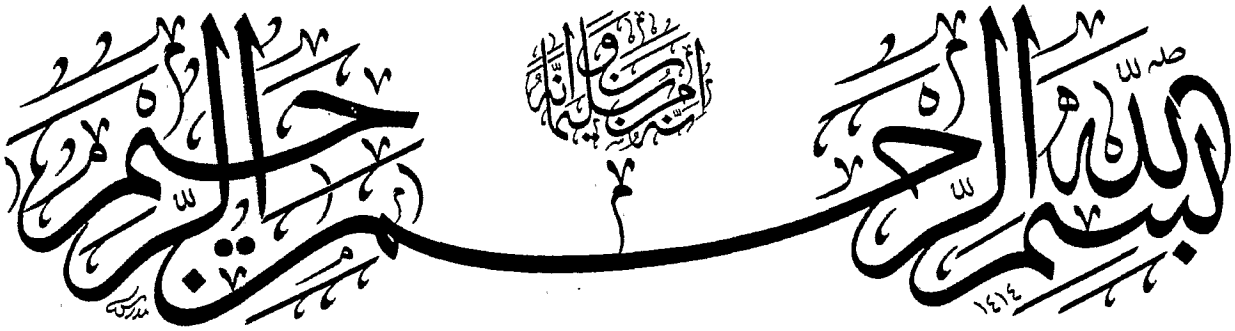
١٧٢٥



١٠٢٣٠٨

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی

پایان نامه کارشناسی ارشد

علوم و صنایع چوب و کاغذ

عنوان:

تاثیر تیمار گرمابی الیاف صنعتی بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)

نگارش:

فیروز ایل بیگی

استاد راهنما:

دکتر بهبود محبی

استاد مشاور:

دکتر سعید کاظمی نجفی

۱۳۸۷/۷/۰۵

شهریور ماه ۱۳۸۶

۱۰۲۳۵۸

تأییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه آقای فیروز ایل بیگی دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم وصنایع چوب و کاغذ تحت عنوان: تاثیر تیمار آب-گرمایی الیاف بر ویژگی های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط(MDF)

از نظر فرم و محتوی بررسی نموده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی‌ارشد پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
۱- استاد راهنما	دکتر بهبود محبی	استادیار	
۲- استاد مشاور	دکتر سعید کاظمی نجفی	دانشیار	
۳-نماینده‌شورای‌تحصیلات‌تکمیلی	دکتر اکبر نجفی	استادیار	
۴- استاد ناظر	دکتراصغر امیدوار	استاد	
۵- استاد ناظر	دکتر ربیع بهروز	استادیار	

بسمه تعالی

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به این که چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس مبین بخشی از فعالیتهای علمی – پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱) در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) های خود مراتب را قبلاً به مرکز نشر دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲) در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

((کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته **صنایع چوب و کاغذ** است که در سال **۱۳۸۶** در دانشکده منابع طبیعی به راهنمایی جناب آقای **دکتر بهبود محبی** و مشاوره استاد محترم آقای **دکتر سعید کاظمی نجفی** از آن دفاع شده است.))

ماده ۳) به منظور جبران بخشی از هزینه های نشریات دانشگاه تعداد یک در صد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به مرکز نشر دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴) در صورت عدم رعایت ماده۳ ، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه نماید.

ماده ۵) دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند، به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶) اینجانب **فیروز ایل بیگی** دانشجوی رشته **صنایع چوب و کاغذ** در مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام ونام خانوادگی: **فیروز ایل بیگی**

تاریخ و امضا:

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

خواهر و برادرم

که با حضورشان زندگی‌ام رنگ می‌گیرد

سپاس و قدردانی

خداوند گیتی را سپاسگزارم که با الطاف و عنایات بی پایان خویش، تحمل سختیها و مرارت ها را در مسیر تحقیق برایم آسان ساخت، امید به موفقیت را در من زنده نگه داشت و انجام این تحقیق را ممکن ساخت.

در طول انجام این پایان نامه از راهنماییهای اساتید ارزشمندی برخوردار بودم که لازم است صمیمانه از آنان سپاسگزاری کنم.

