فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۳۰۰-۲۹۰، (۱۳۹۲)

بررسی اثر همزمان جفت‌کننده‌های ایزوسیانات (HMDI) و مالئیک‌انیدرید (MAPE) بر روی خواص مکانیکی چندسازه آردچوب-پلی‌اتیلن سنگین

عبداله شاکری[1*]، وحیدرضا صفدری[2]، مهران روح‌نیا[2] و امیر نوربخش[3]

۱*- نویسنده مسئول، کارشناس‌ارشد، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
پست‌الکترونیک: a.shakeri2000@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۳- دانشیار، علوم و صنایع چوب و کاغذ، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۱

چکیده

جفت‌کننده‌ها در فرآورده‌های چندسازه چوب‌پلاستیک نقش مهّمی را در بهبود اتصال بین فیبرهای چوبی قطبی و ماده زمینهٔ پلاستیک غیرقطبی بازی می‌کنند. افزودن مقدار مطلوب جفت‌کننده‌ها به مخلوط چوب‌پلاستیک باعث می‌شود تا مقاومت مکانیکی چنین فرآورده‌ای به‌میزان قابل‌توجهی افزایش یابد. مالئیک‌انیدرید (MAPE) و ایزوسیانات (HMDI) جزء رایج‌ترین جفت‌کننده‌های فرآورده‌های چندسازه چوب‌پلاستیک هستند که این پژوهش به بررسی مقدار بهینه هر یک از این جفت‌کننده‌ها، به صورت انفرادی و ترکیبی پرداخته است. به همین منظور آردچوب و پلی‌اتیلن سنگین با هر یک از جفت‌کننده‌ها، مالئیک‌انیدرید (MAPE) و ایزوسیانات (HMDI) به تنهایی در مقادیر ۲ و ٤ درصد و به صورت ترکیبی (MAPE ۱٪ + HMDI۱٪) و (HMDI ۲٪ + MAPE ۲٪) در دستگاه روزن‌ران دوماردونه ناهمسوگرد اختلاط یافته و توسط دستگاه قالب‌گیری تزریقی، نمونه‌های آزمون مکانیکی ساخته شدند. نتایج حاصل از آزمون‌های مکانیکی نشان داد که افزودن جفت‌کنندهٔ MAPE به مقدار ٤ درصد و جفت‌کنندهٔ HMDI به مقدار ۲ درصد، سبب افزایش خواص کششی و خمشی فرآورده‌های چوب‌پلاستیک گردید. همچنین نمونه‌های ساخته شده با ۲ درصد از جفت‌کننده‌های HMDI و MAPE به صورت ترکیبی سبب بهبود خواص کششی و خمشی و به‌ویژه مقاومت به ضربه شد.

واژه‌های کلیدی: چندسازه چوب‌پلاستیک، جفت‌کننده، ایزوسیانات، روزن‌ران، آزمون مکانیکی.

مقدمه

چندسازه‌ها با ترکیب دو یا چند ماده برای رسیدن به خواصی که نمی‌توان از مواد مجزا انتظار داشت ساخته می‌شوند (Karmarkar *et al.*, 2007). چندسازه چوب‌پلاستیک مخلوطی از پلاستیک و الیاف لیگنوسلولزی می‌باشد که به‌منظور بهبود خواص کاربردی، برخی مواد افزودنی را به این چندسازه می‌افزایند. بدون شک، استفاده از الیاف سلولزی در تولید چندسازه چوب‌پلاستیک با

