Archive of SID

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۶، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ۷۷۱-۷۵۷، (۱۳۹۰)

اثر درجات مختلف پلی‌پروپیلن و ماده سازگارکننده بر روی ویژگی‌های چندسازه چوب- پلاستیک

فاطمه طاهری[1*]، علی‌اکبر عنایتی[2]، عبدالرسول ارومیه‌ای[3] و مهدی تجویدی[4]

۱*- مسئول مکاتبات، کارشناس‌ارشد صنایع چوب، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
پست‌الکترونیک:Taheri.rezvan@gmail.com
۲- استاد، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران
۳- دانشیار، پژوهشکده پلیمر و پتروشیمی ایران
٤- دانشیار، گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت : آبان ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۰

چکیده

با استفاده از سه درجه مختلف پلی‌پروپیلن و دو نوع سازگارکننده متفاوت و بدون سازگارکننده و آرد چوب پسته، نمونه‌های آزمونی چندسازه‌های چوب‌پلاستیک ساخته شده و خواص آنها با یکدیگر مقایسه گردید. به این منظور خواص فیزیکی و مکانیکی نمونه‌های آزمونی چوب‌پلاستیک ازجمله جذب آب و واکشیدگی ضخامت درازمدت (۸۱٦ ساعت)، مقاومت‌خمشی، مقاومت‌کششی، مدول‌الاستیسیته کششی و خمشی، مقاومت به ضربه و سختی اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از اندازه‌گیریهای ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی نشان داد که اثر درجه پلی‌پروپیلن و نوع ماده سازگارکننده بر میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت نمونه‌ها پس از ۸۱٦ ساعت غوطه‌وری در آب و هم‌چنین مقاومت به ضربه و سختی، معنی‌دار نبوده است. البته استفاده از پلی‌پروپیلن با شاخص جریان مذاب بالاتر حتی در صورت عدم استفاده از ماده‌سازگازکننده، منجر به افزایش ویژگی‌های مکانیکی چندسازه‌ی چوب‌پلاستیک ازجمله مقاومت‌خمشی و کششی شد. به هرحال، به کار بردن انواع متفاوت MAPP به‌عنوان سازگارکننده، ویژگی‌های مکانیکی چوب‌پلاستیک را افزایش می‌دهد که با توجه به نوع آن می‌تواند اثر متفاوتی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: چندسازه چوب‌پلاستیک، درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن، ماده سازگارکننده، مقاومت‌های فیزیکی و مکانیکی.

مقدمه

چوب‌پلاستیک که به اختصار WPC[1] نامیده می‌شود، مخلوطی از ذرات چوب و مواد پلیمری است که ظاهری شبیه به چوب داشته ولی به‌وسیله‌ی فرایندهای تولید پلاستیک شکل می‌گیرد (چهارمحالی، ۱۳۸٤). در ساخت چندسازه‌های چوب‌پلاستیک محدوده‌ی وسیعی از پلیمرها مانند پلی‌پروپیلن، پلی‌اتیلن، پلی‌ونیل استیل و ... همراه با پُرکننده‌های سلولزی نظیر آرد و الیاف چوب، کتان، کنف، بامبو، کاه و کلش مورد استفاده قرار می‌گیرد (Espert *et al.*, 2004). البته پلاستیک‌های گرمانرم برای شکل‌گیری به صورت سیال مناسب هستند. از جمله این مواد می‌توان پلی‌اتیلن با دانسیته کم یا زیاد، پلی‌استیرن، پلی‌متیل‌متااکریلات (PMMA) و پلی‌پروپیلن را نام برد.

1-Wood Plastic Composite

www.SID.ir

Archive of SID

پلی‌پروپیلن ساختار شیمیایی شاخه‌دار میکروسکپی دارد. این ساختار عمدتاً خواص شیمیایی و دیگر خواص پلی‌پروپیلن را تعیین می‌کند. پلی‌پروپیلن‌ها دانسیته جرمی ۰/۹۰–۰/۹۱ g/m^3 را دارند که تقریباً مساوی پلی‌اتیلن با دانسیته کم می‌باشد و کمتر از اغلب پلی‌اتیلن‌هاست. در سال‌های اخیر استفاده از پلی‌پروپیلن به دلیل نظم ساختمانی و استحکام کافی و سفتی بیشتر، محدوده دمای بالاتر و جلای ظاهری بیشتر، مقاومت در برابر ضربه بالا، خواص الکتریکی مطلوب، دوام زیاد در مقابل اسیدها، بازها و نمک‌ها نسبت به پلی‌اتیلن کاربرد وسیع‌تری یافته است (روحانی، ۱۳۸۲). شاخص جریان مذاب یکی از ویژگی‌های پلیمرها است که خصوصیات محصول تولیدی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شاخص جریان مذاب (MFI: Melt Flow Index) نمایانگر سرعت جریان مذاب یک ماده گرمانرم است (مانند پلاستیک در مدت زمان ۱۰ دقیقه از طریق یک نازل با قطر 2.0955±0.0051 mm و فشار ثابت وزنه ۲/۱۶ کیلوگرم در دمای ۱۹۰°C تعیین می‌گردد). شاخص جریان مذاب بیانگر متوسط وزن مولکولی و معکوس ویسکوزیته مذاب می‌باشد. به عبارت دیگر MFI بالاتر نشان‌دهنده جریان مذاب بیشتر است. به طوری که دانستن MFI پلیمر جهت پیش‌بینی و کنترل فرایند یک امر ضروریست (Chui *et al.*, 2007).

در هنگام استفاده از الیاف چوب به‌عنوان پُرکننده در پلاستیک‌ها مشکلاتی نظیر عدم سازگاری بین پرکننده آبدوست و ماده زمینه (پلاستیک) آب‌گریز و دشواری توزیع یکنواخت این پرکننده‌ها در پلاستیک به وجود می‌آید، که جهت برطرف کردن این مشکلات از سازگارکننده‌های مختلفی استفاده می‌شود. در حال حاضر در بیشتر تحقیقات از مالئیک انیدرید پیوند شده با پلی‌پروپیلن (MA-PP) به‌عنوان ماده سازگارکننده در ساخت چوب‌پلاستیک دارای ماتریس پلی‌پروپیلن استفاده می‌گردد. این نوع ماده سازگارکننده نیز دارای انواع مختلفی است که ویژگی‌های متفاوتی دارند و می‌توانند ویژگی‌های نهایی چوب‌پلاستیک تولید شده را تحت تأثیر قرار دهند. هدف از اجرای این تحقیق بررسی اثر شاخص جریان مذاب درجه‌های مختلف یک پلیمر بر ویژگی‌های چندسازه چوب‌پلاستیک بوده است.

