

Новосельская О. А., ассистент; Дубоделова Л. В., мл. науч. сотрудник;  
Новосельская Л. В., доцент

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ В ПЕЧАТНЫХ ВИДАХ БУМАГИ

Use potentialities of hardwood in the composition of printing paper with the experience of foreign countries and possibilities of pulp and paper industry of Belarus are examined. The analysis of strength and mechanical properties for hardwood and its anatomic texture are presented. The opportunity of utilization the defibrate mass on the basis of hardwood in news-print composition is concluded.

В производстве издательско-полиграфической продукции и в специальных видах печати, помимо бумаги, применяются и другие запечатываемые материалы: картон, ткани, металлы, стекло, полимеры. Но важнейшим материалом полиграфии, используемым и как запечатываемый материал, и как переплетный материал, является бумага. Она отвечает технологическим, потребительским и экономическим требованиям. Доступная сырьевая база, механизация и автоматизация обеспечивают массовое производство дешевой бумаги, потребность в которой продолжает возрастать в соответствии с расширением культурных запросов [1].

Рост объемов производства бумаги и картона нераздельно связан с увеличением потребления древесины для изготовления первичного волокнистого сырья. Комплексное, рациональное и эффективное использование древесины с каждым годом становится все более актуальной проблемой. Установлено, что площадь лесонасаждений в Республике Беларусь соответствует примерно 40% общей площади территории Республики. Хвойные породы являются преобладающими, однако они широко задействованы в производстве мебели, фанеры, спичек, плит и др. В мировой практике хвойные породы также применяют в целлюлозно-бумажном производстве.

По данным на 2000 г., в производстве бумаги удельный вес использования хвойных пород составляет 60–65%, лиственных пород 35–40% [2]. Если сравнить эти данные с 80-ми годами прошлого века, то на долю лиственной древесины в бумажном производстве приходится порядка 20%. Положительная динамика использования лиственных пород связана с тем, что глобальное применение хвойных пород привело в ряде регионов Европы и Северной Америки к снижению ресурсов хвойной древесины, особенно это касается таких ценных пород, как ель, пихта. Запасы лиственных пород велики и могут служить дополнительным резервом сырья. Волокнистые полуфабрикаты из древесины лиственных пород обладают рядом свойств, положительно влияющих на качество бумаги и картона, на технологию их изготовления. К преимуществам лиственных пород относятся их быстрый рост, легкая возобновляемость и неприхотливость. Основной недостаток — поражение дереворазрушающими грибами.

Помимо вовлечения лиственных пород древесины, в мировой практике наблюдается рост мощностей по производству древесной массы из щепы [2, 3]. Этот рост связан с быстрым появлением новых технологий. В настоящее время насчитывается множество механических и химико-механических альтернативных способов производства полуфабрикатов из лиственной и хвойной древесины. Одновременно при развитии технологий разрабатывается новое оборудование, применяемое для производства волокнистых полуфабрикатов высокого выхода (ВПВВ): мельницы с одним вращающимся диском прочной конструкции, отличающиеся динамической стабильностью и жесткостью ротора для получения высокого качества и однородности массы; тандемное загрузочное устройство для максимальной рекуперации тепла; пробкообразующие шнековые питатели высокого сжатия для эффективного расслоения щепы и улучшенного впитывания/экстракции обрабатываемых веществ, дисковые рафинеры с двумя дисками и т. д.

Разработка и внедрение этих новых технологий стимулировались четырьмя важными факторами: улучшением качества бумажной продукции, увеличением производства с сокращением эксплуатационных расходов, соблюдением экологических нормативов и использованием новых древесных ресурсов, таких как осина, для производства беленой химикотермомеханической массы (ХТММ) [4].

Пионером в этой области явилась компания «Мид корп.» (штат Огайо, США), первой освоившая новый способ производства ХТММ из лиственной древесины, отличавшийся двухступенчатой пропиткой щепы с последующей варкой и размолом при повышенном давлении. Опытные выработки показали пригодность полученной по новой технологии ХТММ из 100%-ной лиственной древесины в композиции бумаги-основы для гофрирования, газетной бумаги и мелованного картона [5].