Archive of SID

www.SID.ir

هدف افزایش مقاومت‌ها و کاهش هزینه تمام شده برای این محصول می‌باشد (Klyosov, 2007). واضح است که در طول چند دهه اخیر استفاده از الیاف سلولزی در چندسازه‌های گرمانرم گسترش یافته است. الیاف سلولزی دارای مزیت‌هایی ازجمله چگالی کم، قابلیت تجزیه‌پذیری، در دسترس بودن و هزینه کم بوده و جایگاه خاصی را بین پُرکننده‌های چندسازه‌های گرمانرم به خود اختصاص داده است (Bismarck *et al.*, 2006). با این‌حال الیاف و مواد لیگنوسلولزی به‌دلیل وجود مشکلاتی از قبیل قطبی بودن و به طبع آن آب‌دوست بودن، با پلیمر آب‌گریز و غیرقطبی ناسازگار بوده، به همین دلیل منجر به اتصال نامناسب می‌شود، بنابراین در شرایط محدود مورد استفاده قرار می‌گیرند (Nachtigall *et al.*, 2007). وجود مشکلات در دستیابی به چسبندگی قابل قبول و پراکندگی مناسب در مواد لیگنوسلولزی در چندسازه سبب جذب بالای رطوبت و تورم الیاف و ذرات خواهد شد که این عامل خود سبب کاهش خواص مکانیکی چندسازه می‌شود (Pasquini *et al.*, 2007). عوامل جفت‌کننده سبب بهبود سازگاری شیمیایی بین پلاستیک و الیاف طبیعی می‌شوند. عوامل جفت‌کننده افزودنی‌هایی هستند که هم با مواد سلولزی و هم با پلاستیک سازگاری داشته و قابلیت واکنش با سطح چوب را دارا هستند. این امر سبب می‌شود تا سطح مشترک ماده زمینه و مواد سلولزی افزایش یافته و خواص مکانیکی به خصوص مقاومت‌کششی، مقاومت‌خمشی و مقاومت به ضربه بهبود یابند. در صورت عدم استفاده از این عوامل، اتصال بین الیاف و پلیمر تحت تأثیر قرار گرفته و پیوندهای ضعیفی ایجاد می‌گردد. در مواد چندسازه چوب‌پلاستیک، اتصالات ایجاد شده در سطح تماس الیاف با پلیمر شامل پیوندهای کووالانسی، هیدروژنی و واندروالسی می‌باشند. معمولا چسبندگی قویتر بین الیاف و پلیمر توسط اتصالات کووالانسی ایجاد می‌شود و پیوندهای هیدروژنی و واندروالسی چسبندگی ضعیف‌تری را به وجود می‌آورند (ذبیح زاده و ابراهیمی، ۲۰۰۷). پلی‌اولفین‌های پیوند شده جزء پرکاربردترین جفت‌کننده‌ها در جهان به‌شمار می‌آیند. با توجه به مطالعات انجام شده در زمینهٔ استفاده از پلی‌اولفین‌های پیوند شده به‌عنوان جفت‌کننده، نتایج قابل توجهی در جهت بهبود خواص بدست آمده است که می‌توان به نتایج Prachayawarakorn و همکاران، (۲۰۰۷) اشاره کرد که افزودن پلی‌اتیلن پیوندزده شده با مالئیک‌انیدرید (MAPE) باعث افزایش خواص مکانیکی شده است. همچنین مطالعات انجام شده در زمینهٔ استفاده از جفت‌کننده‌های ایزوسیاناتی نشان می‌دهند که جفت‌کننده‌های ایزوسیاناتی سبب بهبود خواص مکانیکی می‌شوند (Girone`s *et al.*, 2007& Nourbakhsh *et al.*, 2008). در این تحقیق سعی شده است مقدار مناسب هر یک از جفت‌کننده‌های MAPE و HMDI به صورت انفرادی و مشترک در چندسازه آردچوب/HDPE مورد مقایسه و بررسی قرار گیرد.

مواد و روشها

مواد

در این تحقیق از گرانول پلی‌اتیلن‌سنگین با کد HD-5218 UA، چگالی ۰/۹۵ g/cm^3 و شاخص جریان مذاب ۱۸g/۱۰min، ساخت مجتمع پتروشیمی تبریز به‌عنوان ماده زمینه استفاده شد. همچنین از هگزامتیلن‌دی ایزوسیانات (HMDI) ساخت شرکت Rodia با نام تجاری Tolonate

Archive of SID

www.SID.ir

75Nو از پلی‌اتیلن‌سنگین پیوندزده شده با مالئیک‌انیدرید (MAPE) با نام تجاری KARABOND EHM با چگالی ۰/۹۳۵ g/cm^3 و شاخص جریان مذاب ۱/۱ g/۱۰min ساخت شرکت Karangin به‌عنوان جفت‌کننده استفاده گردید. به‌منظور رقیق‌کردن جفت‌کننده هگزامتیلن‌دی ایزوسیانات، از استون با درجه خلوص ۹۹٪ ساخت شرکت Merck استفاده شد. آردچوب صنوبر به‌عنوان مادهٔ تقویت‌کننده، مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات شیمیایی آردچوب صنوبر در جدول ۱ ارائه شده است (Safdari *et al*., 2011).

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی و مورفولوژی الیاف گونه صنوبر

ابعاد الیاف			ویژگی‌های شیمیایی		
نسبت طول به عرض	عرض (mm)	طول (mm)	لیگنین (٪)	خاکستر (٪)	سلولز (٪)
۵/۳	۰/۰۵	۰/۳۰	۲۲/۳۳	۲/۰۶	٤٦/٦٦

