

فعال سازی سطوح ذرات چوب و استفاده از اتصال دهنده‌های غیرمتداول در ساخت تخته خرده چوب^۱

نورالدین نظر نژاد^۲ کاظم دوست حسینی^۳ احمد جهان لتیاری^۴

چکیده

این تحقیق برای بررسی امکان ساخت تخته خرده چوب به روش‌های خودچسبندگی و به کارگیری پلیمرهای خطی و پلیمرهای طبیعی به عنوان اتصال دهنده از چوب گونه صنوبر دلتوئیدس انجام گرفت. ذرات چوب با دو اکسیدکننده، اسیدنیتریک و پراکسید هیدروژن و هر کدام به مقدار ۳ درصد وزن خشک چوب به طور جداگانه تیمار شدند و سپس از یکی از اتصال دهنده‌های 1,6-Hexanediamine، گلیسرین، لیکورسیاه و Maleic anhydride به مقدار ۵ درصد وزن خشک چوب برای ایجاد اتصال به خرده چوب‌های تیمار شده افزوده شد. در شرایط آزمایشگاهی از این خرده چوب‌ها تخته‌هایی با دانسیته 0.70 g/cm^3 ساخته شد و خواص فیزیکی مکانیکی آنها اندازه گیری و با نمونه‌های شاهد مقایسه شد. نتایج این بررسی نشان داد که شرایط بهینه مصرف مواد اکسیدکننده و اتصال دهنده مربوط به تیمار اسیدنیتریک 1,6-Hexanediamine و لیکور سیاه می‌باشد. به طوری که مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی تخته‌های مورد مطالعه به ترتیب ۲۱/۸۲، ۲۱/۰۶، ۰/۴۶۱، ۰/۴۲۲ مگاپاسکال و پایداری ابعاد آنها در حد مناسب می‌باشد. گفتنی که تخته‌های ساخته شده با اکسیدکننده اسیدنیتریک نسبت به پراکسید هیدروژن دارای خواص کاربردی بهتری هستند، ولی این ویژگی‌ها در مقایسه با نمونه شاهد که با ۵ درصد رزین فنل فرمالدئید ساخته شده‌اند، در حد پایین تری قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: فعال سازی سطوح ذرات چوب، اتصال دهنده‌های غیرمتداول، خودچسبندگی.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۱/۶/۲۵، تاریخ تصویب نهایی: ۸۱/۱۰/۳۰

^۲ - عضو هیات علمی دانشگاه مازندران

^۳ - عضو هیات علمی دانشگاه تهران

^۴ - عضو هیات علمی دانشگاه تهران

مقدمه

صفحات فشرده چوبی، از اتصال مواد لیگنوسلولزی به‌وسیله چسب‌ها یا اتصال‌دهنده‌های جدید مناسب تحت شرایط فشار و حرارت ساخته می‌شوند. پیشرفت‌های گسترده‌ای که در سال‌های گذشته در زمینه تولید رزین‌های مصنوعی به عمل آمد ساخت صفحات فشرده چوبی مورد استفاده در ساختمان‌سازی را نیز امکان‌پذیر ساخت.

مسائلی نظیر محدودیت جهانی نفت خام، هزینه زیاد چسب‌های مصرفی در ساخت صفحات فشرده چوبی که در ایران حدود ۳۵ درصد هزینه تمام شده را تشکیل می‌دهد، متصاعد شدن بخارهای سمی هنگام ساخت صفحات فشرده چوبی و پس از ساخت تخته‌ها با چسب‌های فرمالدئیدی و تجزیه‌ناپذیر بودن این‌گونه چسب‌های مصنوعی، باعث شده است که پژوهشگران تحقیقات گسترده‌ای را برای جایگزینی این نوع چسب‌ها با چسب‌های مبتنی بر مواد معدنی و طبیعی انجام دهند. از جمله این تحقیقات ساخت چسب از مواد آلی طبیعی مانند تانن‌ها و لیگنین، ایجاد خودچسبندگی بین سطوح ذرات چوب و مواد لیگنوسلولزی به کمک فعال‌سازی سطوح و استفاده از پلیمرهای خطی و با زنجیره کوتاه برای ایجاد اتصال بین سطوح ذرات چوب می‌باشد که نتایج امیدوارکننده‌ای در برداشته است.

