الباب الثانى عشر
صناعة الورق

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الثاني عشر

صناعة الورق

تقوم صناعة الورق على السليلوز الموجود فى أخشاب الأشجار وبعض أجزاء النباتات أو بعض المخلفات النباتية مثل قش الأرز ومصاصة القصب .

والسليلوز عبارة عن كربوهيدرات عديد ا لتسكر يتكون من وحدات من الجلوكوز مرتبطة مع بعضها البعض بروابط جليكوزيدية . تحميض المحلول ولا يترسب الجاما ويطلق على البيتا والجاما سليلوز الهيمسليلوز ويطلق على الأنواع الثلاثة الهلوسليلوز .

ويمكن الحصول على السليلوز من ألياف الخشب بعد إزالة اللجنين منها . واللجنين هو المادة التى تربط ألياف السليلوز ببعضها البعض ويوجد اللجنين بنسب مختلفة فى الأخشاب والألياف النباتية الأخرى ويختلف تركيبه باختلاف المصدر .

وتمر صناعة الورق بمرحلتين :

1- عملية تحضير اللب (تحويل ألياف الخشب الصلبة الجافة إلى اللب) .

2- تحويل اللب إلى ورق .

أولاً : عملية تحضير اللب :

ويقصد بها تحويل ألياف الخشب الصلبة إلى عجينة (اللب) . ويسبق هذه العملية تقطع الخشب وتقشيطه إلى شرائح تنظف وتنقع فى ماء ساخن ليسهل تقسيره . ويتم تحضير اللب بإحدى الطرق الآتية :

1- الطريقة الكيميائية :

توجد عدة طرق كيميائية يمكن من خلالها تحضير اللب اللازم لصناعة الورق:

أ- طريقة كرافت :

وفيها يتم خلط ألياف الخشب بهيدروكسيد الصوديوم وكبريتيد الصوديوم وكربونات الصوديوم بنسب تعتمد على نوعية الخشب المستخدم . وتتم عملية الطبخ فى أواني دوارة عند درجة حرارة 50-120° م وضغط 1-2 جو ولمدة 4-5 ساعات بعدها تغسل العجينة للتخلص من المواد الكيميائية الزائدة .

ويعمل هيدروكسيد الصوديوم فى هذه الطريقة على إذابة السكريات الخماسية ويعادل الأحماض الناتجة من عملية الطبخ ويساعد فى إذابة السكريات الخماسية ويعادل الأحماض الناتجة من عملية الطبخ ويساعد فى إذابة اللجنين ويحلله . ويعمل كبريتيد الصوديوم على الإسراع فى عملية إذابة اللجنين . وتعمل كربونات الصوديوم على توازن محاليل الطبخ وتقلل من معدل تكسير السكريات العديدة .

وهذه الطريقة تعطى ورق أسمر اللون قوى الألياف صعب التبيض لوجود اللجنين ويصنع منه علب التغليف وورق الكرتون .

ب- طريقة الصودا :

وفيها يتم معالجة ألياف الخشب بمحلول هيدروكسيد الصوديوم 30-40% عند درجة حرارة 80-90°م وتحت ضغط من 6-8 جو . وتستمر عملية الطبخ من 3-4 ساعات وبعدها تغسل العجينة للتخلص من هيدروكسيد

الصوديوم الزائدة . والورق المصنوع من هذه الطريقة يكون ضعيف قصير الألياف وعادة ما يستخدم مخلوط بأنواع أخرى طويلة الألياف لتصنيع أوراق الكتب والمجلات .

جـ- طريقة الكبريتيت الحامضية :

وفيها يتم معالجة ألياف الخشب باستخدام ثاني أكسيد الكبريت SO_2 الناتج من حرق الكبريت فى الهواء . ويعمل حمض الكبريتوز HSO_3 المتكون على إزالة جزء من اللجنين وجزء من البيتا والجاما سليلوز . وتستمر عملية الطبخ من 6-12 ساعة عند درجة حرارة 30-180°م وتحت ضغط 2-3 جو . بعدها يتم غسل العجينة بماء ساخن للتخلص من الأملاح . وهذه الطريقة تعطى ورق سهل التبييض ضعف وقصير الألياف يستخدم فى صناعة ورق الكتابة وأوراق التغليف .

