



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

اثر الیاف توخالی خودشفا بر خواص مکانیکی کامپوزیت‌های پلیمری

1. مقدمه

ساختارهای کامپوزیت پلیمر-الیاف به لایه لایه‌شدگی ترک‌خوردگی ناشی از ضربه، بارهای ضخیم مستقیم، تنش-های لبه، تخریب محیطی و دیگر رویدادهای مخرب آسیب‌پذیر می‌باشد. ترک‌های لایه لایه بین چند لایه می‌تواند به شدت خواص ساختاری مواد کامپوزیت، مانند مقاومت تراکمی و عمر خستگی را کاهش دهد. آسیب لایه لایه‌شدگی در مفاصل کامپوزیت پیوندی می‌تواند مقاومت کششی و عمر خستگی را پایین بیاورد. روش‌های مختلفی برای جلوگیری از شروع و/یا رشد ترک‌های لایه لایه در قطعات (پانل‌های) کامپوزیت و مفاصل پیوندی، شامل سیستم‌های رزین سخت، جایگذاری گرمانرم، و تقویت مستقیم ضخامت با بافندگی، بخیه‌زدن یا اتصال سه بعدی توسعه یافته‌است. اگرچه این روش‌ها در ترک‌خوردگی لایه لایه مقاومتی مرثر هستند، اما هر گونه رشد آسیب باید بدون تعمیر باقی بماند تا زمانی که قطعه از سرویس خارج شود.

یک جواب برای آسیب لایه لایه‌شدگی فرایند تعمیر ارادی خودشفا می‌باشد، که با پراکنده کردن مجراهای کوچک حاوی کاتالیست و سیال شفابخش با ویسکوزیته کم به داخل ماتریس پلیمر [3-1] حاصل می‌شود. خودشفایی اساساً با رشد لایه لایه مجراها را پاره می‌کند و در نتیجه عامل شفابخش مایع را به داخل ترک آزاد می‌کند. عامل شفابخش در داخل ترک به وسیله واکنش با کاتالیزگر، که به عنوان یک سیال در مجرای جداگانه یا به عنوان ذرات جامد در ماتریس ذخیره شده‌است، پلیمریزه (ترکیب) می‌شود. با انتخاب و پراکندگی مناسب عامل شفابخش و کاتالیست، تعمیر ترک‌ها و دستیابی به بازیابی مناسب در خواص مکانیکی پلیمرها، پوشش‌های پلیمری و کامپوزیت‌های پلیمری امکان‌پذیر می‌باشد (برای مثال، [12 - 1]).

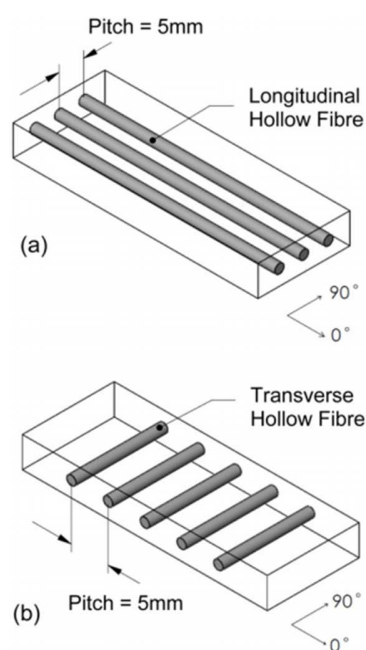
سیستم‌های خودشفای اصلی از کپسول‌های کوچک برای ذخیره‌سازی عامل شفابخش مایع استفاده می‌کنند. کپسول‌ها به طور معمول در اندازه‌های $10 - 500 \mu m$ هستند، که در ماتریس پلیمری به محتویات حجمی

