الصناعات السليولوزية

تقوم الصناعات السليولوزية على الليف السيولوزي . وينتج الليف من خامات خشبية ومن اعشاب وغيرها . وتتكون الخامات من الالياف السليولوزية والمادة الرابطة بينها . وتحرر الالياف من الانسجة النباتية بمحاليل كيميائية وبحرارة وضغط تنحل بها مجتمعة المادة الرابطة بين الالياف . وتحرر الالياف كذلك بطرائق ميكانيكية . وتختلف الالياف وتختلف انواع المنتج السليولوزي الذي ينتهي اليه الصنع باختلاف الخامات واختلاف طرائق انتاجها من الخام وطرائق تحويلها الى المنتج .

المادة السليولوزية في الليف هي مركب كاربوهيدريتي يتكون جزئيه من سلسلة من عدد كبير غير محدد من وحدات كلوكوزية فاقدة جزيء ماء . وتكون الوحدة منها ($C_6H_{10}O_5$) ويكون جزيء السليولوز ($(C_6H_{10}O_5)_x$) . والعدد كس (X) كما بينا كبير وغير محدد . اما المادة الرابطة بين الالياف السليولوزية في الخام سليلوزي فهي بصورة عامة اللكنين (Lignin) وهو متفاوت التركيب والخواص .

الصناعات السليولوزية الرئيسة هي صناعات الورق على انواعه وصناعة الريون (Rayon) الحرير الصناعي . ففي صناعات الورق تحرر الالياف السليولوزية وتنتج على شكل لب ، ثم تعالج بما يعطي سطوحها خصيصة تكوين صفيحة ، ثم تركد على شكل صفيحة ورقية من عالق منها بالماء مع مواد مساعدة تضاف لاغراض متنوعة .

وفي صناعة الريون ـ الحرير الصناعي ـ تذاب الالياف السليولوزية بعد فصلها

من النسيج النباتي بطرائق معينة وتحويلها الى ما يعرف باللب الفسكوزي (Viscose) وكذلك تحويلها كيميائيا بعض الشيء ـ تذاب في محلول صودا كاوية ويعاد تكوينها على شكل شعيرات تغزل خيوطا (Pulp).

يصنع الورق في قطرنا من موردين سليولوزيين هما قصب الاهوار (Pragmitis Communis) ومسحوق قصب السكر ـ البكاس (Bagasse). وتجري بحوث في مورد سليولوزي ثالث هو سعف النخيل .

ويصنع الريون من لب فسكوزي مستورد .

صناعة الورق

صناعة الورق والكارتون والمنتجات الورقية على انواعها تقوم على نوعين من العمليات الصنعية . الاول عمليات كيميائية في الغالب تنتج بها الالياف السليولوزية على شكل لب بازالة المواد الكنينية الرابطة . وتعرف العمليات تلك في الصناعة بالهضم . وتعطي طرائق الهضم المختلفة وخصائص الخامات التي تهضم بها انواعا من اللب يستخدم الورق المنتج منها في ميادين مختلفة من الاستهلاك الورقي . وسوف نتناول من طرائق الهضم طريقتي الكرافت والكبريتيت . كذلك نتناول من طرائق انتاج اللب طريقة طحن المادة الخام الخشبية من غير هضم كيميائي مع استخدامات اللب المطحون .

اما النوع الثاني من العمليات الصنعية في انتاج الورق فهي عمليات فيزيائية من حيث الاساس يحول بها اللب الى صفائح ورقية ، وتستخدم فيها وسائل واضافات تعطي بها الصفيحة المنتجة خصائص معينة تبعا لاوجه استخدامها ومواصفات محددة في ميادين ذلك الاستخدام .

