

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی

لایه لایه شدن چوب، فرآورده های چوبی و کامپوزیت های چوبی

مترجمین:

حمیده عبدالزاده آیسونا طلائی

(اعضای هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس شهید رجایی)

عنوان و نام پدیدآور	: لایه‌لایه‌شدن چوب، فرآورده‌های چوبی و کامپوزیت‌های چوبی/ویراستار ویچیتا بوکورا؛ نام مترجمین حمیده عبدالزاده، آیسونا طلائی.
مشخصات نشر	: تهران: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، ۱۴۰۲ -
مشخصات ظاهری	: ج.
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۶۵۸۹-۴۵-۱ ج. ۱
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Delamination in Wood, Wood Products and Wood-Based Composites. [2011].
موضوع	: چوب Wood فرآورده‌های چوبی Wood products
شناسه افزوده	: بوکورا، ویچیتا، ۱۹۴۰ - م.، ویراستار
شناسه افزوده	: Bucur, Voichita
شناسه افزوده	: عبدالزاده، حمیده، ۱۳۶۱ - مترجم
شناسه افزوده	: طلائی، آیسونا، ۱۳۶۰ - مترجم
رده بندی کنگره	: TS۸۲۰
رده بندی دیویی	: ۶۷۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۹۱۷۲۹۴۸
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا



عنوان	: لایه‌لایه‌شدن چوب، فرآورده‌های چوبی و کامپوزیت‌های چوبی
ترجمه	: حمیده عبدالزاده / آیسونا طلائی اعضای هیأت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
ویراستار علمی	: دکتر پانته‌آ عمرانی
نوبت چاپ	: اول - پاییز ۱۴۰۲
انتشارات	: دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
لیتوگرافی، چاپ	: چاپ و صحافی حامی
طراح جلد	: حمیده عبدالزاده، آیسونا طلائی
ناظر چاپ	: محمد معتمدی نژاد
کارشناسان انتشارات	: نیره فیروزی، طاهره کبیا
شمارگان	: ۱۰۰ جلد
قیمت	: ۲.۱۰۰.۰۰۰ ریال
شابک	: ۹۷۸-۶۲۲-۶۵۸۹-۴۵-۱
	ISBN: 978-622-6589-45-1

کلیه حقوق این اثر برای مؤلفان و مترجمان و دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی محفوظ است.
 نشانی: تهران، لویزان، کد پستی ۱۵۸۱۱-۱۶۷۸۸، صندوق پستی ۱۶۳ - ۱۶۷۸۵، تلفن: (۲۶۳۲) ۹ - ۲۲۹۷۰۰۶۰،
 ۲۲۹۷۰۰۷۰، تلفکس: ۲۲۹۷۰۰۴۲، پست الکترونیکی: publish@sru.ac.ir، وب سایت: <http://publish.sru.ac.ir>

پیشگفتار مولف

با افتخار پیشگفتار کتاب حاضر را آماده می‌کنم. خانم پروفسور Voichita Bucur یکی از دانشمندان برجسته علوم چوب در جهان امروز است. ایشان به دلیل تحقیقات عالی خود در زمینه آکوستیک، به‌ویژه خواص آکوستیک چوب و فراورده‌های چوبی، به شهرت رسیده‌اند. کتابهای قبلی ایشان آکوستیک چوب¹ و خصوصیات غیرمخرب و تصویربرداری از چوب² به‌عنوان منبع و مرجع برجسته مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کتابها خلاصه‌ای از تلاش‌های تحقیق و توسعه جهان در این دو حوزه فنی مهم به شمار می‌روند.

خانم پروفسور Bucur با محققان و متخصصان فنی بسیار معتبر تماس گرفتند و از آنها خواستند که فصل‌هایی را در مورد جنبه‌های مختلف شکل‌گیری و تشخیص جدا شدن و لایه‌لایه شدن در فراورده‌های چوبی آماده کنند.

Blackmore از CSIRO استرالیا، Blumer از Holzinnovation Zentrum اتریش، Daian از دانشگاه ملبورن استرالیا، Dawson از SCION نیوزلند، Divos از دانشکده علوم چوب Sopron مجارستان، Donaldson از SCION نیوزلند، Greeke از ETH زوریخ سوئیس، Gustafsson از دانشگاه Lund سوئد، Haque از CSIRO استرالیا، Huang از Weyerhaeuser آمریکا، سعید کاظمی‌نجفی از دانشگاه تربیت‌مدرس ایران، Mueller از ETH زوریخ سوئیس، Empa از Neuenschwander سوئیس، Niemz از ETH زوریخ سوئیس، Persson از دانشگاه Lund سوئد، Sanabria از Empa سوئیس، Sennhauser از Empa سوئیس، و Singh از SCION نیوزلند، همگی با کمال میل موافقت کردند و کمک‌های فنی عالی ارائه کردند.