بین 2٪ و 20٪ پراکنده می‌شوند [2, 3]. چندین محدودیت در استفاده از کپسول‌ها وجود دارد، مانند محدودیت منابع سیال خودشفا برای تعمیر ترک‌های بزرگ و این که این عامل‌ها یک بار مصرف هستند. توجه زیادی به الیاف توخالی برای انتقال و ذخیره‌سازی رزین وجود دارد، که شفافبخشی ارادی سیستم‌های زنده با سیستم شبکه مجرای از مجراهای نازک را تقلید می‌کند. شبکه‌های ریزمجا با استفاده از الیاف توخالی نازک القایی در مواد کامپوزیت مکانیزم خونریزی در سیستم‌های بیولوژیکی را تقلید می‌کنند. وقتی الیاف توخالی شکسته می‌شود سیال خودشفا به داخل ترک آزاد می‌شود تا ماده را درمان کند و شفا بخشد [2, 3, 13 – 27]. Toohey et al [7] نشان داد که سیستم‌های مجرادار بازپرسی پیوسته سیال‌های خودشفا به نواحی آسیب‌دیده را از منبع بیرونی قادر می‌سازد. این بازپرسی با کپسول‌ها و دیگر مجراهای ذخیره‌سازی محصور امکان‌پذیر نمی‌باشد. علاوه بر خودشفایی، الیاف توخالی عملکردهای دیگری در مواد کامپوزیت، مانند خنک‌کنندگی از طریق انتقال سیال‌های خنک یا حس کردن با استفاده از رنگ‌های فلئورسانس [2, 18, 20, 24] نیز دارا می‌باشد. الیاف توخالی معمولاً $40 - 200 \mu m$ قطر دارند، اگرچه اندازه‌های کوچک‌تر و بزرگ‌تر نیز بکار رفته‌است، و الیاف‌ها در سطح مشترک بین لایه‌ها که در آن ترک خوردگی لایه لایه‌ای بیشترین احتمال رخداد را دارد، جایگذاری می‌شوند. ترکیب‌های آسیب‌دیده شامل الیاف‌های شیشه‌ای توخالی رفتار شفافبخشی و بازیابی مناسبی از خواص مکانیکی را نشان می‌دهند [3, 21 – 23, 25 – 27].

بررسی‌های اخیر از فناوری تعمیر شفافبخشی توسط Keller et al [2] و Wu et al [3] اثر ذخیره‌سازی مجراها بر خواص مکانیکی پلیمرها و کامپوزیت‌ها را به عنوان یک موضوع بسیار مهم مشخص کرد. شبکه الیاف توخالی ممکن است به دلیل اثرات تراکم تنش و حذف ماده بار تکیه‌گاه برای تطبیق با الیاف تاثیر منفی بر خواص مکانیکی کامپوزیت پیش آسیب‌دیده داشته باشد. با این حال، تنها حجم اندکی از اطلاعات درباره تاثیر اندازه، کسر حجمی، جهت و توزیع الیاف توخالی بر خواص مکانیکی کامپوزیت‌های پلیمری [22, 24, 28, 29] در دسترس می‌باشد. Trask et al [22, 24] 16٪ کاهش در مقاومت خمشی ورقه شیشه الیاف شامل الیاف توخالی با قطر $60 \mu m$ اندازه‌گیری کرد. Williams et al [23] دریافت که الیاف با اندازه مشابه موجب تلفات کم در مقاومت خمشی

اپوکسی کربن (زیر 10٪) می‌شوند، و نتیجه گرفت که الیاف توخالی به عنوان مکان‌هایی از ضعف ساختاری ظاهر نمی‌شوند.

این مقاله یک مطالعه تحقیقی تجربی درباره اثر الیاف توخالی مورد استفاده برای خودشفایی در خواص مکانیکی ورقه‌های اپوکسی کربن و مفاصل پیوندی ارائه می‌دهد. الیاف شیشه‌ای توخالی در امتداد سطح مشترک لایه‌های با ضخامت متوسط در مواد کامپوزیت و در امتداد خط پیوندی در مفاصل کامپوزیت جایگذاری می‌شوند. اثر افزایش قطر الیاف (تا $680 \mu m$) بر سختی (چقرمگی) لایه لایه‌شدگی، تنش، تراکم و ویژگی‌های خستگی مواد کامپوزیت تعیین شده است. اثر قطر الیاف بر خواص مکانیکی مفاصل T نیز تحقیق و بررسی شده است. پیشرفت‌ها و کمبودهای خواص مکانیکی مواد و مفاصل، مربوط به تغییرات ریزساختاری کامپوزیت و اثرات تمرکز تنش نیز ناشی از الیاف توخالی می‌باشد. اطلاعات ارائه شده در این مقاله را می‌توان در طراحی سیستم‌های خودشفای مجرادر که تاثیر حداقلی بر خواص مکانیکی مواد و مفاصل کامپوزیت دارند، بکاربرد.

