بررسی و ارزیابی اثرگذاری های نوع اصلاح کننده ضربه بر مشخصه های جذب آب و واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی

سامان قهری[۱]، سعید کاظمی نجفی[*۲] و بهبود محبی[۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ

[۲] دانشیار دانشگاه تربیت مدرس گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ

[۳] دانشیار دانشگاه تربیت مدرس گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ

چکیده

در این پژوهش اثرگذاری های نوع اصلاح کننده ضربه بر ضریب انتشار رطوبت، بیشینه جذب آب و مشخصه (پارامتر) واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی مورد ارزیابی قرار گرفت. با این هدف، دو مرحله بازیافت کنترل شده پلی‌پروپیلن (به طور مصنوعی) با دستگاه تزریق (اکسترودر) دو پیچی ناهمسو گرد در شرایط کنترل شده با شتاب ۱۰۰دور در دقیقه و دمای ۱۹۰ درجه سلسیوس انجام پذیرفت. پلی‌پروپیلن (دست اول و بازیافتی)، سازگار کننده مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن (صفر و ۲ درصد) و آرد چوب با نسبت ۵۰ درصد وزنی در حضور سه نوع اصلاح کننده ضربه اتیلن وینیل استات (EVA)، اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM) و اکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS) هریک به مقدار ۶ درصد وزنی با دستگاه اکسترودر دو پیچی با یکدیگر مخلوط شدند. بررسی سازوکار انتشار رطوبت و میزان واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی با نظریه انتشار فیک و مشخصه واکشیدگی ضخامت انجام شد. نتایج نشان دادند که دوبار بازیافت پلی‌پروپیلن سبب کاهش ضریب انتشار رطوبت، بیشینه جذب آب و مشخصه واکشیدگی ضخامت و میزان واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی شد. همچنین اصلاح کننده ضربه EVA نسبت به دو نوع اصلاح کننده ضربه دیگر عملکرد بهتری در کاهش ضریب انتشار رطوبت و مشخصه واکشیدگی ضخامت نشان داد. همچنین استفاده از سازگار کننده در همه نمونه‌ها سبب بهبود مشخصه های جذب آب و واکشیدگی ضخامت شد.

واژه‌های کلیدی: ضریب انتشار رطوبت، مشخصه واکشیدگی ضخامت، اصلاح کننده ضربه، سازگار کننده، چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی.

[*] مسئول مکاتبه: سعید کاظمی نجفی Email: skazemi@modares.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه بهره گیری از پلاستیک‌های پسماندی در ساخت چندسازه چوب پلاستیک مورد توجه محققان صنایع مربوط قرار گرفته است. نتایج بررسی های آزمون گرمایی پلاستیک‌های بازیافتی نشان داده‌است که پلاستیک‌های پسماندی که نقطه ذوب زیر ۲۰۰ درجه سلسیوس (زیر دمای تخریب مواد لیگنوسلولزی) داشته باشند به مانند پلاستیک‌های دست اول، قابل استفاده در ساخت چندسازه چوب پلاستیک می‌باشند [۷و۱۸]. نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که ویژگی های فیزیکی (ویسکوزیته (گرانروی) مذاب، وزن مولکولی، کریستالیته (تبلور) و نقطه ذوب) و همچنین ویژگی های مکانیکی پلاستیک‌های پسماندی با پلاستیک‌های دست اول متفاوت است و میزان تفاوت به نوع پلاستیک و دفعات فرآوری پلاستیک‌ها و روش بازیابی آنها بستگی دارد. این تغییرپذیری ویژگی های پلاستیک‌های پسماندی ویژگی های چندسازه‌های چوب پلاستیک را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نتایج تحقیقات مختلف نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکی (جذب آب و واکشیدگی ضخامت) و ویژگی های مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده از پلاستیک‌های بازیافتی با چندسازه ساخته شده از پلاستیک های دست اول متفاوت است [۲و۱۰]. یکی از عامل های مهم محدود کننده کاربرد نهایی چندسازه چوب پلاستیک جذب آب و رطوبت توسط آن می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که روند و میزان جذب آب در چندسازه چوب پلاستیک تحت تأثیر نوع و میزان پرکننده و نوع پلاستیک های دست اول یا بازیافتی بودن آن می‌باشد. نتایج تحقیق Kazemi Najafi و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد مدت زمان رسیدن به نقطه اشباع مواد مرکب ساخته شده از پلی‌پروپیلن خام بیشتر از پلی-پروپیلن بازیافتی می‌باشد. همچنین ضریب انتشار رطوبت برای مواد مرکب ساخته شده از پلی‌پروپیلن خام کمتر از ضریب انتشار رطوبت برای مواد مرکب ساخته شده از پلی‌پروپیلن بازیافتی بود [۸]. از سوی دیگر افزایش میزان جذب آب چندسازه چوب پلاستیک سبب ایجاد شرایط مساعد برای حمله میکروارگانیسم‌ها و قارچ‌ها و تخریب آن می شود. برای بهبود ویژگی های فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک بازیافتی از روشهای مختلفی مانند استفاده از اصلاح کننده ضربه، استفاده از سازگار کننده‌ها و یا جایگزین کردن بخشی از پلاستیک‌های دست اول با پلاستیک‌های بازیافتی استفاده می‌شود.

