بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته صنایع چوب و خمیر کاغذ

مقایسه خواص نوری و مقاومتی خمیر CMP رنگبری شده با پراکسیدهیدروژن و هیپوکلریت سدیم

نگارنده:

فاطمه رجبی فومشی

اساتید راهنما :

دکتر قاسم اسدپور اتوئی-دکتر سید مجید ذبیح زاده

استاد مشاور:

زهره قزوینی

زمستان ۱۳۹۲

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده منابع طبیعی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته صنایع چوب و خمیر کاغذ

مقایسه خواص نوری و مقاومتی خمیر CMP رنگبری شده با پراکسیدهیدروژن و هیپوکلریت سدیم

نگارنده:

فاطمه رجبی فومشی

اساتید راهنما :

دکتر قاسم اسدپور اتوئی-دکتر سید مجید ذبیح زاده

استاد مشاور:

زهره قزوینی

زمستان ۱۳۹۲

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی خواص مقاومتی و نوری خمیر CMP رنگبری شده توسط پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم و همچنین بررسی اثرات زیست‌محیطی پساب حاصل از رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP انجام شده‌است. بدین منظور خمیر کاغذ CMP رنگ‌بری نشده مخلوط پهن‌برگان از کارخانه چوب و کاغذ مازندران تهیه گردید. مرحله پیش‌تیمار به منظور حذف فلزات انتقالی موجود در خمیرهای مورد آزمایش، قبل از مرحله رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت سدیم، با شرایط یکسان برای کلیه خمیرها انجام شد. عملیات رنگبری با هیپوکلریت سدیم، در هفت سطح ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷ و ۱۰ درصد با شرایط فرآیندی، دمای۳۵درجه سانتیگراد و زمان ۳۰ دقیقه و همچنین عملیات رنگ‌بری با پراکسیدهیدروژن در سطح ۳درصد با شرایط فرآیندی، دمای ۷۵ درجه سانتیگراد و زمان ۱۱۰ دقیقه انجام گردید. از خمیر کاغذهای رنگ‌بری شده کاغذ دست‌ساز آزمایشگاهی با وزن پایه ۶۰ گرم بر مترمربع ساخته شد. ویژگی مقاومتی از قبیل: مقاومت در برابر پارگی، ترکیدن و کشش براساس استاندارد ISO و ویژگی‌های نوری مانند روشنی، زردی و ماتی با استاندارد ISO و همچنین ویژگی‌های زیست محیطی از قبیل میزان بار اکسیژن‌خواهی شیمیایی (COD)، میزان بار اکسیژن‌خواهی‌بیولوژیکی (BOD)، سدیم و رنگ پساب حاصل از رنگ‌بری با استفاده از استاندارد APHA (۱۹۹۸) محاسبه گردید. ارزیابی مقایسه‌ای خمیر کاغذ رنگ‌بری شده با هیپوکلریت‌سدیم نشان داد که تیمار رنگ‌بری شده با ۱۰درصد هیپوکلریت‌سدیم، همچنین نتایج حاصل از ارزیابی ویژگی‌های کاغذ رنگ‌بری شده توسط پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت‌سدیم و ترکیبی از این دو نشان داده است که زمانی‌که پراکسید مرحله‌ی آخر رنگ‌بری باشد. ویژگی‌هایی از قبیل مقاومت در برابر پارگی، روشنی، رنگ افزایش می‌یابد. همچنین اگر هیپوکلریت مرحله‌ی آخر رنگ‌بری باشد مقاومت در برابر ترکیدگی، زردی، COD، BOD، سدیم افزایش و رنگ‌بری ترکیبی با این دو ماده روی مقاومت در برابر کشش بی‌تاثیر بوده‌است. بررسی اثرکهنه‌سازی حرارتی بر خواص نشان داد که رنگ‌بری کاغذ توسط پراکسید هیدروژن نقش زیادی در بهبود روشنی و کاهش PC به خصوص در کهنه‌سازی درازمدت دارد.

