

ОТЗЫВ

официального оппонента
на диссертацию Рублевой Ольги Анатольевны
на тему: «Формирование шиповых соединений деталей из древесины на
основе технологии торцового прессования» по специальности
«Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки» –
05.21.05 на соискание доктора технических наук (диссертационный совет
Д 212.281.02).

Диссертационная работа выполнена на кафедре машин и технологии
деревообработки ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» и на
кафедре управления в технических системах и инновационных технологий
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

1. Актуальность избранной темы.

Одним из направлений экономии ресурсов при обеспечении высоких
потребительских характеристик изделий из древесины является сращивание
заготовок по длине. Конструкция и способ изготовления клеёвого соединения
оказывает влияние на технологичность и эксплуатационные характеристики
изделий. Формообразование профиля шипов является важным этапом
технологического процесса изготовления соединений.

В настоящее время широкое применение получила технология
формирования соединений на основе технологической операции
фрезерования, которая имеет ряд недостатков: энергозатратностью,
трудоемкостью, необходимостью удаления отходов, высокой стоимостью
инструмента и сложностью его подготовки.

Учитывая повышенный спрос на клеёные материалы, есть
необходимость совершенствовать производственно – технологический
процесс с целью сокращения расходов на производство данной группы
материалов. Сокращение расходов позволит повысить уровень
рентабельности производственного цикла клеёных материалов.

Для снижения расходов в работе предлагается и обосновывается способ
получения шипов путём торцового прессования. Способ получения изделия из
древесины путём прессования по пласти (вдоль волокон) достаточно полно
изучен. Предлагаются различного вида технологии получения изделий.

Технология получения изделий путём торцового прессования
относится к категории относительно малоизученных. Учитывая возможность
сокращения расходов при производстве шиповых соединений данным
способом, можно говорить о торцовом прессовании как перспективном
способе производства. Поэтому разработка теоретических основ и методов
повышения эффективности изготовления шиповых соединений высоких
потребительских свойств путём торцового прессования, представляет собой
актуальную научно-техническую проблему.

Проведённые исследования соответствуют паспорту специальности 05.21.05 «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки», а именно (полностью или частично) по пунктам:

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

2. Разработка теории и методов технологического воздействия на объекты обработки с целью получения высококачественной и экологически чистой продукции.

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

10. Разработка методов оптимизации конструктивных параметров и режимов работы технологических систем и средств в деревообрабатывающих производствах по различным критериям.

2. Теоретическая значимость работы и новизна результатов исследований.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии теории пластического деформирования при местном торцовом прессовании при внедрении пуансона вдоль волокон.

В работе систематизированы технологические факторы, влияющие на точность изготовления шиповых соединений древесины. Предложенная систематизация факторов была заложена в основу разработки мер по повышению эффективности производства клеевых шиповых соединений, полученных путём торцового прессования.

Было установлено, что процессы деформирования древесины сосны, березы и дуба при внедрении призматического пуансона вдоль волокон в основном схожи. Они включают два этапа: упругая деформация древесины до $\varepsilon \approx 0,08$ и пластическая деформация $\varepsilon \geq 0,08$, начинающаяся при величине напряжений $\sigma_2 = 60$ МПа для сосны, $\sigma_2 = 66$ МПа для березы, $\sigma_2 = 90$ МПа для дуба.

При внедрении в торцовую поверхность заготовки индентора призматической формы после достижения величины пикового напряжения происходит скалывание площадки древесины под рабочим торцом пуансона и сдвиг вдоль волокон, сопровождающийся местным смятием и смещением спрессованного слоя в глубь заготовки.

Под проушиной формируется «пробка» из пластически деформированной древесины высотой, не превышающей глубину проушины. В процессе уплотнения деформируемая зона несколько расширяется в тангенциальной плоскости за счет изгиба поздних слоев, что увеличивает силы трения в плоскостях скольжения и препятствует упругому восстановлению, которое в итоге не превышает 2–6 %.

3. Практическая значимость результатов исследований.

Результаты исследований позволили:

- сформулировать основные положения технологии сращивания заготовок по длине на шипы прямоугольной формы, полученные путём торцового прессования заготовок;

- разработать конструкции штампового инструмента, позволяющего формировать элементы шиповых соединений в виде одинарных прямоугольных проушин или многократных шипов;

- разработать методики, позволяющие экономически обосновывать геометрические параметры соединений в зависимости от назначения к конечным изделиям.

4. Оценка содержания и завершенности диссертации и автореферата.