نتایج بررسی های اخیر نشان می‌دهد که افزایش بارهای بازیافت پلی‌پروپیلن سبب کاهش مقاومت به ضربه چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده از آن می‌شود [۱۸]. در این باره نتایج بررسی های Kazemi Najafi و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که مقاومت به ضربه چندسازه ساخته شده از پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی نسبت به چندسازه ساخته شده از پلی‌پروپیلن دست اول به طور معنی‌دار و قابل ملاحظه‌ای کمتر است [۱۰]. یکی از رایج‌ترین روش‌های بهبود ویژگی های فیزیکی و مکانیکی و به ویژه مقاومت به ضربه چندسازه چوب پلاستیک، استفاده از اصلاح کننده ضربه (Impact Modifier) است[۱۴]. کوپلیمر اتیلن- پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM)، استایرن اتیلن- بوتیلن استایرن (SEBS)، لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR)، اتیلن وینیل استات (EVA) و لاستیک استایرن- بوتا دی‌ان (SBR) متداول‌ترین اصلاح کننده‌های ضربه برای آمیخته‌های پلیمری به دست آمده از پلی‌پروپیلن و همچنین چندسازه چوب پلاستیک می‌باشند [۵، ۶، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵و ۱۷].

باید در نظر داشت که در صورت استفاده از اصلاح کننده ضربه ویژگی های فیزیکی و مکانیکی چندسازه چوب پلاستیک تحت تأثیر نوع، میزان و شکل اصلاح کننده (پودری یا دانه ای) قرار می‌گیرد. Xu و همکاران (۲۰۰۸) اثر مقادیر مختلف اصلاح کننده ضربه SEBS بر روند جذب آب مواد مرکب چوب پلاستیک را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش میزان SEBS باعث افزایش میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت چندسازه اصلاح شده می شود [۱۶].

Archive of SID

www.SID.ir

در صورتی که Espert و همکاران (۲۰۰۴) بیان کردند که EVA باعث افزایش مقاومت چندسازه چوب پلاستیک در برابر جذب رطوبت می شود[۴].

با توجه به اینکه داده های محدودی در زمینه جذب آب چندسازه چوب پلاستیک بازیافتی و اثر اصلاح کننده ضربه بر میزان و روند جذب آب و مقاومت زیستی آن موجود می‌باشد؛ این پژوهش با هدف ارزیابی اثر سه نوع اصلاح کننده ضربه: اتیلن وینیل استات (EVA)، اتیلن دی‌ان منومر (EPDM) و اکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS) بر ویژگی های فیزیکی چندسازه آرد چوب- پلی-پروپیلن بازیافتی انجام شده است. برای این منظور پلی-پروپیلن به طور مصنوعی تحت شرایط کنترل شده دو بار بازیافت شد تا اثر بازیافت و نوع اصلاح کننده ضربه بر روند جذب آب، واکشیدگی ضخامت دراز مدت چندسازه ساخته شده از پلی‌پروپیلن بازیافتی و آرد چوب مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از پلی‌پروپیلن با شاخص جریان مذاب ۵/۸g/۱۰min ساخت شرکت پلی‌نار استفاده شد. به منظور بهبود چسبندگی بین دو مرحله ناسازگار (پلاستیک و آرد چوب) از سازگار کننده پلی‌پروپیلن پیوند خورده با مالئیک انیدرید (MAPP) ساخت شرکت کیمیا جاوید با شاخص جریان مذاب ۱۰۰g/۱۰min بهره گیری شد. از اتیلن وینیل استات (EVA) ساخت شرکت LG, اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM) ساخت شرکت Bayer و اکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS) ساخت شرکت پتروشیمی قائد بصیر به عنوان مواد اصلاح کننده‌ضربه استفاده شد. آرد چوب مورد استفاده در این تحقیق از خاک اره چوب گونه راش پس از غربال کردن با الک چشمه ۴۰-/۶۰+ تهیه شد.

آماده سازی پلی‌پروپیلن بازیافتی

دو مرحله تخریب ترمومکانیکی روی پلی‌پروپیلن دست اول به عنوان شاخصی از دفعات بازیافت در دستگاه تزریق (اکسترودر) دو پیچی نا همسوگرد (مدل۴۸۱۵ -WPC ساخت شرکت برنا پارس مهر) در دمای ۱۹۰°C و شتاب ۱۰۰rpm انجام گرفت. پلی‌پروپیلن دست اول در دستگاه اکسترودر ریخته شد و پس از خروج از دستگاه اکسترودر با دستگاه آسیاب آزمایشگاهی (ساخت شرکت ایران خودساز) خرد شد. این عمل تا دو بار تکرار شد و دانه‌های به دست آمده برای ساخت چندسازه گزینش شدند.

