

674
Г-91

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ БССР

Белорусский технологический институт
имени С. М. Кирова

На правах рукописи

Е. А. ГРУШЕВСКАЯ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ
КАМЕРНОЙ СУШКИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ
ДЛЯ ДУБОВЫХ ЗАГОТОВОК**

(Специальность **05.421** Машины, оборудование и
технология лесопильных и деревообрабатывающих
производств)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

МИНСК, 1971

674

Г-91

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
Б С С Р

Белорусский технологический институт
имени С.М.Кирова



На правах рукописи

Е.А.Грушевская

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЖИМОВ КАМЕРНОЙ
СУШКИ С ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЛЯ ДУБОВЫХ
ЗАГОТОВОК

(Специальность 05.421. "Машины, оборудование
и технология лесопильных и деревообрабаты-
вающих производств")

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Минск, 1971 год

2643 ар

Работа выполнена в Белорусском технологическом институте
имени С.М.Кирова

Научный руководитель -

кандидат технических наук, доцент В.А.Бирюков

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор П.С. Серговский

кандидат технических наук, доцент В.И. Каспер

Ведущее предприятие -

Гомельское производственное деревообрабатывающее
объединение

Автореферат разослан "18" августа 1971 года

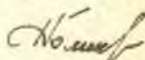
Защита состоится "22" сентября 1971 года

на заседании Совета Белорусского технологического инсти-
тута им. С.М. Кирова, г.Минск, ул. Свердлова 13 а, корп.4,
ауд. 220.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ваши отзывы на автореферат в 2-х экземплярах с заверенны-
ми подписями просим присылать по адресу: г.Минск, ул.Свердлова,
13 а, БТИ им. С.М. Кирова, Ученому секретарю Совета.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук, доцент


(Н.М.Плехов)

XXIV съезд КПСС выдвинул в качестве главной задачи девятой пятилетки существенное повышение благосостояния трудящихся. Этот курс партии определяет собой дальнейшее хозяйственное развитие страны, в том числе и деревообрабатывающей промышленности.

Решение задач, поставленных партией и правительством, базируется на повышении эффективности общественного производства на основе научно-технического прогресса и более полного использования всех резервов.

В деревообрабатывающей промышленности экономия сырья и повышение качества выпускаемой продукции в значительной степени зависят от техники и технологии сушки, так как сухая древесина применяется почти во всех отраслях народного хозяйства.

В результате сушки древесина приобретает ряд ценных свойств: устраняется возможность деформации и изменения размеров деталей в процессе производства и эксплуатации изделий, улучшается качество склейки и отделки, увеличивается прочность, повышается сопротивляемость загниванию.

Применение сырой, непросушенной древесины наносит значительный ущерб народному хозяйству: древесина в готовых сооружениях и устройствах поражается гнилью, что сокращает срок их службы; изделия из непросушенной древесины подвержены усыханию, короблению, растрескиванию, расклеиванию и пр.

В настоящее время, несмотря на применение наряду с древесиной других материалов, например, металла, пластических масс и иных заменителей, потребность в ней с каждым годом растет. В производстве мебели снова наметилась тенденция более широкого при-

менения цельной древесины твердых лиственных пород. Возможен дальнейший рост потребления древесины дуба для изготовления паркета, несмотря на распространение синтетических материалов для этих целей.

Широкое применение дубовой древесины при сравнительно небольших запасах, длительном сроке воспроизводства в условиях отставания объемов возобновления от объемов рубки заставляет изыскивать пути ее экономии и рационального использования. Один из них - повышение качества сушки путем применения эффективных режимов, обеспечивающих снижение стоимости сушки и повышение производительности сушильных камер.

В настоящей работе приводятся результаты исследований эффективности режимов с повышенной температурой при камерной сушке дубовых заготовок.

Диссертационная работа изложена на 202 страницах машинописи и состоит из введения, шести глав, списка литературы и приложений. Текст иллюстрируется 18 таблицами и 15 рисунками. Библиография содержит 176 наименований, из них 22 - на иностранном языке.

В первой главе диссертации дается краткий обзор литературы о разработке и совершенствовании режимов сушки древесины дуба.

