

684  
Р69

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 684.4

**РОМАНОВСКИЙ**  
Александр Михайлович

**ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ  
И УПЛОТНЕННОГО ШПОНА В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ**

05.21.05 – Древесиноведение, технология и оборудование  
деревообработки

**Автореферат**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Минск 2006

Работа выполнена в УО «Белорусский государственный технологический университет»

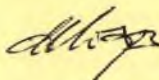
Научный руководитель	кандидат технических наук, профессор <b>А.А. Барташевич</b>
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Белорусского государственного университета транспорта <b>А.Б. Невзорова;</b>  кандидат технических наук, заведующий технологическим отделом ПКТЬ мебели ОАО «Минскпроектмебель» <b>И.В. Ловкис</b>
Оппонирующая организация	Кафедра строительных материалов и изделий Белорусского национального технического университета

Защита состоится «14» марта 2006 г. в 14 час. на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.06 в Белорусском государственном технологическом университете по адресу:  
220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13 а, ауд. 240 корпус 4 факс (017) 227-06-71.  
Тел. ученого секретаря (017) 227-83-41.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан «13» февраля 2006 г.

Ученый секретарь совета  
по защите диссертаций



**С.П. Мохов**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Запасы древесины сосны составляют более половины всего объема лесонасаждений в Республике Беларусь, а мебели из нее выпускается около 10% от общего выпуска.

Мебель из древесины сосны пользуется повышенным спросом у потребителей как у нас в стране, так и за рубежом. Это обуславливает необходимость увеличения объемов ее производства.

В настоящее время древесина сосны находит широкое применение в строительстве, сельском хозяйстве и других отраслях промышленности, а существующие объемы заготовок обеспечивают потребности в этой древесине далеко не полностью. При общем объеме заготовок древесины 12,5-13 млн. м<sup>3</sup> в год примерно третью часть составляет тонкомерная древесина (диаметром до 14 см).

Во многих европейских странах мебель из древесины сосны используется для эксплуатации в интерьерах молодежных комнат, для оборудования загородного жилья. В Советском Союзе сосна считалась малоценным конструкционным материалом и использовалась на внутренние и невидимые детали мебели, вообще не использовалась для изготовления фасадов.

Однако, с конца 80-х годов началось производство мебели из древесины сосны с ориентацией на экспорт в западные страны и на внутренний рынок. В настоящее время освоены новые технологии обработки, сушки и отделки древесины сосны, что привело к постоянному увеличению выпуска мебели из этого конструкционного материала.

Расширение производства мебели при дефиците древесного сырья, главным образом твердолиственных пород, должно идти за счет более эффективного использования древесины местных малоценных пород, в первую очередь сосны. Для этого необходимо вовлечь в производство мебели и тонкомерную древесину, что позволит существенно увеличить сырьевой ресурс натуральной древесины. В то же время свойства тонкомерной древесины сосны в качестве конструкционного материала для производства мебели не были изучены и это предопределило необходимость постановки наших исследований.

Пониженная плотность тонкомерной древесины, наличие пороков, механических повреждений и т.д., вызывает необходимость улучшения эстетических свойств этого материала. Это может быть достигнуто, по нашему мнению, путем уплотнения древесины применяемого облицовочного слоя, в виде строганого шпона. Решение в совокупности этих задач, то есть вовлечение в производство мебели тонкомерной древесины сосны и повышение качества мебельных изделий путем использования уплотненного строганого шпона, имеет важное практическое значение для мебельной отрасли Республики Беларусь.

**Связь работы с крупными научными программами, темами.** Работа выполнялась в рамках задания государственной научно-технической программы «Леса Беларуси и их рациональное использование» (1999-2000 гг., задание, 29, № ГР 19993499), в рамках плана «Наука-2001» Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (2002-2004 гг., тема ГБ 20-02

842 ап

«Архитектурный дизайн и интерьер Беларуси») и по плану концерна «Беллесбумпром» «Проведение исследовательских, опытно-технологических и опытно-конструкторских работ для обеспечения роста экспорта мебели из древесины хвойных пород» (2000 г., № ГР 20002401).

**Цель и задачи исследований.** Целью явилось научное обоснование и разработка технологических решений по применению тонкомерной древесины сосны и уплотненного шпона в качестве конструкционных материалов в производстве мебели.

Для достижения поставленной цели необходимо было еще решить следующие задачи:

- обосновать возможность применения тонкомерной древесины сосны как конструкционного материала в производстве мебели;

- получить уплотненный строганый шпон из тонкомерной древесины сосны, изучить физико-механические свойства, разработать технологию применения его в производстве мебели;

- обосновать технико-технологические требования по созданию оборудования для прокатки шпона в промышленных условиях и оптимизировать режимы прокатки.

- апробировать результаты исследований в производственных условиях.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследований являлись конструкционные материалы для производства мебели.

Предметом исследований являлись тонкомерная древесина сосны в качестве конструкционного материала для изготовления мебели и уплотненный строганый шпон как облицовочный материал для повышения качества мебели.

**Методология и методы проведенного исследования.** Решение поставленных задач осуществлялось с помощью следующих методов: образцы для испытаний по изучению свойств тонкомерной древесины сосны (обыкновенной) диаметром 12-14 см отбирались в производственном объединении ЗАО «Могилевдрев», физико-механические свойства древесины анализировали по стандартным методикам и с использованием поверенного оборудования и приборов. Для определения оптимальной степени уплотнения шпона был использован метод математического планирования эксперимента (В – план); обработку данных и оценку погрешностей выполняли на ЭВМ с помощью пакета программы Excel; шероховатость поверхности определяли теневым микроскопом ТСП-4; толщину пленки лакокрасочного покрытия - микроскопом МИС-11. Для уплотнения шпона в лабораторных условиях использовали пресс Д-50.

**Научная новизна и значимость полученных результатов.**

- доказана целесообразность применения тонкомерной древесины сосны в производстве мебели;

- исследованы физико-механические свойства уплотненного строганого шпона из тонкомерной древесины сосны и показатели качества заготовок, обосновано их применение в производстве мебели;

- обоснованы требования к оборудованию для прокатки шпона из тонкомерной древесины сосны и найдены оптимальные режимы прокатки;

Основная научная значимость выполненных исследований заключается в обосновании возможности применения тонкомерной древесины сосны и полученного из нее уплотненного строганого шпона в производстве мебели повышенного качества.

**Практическая значимость полученных результатов.** Результаты выполненных исследований использованы в ОАО «ФанДОК» при освоении выпуска мебели из тонкомерной древесины сосны и расширении ее ассортимента; освоении использования тонкомерной древесины сосны в качестве основы при изготовлении столярных плит; внедрении в производство технологии отделки изделий мебели из древесины сосны восково-битумным составом.

На ЗАО «Молодечномебель» ведется освоение производства мебели с применением уплотненного строганого шпона, ожидаемый годовой экономический эффект составляет 38457000 рублей.

