

**«УТВЕРЖДАЮ»**

и.о. проректора по научной работе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Костромской государственный университет» канд. мед. наук



С.В. Буйкин

7 марта 2024 г.

### **ОТЗЫВ**

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Костромской государственный университет» на диссертационную работу

Каптелкина Александра Александровича

«Технология производства пиломатериалов и заготовок из древесины березы», представленную в диссертационный совет 24.2.331.10 при ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4 Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

### **Структура и объем работы**

На отзыв представлены автореферат диссертации на 16 страницах и диссертация, состоящая из введения, 6 глав, заключения, библиографического списка и приложений. Диссертационная работа изложена на 155 страницах машинописного текста, включающего 36 таблицы, 58 рисунков, библиографический список из 130 наименований и приложения на 7 страницах.

### **Актуальность темы диссертационной работы**

В Российской Федерации запас древесины составляет более 102 млрд м<sup>3</sup>, что составляет примерно 1/5 всех лесов мира. При этом в центральной части России основной древесной породой является береза. Общая площадь березняков составляет около 80 млн га, запас деловой березовой древесины по официальным данным Рослесхоза достигает 60 млрд м<sup>3</sup>.

Древесина березы имеет значительные преимущества перед другими породами, благодаря чему успешно применяется для производства фанеры, мебельных щитов, продукции гидролизной переработки и целлюлозно-бумажной промышленности, а также в деревообработке. Однако в настоящее время отмечается, что по сравнению с древесиной хвойных пород березовая деловая древесины имеет ниже качество и меньше средний диаметр лесоматериалов, получаемых при заготовке сортиментов. Также в силу ряда

объективных причин использование березовой древесины в целлюлозно-бумажном производстве и при производстве плитных материалов сдерживается возросшими железнодорожными тарифами на перевозку березовых балансов и недостаточной оснащенностью целлюлозно-бумажных предприятий отечественным оборудованием.

В работе Каптелкина А.А. выдвинута гипотеза, что повысить эффективность использования значительного потенциала березовых лесоматериалов возможно путем разработки технологий производства пиломатериалов и заготовок из древесины березы, совместимых с технологией производства лесоматериалов и заготовок из хвойных сортиментов. Достижение поставленной цели может быть обеспечено на основе совершенствования теории раскроя березовых пиловочных бревен различных групп диаметров и использования методов имитационного моделирования.

В этой связи, диссертационная работа Каптелкина Александра Александровича, направленная на разработку эффективных ресурсосберегающих технологий производства пиломатериалов и заготовок из древесины березы, представляется весьма полезной и актуальной.

### **Научная новизна полученных результатов**

В процессе диссертационной работы автором на основе анализа работ отечественных и зарубежных ученых в области теории раскроя пиловочных бревен, а также собственных теоретических и экспериментальных исследований получены результаты, обладающие научной новизной:

- получены численные выражения взаимосвязи параметров двухкантного бруса и объемного выхода толстых обрезных пиломатериалов;
- определены параметры безусловной и вероятностной зон в пласти двухкантного бруса для получения толстых досок;
- установлены соотношения диаметров круглых лесоматериалов для получения бруса квадратного сечения и заготовок оцилиндрованных с учетом припуска на обработку от 10 до 20 мм;
- раскрыто влияние диаметра и сбega мелких и средних березовых круглых лесоматериалов на объемный выход обрезных пиломатериалов с обзолом с учетом принятой величины градации при сортировке.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечена применением фундаментальных положений теории раскроя пиловочного сырья, данными о встречаемости пороков в круглых лесоматериалах, а также общепринятыми методами теоретических и экспериментальных исследований и обработки данных. В диссертации имеют место единство сформулированных задач исследований, их теоретических и экспериментальных решений, полученных выводов и рекомендаций, что позволило обеспечить правильный научный подход к достижению поставленной цели.