Как показали исследования, осциллирующие (В.Г.Захаржевский, 1937), спиртные (В.Г.Захаржевский, 1948) и режимы сушки глубоким охлаждением (Б.А.Поснов и В.П.Мировов, 1949), основанные на использовании явления термоплагопроводности, не получили распространения, так как осуществление их сложно в производственных

условиях.

После принятия нормативных режимов (1951), разработанных ЦНИИМОДом, изыскания способов уменьшения сроков сушки продолжались.

Режимы сушки в среде перегретого пара при температуре 110-130°C (Э.А. Микит, К.К. Упманис, 1952-1958), дающие сокращение продолжительности процесса в 1,5-2,5 раза для хвойных пиломатериалов толщиной 25 мм, оказались непригодными для дуба из-за отрицательного влияния высоких температур на качество древесины (Э.А. Микит, К.К. Упманис, П.В. Соколов).

Сушка древесины дуба в петролатуме (А.И. Фоломи, С.Е. Штейнберг, 1954) приводит к ее растрескиванию (процент брака составляет 40-50, Н.Н. Гей, П.В. Соколов). Этот способ рекомендуется лишь для сушки древесины хвойных пород крупных сечений, идущей на строительство и не подвергающейся механической обработке.

Индукционная или электромагнитная сушка (С.Г. Романовский, 1956) в настоящее время рядом специалистов признана нерациональной для сушки пиломатериалов всех пород (П.В. Соколов, К.Ф. Дьяконов).

Даже при сушке в поле ТВЧ древесина дуба требует особо мягкого режима и допускает сокращение нормативных сроков не более чем в 2-2,5 раза (П.В. Соколов). Быстрый подъем температуры внутри древесины дуба приводит к образованию внутренних трещин (В.В. Бороненко). Иногда вследствие подъема давления пара внутри древесины наблюдается разрыв волокон. Способ сушки в поле ТВЧ не нашел пока распространения из-за большого расхода электроэнергии, а следовательно и высокой стоимости сушки

(Р.Г. Аллаткина и Э.В.Бороненко, В.Г.Воронов и Л.М.Штабский, Н.Н.Пейч и др.)

Двухэтапные высокотемпературные режимы, разработанные в Московском лесотехническом институте (ИЛТИ), рекомендовались только для сушки древесины хвойных пород.

В настоящее время для сушки древесины различных пород (ИЛТИ, П.С.Серговский) рекомендуются рациональные режимы, которые имеют два этапа, включающие три ступени. Они проходят широкую производственную проверку, что может потребовать их уточнения и изменения.

Попытки ускорить процесс сушки дуба путем интенсификации продвижения влаги за счет увеличения коэффициента влагопроводности при применении высокотемпературных режимов привели к неудачам. Дуб чрезвычайно чувствителен к повышению температуры. Любые дубовые сортименты при высокотемпературной сушке дают много внутренних трещин (Е.А.Грушевская, П.В. Соколов, И.А.Стриха).

Исходя из вышеизложенного, исследования эффективности применения режимов с повышенной температурой для сушки древесины дуба можно считать нужными и полезными.

Во второй главе анализируются теоретические основы внутреннего переноса влаги при сушке, принципы построения режимов, закономерности напряженного состояния древесины и качественные показатели процесса камерной сушки.

При сушке влажных капиллярнопористых коллоидных тел главным является перенос влаги внутри материала, интенсивность которого определяет собой скорость сушки влажного тела (А.В. Мыков, О.Кришер, П.С. Серговский).

Перенос влаги внутри тела происходит под действием градиентов влажности (влажнопроводность) и температуры (термовлажнопроводность), а при температуре выше 100°C -и градиента давления (молярный перенос).

Соотношение между плотностью общего потока влаги и отдельными его составляющими носит название баланса внутреннего переноса влаги (Н.Д.Лебедев).