2- الطريقة الميكانيكية :

ويتم فيها تقطيع الأخشاب إلى كتل مناسبة ثم تقشر وينزع اللحاء بطريقة ميكانيكية . بأن تمر كتل الخشب على آلات ذات سكاكين حادة موضوعة أفقياً فى مواجهة قرص دوار مثبت عليه عدد من السكاكين . وبعد إزالة اللحاء توضع الكتل الخشبية فى مواجهة قرص مسنون يدور بسرعة كبيرة يعمل على تفتيت الخشب الذي يتم حمله بواسطة تيار من الماء إلى مصافي سلكية تسمح بمرور فتات الخش فقط . وألياف هذه الطريقة صالحة لصناعة أنواع غير جيدة من الورق لأن السليلوز لازال متحد باللجنين وبه بعض الشوائب الأخرى . وتستخدم هذه الطريقة فى إنتاج ورق الصحف والأوراق الرخيصة .

3- الطريقة نصف الكيميائية :

وفيها يتم معالجة اللب الميكانيكي الناتج من الطريقة السابقة بالسلفنة للتخلص من جزء من اللجنين ويتبع ذلك تحلل مائياً للهيمسليلوز . وبعد ذلك تتم عملية طبخ للب بإحدى الطرق الكيميائية ولكن لزمن أقل من 30-50 دقيقة . ويفقد اللب فى هذه الطريقة من 15-35% من مكوناته وعادة ما تستخدم هذه الطريقة للأخشاب القوية لإنتاج الأوراق القوية السميكة والتى تستخدم فى المجلات وغلاف الكتب .

ثانياً : تحويل اللب إلى ورق :

يوجد نوعين من اللب :

1- اللب القصير الألياف Hard pulp (Long fiber pulp)

2- اللب طويل الألياف Short pulp (Short fiber pulp)

وتمر عملية تحويل اللب إلى ورق بمراحل مختلفة .

1- عملية التبيض :

أثناء عملية تحضير اللب لا يمكن التخلص من جميع المواد العضوية الموجودة فى ألياف الخشب ومنها اللجنين ولذا تجرى عمليات التبيض للتخلص من المواد العضوية واللجنين عن طريق إمرار غاز الكلور على اللب المطبوخ المبلل ويلى ذلك المعالجة بالصودا الكاوية ثم محلول هيبوكلوريت الكالسيوم حيث يتولد الأكسجين الذي يتحد مع الشوائب والمواد العضوية ويعطى مواد ذائبة فى الماء يمكن إزالتها بالغسيل المتكرر .

2- تحضير ألواح اللب :

يمر معلق اللب فى الماء على شبكة سلكية متحركة تعمل على تصفية الماء وترسيب الألياف على هيئة غشاء سميك يتم عصره بالضغط لشفط الماء منه فتتحول الألياف إلى شكل ألواح سمكية تنقل إلى حيث يصنع الورق .

3- عملية تفكيك اللب وتجانسه :

ويتم فيها تحويل ألواح الألياف السليلوزية إلى ألياف قصيرة متفككة ومتجانسة باستخدام العجانات . والعجانة عبارة عن اسطوانة معدنية توزع على سطحها سكاكين طويلة تمر الألياف بين السكاكين والتى تدور بسرعة عالية فتحدث لها التفكك والتجانس المطلوب . وقد تخلط الألياف ببعض الإضافات لتحسين خواص الورق . تضاف المواد المالئة مثل بودرة التلك والتى تعمل على ملأ الفراغات بين الألياف وتقليل تلصقها . وتضاف مواد رابطة مثل النشا تعمل على تجميع الألياف القصيرة . وتضاف مواد قاتلة ومانعة لنمو البكتريا والفطريات لمنع تعفن الورق أثناء النقل والتخزين .

4- عملية إعداد الورق :

بعد تفتيت اللب وتجانسه يسحب إلى الخزانات حيث يتم خلط الألياف الطويلة بالألياف القصيرة بالنسب المطلوبة حسب نوع المنتج النهائي ويضاف الماء إلى المخلوط ويمزج به حتى يصبح اللب فى صورة عالق . ويتم سحب معلق اللب ورشه على شبكة من السلك الضيق يسمح بتصفية الماء وترسيب اللب على هيئة شريحة (Sheet) منتظمة السمك . تمر هذه الشريحة على عدة درافيلات تعمل على عصر وضغط وكبس اللب على صورة شريط يمر شريط الورق المكبوس على درافيل ساخن للتجفيف بعدها يمر الورق الجاف

(نسبة رطوبة 5-8%) على اسطوانات للصقل ثم يلف الورق على بكـــر أو يقطع شرائح حسب الحجم والشكل المطلوب . وتستغرق مرحلة تحويل اللـــب إلى ورق حوالي ساعتين .

الاختبارات الخاصة للورق :

1- تعيين سمك الورق :

يعرف سمك الورقة على أنه المسافة العمودية بين الوجهيين الأساسيين للورقة . ويقاس أتوماتيكياً باستخدام الميكروميتر حيث يقطع من العينة الواحدة عشرة شرائح بطول 4 سم وتأخذ على الشريحة خمسة قراءات علـــى أبعـــاد متساوية 6 مل فى إتجاه خط عمودي على الجهاز ثم نأخذ المتوسط .

