بررسي تاثير مواد افزودني و تزريق CO_2 بر خواص كاربردي تخته‌هاي رشته چوب سيمان

آرش جمالي*[١]، كاظم دوست‌حسيني[٢]، مهدي فائزي‌پور[٣] و سعيد اميري[٤]
[١] كارشناس‌ارشد، مهندسي علوم و صنايع چوب و كاغذ، ايران
[٢] استاد گروه علوم و صنايع چوب و كاغذ، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[٣] استاد گروه علوم و صنايع چوب و كاغذ، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[٤] دانشيار گروه علوم و صنايع چوب و كاغذ، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٤/٣/٨، تاريخ تصويب: ٨٥/٤/١٨)

چكيده

به‌منظور بررسي تاثير مواد افزودني و نيز تزريق گاز دي اكسيد كربن در كيك رشته چوب سيمان بر خواص تخته‌هاي حاصل ، در اين تحقيق از رشته چوب‌هاي صنوبر،سيمان پرتلند نوع ٢ ودو ماده افزودني كلريد كلسيم($Cacl_2$)و سولفات آلومينيوم ($Al_2(So_4)_3$)در دو سطح ٣و٥ درصد استفاده شد. نتايج نشان داد كه تخته‌هاي حاوي٥ درصد كلريد كلسيم خواص مكانيكي بهتري دارند كه دليل آنرا مي‌توان به خنثي‌سازي بيشتر عوامل محدودكنندة گيرايي سيمان و هيدراته شدن بهتر آن در حضور اين ماده نسبت داد. تزريق CO_2 قبل از پرس در كيك رشته چوب سيمان بر تمامي خصوصيات تخته‌هاي حاصل تاثير منفي داشته است، كه آنرا مي‌توان نتيجه واكنش‌هاي شيميايي CO_2 با سيمان، افزايش محسوس دماي هيدراته شدن در اين مرحله در كيك چوب سيمان و گيرايي زودهنگام سيمان قبل از پرس دانست. به طور خلاصه بررسي خواص فيزيكي و مكانيكي تخته‌هاي ساخته‌شده نشان مي‌دهد كه تخته‌هاي رشته چوب- سيمان صنوبر با ماده افزودني كلريد كلسيم، ويژگي‌هاي مناسب و مقاومت خمشي و چسبندگي داخلي بيشتر از استانداردهاي تخته‌هاي چوب- سيمان معمولي دارند. بنابراين شرايط مطلوب براي ساخت اين تخته‌ها در اين بررسي استفاده از ٥ درصد ماده افزودني كلريد كلسيم ، بدون تزريق گاز CO_2 در كيك رشته چوب سيمان قبل از پرس است.

واژه‌هاي كليدي: سيمان، تخته رشته چوب سيمان، مواد افزودني، تزريق گاز CO_2، واكشيدگي ضخامت، چسبندگي داخلي و مقاومت خمشي

نويسنده مسئول: تلفن: ٠٢٦١-٢٢٤٩٣١١ فاكس: ٠٢٦١-٢٢٤٩٣١١ E-mail: aarash-jamali@yahoo.com

مقدمه

استفاده از ذرات چوب در ترکیب با اتصال‌دهنده‌هاي معدني (غير آلي) به آغاز قرن نوزدهم بر مي‌گردد. در سال ۱۹۲۸ براي توليد اين فراورده‌ها از سيمان پرتلند استفاده شد (۱). تحقيقات به‌منظور بهبود اتصالات ذرات چوب با سيمان و سرعت بخشيدن به گيرايي مخلوط اين دو ماده با ارزيابي انواع گونه‌هاي چوبي، مواد ليگنوسلولزي، تيمارهاي مختلف و تاثير شاخص‌هاي ديگر مانند مواد افزودني انجام گرفته است (۸). نتايج پژوهش‌هاي اخير، تاثير مثبت گاز دي‌اکسيدکربن در گيرايي سريع سيمان با افزايش دماي هيدراته شدن و خنثي‌سازي عوامل محدودکننده گيرايي سيمان را مشخص کرده است(۱۲). با توجه به تاثير گاز CO_2 و نيز تاثير شکل ذرات و مواد افزودني در بهبود کيفيت محصولات به بررسي تاثير تزريق اين گاز در کيك رشته چوب سيمان با استفاده از مواد افزودني پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

سيمان: سيمان مصرفي در ساخت تخته‌ها، پرتلند نوع ۲ کارخانه آبيك بوده است.