На многих предприятиях Республики Беларусь (ОАО «ФанДОК», ЗАО «Бобруйскмебель», ЗАО «Молодечномебель», ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Гомельдрев», ЗАО «Пинскдрев», ОАО «Могилевдрев») внедрена в практику разработанная в составе диссертации методика проектирования мебели из древесины тонкомерной сосны; в ОАО «Минскпроектмебель» разработана программа корпусной мебели из древесины сосны, в том числе тонкомерной, включающая 440 изделий. Методика проектирования мебели включена в учебный процесс в ВУЗах Республики Беларусь и Российской Федерации лесотехнического профиля (соискатель – соавтор учебника).

В ОАО «Бобруйскмебель» освоено массовое производство двух наборов мебели из древесины сосны, в том числе тонкомерной, запатентованные в Российской Федерации (соискатель – соавтор патентов). Патенты №39847 от 28.10.1993г и №39850 от 28.10.1993г.

#### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту.**

- обоснование возможности применения тонкомерной древесины сосны как конструкционного материала для производства мебели;
- технология изготовления и физико-механические свойства уплотненного строганого шпона из тонкомерной древесины сосны, технология его применения в промышленном производстве мебели;
- технико-технологические требования к оборудованию для уплотнения строганого шпона из тонкомерной древесины сосны и режимы его прокатки.

**Личный вклад соискателя.** Соискателем проведены практические испытания свойств тонкомерной древесины сосны и уплотненного строганого шпона. Автор выполнил анализ литературы, принял непосредственное участие в постановке цели и задач исследований, получении экспериментальных данных, составляющих основу диссертации, их анализе, обобщении и изложении материала в настоящей работе. Выполнена статистическая обработка результатов исследований, проведено математическое моделирование эксперимента. Автором проведены опытно-промышленные испытания, организовано внедрение результатов исследований в производство. Индивидуально соискатель опубликовал 5 работ.

**Апробация результатов диссертации.** Основные результаты доложены и обсуждены на международных научно-технических конференциях: «Ресур-

собоерегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности» (Минск, 1999); «Леса Беларуси и их рациональное использование» (Минск, 2000); «Леса Европейского региона - устойчивое управление и развитие» (Минск, 2002); «Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии» (Минск, 2005); а также на республиканских научно-практических семинарах (г.Речица, 1997; г.Бобруйск, 1998; г.Молодечно, 2000; г.Минск, 2000, 2004), научно-технических конференциях Белорусского государственного технологического университета (1996 - 2002)

**Опубликованность результатов.** По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, из них брошюра (52 с.), 2 статьи в зарубежных журналах (3 с.), одна статья в сборнике (3 с.), 3 статьи в научных журналах (12 с.), 6 материалов международных научно-технических конференций (18 с.). Соискателем получены 2 патента Российской Федерации на промышленные образцы: №39847 от 28.10.1993г и №39850 от 28.10.1993г., поданы 2 заявки на патенты Республики Беларусь: № а20040477 от 10.08.2004г. и № а20050894 от 16.11.2005г.

Соискатель является также соавтором учебника для студентов вузов «История интерьера и мебели» (издан в Республике Беларусь, 2002 г. и в Российской Федерации, 2004 г.), учебного пособия «Художественная обработка дерева» (2000 г.).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 132 наименований, в том числе 20 на иностранных языках. Объем диссертации 102 страницы, в том числе 22 илл., 16 таблиц. Приложения на 41 странице.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цели и задачи исследований, изложена научная новизна и практическая значимость работы, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** показано общее состояние производства мебели, объемы выпуска мебели из древесины сосны в Республике Беларусь. Приведены требования к изделиям мебели и дана характеристика архитектурно-конструкторских особенностей мебели из древесины сосны, обусловленная свойствами материала и потребительскими требованиями.

Свойства древесины в возрасте главной рубки изучали многие исследователи: В.А. Баженов, А.М. Боровиков, С.И. Ванин, Н.Л. Леонтьев, Л.М. Перелыгин, Б.Н. Уголев и др. В Беларуси всесторонние исследования основных пород древесины, в том числе и сосны, изучали А.К. Петруша, Н.И. Федоров, В.Е. Вихров, А.К. Лобасенок, Э.Э. Пауль. Установлено (А.К. Петруша, Н.И. Федоров), что древесина спелой сосны, произрастающей во всех типах лесов, по прочностным показателям значительно превышает требования, предъявляемые к материалам мебельного производства.

Потребность древесины в различных отраслях промышленности и строительстве, в изготовлении мебели, определяет необходимость вовлечь в производство тонкомерную древесину сосны (диаметром до 14 см), получаемую от рубок ухода за лесом и при сплошных рубках, объем которой составляет треть часть от всей заготавливаемой древесины.

В диссертационной работе была поставлена задача по изучению свойств тонкомерной древесины сосны на соответствие их требованиям к изделиям мебели, установленным ВПКТИМом (Всесоюзный проектно-конструкторский технологический институт мебели, г. Москва). В этой связи были проведены комплексные необходимые исследования, выполненные по стандартным методам.

Образцы для испытаний заготавливались из деревьев, произрастающих в Могилевской обл., диаметром 12-14 см на высоте ствола в пределах 1,2-1,5 м.

По результатам исследований были получены следующие усредненные значения, характеризующие свойства тонкомерной древесины сосны, приведенные к влажности 12% (табл. 1).

Таблица 1  
Свойства тонкомерной древесины сосны

Показатели свойств	Размерность	Статистические показатели				
		Среднее значение показателя, у	Дисперсия, S <sup>2</sup>	Среднее квадратическое отклонение, S	Коэффициент вариации, v, %	Показатель точности, P, %
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	470,0	8317,00	91,20	19,4	4,85
Предел прочности при статическом изгибе	МПа	77,1	158,80	12,60	16,3	4,07
Предел прочности при скалывании древесины вдоль волокон	МПа	6,7	1,59	1,26	18,8	4,70
Модуль упругости при статическом изгибе	ГПа	11,8	4,12	2,03	17,2	4,30
Сопротивление раскалыванию	Н/мм	10,1	2,45	1,58	15,6	3,90
Сопротивление выдергиванию шурупов	Н/мм	80,0	207,40	14,40	18,0	4,50

Исследования показали, что тонкомерная древесина сосны, склеенная клеем марки «Клебит 303.5», имеет предел прочности при скалывании по клеевому слою 6,5 МПа (S=1,1 МПа; v=17%; P=4,25%).

По рекомендациям ВПКТИМа для производства мебели прочностные показатели древесины должны быть не менее:

предел прочности при статическом изгибе – 50 МПа;

предел прочности на скалывание по древесине вдоль волокон – 4 МПа;

предел прочности на скалывание по клеевому слою – 3 МПа.

Сравнение показателей позволяет заключить, что механические свойства тонкомерной древесины сосны мало уступают соответствующим показателям древесины спелой сосны, и тем самым они удовлетворяют требованиям, установленным ВПКТИМом для массивной древесины, предназначенной для применения в изделиях мебели.

