

На правах рукописи


(подпись соискателя)

УСПЕНСКАЯ Наталья Александровна

Совершенствование системы контроля прочности клеевых
соединений деревянных строительных конструкций

Специальность 05.23.01 - строительные конструкции,
здания и сооружения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2015

Работа выполнена в Центральном научно-исследовательском институте строительных конструкций им. В.А. Кучеренко – ОАО «НИЦ «Строительство»

Научный руководитель
(консультант):

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор
Ковальчук Леонид Михайлович

Официальные оппоненты:

Рощина Светлана Ивановна
доктор технических наук, профессор
Владимирский государственный
университет, Институт
инновационных технологий
Кафедра «Строительные
конструкции»,
заведующая кафедрой

Бойтемиров Фарид Азисович
кандидат технических наук,
ФГБОУ ВПО «МГСУ»
Кафедра «Конструкции из дерева и
пластмасс», доцент

Ведущая организация:

ФГБОУ ВПО «Московский
государственный университет леса»
«МГУЛ»

Защита состоится «29» декабря 2015 г. в 15-00 (по местному времени) на заседании диссертационного совета Д 303.020.02 по защите докторских и кандидатских диссертаций, созданного на базе АО «НИЦ «Строительство» по адресу: г. Москва, ул. 2-я Институтская, д. 6 (Рязанский проспект д. 61), корпус №1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке по адресу: г. Москва, ул. 2-я Институтская, д. 6 (Рязанский проспект д. 61), корпус №1 и на сайте www.cstroy.ru.

Автореферат разослан «__» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Саврасов И.П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью усовершенствовать разработанную ранее (в середине прошлого столетия) систему контроля качества клеевых соединений, основными недостатками которой являются недостаточно тесное соответствие производственных показателей прочности клеевых соединений их нормативным показателям, заложенным в нормативные документы на проектирование и расчёт деревянных клеёных конструкций, а также практически одинаковые производственные требования к качеству клеевых соединений, независимо от уровня ответственности деревянных клеёных конструкций и условий их эксплуатации.

Цель диссертационной работы состоит в усовершенствовании существующей системы контроля прочности клеевых соединений, исходя из условия обеспечения показателей прочности, заложенных при проектировании и расчёте деревянных клеёных конструкций производственными методами контроля при их изготовлении с учётом уровня ответственности деревянных клеёных конструкций и условий их эксплуатации.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- на основании сравнительной оценки особенностей напряженно-деформированного состояния в стандартных образцах при испытаниях на скалывание и расслаивание клеевых соединений древесины с применением теории деформирования слоистых анизотропных пластиков определены условия применения существующей системы контроля их качества, для обеспечения нормируемых показателей прочности деревянных клеёных конструкций с заданной доверительной вероятностью;

- на основе статистического анализа данных многолетних производственных испытаний клеевых соединений деревянных клеёных конструкций обоснованы новые производственные показатели их прочности, которые обеспечивают расчётные показатели прочности клеевых соединений с заданной доверительной вероятностью с учётом уровня ответственности и условий эксплуатации деревянных клеёных конструкций;

- для гармонизации с европейскими стандартами с применением решений теории вероятности выполнено обоснование классов прочности отечественной древесины с учётом клеевых соединений для деревянных клеёных конструкций и предложены показатели их прочности.

Практическое значение работы:

- сформулированы предложения по системе производственного контроля качества клеевых соединений деревянных клеёных конструкций с учётом дифференцированного подхода в зависимости от уровня их ответственности и условий эксплуатации;

- на основании проведенных исследований предложены изменения и новые положения в нормативные документы (ГОСТ, СТО, ТУ) на правила производства деревянных клеёных конструкций, которые реализованы автором при проведении сертификации испытаний на основных заводах страны;

- по результатам работ в части обоснования номенклатуры групп прочности отечественных пиломатериалов и показателей их прочности для цельных и склеенных по длине слоёв деревянных клеёных конструкций сформулированы предложения в ГОСТ 33080-2014 Конструкции деревянные. Классы прочности конструкционных пиломатериалов и методы их определения. (EN 338:2003, NEQ) ((EN 384:2004, NEQ) (EN 408:2003, NEQ) (EN 14801-1:2005, NEQ). Издание официальное. - М.: Стандартинформ, 2015 - 15 с.- Раздел 5, пп. 5.1 и 5.3.

На защиту выносятся:

- результаты анализа эффективности существующей системы контроля прочности клеевых соединений деревянных клеёных конструкций при современном уровне их производства;

- предложения по формированию новых показателей производственного контроля прочности клеевых соединений при проведении испытаний на послойное скалывание, на изгиб склеенных по длине элементов деревянных клеёных конструкций и на расслаивание;

- предложения по номенклатуре групп прочности отечественной древесины для деревянных клеёных конструкций в соответствии с европейскими стандартами и их показатели с заданной доверительной вероятностью;

- предложения по планам производственного контроля прочности клеевых соединений при непрерывном производстве деревянных клеёных конструкций различных классов по уровню ответственности и условиям эксплуатации.

