



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۶۶۹

چاپ اول

ISIRI

8669

1st. edition

**معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی
در فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ**

**Specification and criteria for
electrical energy consumption
in processes of aluminium production**

بسمه تعالی»

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره (۵) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.


مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.


مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.


همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳ 

دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک - صندوق پستی : ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹


تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸ 

تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۸۷۹۴۶۱-۵ 

دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۸۷۰۸۰-۸۸۸۷۱۰۳ 

بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ - دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ 


پیام نگار: Standard @ isiri.or.ir 

بهاء: ۱۲۵۰ ریال 

 **Headquarters :Institute Of Standards And Industrial Research Of IRAN**

P.O.Box: 31585-163 Karaj – IRAN

 **Tel.(Karaj): 0098 (261) 2806031-8**

 **Fax.(Karaj): 0098 (261) 2808114**

Central Office : Southern corner of Vanak square , Tehran

P.O.Box: 14155-6139 Tehran - IRAN

 **Tel.(Tehran): 0098(21)8879461-5**

 **Fax.(Tehran): 0098 (21) 8887080,8887103**

 **Email: Standard @ isiri.or.ir**

 **Price: 1250”RLS**

کمیسیون استاندارد "معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی در فرآیندهای تولید فمیر و کاغذ"

رئیس

بختیار، محسن

(فوق لیسانس اقتصاد)

سمت یا نمایندگی

معاون وزیر نیرو در امور انرژی

اعضاء اصلی

روشن منش، مهدی

(لیسانس مهندسی مکانیک)

عفت نژاد، رضا

(دکترای مهندسی برق)

متصدی، سعید

(دکترای مهندسی مکانیک)

موهبتی، طاهر

(لیسانس مهندسی عمران)

نقیسی، فرهاد

(لیسانس مهندسی مکانیک)

وزارت صنایع و معادن

وزارت نیرو - معانت امور انرژی

سازمان حفاظت محیط زیست

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

وزارت نفت - سازمان بهینه سازی مصرف

سوخت کشور

اعضاء کارشناسی

اسفندیاری، علی محمد

(فوق لیسانس مدیریت محیط زیست)

اکبری، حشمت الله

(فوق لیسانس انرژی)

اکبری سیار، محمد

(لیسانس مهندسی برق)

بهرامی، حسین

(لیسانس مهندسی برق)

توحیدی، ماشاءالله

(فوق لیسانس مهندسی هواشناسی)

حیدریان سامانی، شهرام

(فوق لیسانس اقتصاد انرژی)

وزارت صنایع و معادن

وزارت نیرو - معانت امور انرژی

وزارت نیرو - سازمان بهره وری انرژی ایران

وزارت نیرو - سازمان بهره وری انرژی ایران

سازمان حفاظت محیط زیست

سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

وزارت نیرو- سازمان بهره وری انرژی ایران	دودایی نژاد، امیر (لیسانس مهندسی مکانیک)
وزارت نیرو- توانیر	رضائی، حمزه (لیسانس مهندسی برق)
وزارت نفت	زروانی، رامش (لیسانس شیمی)
سازمان حفاظت محیط زیست	زندى، مسعود (فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)
وزارت نیرو- معانت امور انرژی	فانی، مریم (فوق لیسانس مکانیک)
وزارت صنایع و معادن	شمسی، فرشید (لیسانس مهندسی صنایع)
موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	خضرائی، آزیتا (فوق لیسانس مهندسی هسته ای)
موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران	شیخ حسینی، شکوفه (فوق لیسانس مهندسی صنایع)
کارخانه کاغذ پارس	محمدی، عبد الحمید (لیسانس شیمی)
کارخانه چوب و کاغذ مازندران	کیاسری، محمد رضا (لیسانس مهندسی برق)
کارخانه چوکا	چارانی، محمدرضا (لیسانس مهندسی برق)
وزارت نیرو- معانت امور انرژی	زارع، مهدی (فوق لیسانس انرژی)
وزارت نیرو- معانت امور انرژی	نی ساز، حمید (فوق لیسانس انرژی)
وزارت نیرو- معانت امور انرژی	دبیر صادق زاده، سید محمد (دکترای مهندسی برق)