Однако тонкомерная древесина отличается от спелой по внешнему виду (цвет, блеск), поэтому, по нашему мнению, применять ее следует в качестве нелицевых элементов или же при их отделке непрозрачными лаками. Кроме того, как показывают проведенные исследования, она может применяться в качестве основы при изготовлении столярных плит или щитов, облицованных строганым шпоном. Для этого были определены прочностные характеристики щитов из тонкомерной древесины сосны, облицованных строганым шпоном. Их результаты приведены в табл. 2.

**Таблица 2**

**Прочность при статическом изгибе и модуль упругости облицованных щитов из тонкомерной древесины сосны**

Показатели свойств	Толщина облицованных щитов, мм	Статистические показатели				
		Среднее значение - показатель, у	Дисперсия, S <sup>2</sup>	Среднее квадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации, v, %	Показатель точности, P, %
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	18	79,2	9,9	3,15	17,5	4,37
	22	78,7	11,9	3,45	15,7	3,84
Модуль упругости при статическом изгибе, ГПа	18	12,0	5,0	2,23	18,9	4,72
	22	11,9	4,5	2,13	17,9	4,48

Данные из табл. 2 показывают, что тонкомерная древесина сосны может служить хорошим материалом и для щитовых элементов мебели, так как значения основных прочностных показателей превышают нормативные.

Для характеристики стабильности прочностных показателей во времени определен коэффициент длительного сопротивления для древесины тонкомерной сосны (отношение длительного модуля упругости к мгновенному), который составляет величину, близкую к определяемой для спелой древесины  $E_{дл}/E_0=0,596$ . При выполнении прочностных расчетов элементов мебели их прочностные показатели (предел прочности при статическом изгибе, модуль упругости) принято определять с учетом явления ползучести, которая обычно снижает показатели, полученные при статических испытаниях. Для тонкомерной древесины сосны это значение составляет - 1,68. Так как для элементов мебели минимальный запас прочности принят  $K_{min}=3$ , поэтому при проектировании изделий мебели с учетом ползучести запас прочности по отношению к предельным значениям при статических испытаниях составит  $K_3 = 1,68 \times 3 = 5$ .



При изготовлении мебели широко используют брусковые детали. Изготовленные из тонкомерной древесины сосны они могут иметь в сечении различные по сложности профили. Для улучшения их качества необходимо использовать облицовочный материал, обладающий хорошей гибкостью. Традиционно применяемый для облицовывания поверхностей деталей строганый шпон такой гибкостью не обладает, однако ее можно достичь путем уплотнения древесины в виде строганого шпона.

Во второй главе изучены физико-механические свойства уплотненного шпона, полученного из тонкомерной древесины сосны, с целью определения возможности использования его в изделиях мебели.

Особенности прессования и свойства прессованной (уплотненной) древесины изучались, в частности П. Н. Хухрянским, Л.М. Перелыгиным, Ю.М. Ивановым, Б.И. Огарковым, А.В. Апостолом, В.И. Врублевской, А.Б. Невзоровой и др.

Установлено что на прочность и эластичность древесины большое влияние оказывает связанная влага, с ее увеличением деформативность возрастает, а прочность уменьшается. В нагретом состоянии древесина также обладает повышенной пластичностью, и деформация протекает с меньшим разрывом волокон.

Проведенные исследования показали, что уплотнение высушенного шпона, полученного из тонкомерной древесины сосны, происходит в основном за счет остаточной деформации, поэтому прессование его необходимо вести в нагретом состоянии и при влажности  $8 \pm 2\%$ .

Максимально возможная степень уплотнения шпона в этом случае может быть рассчитана с использованием общеизвестного уравнения:

$$\varepsilon_{\max} = (1 - 0,64\gamma_0) / (1 + 0,08 \cdot K_0), \%$$

где  $\gamma_0$  - плотность абсолютно сухой древесины;  $K_0$  - коэффициент объемного разбухания древесины.

Проведены опыты по определению зависимости степени уплотнения строганого шпона из тонкомерной древесины сосны (толщиной 0,8 мм и влажностью 8%) от основных факторов - давления прессования  $q$ , температуры прессующих устройств  $t$  и продолжительности прессования  $\tau$ . При этом был выполнен трехфакторный эксперимент согласно В-плана. Переменные факторы варьировались в пределах:  $q$  от 10 до 40 МПа,  $t$  от 80 до 200°C,  $\tau$  от 0 до 4 с (табл. 3). Использовали образцы шпона размером 100x100 мм. Уплотнение осуществлялось методом плоского прессования. Каждый опыт повторялся 14 раз.

В табл. 3 приведены натуральные значения переменных факторов  $\tau$ ,  $t$  и  $q$  и среднее значение выходного параметра  $\varepsilon$  - уплотнения, а также результаты статистической обработки опытных данных.

Матрица В-плана и результаты опытов по определению оптимальной степени уплотнения шпона

№ опыта	Переменные факторы			Значения выходного параметра (степень уплотнения), % $U_{\text{сп}}$	Дисперсия $S^2$	Среднее квадратичное отклонение $S$ , %	Коэффициент вариации $v$ , %	Показатель точности $P$ , %
	$\tau$ , с ( $x_1$ )	$t$ , °C ( $x_2$ )	$q$ , МПа ( $x_3$ )					
1	4	200	40	67	48	6,93	10,3	3,26
2	0	200	40	59	54	7,35	12,5	3,95
3	4	80	40	47	42	6,48	13,8	4,36
4	0	80	40	40	30	5,48	13,7	4,33
5	4	200	10	33	20	4,47	13,5	4,27
6	0	200	10	25	14	3,74	15,0	4,74
7	4	80	10	22	14	3,74	17,0	5,37
8	0	80	10	16	6	2,45	15,3	4,84
9	2	140	40	54	40	6,32	11,7	3,70
10	2	140	10	25	8	2,83	11,3	3,57
11	2	200	25	46	56	7,48	16,2	5,10
12	2	80	25	32	20	4,47	14,0	4,43
13	4	140	25	47	22	4,69	10,0	3,16
14	0	140	25	40	26	5,10	12,8	4,10

Установлена следующая зависимость степени уплотнения шпона от переменных факторов:

$$y = 41,7 + 3,6x_1 + 7,3x_2 + 14,6x_3 + 2,4x_2x_3 + 1,8x_1^2 - 2,7x_2^2 - 2,2x_3^2, \quad (1)$$

в натуральных выражениях

$$\varepsilon = -11,85556 - 0,554167\tau + 0,258472t + 1,08166667q + 0,453125\tau^2 - 0,000746528t^2 - 0,00097222q^2 + 0,002639qt, \quad (2)$$

где  $\tau$  ( $x_1$ ) – в секундах;  $t$  ( $x_2$ ) – в °C;  $q$  ( $x_3$ ) – в МПа.

Обработка опытных данных выполнена на ЭВМ с помощью пакета Excel.

Влияние переменных факторов на степень уплотнения представлено на графиках рис. 1-3, построенных по уравнениям регрессии.

Графики на рис. 1-3 показывают, что наибольшее влияние на степень уплотнения шпона оказывает давление прессования, в меньшей степени температура прессующих устройств. Продолжительность прессования в диапазоне от 0 до 4 секунд оказала незначительное влияние при всех изученных сочетаниях давления и продолжительности прессования. Поэтому парные взаимодействия  $x_1x_2(\tau, t)$  и  $x_1x_3(\tau, q)$  исключены из формулы (1) и (2) как малозначимые.