رشته چوب: رشته چوب از گونه صنوبر (*POPULUS SP*) منطقه کرج تهيه شد و با ميانگين ابعاد ۱۵۰×۲×۰/۵ ميليمتر مورد استفاده قرار گرفت.

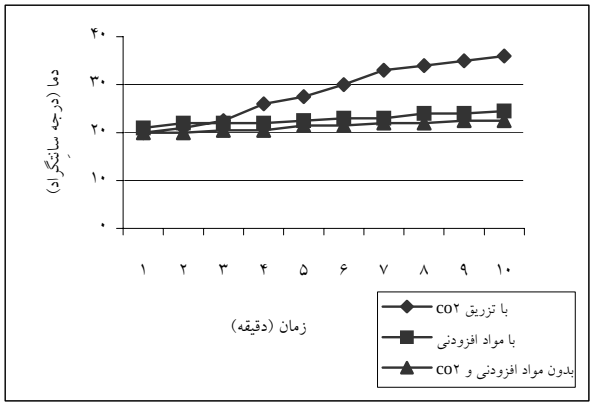
مواد افزودني: مواد افزودني مورد استفاده در اين تحقيق کلريد کلسيم و سولفات آلومينيوم با درجه خلوص بيش از ۹۸ درصد و ساخت کارخانه MERK آلمان بوده که به‌طور جداگانه و در دو سطح ۳ و ۵ درصد مورد مصرف قرار گرفتند.

دي‌اکسيد کربن: اين ماده به‌صورت گاز و با تزريق به کيك رشته چوب- سيمان، قبل از پرس مورد استفاده قرار گرفت.

به‌منظور آماده سازي کيك،رشته چوب‌ها به همراه آب، ماده افزودني و سيمان به‌صورت دستي با يکديگر مخلوط شدند و اين عمل تا پوشش کامل سطح تمام رشته چوب‌ها با ذرات سيمان ادامه يافت. رشته چوب و سيمان به ترتيب با نسبت وزني ۲۵ و ۷۵ درصد مورد استفاده قرار گرفتند. نسبت آب به سيمان نيز ٦۵ درصد بود. مواد افزودني نيز بسته به نوع تيمار به‌صورت درصدي از وزن سيمان تهيه شده و پس از حل شدن در آب با رشته چوب‌ها مخلوط و سپس سيمان اضافه شد.

تزريق گاز: در تيمارهاي شامل تزريق گاز، کيك آماده پس از فشرده‌سازي مقدماتي مختصر در محفظه ايزوله طراحي‌شده، مجهز به سوزن‌هاي تزريق که تا قسمت مياني ضخامت کيك نفوذ مي‌کنند، به مدت ۱۰ دقيقه تحت تزريق گاز CO_2 قرار مي‌گيرد.

تعيين دماي کيك قبل از پرس: به‌منظور تعيين دماي مخلوط رشته چوب سيمان و نتيجه تاثير تزريق دي اکسيد کربن و مواد افزودني بر آن، در اين تحقيق درجه حرارت کيك قبل از پرس اندازه‌گيري شد. نتايج اين بررسي در شکل ۱ خلاصه شده است.



شکل ۱- تغییرات دمایی ناشی از تزریق CO_2 و مواد افزودنی در کیک چوب سیمان قبل ازپرس

ساخت تخته: كيك پس از فشرده‌سازي مقدماتي و تزريق گاز در تيمارهاي شامل آن براي فشرده‌سازي نهايي و رسيدن به ضخامت مورد نظر (١٣mm) به دستگاه پرس منتقل و به مدت ١٠ دقيقه تحت فشار ٥٠ kg/cm2 پرس شد، سپس به مدت ٢٠ ساعت تحت قيد قرار گرفت.