1 فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	پیش گفتار
پ	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۱-۳ مصرف انرژی ویژه
۳	۲-۳ بخش‌های مختلف در فرآیند تولید خمیر و کاغذ
۷	۴ معیارهای مصرف انرژی و گروه بندی انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ
۷	۱-۴ گروه بندی انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ
۸	۲-۴ معیار مصرف انرژی در انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ موجود در کشور
۹	۳-۴ معیار مصرف انرژی در فرآیندهای جدیدالاحداث تولید خمیر و کاغذ
۹	۵ نحوه ارزیابی و اندازه گیری مصرف انرژی
۹	۱-۵ نحوه اندازه گیری و محاسبه مصرف انرژی (حرارتی و الکتریکی) در یک سال
۱۰	۲-۵ نحوه اندازه گیری و محاسبه میزان کاغذ تولیدی در یک سال
۱۰	۳-۵ نحوه محاسبه مصرف انرژی ویژه

پیش گفتار

استاندارد " معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی در فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ " که پیش نویس آن به وسیله معاونت امور انرژی وزارت نیرو تهیه و تدوین شده و در جلسه اصلی کمیته تصویب معیارهای مصرف انرژی در وزارت نیرو مورخ ۱۳۸۴/۱۱/۲۹ مطابق مواد قانونی بند (الف) ماده ۱۲۱ قانون برنامه پنجساله سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران و مصوبات شورای عالی استاندارد به تصویب رسیده است، اینک به استناد بند ۱ ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ به عنوان استاندارد رسمی ایران منتشر می گردد.

برای حفظ همگامی و هماهنگی باتحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود. منابع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است:

۱- "تدوین معیار مصرف انرژی در صنعت تولید کاغذ"، سازمان بهره وری انرژی ایران، ۱۳۸۴

مقدمه

کارخانجات کاغذ سازی در کشور در حال حاضر از مصرف انرژی بالایی در مقایسه با صنایع مشابه در دیگر کشورها برخوردارند. با توجه به یارانه های پرداختی دولت مربوط به قیمت برق و فرآورده های نفتی در داخل کشور ، محدودیت منابع سوخت فسیلی ، آلودگی زیست محیطی ، رشد بالای مصرف سالانه انواع انرژی در ایران و عدم کارآیی فنی و اقتصادی در مصرف انرژی ، مدیریت مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی در این گروه از صنایع امری لازم و ضروری است.

بر طبق ماده ۱۲۱ قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی (تنفیذی در ماده ۲۰ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی ، اجتماعی و فرهنگی) ، دولت موظف است به منظور اعمال صرفه‌جویی ، منطقی کردن مصرف انرژی و حفاظت از محیط زیست نسبت به تهیه و تدوین معیارها و مشخصات فنی مرتبط با مصرف انرژی در تجهیزات ، فرایندها و سیستم‌های مصرف کننده انرژی ، اقدام نماید ، به ترتیبی که کلیه مصرف کنندگان و وارد کنندگان این تجهیزات ، فرایندها و سیستم‌ها ملزم به رعایت این مشخصات و معیارها باشند. معیارهای مذکور توسط کمیته‌ای متشکل از نمایندگان وزارت نیرو ، وزارت نفت ، مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، سازمان حفاظت محیط زیست و وزارتخانه ذیربط تدوین می‌شود.

همچنین بر اساس مصوبات شورای عالی استاندارد پس از تصویب استانداردهای مربوط در کمیته مزبور ، این استانداردها بر طبق آئین نامه اجرایی قانون فوق الذکر همانند استانداردهای اجباری توسط مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به اجرا در خواهد آمد .

معیارها و مشخصات فنی مصرف انرژی در

فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین معیار مصرف انرژی در فرآیندهای مختلف تولید خمیر و کاغذ می‌باشد در این استاندارد نحوه ارزیابی و اندازه‌گیری میزان انرژی مصرفی در فرآیند تولید خمیر و کاغذ ارائه می‌شود.

