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

اعضای هیئت داوران نسخه نهائی پایان نامه خانم زهرا معینی
تحت عنوان: بررسی خواص فیزیکی و میکانیکی مواد مرکب آرد چوب- پروپیلن فوم شده
را 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 سعید کاظمی نجفی	دانشیار	
۲- استاد مشاور	مهندس علی شریف پاکدامن	مربی	
۳-نماینده‌شورای‌تحصیلات‌تکمیلی	دکتر ربیع بهروز	استادیار	
۴- استاد ناظر	دکترامیر نوربخش	استادیار	
۵- استاد ناظر	دکتربهبود محبی	دانشیار	

شماره:.....

تاریخ:.....

پیوست:.....

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

نظر به اینکه 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 **۱۳۸۸** در دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور به راهنمایی جناب آقای **دکتر سعید کاظمی نجفی** و مشاوره استاد محترم آقای **مهندس علی شریف پاکدامن** از آن دفاع شده است.))

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

ماده ۴) در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰ ٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه نماید.

ماده ۵) دانشجو تعهد و قبول می‌کند 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 می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶) اینجانب **زهرا معینی** دانشجوی رشته **صنایع چوب و کاغذ** در مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه کارشناسی ارشد
علوم و صنایع چوب و کاغذ

خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن فوم شده

نگارش
زهرا معینی

استاد راهنما
دکتر سعید کاظمی نجفی

استاد مشاور
مهندس علی شریف پاکدامن

بهمن ۱۳۸۸

تقدیم به

او که مرا نعمت حیات بخشید.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

آنان که همیشه یاور و مشوق من بودند و

کلام را یارای بازگویی مقام والایشان نیست.

تقدیم به

همسر مهربان و صبورم

تقدیر و سپاس

شکر و سپاس پروردگار را که به من توانایی داد تا قدم در راه کسب علم و دانش بردارم.

در ابتدا لازم می دانم از شرکت پژوهش و فناوری پتروشیمی به دلیل حمایت از این پایان نامه قدردانی می نمایم.

در طول انجام این پایان نامه از راهنمایی های اساتید ارزشمندی برخوردار بودم که لازم است صمیمانه از آنها تشکر کنم.

از جناب **آقای دکتر سعید کاظمی نجفی**، استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم که در تمام مراحل این پایان نامه از هیچ کوششی جهت پر بارتر شدن آن دریغ ننمودند و همواره با راهنمایی های ارزشمند خود گره گشای مسائل و مشکلات این پژوهش بودند، تقدیر و تشکر می نمایم.

از استاد گرامی جناب **آقای مهندس علی شریف پاکدامن** که سمت مشاور این پایان نامه را برعهده داشتند و با حسن خلق اینجانب را از راهنمایی های گران قدر علمی و مساعدت های اجرایی خویش بهره مند ساختند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد گرامی جناب **آقای دکتر نور بخش** 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 بهبود محبی** داور محترم این پایان نامه که با راهنمایی های علمی خود مرا یاری نمودند و موجب اصلاح و بهبود کیفیت این تحقیق گردیدند.

چکیده

در این پژوهش، تاثیر مقدار آرد چوب (۴۰و۵۰ درصد) و مواد فوم کننده (۰و۱و۲ درصد) روی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن مورد بررسی قرارگرفت. بدین منظور نمونه ها با استفاده از اکسترودر دومارپیچ و دستگاه پرس ساخته شدند. سپس خواص فیزیکی مانند دانسیته، جذب آب و واکشیدگی ضخامت کوتاه مدت و بلند مدت و خواص مکانیکی نظیر مدول و مقاومت خمشی، مقاومت به ضربه بدون فاق و قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح اندازه گیری شدند. نتایج نشان دادند که با افزایش درصد آرد چوب در مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن ،دانسیته، جذب آب و واکشیدگی ضخامت کوتاه مدت و بلند مدت بطور معنی داری افزایش می یابد، همچنین مقدار مدول خمشی نیز افزایش می یابد که این افزایش از لحاظ آماری معنی دار نمی باشد. از طرفی با افزایش درصد آرد چوب در مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن، مقاومت خمشی، مقاومت به ضربه و قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح به صورت معنی داری کاهش می یابد. افزودن ماده فوم کننده به مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن باعث افزایش معنی دار جذب آب و واکشیدگی ضخامت کوتاه مدت و بلند مدت، مقاومت به ضربه و قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح و کاهش معنی دار دانسیته، مدول و مقاومت خمشی می شود. افزایش ماده فوم کننده از ۱ درصد به ۲ درصد باعث افزایش معنی دار جذب آب و واکشیدگی ضخامت کوتاه مدت و بلند مدت و قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح می شود و باعث کاهش معنی دار دانسیته می شود؛ اما افزایش ماده فوم کننده از ۱ درصد به ۲ درصد اثر معنی داری روی مدول و مقاومت خمشی و مقاومت به ضربه ندارد.