تهیه نمونه‌ها

جدول ۲ بیانگر ترکیب مواد (براساس درصد وزنی) در ساخت چندسازه می‌باشد. آرد چوب گونهٔ صنوبر از یکی از باغ‌های شهر کرج به صورت گرده‌بینه با قطر ۷۵ سانتی‌متر تهیه و بعد از تبدیل کردن به چیپس، با دستگاه خردکن به آردچوب تبدیل و در نهایت با مش ٤٠-٦٠، مش‌بندی گردید. در مرحله‌ی بعد برای رسیدن رطوبت آردچوب به زیر ۳ درصد، آردچوب در دمای ۱۰۳±۲°C به مدت ٢٤ ساعت در آون قرار داده شد. آرد خشک شده تا زمان مصرف، برای جلوگیری از جذب رطوبت درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد. برای رقیق کردن هگزامتیلن‌دی ایزوسیانات (HDMI)، از استون استفاده شد (Yanjun *et al*., 2010). برای هر نمونه نسبت اختلاط جفت‌کننده به استون ۱ به ۵ و در مجموع ۱۲۰ گرم محلول جفت‌کننده و استون در نظر گرفته شد که برای نمونه‌های با ٤٪ جفت‌کننده، ١٦ گرم جفت‌کننده و ١٣٤ گرم استون در نظر گرفته شد و برای نمونه‌های با ۲ درصد جفت‌کننده، ۸ گرم جفت‌کننده و ١٤٢ گرم استون استفاده شد و بعد محلول تهیه شده به کیسه پلاستیکی حاوی آردچوب افزوده شد. در مرحله بعد به مدت ۱۵ دقیقه، تمام آردچوب به محلول جفت‌کننده و استون آغشته شدند، سپس بعد از اختلاط جفت‌کننده و آردچوب، نمونه‌ها در دمای ۸۰°C به مدت ۲ ساعت در آون خلأ قرار داده شدند. جفت‌کنندهٔ مالئیک‌انیدرید (MAPE) با درصدهای وزنی ذکر شده در جدول ۲ در درون کیسه‌های حاوی آردچوب و جفت‌کنندهٔ ایزوسیاناتی ریخته و مخلوط گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

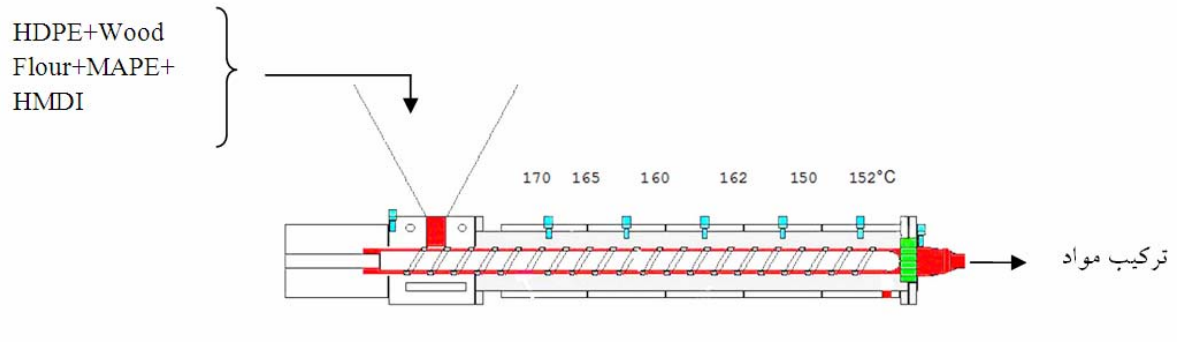
جدول ۲ – مقادیر تشکیل‌دهنده ترکیب چندسازه براساس درصد وزنی

	درصد مواد			
کد نمونه	آردچوب (٪)	MAPE (٪)	HDPE(٪)	HMDI(٪)
M0H0	۳۰	۰	۷۰	۰
M2H0	۳۰	۲	٦٨	۰
M4H0	۳۰	٤	٦٦	۰
M0H2	۳۰	۰	٦٨	۲
M0H4	۳۰	۰	٦٦	٤
M1H1	۳۰	۱	٦٨	۱
M2H2	۳۰	۲	٦٦	۲
HDPE	۰	۰	۱۰۰	۰

برای اختلاط مواد از دستگاه روزن‌ران دومارپیچه ناهمسوگرد Collin مدل ZK5O با پروفیل دمای ۱۵۲°C–۱۵۰–۱٦۲–۱٦۰–۱٦۵–۱۷۰ و سرعت چرخش ۸۰ rpm استفاده شد (شکل ۱). مخلوط گرانول‌های تولید شده در دستگاه روزن‌دان دومارپیچه به مدت ۲٤ ساعت در آون با دمای ۸۰°C نگهداری و پس از آن برای جلوگیری از جذب رطوبت در کیسه‌های پلاستیکی نگهداری شدند. برای تهیه نمونه‌های آزمونی، از دستگاه قالب‌گیری‌تزریقی ساخت شرکت ایمن‌ماشین با دمای ۱٦۰°C استفاده شد (شکل ۲).