کلید واژه‌ها: خمیرکاغذ CMP، پراکسیدهیدروژن، هیپوکلریت‌سدیم، برگشت رنگ، ویژگی‌های نوری، ویژگی‌های زیست‌محیطی

Abstract

This Research is Done with Purpose of Scruting of Strength Properties and also Environmental Effluent Produced by CMP Bleached Pulp. Unbleached CMP Provided from Mazandaran Wood and Paper Mill. Q Pretreatment Due to Removing Transition Metal was Done for all Pulps with the Same Condition. Bleaching Process with Sodium Hypoclorite was Done in seven levels (1,2,3,4,5,7 and 10%) with Process Condition and one levels Bleaching Process with Peroxide Hidrogen was Done in one levels (%3) with Process Condition 75°C temperature and 110 min time, Laboratory Hand sheet (60gr/m^2) were Prepared from the Bleached Pulp. Strength Properties (Burst, Tear and Tensile) and Optical Properties (Brightness, Yellowness and Opacity) were Done Based on TAPPI Standard Method Also, Environmental Properties Such as the amount of COD, BOD, Sodium, effluent Color Produced by Bleached calculated APHA Standard.Comparetive Evaluation of Bleached Pulp by sodium Hypoclorite Shows that Bleached Sample with Sodium Hypoclorite %10 is Optimal Rather than Other Samples also Evalution Result of Sodium Hypoclorite and Peroxide Hydrogen Properties Bleached Pulp and Combination of these two Shows that whenever Peroxide is in that Last Phase, Properties like:Tear Strength, Brightness, Color has hncrease. Also if Sodium Hypoclorite is in its Last Phase Burst Sterength, COD, BOD, Na has increase and if Combine of these two was Effctless Against Tensile Strength. By Scruting of the Effect of Thermal Aging on Optical Properties, we Find that Bleached with Peroxide Hydrogen had a High Role in improvement of Brightness and Decrease of PC Particularty on Long therm Aging.

Key Word:CMP, Hydrogen Peroxide, Sodium Hypoclorithe, Optical Properties, Environmental Properties, Post Color

تقدیم به:

دانش آموختگانی که روح خلاق گریزپایشان، تکرار را نمی‌خواهد.

و

به خانواده همیشه عزیزم

به پاس قدردانی

از قلبی آکنده از عشق و محبت که محیطی سرشار از سلامت و امنیت و آرامش و آسایش

برای من فراهم کردند.

سپاس و قدردانی:

سپاس بی‌کران پروردگار یکتا را که بنده‌ی ناچیز خود را به طریق علم و دانش رهنمون شد و در این راه از هیچ مساعدتی دریغ نفرمود و دوستانی از علم و معرفت را روزی‌مان ساخت.

با سپاس فراوان از لطف خدای مهربان.

با تشکر از دو استاد بزرگوارم که در تمامی مراحل این پایان‌نامه راهنمایی و ارشادم نمودند.

اساتید محترم:

آقای دکتر فرهاد رهبر و سید مجید میرزاده که با ایجاد انگیزه و با نکته‌سنجی‌های علمی و دقت‌نظر در تمامی مراحل انجام این پایان‌نامه راهنمایی و ارشادم نمودند.

کلیه‌ی خانم‌ها و آقایان محترم:

استاد مشاور محترم که با نظرهای اصلاحی خود در غنی‌تر شدن دیدگاه من بسیار موثر بودند، مورد تشکر و قدردانی این اثر هستند.

ساتید گرامی خانم‌ها دکتر مرتبانی و آقای دکتر نظرنژاد که با داوری این اثر مرا مفتخر نمودند نهایت تشکر را دارم.

از آقای مهندس منتظری، مدیر محترم شرکت فرایند کارخانه چوب و کاغذ مازندران که همکاری صمیمانه‌ی ایشان، آزمایش‌های من در انجام آزمایشات بوده است سپاسگزارم.

از جناب آقای تکاندین آزمایشگاه مرکزی کارخانه چوب و کاغذ که با کمال لطف فرصت زمان لازم را برای انجام پایان‌نامه به این خوبی دادند نهایت سپاسگزارم.

