

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента доктора технических наук, профессора Рыкунина Станислава Николаевича на диссертацию Тамби Александра Алексеевича «Научные основы сортообразования пиломатериалов», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.21.05 – «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки».**

### **Оценка актуальности темы диссертации**

При строительстве из древесины многоэтажных жилых зданий и крупногабаритных сооружений, таких как торговые центры, склады, спортивные объекты, к пиломатериалам предъявляются повышенные требования.

Существующие принципы оценки качества пиломатериалов, основанные на визуальной оценке состояния древесины, не полностью учитывают факторы, влияющие на их прочность и долговечность. Поэтому тема «Научные основы сортообразования пиломатериалов» является актуальной.

### **Научная новизна**

Научной новизной обладают:

1. Закономерности изменения физико-механических свойств древесины в хлысте, полученные в результате испытаний неразрушающими физическими методами.

2. Теоретически обоснованная и экспериментально подтвержденная методика оценки неразрушающими методами физических свойств древесины в стволе растущего дерева, позволяющая установить соответствие его свойств требованиям к конечной продукции.

3. Метод оценки круглых лесоматериалов с использованием магнитно-резонансной томографии и методика его реализации, позволяющие

определить распределение влаги в сорimente и оценить его строение в промышленных и лабораторных условиях.

4. Теоретически обоснованная и экспериментально подтвержденная возможность использования разработанных методов компьютерной томографии, позволяющей определить распределение массы в каждой единице объема (плотности) соримента и оценить его строение, рентгенографии для оценки строения пиломатериалов и их физико-механических свойств и рентгеновской микро- и нанотомографии для оценки структуры клеевых соединений.

5. Математико-статистические модели, описывающие физические свойства и строение древесины в хлыстах.

### **Практическая значимость**

Для практики имеет значение:

– методика оценки внутреннего строения круглых лесоматериалов методом компьютерной томографии;

– методика оценки внутреннего строения круглых лесоматериалов методом магнитно-резонансной томографии;

– методика оценки соответствия качества древесины в условиях лесосеки требованиям, предъявляемым к готовым материалам и изделиям из цельной древесины;

– методика определения показателей работы лесопильного производства при введении сортировки лесоматериалов по физико-механическим свойствам;

– алгоритм определения местоположения пиломатериалов в стволе, основанный на требуемых физико-механических свойствах;

– логистическая схема контроля сырья и материалов по качественным характеристикам.

### **Анализ содержания и оформления работы**

На отзыв представлена диссертация Тамби А.А. состоящая из введения, шести разделов, заключения, списка литературы и приложения. Основной текст работы изложен на 252 стр. Общий объем диссертации – 320 стр.

**В первой главе** разработана классификация пиломатериалов по назначению, предполагающая их разделение в соответствии с технологическими и эксплуатационными требованиями к продукции.

Исследователи указывают высокую вариативность свойств древесины, что не позволяет достоверно определить физико-механические свойства отдельных сортиментов по визуальным характеристикам и средним значениям и требует разработки новых неразрушающих методов контроля, основанных на оценке строения и свойств древесины непосредственно в ходе технологического процесса.

Оценка результатов исследований по проблеме формирования пиломатериалов с требуемыми свойствами позволила определить отсутствие исследований по созданию сквозных процессов изготовления продукции деревообрабатывающих производств, связывающих свойства древесины на лесосеке и требования к пиломатериалам различного назначения.

**Во второй главе** представлены результаты теоретического и экспериментального обоснования возможности применения физических методов испытаний древесных материалов в процессе обработки.

Установленная в результате исследований связь между базисной плотностью растущего дерева и плотностью при 12-% влажности позволяет осуществлять оценку качества древостоев по плотности, требования к которой зависят от назначения готовой продукции.

Получены математико-статистические модели, описывающие связь между базисной плотностью древесины сосны и ели и плотностью (функция плотности) древесины влажностью 12% в хлысте.

Теоретической и практической значимостью обладает оценка содержания поздней древесины и изменчивость ширины годичного слоя.

Физические свойства древесины, к основным из которых относятся плотность и влажность, характеризуются неравномерным распределением по объему сортиментов, что объясняется нелинейным распределением размеров и формы элементов внутреннего строения.