**Теоретическая и практическая значимость работы** состоит в совершенствовании теории раскроя пиловочных березовых бревен на основе влияния установления взаимосвязи параметров двухкантного бруса и объемного выхода толстых обрезных пиломатериалов; доказательстве наличия безусловной и вероятностной зон в пласти двухкантного бруса для получения толстых досок; установлении соотношения площади сечения бруса максимального объема и площади сечения заготовки оцилиндрованной. В работе показаны количественные параметры влияния диаметра и сбега березовых круглых лесоматериалов на объемный выход обрезных пиломатериалов с обзолом; создана технология производства пиломатериалов, базирующаяся на уменьшении дробности сортировки круглых лесоматериалов и использовании смежных поставов при распиловке двухкантного бруса; определено влияние ложного ядра березы на объемный выход ламелей из заболонной зоны для изготовления клееного щита; предложена технология производства заготовок из заболонной зоны для клееного щита; представлена технология производства стенового клееного бруса с использованием короткомерных пиломатериалов, исключаящую операцию склеивания на зубчатый шип.

Результаты работы использованы при разработке национального стандарта Российской Федерации «Бревна и заготовки оцилиндрованные. Технические условия», а также в учебном процессе кафедры «Древесиноведение и технология деревообработки» Мытищинского филиала МГТУ имени Н.Э. Баумана в ряде дисциплин для студентов, обучающихся по программам подготовки бакалавров и магистров по направлению «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» пункту 1 «Параметры и показатели предмета труда в лесном хозяйстве и лесной промышленности как объекта обработки (технологических воздействий); создание информационных баз» и пункту 4 «Технология и продукция в производствах: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах».

#### **Достоверность и обоснованность выполненных исследований, выводов и рекомендаций**

Научные результаты и выводы в целом отражают физическую сущность объекта исследований. Достоверность выполненных исследований диссертации обеспечена соответствием использованных научных методов математического анализа, аналитической геометрии и теории вероятности поставленным задачам; достаточным объемом экспериментальных данных, полученных на основе современных апробированных методов и методик исследований; согласованностью полученных теоретических и экспериментальных результатов с данными исследований других авторов, а также широ-

кой апробацией полученных результатов исследований и выводов на ряде научно-технических конференций различного уровня.

### **Структура и содержание работы**

**Во введении** приведено обоснование актуальности темы диссертационной работы, приведены цель и задачи исследований, научная новизна, основные положения диссертации, выносимые на защиту.

**В первой главе** представлены результаты аналитического обзора большого числа российских и зарубежных авторов, посвящённых теории оптимальных поставов, формированию групп круглых лесоматериалов и определению оптимальных вариантов раскроя круглых лесоматериалов на пиломатериалы. В первой главе также представлен анализ размерно-качественных характеристик пиломатериалов, влияющих на выход заготовок.

**Вторая глава** посвящена оценке влияния параметров двухкантного бруса на количество толстых обрезных пиломатериалов в поставе с учетом возможного смещения круглого лесоматериала от центра поставки. Автором показано, что для оценки влияния толщины пиломатериалов, ширины пропила и величины усушки на объемный выход пиломатериалов при различных толщинах бруса и получаемых из него пиломатериалов различной толщины необходимо использовать при расчете поставов метод имитационного компьютерного моделирования.

Для получения распределения размеров ширины пласти двухкантного бруса автор предлагает определить плотность распределения, которая может быть принята такой же, как при смещении круглого лесоматериала, поскольку между величиной смещения и шириной пласти бруса существует функциональная связь. Приняв эту гипотезу, автор определяет количество досок в пределах пласти двухкантного бруса. Возможные варианты размеров двухкантного бруса по толщине при смещении круглого лесоматериала до 10 мм представлены в виде графических зависимостей. Далее во второй главе выполнены расчеты по установлению отношения толщины бруса к диаметру круглых лесоматериалов для четырех размерных групп бревен:  $d = 16...21$  см;  $d = 18...25$  см;  $d = 20...27$  см;  $d = 22...29$  см. Затем, рассматривая возможность получения из двухкантного бруса обрезных толстых пиломатериалов, автором определен выход досок с учетом безусловной и вероятностной зоны в пласти березового бруса в сравнении с хвойной древесиной.

**В третьей главе** рассмотрено влияние диаметра и сбега березовых мелких круглых лесоматериалов на объемный выход обрезных пиломатериалов и заготовок оцилиндрованных. Переработка тонкомерных березовых лесоматериалов с выработкой оцилиндрованных заготовок рассматривается в контексте диссертации как альтернативный вариант традиционной распиловки. Для определения объемного выхода заготовок оцилиндрованных использовались, как следует из текста диссертации, методы компьютерного имитационного моделирования. Объемный выход заготовок оцилиндрованных из мелких березовых круглых лесоматериалов длиной 3 м с градацией при сор-

тировке 1 и 2 см и припуском на обработку от 10 до 20 мм представлен в виде таблиц и составил от 23,80 % до 73,85 %.