در ادامه پس از گيرايي اوليه، تخته‌ها به‌منظور گيرايي نهايي و به حداقل رساندن سرعت خشك شدن، در اتاقك مخصوص با دمايي حدود ٣٥ درجه سانتيگراد و رطوبت نسبي بالاي ٩٠ درصد به مدت ٢٠ روز كليماتيزه شدند. پس از طي مدت تخته‌ها از محفظه خارج و كناره‌بري شدند.

اندازه‌گيري خواص فيزيكي و مكانيكي تخته‌ها: با احتساب تيمار شاهد در مجموع ١٠ تيمار حاصل شد كه از هر تيمار ٣ تخته ساخته شده و پس از ٢٨ روز از زمان ساخت تخته‌ها (يك هفته پس از خروج تخته‌ها از شرايط كليماتيزه)، نمونه‌هاي آزموني بنابر استاندارد DIN/EN, 634. Part 1,2 از آنها تهيه و آزمايش‌هاي دانسيته، واكشيدگي ضخامت در ٢٤ ساعت، چسبندگي داخلي و مقاومت خمشي مطابق با همان استاندارد، روي آنها انجام پذيرفت. اين تحقيق در قالب آزمايش‌هاي كاملاً تصادفي انجام شد و با استفاده از آزمون فاكتوريل و تفكيك ميانگين‌ها به روش دانكن (DMRT)، مورد تجزيه و تحليل آماري قرار گرفت. جدول ١ نوع هر تيمار را مشخص می‌سازد.

جدول ١- انواع تيمارهاي مورد استفاده

شماره	نوع تيمار
١	بدون تزريق گاز CO_2 و بدون مواد افزودني
٢	بدون تزريق گاز CO_2 با كلريد كلسيم ٣ درصد
٣	بدون تزريق گاز CO_2 با كلريد كلسيم ٥ درصد
٤	بدون تزريق گاز CO_2 با سولفات آلومينيوم٣ درصد
٥	بدون تزريق گاز CO_2 با سولفات آلومينيوم٥ درصد
٦	با تزريق گاز CO_2 و بدون مواد افزودني
٧	با تزريق گاز CO_2 با كلريد كلسيم ٣ درصد
٨	با تزريق گاز CO_2 با كلريد كلسيم ٥ درصد
٩	با تزريق گاز CO_2 با سولفات آلومينيوم٣ درصد
١٠	با تزريق گاز CO_2 با سولفات آلومينيوم ٥ درصد

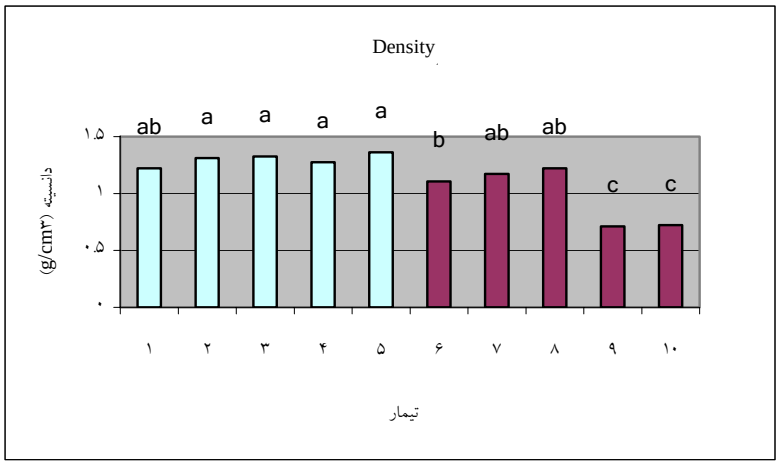
نتايج

دانسيته: تجزيه واريانس داده‌هاي حاصل از دانسيته تفاوت معني‌داري را در سطح ١ درصد بين تيمارهاي مختلف نشان مي‌دهد (جدول٢).

جدول ٢- تجزيه واريانس مقادير دانسيته

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدار آماره F	سطح معني‌داري
تيمار	٩	١/٤٦٤	٠/١٦٢	٣٨/٠٠	٠/٠٠٠١
خطا	٢٠	٠/٠٨٥	٠/٠٠٤		
كل	٢٠	١/٥٥٠			

گروه‌بندي ميانگين‌ها در تخته‌هاي معمولي (فاقد تزريق گاز) اختلاف چنداني را در دانسيته كه از تغيير نوع ماده افزودني حاصل شود نسبت به نمونه شاهد نشان نمي‌دهد و هر دو ماده افزودني در يك گروه قرار مي‌گيرند. در تخته‌هاي حاوي CO_2 تمامي نمونه‌ها نسبت به تخته‌هاي معمولي دانستيه كمتري دارند و كمترين مقدار دانسيته مربوط به تيمارهاي حاوي سولفات آلومينيوم است (شكل ۲).