فرآیند اختلاط

پلی پروپیلن (دست اول و بازیافتی)، آرد چوب خشک شده (در آون با دمای ۸۰°C به مدت ۲۴ h)، سازگار کننده MAPP و هر یک از اصلاح کننده‌های ضربه برابر جدول۱ دریک مخلوط کن آزمایشگاهی با شتاب rpm ۱۵۰۰ به منظور دستیابی به یک اختلاط به نسبت همگن مخلوط شدند. سپس اختلاط به دست آمده وارد قسمت تغذیه دستگاه تزریق با شش منطقه گرمایی برای اختلاط و دو منطقه قالب شد. دمای تزریق برای هریک از مناطق گرمای به ترتیب ۱۶۵°C، ۱۸۰°C، ۱۸۰°C ، °C ۱۷۷، ۱۷۵°C،۱۶۵°Cبرای مناطق ۱ تا ۶ و ۱۴۵°C و۱۱۵°C برای قالب تنظیم شد و شتاب چرخش مارپیچ ها ۱۲۰ rpm در نظر گرفته شد و در نهایت باریکه‌های با سطح مقطع mm^2 ۱۰*۷۰ ساخته شد. نمونه‌ها در دمای ۲۳± ۲ °C و رطوبت نسبی ۳٪± ۶۵٪ به مدت دوهفته پیش از انجام آزمون‌ها مشروط سازی شدند و سپس برای تهیه نمونه‌های آزمون برای آزمون‌های پیش‌بینی شده برابر استانداردها برش داده شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- درصد وزنی اجزای تشکیل دهنده ترکیبات مختلف چندسازه چوب پلاستیک

کد تیمار	پلی‌پروپیلن	آرد چوب(٪)	EVA (٪)	EPDM (٪)	ABS (٪)	MAPP (٪)
WVPP	۵۰	۵۰	-	–	–	۰
WPPMA	۴۸	۵۰	-	–	–	۲
WR2PP	۵۰	۵۰	-	–	–	۰
WR2PPMA	۴۸	۵۰	-	–	–	۲
WR2PPEVA	۴۴	۵۰	۶	–	–	۰
WR2PPMAEVA	۴۲	۵۰	۶	–	–	۲
WR2PPEPDM	۴۴	۵۰	–	۶	–	۰
WR2PPMAEPDM	۴۲	۵۰	–	۶	–	۲
WR2PPABS	۴۴	۵۰	–	–	۶	۰
WR2PPMAABS	۴۲	۵۰	–	–	۶	۲

آرد چوب(W)؛ سازگار کننده (MA)؛ پلی‌پروپیلن بکر (VPP)؛ پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی(R2PP)؛ اتیلن ونیل استات (EVA)؛ اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM)؛ آکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS).

اندازه‌گیری ویژگی های فیزیکی

آزمایش‌های فیزیکی شامل جذب آب و واکشیدگی ضخامت (دراز مدت) برابر استاندارد ASTM آیین نامه D ۷۰۳۱-۰۴ انجام شد. برای توزین نمونه‌ها از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱g و برای اندازه‌گیری ضخامت نمونه‌ها از میکرومتر با دقت ۰/۰۰۱ mm استفاده شد. در آزمون جذب آب نمونه‌ها در درون آب مقطر غوطه ور شدند و در زمان های مختلف تا رسیدن به بیشینه جذب آب، وزن و ضخامت نمونه‌ها اندازه گیری و بوسیله مقادیر به دست آمده میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت در زمان های مختلف محاسبه شد. از آزمون مشخصه ای تجزیه واریانس یک سویه (ANOVA) برای بررسی امکان وجود اختلاف آماری معنی‌دار بین مقادیر ویژگی های فیزیکی نمونه‌های آزمونی استفاده شد و پس از اثبات وجود چنین تفاوتی، از آزمون چند دامنه Duncan برای گروه بندی میانگین‌ها استفاده شد هرعدد میانگین ۱۰ تکرار است. میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت در زمان غوطه وری t با رابطه ۱ محاسبه شد:

$$Wa_t = (\frac{W_t}{W_0} - 1) \times 100$$ رابطه ۱:

که Wa_t میزان جذب آب در زمان t، W_t وزن نمونه در زمان غوطه وری t و W_0 وزن خشک نمونه پیش از غوطه‌وری می‌باشد.

همچنین واکشیدگی ضخامت در زمان t با رابطه ۲ محاسبه شد:

$$TS_t = (\frac{H_t}{H_0} - 1) \times 100$$ رابطه ۲:

که TS_t واکشیدگی ضخامت در زمان غوطه وری t، H_0 ضخامت اولیه نمونه‌های خشک شده و H_t ضخامت در زمان t می‌باشد.

