

Т. В. Соловьева, профессор; А. Н. Кашин, аспирант

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗМОЛА СУЛЬФАТНОЙ БЕЛЕНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ЭВКАЛИПТА

Change of a macrostructure of the world market of cellulose is studied. The basic tendencies of a direction of development of macroeconomic processes of the market of bleached commodity cellulose are revealed. Bleached eucalyptus cellulose results of technological study of an opportunity of use are presented to compositions of a paper for offset printing. The basic features of a morphological structure of wood eucalypt, cellulose influencing quality and papers from eucalyptus cellulose are reflected. Variants of the decision of arising problems with use of technology factors are considered. Experiment on refining various deciduous cellulose is described. The description of the laboratory device for refining various fibrous semi finished items is given. Results of experimental data and results of industrial development of a paper for offset printing on Paper-mill Goznak of Belarus in weight  $1 \text{ m}^2$  65–70 during October, 18–22th, 2007 are resulted. It is shown, that bleached sulphatic eucalyptus cellulose is completely suitable for manufacturing a paper for a press at her maintenance in a composition of a paper of 50%. There is an opportunity of increase in the maintenance sulphatic eucalyptus cellulose in a composition of a paper up to 90%.

**Введение.** В настоящее время на мировом рынке целлюлозы отчетливо проявляются два направления, характеризующие основные тенденции развития макроэкономических процессов в этой области. Первое – перенаправление производственных мощностей из Европы и Северной Америки в Латинскую Америку, страны которой приобретают все возрастающее влияние на рынке целлюлозы. Второе направление – быстрые темпы роста целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) в Китае, предприятия которого потребляют огромное количество сырья и, соответственно, производят большое количество продукции [2].

Передел географии мирового производства целлюлозы значительно повлиял на российскую ЦБП, а так как до настоящего времени белорусскими производителями бумаги использовалось практически 100% целлюлозы российского производства, то и на белорусскую бумажную промышленность. Восточные российские гиганты – Архангельский ЦБК, Котласский ЦБК и др. в настоящее время переориентированы на китайских потребителей. Освобождающееся место в Европе тут же занимают латиноамериканские производители целлюлозы.

По прогнозам аналитика корпорации RISI Курта Шеффера, опубликованным на сайте РАО «Бумпром», в 2007–2008 гг. рост производственных мощностей в Латинской Америке обгонит расширение китайского рынка в условиях мирового перепроизводства товарной целлюлозы. Все больше беленой эвкалиптовой целлюлозы из Латинской Америки будет направляться на другие рынки [2]. Можно предположить, что белорусским производителям также выгоднее будет заменить значительную часть российской целлюлозы эвкалиптовой целлюлозой производства стран Латинской Америки.

**Основная часть.** В течение 2007 г. специалисты УП «Бумажная фабрика» Гознака Беларуси прорабатывали вопрос приобретения и использования эвкалиптовой целлюлозы при производстве бумаги для офсетной печати. Проводились маркетинговые исследования рынков целлюлозы. Одновременно технологами фабрики изучалась возможность использования эвкалиптовой целлюлозы для производства печатных видов бумаг.

Результаты технологической проработки возможности использования эвкалиптовой целлюлозы приведены ниже.

Эвкалипт относится к листовым породам древесины. Дерево это очень высокое (от 90 до 155 м), диаметр – до 10 м. Древесина эвкалипта тяжелая, плотная, часто свилеватая, очень крепкая – по прочности превосходит дуб [6, 7]. Поперечное сечение древесины эвкалипта показано на рис. 1.



Рис. 1. Поперечное сечение эвкалипта

Проблемы транспортировки жидкости в стволе дерева у листовых пород древесины решаются за счет развития сосудистой системы. Сосуды листовых пород деревьев состоят из отдельных сегментов, связанных между

собой стекловидными участками [4]. Это можно увидеть на рис. 2.



Рис. 2. Сосуд эвкалипта в структуре древесины

Существует зависимость между диаметром дерева и диаметром сосуда. У более толстой древесины более толстые сосуды [1]. Эволюция сосудов лиственных пород древесины показана на рис. 3.