این کتاب در سه بخش تنظیم شده است: بخش اول اطلاعات اساسی پرکاربردی از جنبه‌های عمومی مانند اصطلاحات، مبانی نظری ارزیابی لایه‌لایه شدن در پاسخ به عوامل تنش‌زا مختلف در چوب و مواد مرکب چوبی و توسعه تنش‌های مکانیکی در دیواره سلولی چوب ارائه می‌دهد. فنونی بر پایه ارتعاش برای ارزیابی لایه‌لایه شدن با اولتراسونیک یا با ارتعاشات فرکانس پایین پیشنهاد شده است و شروع ترک و توسعه لایه‌لایه شدن با رویکرد مکانیک شکست مورد مطالعه قرار گرفته است. برای بازگشت مجاله شدن نیز یک مدل تئوری پیشنهاد شده است.

بخش دوم با روش تشخیص و عوامل به‌وجودآورنده و مؤثر بر لایه‌لایه شدن چوب و فراورده‌های چوبی آغاز می‌شود، سپس به بحث در مورد تشکیل لایه‌لایه شدن یا جدا شدن در سطوح مختلف از سطح میکروسکوپی و آناتومیکی در داخل تا بررسی سطح مشترک چوب و پوشش‌های سطحی می‌پردازد. فنون ارائه شده برای مشاهده جدا شدن، شامل میکروسکوپ اسکن لیزری کانفوکال،

¹ Acoustics of Wood

² Nondestructive Characterization and Imaging of Wood

میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی روبشی و اولتراسونیک است. بحث‌های عالی در مورد لایه‌لایه‌شدن ناشی از تنش‌های رطوبت، مانند تنش‌هایی که در طی خشک‌شدن چوب و محصولات الواری ایجاد می‌شوند و یا در سطح چوب هوازده مشاهده می‌شوند، گنجانده شده‌اند. بخش سوم، بر جنبه‌های کاربردی لایه‌لایه‌شدن در فراورده‌های چوبی مختلف تمرکز دارد. بحث عالی از دیدگاه صنعت در این بخش ارائه شده است. بحث‌های کاربردی مربوط به تشکیل، تشخیص و مشکلات لایه‌لایه‌شدن در درختان، گرده‌بینه‌ها، پانل‌های لایه‌ای، کامپوزیت‌ها، الوارهای چندلایه و کفیوش به تفصیل ارائه شده‌اند.

این کتاب به عنوان مرجع لایه‌لایه‌شدن چوب و فراورده‌های چوبی توسط نویسندگان مختلف نوشته شده است. کتاب مرجع حاضر در موضوع لایه‌لایه‌شدن برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان فراورده‌های چوبی و همچنین دانشمندان محقق تهیه شده است. این امر با تلاش دانشمندان متعهدی امکان‌پذیر شد که ساعات بی‌شماری را در آزمایشگاه‌ها صرف توسعه اطلاعات فنی در مورد این موضوع مهم کردند. این کتاب برای قدردانی از تلاش‌ها و همکاری با ارزش ایشان تدوین شده است.

کتاب حاضر به همت خانم پروفیسور Bucur جمع‌آوری و تدوین شده است که نقش مهم را در علوم و فنون چوب و فراورده‌های چوبی ایفا می‌نماید.

رهبر پروژه دکتر رابرت جی راس^۱
آزمایشگاه محصولات جنگلی USDA
اکتبر، ۲۰۰۹

^۱ Robert J. Ross, Ph.D.

