فصلنامهٔ علمی – پژوهشی تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران
جلد ۲۸، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۳٤-۲٤، (۱۳۹۲)

تأثیر اصلاح الیاف با روش پیوندزنی بر خواص مقاومتی خمیرکاغذ CMP

ایمان رشیدی جویباری[1*]، محمد آزادفلاح[2]، یحیی همزه[3]، حسین رسالتی[4] و سعید مهدوی[5]

۱*- مسئول مکاتبات، دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته صنایع خمیر و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
پست‌الکترونیک: inrashidi@Yahoo.com
۲- استادیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۳- دانشیار گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
٤- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۵- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم چوب و فرآورده‌های آن، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش شهریور ۱۳۹۱

چکیده

خمیرکاغذهای مکانیکی و شیمیایی- مکانیکی ازجمله CMP در مقایسه با خمیرکاغذهای شیمیایی به دلیل داشتن خواص ضعیف، به‌ویژه مقاومت نسبتاً کم برای استفاده در ساخت کاغذهایی با کیفیت زیاد از مطلوبیت کمی برخوردار هستند. بنابراین با استفاده از روش‌های مناسبی برای اصلاح و بهبود ویژگی‌های این نوع الیاف می‌توان معایب مربوط به این خمیرکاغذها را برطرف ساخت. بنابراین در این مطالعه از کاتیونی کردن به روش پیوندزنی به‌منظور اصلاح الیاف استفاده شده است. بدین منظور ابتدا الیاف توسط قلیا با نسبت ۲۰٪ وزن خشک الیاف پیش تیمار و بعد با استفاده از کمپلکس کاتیونی کننده EPTMAC[1] در سه سطح ۵، ۱۰ و ۱۵٪ (نسبت به وزن خشک الیاف)، سطح الیاف خمیرکاغذ CMP اصلاح شد. از اختلاط الیاف کاتیونی شده با نسبت‌های ۱۰۰، ٤۰ و ۲۰ درصد با الیاف کاتیونی نشده کاغذهای دست‌ساز ساخته شد و مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن آنها اندازه‌گیری شد. بهترین نتایج اندازه‌گیری‌های مقاومت به ترکیدن و مقاومت به کشش از ترکیب الیاف کاتیونی شده با سطح ۱۰٪ عامل کاتیونی کننده و نسبت اختلاط ٤۰ و ۲۰ درصد به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: کاتیونی کردن، EPTMAC، پیوندزنی، CMP، مقاومت.

1- Epoxy Propyl TriMethyl Ammonium Chloride

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خمیرکاغذهای مکانیکی و شیمیایی- مکانیکی در مقایسه با خمیرکاغذهای شیمیایی به دلیل داشتن برخی ویژگی‌های نامطلوب مثل تمایل به زرد شدن و برگشت روشنی، خواص مقاومتی نسبتاً کم و ماندگاری پایین نرمه‌ها برای استفاده در کاغذسازی به‌ویژه ساخت کاغذهای با کیفیت زیاد از مطلوبیت کمی برخوردار هستند. کاستن از مشکلات مربوط به این خمیرکاغذها و به تبع آن توسعه کاربرد آنها در ساخت کاغذهای مرغوب سال‌ها توجه محققان را به خود معطوف کرده است و این تحقیقات همچنان ادامه دارد. به‌عنوان مثال برای بهبود ویژگی‌های مقاومت این نوع خمیرکاغذها در طی دو دهه اخیر روش‌های متعددی شامل:

پیش تیمار الیاف سلولزی مانند پیش تیمار حرارتی، پالایش و مصرف مواد شیمیایی به‌منظور افزایش واکنش‌پذیری الیاف به‌کار گرفته شده است.

به طورکلی الیاف، نرمه‌ها و پرکننده‌های معدنی مهمترین مواد مورد استفاده در کاغذسازی هستند. اغلب همه این مواد به علت بار آنیونی همدیگر را دفع می‌کنند که اشکالات مربوط به این اثر شامل ماندگاری ضعیف نرمه‌ها، پیوند ضعیف بین الیاف و خواص مقاومتی کم و همچنین مسائل مربوط به آب‌گیری و افزایش حجم پساب می‌باشد.

برای رفع مشکلات ناشی از بار سطحی الیاف و نرمه-ها، سطح الیاف را می‌توان با استفاده از روش‌های اتری کردن، استری کردن، اکسید کردن و یا با استفاده از تکنیک‌های لایه به لایه *(LBL)*[1] و کاتیونی کردن به روش پیوندزنی[2] اصلاح نمود.