الخامات السليولوزية

ان الخام السليولوزي الاول في انتاج اللب في الشركة العامة لصناعة الورق في البصرة هو القصب من الاهوار الجنوبية . وتبلغ نسبة السليولوز فيه معدل خمسة

واربعين (٤٥) بالمائة . وطول الليف السليولوزي فيه مليمتر وستة اعشار المليمتر (١,٦) وقطره ثمانية من الالف (٠,٠٠٨) من المليمتر . ونسبة اللكنين فيه اثنان وعشرون (٢٢) بالمائة . وتغطى سطحه مادة شمعية . وفيه نسبة صغيرة من حجيرات نخاعية تقع على سطح تجويف الساق وكذلك عند السلاميات . وفيه كذلك شيء من السيليكا .

المادة الخام الثانية في الشركة العامة لصناعة الورق هي البكاس وهو مسحوق قصب السكر بعد استخراج السكر . ويرد الى المعمل في البصرة من معمل قصب السكر في ميسان . ويقام معمل للورق في ميسان يستخدم فيه البكاس . ان معدل نسبة السليولوز في البكاس يبلغ اثنين واربعين (٤٢) بالمائة . وطول الليف مليمتر ونصف (١,٥) وقطره خمسة من الاف (٠,٠٠٥) من المليمتر . ونسبة اللكنين تسعة عشر (١٩) بالمائة . هو يحتوي على نسبة عالية من المواد النخاعية تتراوح بين خمسة وعشرين وثلاثين (٢٥-٣٠) بالمائة . وتزال المواد النخاعية من البكاس قبل هضمه وانتاج اللب منه . وانه يحتوي كذلك على السيليكا .

يحتوي سعف النخيل على نسبة ثلاثة واربعين (٤٣) بالمائة من السليولوز ، وطول الليف السليولوزي فيه مليمتران ونصف (٢,٥) المليمتر وقطره ستة من الالف (٠,٠٠٦) من المليمتر ونسبة اللكنين فيه ثلاثة وعشرون (٢٣) بالمائة . وتشقق قطع السعف في عملية اعداده للهضم ويساعد ذلك على نفاذ المحلول الكيميائي في القطع فتنخفض مدة الهضم ، ولا يكون للقشرة الشمعية التي تغطي السعفة اثر في عملية الهضم .

وفيما يلي الجدول رقم (١) بمقارنة بين الالياف السليولوزية من كل الخامات الثلاثة !

الهضم بطريقة الكرافت Kraft Process

طريقة الكرافت هي اكثر طرائق الهضم شيوعا في الصناعة في الوقت الحاضر ، وقد تصاعد الانتاج بها خلال نصف القرن المنصرم . وانها تعرف كذلك بالطريقة القلوية لأن هضم المادة الخشبية فيها يجري في سائل قلوي . كما تعرف بطريقة الكبريتات لان المادة الكيميائية الرئيسة التي تتكون فيها خلال عملية الهضم هي كبريتات الصوديوم . وتعتبر طريقة الكرافت ذات تأثير معتدل في الياف السليولوز ولا يؤدي الهضم بها الى اضعاف الالياف .

يتكون السائل الهاضم في هذا الطريقة من كبريتيد الصوديوم (Na_2S) بنسة واحد وعشرين (٢١) الى سبعة وعشرين (٢٧) بالمائة ومن الصودا الكاوية بنسبة ثمانية وخمسين (٥٨) الى اربعة وستين (٦٤) بالمائة ومن رماد الصودا كاربونات الصوديوم بنسبة ثلاثة عشر (١٣) الى اربعة عشر (١٤) بالمائة . وضغط البخار في الهاضمة مائة وعشرة (١١٠) باونات للانج المربع ، والحرارة فيها هي حرارة البخار في ذلك الضغط . اما زمن العملية الهضمية فهو ثلاث ساعات . وتنحل المواد اللكنينية في ظروف الهضم بتحلل مائي ، فتتحرر الالياف السليولوزية . المادة الفاعلة في سائل الهضم بهذه الطريقة هي القلوي ايدروكسيد الصوديوم ، وان اضافة كبريتيد الصوديوم الى السائل الغرض منه تجدد التركيز المحدد للقلوي في الهضم على مدى استهلاكه في فترة الهضم . ويتجدد تركيز القلوي بتحول الكبريتيد الى القلوي وذلك بموجب المعادلة التالية :

$$Na_2S + H_2O \rightleftharpoons Na(OH) + NaSH$$

اما كاربونات الصوديوم في السائل الهاضم فلا فعل لها وانها تتكون عند احتراق المواد العضوية في العملية التالية للهضم ، وهي عملية استرجاع المواد الكيميائية من السائل بعد الهضم ويعرف بالسائل الاسود (Black Liquor) .