فاطمه رجبی ۱۳۹۲

Sari University of Agricultural Science and Natural Resources

Depart of Natural Resources

Athesis Presented for the Degree of Master of Science in Wood and Paper Science

Title of Thesis

Comparison of optical and resistancy properties bleached pulp CMP with hydrogen peroxide and hypochlorite sodium

By

Fatemeh Rajabi

Supervisors

Dr.Gh.Asadpour and Dr.S.M.Zabihzadeh

Winter 2013

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست جداول ..... **ج**

فهرست نمودارها ..... **ح**

فصل اول: مقدمه **۱**

۱.مقدمه **۱**

۱-۱ رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با هیپوکلریت‌سدیم ۲

۱-۲ رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با پراکسید هیدروژن ۳

۱-۳ پدیده برگشت رنگ ۵

۱-۴ اهداف و فرضیه‌ها ۷

۱-۴-۱ اهداف ۷

۱-۴-۲ فرضیه‌های تحقیق ۸

فصل دوم: سابقه‌ی تحقیق **۹**

فصل سوم: مواد و روش‌ها **۱۴**

۳-۱ نمونه‌برداری خمیر کاغذ ۱۴

۳-۲ تعیین رطوبت خمیر کاغذ ۱۴

۳-۳- تعیین خشکی خمیر کاغذ ۱۴

۳-۴ رنگ‌بری ۱۵

۳-۴-۱ پیش‌تیمار ۱۵

۳-۴-۲ پراکسید هیدروژن ۱۶

۳-۴-۳ سدیم هیپوکلریت ۱۷

۳-۵ تعیین ویژگی‌های پساب رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP ۱۸

۳-۵-۱ اندازه‌گیری میزان اکسیژن خواهی شیمیایی..... ۱۸

۳-۵-۲ اندازه‌گیری میزان اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی..... ۱۸

۳-۵-۳ اندازه‌گیری PH ۱۸

۳-۵-۴ روش تعیین سدیم..... ۱۹
۳-۵-۵ اندازه‌گیری رنگ ۱۹
۳-۶ ساخت کاغذ دست‌ساز ۱۹
۳-۷ اندازه‌گیری ویژگی‌های کاغذ ۲۰
۳-۷-۱ ویژگی‌های فیزیکی کاغذ ۲۰
۳-۷-۱-۱ تعیین وزن پایه ورقه‌های کاغذ ۲۰
۳-۷-۲ ویژگی‌های مقاومتی کاغذ ۲۰
۳-۷-۲-۱ مقاومت در برابر ترکیدن ۲۱
۳-۷-۲-۲ مقاومت در برابر کشش ۲۱
۳-۷-۲-۳ مقاومت در برابر پاره شدن ۲۲
۳-۷-۳ ویژگی‌های نوری کاغذ ۲۲
۳-۷-۳-۱ درجه‌ی روشنی ۲۲
۳-۷-۳-۲ ماتی ۲۳
۳-۸ برگشت روشنی کاغذ ۲۳
۳-۸-۱ اندازه‌گیری پدیده برگشت روشنی ۲۳
فصل چهارم: نتایج و بحث ۲۵
۴-۱ تعیین نقطه بهینه رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم ۲۵
۴-۱-۱ ویژگی‌های مقاومتی ۲۵
۴-۱-۱-۱ شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ۲۵
۴-۱-۱-۲ شاخص مقاومت در برابر ترکیدن ۲۷
۴-۱-۱-۳ شاخص مقاومت در برابر کشش ۲۸
۴-۱-۲ ویژگی‌های نوری ۲۹
۴-۱-۲-۱ روشنی کاغذ ۲۹
۴-۱-۲-۲ زردی کاغذ ۳۱
۴-۱-۲-۳ ماتی کاغذ ۳۲
۴-۲ انتخاب مقدار بهینه هیپوکلریت‌سدیم برای رنگبری خمیر کاغذ CMP..... ۳۳
۴-۳ ارزیابی مقایسه‌ای ویژگی‌های مقاومتی و نوری خمیر کاغذ شیمیایی – مکانیکی رنگ‌بری شده با پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت‌سدیم ۳۴