افزودن گروه‌های آمینی به الیاف یکی از روش‌های متداول تغییر ترکیب شیمی سطح الیاف و کاتیونی کردن است که می‌توان آن را از طریق پیوندزنی یا رسوب دادن پلیمرهای آمین‌دار بر روی الیاف انجام داد. در واقع کاتیونی کردن با تغییر بار سطحی الیاف و به عبارتی کاهش بار سطحی آنیونی الیاف می‌تواند مشکلات مربوط به دفع بارهای همنام را برطرف ساخته و در نتیجه موجب افزایش نیروی جاذبه میان ترکیب‌های مورد استفاده در کاغذسازی شود (Gruber, 1996; Gess, 1989; Seong, 1998; Schempp, 1983).

در هدباکس ماشین کاغذ، در درصد خشکی کمتر از ۱٪، پیوند بین الیاف تحت تأثیر نیروهای دافعه الکترواستاتیکی و نیروهای جاذبه واندروالسی می‌باشد (Carre, 1992). کاتیونی کردن با روش پیوندزنی از طریق ایجاد مواضع کاتیونی زیاد بر روی سطح الیاف و با کاهش نیروی دافعه از طریق کاهش قابلیت و نیروی سطحی الیاف، واکنش‌پذیری الیاف را افزایش می‌دهد و در نتیجه می‌توان کاغذی با مقاومت زیاد و کیفیت مطلوب ساخت.

اصولا پیوند بین الیاف کاغذ به چندین پارامتر بستگی دارد (Gullichsen, 2000):

۱- پیوندهای شیمیایی داخل مولکول‌های سلولز و برهم‌کنش‌های اسید-باز بین آنها.

۲- پیوندهای بین مولکولی از نوع واندروالسی و پیوندهای هیدروژنی.

۳- درهم‌رفتگی زنجیرهای پلیمری.

٤- اتصالات بین الیاف: نواحی که دو لیف به قدری به هم نزدیک هستند که برقراری پیوندهای شیمیایی، برهم‌کنش‌های واندروالسی و در هم‌رفتگی مولکولی محقق می‌شود.

1- Layer by layer
2- Graft Cationization

Archive of SID

www.SID.ir

پیوندهای واندروالسی دارای انرژی در محدوده ۸-۲ kJ/mol برای برهم‌کنش‌های دو قطبی القایی و پیوندهای هیدروژنی در دامنه ۳۲-۸ kJ/mol هستند. پیوندزنی یک بار کاتیونی یک برهم‌کنش دوقطبی یون- القایی با انرژی پیوند ۷۲-۶۵ kJ/mol می‌دهد و به طور قابل توجهی می‌تواند باعث افزایش مقاومت کاغذ شود (Gullichsen, 2000).

در زمینه اصلاح کاتیونی الیاف مطالعات متعددی در سال‌های اخیر انجام شده است که به نتایج برخی از آنها به طور خلاصه اشاره می‌شود.

Wang و Huitu (۲۰۰۲) قابلیت کاتیونی کردن الیاف کتان توسط ترکیب آمین نوع چهارم حاوی آکریل‌آمید را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که الیاف سلولزی کتان کاتیونی شده و با برقراری پیوند از نوع کووالانسی کاملاً روی الیاف تثبیت می‌شوند.

Montplaisir و همکاران (۲۰۰۶) کاتیونی کردن الیاف TMP[1] و بهینه‌سازی واکنش پیوندزنی و اثر آن روی مقاومت و ماندگاری نرمه‌ها و پُرکننده‌ها را بررسی کردند. در این تحقیق الیاف TMP سوزنی‌برگ با استفاده از آمین نوع چهارم به‌منظور افزایش بار کاتیونی سطحی الیاف، کاتیونی شده و بهترین شرایط برای کاتیونی کردن انتخاب شدند. به علاوه کاتیونی کردن در درصد خشکی‌های کم و زیاد بررسی شد و نشان داده شد که کاتیونی کردن در غلظت زیاد برای استفاده در صنایع بسیار امیدوار کننده است. این محققان همچنین افزایش مقاومت‌های کاغذ دست‌ساز حاصل از الیاف کاتیونی شده را گزارش کردند.

Wei و همکاران (۲۰۰۸) از الیاف کاتیونی شده به‌عنوان افزودنی پایانه‌تر کاغذسازی استفاده کردند. با استفاده از استر کاتیونی قابل تجزیه زیستی آمونیوم نوع چهارم، الیاف خمیرکاغذ کرافت رنگ‌بری شده کاتیونی گردید و با استفاده از ۰/۹٪ الیاف کاتیونی شده به‌عنوان افزودنی پایانه‌تر ماندگاری کربنات کلسیم و همچنین خواص فیزیکی کاغذ افزایش یافت.