يجري الهضم بطريقة الكرافت في الشركة العامة لصناعة الورق في البصرة في

هاضمات دوارة تشحن فيها قطع القصب ويضاف محلول الهضم ، وهو مزيج من سائل الكيميائيات المسترجعة وما يضاف اليها للتعويض عن الفقدان ، مع نسب معينة من السائل الاسود . ويفتح البخار وترفع درجة الحرارة والضغط الى حدين معينين ، ويستمر الهضم مدة محددة تفرغ في نهايتها الشحنة بضغط البخار في الهاضمة . ويفصل اللب من السائل الاسود في مرشحات دوارة وذلك بسائل مخفف ثم بماء حار وبطريقة التيار المتعاكس .

استرجاع المواد الكيميائية بالتكوية

ان استرجاع المواد الكيميائية من السائل الاسود الذي ينفصل عن اللب بعد الهضم له اهمية في اقتصاديات الصناعة . فالمواد الكيميائية تبقى في السائل بعد تحولها . وعملية الاسترجاع تؤدي الى استعادة النسبة الكبرى منها ، ويعوض عن النسبة الصغيرة المفقودة بكيميائيات جديدة .

في عملية الاسترجاع يركز السائل الاسود بتبخيره بمبخرات متعددة التأثير ، ثم يحرق في فرن حرق فتتحول كبريتات الصوديوم فيه الى كبريتيد كما في المعادلة التالية :

$$Na_2SO_4 + 2C \longrightarrow Na_2S + 2CO_2$$

ان مصدر الكاربون هو المركبات العضوية من مادة الخشب التي يحتوي عليها السائل الاسود . وان عدم احتراقها احتراقا تاما ينشأ عنه جو تختزل فيه الكبريتات . ويجري الاختزال في درجة حرارة ستمائة (٦٠٠) الى الف ومائة (١١٠٠) مئوية .

ان المواد الصلبة في السائل الاسود تتألف من نسبة خمسة وسبعين (٧٥) بالمائة تقريبا من المواد العضوية وخمسة وعشرين (٢٥) بالمائة من المواد الكيميائية ، وهي تخرج بعد الحرق مائعة من الفرن .

تستخلص المواد الكيميائية بعد الاختزال فتعطي محلولا مائلا الى الخضرة يعرف بالسائل الاخضر . ويركد المحلول ثم يكوّى بايدروكسيد الكالسيوم فتتحول

كاربونات الصوديوم فيه الى ايدروكسيد الصوديوم كما في المعادلة التالية :

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2NaOH + CaCo_3$$

ان مصدر ايدروكسيد الكالسيوم هو الجير الحي ـ اوكسيد الكالسيوم ـ الناتج عن كلسنة حجر الكلس . ويستخدم الكالسيوم على شكل حليب الكلس ، ويكون الايدروكسيد فيه عالقا بالماء ، فذوبانه في الماء صغير . وترسب كاربونات الكالسيوم الناشئة عن التفاعل ببطء ، وان سرعة رسوبها تختلف باختلاف تركيز المحلول المكوى . وتبقى في المحلول نسبة من كاربونات الصوديوم بعد التكوية تختلف باختلال التركيز . ويصبح المحلول عديم اللون صالحا لاعادة الاستخدام في الهضم .

يعوض النقص في كمية المواد الكيميائية وفي تركيزها في المحلول باضافة كبريتات الصوديوم ، ومن ذلك عرفت طريقة الكرافت بطريقة الكبريتات .

ويستخدم في طريقة الكرافت في الشركة العامة لصناعة الورق في البصرة حوالي عشرين الف (٢٠,٠٠٠) طن من الجير الحي في السنة ، وتستهلك كمية اربعة الآف (٤٠٠٠) طن من كبريتات الصوديوم في السنة .