Panthapulakkal و همکاران (۲۰۰۶) چندسازه تزریقی پلی‌پروپیلن با ساقه‌ی ذرت، کاه گندم، آرد چوب و روزنامه‌های کهنه تولید کردند. آنها در این بررسی دو نوع پلی‌پروپیلن را مورد استفاده قرار دادند، و دریافتند که ویژگی‌های مقاومتی چندسازه ساخته شده با آرد چوب از چندسازه حاوی آرد مواد لیگنوسلولزی بیشتر است. به طوری که با افزودن پرکننده به میزان ۳۰٪ به هر دو نوع پلی‌پروپیلن، مقاومت کششی تغییری پیدا نکرد. بنابراین با اضافه کردن سازگارکننده مقاومت کششی در هر دو نوع پلی‌پروپیلن افزایش می‌یابد.

Xumin و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی اثر سازگارکننده بر ویژگی‌های چندسازه چوب‌پلاستیک پرداختند. آنها اثر افزودن دو نوع سازگارکننده‌ی مالیئک انیدرید و ایزوسیانات به میزان دو درصد را به چهار نوع پلی‌مر PP ، PE، PS و ABS بررسی و بیان کردند که افزودن مالیئک انیدرید به هر چهار پلیمر منجر به افزایش چسبندگی داخلی شده که بیشترین میزان آن در پلی‌پروپیلن مشاهده شده است. ضمن اینکه ایزوسانات اثر بیشتری نسبت به مالیئک انیدرید داشته است، زیرا نه تنها به‌عنوان سازگارکننده بلکه به‌عنوان چسب نیز عمل می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID

Dang و همکـــاران (۲۰۰۸) بهبـــود ســـازگاری و ویژگی‌های مکانیکی چندسازه‌های حاصل از الیاف چـوبی و پلی‌پروپیلن را با استفاده از دو نوع مالیئک انیدرید (PP-g-MAH) و (SEBS-g-MAH) بررسـی و بـه ایـن نتیجـه رسیدند که افزودن هر دو منجر بـه افـزایش ویژگـی‌هـای مکانیکی چندسازه شد ولی این افزایش در مورد استفاده از (SEBS-g-MAH) بیشتر بود، چون ایـن مـاده عـلاوه بـر سازگارکننده، نقش هاردنر نیز دارد.

مواد و روشها

پلیمر مورد استفاده در این تحقیق، پلی‌پروپیلن بـا سـه درجه مختلف به نـام‌هـای X30S، V30S و HP552R بـا شاخص جریان مذاب بـه‌ترتیـب ۸، ۱۸ و ۲۵ (g/10min) تولیـد پتروشـیمی اراک بـا مقـادیر تقریبـاً مشـابه در ویژگی‌های مدول‌خمشی، مقاومـت بـه ضـربه، مقاومـت کششی، افزایش طول و سختی بود.

از دو نوع انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلن (MA-PP) با نـام KARABOND PAM (با کـد تولیـد شـرکت گـرانکین-ایـران) بـا ۱۷٪ مالئیـک انیدریـد و Scona (بـا کـد TPPP8112FA تولیـد شـرکتKometra آلمـان) بـا ۱٤٪ مالئیک‌انیدرید به‌عنوان ماده‌سازگارکننده استفاده شد.

ضایعات حاصل از هرس سرشاخه‌های درختان پسـته همراه با پوست، توسط اره‌نواری بـه قطعـات کوچـک‌تـر تبدیل شدند. سپس این قطعات با استفاده از آسیاب پالمن و پس از آن با استفاده از آسیاب کوچک آزمایشـگاهی بـه آرد چوب تبدیل گردیدند. همچنین با استفاده الک‌های بـا مش ٤۰ و ۸۰ ذرات ریز چوب مورد نیاز جدا شدند. ذرات چوب قبل از فرایند اختلاط به مدت ۲٤ ساعت و با دمای ۱۰۲±۳ °C تا رطوبت زیر ۱٪ خشک شدند.

جدول ۱- ترکیب تیمارهای مختلف به‌کار رفته برای ساخت چندسازه

درجه‌های پلی‌پروپیلن	نوع سازگارکننده
X30S	KARABOND PAM TPPP 8112FA بدون سازگارکننده
V30S	KARABOND PAM TPPP 8112FA بدون سازگارکننده
HP552R	KARABOND PAM TPPP 8112FA بدون سازگارکننده

ساخت نمونه‌های آزمونی

ساخت نمونه‌های آزمونی چندسازه چوب‌پلاستیک بـا در نظر گرفتن عوامل متغیر:

- پلی‌پروپیلن با سه درجه مختلف به نام‌هـای X30S ، V30S و HP552R
- ماده سـازگارکننده دو نـوع (KARABOND PAM و Scona TPPP 8112 FA)

و عوامل ثابت:

نسبت اختلاط آرد چوب و ماتریس پلی‌پروپیلن (٦۰٪ به ٤۰٪)، میزان مـاده سـازگارکننده ۲٪، مـاده پرکننـده بـا اندازه ذرات ٤۰ و ۸۰ مش، شرایط ساخت (دمـا، سـرعت اختلاط) برای تمامی تیمارها، مطابق جدول ۱ انجام شد.

نمونه‌های آزمونی پس از آماده کـردن مخلـوط پلیمـر، ماده پرکننـده و مـاده‌سـازگارکننده بـا اسـتفاده از دسـتگاه اکسـترودر دو مـارپیچ ناهمسـوگرد (سـاخت کارخانـه Dr.Collin) با دمای ۱۸۰-۱٤٥ درجه سـانتی‌گـراد سـاخته شدند. مخلوط مواد با استفاده از قیف تغذیه وارد دسـتگاه شده و با سـرعت ۱٤۰ rpm کـار اخـتلاط انجـام شـد. از قسمت خروجی دستگاه مواد سرد شـده جمـع‌آوری و بـا

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از آسیاب آزمایشگاهی به گرانول تبدیل شدند. گرانول‌های به‌دست آمده به مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس نگهداری و برای جلوگیری از جذب رطوبت، در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری گردید. چندسازه چوب‌پلاستیک به وسیله دستگاه تزریق با دمای ۱۸۰-۱۷۰ درجه سانتی‌گراد ساخته شدند.

اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی

برای بررسی کیفیت نمونه‌های آزمونی و ارزیابی اثر عوامل متغیر، ویژگی‌های مکانیکی شامل مقاومت‌کششی براساس استاندارد ASTM D638 و مقاومت‌خمشی با استفاده از استاندارد ASTM D790 توسط دستگاه Instron با سرعت بارگذاری mm/min ۵ و دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد، مقاومت به ضربه طبق استاندارد ASTM D256، سختی با استفاده از استاندارد ASTM D221 و ویژگی‌های فیزیکی مانند جذب آب طبق استاندارد ASTM D570 و واکشیدگی ضخامت پس از ۸۱٦ ساعت غوطه‌وری در آب انجام شد.

نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی و فیزیکی نمونه‌های آزمونی در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل با ۹ تیمار و ۵ تکرار برای هر تیمار مورد بررسی قرار گرفتند. به طوری که اثر مستقل و متقابل فاکتورها با تکنیک تجزیه واریانس آنالیز شدند. البته برای گروه‌بندی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس اثر عوامل متغیر مورد بررسی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چندسازه‌های ساخته شده در جدول ۲ نشان داده شده است.

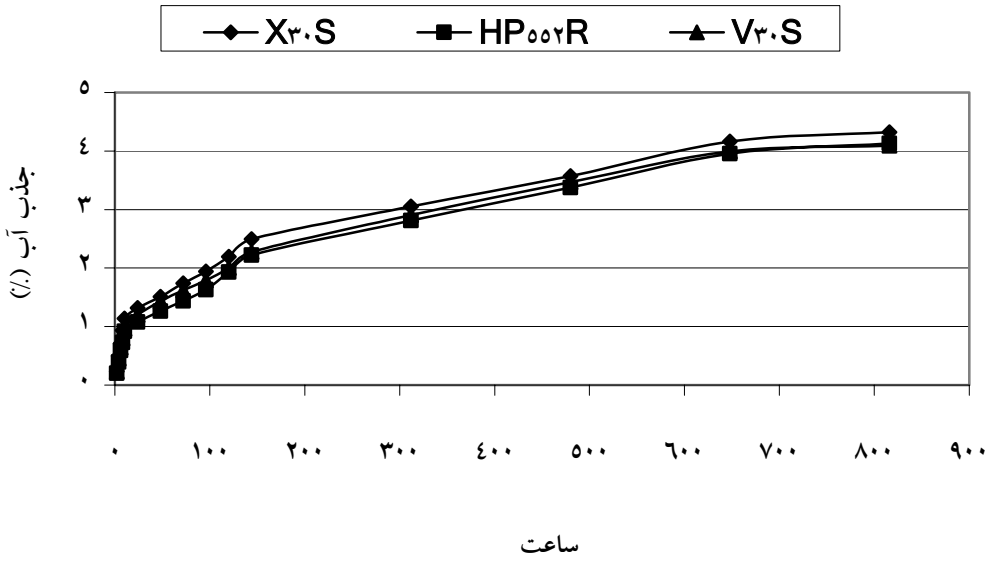
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر متغیرها بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چندسازه

ویژگی	درجه پلی‌پروپیلن	ماده سازگارکننده
جذب آب	n.s.	n.s.
واکشیدگی ضخامت	n.s.	n.s.
سختی	n.s.	n.s.
مقاومت به ضربه فاقدار	n.s.	*
مقاومت به ضربه بدون فاق	n.s.	n.s.
مقاومت خمشی	**	**
مدول خمشی	**	**
مقاومت کششی	**	*
مدول کششی	*	**
درصد ازدیاد طول در شکست	*	**

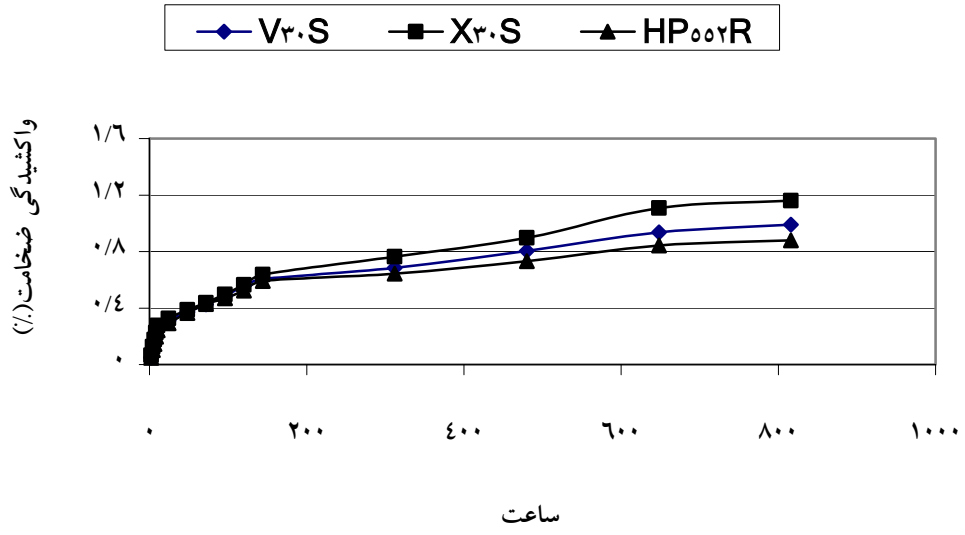
* در سطح ۵٪ : ** در سطح ۱٪ معنی‌دار : n.s. معنی‌دار نیست

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ١- (الف) اثر درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن بر جذب آب در درازمدت



نمودار ١- (ب) اثر درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن و واکشیدگی ضخامت درازمدت

www.SID.ir

Archive of SID

اثر درجه پلی‌پروپیلن:

با توجه به نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت درازمدت چندسازه‌های ساخته شده از درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن نشان می‌دهد که تفاوت بین آنها معنی‌دار نمی‌باشد (جدول۲). میزان جذب آب در چندسازه‌های ساخته شده با پلی‌پروپیلن درجه X30S از درجه‌های V30S و HP552R بیشتر است (نمودار ۱). این موضوع را می‌توان به شاخص جریان مذاب کمتر این درجه پلی‌پروپیلن ارتباط داد. زیرا با افزایش شاخص جریان مذاب، فواصل بسیار ریز موجود در بین زنجیره‌های پلیمری کاهش یافته و به همین دلیل نفوذ مولکول‌های آب بین زنجیره‌های پلیمری کمتر می‌شود. از طرف دیگر، با افزایش شاخص جریان مذاب، ماتریس پلیمری همانند غلافی الیاف آبدوست را به خوبی دربرگرفته و دسترسی آب به آنها کاهش می‌دهد (Espert *et al.*, 2004).

کمترین میزان واکشیدگی ضخامت درازمدت مربوط به چندسازه تولید شده با درجه HP552R می‌باشد (نمودار ۱). شاخص جریان مذاب بالای این درجه پلی‌پروپیلن منجر به اختلاط مناسب ماتریس پلیمری با پرکننده و ترشدگی مطلوب الیاف توسط پلیمر شده و علاوه بر کاهش فواصل بسیار ریز بین زنجیره‌های پلیمری، بخش آبدوست چندسازه (پرکننده) توسط غلافی از پلیمر احاطه می‌شود. تحقیقات محققان مختلف ازجمله اسپرت نتیجه به‌دست آمده را تأیید می‌کند (Espert *et al.*, 2004).