خودچسبندگی و استفاده از اتصال‌دهنده‌های جدید، شامل روش‌هایی از اتصال ذرات چوب است که با روش‌های معمول ایجاد چسبندگی بین ذرات چوب متفاوت است. در این روش‌ها اساس کار ایجاد اتصال کووالانسی بین سطوح چوب یا بین سطوح چوب و اتصال‌دهنده است. البته در اکثر این روش‌ها برای ایجاد این نوع اتصالات، لازم است از فعال‌کننده‌ها یا اکسیدکننده‌های استفاده شود که به دو طریق عمل می‌کنند. یا باعث تغییر در ترکیب شیمیایی اتصال‌دهنده عرضی و قادر ساختن آن به تشکیل اتصالات کووالانسی با سطح چوب می‌شوند و یا باعث تغییر سطح به صورت افزایش گروه‌های عاملی فعال همچون گروه‌های کربوکسیل یا کربونیل و قادر ساختن آن به تشکیل اتصال کووالانسی با اتصال‌دهنده عرضی می‌شوند. دو عاملی یا چندعاملی بودن مواد اتصال‌دهنده از ویژگی‌های ضروری این

مواد می‌باشد. همچنین این عوامل بایستی توانایی تشکیل اتصالات کووالانسی را داشته باشند.

محققین زیادی از جمله Johns و همکاران (۱۹۷۸)، Pilippous و همکاران (۱۹۸۲)، Shen (۱۹۷۴)، Shorning (۱۹۷۲)، Suzuki (۱۹۹۸) با به‌کارگیری روش‌های مختلف همچون فعال‌سازی سطوح چوب و استفاده از پلیمرهای طبیعی سعی کردند بدون استفاده از چسب، صفحات فشرده چوبی با خواص قابل قبول تولید نمایند. این روش‌ها بیشتر شامل تیمار سطوح چوب به‌وسیله اکسیدکننده‌هایی نظیر اسیدنیتریک، پراکسید هیدروژن، اسیدفسفریک و غیره می‌باشند. البته بیشتر برای بهبود فرآیندها از عناصر حدواسط دو عاملی خطی نظیر هگزان دی‌آمین، اتیلن‌دی‌آمین، اتیلن‌گلیکول و موارد دیگر یا پلیمرهای طبیعی همچون لیگنوسولفونات آمونیوم و تانن استفاده کردند. به عنوان نمونه Collet (۱۹۷۳) سطوح چوب را به‌وسیله اسیدنیتریک و اکسیدهای گازی متنوع نیتروژن (NO_x) به اضافه اکسیژن فعال کرد. سپس ذرات چوب را با آمین دواملی ۱، ۶- هگزان دی‌آمین مخلوط کرده و زیر گرما پرس کرد. خواص کاربردی تخته‌های ساخته شده با خواص کاربردی تخته‌های شاهد ساخته شده با رزین فنل فرمالدئید مشابه بود. هدف این بررسی، فعال‌سازی سطوح ذرات چوب با مواد اکسیدکننده و استفاده از اتصال‌دهنده‌های غیرمتداول برای بهبود اتصالات ایجاد شده بین ذرات چوب در ساخت تخته خرده‌چوب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محل نمونه‌برداری طرح صفرابسته واقع در استان گیلان می‌باشد، برای انجام این تحقیق چهارپایه از گونه *P. deltoides* کلون ۷۱/۷۵ انتخاب و قطع گردید. سپس به‌صورت قطعات بریده شده به طول ۲ متر به آزمایشگاه صنایع چوب دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند. خرده‌چوب‌های موردنیاز بعد از پوست‌کنی این قطعات، به‌وسیله خردکن آزمایشگاهی نوع پالمن تهیه