نظریه انتشار فیک[1]

ضریب انتشار آب از مهم‌ترین مشخصه ها در بیان چگونگی جذب آب در چندسازه چوب پلاستیک می‌باشد. به طور کلی از دیدگاه نظری، ضریب انتشار آب به وسیله

[1] Fick's Theory

Archive of SID

www.SID.ir

شیب منحنی جذب آب با استفاده از رابطه ۳ تعیین می-شود:

رابطه ۳:

$$Kt^{n} = \frac{M_t}{M_\infty}$$

که M_t میزان آب در زمان t (٪)، M_∞ میزان آب اشباع (٪) و K (h^2) و n نیز ثابت می‌باشند. تجزیه سازوکار انتشار در مواد ارزیابی بر پایه نظریه انتشار فیک از رابطه ۴ و همخوانی داده‌ها به دست آمد.

رابطه ۴:

$$\mathrm{Log}\left(\frac{M_t}{M_\infty}\right) = \mathrm{Log}\,(K) + n\,\mathrm{Log}\,(t)$$

میزان ضریب n شاخص رفتاری مواد مختلف از نظر انتشار آب می‌باشد و بیان‌کننده چگونگی حرکت آب در ساختار چندسازه است. برای مواردی که $n \leq ۰/۵$ باشد (مانند چندسازه چوب‌پلاستیک)، انتشار آب از نظریه فیک پیروی می‌کند و به حالت خطی نزدیک‌تر می‌شود [۲و۴]. چنان‌چه $n \geq ۱$ باشد، جریان آب به صورت آزاد می‌باشد و در صورتی که $۰/۵ < n < ۱$ باشد، جریان آب به صورت آشفته انجام می‌شود [۲]. ضریب k نشان دهنده مدت زمان لازم برای اشباع یک چندسازه می‌باشد. هر چه این زمان کمتر باشد، بدین معنی است که چندسازه در مدت زمان کمتری به نقطه اشباع می‌رسد [۲و۹] .

واکشیدگی ضخامت

روند واکشیدگی ضخامت چندسازه توسط Shi و Gardner، در سال ۲۰۰۵ کمی شد. با استفاده از این روش می‌توان واکشیدگی مواد مختلف را به آسانی مقایسه نمود. از این مدل به طور موفقیت آمیزی برای توصیف واکشیدگی ضخامت چندسازه چوب پلاستیک ساخته شده از پلاستیک‌های پسماندی و خاک اره نیز استفاده شده است [۲و۸]. در این مدل از مشخصه روند واکشیدگی (K_{SR}) استفاده شد. این روند وابسته به شتاب واکشیدگی، بیشینه واکشیدگی ضخامت و ضخامت اولیه نمونه می‌باشد. تغییرات روند در رابطه ۵ نشان داده شده است:

رابطه ۵:

$$S_t = \left(\frac{T_\infty}{T_0 + \left(T_\infty - T_0\right) e^{-K_{SR}\, t}} - 1 \right) \times 100$$

که در آن T_o ضخامت اولیه نمونه (mm)، T_∞ ضخامت نهایی پس از غوطه‌وری (mm)، S_t واکشیدگی ضخامت در زمان t (٪) و K_{SR} ثابت روند واکشیدگی ضخامت است. میزان K_{SR} در رابطه ۵ وابسته به چگونگی شدت واکشیدگی چندسازه و نیز میزان ضخامت نهایی و اولیه است. از روش برازش منحنی غیر خطی با استفاده از داده‌های تجربی برای به دست آوردن میزان K_{SR} استفاده شد. از دو میزان واکشیدگی ضخامت اندازه‌گیری شده و معادله ۶ مجموع تفاوت مربعات واکشیدگی (SS) به دست می‌آید. در این حالت y_i میزان واکشیدگی اندازه‌گیری شده (تجربی) و $\overline{y_i}$ میزان واکشیدگی پیش-بینی شده است.

رابطه ۶:

$$SS = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \overline{y_i}\right)^2$$

نتایج و بحث

جذب آب چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن: مقدار ضریب انتشار رطوبت و میزان بیشینه جذب آب چندسازه چوب پلاستیک در جدول۲ ارائه شده است. همان طور که دیده می‌شود با افزایش مراحل تخریب ترمومکانیکی به دوبار، بیشینه جذب آب و ضریب انتشار رطوبت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی نسبت به چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دست اول کاهش می-یابد. افزایش مراحل بازیافت به دوبار باعث افزایش شاخص جریان مذاب پلی‌پروپیلن و اختلاط بهتر آرد چوب بوسیله پلی‌پروپیلن می شود و بواسطه همپوشانی بهتر و دربرگیری مناسب آرد چوب و پلی‌پروپیلن [۱۰].

Archive of SID

www.SID.ir

میزان جذب آب دراز مدت چندسازه ساخته شده از آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوباربازیافتی کاهش می‌یابد. همچنین در حضور MAPP ضریب انتشار رطوبت، میزان بیشینه جذب آب کاهش و زمان رسیدن به بیشینه جذب آب (جذب آب اشباع) چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن (دست اول و بازیافتی) افزایش نشان داد. این پدیده به دلیل نقش سازگار کنندگی و ایجاد اتصال بین پلی-پروپیلن و آرد چوب توسط MAPP می‌باشد [۳].

جدول۲- مشخصه های جذب آب و ضریب های n و k در چندسازه چوب پلاستیک

کد تیمار	n	K (h^2)	بیشینه جذب آب (٪)	زمان رسیدن به بیشینه جذب آب (h)	ضریب انتشار آب $\times 10^{-12}$ (m^2s^{-1})
WVPP	۰/۱۳	۰/۰۶	۲۰/۴۵	۱۰۰۸	۸/۲۲
WPPMA	۰/۱۷	۰/۰۳	۱۸/۰۱	۱۳۴۴	۶/۲۴
WR2PP	۰/۱۳	۰/۰۴	۱۸/۴۲	۱۰۰۸	۷/۲۶
WR2PPMA	۰/۱۵	۰/۰۲	۱۵/۹۲	۱۱۷۶	۳/۱۵
WR2PPEVA	۰/۱۴	۰/۰۵	۱۵/۰۱	۱۱۷۶	۵/۷۷
WR2PPMAEVA	۰/۱۲	۰/۰۳	۱۱/۰۴	۱۳۴۴	۱/۸۴
WR2PPEPDM	۰/۱۵	۰/۰۴	۱۷/۷۹	۱۰۰۸	۵/۵۲
WR2PPMAEPDM	۰/۱۳	۰/۰۴	۱۰/۲۹	۱۱۷۶	۳/۴۳
WR2PPABS	۰/۱۶	۰/۰۳	۲۲/۹۲	۸۴۰	۷/۷۹
WR2PPMAABS	۰/۱۶	۰/۰۳	۱۵/۵۷	۱۰۰۸	۵/۹

آرد چوب(W)؛ سازگار کننده (MA)؛ پلی‌پروپیلن دست اول (VPP)؛ پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی(R2PP)؛ اتیلن ونیل استات (EVA)؛ اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM)؛ آکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS).

جدول۲ اثرگذاری نوع اصلاح کننده ضربه در بود و یا نبود MAPP بر ضریب انتشار رطوبت و میزان بیشینه جذب آب چندسازه چوب پلاستیک را نشان می‌دهد. در حضور اصلاح کننده ضربه EVA و EPDM در ترکیب چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی ضریب انتشار رطوبت و بیشینه جذب آب نسبت به چندسازه همانند بدون اصلاح کننده ضربه کاهش یافت. اما در حضور اصلاح کننده ضربه ABS ضریب انتشار رطوبت بطور جزیی کاهش و بیشینه جذب آب نسبت به چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی بدون اصلاح کننده ضربه افزایش یافت. اصلاح کننده‌های ضربه تمایل به در برگیری و پوشش ذرات آرد چوب را دارند. این عامل باعث کاهش جذب آب بوسیله آرد چوب می شود.

همچنین بودن گروه‌های قطبی در ساختار اصلاح کننده‌های ضربه نیز احتمال ایجاد پیوند با گروه‌های هیدروکسیل آرد چوب و در نتیجه کاهش جذب آب و ضریب انتشار رطوبت را ممکن می‌سازد. به عنوان مثال EVA (پلاستیک گرما نرم یا ترموپلاستیک الاستومر قطبی) به دلیل وجود عامل استات در ساختارش باعث چسبندگی مطلوب با مواد قطبی (مانند آرد چوب) می‌شود [۱]. نتایج بررسی ها نشان داد که کاربرد سازگار کننده MAPP و اصلاح کننده ضربه به صورت توأم سبب کاهش بیشتر ضریب انتشار رطوبت و بیشینه جذب آب در چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن شد.

Archive of SID

www.SID.ir

واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن

جدول۳ مقادیر مشخصه میزان واکشیدگی ضخامت و درصد واکشیدگی ضخامت به همراه دیگر مشخصه های مربوط به واکشیدگی چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن را در بود و یا نبود MAPP نشان می‌دهد. همان طور که دیده می‌شود با افزایش دفعات بازیافت پلی‌پروپیلن به دوبار میزان K_{SR} در چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی نسبت به چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دست اول کاهش نشان می‌دهد.

همچنین در بودن MAPP میزان این مشخصه در چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بکر و چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی کاهش می‌یابد. توضیح اینکه در صورت استفاده از MAPP به واسطه همپوشانی بهتر آرد چوب توسط پلاستیک که سبب کاهش خلل و فرج و دسترسی مولکول‌های آب به آرد چوب می‌شود و همچنین به دلیل احتمال تشکیل اتصال های هیدروژنی بین سازگار کننده و آرد چوب که می‌تواند سبب کاهش گروه‌های هیدروکسیل آرد چوب شود میزان جذب آب چندسازه کاهش می‌یابد که به تبع آن میزان واکشیدگی ضخامت و K_{SR} نیز کاهش پیدا می‌کند.

همچنین جدول۳ اثر نوع اصلاح کننده ضربه در بود و یا نبود MAPP بر مشخصه های مربوط به واکشیدگی ضخامت چندسازه چوب پلاستیک را نشان می‌دهد. در بین سه نوع اصلاح کننده ضربه مورد استفاده، EVA باعث کاهش میزان K_{SR} در چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی اصلاح شده می شود. کاهش میزان مشخصه واکشیدگی ضخامت و درصد واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی اصلاح شده با EVA می‌تواند به دلیل تشکیل اتصال بین گروه استات EVA و گروه هیدروکسیل آرد چوب باشد. همچنین همانند جذب آب چندسازه چوب پلاستیک، استفاد از هر سه نوع اصلاح کننده ضربه به همراه MAPP باعث کاهش بیشتر مشخصه های واکشیدگی ضخامت و افزایش پایداری ابعاد چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن (دست اول و بازیافتی) می‌شود.

شکل۱ میزان واکشیدگی ضخامت دراز مدت و پیش‌بینی مدل واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی-پروپیلن دوبار بازیافتی را نشان می‌دهد. همان طور که دیده می‌شود مدل مورد استفاده برای بررسی واکشیدگی ضخامت به خوبی روند واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی را پیش‌بینی می‌کند. همچنین شکل۱ نشان می دهد که با افزایش زمان غوطه وری در آب مقطر واکشیدگی ضخامت افزایش می‌یابد. میزان افزایش واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی در ساعت‌های اولیه بیشتر بوده و با گذشت زمان تا نقطه اشباع کاهش می‌یابد. نتایج نشان می‌دهند که از بین سه نوع اصلاح کننده ضربه، EVA باعث کاهش مقدار واکشیدگی ضخامت و افزایش مدت زمان رسیدن به حد اشباع می‌گردد.

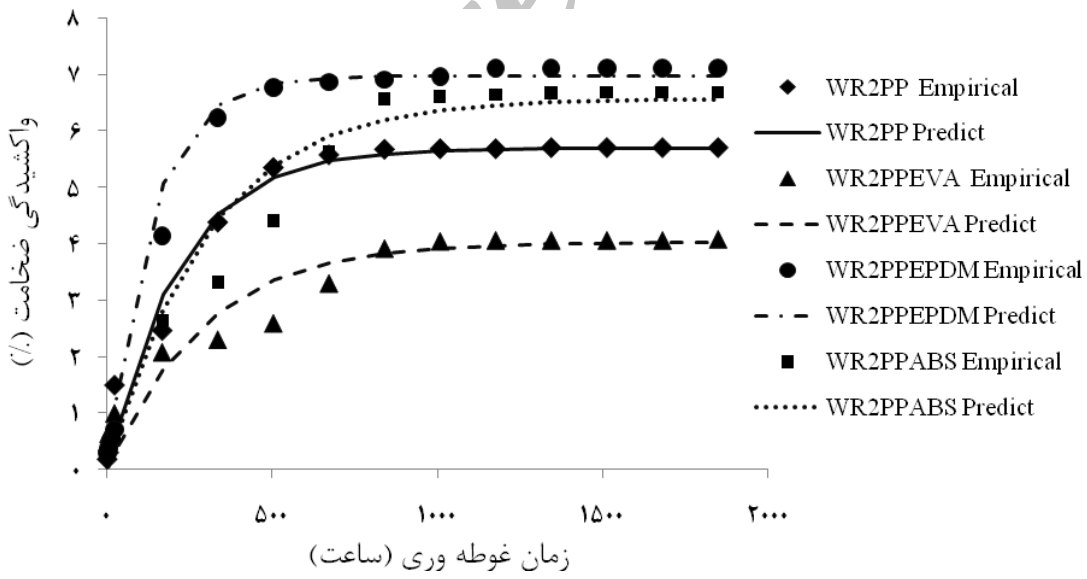
Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مشخصه های واکشیدگی ضخامت چندسازه چوب پلاستیک

کد تیمار	W_∞ (%)	T_O (mm)	T_∞ (mm)	TS (%)	$Time_{max}$ (h)	K_{SR} $\times 10^{-3}$ (h^{-1})	SS	R^2
WVPP	۲۰/۴۵	۱۰/۰۴۶	۱۰/۴۴۸	۴/۰۰۲	۱۰۰۸	۴/۹۷	۱/۷۱	۰/۹۹
WPPMA	۱۸/۴۲	۱۰/۰۰۳	۱۰/۲۱۲	۲/۰۸۹	۱۵۱۲	۲/۱۱	۱/۳۷	۰/۹۵
WR2PP	۱۸/۰۱	۱۰/۱۸۷	۱۰/۷۶۷	۳/۶۹۴	۱۰۰۸	۴/۱۶	۱/۳۶	۰/۹۵
WR2PPMA	۱۵/۹۲	۱۰/۰۲۶	۱۰/۱۹۶	۱/۶۹۶	۱۳۴۴	۲/۹۰	۱/۱۰	۰/۹۸
WR2PPEVA	۱۵/۰۱	۱۰/۳۶۱	۱۰/۷۷۹	۴/۰۳۴	۱۰۰۸	۳/۵۷	۲/۳۴	۰/۹۸
WR2PPMAEVA	۱۱/۰۴	۱۰/۰۱	۱۰/۱۲۳	۱/۱۲۹	۱۳۴۴	۱/۷۱	۰/۱۲	۰/۹۶
WR2PPEPDM	۱۷/۷۹	۱۰/۶۴۷	۱۱/۳۸۹	۶/۹۶۹	۱۰۰۸	۴/۹۳	۱/۲۴	۰/۹۹
WR2PPMAEPDM	۱۰/۲۹	۱۰/۱۱۳	۱۰/۳۵۲	۲/۳۶۳	۱۳۴۴	۲/۲۳	۰/۳۳	۰/۹۹
WR2PPABS	۲۲/۹۲	۱۰/۴۲۱	۱۱/۱۰۶	۵/۵۷۳	۸۴۰	۷/۱۶	۲/۷۵	۰/۹۹
WR2PPMAABS	۱۵/۵۷	۱۰/۱۹۳	۱۰/۵۴۸	۳/۴۹۳	۱۱۷۶	۳/۷۴	۰/۹۱	۰/۹۹

W_∞، بیشینه جذب آب (٪)؛ T_0، ضخامت اولیه (mm)؛ T_∞، ضخامت نهایی (mm)؛ TS، واکشیدگی ضخامت (٪)؛ $Time_{max}$ (h)، زمان رسیدن به بیشینه واکشیدگی؛ K_{SR}، معیار روند واکشیدگی؛ SS، مجموع مربعات. آرد چوب(W)؛ سازگار کننده (MA)؛ پلی‌پروپیلن دست اول (VPP)؛ پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی(R2PP)؛ اتیلن ونیل استات (EVA)؛ اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM)؛ آکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS).



شکل۱ - روند واکشیدگی ضخامت دراز مدت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن بازیافتی

آرد چوب (W)؛ سازگار کننده (MA)؛ پلی‌پروپیلن دوبار بازیافتی (R2PP)؛ اتیلن ونیل استات (EVA)؛ اتیلن پروپیلن دی‌ان منومر (EPDM)؛ آکریلونیتریل بوتا دی‌ان استایرن (ABS)، تجربی (Empirical)، پیش‌بینی مدل (Predict).

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که با افزایش دفعات بازیافت پلی‌پروپیلن به دوبار ضریب انتشار رطوبت، بیشینه جذب آب، مشخصه واکشیدگی ضخامت و درصد واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن کاهش می‌یابد. همچنین کاربرد ۲ درصد سازگار کننده MAPP باعث کاهش بیشتر مشخصه های مورد بررسی می شود. از بین سه نوع اصلاح کننده ضربه مورد بررسی در این تحقیق EVA عملکرد بهتری را در کاهش ضریب انتشار رطوبت، بیشینه جذب آب، بیشینه واکشیدگی ضخامت و درصد واکشیدگی ضخامت چندسازه نشان داد. در صورت کاربرد ۲ درصد MAPP در ترکیب چندسازه هر سه نوع اصلاح کننده ضربه عملکرد بهتری نسبت به نمونه‌های بدون MAPP نشان دادند. مدل مورد استفاده برای بررسی واکشیدگی ضخامت به خوبی روند واکشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی‌پروپیلن را پیش‌بینی می‌کند.

منابع

1- Dick J. S. 1987. Compounding Materials for the Polymer Industries, Noyes Publications, New Jersey, USA, 288 p. (in Persian)

2- Adhikary, K. B., Pang, Sh., Staiger, M. P., 2008. Dimensional stability and mechanical behavior of wood–plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE), Composites: Part: B, (39), 807–815.

3- Bledzki, A. K., Faruk, O., 2003. Wood fibre reinforced polypropylene composites: effect of fibre geometry and coupling agent on physico-mechanical properties, Applied Composite Materials, (10)**:** 365–379.

4- Espert, A, Vilaplana F, Karlsson S,. 2004. Comparison of water absorption in natural cellulosic fibres from wood and one-year crops in polypropylene composites and its influence on their mechanical properties, Composites: Part A (35), 1267–1276.

5- Hristov V. N., Vasileva S. T., 2004. Deformation mechanisms and mechanical properties of modified polypropylene/wood fiber composites, Polymer composite, (25) 5: 521-526.