Montplaisir و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی کاتیونی شدن الیاف برای تعیین مقدار نیتروژن سطح خمیر TMP از روش طیف‌سنجی الکترونی اشعه ایکس استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که روش مؤثری برای تعیین تغییرات سطح الیاف است. به‌علاوه انرژی پیوند و همچنین کارآیی آمین نوع چهارم بیشتر از سایر آمین‌ها گزارش گردید. آنها ثابت کردند که آمین نوع چهارم روی سطح الیاف پیوند زده می‌شود و جذب آن سطحی می‌باشد.

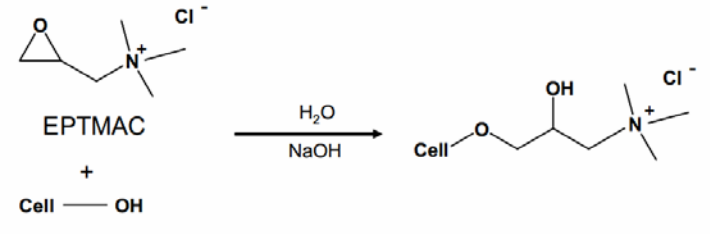
نقش قلیا در واکنش پیوندزنی EPTMAC به الیاف CMP بسیار مهم است. در واقع فرآوری خمیرکاغذ مکانیکی با مقدار مناسب قلیا، تحت شرایط مناسب دما و زمان از طریق دو سازوکار، موجب کاتیونی شدن الیاف خمیرکاغذ می‌شود. در ابتدا هیدروکسید سدیم منجر به متورم شدن الیاف و دسترس پذیرتر شدن گروه‌های هیدروکسیل و یونیزه شدن آن در سطح الیاف برای واکنش با گروه اپوکسی می‌شود، در نتیجه الیاف را برای واکنش با کمپلکس EPTMAC آماده می‌سازد. به‌علاوه از طریق واکنش قلیا با گروه‌های عاملی OH لیگنین الیاف منجر به یونی شدن بیشتر الیاف می‌شود. در نهایت هیدروکسیدسدیم از طریق واکنش با کمپلکس کاتیونی کننده و باز کردن حلقه اپوکسی، زمینه را برای انجام واکنش کاتیونی کردن مهیا می‌سازد (شکل ۵). سپس حلقه باز شده اپوکسی کمپلکس آمونیوم نوع چهارم با گروه‌های

1- Thermo Mechanical Pulp

Archive of SID

www.SID.ir

عاملی سطح الیاف واکنش داده و پیوند قوی کوالانسی از نوع اتری با الیاف ایجاد می‌کند (Montplaisir, 2006). بنابراین کاتیونی کردن الیاف از طریق ایجاد مواضع با بار مثبت در الیاف آن را برای انجام واکنش با گروه‌های با بار منفی (الیاف کاتیونی نشده) بسیار فعال می‌کند.



شکل سازوکار واکنش کاتیونی کردن الیاف سلولزی به روش پیوندزنی توسط EPTMAC (Montplaisir, 2008)

با توجه به مقدمه ذکر شده در تحقیق حاضر قابلیت کاتیونی کردن الیاف خمیرکاغذ شیمیایی- مکانیکی (CMP)[1] با کمپلکس آمین نوع چهارم EPTMAC به روش پیوندزنی و تأثیر آن بر خواص مقاومتی خمیرکاغذهای حاصل بررسی شده است.

مواد و روشها

مواد

خمیرکاغذ CMP، تهیه شده از مخلوط گونه‌های پهن-برگان و رنگ‌بری شده بدون هیچ گونه ماده افزودنی از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه گردید.

ماده کاتیونی کننده مورد استفاده در این تحقیق کمپلکس آمونیوم نوع چهارم EPTMAC (2-3 Chloro hydroxyl propyl) trimethyl ammonium chloride بوده که به صورت محلول ۶۰٪ از شرکت سیگما آلدریچ تهیه گردید.

سدیم هیدروکسید از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

روشها

ابتدا مقدار مشخصی از خمیرکاغذ CMP (درصد خشکی ۱۰٪) برای عمل کاتیونی کردن در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار داده شده، سپس برای فعال‌سازی سطح الیاف خمیرکاغذ و آماده‌سازی ماده کاتیونی برای پیوندزنی، ۲۰٪ (نسبت به وزن خشک الیاف) سدیم هیدروکسید در حالت محلول به آن اضافه گردید و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای اتاق (۲۳ °C) محتویات داخل کیسه خوب ورز داده شد. طی این مدت الیاف آماده برای واکنش با ماده کاتیونی می‌گردند. در ادامه ماده کاتیونی‌کننده EPTMAC به مقدار مورد نیاز (جدول ۱) به محتویات درون کیسه اضافه گردید و در کیسه بسته شد و محتویات درون کیسه به خوبی ورز داده شد سپس کیسه حاوی الیاف خمیرکاغذ و مواد واکنش‌دهنده به درون حمام آب گرم با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد منتقل گردید و به مدت ۹۰ دقیقه درون آن قرار