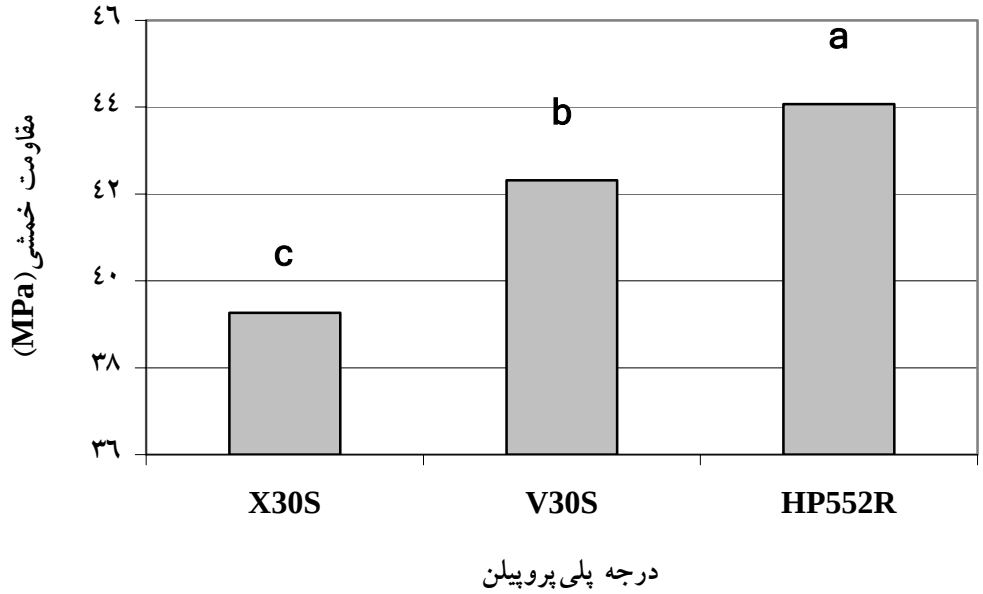
در بین مقاومت‌های مکانیکی چندسازه ساخته شده از درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن، سختی، مقاومت به ضربه فاقدار و مقاومت به ضربه بدون فاق چندسازه تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول۲).

چندسازه‌های حاوی پلی‌پروپیلن درجه X30S بیشترین و نمونه‌های حاوی پلی‌پروپیلن درجه V30S کمترین میزان سختی را به خود اختصاص دادند. به‌طوری که بیشترین میزان مقاومت به ضربه فاقدار در چندسازه‌های ساخته شده با پلیمر درجه V30S مشاهده شد؛ و بالاترین میزان مقاومت به ضربه بدون‌فاق مربوط نمونه‌های حاوی پلیمر درجه HP552R و کمترین آن مربوط به نمونه‌های ساخته شده با پلیمر درجه X30S می‌باشد.

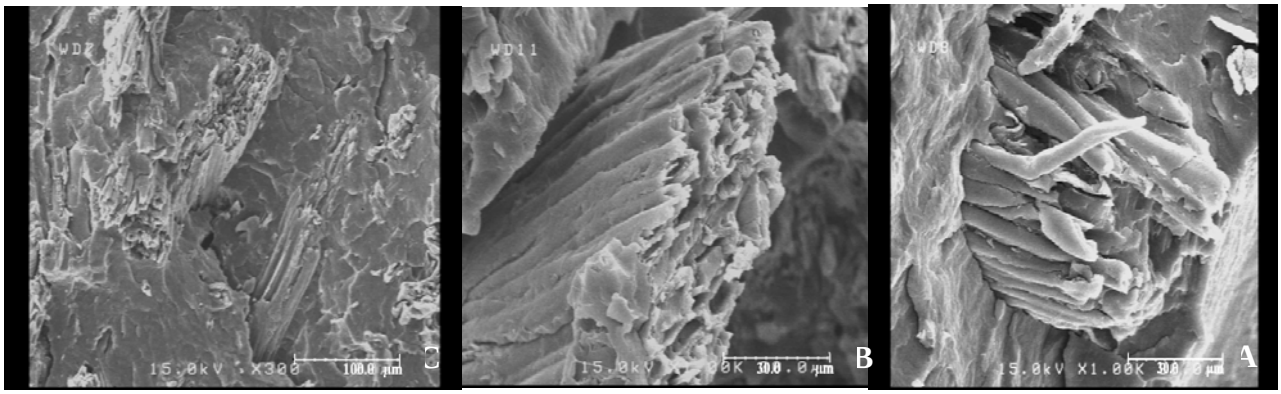
مقاومت‌خمشی چندسازه ساخته شده با درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین آنها می‌باشد (نمودار ۲). به‌نحوی که بیشترین میزان مقاومت‌خمشی در چندسازه‌ی تولید شده با پلی‌پروپیلن درجه HP552R و کمترین میزان این ویژگی‌ها را در چندسازه تهیه شده با پلی‌پروپیلن درجه X30S می‌توان دید. با توجه به این که درجه‌های مختلف PP دارای ویژگی‌های مکانیکی تقریباً یکسان و تنها اختلاف بارزشان میزان شاخص جریان مذاب آنها می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدارMFI پلی‌پروپیلن، میزان مقاومت‌خمشی چندسازه افزایش می‌یابد. زیرا هرچه شاخص جریان مذاب پلیمر بیشتر باشد، جریان مذاب روانتر بوده و سطح بیشتری را پوشش و اتصال بهتری را ایجاد می‌کند. در نتیجه مقاومت‌خمشی چندسازه‌های ساخته شده از پلی‌پروپیلن‌هایی با MFI بیشتر، افزایش می‌یابد (Mutje *et al.*, 2007).

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- اثر درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن بر مقاومت‌خمشی



شکل ۱- چندسازهای تولیدی با درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن(HPP552R ،A. V30S ،B. X30S ،C. (بزرگنمایی ۳۰۰×))

شکل ۱، SEM سطح شکست کشش چندسازه‌های ساخته شده با درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن را نشان می‌دهد. در چندسازه ساخته شده از پلی‌پروپیلن HP552R، پوشش ذرات توسط ماتریس پلیمری نسبت به سایر درجه‌ها بسیار بهتر بوده است. به طوری که با کاهش شاخص جریان مذاب، پوشش ذرات توسط پلیمر کمتر شده و سطح مشترک بین آنها کاهش می‌یابد. به‌گونه‌ای که در چندسازه ساخته شده با درجه X30S ذرات پرکننده از پلیمر زمینه سالم بیرون کشیده شده‌اند که نشان‌دهنده ضعف چسبندگی بین این دو مرحله می‌باشد. شاخص جریان مذاب بالاتر، پوشش و اتصالات قویتری را ایجاد می‌کند و در آن ذرات بیرون آمده از متن پلیمر