واژه های کلیدی: مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، عامل فوم کننده

فهرست مطالب

فصل اول

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۱-۱ کلیات ۱

۱-۱-۲ لزوم فوم کردن مواد مرکب چوب پلاستیک ۲

۱-۱-۳ تعریف فوم ۴

۱ -۱-۴ روش های تولید فوم ۵

۱-۱-۵ عوامل فوم کننده ۷

۱-۲ هدف تحقیق ۱۳

۱-۳ فرضیه ها ۱۴

فصل دوم

۲-۱ مروری بر مطالعات گذشته ۱۶

۲-۲ ضرورت انجام تحقیق ۲۱

فصل سوم

۳-۱ مواد ۲۳

۳-۲ روش ها ۲۴

۳-۲-۱ خشک کردن آرد چوب ۲۴

۳-۲-۲ اختلاط مواد ۲۴

۳-۲-۳ ساخت ماده مرکب چوب پلاستیک فوم شده ۲۵

۳-۳ تهیه نمونه های آزمونی ۲۷

۳-۴ اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ۲۷

۳-۴-۱ اندازه گیری دانسیته، جذب آب و واکشیدگی ضخامت ۲۷
۳-۴-۲ آزمون خمش ۲۸
۳-۴-۳ آزمون ضربه ۲۹
۳-۴-۴ آزمون قدرت نگهداری پیچ عمود برسطح ۲۹
۳-۵ تهیه تصویر الکترونی ۲۹
۳-۶ پردازش آماری داده ها ۲۹
فصل چهارم
۴-۱ خواص فیزیکی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن فوم نشده و فوم شده ۳۲
۴-۱-۱ دانسیته ۳۲
۴-۱-۲جذب آب ۳۷
۴-۱-۲-۱ جذب آب کوتاه مدت ۳۸
۴-۱-۲-۲ جذب آب بلند مدت ۴۳
۴-۱-۳ واکشیدگی ضخامت ۴۶
۴-۱-۳-۱ واکشیدگی ضخامت کوتاه مدت ۴۶
۴-۱-۳-۲ واکشیدگی ضخامت بلند مدت ۵۰
۴-۲ خواص مکانیکی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن فوم نشده و فوم شده ۵۴
۴-۲-۱ مدول خمشی ۵۴
۴-۲-۲مقاومت خمشی ۵۶
۴-۲-۳ مقاومت به ضربه بدون فاق ۶۰
۴-۲-۴ قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح ۶۳
فصل پنجم
۵-۱ نتیجه گیری ۶۹

۵-۱-۱ اثر آرد چوب روی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن.....۶۹

۵-۱-۲ اثر مقدار ماده فوم کننده روی خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن ۷۱

۵-۲ پیشنهاد ها..... ۷۴

منابع ۷۵

فهرست شکل ها

شماره	عنوان	صفحه
۱-۱	دیاگرام مسیر تجزیه آزو دی کربن امید	۱۲
۱-۳	دستگاه اکسترودر ZSK	۲۵
۲-۳	سرریز شدن مواد در اثر ماده فوم کننده از درون قالب دستگاه پرس	۲۶
۱-۴	اثر مستقل آرد چوب روی دانسیته مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۳۳
۲-۴	اثر مستقل ماده فوم کننده روی دانسیته مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۳۵
۳-۴	تصاویر میکروسکوپ الکترونی (بزرگنمایی ۵۰۰x) از مقاطع مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۳۶
۴-۴	تاثیر ماده فوم کننده و آرد چوب روی دانسیته مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۳۷
۵-۴	اثر مستقل آرد چوب روی جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۴۰
۶-۴	اثر مستقل ماده فوم کننده روی جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۴۱
۷-۴	اثر متقابل آرد چوب و ماده فوم کننده روی جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۴۲
۸-۴	روند جذب آب مواد مرکب ساخته شده در تیمارهای ۶ گانه	۴۴
۹-۴	اثر مستقل آرد چوب روی واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۴۷
۱۰-۴	اثر مستقل ماده فوم کننده روی واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۴۸
۱۱-۴	اثر متقابل آرد چوب و ماده فوم کننده روی جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۴۹