۴-۳-۱ شاخص مقاومت در برابر پاره شدن ۳۴
۴-۳-۲ شاخص مقاومت در برابر ترکیدگی ۳۵
۴-۳-۳ شاخص مقاومت در برابر کشش ۳۶
۴-۳-۴ درجه روشنی ۳۷
۴-۳-۵ زردی کاغذ ۳۸
۴-۳-۶ ماتی ۴۰
۴-۴ تاثیر رنگبری خمیر کاغذ CMP با پراکسید هیدروژن و هیپوکلریت‌سدیم بر ویژگی‌های پساب حاصله ۴۰
۴-۴-۱ میزان اکسیژن‌خواهی شیمیایی..... ۴۱
۴-۴-۲ میزان اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی..... ۴۲
۴-۴-۳ سدیم ۴۳
۴-۴-۴ PH ۴۴
۴-۴-۵ رنگ ۴۴
۵,۴ مقایسه پساب حاصل از رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن ۴۶
۴-۵-۱ میزان اکسیژن‌خواهی شیمیایی..... ۴۶
۴-۵-۲ میزان اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی..... ۴۷
۴-۵-۳ رنگ ۴۸
۴-۵-۴ سدیم..... ۴۹
۴-۵-۵ PH ۴۹
۴-۶ پدیده برگشت رنگ ۵۰
۴-۶-۱ روشنی کاغذ ۵۱
۴-۶-۲ تغییرات کهنگی کاغذ ۵۲
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۵۳
۵-۱ نتیجه‌گیری ۵۳
۵-۱-۱ ویژگی‌های مقاومتی ۵۳
۵-۱-۱-۱ رنگبری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم ۵۳
۵-۱-۱-۲ رنگبری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو ۵۳

۵-۱-۲ ویژگی‌های نوری ۵۴
۵-۱-۲-۱ رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم ۵۴
۵-۱-۲-۲ رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو ۵۴
۵-۱-۳ ویژگی‌های پساب حاصل از رنگ‌بری ۵۴
۵-۱-۳-۱ پساب حاصل از رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم ۵۴
۵-۱-۳-۲ پساب حاصل از رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو ۵۵
۵-۱-۴ برگشت رنگ ۵۵
۵-۲ پیشنهادات ۵۶
منابع ۵۷

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

۳-۱ شرایط پیش‌تیمار رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با پراکسید هیدروژن ۱۵
۳-۲ متغیرها و سطوح آنها در رنگ‌بری با پراکسید هیدروژن ۱۶
۳-۳ متغیرها و سطوح آنها در رنگ‌بری با هیپوکلریت‌سدیم ۱۷
۴-۱ آزمون تجزیه واریانس شاخص مقاومت در برابر پاره شدن در تیمارهای مختلف در فرآیند رنگ-بری با هیپوکلریت‌سدیم ۲۵
۴-۲ مقایسه بین نتایج بدست آمده حاصل از رنگ‌بری خمیر کاغذ CMP با هیپوکلریت‌سدیم ۳۴

