انرژی ایده آل می باشد. از مرحله آغازی ۱ تا انتهای مرحله ۳، ناحیه زیر منحنی انرژی جذب شده توسط پارچه در تنش تقریباً ثابت را نشان می دهد. باید توجه داشت که آزمایش فشردگی در نرخ کرنش خیلی پایین (12mm/min) انجام می شود. با اینکه پارچه رفتار مشابهی در نرخ کرنش های بالاتر زیر ضربه نخواهد داشت، انرژی جذب شده در کرنش پایین هنوز می تواند به عنوان مرجع خوب برای بهینه ساختن رفتار پارچه های جدا کننده تار باشد. زیرا نسبتاً با انرژی جنبشی جذب شده توده که روی پارچه ضربه می زد، مساوی است.

لازم به ذکر است که مواد جاذب انرژی باید انرژی ضربه را پراکنده کنند. اما بار را زیر حد مجاز نگه دارند. بنابراین، ۲ معیار باید مورد توجه قرار گیرد. یکی مقدار انرژی لازم برای جذب توسط شیء ضربه خورده، و دیگری تنش

مواد انتخابی جایگزین برای کاربرد لایه ای هستند. اگرچه، مرحله ثابت ثابت توجه نیست و ناحیه ثابت (فلاتی) گزارش شده، بسیار کوتاه است. به عبارت دیگر، انرژی کل جذب شده در ناحیه فلات با این پارچه های گزارش شده، برای معرفی آنها به عنوان مواد لایه ای خوب، نیست.

این مقاله تحقیق روی رفتار فشرده سازی پارچه تار جداکننده را بررسی می کند که برای کاربرد لایه ای توسعه یافته است.

با تلاش برای گسترش ناحیه فلات و کنترل سطح بار در ناحیه فلات، یک سری پارچه های تار جداکننده روی ماشین بافندگی ۲ سوزنه تار با درجه ۱۸ با پارامترهای مختلف ساختاری شامل زاویه خمیدگی نخ و ظرافت، ضخامت، و ساختار خارجی نخ، تولید شده است. انتظار می رود که یک تصویر واضح برای طراحی پارچه تار فضا دار با خواصیت نوید بخش می تواند از این مقاله تولید شود.

آزمایشات

۱۲ نمونه پارچه تار جداکننده برای تحقیق استفاده شد. آنها روی ماشین پرسرعت ۲ سوزنه GE296 Raschel با نخ راهنمای ۶ تایی، تولید شده اند gauge=18 (Wuyang Warp Knitting Machine Ltd Changzhou, Jiangsu, China) زیرا مولتی فیلامنت 300D/96F برای ایجاد اتصال در ساختار در فرآیند بافندگی GB1، GB2 برای لایه خارجی بالایی و GB5، GB6 برای لایه خارجی انتهایی، مونوفیلament پلی استر از ۰/۲ میلی متر در قطر در نخ جدا کننده و فضا دار استفاده شده تا دو لایه خارجی را در GB3 و GB4 به هم متصل کند. چهار ساختار مختلف، chain+inlay، locknit،، لوزی و شش ضلعی برای بافتن لایه خارجی با زاویه خمیدگی متفاوت استفاده شده است. نکات زنجیره ای برای هر کدام از این ساختارها برای هر حرکت در جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به ساختارهای مختلف لایه بیرونی، حرکت پیچش مختلف میله راهنمای نخ جدا کننده، و ضخامت پارچه های متفاوت، ۱۱ نمونه پارچه جدا کننده تولید شد.

با یک نمونه اضافی با نخ ظریف تر جداکننده (۰،۱۶ میلی متر در قطر)، کل ۱۲ نمونه پارچه جدا کننده، در این تحقیق استفاده شده است. جزئیات پارچه های نمونه در جدول ۳ لیست شده است. تراکم کوک در طول بافندگی بدون تغییر باقی ماند و ۱۰ course/cm تنظیم شد.

آزمایش به هم فشردگی

همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، نمونه های پارچه های جدا کننده روی یک وسیله INSTRON555 تنظیم شده با ۲ دوره صفحه فشار ۱۵۰ میلی متر در قطر با توجه به تست استاندارد برای خواص لاستیکی در فشار ASTM D 575، مورد آزمایش قرار گرفت. اندازه تمام نمونه ها 100mmx100mm بود. آزمایش به هم فشردگی در سرعت 12mm/min تا تغییر شکل ۸۰ درصد از ضخامت اولیه هر پارچه در محیطی با ۶۵ درصد رطوبت نسبی و ۲۰ درجه سانتیگراد انجام شد.

