

УДК 676.153.031.33

Е. В. Дубоделова, ст. преподаватель (БГТУ); Т. А. Снопкова, науч. сотрудник (БГТУ);
П. И. Письменский, аспирант (БГТУ)

ПРОЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ

Представлены результаты исследований особенностей древесины осины как сырья для получения древесной массы. Древесина этой породы имеет светлую окраску. Она отличается мягкостью и низкой плотностью по сравнению с другими лиственными породами, что позволит затрачивать меньшее количество энергетических ресурсов при размоле и получении готового волокнистого продукта. Древесная масса, полученная из древесины осины, не позволяет обеспечить стабильно высокие показатели прочности готовой продукции, что сдерживает ее широкое промышленное применение. Эксперимент показал, что свойства древесной массы можно целенаправленно изменять посредством обработки щепы уксусной кислотой и сульфитом натрия реагентами на стадии пропаривания.

The presented results of the studies of the particularities of aspen wood as raw material for the reception of the wood pulp. This sort of wood has a bright color. It differs in softness and low density in contrast with other leafy sorts that will allow to spend the smaller amount of energy resource at milling and reception of the ready stringy product. The wood pulp got from aspen wood does not allow to provide the stable high factors of toughness to finished products that restrains its broad industrial using. The experiment has shown that the characteristics of the wood pulp possible goal-directed change by means of processing the chip of wood by acetic acid and sulfite sodium reagent to steaming stages.

Введение. Волокнистые полуфабрикаты в виде различных видов древесной массы, получаемой из древесной щепы, являются современным распространенным видом сырьевых ресурсов для производства массовых видов бумаги и картона в наиболее развитых странах мира. Общим для производства различных видов древесной массы является размол древесины в виде щепы с предварительным пропариванием. Сырьевая база для их получения повсеместно расширяется за счет вовлечения различных древесных отходов как хвойных, так и лиственных пород. Особый интерес в этом качестве среди лиственных пород представляет древесина осины, которую можно классифицировать как малоликвидную. Однако ее запасы в Республике Беларусь довольно велики (около 160 млн. м³), что составляет 33% от всех запасов лиственной древесины. Известно, что получение волокнистых полуфабрикатов из древесины осины и выработка на их основе бумаги и картона с высокими показателями качества довольно проблематична [1]. По нашему мнению, решить проблему можно, учитывая особенности анатомического строения, физических и химических свойств древесины осины, а также тонкой структуры ее основных элементов. При этом особое значение могут иметь размерные характеристики составляющих древесину анатомических элементов, такие как длина, диаметр, толщина клеточной стенки и т. д. именно от них зависит направление процесса размола древесины и формирования бумагообразующих свойств древесной массы [2, 3].

Основная часть. Широкое применение, в настоящее время, древесины хвойных пород в

производстве древесной массы обусловлено их однотипной, гомогенной структурой с преобладанием прочных, длинных механических элементов волокнистого строения – трахеид, обеспечивающих высокие физико-механические показатели древесной массы. Трахеиды занимают свыше 90% от общего объема анатомических элементов хвойной древесины. При этом их длина колеблется в пределах 2–5 мм и составляет в среднем 3,5 мм, а поперечные размеры – 30–40 мкм. Кроме того, для хвойной древесины характерно небольшое количество коротких элементов, к которым относится древесная паренхима [4].

Древесина осины относится к лиственным породам. Лиственная древесина отличается более сложной и менее упорядоченной структурой, обусловленной большим разнообразием ее анатомических элементов. Основным механическим элементом в лиственной древесине является толстостенный либриформ. При этом древесные волокна осины практически вдвое короче по сравнению с хвойными трахеидами. Лиственная древесина содержит в своем составе и значительное количество – до 50% коротких тонкостенных сосудов и паренхимных клеток. В усредненном виде размерная характеристика волокон древесины осины следующая: длина волокна – 0,77–1,18 мм, диаметр волокна – 20–22 мкм, толщина клеточной стенки – 3,5–4,3 мкм. Все вышесказанное является следствием невысоких прочностных свойств получаемой на ее основе древесной массы [5].

Рассмотрим диагностические особенности древесины осины (*Populus tremulae* L.). Эта по-

рода принадлежит к семейству ивовых (*Salicaceae*). Граница годичных слоев выражена очень узенькой полоской из 1–2 рядов клеток, сильно сжатых в радиальном направлении и имеющих очень узкую щелевидную полость. Сердцевинные лучи многочисленны и очень узкие, они значительно уже диаметра сосудов, все однорядные – до 40 клеток по высоте, прямолинейные. Их клетки вытянуты вдоль луча, все они приблизительно одинаковой высоты. Клетки лучей, соприкасающиеся с сосудами, имеют 2–3 ряда простых крупных, овальной формы пор, образующих, особенно на стенках краевых клеток луча, характерную сеточку. Годичная граница лучей и общая граница годичного слоя совпадают.

Сосуды очень многочисленные, диаметром около 100 мкм, тонкостенные, округлые или угловатые, равномерно рассеянные без определенного рисунка по всей ширине годичного слоя. Иногда просветы сосудов занимают до 50% площади среза. Особенно большая густота их наблюдается в ранней части годичного слоя, в поздней зоне просветы несколько меньше, меньше и их количество. Большинство сосудов сомкнуты в небольшие радиальные группы, состоящие из 2–5 сосудов; одиночные встречаются редко. В группах сосуды угловатые, а одиночные – округлые. Членики сосудов короткие, с небольшими тупыми клювиками или без них. Перфорационные пластинки между члениками наклонные, простые, с одним круглым отверстием. Спиральные утолщения и спиральная штриховатость отсутствуют. Стенки сосудов с крупными свободными округло-овальными, супротивными или очередными окаймленными порами. Окаймление пор не всегда ясно выражено, отверстия пор овальные, не достигающие границы окаймления. Изредка встречаются сомкнутые, очередно расположенные многоугольные окаймленные поры. По ширине сосуда насчитывается до 6–8 рядов пор [6]. Древесная паренхима осины апотрахеальная – терминальная, очень скудная. Тяжи древесной паренхимы встречаются очень редко. Терминальная паренхима расположена в пограничной зоне поздней древесины в виде редких одиночных клеток или коротких однорядных, тангенциальных полосок, состоящих из 2–3 клеток.

Древесина осины легкая, умеренно усыхающая, непрочная, мягкая, умеренно вязкая [4, 6].

На скорость проникновения пара и химических реагентов при производстве древесной массы существенное влияние оказывает строение клеточной оболочки древесины. В отличие от других лиственных пород клеточная оболочка древесины осины имеет более сложную структуру. Во внутренних и внешних слоях вторичной оболочки присутствует изотропный слой, в котором находятся лигнин, пекти-

новые вещества и небольшое количество целлюлозы. Изотропный слой наряду с аморфным веществом содержит небольшое количество переплетенных микрофибрилл, что составляет сходство этого слоя со структурой срединной пластинки межклеточного слоя.

Наличие фибрилл в изотропном слое вместе со слоями вторичной оболочки свидетельствует о том, что вся оболочка клетки, включая межклеточный слой, первичную и вторичную оболочки, расположена внутри другой полной оболочки клетки. Это, по нашему мнению, может облегчить процесс проникновения пара и химических реагентов в толщу древесины осины при получении древесной массы. Предположение можно подтвердить тем, что эта особенность проявляется при варке целлюлозы из этой древесной породы. Известно, что процесс ее делигнификации проходит значительно быстрее, чем при использовании других лиственных пород [7, 8].

Строение клеточной оболочки объясняет и повышенное содержание целлюлозы в древесине осины, по сравнению с другими лиственными породами.

Все вышесказанное позволяет заключить, что данная древесная порода представляет обоснованный интерес для использования в качестве сырья для производства волокнистого полуфабриката. Известно, что наиболее перспективный и широко освоенный термомеханический способ получения древесной массы оказался более приемлемым для древесины хвойных пород, чем для лиственных. Это связано с вышеописанными морфологическими ее особенностями.

Установлено, что химическая обработка древесины перед размолотом позволяет размягчить толстостенные анатомические элементы и за счет этого облегчить последующий раздел их на волокна. При этом появляется возможность получения более длинных волокон с хорошей прочностью и низким содержанием обломков. Химическая обработка щепы традиционно осуществляется как кислотными, так и щелочными реагентами [8].

Нами были проведены исследования по выбору наиболее подходящего для данной породы химического реагента. В этом качестве наилучшие результаты были получены при использовании сульфата натрия и уксусной кислоты. При проведении эксперимента древесную массу получали, моделируя условия термомеханического способа. Щепу пропаривалась при температуре 150°C в течение 15 мин, давление составляло 5 атм. Расход всех реагентов варьировали от 0,05 до 0,25% к а. с. д. Пропаренную щепу размалывали на ЛКР 1 в течение 20 мин при 1500 об/мин. Из полученной размолотой массы отливали образцы бумаги на

лабораторном листоотливном аппарате. Для того чтобы судить об эффективности химической обработки параллельно проводили контрольный опыт без использования химических реагентов. Сравнение показателей качества древесной массы из древесины осины производили по массе, полученной из древесины ели в аналогичных условиях.