۲-۱ دامنه کاربرد

فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ در دامنه کاربرد این استاندارد قرار می‌گیرند. این فرآیندها به شرح زیر می‌باشند:

۱- فرآیند شیمیایی سولفات (کرافت) به همراه استفاده از کاغذ باطله (Kraft)

۲- فرآیند سولفیت خنثی نیمه شیمیایی^۱ (NSSC)

۳- فرآیند نیمه شیمیایی - مکانیکی^۲ (CMP)

۴- فرآیند شیمیایی سودا (Soda)

۵- فرآیند توام NSSC و CMP

۶- فرآیند مکانیکی پر اکسید قلیایی^۳ (APMP)

۷- فرآیند مکانیکی آسیابی^۴ (SGW)

۸- فرآیند مکانیکی پالایش شده^۵ (RMP)

۹- فرآیند ترمومکانیکی^۱ (TMP)

^۱ Neutral Sulfite Semi Chemical Pulp

^۲ Chemical Mechanical Pulp

^۳ Alkaline Peroxide Mechanical Pulp

^۴ Stone Ground Wood

^۵ Refiner Mechanical Pulp

۱۰- فرآیند مکانیکی آسیابی تحت فشار (PGW)

در این استاندارد، محصول کاغذ از انواع کاغذ چاپ و تحریر، روزنامه، فلوتینگ، لاینر و مقوا که با یکی از فرآیندهای فوق تولید شده باشد مورد نظر است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند. درمورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. با این وجود بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. درمورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/ یا تجدید نظر، آخرین چاپ و/ یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱- استاندارد ملی ایران ۴۱۲۰ (۱۳۸۳): کاغذهای چاپ و تحریر - ویژگیها و روش آزمون

۲- استاندارد ملی ایران ۱۷۴۳ (۱۳۸۱): کاغذ روزنامه - ویژگیها و روش آزمون

۳- استاندارد ملی ایران ۴۵۴۱ (۱۳۷۷): کاغذ کرافت سبک - ویژگیها و روش آزمون

۴- استاندارد ملی ایران ۳۰۵۴ (۱۳۷۷): کاغذ لاینر - ویژگیها و روش آزمون

۵- استاندارد ملی ایران ۳۴۸۸ (۱۳۷۳): کاغذ فلوتینگ - ویژگیها و روش آزمون

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر تعاریف استانداردهای ملی ایران ۴۱۲۰، ۱۷۴۳، ۴۵۴۱، ۳۰۵۴ و ۳۴۸۸، اصطلاحات و/ یا واژه‌ها با تعاریف زیر به کار می‌رود.

⁶ Thermo Mechanical Pulp

⁷ Pressurized Ground Wood

۳-۱ مصرف انرژی ویژه (SEC) ^

مصرف انرژی ویژه در فرآیند تولید کاغذ عبارت است از نسبت میزان کل انرژی مصرفی (مجموع انرژی الکتریکی و حرارتی) بر میزان محصول کاغذ تولیدی. مصرف انرژی ویژه بر حسب گیگاژول بر هر تن کاغذ تولیدی بیان می‌شود. براین اساس، در فرآیند تولید کاغذ مصرف انرژی ویژه با استفاده از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$SEC_t = \frac{m_f \times H_V + E_C \times (0.0108)}{t}$$

که در آن :

m_f : مصرف سوخت (بر حسب لیتر ، نرمال متر مکعب ، کیلوگرم)

H_V : ارزش حرارتی واحد سوخت مصرفی (بر حسب GJ/lit ، GJ/Nm^3 و GJ/Kg)

E_C : انرژی الکتریکی مصرفی (بر حسب KWh)

t : میزان تولید محصول (بر حسب تن)

$0.0108 =$ ضریب تبدیل استاندارد انرژی الکتریکی (بر حسب کیلووات ساعت) به انرژی حرارتی

(بر حسب گیگاژول)

به منظور سهولت دراین استاندارد به مصرف انرژی ویژه ، (E_t) اطلاق می‌شود .

یادآوری ۱: ارزش حرارتی سوخت مصرفی، طبق اعلام رسمی مراجع ذیصلاح و بر اساس ارزش حرارتی

سوخت هر منطقه در نظر گرفته می‌شود.

۳-۲ بخش‌های مختلف در فرآیند تولید خمیر و کاغذ

به طور کلی بخش‌های مختلف در فرآیند تولید خمیر و کاغذ به سه بخش کلی به شرح زیر تقسیم

بندی

می شوند:

الف- بخش آماده سازی

چوب ، الیاف گیاهی و مواد اولیه از خارج به بخش آماده سازی منتقل شده و این مواد در این بخش برای عملیات جداسازی الیاف آماده می شوند.