Общее уравнение переноса влаги имеет вид:

$$i = i_0 + i_t + i_p = -\alpha' \rho' \nabla u \pm \alpha \rho' \delta \nabla t - D \rho' \nabla P,$$

где i -общий поток или количество влаги, перемещающейся в единицу времени через единицу сечения материала, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{час}$;

i_0 -количество влаги, перемещающейся под действием градиента влажности (влажнопроводность);

i_t -количество влаги, перемещающейся под действием градиента температуры (термовлажнопроводность);

i_p -количество влаги, перемещающейся под действием градиента давления (молярный перенос);

α' -коэффициент влажнопроводности, $\text{м}^2/\text{час}$;

ρ' -плотность материала в абсолютно сухом состоянии, кг/м^3 ;

∇u -градиент влажности, кг/кг.м ;

δ -коэффициент термовлажнопроводности, $1/\text{град}$;

D -коэффициент молярного переноса пара, $\text{м}^2/\text{час.ата}$;

∇P -градиент давления, ата/м .

Из уравнения следует, что если направления градиентов влажности и температуры совпадают, то общий поток влаги будет равен

сумме потоков, движущихся под действием градиентов влажности и температуры. Если же направления градиентов противоположны, то термоагагопроводность препятствует движению влаги от внутренних слоев материала к наружным, влажность которых всегда меньше.

Процесс конвективной сушки протекает обычно при отрицательном температурном перепаде, который препятствует движению влаги к поверхности древесины и составляет по данным П.Д. Лебедева и А.А. Лисенкова $2,0-2,65^{\circ}\text{C}$ в первом периоде сушки и $4,0-4,5^{\circ}\text{C}$ во втором. По данным И.А. Чершанова на протяжении всего процесса конвективной сушки сохраняется устойчивый отрицательный перепад температуры, равный $1-3^{\circ}\text{C}$.

При камерной сушке древесины сам принцип конвективного нагрева обуславливает появление отрицательного температурного градиента (П.Д. Лебедев, И.К. Филоненко). Но даже и в этом случае ряд авторов считает (В.А. Бириков, П.В. Соколов), что проведением начальной и промежуточных термоагагообработок материала с повышением температуры на $5-10^{\circ}\text{C}$ против последующей ступени режима возможно создание в материале положительного затухающего градиента температуры, который может стать значительным фактором ускорения процесса сушки. Так, например, исследования В.П. Миронова показали, что уменьшение отрицательного градиента температуры на 1°C вызывает ускорение процесса сушки больше, чем при увеличении градиента влажности на $5-8\%$ для древесины сосны.

Теоретический анализ общего уравнения переноса влаги показывает, что создание в материале положительного, а также уменьшенно отрицательного перепада температуры является эффективным и безопасным средством увеличения интенсивности перемещения вла-

ги. Интенсивность внутреннего перемещения влаги, а, следовательно, и интенсивность процесса сушки не может быть увеличена за счет значительного повышения температуры режима и градиента влажности, так как это приводит к ухудшению качественных показателей материала.

Качество камерной сушки характеризуется средней конечной влажностью, равномерностью конечной влажности, перепадом влажности по толщине материала, остаточными внутренними напряжениями и степенью сохранения естественных свойств древесины.

Первые четыре показателя регламентируются нормативами по камерной сушке пиломатериала. Степень сохранения естественных свойств, в частности прочности древесины, также должна быть включена в число показателей качества сушки (П.С.Серговский).

Исходя из результатов теоретического анализа общего уравнения переноса влаги, анализа процесса сушки и качественных показателей целью экспериментальных исследований было:

1. Проверить предположение о возможности создания в материале в процессе конвективной сушки затухающего положительного перепада температуры либо уточнить величину отрицательного перепада.

2. Установить влияние термовлагообработки материала на величину перепада температуры по сечению материала.

3. Установить количественные значения потоков влаги при конвективной сушке.

4. Исследовать качество материала после сушки режимами с повышенной температурой, так как увеличение переноса объясняет только механизм перемещения влаги внутри материала. Режим

же сушки должен обеспечивать и требуемое технологией качество высушенного материала.

В третьей главе изложена методика расчета баланса внутреннего переноса влаги, продолжительности начального прогрева и термовлагообработок, исследования качественных показателей процесса сушки, определения эффективности режима и снижения стоимости сушки.