На основании проведенных экспериментальных исследований построены зависимости влажности и плотности от расположения древесины в объеме ствола для сосны и ели, произрастающих в Ленинградской области, позволяющие определить местоположение зон древесины, имеющих разные физические свойства.

Исходя из распределения плотности по объему сортимента, характера распределения влажности, местоположения заболонной зоны, а также характера изменения размеров годичных слоев, и прочности древесины, можно выделить участки ствола, позволяющие обеспечить требуемые свойства пиломатериалов. При этом из технологического процесса изготовления намеченного вида продукции исключаются части хлыстов с несоответствующими характеристиками.

Представлена методика определения зоны ствола и его раскроя с целью получения пиломатериалов любого назначения, с требуемыми свойствами.

**В третьей главе** рассматриваются направления исследований, методики проведения экспериментов и обработка их результатов. Приведены характеристики используемых материалов, методов и средств измерения. Указаны технические характеристики применяемого оборудования и приборов. Представлена обобщенная методическая сетка проведения экспериментальных исследований.

Для оценки физических и механических свойств лесоматериалов использовались стандартные методы испытаний, а также методы ультразвуковой диагностики, компьютерной и магнитно-резонансной томографии, оптической и электронной сканирующей микроскопии.

**В четвертой главе** представлены результаты исследований круглых лесоматериалов методами магнитно-резонансной и компьютерной томографии.

Разработана методика оценки строения и влажности древесины с использованием МРТ, защищенная патентом на изобретение № 2482468.

Несмотря на высокую информативность результатов исследований с применением компьютерной томографии, они не позволяют непосредственно определить прочность пиломатериалов исходя только из строения древесины (ширины годичного слоя и содержания в ней поздней древесины). Метод дает возможность определить общую плотность сортимента, то есть совокупную плотность древесины с содержащейся в ней влагой, которая неравномерно распределяется по объему ствола дерева и содержится преимущественно в его заболонной части. Для оценки распределения плотности древесины по объему сортимента при заданном уровне влажности следует последовательно использовать методики оценки внутреннего строения древесины с использованием МРТ и КТ, что позволит определить физические характеристики при эксплуатационной влажности.

**В пятой главе** обоснована необходимость проведения сплошного контроля свойств пиломатериалов и формируемых из них клееных материалов.

Пиломатериалы после их выработки должны проходить дополнительную оценку свойств, вид которой обусловлен требованиями к конечной продукции, в первую очередь к клееным материалам из цельной древесины.

В соответствии с разработанной классификацией пиломатериалов по назначению и необходимостью учета предъявляемых к ним дополнительных требований, оценке подлежат следующие их свойства: внешний вид; плотность; прочность и/или модуль упругости; способность к склеиванию.

Наибольшую сложность представляет определение прочностных свойств древесины. Несмотря на наличие известной связи между плотностью

и прочностью древесины, при оценке качества пиломатериалов необходимо дополнительно учитывать наличие сучков и изменение наклона волокон, существенно влияющих на прочность.

На основании проведенных исследований разработана логистическая схема контроля сырья и материалов по качественным характеристикам, включающая в себя двойной контроль: оценка свойств древесины в хлысте, контроль физико-механических свойств после выпилки.

**В шестой главе** разработана модель разделения сырья, по качественным характеристикам позволяющая увеличить прибыль предприятия за счет увеличения выхода спецификационной продукции и исключения из технологического процесса круглых лесоматериалов с заведомо низкими физико-механическими свойствами.

Рост прибыли предприятия при внедрении предлагаемых методик оценки физико-механических свойств круглых лесоматериалов и оценки свойств пиломатериалов возможен за счет увеличения выхода конструкционных пиломатериалов на 10-15%, цена на которые в среднем на 25-30% выше, чем на пиломатериалы общего назначения.

**Главы диссертации** выстроены в логической последовательности, выводы по разделам и общие выводы соответствуют логике работы. Экспериментальные исследования сведены в таблицы и дополнены графическим материалом, облегчающим их восприятие.

Из приведенных выше материалов следует, что содержание глав соответствует цели и задачам диссертации.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Сформулированные в диссертации научные положения базируются на большом количестве экспериментальных исследований, выполненных с использованием современного лабораторного и промышленного

оборудования. Сформулированные положения логичны, написаны хорошим техническим языком и имеют должное обоснование в тексте работы.