اندازه‌گیری ویژگی‌های مکانیکی

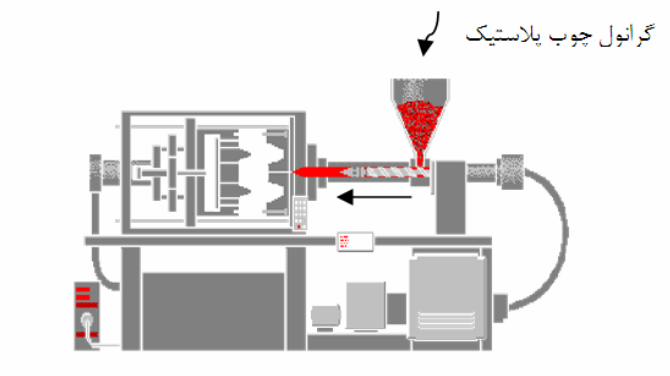
برای بررسی تأثیر جفت‌کننده بر روی خواص مکانیکی، نمونه‌های تولیدی، تحت آزمون‌های مقاومت به خمش براساس دستورالعمل ASTM D790، مقاومت به کشش براساس دستورالعمل ASTM D638، توسط دستگاه Instron4486 انجام شد. همچنین نمونه‌ها، تحت آزمون مقاومت به‌ضربه فاقدار براساس دستورالعمل ASTM D256 به وسیله دستگاه Santam مدل SILT20D قرار گرفتند.



شکل ۱ – تصویر شماتیک دستگاه روزن‌ران دومارپیچه ناهمسوگرد

Archive of SID

www.SID.ir

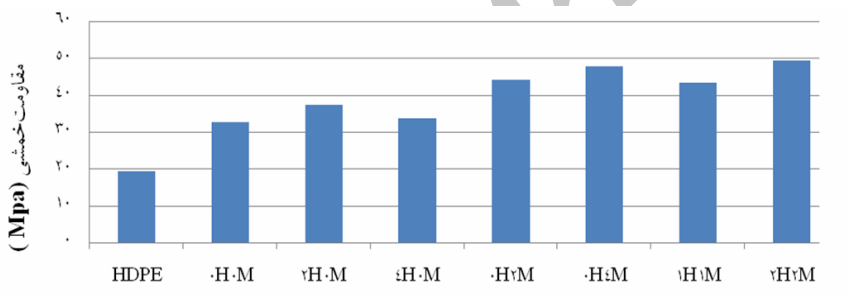


شکل ۲ - نمای شماتیک دستگاه قالب‌گیری تزریقی

نتایج

خواص خمشی

همان طور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود افزودن جفت‌کننده HMDI و MAPE به تنهایی و به صورت ترکیبی سبب افزایش مقاومت‌خمشی شده است. همچنین استفاده از پُرکنندهٔ آردچوب سبب بهبود مقاومت‌خمشی شده است، زیرا افزودن مواد سلولزی به ماده زمینه، سبب تقویت پلیمر شده و در نتیجه افزایش سفتی را سبب می‌شود (Stark *et al.*, 2003).



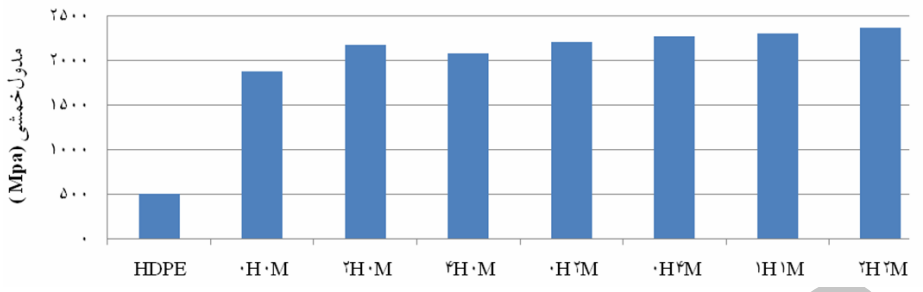
شکل ۳- تأثیر دو جفت‌کنندهٔ MAPE و HMDI به صورت انفرادی و ترکیبی بر روی مقاومت‌خمشی

افزودن آردچوب به ماتریس پلیمر باعث افزایش مقاومت‌خمشی به میزان ٦۹ درصد شده است. از طرف دیگر افزودن میزان ۲ درصد جفت‌کننده HMDI، مقاومت‌خمشی را به میزان ١٤ درصد بهبود بخشیده است، این درحالیست که افزودن ٤ درصد از این جفت‌کننده سبب کاهش مقاومت‌خمشی شده است. در نهایت، استفاده‌ی ترکیبی از دو جفت‌کنندهٔ HMDI و MAPE در درصدهای برابر (۱٪ و ۲٪) سبب افزایش مقاومت‌خمشی نسبت به حالت استفاده‌ی انفرادی از این جفت‌کننده‌ها گردیده است؛ به‌طوری‌که استفاده ترکیبی از ۱٪ جفت‌کنندهٔ MAPE و ۱٪ جفت‌کنندهٔ HMDI مقاومت را به میزان ۳۲ درصد افزوده و استفاده از مخلوط ۲٪ جفت‌کنندهٔ MAPE و ۲٪ جفت‌کنندهٔ HMDI، مقاومت‌خمشی را به میزان ۵۰ درصد بهبود بخشیده است.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج نشان می‌دهد که افزودن جفت‌کنندهٔ HMDI و MAPE، هم به صورت انفرادی و هم به صورت ترکیبی سبب بهبود مدول‌خمشی شده است (شکل ٤).