نتایج

در این تحقیق از دو اکسیدکننده اسیدنیتریک و پراکسید هیدروژن برای فعال سازی سطوح ذرات چوب و چهار نوع ماده شیمیایی ۱، ۶-هگزان دی آمین، گلیسرین، لیکورسیاه و انیدرید مالئیک برای بهبود اتصال بین ذرات چوب و همچنین چسب فنل فرمالدئید برای ساخت نمونه های شاهد استفاده گردید. مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی و خواص غوطه وری نمونه های مورد نظر اندازه گیری شد. نتایج میانگین خواص تخته های مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. شکل های ۱ تا ۴ نمودار ویژگی های مورد اندازه گیری را برای مقایسه ترکیب های مختلف اکسیدکننده، اتصال دهنده و مدت تیمار نشان می دهند. با بررسی نمودارها مشاهده می شود که بهترین وضعیت، ترکیب اسیدنیتریک با ۱، ۶-هگزان دی آمین و یا با لیکورسیاه در مدت تیمار صفر می باشد.

نتایج تجزیه واریانس ویژگی های اندازه گیری شده نشان می دهد که در تمام موارد آثار اتصال دهنده ها، مدت تیمار و نوع اکسیدکننده به طور مستقل از هم از لحاظ آماری معنی دار می باشند، در حالی که آثار متقابل آنها معنی دار نمی باشند. همچنین نتایج مقایسه میانگین های ویژگی های مورد اندازه گیری به وسیله آزمون مقایسه گروه بندی میانگین ها (دانکن) نشان می دهد، اختلاف میانگین های مقاومت خمشی و چسبندگی داخلی در بیشتر موارد معنی دار می باشند. تنها اختلاف میانگین چسبندگی داخلی لیکورسیاه و گلیسرین با هر دو اکسیدکننده در مدت تیمار صفر معنی دار نمی باشند. همچنین، اختلاف میانگین های درصد جذب آب و درصد واکشیدگی ضخامت تخته ها در تمام موارد معنی دار نمی باشند.

گردیدند. ابعاد ذرات تهیه شده به طور متوسط حدود $2 \times 1 \times 0.5 \text{ cm}$ بوده است.

عوامل متغیر این تحقیق اکسیدکننده های اسیدنیتریک و پراکسید هیدروژن، مدت تیمار و چهار اتصال دهنده: ۱، ۶-هگزان دی آمین، گلیسرین، لیکورسیاه و انیدرید مالئیک بودند. مدت تیمار اکسیدکننده ها شامل دو زمان صفر و ۱/۵ ساعت بود. در حالت اول (زمان صفر) ذرات چوب بلافاصله پس از پاشیدن اکسیدکننده با هر یک از اتصال دهنده های فوق الذکر مخلوط شدند و در حالت دوم پس از ۱/۵ ساعت با هر یک از این اتصال دهنده ها تیمار شدند.

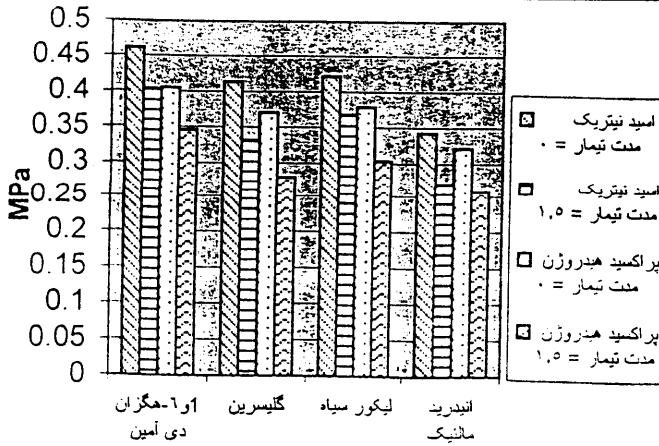
در این بررسی فاکتورهای زمان، درجه حرارت و فشار پرس ثابت بوده و به ترتیب در حد ۷ دقیقه، 150°C و 30 g/cm^2 تنظیم شدند. برای تیمار خرده چوب ها مقدار مشخصی از آنها با اسیدنیتریک به مقدار ۳ درصد وزن خشک چوب مخلوط شدند و سپس این ذرات با یکی از اتصال دهنده های ذکر شده در بالا، هر کدام به مقدار ۵ درصد وزن خشک چوب تیمار شدند. سری دوم ذرات چوب به وسیله پراکسید هیدروژن به مقدار ۳ درصد وزن خشک چوب تیمار شده و سپس این ذرات با یکی از اتصال دهنده ها به مقدار ۵ درصد وزن خشک چوب مخلوط شدند. برای ساخت نمونه های شاهد از چسب فنل فرمالدئید به مقدار ۵ درصد وزن خشک چوب استفاده گردید. دانسیته تخته های مورد مطالعه در حد 0.75 g/cm^3 تنظیم شد.