Количественные значения потоков влаги определялись по общему уравнению переноса с учетом ряда допущений и предположений. Коэффициенты влагопроводности и термовлагопроводности принимались по данным П.С. Сергеевского и В.И. Миронова. Градиенты влажности и температуры определялись исходя из условий квазистационарности процесса и закона распределения влажности и температуры по сечению материала в зависимости от перепада влажности и температуры по формулам А.В. Лыкова.

Перепад влажности определялся весовым методом по секциям влажности, перепад температуры - непосредственными замерами при помощи медь-константановых термопар и зеркального милливольтмикрорапперметра.

Расчет продолжительности начального прогрева производился по классическим уравнениям теплопроводности при граничных условиях первого рода с учетом специфических особенностей древесины и некоторых допущений по методике Б.С. Чудинова.

Длительность промежуточных термовлагообработок устанавливалась экспериментальным путем по силовым секциям и секциям постоянной влажности.

Исследование равномерности конечной влажности по сечению штабеля производилось по методике ШИМИДА по 13 пробам. Резуль-

таты обрабатывались методом вариационной статистики с вычислением необходимых статистических величин.

Исследование перепада влажности по толщине материала и остаточных внутренних напряжений производилось в соответствии с нормативами по камерной сушке пиломатериалов.

Исследование прочности древесины производилось согласно ГОСТам 11483-65 - 11499-65 "древесина. Методы испытаний". Изменение прочности характеризовалось показателем изменения прочности, равным отношению величины исследуемого свойства древесины после камерной сушки к величине этого же свойства после атмосферной сушки (П.С. Серговский). Результаты испытаний приводились к влажности 15% и обрабатывались методом вариационной статистики.

Эффективность режима определялась как отношение нормативной продолжительности сушки к фактической (П.С. Серговский). Нормативная продолжительность вычислялась по сумме шести коэффициентов, фактическая - по уравнению П.С. Серговского.

Расчет снижения стоимости сушки производился в зависимости от показателя эффективности по группам расходов.

В четвертой главе приводятся результаты лабораторных исследований. Опытные сушки производились на образцах сосны и дуба размером 30x100x300, 25x100x300 и 50x100x300 мм с начальной влажностью 60-80% до конечной влажности 6-9%. Общая продолжительность опытных сушек составила 810 часов.

Образцы сушились в экспериментальной установке, оборудованной пропарочно-увлажнительным устройством. Температура сухого термометра поддерживалась автоматически, мокрого - вручную, включением пропарочно-увлажнительного устройства или выпуском

части отработавшего воздуха.

Установлено: 1) на всем протяжении процесса сушки сохраняется отрицательный температурный перепад, т.е. температура поверхностного слоя древесины выше температуры центра; 2) величина отрицательного перепада колебалась в пределах от 0,1 до 3,1⁰С в зависимости от температуры окружающей среды и влажности поверхностного слоя; 3) кратковременный положительный перепад температуры наблюдался в материале после быстрого перехода от температуры торфянообработки к температуре режима сушки; 4) время начального прогрева при температуре 65⁰С составило примерно 3 часа; 5) отрицательное значение термо-влажнопроводности по отношению к величине общего потока влаги не превышало 6%, следовательно отрицательным температурным перепадом можно пренебречь.

В пятой главе излагаются результаты производственных исследований. Опытные сушки проводились в условиях Гомельского ДОКа в камерах периодического действия. Количество опытных сушек устанавливалось на основании литературных данных. Сушка заготовок паркета толщиной 22 мм и заготовок мебели толщиной 35 мм производилась по режимам с повышенной температурой, приведенным в табл. 1 и 2.

Режимы имеют многоступенчатый характер и более высокую, по сравнению с нормативными, температуру. Как показали поисковые исследования, повышение температуры режима на 3-6⁰С в начале и на 6-11⁰С в конце процесса не ухудшает свойств высушиваемого материала и увеличивает скорость внутреннего перемещения влаги за счет возрастания коэффициента влажнопроводности.