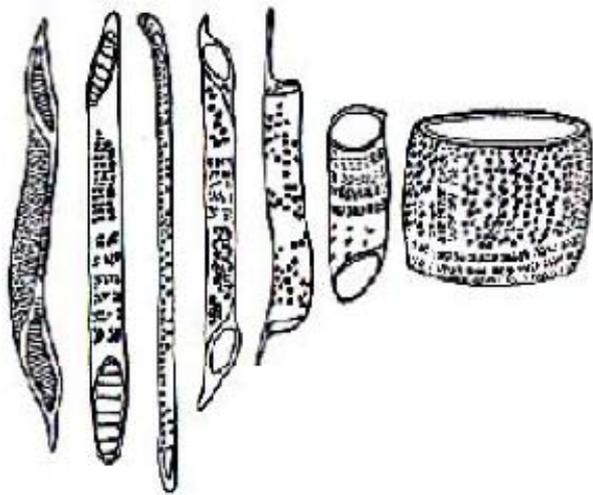


Рис. 3. Эволюция сосудов лиственных пород древесины

Из-за значительной разницы в размерах тропических деревьев и деревьев средней полосы размеры сосудов так же сильно отличаются – сосуды древесины эвкалипта длиннее и значительно шире.

В процессе варки целлюлозы из древесины эвкалипта стенки ее сосудов полностью не разрушаются. В целлюлозе остаются фрагменты элементов сосудов. Фрагмент элемента сосуда показан на рис. 4. Наличие этих фрагментов может вызывать проблемы при запечатывании бумаги из эвкалиптовой целлюлозы – частички

стенки сосудов хуже воспринимают краску, т. е. прокрашиваются хуже или не прокрашиваются вообще [3, 5].

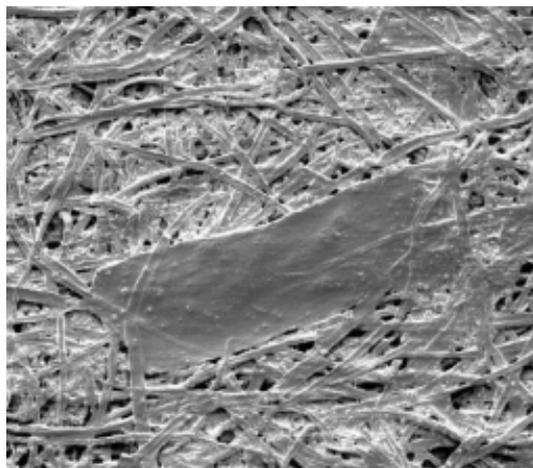


Рис. 4. Фрагмент элемента сосуда на поверхности бумаги

Для уменьшения проблем, связанных с присутствием в целлюлозе фрагментов сосудов, ее дополнительно очищают. Условно можно разделить эвкалиптовую целлюлозу на три группы по степени очистки:

- 1) неочищенная (количество частичек сосудов/количество волокон) – 1 : 150–200;
- 2) средней степени очистки – 1 : 1500;
- 3) высокой степени очистки – 1 : 2500.

В Бразилии, самом крупном производителе эвкалиптовой целлюлозы и бумаги для печати из нее, используют 100% эвкалиптовой целлюлозы без примеси хвойной целлюлозы. Естественно, для придания необходимых свойств бумаге используются различные технологические факторы. При помощи правильного размола достигаются высокие физико-механические параметры изготавливаемой бумаги, заодно решается проблема присутствия элементов сосудов. При помощи грамотного подбора комплекса химикатов для введения в массу и поверхностной обработки бумаги, снижается ее пылимость[3].

Одно из главных достоинств эвкалиптовой целлюлозы – очень равномерный фракционный состав. Все волокна эвкалиптовой целлюлозы имеют практически одинаковый размер [4].

Эвкалиптовая целлюлоза придает бумаге определенные свойства, такие как: пухлость, непрозрачность, пористость, гладкость, повышенную восприимчивость к печатным краскам.

Для определения показателей качества эвкалиптовой целлюлозы нами был проведен ряд экспериментов. В процессе проведения экспериментов для подготовки бумажной массы использовался аппарат ЛКР-1. Этот аппарат относительно недавно разработан украинскими коллегами и в отличие от других, привычных нам

приборов – лабораторный ролл, ЦРА, дает результат, максимально приближенный к условиям производства.

ЛКР-1 – лабораторный размалывающий комплект, предназначенный для выполнения различных работ и исследований в области размола волокнистых полуфабрикатов.

При помощи ЛКР-1 можно определить размалывающую способность, целесообразность использования, рациональный способ размола различных волокнистых полуфабрикатов, отработать режимы их размола.

Общий вид ЛКР-1 представлен на рис. 5. В состав ЛКР-1 входят:

- лабораторный гидроразбиватель ЛГ-3;
- лабораторная мельница НДМ-3;
- основание с кронштейном.

Лабораторный гидроразбиватель ЛГ-3 – это уменьшенная копия промышленного гидроразбивателя, только без выпускных нижних сит.