فهرست شکل ها

شماره	عنوان	صفحه
۴-۱۲	روند واکشیدگی ضخامت مواد مرکب ساخته شده در تیمارهای ۶ گانه	۵۱
۴-۱۳	برازش داده های تجربی و پیش بینی شده واکشیدگی ضخامت در تیمار PW40 و W40F1	۵۳
۴-۱۴	اثر مستقل آرد چوب روی مدول خمشی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۵۵
۴-۱۵	اثر مستقل ماده فوم کننده روی مدول خمشی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۵۶
۴-۱۶	اثر مستقل آرد چوب روی مقاومت خمشی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۵۸
۴-۱۷	اثر مستقل ماده فوم کننده روی مقاومت خمشی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۵۹
۴-۱۸	اثر مستقل آرد چوب روی مقاومت به ضربه مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۶۱
۴-۱۹	اثر مستقل ماده فوم کننده روی مقاومت به ضربه مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۶۳
۴-۲۰	اثر مستقل آرد چوب روی قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۶۵
۴-۲۱	نمونه های مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن بعد از آزمون پیچ	۶۵
۴-۲۲	اثر مستقل ماده فوم کننده روی قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح مواد مرکب آرد چوب - پلی پروپیلن	۶۶
۴-۲۳	نمونه های مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن بعد از آزمون پیچ	۶۶

فهرست جدول ها

شماره	عنوان	صفحه
۳-۱	خواص کلی آزو دی کربن آمید	۲۳
۳-۲	درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۲۴
۳-۳	شرایط فرآیندی مورد استفاده در اکسترودر ZSK	۲۵
۳-۴	ابعاد و تعداد نمونه های آزمونی برای هر تیمار مطابق استانداردهای ASTM و DIN	۲۷
۴-۱	تجزیه واریانس مقادیر دانسیته مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۳۲
۴-۲	تجزیه واریانس مقادیر جذب آب ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۳۹
۴-۳	ضریب انتشار، حداکثر جذب آب و ضرایب n و k در تیمارهای ۶ گانه	۴۵
۴-۴	تجزیه واریانس مقادیر واکشیدگی ضخامت ۲ و ۲۴ ساعت مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۴۶
۴-۵	ضخامت اولیه، ضخامت نهایی، واکشیدگی ضخامت، معیار نرخ واکشیدگی و مجموع مربعات	۵۳
۴-۶	تجزیه واریانس مقادیر مدول خمشی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۵۴
۴-۷	تجزیه واریانس مقادیرمقاومت خمشی مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۵۷
۴-۸	تجزیه واریانس مقادیرمقاومت به ضربه مواد مرکب آرد چوب-پلی پروپیلن	۶۰
۴-۹	تجزیه واریانس مقادیر قدرت نگهداری پیچ عمود بر سطح مواد مرکب آرد چوب پلی پروپیلن	۶۴
۵-۱	مقایسه خواص فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب فوم شده آرد چوب-پلی پروپیلن با MDF	۷۳

فصل اول

مقدمه و اهداف

۱-۱ مقدمه

۱-۱-۱ کلیات

در سال های اخیر استفاده از مواد مرکب[1] به خصوص مواد مرکب زمینه پلیمری رشد سریعی داشته است. عامل اصلی توسعه این مواد مرکب خواص بهینه آنها نسبت به اجزای تشکیل دهنده می باشد. از آن جا که در تولید قطعات پلاستیکی (پلیمری) هزینه ماده اولیه در حدود ۶۰ درصد کل هزینه های ساخت را تشکیل می دهد، کاهش مقدار ماده اولیه مصرفی امری ضروری است (Martini،۱۹۸۱). استفاده از پرکننده ها[2] و تقویت کننده ها[3] در بسیاری مواقع باعث کاهش قیمت مواد اولیه می شود. در ساخت مواد مرکب زمینه پلیمری در ابتدا از پرکننده ها و تقویت کننده های معدنی و مصنوعی استفاده شده است، اما از دهه ۱۹۷۰ استفاده از پرکننده های آلی به شکل آرد یا الیاف چوب مورد توجه قرار گرفت و گروه جدیدی از مواد مرکب زمینه پلیمری با نام کلی مواد مرکب چوب-پلاستیک[4] متولد شده اند (Zhang، ۲۰۰۴).