6- Jafari S.H., Gupta A., 2000. Impact strength and dynamic mechanical properties correlation in elastomer-modified polypropylene, Applied Polymer Science Journal, (78): 962-971.

7- Kazemi Najafi, S., Hamidinia E. and Tajvidi M., 2006. Mechanical properties of composites from sawdust and recycled plastics, Journal of Applied Polymer Science, (100), 3641–3645.

8- Kazemi Najafi, S., Hamidinia E. and Tajvidi M., 2007. Effect of temperature, plastic type and virginity on the water uptake of sawdust/plastic composites. Holz ALS Roh und Werkstoff. 65(5): 377-382.

9- Kazemi Najafi, S., Kiaeifar, A. Tajvidi, M., Hamidinia, E. 2008. Hygroscopic thickness swelling rate of composites from sawdust and recycled plastics, Wood Science and Technology, DOI 10.1007/s00226-007-0163-4, 42:161–168.

10- Kazemi Najafi S, Mostafazadeh-Marznaaki, M., Chaharmahali M and Tajvidi M., 2009. Effect of thermomehcanical degradation of polypropylene on mechanical properties of wood-polypropylene composites, Journal of Composite Material., (43), 2543-2554.

11- Maciel A., Del Real A., Garcia Garduño M. V., Oliva E., Manero O., Castaño V. M., 1996. Morphology and elastic properties of PP/EVA polymer blends, Polymer International, 41 (3): 227-236.

12- Oksman K., Clemons C., 1998. Mechanical properties and morphology of impact modified polypropylene-wood flour composites, Applied Polymer Science, (67):1503-1513.

13- Oksuz M., Eroglu M., 2005. Effect of the elastomer type on the microstructure and mechanical properties of polypropylene, Journal of Applied Polymer Science, (98), 1445–1450.

Archive of SID

www.SID.ir

14- Shakeri, A., Hoseini, S.K. and Ebrahimi Gh., 2005. Improvement in mechanical properties of cellulose fibers- thermoplastic polymer composites, Iranian Polymer Journal, ISSN 5523-6101, 143-150, (in Persian)
15- Tjong S.C., Xu S.A., Mai Y.W., 2003. Process-structure-property relationship in ternary short-glass-fiber/elastomer/polypropylene composites, Applied Polymer Science Journal, (88): 1384-1392.
16- Xu, Y. Wu, Q. Lei, Y. Yao, F. Zhang, Q., 2008, Natural fiber reinforced poly (vinyl chloride) composites: effect of fiber type and impact modifier, Journal of Polymer Environment, DOI 10.1007/s 10924-008-0113-8, 16: 250–257.
17- Yazdani H., Morshedian J., Khonakdar H.A., 2006. Effect of maleated polypropylene and impact modifiers on the morphology and mechanical properties of pp/mica composites, Polymer Composites Journal, DOI 10.1002/pc: 614-620.
18- Ghahri, S. 2010. Improvement of impact strength of wood flour- recycled polypropylene composites by using impact modifier, M. Sc. Thesis, Department of Wood and Paper Science and Technology, Tarbiat Modares University, 69 pages. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of Impact Modifier Type on Water Absorption and Thickness Swelling Parameters of Wood Flour- Recycled Polypropylene Composites

S. Ghahri[1], S. Kazemi Najafi [*2] and B. Mohebby[3]

Abstract

In this research, the effect of impact modifier type on water diffusion coefficient, maximum water absorption and thickness swelling parameters of wood flour- recycled polypropylene composites were evaluated. For this purpose, a virgin PP was thermo-mechanically degraded by two times extrusion under controlled conditions in a twin-screw extruder at a rotor speed of 100 rpm and a temperature of 190^0C. The virgin and recycled PP in 2nd stage, compatibilizer (0, 2 % w/w) and wood flour were compounded at 50% weight sawdust loading in a counter-rotating twin-screw extruder in presence different type of impact modifiers (0, 6 % w/w). Ethylene vinyl acetate (EVA), ethylene-propylene-diene monomer (EPDM) and acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) were used as impact modifiers. The analysis of diffusion mechanism and thickness swelling rate were done based on Fick's theory and swelling model for wood flour- recycled polypropylene composites. The composites containing two times recycled PP exhibited lower moisture diffusion coefficients, swelling rate parameter, maximum water absorption, thickness swelling. Also results showed that moisture diffusion coefficients and thickness swelling parameters of composites containing EVA are lower than composites containing EPDM and ABS. The use of compatibilizer decreased the moisture diffusion coefficients and thickness swelling parameters of the wood flour- recycled polypropylene composites

Keywords: Moisture diffusion coefficients; Thickness swelling parameter; Impact modifier; Compatibilizer; Wood flour- recycled polypropylene composites.

Archive of SID

[*] Corresponding author: Email: skazemi@modares.ac.ir

www.SID.ir