دباجه ویراستار

لایه‌لایه شدن در تمام مواد کامپوزیتی دست‌ساز بشر و مواد طبیعی مانند چوب، استخوان یا سنگ رخ می‌دهد. متخصصان زیادی با سابقه و علایق متفاوت، به دانش عوامل موثر بر لایه‌لایه شدن چوب، محصولات چوبی و کامپوزیت‌های چوبی نیازمند هستند. من از کمبود و پراکندگی اطلاعات این حوزه در گزارش‌های موجود شگفت زده شدم و در این راستا ایده نوشتن و ویرایش این کتاب به وجود آمد. بخش اول این جلد به جنبه‌های کلی لایه‌لایه شدن، اصطلاحات لایه‌لایه شدن در علوم و فنون چوب و جنبه‌های نظری ارزیابی لایه‌لایه شدن می‌پردازد. بخش دوم شامل روش‌های شناسایی لایه‌لایه شدن می‌باشد. در این بخش تجزیه و تحلیل عواملی که باعث ایجاد لایه‌لایه شدن و تاثیر بر آن می‌شوند بررسی شده است. بخش سوم به بررسی لایه‌لایه شدن در فرآورده‌های مختلف می‌پردازد. تلاش شده است تا مهم‌ترین مراجع برای فصل مربوط انتخاب شود. بنابراین، خواننده در هر موضوع با جستجوی منابع فهرست شده به راحتی و سریع می‌تواند با تحقیقات مختلف آشنا شود. همچنین نویسندگان امیدوارند که این جلد منبع اطلاعات جامع و ارزشمندی برای متخصصانی باشد که اغلب با طراحی و یا ارزیابی سازه‌های در معرض لایه‌لایه شدن سروکار دارند. در سال‌های اخیر، تولیدکنندگان به اهمیت لایه‌لایه شدن و عوامل دیگری که بر عملکرد محصولات نهایی تأثیر می‌گذارند، آگاهی یافته‌اند. بنابراین نیاز به چنین منابعی بیشتر احساس می‌شود. کارشناسانی که نظرات فنی در مورد ایمنی سازه ارائه می‌دهند، وظیفه حساس و دلهره‌آور کشف و تعیین کمیت عیوب سازه‌ای مانند لایه‌لایه شدن و تبدیل مشاهدات به احتمال شکست و تعیین سطوح "خطر غیرقابل قبول" روبرو هستند. هرچند امروزه مکانیسم شکست چوب بهتر از دو دهه پیش شناخته شده است و ابزارهای شناسایی غیرمخرب دقیق‌تر و قوی‌تر عیوب طراحی شده است، این واقعیت وجود دارد که تصمیم‌گیری در مورد اینکه چه سطحی از عیوب نشان‌دهنده "خطر غیرقابل قبول" است، همچنان ادامه دارد. این امر به ویژه در مورد سازه‌هایی با نقص قابل توجه اما نه شدید مانند لایه‌لایه شدن و در مکان‌هایی با ضریب بالای خطر (به عنوان مثال برف) صادق است.

تلاش شده تا منابع این کتاب، جامع و کامل لحاظ گردد و امیدواریم مشارکت صورت گرفته در این کتاب (نزدیک به ۱۰۰۰ منبع)، شناسایی دقیق سیر تحول اندیشه‌ها و نظرات مرتبط با این حوزه را در دهه‌های اخیر میسر نماید. تمام منابع ذکر شده در متن در بخش مرجع در پایان هر فصل گنجانده شده‌اند.

در حال حاضر، هیچ کتاب دیگری وجود ندارد که به‌طور کامل لایه‌لایه شدن چوب، فرآورده‌های چوبی و کامپوزیت‌های چوبی را پوشش دهد.

ویراستار از مشارکت همکارانی که به‌عنوان نویسندگان هر فصل فعالیت داشتند و وقت و انرژی خود را برای تهیه این متن عالی صرف کردند، کمال تشکر را دارد.

مایلم از همه همکاران و سازمان‌هایی که انتشار این جلد را ممکن ساخته‌اند، از ¹CSIRO سازمان تحقیقات علمی و صنعتی مشترک المنافع، استرالیا و همچنین موسسه تحقیقات جنگل SCION، نیوزلند که از این ایده حمایت کردند صمیمانه تشکر کنم. در هنگام تهیه این متن، قدردانی از تمام کمک‌هایی که به ویراستار شده است بسیار دشوار است. من مدیون سه انجمن علمی علوم چوب، مکانیک و آکوستیک هستم که تحقیق و توسعه‌ای ذکر شده در نشریات را منعکس کرده‌اند. این کتاب شامل نتایج تحقیقات اخیر، تعدادی از نتایج منتشر نشده و اصلاح مطالب قدیمی‌تر است. تدوین کتاب حاضر مطمئناً بدون کمک Nick Ebdon محقق ارشد موسسه CSIRO نیوزلند امکان‌پذیر نبود. ایشان آماده‌سازی و قالب‌بندی شکل‌ها را با دقت بسیار زیاد انجام دادند. در آخر از خانواده و دوستان استرالیایی‌ام که با علاقه و اشتیاق پیشرفت نسخه خطی این کتاب را دنبال کردند، تشکر می‌کنم. کار برای این کتاب برای من فرصتی خارق‌العاده بود تا جلوه‌های شکوه طبیعی استرالیا و فضای این کشور را که یک تمدن مدرن افتخارآمیز است، کشف کنم.

