مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹
www.gau.ac.ir/journals

بررسی ثبات ابعادی و خواص مکانیکی تخته حاصل از باگاس استیله شده

*مهدی جنوبی[۱]، احمدرضا سرائیان[۲] و محمدرضا ماستری‌فراهانی[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۲]استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۵/۹/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۷

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی پایداری ابعادی و خواص مکانیکی تخته‌خرده لایه‌ای ساخته شده از ذرات باگاس است. ذرات باگاس با ۲ اندازه ریز (۰/٤–۰/۲ میلی‌متر) و درشت (۱/۲–۰/۸ میلی‌متر) تهیه گردید. و سپس به‌وسیله انیدریک اسید کربوکسیلیک خطی اصلاح شد. اصلاح ذرات از طریق استری کردن با انیدرید استیک بدون حضور هیچ‌گونه کاتالیزور و یا حلالی در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و زمان ۲٤۰ دقیقه انجام گرفت. مقدار (درصد) افزایش وزن به‌دست آمده برای ذرات با اندازه‌های مختلف متفاوت بود. ذرات باگاس اصلاح شده و اصلاح نشده (شاهد) به‌طور مجزا آغشته به رزین فنول فرمالدهید (رزول) تحت پرس قرار گرفته و تخته خرده‌های سه‌لایه تشکیل شد. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی تخته‌های حاصل اندازه‌گیری شدند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تخته‌های تهیه شده از ذرات باگاس اصلاح شده پایداری ابعادی به مراتب بیش‌تری (در حدود ۸۷ درصد) نسبت به نمونه‌های شاهد داشت در حالی‌که ویژگی‌های مکانیکی تخته‌های استیله شده از ویژگی‌های مکانیکی نمونه شاهد کم‌تر بود.

واژه‌های کلیدی: باگاس استیله شده، پایداری ابعادی، استری کردن، تخته‌خرده سه‌لایه

* مسئول مکاتبه: mehdij1978@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر جهت اصلاح شیمیایی[1] ذرات مورد استفاده در صفحات فشرده لیگنوسلولزی مواد متفاوتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که هر کدام با توجه به ماهیت خود اثرات متفاوتی را بر روی محصولات تولید شده بر جای گذاشته‌اند. به‌دلیل این‌که ماده اولیه تخته خرده حاصل از باگاس از ضایعات کشاورزی محسوب می‌گردد، در واقع سبب کاهش استفاده از چوب و در نهایت تخریب کم‌تر جنگل‌ها می‌شود. همچنین باگاس به‌دلیل فراوانی می‌تواند از نظر اقتصادی به‌عنوان ماده غیرچوبی مهم و مناسبی جهت ساخت تخته‌خرده چوب جایگزین چوب گردد. آتچیسون (۱۹۸۳) عنوان نمود که باگاس در میان سایر گیاهان غیرچوبی از قابلیت بالایی برای ساخت پانل در دنیا برخوردار است. وی اظهار داشت که باگاس با داشتن حدود ۵۳ درصد سلولوز، ۱۸ درصد لیگنین، ۳-۲ درصد خاکستر و ٦-۳ درصد مواد استخراجی محلول در الکل بنزن و متوسط طول الیاف ۱/۵۵-۱ میلی‌متر دارای ساختار و خواص شیمیایی نزدیک به چوب پهن‌برگان می‌باشد و منبع غیرچوبی مناسبی برای تولید فرآورده‌هایی مانند خمیر کاغذ، تخته فیبر و تخته‌خرده چوب (تخته‌خرده باگاس) به حساب می‌آید.