شكل ۲- اثر عوامل متغير بر دانسيته و گروه‌بندي آنها به روش دانكن

نتايج ه‌دست آمده در مورد دانسيته نشان مي‌دهد كه در تخته‌هاي مورد بررسي بهترين نتايج مربوط به تخته‌هاي ساخته‌شده بدون تزريق گاز است و ماده افزودني كلريد كلسيم در سطح ۵ درصد در اين سري از تخته‌ها با تقويت گيرايي سيمان موجب ايجاد اتصالات قوي‌تري بين ذرات سيمان و رشته چوب در زمان قيدگذاري و در نتيجه كاهش تنش‌هاي داخلي و برگشت ضخامتي پس از خروج تخته‌ها از آن مي‌شود كه در نهايت مقدار دانسيته را افزايش مي‌دهد.

واكشيدگي ضخامت

جدول ۳ نشان مي‌دهد كه بين مقادير مربوط به تيمارهاي مختلف در واكشيدگي ضخامت تخته‌ها اثر معناداري در سطح كمتر از ۱ درصد وجود دارد.

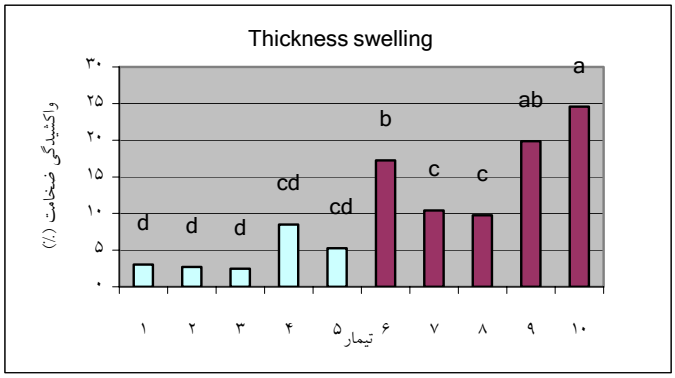
جدول ۳- تجزيه واريانس مقادير واكشيدگي ضخامت

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدار آماره **F**	سطح معني‌داري
تيمار	۹	۱٦٤۱/۳۳٥	۱۸۲/۳۷۰	۲٤/٥۳	۰/۰۰۰۱
خطا	۲۰	۱٤۸/٦۹٥	۷/٤۳٤		
كل	۲۰	۱۷۰۰/۰۳۰			

همان‌گونه شكل ۳ نشان مي‌دهد، گروه‌بندي ميانگين‌ها، تخته‌هاي معمولي و هر يك از مواد افزودني را در يك گروه جداگانه قرار مي‌دهد، بدين صورت كه افزودن كلريد كلسيم موجب بهبود خاصيت مقاومت به واكشيدگي ضخامت

مي‌شود، اما تخته‌هاي حاوي CO_2 نسبت به تخته‌هاي معمولي واكشيدگي ضخامت بسيار زيادتري را نشان مي‌دهند كه استفاده از ماده افزودني سولفات آلومينيوم اين پديده را تشديد مي‌كند.

تغييرات واكشيدگي ضخامت در دو سري از تخته‌هاي حاوي CO_2 و فاقد آن را مي‌توان به وجود اتصالات ضعيف‌تر بين ذرات چوب و سيمان نسبت داد كه موجب افزايش واكشيدگي ضخامت تخته‌هاي مورد بررسي مي‌شود.



