

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

فرآورده های حاصل از کاغذ باطله باید بتوانند در سطح ملی و بین المللی با فرآورده های حاصل از خمیر دست اول رقابت کنند. ممکن است در ابتدا این ادعا دست نیافتنی به نظر برسد. تفاوت های بین خمیر دست اول و خمیر بازیافتی واضح به نظر می رسد. البته از آنجا که ۳۳٪ از الیاف مورد استفاده در جهان بازیافتی می باشد، رفع مشکلات با موفقیت زیاد همراه خواهد بود. تولید بعضی از انبوه فرآورده ها (از قبیل لایه کنگره مقوا)، مبتنی بر کاغذهای باطله است. تولید این نوع فرآورده ها از الیاف بازیافتی بسیار اقتصادی و رضایتبخش است به عنوان مثال، در تولید کاغذ روزنامه، خواص مطلوبی از قبیل ضخامت کم، چگالی زیاد و تاخوری خوب، ناشی از بکارگیری کاغذ باطله است.

خواص کاغذهای باطله، همانند هر ماده دیگری اهمیت زیادی دارد و بر کیفیت محصول حاصل و شرایط فرآورش محصول تاثیر می گذارد.

خواص کاغذ حاصل از بازیافت تابع سیستم جمع آوری و دسته بندی کاغذهای باطله است. یک عامل مهم، فرآیند اولیه تولید خمیر کاغذ و روش های تبدیل آن است. نوع خمیر کاغذ اولیه بر بازیافت و خواص کاغذ بازیافتی حاصل تاثیر زیادی دارد.

در عملیات تولید کاغذ افزون مواد شیمیایی برای بهبود عملکرد ماشین ضروری است. پرکننده های معدنی (مانند خاک چینی، کربنات کلسیم یا پودر تالک) برای بهبود ماتی و سفیدی کاغذ و خواص سطحی و چاپ پذیری آن اضافه می شود، برای بهبود خواص مقاومتی، بویژه مقاومت سطحی کاغذ نشاسته مصرف می شود.

مواد شیمیایی آهاردهنده، مقاومت کاغذ را به تر شدن و رطوبت پذیری افزایش می دهند. برای افزایش بازده تولید، افزایش سرعت ماشین کاغذ، کاستن از مقدار کف، جلوگیری از رشد موجودات ذره بینی و اهداف دیگر، مواد شیمیایی بهبود فرآیند مصرف می شوند. این افزودنی های متنوع و متفاوت، هنگام بازیافت الیاف مشکلاتی به وجود می آورند. علاوه بر این، در صورت دفن کاغذهای باطله یا سوزاندن آنها این مواد، مشکلات زیست محیطی نیز به وجود می آورند.

برای تبدیل کاغذ به یک فرآورده نهایی، مواد شیمیایی دیگری از قبیل چسب ها و رزین ها نیز مورد نیاز است. این مواد نیز در بازیافت مشکل آفرین هستند. با تغییر و پیشرفت فناوری، نوع این مواد نیز تغییر یافته است. به عنوان مثال، تونرها که در انواع چاپگرها مصرف می شوند (مانند دستگاه زیراکس و چاپگر لیزر) و چسب های گرمایی و فشاری، مواد جدیدی هستند که در کاغذهای باطله دیده می شوند.

در کاغذهای باطله، بسته به نوع مصرف، ناخالصی هایی از قبیل مواد غذایی، سنگریزه و شن، یا ذرات پلاستیک نیز یافت می شود در نتیجه تغییر و تنوع در کاغذهای باطله زیاد است و فناوری بازیافت باید بر این مشکل بزرگ نیز فایده آید. آثار این تنوع و تغییر، تا حدی در محصولات نهایی نیز آشکار می شود و نوعی بی ثباتی کیفی را در محصول سبب می شود.

کاغذ باطله به عنوان ماده خام، ضرورتاً بدتر از خمیر کاغذ نیست بلکه با آن متفاوت است. چون ماده خام ارزان قیمت است و انواع محصول ها را از آن می توان ساخت، مصرف آن بسیار گسترده است. کاغذ باطله نه تنها از نظر بازیافت یا محیط زیست بلکه از لحاظ اقتصادی نیز مهم است. قیمت کاغذهای باطله باید در حدی باشد که پس از فرآورش و هزینه های تبدیل، الیاف حاصل از الیاف دست اول ارزان تر باشد. گستره این هزینه را باید مورد به مورد تعیین کرد. هزینه های مهم مرتبط با فرآورش کاغذ باطله ریشه در موارد زیر دارد:

۱- بازده بازیافت که بین ۷۰ تا ۹۵٪ است

۲- انرژی مصرف شده برای تمیز کردن و الک کردن الیاف

۳- نیاز به فناوری پیچیده تر برای تصفیه پساب ها و دفع صحیح مواد زاید

۴- ضرورت تیمارهای شیمیایی برای انواع فرآورده ها

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

۵- هزینه های تاسیس و نگهداری کارخانه و نیروی انسانی مورد نیاز

برخی تصورات و داوری های غلط در مورد کاغذ باطله وجود دارد که به دو نمونه آنها اشاره می شود:

۱- کاغذ باطله قابل بازیافت نیست.