Приняв во внимание, что температура шпона в процессе уплотнения должна быть не менее 100 °C, необходимая для пластификации древесины, по графикам рис. 2 и 3 можно определить любые сочетания факторов  $t$  и  $q$ , обеспечивающих заданную степень уплотнения, (фактор  $\tau$ , как отмечено, не учитывается и его значения следует принимать равным нулю).

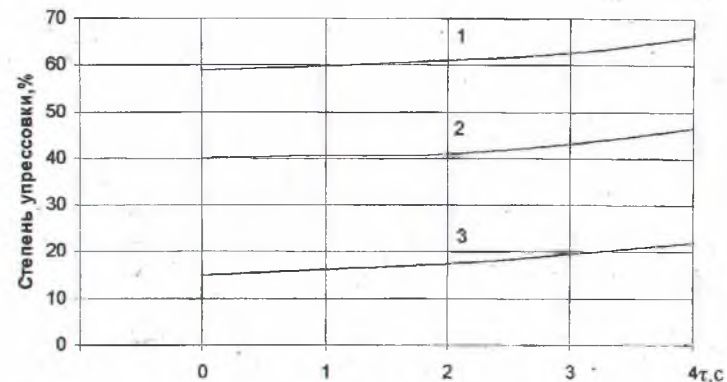


Рис.1 Влияние продолжительности прессования на степень уплотнения шпона:

1-  $t=200^\circ\text{C}$ ,  $q=40\text{ МПа}$ ;  
2-  $t=140^\circ\text{C}$ ,  $q=25\text{ МПа}$ ;  
3-  $t=80^\circ\text{C}$ ,  $q=10\text{ МПа}$ .

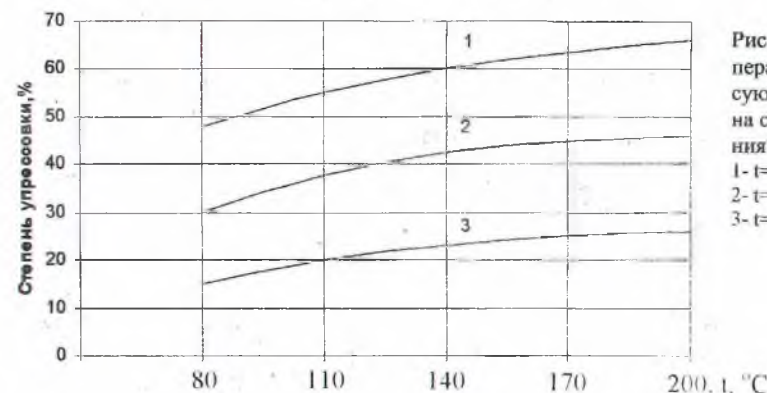


Рис.2 Влияние температуры прессующих устройств на степень уплотнения шпона:

1-  $\tau=4\text{ с}$ ,  $q=40\text{ МПа}$ ;  
2-  $\tau=2\text{ с}$ ,  $q=25\text{ МПа}$ ;  
3-  $\tau=0$ ,  $q=10\text{ МПа}$ ;

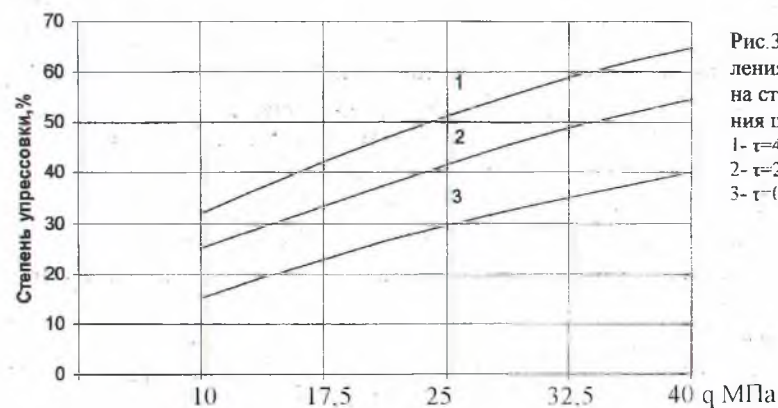


Рис.3 Влияние давления прессования на степень уплотнения шпона:

1-  $\tau=4\text{ с}$ ,  $t=200^\circ\text{C}$ ;  
2-  $\tau=2\text{ с}$ ,  $t=140^\circ\text{C}$ ;  
3-  $\tau=0$ ,  $t=80^\circ\text{C}$ .

Влагопоглощение неуплотненного шпона определялось на образцах размером 30x30x4 мм, уплотненного – размером 30x30x1,88 мм. Так как шпон имел малую толщину, поглощение влаги при проведении испытаний шло в основном через боковые поверхности, т.е. поперек волокон. В результате за 30 суток влагопоглощение уплотненного шпона шло медленнее, чем неуплотненного, и достигло соответственно 7,96% и 11,95%.

Так как в производстве мебели принято все поверхности отделывать лаком, для нашего эксперимента взятые образцы уплотненного шпона со всех сторон были покрыты полиуретановым лаком и вследствие этого имели незначительное влагопоглощение (0,7%). Это показало, что в изделиях мебели уплотненный шпон будет практически нечувствительным к колебаниям влажности в отапливаемых помещениях.

Как показал эксперимент коэффициенты разбухания (усушки) уплотненного неотделанного шпона из тонкомерной древесины сосны составляют: в радиальном направлении  $K_{y,p} = 0,184$ , в тангенциальном  $K_{y,t} = 0,341$ . Эти значения показывают, что такой шпон будет мало подвержен короблению при использовании в условиях переменной влажности.

Как известно, по мере увеличения степени уплотнения древесины ее механические свойства повышаются и могут быть определены по данным П.Н. Хухрянского, применяя следующее уравнение:

$$\delta = \delta_0 \cdot (1 + k \cdot \epsilon),$$

где  $\delta$ ,  $\delta_0$  – пределы прочности, соответственно для спрессованной и натуральной древесины;  $k$  – коэффициент пропорциональности,  $\epsilon$  – степень уплотнения. Использование этого уравнения для оценки уплотненного шпона из тонкомерной древесины сосны подтвердило эту зависимость.

Выполненные исследования по дальнейшему изучению механических свойств уплотненного шпона позволили установить, что с увеличением степени уплотнения возрастает также твердость шпона, кроме того улучшается его гибкость, уменьшается расход лакокрасочных материалов при отделке. Наилучшие результаты достигаются при степени его уплотнения в пределах 55-60%.

Шероховатость поверхности уплотненного шпона является одним из важнейших показателей. Обычно при уплотнении древесины устраняются не только неровности, но и ворс, однако, при шлифовании ворсистость будет создаваться снова. Следовательно, уплотнять шпон из тонкомерной древесины сосны необходимо до такой степени, чтобы его поверхность в последующем не гребовала шлифования. Отмеченный выше диапазон (55-60%) обеспечивает это условие.