نتایج این بررسی به کمک تکنیک تجزیه واریانس و آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

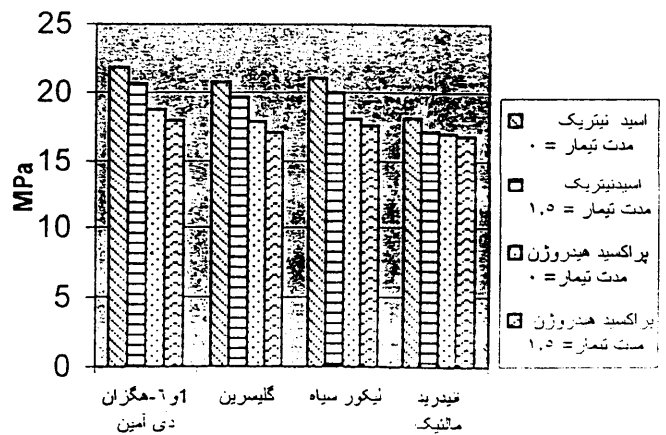
آزمون های تعیین مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی، واکشیدگی ضخامت و جذب آب به ترتیب طبق استانداردهای Din ۵۲۳۶۱، Din ۵۲۳۶۵ و Din ۶۷۷۶۳ انجام گرفت.

جدول ۱- میانگین خواص تخته‌های مورد مطالعه

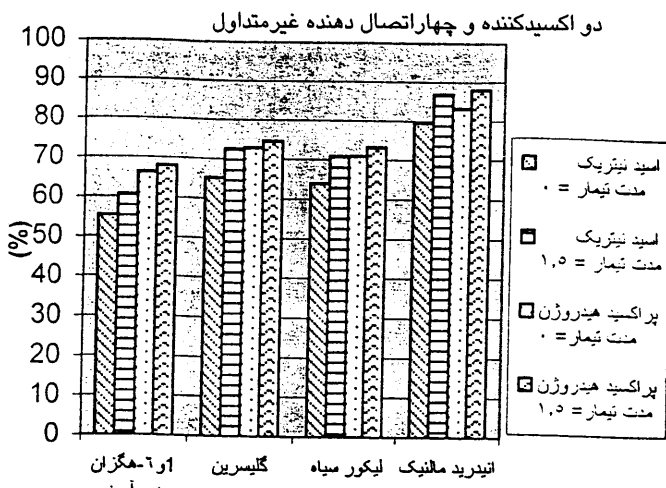
اکسیدکننده	مدت تیمار (h)	اتصال دهنده	مقاومت خمشی (Mpa)	چسبندگی داخلی (Mpa)	جذب آب (%)	واکسیدگی ضخامت (%)
اسید نیتریک	۰	۱، ۶-هگزان دی‌آمین	۲۱/۸۲	۰/۴۶۱	۹۵	۵۵/۳۳
	۱/۵	۱، ۶-هگزان دی‌آمین	۲۰/۶۴	۰/۴۰۳	۱۱۶	۶۰/۶۷
	۰	گلیسرین	۲۰/۷۶	۰/۴۱۴	۱۲۴	۶۵/۳۳
	۱/۵	گلیسرین	۱۹/۶۶	۰/۳۳۲	۱۴۳	۷۲/۶۷
	۰	لیکورسیاه	۲۱/۰۶	۰/۴۲۲	۱۲۰	۶۴
	۱/۵	لیکورسیاه	۲۰/۰۲	۰/۳۶۸	۱۴۱	۷۱
	۰	انیدریدمالئیک	۱۸/۱۶	۰/۳۴۳	۱۴۲	۷۹/۶۷
	۱/۵	انیدریدمالئیک	۱۷/۱۹	۰/۲۷۰	۱۵۵	۱۸۷
پراکسید هیدروژن	۰	۱، ۶-هگزان دی‌آمین	۱۸/۷۴	۰/۴۰۵	۱۴۲/۳۳	۶۶/۳۳
	۱/۵	۱، ۶-هگزان دی‌آمین	۱۷/۹۴	۰/۳۴۶	۱۴۲	۶۸
	۰	گلیسرین	۱۷/۹	۰/۳۷۱	۱۴۴	۷۳
	۱/۵	گلیسرین	۱۷/۱۱	۰/۲۸۰	۱۵۱	۷۴/۶۷
	۰	لیکورسیاه	۱۷/۰۹	۰/۳۷۹	۱۳۸	۷۱
	۱/۵	لیکورسیاه	۱۷/۶۱	۰/۳۰۴	۱۴۹/۶۷	۷۳/۳۳
	۰	انیدریدمالئیک	۱۷/۰۴	۰/۳۲۲	۱۵۶/۶۷	۸۳/۳۳
	۱/۵	انیدریدمالئیک	۱۶/۸۶	۰/۲۵۸	۱۵۹/۶۷	۸۸
فنل فرمالدئید						۳۸