1- ChemiMechanical pulp

Archive of SID

www.SID.ir

گرفت. طی این مدت نیز هر ۳۰ دقیقه یک‌بار کیسه از حمام آب گرم خارج و به خوبی ورز داده شد. بعد از اتمام واکنش، کیسه حاوی خمیر از حمام آب گرم خارج گردید و به منظور متوقف کردن واکنش مقدار ٤٪ (وزن خشک الیاف) اسید استیک به محتویات درون کیسه اضافه شد. سپس خمیر اسیدی شده به خوبی تحت فیلتر و شستشو با آب مقطر قرار گرفت.

به‌منظور کاستن از میزان مصرف ماده کاتیونی‌کننده EPTMAC و پیشگیری از اثرهای منفی احتمالی ناشی از افزایش بیش از حد بار سطحی مثبت الیاف، در ترکیب خمیرکاغذهای آماده برای ساخت کاغذهای دست‌ساز، علاوه بر استفاده از الیاف ۱۰۰٪ کاتیونی شده، از اختلاط ترکیب‌های با نسبت ۲۰ و٤۰ درصد الیاف کاتیونی شده با الیاف تیمار نشده CMP برای ساخت کاغذهای دست‌ساز استفاده گردید و خواص مقاومتی کاغذهای حاصل مورد بررسی قرار گرفت.

برای این منظور کاغذهای دست‌ساز با وزن پایه ٦۰ g/m^2 مطابق با دستورالعمل شماره T 205 sp-95 آئین‌نامه تاپی[1] ساخته شدند و پیش از انجام آزمایش‌های مقاومتی در شرایط رطوبت نسبی ۵۰٪ و دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد مشروط‌سازی شدند.

انجام آزمون‌های مقاومت به کشش و مقاومت به ترکیدن برای بررسی اثر کاتیونی کردن روی خمیرکاغذ CMP به‌ترتیب مطابق با استانداردهای ISO-1924-2 و T 403 om-97توسط آزمونگرهای فرانک[2] انجام گردید.

جدول ۱- شرایط کاتیونی کردن خمیرکاغذ CMP با EPTMAC به روش پیوندزنی

گروه	CMP (g)	NaOH (g)	(EPTMAC %) (نسبت به وزن خشک خمیر)	زمان (دقیقه)	دما (°C)
[1]CMP	۳۰	۰	۰	۰	۰
[2]ACMP	۳۰	٦	۰	۲۰	۰
CCMP-1	۳۰	٦	۵	۹۰	۵۰
CCMP-2	۳۰	٦	۱۰	۹۰	۵۰
CCMP-3	۳۰	٦	۱۵	۹۰	۵۰

۱- خمیرکاغذ CMP بدون تیمار (نمونه شاهد)

۲- خمیرکاغذ CMP فقط پیش تیمار قلیایی شده (نمونه شاهد)