В начальной стадии процесса режимы имеют оптимальное значение относительной влажности, рекомендуемое А.С. Серговым, что

Таблица I

Режим сушки дубовых заготовок толщиной до 30 мм

Влажность заготовок, %	Температура, °С		Наименование и продолжительность термовлагообработки
	По сухому термометру	По мокрому термометру	
Выше 40	65	65	Начальный прогрев 8-10 часов (в зависимости от толщины)
	59	55	
40-30	61	55	Промежуточная термовлагообработка 12 часов
30-20	63	55	
"	70	68	
"	65	55	
20-15	68	55	Конечная термовлагообработка 10-12 часов.
15-10	73	55	
10 и ниже	80	55	
"	85	78	

ПРИМЕЧАНИЕ. В зависимости от состояния материала может быть назначена вторая промежуточная термовлагообработка.

Таблица 2

Режим сушки дубовых заготовок толщиной
от 40 до 50 мм

Влажность заготовок, %	Температура, °С		Наименование и продолжительность термовлагообработок
	По сухому термометру	По мокрому термометру	
Выше 40	55	55	Пачальный прогрев 12-18 часов (в зависимости от толщины)
"	50	46	
"	55	55	Промежуточная термовлагообработка 12-18 часов
"	50	46	
40-30	52	48	
"	60	60	Промежуточная термовлагообработка 12-18 часов
30-20	55	50	
"	57	51	
"	65	68	Промежуточная термовлагообработка 12-18 часов
20-15	59	51	
"	61	51	
"	70	67	Промежуточная термовлагообработка 12-18 часов
15-10	64	51	
10 и ниже	69	51	
"	74	67	Конечная термовлагообработка 12-18 часов (в зависимости от толщины материала)

ПРИМЕЧАНИЕ. Продолжительность и количество промежуточных термовлагообработок следует уточнять в зависимости от толщины и состояния материала.

делает их безопасными и интенсивными. Время начального прогрева получено расчетным путем и уточнено в процессе проведения опытных сушек в лабораторных и производственных условиях. Продолжительность промежуточных термовлагообработок установлена на основании экспериментальных данных. Продолжительность конечной термовлагообработки принята по данным нормативов по камерной сушке пиломатериалов.

Исследование внутреннего переноса влаги при сушке заготовок паркета и мебели в производственных условиях показало, что:

1) Сушка заготовок происходит при отрицательном температурном перепаде, который препятствует перемещению влаги к поверхности материала и составляет $0,4-1,9^{\circ}\text{C}$ для заготовок паркета и $0,6-2,2^{\circ}\text{C}$ для заготовок мебели.

2) Величина отрицательного перепада на $0,6-2,3^{\circ}\text{C}$ меньше, чем при сушке нормативными режимами.

3) Положительного температурного перепада после термовлагообработок не наблюдалось. Это можно объяснить тем, что в производственных условиях выравнивание температуры по сечению материала происходит быстрее, чем переход от температуры термовлагообработки к температуре режима вследствие большой тепловой инерции сушильных камер.

4) В процессе проведения промежуточных термовлагообработок материала движение влаги от внутренних слоев к поверхности не прекращается, а интенсивность его даже возрастает за счет увеличения коэффициента влагопроводности при повышении температуры среды в камере и уменьшения отрицательного перепада температуры.

5) Отрицательное значение термовлагопроводности в процессе

сушки в отдельные моменты времени составило 4,4-11,5% для заготовок паркета и 5,3-21,4 % для заготовок мебели от величины влагопроводности.

б) Градиент температуры, а, следовательно, и термовлагопроводность - величины чрезвычайно изменчивые как по знаку, так и по значению и трудно поддающиеся учету, особенно при ступенчатом характере режима.

По данным количественного переноса построены графики изменения величины внутреннего потока влаги в зависимости от времени сушки, изображенные на рис. 1 и 2.

Результаты исследования качества сушки приведенными выше режимами с повышенной температурой представлены в табл. 3 и 4.