В табл. 1 представлены зависимости основных показателей качества древесной массы, степени ее помола и разрывной длины, изготовленных из нее образцов бумаги от расхода уксусной кислоты.

Таблица 1
Зависимость показателей качества древесной массы от расхода уксусной кислоты

Порода древесины	Расход уксусной кислоты, %	Физико-механические показатели образцов бумаги	
		Степень помола, °Шр	Разрывная длина, м
Осина	0	16	200
	0,05	25	1605
	0,10	27	1680
	0,15	30	1728
	0,20	31	1820
	0,25	31	1840
Ель	0	21	350
	0,05	26	1400
	0,10	30	1473
	0,15	33	1575
	0,20	35	1750
	0,25	37	1855

Из представленных в табл. 1 данных видно, что при использовании для обработки щепы перед размолом уксусной кислоты возрастает способность древесины осины к размолу. На это указывает увеличение степени помола от 16 до 31 °Шр. Увеличение способности к размолу при использовании уксусной кислоты, как у древесины ели, так и у осины сравнимо. Однако для прочностных показателей древесной массы такой зависимости не было установлено. Для древесины осины использование уксусной кислоты оказалось более эффективным, чем для ели. Так, например, разрывная длина увеличилась в 9 раз у древесной массы из осины, а из ели – 5 раз.

В табл. 2 представлены аналогичные зависимости для другого химического реагента, использованного при обработке щепы перед размолом, – сульфита натрия.

Как видно из табл. 2, использование сульфита натрия для обработки древесины осины более эффективно, чем уксусной кислоты.

Прочностные показатели массы возросли в результате обработки в 15–17 раз. Что же касается древесины ели, то результаты были сравнимы с результатами, полученными при использовании уксусной кислоты.

Таблица 2
Зависимость показателей качества древесной массы от расхода сульфита натрия

Порода древесины	Расход сульфита натрия, %	Физико-механические показатели образцов бумаги	
		Степень помола, °Шр	Разрывная длина, м
Осина	0	16	200
	0,05	25	2203
	0,10	29	2640
	0,15	32	3010
	0,20	36	3280
	0,25	37	3400
Ель	0	21	350
	0,05	30	1435
	0,10	33	1610
	0,15	34	1750
	0,20	35	1820
	0,25	35	1875

Из представленных данных в табл. 1 и 2 можно сделать вывод о том, что наиболее подходящим реагентом для улучшения качества древесной массы из древесины осины является сульфит натрия. Вероятно, этот реагент, в отличие от уксусной кислоты, вызывает более интенсивное набухание клеточной оболочки на стадии предварительного пропаривания.

Заключение. Из результатов исследования следует вывод о том, что из древесины осины возможно получение древесной массы. Ее свойства можно целенаправленно изменять химической обработкой. В качестве химического реагента предпочтительно использовать сульфит натрия с небольшим расходом – от 0,05 до 0,15 % к абс. сух. древесине.

Литература

1. Пузырев, С. С. Современная технология механической массы: в 2 т. / С. С. Пузырев. – СПб.: ООО «ВЕСП», 1995–1996. – Т. 2: Механическая масса из щепы. – 1996. – 236 с.
2. Пузырев, С. С. Древесное сырье – определяющий фактор качества механической массы / С. С. Пузырев. – М.: ЦИНТИХимНефтеМаш. – Сер. ХМ-8. – Вып. 2. – 1990. – 50 с. (Целлюлозно-бумажное машиностроение / Цент. ин-т науч.-техн. информ. и техн.-экон. исслед. по хим. и нефт. машиностроению).
3. Охрана окружающей среды в Беларуси: статистический сборник / под ред. В. С. Мележа

[и др.]. – Минск: Министерство статистики и анализа Республики Беларусь, 2007. – 206 с.

4. Вихров, В. Е. Диагностические признаки древесины / В. Е. Вихров. – М.: АН СССР, 1959. – 131 с.

5. Производство волокнистых полуфабрикатов из лиственной древесины / А. И. Бобров [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 248 с.

6. Осина. Aspen. Populus tremula // Дерево.RU. – 2004. – Июль–август 2004. – С. 19–24.

7. Косозубова, Г. М. Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон, применяемых в целлюлозно-бумажной промышленности: атлас / Г. М. Косозубова, Н. П. Зотова-Спановская. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1976. – 152 с.

8. Атлас ультраструктуры древесных полуфабрикатов, применяемых для производства бумаги / З. Е. Брянцева [и др.]. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 232 с.

Поступила 26.03.2010