В мебельном производстве принято все поверхности отделывать лакокрасочными материалами. В этой связи был установлен необходимый расход наиболее часто используемого полиуретанового лака для отделки поверхностей, облицованных уплотненным шпоном. Отделка производилась традиционным методом пневмораспыления. За критерии необходимого расхода лака прини-

мался расход, обеспечивающий требуемую толщину пленки лакокрасочного покрытия. Все образцы отделялись одновременно с целью сохранения идентичности опытов. Замеры толщины лаковых пленок определялись микроскопом МИС-11.

Необходимый расход лака связан с пористостью линейным уравнением

$$Q = 298,1 + 5,7 \cdot \Pi, \text{ г/м}^2, \quad (3)$$

где  $\Pi$  - пористость шпона, %;  $\Pi = (1 - \rho_0 / \rho_{д.в.}) \cdot 100\%$ ;

$\rho_0$ ,  $\rho_{д.в.}$  - соответственно плотность шпона и древесного вещества.

Толщина образуемой лаковой пленки при одном и том же расходе рабочего раствора лака ( $680 \text{ г/м}^2$ ) на поверхностях, облицованных уплотненным и неуплотненным шпоном, связана с пористостью следующим уравнением

$$h = 173,3 - 0,945 \cdot \Pi, \text{ мкм.} \quad (4)$$

Использование при экспериментальных исследованиях этого уравнения показало уменьшение необходимого расхода лакокрасочного материала при отделке поверхностей, облицованных уплотненным шпоном. Это являлось следствием меньшей впитываемости лака подложкой, выполнявшей функции грунтовки. Расход той части лака, который формирует поверхностный слой покрытия, остается без изменений.

При степени уплотнения шпона  $\epsilon = 55\%$  экономия лака составила **33,8%**.

Адгезия лакокрасочного материала к шпону с различной степенью уплотнения определялась по ГОСТ 15140. Установлено, что при одинаковой толщине лакокрасочного покрытия его адгезия к уплотненному и неуплотненному шпону примерно одинаковая.

Оптимальную степень уплотнения шпона оценивали также по параметру шероховатости поверхности. На основании опытов установлено следующее: при степени уплотнения шпона  $\epsilon = 0\%$ ,  $27\%$  и  $57\%$  среднее значение шероховатости поверхности соответственно равны 131, 46 и 17 мкм. Поэтому из опытных данных следует, что при использовании уплотненного шпона со степенью уплотнения свыше  $57\%$  шлифование поверхности производить не требуется.

В этой связи уплотнение строганого шпона свыше  $57\%$  не целесообразно, так как при этом значении уплотнения достигнут необходимый показатель шероховатости поверхности, подготавливаемой для дальнейшей отделки лаками. С учетом всех полученных показателей уплотненного шпона диапазоном оптимальных значений степени его уплотнения следует считать  $\epsilon = 55-60\%$ . В этом случае при облицовывании уплотненным шпоном элементов мебели не требуется шлифования поверхностей перед отделкой, а расход лакокрасочного материала уменьшается до **35%**.

При проведении исследований применительно к технологии производства мебели была определена прочность приклеивания уплотненного шпона к пластям древесностружечной плиты, являющейся основным конструкционным материалом (опыты проведены в соответствии с ГОСТ 15867). При толщине шпона 0,8 мм нормативная прочность на неравномерный отрыв должна быть не менее 1,7 кН/м. Достигнутая прочность равна 4,67 кН/м (при  $\epsilon = 57\%$ ). Как оказалось, достигаемая прочность приклеивания уплотнен-

ного шпона удовлетворяет требованиям к изделиям мебели и описывается уравнением:

$$\bar{y} = 4,2 + 0,62 \cdot (0,01\varepsilon)^{0,5}, \text{ кН/м,}$$

При изготовлении мебели многие детали имеют формы со сложными сечениями и различными радиусами закругления. Это вызывает необходимость изучения допустимых радиусов изгиба без разрушающих факторов.

Установлено, что при уплотнении шпона до степени, близкой к 50%, его толщина уменьшается примерно в 2 раза, а предельная деформация при растяжении поперек волокон увеличивается примерно в 1,6 раза, поэтому допускаемый радиус изгиба уплотненного шпона значительно уменьшается - более чем в 3 раза по сравнению с радиусом изгиба неуплотненного шпона. Эксперимент проводили следующим образом: шпон толщиной 0,8 мм неуплотненный и, соответственно, уплотненный до  $\varepsilon = 50,6\%$  последовательно изгибался вокруг стержней разного диаметра, начиная с большего. При обнаружении трещины между волокнами за допустимый радиус изгиба принимался предшествующий больший (всего было испытано по 16 образцов неуплотненного и уплотненного шпона). Доказано, что средние значения допустимых радиусов изгиба оказались равными: неуплотненного шпона  $R = 26,6$  мм, уплотненного  $R = 7,25$  мм. Уменьшение допустимого радиуса изгиба шпона до 7-8 мм позволяет производить облицовывание уплотненным шпоном достаточно мелких в сечении профильных поверхностей и за счет этого расширяет возможность формообразования при проектировании мебели.

Целесообразность применения уплотненного шпона обусловила разработку оборудования для уплотнения строганого шпона тонкомерной древесины сосны, так как такое устройство в отечественной промышленности отсутствует.

**В третьей главе** представлена конструктивная схема и обоснованы основные параметры устройства для уплотнения строганого шпона.

Основной задачей разработки и создания такого устройства должна быть его способность уплотнять облицовочный слой до такой степени, чтобы при облицовывании деталей уплотненным шпоном, поверхность последних не требовалось шлифовать, а в сечении эти детали могли бы иметь любой мелкий профиль.

Конструктивные параметры станка принимались исходя из опыта эксплуатации термопрокатных станков по подготовке облицованных поверхностей перед отделкой, ранее эксплуатируемых на мебельных предприятиях Республики Беларусь: диаметр прокатных валов 200 мм, рабочая температура прокатных валов в пределах 160-200 °С.

Были выдвинуты основные требования к устройству: оно должно обеспечить быстрый нагрев шпона до температуры не менее 100 °С по всей толщине; создать высокое давление прессования, относительно высокую скорость подачи и перемещение шпона без отклонения от осевой линии. Разработанное устройство способно обеспечивать все эти требования за счет: точного базирования шпона относительно осевой линии; нагрева прессующих валов; пластин пред-



## Скорости прокатки шпона

Толщина шпона, мм	Температура прокатных валов и нагревательных элементов, °С	Степень уплотнения шпона, %	Скорость прокатки, м/мин при		
			нагреве валами	нагреве пластинами	суммарная
1,0	200	55	2,1	8,0	10,1
1,0	160	55	1,54	6,04	7,58
0,8	200	55	2,97	12,48	15,45
0,8	160	55	2,25	9,42	11,67

Принципиальная схема устройства показана на рис.5

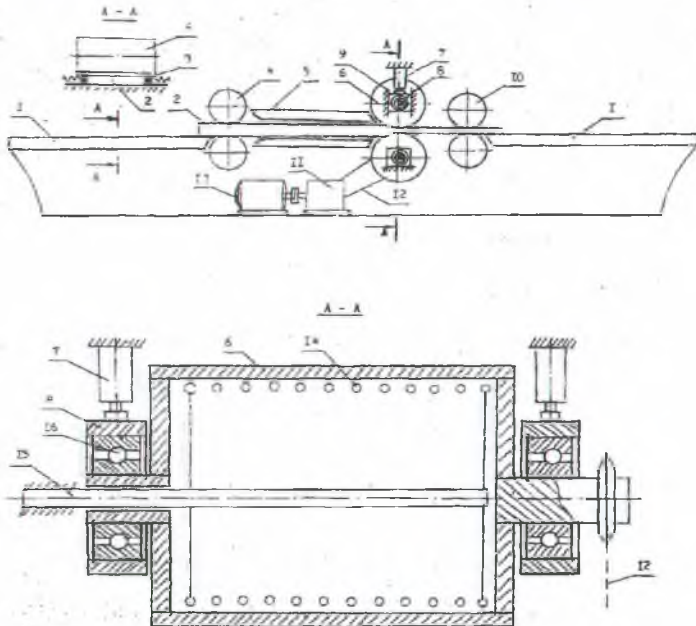


Рис. 5. Принципиальная схема устройства для уплотнения шпона:

1 - станина со столом; 2 - уплотняемый шпон; 3 - направляющие линейки; 4, 10 - соответственно передние и задние подающие вальцы; 5 - плоские элементы с электронагревом; 6 - прокатные валы; 7 - гидроцилиндры; 8 - корпус подшипника; 9 - направляющие корпуса подшипника; 11 - редуктор; 12 - приводная цепь; 13 - электродвигатель; 14 - нагревательные элементы; 15 - стержень для крепления нагревательных элементов; 16 - подшипник.

Для определения конструктивных особенностей станка была рассчитана требуемая мощность привода подачи при наибольшей скорости подачи  $U = 15$  м/мин. Она составила величину - 0,24 кВт.

В четвертой главе описан опыт проектирования и производства мебели из тонкомерной древесины сосны, основанный на результатах исследований.

С целью расширения ассортимента изделий и экспорта мебели из древесины сосны были разработаны основы программирования корпусов и дано обоснование принципиальных конструктивных решений и художественного образа. Обоснован параметрический ряд корпусов по высоте, ширине и глубине. На основе принципиальных предложений в ПКТБ мебели ОАО «Минскпроектмебель» разработаны художественно-конструкторские предложения изделий мебели из древесины сосны (в том числе и тонкомерной), которые охватывают всю тематику функциональных зон квартиры (более 400 видов изделий).

Результаты исследований свойств тонкомерной и спелой древесины сосны использованы при разработке (впервые в Республике Беларусь) технических условий «Щиты и заготовки из массивной древесины» (ТУ РБ 00276475.412-97). Технические условия разрабатывались ПКТБ мебели ОАО «Минскпроектмебель» и ОАО «ФанДОК» при участии и под руководством соискателя. Разработанные ТУ Белстандартом внесены в Реестр государственной регистрации и являются официальным нормативным документом на данный вид продукции.

В ОАО «ФанДОК» также были проведены опыты по отработке современной технологии отделки восково-битумным составом мебели из древесины тонкомерной сосны (этот вид отделки предпочитаем и западноевропейскими покупателями). Основными достоинствами разработанной технологии являются: равномерность крашения, проявление текстуры, насыщенность цветового тона. При разработке этой технологии опытным путем была определена рецептура отделочного состава: воск - 5,5; битум - 1,0; скипидар - 35-40 (мас. ч). Наносить состав следует при его температуре 30°C пневмораспылением, на лицевые поверхности 2 раза (расход 80-120 г/м<sup>2</sup>), на внутренние 1 раз (40-60 г/м<sup>2</sup>). Продолжительность сушки - 30-40 мин. при комнатной температуре. В качестве ароматических добавок следует использовать душистые вещества (гелиотропин, кумарин, метилантранилат, апельсиновое или жасминовое масла). Была установлена их оптимальная концентрация 2-5%. Во избежание порчи отделочных составов при добавлении отдушек необходимо вводить консервант - метиловый или пропиловый эфиры в количестве 0,05-0,15% или другие.

На Молодечненской мебельной фабрике проведены опыты в производственных условиях по использованию уплотненного шпона при облицовывании профильных кромок щитов на основании положений и исследований, приведенных в настоящей диссертации. Требуемое качество обеспечено при уменьшении на 35% расхода лакокрасочного материала и отсутствия шлифования перед отделкой. Ведется освоение уплотненного шпона в массовое производство мебели. Годовой экономический эффект при использовании уплотненного шпона для облицовывания профильных кромок щитов и карнизов составит 38 457 000 рублей.

В ЗАО «Бобруйскмебель» выпускались два набора мебели, запатентованные соискателем (в соавторстве) в Российской Федерации.

Суммарный годовой экономический эффект от разработанных и предложенных в диссертационной работе технологий по вовлечению в производство тонкомерной древесины сосны, экономии спелой древесины, использования уплотненного строганого шпона (что дает возможность получения значитель-



ной экономии лакокрасочных материалов, ликвидирует технологическую операцию шлифования, позволяет разработать новые модельные ряды изделий мебели, вовлечь в производство столярных плит и мебели древесину с пороками и механическими повреждениями и т.д.) может составить только по предприятиям Республики Беларусь более 24 млрд. рублей в год.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Определены основные физико-механические свойства тонкомерной древесины сосны диаметром от 12 до 14 см, они равны: плотность – 470 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при статическом изгибе – 77, 1 МПа, при скалывании по древесине – 6,7 МПа, модуль упругости при статическом изгибе – 11,8 ГПа. Способность тонкомерной древесины сосны удерживать шурупы составляет – 80 Н/мм, а склеенные заготовки обеспечивают прочность при скалывании по клеевому слою – 6,7 МПа. Установленные показатели превышают требования, принятые в производстве мебели. Это позволяет заключить, что тонкомерная древесина сосны может использоваться как конструкционный материал для изделий мебели [5, 10].

Установлен коэффициент длительного сопротивления тонкомерной древесины сосны:  $E_{дл}/E_0=0,596$ . Это означает, что с учетом ползучести материала коэффициент запаса прочности элементов мебели следует принимать  $K_з=5$  [5, 10].

2. Доказана технико-экономическая эффективность применения уплотненного строганого шпона для облицовывания деталей мебели с профильными в сечении элементами малой кривизны. Рациональным способом уплотнения строганого шпона является термопрокат. Установлены оптимальные параметры прокатного станка: диаметр прокатных валов 200 мм; количество пар прокатных валов - 1; максимальная температура - 200°C; параметры пластинчатого нагревательного элемента для предварительного нагрева шпона: длина - 300 мм.