Таблица 3

Опытная сушка	Средняя конечная влажность, %	Диапазон колебания влажности, %	Перепад влаги по толщине, %	Остаточные внутренние напряжения	Вероятный коэффициент, %	Показатель точности, %
Заготовки паркета (режим по табл. 1)						
1	5,1	2,1	0,6	нет	13,7	3,7
2	5,3	1,6	0,6	"	10,2	2,8
3	6,6	1,8	0,7	"	9,0	2,6
4	6,3	1,6	0,3	"	8,4	2,4
5	5,5	2,4	0,9	"	14,5	4,0
6	5,2	1,6	0,9	"	10,0	2,9
Заготовки мебели (режим по табл. 2)						
7	5,8	1,6	0,7	нет	9,0	3,4
8	7,7	1,9	0,7	"	8,3	2,3
9	6,3	1,6	1,2	"	8,4	2,4
10	6,7	2,0	1,6	"	9,9	2,7

2643 ар

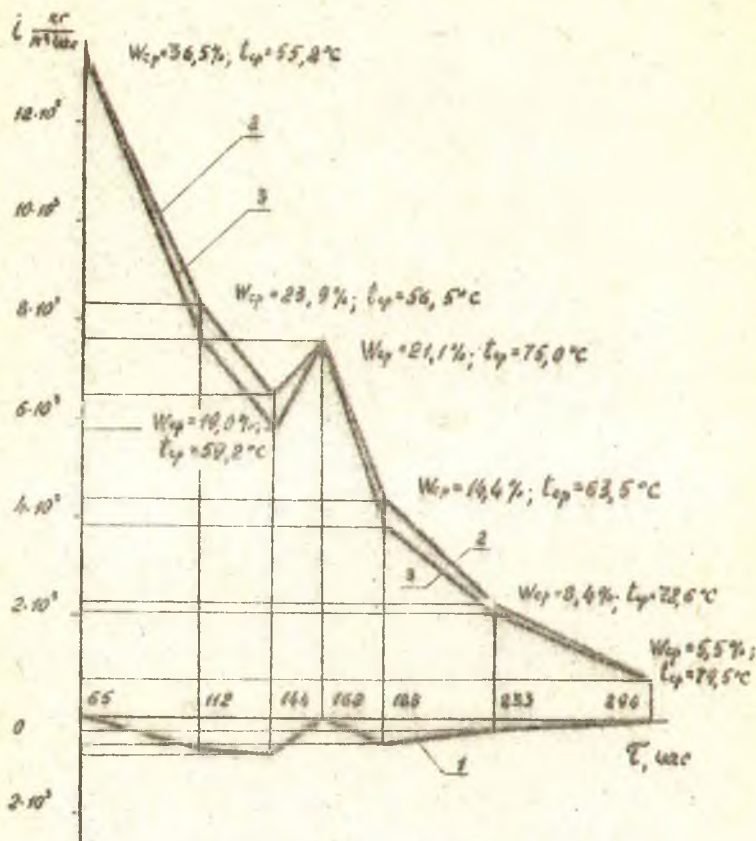


Рис. 1. Изменение величины внутреннего потока влаги в зависимости от времени сушки (заготовки паркета): 1 - термовлажностопроводность, 2 - влажностопроводность, 3 - общий поток влаги

БИБЛИОТЕКА БТИ
И. М. С. М. ШИРОВА

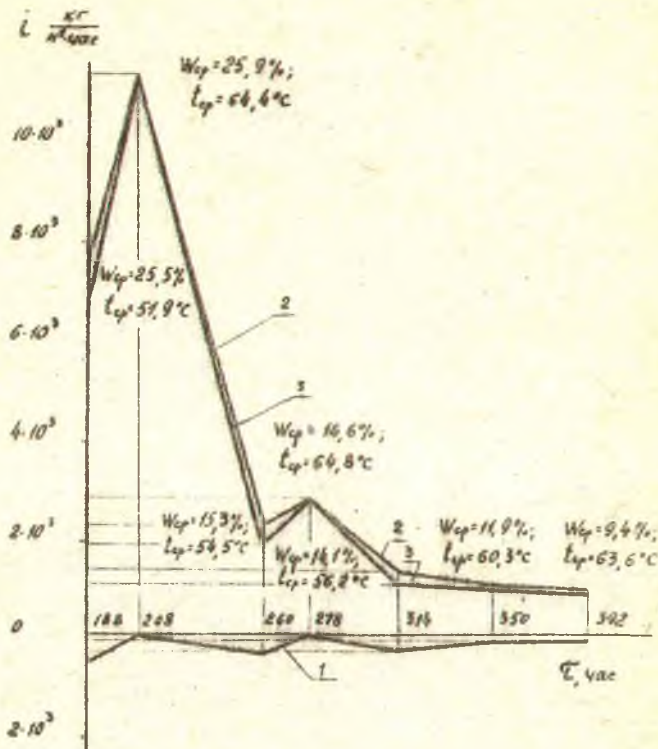


Рис. 2. Изменение величины внутреннего потока влаги в зависимости от времени сушки (заготовки те же). 1 - теплопроводность, 2 - влажностепроводность, 3 - общий поток влаги

