Archive of SID

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۶، شمارهٔ ۳، صفحهٔ ٤٦٥-٤٥٤، (۱۳۹۰)

استفاده از لیگنین کرافت به‌عنوان سازگارکننده در مواد مرکب آرد چوب- پلی‌پروپیلن

ربیع بهروز[۱*]، حامد یونسی کردخیلی[۲] و سعید کاظمی نجفی[۳]

۱*-مسئول مکاتبات، استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس،
پست الکترونیک: Rabi.behrooz@modares.ac.ir
۲- دانشجوی دکترای گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

چکیده

در این پژوهش اثر سازگارکنندگی لیگنین کرافت روی جذب آب کوتاه مدت (۲ و ٢٤ ساعت) و ویژگی‌های مکانیکی مواد مرکب آرد چوب- پلی‌پروپیلن مورد بررسی قرار گرفت. لیگنین کرافت مورد استفاده از لیکورسیاه کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) با روش اسیدی استخراج و با نسبت‌های ۲، ۵ و۱۰ درصد و با روش اختلاط فیزیکی (خشک) با آرد چوب خشک شده راش مخلوط شد. مخلوط حاصل با پلی‌پروپیلن در دو حالت حضور و عدم حضور سازگارکننده (انیدریدمالئیک- پلی‌پروپیلن)، بوسیله دستگاه مخلوط‌کن داخلی با یکدیگر مخلوط شده بعد با استفاده از روش پرس گرم به صفحه‌های چوب- پلاستیک تبدیل شدند. بعد نمونه‌های آزمونی تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مورد نظر در این تحقیق براساس استانداردهای مربوطه اندازه‌گیری شدند. نتایج این پژوهش نشان داد که به طور کلی لیگنین کرافت سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی (جذب‌آب ۲ و ٢٤ ساعت) و مکانیکی (مدول‌الاستیسیته، مقاومت‌خمشی و مقاومت به ضربه) مواد مرکب چوب- پلاستیک می‌گردد. نتایج آزمون خمش نشان داد که در شرایط عدم استفاده از سازگارکننده، مواد مرکب حاوی ۱۰ و ۲ درصد لیگنین کرافت به‌ترتیب مدول‌الاستیسیته و مقاومت‌خمشی بیشتری نسبت به بقیه نمونه‌ها داشتند، اما در حضور سازگارکننده، مواد مرکب دارای ۵٪ لیگنین مدول‌الاستیسیته و مقاومت‌خمشی بالاتری را نشان دادند. نتیجه قابل توجه اینکه، در مقایسه با مواد مرکب دارای ۲٪ انیدریدمالئیک- پلی‌پروپیلن، مواد مرکب دارای۲٪ لیگنین کرافت مدول‌الاستیسیته بالاتر و جذب آب کوتاه مدت کمتری نشان دادند که این نتیجه حکایت از اثر مثبت سازگارکنندگی لیگنین کرافت در مواد مرکب آرد چوب- پلی‌پروپیلن دارد. بنابراین بیشترین مقاومت به ضربه و کمترین میزان جذب آب کوتاه مدت، در مواد مرکب حاوی۱۰ درصد لیگنین کرافت مشاهده شد. البته از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین مقاومت به ضربه مواد مرکب دارای ۵٪ و۱۰٪ لیگنین کرافت مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: مواد مرکب چوب- پلاستیک، سازگارکننده، لیگنین کرافت، مقاومت‌های مکانیکی، جذب آب، روش اختلاط فیزیکی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از مواد مرکب به‌ویژه مواد مرکب با زمینه پلیمری رشد سریعی داشته است. عامل اصلی توسعه استفاده از این مواد خواص بهینه آن نسبت به اجزای تشکیل‌دهنده آنها می‌باشد. امروزه ماده مرکب تولید شده از پلیمر و الیاف یا آرد چوب یکی از مواد شناخته شده و پرمصرف در صنایع اتومبیل‌سازی دنیا می‌باشد. به نحوی که برخی شرکت‌های بزرگ اتومبیل‌سازی فناوری این نوع مواد مرکب را به طور انحصاری در اختیار دارند (مؤسسه کامپوزیت ایران، ١٣٨٠). استفاده از الیاف یا آرد چوب مقرون به صرفه بوده و به راحتی می‌تواند جایگزین انواع محصول‌های پلیمری‌خام و گران‌قیمت شود. قابلیت-های فیزیکی و مکانیکی این نوع مادهٔ مرکب از یک طرف شبیه به چوب خام و از طرف دیگر فرایندپذیری آنها شبیه مواد گرمانرم می‌باشد که در نتیجه موجب عرضه محصولات جدید و متنوعی به بازار می‌گردد. مواد مرکب چوب- پلاستیک دارای پایداری نسبی در برابر آب و تغییرات جوی و مقاومت بالا نسبت به قارچ و حمله حشرات هستند. از دیگر مزایای این مواد مرکب می‌توان به خاصیت عایق صوتی و حرارتی آنها (با افزایش درصد چوب) و همچنین امکان استفاده از مواد کم ارزش و ضایعاتی در ساخت آنها اشاره نمود(Chowdhury and Wolcott., 2007).

از نظر شیمیایی به دلیل اینکه مادهٔ لیگنوسلولزی دارای ماهیت قطبی و آبدوست می‌باشد و پلیمرها ماهیت غیر قطبی و آبگریز دارند اتصال مناسبی بین این دو فاز در حالت عادی انجام نمیشود. به همین دلیل از مواد سازگارکننده[1] به منظور بهبود تشکیل پیوند شیمیایی بین این دو فاز استفاده می‌شود. استفاده از سازگارکننده‌ها و یا عوامل اتصال‌دهنده نه تنها سبب بهبود سازگاری و ایجاد اتصال بین پرکننده طبیعی و پلیمر می‌گردد، بلکه تأثیر مثبت و قابل ملاحظه‌ای بر کاهش جذب آب و بهبود خواص مکانیکی مواد مرکب چوب- پلاستیک دارد (Kazemi Najafi et al., 2007: Kazemi Najafi, et al., 2007b and Lu et al., 2000) .