ملبورن، استرالیا Voichita Bucur

اکتبر ۲۰۰۹

¹ Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

بخش اول - کلیات

۱	۱- مقدمه
۱	۱-۱- پیشینه
۴	۱-۲- چوب ماسیو
۹	۱-۳- کامپوزیت‌های چوبی
۱۴	۱-۴- خلاصه
۱۵	منابع
۱۹	۲- اصطلاحات مربوط به لایه‌لایه شدن در علوم و صنایع چوب
۱۹	۲-۱- اصطلاحات کلی
۲۰	۲-۲- اصطلاحات لایه‌لایه شدن در چوب ماسیو
۲۲	۲-۳- اصطلاحات لایه‌لایه شدن در دیواره سلولی
۲۲	۲-۴- اصطلاحات لایه‌لایه شدن در فراورده‌های لایه‌ای چوب
۳۳	۲-۵- اصطلاحات لایه‌لایه شدن در پانل‌های الیاف و خرده‌ای
۳۴	۲-۶- طبقه‌بندی کلی لایه‌لایه شدن
۳۸	۲-۷- خلاصه
۳۸	منابع
۴۳	۳- پایش لایه‌لایه شدن - روش ارتعاشی
۴۳	۳-۱- مقدمه
۴۴	۳-۲- ردیابی لایه‌لایه شدن با فن فراصوت
۴۹	۳-۳- ردیابی لایه‌لایه شدن با روش مدل
۴۹	۳-۳-۱- رفتار خطی
۵۲	۳-۳-۲- رفتار غیرخطی
۵۷	۳-۴- برخی جنبه‌های عملی
۵۸	۳-۵- خلاصه
۵۹	منابع

۶۷	۴- آغاز و رشد لایه‌لایه شدن در چوب و کامپوزیت‌های چوبی، روش مکانیک شکست
۶۷	۴-۱ مقدمه
۶۸	۴-۲ پیوند با مکانیک شکست
۷۸	۴-۲-۱ مکانیک شکست الاستیک خطی
۹۳	۴-۲-۲ مکانیک شکست غیرخطی
۱۰۳	۴-۳ مفاهیم ریزساختار در چوب
۱۰۹	۴-۴ مفاهیم ریزساختار در کامپوزیت‌های چوبی
۱۱۷	۴-۵ پارامترهای مکانیک شکست از دیدگاه اکولوژیکی
۱۱۸	۴-۶ خلاصه
۱۱۹	منابع
۱۳۱	۵- مدل نظری بازیابی مجاله شدن
۱۳۱	۵-۱ مقدمه
۱۳۲	۵-۲ مدل واحد سلولی تکراری با ثابت‌های دوره‌ای
۱۳۲	۵-۲-۱ خصوصیات لایه دیواره سلولی
۱۳۵	۵-۲-۲ مدل سلولی دایره‌ای
۱۳۸	۵-۲-۳ مدل سلولی مربعی
۱۵۱	۵-۴ خلاصه
۱۵۲	منابع
	بخش دوم- روش ردیابی لایه‌لایه شدن و عوامل ایجادکننده و مؤثر در لایه‌لایه شدن
۱۵۷	۶- لایه‌لایه شدن چوب در مقیاس میکروسکوپی؛ دانش و روش‌های موجود
۱۵۸	۶-۱ مشخصه‌های آناتومی لایه‌لایه شدن چوب
۱۶۱	۶-۱-۱ هوازگی و پوسیدگی
۱۶۴	۶-۱-۲ ترک خوردگی داخلی و درون حلقه‌ای
۱۶۴	۶-۱-۳ پاکت‌های رزینی
۱۶۴	۶-۱-۴ پوسته‌ای شدن
۱۶۵	۶-۱-۵ چوب واکنشی
۱۶۶	۶-۱-۶ لایه‌لایه شدن القایی
۱۶۷	۶-۲ ویژگی‌های فراساختاری لایه‌لایه شدن دیواره سلولی

۱۶۷	۶-۲-۱ فراساختار دیواره‌های سلولی چوب
۱۶۸	۶-۲-۲ محل لایه‌لایه شدن دیواره سلولی
۱۷۲	۶-۲-۳ مکانیسم لایه‌لایه شدن
۱۷۲	۶-۲-۴ تأثیر زاویه میکروفیبریل
۱۷۲	۶-۲-۵ تأثیر لیگنین‌زدایی و پالایش خمیر
۱۷۳	۶-۲-۶ تأثیر گونه چوبی
۱۷۴	۷-۲-۶ تأثیر مقدار رطوبت
۱۷۵	۸-۲-۶ تأثیر دما
۱۷۶	۳-۶ روش‌های میکروسکوپی برای ارزیابی لایه‌لایه شدن در چوب
۱۷۶	۱-۳-۶ میکروسکوپ نوری
۱۷۷	۲-۳-۶ میکروسکوپ کونفوکال
۱۷۸	۳-۳-۶ میکروسکوپ الکترونی
۱۷۸	۴-۶ خلاصه
۱۷۸	منابع
۱۸۸	۷- بررسی سطح مشترک پوشش چوب با وضوح بالا
۱۸۸	۷-۱ مقدمه
۱۸۹	۷-۲ میکروسکوپ پویشی لیزری کونفوکال (CLSM)
	۷-۲-۱ آزمون CLSM با وضوح بالا از سطح مشترک چوب- پوشش: نفوذ
۱۹۰	پوشش درون ریزترک‌های دیواره سلولی
	۷-۲-۲ ترکیب میکروسکوپ نوری (LM)، میکروسکوپ پویشی لیزری
	کونفوکال (CLSM) و میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) برهم‌کنش
	پیچیده‌ی چوب- پوشش را در سطح مشترک چوب به شدت بافت‌دار
۱۹۲	شده- پوشش آشکار می‌سازند
	۷-۳ سطح مشترک چوب- پوشش آزمایش شده با میکروسکوپ الکترونی
	پویشی گسیل میدانی (FE-SEM) در ترکیب با تصاویر برداری الکترونی
۱۹۶	تفرقی ^۱ معکوس (BEI)
۲۰۰	۷-۴ خلاصه
۲۰۱	منابع