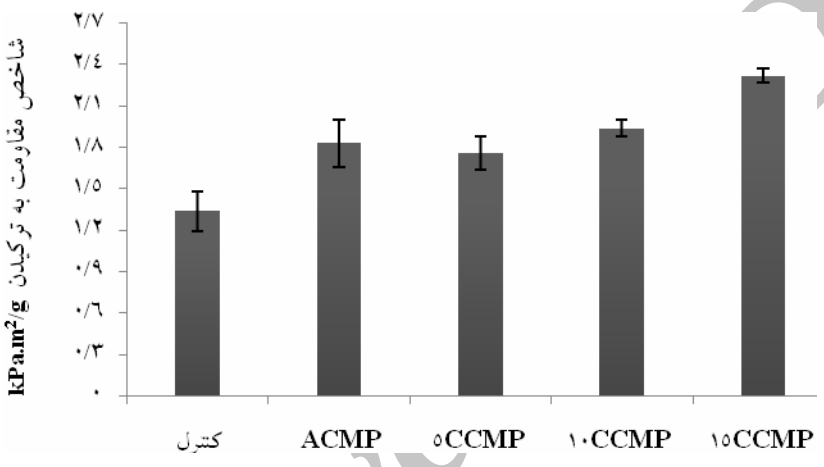
۳- C - کاتیونی شده

1- Tappi
1- Frank

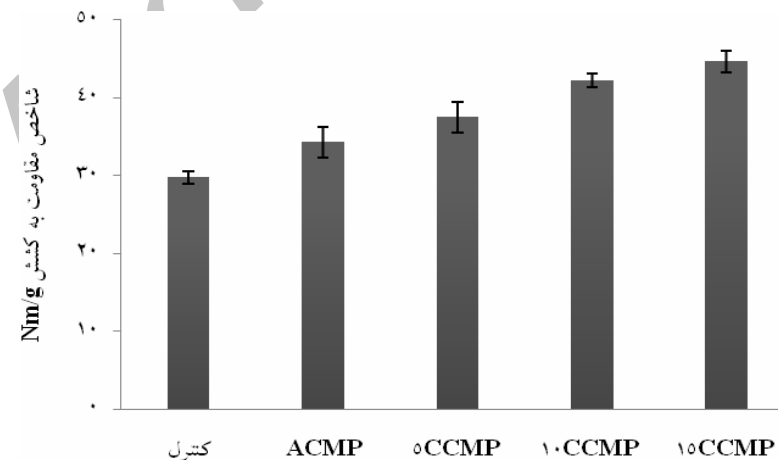
Archive of SID
www.SID.ir

نتایج

نتایج مربوط به تأثیر کاتیونی کردن الیاف خمیرکاغذ CMP به روش پیوندزنی کمپلکس EPTMAC (طبق شرایط مندرج در جدول ۱) بر شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش کاغذهای ساخته شده از ۱۰۰٪ الیاف تیمار شده به‌ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. همان طور که نتایج نشان می‌دهد میزان شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش نمونه‌های تیمار شده در مقایسه با نمونه کاغذهای تیمار نشده افزایش یافته است که این خود نشان‌دهنده موفقیت عمل پیوندزنی EPTMAC الیاف است. به علاوه اینکه با افزایش مقدار مصرف EPTMAC و به طور کلی با افزایش میزان کاتیونی شدن الیاف هر دو خصوصیات مکانیکی روند صعودی از خود نشان می‌دهند.



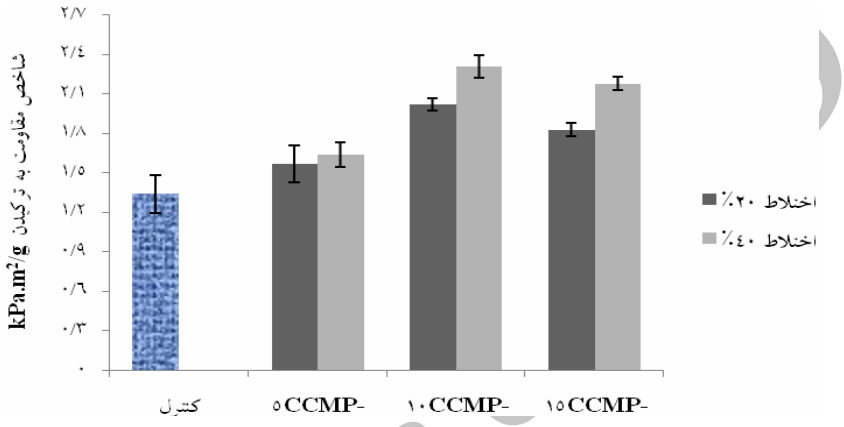
شکل ۱- تأثیر کاتیونی کردن با مقادیر مختلف EPTMAC بر شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذ CMP



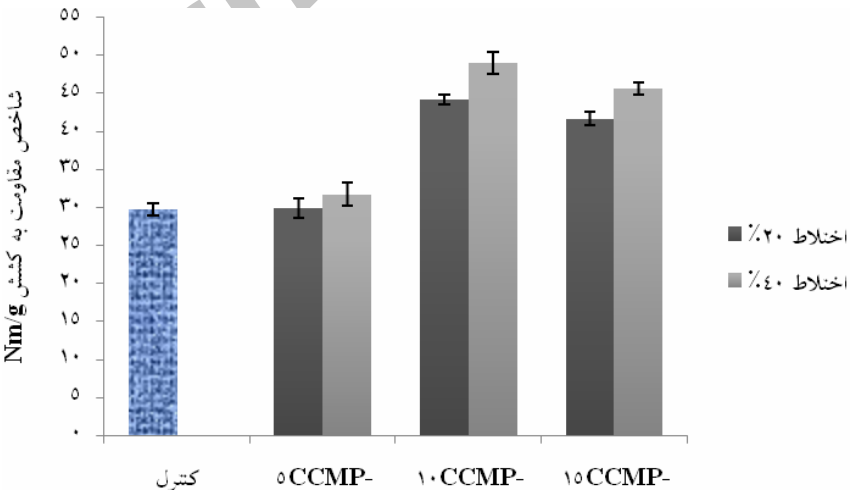
شکل ۲- تأثیر کاتیونی کردن با مقادیر مختلف EPTMAC بر شاخص مقاومت به کشش خمیرکاغذ CMP

