

В основе данного способа лежат процессы, возникающие вследствие воздействия ультразвуковых волн на различные среды. Такими средами при ультразвуковой окорке являются камбиальный слой коры дерева и вода, в которой расположен окариваемый материал.

Для реализации окорки ультразвуком используется эффект кавитации в камбиальном слое и жидкостной среде, в которой находится окариваемый материал. Так же имеет место гидродинамическое давление, действие которого вызывает отслоение частей коры.

Использование данного метода позволит повысить эффективность окорки лесоматериалов на предприятиях, снизить себестоимость конечного продукта за счет энергосбережения и производительности.

### Библиографический список

1. Симонов М. Н. Механизация окорки лесоматериалов. М.: Лесная промышленность, 1984. – 216 с.
2. Симонов М. Н., Торговников Г. И. Окорочные станки: устройства и эксплуатация. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 184 с.
3. Ультразвук. Маленькая энциклопедия. / Под ред. Галяминой И. П. – М.: Советская энциклопедия, 1979. – 456 с.
4. Ультразвуковая технология. / Под ред. Аграната, Б. А. - М., Metallurgia, 1974.

**Жуковская Е.А., Янушкевич А.А.**

(БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь) [katya.iukovskaya@gmail.com](mailto:katya.iukovskaya@gmail.com)

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАСКРОЯ БРЕВЕН ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД RESOURCE SAVING CUTTING HARDWOOD TECHNOLOGY**

*This article devoted to developing effective processing hardwood taking into account special hardwood features to save raw material, energy and labour cost.*

В Беларуси леса занимают более 9 млн. гектаров, что составляет 38,7% территории страны. Особенностью структуры сырьевых запасов древесины в Беларуси является преобладание лиственных пород древесины над хвойными породами.

Наблюдается устойчивое сокращение доли хвойных пород, так в настоящее время запас хвойной древесины в спелых и перестойных лесах составляет 45%, твердолиственной – 3,7% и мягколиственной – 51,3% [1]. Анализ данных сведений говорит о необходимости изучения проблем переработки лиственных пород древесины.

Вопрос о расширении сырьевой базы Республики Беларусь может быть решен путем увеличения объемов потребления лиственной древесины. Для рационального использования лиственной древесины должны быть рассмотрены наиболее перспективные направления ее использования и разработаны ресурсосберегающие технологии ее переработки.

Основные направления использования древесины являются: производство пиломатериалов, фанеры, ДСтП, ДВП, бумаги, картона, спичек, различных плитных и щитовых изделий. Во всех этих производствах может быть использована лиственная древесина, причем лучшая по качеству лиственная древесина используется в фанерном и спичечном производствах. Данный факт говорит о том, что лиственная древесина, поступающая в распиловку, имеет сравнительно невысокое качество. Однако распиловка лиственных бревен на пилопродукцию целевого назначения является перспективным направлением. Исследования проведенные в БГТУ доказали, что комплексная переработка низкосортных лиственных пиломатериалов, т.е. комбинированный раскрой досок на качественные заготовки и попутную продукцию с последующей переработкой неизбежно получающихся кусковых отходов на технологическую щепу, обеспечивает наиболее высокие экономические показатели по сравнению с целевой переработкой лиственной древесины на технологическую щепу [2].

Особенности лиственной древесины обуславливают способы ее распиловки, сортировки, дальнейшей переработки и хранения. Наибольший интерес представляют такие породы как береза, осина, ольха и дуб. Так, например, сортовой состав березового сырья можно представить следующим образом: I сорт – 4,67%, 2 – 17,78%, 3 – 34,85%, 4 – 42,7%. А средний диаметр сырья колеблется от 18 до 20 см [3].

В свое время большое внимание было уделено изучению особенностей ольховых круглых лесоматериалов [4]. Так оказалось, что основная масса сырья (76,5%) имеет диаметр 10-15 см, а основным сортообразующим пороком ольхового сырья является кривизна, средняя величина которой равна 1,5%.

Низкое качество и размеры лиственного сырья, большой процент бревен с кривизной определяют специфику переработки лиственной древесины.