На отзыв представлена диссертация, состоящая из введения, шести разделов, заключения, списка литературы из 392 наименований, включающего 86 источников на иностранном языке, и приложений. Работа имеет общий объем 346 страниц, в том числе 281 страница основного текста, содержит 122 рисунка, 41 таблицу, 21 страницу приложений.

Введение содержит актуальность темы исследований, цель и основные задачи, научную новизну и практическую значимость. Приводятся выносимые на защиту положения.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» приведены материалы информационного обзора и их анализа в области научных и технических достижений по производству клеёной продукции из древесины.

Отражён современный уровень технологии производства клеёных изделий из древесины. Дана характеристика соединений по длине, приведена классификация соединений по длине с характеристикой шиповых соединений. Рассмотрены технологии изготовления шипов и проушин.

Проанализировано современное состояние технологий прессования древесного массива. Рассмотрены способы прессования древесного массива, приведена характеристика процессов, которые сопровождают пластическое деформирование древесины, включая изменения структуры древесины при прессовании.

Значительное внимание в главе уделено подходам к оценке качества клеевых шиповых соединений. Рассмотрены такие вопросы как параметры режимов прессования, уплотнение древесины, усилие по преодолению сопротивления, а также показатели качества клеевых соединений, что позволило установить предпосылки применения способа холодного торцового прессования древесины

Изучены методы оценки и прогнозирования прочности клеевых соединений. Для этого проанализированы факторы, влияющие на качество шиповых соединений, угол перерезания волокон и длина клеевого шва, величина затупления шипа и зазор в стыке, что дало возможность спрогнозировать точность изготовления, шероховатость поверхностей, тип посадки и толщину клеевого шва.

В главе уделено внимание методам оценки эффективности технических решений.

На основании проведённого анализа информационного обзора автор приводит выводы и формулирует задачи на исследования.

Замечание по главе:

1. На рисунке 1.5 приведены устаревшие схемы формирования гнёзд и отверстий.

2. В главе приведены данные только по «мгновенной» прочности клеевого соединения, что недостаточно. В клеевом соединении важным является длительная прочность, которая предусматривает испытания путём предварительного вымачивания или кипячения.

3. Спорным является утверждение автора о тождественности таких понятий как эффективность и себестоимость (п.п. 1.3.4 Методы оценки эффективности технических решений).

Во второй главе «Теоретическое обоснование закономерностей формирования шиповых соединений на основе технологии торцового прессования» обосновывается возможность получения клеевых соединений путём торцового прессования соответствующих требованиям готовой продукции.

С этой целью изучено влияние спектра основных факторов на возможность получения клеевых соединений путём торцового прессования. На начальном этапе был исследован принципиальный вопрос – возможность применения процесса местного торцового прессования для формообразования элементов шиповых соединений. Для этого были изучены:

- стадии процесса деформирования древесины при внедрении призматического индентора вдоль волокон;

- деформирование и разрушение древесины при свободном сжатии вдоль волокон;

- деформирование древесины при внедрении призматического индентора;

- изменения структуры древесины при внедрении призматического пуансона;

- изменения структуры древесины в деформированной зоне.

Полученные данные позволили автору:

- установить этапы формирования проушины в древесине сосны, березы и дуба;

- описать структуру деформированной зоны;

- определить точность формирования проушин;

- определить граничные условия формирования качественных проушин в зависимости от влажности, наклона волокон, обжима заготовки, глубины внедрения пуансона.

В результате были сформулированы условия формирования качественных проушин.

В главе представлено теоретическое обоснование закономерностей процесса формообразования элементов шиповых соединений способом торцового прессования. Для этого:

- обоснована модель древесины;
- выбрана расчетная схема;
- определены расчетные модели и методы расчета.

Приведён анализ процессов деформирования древесины при внедрении индентора вдоль волокон, что позволило теоретически обосновать механизм формирования прямоугольной проушины в процессе местного торцового прессования.

Опираясь на полученные данные, в работе представлены схемы силового взаимодействия индентора с древесиной при получении шиповых соединений.

Логическим завершением второй главы явилось обоснование требуемой точности формирования шипов способом торцового прессования. Для этого:

- проведён анализ посадок в шиповых соединениях, выполненных в соответствии с существующими рекомендациями, анализ рекомендаций по выбору точности и полей допусков в шиповых соединениях;
- рассчитаны посадки по вероятностному методу, по методу максимума-минимума, средних значений натяга или зазора;

Представлен расчет посадок соединений на прямоугольные шипы с учетом особенностей назначения допусков многоэлементных соединений.

На основании полученных данных разработаны требования к точности и конструктивным параметрам соединений и пуансонов.

Глава заканчивается выводами, в которых в концентрированном виде представлены основные результаты теоретических исследований.