Развитие технологий переработки древесной массы привело к возросшему потреблению лиственной древесины в качестве сырья для изготовления не только газетной, но и офсетной № 1, мелованной бумаги для справочников и рекламных приложений.

## Характеристики упругости древесины

Порода	Модуль упругости, ГПа		
	в торцевом направлении	в радиальном направлении	в тангенциальном направлении
1. Хвойная	11,30	1,74	0,90
2. Лиственная	20,37	1,19	0,64

Физико-механические свойства даны в табл. 2 [6].

Таблица 2

## Средние показатели основных физико-механических свойств древесины

Порода	Плотность, кг/м <sup>3</sup>		Коэффициент разбухания на % влажности			Твердость, Н/мм <sup>2</sup>		
	при влажн. 12%	в абс. сухом состоянии	радиальный	тангенциальный	объемный	торцевая	радиальная	тангенциальная
Хвойные породы древесины								
Сосна	505	480	0,18	0,31	0,51	13,2	10,6	10,9
Ель	445	420	0,17	0,31	0,50	12,0	8,2	8,5
Лиственные породы древесины								
Береза	640	620	0,29	0,34	0,65	27,5	21,5	19,2
Осина	495	465	0,15	0,30	0,47	15,4	11,2	11,7

Целью данной работы является изучение возможностей применения лиственных пород в композиции бумаги для печати, а также использования хвойных пород в исходных композициях.

Первоначальное преимущественное использование хвойных пород связано с их механическими свойствами. Упругие свойства представлены в табл. 1 в среднем по породам.

Анализ табличных данных показывает, что плотность, твердость и упругость в торцевом направлении для лиственных пород намного превышают хвойные при снижении модуля упругости в радиальном и тангенциальном направлениях и увеличении объемного коэффициента разбухания. Это означает, что можно снизить энергозатраты на механическую обработку лиственной древесины за счет динамического тангенциального сдвига в процессе размола, а также предварительной химико-термической обработки древесины. Известно, дефибраторный размол ведется в тангенциальном направлении [7], что позволяет обеспечить выход порядка 90%, т. е. наполовину сокращается рубка деревьев; расходуется лишь 25% свежей воды, потребляемой заводом; снижаются энергозатраты; исключаются хлорированные побочные продукты, которые присутствуют либо в заводских стоках, либо в массе.

Кроме того, дефибраторная древесная масса (ДДМ) — непревзойденный по печатным свойствам волокнистый полуфабрикат, а производство ее — самое чистое в экологическом отношении по сравнению с выработкой других видов волокнистых полуфабрикатов [4].

Поэтому постоянно ведутся поиски по устранению главного ее недостатка — низкой механической прочности.

Одним из усовершенствований является способ дефибрирования в присутствии модифицирующего компонента. Для производства такого волокнистого полуфабриката высокого выхода (ВПВВ) в условиях Республики Беларусь представляет интерес применение малоиспользуемых и дешевых мягколиственных древесных пород, таких как береза, ольха черная, осина.

Известно, что прочностные свойства бумаги, содержащей в своем составе ВПВВ, во многом зависят от морфологических характеристик, а следовательно, от анатомического строения древесины, из которой они получены.

При рассмотрении анатомического строения древесины березы следует отметить, что межсосудистая поровость очередная, поры мелкие, многочисленные, большей частью покрывающие всю стенку сосуда, преимущественно сомкнутые. Внутренние отверстия сильно вытянутые, узкие, доходящие до границы окаймления, что приводит к частым расколам древесины [7]. Волокнистые трахеиды, выполняющие механическую функцию, средние и довольно длинные, тангенциальный диаметр просветов 10–15 мкм. Основная масса березы состоит из волокнистых трахеид. Важными в техническом отношении являются различия в толщине оболочек. Береза пушистая (*Betula pubescens*), наиболее распространенная в Беларуси, имеет тонкостенное и очень тонкостенное (толщина оболочки 1,7–3,5 мкм) строение. Объем лучей составляет 17%. На тангенциальном срезе лучи обычно веретеновидной формы.