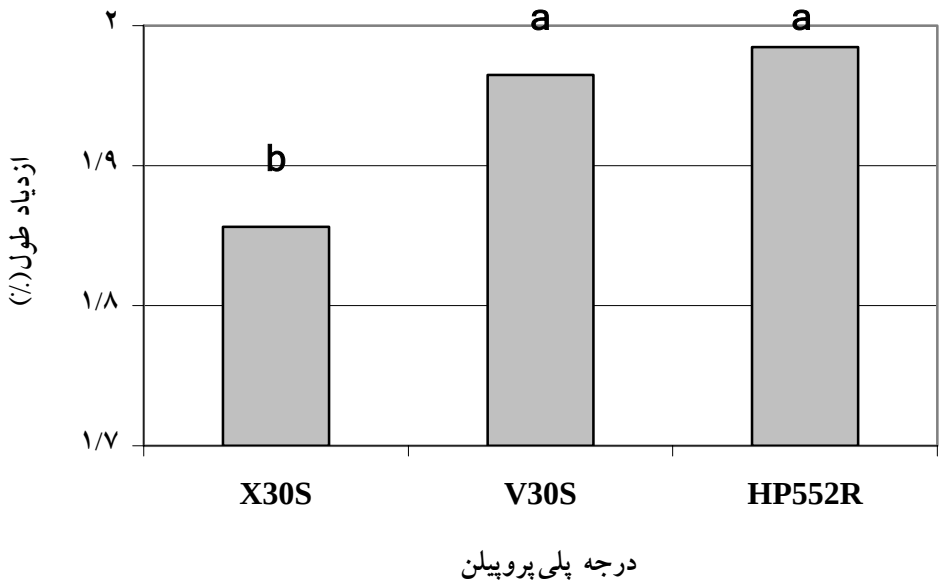
www.SID.ir

Archive of SID

زمینه در اثر تنش کششی وارد بر نمونه چندسازه‌ها به‌مراتب کمتر است.

میانگین مقاومت کششی و مدول‌کششی چند سازه‌های تهیه شده از درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن نشان می‌دهد که بین آنها، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲). بیشترین میزان این ویژگی‌ها در نمونه‌های تهیه شده با پلیمر درجه HPP552R مشاهده می‌شود. از آنجا که این درجه پلیمر دارای MFI بالا می‌باشد، بنابراین جریان مذاب بهتری ایجاد نموده و درنتیجه ذرات ماده پرکننده توسط پلیمر بهتر پوشش داده شده و سطح مشترک بین پلیمر و آرد چوب افزایش می‌یابد. کیفیت سطح مشترک منجر به انتقال تنش بهتر از ماتریس پلیمری به ذرات ماده پرکننده شده و در نتیجه با افزایش MFI مقاومت کششی افزایش می‌یابد (Youngqusit *et al.*, 1990).

بین درصد ازدیاد طول طی مرحله‌ی شکست نمونه‌های تیمارهای مختلف، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (نمودار ۳). به‌نحوی که با افزایش شاخص جریان مذاب پلی‌پروپیلن، مقادیر تغییر طول در مرحله‌ی شکست چندسازه ساخته شده افزایش می‌یابد. این امر به‌دلیل شاخص جریان مذاب بالاتر و تحرک زنجیرهای پلیمر است که موجب افزایش مقادیر ازدیاد طول در طی مرحله شکست می‌شود (روحانی، ۱۳۸۲).



نمودار ۳- اثر درجه‌های مختلف پلی‌پروپیلن بر درصد ازدیاد طول

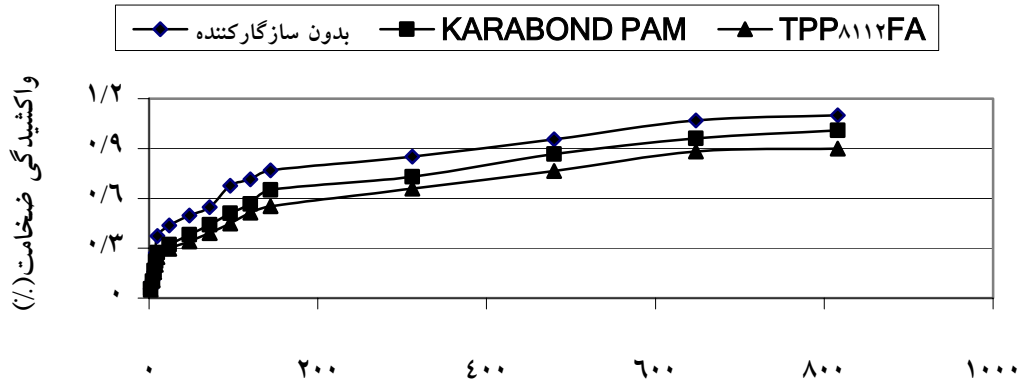
اثر ماده سازگارکننده

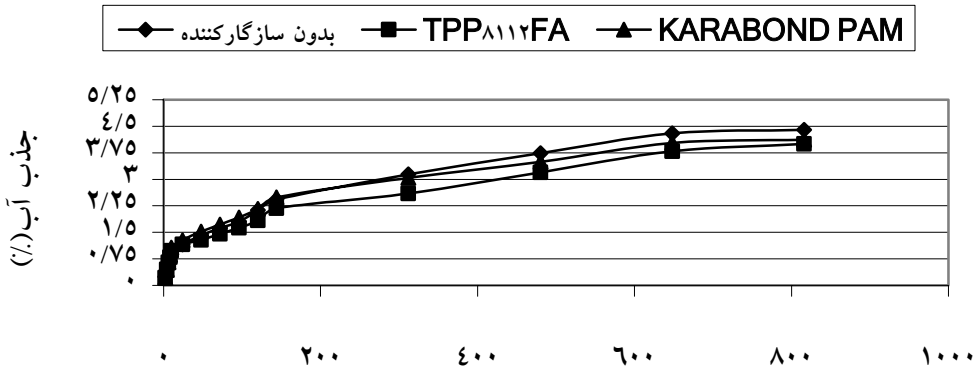
طبق جدول ۲، بین میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت درازمدت (۸۱٦ ساعت) چندسازه‌های چوب- پلاستیک حاوی ماده سازگارکننده متفاوت و بدون ماده سازگارکننده اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. میزان جذب آب درازمدت در نمونه‌های حاوی سازگارکننده

www.SID.ir

Archive of SID

KARABOND PAM از نمونه‌های دارای سازگارکننده TPP8112FA بیشتر می‌باشد (نمودار ٤). تفاوت در میزان جذب آب نمونه‌های حاوی این دو نوع MAPP را می‌توان به میزان درصد مالئیک‌انیدرید (MAH) نسبت داد. با توجه به این که مالئیک‌انیدرید پلی‌پروپیلن به علت داشتن زنجیره‌های مولکولی غیرقطبی می‌تواند به گروه‌های قطبی متصل شود و به‌عنوان سازگارکننده بین مواد قطبی و غیرقطبی استفاده شود؛ همچنین از سوی دیگر آب دارای مولکول‌های قطبی است، و درصد بیشتر MAH در ساختار KARABOND PAMمنجر به جذب آب بیشتر در طی ۲ و ۲٤ ساعت می‌شود. در حالی که در TPPP8112FA درصد مالئیک‌انیدرید کمتر بوده و جذب آب کمتری در چندسازه‌های ساخته شده از آن مشاهده می‌گردد.