^۱ Backscattered electron imaging

۲۰۳	۸- لایه لایه شدن تیرها در اثر انرژی میکروویو
۲۰۳	۸-۱ مقدمه
۲۰۴	۸-۲ مکانیسم لایه لایه شدن چوب در اثر القای با میکروویوها
۲۰۷	۸-۳ خصوصیات دی الکتریک چوب
۲۰۹	۸-۴ لایه لایه شدن های چوب ماسیو در کاربردهای مختلف میکروویو
۲۰۹	۸-۴-۱ اشباع
۲۱۰	۸-۴-۲ خشک کردن
۲۱۱	۸-۴-۳ خم کردن
۲۱۳	۸-۵ کنترل ناحیه لایه لایه شده تحت تاثیر میکروویو در الوار
۲۱۵	۸-۶ نتیجه گیری
۲۱۶	۸-۷ خلاصه
۲۱۶	منابع
۲۲۱	۹- لایه لایه شدن ایجاد شده با هواز دگی در چوب و پانل های کامپوزیت چوبی
۲۲۱	۹-۱ پیش زمینه
۲۲۴	۹-۲ لایه لایه شدن ناشی از هواز دگی در چوب ماسیو
۲۲۴	۹-۲-۱ روش های اندازه گیری
۲۲۷	۹-۲-۲ عوامل مؤثر
۲۲۸	۹-۲-۳ جنبه های ساختاری
۲۴۴	۹-۳ لایه لایه شدن ناشی از هواز دگی در کامپوزیت های چوبی
۲۴۴	۹-۳-۱ قرار گرفتن در معرض فضای بیرونی به طور طبیعی
۲۴۵	۹-۳-۲ قرار گرفتن در معرض شرایط مصنوعی
۲۴۶	۹-۴ خلاصه
۲۴۷	منابع
۲۵۳	۱۰- لایه لایه شدن ناشی از خشک کردن چوب
۲۵۴	۱۰-۱ مقدمه
۲۵۶	۱۰-۲ تأثیر دما، رطوبت نسبی و سرعت جریان هوا در خشک کردن
۲۵۶	۱۰-۲-۱ دما
۲۵۷	۱۰-۲-۲ رطوبت نسبی
۲۵۷	۱۰-۲-۳ نرخ جریان هوا
۲۵۷	۱۰-۳ روش های خشک کردن چوب

۲۵۸	۱۰-۳-۱ خشک کردن در هوا آزاد
۲۵۹	۱۰-۳-۲ خشک کردن در کوره
۲۶۱	۱۰-۴ برنامه‌های خشک کردن در کوره
۲۶۲	۱۰-۵ عیوب خشک کردن
۲۶۴	۱۰-۶ پیش‌بینی تنش و کرنش خشک کردن با استفاده از مدل‌های ریاضی
۲۶۶	۱۰-۶-۱ پهن‌برگ
۲۶۸	۱۰-۶-۲ سوزنی‌برگ
۲۷۲	۱۰-۷ خلاصه
۲۷۳	منابع
۲۷۵	واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

گروه نویسندگان:

- Philip Blakemore Division of Materials Science and Engineering, CSIRO, Clayton laboratories, Clayton South, VIC 3169, Australia, philip.blakemore@csiro.au
- Samuel Blumer b-h-e GmbH, Holzinnovationszentrum 1a, 8740 Zeltweg, Austria, samuel.blumer@b-h-e.at
- Voichita Bucur CSIRO, Materials Science and Engineering Div. Bayview Avenue, Clayton, Victoria 3168, Australia, voichita.bucur@csiro.au
- Georgiana Daian The University of Melbourne, Department of Forest and Ecosystem Science, Melbourne, VIC 3010, Australia, gdaian@gmail.com
- Bernard S.W. Dawson Wood and Biofibre Technologies, Scion Rotorua Te Papa Tipu Innovation Park, 49 Sala Street Whakarewarewa, 3010, Bay of Plenty, New Zealand, dawson@scionresearch.com
- Ferenz Divos Faculty of Wood Science, University of West Hungary, Sopron, Hungary, divos@fmk.nyme.hu; divos@fakopp.com
- Lloyd Donaldson Bioproduct Development, Scion - Next Generation Biomaterials, 49 Sala St. Rotorua, Private Bag 3020, Rotorua 3046, New Zealand, lloyd.donaldson@scionresearch.com
- Thomas Gereke Composites Group, Department of Civil Engineering & Department of Materials Engineering, The University of British Columbia, 6250 Applied Science Lane, Vancouver, B.C., Canada V6T 1Z4, thomas.gereke@composites.ubc.ca
- Per Johan Gustafsson Division of Structural Mechanics, Lund University, P.O. Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden, per-johan.gustafsson@construction.lth.se
- Nawshad Haque Division of Minerals, CSIRO Clayton, Bag 312, Clayton South, VIC 3169, Australia, Nawshad.Haque@csiro.au
- Chih Lin Huang Weyerhaeuser Technology Center, 32901 Weyerhaeuser Way S, Federal Way, WA 98001, USA, cl.huang@weyerhaeuser.com
- Saeed Kazemi-Najafi Wood & Paper Science & Technology Department, Tarbiat Modares University, Noor, Iran, skazemi@modares.ac.ir
- Christian Müller Institute for Building Materials, Wood Physics, ETH Zürich, Schafmattstrasse 6, CH-8093, Zürich, Switzerland, muellerc@ethz.ch
- Jürg Neuenschwander Electronics/Metrology/Reliability Laboratory, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Empa, Überlandstrasse 129, CH-8600, Dübendorf, Switzerland, juerg.neuenschwander@empa.ch
- Peter Niemz Institute for Building Materials, Wood Physics, ETH Zürich, Schafmattstrasse 6, CH-8093, Zürich, Switzerland, niemzp@ethz.ch
- Kent Persson Division of Structural Mechanics, Lund University, P.O. Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden, kent.persson@construction.lth.se
- Robert J. Ross Forest Products Research Laboratory One Gifford Pinchot Drive Madison, Madison, WI 53726, USA, rjross@fs.fed.us

- Sergio J. Sanabria Electronics/Metrology/Reliability Laboratory, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Empa, Überlandstrasse 129, CH-8600, Dübendorf, Switzerland, sergio.sanabria@empa.ch
 - Urs Sennhauser Department of Electronics/Metrology/Reliability Laboratory, Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Empa, Überlandstrasse 129, CH-8600, Dübendorf, Switzerland, urs.sennhauser@empa.ch
 - Erik Serrano University of Vaxjo, Lucklings plats 1 SE 35195 Vaxjo, Sweden, erik.serrano@vxu.se
- Adya P. Singh Wood and Biofibre Technologies, Scion Te Papa Tipu Innovation Park, Rotorua 3010, New Zealand, adya.singh@scionresearch.com

فصل اول

مقدمه

Voichita Bucur*

فهرست

۱-۱	پیشینه	۱
۱-۲	چوب ماسیو	۴
۱-۳	کامپوزیت‌های چوبی	۹
۱-۴	خلاصه	۱۴
۱۵	منابع	

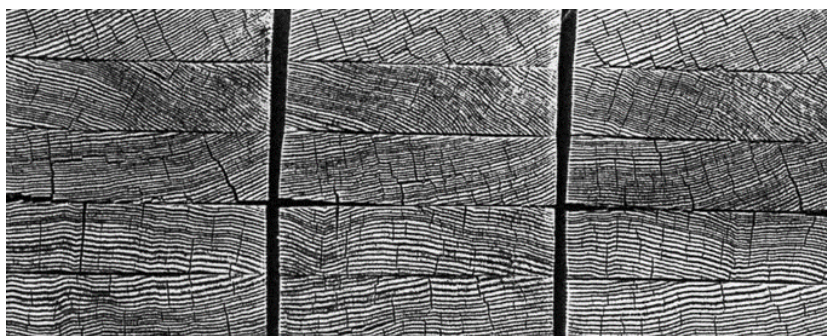
۱-۱ پیشینه

به منظور بهبود کیفیت کامپوزیت‌های چوبی و نیز ارزیابی کیفیت سطح مشترک چسب در این مواد، لازم است تا اولاً مبانی نظری توسعه یابند تا هم به صورت کمی و هم کیفی پارامترهای کیفی کامپوزیت‌ها را تشریح نموده و دوم اینکه فنون غیرمخرب جدید برای آزمایش و ارزیابی آنها توسعه داده شود.