www.SID.ir

علاوه بر ساخت کاغذهای دست‌ساز با استفاده از الیاف کاتیونی شده با نسبت ۱۰۰٪، از ترکیب اختلاط الیاف کاتیونی شده CMP با الیاف کاتیونی نشده CMP با نسبت‌های مختلف ۲۰ و ٤۰ درصد کاغذهای دست‌ساز تهیه گردید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش مربوط به این نسبت اختلاط به‌ترتیب در شکل‌های ۳ و ٤ به صورت شاخص منعکس شده است. به طور کلی نتایج به‌دست آمده حکایت از افزایش قابل توجه این خواص در مقایسه با نمونه تیمار نشده دارد. با وجود این با تغییر درصد اختلاط الیاف کاتیونی در ساخت کاغذ دست‌ساز از ۲۰ به ٤۰ درصد روند مشخص با توجه به مقدار مصرفی EPTMAC مشاهده نمی‌شود.



شکل ۳- تأثیر درصد اختلاط الیاف کاتیونی شده با نسبت ۲۰ و٤۰ درصد بر شاخص مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذ CMP



شکل ٤- تأثیر درصد اختلاط الیاف کاتیونی شده با نسبت ۲۰ و ٤۰ درصد بر شاخص مقاومت به کشش خمیرکاغذ CMP

www.SID.ir

بحث

مقایسه نتایج شاخص مقاومت به ترکیدن (شکل ۱) کاغذهای ساخته شده توسط الیاف کاتیونی شده با میزان کمپلکس کاتیونی کننده ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد و مقایسه آنها با نتایج حاصل از خمیرکاغذ تیمار نشده CMP و خمیرکاغذ پیش تیمار شده قلیایی نشان می‌دهد که خمیرکاغذهای کاتیونی شده در سطح ۱۵٪ دارای شاخص مقاومت به ترکیدن بیشتری نسبت به سایر کاغذهای تیمار شده و همین طور خمیرکاغذ تیمار نشده و پیش تیمار قلیایی شده می‌باشند. با علم به اینکه مقاومت به ترکیدن و مقاومت به کشش بستگی به پیوندیابی بین الیاف و مقاومت اتصال بین الیاف دارد، می‌توان دریافت که کاتیونی کردن الیاف از طریق دسترس پذیرتر کردن گروه-های هیدروکسیل و همچنین ایجاد پیوند اتری کمپلکس کاتیونی با الیاف منجر به افزایش مقاومت‌های کاغذ دست‌ساز شده است. به طوری که با مقایسه خمیرکاغذ CMP بدون تیمار و پیش تیمار قلیایی شده، بهبود پیوندیابی بین الیاف در نتیجه افزایش تورم الیاف، دلیل افزایش مقاومت کاغذهای دست‌ساز حاصل از پیش تیمار قلیایی می‌باشد.

نتایج حاصل از آزمون مقاومت به کشش کاغذهای ساخته شده روند افزایش مقاومت به کشش را در کاغذهای ساخته شده نشان می‌دهد. به طوری که کاغذ ACMP مقاومت بیشتری نسبت به CMP دارد و با افزایش مصرف مقدار ماده کاتیونی‌کننده EPTMAC مقاومت به کشش در کاغذهای مورد نظر بهبود می‌یابد. مقاومت کششی مستقیماً بیانگر دوام و چگونگی کارکرد نهایی کاغذهایی مانند کاغذ بسته‌بندی، کاغذ کیسه و کاغذهای چاپ می‌باشد. این کاغذها در هنگام مصرف و چاپ تحت تنش‌های مستقیم کششی قرار می‌گیرند. به طوری که هر کاغذی که دستخوش عمل تبدیل می‌شود باید از یک مقاومت کششی حداقل برخوردار باشد، زیرا کاغذ در هنگام عبور از مراحل مختلف در معرض تنش-های کششی قرار می‌گیرد.

برای خمیرکاغذ کاتیونی نشده شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش به‌دست آمده به‌ترتیب ۱/۳٤ $kPa.m^2/g$ و ۲۹/۸۱ Nm/g تعیین گردید. پس از انجام تیمار افزایش مقاومت برای خمیرکاغذ CMP ۱۰۰٪ کاتیونی شده در سطح کاتیونی ۱۵٪ بوده است که مقدار آن برای شاخص مقاومت به ترکیدن ۲/۲۸ $kPa.m^2/g$ و شاخص مقاومت به کشش ٤٤/۷۱ Nm/g به‌دست آمد. در تحقیق مشابه، مقدار شاخص مقاومت به ترکیدن TMP تیمار نشده و کاتیونی شده به‌ترتیب ۲/۳۳ $kPa.m^2/g$ و ۳/۱ $kPa.m^2/g$ گزارش شده است (Montsplair و همکاران، ۲۰۰٦).