На основании анализа выполненных расчетов автором рекомендовано при переработке мелких круглых лесоматериалов на оцилиндрованные заготовки и обрезные пиломатериалы из хлыстов получать сортименты длиной 3 и 6 метров. Это рекомендация особенно актуальна, если в сушильных камерах предусмотрена фронтальная загрузка пиломатериалов. При этом для массового использования тонких сортиментов заготовок оцилиндрованных в перспективе потребуется разработка конструкции изделий из таких заготовок.

Следует обратить внимание на раздел 3.2, в котором выявлено некоторое противоречие, а именно – в начале раздела заявлено, что автором «разработана технология производства клееного щита, в том числе одностороннего из заболонной древесины березы», хотя в дальнейшем, основываясь на данных о распределении по диаметрам деловых хлыстов на лесосеке в Кировской области, представлены результаты расчета выхода пиломатериалов для производства клееного стенового бруса. Возможно, что это опечатка, т.к. технология обработки пиломатериалов на заготовки для производства клееного щита обстоятельно рассмотрена в 4 главе.

В заключительной части третьей главы автором обосновано предложение по совершенствованию технологии производства обрезных пиломатериалов из пиловочного сырья диаметром от 10 до 13 см.

**В четвертой главе** представлены результаты исследований по влиянию способов раскроя средних круглых лесоматериалов на объемный выход обрезных пиломатериалов с обзолом, влияние ложного ядра на объемный выход ламелей из заболонной зоны.

Результаты компьютерного имитационного моделирования по определению объёмного выхода обрезных пиломатериалов из березовых круглых лесоматериалов при распиловке вразвал и с брусовкой показали, что объемный выход пиломатериалов с большей величиной допускаемого обзола выше, чем объемный выход по действующим стандартам при распиловке с брусовкой в среднем на 6,06 %, при распиловке вразвал 3,30 % из круглых лесоматериалов 14, 16, 18, 20 см.

Методами компьютерного и имитационного моделирования выполнялись исследования влияния параметров ложного ядра при производстве заготовок. Объемный выход ламелей в центральной доске из заболонной зоны и зоны ложного ядра в процентах от объема бревна представлен в табличной форме и виде столбчатых диаграмм. В качестве рекомендации отмечается, что автору необходимо было больше внимания уделить описанию алгоритма построения имитационной модели пиломатериалов с учетом вероятности появления различных пороков на плати и кромке доски.

**В пятой главе** представлено влияние выполненных исследований на технологию производства пиломатериалов и заготовок.

Выполненные исследования по влиянию параметров двухкантного бруса на объемный выход толстых обрезных пиломатериалов с использованием

смежных поставов позволяют ввести двухстадийную сортировку. На первой стадии сортировка круглых лесоматериалов перед подачей в лесопильный цех на группы по размерам толщины двухкантного бруса, на второй стадии сортируется двухкантный брус перед раскроем на многопильном круглопильном станке.

Предложенная автором технология изготовления клееного стенового бруса из березовых заготовок без сращивания их на зубчатый шип, изложенная в разделе 5.4, имела бы большую практическую значимость, если бы были представлены результаты ее промышленной апробации. Также в качестве замечания по этому разделу следует отметить, что, как и в разделе 3.2, автор приводит расчеты выхода ламелей для клееного щита, а не стенового бруса.

Предлагаемые автором варианты использования березовых пиломатериалов для производства поддонов и опалубки, а также сортировки конструкционных пиломатериалов для нужд деревянного домостроения, изложенные в разделах 5.5 и 5.6 к сожалению не доведены до логического завершения в виде промышленной апробации.

**В шестой главе** изложена методика формирования количества требуемых современных рабочих мест в производстве пиломатериалов, отражены особенности использования импортного оборудования на отечественных лесопильных и деревообрабатывающих предприятиях, а также приведена методика определения затрат на заработную плату на лесопильно-деревоперерабатывающих производствах. Представленные расчеты подтверждают научную квалификацию соискателя и могут быть использованы при разработке бизнес-планов развития предприятий по переработке березовых лесоматериалов.