۲- کاغذ باطله برای تولید همه انواع کاغذ مناسب است.

دو اعتقاد فوق نوعی افراط و تفریط است بازیافت کاغذ امری پیچیده است و در این مورد دو نکته را باید در نظر داشت:

۱- همه کاغذهای باطله قابل بازیافت نیستند به عنوان مثال اسناد تاریخی باید بایگانی شوند و کاغذ های بهداشتی (یکبار مصرف) باید معدوم شوند.

۲- مرغوبیت کاغذ بازیافتی همیشه از کاغذ اولیه پایین تر است.

کاغذ باطله را باید ازین زاویه ارزیابی کنیم که از محصول چه انتظاراتی داریم و هزینه دستیابی به خواص مورد نظر چقدر است؟ خواص مورد در محصول عبارتند از خواص مقاومتی کشش پذیری، طول پارگی، ترکیدن، پارگی و تراکم پذیری (پایداری خواص در برابر رطوبت و ویژگی های سطحی تخلخل، انرژی سطحی و خواص نوری (میزان براقی، سفیدی، ماتی) این خواص به وزن پایه کاغذ (گرمای) و ضخامت آن بستگی دارد.

دشواری فراورش کاغذ باطله عبارت است از خارج کردن آلودگی ها، درجه روانی خمیر کاغذ (یعنی سرعت خروج آب از خمیر)، انواع افزودنی ها و بازده عملیات. با تکرار بازیافت، خواص سیر نزولی می یابد و هزینه های بازیافت بیشتر می شود. البته تکرار بازیافت حد بهینه ای دارد که هنوز مشخص نشده است. می توان گفت که در هر بازیافت معمولا ۵۰٪ الیاف برای اولین بار ۲۵٪ برای دومین بار، ۱۲.۵٪ برای سومین بار و غیره وارد دور بازیافت می شوند. به طور خلاصه می توان گفت کاغذ باطله را نمی توان به طور مداوم و با ارزش اقتصادی و زیست محیطی قابل توجه بازیافت کرد.

سایر ملاحظات مربوط به ایمنی استفاده از فرآورده های کاغذی نیز قابل توجه اند. بر اساس مقررات، استفاده از کاغذ در بسته بندی بعضی انواع مواد غذایی ممنوع است. به دلیل مشخص نبودن منبع مواد شیمیایی موجود در مخلوط کاغذهای باطله، این ممنوعیت در کاغذهای بازیافتی نیز وجود دارد. همچنین بعضی از مشتری ها، چاپ پذیری کاغذهای بازیافتی حاصل از KLS را نمی پسندند. برای تبدیل کاغذ KLS به کاغذ بازیافتی مرغوب، تیمار شیمیایی بیشتری نیاز است. این فرآیند را فرا بازیافت می نامند که موضوع پژوهش تعدادی از محققان است.

اثر بازیافت چندباره

یک تفاوت عمده بین کاغذ باطله و الیاف دست اول این است که یکبار مورد استفاده واقع شده و الیاف یکبار مورد استفاده واقع شده و الیاف یکبار مسیر تولید را گذرانده اند. بازیافت الیاف سلولزی، هم بر خواص محصول نهایی و هم بر عملکرد ماشین اثر می گذارد. به این تاثیر ها به طور جداگانه خواهیم پرداخت.

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

تاثیر خواص کاغذ بر اثر بازیافت

یک ویژگی مهم کاغذ خواص مقاومتی آن است. لازم است کاغذ از مقاومت کافی برخوردار باشد تا پس از تولید بتوان روی آن کارکرد و آن را به طور رضایت بخشی به مصرف رساند. مقاومت کاغذ نتیجه تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین زنجیرهای سلولزی در جریان خشک کردن آن است.

مقاومت کل به مقاومت خود الیاف و نیز میزان تشکیل پیوندهای هیدروژنی بین الیاف بستگی دارد. مقاومت پیوندها نیز به تعداد آنها و وسعت نواحی پیوند دار وابسته است. در جریان بازیافت، الیاف به طور برگشت ناپذیری آسیب می بینند و این آسیب بر خواص مقاومتی کاغذ حاصل تاثیر می گذارد.