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

۴-۱ شاخص مقاومت در برابر پاره شدن کاغذهای رنگ‌بری شده با درصدهای مختلف هیپوکلریت‌سدیم ۲۶
۴-۲ شاخص مقاومت در برابر ترکیدن کاغذهای رنگ‌بری شده با درصدهای مختلف هیپوکلریت‌سدیم... ۲۸
۴-۳ شاخص مقاومت در برابر کشش کاغذهای رنگ‌بری شده با درصدهای مختلف هیپوکلریت‌سدیم ۲۹
۴-۴ درجه روشنی کاغذهای دست‌ساز رنگ‌بری شده با درصدهای مختلف هیپوکلریت‌سدیم ۳۱
۴-۵ زردی کاغذ های دست‌ساز رنگ‌بری شده با درصدهای مختلف هیپوکلریت‌سدیم ۳۲
۴-۶ ماتی کاغذ های دست‌ساز رنگ‌بری شده با درصدهای مختلف هیپوکلریت‌سدیم ۳۳
۴-۷ مقایسه اثر هیپوکلریت‌سدیم ، پراکسیدهیدروژن و توالی آن دو بر مقاومت در برابر پارگی کاغذ CMP ۳۵
۴-۸ مقایسه اثر هیپوکلریت‌سدیم و پراکسیدهیدروژن و توالی آن دو روی ترکیدگی خمیر کاغذ CMP ۳۶
۴-۹ مقایسه تاثیر هیپوکلریت‌سدیم،پراکسیدهیدروژن و توالی آن دو بر مقاومت در برابر کشش کاغذ CMP..... ۳۷
۴-۱۰ مقایسه اثر هیپوکلریت‌سدیم،پراکسیدهیدروژن و توالی این دو روی روشنی کاغذ CMP ۳۸
۴-۱۱ مقایسه اثر هیپوکلریت‌سدیم و پراکسیدهیدروژن و توالی این دو بر زردی کاغذ CMP ۳۹
۴- ۱۲ مقایسه اثر هیپوکلریت‌سدیم، پراکسیدهیدروژن و توالی این دو بر ماتی کاغذ CMP ۴۰
۴-۱۳ اثر درصدهای متفاوت هیپوکلریت‌سدیم بر COD پساب ناشی ازخمیرکاغذ رنگ‌بری شده CMP ۴۱
۴-۱۴ اثر درصدهای متفاوت هیپوکلریت‌سدیم بر BOD پساب نلشی از خمیرکاغذ رنگ‌بری شدهCMP ۴۲
۴-۱۵ اثر درصدهای متفاوت هیپوکلریت‌سدیم بر Na پساب ناشی از خمیر رنگ‌بری شده CMP ۴۳
۴-۱۶ PH پساب ناشی از خمیرکاغذهای رنگ‌بری شده با هیپوکلریت‌سدیم ۴۴
۴-۱۷ اثر هیپوکلریت‌سدیم روی رنگ پساب خارج شده از خمیر رنگ‌بری شده CMP ۴۵
۴-۱۸ مقایسه COD خمیر رنگ‌بری شده CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو..... ۴۶
۴-۱۹ ۱۹مقایسه BOD پساب ناشی ازخمیرکاغذ رنگ‌بری شده CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم، پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو..... ۴۷
۴-۲۰ مقایسه رنگ پساب ناشی از خمیر کاغذ رنگ‌بری شده CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و ۴۸

پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو.....
۴-۲۱ Naپساب ناشی از خمیرکاغذ رنگ‌بری شده CMP توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن..... ۴۹
۴-۲۲ PH پساب ناشی از خمیر کاغذ CMP رنگبری شده توسط هیپوکلریت‌سدیم و پراکسید هیدروژن و ترکیبی از این دو ۵۰
۴-۲۳ تغییرات روشنی کاغذ حاصل از خمیر کاغذ CMP بر اثر کهنه‌سازی حرارتی ۵۱
۴-۲۴ تغییرات کهنگی کاغذ حاصل از خمیر کاغذ CMP بر اثر کهنه‌سازی حرارتی ۵۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

مقدمه:

اهمیت کاغذ و فرآورده‌های کاغذی در زندگی مدرن امروز برای همه معلوم و مشهود است. محصولات کاغذی در بایگانی و ذخیره اطلاعات، تحریر و چاپ، هنر تبلیغات، بسته‌بندی.....بصورت نامحدود بکارگرفته می‌شود. یکی از فاکتورهای شاخص پیشرفت یک کشور مصرف سرانه کاغذ می‌باشد. هیچ فرآورده صنعتی دیگری نقش این چنین برجسته در زندگی انسان ندارد. کاغذ وسیله ای برای ثبت، ذخیره‌سازی و انتقال- اطلاعات است. صنایع‌خمیروکاغذ، علاوه بر تولید فرآورده‌های ضروری، سهم عظیمی در ایجاد کار و رشد - اقتصادی کشورها داشته‌است (میرشکرایی، ۱۳۸۷).