ب بخش خمیر سازی و بازیابی مواد شیمیایی

در این بخش با توجه به نوع فرآیند، عملیات پخت، جدا کردن الیاف، تهیه خمیر اولیه (Pulping) و شستشوی خمیر و پالایش صورت می گیرد. محلول حاصل از شستشوی خمیر که حاوی مقادیر زیادی از مواد شیمیایی مورد نیاز است، به بخش بازیابی مواد شیمیایی ارسال شده و مواد شیمیایی همراه آن بازیابی می گردد. در ضمن مواد آلی همراه با محلول، در بویلر بازیابی سوزانده شده و بخشی از انرژی مورد نیاز کارخانه نیز تأمین می گردد.

پ بخش تولید کاغذ

در این بخش عملیات تهیه محلول رقیق از الیاف^۹، تشکیل ورقه یا لایه ترکاغذ و نیز انتقال ورقه از توری به پرس ، فشردن و خشک کردن کاغذ و سر انجام برش و بسته بندی محصول نهایی انجام می شود.

۳-۳ فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ

از آنجا که بخش تولید کاغذ (ماشین کاغذ) در همه فرآیندهای تولید کاغذ یکسان است، بنابراین فرآیندهای مختلف تولید خمیر و کاغذ با توجه به نوع فرآیند خمیر سازی تفکیک می شوند. انواع فرآیندهای خمیر سازی

بصورت زیر است:

^۹ Stock Preparation

۳-۳-۱ فرآیندهای خمیر سازی شیمیایی

در این نوع خمیر سازی، ماده فیبری به کمک محلولهای شیمیایی، تحت فشار و در دمای بالا پخته میشود. طی فرآیند پخت بخش عمده ای از لیگنین موجود در ماده اولیه به همراه بخشی از هموسلولز در محلول پخت حل میشود. در صورتیکه هدف نهایی تولید خمیر سفید باشد معمولاً تلاش میشود که بیشترین مقدار لیگنین در عملیات پخت حذف شود. ولی در صورتیکه هدف تولید خمیر قهوه ای باشد، عملیات پخت با شدت کمتری انجام میشود. خمیر سازی کرافت و سودا، دو تکنولوژی عمده خمیر سازی شیمیایی هستند.

الف- خمیر سازی سولفات یا کرافت (Kraft Pulp)

عمده ترین نوع خمیر سازی شیمیایی، فرآیند کرافت است. در فرآیند کرافت، ماده اولیه به کمک محلولهای شیمیایی حاوی هیدرواکسید سدیم و سولفید سدیم ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$) تحت فشار و در دمای بالا پخته میشود. خمیر حاصل از اجرای فرآیند کرافت در مقایسه با خمیر حاصل از سایر فرآیندها، از مقاومت فیزیکی بالاتری برخوردار است و به همین دلیل از کلمه آلمانی کرافت به معنای قوی و محکم برای این روش استفاده شده است. انواع چوبهای نرم، سخت و حتی الیاف غیر چوبی با این روش پخته میشوند. طیف گسترده ای از خمیرها با درجات پخت متفاوت را میتوان از این روش تولید نمود.

ب- خمیر سازی سودا (Soda Pulp)

در این روش ماده سلولزی به کمک محلولی از هیدروکسید سدیم در دما و فشار بالا پخته میشود. از این روش معمولاً برای الیاف سلولزی غیر چوبی مانند باگالس و سایر بازمانده های فیبری گیاهان استفاده میشود. معمولاً

بازده و مقاومت خمیر حاصل از این روش در مقایسه با روش کرافت کمتر است.

۳-۳-۲ فرآیندهای خمیر سازی مکانیکی

در این فرآیندها، عملیات پخت فیبر بدون مصرف مواد شیمیایی و به صورت مکانیکی انجام میشود. در برخی از فرآیندها (ترمو مکانیکی) از بخار فشار بالا نیز در عملیات خمیر سازی جهت جدا سازی فیبرها استفاده میشود. در این شرایط عملاً لیگنین حذف نمی‌شود، بلکه ساختمان ماده سلولزی در هم شکسته می‌شود. وجود لیگنین سبب سفت و سخت شدن کاغذ و زرد شدن آن به‌مرور زمان میگردد. بازده این فرآیندها از فرآیندهای شیمیایی و ترکیبی بالاتر است. اما خمیر حاصل از مقاومت فیزیکی کمتری برخوردار بوده و قابل سفید کردن نمی باشد. در خمیر سازی مکانیکی معمولاً از چوبهای نرم استفاده می‌گردد تا به کمک فیبرهای بلندشان به خمیر استقامت بیشتری ببخشند. مهمترین روشهای تولید خمیر مکانیکی بصورت زیر است.