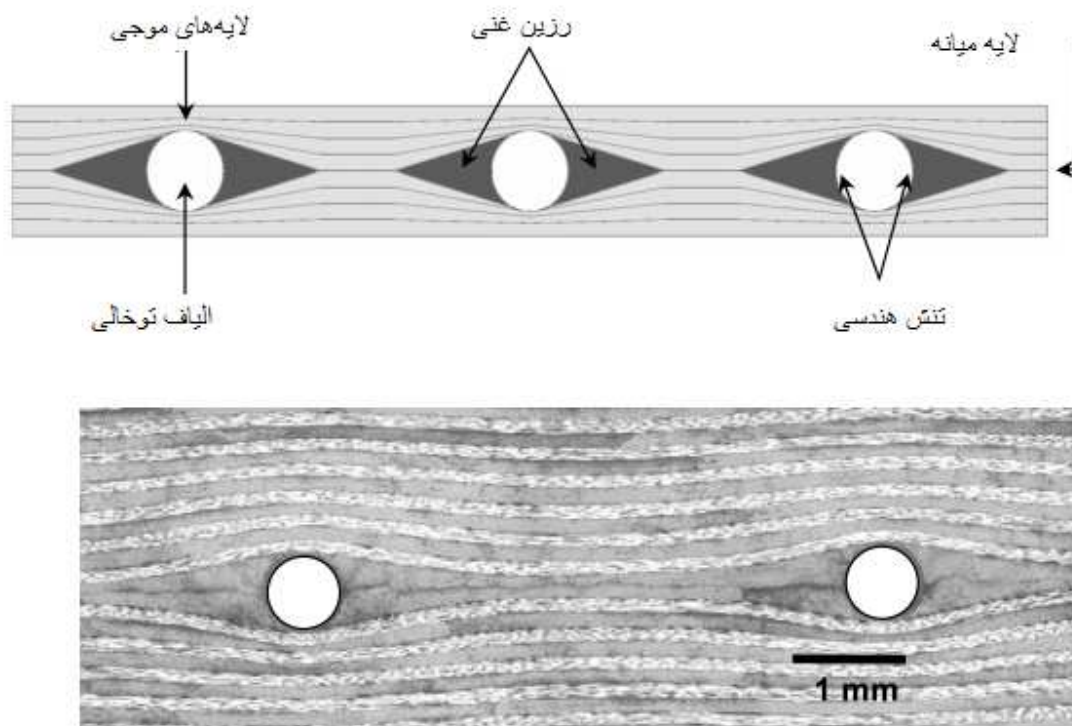


شکل 1: طرح شماتیک آرایش الیاف توخالی (a) در امتداد جهت‌های طولی و (b) عرضی نیم صفحه کامپوزیت. کامپوزیت در تنش یا تراکم با جهت 0^0 بارگذاری شده است.