توجه ویژه ای باید به فرآیند اولیه تولید خمیر کاغذ از چوب بشود. از این دیدگاه، الیاف خمیر کاغذ شیمیایی با الیاف خمیر کاغذ مکانیکی کاملاً متفاوت است. اثر بازیابی چندباره بر طول پارگی انواع خمیر کاغذ متفاوت است. در محور تکرار بازیافت، عدد صفر مربوط به خمیر دست اول و عدد یک مربوط به اولین بازیافت است. طول پارگی آن طول کاغذی است که هنگام معلق شدن می تواند تحمل کند و در صورت افزایش طول پاره شود.

در خمیر کاغذهای شیمیایی، با تکرار بازیافت، طول پارگی بیشتر کاهش می یابد. بیشترین افت در خواص مکانیکی کاغذ در اولین بازیافت مشاهده می شود. اما با تکرار بازیافت شتاب افت این خواص کمتر می شود. از این دیدگاه رفتار خمیر کاغذهای شیمیایی تقریباً یکسان است، اما چند عامل تغییرها و تفاوتهایی را سبب می شود. این عامل را می توان در موارد زیر خلاصه کرد:

۱- روش تولید خمیر کاغذ (گونه چربی، فرآیند تولید خمیر کاغذ شیمیایی، بازده، روش رنگبری)

۲- روش تولید کاغذ (تیمارهای مکانیکی الیاف، روش خشک کردن کاغذ و مقدار رطوبت کاغذ تولید شده است)

۳- عملیات پس از تولید کاغذ (از قبیل مقدار رطوبت پس از کنگره ای کردن یا پس از چاپ)

۴- شرایط نگهداری، انبار کردن و ذخیره کردن کاغذ

تجربه نشان داده است که در فرآیند کاغذ سازی، تا پیش از مرحله خشک کردن، کاهش بسیار ناچیزی در خواص مقاومتی الیاف پدید می آید. بیشترین کاغذ در خواص مقاومتی الیاف، در جریان خشک کردن آن بویژه هنگامی که مقدار رطوبت کاغذ زیر ۲۰٪ است، روی می دهد.

اثر تغییر فرآیند تولید خمیر کاغذ بر بازیافت تاکنون در مقیاس تجارتي، بررسی نشده است. در گذشته که بازیافت الیاف از کاغذهای باطله اهمیت نیافته بود، انگیزه ای برای این تحقیق وجود نداشت. اکنون که بازیافت اهمیت یافته است نیز برای کارخانه های بزرگ خمیر کاغذ و کاغذسازی، پژوهش در زمینه بازیافت چندان مهم تلقی نمی باشد. به دلیل عوامل پیچیده ای که در زمینه بازیافت پذیری انواع کاغذ دخالت دارند، احتمالاً یک مدل ریاضی برای تحلیل موضوع ضروری است.

فراورشهای بعدی روی کاغذ بر بازیافت پذیری الیاف و هزینه های آن تاثیر قابل ملاحظه ای دارد. اما متأسفانه این موضوع به اندازه کافی مورد توجه پژوهشگران، فناوران و مدیران صنعت واقع نشده است. رفتار خمیرهای کاغذ مکانیکی در بازیافت به کلی متفاوت است.

افت خواص مکانیکی بر اثر تکرار بازیافت اینگونه کاغذها کمتر است و حتی در مواردی افزایش یک خاصیت مقاومتی نیز مشاهده می شود زیرا در جریان بازیافت، بعضی مواد که مانع تشکیل و توسعه پیوندهای بین لیفی می شوند، حذف می شوند.

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

شواهدی در دست است که طول پارگی و براقی کاغذهای حاصل از بازیافت الیاف مکانیکی، در طی زمان و بر اثر ذخیره سازی، کاهش می یابد. به عنوان مثال، در مورد کاغذهای ساخته شده از بازیافت کاغذ روزنامه، پس از دو سال طول پارگی نصف می شود و میزان براقی به میزان سه واحد کاهش می یابد.

تاکید بر ارزش نسبی خواص کاغذهای بازیافتی ممکن است کاری خطرناک باشد. در این مورد نباید ارزشهای مطلق را که مهمترند از نظر دور داشت. خمیرهای شیمیایی، اگرچه در بازیافت به نسبت بیشتری خواص مقاومتی خود را از دست می دهند اما اساساً محکم تر از خمیر مکانیکی هستند. این استحکام به دلیل خلوص شیمیایی آنهاست.

بررسی یک خاصیت معین کاغذ به تنهایی نیز کار درستی نیست زیرا بیشتر خواص کاغذ نوعی ارتباط درونی باهم دارند. خواص مقاومتی، در وزن واحد سطح یا وزن پایه ثابت، معمولاً تابعی از ضخامت کاغذ است. به بیان علمی این ویژگی ها هم ارز با چگالی (وزن واحد حجم کاغذ) است. اثر بازیافت بر چگالی به گونه ای است که با تکرار بازیافت، کاغذ پر حجم تر می شود و در نتیجه چگالی ظاهری آن کاهش می یابد.