طی دو دهه اخیر تلاش‌های فراوانی برای بهبود مقاومت سطح اتصال پلیمر با پرکننده‌های طبیعی انجام شده است. حاصل این کوشش‌ها معرفی بیش از ٤٠ نوع سازگارکننده می‌باشد که متداول‌ترین آنها از گروه ایزوسیانات‌ها، انیدریدها، سیلان‌ها و پلیمرهای اصلاح شده با انیدریدها همانند پلی‌پروپیلن اصلاح شده با انیدریدمالئیک (MAPP)[2] و پلی‌اتیلن اصلاح شده با انیدریدمالئیک (MAPE)[3] هستند (Lu et al., 2000). از بین همه اتصال‌دهنده‌ها، پلیمرهای اصلاح شده با انیدریدمالئیک به دلیل کارآیی بهتر، بیشتر از سایرین مورد توجه و استفاده قرار گرفته‌اند (Chowdhury and Wolcott., 2007). با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در این زمینه، یافتن ماده یا موادی جدید که بتواند سازگاری بیشتری بین چوب و پلاستیک به‌وجود آورد و یا با هزینه کمتری استفاده شوند، همچنان مورد توجه محققان صنعت چوب- پلاستیک می‌باشد.

از سوی دیگر، درشت مولکول لیگنین به دلیل دارا بودن گروه‌های واکنش‌پذیر فراوان (مانند گروه‌های هیدروکسیل آلیفاتیکی و حلقه آروماتیکی، گروه‌های متوکسیل) در ساختار خود، یک پلیمر طبیعی خاص دارای گروه‌های فعال قطبی و غیرقطبی می‌باشد (Rozman et

1 -Compatibilizer

2- Maleic anhydride polypropylene
3 - Maleic anhydride polyethylene

www.SID.ir

Archive of SID

al., 2000). لیگنین می‌تواند از منابع مختلف از قبیل چوب، گیاهان غیر چوبی و لیکور سیاه و با روش‌های مختلف تهیه گردد. یکی از منابع مهم لیگنین، لیکور سیاه موجود در کارخانه‌های کاغذسازی است که با توجه به مقدار زیاد آن، بازیافت آن هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست‌محیطی از اهمیت بالایی برخوردار است. کارخانه‌هایی که از فرایند کرافت برای ساخت کاغذ استفاده می‌کنند هر ساله مقدار قابل توجهی لیکور سیاه تولید می‌کنند که بیشترآنها تنها به مصرف سوخت می‌رسند و تنها ۲٪ آن به مصرف‌های دیگر اختصاص می‌یابد (Lu et al., 2000). امروزه پیدا نمودن کاربرد جدید و با ارزش افزوده‌ٔ بیشتر برای لیکور سیاه کارخانه‌های کاغذسازی توجه بسیاری از محققان این صنعت را به سمت خود جلب کرده است. در مقایسه با لیگنین طبیعی معمولاً لیگنین کرافت تعداد بیشتری گروه‌های هیدروکسیل فنولی و گروه‌های کربونیل دارد (میرشکرایی، ١٣٨٦). در این لیگنین به جای پیوندهای دوگانه از نوع کانیفریل الکل که بر اثر پخت به طور کامل از بین می‌روند، پیوندهای دوگانه جدیدی از نوع استیرنی و استیلبنی ایجاد می‌شود (میرشکرایی، ١٣٨٦). ساختار لیگنین کرافت بسیار پیچیده است و با توجه به گونه‌ٔ چوب و شرایط پخت تغییر می‌کند. از سوی دیگر ساختار لیگنین موجود در لیکور سیاه که در طی فرایند پخت از دیواره الیاف خارج می‌شود، به شدت به نوع فرایند مورد استفاده برای لیگنین‌زدایی بستگی دارد (میرشکرایی، ١٣٨٦). هدف از این تحقیق، بررسی کارآیی لیگنین حاصل از لیکورسیاه فرایند خمیرسازی کرافت به‌عنوان عامل ایجادکننده سازگاری بین دو ترکیب پلیمر (پلی‌پروپیلن) و مادهٔ لیگنوسلولزی می‌باشد.

مواد و روشها

پلیمر

در این پژوهش، از پلی‌پروپیلن محصول پلی‌نار تبریز با درجه SI-٠٨٠ استفاده شد. شاخص جریان مذاب پلی‌پروپیلن مورد استفاده طبق آیین نامه D١٢٣٨-٩٨ استاندارد ASTM در دمای ٢٣٠ ºC و با وزنه ٢/١٦ kg اندازه‌گیری شد که در حدود ٩ g/١٠min بود.

سازگارکننده

– **پلی پروپیلن مالئیک‌دار شده** (MAPP): ساخت شرکت کیمیا جاوید با شاخص جریان مذاب ١٠g/١٠min (وزنه ٢/١٦ و T=٢٣٠ ºC) و ١/١ درصد مالئیک‌انیدرید پیوند خورده به‌عنوان سازگارکننده استفاده شده است.

– **لیگنین کرافت**: لیگنین مورد نیاز با استفاده از روش رسوب‌دهی توسط اسیدسولفوریک در pH برابر ٢ (lin.,١٩٩٢) از لیکورسیاه کرافت کارخانه چوب و کاغذ ایران (چوکا) استخراج شد.

مادهٔ لیگنوسلولزی

خاک اره راش از کارگاه نجاری شرکت صنایع چوب پلی‌فرم تهیه و توسط اجاق کارگاهی خشک شده و از مش ٤٠-/٦٠+ گذرانده شده و به‌عنوان پُرکننده در ساخت مواد مرکب استفاده گردید.

روش اختلاط لیگنین با آرد چوب

در این روش پودر لیگنین کرافت استخراج شده از لیکورسیاه با روش اختلاط فیزیکی (با همزن آزمایشگاهی) با نسبت‌های ٢، ٥ و ١٠ درصد (براساس وزن خشک آرد چوب) با آرد چوب مخلوط شد. بعد

www.SID.ir

Archive of SID

مخلوط آرد چوب- لیگنین با پلی‌پروپیلن (با نسبت وزنی ٦٠ به ٤٠) و در شرایط عدم حضور و با ٢٪ سازگارکننده مالئیک‌انیدرید پلی‌پروپیلن (MAPP) مخلوط شدند (مطابق جدول ١).