Древесина березы в ряду лиственных пород имеет весьма широкое применение и является основным сырьем для фанерной промышленности, для выделки дешевой мебели, в плитном производстве. По разнообразию использования и значения для лесной промышленности береза занимает среди лиственных пород одно из первых мест [7].

Ольха черная характеризуется двумя-тремя типами межсосудистой поровости, причем они могут встречаться на одной и той же стенке сосуда. Поры крупные (4–6 мкм в диаметре), многочисленные, окаймления пор округлые или овальные, в отличие от березы, у которой они вытянутые. Основная масса ольхи черной, как и березы, состоит из волокнистых трахеид. Лучи в среднем составляют 15% общего объема древесины. На тангенциальном срезе форма лучей линейная или веретеновидная.

Взгляд на ольху, как на «сорную породу», до сих пор еще не изжит. Между тем она представляет собой чрезвычайно ценное сырье для целого ряда производств, в первую очередь для целлюлозно-бумажной промышленности [8]. В силу того, что сок ольхи содержит большое количество окисляющих веществ, которые приводят к появлению неустойчивой красной окраски, она не может быть рекомендована для производства высококачественной мебели или отделочных работ.

Осина отличается отсутствием торцевых стенок сосудов, что выступает их диагностическим признаком. Поры мелкие, окаймления пор округлые. Волокнистые трахеиды имеют длину 3500–4500 мкм. На тангенциальном срезе форма лучей линейная.

Древесина осины широко используется в производстве термомеханической массы (ТММ) и ХТММ. Однако в Беларуси такой вид ВПВВ не вырабатывается.

Учитывая анатомическое строение и физико-механические показатели лиственных пород, опираясь на опыт зарубежных производителей, в работе предлагается использовать механические и химико-механические методы производства полуфабрикатов. Выбор механической переработки древесины объясняется тем, что она обладает с экологической точки зрения рядом преимуществ по сравнению с технологией выработки полностью беленой и других видов целлюлозы. Кроме того, производство ВПВВ в РБ отсутствует и потребность в наиболее распространенных их видов удовлетворяется за счет импортных поставок и частичной замены их макулатурой, которая в современных условиях становится все более дорогостоящей.

В то же время в Беларуси стабильно функционируют заводы, вырабатывающие древесноволокнистые плиты (ДВП), основным компонентом которых является древесноволокнистая масса, полученная путем двухступенчатого

горячего размола предварительно пропаренной щепы в дефибраторе. Такая древесноволокнистая масса на 80% состоит из лиственной древесины. Она имеет низкие бумагообразующие свойства, но в то же время обладает рядом преимуществ — повышенная гибкость и пластичность [9], малая средняя плотность, гидрофильность, высокая непрозрачность, низкая себестоимость и доступность. С целью повышения механической прочности дефибраторную массу следует подвергать химическому модифицированию.

В качестве реагента выбран карбамид, т. к. он обладает низкими показателями токсичности, относительно невысокой стоимостью и является высокореакционноспособным органическим соединением.

В лабораторных условиях был смоделирован процесс получения ДДМ. При этом древесную щепу лиственных пород пропаривали в автоклаве на масляной бане при температуре 190°C в течение 10 мин, размол осуществляли на лабораторной мельнице ЦРА. Водный раствор карбамида (ГОСТ 6995–77) в соотношении 3% к а. с. в. вводили на стадии пропаривания. Из полученной массы в лабораторных условиях были изготовлены стандартные образцы бумаги плотностью 50 г/м<sup>2</sup> на листоотливном аппарате ЛОА-1. Полученные лабораторные образцы бумаги были исследованы на прочность (показатель разрывной длины определялся в соответствии с ГОСТ 13525.1–79, показатель впитываемости при одностороннем смачивании — ГОСТ 12605–82) и по печатным свойствам (ГОСТ 20807–75). Результаты исследований представлены в табл. 3.