در ساخت این مواد مرکب محدوده وسیعی از ترموپلاستیک ها از قبیل: پلی پروپیلن، پلی اتیلن، پلی وینیل کلراید، پلی استایرن، پلی استر و ... به همراه پرکننده های سلولزی شامل آرد یا الیاف چوب، الیاف کتان، کنف، بامبو، کاه و... مورد استفاده قرار می گیرند (Maiti و همکاران، ۲۰۰۴). دانسیته پایین، به فراوانی در دسترس بودن، قیمت پایین، فرآیند پذیری آسان، قابلیت بازیافت و غیر ساینده بودن تجهیزات از مزایای مهم پرکننده های سلولزی است (Lee و همکاران، ۲۰۰۷) .

---

[1] Composites
[2] Fillers
[3] Reinforcement agents
[4] Wood Plastic Composites

۱-۱-۲ لزوم فوم کردن[5] مواد مرکب چوب پلاستیک

کاربرد مواد مرکب چوب پلاستیک به دلیل خواص ویژه ای که دارند روز به روز در حال افزایش است. در واقع مواد مرکب چوب پلاستیک به یک محصول تجاری تبدیل شده و کاربردهای بسیاری دارند، البته این محصول معایبی هم دارد که با گسترش کاربردهای آن لازم است برطرف شوند. از مهم ترین معایب مواد مرکب چوب پلاستیک می توان به جذب آب و واکشیدگی ضخامت زیاد ، دانسیته بالای چوب پلاستیک و پایین بودن خواص مقاومتی آن نسبت به پلاستیک خالص اشاره نمود.

دانسیته چوب پلاستیک از پلاستیک خالص و چوب بالاتر است که دلیل اساسی این موضوع فشردگی سلول های چوب در طی فرآیند تولید است. در طی فرآیند تولید چوب پلاستیک، سلول های چوب تا حدود چگالی ماده جامد چوب (حدود $1/5\ g/cm^3$) فشرده و متراکم می شوند و تمام حفرات و خلل و فرج موجود در ساختار ذرات چوب کاملا توسط پلیمر پر می شود (Park و Balatinecz، ۱۹۹۶؛ Geimer و همکاران، ۱۹۹۳). همچنین مقاومت کششی و خمشی چوب پلاستیک در مقایسه با پلیمرهای خالص پایین تر است و علاوه بر این چوب پلاستیک شکننده است و دارای مقاومت به ضربه پایین تری در مقابل پلاستیک های بدون فیلر است (Matuana و هکاران، ۱۹۹۷؛ Mengeloglu و همکاران، ۲۰۰۰؛ Park و Balatinecz، ۱۹۹۶).

پایین بودن خواص مقاومتی چوب پلاستیک نتیجه پیوستگی ضعیف بین چوب آبدوست و پلاستیک آبگریز است، در واقع افزودن آرد چوب به زمینه پلیمری باعث کاهش خواص مقاومتی مواد مرکب حاصل می شود که دلیل آن سازگاری کم بین چوب قطبی و زمینه غیر قطبی است (Liao و همکاران، ۱۹۹۷؛ Lai و همکاران، ۲۰۰۱؛ Kazayawoko و همکاران، ۱۹۹۹)، لذا افزودن سازگار کننده[6] به این ترکیبات، باعث بهبود برخی از خواص مقاومتی آنها می شود. در واقع سازگار کننده

---

[5] Foaming
[6] Compatibilizer agents

مانند پلی است که از طریق تشکیل پیوندهای شیمیایی و فیزیکی، بین چوب و پلیمر زمینه اتصال برقرار می کند (Myers و همکاران، ۱۹۹۱؛ Lu و همکاران، ۱۹۹۳؛ Joly و همکاران، ۱۹۹۶). اگر چه با افزودن سازگارکننده به چوب پلاستیک مقاومت کششی و خمشی آن به طور چشمگیری افزایش می یابد (Takase و Shiraishi، ۱۹۸۹؛ Liao و همکاران، ۱۹۹۷؛ Matuana و همکاران، ۱۹۹۸)، اما با وجود بهبود برخی خواص مقاومتی توسط سازگار کننده، محدودیت اصلی مواد مرکب چوب پلاستیک یعنی دانسیته بالای این مواد برطرف نشد؛ لذا باید راه حلی برای کاهش دانسیته یافت.