هر نمونه تحت ۲ موقعیت آزمایشی مورد آزمایش قرار گرفت: با نمونه به سادگی روی صفحه ثابت قرار گرفته یا دو سطح از نمونه با استفاده از چسب دو طرفه برای جلوگیری از حرکت لایه خارجی به صفحه چسبیده بود. ۵. آزمایش برای هر نمونه تحت هر کدام از شرایط انجام شد. هر منحنی تنش - کرنش فشردگی میانگینی از نتایج ۵ آزمایش می باشد.



با ناحیه ضربه خاص که مجاز است. همانطور که در شکل ۲ می بینیم، انرژی جذب شده توسط پارچه در مرحله تراکم سازی کم است، اما تنش به شدت افزایش می یابد. در این موقعیت، برای کاربرد خاص، ترجیح داده می شود که پارچه تمام انرژی را قبل از رسیدن به مرحله تراکم سازی پراکنده کند تا از تنش های افزایش یافته ی غیر قابل پیش بینی در این مرحله جلوگیری کند. به علاوه، لازم است تا مطمئن شویم تنش در ناحیه فلات در پارچه کمتر از تنش حداکثر مجاز برای محافظت از شیء می باشد. بنابراین، مقدار انرژی جذب شده قبل از مرحله تراکم سازی و میزان تنش در مرحله فلات، باید ۲ پارامتری باشند تا برای پارچه تار ی جدا کننده بهینه باشد و نیازهای خاص استفاده نهایی را رفع کنند.

نمودار جذب انرژی

آنالیزهای بالا نشان می دهد که تعیین انرژی که توسط پارچه جداکننده زیر فشار جذب می شود مهم است. اگرچه منحنی تنش کرنش مستقیماً می تواند رفتار جذب انرژی پارچه جداکننده را نشان دهد، استفاده از نمودار جذب انرژی برای درک بهتر رفتار لایه ای پارچه جداکننده مفیدتر است. نمودار جذب انرژی با رسم کردن انرژی جذب شده در واحد W به عنوان تابع تنش σ بدست آمده است. انرژی جذب شده در واحد حجم ناحیه زیر نمودار تنش کرنش است که طبق معادله (زیر محاسبه می شود.

$$W = \int_0^{\epsilon} \sigma(\epsilon) d\epsilon$$

چون تابع مورد نیاز برای مواد لایه ای، باید بیشترین انرژی تولید شده در حین ضربه را جذب کند و نیرویی کمتر از حجم مجاز را انتقال دهد، مواد ایده آل می تواند به عنوان آنچه که نیروی مجاز ثابت را به شیء مورد محافظت بیشتر از نرخ کرنش فشار انتقال می دهد، تعریف شود. اگرچه، تولید چنین مواد لایه ای غیر ممکن است و مواد واقعی در کل نمودار تنش کرنش مانند شکل ۲ را دارند. به منظور درک بهتر ظرفیت جذب انرژی مواد لایه ای، بازه جذب انرژی E برای فرایند جذب انرژی می تواند استفاده شود. بازه جذب انرژی E به عنوان سرعت انرژی جذب شده به کرنش داده شده و انرژی جذب شده با مواد لایه ای ایده آل که همان مقدار تنش ثابت از همان مقدار کرنش را انتقال می دهد تعریف می شود. رسم بازه به عنوان تابع تنش برای بدست آوردن شاخص کارایی بهینه، مفید است. بازه E با معادله ۲ نشان داده شده است.

$$E = \frac{Ah \int_0^{\epsilon} \sigma(\epsilon) d\epsilon}{Ah\sigma} = \frac{\int_0^{\epsilon} \sigma(\epsilon) d\epsilon}{\sigma}$$