کاغذسازها به خوبی می دانند که چگونگی فرآیند تولید را مطابق سفارش مشتری تنظیم کنند. برای افزایش مقاومت و چگالی ظاهری کاغذ ضروری است الیاف تر به طور مکانیکی تیمار شوند (پالایش شوند). اثر انرژی مصرف شده بر طول پارگی و چگالی ظاهری را می توان پیش از رسیدن به یک نقطه اوج در طول پارگی تا حد زیادی افزایش داد. بیشتر کارخانه ها در گستره انرژی ۵۰-۱۰۰ کیلو وات کار می کنند. در این گستره خاصیت مقاومتی کاغذ حاصل مطلوب است. در بازیافت خاصیت مقاومتی بیشینه قابل دسترسی کاهش می یابد و برای رسیدن به این خاصیت مقاومتی انرژی کمتری مورد نیاز است.

در مورد پالایش خمیر کاغذهای مکانیکی محتوی کاغذ باطله، تحقیقات اندکی انجام شده است. این تحقیقات نشان می دهد که بستگی بین چگالی ظاهری و طول پارگی در خمیرهای دست اول و بازیافتی تقریباً یکسان است.

تغییر در چگالی ظاهری و طول پارگی در نتیجه تهیه انواع کاغذ با خواص مختلف بر اثر پالایش محقق می شود. در مقایسه با خمیرهای دست اول، خمیرهای حاصل از کاغذ باطله به دلایل زیر محدودیت هایی دارند:

۱- اثر افزودنی های شیمیایی

۲- اثر پالایش بر عملکرد ماشین کاغذ، بویژه میزان مصرف انرژی آن

۳- ضرورت وجود خواص مقاومتی بسیار خوب در بعضی از کاغذها که متاسفانه با خمیر بازیافتی میسر نیست.

در خصوص خواص مقاومتی، کاغذهای بازیافتی با کاغذهای محکم از قبیل کاغذ کرافت نمی توانند رقابت کنند.

تغییرات در فرآیند تولیدی کاغذهای بازیافتی

دو خاصیت فرآیندی مهم که خمیرهای دست اول را از خمیرهای بازیافتی متمایز می کند، میزان آبدهی آنها در بخش آبدگیری ماشین کاغذ و شکل نوار نمدی کاغذ و نیز واکنش پذیری متفاوت آنها نسبت به افزودنی های شیمیایی است. در خصوص آبدگیری، درجه روانی خمیر شاخص مهم و قابل توجهی است.

از دیدگاه فرآیند کاغذسازی، رفتار خمیرهای بازیافتی شیمیایی و مکانیکی متفاوت است. درجه روانی خمیر بازیافتی مکانیکی کمتر است و در نتیجه، آبدگیری از آنها در ماشین کاغذ دشوارتر است. نتیجه این ویژگی سرعت کم ماشین کاغذ یا ضرورت افزودن مواد شیمیایی کمک کننده به آبدگیری است.

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

برعکس، میزان روانی خمیر شیمیایی در بازیافت نسبت به خمیر دست اولیه بیشتر است، زیرا این نوع کاغذها در بازیافت کمتر متورم

می شوند و از نرمه ها که سبب کاهش درجه روانی می شوند کاسته شده است. برای برخورداری از این مزیت، لازم است خمیر بازیافتی پالایش شود زیرا پالایش سبب تشکیل مجدد نرمه ها و کاهش درجه روانی می شوند، کاسته شده است. البته عوامل دیگری را نیز باید مورد توجه قرار داد که بر عملکرد ماشین تاثیر می گذارند از قبیل طول میز شکل گیری کاغذ و ظرفیت خشک کن ها.

کاغذسازها اقدامات دیگری هم به عمل می آورند، از قبیل استفاده از افزودنی های شیمیایی نظیر نشاسته که مقاومت را بهبود می بخشد و تا حدی جایگزین بخشی از پالایش می شود. ویژگی فرآیندی دیگر قدرت جذب افزودنی های شیمیایی و نگه داشتن آن ها توسط الیاف است. بر اثر پالایش، کاغذهای باطله نرمه های بیشتری تولید می کنند و در نتیجه سطح کل الیاف بیشتر می شود و ظرفیت جذب مواد شیمیایی بیشتر می شود و ظرفیت جذب مواد شیمیایی افزایش می یابد. در مجموع باید گفت که در شرایط برابر کارآیی کارخانه های بازیافت کمتر از کارخانه هایی است که از خمیر دست اول کاغذ تولید می کنند.