Апробация работы осуществлена:

- на семинаре «Прикладные проблемы древесиноведения». г. Мытищи: МГУЛ, октябрь 2006;

- в докладе на выставке «Деревянное домостроение/ Holzhaus-2007». М.: Международный выставочный центр «Крокус Экспо», ноябрь 2007;

- на конференции «Жилищные программы. Комплексное освоение территорий». М.: Центр международного сотрудничества, ноябрь 2007;

- на семинаре «Современное производство клеёных конструкций». М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, февраль 2008.

Личное участие автора в полученных результатах, заключается в следующем:

- в обосновании актуальности темы исследования, в постановке задач, направленных на достижение поставленной в работе цели;

- в анализе отечественных и нормативных документов и исследований по проблеме повышения эффективности системы производственного контроля прочности клеевых соединений деревянных клеёных конструкций, обеспечивающей их расчётные показатели с заданной доверительной вероятностью;

- в выполнении сравнительного анализа напряженно-деформированного состояния в стандартных образцах, применяемых при нормировании показателей прочности клеевых соединений и используемых при производственном контроле их прочности при изготовлении деревянных клеёных конструкций;

- в проведении статистической обработки и анализа массивов данных производственных испытаний пластевых клеевых соединений и зубчатых клеевых соединений элементов деревянных конструкций в период с 90-х годов прошлого столетия (период становления отрасли) до настоящего времени 2005-2013 гг.;

- в обосновании новых значений производственных показателей прочности клеевых соединений, обеспечивающих их нормативные значения с заданной доверительной вероятностью;

- в обосновании номенклатуры групп прочности отечественных пиломатериалов и склеенных из них заготовок для деревянных клеёных конструкций, а также в обосновании нормативных показателей их прочности;

- в разработке предложения к планам статистического производственного контроля прочности клеевых соединений в условиях непрерывного производства деревянных клеёных конструкций.

Публикации:

Основные положения диссертации и результаты проведённых исследований опубликованы в 8-ти печатных трудах, в т. ч. 2 в журналах, рекомендованных ВАК, в последние пять лет.

Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы и приложения. Общий объём - 166 стр., в том числе 30 рисунков, 27 таблиц, список литературы из 105 наименований и приложение на 12 стр.

Достоверность рекомендаций и выводов, содержащихся в диссертации, подтверждается результатами многолетней работы автора по сертификации производств по изготовлению деревянных клеёных конструкций и проведению их инспекционного контроля в соответствии с разработанными автором (в соавторстве) нормативными документами (проектами ГОСТ, СТО и ТУ).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость работы, а также приведён перечень результатов исследований, выносимых на защиту.

В первой главе выполнен обзор работ различных авторов и нормативно-технической документации, посвященных развитию технологии производства деревянных клеёных конструкций, а также разработке и становлению системы производственного контроля прочности клеевых соединений. Рассмотрена существовавшая ранее и современная номенклатура деревянных клеёных конструкции. Отмечены ступени становления отрасли промышленности по производству деревянных клеёных конструкций в нашей стране.

Так, действующая в настоящее время система производственного контроля качества деревянных клеёных конструкций была разработана в ЦНИИ строительных конструкций им. В.А. Кучеренко (Белозёрова А.С., Иванов Ю.М., Губенко А.Б., Знаменский Ю.М., Ковальчук Л.М., Преображенская И.П., Фрейдин А.С., Славик Ю.Ю. и др.) в 1955-1980 годах прошлого столетия в период становления отрасли. При организации

производства, особенно на начальной стадии, требовались эффективные методы заводского контроля, позволяющие оперативно получать информацию о качестве склеивания слоёв деревянных клеёных конструкций. С этой целью были разработаны и стандартизованы оправдавшие себя на производстве методы испытаний, по результатам которых можно было судить о точности и стабильности технологического процесса и осуществлять его настройку.

Вместе с тем за прошедшие десятилетия был значительно усовершенствован технологический процесс, появились новые клеи и оборудование, изменилась номенклатура выпускаемых конструкций. Поэтому нормативные требования по контролю качества деревянных клеёных конструкций, сложившиеся в период становления отрасли, не в полной мере учитывают актуальные требования к оценке качества конструкций при их изготовлении.

Выполнен анализ действующей отечественной нормативной документации на проектирование и расчёт деревянных клеёных конструкций, а также стандартов, регламентирующих правила контроля качества их изготовления. Для оценки возможности гармонизации требований отечественных и зарубежных стандартов выполнен анализ европейских нормативных документов в части требований к производственным методам контроля качества клеёных деревянных конструкций.

По результатам обзорного анализа сформулированы задачи:

- провести исследование эффективности существующей системы контроля прочности клеевых соединений деревянных клеёных конструкций на основе анализа действующих нормативных документов, а также результатов производственных испытаний клеевых соединений на предприятиях, выпускающих деревянные клеёные конструкции различного уровня ответственности;

- обосновать новые значения производственных показателей прочности клеевых соединений, обеспечивающих их расчётные показатели,

заложенные при проектировании и расчёте деревянных клеёных конструкций из условия их равнопрочности с древесиной склеиваемых слоёв в зависимости от уровня ответственности конструкций и их класса по условиям эксплуатации;

- из условия гармонизации отечественных и европейских стандартов обосновать номенклатуру групп прочности отечественных пиломатериалов и склеенных по длине заготовок для деревянных клеёных конструкций, а также обосновать их показатели прочности;

- разработать предложения по статистическим планам контроля производственных показателей прочности клеевых соединений при непрерывном серийном производстве деревянных клеёных конструкций из условия обеспечения расчётных показателей прочности с заданной доверительной вероятностью.