Замечания по главе:

1. Рассматривая деформированное состояние древесины под действием пуансона, автор недостаточно внимание уделил такому вопросу как деформирование непосредственно клеток и клеточных стенок, что не позволяет в полной мере установить природу формирования проушины при торцовом прессовании.

2. При рассмотрении суммарного усилия прессования автором не учитывается такой компонент как усилие резания пуансоном древесины вдоль волокон.

3. Не проведены сравнительные исследования с традиционным шиповым соединением на зубчатый шип, полученный путём фрезерования.

4. Не рассмотрен прогноз прочности клеевого соединения при точности производства шипового соединения путём торцового прессования в сравнении с традиционным.

5. Автором недостаточно уделено внимание параметрам индентора, включая размеры и материалы, а также его износ.

6. При рассмотрении себестоимости формирования проушины автором не учитывается вопрос износа индентора, как основного инструмента формирования проушины.

В третьей главе «Общие методические положения проведения экспериментальных исследований» изучается вопрос получения исчерпывающей информации при получении проушин путём торцового прессования. Полученные результаты были заложены в основу теоретических положений главы 2.

Методические положения содержат такие пункты как:

- программа исследований;
- характеристики и свойства исследуемых материалов;
- характеристики применяемого оборудования, установок, приборов, средств измерений.
- методика экспериментальных исследований;
- методика планирования экспериментов;
- методика статистической обработки и анализа экспериментальных данных.

Замечания по главе:

1. В качестве общего замечания по главе – автор в первой части главы рассмотрел вопросы частного характера, а во второй – общего. Было бы логичнее представить материал в обратном порядке.

2. Автор допустил неточность, когда под исследованием «анатомической» структурой «3.4.2 Исследования анатомической структуры деформированных участков древесины» представлен общий вид деформированных участков при торцовом прессовании, не раскрывая анатомическую структуру древесины.

3. При определении относительной глубины уплотнённой зоны автор предлагает простой визуальный способ определения «3.4.3 Определение относительной глубины уплотненной зоны», что даёт значительную погрешность.

В четвёртой главе «Исследование параметров технологических режимов прессования прямоугольных проушин» сделана попытка обоснования выбора режимов, обеспечивающих высокое качество обработки при минимальных ресурсных затратах.

С этой целью экспериментально были изучены следующие вопросы:

- влияния режимов прессования одинарных проушин на энергосиловые характеристики процесса;
- влияния режимов прессования на показатели глубины деформированной зоны и твердости дна проушины;
- решены задачи оптимизации по определению рациональных значений параметров режимов прессования;
- дана экспериментальная оценка влияния параметров режима прессования многократных шипов на энергосиловые показатели процесса;
- сформулированы выводы.

Замечания по главе:

1. В эмпирическом уравнении регрессии (4.9) оставлен незначимый параметр как значимый, влияние которого на порядок меньше от ближайшего.

2. Таблица 4.15 Результаты исследований влияния параметров режима на усилие прессования многократных проушин составляет 5 страниц однотипного материала, который загромождает основной текст. Поэтому целесообразно было её вынести в приложение.

3. Общее замечание по главе – автор констатирует следствие влияния фактора, не объясняя причину возникновения той или иной реакции древесины на силовое воздействие.

Пятая глава «Исследование показателей качества шиповых соединений, изготовленных способом торцового прессования» рассматривает проблему промышленного внедрения технологии сращивания на многократные прямоугольные прессованные шипы.

При решении поставленных задач автором рассмотрены следующие вопросы:

- экспериментальная оценка прочности клеевых соединений по длине на прямоугольные прессованные шипы;
- результаты исследований точности формирования шипов и качества обработки поверхности проушин;
- экспериментальная оценка качества макроструктуры пластически деформированной зоны;
- исследование влияния геометрических характеристик шипов и расхода клея на прочность соединений.

Замечания:

1. Общее замечание по главе – материалы данной главы во многом дублируют эксперименты, которые описаны в 4 главе, акцентируя внимание на прочностных характеристиках шипового соединения путём торцового прессования.

2. По мнению оппонента имеет место некорректное название подразделов: «5.2 Результаты исследований точности формирования шипов и качества обработки поверхности проушин» и «5.3 Экспериментальная оценка качества макроструктуры пластически деформированной зоны». В обоих случаях непонятно целевое назначение.

3. В главе даётся обобщённая поверхностная оценка влияния различных факторов на формирование прочности шипового соединения, сформированного торцовым прессованием. Отсутствие глубинного анализа не позволяет дать всестороннюю оценку влияния указанных факторов.