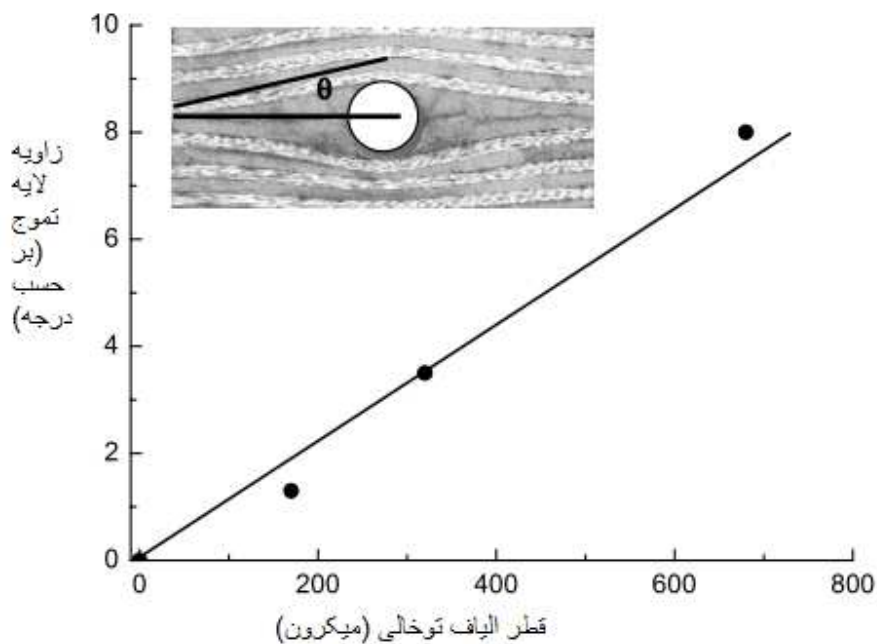
3-نتایج و بحث و بررسی

3-1: ریزساختار کامپوزیت‌ها شامل الیاف توخالی

ریزساختار کامپوزیت با الیاف توخالی تغییر می‌کند و این امر می‌تواند خواص مکانیکی کامپوزیت را عوض کند. تغییرات اصلی افزایش لایه‌های تموج (موج‌دار) حول الیاف و نواحی با رزین غنی بعد از الیاف‌ها می‌باشد که در شکل 4 نشان داده شده‌است. لایه‌های تموج از پیش آغشته کردن لایه‌ها برای خم کردن اجباری حول الیاف توخالی ناشی می‌شوند. زاویه لایه‌های تموج (θ) در امتداد جناح‌های ناحیه کج شده بیشترین می‌باشد و این زاویه با قطر الیاف افزایش می‌یابد که در شکل 5 نشان داده شده‌است.



شکل 4: طرح شماتیک و تصویر کامپوزیت شامل الیاف توخالی. دایره‌های سفید در تصویر الیاف توخالی به منظور نشان دادن صریح موقعیت خود قرار داده شده‌اند.



شکل 5: اثر قطر الیاف توخالی بر زاویه لایه‌های تموج. دایره‌های سفید در تصویر الیاف توخالی به منظور نشان دادن صریح موقعیت خود قرار داده شده‌اند. منحنی بهترین خط تطبیق می‌باشد.

4-نتایج

استفاده‌های آینده از سیستم‌های خودشفای ریزمجرا در مواد کامپوزیت برای کاربردهای مشخص، مانند ایمنی ساختارهای فضاپیما، وابسته به الیاف توخالی می‌باشد که هیچ گونه اثر پراکندگی بر خواص مکانیکی یا هیچ گونه کاهش کوچک در خواص موردنظر طراحی ساختاری ندارند. الیاف توخالی موجب تغییرات محلی در ریزساختار - تموج چندلایه و نواحی با رزین غنی - می‌شوند که می‌توانند بر خواص مکانیکی و تحمل (تلورانس) آسیب کامپوزیت تاثیر بگذارند. این مطالعه نشان داد که ویژگی‌های تنش و تراکم اپوکسی کربن وقتی الیاف توخالی به طور موازی با لایه‌های تحمل بار تراز می‌شوند، به طور چشمگیری تغییر نمی‌کند. با این حال، خواص مقاومت ایستایی در الیاف با اندازه نسبتاً بزرگ (بالای $200 \mu m$) وقتی به طور عمود با لایه‌های تحمل بار تراز شده‌است، کاهش می‌یابد. الیاف عادی موجب افزایش تموج در لایه‌های تحمل بار می‌شوند که این امر مقاومت شکست را پایین می‌آورد. الیاف توخالی تحمل خطای مواد کامپوزیت و مفاصل T را افزایش می‌دهند. چقرمگی شکست بین

لایه‌ای مد I با قطر الیاف به دلیل اتصال و انحراف ترک لایه لایه افزایش می‌یابد و افزایش قالب‌پذیری (نرمی) باعث ایجاد دهانه ترک روبه جلو در نواحی با رزین غنی پس از الیاف می‌شود. کرنش شکست و کار انرژی به شکست مفاصل T با قطر الیاف به دلیل این فرایندهای چقرمگی (سخت شدگی) لایه لایه، بدون تاثیر چشمگیر بر مقاومت مفصل افزایش می‌یابد.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی