در
منابع طبیعی شماره ۷۸، بهار ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

بررسی ساخت چند سازه الیاف چوب صنوبر و پلی پروپیلن با روش ریزش کیک

• امیر نوربخش
استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
• ابوالفضل کارگرفرد
استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۸۵
Email: nourbakhsh_amir@yahoo.com

چکیده

این بررسی با هدف مطالعه تأثیر شرایط ساخت بر ویژگی‌های کاربردی چند سازه‌های الیاف چوب/ پلیمر در حالت ساخت ریزش کیک مورد توجه قرار گرفته است. در این بررسی ۹ ترکیب شرایط مختلف از مقدار الیاف سلولزی و مقدار عامل جفت کننده مورد توجه قرار گرفته است. پس از ساخت تخته‌ها ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چند سازه‌ها اندازه‌گیری و داده‌ها با استفاده از آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در حالت استفاده از ۷۰ درصد الیاف سلولزی، مقاومت و مدول خمشی بدست آمده درمقدار ۵۵ درصد الیاف سلولزی، چسبندگی داخلی، مقاومت و مدول کششی، واکشیدگی ضخامت و جذب آب ۲ و۲۴ ساعت غوطه وری در آب و ۲ ساعت غوطه وری در آب جوش چند سازه برتر بوده است. تاثیر عوامل جفت کننده در تولید چند سازه‌های لیگنوسلولزی به روش ریزش کیک در مقادیر ۲و۴ درصد نسبت به چند سازه‌های ساخته شده بدون عامل جفت کننده زیادتر بوده است. ویژگی‌های مکانیکی در مقدار ۴ درصد عامل جفت کننده حداکثربوده و میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت درمقدار ۲ درصد عامل جفت کننده حداقل بوده است

کلمات کلیدی: چند سازه‌های لیگنوسلولزی، پلیمر گرمانرم، عوامل جفت کننده، الیاف RMP چوب صنوبر، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی

www.SID.ir

Pajouhesh & Sazandegi No:78 pp: 71-78

Investigation of poplar wood fiber/polypropylene composites in air – forming production

By:A. Nourbakhsh: Ph.D. in Research, Research Insititute of Forests and Rangelands .,A. Kargarfard: Ph.D. in Research, Research Insititute of Forests and Rangelands

This study was investigated to determind the effects of production variables on physical and strength properties of air-formed wood fiber / polymer composites. A combination of 9 treatments of wood fibers and coupling agents for air-forming is investigated. Physical and mechanical properties of the sample were analyzed using factorial experimental design with completely randomized and DMRT test is used to classified the averages. The influence of mechanism on mechanical properties, is described.The results of this study showed that addition of 70% fibers to the polypropylene in air forming resulted in composites with higher strength and modulus of rupture and 55% fibers increased internal bonding, tensile strength and modulus, and lowered water absorption and thickness swelling. Thickness swelling and water absorption after 2 and 24 h water-soak or 2h water –boil Test were improved by addition 2% coupling agent.

Keywords: Composites , Plastics, Coupling agents ,Poplar Wood Fibers ,Physical Mechanical Properties

مقدمه

تولیـد چند سـازه‌های الیاف چوب/ پلیمر تحت تاثیـر عوامل مختلفی صورت می‌گیرد. این نوع چند سـازه‌های پلیمـری معمولاً از طریق ترکیب کـردن الیاف چـوب و پلیمرها و یا با افزودن الیاف چوب بعنوان پر کننده و تقویـت کننده در ماتریس پلیمر و به کمک عمل پرس کردن یا قالب‌ریزی در شرایط دما و فشـار تولید می‌گردند. از جمله مهمترین فاکتورهای مؤثر در تولید چند سـازه‌ها می‌توان به اثر عوامل سـازگار کننده (جفت کننده)، روش تولیـد، مـواد افزودنی، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکـی، درصد و نوع الیاف سـلولزی، درصد و نوع پلیمر گرمانرم، شـرایط پـرس، طول و توزیع و پخش مناسـب الیاف در توده ماتریس، نوع اتصال، جهت‌یابی الیاف و... اشاره نمود.

اکثر پلیمرها به ویژه گرمانرم‌ها به‌عنوان جایگزین شونده‌های غیرقطبی (آب گریز) سـازگاری با الیاف سلولزی قطبی (آب‌دوست) سازگاری ندارند. بنابرایـن در چنین سـازه‌هایی اتصـال ضعیفی میان پلیمـر و الیاف چوب بوجود می‌آید. جهت ارتقا اتصال بین الیاف سـلولزی و گرمانرم‌ها در فرآیند تولیـد، بناچار از عوامل جفت کننده شـیمیائی اسـتفاده می‌شـود. عوامل جفت‌کننده در مقادیر کم جهت فرآوری و آماده سـازی سطوح چسبندگی میان گرمانرم‌ها و سـطح الیاف سلولزی عمل می‌کنند. عوامل جفت کننده بین الیاف چوب و پلیمرهای گرمانرم با مکانیسم‌های کووالانسی، پیچیده‌تر شـدن زنجیره پلیمری، فعالیت قوی تر شـوندگی اتصال بوجـود می‌آورند. در این راسـتا محققان زیادی در چگونگی چسـبندگی بین الیاف پلیمرها در روشهای شـکل‌گیری به روش قالب‌گیری و جریان بادی (ریزش کیک) تحقیقاتی را انجام داده اند.

Hwang و همکاران (۲) اثر ترکیبات و روشـهای تولید را بر ویژگیهای چند سـازه الیاف چوب/ پلی‌اتیلن مورد بررسـی قرار دادند. نامبـردگان از سـه نوع ماده اولیه سـلولزی کارتن کهنه (OCC)[1]، کاغذ بازیافتی دفتری (ROP)[2] و الیاف بکر کاج جنوبی در سـاخت تخته فیبر اسـتفاده نمودند. تولید چند سازه‌ها در دانسیته ۰/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب با روش ریزش کیک[3] صورت گرفت. نتایج بدست آمده نشان داده است که با نسبت الیاف بکر کاج جنوبی در مقدار ۴۰ درصد، الیاف بازیافتی دفتری مقدار ۴۰ درصد و پلی‌اتیلن ۲۰ درصد، میزان چسبندگی داخلی در مقدارحداکثر بوده است. همچنین نتایج نشـان داده اسـت که در اثر کاهش الیاف بکر کاج جنوبی در ترکیب از مقدار ۱۰۰ درصد به صفر میزان چسـبندگی داخلی، مقاومت و مدول خمشـی کاهش یافته، ولی میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت حتی پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب افزایش یافته است.

Lu و همکاران (۴) در بررسـی بر روی اثر جفت کننده‌های شـیمیایی در چند سـازه‌های الیاف چوب/ پلیمر از روش‌های مختلف پوشش‌دار کردن چند سازه‌ها استفاده کردند. آنان سه روش اصلی را در تولید چند سازه‌های الیـاف چوب/ پلیمـر مطرح می‌کننـد. در حالت اول عوامل جفـت کننده مسـتقیماً روی الیاف چوب و پلیمر در حین مخلوط‌سازی افزوده می‌شوند. این روش یک مرحله‌ای بوده و ساده و ارزان می‌باشد. در حالت دوم یا روش دو مرحله‌ای پوشـش‌دار کردن قبل از مخلوط کردن صـورت می‌گیرد، که عوامل جفت کننده روی سـطوح الیاف یا پلیمر قبل از مخلوط شدن اضافه می‌شـوند. در حالت سوم قسـمتی از پلیمر و الیاف سلولزی با عوامل جفت کننده فرآوری شده و سپس با الیاف چوب فرآوری نشده مخلوط می‌گردند. آنها عنوان کردند که درهر سـه روش سـاخت، مخلوط کردن مناسب بوده ولی در حالت دوم در چند سازه‌های به روش ریزش کیک (air – forming) بهتر اسـت. آنها همچنین عنوان کردند که در هر سـه روش مخلوط‌سازی، شـرایط مخلوط کردن مثل درجه حرارت، زمان، سرعت چرخش مستقیماً روی کیفیت پوشش‌دار کردن و عوامل جفت کننده مؤثر می‌باشد.

Youngquist و همـکاران (۷) در تحقیقی که برروی تولید چند سـازه از ضایعات چوب/ پلاستیک با دو روش ساخت ریزش کیک و مخلوط‌کردن مذاب انجام دادند به نتایج زیر دسـت یافتند. آنان توسـعه تکنولوژی جهت اسـتفاده از ضایعات الیاف چوب و پلاسـتیک و تبدیل آن بـه محصولی با دوام و قابل بازیافت را بررسـی کردند. آنها با اهداف، بهینه‌سازی روش‌های آزمایشـگاهی جهت ساخت ورقه‌های چند سازه، استفاده از ضایعات چوب،

Archive of SID
www.SID.ir

روزنامه و پلاستیک، دستیابی به مرز مؤثر و فرموله کردن اجزا بر ویژگی‌ها و رسیدن به خواص مورد نظر اقدام به تحقیق فوق کردند. آنان جهت ساخت چند سازه با روش جریان بادی از مواد اولیه ضایعاتی چوب و پلاستیک (قوطی‌های شیر)، بطری‌های پلی‌اتیلنی استفاده کرد، و به این نتیجه رسیدند که چند سازه‌های ساخته شده از مواد اولیه ضایعاتی بسیار مشابه چند سازه‌های ساخته شده از مواد اولیه اصلی بودند. در روش مخلوط کردن مذاب مواد اولیه ضایعاتی نظیر ضایعات کاغذ، قوطی‌های شیر پلی‌پروپیلنی، بطری‌های رب و مواد ضایعاتی باطری ماشین و بطری‌های پلی‌اتیلنی استفاده نمودند. آنان در این بررسی ویژگی‌های چند سازه ساخته شده از ضایعات روزنامه را بهتر از آردچوب می‌دانند که بتازگی در چند سازه‌های تجاری از آن استفاده می‌شود. همچنین در این بررسی نحوه ترکیب کردن در یک مخلوط‌کن K و یا اکسترودر یک‌پیچه را موردنظر قرار دادند. در این بررسی مشخص شده بود که در این روش پرکننده‌ها و الیاف به راحتی پخش شده‌اند. ولی کاغذ روزنامه باطله با این روش به راحتی پخش صورت نگرفته است. نتایج بدست آمده نشان داد که پرکننده‌های سلولزی و الیاف سلولزی دارای اختلافاتی در ویژگی‌ها می‌باشند که به عدم پخش یکسان مربوط می‌شود. همچنین در این بررسی مشخص شده است که طول و ضریب کشیدگی کاغذ روزنامه کهنه کاهش داشته و این کاهش می‌تواند به عدم مؤثر بودن ویژگیهای چند سازه منجر گردد.

Falk و همکاران (۱) در تحقیقی که جهت مقایسه اوراق فشرده چوبی و چند سازه‌های الیاف چوب / پلاستیک با روش‌های قالب‌گیری تزریقی و ریزش کیک انجام داده اند، عنوان کردند که چند سازه‌های الیاف چوب/ پلاستیک از لحاظ پایداری ابعاد از سایر اوراق فشرده چوبی بهتر هستند. در این بررسی، این نوع چند سازه‌ها با اوراق فشرده متداول شامل تخته‌خرده چوب، تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF)، تخته فیبر سخت، تخته چندلایی و تخته تراشه مورد مقایسه قرار دادند. نتایج نشان دادند که مقاومت و مدول خمشی کمتر از چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک بوده است. مقاومت کششی نسبت به تخته تراشه، تخته خرده چوب در حد بالاتری قرار داشته ولی نسبت به تخته فیبر سخت و تخته چندلایی کاهش یافته است. همچنین نتایج این بررسی نشان داده است که تغییرات ضخامتی در چند سازه‌های الیاف چوب/ پلاستیک نسبت به سایر اوراق فشرده چوبی مطلوب‌تر بوده است.

Mahlberg و همکاران (۵) در تحقیقی که روی چند سازه‌های الیاف چوب/ پلی‌پروپیلن و روکش پلی‌پروپیلن و الیاف تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) به‌همراه الیاف پلی‌پروپیلن و پودرفنل‌فرم‌آلدهید انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استفاده از انیدرید مالئیک و انیدرید ساکسینیک می‌تواند به اصلاح الیاف سلولزی منجر گردد. در این بررسی از الیاف پلی‌پروپیلن با نسبت ۱۰ و ۲۰ درصد، انیدرید مالئیک و ساکسینیک به صورت پودر خشک به مقدار ۱۵ درصد وزن خشک الیاف استفاده شده بود. شرایط پرس شامل حرارت ۱۸۰۰ درجه سلسیوس و مدت زمان ۶۰ ثانیه برای هر میلی‌متر و ضخامت ۴ میلی‌متر بوده است. نتایج این بررسی نشان داده است که ویژگیهای مکانیکی تخته‌های ساخته شده با اصلاح کننده‌های شیمیائی بکار رفته دارای اتصالات مناسب‌تری بوده است. همچنین پایداری ابعاد تخته‌های حاصل دارای برتری خاص نسبت به تخته‌های بدون مواد شیمیائی اصلاح کننده بوده است. این مواد اصلاح کننده باعث افزایش چسبندگی میان الیاف چوب و الیاف پلی‌پروپیلن شده است.

Krzysik (۳) در بررسی اتصال میان چوب و پلیمرها در چند سازه‌های الیاف چوب پلاستیک به روش ریزش کیک سطوح مختلف الیاف سلولزی را مورد بحث و بررسی قرار دادند. آنها بیان داشتند که ویژگی‌های پایداری ابعاد خصوصاً واکشیدگی مسئله مهمی در چند سازه‌های با درصد زیاد الیاف سلولزی می‌باشد. این نوع چند سازه‌ها نه تنها دارای واکشیدگی عادی هستند، بلکه سبب آزاد شدن تنش‌های اضافی فشاری در جریان تولید می‌شوند. آنها مشخص کردند که واکشیدگی ضخامت پس از ۲ ساعت غوطه‌وری در آب‌جوش تقریباً ۲ برابر واکشیدگی ضخامت پس از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب معمولی می‌باشد. مطابق با بررسی آنان اثر واکشیدگی ضخامت در سطح مقدار ۷۰ درصد الیاف در هر دو سطح ۱ و ۳ درصد انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلنی واکشیدگی ضخامت کاهش یافته بود. آنان به این نتیجه رسیدند که مقاومت به ضربه در چند سازه‌هایی که با استفاده از ۳ درصد انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلنی ساخته شده‌اند ویژگی‌های مناسب‌تری داشته‌اند. همچنین در سطوح مقدار الیاف سلولزی ۷۰ و ۸۵ درصد مقاومت خمشی افزایش یافته بود. به طور کلی آنها مشاهده کردند که اثر انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلنی روی ویژگیهای ابعادی دارای اثر مثبتی است.

Nabi و Jog (۷) در بررسی روی پلیمرهای بر مبنای الیاف سلولزی عنوان کردند که مقاومت و مدول کششی این نوع چند سازه‌ها با استفاده از عوامل جفت کننده افزایش یافته است. آنها بیان داشتند که اتصالات استری میان پلیمر مالئیکی و گروه هیدروکسیل سلولز باعث چسبندگی بالاتر میان الیاف و ماتریس می‌گردد.

Michaud و همکاران (۶) اثر اتصال میان الیاف چوب و پلاستیک را در تخته‌های مرکب مورد ارزیابی قرار دادند. آنها در این تحقیق از انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلنی بعنوان جفت کننده و با روش ریزش کیک و شکل‌گیری گرمائی در مقیاس آزمایشگاهی اقدام به ساخت صفحات مرکب تخته فیبر کردند. اهداف آنها در این بررسی توسعه مواد قالبی شده جهت مصارف ساختمانی بود. آنان در این تحقیق مواد جفت کننده را به طور تصادفی در کیک الیاف توزیع نکردند بلکه مغز کیک چند سازه در سطوح داخلی از آن استفاده کردند. پس از انجام پوشش روی سطوح داخلی تخته فیبرهای ساخته شده آزمون چسبندگی داخلی انجام شده بود. نتایج آنها نشان داده است که نقش اصلی را انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلنی ایفا می‌کند. همچنین مقایسات آنها با تخته فیبر با دانسیته متوسط (MDF) و به کمک چسب پلی متیلن ایزو سیانات (PMDI) صورت پذیرفت. مطابق با بررسی آنان مشخص شده بود که افزون انیدریدمالئیک پلی‌پروپیلنی در حد مجاز تا ۵ درصد در تخته‌های مرکب تخته فیبر اتصال خوبی را حتی در MDF مورد بحث بوجود آورده است.

مواد و روش‌ها

ساخت چند سازه‌های الیاف چوب/ پلاستیک به روش ریزش کیک

- عوامل متغیر:

عوامل متغیر و سطوح آن در این بررسی به شرح زیر می‌باشد.

- درصد الیاف سلولزی:

Archive of SID

www.SID.ir

در سه سطح مقدار ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درصد
- عامل سازگار کننده:
در سه سطح ۰، ۲ و ۴ درصد

عوامل ثابت

ماده سلولزی الیاف خمیر کاغذ پالایشی مکانیکی (RMP) از چوب صنوبر *Populus deltoiedes*، نوع و درصد ماده شروع کننده (دی کومیل پراکساید ۱ /۰ درصد)، درجه حرارت پرس (۲۱۰ درجه سلسیوس) زمان پرس (۶ دقیقه)، فشار پرس (۳ مگاپاسکال)، ضخامت تخته (۳/۲ میلی‌متر)، وزن مخصوص تخته (۰/۸۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و سایر شرایط آزمایش به طور ثابت در نظر گرفته شدند. عوامل متغیر این بررسی و سطوح مختلف آن در جدول شماره ۱ نشان داده شده است.

سازگار کننده (عامل جفت کننده)

جهت افزایش سازگاری بین الیاف سلولزی و پلیمرها از عوامل جفت کننده شیمیائی و مواد افزودنی استفاده می‌گردد. در این بررسی عامل جفت کننده انیدریدمالئیک (MA) به‌همراه پلی‌پروپیلن بوده است که از پژوهشگاه پلیمر ایران تهیه گردید. عامل شروع کننده به مقدار ۰/۱ درصد وزن سازگار کننده در حین ساخت به مواد جفت کننده و الیاف سلولزی افزوده شده است.

روش ساخت چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک به روش ریزش کیک

در این روش پس از آماده‌سازی الیاف سلولزی به میزان محاسبه شده انیدرید مالئیک به آنها افزوده شده است. پس از مخلوط شدن الیاف سلولزی با سازگار کننده، مخلوط آماده شده با الیاف پلی‌پروپیلن مخلوط

جدول ۱ - سطوح مختلف عوامل متغیر، علائم، تعداد سطح و نامگذاری سطح در روش ریزش کیک

عامل متغیر	علامت	تعداد سطح	نامگذاری سطوح
درصد الیاف	B	۳	B۱ = ۵۵ درصد
			B۲ = ۷۰ درصد
			B۳ = ۸۵ درصد
درصد جفت کننده	D	۳	D۱ = ۰ درصد
			D۲ = ۲ درصد
			D۳ = ۴ درصد

الیاف سلولزی

در این بررسی از الیاف خمیر کاغذ پالایشی مکانیکی گونه صنوبر استفاده گردید. گرده بینه‌های صنوبر توسط دستگاه خردکن آزمایشگاهی از نوع Pallmann - PHT ۴۳۰ × ۱۲۰ به خرده چوب تبدیل شدند. سپس این خرده چوب‌ها به روش پالایشی مکانیکی (RMP) به الیاف تبدیل شدند. بدین منظور با استفاده از دستگاه بخارزنی، ذرات خرده چوب در دمای ۱۷۵درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه بخار زنی شدند. پس از آن توسط دستگاه پالایشگر آزمایشی به الیاف مناسب تبدیل گردیدند. الیاف صنوبر تا رطوبت کمتر از ۳ درصد بوسیله خشک کن استوانه‌ای دوار و با سرعت ۳ دور در دقیقه خشک شدند. الیاف بدست آمده جهت جلوگیری از جذب رطوبت درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شدند. مطابق با اندازه‌گیری‌های بعمل آمده مشخص شده است که الیاف پالایشی مکانیکی صنوبر دارای میانگین طول الیاف ۰/۷۰۶ میلی‌متر و ضریب کشیدگی ۶۲/ ۳۴ قبل از مخلوط کردن با پلیمر می‌باشد. اندازه‌گیری این ویژگی‌ها در تولید کامپوزیت‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است که می‌تواند تعیین کننده ویژگی‌ها در کامپوزیت‌های الیاف چوب/ پلیمر باشد

پلیمر گرمانرم

در این بررسی از پلی‌پروپیلن ضایعاتی (از کیسه‌های ضایعاتی بسته‌بندی) به طول ذرات ۱۰ میلی‌متر استفاده گردید. دانسیته حجمی‌مواد گرمانرم در شکل پلت برابر با ۶۰۰ - ۵۰۰ kg/m^3 می‌باشد(۸).

شدند. جهت شکل دهی کیک الیاف چوب و پلاستیک از قالب چوبی به ابعاد ۳۱×۳۶ سانتی‌متر استفاده شده بود. پس از آن کیک تشکیل شده در داخل پرس گرم قرار گرفته و تا و رسیدن به ضخامت و دانسیته نهائی ۰/۸۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب در فشار ۳ مگا پاسکال و سرعت بسته شدن ۴/۵ میلی‌متر در ثانیه پرس شدند. جهت تنظیم ضخامت صفحات چند سازه از شابلون فلزی به ضخامت ۳/۲ میلی‌متر استفاده شده است. زمان مورد نیاز پرس کردن ۶ دقیقه و درجه حرارت نیز برابر ۲۱۰ درجه سلسیوس انتخاب شده است. صفحات چند سازه پس از خارج شدن از پرس به مدت کافی در محیط قرار گرفته و خنک شدند.