یکی از راه های موثر برای کاهش دانسیته مواد مرکب چوب پلاستیک، فوم کردن و ایجاد حباب در ساختار این مواد می باشد (Rizvi و همکاران، ۲۰۰۰؛ Matuana و Mengeloglu، ۲۰۰۱؛ Lee و همکاران، ۲۰۰۷). فوم کردن که به منزله ایجاد تخلخل می باشد باعث تغییر قابل ملاحظه ای در خواص محصول تولیدی می شود. ایجاد حباب های ریز، دانسیته مواد مرکب چوب پلاستیک را کاهش و برخی خواص مقاومتی را به صورت قابل ملاحظه ای افزایش می دهد (Matuana و همکاران، ۱۹۹۸). از طرفی اگر چوب پلاستیک های فوم شده دارای تعداد زیادی حباب های ریز باشند که به طور یکنواخت در زمینه پلیمری توزیع شده باشند، خواص مکانیکی آنها به صورت قابل ملاحظه ای افزایش خواهد یافت. به علاوه فوم کردن مواد مرکب چوب پلاستیک باعث کاهش هزینه مواد اولیه و کاهش مصرف منابع طبیعی می شود. اهمیت این موضوع زمانی آشکار می شود که بدانیم طبق نتایج تحقیقات هزینه مواد اولیه ۶۰ درصد هزینه های ساخت را تشکیل می دهد (Martini، ۱۹۸۱). کاهش دانسیته همچنین باعث کاهش هزینه های حمل و نقل و افزایش ظرفیت ترابری در صنایع خودروسازی و هوا و فضا می شود.

قطعات فوم شده دارای ویژگی های عایق حرارتی و صوتی مناسبی می باشند که این پدیده ناشی از مقاومت بالای آنها در برابر پدیده انتقال می باشد، همچنین در این قطعات خواص ضربه گیری و شناوری افزایش خواهد یافت (Klempner و Frisch، ۱۹۹۱؛ Landrock، ۱۹۹۵).

از آنجا که در مواد مرکب چوب پلاستیک فوم شده اندازه حباب ها و حفره های ایجاد شده بسیار کوچک می باشد، سطح قطعات تولید شده صاف و هموار است و نیاز به عملیات بعدی برای پرداخت سطح ندارند.

از مهمترین بازارهای مواد مرکب چوب پلاستیک فوم شده می توان به صنایع هوا و فضا، اتومبیل سازی، بسته بندی، لوازم خانگی، اسباب بازی سازی، عایقکاری، ساختمان سازی، کشاورزی، لوازم تفریحی ورزشی و... اشاره نمود. بنابراین امروزه در هر جا که از پلیمرها یا مواد مرکب پایه پلیمری استفاده می شود می توان برای کاهش مقدار ماده مصرفی وارد عمل شد، زیرا کاهش مقدار ماده مصرفی باعث می شود تا علاوه بر کاهش هزینه های مواد اولیه، فشار وارد بر دستگاه های تولیدی نیز کاهش یابد و در نتیجه می توان هم هزینه های ساخت و هم هزینه های فرآیندی را کاهش داد.

۱-۱-۳ تعریف فوم

فوم ها توسط جوانه زنی گاز در پلیمرها ایجاد شده و باعث تولید تعداد بسیار زیادی حباب های ریز درون پلیمرها می شوند (Rizvi و همکاران، ۲۰۰۰). اگر حباب های به اندازه کافی کوچک، در قطعه پلیمری ایجاد شود؛ چگالی بدون از دست دادن قابل ملاحظه خواص مکانیکی کاهش خواهد یافت. به طور کلی صرف نظر از نوع پلیمر و فرآیند مورد استفاده، فوم کردن شامل سه مرحله اساسی می باشد که عبارتند از:

۱) تشکیل حباب ها (هسته زایی)[۷]

۲) رشد حباب ها[۸]

[7] Bubble Nucleation
[8] Bubble Growth