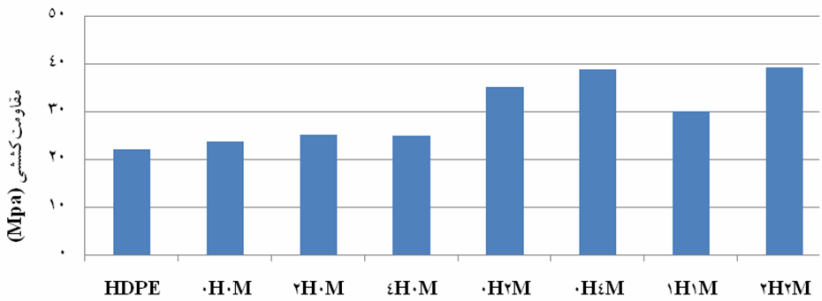
شکل ٤- تأثیر دو جفت‌کنندهٔ MAPE و HMDI به صورت انفرادی و ترکیبی بر روی مدول‌خمشی

افزودن جفت‌کنندهٔ HMDI به میزان ۲ درصد سبب بهبود ۱۷ درصدی مدول‌خمشی شده است، درحالی‌که افزودن ٤ درصدی جفت‌کننده HMDI سبب کاهش مدول‌خمشی گردیده است. همچنین افزودن جفت‌کننده MAPE نیز سبب افزایش مدول‌خمشی به میزان ۲۰ درصد شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از جفت‌کننده‌ها به صورت ترکیبی نیز با بهبود مدول‌خمشی به میزان ۲٦ درصد همراه بوده است.

خواص کششی

براساس شکل۵، افزودن جفت‌کننده HMDI و MAPE، به صورت انفرادی سبب افزایش مقاومت‌کششی شده است. البّته این میزان افزایش مقاومت در جفت‌کننده MAPE بیشتر از جفت‌کنندهٔ HMDI بوده است.

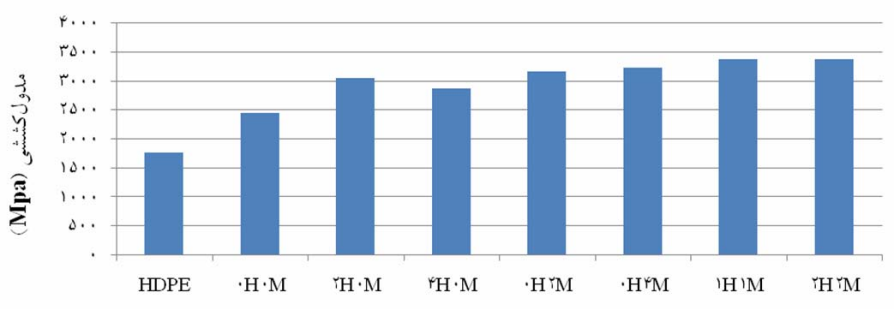
شکل ٦، تأثیر جفت‌کنندهٔ HMDI و MAPE را بر روی مدول‌کششی نشان می‌دهد. به‌طوری‌که درصد افزایش مدول‌کششی نمونه‌ی حاوی ۲ درصد جفت‌کننده HMDI به میزان ۲٤ درصد و نمونه‌ی حاوی ٤ درصد جفت‌کنندهٔ HMDI، به میزان ۱۷ درصد بوده است.



شکل ۵- تأثیر دو جفت‌کنندهٔ MAPE و HMDI به صورت انفرادی و ترکیبی بر روی مقاومت‌کششی