تاثیر افزودنی های شیمیایی بر بازیافت

سه دسته اصلی و مهم مواد شیمیایی که بر بازیافت تاثیر می گذارند عبارتند از **پرکننده های معدنی، انواع نشاسته و انواع آهار**. پرکننده های معدنی، در کاغذ سازی به منظور بهبود خواص نوری و چاپ پذیری مطلوب کاغذ بکار می روند. به دلایل مربوط به فرآورش این مواد در بازیافت مشکلاتی را سبب می شوند. بسیاری از مواد شیمیایی بر اثر جذب بر روی سطح الیاف عمل می کنند. وجود مقدار متغییری از پرکننده ها در کاغذهای باطله سبب تغییرات کنترل نشده ای در نسبت مواد جذب شده و باقیمانده در خمیر می شود. این بی نظمی در موازنه مواد منجر به کاهش کارآیی و بازده ماشین کاغذ می شود. پرکننده ها به دلیل ریز بودن ذرات به سختی در نوار نمدی کاغذ در حال تشکیل باقی می ماندند. در نتیجه، به سیستم آب در گردش وارد می شوند و سبب افزایش ناخالصی این نوع آب ها می شوند. نتیجه نهایی اختلال در ابگیری از نوار کاغذ و کاهش تولید است.

آب به طور مداوم از توری ماشین کاغذ تراوش می کند. این آب محتوی ذرات معلق پرکننده معدنی است بخش عمده این ذرات در سیستم تصفیه و بازسازی پساب ها گرفته و به شکلی دفع می شوند. در بازیافت کاغذ این موضوع اهمیت اقتصادی دارد. نشاسته برای افزایش خواص مقاومتی دورنی و سطح کاغذ و نیز در تولید جعبه های مقوایی کنگره ای مصرف می شود. اثر نشاسته بازیافتی پیچیده است اما در مجموع، اثر منفی بر بازیافت دارد. نشاسته در آب فرآیندی حل می شود و به دلیل خصوصیات شیمیایی به مقدار کم در خمیر می ملند و وارد آب در گردش می شود. در این گردش بر اثر عمل میکروبهها تجزیه می شود و وزن مولکولی آن کاهش می یابد. مواد حاصل از این تجزیه بر کارآیی و عملکرد ماشین کاغذ تاثیر منفی می گذارد. این مواد بخش عمده مواد آلی حل شده پساب ها را تشکیل می دهند. آهارها برای بهبود خواص سطحی کاغذ و تر نشدن و کاهش جذب رطوبت یا آب به کار می روند. این مواد در بازیافت مانع تفکیک سریع و آسان الیاف می شوند و در بعضی موارد، آب نمی تواند به درون الیاف بازیافتی نفوذ کند و در نتیجه تورم الیاف عملی نمی شود. نتیجه کلی، اختلال در بازیافت و کاهش خواص مقاومتی کاغذ بازیافتی است.

تاثیر مواد شیمیایی بر بازیافت به طور منظم مطالعه نشده است. شواهدی در دست است که بعضی از مواد شیمیایی نگهدارنده (مواد شیمیایی مصرف شونده) برای افزایش بازده) بر باقی کاغذ بازیافتی تاثیر منفی دارند. موادی که به صورت مخلوط برای پوشش دهی سطح کاغذ مصرف می شوند نیز در روند بازیافت اختلال ایجاد می کنند و سبب افزایش توده های چسبناک در خمیر بازیافتی می شوند.

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

اثر آلاینده های فیزیکی

یک مشکل منحصر به فرد کاغذهای باطله آلاینده های فیزیکی است. برای تولید الیاف بازیافتی خوب و قابل استفاده، زدودن این آلودگیها امری ضروری است. به این ترتیب، کیفیت کاغذهای بازیافتی از نظر ظاهر، چاپ پذیری و مقاومت بهبود می یابد. آلودگی های فیزیکی مانع تشکیل پیوندهای موثر بین الیاف می شوند و در نتیجه، مقاومت کاغذ را کاهش می دهند. آن ها همچنین حتی به مقدار اندک به دستگاه ها آسیب می رسانند. یک مثال، ذرات فلزات است که به هنگام تولید کاغذهای بازیافتی از نوع بسته بندی مواد غذایی، سبب به صدا در آمدن زنگ کنترل کیفیت می شوند.

در کارخانه های بازیافت کاغذ، عمده هزینه ها مربوط به نصب تاسیساتی است که این ناخالصی ها را بگیرند و از مخلوط خارج کنند. میزان آلاینده های متفرقه و نوع آن ها هزینه های زیادی را بر عملیات تولید و فراورش کاغذهای بازیافتی تحمیل می کند و در نتیجه بر جنبه های اقتصادی بازیافت تاثیر می گذارد.