روش‌های جدید در تولید و رنگ‌بری خمیر وکاغذ، تولید کاغذهایی با کیفیت بهتر را امکان‌پذیر کرده‌است. بنابراین نوع و استفاده از روش‌های رنگ‌بری از نظر مسائل اقتصادی (انرژی و مصرف مواد شیمیایی)، ویژگی‌های نوری و مقاومتی‌کاغذ و مسائل زیست‌محیطی (بارآلودگی پساب کارخانه) بسیار مهم است (قاسمی، ۱۳۸۸).

دلایلی همچون کمبود و گرانی مواد اولیه لیگنوسلولزی در بیشتر نقاط جهان، همچنین افزایش مصرف کاغذ و کمتر بودن میزان سرمایه‌گذاری و استفاده بهینه از منابع لیگنوسلولزی سبب شده‌است که در مقایسه با خمیرکاغذهای شیمیایی، خمیرکاغذ مکانیکی و شیمیایی- مکانیکی با بازده بالا اهمیت زیادی پیدا کنند (بهروز و قاسمی، ۱۳۸۹). علی‌رغم استحکام کمتر خمیرکاغذهای مکانیکی، عمل‌آوری شیمیایی و مکانیکی سبب شده است تا این خمیرها تقریباً جایگزین خمیرکاغذهای شیمیایی شوند. امروزه این خمیرها در کاغذهای با درجه روشنی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما یکی از مشکلات این خمیر- کاغذها برگشت رنگ و شکننده شدن کاغذ در کوتاه‌مدت و در نتیجه، محدودیت مصرف آن می‌باشد (عبدالخانی و لتیباری، ۱۳۸۳). در بین ترکیب‌های اصلی دیواره سلول، سلولز و همی‌سلولز تقریباً بی‌رنگ هستند و تاثیر آنها در رنگ چوب قابل اغماض است. لیگنین، منبع اصلی رنگ چوب است بعضی از گروه‌های فعال لیگنین موسوم به رنگسازها[1] که توانایی جذب نور را دارند، باعث رنگی شدن لیگنین می‌شوند البته رنگی بودن لیگنین یکنواخت نیست و تمام اجزای تشکیل دهنده لیگنین، بطور یکسان نور قابل‌ملاحظه‌ای از طیف مرئی را جذب نمی‌کنند (لتیباری، ۱۳۸۷). بنابراین برای رسیدن به

[1] -Chromophore

روشنی قابل‌قبول باید لیگنین را از خمیرکاغذ خارج کرد و یا اینکه گروه‌های رنگ‌ساز را تا حد ممکن از بین برد.

برای رنگ‌بری خمیرکاغذ دو راه وجود دارد:

۱-رنگ‌بری با حذف لیگنین

۲-رنگ‌بری با حفظ لیگنین (علی‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

هدف از رنگ‌بری خمیرکاغذهای با بازده زیاد، افزایش روشنی خمیرکاغذ، کاهش مقدار مواد استخراجی در خمیرکاغذ و در مواردی نیز افزایش مقاومت و اتصال بین الیاف است لیگنین منبع اصلی موادرنگی در خمیرکاغذهای مکانیکی است. با توجه به این که در رنگ‌بری خمیرکاغذهای شیمیایی، تقریباً تمام لیگنین باقی مانده از خمیر جدا می‌شود، بنابراین نمی‌توان از این روش در مورد خمیرکاغذهای مکانیکی و شیمیایی- مکانیکی استفاده کرد، زیرا مقدار لیگنین این خمیرکاغذها خیلی زیاد است و در صورت جدا کردن آن، مصرف موادشیمیایی زیاد شده و بازده کم می‌شود و در اثر کم شدن بازده، فواید بازده زیاد خمیرکاغذهای مکانیکی از بین می‌رود. بنابراین رنگ‌بری خمیرکاغذهای مکانیکی، بر پایه تخریب و بی-رنگ کردن گروه‌های رنگساز لیگنین قرار دارد.با از بین بردن گروه‌های رنگساز، امکان کاهش زیاد جذب نور لیگنین و در نتیجه افزایش روشنی خمیرکاغذ وجود دارد. دو روش اصلی مورد استفاده برای رنگ‌بری خمیرکاغذهای با بازده زیاد، شامل رنگ‌بری با عوامل کاهنده مانند سدیم بی‌سولفیت (دی‌تیونات)و سدیم بوروهیدرات و رنگ‌بری با اکسیدکننده‌ها مانند پراکسیدهیدروژن، هیپوکلریت‌سدیم، پراستیک اسید و ازن می‌باشد (لتیباری، ۱۳۸۷).