شكل ٣- اثر عوامل متغير بر واكشيدگي ضخامت و گروه‌بندي آنها به روش دانكن

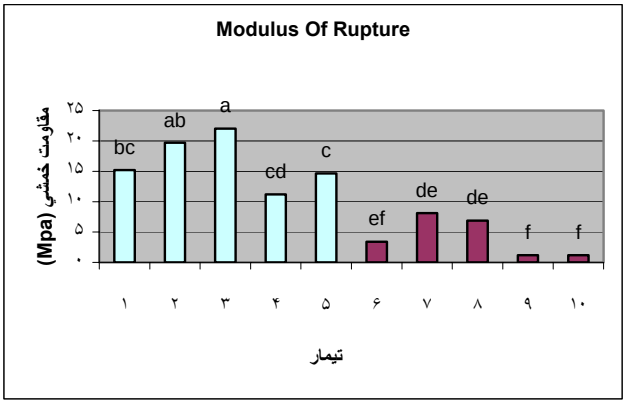
مقاومت خمشي

جدول ۴ نشان مي‌دهد كه بين مقادير مقاومت خمشي در تيمارهاي مختلف در سطح ۱ درصد تفاوت معني‌داري وجود دارد.

جدول ٤- تجزيه واريانس مقادير مقاومت خمشي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدار آماره F	سطح معني داري
تيمار	٩	١٤٩٢/٤١٩	١٦٥/٨٢٤	٤٣/٧٨	٠/٠٠٠١
خطا	٢٠	٧٥/٧٥١	٣/٧٨٧		
كل	٢٠	١٥٦٨/١٧١			

گروه‌بندي ميانگين‌ها مشخص مي‌سازد كه با افزودن هريك از مواد افزودني در تخته‌هاي معمولي هر يك از اين مواد به‌طور معني‌داري موجب تغيير در مقاومت خمشي شده‌اند، بدين ترتيب كه ماده افزودني كلريد كلسيم سبب بهبود اين ويژگي ولي سولفات آلومينيوم سبب كاهش آن نسبت به تيمار شاهد مي‌شود. در نمونه‌هاي حاوي CO_2 تمامي تخته‌ها نسبت به تخته‌هاي ساخته‌شده بدون تزريق CO_2 مقاومت خمشي بسيار كمتري را نشان دادند (شكل ٤).



شكل ٤- اثر عوامل متغير بر مقاومت خمشی و گروه‌بندي آنها به روش دانكن

در مجموع بيشترين مقادير مقاومت خمشي مربوط به تخته‌هاي ساخته‌شده بدون تزريق گاز و حاوي كلريد كلسيم ۵ درصد بوده است كه نسبت به استانداردهاي مربوط كه مقاومت خمشي تخته‌هاي چوب سيمان را $9N/mm^2$ تعيين مي‌كند، بسيار بيشتر و بيانگر يكي از خواص مطلوب و كاربردي تخته‌هاي رشته چوب سيمان در اين تحقيق است.

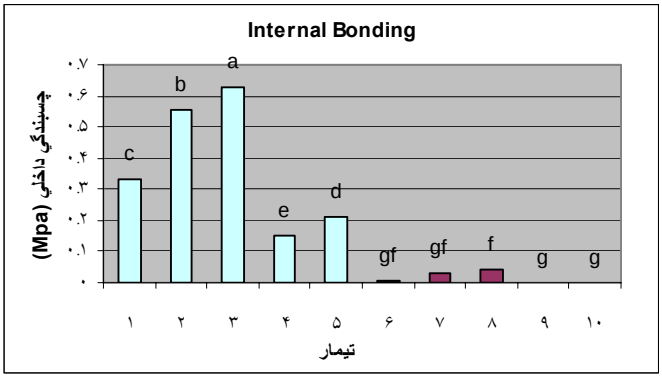
چسبندگي داخلي

جدول ۵ نشان مي‌دهد كه بين مقادير مربوط به تيمارهاي مختلف در چسبندگي داخلي تخته‌ها اثر معني‌داري در سطح كمتر از ۱ درصد وجود دارد.