Рабочий орган лабораторной мельницы НДМ-3 – маленькая дисковая мельница со своей гарнитурой и ручным механизмом присадки. Контроль величины зазора между статорным и роторным дисками гарнитуры осуществляется по лимбу. Цена деления лимба составляет 0,05 мм, т. е. контроль величины рабочего зазора можно осуществлять с точностью до 0,05 мм.

Сравнивались два образца беленой эвкалиптовой целлюлозы – марок KSK и ECF производства концерна «Botnia», и беленой лиственной целлюлозой производства Архангельского ЦБК (ТУ 5411-029-00279195-2006).

Производился роспуск и размол каждого из образцов целлюлозы на аппарате ЛКР-1 до 40 и 60°ШР. На листоотливном аппарате изготавливались отливки 80 и 100 г/м<sup>2</sup>. Полученные результаты приведены в табл. 1.

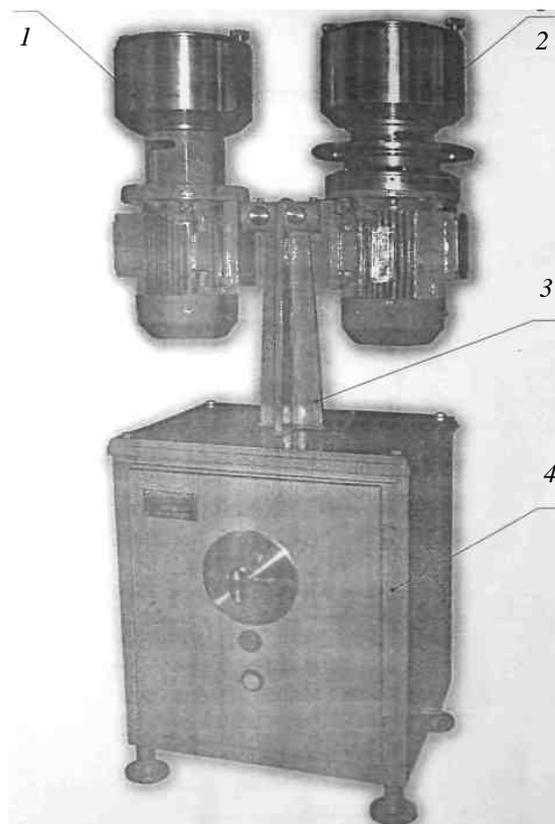


Рис. 5. Общий вид ЛКР-1: 1 – гидроразбиватель ЛГ-3; 2 – мельница НДМ-3; 3 – кронштейн; 4 – основание

Проведенные исследования показали, что эвкалиптовая целлюлоза прочнее, по всем показателям, сульфатной лиственной целлюлозы производства Архангельского ЦБК.

Так же мы сравнили характер помола массы при размоле различных целлюлоз в равных условиях. Полученные результаты приведены в табл. 2.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика показателей качества сульфатных беленых целлюлоз**

Показатель	Целлюлоза KSK «BOTNIA»	Целлюлоза ECF «BOTNIA»	Целлюлоза беленая из смеси лиственных пород древесины
1	2	3	4
Показатели качества отливок массой 80 г/м <sup>2</sup> при степени помола 40°ШР			
Разрывная длина, км	5,7	3,7	3,2
Прочность на излом при многократных перегибах, ч. д. п.	211	316	89
Сопротивление раздиранию, мН	960	880	840
Разрушающее усилие, мН	66	48	35
Белизна, %	89	89	88
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,4
Удельный объем, г/см <sup>3</sup>	1,7	1,8	2,5
Толщина, мкм	140	150	188

1	2	3	4
Показатели качества отливок массой 80 г/м <sup>2</sup> при степени помола 60°ШР			
Разрывная длина, км	7,0	6,7	5,3
Прочность на излом при многократных перегибах, ч. д. п.	384	528	569
Сопротивление раздиранию, мН	1120	1200	520
Разрушающее усилие, мН	82	77	62
Белизна, %	89	89	88
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,67	0,66	0,64
Удельный объем, г/см <sup>3</sup>	1,4	1,5	1,6
Толщина, мкм	118	120	125
Показатели качества отливок массой 100 г/м <sup>2</sup> при степени помола 60°ШР			
Разрывная длина, км	6,2	7,2	5,3
Прочность на излом при многократных перегибах, ч. д. п.	632	680	380
Сопротивление раздиранию, мН	1440	1320	1200
Разрушающее усилие, мН	89	101	77
Белизна, %	79	79	82
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,7	0,5	0,5
Удельный объем, г/см <sup>3</sup>	1,4	1,8	2,0
Толщина, мкм	140	180	200