Поэтому основными задачами данного исследования становятся:

- выбрать и обосновать способ распиловки лиственных бревен;
- установить влияние кривизны (основного сортообразующего порока) на долю цилиндрической зоны (цилиндрическая зона – это зона, из которой объемный выход пиломатериалов в 4,6 раза больше, чем из сбеговой [5]);
- установить оптимальные и рациональные схемы распиловки лиственных бревен;
- минимизировать количество сортировочных групп бревен без значительных потерь объемного выхода пилопродукции целевого назначения.

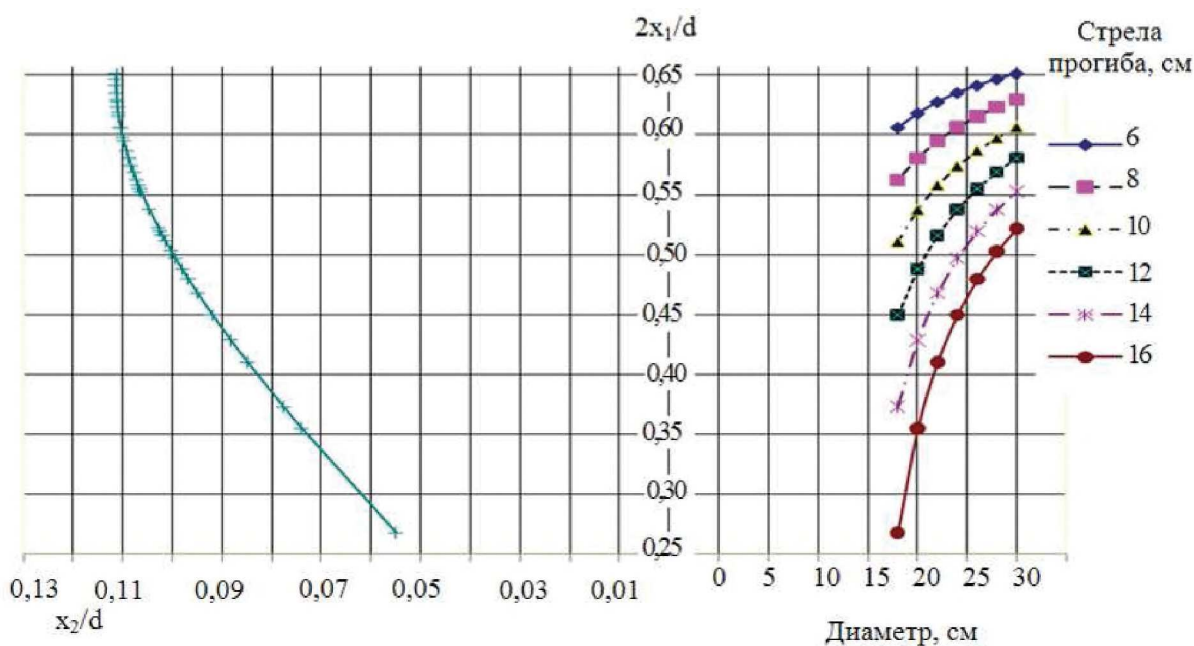
Первая задача заключается в выборе и обосновании способа распиловки бревна на пилопродукцию. Как отмечалось ранее, распиловка бревен с кривизной может осуществляться как вразвал, так и с брусровкой. С точки зрения увеличения объемного выхода пилопродукции на первый план выходит распиловка кривых бревен вразвал. Однако при необходимости выпилки длинномерных пиломатериалов, которые дороже короткомерных на 20%, преимущества на стороне брускового метода распиловки [6]. Кроме того, уменьшить кривизну можно поперечной распиловкой бревна, как известно это резко уменьшает стрелу прогиба бревна, т.к. она прямо пропорциональна квадрату длин полученных бревен.

Распиловка бревна, имеющего кривизну, требует большого внимания, так как неправильная ориентация кривого бревна при его распиловке приводит к уменьшению объемного выхода пиломатериалов, что вызвано уменьшением объема цилиндрической зоны.