В заключительной 6 главе «Оценка эффективности технологии формирования шиповых соединений на основе способа торцового прессования» разрабатывается методика оценки эффективности и рекомендации по внедрению технологии сращивания на прямоугольные прессованные шипы.

Для этого:

- предлагается методика оценки эффективности шиповых соединений;
- разработаны этапы технологического процесса изготовления деталей шиповых соединений способом торцового прессования.

Замечания по главе:

1. Автор сравнивает эффективность технологии формирования шиповых соединений полученных способом торцового прессования. Такой подход не позволяет показать преимущества и недостатки данного способа формирования шипового соединения относительно традиционного, полученного путём фрезерования.

2. В цели работы было указано на необходимость разработки более эффективной технологии производства клеёных материалов при склеивании заготовок по длине. В заключительной главе автором рассматривается эффективность предлагаемого метода только для углового соединения.

5. Достоверность и обоснованность полученных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

В диссертационной работе сделано 9 общих выводов.

Вывод первый касается описания процесса формирования проушины при внедрении призматического пуансона в древесину вдоль волокон. Вывод достоверный и обоснованный. Следовало бы уточнить различия формирования проушины в зависимости от породы древесины.

Вывод второй составлен по результатам экспериментальных исследований, в котором указываются параметры проушин, получаемых при торцовом прессовании в зависимости от различных факторов. В выводе приводятся конкретные значения качественных характеристик проушин для различных условий прессования. Вывод достоверный и обоснованный.

В выводе третьем показана обоснованность требования к посадкам для нового типа соединений по длине – на прямоугольные шипы. Указаны конкретные значения посадок. Вывод достоверный и обоснованный.

В четвёртом выводе приводится констатация факта о том, что теоретические и экспериментальные исследования позволили установить, что основными факторами, влияющими на процесс холодного статического прессования проушин в заготовках одной породы, являются размеры проушины и влажность древесины. Вывод достоверный и обоснованный.

В пятом выводе приводятся рациональные значения входных параметров технологических режимов при формировании прямоугольных проушин. Вывод достоверный и обоснованный.

В шестом выводе указывается на стабильность протекания технологического процесса местного торцового прессования. Достаточно спорное утверждение, так как факторы, оказывающие влияние на формирование шипового соединения, варьируются в широких пределах.

В седьмом выводе утверждается о том, что шиповое соединение, полученное путём торцового прессования, имеет высокое качество, включая эстетические и прочностные характеристики. Данный вывод следует отнести к категории спорных, особенно при склеивании заготовок по длине.

В восьмом выводе произведена оценка разработанной методики комплексной оценки эффективности шиповых соединений и технологии их изготовления. Вывод достоверный и обоснованный.

В девятом выводе посвящён оценке предложенных в работе рекомендаций. Утверждения вывода являются спорным. Пуансон относится к

категории специальных инструментов, изготовление и восстановление в рабочее состояние, которого не может быть дешевле стандартного.

Таким образом, несмотря на некоторые замечания, все научные положения и выводы, изложенные в диссертации, следует считать обоснованными, достоверными и имеющие новизну. Общие выводы по диссертации в полной мере отражают положения, выносимые на защиту.

Представленная к защите диссертация на тему: «Формирование шиповых соединений деталей из древесины на основе технологии торцового прессования» является цельной законченной работой. Материалы, представленные в работе, изложены на высоком профессиональном уровне. Диссертация выполнена в соответствии с Положением о порядке присуждения учёных степеней и Паспорта специальности «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки» – 05.21.05.

Сформулированные в диссертационной работе цель и задачи актуальны для отечественной промышленности. Полученные результаты свидетельствуют о решении поставленной задачи и достижении цели диссертационного исследования, они защищены 4 патентами, опубликованы в 77 публикациях, в т.ч. 3 в журналах, индексируемых базами WOS и Skopus, и 12, входящих в перечень ВАК. Автореферат отражает содержание диссертации.

Автор, Рублева Ольга Анатольевна, заслуживает присвоения учёной степени доктора технических наук по специальности «Древесиноведение, технология и оборудование деревопереработки» – 05.21.05.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры технологии лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств Лесосибирского филиала ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», доктор технических наук (05.21.05), доцент; почтовый адрес: 662543, Россия, г. Лесосибирск, ул. Победы, 29; телефон – 8(950)992-30-80; адрес электронной почты – zaripov_sh@mail.ru

« 5 » 02 2021 г.

Шакур Гаянович
Зарипов

Собственноручную подпись
Зарипова Ш.Г. удостоверяю:

Зам. ученого секр.
СибГУ им. М.Ф. Решетнева



А.И. Криворова