از آنجا که تخریب بیولوژیکی ذرات باگاس نسبت به اجزای چوبی با سرعت بیش‌تری صورت می‌پذیرد، جهت تولید تخته‌خرده چوب از باگاس در مقایسه با چوب به اصلاح بیش‌تری نیاز دارد. باید توجه داشت که اثرات مربوط به اصلاح شیمیایی وابسته به روش‌های متفاوت تیمار می‌باشد و این به‌میزان جذب ماده شیمیایی، زمان واکنش، میزان رطوبت اولیه نمونه‌ها و میزان ماده شیمیایی باقی‌مانده بستگی دارد. تمام موارد بالا بر خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی ذرات سلولزی اصلاح شده تأثیرگذار خواهد بود. در هر حال یکی از بارزترین ویژگی‌های ذرات سلولزی اصلاح شده بهبود پایداری ابعادی آن می‌باشد که این خاصیت به‌دلیل آب‌گریزی ناشی از مسدود نمودن گروه‌های هیدروکسیل توسط مواد شیمیایی ایجاد می‌شود (استام و تارکو، ۱۹٤۷؛ هیل، ۲۰۰٦). به این منظور تارکو و همکاران (۱۹٤٦) بهبودی در حدود ۷۰ درصد در پایداری ابعاد را برای چوب گونه‌های افرا و بالزای استیله شده با ۲۰ درصد افزایش وزن (WPG[2]) ناشی از واکنش مواد شیمیایی با گروه‌های هیدروکسیل چوب گزارش کردند.

1- Chemical Modification
2- Weight Percent Gain

Archive of SID

www.SID.ir

لارسون (۱۹۹۸) نیز همین میزان را برای چوب سرو با ۲٦ درصد افزایش وزن گزارش کرد. بهبود پایداری ابعادی ذرات سلولزی باعث گسترش بررسی‌های محققان بر روی روش‌های اصلاح شیمیایی شد. به‌طوری‌که فیست و همکاران (۱۹۹۱)، نمونه‌های چوب صنوبر را با انیدرید استیک و متاکلریت و مخلوطی از هر دو اصلاح کردند و درصد جذب آب آن‌ها را نسبت به چوب تیمار نشده اندازه‌گیری نمودند. آن‌ها گزارش دادند که میزان جذب آب در چوب صنوبر استیله شده با ۱۸ درصد افزایش وزن کاهش عمده‌ای پیدا می‌کند اما متاکلریت به تنهایی سبب کاهش جزیی در هم‌کشیدگی می‌شود.

از استری کردن و به‌طور عمده استیله کردن به‌منظور بهبود پایداری ابعادی تخته‌خرده چوب استفاده شده است (اکینو و همکاران، ۲۰۰٤). در تمامی نتایج به‌دست آمده، اتفاق‌نظر در توانایی انیدرید استیک در بهبود پایداری ابعادی فرآورده چندسازه وجود دارد ولی این اتفاق‌نظر در مورد اثر استیله کردن بر روی خواص مکانیکی فراورده چندسازه وجود ندارد (هیل، ۲۰۰٦).

علاوه‌بر انیدرید استیک، مواد شیمیایی اصلاح‌کننده دیگری مثل انیدرید پروپیونیک (پاپادوپولوس و تاربولای، ۲۰۰۲) جهت اصلاح تخته‌خرده چوب به‌کار گرفته شده‌اند. به هر حال هدف از این پژوهش بررسی ثبات ابعادی و خواص مکانیکی تخته حاصل از باگاس استری شده می‌باشد.

مواد و روش‌ها

باگاس مورد نیاز از گونه (CP-٤٨-٦١٤) از شرکت نئوپان کارون که خود یک شرکت صنایع جانبی کشت و صنعت کارون می‌باشد، به مقدار کافی تهیه شد.

باگاس موردنظر با رطوبت نسبی ٦٠-٥٠ درصد ابتدا توسط دستگاه مغزه‌گیر، مغززدایی شد. پس از عملیات مغززدایی، باگاس مغزگیری شده توسط خشک‌کن استوانه‌ای دوار تا حدود ۲ درصد رطوبت خشک گردید. باگاس خشک شده توسط آسیاب چکشی[1] مدل پالمن[2] خرد، و پس از عبور از الک، ذرات آن با دو نوع اندازه ریز (۰/٤-۰/۲ میلی‌متر) و درشت (۱/۲-۰/۸ میلی‌متر) انتخاب شد. بعد از تهیه مواد بالا برای انجام تیمار شیمیایی، ذرات باگاس بدون حضور کاتالیزور و حلال و فقط تحت‌تأثیر دما توسط انیدرید استیک تیمار شدند. از آنجا که هدف این پژوهش دست‌یابی به حداکثر درصد افزایش وزن ممکن بوده است، پس از ریختن باگاس‌ها درون فویل‌های آلومینیومی، این فویل‌ها به‌مدت ٤ ساعت در داخل آون با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از پایان زمان