Указанные выводы по диссертации логичны, соответствуют промежуточным выводам по результатам экспериментов и разделам диссертации, находятся в соответствии с поставленными целью и задачами исследования, сформулированными на основании анализа как отечественных, так и зарубежных литературных источников.

Практические рекомендации, сформулированные в диссертации, могут быть внедрены в существующие процессы механической обработки древесины на деревообрабатывающих предприятиях. Практические рекомендации являются обоснованными и доказанными в основной части работы.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и практических рекомендаций**

Замена визуальной оценки качества пиломатериалов неразрушающими методами испытаний древесины, а также метод оценки строения и свойств древесины на основе магнитно-резонансной томографии, существенно повышают достоверность научных положений и выводов. Полученные новые знания не противоречат известным, теоретически и экспериментально подтверждены.

Достоверность научных положений, выводов и практических рекомендаций подтверждается актами лабораторных и промышленных испытаний, выполненными работами по теме исследования в рамках грантов Правительства Санкт-Петербурга.

Сформулированные в работе научные положения, выводы и практические рекомендации являются достоверными.

### **Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы, репрезентативность материала, полученных в результате проведённых исследований**

По результатам исследований опубликовано 62 печатные работы, в основном в соавторстве, в том числе 2 монографии, 12 статей в ведущих рецензируемых журналах, 1 статья в журнале из перечня SCOPUS, получено 2 патента на изобретение и 2 патента на полезные модели.

Однако анализ публикаций показал, что автор последовательно и логично разрабатывал самостоятельно проблему сортообразования пиломатериалов, начиная от раскроя хлыстов на пиловочные бревна и заканчивая разработкой метода оценки пиломатериалов.

### **Замечания по диссертации**

1. Качество заготовок, в том числе и для производства клееных несущих конструкций, формируется на стадии раскроя древесного ствола и последующей сортировкой пиловочного сырья по качеству, сортировкой пиломатериалов по качеству и производством заготовок склеенных по длине, толщине и ширине.

В диссертации особое внимание уделено производству пиломатериалов заданного качества на стадии древесный ствол – пиловочное сырьё. Такой подход к решению поставленной цели – повышение эффективности использования древесного сырья является совершенно правильным. Вместе с тем целесообразно было бы уделить несколько больше внимания операции склеивания пиломатериалов на зубчатый шип.

2. В диссертации отмечаются преимущества целевого напила пиломатериалов и предполагается, что качество пиломатериалов будет полностью совпадать с требованиями использования их в изделиях. Однако следует учитывать, что себестоимость пиломатериалов, получаемых при целевом напиле выше. В настоящее время себестоимость несущих клееных деревянных конструкций выше на 2-5 % по сравнению со стальными.



3. Пиломатериалы предназначенные для изготовления деревянных конструкций, часто склеиваются по длине на зубчатый шип. Так при производстве каркасных домов используются пиломатериалы длиной 12 м склеенные на зубчатый шип. В этом случае операция склеивания по длине выполняется и когда качество древесины пиломатериалов совпадает с требованиями использования их в изделии. По-видимому, можно использовать и пиломатериалы качество которых ниже требуемых, предусмотрев вырезку пороков перед операцией склеивания по длине.

4. В диссертации приведен пример расчета общей дробности сортировки пиловочного сырья. Так предполагается сортировать еловое пиловочное сырье на 3 сорта. В европейской части России пиловочное сырье имеет средний диаметр 18-20 см, при этом объем сырья диаметром 14-24 см составляет 60-70 %. При сортировке сырья по сортам на 3 группы поставка должны отличаться, т.е. распиловка осуществляется по отдельным поставкам. В пределах пропиленной пласти бруса в каждой группе пиломатериалы должны отличаться по размерам толщины, но вариантов немного. Для производства несущих деревянных конструкций используется преимущественно пиломатериалы толщиной 40 мм. В производстве клееного бруса и панелей для деревянного домостроения также преимущественно используются пиломатериалы толщиной 40 мм, но более низкого качества. Из приведенных данных для рассматриваемого примера следует, что сортировка пиломатериалов по качеству более предпочтительна, чем сортировка пиловочного сырья по качеству.