Вторая глава посвящена анализу производственных показателей прочности пластевых клеевых соединений слоёв деревянных клеёных конструкций при скалывании, полученных в разные годы в результате производственного контроля на отечественных предприятиях, а также оценке их соответствия показателям прочности, которые применяются при проектировании и расчёте конструкций в отечественных и европейских нормативных документах.

Для оценки степени соответствия показателей прочности клеевых соединений при скалывании, применяемых при расчёте деревянных клеёных конструкций согласно СП 64.13330.2011, их производственным показателям, контролируемым на стадии изготовления деревянных клеёных конструкций по ГОСТ 20850-84, выполнили анализ применяемых в отечественной (ГОСТ 15613.1-84, ГОСТ 25884-83) и европейской практике (EN 392:1995, EN14080:2013) стандартных методов испытаний пластевых клеевых соединений древесины. Для этого выполнили оценку напряженно-деформированного состояния в стандартных образцах на основе решений теории деформации слоистых анизотропных пластиков. Получено, что

максимальные коэффициенты концентрации напряжений в образцах, традиционно принятых при нормировании показателей прочности, и образцах для оценки степени их обеспечения при производственном контроле существенно различаются. Также отличаются нормативная прочность при скалывании согласно СП 64.13330.2011 и их производственные показатели по ГОСТ 20850-84.

Для оценки уровня производственных показателей прочности пластевых клеевых соединений при скалывании, который обеспечивается в заводских условиях, выполнили статистический анализ результатов массовых производственных испытаний пластевых клеевых соединений при послойном скалывании по ГОСТ 25884-83 на отечественных заводах по производству деревянных клеёных конструкций в разные годы. Были привлечены данные доперестроечного периода (90-х годов прошлого столетия), полученные разными авторами, на четырёх заводах страны, в том числе, Юресской СПМК, Нелидовском ССК, Волоколамском ЭЗСК, Вологодском ДОК. Современный уровень производственных показателей прочности при скалывании оценили по результатам производственных испытаний на заводе ООО «Стройконструкция» (г. Королёв) в 2004–2005 гг. ЗАО "78 ДОК Н.М." (г. Нижний Новгород) в 2013 гг. Данные были получены в рамках проведения с участием автора работ по сертификации продукции на указанных предприятиях.

Эмпирические выборки производственных показателей прочности пластевых клеевых соединений отличаются марками клеев, типом разрушения (по древесине – I тип разрушения или по древесине и клею – II тип), годом выпуска. Результаты статистического анализа производственных показателей приведены в табл. 1.

Оценка соответствия эмпирических распределений нормальному закону позволила выполнить расчёты показателей прочности при скалывании с доверительной вероятностью 0,95. Оценку однородности выборок выполнили согласно $t_{0,5}$ - критерию Стьюдента.

Производственные показатели прочности пластевых клеевых соединений
при послойном скалывании

Таблица 1

№ п/п	Год выпуска	Марка клея	Тип разрушения	\bar{X} , МПа	$X^{\text{мин}}$, МПа	n, шт.	$R^{0,95}$, МПа	
ООО «Стройконструкция (г. Королёв)»								
1.	2004	1712/2520	I	8,97	6,53	206	7,67	
2.			II	8,44	6,37	244	6,91	
3.		1250/2550	I	8,56	6,38	190	7,11	
4.			II	8,31	6,17	131	6,74	
5.	2005	1712/2520	I	9,02	6,12	41	7,45	
6.			II	8,71	6,23	63	7,14	
7.		1714/2520	I	9,17	6,41	126	7,80	
8.			II	8,93	6,21	254	7,61	
9.		1246/2550	I	9,59	8,63	12	8,45	
10.			II	9,34	7,42	19	8,04	
11.		1250/2550	I	8,8	5,82	70	6,87	
12.			II	8,78	6,12	154	7,19	
13.		2004-2005	Все клеи	I	8,90	5,82	645	7,40
14.				II	8,67	6,12	865	7,14
15.	Σ			8,74	5,82	1510	7,17	
ЗАО "78 ДОК Н.М." (г. Нижний Новгород)								
16.	2013	1249/2579	Σ	8,22	6	934	6,81	

Примечания:

1. Типы разрушения: I – разрушение по древесине; II – разрушение по древесине и клею, Σ - общая совокупность.

2. Обозначения: \bar{X} , - средняя прочность; σ_x - среднее квадратическое отклонение; n - объем выборки; v -коэффициент вариации; $R^{0,95}$ - прочность с доверительной вероятностью.