1- Hammer Mill
2- Pallman

Archive of SID

www.SID.ir

واکنش، نمونه‌ها از داخل آون خارج، و به‌مدت ۲٤ ساعت در داخل آب قرار گرفتند. بعد از این مرحله آب‌گیری شده و پس از خشک شدن در هوای آزاد، به‌مدت ۲٤ ساعت در آون تحت دمای ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد کاملاً خشک شدند. پس از پایان عملیات تیمار شیمیایی و خشک شدن کامل نمونه‌ها، درصد افزایش وزن (WPG) آن‌ها با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید.

رابطه ۱- تعیین درصد افزایش وزن:

$$WPG = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

WPG: افزایش وزن (درصد)،

W_1: وزن خشک نمونه اولیه (گرم)،

W_2: وزن خشک نمونه بعد از عملیات استریفیکاسیون (گرم).

ساخت تخته: دو سری تخته‌خرده لایه‌ای شامل ٦۰ درصد ذرات درشت باگاس در لایه میانی و ٤۰ درصد ذرات ریز باگاس در لایه‌های رویی با دانسیته مبنای ۰/۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب از باگاس اصلاح شده و اصلاح نشده و از هر کدام ٤ عدد تخته ساخته شد. با توجه به دانسیته مبنا، مقدار لازم پوشال تیمار شده برای ساخت تخته‌های اصلاح شده و پوشال تیمار نشده به‌منظور ساخت تخته‌های شاهد توزین گردید. سپس با توجه به دانسیته و وزن خشک پوشال، مقدار چسب موردنیاز توزین شد. چسب فنل فرمالدئید (رزول) به‌میزان ٦ درصد بر مبنای وزن خشک الیاف مصرف گردید. در نهایت براساس شرایط پرس مطابق جدول ۱ تخته موردنظر تهیه شد:

جدول ۱- شرایط پرس.

دمای صفحات پرس (سانتی‌گراد)	فشار (کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)	زمان (دقیقه)	ضخامت شابلون (میلی‌متر)
۱۸۰	۳۰	۱۰	۱۵

اندازه‌گیری خواص مکانیکی: مقاومت اتصال داخلی[1]، مدول گسیختگی[2] و مدول الاستیسیته[3] تخته‌های ساخته شده با توجه به استاندارد (٦۸۷٦۳) DIN به‌وسیله دستگاه Schenck اندازه‌گیری شد.

1- Internal Bonding
2- Module of Rupture
3- Module of Elasticity

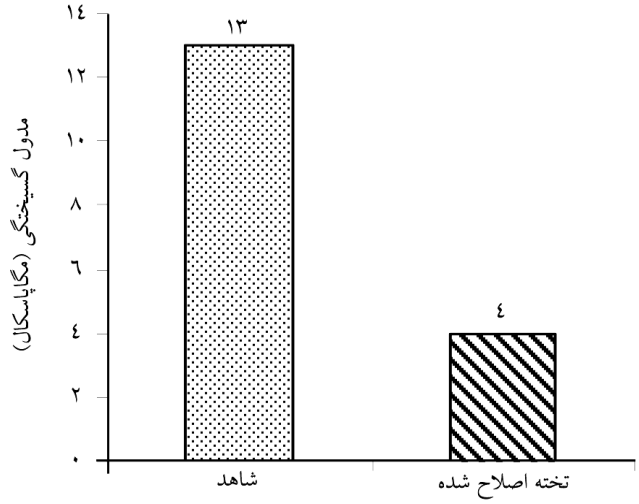
Archive of SID

www.SID.ir

محاسبات آماری: پس از انجام آزمون‌های مربوطه و استخراج نتایج، محاسبات آماری صورت گرفت. مقایسه بین میانگین خواص اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های شاهد و تیمار شده با انیدرید پروپیونیک با آزمون T مستقل صورت پذیرفت.