در مطالعاتی که به منظور پیش تیمار اصلاحی خمیرکاغذ CMP با استفاده از آنزیم‌های اکسیدکننده تولید شده از قارچ Phanerochaet hrysosporium شامل لیگنین پروکسیداز و منگنز پروکسید و لاکاز انجام شد، نتایج برای خمیرکاغذ تیمار نشده برای شاخص مقاومت به ترکیدن ۲/۳ $kPa.m^2/g$ و شاخص مقاومت به کشش ۳۰/۷ Nm/g و برای خمیرکاغذ تیمار شده CMP مقدار شاخص مقاومت به ترکیدن و شاخص مقاومت به کشش به‌ترتیب ۲/۵ $kPa.m^2/g$ و ٤٤/۵ Nm/g به‌دست آمد (Boevaو همکاران، ۲۰۰۷).

در خصوص نتایج حاصل از اختلاط الیاف می‌توان گفت که الیاف خمیرکاغذ CMP کاتیونی شده در سطح ۵٪ و ۱۵٪ در ترکیب با الیاف CMP تیمار نشده افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

مقاومت به ترکیدن قابل ملاحظه‌ای نسبت به کاغذ ساخته شده با ۱۰۰٪ الیاف کاتیونی شده نداشته است. اما مقایسه نتایج مقاومت به ترکیدن خمیرکاغذهای ساخته شده با ترکیبی از الیاف کاتیونی شده در سطح ۱۰٪ با الیاف تیمار نشده نشان می‌دهد که اختلاط ٤۰٪ اثر قابل ملاحظه‌ای در افزایش مقاومت خمیرکاغذ CMP دارد. در واقع استفاده از ترکیب ۲۰ و٤۰ درصد الیاف کاتیونی شده در سطح ۱۰ درصد EPTMAC مصرفی به همراه ۸۰ و ٦۰ درصد الیاف تیمار نشده بیشترین مقاومت را در مقابل ترکیدن از خود نشان داده‌اند.

نتایج مربوط به آزمون مقاومت به کشش (شکل ٤) با ترکیبی از الیاف تیمار شده و نشده با نتایج مربوط به ترکیدن کاغذ مطابقت دارد. به طوری که کاتیونی کردن در سطح ۱۰٪ و نسبت اختلاط ۲۰٪ و ٤۰٪ بیشترین مقاومت به کشش را به کاغذ می‌دهند.

الیاف خمیرکاغذ تیمار نشده دارای بار آنیونی و الیاف تیمار شده دارای بار کاتیونی می‌باشند. بنابراین در مرحله ساخت کاغذ، الیاف سلولزی به‌دلیل حضور بار یونی مخالف و خاصیت جذب بار ناهمنام در کنار یکدیگر قرار گرفته و با تشکیل پیوند هیدروژنی و برقراری جاذبه الکترواستاتیکی بین گروه‌های کاتیونی و آنیونی روی الیاف و هم این طور با برهم‌کنش دوقطبی یون-القایی با انرژی پیوند ٦۵-۷۲ kJ/mol علاوه بر حفظ نرمه‌ها در مرحله ساخت کاغذ به طور قابل توجهی می‌توانند باعث افزایش مقاومت کاغذ شوند (Montplaisir, D., 2006).

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق نشان‌دهنده قابلیت کاتیونی کردن و اصلاح الیاف خمیرکاغذ CMP توسط کمپلکس EPTMAC به روش پیوندزنی و کارآیی زیاد آن بر خواص مقاومتی الیاف CMP است، به طوری که ساخت کاغذ کاتیونی شده با مصرف ۱۵٪ عامل کاتیونی‌کننده نسبت به وزن خشک خمیرکاغذ و همچنین اختلاط به نسبت ٤۰٪ الیاف خمیرکاغذ کاتیونی شده (در سطح ۱۰٪ عامل کاتیونی‌کننده مصرفی) با الیاف خمیر کاتیونی نشده می‌توان به بهره مقاومت به ترکیدن ۷۲/۳۹٪ و شاخص مقاومت به کشش ٦٤/۵٤٪ نسبت به الیاف CMP تیمار نشده دست‌یافت.