Установлено, что на уровне средних значений прочности при послойном скалывании нормируемые согласно ГОСТ 20850-84 показатели прочности на четырёх предприятиях в 90-е годы, а также на современных предприятиях обеспечиваются. Вместе с тем имеются выборки, которые не соответствуют требованиям указанного стандарта по минимальному показателю прочности.

По показателям прочности при скалывании согласно СП 64.13330.2011 на уровне временного сопротивления, а также прочности с доверительной вероятностью 0,95 все пластевые клеевые соединения существенно

превышают требования указанного нормативного документа для пиломатериалов 1 сорта по ГОСТ 8486–86 ($R_{1\text{ сорт}}^{\text{BP}}=6,00$ МПа и $R_{1\text{ сорт}}^{\text{H}}=3,6$ МПа) и для чистой древесины ($R_{\text{чист}}^{\text{BP}}=7,00$ МПа и $R_{\text{чист}}^{\text{H}}=4,56$ МПа).

Для полученных производственных показателей прочности при послойном скалывании выполнили вероятностный расчёт соответствующих им нормативных значений при скалывании согласно СП 64.13330.2011. Расчёт выполнили с применением решений теории вероятности. При этом были учтены полученные расчётные максимальные коэффициенты концентрации напряжений в стандартных образцах.

В третьей главе выполнен анализ исследований авторов (Белозерова А.С., Славик Ю.Ю., Фрейдин А.С., Попов В.Д. и др.), согласно которым установлены стандартные требования к производству работ по изготовлению зубчатых соединений, при которых в наибольшей степени уменьшаются неизбежные внутренние напряжения. В нормативных отечественных и европейских стандартах установлено, что при производственном контроле прочности склеенных по длине заготовок выполняют испытания зубчатых соединений при изгибе нагружением на пластъ.

Для оценки фактического уровня прочности склеенных по длине на зубчатый шип заготовок выполнили анализ их производственных показателей прочности, полученных на пяти заводах в 90-е годы прошлого столетия по данным литературных источников, а также на трёх заводах, которые выпускают клеёные деревянные конструкции в настоящее время. Современные данные получены в рамках договоров на выполнение работ по сертификации предприятий ЗАО «78 ДОК Н.М.» г. Н. Новгород, ООО «Стройконструкция» г. Королёв и ЗАО «Тимбер» г. Волжск, выпускающих деревянные клеёные конструкции.

Выборки производственных показателей прочности склеенных по длине заготовок формировали с учётом завода-изготовителя, марки клея, характера разрушения (по древесине – I тип разрушения или древесине и клеевой прослойке – II тип). Результаты статистического анализа склеенных

по длине заготовок при изгибе на пласт на заводе ЗАО «78 ДОК Н.М.» (г. Нижний Новгород) приведены в табл. 2.

Результаты производственных испытаний
склеенных по длине заготовок при изгибе на пласт

Таблица 2

№ выб орки	Год выпуск а	Тип клея	Тип разрушен ия	\bar{X} , МПа	σ_x , МПа	$X^{\text{мин}}$, МПа	n, шт.	$R^{0,95}$, МПа,
1	2005	4535/5035	I	35,73	8,15	20,97	844	22,28
2			II	37,16	5,48	27,03	343	28,12
3			Σ	36,14	7,51	20,97	1187	23,75
4	2006	4535/5035	I	40,34	9,18	27,2	620	25,19
5			II	40,54	4,76	27,07	227	32,69
6			Σ	40,39	8,23	27,07	847	26,81
7	2007	4535/5035	I	38,31	5,85	25,60	14	28,66
8	2005- 2007	4535/5035	I	37,69	8,87	20,97	1478	23,05
9			II	38,51	5,46	27,03	570	29,50
10			Σ	37,92	8,07	20,97	2048	24,60
11	2013	4535/5035	I	37,26	5,23	23,60	99	28,63
12			II	36,33	6,74	24,20	10	25,21
13			Σ	37,17	5,36	23,60	109	28,33

Примечание. Общие обозначения см. в примечаниях к табл. 2.

Из предположения о соответствии эмпирических показателей прочности нормальному закону распределения согласно χ^2 -критерию выполнили расчёты показателей прочности склеенных на зубчатые соединения заготовок с заданной доверительной вероятностью 0,95.

При оценке соответствия показателей прочности склеенных по длине заготовок, выпущенных отечественными предприятиями, уровню требований ГОСТ 20850-84 [19] по показателям $R^{\text{вп}}$ и $X^{\text{мин}}$, а также СП 64.13330.2011 [70] по показателям $R^{\text{вп}}$ и $R^{\text{н}}$ получено, что большая часть выборок по одному из показателей может быть принята годной, тогда как по другому – переводится в категорию негодных, или когда по одному из показателей заготовки принимаются равнопрочными более высокому сорту пиломатериалов, но по второму – могут быть переведены в смежный низший сорт.

Поэтому, исходя из того, что несущая способность деревянных клеёных конструкций, которая закладывается при их проектировании, в свою очередь должна быть обеспечена при изготовлении конструкций, в качестве производственного показателя прочности клеевых соединений предлагается принять их прочность с доверительной вероятностью 0,95, которая должна соответствовать нормативной прочности R^H соответствующего сорта или группы прочности пиломатериалов, принятых при расчёте деревянных клеёных конструкций.