شکل ۳. منحنی های معمول تنش کرنش و تنش بازه در پارچه جداکننده

که A و h نواحی و ضخامت مواد لایه ای هستند، σ تنش در کرنش E . هر دو منحنی انرژی تنشی جذب شده و تنش بازه نمونه $S1$ در شکل ۳ نشان داده شدند. انرژی جذب شده به صورت متعادل با تنش از ابتدای فشردگی افزایش می یابد. اگرچه، زمانیکه تنش به ناحیه فلات می رسد، یک افزایش زیاد از انرژی جذب شده مشاهده می شود، اگرچه تنش تقریباً در این مرحله ثابت می ماند. بعد از آن، انرژی جذب شده با بالا رفتن سریع تنش، به آرامی افزایش می یابد. از منحنی انرژی جذب شده-تنش در پارچه برای، آسان است که تنش مرتبط در پارچه را برای مقداری از انرژی که باید جذب شود را تعیین کرد و بنابراین به آسانی می شود پارچه مناسب را انتخاب

کرد یا کارایی پارچه را برای کاربرد خاص بهینه کرد که مقدار انرژی که باید جذب شود و سطح تنش مجاز از قبل تعریف شده باشد.

برای منحنی بازه-تنش، همین تمایل مشاهده می شود تا هنگامیکه مرحله تراکم شده آغاز می شود. حداکثر بازه انرژی جذب شده در انتهای مرحله فلات بدست می آید. بعد از این نقطه، بازه انرژی شروع به کاهش می کند زیرا چگالی پارچه به دلیل تراکم ساختار، به سرعت افزایش می یابد. نقطه در حداکثر بازه جذب انرژی، می تواند به عنوان نقطه بحرانی بین ناحیه فلات و ناحیه تراکم مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق، این نقطه برای تعریف تنش فلات استفاده شده، که با تقسیم بار فلات به ناحیه نمونه ها محاسبه می شود. برای درک بهتر ارتباط بین بازه جذب انرژی و تنش، حفاصل جذب انرژی در واحد حجم، با ضرب E و تنش محاسبه می شود: $E\sigma$ که در شکل ۳ نشان داده شده است. برای مثال، نقطه A روی خط از 20 کیلوگرم بر مترمربع، از ضرب تنش 50 کیلوپاسکال و بازه 0.4 می باشد. از این ناحیه، می توان مشاهده کرد که برای تنش داده شده، منحنی بالاتر بازه تنش جذب انرژی بالاتری دارد. درحالیکه منحنی جذب انرژی می تواند به طور مستقیم نقطه حداکثر بازه را نشان دهد، خط انرژی جذب شده در واحد حجم به صورت واضح مقدار انرژی در این نقطه را نشان می دهد. به علاوه، هر دو نمودار بازه-تنش و خطوط جذب انرژی می تواند برای تشخیص محدوده کار ترجیح داده شده پارچه مفید باشد. بنابراین، برای تجویز مقدار انرژی که باید جذب شود، کارایی لایه ای برای پارچه جداکننده باید به عنوان سطح تنش پایین تر اما بازه بالاتر باشد. زیرا نمودار انرژی شامل منحنی انرژی بازه می باشد و خطوط انرژی جذب شده به راحتی قابل استفاده است و مفهوم پایه دارد. در این تحقیق استفاده شده تا اثرات پارامترهای مختلف ساختاری شامل زاویه خمیدگی نخ جدا کننده و ظرافت، ضخامت پارچه، و ساختار لایه خارجی، را روی رفتار فشردگی پارچه جداکننده تار ی برای کاربرد لایه ای را مشخص کند.

اثر زاویه خمیدگی نخ جداکننده

نخ جداکننده برای اتصال سطح لایه استفاده می شود، و زاویه خمیدگی و طول آنها به تعداد سوزن های $underlap$ بین میله سوزن های جلو و عقب بستگی دارد.

برای تشخیص زاویه خمیدگی روی رفتار به هم فشردگی نخ جداکننده، ۳ نمونه پارچه (S_1, S_2, S_3) با ۳ نوع تعداد سوزن: 4-1-0/3-2, 1-0/3-1, 1-0/2-1, برای مطالعه مقایسه استفاده شده است. این پارچه ها ساختار لایه خارجی یکسانی دارند (نوع CI). در همین زمان، پارامترهای دیگر آنها یکسان است (جدول ۳).