2- تعيين نسبة الرطوبة :

تؤثر نسبة الرطوبة تأثيراً ملموساً على الخواص الفيزيائية للـــورق . وتعين بأن توزن العينة فى إناء مغلق وزناً دقيقاً ثم يرفع الغطـــاء وتوضـــع العينة فى الفرن عند درجة حرارة 105°م ولمدة ساعة ثم تغلق وتترك لتبـــرد إلى درجة حرارة الغرفة ويراعى فتح الغطاء عدة مـــرات للســـماح بـــدخول الهواء وتحسب الرطوبة كنسبة مئوية من الوزن الأصلي .

3- اختبار قوة الشد والاستطالة :

تعرف قوة الشد على أنها أكبر قوة شد لكل وحـــدة طـــول تتحملهـــا شريحة من الورق قبل أن تنقطع عند ظروف التجربة .

وتعرف الاستطالة على أنها الاستجابة للشد التى تحدثها شريحة من الورق قبل تمزقها عند ظروف التجربة .

ويستخدم لذلك ماكينة شد خاصة حيث تربط شريحة طويلة من الورق فى الفك العلوي للجهاز ثم يؤثر على طرفها الآخر بشد ميكانيكي يتدرج حتى يحدث القطع وتكرر التجربة عدة مرات ويأخذ المتوسط . وتقاس أقصى استطالة لشريحة قبل القطع وتأخذ قراءات الشد عند القطع .

4- اختبار قوة الانفجار :

ويتم فيها عمل شريحة من الورق وتثبت على رأس أسطوانة مفرغة ويضغط عليها بهواء مضغوط من الداخل حتى تنفجر شريحة الورق . وبقراءة ضغط الهواء يتم تحديد قوة الانفجار وتكرر التجربة عدة مرات ويأخذ المتوسط .

5- تعيين درجة البياض :

تستخدم هذه الطريقة لتعيين درجة البياض للورق الأبيض والغير مصبوغ . وتعتبر درجة البياض مقياس لمعامل الانعكاس بالمقارنة مع مادة قياسية مثل أكسيد الماغنسيوم . وفى التجربة يتم إسقاط شعاع ضوئي معلوم الشدة على سطح عينة من الورق ثم يقاس شدة الإشعاع الضوئي المنعكس عند 45°م وتقارن هذه الشدة بشدة الشعاع المنعكس من المادة القياسية وتعين درجة البياض كنسبة مئوية .

6- تعيين نسبة الالفاسليلوز :

يعرف الالفاسليلوز هنا على أنه الجزء من ألياف الورق الذي يـذوب فى محلول هيدروكسيد الصوديوم 17.5% وفى التجربة تـتم معاملـة وزن معلوم من الورق بمحلول 17.5% هيدروكسيد صوديوم ولمدة 10 دقـائق . يجفف بعدها الخليط بالماء المقطر وحتى يصل تركيز هيدروكسيد الصوديوم إلى 7.3% ثم تترك لمدة ساعة . يتم بعدها فصـل الالفاسـليلوز بالترشـيح وتعيين كميته حجمياً بعد أكسدته بثاني كرومات البوتاسيوم .

7- تعيين نسبة الرماد المتبقي بعد الحرق :

الرماد المتبقي بعد الحرق يمثل المكونات المعدنية التـي قـد تكـون موجودة فى اللب الذي صنع منه الورق أو مواد غير عضوية تخلفـت عـن كيمياويات تصنيع الورق أو مواد غريبة التقطت بواسطة الورق خلال عملية التصنيع .

وتجرى التجربة بوزن بوتقة فارغة وتغطيتها ثم حرقها عنـد 900°م حتى ثبات الوزن . ثم تترك لتبرد فى جو جاف ثم تنقل إليها عينة من الورق ويعاد وزنها ثم توضع فى الفرن الحراري عند 100°م وبدون غطاء ثم ترفع درجة الحرارة تدريجياً إلى 900°م ثم تحسب نسبة الرماد المتبقي إلى نسـبة العينة الخالية من الرطوبة .

الأسئلة

1- أشرح مراحل صناعة الورق ؟

2- أكتب مذكرات عن :

أ- طريقة كرافت .

ب- الطريقة الميكانيكية .

ج- طريقة الكبريتيت الحامضية .

3- أذكر مراحل تحويل اللب إلى ورق ؟

4- أشرح الاختبارات الخاصة بالورق ؟

obeikandl.com