از جناب آقای **دکتر بهبود محبی**، استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم که از ابتدای انجام این پایان نامه تا اکنون، همواره با سعه صدر مرا از راهنمایی‌های ارزشمند علمی خویش برخوردار ساختند، صمیمانه سپاسگزارم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر **سعید کاظمی نجفی** که سمت مشاور این پایان نامه را بر عهده داشتند، و با حسن خلق، اینجانب را از راهنمایی‌های گرانقدر علمی و مساعدتهای اجرایی خویش بهره مند ساختند، کمال تشکر وقدردانی را دارم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر اصغر امیدوار که سمت داوری این پایان نامه را بر عهده داشتند، به سبب دقت نظر و نکته بینی علمی ایشان که موجب اصلاح و بهبود کیفیت این تحقیق گردید، بسیار سپاسگزارم.

از استاد گرامی جناب آقای دکتر ربیع بهروز اشکیکی داور محترم این پایان نامه که با راهنمایی های علمی خود مرا یاری نمودند، قدردانی می کنم.

از کلیه مسئولان آزمایشگاه صنایع چوب، شیمی، محیط زیست و شیلات به ترتیب آقای حسینی، آقای مهندس بور، خانم حق دوست و آقای مهندس کمالی که به نحوی بنده را در به بار نشاندن این تحقیق یاری نمودند تشکر می نمایم.

سپاس از جناب آقای کرمانشاهی مسئول محترم و زحمتکش کارگاه که اینجانب از تجربه‌ها و فروزه‌های ایشان استفاده بردم.

تقدیم به دوستان عزیزم

مقام امن و می بی غش و رفیق شفیق

گرت مدام میسر شود زهی توفیق

(حافظ)

انسان‌ها زمانی ارزش و گرانسنگی و نایابی و یگانه بودن دیگران را می‌فهمند و درمی‌یابند که آنها را از دست بدهند و حضور سنگین غیبت آنها را در هر گوشه کناری احساس کنند.

از آقایان مهندسین مرتضی مشعلچیان، رضا حاج حسنی، مرتضی مصطفی زاده، حسین اکبریان و آقای دکتر هرمز سهرابی و سایر دوستانم که هر یک به نوبه خود در انجام این تحقیق همچون خورشید بدون هیچ چشم داشتی مهر و راستی خود را بر من افشانند و در مراحل مختلف این تحقیق مرا یاری دادند، سپاسگزارم و آرزو دارم که در پناه پروردگار گیتی سلامت و خوش و دیر بزیینند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱-مقدمه و کلیات	
۱-۱- مقدمه.....	۱
۲- مروری بر پژوهش‌های پیشین	
۲-۱- سابقه تحقیق.....	۵
۲-۲- اهداف پژوهش.....	۹
۲-۳- فرضیه‌ها.....	۱۰
۳- روش تحقیق	
۳ – ۱ – آماده سازی الیاف	۱۱
۳-۲-تیمار گرمابی الیاف.....	۱۱
۳-۳- ساخت تخته‌های آزمونی.....	۱۲
۳-۴- ویژگی‌های فیزیکی.....	۱۳
۳-۵- ویژگی‌های مکانیکی	۱۴
۳-۶- تجزیه و تحلیل آماری.....	۱۵
۴– نتایج و بحث	
۴-۱- جذب آب تخته‌ها.....	۱۷
۴-۲- واکشیدگی ضخامتی تخته‌ها	۲۳
۴-۳- مدول الاستیسیته **(MOE)**.....	۳۰
۴-۴- مدول گسیختگی **(MOR)**.....	۳۴
۴-۵- مقاومت چسبندگی داخلی **(IB)**.....	۳۷
۵- نتیجه گیری و پیشنهادها	