Таблица 4

Свойство древесины	значения показателя "К" при сушке	
	режимом с повышенной температурой	высокотемпературным режимом
Плотность	1,03	1,01
Предел прочности при сжатии вдоль волокон	1,10	1,04
Предел прочности при скалывании вдоль волокон:		
в тангенциальной плоскости	0,93	0,82
в радиальной плоскости	0,98	-
Удельная работа при ударном изгибе в тангенциальной плоскости	0,94	0,87

ПРИМЕЧАНИЕ. 1. "К" - показатель изменения свойств древесины, равный отношению величины исследуемого свойства после камерной сушки к величине этого же свойства после атмосферной сушки. 2. Исследование свойств древесины после высокотемпературной сушки было проведено дополнительно к методике при технологических испытаниях высокотемпературной сборнометаллической сушильной камеры "Валма-т". Дубовые доски толщиной 35-40 мм высушивались в течение 188 часов от средней начальной влажности 33% до средней конечной влажности 11,8%. В начале процесса сушки температура составляла 50°C, а в конце - на протяжении 57 часов - 100°C.

Как видно из табл. 3, значения средней конечной влажности и перепада влажности не выходят за пределы допускаемых норм.

Данные табл. 4 показывают, что при сушке древесины дуба высокотемпературным режимом прочность при скалывании вдоль волокон снижается на 10%, ударная вязкость - на 13%.

При сушке же режимом с повышенной температурой заметного снижения свойств древесины дуба не происходит.

Эффективность применения рекомендуемых режимов (сокращение продолжительности и снижение стоимости сушки) иллюстрируется данными табл.5 и 6.

Таблица 5

Опытная сушка	Продолжительность сушки, час		Показатель эффективности, $\epsilon = \frac{\Sigma_n}{\Sigma_p}$
	нормативная, Σ_n	фактическая, Σ_p	
Заготовки паркета (режим по табл. I)			
I	444	291	1,53
2	444	302	1,47
3	420	279	1,50
4	408	269	1,51
5	420	282	1,49
6	432	289	1,50
Среднее значение	428	285	1,50
Заготовки мебели (режим по табл.2)			
7	576	442	1,30
8	552	427	1,29
9	564	432	1,31
10	552	415	1,33
Среднее значение	561	429	1,30

Таблица 6

Группа расходов	Статья расходов	Величина расходов в % при сушке режимом			Сокращение расходов при сушке режимом с повышенной температурой,	
		нормативным	с повышенной температурой			
			заготовок паркета	заготовок мебели	заготовок паркета	заготовок мебели
	Погрузочно-разгрузочные и транспортные работы	21,4	21,4	21,4	-	-
1	Расход тепла на начальный прогрев материала	6,1	6,1	6,1	-	-
	Расход тепла на испарение влаги	36,5	36,5	36,5	-	-
	Итого по I группе	64,0	64,0	64,0	-	-
2	Потери тепла через ограждения	18,2	13,3	15,4	4,9	2,8
	Расход тепла на промежуточные термовлагообработки материала	-	1,1	4,8	-1,1	-3,8
	Итого по 2 группе	18,2	14,4	20,2	-3,8	-1,0
	Расход электроэнергии	3,9	2,6	3,0	1,3	0,9
3	Амортизация зданий и оборудования	4,2	2,8	3,2	1,4	1,0
	Зарплата дежурным сушилщицам и цеховому персоналу	2,5	1,7	1,9	0,8	0,6
	Прочие цеховые расходы	7,2	4,8	5,5	2,4	1,7
	Итого по 3 группе	17,8	11,9	13,6	5,9	4,2
	Всего:	100,0	91,4	97,4	9,7	3,2

Эти данные показывают, что продолжительность сушки режимами с повышенной температурой сокращается в 1,3-1,5 раза по сравнению с нормативными при одновременном снижении стоимости сушки на 3,2-9,7%.