نتایج

افزایش وزن برای ذرات ریز و درشت استیله شده به‌ترتیب ۱۳/۳ و ۱۶/۹ درصد تعیین گردید. مدول گسیختگی تخته‌های ساخته شده از این ذرات در مقایسه با تخته‌های ساخته شده از ذرات استیله نشده (شاهد) کاهش یافت. مقاومت خمشی یا مدول گسیختگی یکی از خواص مهم و کاربردی تخته‌خرده چوب می‌باشد. همان‌طور که نمودار مدول گسیختگی (شکل ۱) نشان می‌دهد، استری کردن از طریق انیدرید استیک باعث کاهش مدول گسیختگی می‌گردد و این کاهش از نظر آماری توسط آزمون T در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). دلیل این کاهش می‌تواند افت نفوذ چسب در اثر کم شدن نم‌پذیری ذرات باگاس به خاطر اصلاح شیمیایی آن‌ها باشد که همین کاهش نفوذ چسب، باعث کاهش مقاومت خمشی تخته‌های تیمار شده نسبت به تخته‌های شاهد گردید. همان‌گونه که مشاهده می‌شود براساس شکل ۱ مدول گسیختگی نمونه‌های شاهد ۱۳ مگاپاسکال و مدول گسیختگی نمونه‌های اصلاح شده با انیدرید استیک ٤ مگاپاسکال است که نتایج بالا نشان‌دهنده کاهش در مقاومت خمشی تخته‌های اصلاح شده با انیدرید استیک می‌باشد.

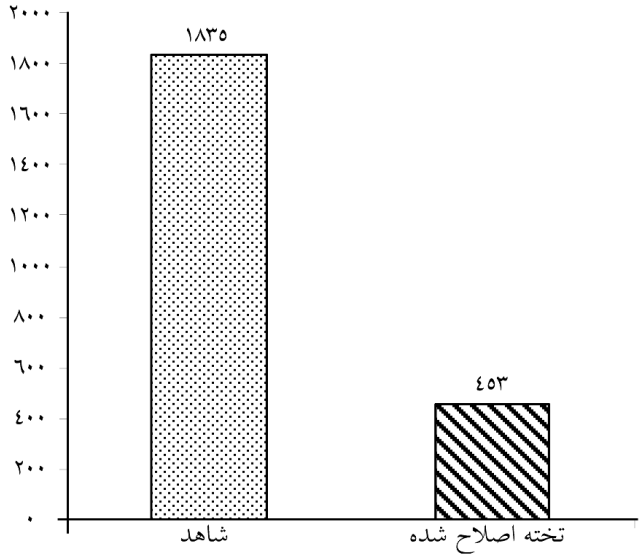


شکل ۱- مقایسه مدول گسیختگی تخته اصلاح شده و نمونه شاهد.