شایان ذکر است که عمل اختلاط علاوه بر بهبود قابل توجه خواص مقاومتی، در حالت ۲۰٪ اختلاط به میزان ۸۰٪ و در حالت ٤۰٪ اختلاط به میزان ٦۰٪ از مصرف ماده کاتیونی کننده EPTMAC می‌کاهد و به‌عبارتی مقدار واقعی اعمال شده به ۲ و ٤ درصد تقلیل پیدا می‌کند. بنابراین با توجه به مسائل اقتصادی و بهره مقاومتی حاصل به نظر می‌رسد درصد اختلاط ۲۰٪ با سطح کاتیونی ۱۰٪ قابل توصیه باشد. مؤلفان در حال مطالعه بر روی بهینه-سازی و تأثیر این تیمار بر سایر ویژگی‌های خمیرکاغذ هستند. بدیهی است ارتقاء و بهبود خواص خمیرکاغذ شیمیایی- مکانیکی راه را برای توسعه محصولاتی با الزامات کیفی شدیدتر هموار می‌سازد.

منابع مورد استفاده

-Boeva-Spiridonova, R., Petkova, E., Georgieva, N., Yotova, L. and Spiridonov, I., 2007. Utilization of a chemical-mechanical pulp with improved properties from poplar wood in the composition of packing papers. BioResources 2(1), 34-40. 34.

-Carre B. Contribution to a better understanding of the retention and flocculation mechanism occurring during papermaking. 1992. Doctoral thesis, Polytechnics National Institute of Grenoble, France.

-Gruber, E., Granzow, C. and OTT, T., 1996. New Ways for Cationizing Cellulose. Papier 50(12): 729-734.

Archive of SID

www.SID.ir

-Gess, J.M., Harding, M.J. and Gaines, R.C., 1989. Cationic Cellulose Product and Method for Its Preparation. Can. Pat. 1,249,585. Issued Jan. 31.

-Gullichsen, J. and Paulapuro, H., 2000. Papermaking Science and Technology: Paper Physics. Vol. 16, 1st ed. Helsinski, Finland.

-Gullichsen, J. and Paulapuro, H., 2000. Papermaking Science and Technology: Papermaking Chemistry, Vol. 4, 1st ed., Helsinski, Finland.

-Huitu Wang and Lewis, 2002. Chemical modification of cotton to improve fiber dye ability. Color. Technol., 118.

-Montplaisir, D., Daneault, C. and Chabot, B., 2006. Cationisation of thermo mechanical pulp fibers: part 1: Grafting reaction optimization. Pulp & Paper Canada • 107:10. P 29-32.

-Montplaisir, D., Daneault, C. and Chabot, B., 2006. Cationisation of thermo mechanical pulp fibers: part 2: Influence on strength and retention. Pulp & Paper Canada • 107:11. P 39-42.

-Montplaisir, D., Daneault, C. and Chabot, B., 2008. Surface composition of grafted thermo mechanical pulp through xps measurement. BioResources 3(4), 1118-1129.

-Seong, H.S. and Ko, S.W., 1998. Synthesis, Application and Evaluation of Cationising Agents for Cellulosic's Fibers. JSDC 114(4):124-129.

-Schempp, W., Kaufer, M. and Krause, T., 1983. Cationization of Pulp: Reactions and Kinetics. Proc. TAPPI Int. Dissolving Specialty Pulps Conf, Boston p.171-175.

-Xie Wei, Feng Hai-li and Qian Xue-ren., 2008. Preparation and application of cationized pulp fiber as a papermaking wet-end additive. Journal of Forestry Research 19(3):235−238 DOI 10.1007/s11676-008-0039-y.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of CMP fiber grafting on strength properties of its paper

Rashidi Jouybari, I.[1*], Azadfallah, M.[2], Hamzeh, Y.[3], Resalati, H.[4]and Mahdavi, S.[5]

1*-Corresponding Author; M.Sc., Pulp and Paper Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
E- mail: inrashidi@Yahoo.com
2- Assistant Professor, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
3- Associated Professor, Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran.
4- Professor., Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
5- Assistant Professor, Wood and Paper Science Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran, Iran.

Received: Feb., 2012 Accepted: Aug., 2012

Abstract

Mechanical and chemi-mechanical pulps such as CMP, due to the weaker strength properties, have found limited application in the production of high quality papers as compared with chemical pulps. Therefore, appropriate modification of such fibers could be used to overcome such deficiencies. This study investigated the effect of cationic pretreatment of the CMP fibers to improve the potential of the fibers in paper production. First, fibers were treated by 20% sodium hydroxide, and then the fiber surface was cationized by grafting with one of the dosages of 5, 10 and 15% EPTMAC, based on fiber oven dry weights. The cationized fibers were mixed with 100, 20 and 40 % non-cationized fibers and the mixture was used to make hand sheets. The tensile and burst indices of the hand sheets were measured. The highest tensile and burst indices were measured on hand sheets produced containing either 20 or 40% fibers grafted with 10% cationic agent.

Key words: Cationization, EPTMAC, grafting, CMP, strength.

Archive of SID

www.SID.ir