نمودار ٤- اثر نوع ماده سازگارکننده بر واکشیدگی‌ضخامت و جذب آب درازمدت

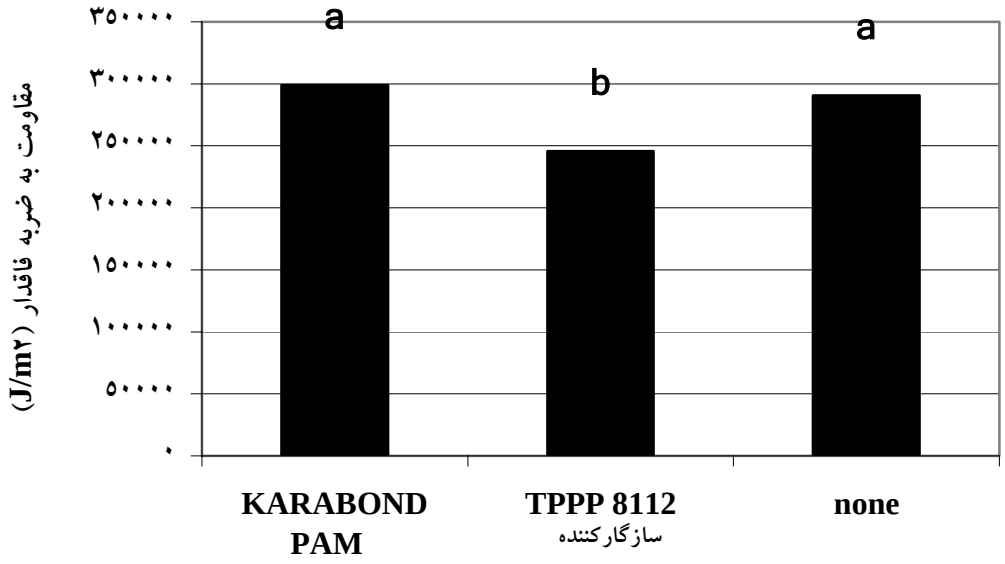
www.SID.ir

Archive of SID

به دلیل کم بودن میزان جذب آب نمونه‌های دارای ماده سازگارکننده نوع TPPP8112FA، این نمونه‌ها دارای واکشیدگی ضخامت کمتری نسبت به سایر نمونه‌ها می‌باشند (نمودار ٤). این در حالیست که در نمونه‌های فاقد ماده سازگارکننده در نتیجه‌ی اتصال نامناسب و ضعیف در سطح مشترک بین ماده پرکننده و پلیمر (interface) و فواصل و شکاف‌های ایجاد شده در این بخش، بیشترین میزان واکشیدگی ضخامت را در درازمدت دارا می‌باشند.

بر اساس جدول ۲، افزودن ماده سازگارکننده به چندسازه‌های چوب‌پلاستیک بر میزان سختی نمونه‌های آزمونی تأثیری ندارد. با این حال، بیشترین میزان سختی در چندسازه حاوی ماده سازگارکننده KARABOND PAM و کمترین مقدار آن در چندسازه بدون ماده سازگارکننده مشاهده می‌شود. به طوری که با اضافه کردن ماده سازگارکننده، سازگاری بین ذرات چوب آبدوست و پلیمر آب‌گریز بهبود می‌یابد. افزایش سختی به علت ایجاد پیوندهای بهتر بین ذرات چوب و پلی‌پروپیلن می‌باشد (Dang *et al.*, 2008 Feng *et al.*, 2006).

مقاومت به ضربه فاقدار چندسازه‌های دارای ماده سازگارکننده نوع TPPP8112 اختلاف معنی‌داری را با چندسازه‌های دارای ماده سازگارکننده KARABOND PAM و بدون ماده سازگارکننده نشان می‌دهد (نمودار۵). به طوری که کمترین میزان مقاومت به ضربه در چندسازه‌های حاوی ماده سازگارکننده TPPP8112 مشاهده می‌شود، هرچند انتظار می‌رود که این ویژگی با افزودن سازگارکننده افزایش یابد، ولی استفاده از ماده سازگارکننده KARABOND PAM این افزایش را ایجاد نمی‌کند. میزان این ویژگی در هنگام استفاده از ماده سازگارکننده KARABOND PAMبیشتر از ماده سازگارکننده TPPP8112 می‌باشد. این اختلاف به درصد بیشتر مالئیک‌انیدرید KARABON PAM بر می‌گردد. براین اساس ویژگی‌های MAPP مورد استفاده می‌تواند بر میزان مقاومت به ضربه اثرگذار باشد (Ichazo *et al.*, 2001).

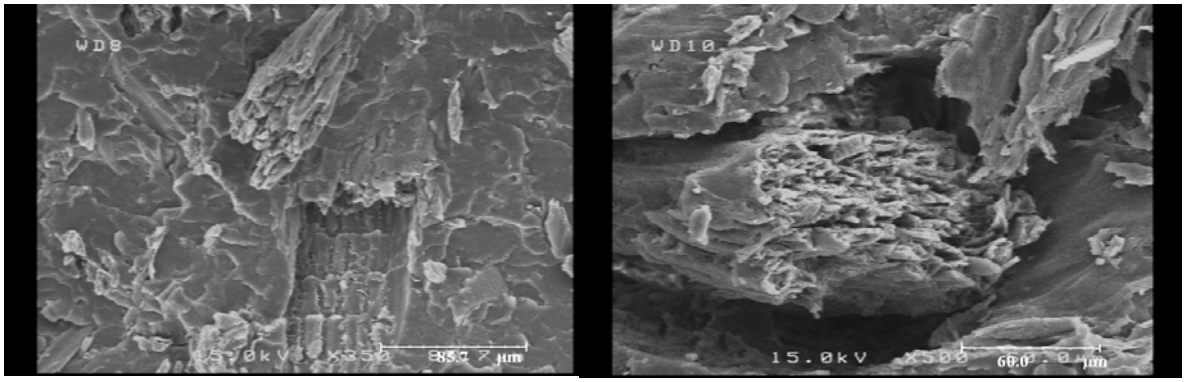


نمودار ۵- اثر ماده سازگارکننده بر مقاومت به ضربه فاقدار

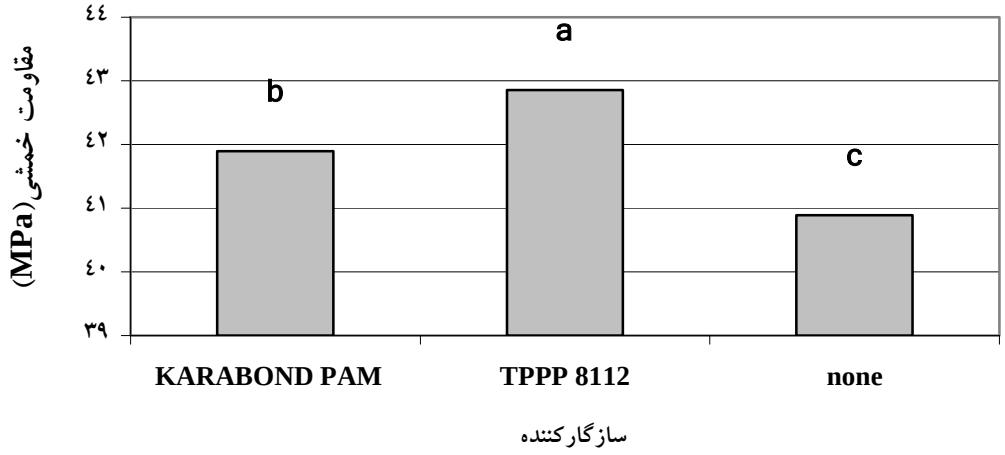
www.SID.ir

Archive of SID

اما نوع ماده سازگارکننده اثر معنی‌داری بر میزان مقاومت به ضربه بدون فاق نمونه‌ها نداشته است (جدول۲) نمودار ٦ نشان می‌دهد که نوع ماده سازگارکننده بر مقاومت‌خمشی و مدول‌الاستیسیته خمشی نمونه‌ها، اثر معنی‌دار دارد. به بیان دیگر استفاده از ماده سازگارکننده مناسب سبب افزایش این ویژگی در چند سازه‌های چوب‌پلاستیک ساخته شده می‌شود (Ichazo *et al.*, 2001). سازگارکننده KARABOND PAM دارای درصد مالئیک‌انیدرید بیشتری نسبت به سازگارکننده PP8112FA می‌باشد. بنابراین این سازگارکننده سطح مشترک پلیمر و پرکننده را در مقایسه با TPP8112FA بیشتر و بهتر تقویت می‌کند. همان طور که در شکل‌های ۲ و ۳ نیز مشخص است، استفاده از سازگارکننده در ترکیب چندسازه‌های چوب‌پلاستیک، به‌علت بهبود سطح مشترک پلیمر و پرکننده موجب افزایش مقاومت خمشی فرآورده می‌گردد (Zabihzadeh., 2010).



شکل ۲- چندسازه بدون سازگارکننده (بزرگنمایی ۵۰۰×) **شکل ۳- چندسازه دارای سازگارکننده (بزرگنمایی ۳۵۰×)**



نمودار ٦- اثر ماده سازگارکننده بر مقاومت‌خمشی

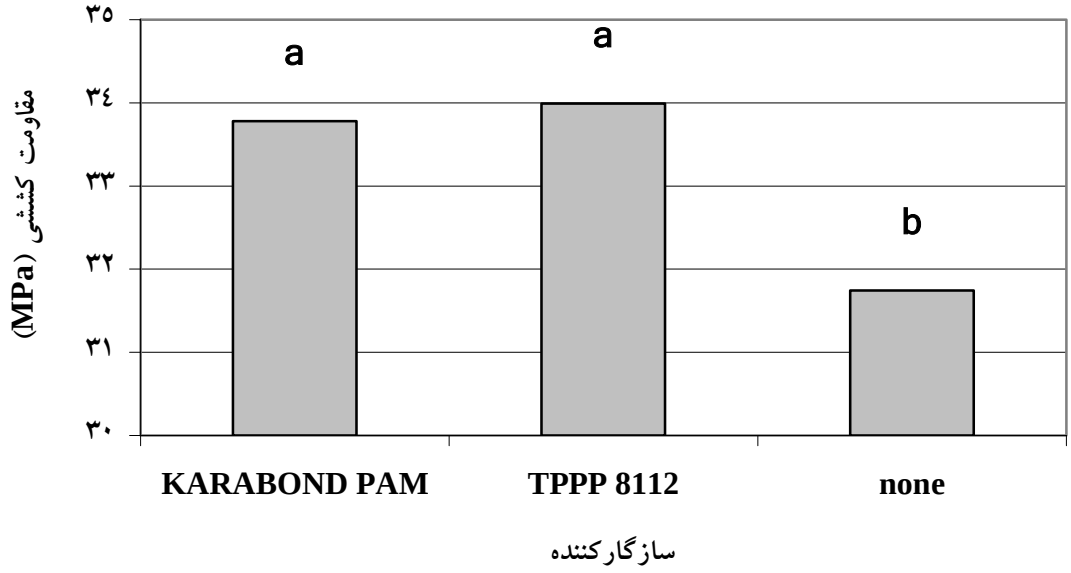
www.SID.ir

Archive of SID

وجـــود مـــاده ســـازگارکننده در چنـــد ســـازه‌هـــای چوب‌پلاستیک سبب افزایش مقاومت و مدول کششی آنها شده اسـت (نمـودار ۷). زیـرا مـاده سـازگارکننـده سـبب افزایش سطح مشترک بین پلیمـر و مـاده پرکننـده شـده و منجر به افزایش قابلیت انتقال تنش از ماتریس به پرکننـده می‌شود (Panthapulakkal & Sain, 2006).

در شکل ۲ پلـی‌پـروپیلن زمینـه همـراه بـا آرد چـوب (بدون حضور مـاده سـازگارکننده) بـه صـورت ناپیوسـته مشاهده می‌شود؛ که از فاصـله بـین دو مـاده نـاهم‌جـنس تداخل‌ناپذیر ناشی مـی‌شـود. در حـالی کـه در چندسـازه حاوی ماده سازگارکننده MAPP پیوسـتگی بـین مراحـل مشهود و مبین نقش مثبت مـاده سـازگارکننده در تقویـت اتصالات در سطح مشترک بین آنها می‌باشد.

بر همین اساس نمونه‌های بدون سازگارکننده کمتـرین میـــزان مقاومـــت‌کششـــی را دارنـــد (شـــکل ۲ و ۳). مقاومت‌کششی نمونه‌های چوب‌پلاستیک‌های ساخته شده با دو نوع متفاوت MAPP اختلاف معنی‌داری با یکـدیگر ندارند. از این رو افزایش مدول‌کششی چندسازه تولیدشده بـا مـاده سـازگارکننده KARABOND PAM ناشـی از درصد مالئیک‌انیدرید بیشتر ایـن سـازگارکننده نسـبت بـه سازگارکننده TPP8112FA می‌باشد. اما با توجه به ماهیت اثر تنش در این ویژگی، مقـدار ایـن افـزایش نـاچیز بـوده است. بنابراین ا این سازگارکننده سـطح مشـترک پلیمـر و پرکننده را در مقایسه با TPP8112FA بیشتر و بهتر تقویت می‌کند.