الف- خمیر سازی مکانیکی آسیابی (Stone Ground Wood)

در این فرآیند چپس های کوتاه درختان تماماً به آسیاب وارد می‌شوند. سایش چرخ آسیاب به روی چوب به طور فیزیکی فیبرهای چوب را جدا می‌سازد. فرآیند آسیاب معمولاً اتوماتیک و پیوسته است.

ب- خمیر سازی مکانیکی پالایش شده (Refiner Mechanical Pulp)

در این فرآیند از چپس چوب برای تولید کاغذ استفاده میشود. کاغذ تولیدی به نسبت کاغذ تولیدی فرآیند SGW دارای استحکام بیشتری است. زیرا در این فرآیند ، نسبت به فرآیند SGW ، خسارت کمتری به فیبرها وارد میشود.

پ- خمیر سازی ترمومکانیکی (Thermo Mechanical Pulp)

این نوع خمیر سازی در میان روشهای مختلف خمیر سازی مکانیکی، تجارتي ترین نوع محسوب میشود. این فرآیند نتیجه اصلاح فرآیند RPM است. در TMP چپسهای چوب برای چندین دقیقه تحت فشار بخارزنی میشوند . سپس در یک و یا دو مرحله پالایش میشوند.

ت- خمیر مکانیکی آسیابی تحت فشار (Pressurized Ground Wood)

در خمیر سازی PGW چپس های درختان از میان محفظه گرم و تحت فشار عبور نموده و وارد چرخهای آسیاب میشود. حرارت و فشار، به جداسازی فیبرها، کاهش شکست فیبرها در فرآیند آسیاب و ارتقا کیفیت خمیر کمک میکند. هر چه فیبرها بلندتر باشند کاغذ تولیدی نسبت به کاغذ تولیدی از SGW دارای مقاومت بالاتری خواهد بود.

۳-۳-۳ فرآیندهای خمیرسازی ترکیبی (مکانیکی- شیمیایی)

در این فرآیندها از آسیاب کردن (مکانیکی) و پخت همزمان (با مواد شیمیایی) استفاده میشود. این فرآیندها تلفیقی از خمیرسازی شیمیایی و مکانیکی هستند.

الف- خمیر سازی نیمه شیمیایی- مکانیکی (Chemical Mechanical Pulp)

در فرآیند CMP، با اشباع سازی چپس با پر اکسید قلیایی در مراحل اولیه و ثانویه پالایش خمیر، کاغذ تولید میشود. بدین ترتیب خمیر با کیفیتی بدست می آید که میتواند جایگزین مناسبی برای خمیر شیمیایی چوب های سخت باشد. مزیت عمده این فرآیند استفاده بهینه از منابع چوبهای سخت است.

ب- خمیر سازی مکانیکی پر اکسید قلیایی (Alkaline Peroxide Mechanical Pulp)

در این نوع فرآیند، ابتدا خمیر از روش مکانیکی تولید شده و سپس در مرحله پالایش، پر اکسید هیدروژن و آلکالین به طرق مختلف و همراه با تثبیت کننده های پراکسید مختلف، به فیبرها اعمال میگردد. این عملیات میتواند قبل و یا در طی فیبر زدائی انجام پذیرد.

پ- خمیر سازی سولفیت فنئی نیمه شیمیایی Neutral Sulfite Semi Chemical

(Pulp)

در این فرآیند ابتدا الیاف بطور جزئی با استفاده از محلول خنثی سولفیت سدیم پخت شده و سپس در آسیاب فیبر زدائی میشود.

۴ معیارهای مصرف انرژی و گروه‌بندی انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ

۴-۱ گروه‌بندی انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ

گروه‌بندی فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ با توجه به بند ۱-۲ بصورت جدول ۱ می باشد.

جدول ۱ : گروه‌بندی انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ

گروه فرآیند	نوع فرآیند
۱	فرآیند کرافت به همراه استفاده از کاغذ باطله (Kraft)
۲	فرآیند شیمیایی سودا (Soda)
۳	فرآیند نیمه شیمیایی - مکانیکی (CMP)
۴	فرآیند سولفیت خنثی نیمه شیمیایی (NSSC)
۵	فرآیند توام NSSC و CMP
۶	فرآیند مکانیکی پر اکسید قلیایی (APMP)
۷	فرآیند مکانیکی آسیابی (SGW)
۸	فرآیند مکانیکی پالایش شده (RMP)
۹	فرآیند ترمومکانیکی (TMP)
۱۰	فرآیند مکانیکی آسیابی تحت فشار (PGW)

۴-۲ معیار مصرف انرژی در

انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ موجود در کشور

معیار مصرف انرژی برای انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ موجود در کشور، مطابق جدول ۲ می باشد.

جدول ۲ : معیار مصرف انرژی در انواع فرآیندهای تولید خمیر و کاغذ موجود در کشور

گروه فرآیند	معیار مصرف انرژی (گیگاژول برتن کاغذ تولیدی)
-------------	---

مصرف ویژه انرژی (E_t) از سال ۹۳ به بعد (مرحله چهارم)	مصرف ویژه انرژی (E_t) در سال ۹۰-۹۲ (مرحله سوم)	مصرف ویژه انرژی (E_t) در سال ۸۷-۸۹ (مرحله دوم)	مصرف ویژه انرژی (E_t) در سال ۸۵-۸۶ (مرحله اول)	
$E_t \leq 29.8$	$E_t \leq 32.4$	$E_t \leq 36$	$E_t \leq 41.4$	۱
$E_t \leq 38.5$	$E_t \leq 43$	$E_t \leq 49$	$E_t \leq 55.4$	۲
$E_t \leq 28.4$	$E_t \leq 31.2$	$E_t \leq 33.8$	$E_t \leq 35.6$	۳
$E_t \leq 17.2$	$E_t \leq 18.8$	$E_t \leq 20.4$	$E_t \leq 21.5$	۴
$E_t \leq 21.7$	$E_t \leq 23.9$	$E_t \leq 25.8$	$E_t \leq 27.2$	۵

۳-۴ معیار مصرف انرژی در فرآیندهای جدیدالامداث تولید خمیر و کاغذ

معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای جدیدالاحداث تولید خمیر و کاغذ مطابق جدول ۳ می باشد.

جدول ۳: معیار مصرف انرژی برای فرآیندهای جدیدالامداث تولید خمیر و کاغذ

معیار مصرف انرژی طی ۸ سال آینده (گیگاژول برتن کاغذ تولیدی)	گروه فرآیند (رجوع شود به بند ۴-۱)
$E_t \leq 25$	۱
$E_t \leq 34$	۲
$E_t \leq 25$	۳
$E_t \leq 17$	۴
$E_t \leq 24$	۶
$E_t \leq 16$	۷
$E_t \leq 17$	۸
$E_t \leq 17$	۹
$E_t \leq 11$	۱۰

یادآوری:
آغاز

مرحله اول اجرای این استاندارد آذرماه ۱۳۸۵ خواهد بود.

یادآوری ۲: واحدهای جدید الاحداث به واحدهای تولیدی اطلاق میگردد که پس از تصویب این استاندارد

مبادرت به خرید ماشین آلات و احداث خط تولید می نمایند.

۵ نمونه ارزیابی و اندازه‌گیری مصرف انرژی

ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد مصرف انرژی در هر فرآیند بصورت سالانه انجام می‌گیرد. بهترین زمان ترجیحی ماههای پایانی هر سال می‌باشد.

۵-۱ نمونه اندازه‌گیری و محاسبه مصرف انرژی (حرارتی و الکتریکی) در یک سال

برای ارزیابی عملکرد انرژی فرآیندهای موجود، از مستندات رسمی مصرف انرژی شامل قبوض سوخت و برق مصرفی صادره از سوی سازمانهای ذیصلاح و مستندات رسمی تولید استفاده میشود.

۵-۲ نمونه اندازه‌گیری و محاسبه میزان کاغذ تولیدی در یک سال

میزان کاغذ تولیدی هر فرآیند تولید کاغذ، بر اساس مقادیر اعلام شده توسط تولیدکننده در نظر گرفته می‌شود.

مقدار تولید که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود باید با مقادیر قید شده در دفاتر و اسناد موجود در واحد تولیدی مطابقت نماید.

۵-۳ نمونه محاسبه مصرف انرژی ویژه (E_t)

مصرف انرژی ویژه (E_t) با استفاده از مقادیر سالیانه مصرف انرژی حرارتی و الکتریکی (بر اساس بند ۵-۱) و مقادیر سالیانه تولید محصول کاغذ (براساس بند ۵-۲) و بر اساس رابطه مصرف ویژه انرژی مندرج در بند ۳-۱ محاسبه می‌شود.