ورق الكرافت

ان الالياف السليولوزية التي تنتج بطريقة الكرافت تكون عادة قوية وعلى الاخص اذا كانت المادة الخام الخشبية مما تتكون من الياف سليولوزية طويلة . ولنأخذ مثلا ورق الكرافت الاسمر المستعمل في التغليف وفي صنع الاكياس وصنع انورق المقوى كبير التحمل والكرتون . ان الورق من هذا النوع يصنع عادة من الالياف السليولوزية الطويلة والقوية ومن اخشاب من النوع الصنوبري (Coniferous) واهمها السبروس (Spruce) .

ولب الكرافت غالي الثمن على ان كثيرا مما يعرف بورق كرافت وما يستخدم في

صنع الاكياس وفي التغليف لا يصنع من الياف الكرافت بل من الياف اقل قوة ، ومن مواد خام غير المواد القياسية في طريقة الكرافت .

ان لب الكرافت اسمر اللون ويصعب قصره . وينتج من اللب بعد القصر الورق الابيض القوي .

الخامات الخشبية القياسية للب الكرافت

ان اهم مصادر لب الكرافت هي الصنوبريات الاسكندينافية . ويتراوح طول اليافها السليولوزية بين مليمترين ونصف واربعة (٢,٥ ـ ٤) مليمترات ، وقطرها بين اثنين من مائة وستة من مائة (٠,٠٢ ـ ٠,٠٦) من المليمتر . وهناك صفات اخرى لليف لها علاقة بميزات اللب الورقية اذ ينتج بطريقة الكرافت . ومن تلك الصفات القناة في وسط الليف وخصائصها من طول وقطر وسمك جدران .

الهضم بطريقة الكبريتيت Sulphite Process

ان مادتي الهضم بهذه الطريقة هما ثاني اوكسيد الكبريت والكبريتيت الحامضية (البيكبريتيت) . وتحضر البيكبريتيت بتفاعل ثاني اوكسيد الكبريت مع حجر الكلس او حجر المغنيسيوم . وتعرف الطريقة كذلك بالحامضية ذلك ان بعض ثاني اوكسيد الكبريت يكون على شكل حامض الكبريتوز (H_2SO_3) اضافة الى بيكبريتيت الكلسيوم $Ca(HSO_3)_2$ وبيكبريتيت المغنيسيوم $Mg(HSO_3)_2$.

ان اللب المنتج بهذه الطريقة يكون عادة فاتح اللون ويسهل قصره . وهو اكثر نقاء ، ويعطي صفيحة متجانسة ملساء . الا انه اضعف من ورق الكرافت . وهو يستخدم في الكتابة وفي طبع الكتب وفي انتاج الورق الصحي .

ان مجموع ثاني اوكسيد الكبريت على شكليه في السائل الهاضم يقدر بسبعة (٧)

بالمائة من وزن المادة التي يجري هضمها . وزمن الهضم ست الى اثنتي عشرة (٦ - ١٢) ساعة ، والضغط في الهاضمة حوالي مائة (١٠٠) باون للانج المربع .

يحضر السائل الهاضم بامرار غاز ثاني اوكسيد الكبريت في اسفل برج امتصاص فيه كاربونات كلس او كاربونات مغنيسيوم ، ويرش ماء في اعلى البرج ، ويتفاعل حامض كبريتوز يتكون بتأثير التيارين المتعاكسين مع كربونات الكلسيوم او المغنيسيوم او معهما اذا كان الحجر دولوميتيا ، فيعطي التفاعل البيكبريتيت كما في المعادلتين التاليتين :

$$2\ SO_2 + H_2O + CaCO_3 \longrightarrow Ca(HSO_3)_2 + CO_2$$

$$2\ SO_2 + H_2O + MgCO_3 \longrightarrow Mg(HSO_3)_2 + CO_2$$

ويسترجع ثاني اوكسيد الكبريت من سائل الهاضمة بتبخير السائل ثم حرقه . ويعطي الحرق غاز ثاني اوكسيد الكبريت وأوكسيدي الكلسيوم والمغنيسيوم . ويطفى الاوكسيدان بالماء ويعالجان بثاني اوكسيد الكبريت المستعاد فيعطيا بيكبريتيت الكلسيوم والمغنيسوم .