Archive of SID

www.SID.ir

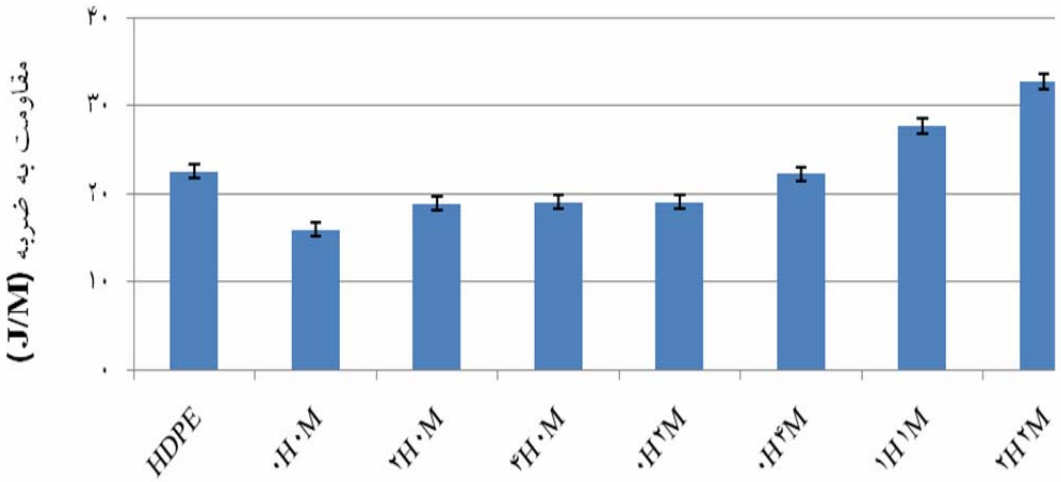


شکل ٦- تأثیر دو جفت‌کنندهٔ MAPE و HMDI به صورت انفرادی و ترکیبی بر روی مدول‌کششی

همچنین نمونه‌ی حاوی ۲ درصد جفت‌کنندهٔ MAPE، با میزان ۲۹ درصد افزایش مقاومت و نمونهٔ حاوی٤ درصد MAPE، با میزان ۳۱ درصد افزایش مقاومت همراه است. این درحالیست که استفاده ترکیبی از جفت‌کننده‌های MAPE و HMDI در غلظت‌های برابر ۱ درصد و ۲ درصد نیز سبب بهبود خواص مدول‌کششی به میزان ۳۷ درصد گردیده است.

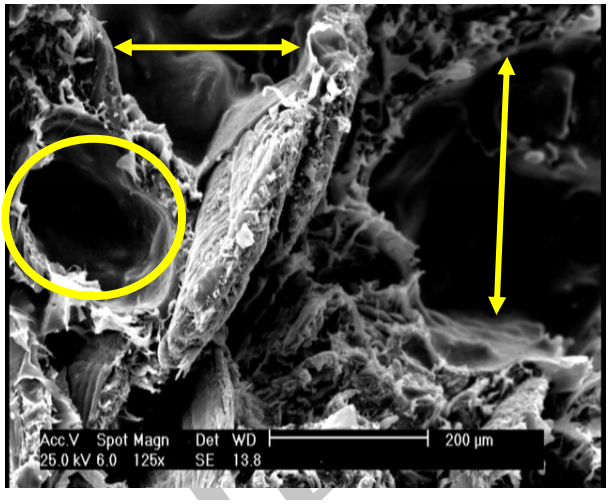
مقاومت به ضربه

همان طور که در شکل ۷ ملاحظه می‌گردد وجود جفت‌کننده‌های HMDI و MAPE به صورت انفرادی تغییر قابل‌توجهی در مقاومت به ضربه ایجاد نکرده‌اند. این درحالیست که استفاده ترکیبی از HMDI و MAPE سبب افزایش مقاومت به ضربه حتی بیشتر از مقاومت به ضربه پلی‌اتیلن‌خالص شده است.

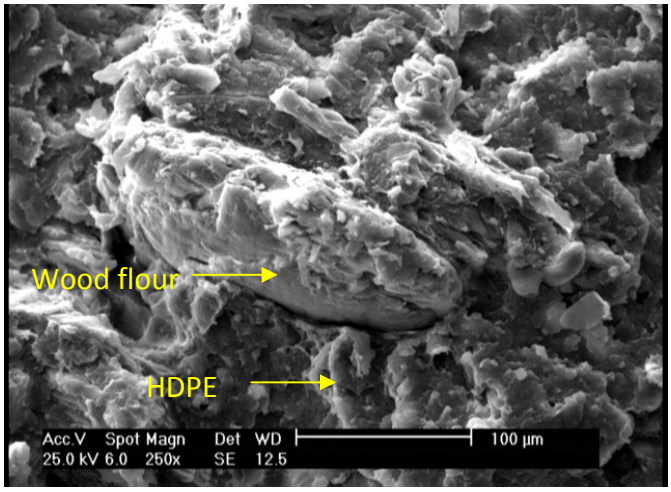


شکل ۷ - تأثیر دو جفت‌کنندهٔ MAPE و HMDI به صورت انفرادی و ترکیبی بر روی مقاومت به ضربه