۵-۱- نتیجه گیری کلی..... ۴۲

۵-۲- پیشنهادها..... ۴۴

منابع..... -

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۴-۱- اثر مستقل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی جذب آب.....	۲۱
شکل ۴-۲- اثر متقابل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی جذب آب.....	۲۱
شکل ۴-۳- اثر مستقل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی واکشیدگی ضخامت میانه نمونه‌ها.	۲۵
شکل ۴-۴- اثر متقابل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی واکشیدگی ضخامت میانه نمونه‌ها.	۲۵
شکل ۴-۵- اثر مستقل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی واکشیدگی ضخامت لبه نمونه‌ها...	۲۶
شکل ۴-۶- اثر متقابل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی واکشیدگی ضخامت لبه نمونه‌ها...	۲۶
شکل ۴-۷- رابطه اثر ضد واکشیدگی با دمای تیمار گرمابی در تخته فیبر نیمه سنگین.....	۲۷
شکل ۴-۸- اثر مستقل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی مدول الاستیسیته.....	۳۱
شکل ۴-۹- اثرمتقابل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی مدول الاستیسیته.....	۳۱
شکل ۴-۱۰- اثر مستقل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی مدول گسیختگی.....	۳۵
شکل ۴-۱۱- اثر متقابل دما و زمان تیمار گرمابی بر روی مدول گسیختگی.....	۳۵
شکل ۴-۱۲- اثر مستقل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی مقاومت به چسبندگی داخلی.....	۳۹
شکل ۴-۱۳- اثرمتقابل دما و مدت زمان تیمار گرمابی بر روی مقاومت به چسبندگی داخلی.....	۳۹

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱- مشخصات چسب UF مورد استفاده در ساخت تخته فیبر.....	۱۲
جدول ۳-۲- ابعاد و تعداد نمونه‌های آزمونی در هر تخته و تیمار.....	۱۳
جدول ۳-۳- فاکتورهای متغییر و سطوح مختلف تیمار گرمابی.....	۱۶
جدول ۴-۱- تجزیه واریانس آزمون های به کار رفته در روش گرمابی الیاف.....	۱۸
جدول ۴-۲- میانگین جذب آب تخته فیبر با دانسیته متوسط پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب.....	۲۰
جدول ۴-۳- میانگین واکشیدگی ضخامتی در میانه نمونه‌ها پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه-وری در آب.....	۲۴
جدول ۴-۴- میانگین مدول الاستیسیته تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف تیمار گرمابی.....	۳۰
جدول ۴-۵- میانگین مدول گسیختگی تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف تیمار گرمابی.....	۳۴
جدول ۴-۶- میانگین چسبندگی داخلی تخته‌های ساخته شده در شرایط مختلف تیمار گرمابی.....	۳۸

خلاصه:

این تحقیق اثر تیمار گرمابی را روی خواص فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF) نشان می‌دهد. الیاف از گونه‌های پهن برگ و از دفیبراتور کارخانه تهیه شده بودند؛ سپس الیاف در داخل راکتور در سه سطح دمایی ۱۲۰، ۱۵۰و ۱۸۰ درجه سانتی گراد و در سطح زمانی ۰، ۳۰ و ۹۰ دقیقه تیمار و با نمونه تیمار نشده ۲۰ درجه سانتی گراد مقایسه شدند.

بر اساس یافته‌های این پژوهش مشخص شد که تیمار گرمابی سبب افت نسبی جذب آب و کاهش معنی دار واکشیدگی، افزایش قابل ملاحظه اثر ضدواکشیدگی یا بالا رفتن ثبات ابعاد می‌گردد و در نهایت ویژگی‌های فیزیکی بهبود قابل ملاحظه‌ای می یابند؛ اما مقاومت‌های مکانیکی، اعم از مدول‌های الاستیسیته و گسیختگی و مقاومت به چسبندگی داخلی اندکی کاهش می‌یابند؛ ولی کاهش آنها در برخی از موارد معنی دار است.

در نهایت این نتیجه حاصل شد که بهترین تیمار گرمابی متعلق به دمای ۱۵۰ درجه سانتی گراد و مدت زمان ۳۰ دقیقه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تیمار گرمابی، ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی، تخته فیبر دانسیته متوسط (MDF)

۱- مقدمه

چوب و مواد لیگنوسلولزی عمدتاً رطوبت دوست می‌باشند. رطوبت کلیه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی این مواد را از خود متاثر می‌سازد. بدین خاطر کنترل جذب رطوبت یکی از مهمترین اهداف در سازه‌ها و محصولات مرکب چوبی می‌باشد . ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) نیز به عنوان یک فرآورده مرکب، همانند چوب تحت تأثیر تغییرات رطوبت قرار می‌گیرند. این ماده نیز مورد حمله عوامل مخرب بیولوژیک و هوازدگی و غیره نیز قرار می‌گیرد. بدین خاطر با استفاده از روشهای متعدد اصلاحی از جمله روش اصلاح شیمیایی و حرارتی، ویژگی‌های این مواد را می توان اصلاح نمود و آنها را برای کاربردهایی با قابلیت‌های فراتر از آنچه که هم اکنون به کار می‌روند مورد استفاده قرار داد. رطوبت از این نظر اهمیت دارد که تغییرات آن می تواند سایر ویژگی-های چوب؛ نظیر هدایت الکتریکی، مقاومت الکتریکی، هدایت و میزان انرژی حرارتی و رفتارهای صوتی را نیز تحت تأثیر خود قرار دهد.

تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) فرآورده‌ای است که از به هم چسبانیدن الیاف حاصل از گیاهان چوبی یا غیر چوبی در شرایط فرآیندی ویژه‌ای به دست می‌آید. ویژگی‌های کاربردی این تخته شباهت‌های زیادی به چوب معمولی دارد و همانند آن قابلیت برش‌خوری، میخ و پیچ کاری و غیره دارد و از نظر رفتار در برابر عواملی مانند رطوبت و عوامل مخرب بیولوژیکی نیز به یکدیگر شباهت دارند؛ لذا می‌توان با اصلاح الیاف به عنوان ماده پایه‌ای و ساختاری تخته، فرآورده‌ای با ویژگی‌های کاربردی خاص ساخت.

خصوصیات فیزیکی و مکانیکی تخته فیبر با دانسیته متوسط همانند چوب تحت تأثیر تغییرات رطوبت قرار می‌گیرند. می‌توان با استفاده از روش‌های اصلاحی، ویژگی‌های مزبور را تحت تأثیر قرار داد.

روش‌های مورد استفاده به عنوان روش‌های اصلاح چوب[1] و مواد لیگنوسلولزی محسوب می‌گردند. این روش‌ها شیمیایی، حرارتی، آنزیمی و مکانیکی هستند.

اصلاح حرارتی[2] نیز به روش‌ها و فرآیندهای متنوعی چون گرمابی[3] یا پلاتو، رتیفیکاسیون، Le Boiss Perdure، روش فنلاندی VTT تقسیم بندی می‌شود.

در تیمار گرمابی از آب به عنوان ناقل حرارت استفاده می‌شود و حرارت اعمال شده سبب تغییرات شیمیایی ترکیبات سازنده دیواره سلولی می‌گردد. این امر بر روی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب و مواد لیگنوسلولزی تأثیر می‌گذارد (Tjeerdsma و Militz، ۲۰۰۵). در طی این فرآیند ساختار شیمیایی بسپارهای[4] دیواره‌های سلولی تغییر می‌یابد و با توجه به شدت تیمار گرمابی، میزان جذب رطوبت آنها کاهش پیدا می‌کند و در چوب و یا فرآورده‌های چوبی سبب ثبات ابعاد می‌گردد. زیرا در حالی که رطوبت در محیط اطراف چوب و فرآورده اصلاح شده وجود دارد، این مواد قادر به جذب رطوبت نیستند. تیمار گرمابی به عنوان یکی از روش‌های اصلاح حرارتی می‌تواند گزینه مناسبی برای اصلاح ویژگی های تخته MDF باشد.

تیمار گرمابی یکی از روش‌های نسبتاً ساده اصلاح چوب و مواد لیگنوسلولزیی محسوب می‌گردد و به دلایل زیر بر تیمارهای شیمیایی ارجحیت پیدا می‌کند (Garrote و همکاران، ۱۹۹۹):

۱) به غیر از آب از هیچ ماده شیمیایی استفاده نمی‌شود و کل فرآیند دوست‌دار محیط زیست[5] است.

۲) همی‌سلولز به قندها و ترکیباتی با بازده بالا تبدیل می‌شوند که برای اهداف صنعتی مناسب و سودمند هستند.

۳) در تیمار گرمابی به علت pH ملایم محیط واکنش مشکل خورندگی تجهیزات را ندارد.

[1] Wood modification
[2] Thermal modification
[3] Hydrothermal
[4] Polymers
[5] Environmental friendly

۴) از مراحل لجن زدایی و بازیافت اسید اجتناب می‌شود و نشان از ساده بودن ساختار فرآینـد مـی-باشد.