جدول١- نحوه ترکیب مواد برای ساخت نمونه‌های چوب پلاستیک

لیگنین[1](٪)	مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن (٪)	پلی‌پروپیلن (٪)	خاک اره[2](٪)
٠	٠	٤٠	٦٠
٢	٠	٤٠	٦٠
٥	٠	٤٠	٦٠
١٠	٠	٤٠	٦٠
٠	٢	٣٨	٦٠
٢	٢	٣٨	٦٠
٥	٢	٣٨	٦٠
١٠	٢	٣٨	٦٠

١- درصدهای ارائه شده نسبت به وزن خشک خاک اره می‌باشد.

٢- درصدهای ارائه شده مربوط به مجموع لیگنین و خاک اره می‌باشد.

ساخت نمونه‌های آزمونی

مواد اولیه (مطابق جدول ١) به‌وسیلهٔ مخلوط‌کن داخلی مدل Plastic-Corder در دمای ١٨٠ درجهٔ سانتی‌گراد و با سرعت ٦٠ rpm با هم مخلوط شدند. پس از رسیدن فرایند اختلاط به گشتاور ثابت که نشان‌دهنده اختلاط مناسب مواد می‌باشد، فرایند اختلاط متوقف گردید. مواد مخلوط شده به‌وسیلهٔ آسیاب آزمایشگاهی خرد شده و در نهایت به‌وسیلهٔ پرس گرم در دمای ١٩٠ درجهٔ سانتی‌گراد و فشار ١٠ بار در مدت ٦ دقیقه به نمونه‌های چوب- پلاستیک تبدیل گردید.

اندازه‌گیری جذب آب کوتاه مدت

جذب آب کوتاه مدت نمونه‌های آزمونی مطابق آیین‌نامه D ٧٠٣١-٠٤ استاندارد ASTM اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا از هر اختلاط پنج نمونه به ابعاد ٢/٥×٢/٥ سانتی‌متر تهیه گردید و بعد این نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در دمای $^{\circ}C$ ١٠٣±٢ در آون خشک شدند. نمونه‌های خشک شده با ترازوی دیجیتالی با دقت ٠/٠٠١ گرم توزین شدند و بعد در آب مقطر (در دمای اتاق) غوطه ور شدند. وزن نمونه‌ها بعد از ٢ و ٢٤ ساعت غوطه‌وری مجدداً اندازه‌گیری گردید. در هر بار اندازه‌گیری پس از خروج نمونه‌ها و قبل از توزین سطح آنها به‌وسیلهٔ دستمال نم‌گیر خشک گردید. سپس مقدار جذب آب بر طبق رابطه ١ محاسبه گردید:

www.SID.ir

Archive of SID

$$WA(t) = \frac{W_t - W_O}{W_O} \times 100 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

$WA(t)$= مقدار جذب‌آب در زمان غوطه‌وری t (٪)، W_t= وزن نمونه‌ها در زمان غوطه‌وری t (g)

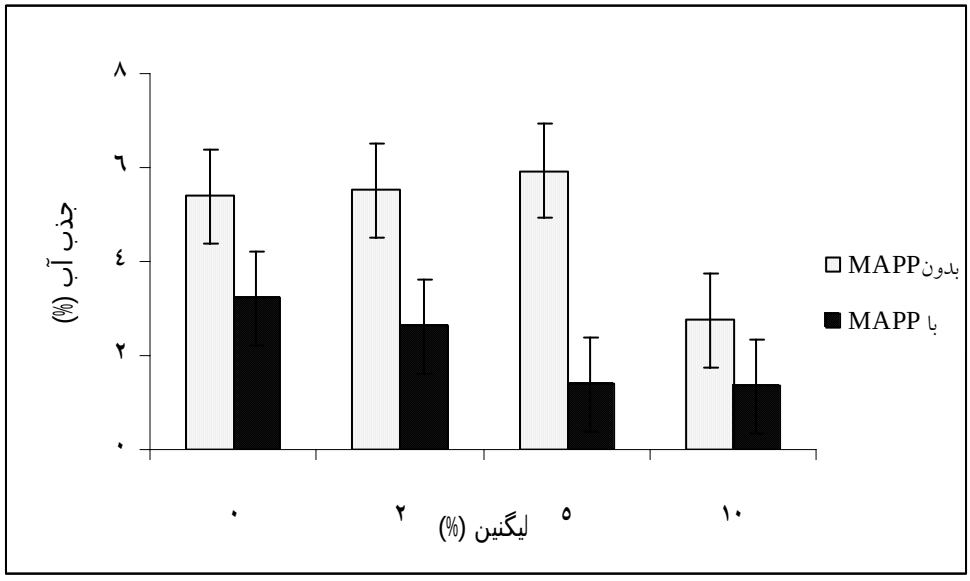
W_o= وزن خشک نمونه‌ها قبل از غوطه‌وری(g)

اندازه‌گیری خواص مکانیکی

آزمون خمش سه نقطه‌ای با طول دهانهٔ ۱۱ cm و سرعت بارگذاری ۵ mm/min مطابق با استاندارد ASTM (D 70-90) برای اندازه‌گیری مدول‌الاستیسیته (MOE) و گسیختگی(MOR) انجام شد. برای این آزمون از دستگاه آزمون مدل Instron-4486 استفاده گردید. آزمون ضربه بدون فاق مطابق با استاندارد ASTM(D256) انجام شد. از دستگاه آزمون نوع IZOD برای آزمون ضربه استفاده گردید.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

از طرح آماری کاملاً تصادفی متعادل تحت آزمایش فاکتوریل استفاده شد و در صورت معنی‌دار شدن اثر فاکتورها، از آزمون مقایسه میانگین دانکن در سطح اعتماد ۹۵ درصد به منظور انتخاب مؤثرترین تیمارها بهره گرفته شد.