Исходя из того, что большая часть склеенных по длине заготовок разрушается по древесине, для создания эффективной системы производственного контроля качества изготовления деревянных клеёных конструкций, предлагается введение на предприятиях процедуры сплошного входного неразрушающего контроля прочности пиломатериалов и входного контроля свойств клеевых составов.

Вероятностным расчётом посортного выхода склеенных по длине заготовок из отечественных пиломатериалов согласно европейскому стандарту EN 338:2003 установлено, что склеенные по длине заготовки по фактической прочности в большинстве анализируемых выборок соответствуют показателям прочности высших и средних групп европейской номенклатуры групп прочности конструкционных пиломатериалов.

Четвертая глава посвящена оценке отечественных и европейских производственных методов испытаний на расслаивание клеевых соединений многослойных образцов, вырезанных из торцов клеёных пакетов при изготовлении деревянных клеёных конструкций.

Выполнен обзор исследований в области оценки начальных остаточных технологических напряжений в клеёных деревянных конструкциях для прогнозирования долговечности конструкций, эксплуатируемых при переменных температурно-влажностных воздействиях (Белянкин Ф.П., Уголев Б.Н., Кувшинов А.П., Цветков А.К., Турусов Р.А., Вуба К.Т., Ломакин А.Д., Фрейдин А.С. и др.). Показано, что в настоящее

время наиболее обоснованным является использование испытаний на расслаивание клеевых соединений деревянных клеёных конструкций при отработке новых технологических режимов и приёме новых клеев.

Оценку эффективности стандартного метода контроля расслаивания клеевых соединений выполнили по результатам анализа данных производственных испытаний, выполненных на ЗАО «78 ДОК Н.М.» (г. Нижний Новгород) в 2004-2006 гг. Во исполнение требований ГОСТ 20850-84 испытания на расслаивание выполнялись согласно ТУ 5366-024-57186763-2003 «Конструкции деревянные клеёные производства ЗАО «78 ДОК Н.М.», в которых была реализована схема испытания по ГОСТ 27812-88. Графическая интерпретация результатов статистического анализа приведена на рис. 1-3.

Независимо от марки клея и показателей прочности древесины слоёв, для существующего на заводе технологического уровня изготовления деревянных клеёных конструкций получены максимальные значения процента расслаивания, которые не превышают 0...3,98%, что, безусловно, обеспечивает требования ТУ 5366-024-57186763-2003, а также СП 64.13330.2011 для конструкций 1, 2 классов эксплуатации.

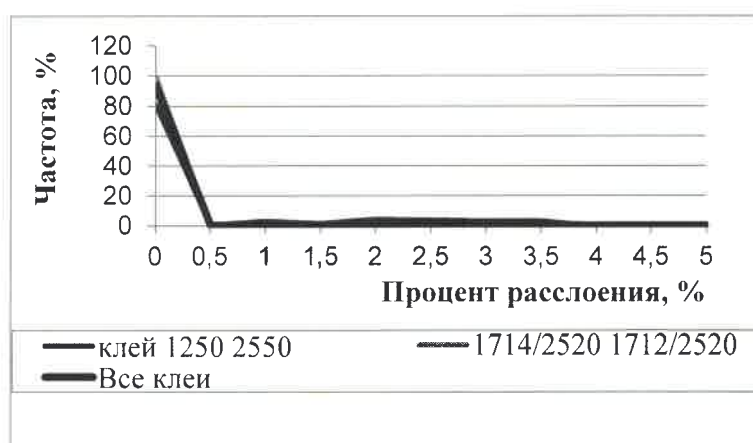


Рис.1. Распределения показателей на расслаивание при производственном контроле на ЗАО «78 ДОК Н.М.» в 2004 г.

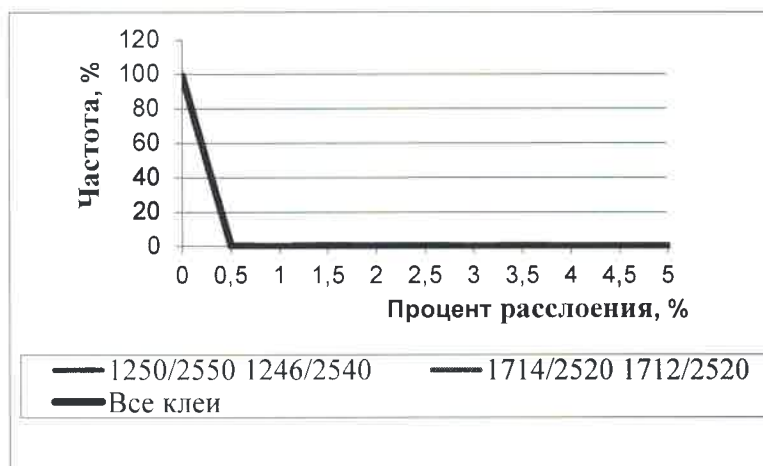


Рис.2. Распределения производственных показателей на расслаивание на ЗАО «78 ДОК Н.М.» в 2005 г.