۲- مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱- سابقه تحقیق

گرایش به سوی استفاده از روش‌های اصلاحی در صنایع چوب و لیگنوسلولزی از چند دهه اخیر آغاز شد و منجر به اکتشاف و ابداع روش‌های تازه‌ای در صنعت شد. از روش‌های مورد توجهی که از نظر آسیب به محیط زیست و سهولت مورد توجه قرار گرفتند، روش‌های اصلاح حرارتی و در میان آنها روش گرمابی بود.

Garrote و همکاران (۱۹۹۹) تیمار گرمابی را در دمای بین ۱۵۰ تا ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد بر روی مواد لیگنوسلولزی انجام دادند. آنان اشاره داشتند که در طی تیمار، واکنش‌های هیدرولیز در حضور یون‌های هیدروژن انجام می‌شوند. این یون‌ها که به وسیله آب ایجاد می‌شوند به عنوان کاتالیست عمل می‌کنند. نتایج نشان دادند که پیوندهای اتری همی‌سلولزها می‌شکنند و اولیگوساکاریدها و گروه‌های استیل همی‌سلولز تشکیل می‌شوند و در مراحل بعدی یون‌های هیدروژن از اسید استیک به وجود می‌آیند که در تخریب پلی‌ساکاریدها به عنوان کاتالیست عمل می‌کنند. در فرآیند تیمار گرمابی تشکیل کاتالیست یونی از اسید استیک مهم‌تر از آب است. ترکیبات دیواره سلولی در طی تیمار گرمابی دچار تغییرات شیمیایی می‌گردند و این تغییرات روی کیفیت چوب اصلاح شده تأثیر می‌گذارند. برخلاف روشهای اصلاح شیمیایی، در فرآیند گرمابی هیچ ماده شیمیایی در طی تیمار به کار نمی‌رود. در تیمار حرارتی ساختار شیمیایی چوب به وسیله واکنش‌های خود کاتالیستی[1] مواد سازنده دیواره سلولی تغییر می‌یابد. دیواره سلول‌های چوبی از سه ترکیب بسپاری[2] سلولز، همی‌سلولز و لیگنین تشکیل شده است. در طی تیمار حرارتی اسیدهای کربنیک و اسید استیک بیشتر از شکست گروه‌های استیل همی‌سلولزها تشکیل می‌شوند (Tjeerdsma و Militz، ۲۰۰۵).

[1] Autocatalayzed
[2] Polymeric

تیمارهای حرارتی و گرمابی می‌توانند بلوری شدن (Crystalization) سلولز را افزایش دهند. بدین علت می‌توانند موجب کاهش جذب رطوبت گردند. علاوه بر این، بر اثر تیمار گرمابی همی‌سلولزها از چوب خارج می‌شوند (Wallenberger و Weston، ۲۰۰۴).

در حال حاضر فرآیندهای گوناگون تیمار حرارتی تحت توسعه هستند یا تاکنون تجاری شده‌اند که از آن جمله می توان فرآیند پلاتو[1] را نام برد. این فرآیند به فرآیندهای دیگر تیمار حرارتی شبیه نیست و مرکب از دو فاز متوالی است. این فرآیند بر اساس این فرض بنا شده است که چندین واکنش شیمیایی مهم پی در پی اتفاق می‌افتند. همچنین در یک زمان در دیواره سلول در طی دو گام متوالی فرآیند پیش می‌رود. اولین گام فاز گرمابی با یک وابسپارش[2] جزیی ترکیبات دیواره سلولی آغاز می‌شود (تجزیه گرمابی[3]). دومین گام واکنش‌های مرحله پخت خشک[4] می‌باشند که در طی آن پیوندهای عرضی تشکیل شوند. در پایان واکنش‌های ناشی از تیمار گرمابی، ترکیبات بسپاری پیچیده‌ای به وجود می‌آیند (Tjeerdsma و همکاران، ۲۰۰۰).

Tjeerdsma و Militz (۲۰۰۵) در بررسی تغییرات شیمیایی ترکیبات دیواره سلولی در طی تیمار گرمابی، از طریق طیف سنجی مادون قرمز[5] نشان دادند که پس از تخریب بسپارهای پلی ساکاریدی، واکنش‌های استری روی می‌دهند که اثر خود را با افزایش پیک کربنیل در شماره موج $1740cm^{-1}$ نمایان می‌کنند.