وتتجه طريقة الكبريتيت نحو استخدام بيكبريتيت المغنيسيوم والاقلال من بيكبريتيت الكلسيوم ، ذلك ان انحلال بيكبريتيت المغنيسيوم واستعادة الغاز والاوكسيد من سائل الهاضمة بعد اكتمال الهضم هو اوفر نسبة من انحلال بيكبريتيت الكلسيوم . وتتكون من بيكبريتيت الكلسيوم في عمليات الحرق والاستعادة نسبة من كبريتات الكلسيوم .

اللب الميكانيكي او لب الخشب المطحون

يتكون اللب المنتج بالطريقة الميكانيكية من الياف تفصل بالاحتكاك في عملية طحن ، فلا تعامل المادة الخام الخشبية بفعل كيميائي . وتؤمن طريقة الطحن الى حد ما عدم تقطع الالياف . ويستخدم تيار ماء لازالة الحرارة التي تتولد بالاحتكاك خلال الطحن وكذلك لفصل الالياف على شكل عالق . وتجمع الالياف من العالق

فيتكون منها ما يعرف باللب الميكانيكي . وتعطي هذه الطريقة الياف اللب المنتج شيئا من اماهة تساعد على تشكيل الصفيحة الورقية وعلى تماسك الالياف .

اللب الميكانيكي يحتوي على اللكنين بكامله ، ويؤدي ذلك الى سرعة انحطاط الصفيحة الورقية المصنوعة منه ، لذلك يستعمل اللب في صنع انواع الورق التي لا يراد ان تعمر او ان تتميز بقوة ، ومنها ورق الصحف . وكذلك يستعمل اللب في صنع ورق التغليف وتمزج به في هذه الحالة نسب صغيرة من لب كيميائي تعطيه شيئا من القوة . واذا ما مزج اللب الميكانيكي بنسبة من اللب الكيميائي فانه يستخدم في انتاج ورق متوسط النوعية قليل الثمن ، وانه يستعمل على قياس واسع في صنع ورق الطباعة وورق الكتابة .

ويعالج اللب الميكانيكي في بعض الاحيان معالجة كيميائية من نوع ما ، وهو يعرف آنذاك بلب نصف كيميائي ، وتعرف طريقة صنعه بالطريقة الميكانيكية الكيميائية .

تحويل اللب الى الصفائح الورقية

يعالج اللب على انواعه وقبل تكوين الصفيحة الورقية منه على صور مختلفة منها ما تعده لتكوين الصفيحة من عالق الالياف ، ومنها ما تعطي الصفائح خصائص مطلوبة. وتتعدد انواع الصفائح وتتنوع استخداماتها . وان بعض تلك المعالجات تجري على اسلوب الوجبة والبعض الآخر على اسلوب مستمر .

ان من اول تلك المعالجات ما يعرف في الصناعة بالضرب او التصفية . وان مما يراد بعملية الضرب او عملية التصفية تبعا لنوعهما او مدتهما او ظروف اجرائهما ان تعطي اللب قوة عالية فلا تبقي على خاصة امتصاص ، او ان تبقي على امتصاصية فلا تعطي قوة عالية . وتحدد بالضرب كذلك قوة الشد في الصفيحة او مقاومة الطي او غير ذلك من الخصائص المطلوبة فيها . ويعطي الضرب الالياف كذلك قابلية

تشابك الالياف عند تكوين الصفيحة ، او يعطي السطح الاملس ، او التجانس او الكثافة او مقاومة مرور الضوء ، او ان يقلل المسامية ، او غير ذلك من الصفات المحددة التي يراد ان تتصف بها الصفيحة الورقية او تتميز ، وذلك تبعا للغرض الذي تستخدم فيه .