Archive of SID

www.SID.ir

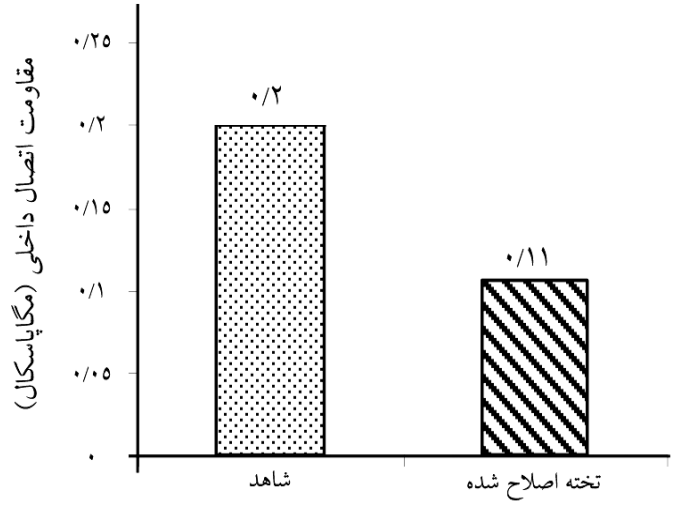
مقاومت چسبندگی داخلی از دیگر ویژگی‌های مهم تخته‌خرده چوب است. با توجه به نمودار مقاومت چسبندگی داخلی (شکل ۳) مشاهده می‌شود که استری کردن از طریق انیدرید استیک سبب کاهش چسبندگی داخلی شده و این کاهش از نظر آماری مدول الاستیسیته می‌گردد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود براساس شکل ۲ مدول الاستیسته نمونه‌های شاهد ۱۸۳۵ مگاپاسکال و مدول گسیختگی نمونه‌های اصلاح شده با انیدریداستیک ٤٥٣ مگاپاسکال است. نتایج بالا نشان‌دهنده کاهش شدید در مدول الاستیسیته تخته‌های اصلاح شده با انیدرید استیک می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه مدول الاستیسیته تخته اصلاح شده و نمونه شاهد.

از دیگر ویژگی‌های مهم تخته‌خرده چوب می‌توان از مقاومت چسبندگی داخلی نام برد. با توجه به نمودار مقاومت چسبندگی داخلی (شکل ۳) مشاهده می‌شود که استریفیکاسیون از طریق انیدرید استیک باعث کاهش چسبندگی داخلی شده و این کاهش از نظر آماری توسط آزمون T در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲).

www.SID.ir



شکل ۳- مقایسه مقاومت چسبندگی داخلی تخته اصلاح شده و نمونه شاهد.

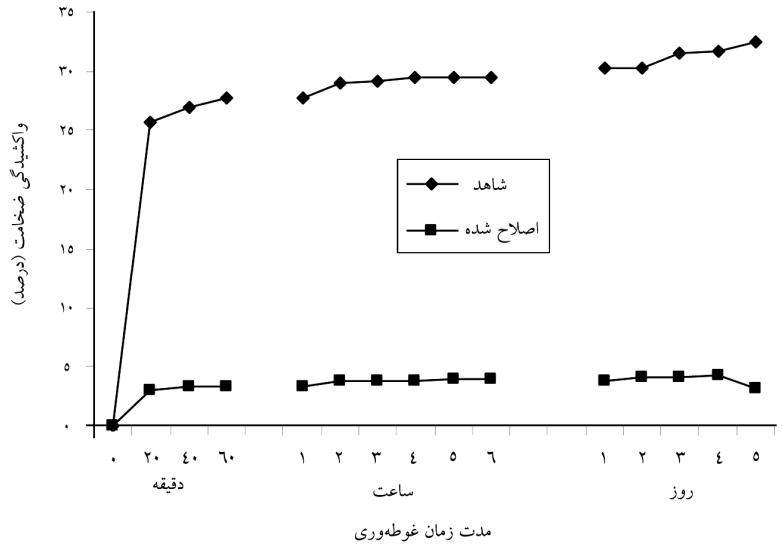
جدول ۲- سطح معنی‌داری و مقدار T حاصل از آزمون مستقل T برای خواص مکانیکی باگاس اصلاح شده.

نوع مقاومت	سطح معنی‌داری	مقدار T
مدول الاستیسیته	۰	۱٤/۷۷
مدول گسیختگی	۰	۱۷/۹۸
مقاومت اتصال داخلی	۰	۹/٦٦

یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های تخته‌خرده چوب‌های تولیدی، پایداری ابعادی و به‌ویژه پایداری ضخامتی این تخته‌ها می‌باشد. واکشیدگی ضخامتی از تماس تخته با آب و یا رطوبت ناشی می‌گردد. با توجه به شکل ٤، مشاهده می‌شود که استری کردن از طریق انیدرید استیک سبب کاهش واکشیدگی ضخامتی و افزایش پایداری ابعادی تخته گردید و این کاهش از نظر آماری توسط آزمون T در سطح اعتماد ۹۹ درصد معنی‌دار بود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٤- مقایسه مقدار واکشیدگی ضخامت تخته خرده باگاس اصلاح شده و نمونه شاهد.