Sander و Koch (۲۰۰۱) به بررسی ساختار دیواره‌های سلولی چوب تیمار شده به روش گرمابی پرداختند و میزان جذب UV را در آنها اندازه گیری کردند. آنان اثبات کردند که بر اثر تیمار گرمابی جذب طیف UV در لایه S_2 افزایش می‌یابد و در لایه بین سلولی تغییری حاصل نمی‌شود. تغییرات در

[1] PLATO
[2] Depolymerization
[3] Hydrothermolysis
[4] Curing
[5] Infrared spectroscopy

رفتار مولکول رنگی لیگنین واکنش‌های آشکاری را در لایه S_2 نشان می‌دهد که در نتیجه آبکافت کربوهیدراتها و واکنش‌های عرضی به وجود می‌آید.

تیمار حرارتی ساده یا تیمار گرمابی می‌تواند بلوری شدن[1] سلولز را افزایش دهد بنابراین موجب کاهش جذب رطوبت گردد. علاوه براین با تیمار گرمابی قسمتی از همی‌سلولز استخراج می‌شود؛ ولی در دمایی حدود ۱۲۰ درجه سانتی گراد درجه پلیمریزاسیون سلولز[2] (DP) شروع به کم شدن می‌کند. این امر موجب تردی و شکندگی الیاف می‌گردد و مقاومت مکانیکی را می‌کاهد. این پدیده در دماهای بالاتر از ۱۲۰ درجه سانتی گراد، به صورت استیل زدایی همی‌سلولزها و همراه با تشکیل اسید استیک روی می‌دهد و این اسید شکست زنجیر سلولز را تسریع می‌کند. بر اثر حذف همی‌سلولزها جذب رطوبت نیز کاهش می‌یابد که بعضاً همراه با تخریب دیگر خصوصیات فیبرها می‌باشد.

فرآیند دیگری از انواع تیمارهای گرمابی که به DURALIN® معروف می‌باشد و برای گیاهان یک ساله الیاف بلندی مانند ساقه کتان و کنف کاربرد دارد و در ساخت فرآورده‌های مرکب نیز به مرحله صنعتی رسیده است. در فرآیندDURALIN® دسته‌های کنف در یک مخزن آب تحت فشار در حرارت بین ۱۶۰-۱۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ دقیقه گرم می‌شوند (تجزیه گرمابی). سپس الیاف کنف با حرارت بالای ۱۸۰ درجه سانتی گراد خشک می شوند (پخت خشک). از مزیتهای این روش می توان به این نکات اشاره کرد؛ ۱- الیاف به خیساندن اولیه نیازی ندارند، ۲- بازده الیاف افزایش می‌یابد، ۳- انسجام الیاف بهبود می‌یابد، ۴- هم‌کشیدگی و واکشیدگی الیاف در اثر رطوبت کاهش پیدا می‌کند، ۵- مقاومت حرارتی الیاف افزایش می‌یابد، ۶- مقاومت به قارچها بالا می‌رود. به طور کلی خصوصیات مکانیکی تخته ساخته شده از الیاف تیمار شده به روش Duralin® نسبت به الیاف تیمار نشده افزایش می یابد. در مقایسه با روش‌های اصلاح شیمیایی که بر روی کاهش جذب رطوبت انجام شده‌اند (مانند

[1] Crystalization
[2] Degree of polymerization

روش استیله کردن با انیدرید استیک که منجر به جایگزینی گروه‌های آب دوست هیدروکسیلی با گروه-های آب گریز استیلی)، در روش‌های تیمار گرمابی از هیچ ماده شیمیایی استفاده نمی‌شود و فقط آب و انرژی به کار می‌روند (Pott و همکاران، ۲۰۰۰؛ Stamboulism و همکاران، ۲۰۰۰).

بنا به نظر Stamm (۱۹۵۶) بر اثر تیمار حرارتی تغییرات جزیی در پلی‌اوزها اتفاق می‌افتد. در حدود ۲۰٪ دیواره میانی به فورفورال تغییر آرایش می دهد و در نتیجه تردی[1] الیاف افزایش می‌یابد و کاهش معنی داری تا بیش از ۵۰٪ در مقاومت برشی پدید می‌آید. این کاهش در خصوصیات مکانیکی اثر می-گذارد و کاربرد تکنولوژیکی تخته خرده چوب را محدود می‌کند.