Разработанный режим прокатки шпона: температура прокатных валов и нагревательных элементов - в пределах 160-200°C; скорость подачи уплотняемого шпона толщиной 0,8 мм – 11,5 - 15,5 м/мин, толщиной 1,0 мм – 7,5–10,0 м/мин (при температуре прокатных валов и нагревательных элементов соответственно 160-200°C). Потребная мощность электродвигателя привода подачи прессующих валов при ширине уплотняемого шпона 100 мм, толщине 0,8 мм, степени уплотнения 60% и скорости подачи 15 м/мин составляет 0,24 кВт [6].

3. Установлен оптимальный диапазон степени уплотнения строганого шпона из древесины сосны. Она находится в пределах 55-60%. В этом случае твердость шпона увеличивается более чем в 4 раза, износостойкость в 6 раз, прочность на статический изгиб в 2,5 раза, на сжатие поперек волокон в 1,7 раз. Допустимый радиус изгиба шпона уменьшается в 3,5 раза, что позволяет облицовывать детали с мелкими в сечении профильными элементами. Облицовывание уплотненным шпоном обеспечивает хорошую адгезию к основе. Расход лакокрасочного материала для отделки при сохранении того же качества сокращается на 35%. Шероховатость поверхности уплотненного шпона удовле-

творяет требованиям к шероховатости лицевых поверхностей изделий мебели, что позволяет исключить шлифование как подготовительную к отделке операцию [ 4,13 ].

4. Среди различных видов отделки мебели из древесины сосны одним из наиболее востребованных является отделка восково-битумным составом. Установлена следующая оптимальная рецептура данного состава (в масс. ч): воск - 5,5; битум - 1; скипидар - 35-40. При нанесении состава пневмораспылением его расход составляет: для отделки внутренних поверхностей - 40-60 г/м<sup>2</sup>, лицевых - 80-120 г/м<sup>2</sup> (соответственно одно и два нанесения); температура рабочего раствора - 30°C, вязкость - 20-23 с по ВЗ-4.

В целях придания восковым составам приятных ароматических запахов в них можно вводить различные душистые вещества (ароматизаторы) [5,9, 11 ].

5. Результаты выполненных исследований апробированы в производственных условиях и нашли практическое применение.

Разработанные технические условия на щиты и заготовки из массивной древесины ТУ РБ 00276475.412-97 Белстандартом внесены в Реестр государственной регистрации и являются официальным нормативным документом на данный вид продукции.

В ОАО «ФандОК» организовано изготовление столярных плит с использованием в качестве основы тонкомерной древесины сосны, внедрена отделка изделий восково-битумным составом, освоено широкий ассортимент мебели.

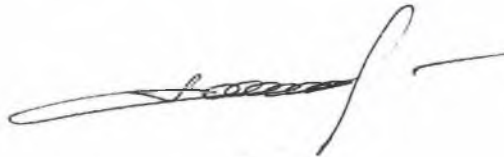
В ЗАО «Молодечномебель» апробировано применение уплотненного шпона для облицовывания профильных кромок щитовых деталей корпусной мебели. Положительные результаты достигнуты при уменьшенном на 35% расходе лакокрасочных материалов и отсутствии перед отделкой шлифования поверхности. Технология изготовления и применения уплотненного шпона внедряется в массовое производство мебели.

Методика проектирования мебели из древесины сосны внедрена в практику проектирования на промышленных предприятиях и в учебный процесс [ 1, 2, 3, 7, 8, 12 ].

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Барташевич А.А., Романовский А.М. История интерьера и мебели. В 7ч. Ч. VI. Дизайн современной мебели. - Мн.: Технопринт, 2001. - 52 с.
2. Барташевич А.А., Романовский А.М., Хресаненков В.М. Конструктивные пути снижения материалоемкости мебели в рамках современных направлений дизайна мебели// Материалы междунар. научно-техн. конф. «Ресурсосберегающие технологии в лесном хозяйстве, лесной и деревообрабатывающей промышленности.» - Мн.: БГТУ, 1999. - С.234-237.
3. Романовский А.М., Макаревич Н.В. Обоснование и разработка программы наборов и изделий мебели из хвойной древесины с целью расширения экспортных поставок// Леса Беларуси и их рациональное использование. - Мн.: БГТУ, 2000. - С 315-317
4. Барташевич А.А., Романовский А.М., Вильчицкий А.В. Уплотненный шпон, его свойства и особенности применения в производстве мебели// Леса Европейского региона - устойчивое управление и развитие. - Мн.:

- БГТУ, 2002. - С. 151-154.
5. Барташевич А.А., Романовский А.М. Мебель для экспорта из сосны: какой ей быть //Труды БГТУ. Серия II. «Лесная и деревообр. пром-сть», вып. XI, 2003. - С. 168-170.
  6. Романовский А.М. Основы создания оборудования для прокатки шпона // Вестник академии архитектуры, 2005. - № 2, - С. 43-44.
  7. Романовский А.М., Пухальский Е.И., Барташевич А.А. Мебельная отрасль Белоруссии в условиях перехода к рынку // Деревообр. пром-сть, 1996. - № 2. - С. 17-19.
  8. Романовский А.М., Фундаминский И.М. Мебель Беларуси // Мир мебели, 1998. - № 1. - С. 8-9.
  9. Романовский А.М. Технологические особенности крашения и облагораживания хвойной древесины традиционными отделочными материалами// Леса Европейского региона - устойчивое управление и развитие. - Мн.: БГТУ, 2002. - С. 180-184.
  10. Романовский А.М. Древесина сосны как материал для производства мебели // Вестник Белорусской академии архитектуры, 2003. - № 1. - С. 40-46.
  11. Романовский А.М. Ароматизация композиций восковых составов для отделки экспортной мебели // Леса Европейского региона - устойчивое управление и развитие. - Мн.: БГТУ, 2002. - С. 184-187.
  12. Романовский А.М. Формообразующие возможности мебельных облицовочных материалов // Вестник Белорусской академии архитектуры, 2004. - № 1. - С. 42-43.
  13. Барташевич А.А., Романовский А.М. Уплотненный шпон в производстве мебели // Материалы междунар. научно-техн. конф. «Ресурсо- энергосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные технологии.» - Мн.: БГТУ, 2005. - С.278-281.
  14. Макаревич Н.В., Романовский А.М., Песенка Г.В. Патент РФ № 39850 от 28 октября 1993 г. на промышленный образец «Набор мебели для прихожей» (два варианта).
  15. Макаревич Н.В., Романовский А.М. Патент РФ № 39847 от 28 октября 1993 г. на промышленный образец «Набор мебели для спальни».