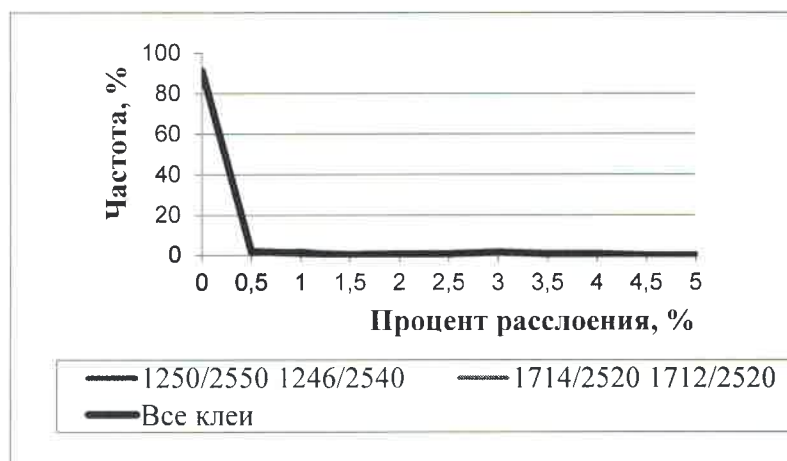


Рис.3. Распределения производственных показателей при испытаниях на расслаивание на ЗАО «78 ДОК Н.М.» в 2006 г.

Пятая глава посвящена вопросам внедрения полученных в диссертации результатов в виде предложений в нормативно-техническую документацию:

- в ГОСТ 20850-2014 «Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия», СТО и технические условия на производство деревянных клеёных конструкций для ведущих отечественных предприятий;

- в ГОСТ 33080-2014 «Конструкции деревянные. Классы прочности конструкционных пиломатериалов и методы их определения»;

- в технические условия на изготовление деревянных клеёных конструкций при непрерывном технологическом процессе производства в

части обоснования правил приёмки продукции по результатам статистического производственного контроля.

Во-первых, результаты проведённых исследований представлены в разработанных с участием автора ГОСТ, а также в действующих СТО и ТУ для основных отечественных предприятий, выпускающих деревянные клеёные конструкции. В указанных документах с учётом классов конструкций по уровню ответственности и условиям эксплуатации приведены значения производственных показателей прочности зубчатых соединений, пластевых клеевых соединений на скалывание и показатели расслаивания, а также планы контроля, в которых установлены объём выборки для испытаний и периодичность испытаний:

1. ГОСТ 20850-2014 Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия. (EN 14080:2012, NEQ) Издание официальное. - М.: Стандартинформ, 2015. - 15 с. Раздел 6, пп. 6.2.3 и 6.3.6;

2. СТО 36554501-003-2006. Деревянные клеёные конструкции несущие. Стандарт организации. Общие технические требования. М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2006. - Раздел 4 (стр.3), раздел 8 (стр. 8), раздел 9 (стр.8-9);

3. СТО 36554501-004-2006. Деревянные клеёные конструкции. Стандарт организации. Методы испытаний клеевых соединений при изготовлении. М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2006. - 14 с.;

4. ТУ 5366-045-51917585-2007. Технические условия. Конструкции деревянные клеёные производства. ООО «Стройконструкция». М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007. - 28 с. пп. 3.2, 3.11, 3.12, 4.8, 5.6;

5. ТУ 5366-041-47657546-2007. Технические условия. Конструкции деревянные клеёные производства. ООО «Сафоноводрев». М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2007. - 18 с. пп. 3.5, 3.11, 3.12, 4.8;

6. ТУ 5362-041-50068227-2007. Технические условия. «Конструкции деревянные клеёные производства ЗАО «ТАМАК»

(г. Тамбов)». М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2007. - 16 с. пп. 3.5, 3.11, 3.12, 4.7, 5.6.

Во-вторых, результаты работы в части обоснования номенклатуры групп прочности отечественных пиломатериалов и показателей прочности склеенных по длине заготовок для деревянных клеёных конструкций сформулированы в качестве предложений в ГОСТ 33080-2014 Конструкции деревянные. Классы прочности конструкционных пиломатериалов и методы их определения. (EN 338:2003, NEQ) ((EN 384:2004, NEQ) (EN 408:2003, NEQ) (EN 14801-1:2005, NEQ). Издание официальное. - М.: Стандартинформ, 2015 - 15 с. Раздел 5, пп. 5.1 и 5.3.

При этом исходили из следующих условий. Во-первых, за основу расчётов приняли номенклатуру групп прочности древесины согласно европейскому стандарту EN 338:2003. Во-вторых, оценку уровня показателей прочности отечественной древесины выполнили с привлечением вероятностной модели ресурсов отечественных пиломатериалов, разработанной в 90-е годы в ЦНИИМОД (Боровиков А.М., Кабаков С.А.) и ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко (Ковальчук Л.М., Рюмина Е.Б.). В-третьих, для оценки возможности обеспечения показателей прочности предлагаемой европейским стандартом номенклатуры групп пиломатериалов действующими и перспективными методами неразрушающего входного производственного контроля использовали вероятностную модель однопараметрического измерительного контроля прочности конструкционных пиломатериалов, разработанную в 90-е годы в ЦНИИМОД (Боровиков А.М.). При этом рассматривали три известных метода контроля прочности пиломатериалов: визуальный, измерительный по величине модуля упругости на установках типа «Компьютерматик» и на установках типа «Финногрейдер», в которых реализуется оценка прочности пиломатериалов посредством различного вида электромагнитных излучений. Погрешность приведённых методов составляет 0,9; 0,8 и 0,7, соответственно.