تهیه نمونه‌های آزمونی و اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی

پس از تهیه نمونه‌های آزمونی از هر ترکیب شرایط ۱۲ نمونه آزمونی تهیه شدند. آزمایشات فیزیکی شامل جذب آب پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب سرد و ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و ۲۴ ساعت غوطه‌وری در آب سرد و ۲ ساعت غوطه‌وری در آب جوش بودند. آزمایشات مکانیکی شامل آزمون کششی و مدول کششی، آزمون خمشی و مدول خمشی و چسبندگی داخلی بوده است. الگوی برش صفحات چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک مطابق با روش ASTM صورت پذیرفت جهت اندازه‌گیری مقاومت و مدول کششی تنش حداکثر محاسبه گردید. آزمایش تا نقطه شکست این نمونه‌ها با سرعت ۵ میلی‌متر بر دقیقه انجام شده است. نمونه‌های آزمون خمشی و مدول خمشی تنش حداکثر با سرعت ۲ میلی‌متر بر دقیقه مورد آزمایش قرار

Archive of SID

www.SID.ir

گرفتند. آزمون تعیین چسبندگی داخلی با سرعت ۱ میلی‌متر بر دقیقه انجام شده است. تمام آزمایشات مکانیکی توسط دستگاه آزمایشگر ۱۱۸۶-INSTRON انجام گرفته است.

تجزیه و تحلیل آماری

نتایج این تحقیق با استفاده از آزمون فاکتوریل دو عامله و نیز استفاده از اختلاف میان میانگین‌ها برای چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک انجام گرفته است. مقادیر هر ویژگی و اثرات مستقل و متقابل در سطوح ۱و۵ درصد ارزیابی شده است.پس از آن در صورت معنی‌دار بودن اختلاف به کمک روش دانکن (DMRT) اختلاف میان میانگین‌ها تعیین شده است.

نتایج و بحث

تاثیر مقدار الیاف سلولزی

بین سطوح مختلف مقدارالیاف سلولزی در ترکیب بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی چند سازه الیاف چوب /پلاستیک اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد مشاهده می‌گردد. مقایسه بین میانگین‌ها به روش دانکن نیز نشان داده است که در حالت استفاده از مقدار ۷۰ درصد الیاف سلولزی، مقاومت و مدول خمشی در مقدار حداکثر بوده است. همچنین در صورت استفاده از ۵۵ درصد الیاف سلولزی، چسبندگی داخلی، مقاومت و مدول کششی افزایش و میزان واکشیدگی ضخامت و جذب آب چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک نسبت به مقادیر ۷۰و۸۵ الیاف سلولزی کاهش داشته است. (جدول ۲)

Krzysik و همکاران (۳) در این زمینه نیز عنوان می‌کنند که افزایش الیاف سلولزی تا حد مشخصی باعث بالا رفتن ویژگی‌های خمشی در چند سازه می‌گردد به‌طوری‌که که توان مقاومتی چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک در برابر نیروهای خمشی در حالت استفاده از ۷۰ درصد الیاف بالا بوده است. که این پدیده می‌تواند ناشی از افزایش ضریب خم شوندگی بالا در ترکیب چند سازه در نظر گرفته شود. به طور کلی چند سازه‌ای که در برابر شکست مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد قدرت جذب انرژی بیشتری در برابر تغییر شکل از خود بوجود می‌آورد.

مقاومت در برابر کششی چند سازه در حین کشیده شدن نشان دهنده استحکام و تراکم‌پذیری مقاومت چند سازه را تحت نیروی تراکمی‌در برابر خرد شدن و یا در واقع سفتی چند سازه است. در حالت استفاده از ۵۵ درصد الیاف سلولزی مقاومت کششی به مقدار حداکثر رسیده است که می‌تواند مربوط به انتقال مناسب نیرو به الیاف باشد. در صورت استفاده بیش از ۵۵ درصد (۷۰ و ۸۵ درصد) الیاف سلولزی، همچنین تغییری در چند سازه صورت نگرفته و الیاف داخل ماتریس پلاستیک نمی‌توانند به درستی نقش استحکام بخشی خود را ایفا کنند. البته افزایش میزان ضریب کشیدگی الیاف و طول مناسب الیاف در ماتریس پلیمر به انتقال تنش کمک بیشتری می‌نماید. افزایش درصد کریستالی بودن الیاف سلولزی نیز باعث افزایش مدول کششی خواهد شد.

با توجه به میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامت پس از ۲ و۲۴ ساعت غوطه‌وری و ۲ ساعت آب جوش مشاهده شده است که با افزایش درصد الیاف سلولزی در چند سازه جذب آب و واکشیدگی ضخامت افزایش یافته است.بالا بودن الیاف سلولزی نسبت به مواد پلیمری باعث جذب بیشتر آب واکشیده شدن اجزا دیواره سلولی چوب شده است. بنابراین با افزایش درصد پلیمر گرمانرم میزان جذب و واکشیدگی ضخامت کاهش می‌یابد. Krzyisk و همکاران (۳) اعلام نمودند که در دو حالت استفاده از الیاف به مقدار ۷۰ و۸۵ درصد، میزان جذب آب و واکشیدگی ضخامتی در مقدار ۷۰ درصد الیاف کاهش یافته است.

میزان واکشیدگی ضخامت در چند سازه‌ها به فضاهای خالی آن بستگی دارد. اکثر پلاستیک‌ها در حالت اشباع دارای توانایی جذب آب بسیار کمی‌هستند (زیر ۵ درصد) و مولکولهای آب نمی‌توانند به داخل پلیمر آمورف و یا کریستالی نفوذ کنند. لذا مواد دیگر موجود در چند سازه نظیر

جدول ۲ - آزمون دانکن اثر مستقل درصد الیاف سلولزی بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی چند سازه

ویژگیها	درصد الیاف سلولزی		
	۵۵	۷۰	۸۵
مقاومت خمشی (MPa)	۱۸/۰۵(B)	۲۳/۰۵(A)	۲۲/۰۵(A)
مدول خمشی (MPa)	۱۹۶۱(B)	۲۲۵۱(A)	۱۹۲۶(B)
چسبندگی داخلی (MPa)	۰/۸۴۸(A)	۰/۴۸۵(C)	۰/۷۶۱(B)
مقاومت کششی (MPa)	۱۱/۰۷(A)	۱۰/۲۶(B)	۹/۳۶(C)
مدول کششی (MPa)	۶۱۴(A)	۶۲۳(A)	۵۷۱(B)
جذب آب ۲ ساعتی (٪)	۱۷/۱۳(C)	۳۷/۲۴(B)	۵۶/۸۳(A)
جذب آب ۲۴ ساعتی(٪)	۲۴/۹۵(C)	۴۹/۱۲(B)	۷۱/۱۹(A)
جذب آب ۲ساعتی جوش(٪)	۱۵/۸۶(C)	۷۳/۴۵(B)	۱۰۳/۵(A)
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعتی (٪)	۴/۹۳(C)	۱۲/۶۳(B)	۲۱/۲۱(A)
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعتی (٪)	۷/۱۱(C)	۱۴/۵۰(B)	۲۴/۲۵(A)
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت جوش (٪)	۱۵/۲۱(C)	۲۴/۰۹(B)	۲۹/۲۰(A)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ - اثر مستقل مقدار جفت کننده بر ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی چند سازه

ویژگی‌ها	درصد عامل جفت کننده		
	۰	۲	۴
مقاومت خمشی (MPa)	۱۸/۶۸(C)	۲۱/۲۵(B)	۲۳/۲۳(A)
مدول خمشی (MPa)	۱۸۰۳(C)	۲۰۳۳(B)	۲۳۱۰(A)
چسبندگی داخلی (MPa)	۰/۵۶۸(C)	۰/۶۶۹(B)	۰/۸۵۹(A)
مقاومت کششی (MPa)	۸/۷۷(C)	۱۰/۱۶(B)	۱۱/۷۷(A)
مدول کششی (MPa)	۵۶۱(B)	۶۰۶(A)	۶۴۲(A)
جذب آب ۲ ساعتی (٪)	۳۹/۶۸(A)	۳۵/۳۴(B)	۳۶/۱۹(B)
جذب آب ۲۴ ساعتی (٪)	۵۱/۱۹(A)	۴۶/۱۶(B)	۴۷/۹۲(B)
جذب آب ۲ ساعتی جوش (٪)	۸۴/۸۶(A)	۶۹/۴۵(C)	۷۴/۵۵(B)
واکشیدگی ضخامت ۲۴ ساعت (٪)	۱۶/۰۳(A)	۱۴/۷۸(B)	۱۵/۰۴(B)
واکشیدگی ضخامت ۲ ساعت جوش (٪)	۲۶/۴۵(A)	۱۹/۹۱(C)	۲۲/۱۵(B)

الیاف سلولزی وظیفه جذب آب و واکشیدگی ضخامت را عهده‌دار هستند.

واکشیدگی ضخامت در چند سازه‌هایی که با صفحات گرم پرس شده‌اند در دو حالت واکشیدگی ضخامت غیر قابل برگشت و قابل برگشت مطرح می‌شود. در واکشیدگی ضخامت غیر قابل برگشت که در جریان برگشت ضخامت تحت فشار و شکست اتصالات چسب میان الیاف چوبی بوجود می‌آید که قسمت اصلی آن بعد از جداسازی صفحه از پرس گرم اتفاق میافتد (آزادسازی تنش). در واکشیدگی ضخامت قابل برگشت در ارتباط با طبیعت هیگروسکوپیک مرتبط با آب آزاد دیواره سلولی چوب می‌باشد. در حین آزمایشات غوطه‌وری در آب و نفوذ آب به داخل صفحات چند سازه، واکشیدگی ضخامت غیرقابل برگشت که در فضاهای آزاد چند سازه بوجود می‌آید. این مسئله با دانسیته پانل در ارتباط بوده و در اثر آزاد سازی تنش در چند سازه پرس شده و شکست اتصالات میان پلیمر و عناصر آن بوجود آمده است. لذا در دانسیته‌های بالاتر چند سازه، تنش‌های زیادتری ایجاد شده و در نتیجه واکشیدگی ضخامت غیرقابل برگشت بیشتری بوجود می‌آورد. با توجه به اینکه در دانسیته‌های بالاتر از ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب درصد پلیمر افزایش می‌یابد، بنابر این واکشیدگی ضخامت غیر قابل برگشت کاهش می‌یابد.

نسبت فشردگی چند سازه‌های الیاف چوب/ پلاستیک با درصد پلاستیک بالا کمتر است. بنابراین تنش داخلی چند سازه با درصد بالاتر پلاستیک واکشیدگی ضخامت غیر قابل برگشت کمتر می‌شود.

اثردرصد جفت کننده

تاثیر سطوح مختلف مقدار جفت کننده بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی در سطح ۱ درصد معنی‌داری شده است.

مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که در حالت استفاده از ۲ و ۴ درصد عامل جفت کننده اتصال بین ماتریس و الیاف بهبود یافته و ویژگیهای فیزیکی و مکانیکی چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک ارتقا یافته است. Jog و Nabi (۷) در بررسی روی چند سازه‌های پلیمری بر مبنای الیاف سلولزی عنوان کردند که مقاومت و مدول کششی این نوع چند سازه‌ها با استفاده از عوامل جفت کننده افزایش یافته است. نامبردگان بیان داشتند که اتصالات استری میان پلیمر مالئیکی و گروه هیدروکسیل سلولز باعث چسبندگی بالاتر میان الیاف و ماتریس می‌گردد.

اطلاعات نشان داده است که با افزایش درصد جفت کننده از ۰ تا ۲ درصد پایداری ابعادی چند سازه الیاف چوب پلاستیک کاهش داشته است.ولی با افزایش میزان درصد جفت کننده از ۲ به ۴ درصد میزان جذب و واکشیدگی چند سازه افزایش جزئی داشته است ولی از چند سازه بدون جفت کننده کمتر بوده است.