ان ضرب اللب يجري باسلوب الوجبة وان التصفية تجري بالاسلوب المستمر . ففي الضرب تمر الالياف السليولوزية وهي عالقة بالماء في جهاز الضرب ، ويعرف باهولاندر (Hollander) ، بين سكاكين ثابتة واخرى متحركة ، فتدلك الالياف او تقطع او تخدش او تشرط . ويجري ذلك على مدة من الزمن يدور خلالها العالق الليفي باستمرار مارا بين السكاكين .

ان الضرب يعطي الليف شيئا من الاماهة ، ويؤدي الى تولد لدونة على سطحه . وتنخفض بالضرب طلاقة (Freeness) عالق الالياف فيقل جريانه ، ويقاس فعل الضرب بدرجة تلك الطلاقة .

وفي التصفية تخضع الالياف لنوع من الضرب في عملية مستمرة . ففي جهازها يمر عالق الالياف في وعاء قمعي تدور فيه قضبان متحركة ازاء قضبان ثابتة . و مرور عالق اللب بين مجموعتي القضبان يخضعه لفعل ضرب .

القصر Bleaching

ان اغلب المنتجات الورقية بيضاء وان استخدامها يتوقف على بياض لونها . ويزال اللون بعملية القصر . واللب الكيميائي يقصر بالكلور ، ولب الخشب المطحون يقصر ببيروكسيد الهيدروجين او بيروكسيد الصوديوم .

يعالج اللب الكيميائي بالكلور فتنحل المواد الملونة الداخلة في تركيب اللب ومصدرها المادة الخشبية وتفصل بعد ذلك بفعل محلول صودا كاوية . ثم يجري القصر بمحلول هيبوكلوريت الكلسيوم ، وهو يحضر من الكلور .

تكوين الصفيحة الورقية

يحول اللب الى الصفيحة الورقية في جهاز يعرف بماكنة الفوردرنيير (Fourdrinier Machine) وذلك بادخال الالياف السليولوزية على شكل عالق مع ما يضاف اليها من المواد الاكمالية الى الماكنة . ويجري العالق على حاجز فيها يمتص الماء فتتكون صفيحة ، وتكبس الصفيحة بين اسطوانات تزيل ما يتبقى فيها من ماء ، ثم بين اسطوانات غيرها ساخنة تجفف الصفيحة وتخرج من مؤخرة ماكنة الفورد رنيير جافة ملساء .

المواد المضافة والخواص الناشئة عنها

يعطى الورق خواص معينة بمواد تضاف الى اليافه . ومن المواد المضافة ما تدخل في تكوين الصفيحة الورقية في مراحل الصنع ، ومنها ما تضاف الى الصفيحة في مرحلة الاكمال. وهناك قبل ذلك في تحديد خواص الصفيحة مزج الانواع المختلفة من اللب في انتاجها .

فيما يلي نماذج من الاضافات والخواص الناشئة عنها :

أ ـ التثبيت Sizing

التثبيت في تكوين الصفيحة ان تعطي الصفيحة مقاومة لمختلف عوامل النفاذ . ومن امثلة ذلك ان تضاف مادة الروزين (Rosin) القلوية . ويعرف الروزين بالقلفونية . وتضاف المادة الى عالق اللب ، وتضاف بعدها مادة اخرى ترسبها عند تكوين الصفيحة كالشب مثلا (Alum) . والشب مادة اضافية رئيسة في تكوين الصفيحة الورقية .

ب ـ الاكساء Coating

الاكساء اكثر الطرائق تنوعا . وبه تكتسب الصفيحة سطحا مستويا متجانسا يصلح لطباعة الكتب والمجلات والصحف والطباعات الاعلامية . والاكساء عبارة عن ادخال مساحيق معدنية الى مادة اورق تصبح بها الصفيحة ملساء ويختفي ما قد يتبقى على سطحها من ليفية . ويمزج مع المسحوق المعدني عادة مواد لاصقة تثبتها في نسيج الصفيحة .