Рассмотрим причины изменения показателей качества лиственных пород в процессе модифицирования.

**Ольха.** Древесина ольхи поддается модифицированию, что объясняется крупными просветами ее волокнистых трахеид, хорошо поглощающими и проводящими пропиточные составы, и хорошо поддается прессованию. Карбамид попадает в крупные просветы, улучшая впитываемость при одностороннем смачивании, снижая выщипываемость волокон и незначительно изменяя гидрофобные свойства. Некоторое снижение показателя разрывной длины скорее всего связано с некоторыми пластифицирующими свойствами карбамида.

**Осина.** В процессе модифицирования наблюдалось увеличение показателя разрывной длины, что связано с повышением фибрилляции волокон вследствие слабощелочной реакции карбамида. Набухание и фибрилляция волокон повлияли и на увеличение впитываемости при одностороннем смачивании, которого можно избежать введением проклеивающих составов. Печатные свойства практически не изменились.

Показатели качества бумаги на основе лиственных пород

Показатели	Немодифицированная			Модифицированная 3%-ным карбамидом		
	ольха	береза	осина	ольха	береза	осина
1. Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup> [65]*	148	107,3	18	87	201,2	154,6
2. Разрывная длина, м [2900]	3400	2620	2720	3070	2820	3400
3. Максимальная оптическая плотность красочного слоя, Б [1,65]	2,0	1,82	2,03	1,89	1,64	1,97
4. Скорость выщипывания, м/с [0,8]	0,64	0,84	0,98	0,85	0,81	1,14
5. Интегральный коэффициент отражения, %	26,2	27,3	27,8	25,9	22,5	21,5

\* В квадратных скобках приведены допустимые значения в соответствии с ГОСТ 6445–74

**Береза.** Значения показателей механической прочности почти не отличаются от древесины осины. Отличия в анатомическом строении приводят к изменениям печатных свойств вследствие увеличения пористости ее структуры под действием карбамида и повышения гидрофильных свойств.

Для всех пород характерно низкое значение интегрального коэффициента отражения.

Если сравнить полученные результаты с требованиями, предъявляемыми к печатным видам бумаг, то из всего ассортимента лиственных пород можно применять в композиции газетной бумаги, бумаги-основы для мелования и офсетной № 2, упаковочной — с введением наполнителей и проклеивающих веществ.

В чистом виде дефибраторная масса из лиственных пород, несмотря на ограниченное применение, может быть использована для производства газетной бумаги (ГОСТ 6445–74 Е). Целесообразно применение древесины ольхи в сочетании с другими лиственными породами с целью повышения механической прочности в композиционных составах бумаг для печати.

### Литература

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. — М.: МГУП, 2003. — 1280 с.

2. Соловьева Т. В. Волокнистые полуфабрикаты высокого выхода на основе дефибраторной массы. — Мн.: БГТУ, 2004. — 140 с.

3. Шамко В. Е. Полуфабрикаты высокого выхода. — М.: Лесная промышленность, 1989. — 320 с.

4. Барбье М. К., Дессюро С., Жанкне С. Производство механической и химико-механической массы (характеристики полуфабриката и бумаги) // Бумажная промышленность. — 1991. — № 11. — С. 7–10.

5. Новое в производстве древесной массы. Экспресс-инф. Заруб. опыт. — М.: ВНИПИЭИ Леспром, 1989. — 32 с.

6. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине. — М.: Лесная промышленность, 1989. — 296 с.

7. Яценко-Хмелевский А. А., Кобак К. И. Анатомическое строение древесины основных лесообразующих пород СССР. — Л.: РИО ЛТА, 1978. — 64 с.

8. Дубоделова Е. В., Новосельская О. А., Куземкин Д. В., Хмызов И. А. Использование мягких отходов древесины лиственных пород для получения бумаги // Новые технологии рециклинга отходов производства и потребления: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. — Мн., 2004. — С. 458–461.