В шестой главе на основании теоретических и экспериментальных исследований изложены выводы и рекомендации по применению режимов с повышенной температурой для сушки дубовых заготовок, сущность которых сводится к следующему:

1. Повышение температуры режима даже на 3-6⁰С в начале и на 6-11⁰С в конце процесса способствует увеличению внутреннего потока влаги и сокращению продолжительности сушки.

2. Применение более высокой температуры в процессе термо-влажгообработок по отношению к последующей ступени режима сушки увеличивает внутренний поток влаги как за счет роста коэффициента влагопроводности, так и за счет уменьшения отрицательного перепада температуры.

3. Увеличение продолжительности термовлажгообработок уменьшает отрицательное влияние эффекта термовлгопроводности, что соответственно также ускоряет процесс сушки.

4. Фактическое сокращение продолжительности процесса камерной сушки за счет применения режимов с повышенной температурой по сравнению с нормативными происходит в 1,5 раза для заготовок толщиной 22 мм и в 1,3 раза для заготовок толщиной 35 мм.

5. Стоимость сушки режимом с повышенной температурой по сравнению с нормативным снижается на 9,7% для заготовок толщиной 22 мм и на 3,2% для заготовок толщиной 35 мм.

6. Режимы с повышенной температурой обеспечивают высокое качество дубовых заготовок, а именно:

1) Колебания конечной влажности не выходят за пределы допускаемых по нормам качества и регламентируемых ГОСТом 862-69 и МРТУ 13-08-01-65;

2) Отклонение влажности заготовок по объему штабеля составляет 1,6-2,4%, что ниже допустимого (по нормам качества сушки - 3%);

3) Максимальный перепад влажности по толщине материала ниже допустимого по нормам качества и составляет 0,9 % против 2% для заготовок толщиной 22 мм и 1,6% против 3% для заготовок толщиной 35 мм;

4) Внутренние напряжения в материале полностью отсутствуют во всех опытных сушках;

5) Снижение физико-механических свойств древесины незначительно и находится в пределах точности эксперимента.

7. Промышленное апробирование режимов камерной сушки дубовых заготовок с повышенной температурой на ведущих предприятиях БССР дало положительные результаты.

Таким образом, на основании теоретических и экспериментальных исследований режимы сушки с повышенной температурой (табл. I и 2) можно рекомендовать для сушки дубовых заготовок любого назначения.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что внедрение режимов с повышенной температурой для сушки древесины дуба и

других твердых лиственных пород позволит увеличить производительность сушильных камер при одновременном повышении качества сушки, что будет способствовать увеличению долговечности готовых изделий и более полному и рациональному использованию древесины как ценного сырья.

Основные результаты исследования доложены на научно-технических конференциях БТИ им. С.М.Кирова, а также опубликованы в следующих работах автора:

1. Моисковское исследование по применению режимов сушки с повышенными температурами для дубовых заготовок. Сборник научных работ БТИ им. С.М.Кирова. Серия механической технологии древесины. Изд.-во МВСС и ИО БССР, Минск, 1968.

2. Влияние высокотемпературных режимов камерной сушки на физико-механические свойства древесины. "Вопросы лесоводства и лесозащиты". Изд.-во "Высшая школа", Минск, 1967.

3. Опыт применения режимов ускоренной сушки пиломатериалов и заготовок на заводах БССР. Сушка древесины. Труды Всесоюзной юбилейной научно-технической конференции. Архангельск, 1968 (в соавторстве с В.А. Бирюковым).

4. Исследование прочностных свойств древесины дуба. Тезисы докладов Всесоюзной конференции по современным проблемам древесины. Минск, 1971.

АТ 14313. Заказ 354, тираж 120 экз., поч.л. 1,2.

Подписано к печати 4/УИИ-71. БТИ им. С.М.Кирова,
г. Минск, ул. Свердлова, 13.