جدول ۵- تجزيه واريانس مقادير چسبندگي داخلي

منبع تغييرات	درجه آزادي	مجموع مربعات	ميانگين مربعات	مقدار آماره F	سطح معني‌داري
تيمار	۹	۱/٤۹۵	۰/۱٦٦	۷۳٤/۰٦	۰/۰۰۰۱
خطا	۲۰	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰۲		
كل	۲۰	۱/٤۹۹			

گروه‌بندي ميانگين‌ها مشخص مي‌سازد كه در تخته‌هاي ساخته‌شده بدون تزريق CO_2، هر يك از مواد افزودني با اختلاف معني‌داري از يكديگر موجب تغيير در چسبندگي داخلي تخته‌ها شده‌اند، به‌طوري‌كه كلريد كلسيم با افزايش و سولفات آلومينيوم با كاهش اين ويژگي نسبت به تيمار شاهد اين تغييرات را ايجاد كرده‌اند. همچنين نمونه‌هاي حاوي CO_2 به مقدار زيادي نسبت به تخته‌هاي فاقد تزريق گاز، كاهش مقاومت كشش عمود به سطح داشته‌اند (شكل٤).



شكل ٥- اثر عوامل متغير بر چسبندگی داخلی و گروه‌بندي آنها به روش دانكن

با توجه به نتايج حاصل از بررسي تغييرات دمايي كيك رشته چوب سيمان در مرحله تزريق و قبل از پرس مي‌توان كاهش شديد ناشي از تزريق CO_2 را در چسبندگی داخلی به اثر اين گاز در افزايش سريع دماي هيدراتاسيون و در نتيجه گيرايي و تشكيل حالت پلاستيكي زودهنگام سيمان بويژه در قسمت‌هاي مغزي كيك چوب سيمان قبل از پرس و تشكيل پيوند ضعيف‌تر بين ذرات رشته چوب و سيمان نسبت داد.

بحث

به‌طور كلي نتايج اين بررسي مشخص مي‌سازد كه تخته‌هاي چوب سيمان ساخته‌شده با رشته چوب صنوبر از كيفيت مطلوب و قابل قبولي برخوردار بوده‌اند، به‌طوري‌كه در برخي ويژگي‌ها مانند مقاومت خمشي و چسبندگي داخلي، مقادير فوق العاده بيشتري را بويژه در حضور مواد افزودني نسبت به استانداردهاي مربوط دارند. نتايج نشان مي‌دهد كه ماده افزودني مناسب براي ساخت تخته‌ها در اين بررسي كلريد كلسيم در سطح ٥ درصد است كه تاثير بسزايي در افزايش كيفيت محصول خواهد داشت. همچنين بررسي در مورد تعيين تاثير تزريق گاز دي اكسيد كربن در كيك رشته چوب سيمان قبل از پرس بر خواص تخته‌هاي حاصل نشان مي‌دهد با وجود تاثير مثبت گاز CO_2 در افزايش سريع دماي هيدراتاسيون و در نتيجه گيرايي زودهنگام سيمان، در اين مرحله از توليد، با كاهش زمان گيرايي، حالت پلاستيكي خمير سيمان كه بصورت لايه‌اي اطراف رشته چوب‌ها را پوشانده، به‌سرعت تغيير مي‌كند و پديده سفت شدن آن تشديد مي‌شود، در نتيجه قدرت چسبندگي آن براي اتصال رشته‌ها در زمان پرس و قيدگذاري بشدت كاهش مي يابد. اين پديده در نهايت موجب عدم ايجاد پيوند مناسب بين رشته‌هاي چوب سيمان و حضور تركه‌اي مويين بعد از خروج تخته‌ها از پرس مي‌شود. البته بر اساس اين بررسي و تحقيقات Geimer (٨) و Souza (١٤)، مي‌توان پيش‌بيني كرد كه تزريق گاز CO_2 در هنگام پرس يا قيدگذاري صفحات رشته چوب سيمان با افزايش سرعت گيرايي سيمان به استحكام و گيرايي تخته‌ها كمك خواهد كرد.

در مجموع با توجه به نتايج اين تحقيق مشخص مي‌شود كه تخته‌هاي رشته چوب سيمان صنوبر بدون تزريق گاز CO_2 قبل از پرس در كيك از نظر خواص كيفي و مقاومتي با استفاده از ماده افزودني كلريد كلسيم نسبت به تخته‌هاي چوب سيمان معمولي در سطح بالاتري قرار دارند و داراي خواص كاربردي مناسب‌ترند.