شکل ۱- اثر سازگارکنندگی لیگنین روی جذب‌آب ۲ ساعته مواد مرکب چوب- پلاستیک

نتایج

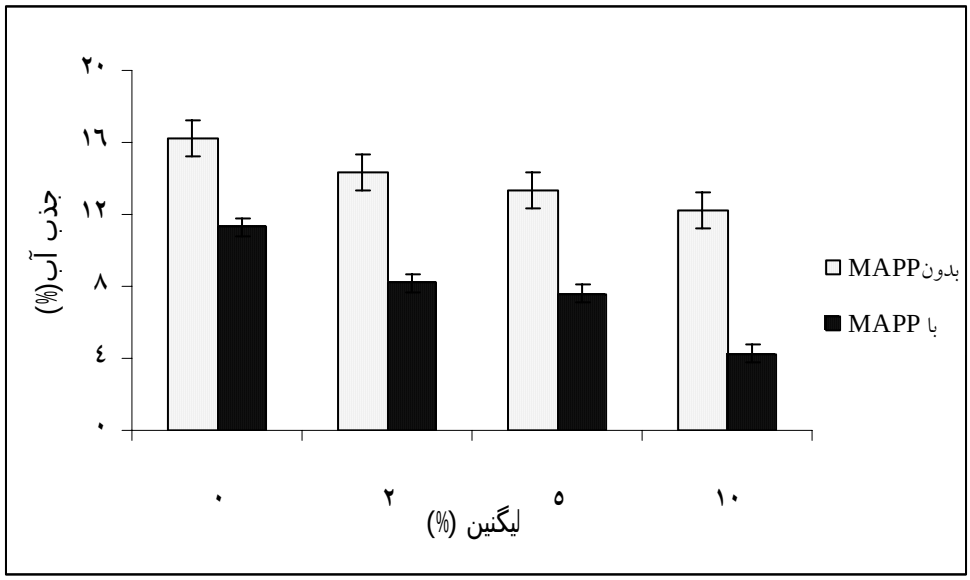
جذب آب کوتاه مدت

شکل ۱ و ۲ اثر لیگنین بر روی جذب آب کوتاه مدت (۲ و ٢٤ ساعت) مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد مطالعه را نشان می‌دهند. همان طوری که مشاهده می‌شود، هم در مواد مرکب دارای سازگارکننده و هم بدون آن، با افزایش درصد لیگنین از ۲ به ۱۰ درصد، جذب آب کوتاه مدت نمونه‌های آزمونی به طور پیوسته کاهش می‌یابد، به

www.SID.ir

Archive of SID

طوری که نمونه‌های دارای ۱۰ درصد لیگنین کمترین میزان جذب آب را نشان می‌دهد. از سوی دیگر، این نمودارها نشان می‌دهند که با افزودن MAPP، جذب آب کلیه مواد مرکب مورد مطالعه به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد.



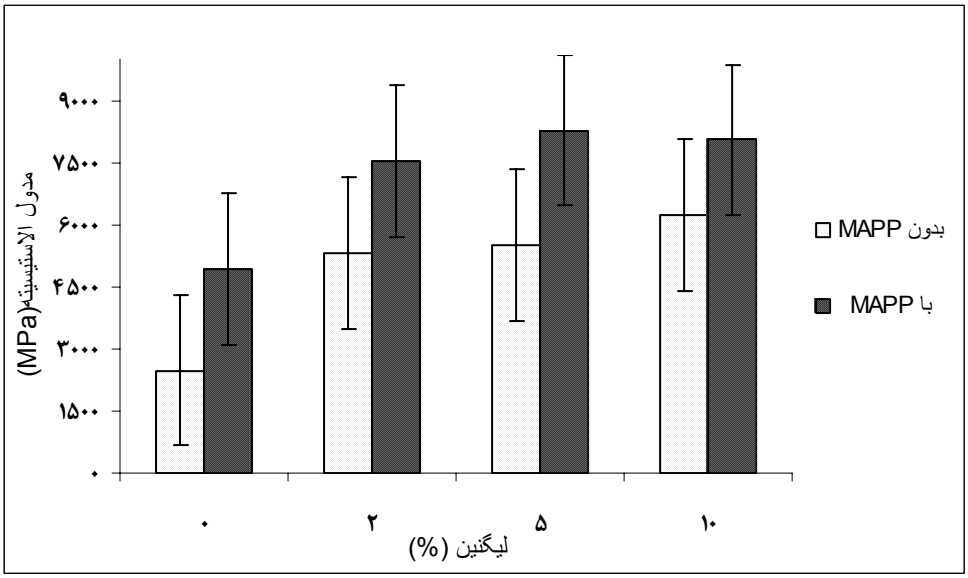
شکل ۲- اثر سازگارکنندگی لیگنین روی جذب‌آب ٢٤ ساعته مواد مرکب چوب- پلاستیک

مدول‌الاستیسیته

اثر استفاده از مقادیر مختلف لیگنین کرافت در ترکیب مواد مرکب چوب- پلاستیک در حضور و عدم حضور سازگارکننده انیدریدمالئیک – پلی‌پروپیلن روی مدول‌الاستیسیته نمونه‌های آزمونی در شکل ۳ نشان داده شده است. همان طوری که در این شکل ملاحظه می‌گردد، در نمونه‌های آزمونی ساخته شده با استفاده از MAPP، افزودن ۲٪ لیگنین‌کرافت، مدول‌الاستیسیته این مواد مرکب را به طور قابل ملاحظه‌ای (٣٤٪) افزایش داده است. افزودن ۵٪ و ۱۰٪ لیگنین‌کرافت نیز به ترتیب موجب افزایش ٤٠ و ٣٨ درصدی مدول‌الاستیسیته گردیده است. در شرایط عدم استفاده از سازگارکنندهٔ انیدریدمالئیک- پلی‌پروپیلن، با افزودن ۲٪ لیگنین‌کرافت مدول‌الاستیسیته مواد مرکب ۵۲٪ افزایش می‌یابد. بنابراین با افزودن ۵٪ و ۱۰٪ لیگنین‌کرافت نیز مدول‌الاستیسیته مواد مرکب چوب- پلاستیک به‌ترتیب ٥٤ و ٦٠٪ افزایش نشان می‌دهد. نکتهٔ جالب توجه اینکه در مقایسه نمونه‌های ساخته شده با استفاده از ۲٪ مالئیک‌انیدرید پلی‌پروپیلن، نمونه‌های ساخته شده با ۲٪ لیگنین کرافت، مدول‌الاستیسیته بیشتری را نشان می‌دهند. از سوی دیگر شکل ۳ نشان می‌دهد که در همهٔ درصدهای لیگنین‌کرافت مورد استفاده، افزودن MAPP موجب افزایش مدول‌الاستیسیته مواد مرکب مورد مطالعه می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۳- اثر سازگارکنندگی لیگنین روی مدول‌الاستیسیته مواد مرکب چوب- پلاستیک