Известно, что объемный выход пиломатериалов из цилиндрической зоны составляет около 74% от ее объема, а из сбеговой зоны только около 16% от ее объема [5].

Так переходим к решению второй задачи – установить влияние кривизны на долю цилиндрической зоны. Проведенные нами исследования показали, что влияние кривизны на долю цилиндрической зоны снижается с увеличением диаметра бревна и коэффициента сбega. Наиболее интенсивное снижение отмечается при увеличении диаметра бревен. Изменение сбega оказывает слабое влияние на изменение цилиндрической зоны. При одинаковом коэффициенте сбega и кривизне у более коротких бревен доля цилиндрической зоны больше, чем у длинных [7].

В целях установления оптимальных и рациональных схем распиловки листовых бревен нами были проведены теоретические исследования, в результате которых построена номограмма (рис.1). Пользуясь номограммой, по заданному диаметру бревна  $d$  и стреле прогиба  $f$ , можно составить постав, т.е. определить оптимальные размеры бруса и боковой доски. При необходимости выпиливания бруса заданного размера можно выбрать бревна определенного  $d$  и  $f$ , которые с минимальными потерями это обеспечат. Применение такой номограммы будет способствовать решению многих практических задач, возникающих при распиловке листового сырья, и позволит ускорить процесс составления поставов.



$2x_1$  – толщина бруса;  $x_2$  – толщина боковой доски

Рисунок 1 – Номограмма для составления поставов при распиловке бревен с кривизной

Данная номограмма позволяет составлять схемы распиловки только при оптимальных размерах выпиливаемых брусьев. На практике же приходится выпиливать брусья и доски в соответствии со спецификацией-заказом. Для решения данной задачи были составлены графики, один из которых приведен на рис. 2.

Представленный на рисунке 2 график позволяет определить размеры боковых досок (с учетом спецификации) в первом проходе при получении бруса заданного стандартного размера.

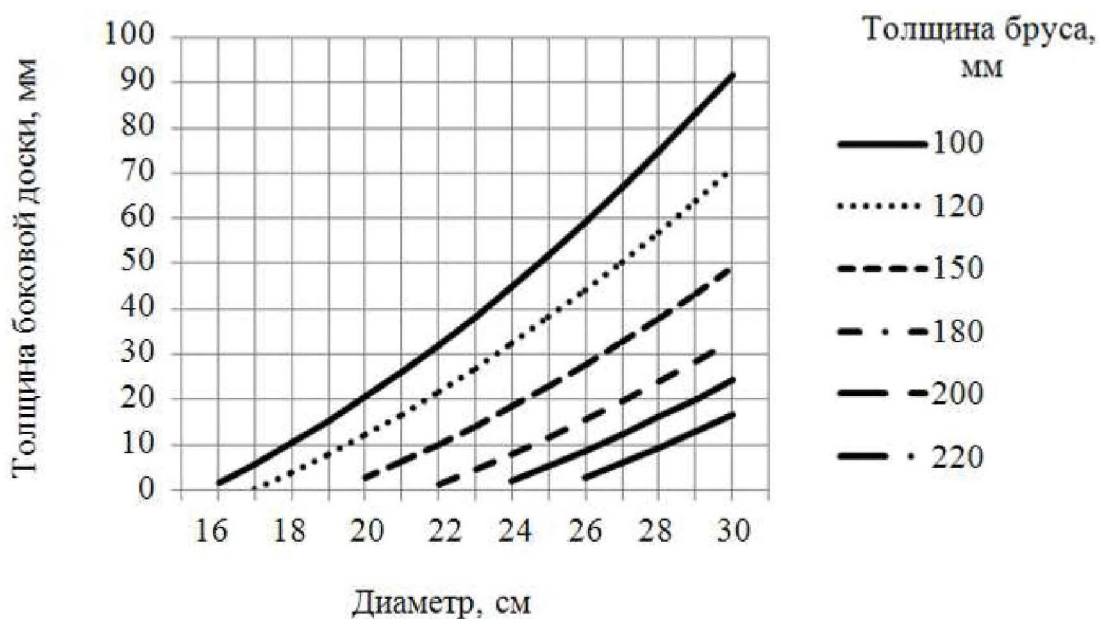


Рисунок 2 – Графики для составления поставок на распиловку бревен с кривизной 12 см с учетом спецификации пиломатериалов

Важное место в технологии лесопиления занимают операции подготовки сырья к распиловке. Одной из таких операций является сортировка бревен. От правильности ее проведения зависит величина объемного выхода пилопродукции целевого назначения. Проведение сортировки во многом зависит от целевого назначения выпиливаемых пиломатериалов. Так переходим к решению четвертой задачи – минимизации количества сортировочных групп бревен без значительных потерь объемного выхода пилопродукции целевого назначения.