یکپارچگی مکانیکی سطوح مشترک کامپوزیت‌های چوبی نقش اصلی را در تعیین قابلیت

*V. Bucur
CSIRO, Materials Science and Engineering Div. Bayview Avenue, Clayton,
Victoria 3168, Australia
e-mail: voichita.bucur@csiro.au

کاربرد سازه و اجزاء آن‌ها بازی می‌کند. فرآورده‌های پیشرفته جدید (یعنی الوار رشته‌ای موازی^۱ (PSL)، الوار روکش لایه‌ای^۲ (LVL) و غیره) با سطوح مشترک خاص برای افزایش مقاومت به شکست^۳ کامپوزیت چوبی و به منظور اصلاح تنش‌های باقی مانده طراحی شده‌اند. توجه خاص به این نکته ضروری است که خصوصیات مکانیکی کامپوزیت‌های چوبی که به طور عمده در مهندسی عمران مورد استفاده قرار می‌گیرد، ممکن است به واسطه عیوب به شدت در معرض آسیب قرار گرفته و به عواقب فاجعه‌بار منتهی شود. بنابراین در زمینه نظارت بر سلامت سازه برای زیرساخت مهندسی مکانیک با اجزاء چوبی و کامپوزیت‌های چوبی بررسی عیوب^۴ مسئله بسیار مهمی محسوب می‌شود. کامپوزیت‌های چوبی مواد پیچیده‌ای هستند که خصوصیات آنیزوتروپیک (هرسونایکسانی) مهمی را نشان می‌دهند. عیوب متداول مشاهده شده در این مواد عبارتند از: لایه لایه شدن بین لایه‌ها^۵، باز شدن اتصال^۶ بین لایه‌های چوب - چسب یا شکست الیاف چوب. احتمالاً رایج‌ترین عیب قابل مشاهده‌ی لایه لایه شدن، باز شدن اتصال دو لایه مجاور در کامپوزیت‌های چوبی لایه‌ای است.



شکل ۱-۱ لایه لایه شدن در مقاطع عرضی الوار لایه‌ای داگلاس فر، به لایه لایه شدن که عمدتاً در اجزاء چوبی در جهت اشعه‌های مغزی^۷ اتفاق می‌افتد دقت کنید، غالباً در سطح مشترک چوب آغاز و پایان شروع و یا خاتمه می‌یابد (شکل ۵، [۶۰]).

لایه لایه شدن می‌تواند در مقیاس‌های مختلف اتفاق بیفتد: شکل ۱-۱ مقطع عرضی لایه‌های الوار لایه‌ای داگلاس فر را با لایه لایه شدن ماکروسکوپی نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱-۱

¹ Parallel-stand lumber

² Laminated veneer lumber

³ Fracture

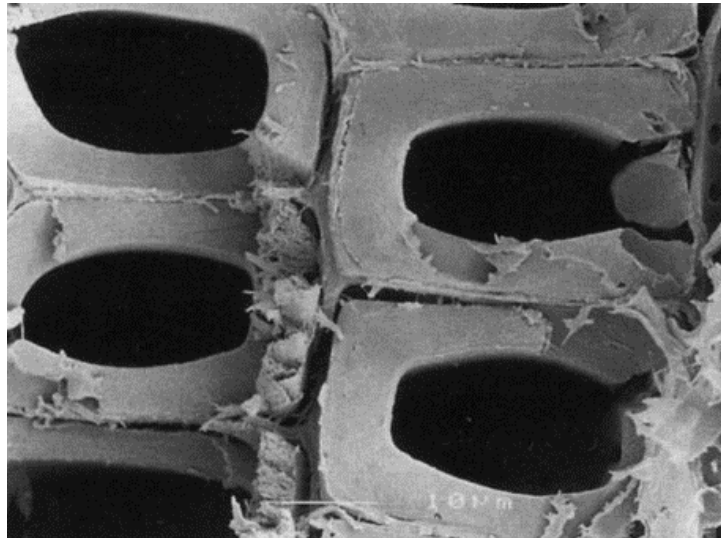
⁴ Damage

⁵ Plies

⁶ Debonding

⁷ Medularg

۲ می‌توان دید، در مقیاس زیرمیکروسکوپی، لایه‌لایه شدن می‌تواند بین لایه‌های S_1 و S_2 تراکئیدهای چوب پایان نوئل مشاهده شود. لایه‌لایه شدن ممکن است از اشتباهات فرآیندی، اتصال ناقص، جدا شدن لایه‌های مجاور و غیره و یا طی بارگذاری در کاربرد نظیر بارگذاری تصادفی بسیار زیاد به‌عنوان مثال بار برف و یا خستگی در چرخه‌های دمایی و رطوبتی حاصل شود.