مقاومت‌خمشی

شکل ٤ اثر استفاده از لیگنین‌کرافت روی مقاومت‌خمشی مواد مرکب چوب- پلاستیک در حضور و عدم حضور سازگارکننده انیدریدمالئیک- پلی‌پروپیلن را نشان می‌دهد. همان طور که در این شکل ملاحظه می‌گردد در همه درصدهای لیگنین‌کرافت مورد استفاده، کلیه نمونه‌های آزمونی که در حضور سازگارکننده انیدریدمالئیک- پلی‌پروپیلن ساخته شده‌اند، مقاومت‌خمشی بیشتری را نشان می‌دهند. در نمونه‌های آزمونی ساخته شده بدون استفاده از این سازگارکننده، با افزودن ۲، ۵ و۱۰ درصد لیگنین کرافت، مقاومت‌خمشی این مواد مرکب به‌ترتیب ۵۵، ٤۰ و ۱۷ درصد افزایش می‌یابد. به طوری که در شرایط استفاده از سازگارکننده MAPP، افزودن ۲٪ لیگنین کرافت باعث کاهش ۱۵ درصدی مقاومت‌خمشی نمونه‌های آزمونی شده است، اما با افزایش درصد لیگنین کرافت به میزان ۵ و۱۰ درصد، مقاومت‌خمشی مواد مرکب چوب- پلاستیک به‌ترتیب ۲۸ و ۱۱ درصد افزایش یافته است. بنابراین در حضور و عدم حضور MAPP مواد مرکب دارای به‌ترتیب ۵ و ۲٪ لیگنین کرافت بالاترین میزان مقاومت‌خمشی را نشان دادند. به نحوی که در نمونه‌های آزمونی تهیه شده، از نظر آماری مقاومت‌خمشی آنها به طور معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بوده است.

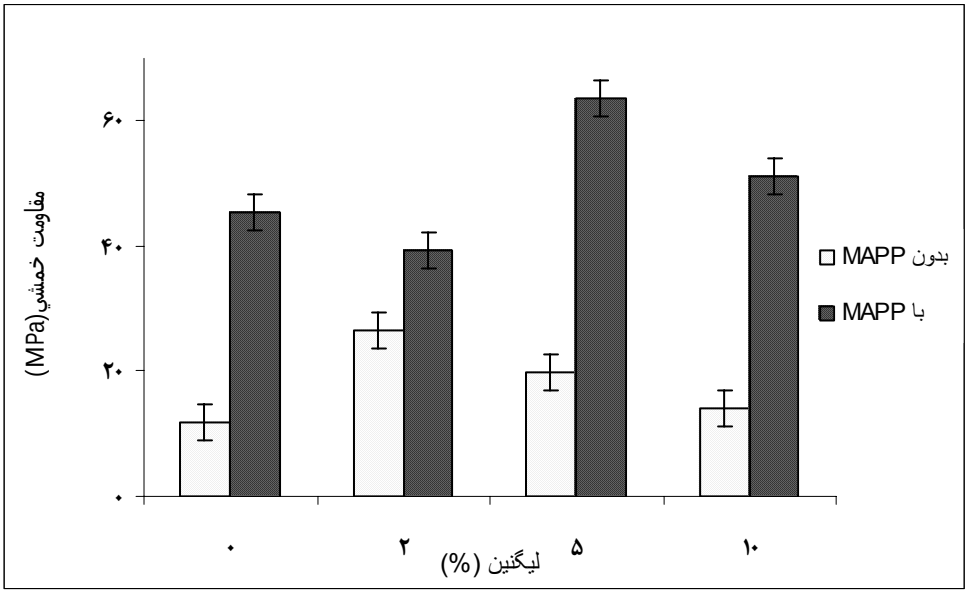
مقاومت به ضربه

در شکل ۵ اثر لیگنین روی مقاومت به ضربه بدون فاق مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد مطالعه در حضور و عدم حضور سازگارکننده انیدریدمالئیک- پلی‌پروپیلن نشان داده شده است. این شکل نشان می‌دهد که در یک درصد ثابت سازگارکننده، با افزایش درصد لیگنین کرافت، مقاومت به ضربه مواد مرکب چوب- پلاستیک به طور پیوسته افزایش می‌یابد، به طوری که بیشترین مقدار مقاومت به ضربه در مواد مرکب دارای ۱۰٪ لیگنین کرافت مشاهده می‌شود. همچنین در همه درصدهای لیگنین