منابع آلاینده ها

کاغذهای باطله منابع مختلفی دارند. بسته به منبع کاغذ باطله، ناخالصی ها هم متفاوت است، در عملیات بازیافت به موازات پیشرفت عملیات آلاینده های مختلف هم بیشتر می شوند.

همچنین با افزایش تنوع در مخلوط کاغذهای باطله، تنوع الیاف افزایش می یابد، مصرف کننده نیز با توجه به نوع مصرف، آلاینده هایی را به کاغذ اضافه می کند. البته همه ناخالصی ها موجود در کاغذهای باطله مشکل ساز نیستند در واقع، نوع کاغذی که درصد تولید آن هستیم، تعیین کننده آن است که چه مواد غیر لیفی آلاینده هستند و چه موادی مشکل ساز نیستند. به عنوان مثال، در ساخت مقوای میان کنگره ای، مرکب آلاینده مهمی به شمار نمی آید. بر عکس، در تولید کاغذهای بهداشتی که خمیری تمیز با آبگیری آسان نیاز هست، خاک های پرکننده و الکه های مرکب آلاینده به شمار می آیند. اما هنگامی که در بازیافت، کاغذ چاپ و تحریر تولید می شود، پر کننده ها آلاینده به شمار نمی آیند. بنابراین، نمی توان همه مواد غیر لیفی را آلاینده به شمار آورد اگرچه ممکن است این مواد، هزینه های تولید و فراورش را بالا ببرند.

همه مواد غیر لیفی مقاومت نوار نمدی الیاف را کاهش می دهند، با افزایش اندازه ذرات آلاینده، این اثر منفی افزایش می یابد و به تشکیل لکه های ضعیف موضعی در نوار نمدی الیاف منجر می شود. بنابراین، خارج کردن آلاینده ها برای افزایش مقاومت نوار نمدی کاغذی امری ضروری است.

انواع ناخالصی ها

آلاینده ها بسته به نقطه ورودشان به کاغذ به سه گروه تقسیم می شوند که عبارت اند از:

۱- افزودنی های شیمیایی

۲- افزودنی های تبدیلی

۳- موادی که مصرف کننده به کاغذ می افزاید

اثر این سه گروه آلاینده بر فرآیند های تولید کاغذ یا مقوا و کیفیت محصول به شرح زیر می باشد.

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

افزودنی های شیمیایی کاغذ سازی

این مواد شامل انواع خاک ها، کربنات کلسیم و افزودنی های شیمیایی (از قبیل نشاسته، انواع آهار، انواع رنگ) است که در جریان تولید کاغذ و مقوا به الیاف اضافه می شوند. بسته به نوع فرآورده و کشور محل تولید، مواد شیمیایی و مقدار آن ها متفاوت است. در نتیجه، در انواع کاغذ باطله هم مقدار این مواد متفاوت است. همانطور که در جدول مشاهده می شود، تا حدود ۴۰٪ وزن کاغذ را همین مواد تشکیل می دهد.

درصد تقریبی وزنی افزودنی ها	نوع کاغذ
۴۰	کاغذ مجله بسیار مرغوب و براق مانند بروشورهای تبلیغاتی
۲۵	کاغذ مجله نیمه براق مانند ضمیمه روزنامه های آخر هفته و ویژه برنامه ها
۵	کاغذ مجله معمولی مانند مجلات تبلیغاتی فروشگاه های بزرگ

بزرگترین مقدار مربوط به مواد معدنی از قبیل انواع خاک و کربنات است که به عنوان افزایش دهنده مقاومت تر کاغذ مصرف می شود یا پلی الکترولیت های آلی که مواد نگهدارنده سایر افزودنی ها هستند، بسیار کمتر است. سطح افزودن این مواد به کاغذ اولیه حدود ۰.۱٪ تا ۰.۲٪ است اما بخش اندکی از این مقدار در کاغذ تولید شده و در نتیجه، در کاغذ باطله باقی می ماند.

اگر در بازیافت نوع فرآورده تغییر نکنند، این نوع ناخالصیها مشکل چندانی به وجود نمی آورند. اما افزودنی هایی هم هستند که در بازیافت مشکل آفرین هستند. به عنوان مثال، چسب ها که در مخلوط مواد پوشش دهنده وجود دارند، در صورت تبدیل به توده های بزرگ و چسبناک سبب مشکلات جدی خواهند شد. همانگونه که پیش از این اشاره شد، وجود انواع نشاسته و آهار از کیفیت کاغذهای باطله می کاهد و هزینه های فرآوری و بازیافت را بالا می برند.