Расчёты выполнили с применением решений теории вероятности. Согласно первым двум исходным условиям в табл. 3 предложена номенклатура групп и соответствующие им показатели прочности отечественных пиломатериалов для деревянных клеёных конструкций.

Номенклатура групп прочности отечественной древесины
и соответствующие им показатели прочности

Таблица 3

Группы прочности	Показатели при						
	изгибе на кромку			изгибе на плась	растяжении	сжатии	скалывании
	R ^н , МПа	Z ^н	Выход, V, %	R ^н , МПа	R ^н , МПа	R ^н , МПа	R ^н , МПа
C50	50	1,38	8,4	-/62,9	30/34,3	29/35,9	3,8/
C45	45	0,95	8,7	-/57,1	27/30,5	27/33,0	3,8/
C40	40	0,53	11,0	-/51,2	24/26,7	26/30,0	3,8/
C35	35	0,11	19,8	-/45,5	21/21,9	25/27,3	3,4/
C30	30	-0,31	16,6	-/39,7	18/19,1	23/24,1	3,0/
C26	26	-0,65	12,0	-/35,1	-/16,0	-/21,8	-/
C22	22	-0,99	9,7	-/30,4	13/13,0	20/19,4	2,4/
C18	18	-1,33	6,9	-/25,8	11/10,0	18/17,0	2,0/
C14	13	-1,75	5,3	-/21,2	8/6,9	16/14,6	-/

Примечание. В числителе приведены нормативные сопротивления согласно EN 338:2003, в знаменателе – значения прочности с заданной доверительной вероятностью, полученные в результате расчётов.

Во исполнение третьего условия в табл.4 приведены значения распределения (посортного выхода) пиломатериалов по группам прочности согласно совокупной модели отечественных пиломатериалов, а также склеенных по длине заготовок в 2005-2013 гг. на трёх действующих отечественных предприятиях по производству деревянных клеёных конструкций с учётом погрешности визуального и измерительных методов контроля прочности. Показатели прочности склеенных по длине заготовок приняли по результатам разрушающего производственного контроля из условия их равнопрочности цельным пиломатериалам согласно СП 64.13330.2011.

Расчёт вероятностного распределения по группам прочности
цельных и клеенных по длине заготовок
с учётом погрешности методов контроля прочности

Таблица 4

Группы прочности	Посортный выход, %											
	пиломатериалов согласно совокупной модели			склеенных по длине заготовок на предприятиях								
				ЗАО «78 ДОК Н.М.» (г. Нижний Новгород) 2012,2013			ООО «Стройконструкция » (г. Королёв) 2004-2005			ЗАО «Тимбер» (г. Волжск) 2005-2008 (I тип разрушения)		
	погрешность контроля прочности											
	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7	0,9	0,8	0,7
C35	8	10	17	-	-	-	-	-	5	-	-	-
C30	14	19	17	-	-	-	20	25	27	-	3	5
C26	16	16	17	30	39	40	28	28	29	26	30	31
C22	22	21	24	47	48	50	42	42	39	44	40	44
C18	23	25	25	23	13	10	10	5	-	30	27	20
C14	17	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

В завершение предложен план производственного контроля прочности клеенных по длине заготовок для условий непрерывного производства деревянных клеёных конструкций.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. На основании анализа действующей системы производственного контроля прочности клеевых соединений деревянных клеёных конструкций установлена ограниченная её эффективность в условиях современного производства и актуальность её совершенствования с учётом классификации деревянных клеёных конструкций согласно уровню ответственности и условиям эксплуатации.

2. В работе обоснована необходимость и приведены данные о технической реализации введения в практику контроля прочности клеевых соединений при изготовлении деревянных клеёных конструкций (ГОСТ,

СТО, ТУ) дифференцированных требований с учётом ответственности конструкций и условий их эксплуатации, что не предусматривалось основополагающим ГОСТ 20850-84.

3. По результатам производственного контроля прочности клеевых соединений при их испытании на послойное скалывание установлено, что для обеспечения значений нормативного сопротивления при скалывании согласно СП 64.13330.2011 для конструкций первого уровня ответственности целесообразно нормировать среднее значение прочности при послойном скалывании, равное 8МПа, для несущих конструкций второго и третьего уровней ответственности- 7 МПа при коэффициенте вариации не выше 20%.

4. По результатам производственных испытаний зубчатых соединений установлено, что для обеспечения несущей способности деревянных клеёных конструкций различного уровня ответственности в качестве производственного показателя прочности зубчатых соединений следует принять прочность склеенных по длине заготовок при изгибе на пласт с доверительной вероятностью 0,95, которая должна соответствовать нормативной прочности соответствующего сорта или класса прочности древесины склеиваемых слоёв деревянных клеёных конструкций.