شکل ۴. تصاویر میکروسکوپی مقطع عرضی این سه پارچه از سمت walewise a:

نمونه S_1 ، نمونه S_2 ، نمونه S_3 ، نمونه S_4

شکل ۵. اثر زاویه خمیدگی نخ جداکننده روی رفتار فشردگی: a منحنی تنش کرنش b نمودار بازه

عکس های میکروسکوپی مقطع عرضی این سه پارچه از سمت walewise در شکل ۴ نشان داده شده است.

به دلیل اینکه زاویه شکل گرفته بین لایه خارجی و نخ مورب جداکننده $84/14$ و $67/85$ و $52/58$ درجه می باشد، به ترتیب، برای S_2, S_3, S_4 زاویه بین لایه خارجی و نخ جدا کننده مورب $34/76$ و $66/87$ و $45/56$ می باشد، به



6b نشان داده شده است.

می‌توان دید که پارچه ضخیم‌تر قادر است معینی از انرژی را در تغییر شکل بیشتر جذب کند اما در سطح تنش کمتر، به علت فلات با مقدار کمتر. در مقایسه، پارچه نازک تر همان مقدار انرژی را در تغییر شکل کمتر اما سطح تنش بیشتر جذب می‌کند.

بعلاوه، پارچه ضخیم تر به نقطه بازده حداکثر خود در سطح تنش و انرژی پایین تر می‌رسد، در حالیکه پارچه نازک تر به بازده حداکثر خود در سطح تنش و انرژی پایین تر می‌رسد. در این موقعیت‌ها، پارچه‌ها با ضخامت مختلف دامنه کاربدهای متفاوتی دارند و مناسب برای مقایسه مستقیم نیستند. ضخامت پارچه باید با توجه به مقدار انرژی که باید جذب شود و سطح تنش مجاز، انتخاب شود.

بنابراین، با به کارگیری نمودار بازده، بازده پارچه برای کاربرد خاص می‌تواند بهینه شود.

اثر ظرافت نخ جداکننده

دو نمونه S4S12 با تعداد سوزن برابر برای نخ جداکننده نوع سه و ساختار لایه خارجی مشابه نمونه C1 اما قطر متفاوت نخ جداکننده ۰/۱۶ و ۰/۲ میلی متر، برای بررسی اثر ظرافت نخ جداکننده روی رفتار به هم فشردگی انتخاب شدند. این دو پارچه تقریباً ضخامت یکسانی دارند، و چگالی بخیه خوردگی لایه خارجی آنها به هم نزدیک است (جدول ۳).

منحنی های فشردگی تنش کرنش در این دو نمونه در شکل 7a نشان داده شد.

می‌توان دید که پارچه با نخ زمخت تر مقاومت فشردگی بیشتری دارد و مقدار فلات بالاتری دارند.

از نمودار بازده نشان داده شده در شکل 7b، فهمیده می‌شود که حداکثر بازده می‌تواند در تنش و انرژی کمتر برای پارچه‌هایی با نخ جداکننده ظریفتر بدست آید. زیرا سطح فلات پایین تری دارد. اگرچه، انرژی در بازده حداکثر برای پارچه‌های ساخته شده با نخ جداکننده زمخت تر، بسیار بزرگتر از است از پارچه‌هایی که با نخ ظریفتر ساخته شدند، که نشان می‌دهد که پارچه با نخ زمخت تر انرژی بیشتری جذب می‌کند اما در سطح تنش بالاتر. باید تاکید شود که پارچه با ظرافت نخ ۰/۱۶ میلی متر در قطر، بازده بالاتری در محدوده تن‌های کمتر از ۱۰۰ کیلوپاسکال دارد. بنابراین، برای انرژی داده شده برای جذب، تنش مرتبط پارچه جداکننده به راحتی با تنظیم قطر نخ جداکننده تفاوت می‌کند، با توجه به تنش حداکثر مجاز برای برای شیء مورد محافظت برای رسیدن به بازده جذب انرژی بالاتر. پارچه ساخته شده با نخ ظریفتر برای جذب انرژی پایین تر و سطح انرژی پایین تر مناسب است و پارچه ساخته شده با نخ زمخت تر برای جذب انرژی بالاتر در تنش بالاتر مناسب است.

شکل ۸، تصاویر ساختارهای لایه خارجی:

(a) loacnit; (b) chain*inlay; (c) rhombic mesh; (d) hexagonal mesh.