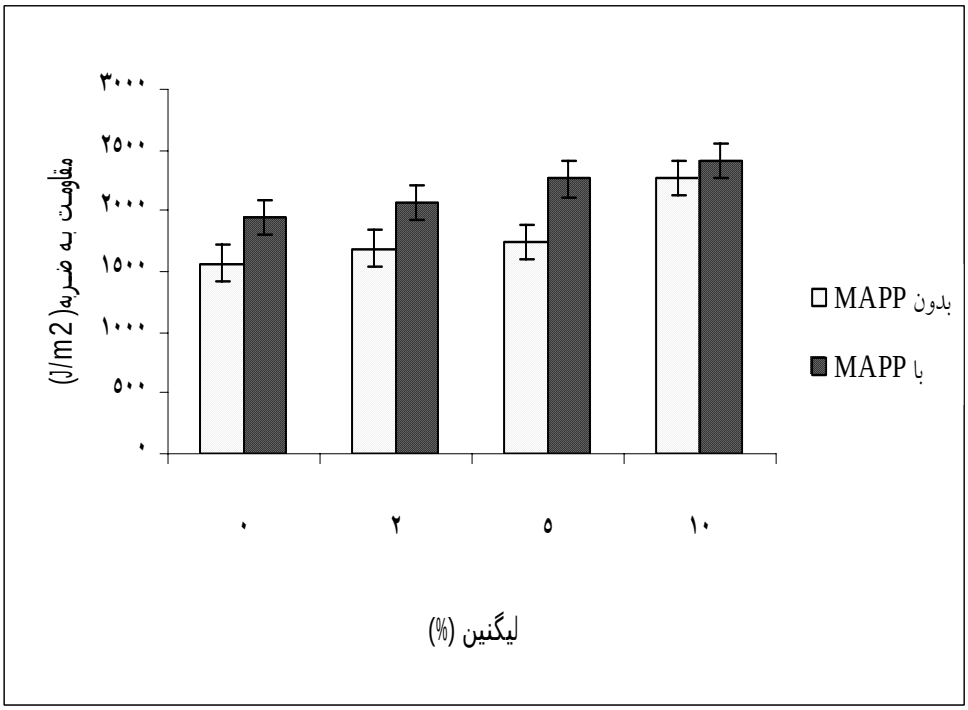
www.SID.ir

Archive of SID

کرافت مورد استفاده، افزودن سازگارکننده انیدرید- مرکب چوب- پلاستیک می‌گردد.
مالئیک پلی‌پروپیلن سبب افزایش مقاومت به ضربه مواد



شکل٤- اثر سازگارکنندگی لیگنین روی مقاومت‌خمشی مواد مرکب چوب- پلاستیک



شکل٥- اثر سازگارکنندگی لیگنین روی مقاومت به ضربه مواد مرکب چوب- پلاستیک

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

جذب آب به‌عنوان یک عامل محدود کننده در کاربرد نهایی مواد مرکب چوب- پلاستیک محسوب می‌گردد، زیرا کلیه ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی این مواد مرکب را تحت تأثیر قرار می‌دهد. جذب رطوبت و آب در مواد مرکب چوب- پلاستیک عمدتاً به دلیل حضور حفره‌ها، شکاف‌ها، منافذ ریز، گروه‌های هیدروکسیل آزاد موجود در مادهٔ پرکننده لیگنوسلولزی، ترک‌ها و فضای بین فازی بین پلیمر و پرکننده می‌باشد (کاظمی نجفی و همکاران، ۱۳۸۸). در مورد چگونگی اثر لیگنین کرافت روی کاهش جذب آب در مواد مرکب چوب- پلاستیک می‌توان گفت این پدیده اساساً به ماهیت جذب آب ضعیف لیگنین مربوط می‌شود. در واقع جایگزینی لیگنین کرافت که دارای قابلیت جذب آب ضعیف می‌باشد به جای کربوهیدرات‌های آبدوست در ترکیب مواد مرکب تولید شده باعث کاهش جذب آب این مواد مرکب گردیده است. بنابراین استفاده از لیگنین در تحقیق Rozman و همکاران (۲۰۰۰) روی مواد مرکب الیاف نارگیل- پلی‌پروپیلن نیز نتیجه مشابه‌ای را نشان داده است. این محققان کاهش جذب آب با افزودن لیگنین کرافت به مواد مرکب را به دلیل ایجاد انسداد در حفرات و منافذ سلولی توسط مولکول‌های درشت لیگنین عنوان نموده‌اند. همچنین در تحقیق دیگری Timothy و همکاران (۲۰۰۳)، از لیگنین پیوند خورده با پلیمر به‌عنوان ماده آبگریز در ساخت ماده مرکب چوب- پلاستیک استفاده کردند و نتایج آنها نشان داد که لیگنین می‌تواند میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت این ماده مرکب را کاهش دهد.

همچنین استفاده از سازگارکننده MAPP به‌عنوان یک عامل اتصال‌دهندهٔ فعال، باعث پراکنش بهتر و یکنواخت‌تر آرد چوب در ماتریس پلی‌پروپیلن و همچنین بهبود اتصال سطح مشترک بین آرد چوب قطبی و پلی‌پروپیلن غیرقطبی می‌شود که احتمالاً از طریق تشکیل پیوندهای کوالانسی بین انیدریدمالئیک و گروه‌های هیدروگسیل اجزای پلیمری چوب انجام می‌شود. علاوه بر این، سازگارکننده سبب می‌شود که پوشش آرد چوب به‌وسیلهٔ پلی‌پروپیلن بهتر انجام شود و ضمن کاهش دسترس‌پذیری آرد چوب به آب، از جذب آب بوسیله دیواره‌های سلول کاسته شود که منجر به کاهش جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک می‌شود. کاهش جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک با افزودن MAPP توسط محققان زیادی گزارش شده است (کاظمی نجفی و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج آزمون جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک نشان داد که لیگنین کرافت و سازگارکننده انیدریدمالئیک – پلی‌پروپیلن موجب بهبود اتصال‌ها بین پلیمر و خاک اره شده و با کاهش فضاهای خالی موجب کاهش جذب آب مواد مرکب چوب- پلاستیک می‌گردد.