**Оценка структуры и содержания работы.** Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу. Она соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложена грамотным техническим языком. Реализация цели работы полностью отражена в решаемых соискателем задачах. Основное содержание диссертации полностью представлено в автореферате и опубликованных работах.

### **Замечания по диссертационной работе**

По тексту диссертации и автореферата имеются некоторые замечания:

1) При информационном поиске автором не рассмотрены работы ряда российских ученых, внесших весомый вклад в решение проблемы эффективного раскрытия пиловочного сырья и применения методов имитационного моделирования (Ветошкин Ю.И., Данилов Ю.П. и др.), а также в фамилии известного российского ученого академика Леонида Витальевича Канторовича допущена ошибка.

2) При формулировании научных результатов следовало бы конкретизировать их, дополнив информацией, в чем конкретно заключается их отличие от уже известных.

3) Практическая значимость диссертации была бы более значимой, если бы соискатель в приложении привел акты промышленной апробации достигнутых результатов.

4) Автором диссертации использованы имитационные модели березовых лесоматериалов, однако информация о моделях, изложенная в четвертой главе, не дает полного представления о структуре модели, ее работоспособности и адекватности.

5) Предложенный автором вариант изготовления клееного стенового бруса из тонких пиломатериалов (описанный в разделе 5.4), не следует называть «технологией изготовления», поскольку отсутствуют необходимые технологические расчеты, не представлено оборудование, принципиальная схема технологического процесса и вариант планировка цеха. Также не вполне понятно, как изготавливаются наружные ламели клееного бруса: судя по рисунку 5.1, они должны быть цельными, а это очень проблематично с учетом встречаемости пороков в березовых пиломатериалах и нормы допуска их в наружных ламелях.

б) В тексте диссертации и автореферате встречаются досадные опечатки и неточности. Например, при формулировке актуальности работы: в предложении «В лесном хозяйстве Российской Федерации происходит замена насаждений хвойных пород березы» последнее слово должно быть «...березой». Во введении на с. 5 диссертации указано, что доля березовых пиловочных лесоматериалов составляет 14 % от объема березовых круглых лесоматериалов, а на с. 77 доля такого сырья составляет уже 20...25 %. Также при оформлении диссертации автор не учел общепринятые требования по оформлению переносов таблиц (головки таблиц должны повторяться при переносе) и заголовков разделов и таблиц (переносы не допускаются).

7) В шестой главе диссертации более уместным было бы представить результаты расчетов экономической эффективности вовлечения мелких и средних березовых лесоматериалов в переработку по предложенным автором вариантам (производство клееного стенового бруса без склеивания внутренних ламелей по длине, изготовление мебельного щита)

Отмеченные замечания по своей значимости не принципиальны и не снижают общего впечатления от работы в целом.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Диссертационная работа Каптелкина Александра Александровича на тему «Технология производства пиломатериалов и заготовок из древесины березы» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Она соответствует паспорту специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины» и основным требованиям Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий». Исследование, выполненное в диссертации, вносит определенный вклад в теорию раскроя пиловочных березовых

лесоматериалов и совершенствованию технологий их переработки в конечную продукцию. Автор диссертации Каптелкин А.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. «Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины».

Отзыв на диссертацию подготовлен доктором технических наук (05.23.05), советником Российской академии архитектуры и строительных наук, заведующим кафедрой лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Титуниным Андреем Александровичем.

Диссертационная работа, автореферат Каптелкина Александра Александровича и отзыв на диссертацию рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Костромской государственный университет», протокол № 6 от «27» марта 2024 г.

Заведующий кафедрой лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств советник РААСН, доктор технических наук, доцент

27.03.2024г.

Титунин  
Андрей Александрович

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет»  
Костромская область,  
городской округ город Кострома,  
город Кострома,  
улица Дзержинского, дом 17/11  
info@ksu.edu.ru  
+7 (4942) 63-49-00

Подпись руки \_\_\_\_\_  
заверяю  
Начальник канцелярии  
Н.В. Кузнецова \_\_\_\_\_



27.03.2024