## Р Э З Ю М Э

Раманоўскі Аляксандр Міхайлавіч

**ПРЫМЯНЕННЕ ТАНКАМЕРНАЙ ДРАЎІНЫ САСНЫ І  
УШЧЫЛЬНЕНАЙ ШПОНЫ У ВЫТВОРЧАСЦІ МЭБЛІ**

**МЭБЛЯ, КАНСТРУКЦЫІ, ПАТРАБАВАННІ, САСНА ТАНКАМЕРНАЯ,  
ШПОНА, УШЧЫЛЬНЕННЕ, УЛАСЦІВАСЦІ, ПРАКАТКА ШПОНЫ,  
УСТРОЙСТВА**

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца канструкцыйныя матэрыялы для вытворчасці мэблі. Прадмет даследаванняў – танкамерная драўніна сасны ў якасці канструкцыйнага матэрыялу для вырабу мэблі і ўшчыльненая шпона як абліцовачны матэрыял. Мэтай дысертацыйнай працы з'явілася навуковае абгрунтаванне і распрацоўка тэхналагічных вырашэнняў па выкарыстанню танкамернай драўніны сасны і ўшчыльненай шпоны ў якасці канструкцыйных матэрыялаў у вытворчасці мэблі.

У дысертацыйнай працы выкарыстаны стандартныя метады даследаванняў уласцівасцяў танкамернай драўніны сасны. Для вызначэння ступені ўшчыльнення шпоны выкарыстаны метады матэматычнага планавання доследу (В-план), што дазволіла вызначыць ушчыльненне шпоны ў залежнасці ад асноўных фактараў. Устаноўлена аптымальная ступень ушчыльнення шпоны і вызначаны значэнні асноўных параметраў тэхналогіі воскава-бітумнай адзелкі мэблі з драўніны.

Абгрунтаваны патрабаванні да абсталявання для ўшчыльнення струганай шпоны метадам пракаткі і вызначаны тэхналагічны рэжым пракаткі.

Выкананыя даследаванні і вытворчыя выпрабаванні дазволілі: распрацаваць рэспубліканскія тэхнічныя ўмовы ТУ РБ 00276475.412-97 “Шчыты і загатоўкі з масіўнай драўніны”; укараніць у ААТ “ФандОК” у вытворчасць выраб сталярных пліт з выкарыстаннем у якасці асновы танкамернай драўніны сасны і адзелку вырабаў мэблі воскава-бітумным саставам; распрацаваць асновы праграмавання карпусоў вырабаў і абгрунтаваць прынцыповыя канструкцыйныя рашэнні мэблі з драўніны сасны і на гэтай аснове распрацаваць мастацка-канструктарскія прапановы вырабаў мэблі для ўсіх функцыянальных зон кватэры; значна павялічыць у ААТ “ФандОК” аб'ёмы вытворчасці мэблі з сасны і экспарт яе ў краіны дальняга замежжа; абгрунтаваць эканамічную эфектыўнасць прымянення ўшчыльненай шпоны ў вытворчасці мэблі.

Вынікі даследаванняў уключаны ў падручнік для студэнтаў ВНУ і выкарыстоўваюцца ў практыцы праектавання мэблі.

## РЕЗЮМЕ

Романовский Александр Михайлович

### ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И УПЛОТНЕННОГО ШПОНА В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

МЕБЕЛЬ, КОНСТРУКЦИИ, ТРЕБОВАНИЯ, СОСНА ТОНКОМЕРНАЯ, ШПОН, УПЛОТНЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРОКАТКА ШПОНА, УСТРОЙСТВО

Объектом исследования являются конструкционные материалы для производства мебели. Предмет исследований – тонкомерная древесина сосны в качестве конструкционного материала для изготовления мебели и уплотненный строганный шпон как облицовочный материал. Целью диссертационной работы явилось научное обоснование и разработка технологических решений по применению тонкомерной древесины сосны и уплотненного шпона в качестве конструкционных материалов в производстве мебели.

В диссертационной работе использованы стандартные методы исследований свойств тонкомерной древесины сосны. Для определения степени уплотнения шпона использован метод математического планирования эксперимента (В-план), что позволило установить степень уплотнения шпона в зависимости от основных факторов. Определена оптимальная степень уплотнения шпона и установлены значения основных параметров технологии восково-битумной отделки мебели из древесины сосны.

Обоснованы требования к оборудованию для уплотнения строганого шпона методом прокатки и определен технологический режим прокатки.

Проведенные исследования и производственные испытания позволили: разработать республиканские технические условия ТУ РБ 00276475.412-97 «Щиты и заготовки из массивной древесины»; внедрить в ОАО «ФанДОК» в производство изготовление столярных плит с использованием в качестве основы тонкомерной древесины сосны и отделку изделий мебели восково-битумным составом; разработать основы программирования корпусов изделий и обосновать принципиальные конструктивные решения мебели из древесины сосны и на этой основе разработать художественно-конструкторские предложения изделий мебели для всех функциональных зон квартиры; значительно увеличить объемы производства мебели из сосны и экспорт ее в страны дальнего зарубежья в ОАО «ФанДОК»; обосновать экономическую эффективность применения уплотненного шпона в производстве мебели.

Результаты исследований вошли в учебник для студентов вузов и используются в практике проектирования мебели.

## THE SUMMARY

**Romanovski Alexander Mikhailovich**

### **APPLICATION OF SMALL-DIMENSION PINE-WOOD AND CONDENSED VENEER IN MANUFACTURE OF FURNITURE**

**FURNITURE, CONSTRUCTIONS, REQUIREMENTS, SMALL-DIMENSION PINE, VENEER, COMPRESSION, PROPERTIES, VENEER'S FLATTING, STRUCTURE**

The object of research is constructive materials for furniture production. The subject of research – small-dimension pinewood as a constructive material for furniture production and packed veneer as a facing material. The purpose of the dissertation paper is the grounding of the ability to apply small-dimension pinewood and packed veneer in furniture production, providing the expansion of rough resources and improvement of product's quality.

In the dissertation paper were used standard research methods of small-dimension pinewood properties. A method of mathematical planning of an experiment (B-plan) was carried out for a study of veneer's packing extent, what helped to determine veneer's packing depending on basic factors. There was ascertained an optimal extent of veneer's packing and determined values of basic parameters of waxen-bitumen finishing technology of pinewood furniture. There have been grounded equipment requirements for packing decorative veneer by flattening and determined technological flattening mode.

The carried out researches have formed the basis for development of republican specifications TC of the Republic of Belarus 00276475.412-97 "Boards and semi-finished products from solid wood"; apply at PC "FanDOC" in industry batten-board construction with a use of small-dimension pine-wood as a base and finishing furniture products with waxen-bitumen solution; develop programming basis of product's frames and ground principle constructive solutions pine-wood furniture and on this basis develop art-design proposals of furniture products for all functional areas of an apartment; substantially increase the volume of pine-wood furniture production and its export abroad at PC "FanDOC"; ground economic efficiency of compressed veneer application in furniture production.

The results of researches have been included in college student's textbook and are used in practice of furniture designing

**Романовский Александр Михайлович**

**ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОМЕРНОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И  
УПЛОТНЕННОГО ШПОНА В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ**

Подписано в печать 10.02.2006. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,3.  
Тираж 85 экз. Заказ **58**.

Учреждение образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050, Минск, Свердлова, 13а.  
ЛИ № 02330/0133255 от 30.04.2004.

Отпечатано в лаборатории полиграфии учреждения образования  
«Белорусский государственный технологический университет».  
220050, Минск, Свердлова, 13 .  
ЛП № 02330/0056739 от 22.01.2004.