۱-۱رنگ‌بری خمیر کاغذCMP با هیپوکلریت‌سدیم

هیپوکلریت یک رنگ‌بر واقعی است. این ترکیب ترجیحاً بعضی از گروه‌های رنگساز لیگنین را از بین می-برد و در موارد معدودی، برای رنگ‌بری خمیرکاغذ پربازده به کار رفته‌است. یون هیپوکلریت، پس از یک واکنش مقدماتی سریع، به شدت روی لیگنین اثر می‌کند. متأسفانه بسته به میزان دسترسی به لیگنین، سلولز نیز تا حدی مورد حمله این عامل رنگبر واقع می‌شود.

محلول هیپوکلریت در کارخانه خمیر و کاغذ، از طریق مخلوط کردن کلر با محلول NaOH یا دوغاب $Ca(OH)_2$ تهیه می‌شود:

$$2NaOH+CL_2 \leftrightarrow NaCL+H_2O \quad (۱-۱)$$

$$2Ca(OH)_2+2CL_2 \leftrightarrow Ca(OCL)_2+CaCL_2+2H_2O$$

این واکنش‌ها برگشت‌پذیرند. برای راندن واکنش به سمت راست و نیز جلوگیری از تجزیه هیپوکلریت به کلرات، لازم است قلیا به مقدار اضافی باشد. امروزه از سدیم هیپوکلریت به ندرت در توالی‌های رنگ‌بری کامل استفاده می‌شود. پرهیز از رنگ‌برهای کلردار نیز در کاهش مصرف این عامل رنگ‌بر موثر بوده‌است. وسعت واکنش‌های رنگ‌بری با هیپوکلریت، به نوع خمیر، میزان رنگ‌بری مورد نیاز، زمان‌ماندگاری، pH، و غلظت خمیر بستگی دارد. در ابتدا، لیگنین از سلولز در برابر تخریب محافظت می‌کند. اما با پیشرفت رنگ بری، سطوح داخلی الیاف باز می‌شوند و سلولز واکنش‌پذیرتر می‌شود. مقدار هیپوکلریت مورد نیاز، تابع نوع خمیرکاغذ و مرحله رنگ‌بری مورد نظر است. تا پایان رنگ‌بری، مقدار اندکی هیپوکلریت در مخلوط باقی می‌ماند تا بدین وسیله، پیشرفت واکنش‌ها در تمام زمان رنگ‌بری، ممکن شود. برای کاستن اثر بر سلولز در جریان رنگ‌بری با هیپوکلریت، کنترل pH امری ضروری است. در صنعت رنگ‌بری خمیرکاغذ، هیپوکلریت‌کلسیم بیشتر از هیپوکلریت‌سدیم و با موفقیت مورد استفاده واقع شده‌است (اسموک، ۱۳۸۷).