В качестве конечного вида пилопродукции нами были рассмотрены пиломатериалы, предназначенные для производства заготовок для мебельного щита. В настоящее время клееный щит из древесины лиственных пород имеет устойчивый спрос не только на белорусском и российском, но и на мировом рынках. Это объясняется многочисленными достоинствами данного вида продукции.

Нами была проведена компьютерная имитация раскроя бревен. Условно распиливалось сырье диаметрами от 14 до 36 см и длиной 3 м. При этом диаметр лиственных бревен, поступающих в распиловку, измерялся с градацией 0,1 см; выпиливались пиломатериалы толщиной 25 и 50 мм и шириной кратной размерам заготовок с учетом ширины пропилов; распиловка бревен производилась по брусово-развальным схемам с шириной пропила 4 мм. В результате этого были составлены и рассчитаны поставки и определен объемный выход пилопродукции. После анализа результатов расчетов были определены границы сортировочных групп, т.е. диапазоны диаметров, в каждом из которых средний объемный выход пилопродукции является максимальным. В результате проведенных исследований для заданных условий была определена система поставок для 9 сортировочных групп (таблица 1) [8].

При сортировке этих же бревен по четным диаметрам количество сортировочных групп было бы равно 12. При этом средний выход пилопродукции при сортировке на 12 групп составил – 56,66 %, а при сортировке по 9 группам – 57,56 %. Таким образом, переход от сортировки бревен по четным диаметрам к распределению их по схе-

мам распиловки позволит обеспечить наибольший выход пиломатериалов целевого назначения при минимизации количества сортировочных групп бревен. При этом уменьшится объем операционного запаса сырья на складе, что в свою очередь позволит снизить объем "замороженных" оборотных средств и сэкономить трудо- и энергоресурсы.

Таблица 1 – Границы сортировочных групп и поставки

№ сортировочной группы	Структура поставка		Диапазон диаметров, см	Средневзвешенный выход пиломатериалов, %
	I проход	II проход		
1	83/1;	50/2	14-15,4	43,13
2	141/1;	50/1-25/2	15,5-18,1	48,58
3	141/1;	50/2	18,2-21,8	50,45
4	141/1-25/2;	50/3	21,9-24,1	56,45
5	170/1-25/2;	50/3-25/2	24,2-27	58,22
6	199/1 -25/2;	50/3-25/4	27,1-29,8	58,40
7	228/1-25/2;	50/3-25/4	29,9-32,1	59,47
8	257/1 -25/2;	50/3-25/6	32,2-34,1	60,87
9	228/1-25/2;	50/4-25/4	34,2-36	61,01

Для осуществления сортировки бревен по составленным нами группам необходимо измерительное устройство с точностью измерения 1 мм. Для точного измерения диаметра бревен могут использоваться разработанные в БГТУ автоматизированные измерительные комплексы на базе полупроводниковых лазеров или на базе инфракрасных источников света [9, 10 и 11].

В состав измерительного комплекса на базе лазеров входят четыре блока, каждый из которых имеет два полупроводниковых лазера и фотоприемник с объективом. Лучи лазеров попадают на поверхность бревна в виде восьми точек. Каждый из восьми лучей отражается от поверхности бревна и через объективы падает на соответствующий фотоприемник, информация от которого передается в ПК. При перемещении бревна измерение поперечных сечений осуществляется через равные промежутки его длины. Информация обрабатывается по специальной программе, выдается на монитор и используется для оптимизации раскроя бревна с учетом его размеров и особенностей формы на пилопродукцию целевого назначения.