اثر ساختار لایه خارجی

زیرا مونوفیلانمنت ها در لایه جداکننده توسط مولتی فیلامنت در لایه خارجی بخیه خورده اند، توزیع، موقعیت پیوندها و زاویه خمیدگی نخ جداکننده می‌تواند با ساختار لایه خارجی تاثیر پذیرد. در این رابطه، شش پارچه

ترتیب برای همان پارچه این تفاوت‌ها از اشکال در تولید پارچه با نخ جدا کننده دقیقاً متقارن در فرایند تولید و تکمیل پیچیده سرچشمه می‌گیرد. زاویه خمیدگی نخ با افزایش تعداد سوزن ها کاهش می‌یابد. بیشترین تفاوت در زاویه خمیدگی نخ بین نخ جداکننده مورب چپ و راست در نمونه S₂ مشاهده شد که ۷/۸ درجه بود.

این اختلاف زیاد در زاویه نخ جداکننده نخ S₂ را در ساختار پارچه نامتقارن و نامتعادل می‌کند، که باعث بریده شدن دو لایه خارجی در طول جهت COURSEWISE زیر فشار می‌شود. در نتیجه منحنی تنش-کرنش فشار در S₂ یک افت شدید در ناحیه فلات دارد، که در شکل ۵ نشان داده شد. برای جلوگیری از اثر بریدگی، سطح لایه خارجی قبل از آزمایش به صفحه فشاردهنده چسبانده شد. نتایج در این شرایط نیز در شکل 5a نشان داده شد. همانطور که انتظار می‌رود، افت شدید ناپدید می‌شود. منحنی برای نمونه‌های S₃ و S₄ در شکل ۵ بری مقایسه نشان داده شده است.

مقاومت در برابر فشار در پارچه جداکننده در مرحله آغازی و الاستیک، با کاهش زاویه خمیدگی نخ جداکننده کاهش می‌یابد. اگرچه، بعد از آنکه کرنش به حدود ۴۷/۵ درصد می‌رسد، موقعیت برعکس می‌شود. از این نقطه تا انتهای نقطه ناحیه فلات، تنش نمونه S₂ کاهش واضحی دارد، اما نمونه S₄ کاهش کمی دارد. تنش نمونه S₃ تقریباً ثابت می‌ماند.

نمودار بازده که منحنی بازده-تنش است و خطوط انرژی جذب شده در واحد حجم در شکل 5b نشان داده شده است.

بیشترین بازده از کل این سه پارچه کمتر از ۰/۷ می‌باشد، که با کاهش زاویه خمیدگی نخ کاهش می‌یابد. در سطح انرژی کمتر از حدود ۳۵ کیلوژول بر مترمکعب، نمونه S₄ بیشترین بازده را دارد و بنابراین کمترین تنش برای انرژی داده شده را دارد. اگرچه بعد از این سطح تنش، بازده معکوس می‌شود. رفتار نمونه S₂ برعکس نمونه S₄ است. نمونه S₃ کارایی متوسطی را در تمام موقعی‌ها نشان می‌دهد.

در شکل 5b، خط انرژی عبوری توسط نقطه بازده حداکثر برای هر پارچه شرح داده شده است. می‌توان مشاهده کرد نمونه S₃ انرژی بیشتری از بقیه در کل سطح وسیع از انرژی جذب می‌کند، بنابراین کارایی لایه ای بالاتری دارد. به طور خلاصه، پارچه با زاویه کمتر نخ جداکننده کارایی لایه ای بهتری در سطح انرژی پایین دارد و پارچه با زاویه خمیدگی بیشتر نخ جدا کننده مشخصه لایه ای بهتری در سطح انرژی بالا دارد.

شکل ۷، اثر ظرافت نخ جداکننده روی رفتار فشردگی نخ جداکننده: a: منحنی تنش کرنش b نمودار بازده

شکل ۶، اثر ضخامت روی رفتار فشردگی نخ جداکننده: a: منحنی تنش کرنش b نمودار بازده

اثر ضخامت پارچه

چهار نمونه از پارچه (S₁, S₂, S₃, S₄) تولید شده با همان تعداد سوزن برای نخ جداکننده نوع ۲ و همان ساختار لایه خارجی نوع C₁ اما ضخامت متفاوت ۵/۶۴ و ۷/۵۹ و ۱۰/۶۲ و ۱۰/۵۴ میلی متر، در این قسمت استفاده شده تا اثر ضخامت پارچه روی رفتار به هم فشردگی در پارچه تارای جداکننده را بررسی کند.