Таблица 2

### Достижимые параметры размолла для различных целлюлоз

Вид целлюлозы	Время размолла, мин	Нагрузка электродвигателя, Вт/ч	Расход энергии, Вт	Степень помола, °ШР	Средняя длина волокна, дцг
Целлюлоза СФА хвойная «BOTNIA»	30	300	150	32	95
Целлюлоза СФА хвойная (Усть-Илим)	30	300	150	28	103
Целлюлоза СФА смеси лиственных пород древесины	30	300	150	47	30
Целлюлоза KSK «BOTNIA»	30	300	150	60	28
Целлюлоза ECF «BOTNIA»	30	300	150	62	27

Эксперимент по размолу различных целлюлоз в равных условиях на аппарате ЛКР-1 показал, что для размолла эвкалиптовой целлюлозы затрачивается меньше энергии, чем на размол сульфатной хвойной и сульфатной лиственной целлюлозы производства Архангельского ЦБК.

После проведенных исследований УП «Бумажная фабрика» Гознака Беларуси приобрело вагон (50 т) эвкалиптовой целлюлозы марки KSK. В период 18–22 октября 2007 г. была вы-

пущена партия бумаги для офсетной печати массой 65–70 г/м<sup>2</sup> с использованием в композиции 50% СФА хвойной целлюлозы и 50% СФА эвкалиптовой целлюлозы. Целлюлоза размалывалась совместно, при концентрации массы 2,7–3,2%. При размолле выдерживалась степень помола 31–35°ШР. Длина волокна по методу Иванова составляла 40–45 дцг.

Показатели качества бумаги для офсетной печати производства УП «Бумажная фабрика» Гознака Беларуси приведены в табл. 3.

**Показатели качества бумаги для офсетной печати производства  
УП «Бумажная фабрика» Гознака Беларуси**

Показатель	Значение по ГОСТ	Достигнутое значение
Показатели качества бумаги массой 65 г/м <sup>2</sup>		
Разрывная длина, км	3,7	5,7–7,0
Разрушающее усилие, мН	Не контролируется	4,7–5,9
Сопротивление раздиранию, мН	Не контролируется	420–440
Прочность на излом при многократных перегибах, ч. д. п.	7	100–160
Белизна, %	85–88	98
Зольность, %	10–14	9,6–12,1
Влажность, %	5,5 ± 1	4,5–5,0
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,75–0,85	0,75–0,78
Линейная деформация, мм.	+2,6	2,5–3,0
Стойкость поверхности к выщипыванию по Денисону	Не контролируется	18
Показатели качества бумаги массой 70 г/м <sup>2</sup>		
Разрывная длина, км	3,7	4,8–6,0
Разрушающее усилие, мН	Не контролируется	4,0–4,8
Сопротивление раздиранию, мН	Не контролируется	520–560
Прочность на излом при многократных перегибах, ч. д. п.	7	180–200
Белизна, %	85–88	98
Зольность, %	10–14	9,5–12,3
Влажность, %	5,5 ± 1	4,0–4,5
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,75–0,85	0,78–0,81
Линейная деформация, мм.	+2,6	2,5–3,0
Стойкость поверхности к выщипыванию по Денисону	Не контролируется	18

**Заключение.** Результат первой выработки положительный.

Отметим следующее:

1. Стоимость эвкалиптовой целлюлозы ниже, чем стоимость беленой сульфатной хвойной целлюлозы российского производства.

Показатели качества бумаги, содержащей в композиции 50% беленой эвкалиптовой целлюлозы, намного превосходят показатели качества, заложенные в ГОСТ.

2. Размалывается эвкалиптовая целлюлоза с меньшими затратами энергии.

Следовательно, для снижения себестоимости бумаги содержание эвкалиптовой целлюлозы в композиции бумаги для печати нужно повышать, возможно до 90%

#### Литература

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. / редкол. П. Осипов [и др.]. –

СПб.: Политехника, 2005. – Т. 2: Производство бумаги и картона. Ч. 1: Технология производства и обработки бумаги и картона-2005. – 423 с.

2. Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 2-12.

3. Celso Foelkel. Eucalyptus Online Book & Newsletter: Vessel elements and eucalyptus pulps. – 2007. – 54 с.

4. Celso Foelkel. Eucalyptus Online Book & Newsletter: The eucalyptus fibers and the kraft pulp quality requirements for paper manufacturing. – 2007. – 42 с.

5. Wilson, L. Vessel distribution at two percentage heights from pith to bark in a seven year old Eucalyptus globulus tree / L. Wilson, I. Hudson, K. V. Beveren. – Appita. – 1997. – 495 с.

6. www.eucalyptus.com.br.

7. www.abtcp.org.br.