Ohlmeyer و Lukowsky (۲۰۰۴) از چوب تیمار شده به روش اصلاح حرارتی در ساخت تخته خرده چوب استفاده کردند و نشان دادند که خصوصیات مربوط به خواص فیزیکی از قبیل ثبات ابعاد، واکشیدگی ضخامتی، جذب آب و رطوبت تعادل به طور معنی‌داری کاهش می‌یابند. مقاومت چسبندگی داخلی (IB) و خمشی (MOE و MOR) در حد مناسبی بودند؛ اما به مصرف رزین بیشتری نیاز بود. آنان در طی پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که شرایط چیپس کردن چوبهای تیمار شده با تیمار نشده باید متفاوت باشد .از آن جایی که چوبهای تیمار شده دوام بالایی در برابر قارچها دارند، تخته‌های ساخته شده از این چوبها نیز دوام بالایی دارند. وی در پژوهش خود نتیجه می‌گیرد که می‌توان از روش اصلاح حرارتی نیز برای ساخت تخته‌های دیگری مانند تخته تراشه جهت دار شده (OSB) و تخته فیبر نیمه سنگین (MDF) استفاده کرد.

Boonstra و همکاران (۲۰۰۶) خرده‌های چوب را داخل یک راکتور ۶۰۰ لیتری حاوی آب تحت فشار بخار ۸-۱۰ بار و در دمای ۱۶۵-۱۸۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه و همچنین با بخار آب در دمای ۲۰۰-۲۱۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دادند و نشان دادند تخته خرده چوبهای ساخته شده از ثبات ابعاد خوبی برخوردار هستند؛ ولی تخته‌های تیمار شده در آب از نمونه‌های تیمار شده در بخار داغ

[1] Brittleness

ویژگی‌های بهتری دارند و با افزایش دمای بخار به بیش از ۲۰۰-۲۱۰ درجه سانتی‌گراد، مقاومت خمشی تخته‌ها کاهش می‌یابد. آنان ابراز داشتند ذرات چوبی که تحت تیمار گرمابی قرار گرفته‌اند، خصوصیات بهتری نسبت به ذرات چوبی دارند که فقط تیمار حرارتی (Thermolysis) شده‌اند.

تأثیر گذاری تیمارهایی که شامل یک مرحله تیمار گرمابی و یک مرحله تیمار حرارتی خشک یا پخت خشک[1] (استفاده از هوای داغ) باشند (PLATO) بیشتر است. افزایش دوام در برابر مقاومت پوسیدگی قارچی از جمله تأثیرات خوب این روش می باشد؛ به طوری که پس از تیمار گرمابی، مرحله پخت خشک بیشترین اثر را روی مقاومت در پوسیدگی ناشی از قارچهای نرم و قهوه‌ای دارد. پوسیدگی سفید کمتر به شرایط پخت خشک وابسته است و بیشتر متأثر از آبکافت حرارتی[2] است؛ به طوری که آبکافت حرارتی همی‌سلولز در طی تیمار گرمابی روی می‌دهد (Tjeerdsma و همکاران، ۲۰۰۰).

از روش دیگری که به تیمار گرمابی نزدیک است، تیمار گرمابی-مکانیکی[3] (THM)برای فشرده سازی چوب می‌باشد. آزمون‌های مکانیکی بروی چوبهای فشرده شده با این روش، سختی سطح، مقاومت برشی و مدول یانگ بهتری را در مقایسه با چوبهای تیمار نشده نشان می‌دهند (Navi و Girardet، ۲۰۰۰).

از خصوصیات مکانیکی چوبهای تیمار شده با روش حرارتی می‌توان از مدول خستگی[4] نام برد؛ که با افت وزن آنها نسبت عکس دارد؛ به طوری که با افزایش افت وزن، MORel کاهش می یابد. مزیت کم بودن MORel، عملکرد بهتر پرس در چسب زنی لمینت و ساخت تخته خرده چوب به واسطه بازگشت فنری[5] کمتر در چوبهای تیمار شده می‌باشد (Gonzales و همکاران، ۲۰۰۵).

[1] Curing
[2] Hydrothermolyse
[3] Thermo-Hydro-Mechanical (THM)
[4] Modulus of Relaxation (MORel)
[5] Spring-Back