منحنی‌های تنش-کرنش نمونه‌ها در شکل 6a نشان داده شد. مقاومت در برابر فشردگی با افزایش ضخامت پارچه افزایش می‌یابد. در پارچه ضخیم‌تر، ناحیه فلات طولانی تر و پایین تری مشاهده می‌شود. نمودار بازده در شکل

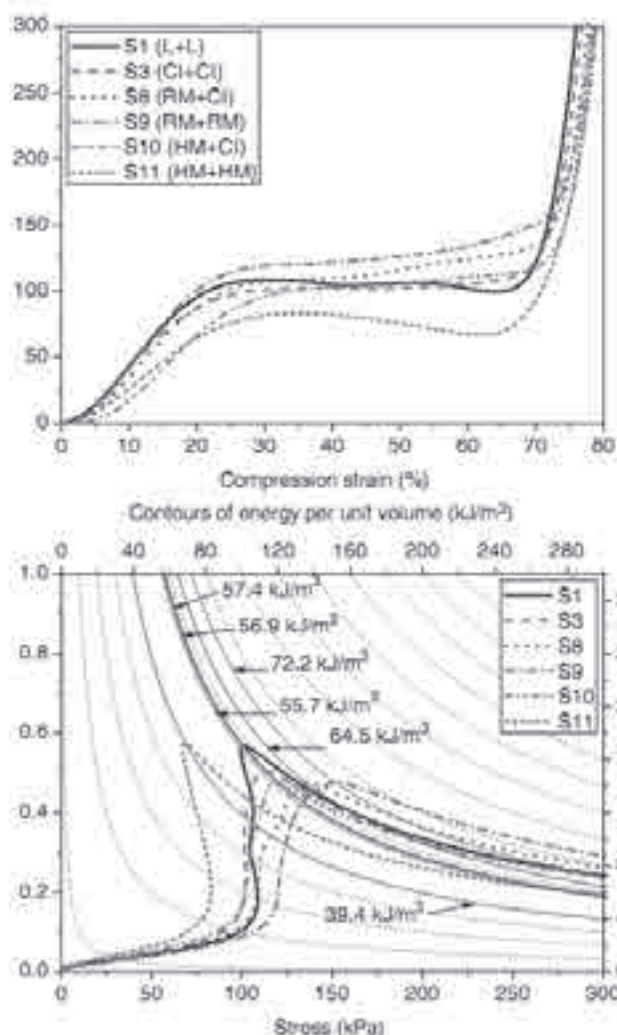


۱- پارچه‌های تار جادکننده دسته ایده آل از جاذب های انرژی برای استفاده لایه ای هستند. ظرفیت جذب انرژی آنها به آسانی می تواند برای نیازهای نهایی و خاص توسط تفاوت دادن در پارامترهای ساختاری، طراحی شود.

۲- نمودار بازده آنها وسیله خوبی برای تحلیل کارایی لایه ای این پارچه‌ها است.

برای انرژی که باید جذب شود، راحت تر است که از نمودار بازده برای انتخاب پارچه مناسب در سطح تنش مجاز، استفاده شود.

۳- تمامی پارامترهای ساختاری اثر واضحی روی رفتار فشردگی و کارایی لایه‌ای پارچه جادکننده دارند. پارچه با زاویه نخ جادکننده کمتر، ضخامت پارچه بالاتر، نخ جادکننده ظریفتر و شبکه بزرگتر لایه خارجی می تواند برای جذب انرژی پایینتر با بازده بالاتر استفاده شود. برعکس، پارچه با زاویه بیشتر نخ جادکننده، ضخامت کمتر، نخ جادکننده مورب، و شبکه کوچکتر زاویه خارجی می تواند برای جذب انرژی بالاتر با کارایی بالاتر استفاده شود. بنابراین، برای طراحی نخ پارچه جادکننده با رفتار مورد نیاز فشردگی، انتخاب پارامترهای ساختاری مناسب بسیار مهم می باشد.