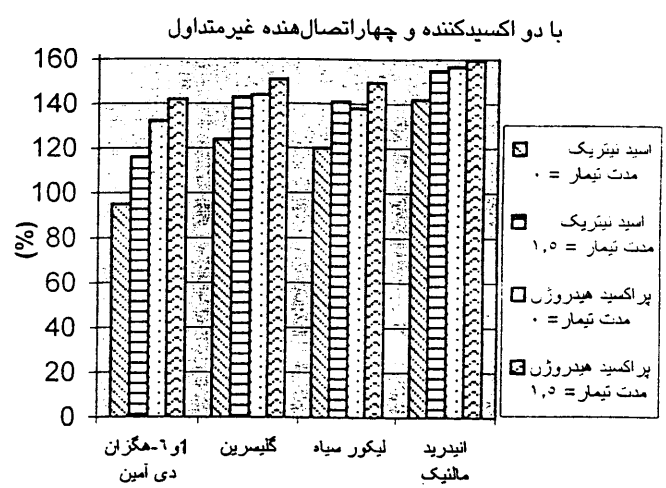
شکل ۲- مقایسه چسبندگی داخلی تخته‌های تیمار شده با



شکل ۱- مقایسه مقاومت خمشی تخته‌های تیمار شده



۴- مقایسه واکسیدگی ضخامت تخته‌های تیمار شده با دو اکسیدکننده و چهار اتصال دهنده غیرمتداول



شکل ۳- مقایسه جذب آب تخته‌های تیمار شده با دو اکسیدکننده و چهار اتصال دهنده غیرمتداول

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که از بین دو اکسیدکننده مورد مطالعه، اسیدنیتریک اکسیدکننده قوی‌تر می‌باشد. از بین اتصال‌دهنده‌های عرضی نیز ۱، ۶- هگزان دی‌آمین و بعد از آن لیکورسیاه بهترین عملکرد را داشته‌اند. در این بررسی مدت تیمار از نظر بهبود خواص کاربردی تخته‌های مورد مطالعه تاثیر مطلوبی نداشته است. این نتایج نشان می‌دهد که شرایط بهینه، شرایط استفاده از اسیدنیتریک با ۱، ۶- هگزان دی‌آمین و مدت تیمار صفر است. ولی در تیمار اسیدنیتریک با لیکورسیاه نیز خواص مقاومتی تخته‌های مورد مطالعه در حد مطلوب هستند. خواص کاربردی تخته در تیمارهای یاد شده پائین‌تر از ویژگی‌های تخته‌های شاهد می‌باشد.