ive of SID
www.SID.ir



شکل ۸- شکست سطح نمونه کششی با ٤٪ جفت‌کنندهٔ HMDI



شکل ۹- شکست سطح نمونه کششی با ۲٪ HMDI و ۲٪ MAPE

بحث

باتوجه به نتایج بدست‌آمده، استفاده از جفت‌کننده‌های MAPEو HMDI به صورت انفرادی، سبب بهبود مقاومت‌های مکانیکی از قبیل مقاومت‌کششی، مقاومت‌خمشی، مدول‌خمشی و مدول‌کششی شده است، زیرا این جفت‌کننده‌ها با گروه‌های OH سلولز چوب وارد واکنش شده و با ایجاد پل ارتباطی میان چوب و پلیمر سبب افزایش خواص مکانیکی می‌شوند، این درحالیست که جفت‌کنندهٔ MAPE به دلیل داشتن گروه‌های عاملی بیشتر نسبت به HMDI، خواص مکانیکی بهتری را ایجاد می‌کند. همچنین طبق مشاهدات و نتایج، با افزایش میزان جفت‌کنندهٔ HMDI از ۲ درصد به ٤ درصد خواص مکانیکی کاهش یافته است که دلیل این امر استفاده‌ی بیش از اندازه‌ی مجاز جفت‌کننده می‌باشد، زیرا استفاده‌ی زیاد از این جفت‌کننده سبب تراکم شدید الیاف در سطح ماده‌زمینه شده و در نتیجه‌ی پراکندگی نامناسب الیاف، سبب کاهش خواص مکانیکی شده است. مطابق مطالعات انجام شده توسط محققان، مقدار استاندارد مصرف جفت‌کننده‌ها بین ۱ تا ۳ درصد وزن کل چندسازه است. از آنجا که افزایش مقدار جفت‌کننده‌ها تا حد معینی منجر به بهبود خواص مکانیکی می‌شود و بعد از آن، با افزایش مقدار جفت‌کننده خواص مکانیکی ثابت مانده و یا کاهش می‌یابد. دلایل احتمالی کاهش خواص مکانیکی عبارتنداز: ۱- تشکیل فرآورده‌های جانبی مختلف ۲- افزایش غلظت جفت‌کننده‌های غیرواکنشی و غیرپیوندی ۳- تداخل با واکنش جفت‌شدن. ازاین‌رو مقدار اضافی جفت‌کننده به جای اینکه تقویت‌کننده‌ی چسبندگی باشد به‌عنوان یک بازدارنده عمل می‌کند (ذبیح زاده و ابراهیمی، ۲۰۰۷)، به همین دلیل زمانی که درصد جفت‌کنندهٔ HMDI از ۲ درصد به ٤ درصد افزایش می‌یابد با پراکندگی نامناسب آردچوب در سطح ماتریس مواجه می‌شویم و در نهایت هنگام تزریق مواد به قالب، حفرات و فضای خالی در درون نمونه‌ها به وجود می‌آید (شکل ۸). این در حالیست که ساختار شیمیایی HMDI دارای گروه‌های عاملی

Archive of SID

www.SID.ir

کمتری نسبت به جفت‌کنندهٔ MAPE می‌باشد، در نتیجه با تعداد کمتری از گروه‌های‌عاملی OH موجود در سطح چوب واکنش برقرار می‌کند (Kuk, Kim *et al.*, 2010 & Girone`s *et al.*, 2008). این عوامل از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر روی کاهش خواص در نمونه‌های حاوی٤ درصد HMDI می‌باشد. از طرفی افزودن جفت‌کنندهٔ MAPE نیز سبب افزایش خواص مکانیکی شده است که بر خلاف HMDI، افزودن ٤ درصد از این نوع جفت‌کننده افزایش مقاومت‌خمشی را به میزان ۳۵ درصد سبب شده است که این امر به واسطه‌ی پیوندهای کووالانسی پلی‌اولفین‌ها با پلیمر است. این پیوند کووالانسی ناشی از اتصال گروه‌های هیدروژن سلولز با بخش انیدرید جفت‌کننده و در نتیجه تشکیل استرسلولز و یک اسیدآزاد است که به زنجیر پلیمر متصل شده است (Klyosov, 2007).

براساس نتایج بدست‌آمده استفادهٔ ترکیبی از جفت‌کننده‌های HMDI و MAPE نسبت به حالت انفرادی خواص مطلوب‌تری را ایجاد کرده است، جفت‌کنندهٔ HMDI باعث پراکندگی بهتر آردچوب در سطح ماده زمینه شده که همین امر سبب می‌شود که مالئیک‌انیدرید به راحتی در ایجاد پیوند کووالانسی بین پلیمر و آردچوب نقش ایفا کند (Girone`s *et al.*, 2008). در واقع می‌توان این‌گونه بیان کرد که وجود جفت‌کنندهٔ HMDI عاملیست برای بهبود بخشیدن به عملکرد جفت‌کنندهٔ MAPE (Kuk, Kim *et al.*, 2010). اگرچه در استفاده انفرادی از جفت‌کننده‌ها بهبود قابل توجهی در مقاومت به ضربه نمونه‌ها مشاهده نشد، ولی در استفاده‌ی ترکیبی از جفت‌کننده‌ها بهبود قابل توجهی ملاحظه گردیده است، به‌طوری‌که میزان مقاومت به ضربه‌ی نمونه‌ها در استفاده‌ی ترکیبی از جفت‌کننده‌ها بهبود یافته‌تر از حالت انفرادی می‌باشد؛ زیرا وجود مقدار مناسب جفت‌کنندهٔ HMDI، باعث کاهش قطبیت در چوب شده و با ایجاد پراکنش مناسب بین ذرات‌چوب و سطح پلیمر، سبب افزایش سطح اتصال شده و درنهایت باعث بهتر شدن عملکرد جفت‌کنندهٔ MAPE در ایجاد اتصال با پلیمر و چوب می‌شود. همان طور که در شکل ۹ مشاهده می‌کنید تمام سطح چوب توسط پلیمر احاطه شده است و این بیانگر اتصال مناسب بین آردچوب و پلیمر می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- ذبیح‌زاده، م. و ابراهیمی، ق.، ۱۳۸۷. مروری بر عوامل جفت‌کننده در مواد مرکب الیاف طبیعی و پلیمرهای گرمانرم. اولین همایش ملی تامین مواد اولیه و توسعه صنایع چوب و کاغذ کشور.
-Bismarck, A., Baltazar, Y.J., and Sarlkakis, K, 2006. Green Composites as Panacea, Socio-Economic Aspects of Green Materials, Environment, Development and Sustainability, 8(3): 445–463.
-Girone`s, J.; Pimenta, M. T. B.; Vilaseca, F.; Carvalho, A. J. F.; Mutje, P.; and Curvelo,2007. Blocked isocyanates as coupling agents for cellulose-based composites; Carbohydrate Polymers; 68, 537–543.
-Girone`s, J.; Pimenta, M. T. B.; Vilaseca, F.; Carvalho, A. J. F.; Mutje, P.; and Curvelo,2008. Blocked disocyanates as reactive coupling agents: Application to Pine fiber-Polypropylene composites; Carbohydrate Polymers; 74, 106–113.
-Karmarkar, A., Chauhan, S.S., Modak, J.M., Chanda, M, 2007. Mechanical properties of wood–fiber reinforced polypropylene composites: Effect of a novel compatibilizer with isocyanate functional group; Composites Part A, 38, 227-233.
-Klyosov, A., 2007. Wood plastic composites cellulose and lignocelluloses filler in wood – plastic composites,Wiley press,USA, 670p.
-Kuk, Kim, J., Pal, K, 2010. Recent Advances in the Processing of Wood-Plastic Composites, Springer,Germany, 171pp.