5. По изложению материалов в диссертации и автореферате имеется следующее замечание. В автореферате и диссертации отмечается, что практическую значимость имеют:

1) методика оценки внутреннего строения круглых лесоматериалов методом компьютерной томографии;

2) методика оценки внутреннего строения круглых лесоматериалов методом магнитно-резонансной томографии;

3) методика оценки соответствия качества древесины в условиях лесосеки требованиям, предъявляемым к готовым материалам и изделиям из цельной древесины;

4) методика определения показателей работы лесопильного производства при введении сортировки лесоматериалов по физико-механическим свойствам;

5) алгоритм определения местоположения пиломатериалов в стволе, основанный на требуемых физико-механических свойствах;

б) логистическая схема контроля сырья и материалов по качественным характеристикам.

В оглавлении диссертации методики, которые имеют практическую значимость, под пунктами 3, 4, 5 отсутствуют. Эти материалы представлены в диссертации в другой редакции под другими наименованиями, что затрудняет чтение диссертации. В автореферате пункты 3, 4 приведенных методик в тексте отдельно не выделены. Сведения о них приходится искать в тексте среди других представленных материалов.

6. По общим выводам и рекомендациям (с. 228) имеются следующие замечания:

– пункт 2 (вторая часть вывода): основными факторами, оказывающими влияние на механические свойства пиломатериалов, являются: плотность, влажность, направление волокон древесины, а также размеры и местоположение пороков древесины. Это утверждение было известно до написания данной диссертации;

– пункт 3 (1-ая часть вывода): физико-механические свойства древесины зависят от геоклиматических условий произрастания, возраста и местоположения в стволе дерева и могут изменяться в большом диапазоне. Это утверждение было также известно ранее;

– пункт 6 (1-ая часть вывода): магнитно-резонансная томография обладает практически всеми возможностями, что и компьютерная томография, но в отличие от последней этим методом можно косвенно

определить влажность древесины, а не её плотность. Вторая часть вывода противоречит первой, т.к. плотность нельзя определить с использованием магнитно-резонансной томографии.

– пункт 10 (1-ая часть вывода): на толщину клеевого слоя, а, соответственно, и его прочность, основное влияние оказывает плотность контактного слоя, зависящая от содержания поздней древесины на поверхности склеиваемых сортиментов..... Это утверждение было также известно ранее;

– пункт 13: следует уточнить, что приведенные показатели были рассчитаны для предприятия с объёмом производства пиломатериалов 70 тыс. м<sup>3</sup> год.

### **Заключение**

Диссертация Тамби Александра Алексеевича соответствует специальности 05.21.05 - «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки».

Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных Тамби А.А. исследований содержится решение научной проблемы, имеющее важное хозяйственное значение и позволяющей в значительной степени повысить эффективность использования древесного сырья в производстве пиломатериалов. Особенно актуально для несущих конструкций, в которых требования к пиломатериалам высокие.

Представленный автореферат, изложенный на 2 печ. листах, отражает содержание диссертации.

Научные положения и результаты соответствуют профилю Диссертационного Совета Д 212.220.03 и паспорту научной специальности 05.21.05 - «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки» в следующих пунктах:

1. Исследование свойств и строения древесины как объектов обработки (технологических воздействий);

3. Прогнозирование технического прогресса в технологиях и обоснование системы машин и оборудования для их реализации;

4. Разработка операционных технологий и процессов в производствах: лесопильном, мебельном, фанерном, древесных плит, строительных деталей и при защитной обработке, сушке и тепловой обработке древесины;

11. Разработка методов оценки и управления качеством обоснования технических показателей и их уровней, эффективности технического обслуживания отдельных агрегатов, оборудования, поточных и автоматических линий.

Диссертация отвечает критериям, указанным в параграфе II «Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней» Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842 г. «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор – Тамби Александр Алексеевич достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.21.05 – «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки».

Рыкунин Станислав Николаевич  
д.т.н., профессор, научная специальность:  
05.21.05 «Технология и оборудование  
деревообрабатывающих производств,  
древесиноведение» профессор кафедры  
древесиноведения и технологии деревообработки  
ФГБОУ ВПО «Московский государственный  
университет леса»  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.  
тел: 8 (498) 687-41-63  
E-mail: rikunin@mgul.ac.ru  
Адрес: 141005, Московская обл.,  
г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1