۱-۲- رنگ‌بری خمیر کاغذ با پراکسیدهیدروژن

سالیان متمادی ترکیبات بر پایه کلر به‌عنوان مواد رنگ‌بر و لیگنین‌زدا مصرف شدند تا اینکه به مرور زمان و سخت شدن قوانین زیست‌محیطی، لازم شد که روش‌های جاری رنگ‌بری بهبود یافته و مواد دیگری جایگزین گردند. به همین دلیل طی دو دهه اخیر استفاده از مواد بر پایه کلر در رنگ‌بری خمیرکاغذ به شدت کاهش یافت و به موازات آن استفاده از مواد بر پایه اکسیژن از قبیل: اکسیژن، پراکسیدهیدروژن و ازن افزایش چشمگیری پیدا کرده‌است. امروزه پراکسیدهیدروژن به عنوان ماده‌شیمیایی رنگ‌بر اکسید-کننده به طور گسترده‌ای در توالی‌های رنگ‌بری خمیرهای‌کاغذ اعم از مکانیکی و شیمیایی استفاده می-گردد. این ماده در دمای متوسط به عنوان عامل رنگ‌بر و محافظ لیگنین، بدون کاهش بازده، سبب رنگ بری خمیرهای مکانیکی و شیمیایی-مکانیکی می‌گردد. عامل فعال در فرایند رنگ‌بری با پراکسید-هیدروژن، آنیون پرهیدروکسیل می‌باشد که در محیط قلیایی بر پایه معادله (۱-۲) به وجود می‌آید:

$$H_2O_2+OH^-\rightarrow OOH^-+H_2O$$ ۲-۱

از نظر زیست‌محیطی پراکسیدهیدروژن هیچگونه آلودگی در بر ندارد (زینلی و همکاران،۲۰۰۹). زیرا براساس معادله (۱-۳) به راحتی به آب و اکسیژن تجزیه می‌گردد:

$$H_2O_2\rightarrow H_2O+1/2O_2$$ ۳-۱

پراکسید در شرایط نسبتاً ملایم یک عامل رنگ‌بر خمیر کاغذ با حفظ لیگنین است و می‌تواند درجه روشنی خمیر کاغذسنگ آسیابی و سایر خمیرهای لیگنین‌دار را بدون افت قابل ملاحظه بازده، افزایش دهد. رنگ‌بری با پراکسید به شدت تحت تاثیر pH است که برای دستیابی به بهترین نتیجه باید در حدود ۱۰/۵ تنظیم و بافر شود. pH را معمولاً با افزودن هیدروکسیدسدیم و سیلیکات‌سدیم کنترل می‌کنند. سیلیکات‌سدیم به عنوان پایدارکننده و نیز عامل بافرکننده در سیستم رنگ‌بری پراکسید عمل می‌کند (اسموک، ۱۳۷۷). نکته مهم این است که باید همیشه در پایان مرحله رنگ‌بری، مقداری پراکسیدهیدروژن باقی‌مانده وجود داشته باشد، زیرا در صورت عدم حضور پراکسیدهیدروژن در انتهای رنگ‌بری و وجود قلیای باقی مانده، پدیده تیره شدن قلیایی و کاهش روشنی خمیرکاغذ ایجاد می‌شود (لتیباری، ۱۳۸۷). پراکسیدهیدروژن با وجود برتری‌های فراوان زیست محیطی و فنی، ماده شیمیایی بی‌ثباتی می‌باشد و در برابر یون‌های فلزی موجود در خمیرکاغذ و آب فرایندی، افزایش‌دما وpH به سرعت تجزیه و تخریب می-شود. یون‌های فلزات واسطه یا در خود ماده اولیه (چوب) به عنوان یون‌های موثر در رشد درخت موجود هستند و یا در طی فرایند خمیرکاغذسازی توسط آب، تجهیزات فرایندی و افزودنی‌های شیمیایی وارد خمیرکاغذ می‌شوند. معمول‌ترین یون‌های فلزی موجود در خمیرکاغذ: مس، آهن، منگنز، منیزیم و آلومینیوم می‌باشند. این عناصر تخریب پراکسیدهیدروژن را کاتالیز می‌کنند. بعضی از این یون‌ها مانند منگنز و آهن می‌توانند برگشت روشنی خمیرکاغذ را نیز آسان‌تر کنند. بنابراین لازم است که این یون‌ها قبل از مرحله رنگ‌بری با پراکسیدهیدروژن حذف شوند. به‌طور معمول از مواد کی‌لیت‌کننده مانند DTPA[1] وEDTA[2] به منظور حذف فلزات واسطه و کنترل اثرات تخریبی آنها استفاده می‌شود. این مواد در

[1] -Diethylene Triamine Pentaacetic Acid
[2] -Ethylene Diamine Tetraacetic Acid