شکل ۱-۲ لایه‌لایه شدن در تراکئیدهای چوب پایان نوئل بین لایه‌های S_1 و S_2 (شکل ۳، [۷۲])

بر اساس بررسی‌های گارگ^۱ (۱۹۸۸)، از سال‌های پیش، پیش‌بینی لایه‌لایه شدن کامپوزیت‌ها چالش دانشمندان و سازندگان محسوب می‌شد. علت این امر تعداد زیاد پارامترهای طراحی کامپوزیت‌ها و پیچیدگی حالت تنش به‌عنوان عامل شروع و رشد لایه‌لایه شدن است [۱۶]. در زمینه آغاز لایه‌لایه شدن، پیش‌بینی رواداری بر اساس معیارهای نیمه تجربی نظیر تنش نقطه‌ای یا میانگین تنش انجام می‌شود. به علت استفاده از چنین معیارهایی، صنایع برای اطمینان از عدم تجاوز از حاشیه امن گسیختگی^۲ لایه‌لایه شدن، ملزم به انجام آزمون‌های متعددی هستند. تاییدیه عدم توسعه^۳ لایه‌لایه شدن بر تحلیل مکانیک شکست متکی بوده که بسیار پیچیده است و مشکلات بسیاری را در شناسایی الگوی شروع لایه‌لایه شدن مطرح می‌سازد [۴۰ و ۵۵].

¹ Garg

² Failure

³ Non-propagation

در ۳۰ سال گذشته^۱، به دلیل مصرف بسیار زیاد کامپوزیت‌های لایه‌ای در مهندسی هوا و فضا، پیشرفت‌های مهمی در راستای درک بهتر مکانیک کامپوزیت‌های لایه‌ای و مکانیسم‌های آسیب آن‌ها حاصل شده است. این پیشرفت‌ها در زمینه‌های تحلیل و تشخیص در مقیاس‌های میکرو، ماکرو و مزو و توسعه مدل‌های پیشرفته ماده آنیزوتروپیک می‌باشد. هم محققین و هم تولیدکنندگان به این نتیجه رسیده‌اند که پیش شرط لازم برای تکیه بر مدل‌های محاسباتی، توسعه مدل تفضیلی ماده با روش‌های تشخیصی واضح است که در نهایت با استفاده از آزمون‌های آزمایشگاهی معرف^۲ قابل اعتبارسنجی باشد.

فیزیک لایه‌لایه شدن متاثر از برهمکنش‌های مکانیسم‌های تخریبی مختلف نظیر شکست الیاف، ریزترک‌های عرضی و جدا شدن اتصال^۳ لایه‌های مجاور دیواره سلولی می‌باشد. برای درک فیزیک لایه‌لایه شدن در مواد کامپوزیتی زیستی و به‌خصوص در چوب، فرآورده‌های چوبی و کامپوزیت‌های چوبی، کسب دانش دقیق درباره ریزساختار این مواد ضروری است.

همان‌طور که توسط کلی^۴ (۱۹۸۹) در دایره‌المعارف کوچک مواد کامپوزیت بیان شده است «سلول‌های گیاهی مثال خوبی از مواد کامپوزیت لایه‌ای هستند، سلول‌ها تقریباً به شکل لوله‌هایی با لایه‌های بین سلولی مختلف از میکروفیبریل‌های سلولزی هستند که برای تشکیل یک دیواره به هم چسبانده شده‌اند. هر لایه نازک^۵ جهت‌گیری مشخصی از الیاف را دارد که می‌تواند تصادفی، مارپیچ عرضی^۶ یا مارپیچ منفرد باشند. این مواد زیستی تحت تنش رشد می‌کنند؛ به این معنا که آگاهی از شرایط بارگذاری سازه روی هم رفته می‌تواند به‌طور موثری در استفاده کارآمدتری از الیاف به‌عنوان فرم تقویت‌کننده ایفای نقش کند. کامپوزیت‌های الیاف طبیعی به دلیل ماهیت ذاتی‌شان در کشش بهتر از فشار عمل می‌کنند و کاربردهای بسیار در مصارف با این واقعیت محدود می‌شود. مقاومت کششی مازاد موجود می‌تواند به‌طور سودمندی برای پیش تنش^۷ در نواحی کششی سازه که در برابر بارهای فشاری بسیار آسیب‌پذیرترند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین به علت حضور آب اعضای فشاری، سازه‌های سبک‌تری حاصل خواهد شد».

۲-۱ چوب ماسیو

چوب یک کامپوزیت لایه‌ای متشکل از الیاف طبیعی است که ترکیب بسیار خوبی از

^۱ مربوط به زمان چاپ کتاب اصلی یعنی ۲۰۱۱ می‌باشد

^۲ Representative

^۳ Debonding

^۴ Kelly

^۵ Lamina

^۶ Cross-helical

^۷ Pre-stress