اما به طور کلی، میزان ضرورت خارج ساختن این نوع ناخالصی ها شیمیایی چندان زیاد نیست و به نوع کاغذی که قرار است تولید شود بستگی دارد. در مورد کاغذهای بهداشتی، برای خارج ساختن انواع خاک و کربنات و عوامل پوشش دهنده، خمیر بازیافتی در چند مرحله شستشو داده می شود. در این نوع بازیافت باقی ماندن پرکننده ها در خمیر، از سرعت آگیری بر روی توری می کاهد و در نتیجه بازده ماشین را پایین می آورد.

همچنین خاک ها و سایر ناخالصی ها، به تیغ کرب دهی یا استوانه یانکی آسیب می رساند و از عمر مفید آن می کاهد و دستمال کاغذی حاصل از لطافت کافی برخوردار نیست. اگر یک مرحله مرکب زدایی با استفاده از سلول شستشو انجام شود، معمولاً پرکننده ها به همراه مرکب خارج خواهند شد.

اما اگر تولید کاغذ چاپ و تحریر مورد نظر باشد، وجود پرکننده مشکل ساز نیست. زیرا در تولید این نوع فرآورده ها از الیاف دست اول نیز پرکننده اضافه می شود.

بسته به مواد خام مورد استفاده، فرآیند و خواص نهایی مورد نیاز، بازده تبدیل متغیر است. افت در بازده ناشی از خارج شدن پرکننده ها و حل شدن و خروج مواد آلی حل شونده از قبیل نشاسته است. اگر کاغذ باطله چاپ سده ماده اصلی باشد، نسبت الیاف، پرکننده ها و نشاسته، به ترتیب در حدود ۷۵٪، ۲۰٪ و ۵٪ است. در جریان بازیافت، حدود ۵٪ از پرکننده ها و ۹۵٪ از الیاف بازیافتی حفظ می

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

شود و نشاسته به طور کامل حذف می شود. بازده کل حدود ۸۱٪ است. خمیر باطله از نوع بسته بندی، حدود ۱۰٪ نشاسته و ۵٪ پرکننده را دارد و بازده کل حدود ۸۵٪ است.

در مواردی رنگها مشکل ساز هستند و باید با اجرای چند مرحله رنگبری، آنها را از بین برد. کاغذهای باطله را می توان با بازیابی، به کاغذهایی با همان رنگ اما تیره تر تبدیل کرد. برای این منظور هیچگونه اقدام یا فرآورش اضافی لازم نیست.

افزودنی های تبدیلی

افزودنی های تبدیلی شامل موادی از قبیل مرکب چاپ، رنگدانه ها، ورق نازک فلزات، پلی اتیلن، چسب، منگنه، سوزن و انواع افزودنی های شیمیایی است که در جریان تبدیل و پرداخت سطح اغذ و مقوا مصرف می شوند. کیفیت کاغذ باطله هایی که اینگونه ناخالصی ها را دارند پایین است.

مقدار افزودنی موجود در کاغذ باطله ممکن است بسیار اندک باشد، اما خارج کردن آن در جریان بازیافت مشکل است. یک مثال خوب مرکب موجود در کاغذ روزنامه است. وزن مرکب در کاغذ روزنامه فقط ۰.۰۰۲٪ وزن کل روزنامه است. اما وجود همین مرکب های معدنی با پایه روغنی در خمیر کاغذ باطله، میزان برآقی آن را ۱۹ واحد کاهش می دهد. این اثر در صورت استفاده از مرکب های غیر معمول محلول در آب که در دستگاه های زیراکس مصرف می شوند، تشدید می شود. در اینگونه موارد، میزان برآقی خمیر ممکن است تا ۳۳ واحد کاهش یابد. با توجه به اهمیت میزان برآقی، ضروری است تا آنجا که ممکن است مرکب از خمیرهای بازیافتی گرفته شود.

نوع فرآورده ای که قرار است از طریق بازیافت تولید شود مراحل ضروری فرآیند را مشخص خواهد کرد. به عنوان مثال، در خمیر بازیافتی مورد نیاز برای تهیه لایه کنگره ای، میزان برآقی و در نتیجه خارج ساختن مرکب و پرکننده ها چندان اهمیت ندارد اما برای تولید دستمال کاغذی، خمیر بازیافتی باید کاملا تمیز و عاری از ناخالصی ها باشد.

خارج ساختن افزودنی ها از خمیر بازیافتی کاری دشوار است و مستلزم وسایل و تجهیزات خاصی است. بیشترین مشکل را چسب ها و مواد چسبناک ایجاد می کنند.