Измеритель на базе инфракрасных осветителей состоит из двух линейных видеокамер с помещенными в центре объективов точечными источниками света и двух панелей с нанесенным на них световозвращающим покрытием. Световые лучи от точечного источника света попадают на световозвращающее покрытие и возвращаются назад в объектив, если измеряемый объект их не перекрывает.

Если в измеритель поступает бревно, линейные видеокамеры фиксируют тени от него на световозвращающих покрытиях в сходящихся лучах. Информация передается в ПК, который обрабатывает ее и управляет сортировочным устройством [10,11].

Таким образом, в результате выполненных исследований разработана ресурсосберегающая технология раскроя бревен лиственных пород на пилопродукцию для изготовления клееного щита, которая включает:

- сканирование и раскряжевку хлыстов с учетом индивидуальных особенностей, а так же с учетом дальнейшей распиловки бревен на пилопродукцию целевого назначе-

ния;

- измерение бревен и их сортировку по группам диаметров;
- распиловку бревен по рациональным схемам распиловки.

Разработанная технология позволит рационально использовать листовую древесину, снижая расход сырья, энерго- и трудозатраты производства.

## Библиографический список

1. Сведения о лесном фонде Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2009 г. / Белгослес. – Мн., 2009. – 27 с.
2. Янушкевич, А.А. Эффективность переработки пиловочного сырья мягких листовых пород на заготовки стройдеталей / Е.Е. Сергеев, В.И. Пастушени // Механическая технология древесины; под ред. Л.А.Манкевича. – Мн.: «Вышэйшая школа», 1982. – Вып. 12 – С. 126-127.
3. Берстнева, Г.Н. Использование березовой древесины в производстве реечных щитов пола / Г.Н. Берстнева // Материалы четвертой научно-технической конференции молодых ученых и специалистов, аспирантов и соискателей лесопильно-деревообрабатывающей промышленности, Архангельск, 28-30 мая 1980 г. / Центральный научно-исследовательский институт механической обработки древесины. – Архангельск, 1980. – С. 50-51.
4. Цотадзе, Г.Л. Размерно-качественная характеристика ольховых круглых лесоматериалов в Грузинской ССР / Г.Л. Цотадзе // Механическая технология древесины: респ. межвед. сборник. – Мн.: «Вышэйшая школа», 1983. – Вып. 13 – 94 с.
5. Батин, Н. А. Теоретические и экспериментальные исследования раскроя пиловочного сырья: дис... д-ра технических наук: 05.21.05 / Н.А. Батин. – Минск, 1964. – 442 л.
6. Турушев, В.Г. О целесообразности распиловки кривых бревен брусом методом / В.Г. Турушев // Деревообрабатывающая промышленность – С-П., 1966. – №1 – С.14-15.
7. Янушкевич, А. А. Распиловка листовых бревен, имеющих кривизну / А. А. Янушкевич, С. В. Шетько, Е. А. Жуковская // Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 18-21 мая 2010 г.: в 2 кн. – Минск: БГТУ, 2010. – Кн. 2. – С. 734-738.
8. Жуковская, Е. А. Сортировка листовых бревен по оптимальным схемам распиловки на пилопродукцию целевого назначения / Е. А. Жуковская, С. В. Шетько, А. А. Янушкевич // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2011. – Вып. XIX.
9. Янушкевич, А.А. Технология лесопильного производства: учебник для ВУЗов / А.А. Янушкевич. – Мн.: БГТУ, 2010. – 330 с.
10. Янушкевич, А.А. Опытный образец оптоэлектронной установки для учета круглых лесоматериалов / А.А. Янушкевич, М.К. Яковлев, С.В. Шетько, Г.Д. Василенок // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 1996. – Вып. IV. – С. 100-104.
11. Устройство для измерения диаметров круглых лесоматериалов: пат.7986 Респ. Беларусь, С1 2006.04.30 / А.А. Янушкевич, С.В. Шетько, Г.Д. Василенок; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. - № а 200330492; заявл. 06.06.03; опубл. 30.04.06 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2006. № 2. – С. 108.