شکل ۹. اثر ساختار لایه خارجی روی رفتار فشردگی نخ جادکننده: a منحنی تنش کرنش B نمودار بازده

با تعداد سوزن برابر برای نخ جادکننده و ضخامت یکسان اما ساختار لایه ای متفاوت، برای بررسی اثر ساختار لایه خارجی روی رفتار فشردگی پارچه جادکننده، انتخاب شده اند. ساختار لایه خارجی به سه گروه تقسیم می شود: هر دو لایه خارجی با ساختار نزدیک S_1, S_3 ، لایه بالایی با ساختار باز و لایه پایینی با ساختار بسته S_8, S_{10} ، هر دو لایه خارجی با ساختار S_9, S_{10} ، همانطور که در جدول ۳ لیست شده، ساختارهای نزدیک شامل locknit ها و زنجیره +inlay، ساختارهای باز شامل شبکه لوزی و شش ضلعی، لایه های خارجی با این ساختارها در شکل ۸ نشان داده شده، از هر توزیع، شکل و اندازه ی بخیه ها در لایه خارجی به وضوح مشاهده می شود. ساختارهای لایه خارجی می توانند اندکی روی چگالی بخیه از لایه خارجی و زاویه خمیدگی نخ جادکننده تاثیر بگذارند، اگرچه این پارامترها در طول بافندگی حفظ می شوند.

نمودارهای تنش کرنش فشار در شکل 9a نشان داده شده است. در مرحله آغازی و الاستیک، هر دو نمونه های $S_{10}(HM+CL)$ ، $S_{11}(HM+HM)$ پایین ترین مقاومت فشردگی را در مقایسه با پارچه های دیگر نشان می دهند. در مرحله فلات، نمونه S_{11} کمترین مقدار را دارد، اما نمونه S_{10} نزدیکترین مقدار به نمونه S_1 و S_3 را با ساختار خارجی نزدیک دارد.

تفاوتها در رفتار فشردگی از توزیع ناهموار بخیه ها، تغییرات در تراکم بخیه های لایه های خارجی و زاویه خمیدگی نخ جادکننده به علت تغییر ساختار لایه خارجی، به وجود می آید. لازم به ذکر است که نمونه های $S_8(RM+CL)$ و $S_9(RM+RM)$ مقدار فلات بیشتری نسبت به بقیه دارند. این یعنی ساختار شبکه لوزی پایداری بهتری دارد و برای جذب انرژی بیشتر مناسب است.

نتایج همچنین نشان می دهد که پارچه ها با ساختار نزدیک لایه خارجی S_1, S_3 ، مقاومت فشردگی متوسط و فلات دارند.

نمودار بازده در شکل ۹ نشان داده شده است. دیده می شود که با اینکه پارچه ها با ساختار باز در هر دو لایه خارجی (S_{11}, S_9) کمترین و بیشترین انرژی جذب شده در نقطه حداکثر بازده را به ترتیب دارند، پارچه ها با ساختار نزدیک در یک یا دو لایه خارجی (S_1, S_3, S_8, S_{10}) مقدار متوسط بین کمترین و بیشترین را دارد. این نتایج نشان می دهد که دامنه بزرگ از تفاوتها در انرژی جذب شده برای کاربردهای مختلف می تواند با ساختار باز بدست آید. زیرا پارچه با ساختار شبکه شش ضلعی در هر دو لایه ها خارجی می تواند برای جذب انرژی در سطح تنش پایین استفاده شود، پارچه با ساختار شبکه لوزی می تواند برای جذب انرژی در سطح تنش بالاتر استفاده شود.

بنابراین، تفاوت در ساختار لایه خارجی راه دیگری برای انتخاب پارچه است، که می تواند همان مقدار انرژی را جذب کند، اما با سطح تنش متفاوت برای کاربردهای مختلف.

نتیجه گیری

هر دو منحنی تنش کرنش فشردگی و نمودار بازده برای بررسی رفتار فشردگی در پارچه تار جادکننده برای استفاده لایه ای، استفاده شدند. اثر پارامترهای مختلف ساختار شامل زاویه خمیدگی نخ جادکننده و ظرفیت، ضخامت پارچه، و ساختار لایه خارجی مورد آزمایش قرار گرفت. با توجه به نتایج آزمایش و تجزیه تحلیل ها، نتایج زیر قابل دریافت است.