منابع

۱- دوست حسيني، ك.، ۱۳۸۰. فناوري توليد وكاربرد صفحات فشرده چوبي، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- سيد عسگري، ن.، ۱۳٦۸. سيمان پرتلند ،انتشارات مركز تحقيقات ساختمان و مسكن.

۳- رنگ آور، ح.، ۱۳۷۳. بررسي تاثير نوع گونه و ماده افزودني در گيرايي ذرات چوب – سيمان (پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد)، دانشگاه تربيت مدرس.

٤- عزيزيان،م.، ۱۳٦۳. سيمان، انتشارات توكل.

۵- يزدي، م.، ۱۳۷۲. بررسي تاثير مواد افزودني بر خواص كاربردي صفحات چوب – سيمان، (پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد)، دانشگاه تهران.

6- DIN (DEUTSCHE NORM), DIN/ EN, part 1, 2: 1995. Cement bonded particle board.

7- Eusebio, D.A, 2003. Cement bonded board: Todays alternative. presented at a technical forum in celebration of the 21st PCIERD anniversary, Dost held Shangri-La, pasig city on march 17.

8- Geimer. L. R., Alcides, L, 1994. Property enhancement of wood composites using gas injection.In the proceeding of the 28th Washington state university international particleboard/composite materials symposium. April.

9- Kaushal, A. N, 1995. Utilization of waste in wood cement composites. UHF. Nani-solan.India.

10- Lee, A. C., Hse, C.Y, 1993. Evaluation of cement-excelsior boards made from yellow poplar and sweet gum. Forest product. J. 39(10): 68-70.

11- Ling, F.,and et al, 2000. Relationship between cement hydration and mechanical properties of cement-bonded boards. In the proceeding of wood-cement composites in the Asia-pasific region. Australia, Dec.

12- Moslemi, A. A., Geimer, L. R., Souza, M.R, 1996. Low density cement bonded wood composites made conventionally and with CO2 injection. DRVNA INDUSTRIJA.NO.47(2).

13- Philip, S., Kate, S, 2000. Screeninig inorganic additives for ameliorating the inhibition of hydration of Portland by the heart wood of acacia mangium. In the proceeding of wood-cement composites in the Asia-pasific region. Australia, Dec.

14- Souza, M. R., Geimer, L. R., Moslemi, A. A, 1997. Degradation of conventional and CO2 injected cement bonded particle board by exposure to fungi and termites. Journal of tropical product. 3(1):63-69.

15- Wolfe, W.R. Gjinoll, A, 1998. Cement-bonded wood composites as an engineering material. In the proceeding of inorganic bonded wood and fiber composite material. Forest product research society. Madison, Wis.

Influence of additives & CO_2 injection on practical properties of excelsior cement boards

A. Jamali[*1], K. Doosthoseini[2], M. Faezipoor[3] and S. Amiri[4]
[1] Senior expert, Wood & Paper Science & Technology, I.R. Iran
[2] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
[3] Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
[4] Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
(Received 2005 May 29, Accepted 2006 July 9)

Abstract

In order to examine the effect of additives and as well the injection of CO_2 on excelsior cement boards, excelsior produced from poplar (*Poplus sp*) and the Portland cement type 2, and two additives, $CaCl_2$ (calcium chloride) and $Al_2(So_4)_3$ (aluminum sulfate) with 3% & 5% concentrations was used. The results showed that the board containing 5% of $CaCl_2$ have better mechanical properties that may be attributed to effective neutralization of inhibitory agents of cement originated from wood and better cement hydration. CO_2 injection in mat prior the pressing had negative effect on the board properties which is considered as consequence of chemical reaction between cement and CO_2, significant increase in hydration temperature in this stage and presetting of cement before press that result in improper cement bonding. Analyzing physical & mechanical properties of produced boards showed that excelsior-cement boards treated with $CaCl_2$ have acceptable properties and higher bending strength and internal bonding as compared to ordinary excelsior-cement board. Therefore appropriate condition to manufacture these boards is the application of $CaCl_2$ 5% as an additive without CO_2 injection before pressing the excelsior-cement cake.

Keywords: cement, excelsior cement board, additives, co_2 injection, thickness swilling, internal bonding, bending strength

* Corresponding author: Tel: 0261-2249311 , Fax: 0261-2249311 E-mail: aarash-jamali@yahoo.com