مدول‌الاستیسیتهٔ مواد مرکب تحت تأثیر مدول‌الاستیسیته مواد تشکیل‌دهنده آنها و پیوند بین اجزای تشکیل‌دهنده آن و دانسیته مواد مرکب می‌باشد (یونسی کردخیلی و همکاران، ۱۳۸۸)، بنابراین در شرایطی که نسبت ترکیب پلی‌پروپیلن، آرد چوب و سازگارکننده انیدریدمالئیک – پلی‌پروپیلن ثابت می‌باشد، افزایش مدول‌الاستیسیته این مواد مرکب را می‌توان به اثر سازگارکنندگی لیگنین کرافت نسبت داد. همچنین لیگنین کرافت به‌عنوان یک مادهٔ نیمه قطبی که دارای مقادیر بالای گروه‌های فعال می‌باشد توانایی پیوند و اتصال با چندین مولکول دیگر را نیز دارد که این امر موجب افزایش چسبندگی بیشتر بین اجزای مواد مرکب می‌شود و در نتیجه موجب افزایش مدول‌الاستیسته مواد مرکب چوب -پلاستیک

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گردد. از سوی دیگر لیگنین کرافت به دلیل دارا بودن مقدار زیادتر گروه‌های فعال، توانایی افزایش صلبیت مواد مرکب می‌گردد. به همین دلیل مدول‌الاستیسته مواد مرکب دارای لیگنین بیشتر از مواد مرکب بدون لیگنین می‌باشد. Torizو همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که اختلاط لیگنین با پلی‌پروپیلن منجر به افزایش مدول‌الاستیسته ماده مرکب بدست آمده در مقایسه با پلی‌پروپیلن خالص می‌شود.

سازگارکننده MAPP نیز با کاهش انرژی سطحی آرد چوب و نزدیک کردن انرژی سطحی آن به انرژی سطحی پلی‌پروپیلن سبب ترشوندگی بهتر آرد چوب توسط پلی‌پروپیلن می‌شود که نتیجهٔ آن افزایش چسبندگی در مرحله میانی پرکننده‌ها و مادهٔ زمینه پلیمری و همچنین افزایش روانی ماده زمینه پلیمری می‌باشد. افزایش مدول‌الاستیسته با افزودن MAPP توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است (یونسی کردخیلی و کاظمی نجفی، ۱۳۸۸ ؛ Chowdhury and wolcott., 2007).

مقاومت‌خمشی مواد مرکب تحت تأثیر پیوند بین اجزای تشکیل‌دهنده آن است، در شرایطی که مقدار پلی‌پروپیلن و آرد چوب و MAPP ثابت می‌باشد افزایش مقاومت‌خمشی این مواد مرکب را می‌توان به لیگنین نسبت داد. حضور لیگنین کرافت در ترکیب مواد مرکب چوب – پلاستیک، سازگاری و اتصال بین مواد سلولزی (قطبی) و پلیمر (غیرقطبی) را افزایش داده و با ایجاد پیوندهای کووالانس با گروه‌های هیدروکسیل سطوح مواد سلولزی (آردچوب)(میرشکرایی، ١٣٨٦) برهم‌کنش و چسبندگی بین ماده لیگنوسلولزی و پلیمر را افزایش داده و در نتیجه انتقال تنش از ماده زمینه (پلیمر) به مواد سلولزی بهتر انجام می‌گیرد و مقاومت‌خمشی افزایش می‌یابد. در مورد کاهش مقاومت‌خمشی مواد مرکب از ۵ به ۱۰ درصد در مواد مرکب دارای MAPP و از ۲ به ۱۰ درصد در مواد مرکب بدون MAPP، احتمالاً وقتی که مقدار لیگنین‌کرافت بیشتر از مقدار مورد نیاز باشد دیگر ارتباط مناسبی بین گروه‌های قطبی و غیر قطبی آن با مادهٔ پرکننده و پلیمر برقرار نمی‌شود و این مسئله باعث می‌شود که افزودن لیگنین بیش از یک مقدار مشخص موجب افزایش چسبندگی در مواد مرکب نشود. از سوی دیگر، افزودن سازگارکننده MAPP نیز موجب بهبود بیشتر چسبندگی سطح مشترک اجزای مواد مرکب می‌شود و در نتیجه باعث بهبود مقاومت‌خمشی می‌گردد.

نتایج تحقیقات Rozman و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان داد که مواد مرکب حاوی لیگنین‌کرافت ویژگی‌های خمشی بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد دارند. Toriz و همکاران (۲۰۰۲) نیز از لیگنین همراه با پُرکننده‌های معدنی در تولید مواد مرکب استفاده کردند، نتایج تحقیق آنها نشان داد که کلیه ویژگی‌های خمشی این مواد مرکب با افزایش میزان لیگنین افزایش می‌یابد.

به طوری که مقاومت به‌ضربه بدون فاق نشان‌دهندهٔ مقاومت ماده در برابر شکست و شروع ترک می‌باشد و ترک همیشه در ضعیف‌ترین نقطه ماده مرکب، یعنی سطح مشترک اتصال بین ماده لیگنوسلولزی و پلیمر اتفاق می‌افتد. مقاومت به ضربه هر پلاستیک تقویت شده با ذرات، به نوع پلیمر، ماده تقویت‌کننده و آرایش ذرات و نحوه اتصال آنها به فاز پلیمری بستگی دارد (Andrzej et al., 2004). افزایش مقاومت به ضربه مواد مرکب احتمالاً به‌واسطه بهبود سطح اتصال‌ها و افزایش انعطاف‌پذیری مواد مرکب مورد مطالعه با افزایش میزان لیگنین و MAPP بوده که موجب عدم تراکم تنش در ماده مرکب چوب- پلاستیک شده و در نتیجه سبب افزایش مقاومت به ضربه می‌گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

در این پژوهش اثر لیگنین کرافت به‌عنوان سازگارکننده روی ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب- پلاستیک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که به طور کلی لیگنین کرافت سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی (جذب آب ۲ و ٢٤ ساعت) و مکانیکی (مدول‌الاستیسیته، مقاومت‌خمشی و مقاومت به‌ضربه) مواد مرکب چوب- پلاستیک می‌گردد. نکته جالب توجه در نتایج این تحقیق، آن است که تقریباً در کلیه تیمارها با افزودن لیگنین‌کرافت و سازگارکننده MAPP به‌صورت همزمان به مواد مرکب چوب- پلاستیک، ویژگی‌های مقاومتی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. این نتایج حکایت از آن داشت که لیگنین کرافت و MAPP می‌توانند به طور مکمل به‌عنوان سازگارکننده در مواد مرکب آرد چوب- پلی‌پروپیلن مورد استفاده قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

-کاظمی نجفی س، یونسی کردخیلی ح، نصیری ر. ۱۳۸۸. تاثیر آب دریا روی عملکرد سازگارکننده در رفتار جذب آب چند سازه آردچوب - پلی‌پروپیلن. مجله منابع طبیعی ایران. (۳)٦۲، ۳۱۰-۳۰۱.