جدول ۳- سطح معنی‌داری و مقدار T حاصل از آزمون T مستقل برای واکشیدگی ضخامت بعداز پنج روز.

ویژگی مورد بررسی	سطح معنی‌داری	T مقدار
واکشیدگی ضخامت بعد از پنج روز	۰	۱۷/۸۸

نتایج نشان داد که کاهش شدیدی (حدود ۸۷ درصد) در واکشیدگی ضخامتی تخته‌های حاصل از باگاس تیمار شده با انیدرید استیک ایجاد شده و در نتیجه پایداری ابعادی تخته‌های تیمار شده بهبود یافته است. این تغییرات در این ویژگی فیزیکی تخته باگاس به‌دلیل مسدود شدن گروه‌های هیدروکسیل باگاس می‌باشد. جدول ۳ و شکل ٤ نشان می‌دهد که اختلاف زیادی بین نمونه‌های اصلاح شده با شاهد وجود دارد. به گونه‌ای که واکشیدگی ضخامتی نمونه‌های اصلاح شده بعد از گذشت ۵ روز غوطه‌وری در آب حدود ۳ درصد بود؛ در صورتی‌که واکشیدگی ضخامتی نمونه‌های شاهد بعد از گذشت ۵ روز نزدیک به ۳۰ درصد را نشان داد.

Archive of SID
www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که حتی استیله کردن با سطوح نه چندان زیاد، مدول گسیختگی، مدول الاستیسیته و مقاومت اتصال داخلی را به‌ترتیب ٦٨، ٧٥/٣ و ٤٦ درصد کاهش داد. این نتایج موافق نتایج به‌دست آمده در بعضی از پژوهش‌های انجام شده می‌باشد. بعضی از محققان گزارش دادند که استیله کردن سبب کاهش خواص مکانیکی فرآورده چندسازه می‌گردد (هیل، ٢٠٠٦). کاهش قابل‌ملاحظه خواص مکانیکی تخته‌های اصلاح شده نسبت به نمونه‌های شاهد کاملاً منطقی به‌نظر می‌رسد و این موضوع ارتباط مستقیم با درصد افزایش وزن (WPG) حاصل از عملیات استری کردن دارد. هرچه میزان WPG کم‌تر باشد، به‌دلیل این‌که تعداد کم‌تری از گروه‌های فعال، موجود در ماده لیگنوسلولزی مسدود شده و گروه‌های فعال آزاد بیش‌تری وجود دارند بنابراین پیوندهای کووالانسی کم‌تری بین گروه‌های فعال موجود در باگاس با گروه‌های فعال مواد اصلاح‌کننده شیمیایی برقرار می‌گردد. در نتیجه واکنش‌پذیری چسب با ذرات باگاس بیش‌تر شده و توانایی چسب در نفوذ و آغشته‌سازی ذرات باگاس افزایش می‌یابد. توانایی بهتر گروه‌های عاملی چسب در تشکیل پیوندهای مستحکم با گروه‌های فعال موجود در ذرات باگاس، در نهایت عملیات پلیمریزاسیون را کامل‌تر می‌کند و پیوندهای شیمیایی بیش‌تری تشکیل می‌شود. از سویی WPG بیش‌تر به‌دلیل این‌که نم‌پذیری طبیعی باگاس را کاهش می‌دهد امکان نفوذ چسب به درون ذرات باگاس را به‌شدت محدود می‌نماید. در نتیجه عملیات آغشته‌سازی به‌شدت تضعیف و در نهایت منجر به تشکیل پیوندهای ضعیفی می‌گردد که مقاومت مکانیکی تخته‌های اصلاح شده را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد.