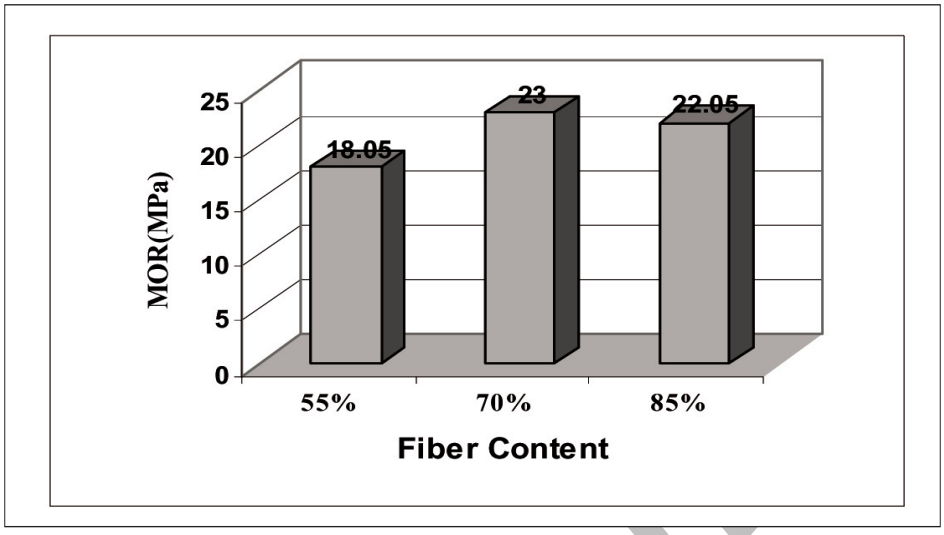
اختلاف اصلی میان پلاستیک و سلولز مربوط به طبیعت هیگروسکوپیک و دمای انتقال شیشه‌ای (Tg) می‌باشد. الیاف سلولزی هیگروسکوپیک بوده و دمای انتقال شیشه (Tg) آنها در حالت خشک بالاتر از دمای معمولی می‌باشد، بنا براین رادیکالهای شکل گرفته در اثر گرما به علت عدم تماس با آب به مدت طولانی‌تری مقاوم باقی می‌مانند.

اتصال میان الیاف سلولزی قطبی با انرژی سطحی بالا و گرمانرم‌های غیرقطبی با انرژی سطحی کم بر روی مقاومت و سختی چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک مؤثر باشد. جفت کننده‌ها وضعیت ناهماهنگ الیاف سلولزی و گرمانرم‌ها را در چند سازه اصلاح می‌کنند. این مواد شیمیائی سطح آب دوست، الیاف سلولزی را به آب گریز تبدیل کرده و کشش سطحی الیاف سلولزی را کاهش داده و بنابراین کشش سطحی الیاف را به پلیمر مذاب نزدیک می‌کند. زمانی که اتصالات هیدروژنی الیاف-الیاف کاهش یابد پخش الیاف در ماتریس سهل‌تر شده و چسبندگی بهبود می‌یابد. این چسبندگی از طریق مکانیزم‌هایی چون قفل شدگی مکانیکی داخلی و تشکیل اتصالات فیزیکوشیمیائی میان الیاف فرآوری شده و پلیمر ماتریس را سبب خواهد شد. بنابراین ویژگیهای آنیونی الیاف سلولزی می‌تواند اتصال میان الیاف سلولزی و گرمانرم پلیمری را بهبود بخشد.

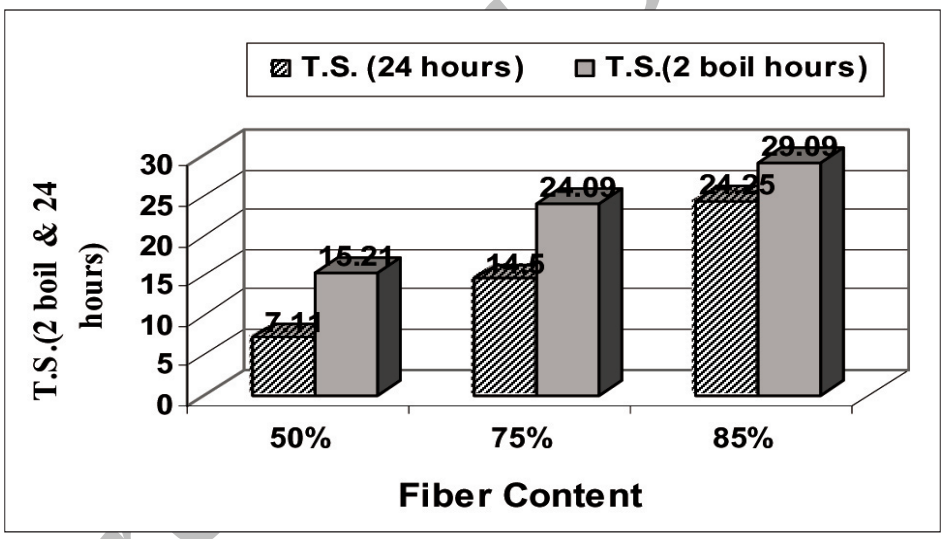
روش‌های اصلاح سطحی در بهبودی چسبندگی در فاز بین سطحی بسیار سودمند می‌باشد.لذا جهت حصول به این چسبندگی ضروری است که چسبندگی را در سطوح داخلی بهبود دهیم.بنابر این افزایش گروه‌های عاملی در سطوح الیاف سلولزی فرآوری شده ضروری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ – اثر درصد الیاف سلولزی بر مقاومت خمشی چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک



شکل ۲ – اثر درصد الیاف سلولزی بر واکشیدگی ضخامت چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک

لذا جهت بهبود چسبندگی میان الیاف سلولزی و پلی اولفین‌ها باید پلیمر غیرقطبی و آب گریز به گونه‌ای تغییر یابد تا قادر به برهم کنش قوی با گروه‌های موجود در سطح سلولز و پیوندهای هیدروژنی باشد. این بدان معنا است که باید مقدار کافی گروه‌های عاملی در عوامل جفت کننده وجود داشته باشد تا اینکه برهم کنش‌هایی با گروه‌های هیدروکسیل الیاف سلولزی رخ دهد. همچنین زنجیر پلیمر افزودنی باید به اندازه کافی طولانی و بلند بوده تا ایجاد شبکه با پلی‌پروپیلن و پلی اتیلن در فاز مشترک امکان‌پذیر باشد. وجود گروه‌های عاملی در انیدرید مالئیک می‌تواند به ایجاد پیوند کمک مؤثری نموده و با افزایش این گروه‌ها از ۲ به ۴ درصد فعالیت شدیدتری روی سطوح الیاف سلولزی بوجود می‌آید که در این بررسی نیز به این نکته دست یافته شده است.

نتیجه‌گیری

برای بررسی استفاده از الیاف سلولزی با درصد بالا در مخلوط الیاف و پلیمر در روش ریزش‌کیک تولید چند سازه الیاف چوب/ پلاستیک، ۲۷ نمونه آزمایشگاهی در قالب ۹ ترکیب شرایط مختلف درصد الیاف‌سلولزی و درصد عامل جفت‌کننده ساخته شده‌اند. استفاده از روش آزمون فاکتوریل جهت تجزیه و تحلیل نتایج مورد بررسی قرار گرفته است.

از سه سطح مقدار الیاف‌سلولزی ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درصد در تولید چند سازه استفاده شده و نتایج نشان داده‌اند است که در صورت استفاده ازمقدار ۷۰ درصد الیاف‌سلولزی، مقاومت و مدول خمشی حداکثر بوده است. در مقدار ۵۵ درصد الیاف سلولزی، چسبندگی داخلی، مقاومت و مدول کششی و واکشیدگی ضخامت و جذب آب چند سازه نسبت به ۷۰ و ۸۵

www.SID.ir

درصد الیاف سلولزی برتر بوده است.

مقاومت و مدول‌خمشی در مقدار ۷۰درصد الیاف‌سلولزی به حداکثر رسیده است. میزان چسبندگی داخلی در شرایط کاربرد ۷۰ درصد الیاف سلولزی حداقل، مقاومت کششی در ۵۵ درصد الیاف‌سلولزی حداکثر، مدول کششی در شرایط کاربرد ۵۵ درصد الیاف سلولزی حداکثر و واکشیدگی ضخامت و جذب آب چند سازه درمقدار ۵۵ درصد الیاف‌سلولزی نیز حداقل شده است

افزایش دانسیته و میزان فشردگی چند سازه یکی از دلایل اصلی کاهش واکشیدگی ضخامت و جذب آب این نوع چند سازه بوده است. مقدار عامل جفت‌کننده در تولید چند سازه‌های الیاف چوب/پلاستیک به روش ریزش‌کیک در سه سطح ۰، ۲ و ۴ درصد مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان دادند که ویژگیهای فیزیکی این نوع چند سازه زمانی که از جفت‌کننده استفاده شده بود بهتر است. ویژگی‌های مکانیکی نیز عمدتاً در حالت استفاده از ۴ عامل جفت‌کننده حداکثر شده و واکشیدگی ضخامت و جذب آب چند سازه در ۲ درصد عامل جفت‌کننده حداقل بوده است.

پاورقی‌ها

1-Old Corrugated Contanier

2-Recycled Office Paper

3- Air-Forming

منابع مورد استفاده

1- Falk, R.H., Don, V., Cramer, S. M., 1999;The comprative performance of woodfiber-plastic and wood-based panels. Fifth International conference on wood fiber-plastic composites may 26-27 1999. The Madison, Wisconsin. Page 269-274.

2- Hwang, C. Y., Yun Hse, C., Choong, E. T., 1997;Effect of configuration and some is processing variables on the properties of wood fiber-polyethylene composites. The fourth International conference on woodfiber-plastic composites. Forest product society proceeding. May 12-14 page 123-130.

3- Krzysik, A. M., and Youngquist, Y. A., 1991; Bonding of Air-Formed wood fiber/polypropylene fiber composites. Forest products laboratory USA. INT. J. Adhesion and adhesives vol. 11 No: 4 October 1991. P. 235-240.

4- Lu. J. Z., Quinglin. W. U., Harold. S., and Mcnabb. G. R. 2000; Chemical coupling in wood fiber and polymer composites: A Review of Agents and Treatment. Wood fiber Science. J. 32(1), 2000 pp. 88-104

5- Mahlberg, R., Paajanen, L., Nurmi, A., Kivisto, A., Koskela, K., and Rowell, R. M. 2001; Effect of chemical Modification of wood on the mechanical and Adhesion properties of wood fiber, polypropylene fiber and polypropylene/veneer composites. Holz als-und werkstoff 59(2001) 319-329. Springer- Verlag.

6- Michaud, F., B, Riedl,. p. Castera. 2002; Improving cohesion of wood/pp composite boards by MAPP coating progress in woodfiber-plastic composites. Conference 2002. May 23-24 Toronto Canada.

7- Nabi saheb, D., and Jog, J. P., 1999; Natural fiber polymer composites: A Review. Advances in polymer Technology, vol. 18, No. 4, 351-363.

8- Youngquist, J. A., Myers, G. E. Muehi, J. H., Krzysik, A. M., and clemens, C.M. 1994; Composites from Recycled wood and plastic. USDA forest service forest products lab. Madison, International conference on wood fiber-plastic composites. Sep 1994.

Archive of SID

www.SID.ir