نمودار ۷- اثر ماده سازگارکننده بر مقاومت‌کششی

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین ویژگی ازدیاد طول در مرحله‌ی شکست در چندسازه‌ی ساخته شده با مواد سازگارکننده مختلف، تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد. در نمونه‌های بدون ماده سازگارکننده کاهش تنش نهایی و شکست سریعتر نمونه، کمترین میزان ازدیاد طول در شکست دیده می‌شود. استفاده از ماده سازگارکننده در ساخت چندسازه چوب‌پلاستیک حالت الاستیکی بیشتری به چندسازه بخشیده و تحمل آن را در برابر تنش افزایش می‌دهد، درنتیجه درصد ازدیاد طول در شکست افزایش می‌یابد که این افزایش در زمان استفاده از درجه TPPP8112 بیشتر است. این سازگارکننده دارای کمترین مقاومت‌خمشی و بیشترین میزان مدول است. در واقع افزودن این ماده سازگارکننده خاصیت الاستیکی چندسازه را افزایش می‌دهد که میزان مقاومت‌خمشی کمتری خواهد داشت.

بحث

این بررسی نشان داد که با افزایش شاخص جریان مذاب پلی‌پروپیلن استفاده شده، ویژگی‌های مکانیکی چندسازه ساخته شده شامل مقاومت‌های‌خمشی و کششی آن، افزایش می‌یابد. به طوری که بیشترین میزان این مقاومت‌ها در چندسازه‌های ساخته شده با درجه HPP552R مشاهده شد. با افزایش شاخص جریان مذاب پلیمر، جریان مذاب بهتری ایجاد شده و درنتیجه الیاف توسط پلیمر بهتر پوشش داده می‌شوند و سطح مشترک بین پلیمر و آرد چوب را افزایش می‌دهد. این امر منجر به انتقال بهتر تنش از ماتریس پلیمری به ذرات شده و در نتیجه با افزایشMFI این مقاومت‌ها نیز افزایش می‌یابد (Youngqusit *et al.*, 1990). لازم به یادآوری است که با افزایش شاخص مذکور، ویژگی‌های فیزیکی چندسازه مانند جذب آب و واکشیدگی ضخامت و برخی ویژگی‌های مکانیکی نظیر سختی، مقاومت به ضربه فاقدار و بدون فاق بهبود ناچیزی داشته‌اند. نتایج این بررسی و تحقیقات مشابه نشان می‌دهد که انتقال تنش در چندسازه‌های دارای MAPP بهبود یافته و منجر به افزایش ظرفیت تحمل تنش می‌شود. چون چندسازه متشکل از دو مرحله همگنتر، عملکرد نسبتاً یکپارچه‌تری زیر تنش خواهد داشت. ازجمله این تحقیقات می‌توان به پی کرینگ و همکاران (۲۰۰۷) اشاره کرد.

استفاده از MAPP های مختلف به‌عنوان ماده سازگارکننده، بیانگر این نکته است که این مواد بر روی ویژگی‌های مختلف چندسازه ساخته شده، اثر متفاوتی دارند. به طوری که چندسازه‌های حاوی ماده سازگارکننده TPP8112FA دارای مقاومت خمشی بیشتری نسبت به چندسازه‌های دارای مادهKARABON PAM می‌باشد. در حالی که مدول کششی و خمشی و همچنین مقاومت به ضربه فاقدار آنها کمتر از نوع اخیر است.

منابع مورد استفاده

-چهارمحالی، م.، ۱۳۸٤. بررسی امکان ساخت مواد مرکب چوب‌پلاستیک با استفاده از ضایعات تخته خرده چوب و MDF و ضایعات پلی اتیلن سنگین، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته ی علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تربیت مدرس.

-روحانی، م.، ۱۳۸۲. بررسی امکان استفاده از الیاف لیگنوسلولزی (باگاس و کنف) در ساخت چندسازه‌های الیاف-PP ، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته ی علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه تهران.

-Chui,Q.S.H., Franciscone,C., Baptista , J.A.F & Rosa, D.S.2007. An interlabratory comparison of the melt flow index: Relevant aspects for the participant laboratories. Polymer Testing 26.576-586.

-Dang, Wenjie. Song, Yangming. Wang, Qingwen & Wang, Weihong. 2008. Improvement in compatibility and mechanical properties of modified

www.SID.ir

Archive of SID

sativa as resin for cement/filler and thermoplastic composites. Journal of composites, 38(2): 369-377.
-Panthapulakkal, Suhara & Sain, Mohini. 2006. Injection and corn stem filled PP composities. Journal of Polym Environ, 14: 265- 272.
-Youngqusit, J. A., J. H. Muehl, A. M. Krzysik & T. Xin 1990. Properties of wood fiber and polymer fiber composites, Wood fiber/polymer composites, Forest Products society, Madison, U.S.A., P: 79-88.
- Zabihzadeh, S. M., Ebrahimi, G., Enayati, A. 2010. Effect of compatibilizer on mechanical, morphological, and thermal properties of chemimechanical pulp-reinforced PP composites, Journal of thermoplastic composites material, DOI: 10.1177/0892705710387048.
wood fiber/ polypropylene composites. Front. For. China, 3(2): 243-247.
-Espert,A., Vilaplana,F & Karlsson,S. 2004. Comaprison of water absorption in natural cellulosic fiber from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties. Part A35.1276-1276.
-Feng, Jiang & Te-fu, Qin. 2006. Toughening wood/polypropylene composites with polyethylene octene elastomer (POE). Journal of Foresty Research, 17(4): 312-314.
-Ichazo, M.N., Albano, C., Gonzalez, J., Perera, R & Candal, M.V. 2001. Polypropylene/wood flour composites: treatment and properties. Composite Structures, 54: 207-214.
-Mutje, P., A., Lopez, M. E., Vallejos, J. P., Lopez, and F., Vilaseca. 2007. Full inhabitation of cannabis

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of different polypropylene grades and coupling agent on the properties of Wood Plastic Composites

Taheri, F.[1*], Enayati, A.[2], Oromiehie, A.[3] and Tajvidi, M.[4]

1*-Corresponding author, Master Wood industries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
Email:Taheri.rezvan@gmail.com
2- Professor, Department of Wood and Paper science &Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
3- Associate Professor, Iran Polymer and Petrochemical Institute, Tehran, Iran.
4- Associate Professor, Department of Wood and Paper science &Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.

.Received: Oct., 2011 Accepted: Julay, 2011

Abstract

By utilizing three different grades of Polypropylene (PP) as matrix, two different kind of MAPP as coupling agent and without MAPP and *Pistachio's* flour, composite samples were produced. Physical and mechanical properties of wood plastic composites including: MOR, MOE, tensile strength, bending strength, impact strength, hardness, water absorption and thickness swelling (816 hours) were determined. Results indicated that the effect of different grade of polypropylene and coupling agent on water absorption, thickness swelling, hardness and impact strength variables were insignificant. Use of Polypropylene having higher Melt Flow Index (MFI) leads to increase in mechanical properties of wood plastic composite samples such as Bending and Tensile strength even if coupling agent wasn't used. Use of different kind of MAPP as coupling age in making wood plastic composites can result in better mechanical properties which based on their type have different effect.

Keywords: Wood plastic composite, different grade of polypropylene, coupling agent & mechanical and physical properties.

www.SID.ir