مواد چسبناک ترکیبات شیمیایی پیچیده ای هستند که منشا آنها انواع چسب هاست. منبع اصلی مواد چسبناک انواع برچسب ها و چسب های گرم هستند که در جریان تولید جعبه و پاکت مصرف می شوند. اجزای اصلی این مواد عبارتند از اتیل وینیل استات و پلی وینیل استات، پلیمرهای آکریلی و استایرنی، روزین و اسیدهای رزینی. بعضی از مواد پوشش دهنده و افزودنی های شیمیایی نیز در جریان بازیافت، به مواد چسبناک و پیچیده ای تبدیل می شوند.

مواد چسبناک به دو شکل در ماشین کاغذ پدیدار می شوند: مواد جامد که مشاهده و حذف آنها نسبتا آسان است و مواد حل شدنی و معلق که مشکلات کاملا متفاوتی را سبب می شوند.

جدا شدن مواد جامد و مواد حل شدنی یا معلق به چند عامل فیزیکی و شیمیایی بستگی دارد. افزایش همزدن یا نیروهای برشی سبب افزایش غلظت مواد چسبناک معلق و کاهش ذرات جامد می شود. با افزایش PH در واحدهای مرکب زدایی نیز موقعیت مشابهی پیش می آید. به دلایلی چند فرآیند کاملا بازگشت پذیر نیستند. یعنی پس از تشکیل مواد چسبناک معلق تجمع دوباره ذرات از طریق کاهش نیروهای برشی یا تغییر PH کار ساده ای نیست.

خواص کاغذ باطله و بازیافت آن

روش های فعلی خارج کردن مواد چسبناک و کنترل آنها، مستلزم مصرف انرژی، کاهش بازده و تولید پساب است، چنانچه مواد چسبناک را نتوانیم از خمیر خارج کنیم، با مشکلات بزرگی رو به رو خواهیم شد که شدت و اهمیت آن ها تابع نوع محصول و نوع ماشین است. چنانچه مواد چسبناک در سیستم انباشته شود ممکن است با مشکلات خراب شدن ماشین و توقف تولید رو به رو شویم.

مواد چسبناک به توری آبیگری لطمه وارد می کنند و منافذ خروج آب را می بندند و در نتیجه مصرف انرژی آبیگری را به شدت بالا می برند. اگر تجمع مواد در بعضی نواحی زیاد باشد، نواحی مرطوب یا خشک و لکه بر روی نوار نمدی کاغذ پدید می آید و باعث غیر یکنواختی آن می شود. مواد چسبناک را می توان با شستشوی توری ها و پارچه ها با استفاده از حلال های مناسب خارج کرد. اما این کار از کارایی توری و کیفیت پارچه می کاهد.

مواد چسبناک ممکن است بر روی پرس ها، اتوها و تیغ های پوشش دهی نیز انباشته شوند و کارایی آن ها را کاهش دهند و احتمال برکنده شدن سطح کاغذ و پارگی در نوار نمدی کاغذ را بیشتر کنند. هنگامی که مواد چسبناک به سطح استوانه های خشک کن می چسبند، انتقال گرما را کاهش و در نتیجه مصرف انرژی را افزایش می دهند.

اگر مواد چسبناک در نهایت بر روی سطح کاغذ باقی بمانند، سبب چسبیدن لایه های کاغذ در حلقه کاغذ به هم می شوند و مشکلات جدی برای مصرف کننده به وجود می آورند. این نوع کاغذ عملاً در چاپ و تحریر و برای امور اداری قابل مصرف نیست. با انتخاب نوع خاصی از پارچه یا نمد در پرس و خشک کن ها، می توان مشکل را در پایانه خشک ماشین کاغذ برطرف کرد یا از شدت آن کاست.

بار هزینه ای این دشواری ها به دقت تعیین نشده است. به عنوان مثال، یک ساعت از کار افتادن یک ماشین بزرگ روزنامه به دلیل انباشته شدن مواد چسبناک، بیش از ۱۰,۰۰۰ پوند است که البته این بخش کوچکی از خسارت است.

با افزایش مصرف کاغذهای باطله این گرفتاری ها هم بیشتر می شود مگر اینکه چاره مناسبی اندیشیده شود. نکته آزار دهنده در مورد مواد چسبناک این است که آنها ناگهان پدیدار می شوند. در این صورت برای پیدا کردن منشأ آنها لازم است صبورانه به تحقیق و تجزیه شیمیایی آنها پردازیم. ممکن است منشأ آنها یک محموله کاغذ باطله نامناسب باشد که یک فروشنده تحویل کارخانه داده است.

این بدان معناست که باید مراقب محموله های کاغذ وارد شده به کارخانه باشیم و هر کاغذی را از فروشندگانی که استاندارد ها را رعایت نمی کنند تحویل نگیریم. گاهی اوقات منشأ مشکلات یک محصول جدید و ناشناخته کاغذی است. یک مثال کاغذهای نسوز ویژه پختن غذا است که چند سال قبل وارد بازار شدند.