5. Обосновано, что входящий в общую систему производственного контроля клеевых соединений метод испытаний на расслаивание образцов, полученных при изготовлении деревянных клеёных конструкций, носит чисто сравнительный характер. Из условия обеспечения целостности конструкций установлен процент расслаивания не более 5% для несущих конструкций первого и второго уровня ответственности и 2-4 классов по условиям эксплуатации.

6. Разработаны предложения по планам производственного контроля прочности склеенных по длине заготовок, которые включают количество и периодичность отбора образцов клеевых соединений для проведения производственных испытаний с учётом уровня ответственности конструкций.

7. Обоснованные в диссертации положения о дифференцированных требованиях к системе производственного контроля прочности клеевых соединений вошли в ряд нормативных документов. Это ГОСТ 20850-2014 Конструкции деревянные клеёные несущие. Общие технические условия. - М.: Стандартинформ, 2015; СТО 36554501-003-2006 Деревянные клеёные конструкции несущие. Стандарт организации. Общие технические требования. - М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2006; СТО 36554501-004-2006 Деревянные клеёные конструкции. Стандарт организации. Методы испытаний клеевых соединений при изготовлении. - М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2006; ТУ 5366-045-51917585-2007 ООО «Стройконструкция», г. Королёв; ТУ 5366-041-47657546-2007 ООО «Сафоноводрев», г. Смоленск; ТУ 5362-041-50068227-2007 ЗАО «ТАМАК», г. Тамбов и др.). Положения стандартов СТО, ТУ реализованы с участием автора диссертации на указанных предприятиях при проведении сертификационных испытаний.

8. Из условия гармонизации отечественных и европейских стандартов с привлечением вероятностных моделей отечественных пиломатериалов и погрешности методов их сортировки по прочности, а также на основании производственных показателей прочности клеевых соединений слоёв деревянных клеёных конструкций, полученных в диссертации, выполнили обоснование групп и соответствующих им показателей прочности отечественных пиломатериалов для деревянных клеёных конструкций. Полученные результаты реализованы при разработке ГОСТ 33080-2014 Конструкции деревянные. Классы прочности конструкционных пиломатериалов и методы их определения. - М.: Стандартинформ, 2015.

9. Для непрерывного процесса производства деревянных клеёных конструкций на основе пиломатериалов прочностной сортировки разработали статистический план контроля прочности склеенных по длине слоёв деревянных клеёных конструкций.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Ковальчук Л.М., Успенская Н.А. Сертификация клеёных деревянных конструкций / Л.М. Ковальчук, Н.А. Успенская / Деревообрабатывающая промышленность. - 2007. - №3. - С. 18 - 20.
2. Ковальчук Л.М., Успенская Н.А. Пьянов А.Н. Восстановление деревянных конструкций зрительного зала Большого театра России / Л.М. Ковальчук, Н.А. Успенская, А.Н. Пьянов. / Деревообрабатывающая промышленность. - 2007. - №3. - С. 23 - 25.
3. Ковальчук Л.М., Успенская Н.А. Заводской контроль качества клеёных соединений деревянных конструкций / Л.М. Ковальчук, Н.А. Успенская / Клеи, герметики, технологии. - 2007. - №8. - С. 36 - 38.
4. Ковальчук Л.М., Успенская Н.А. Заводской контроль качества клеёных соединений деревянных конструкций / Л.М. Ковальчук, Н.А. Успенская / Клеи, герметики, технологии. - 2007. - №9.- С. 33 - 35.
5. Успенская Н.А. Сертификация и её роль в обеспечении эксплуатационной надёжности деревянных конструкций / Н.А. Успенская / Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2008. - №3. - С. 32 - 33.
6. Успенская Н.А., Казакевич Т.Н. Прочность пластевых клеевых соединений при послойном скалывании по результатам производственных испытаний / Н.А. Успенская, Т.Н. Казакевич / Клеи, герметики, технологии. - 2013. - №11. - С. 37 - 40.
7. Успенская Н.А., Рюмина Е.Б. Предложения по номенклатуре групп прочности древесины для клеёных деревянных конструкций и показателей их прочности / Н.А. Успенская Н.А., Е.Б. Рюмина / Комментарии к стандартам, ТУ, сертификатам. Ежемесячное приложение к журналу «Все материалы. Энциклопедический справочник». - 2014. - №2.- С. 6 - 9.
8. Успенская Н.А., Казакевич Т.Н. Производственные показатели прочности склеенных по длине заготовок для клеёных деревянных

конструкций / Н.А. Успенская, Т.Н. Казакевич / Строительная механика и расчёт сооружений. - 2014. - №3. - С. 62 - 66.

Примечание. Научные работы №№ 3, 4, 6, 8 опубликованы в журнале, определенном ВАК, причем №№ 6, 8 в последние пять лет.

Отпечатано в ООО «_____»

Подписано в печать: __.__.2015 г.

Тираж 100 экз. Усл. п.л. - __