همان‌طور که قبلاً نیز ذکر شد اساس کار این نوع روش‌ها فعال‌سازی سطوح ذرات چوب به وسیله اکسیدکننده‌هایی همچون اکسیدکننده‌ها می‌باشد. اصولاً در نتیجه اکسیداسیون، گروه‌های هیدروکسیل واحدهای قندی و گروه‌های انتهای احیاکننده پلی‌ساکاریدها در معرض حمله اکسایشی قرار می‌گیرند. این گروه‌ها به گروه‌های آلدئیدی، کتونی و کربوکسیلی تبدیل می‌شوند. ساختار حلقه‌ای این واحدها نیز ممکن است حفظ شود و یا با شکسته شدن پیوندهای C-C منهدم گردند.

گروه‌های عاملی ایجاد شده روی سطوح ذرات مختلف چوب در شرایط خاصی می‌توانند با همدیگر اتصال کووالانسی ایجاد نمایند، از جمله این شرایط می‌توان به فاصله مناسب بین دو گروه عاملی و انرژی لازم برای ایجاد پیوند بین آنها اشاره کرد. بنابراین ذرات چوب اکسید شده اگر به اندازه کافی به هم نزدیک شوند زیر شرایط گرما می‌توانند به هم متصل شوند که اصطلاحاً به‌عنوان خودچسبندگی از آن یاد کردیم. ولی چون امکان نزدیک کردن ذرات چوب به اندازه کافی با شرایط دلخواه ممکن نیست، برای ایجاد اتصال بین ذرات چوب از مواد شیمیایی پل زننده استفاده می‌شود که ممکن است زنجیرهای پلیمری دو عاملی یا پلیمرهای طبیعی باشند، که

باعنوان اتصال‌دهنده‌های غیرمتداول معروف هستند. اتصالات ایجاد شده در نتیجه خودچسبندگی و اتصال‌دهنده‌های جدید از نوع کووالانسی یعنی قوی‌ترین نوع اتصال است، بنابراین احتمال می‌رود که با تغییر نوع درصد اکسیدکننده، نوع و درصد اتصال‌دهنده و همچنین فرایند ساخت تخته نتایج بهتری را به دست آورد. همان‌طور که Johns و همکاران (۱۹۷۸) نیز با به‌کارگیری اکسیدکننده اسیدنیتریک استفاده از لیکورسیاه اصلاح شده به صورت لیگنوسولفونات آمونیوم و در ترکیب با الکل فورفورال و انیدرید مالئیک تخته‌هایی ساختند که با تخته‌های ساخته شده به وسیله چسب فنل فرمالدئید رقابت می‌کنند. همچنین Pillipou و همکاران (۱۹۸۲) نیز با به‌کارگیری اکسیدکننده پراکسید هیدروژن و مخلوط اتصال‌دهنده عرضی لیگنوسولفونات آمونیوم، فورفورال الکل و کاتالیزورهای کلرید فریک و اسید مالئیک تخته‌هایی ساختند. مقادیر مقاومت خمشی، چسبندگی داخلی و واکنشیدگی ضخامتی تخته‌های ساخته شده به ترتیب برابر 4000 Psi ، 25 Psi و 22 درصد بوده است.

با وجود این که ۱، ۶- هگزان دی‌آمین نتایج بهتری داده است ولی به چند دلیل ترکیب لیکورسیاه پیشنهاد می‌گردد: اول اینکه لیکورسیاه ضایعات کارخانه خمیر کاغذسازی است که تبدیل آن به محصول بهینه ارزش افزوده بالایی دارد، دوم اینکه بین نتایج ۱، ۶- هگزان دی‌آمین و لیکورسیاه اختلاف چندانی وجود ندارد (هرچند که از لحاظ آماری این اختلاف معنی‌ار بوده است)، سوم اینکه هزینه تهیه لیکورسیاه خیلی کمتر از ۱، ۶- هگزان دی‌آمین می‌باشد، چهارم اینکه مقدار زیادی از ۱، ۶- هگزان دی‌آمین قبل و در حین پرس بخار شده و از محیط عمل خارج می‌شود که ممکن است این بخارها مشکلات زیست‌محیطی نیز داشته باشند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از لیکورسیاه چوب کاغذ مازندران نیز می‌توان باشند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از لیکورسیاه چوب کاغذ مازندران نیز می‌توان به‌عنوان اتصال‌دهنده مناسب برای ساخت تخته خرده‌چوب استفاده کرد منتهی بایستی