- موسسه کامپوزیت ایران، کامپوزیت ها چیستند؟ کامپوزیت، بهار ۱۳۸۰.

- میرشکرایی ا.، ۱۳۸٦. شیمی چوب- مبانی و کاربردها (ترجمه)، انتشارات آییژ، تهران، صص: ۱٦۰-۱۵۵.

- یونسی کردخیلی ح، کاظمی نجفی س. ۱۳۸۸. تاثیر آب دریای خزر و خلیج فارس روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب-پلاستیک، یازدهمین همایش صنایع دریایی، کیش.

- یونسی کردخیلی ح، بهروز ر، کاظمی نجفی س. ۱۳۸۸. اثر روش اختلاط لیگنین روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی مواد مرکب چوب- پلاستیک. مجله انجمن علوم و صنایع چوب و کاغذ. در دست چاپ.

-American Society for Testing and Material, 1998. ASTM D70-90: Evaluting Mechanical and Physical Properties of Wood-Plastic Composite Products. West Conshohocken, Pa. USA.

-American society for testing and material, ASTM D256-90b, West Conshohocken, Pa. USA.1990.

-Andrzej K. Bledzki, Faruk O. 2004 Creep and impact properties of wood fibre–polypropylene composites: influence of temperature and moisture content, Composites Science and Technology 64 693–700.

-Chowdhury M., Wolcott M., 2007. Compatibilizer Selection to Improve Mechanical and Moisture Properties of Extruded Wood-HDPE Composites. Forest Products Journal, 57 (9): 46-53.

-Kazemi Najafi, S., Kiaefar, A. Tajvidi, M. and Hamidina, E. 2007a. Hygroscopic thickness swelling rate of composites from sawdust and recycled Plastics. Wood Science and Technology, DOI 10.1007/s00226-007-0163-4.

-Kazemi Najafi, S., Kiaefar, A., Tajvidi, M. and Hamidina, E. 2007b. Water absorption behavior of vomposites from sawdust and recycled plastics. Journal of Reinforced Plastic and Composites, 26(3), 341-348.

- lin,Y.S.,Dence,C.V.1992. Methods in lignin chemistry Springer-Verlag (Berlin, New York). Pp 578.

-Lu Z., Wu Q., Mc Nabb S., 2000. Chemical Coupling in Wood Fiber and Polymer Composites: A Review of Coupling Agents and Treatments. Wood and Fiber Science, 32 (1): 88-104.

-Rozman H.D., Tan K.W., Kumar R.N., Abubakar A., Ishak Mohd., Ismail H., 2000: The Effect of Lignin as a Compatibilizers on the Physical Properties of Coconut Fiber-Polypropylene Composites. European Polymer Journal, 36(7) : 1483-1494.

-Timothy, A., Vipul, S., Meng-jiu, C., and John, J.M., 2003. Graft copolymers of lignin as hydrophobic agents for plastic (Wood-Filled) composites. Journal of Applied Polymer Science, 89: 1266–1276.

-Toriz, G., Denes, F., and Young, R. A. 2002. Lignin-polypropylene composites. Part 1: Composites from unmodified lignin and polypropylene. Journal of Polymer Composites, 23 (5).

-Standard testing methods for melt flow rates of thermoplastics by extrusion plastomer. Annual Book of ASTM Standard, D1238-98, 1998.

-Standard testing methods for Evaluating mechanical and physical properties of wood-plastic composite products. Annual Book of ASTM Standard, D 7031-04, 2004.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Wood and Paper Science Research Vol. 26 No. (3), 2011

Use of kraft lignin as compatibilizer in wood flour-polypropylene Composites

Behrooz, R.[1]*, Younesi Kordkheili, H.[2] and Kazemi Najafi, S.[3]

1*- Corresponding author ,Assistant professor of Wood and Paper Sciences and Technology Department, Tarbiat Modares University. Email: Rabi.behrooz.ac.ir
2- PhD Student of Wood and Paper Sciences and Technology Department, Tarbiat Modares University: email: hamed_younesi@yahoo.com
3-Associated professor of Wood and Paper Sciences and Technology Department, Tarbiat Modares University: Skazemi@modares.ac.irAbstract:

Received: Dec., 2010 Accepted: Jan., 2011

Abstract

Effect of Kraft lignin as a compatibilizer on the short-term water absorption (2 and 24 hours) and mechanical properties of wood flour-polypropylene composites was studied. The black liquor of Chooka pulp and paper mill was acidified and Kraft lignin was extracted by precipitation. The extracted lignin at three levels of 2, 5 and 10 percent was mixed with wood flour by physical mixing method. All materials used were oven-dried. Wood flour, lignin and PP with or without MAPP were used to produce composites by flat hot press method. The results of this study indicated that generally lignin improved physical (short term water absorption) and mechanical properties (flexural modulus, flexural strength and impact strength). The bending test result showed that without MAPP, the composites with 2 and 10 percent lignin exhibited higher flexural modulus and strength, respectively. But at the presence of compatibilizer, the composites with 5 percent lignin exhibited the highest flexural modulus and strength. The composite with 2 percent of lignin exhibited higher flexural modulus and short-term water absorption rather than the composites with 2% MAPP. This result indicated positive effect of lignin in the composites. Also the composites with 10 percent lignin exhibited the highest impact strength and short-term water absorption. But there were no significant difference between the impact strength of composites with 5 and 10 percent lignin.

Keywords: wood- plastic composites, compatibilizer, Kraft lignin, mechanical properties, water absorption, physical mixing method.

www.SID.ir