Archive of SID
www.SID.ir

-Nachtigall, S. M. B.; Cerveira, G. S.; and Rosa, S. M. L,2007. New Polymeric-coupling Agent for Polypropylene/Wood-flour; Polymer Testing; 26(5), 619–628.

-Nourbakhsh, A., Kokta, B., Ashori, A., Jahan-Latibari, A,2008. Effect of a Novel Coupling Agent Polybutadiene Isocyanate on Mechchnical Properties of Wood-Fiber Polypropylene Composites; Journal of Reinforced Plastics and Composites; 27,16-17.

-Pasquini, D., Morais, Teixeira, E., Silva Curvelo, A. A., Naceur Belgacem, M. and Dufresne, A, 2007. Surface Esterification of Cellulose Fibres: Processing and Characterisation of Low-density Polyethylene/cellulose Fibres Composites; Composites Science and Technology; 68(1), 193–201.

-Prachayawarakorn, J., S. Khunsumled, C. Thongpin, A. Kositchaiyong, N, 2007, SombatsompopEffects of Silane and MAPE Coupling Agentson the Properties and Interfacial Adhesion of Wood-Filled PVC/LDPE Blend,10(1002); 3523-3530.

-Safdari, V., Khodadadi,H, Hosseinihashemi,S.KH, 2011. The effects of poplar bark and wood content on the mechanical properties of wood-polypropylene composites, bioresources, 6(4), 51180-5192.

-Stark, N.M., Rowlands, R.E,2003. Effects of wood fiber characteristics on mechanical properties of wood/polypropylene composites; Wood Fiber Sci.; 35(2), 167–74.

-Yanjun ,X., Callum A.S. Hill, Zefang Xiao, Holger Militz, Carsten Mai ,2010, Silane coupling agents used for natural fiber/polymer composites, Elsevier,806-819.

Archive of SID

www.SID.ir

An analysis of the combined effects of isocyanate HMDI and maleic anhydride (MAPE) coupling agents on the mechanical properties of HDPE- wood flour composite

Shakeri, A.[1*], Safdari, V.R.[2], Rohnia, M.[2], and Nourbakhsh, A.[3]

1*- Corresponding Author, M.Sc., Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran. Email: a.shakeri2000@yahoo.com
2- Associate Prof., Department of Wood and Paper Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
3- Associate Prof., Wood and Forest Products Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: Oct., 2012 Accepted: March, 2013

Abstract

Coupling agents in wood fiber reinforced plastic composites play an important role in improving compatibility and adhesion between polar wood fiber and non-polar polymer matrices by forming bridges of chemical bonds between the fiber and the matrix. Maleated polyethylene (MAPE) and diisocyanate (HMDI) are the two most common coupling agents which are subject to evaluation, singly and in mixture. Polypropylene and wood fibers were compounded with Maleated polyethylene (MAPE) and diisocyanate (HMDI) in concentration of 2% and 4% in solitary form and mixture form (HMDI %2 + MAPE %2) into pellets using a counter-rotating twin-screw extruder and mechanical test specimens were prepared by injection molding. The result showed that adding 4% MAPE and 2% HMDI individually lead to increment of flexural and tensile strength of the composites. Also adding (%2HMDI + %2MAPE) caused an increase of flexural, tensile and in particular the impact strength.

Key words: Wood plastic composite, coupling agent, isocyanate, extruder, mechanical test.

Archive of SID

www.SID.ir