ساختار شیمیایی آنرا اصلاح کرد، همچنین ممکن است نیاز به ترکیبات شیمیایی مکمل نیز داشته باشد.

منابع

- ۱-دوست‌حسینی کاظم، ۱۳۸۰. فناوری تولید و کاربرد صفحات فشرده چوبی، انتشارات دانشگاه تهران.
- 2-Brink, D.L., B.M. Collett, A.A. Pohman, A. F. Wong & j. Philippou, 1997. Bonding of lignocellulosic surfaces by oxidative treatment and monomeric or simple polymeric crosslinking agents in; Wood technology, chemical Aspects. ACS Symp. ser. A3, Irving. S. Goldstein, ed.
- 3-Collett, B.M., 1973. Ph. D. thesis. Uni. of Calif., Berkeley.
- 4-Fengel, D, & G. Wegener, 1989. Wood chemistry ultrastructure reactions, Walter de Gruyter and Co., Berlin.
- 5-Jhons, W.E., H.D. Layton, T.Nyuten & J. W.Woo, 1978. The nonconventional bonding of white fir flakeboard using nitric acid. Holzforschung, 32 (5) 162-166.
- 6-Philippou, J.L., E. Zavarin, W.E. Johns & T. Nguyen, 1982. Bonding of particleboard using hydrogen peroxide, lignosulfonates and furfural alcohol: effects of chemical composition of bonding materials. Forest Prod. J., 32 (5) 55-61.
- 7-Shen, K.C., 1974. Modified powdered spent sulfite liguor as binder for exterior waferboard forest Prod. J., 24 (2) 38-44.
- 8-Stofko, J. & e. Zaarin, 1970. Patent disclosures: A new bonding system for particleboard.
- 9-Suzuki, S., H. Shintani, S.Y. Park, K.Salto, N.Laemsak, M. Okuma & K.liyama, 1998. Preparation of binderless board from steam exploded pulps oil plam prondes and structureal charactristics of lignin and polysaccarides in steam exploded.
- 10-Taiwo, E. A, 1997. Bonding charactristics of adhesivelparticle joints. Wood Sci. & Tech. 303-309.

Application of Wood Particles Surface Activation and Non-conventional Bonding in Particleboard Production

N. Nazarnejad¹

K. Doost Hosseini²

A.G. Latibari³

Abstract

This research was conducted to investigate the possibility of producing particleboard, utilizing self-bonding techniques and applying cross-linking agents of natural polymers. *P. deltoides* particles were separately treated with two oxidizing agents, i.e. nitric acid and hydrogen peroxide at 3% each. Then, a cross-linking agent such as 1,6-hexanediamine glycerol, black liquor, or maleic anhydride at 5% (O.D. wood basis) was added to the particles in order to facilitate wood bonding. Laboratory boards at 0.75 g/cm³ density were produced; then, physical and mechanical properties were determined and compared with the control specimens.

The result of this investigation showed that treatment with nitric acid, 1,6-hexanediamine or black liquor improved these properties. The modulus of rupture and internal bonding of the boards were 21.82, 21.06 and 0.461, 0.422 mPa, respectively; and the dimensional stability was reasonably good. In addition, the boards made using nitric acid treatment had better properties when compared with the hydrogen peroxide treated samples, but it was not as good as the control specimen (made using 5% phenol formaldehyde).

Keywords: Activation of wood surface, Non-conventional bonding, Self-bonding, Cross-linking.

¹ -Faculty member, Univ. of Mazandaran

² -Faculty member, Univ. of Tehran

³ -Faculty member, Univ. of Tehran