ان اول هذه المواد المعدنية كبريتات الباريوم ($BaSO_4$) . ويستعمل الجبس ($CaSO_4.2H_2O$) كذلك لهذا الغرض . واذا كان من اغراض الاكساء ان تكون الصفيحة ناصعة البياض فان المسحوق المعدني يكون ثاني اوكسيد التيتانيوم (TiO_2) . وان اشهر انواع الورق من هذا النوع هو ما يعرف بالورق الفني (Art Paper) .

جـ ـ التحميل Loading

ان الصفيحة الورقية اذا تكونت من الالياف السليولوزية وحدها كانت رخوة شديدة الامتصاص ولا تصلح للكتابة او الطباعة ، لذلك تحمل المادة الورقية بمواد تعطي ملاســة وسطحا لا ينفذ فيه الضوء . كذلك تستوي الصفيحة بالتحميل وتصبح ثابتة الابعاد .

مواد التحميل معدنية كذلك ، وان لها مقاومة تجاه الحرارة والرطوبة وغيرهما من العوامل التي تؤدي الى تغير ابعاد الصفيحة . ومن هذا المواد الطين الصيني (China Clay) او الكاولين النقي (Kaolin $Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) ويعطي الطين سطحا يصلح للطباعة . ومن المواد كذلك كبريتات الكلسيوم ويحمل بها ورق الكتابة بصورة خاصة ، وهي اقل كلفة من مواد التحميل الاخرى. ومنهاكاربونات الكالسيوم ويعمر الورق المحمل بها طويلا ، وكذلك سيليكات المغنيسيوم ، وانها تعطي الصفيحة ملاسة شديدة تبدو بها وكأنها مطلية بدهان . كذلك كبريتات الباريوم وبها يحمل الورق الفوتوغرافي .

وهناك وجه آخر للتحميل هو الاقتصاد بالمادة السليولوزية . فالتحميل بثاني اوكسيد التيتانيوم مثلا يمكن من صنع ورق اقل محتوى من الالياف ، وانه بالاضافة الى ذلك يمكن من الطبع على وجهي الصفيحة .

وهناك أنواع من التحميل يراد بها خواص لها علاقة بطبيعة استعمال الصفيحة منها مثلا تحميل ورق الصكوك أو السندات بمواد تترك أثرا اذا ما جرت محاولة لمحو أو تبديل شيء مما كتب على الصفحة .

الشب

مادة الشب من مواد الاضافة الثلاث الرئيسة في صنع الورق من اللب . وهي تستخدم بكميات كبيرة في التثبيت ويستهلك منها في الشركة العامة لصناعة الورق في البصرة سبعة آلاف (٧,٠٠٠) طن في السنة . وقد اقيمت وحدة لانتاج الشب في المنشأة العامة لكبريت المشراق .

الشب هو كبريتات الالومنيوم ، ويعرف كذلك بشب صناع الورق . ويتفاعل الشب مع رزينات الصوديوم في عالق الالياف عند تكوين الصفيحة فترسب رزينات الالومنيوم .

يصنع الشب من البوكسايت (Bauxite) وهو اوكسيد الومنيوم مهدرت ، وذلك بسحق البوكسايت ، حتى دقة خصاصية مائتين (٢٠٠) لنسبة ثمانين (٨٠) بالمائة منه ، ومفاعلة المسحوق بحامض كبريتيك بدرجة ستين (٦٠) بومي .

ويجري التفاعل في احواض مبطنة بالرصاص يمزج فيها المتفاعلان بالرج وبالبخار . ويتحول المزيج بالتفاعل الى سائل كثيف فيرسل الى اجهزة البلورة ، وفيها يتبلور على حزام معدني متحرك . وتجري سيطرة في البلورة .

والشب المتبلور هو كبريتات الومنيوم مع ثمانية عشر جزيء ماء تبلور [$Al_2(SO_4)_3.18H_2O$] ، ويحتوي على سبعة عشر وخمسة وثلاثين من مائة (١٧,٣٥) بالمائة من اوكسيد الالومنيوم (Al_2O_3) .