استری شدن باعث مسدود شدن گروه‌های OH، به‌عنوان گروه‌های فعال عاملی فعال می‌شود. در اثر مسدود شدن این گروه‌ها توانایی ذرات باگاس در جذب رطوبت کاهش یافته و در نتیجه واکشیدگی ضخامت بهبود می‌یابد. تمایل به کاهش واکشیدگی ضخامت تخته‌خرده باگاس استیله شده کمی بیش‌تر از نتایج ارایه شده برای تخته‌خرده چوب توسط راول و همکاران (١٩٨٦) می‌باشد، که این امر را می‌توان به متفاوت بودن میزان پایداری ابعادی مواد اولیه مختلف نسبت داد (استام و تارکو، ١٩٤٧).

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Atchison, J.E. 1983a. Baggase in Pulp and paper manufacture: Vol. 3: Secondary fibers and Non-wood Pulping, Pp: 22-70.
2.Atchison, J.E. 1983b. The future of non-wood plant fibers in pulp and papermaking. Pulp and paper manufacture, Vol. 1: Properties of fibrous raw materials and their preparation for pulping, Pp: 170-174.
3.Fiest, W.C., Rowell, R.M. and Ellis, W.D. 1991. Moisture sorption and accelerated weathering of acetylated and methacrylated aspen: Wood and Fiber Sci. 23: 1. 128-136.
4.Hill, C.A.S. 2006. Wood modification: Chemical, Thermal and other presses, John Wiley and Sons, London, 260p.
5.Larsson, P.B. 1996. Acetylation of soild wood, Ph.D. Thesis, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden.
6.Okino, E.Y.A., De Souza, M.R., Santana, M.A.E., Sousa, M.E. and Teixeira, D.E. 2004. Evaluation of the physical and biological properties of particleboard and flakboard made from *Cupresus spp*. International Biodeterioration and Biodegradation, 53: 1-4.
7.Papadopulus, A.N. and Tarboulay, E. 2002. Dimensional stability OSB made from acetylated fir strands. Holz and Roh-und Werkstoff, 60: 2. 92-95.
8.Rowell, R.M., Tillman, A.M. and Simonson, R.G. 1986. Wood chem. Tech. 96: 293-309.
9.Rowell, R.M. and Nilsson, T. 1988. Dimensional stability and biologic resistance of particleboard made from acetylated albizia wood particles. Wood research, 76: 49-57.
10.Stamm, A.J. and Tarkow, H. 1947. Dimensional stabilization of wood. Journal. Physics. Colloid Chem. 51: 2. 493-505.
11.Tarkow, H., Stamm, A.J. and Erikson, E.C. 1950. Acetylated wood. Report, Forest Products Labrotary, USDA, Forest services 1539.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(3), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Dimensional Stability and Mechanical Properties of Particleboard Made from Acetylated Bagasse

***M. Jonoobi[1], A.R. Saraeyan[2] and M.R. Mastery Farahani[2]**

[1]M.Sc. graduate of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: Dec., 11, 2006; Accepted: Nov., 8, 2009

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the dimensional stability and mechanical properties of three-layer particleboard produced from linear chain carboxylic acid anhydride modified bagasse particles. Modification was performed via esterification of bagasse using acetic anhydride without using any catalyst and solvent at 120 ^{o}C for 240 min at lab scale. Bagasse with two particle sizes including fine (0.2-0.4 mm) and coarse (0.8-1.2 mm) were modified. Different weight percent gains (WPGs) were obtained with different sizes and reagents. Acetylated and unmodified bagasse particles were pressed into three-layer particleboards using phenol formaldehyde (resole type). The physical and mechanical properties of the boards were tested. The particleboards made from esterified bagasse particles were more dimensionally stable (about 87%) than control boards made from untreated bagasse. But the mechanical and physical properties of the modified boards were lower than control board.

Keywords: Bagasse, Esterification, Acetylated, Three-layer particleboard

* Corresponding Author; Email: mehdig1978@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir