

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Специальность 35.02.03
Технология деревообработки

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

по дисциплине

***«ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И КОНСЕРВИРОВАНИЕ
ДРЕВЕСИНЫ», РАЗДЕЛ "СУШКА ДРЕВЕСИНЫ"***

Братск 2017

Разработал Жилко Э.В., преподаватель кафедры ЭДОД (Экономических и деревообрабатывающих дисциплин)

Рассмотрено на заседании кафедры ЭДОД

" ____ " _____ 2017 г.

(Подпись зав. кафедрой)

Одобрено и утверждено редакционным советом

(Подпись председателя РС)

" ____ " _____ 2017 г.

Протокол № _____

Содержание

Введение	4
Общие положения по структуре и организации дипломного проектирования	5
1 Организацияно-технический раздел	14
1.1 Описание сушильной камеры	14
1.2 Технологическая часть	15
1.3 Тепловой расчет	23
1.4 Описание технологического процесса сушки	37
1.5 Аэродинамический расчет	41
1.6 Описание конструкции здания проектируемого цеха	53
1.7 Расчет площадей и кубатуры зданий	55
1.8 Расчет стоимости строймонтажных работ	57
1.9 Расчет расхода осветительной и силовой электроэнергии	59
1.10 Расчет расхода тепла и воды на отопление, вентиляцию и бытовые нужды	63
2. Охрана труда и промышленная экология	69
2.1 Мероприятия по охране труда, технике безопасности при организации рабочих мест	69
2.2 Противопожарные мероприятия	70
2.3 Мероприятия по охране окружающей среды	72
3 Графическая часть	73
Заключение	78
Список использованных источников	79
Приложение А	80
Приложение Б	106
Приложение В	108
Приложение Г	109
Приложение Д	111
Приложение Е	113

Введение

Сушка - обязательная часть технологического процесса выработки пиломатериалов. Непросушенные пиломатериалы не могут считаться готовой продукцией, подлежащей реализации, а технологический процесс изготовления - законченным. Влажные пиломатериалы подвержены грибковым заболеваниям и непригодны для дальнейшей механической обработки и производства из них готовых изделий.

Молодым специалистам предстоит решать задачи по совершенствованию и ведению технологического процесса сушки пиломатериалов в условиях производства. В решении поставленных задач большое значение имеет дипломное проектирование. Поэтому темы дипломных проектов по возможности должны быть связаны с реальными задачами, возникающими в сушильном производстве, и должны быть актуальными.

Дипломное проектирование является квалификационной работой на заключительном этапе обучения в колледже и имеет своей целью:

- обобщение, систематизацию, закрепление и расширение теоретических знаний по специальности с целью дальнейшего применения этих знаний при решении конкретных технических, экономических и производственных задач;

- характеризовать насколько навыки самостоятельного решения организационно-технических и экономических вопросов, вопросов организации мероприятий по технике безопасности и противопожарным мероприятиям освоены будущим специалистом деревообрабатывающего производства;

- выявить уровень подготовленности студентов для самостоятельной работы;

- выявить умение наиболее полного использования передовых достижений науки и техники; обосновывать применяемые организационные и технические решения.

Общие положения по структуре и организации дипломного проектирования

1. Тематика дипломного проекта

Тема и руководитель дипломного проекта утверждаются приказом колледжа.

Тема дипломного проекта должна соответствовать профилю специальности и специализации студента. Тематика дипломного проекта должна соответствовать профилю производства, на котором студент проходил преддипломную практику. Дипломный проект должен быть направлен на решение конкретной задачи, имеющей практическую ценность.

2. Руководство дипломным проектированием

Дипломный проект выполняется студентом самостоятельно, в сочетании с консультациями руководителя дипломного проекта. Ответственность за выполнение графика несёт студент-дипломник. Руководитель рекомендует необходимую литературу, справочные и нормативные материалы, типовые проекты и другие источники по теме.

В течение всего периода дипломного проектирования руководитель проводит систематические консультации, на которых студент отчитывается о выполненной работе. На основании данных о выполнении работы (по частям и в целом) руководитель проставляет процент готовности дипломного проекта. При отставании от графика и невыполнении определенного вида работ выпускающая кафедра принимает решение о недопуске данного студента к защите.

По окончании всей работы руководитель проверяет проект в целом, определяет его готовность к защите; ставит свои подписи на титульном листе и листе задания и предоставляет письменный отзыв.

Консультант по экономическим вопросам назначают из числа преподавателей соответствующей кафедры. Дипломник обязан после выполнения организационно-технического раздела, раздела охрана труда и промышленная экология посещать консультации и выполнять экономические расчеты. Консультант проверяет выполненную студентом работу и ставит свои подписи на листе задания и титульном листе; предоставляет письменный отзыв.

3. Задание на дипломное проектирование

В соответствии с темой дипломного проекта руководитель выдает студенту задание на дипломный проект. Студент может предложить свою тему, в решении которой он заинтересован.

В задании указывается:

- тема проекта;

- исходные данные для проектирования - марка сушильной камеры; спецификация пиломатериалов; годовой объем сушки; место строительства сушильного цеха, давление теплоносителя пара на входе в камеру;
- перечень разделов расчетно-пояснительной записки;
- перечень обязательных демонстрационных чертежей;
- календарный график работы на весь период дипломного проектирования с указанием очередности, сроков выполнения;
- фамилии консультантов по отдельным разделам;
- дата выдачи задания и окончание работы.

Задание со всеми необходимыми подписями (руководителя, консультанта и студента) утверждается заведующим кафедрой. Утвержденное задание выдается студенту перед преддипломной практикой.

Название темы проекта, указанное в задании и на титульном листе пояснительной записки, должно быть таким же, как и в приказе директора колледжа. Самовольное изменение темы не допускается.

4. Структура дипломного проекта

Дипломный проект состоит из пояснительной записки, демонстрационных чертежей и макетов, устройств (если их изготовление предусматривалось дипломным заданием).

Обязательное количество демонстрационных чертежей - 3 (план сушильного цеха на отметке 0.00; схема сушильной камеры; чертеж оборудования (механизмов, приборов)).

Пояснительная записка должна содержать в указанной ниже последовательности следующее:

- титульный лист;
- задание на дипломный проект;
- содержание с указанием страниц (до 2 страниц). Включает введение, наименование всех разделов, подразделов, список использованных источников. Наименование разделов и подразделов должны быть краткими и соответствовать содержанию и записываются в виде заголовков.. Переносы слов в заголовках не допускаются; точка в конце не ставится. В содержании проставляются страницы только начала разделов и подразделов. Пример оформления содержания дипломного проекта приведен в Приложении В.
- введение (не более 5 страниц). Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой проблемы - физическую сущность процесса сушки древесины, цели и значение процесса сушки пиломатериалов для решения задач, поставленных перед деревообрабатывающей промышленностью. Во введении должна быть показана актуальность и новизна темы. Введение не должно содержать требований, текст введения не делится на структурные элементы (пункты, подпункты). Кроме этого необходимо обозначить цели и задачи дипломного проектирования;
- основная часть - организационно-технический раздел; охрана труда и промышленная экология; экономический раздел. В основной части

приводятся данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной работы. Содержание разделов основной части должно точно соответствовать теме работы и полностью её раскрывать. Эти разделы показывают умение студента сжато, логично и аргументировано излагать материал.

Структурный элемент «Экономический раздел» - выполняется под руководством консультанта по экономической части и в данном методическом пособии не рассматривается

- заключение (не более 5 страниц). Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной работы; оценку полноты решения поставленных задач; оценку технико-экономических показателей; пример выполнения структурного элемента «Заключение» приведен в приложении Г.

- список использованных источников. Список содержит сведения об источниках, использованных при выполнении работы. Библиографическое описание использованных источников следует выполнять в соответствии с ГОСТ 7.1-2003, с указанием только обязательных элементов. Сведения об источниках располагаются в порядке появления ссылок на источник в тексте, нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. В список следует включать и электронные ресурсы. Количество источников для дипломного проекта не менее 20. Пример оформления Списка использованных источников представлен в Приложении Д.

Графическая часть проекта выполняется в карандаше или с использованием программы "Компас" на листах формата А1 (схемы единиц оборудования, разрезы зданий допускается выполнять на формате А2) в масштабе 1:200, 1:100 или 1:50.

5. Общие требования к оформлению дипломного проекта

Оформление дипломного проекта должно соответствовать Положению «Об общих требованиях к оформлению текстовых учебных документов в БЦБК ФГБОУ ВО «БрГУ».

Текст пояснительной записки выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 и должен быть распечатан на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210x297) через полтора интервала черным цветом (кегель 14).

Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм; левое – 30 мм; верхнее - 20 мм, нижнее – 30 мм; положение переплета – слева; ориентация – книжная.

Каждый лист должен содержать рамку, при этом с левой стороны листа оставляются 20 мм (для подшивки), с правой, верхней и нижней - по 5 мм.

При подготовке текста документа в текстовом редакторе MS Word рекомендуется устанавливать следующие настройки абзаца:

- выравнивание текста: по ширине;
- отступ слева и справа: 0 см;
- отступ первой строки: 1,25 см;
- интервал перед и после: 0 см;
- межстрочный интервал: полуторный.

Пояснительная записка должна излагаться технически грамотно, литературным языком, не допуская стилистических и грамматических ошибок. Изложение вести лучше краткими предложениями, без излишних подробностей и повторений. Сокращения слов и словосочетаний по тексту (кроме и т.д; и т.п) не допускаются.

Опечатки, описки, обнаруженные в тексте можно исправлять аккуратной подчисткой или закрашиванием белой краской.

Повреждение листов записки, помарки, зачеркивания, грязь не допускаются.

Текст пояснительной записки разделяют на разделы, подразделы, пункты и подпункты. Введение, заключение и список использованных источников не нумеруются, все остальные пункты имеют нумерацию.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного отступа.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Новый раздел необходимо начинать с новой страницы.

Наименования структурных элементов "Содержание", "Введение", "Заключение", "Список использованных источников" располагаются в середине строки с заглавной буквы; выделяются жирным шрифтом 14.

На листах документов (для технических специальностей) выполняются основные надписи по ГОСТ 2.104-68, заполняемые при рукописном варианте чертежным шрифтом. На листе содержания располагается основная надпись (штамп) для текстовых документов размером 40 x 185 мм по ГОСТ 2.104-86.

В первой (верхней) графе штампа пишутся следующие обозначения:

ДП- 35.02.03 - ТД - 000 - 17 ПЗ.

ДП- обозначение учебной работы - Дипломный проект;

35.02.03 - шифр специальности "Технология деревообработки";

ТД - наименование специальности - "Технология деревообработки";

000 - три последние цифры студенческого билета (зачетки);

17 - последние две цифры года выполнения проекта;

ПЗ - пояснительная записка.

Во второй графе штампа пишется наименование работы (тема дипломного проекта).

На всех последующих листах пояснительной записки располагается штамп для текстовых документов размером 15 x 185 мм по ГОСТ 2.104-68. В первой (верхней) графе штампа пишутся следующие обозначения: ДП-35.02.03 - ТД - 000 - 17 ПЗ.

Нумерация страниц арабскими цифрами, в центре нижней части листа, без каких-либо дополнительных знаков (кавычек, тире, точек и т.д.).

Соблюдается сквозная нумерация по всему тексту, включая приложения. Титульный лист нумеруется, но номер страницы не ставится. Если лист задания оформляется на двух сторонах листа, то оборотная сторона тоже нумеруется, но номер страницы тоже не ставится.

Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных листах, включают в общую нумерацию страниц.

Внутри пунктов или подпунктов могут быть приведены перечисления.

В конце текста перед перечислением ставится двоеточие. Каждое перечисление записывается с абзацного отступа. Перед каждой позицией перечисления следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте документа на одно из перечислений, строчную букву (за исключением – г, ё, з, й, о, ь, ы, ь), после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

Количество иллюстраций (рисунков) должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Рисунки могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Рисунки следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте – «...в соответствии с рисунком 1».

После рисунка - слово «рисунок» пишется полностью, в центре, арабскими цифрами (без точки), название через тире с заглавной буквы, без точки в конце. Пример оформления рисунков представлен в Приложении Г.

Формулы и уравнения выделяют из текста в отдельную строку.

Формулы и вычисления записываются посередине. Выше и ниже должна быть оставлена одна строка.

Если уравнение не уместится в одну строку, то оно переносится только на знаках выполняемых операций : (=), (+), (-), (·), (:). При этом знак в начале следующей строки повторяют.

При переносе формулы на знаке умножения применяют символ «·» .

Формулы нумеруют арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Пояснение символов приводится под формулой после слова «где» без двоеточия в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Слово "где" пишется с красной строки.

После формулы приводится расчет, после многократного использования формулы, расчет приводится один раз, с указанием на то, что результаты расчетов приведены в соответствующей таблице.

В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

Пример: Плотность каждого образца вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad ()$$

где ρ – плотность образца, кг/м³;
 m – масса образца, кг;
 V – объем образца, м³.

$$\rho = \frac{50}{400} = 0,25 \text{ кг/м}^3$$

Ссылки в тексте дают в скобках, например, «...в формуле ()».

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц для обеспечения лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.

При использовании таблиц нужно придерживаться следующих рекомендаций:

- таблицу располагают после текста, или на следующей странице;
- таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Название таблицы следует помещать над таблицей слева с абзачного отступа в одну строку с ее номером через тире, например, "Таблица 1- Название" (в конце точка не ставится).

На все таблицы должны быть приведены ссылки в тексте документа, например, «...показано в таблице 2».

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе должно быть по возможности соблюдено одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

В ячейках таблицы используется тот же шрифт, что и в основном тексте, но допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте. В ячейках таблицы не должно быть абзацного отступа.

После таблицы всегда пропускается одна строка.

Заголовки граф и строк таблицы пишут с прописной буквы в единственном числе, без точки в конце. Подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение.

При делении таблицы на части ее головку и боковик заменяют соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки первой части таблицы.

При переносе части таблицы на другую страницу, с абзацного отступа, пишут: "Продолжение таблицы" с указанием номера (обозначения) таблицы без названия таблицы.

6. Порядок представления и защита дипломного проекта

После проверки и одобрения дипломного проекта руководитель подписывает его и даёт свой письменный отзыв, характеризуя в нём дипломный проект в целом, подготовленность и работу студента в период проектирования. Подписанные руководителем и студентом проект и демонстрационные чертежи проходят нормоконтроль на соответствие ГОСТу и правилам оформления у нормоконтролёра, который ставит свою подпись на представленных материалах.

Заведующий кафедрой на основании этих материалов решает вопрос о допуске студента к защите проекта, ставя свою подпись на титульном листе не позднее, чем за три дня до начала работы ГАК.

В случае, если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите дипломного проекта, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры. Протокол с решением заседания кафедры через декана факультета представляется на утверждение директору колледжа.

В государственную аттестационную комиссию до начала защиты представляют следующие документы: учебную карту студента; зачётную книжку с отметками деканата о выполнении студентом учебного плана и полученными им экзаменационными оценками по теоретическим дисциплинам, курсовым работам и проектам, учебной, технологической, производственной и преддипломной практикам; отзыв руководителя на дипломную работу; пояснительную записку и демонстрационные чертежи.

Чертежи и необходимые макеты, необходимые при защите, сам дипломник приносит на заседание ГАК в день защиты дипломного проекта.

7. Защита дипломного проекта

Для приёма защиты дипломных проектов ежегодно, сроком на один календарный год организуется Государственная аттестационная комиссия

(ГАК), в составе председателя, секретаря и нескольких членов из числа специалистов кафедры.

Расписание работы ГАК доводится до общего сведения не позднее, чем за месяц до начала защиты дипломных проектов. Продолжительность заседаний ГАК не должна превышать 6 часов в день. Очередность защиты устанавливается деканом по представлению заведующего кафедрой. Продолжительность защиты одного дипломного проекта, как правило, не должна превышать 20 минут.

К публичной защите на заседании ГАК студент должен подготовить доклад (на 8 – 12 минут), в котором излагаются основное содержание работы и иллюстрационный материал. В докладе должны быть чётко сформулированы:

- наименование темы;
- исходные данные, цель и задачи проектирования;
- возможные варианты их решения и технико-экономическое сравнение;
- методика и результаты расчетов организационно-технического раздела;
- мероприятия по охране труда и промышленной экологии;
- результаты расчётов экономического раздела;
- выводы о практической ценности и возможности применения проектных решений и разработок на деревообрабатывающих предприятиях.

В процессе доклада студент должен пользоваться иллюстрационным материалом и помнить об установленном регламенте времени.

После окончания доклада члены ГАКа задают студенту вопросы, как непосредственно относящиеся к теме дипломного проекта, так и по программе подготовки инженера по специальности «Технология деревообработки». Ответы на вопросы следует давать по существу, краткие, но исчерпывающие. Для ответа на вопросы допускается с разрешения ГАКа пользоваться пояснительной запиской.

После заслушивания всех дипломных работ, намеченных к защите в этот день, члены ГАКа на закрытом заседании большинством голосов принимают решение об оценках по защите дипломных проектов. Оценки объявляются студентам в тот же день после заполнения протоколов.

При оценке дипломных проектов члены ГАКа руководствуются следующими критериями:

- актуальность темы выполненного проекта;
- наличие в проекте творческих элементов и оригинальных авторских решений;
- глубина и методический уровень расчетной части;
- степень использования источников;
- применение экономических и математических методов для сложных расчётов;

- качество оформления пояснительной записки и иллюстрационного материала;

- качество доклада;

- ответы на вопросы членов ГАКа, отзыв руководителя;

Студенту, защитившему дипломный проект, решением ГАК присваивается квалификация в соответствии с полученной специальностью.

В случае, если защита дипломного проекта признаётся неудовлетворительной, ГАК устанавливает, может ли студент в течение 3-х лет представить к повторной защите тот же проект с доработкой, определяемой комиссией, или же обязан разработать новую тему, которая устанавливается кафедрой.

Студентам, не защитившим дипломный проект по уважительным причинам, директором колледжа может быть удлинён срок обучения до следующего периода работы ГАК, но не более одного года.

1 Организационно – технический раздел

1.1 Описание сушильной камеры

В данном подразделе необходимо дать полную характеристику сушильной камеры. Характеристика камеры включает в себя:

- назначение и область применения заданного типа камеры (с указанием обеспечивающей категории качества высушиваемого материала и применяемых режимов сушки);
- классификационные признаки по принципу действия, виду сушильного агента, способу загрузки штабелей, характеру циркуляции, конструкционным особенностям;
- оснащение камеры оборудованием;
- характеристика элементов ограждений (полы, стены, перекрытия, загрузочно-разгрузочные двери);
- технические характеристики (в форме таблицы 1);
- достоинства и недостатки сушильной камеры.

Таблица 1 - Технические характеристики сушильной камеры

Технические характеристики	Показатели
1. Внутренние размеры камеры, мм Длина Ширина Высота	
2. Габаритные размеры загруженных штабелей, м Длина Ширина Высота	
3. Число штабелей	
4. Вместимость камеры в условном материале, м ³ усл. материала	
5. Калориферы Тип Поверхность нагрева, м ²	
6. Вентиляторы Тип Количество	
7. Установленная мощность электродвигателя, кВт	
8. Годовая производительность в условных пиломатериала, м ³	

1.2 Технологическая часть

Конечной целью технологической части является определение количества камер для высушивания заданного объема годового объема пиломатериалов при заданных типах камер.

1.2.1 Выбор режима сушки

В соответствии с указанными в задании назначением (категорией качества), породой и толщиной высушиваемых пиломатериалов выбирают режим и его параметры.

При выборе режима сушки руководствуйтесь следующими рекомендациями. В зависимости от требований, предъявляемых к качеству высушиваемой древесины, пиломатериалы могут высушиваться режимами различных категорий по температурному уровню - низкотемпературными (мягкие (М), нормальные (Н), форсированные (Ф)) и высокотемпературными.

При сушке пиломатериалов до транспортной влажности по нулевой категории качества (0) применяют: нормальные режимы (для пиломатериалов внутреннего потребления) и мягкие (для пиломатериалов экспортного назначения).

При сушке до эксплуатационной влажности по первой категории качества применяют мягкие или нормальные режимы.

При сушке до эксплуатационной влажности по второй категории качества применяют нормальные режимы.

При сушке до эксплуатационной влажности по третьей категории качества применяют нормальные (когда не допустимо снижение прочностных показателей древесины), форсированные или высокотемпературные режимы (в случае когда допустимо изменение естественного цвета древесины и уменьшение прочностных показателей древесины).

В зависимости от требований, предъявляемых к качеству сухой древесины, пиломатериалы высушиваются режимами различной жесткости. Выбор в каждом конкретном случае режимов той или иной категории производится с учетом характера их воздействия на свойства древесины.

1. Режимы сушки в камерах периодического действия низкотемпературного и высокотемпературного процесса.

Номер, индекс и параметры режимов низкотемпературного процесса для хвойных пород определяются в зависимости от их толщины:

- для сосны, ели, пихты, кедра - по таблице А.1 Приложения А;
- для лиственницы - по таблице А.2.

Номер, индекс и параметры режимов низкотемпературного процесса для лиственных пород определяются в зависимости от их толщины, породы и категории режима по таблице А.4 Приложения А. Параметры режима назначаются в соответствии с номером и индексом режима по таблице А.3 Приложения А.

Номер режимов высокотемпературного процесса определяются в зависимости от их толщины и породы по таблице А.5 Приложения А. Параметры режима назначаются в соответствии с номером режима по таблице А.6 Приложения А.

Выбранные режимы сушки для пиломатериалов, высушиваемых в камерах периодического действия, рекомендуется представить по форме таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Режимы сушки

Порода	Толщина п/м, мм.	Номер и индекс режима	Номер ступени	Изменение W древесины на каждой ступени, %	Параметры режима		
					t, °C	Δt, °C	φ
Пример заполнения							
Граб	25	6А-Н	1	55 – 30	57	2	0,90
			2	30 – 20	61	5	0,78
			3	20 – 8	77	21	0,36

2. Режимы сушки в противоточных камерах (непрерывного действия) низкотемпературного процесса.

Номер, индекс и параметры режимов низкотемпературного процесса определяются в зависимости от их толщины, конечной влажности и назначения:

- для сосны, пихты, кедра - по таблице А.7 Приложения А;
- для лиственницы - по таблице А.9;
- для ели - по таблице А.7 Приложения А по ближайшей меньшей группе толщин;
- для мягких лиственных пород (береза, ольха, осина, тополь, липа) - по таблице А.7 Приложения А по ближайшей большей группе толщин.

Выбранные режимы сушки для пиломатериалов, высушиваемых в противоточных камерах непрерывного, рекомендуется представить по форме таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Режимы сушки

Порода	Толщина п/м, мм.	Влажность п/м, %		Номер и индекс режима	Состояние сушильного агента в разгрузочном конце камеры			Максимальная психрометрическая разность в разгрузочном конце камеры, Δt ₂ , °C
		W _н	W _к		t, °C	Δt, °C	φ	
Пример заполнения								
Сосна	25	80	18	2-Н	92	23	0,38	6

При написании данного подраздела необходимо дать характеристику режима сушки и категории качества пиломатериалов (источники [1],[2],[9]).

1.2.2 Расчет продолжительности сушки и оборота камеры

При расчетах продолжительности сушки используется табличный метод, основанный на использовании таблиц и требующий лишь перемножения входящих в них величин.

Расчет общей продолжительности сушки в камерах периодического действия при низкотемпературном процессе, включая начальный прогрев и влаготеплообработку, определяем по формуле

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{исх}} \cdot A_p \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_{\text{в}} \cdot A_{\text{к}} \cdot A_{\text{д}}, \quad (1)$$

где $\tau_{\text{суш}}$ – общая продолжительность сушки в камерах периодического действия при низкотемпературном процессе сушки, час.;

$\tau_{\text{исх}}$ – исходная продолжительность собственно сушки пиломатериалов заданной породы и размеров нормальным режимом от начальной влажности 60% до конечной 12% в камерах с реверсивной циркуляцией средней интенсивности (расчетная скорость воздуха – 1,0 м/с, ширина штабеля 1,5-2,0 м), час; определяется по таблице А.11 Приложения А;

$A_p, A_{\text{ц}}, A_{\text{в}}, A_{\text{к}}, A_{\text{д}}$ – коэффициенты, учитывающие категорию режима сушки A_p , интенсивность циркуляции $A_{\text{ц}}$, начальную и конечную влажность $A_{\text{в}}$, качество сушки $A_{\text{к}}$, длину материала $A_{\text{д}}$.

Коэффициент A_p , учитывающий жесткость применяемого режима сушки принимается равным: для мягких режимов - 1,7; для нормальных - 1,0; для форсированных - 0,8.

Коэффициент $A_{\text{ц}}$ - определяется по таблице А.8 Приложения А. Для определения $A_{\text{ц}}$ необходимо знать скорость циркуляции сушильного агента по материалу. Скорость циркуляции принимается для камер различных типов следующей:

- 1) камеры стационарные (в строительных ограждениях);
 - а) с циркуляцией повышенной интенсивности (СПЛК-1, СПЛК-2 ВК-4, СПМ-2К) - 2 м/с;
 - б) с циркуляцией средней интенсивности (ЦНИИМОД-23) - 1 м/с;
 - в) с циркуляцией слабой интенсивности (ЦНИИМОД-39);
 - г) с естественной циркуляцией - 0,2 м/с;
- 2) камеры сборно-металлические;
 - а) с реверсивной циркуляцией (СПВ-62, УЛ-1, УЛ-2, УЛ-2М) - 2,5 м/с;
 - б) с нереверсивной циркуляцией (СКД) - 2,0 м/с.

Для камер, не указанных выше, скорость сушильного агента сушки необходимо смотреть по техническим характеристикам камеры.

Коэффициент A_B определяется по таблице А.12 Приложения А.

Коэффициент A_K имеет следующие значения:

- первая категория качества - 1,2;
- вторая категория качества - 1,15;
- третья категория качества - 1,05;
- нулевая категория качества - 1,00.

Коэффициент длины A_D принимают равным:

- для пиломатериалов - 1,0;
- для заготовок - определяется по таблице А.10 Приложения А в зависимости от соотношения длины заготовки к её толщине.

Расчет общей продолжительности сушки в камерах периодического действия при высокотемпературном процессе, включая начальный прогрев и влаготеплообработку, определяем по формуле

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{исх}} \cdot A_{\text{п}} \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_{\text{в}} \cdot A_{\text{к}} \cdot A_{\text{д}}, \quad (2)$$

где $\tau_{\text{суш}}$ – общая продолжительность сушки в камерах периодического действия при высокотемпературном процессе сушки, час.;

$\tau_{\text{исх}}$ – исходная продолжительность собственно сушки сосновых пиломатериалов заданных размеров стандартным высокотемпературным режимом от начальной влажности 60% до конечной 12% в камерах с реверсивной циркуляцией при скорости сушильного агента – 2,0 м/с, час; определяется по таблице А.13 Приложения А;

$A_{\text{п}}$, $A_{\text{ц}}$, $A_{\text{в}}$, $A_{\text{к}}$, $A_{\text{д}}$ – коэффициенты, учитывающие породу древесины $A_{\text{п}}$, интенсивность циркуляции $A_{\text{ц}}$, начальную и конечную влажность $A_{\text{в}}$, качество сушки $A_{\text{к}}$, длину материала $A_{\text{д}}$.

Коэффициент $A_{\text{п}}$ определяется по таблице А.14 Приложения А.

Коэффициент $A_{\text{ц}}$ - определяется по таблице А.15 Приложения А в зависимости от скорости сушильного агента по материалу $v_{\text{мат}}$. Скорость сушильного агента по материалу определяется в зависимости от характера циркуляции и конструктивному исполнению сушильных камер по таблице А.25 Приложения А.

Коэффициент $A_{\text{в}}$ определяется по таблице А.16 Приложения А.

Коэффициент $A_{\text{к}}$ определяется по таблице А.18 Приложения А.

Коэффициент длины $A_{\text{д}}$ принимают равным:

- для пиломатериалов - 1,0;
- для заготовок - определяется по таблице А.10 Приложения А в зависимости от соотношения длины заготовки к её толщине.

Расчет общей продолжительности сушки в противоточных камерах непрерывного действия при низкотемпературном процессе определяем по формуле

$$\tau_{\text{суш}} = \tau_{\text{исх}} \cdot A_{\text{п}} \cdot A_{\text{ц}} \cdot A_{\text{в}} \cdot A_{\text{к}}, \quad (3)$$

где $\tau_{\text{суш}}$ – продолжительность сушки в противоточных камерах непрерывного действия час.;

$\tau_{\text{исх}}$ – исходная продолжительность собственно сушки сосновых пиломатериалов заданных размеров от начальной влажности 60% до конечной 12% в камерах с поперечной штабелевкой, час; определяется по таблице А.17

Приложения А;

$A_{\text{п}}$, $A_{\text{ц}}$, $A_{\text{в}}$, $A_{\text{к}}$ – коэффициенты, учитывающие породу древесины $A_{\text{п}}$, интенсивность циркуляции $A_{\text{ц}}$, начальную и конечную влажность $A_{\text{в}}$, качество сушки $A_{\text{к}}$.

Коэффициент $A_{\text{п}}$ определяется по таблице А.19 Приложения А.

Коэффициент $A_{\text{ц}}$:

- для обрезных пиломатериалов - определяется по таблице А.21

Приложения А в зависимости от толщины материала, характера циркуляции сушильного агента, категории режимов сушки и расчетной скорости $v_{\text{габ.расч.}}$.

Расчетная скорость циркуляции в габаритном сечении штабеля $\omega_{\text{габ.расч.}}$ определяется по таблице А.26 Приложения А в зависимости от типа камер и категории режима;

- для необрезных пиломатериалов - определяется умножением табличного значения поправочного коэффициента (определяется по таблице А.20 Приложения А) на величину $A_{\text{ц}}$ для обрезных пиломатериалов.

Коэффициент $A_{\text{в}}$ - определяется по таблице А.22 Приложения А с учетом толщины пиломатериала и категории режима, начальной и конечной влажности древесины.

Коэффициент $A_{\text{к}}$ имеет следующие значения:

- третья категория качества - 1,05;
- нулевая категория качества - 1,00.

Продолжительность оборота камеры при сушке в камерах периодического действия определяется по формуле

$$\tau_{\text{об}} = \tau_{\text{суш}} + \tau_{\text{з.р.}}, \quad (4)$$

где $\tau_{\text{об}}$ - продолжительность оборота камеры при сушке в камерах периодического действия, сут.;

$\tau_{\text{суш}}$ - продолжительность сушки, сут.;

$\tau_{\text{з.р.}}$ - продолжительность загрузки и разгрузки камеры, принимается равной 0,1 суток при механизированных

способах загрузки камер.

В камерах непрерывного действия, загрузка и разгрузка которых осуществляется без остановки сушильного процесса, продолжительность оборота камеры определяется по формуле

$$\tau_{об} = \tau_{суш} , \quad (5)$$

В данном подразделе также необходимо произвести расчеты продолжительности сушки и оборота камеры для условного материала.

Под условным материалом понимают сосновые обрезные доски толщиной 40 мм, шириной 150 мм, высушиваемые по второй категории качества от начальной влажности 60% до конечной 12% при скорости сушильного агента 2,0 м/с.

Результаты расчетов продолжительности сушки и оборота камеры сносят в таблицу 3.

Таблица 3 – Продолжительность сушки и оборота камеры

Характеристика п/м					Категория качества	Категория режима	$\tau_{исх},$ ч	коэффициент					$\tau_{суш}$		$\tau_{об}$
порода	толщина	ширина	W, %					A_p	$A_{ц}$	A_k	A_b	A_g	ч	сут	сут
			W_H	W_K											
Пример заполнения															
граб	25	100	132	8	I	Н	132	1,0	0,85	1,00	1,20	1,0	134,64	5,61	5,71
Сосна усл.	40	150	60	12	II	Н	88	1,0	0,78	1,15	1,00	1,0	79,40	3,30	3,40

1.2.3 Перевод объема подлежащих сушке фактических пиломатериалов в объем условного материала

Объем подлежащих сушке фактических пиломатериалов переводится в объем условного материала по формуле

$$Y_i = \Phi_i \cdot K_\tau \cdot K_E, \quad (6)$$

где Y_i - объем подлежащих сушке фактических пиломатериалов в объеме условного материала, м³;

Φ_1 – объем подлежащих сушке фактических пиломатериалов, м³;
 K_τ – коэффициент продолжительности оборота;
 K_E – коэффициент вместимости камеры.

Коэффициент продолжительности оборота камеры определяем по формуле

$$K_\tau = \frac{t_{об.ф.}}{t_{об.усл.}}, \quad (7)$$

где K_τ - коэффициент продолжительности оборота камеры;
 $\tau_{об.ф.}$ - продолжительность оборота камеры при сушке фактического материала, суток ;
 $\tau_{об.усл.}$ - продолжительность оборота камеры при сушке условного материала, суток .

Коэффициент вместимости камеры определяем по формуле

$$K_E = \frac{b_{усл.}}{b_{факт.}}, \quad (8)$$

где K_E - коэффициент вместимости камеры;
 $\beta_{усл.}$ - объемный коэффициент заполнения штабеля условным материалом;
 $\beta_{факт.}$ - объемный коэффициент заполнения штабеля фактическим материалом.

Нормативные значения объемного коэффициента определяются по таблице А.24 Приложения А в зависимости от толщины материала, способа укладки и вида материала (обрезной, необрезной), толщины прокладок.

Перевод объема подлежащих сушке фактических пиломатериалов в объем условного материала сводится таблицу 4.

Таблица 4 – Перевод объема подлежащих сушке фактических пиломатериалов в объем условного материала

Характеристика материала			Продолжительность оборота камеры, сут		Коэффициенты				Объем п/м, м ³	
порода	толщина	ширина	$\tau_{об.ф.}$	$\tau_{об.усл.}$	K_τ	β_Φ	$\beta_{усл.}$	K_E	Заданный Φ	в усл. материале Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пример заполнения										
граб	25	100	5,71	3,4	1,67	0,356	0,438	1,23	5000	10270,5

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сосна	40	разн	10,50	3,4	2,83	0,292	0,438	1,50	1000	4245,0
Итого:									6000	14515,5

1.2.4 Расчет годовой производительности камеры на условном материале

Нормативная годовая производительность камеры на условном материале рассчитывается по формуле

$$P_y = \frac{335}{t_{об. усл.}} \cdot \beta_{усл} \cdot \Gamma, \quad (9)$$

где P_y - нормативная годовая производительность камеры на условном материале, м³ усл./год;

Γ – габаритный объем всех штабелей в камере, м³;

335 – плановая продолжительность работы камер в течение календарного года с учетом необходимости их периодического ремонта, суток.

Габаритный объем всех штабелей в камере определяется по формуле

$$\Gamma = L \cdot B \cdot H \cdot m, \quad (10)$$

где Γ - габаритный объем всех штабелей в камере, м³;

L, B, H – габаритные размеры штабеля (длина, ширина, высота), м;

m – число штабелей в камере, шт.

Габаритные размеры штабеля и число штабелей смотреть в таблице 1.

1.2.5 Расчет потребного количества сушильных камер

Потребное количество камер рассчитывается по формуле

$$n = \frac{\sum Y}{P_y}, \quad (11)$$

где $\sum Y$ - общий объем условного материала, подсчитанный в таблице .

Принятое количество камер определяется округлением до ближайшего целого числа.

1.3 Тепловой расчет

1.3.1 Выбор расчетного материала

За расчетный материал принимается самый быстросохнувший материал из заданной спецификации (смотреть таблицу 3), то есть тот у которого продолжительность оборота камеры $\tau_{об}$ имеет наименьшее значение.

1.3.2. Определение параметров агента сушки на входе в штабель

1) *Агент сушки - влажный воздух (низкотемпературный режим)*

По выбранному для расчетного материала режиму (таблица 2.1 или таблица 2.2) назначают расчетные параметры агента сушки (температура, степень насыщенности) на входе в штабель.

Расчетные параметры назначаются для:

- камер периодического действия - по второй ступени режима сушки;
- противоточных непрерывного действия - соответствуют параметрам в разгрузочном конце камеры.

Другие параметры, характеризующие состояние сушильного агента на входе в штабель - влагосодержание d_1 , теплосодержание J_1 , парциальное давление пара P_{n1} , плотность ρ_1 и удельный объем V_1 определяются по Jd - или tr -диаграммам или расчетным методом по следующим формулам.

Парциальное давление пара в воздухе определяется по формуле

$$P_{n1} = P_{n1} \cdot \varphi, \quad (12)$$

где P_{n1} – парциальное давление пара в воздухе, Па;

P_{n1} – давление насыщенного пара при температуре t_1 , Па;

определяется по таблице А.25 приложения А;

φ – степень насыщенности сушильного агента.

Влагосодержание воздуха определяется по формуле

$$d_1 = 622 \times \frac{P_{n1}}{100000 - P_{n1}}, \quad (13)$$

где d_1 – влагосодержание воздуха, г/кг.

Теплосодержание воздуха определяется по формуле

$$J_1 = t_1 + 0,001 \cdot d_1 \cdot (1,93 \cdot t_1 + 2490), \quad (14)$$

где J_1 - теплосодержание воздуха, кДж/кг.

Плотность воздуха определяется по формуле

$$\rho_1 = \frac{349 - \frac{132 \times d_1}{622 + d_1}}{273 + t_1}, \quad (15)$$

где ρ_1 - плотность воздуха, кг/м³.

Удельный объем воздуха определяется по формуле

$$V_1 = 4,62 \cdot 10^{-6} \cdot (273 + t_1) \cdot (622 + d_1), \quad (16)$$

где V_1 - удельный объем воздуха, м³/кг.

Температура смоченного термометра определяется по формуле

$$t_m = t_1 - \Delta t_1, \quad (17)$$

где t_m - температура смоченного термометра, °С.

Удельная теплоемкость перегретого пара для низкотемпературного процесса сушки не определяется.

Значение параметров агента сушки на входе в штабель записывается в таблицу 5.

Таблица 5 – Параметры агента сушки на входе в штабель

Наименование	Обозначение	Единицы измерения	Значение
1. Температура	t_1	°С	
2. Относительная влажность	ϕ_1		
3. Влагосодержание	d_1	г/кг	
4. Теплосодержание	J_1	кДж/кг	
5. Парциальное давление пара	P_{n1}	Па	
6. Плотность	ρ_1	кг/м ³	
7. Удельный объем	V_1	м ³ /кг	
8. Температура смоченного термометра	t_m	°С	
9. Удельная теплоемкость перегретого пара	C_{n1}	кДж/(кг·град)	

2) *Агент сушки- перегретый пар (высокотемпературный режим)*

При использовании высокотемпературных режимов ($t_m = 100$ °С) в камерах периодического действия расчетные параметры (t_1 и ϕ_1) агента сушки на входе в штабель назначаются по первой ступени (таблица 2.1).

Теплосодержание J , плотность ρ , удельный объем V и удельную теплоемкость перегретого пара C_{n1} определяются по таблице А.27 приложения А в зависимости от температуры сушильного агента.

Значение параметров агента сушки на входе в штабель записывается в таблицу 5, при этом влагосодержание и парциальное давления пара не указываются.

1.3.3 Расчет количества испаряемой влаги

Количество влаги, испаряемой на 1 м³ древесины определяется по формуле

$$M_{1м^3} = \frac{W_n - W_k}{100} \times \rho_6, \quad (18)$$

где $M_{1м^3}$ – количество влаги, испаряемой на 1 м³ древесины, кг/м³;
 ρ_6 – базисная плотность древесины, кг/м³; определяется по таблице А.28 Приложения А;
 W_n, W_k – начальная и конечная влажность материала, %.

Расчет количества влаги, испаряемой из древесины в секунду определяется по формуле

$$M_p = \frac{M_{1м^3} \times \beta_f \times A_k \times x}{3600 \times \tau_{суш}}, \quad (19)$$

где M_p – количества влаги, испаряемой из древесины в секунду, кг/с;
 β_f – объемный коэффициент заполнения штабеля фактическим (расчетным материалом); смотреть таблицу 4;
 A_k – коэффициент, учитывающий качество сушки (смотреть таблицу 3);
 x – коэффициент неравномерности скорости сушки; определяется для камер периодического действия по рисунку Б.1 Приложения Б в зависимости от конечной влажности древесины и процесса сушки (низко- или высокотемпературный); для камер непрерывного действия $x = 1$;
 $\tau_{суш}$ – общая продолжительность сушки расчетного материала, час.

1.3.4 Определение объема циркулирующего агента сушки и его параметров на выходе из штабеля

1) *Камеры периодического действия, низкотемпературный процесс сушки*

Объем циркулирующего по материалу агента сушки определяется по формуле

$$V_{шт} = n \cdot V_{мат} \cdot S_{ж.сеч.шт.}, \quad (20)$$

где $V_{шт}$ – объем циркулирующего по материалу агента сушки, м³/с;
 $S_{ж.сеч.шт.}$ – площадь живого сечения штабеля, м²; определяется по формуле 21;
 n – количество штабелей в плоскости, перпендикулярной

направлению потока воздуха, шт. (необходимо знать расположение штабелей в камере и схему циркуляции сушильного агента, для определения данной величины рекомендуется воспользоваться эскизом камеры);

$V_{\text{мат}}$ – скорость циркуляции по материалу, м/с.

Площадь живого сечения штабеля для лесосушильных камер большинства систем определяется по формуле

$$S_{\text{ж.сеч.шт}} = L \cdot H \cdot (1 - \beta_d \cdot \beta_v) , \quad (21)$$

где $S_{\text{ж.сеч.шт}}$ – площадь живого сечения штабеля, м²;
 β_d – коэффициент заполнения штабеля по длине;
 β_v – коэффициент заполнения штабеля по высоте;
 L, H – длина и высота штабеля, м.

Коэффициент заполнения штабеля по длине показывает отношение средней длины уложенных в штабель пиломатериалов к его длине и определяется по формуле

$$\beta_d = \frac{L_{\text{ср}}}{L} , \quad (22)$$

где $L_{\text{ср}}$ – средняя длина пиломатериалов, уложенных в штабель, м;
 L – длина штабеля, м.

Для штабеля пиломатериалов различной длины β_d принимается в среднем равным 0,85 (при длине штабеля 6,5 м). Если длина всех досок или заготовок в штабели одинакова - $\beta_d = 1$.

Коэффициент заполнения штабеля по ширине характеризует отношение суммарной толщины пиломатериалов в вертикальном ряду штабеля к его высоте и определяется по формуле

$$\beta_v = \frac{S}{S + S_{\text{пр}}} , \quad (23)$$

где S – толщина расчетного пиломатериала, мм;

$S_{\text{пр}}$ – толщина прокладок, обычно равна 25 мм, в отдельных случаях принимаются прокладки толщиной 22 и 32 мм.

Влагосодержание агента сушки на выходе из штабеля определяется формуле

$$d_2 = d_1 + \frac{2000 \times V_1 \times M_p \cdot \ddot{o}}{V_{\text{ум}} \cdot \ddot{o}} , \quad (24)$$

где d_2 – влагосодержание агента сушки на выходе из штабеля, г/кг.

Значение температуры сушильного агента на выходе из штабеля определяется по формуле

$$t_2 = t_1 - \frac{(d_2 - d_1)}{0,4 + 0,00037 \times (d_2 + d_1)}, \quad (25)$$

где t_2 – значение температуры сушильного агента на выходе из штабеля, °С.

Парциальное давление пара определяется по формуле

$$P_{n2} = 100000 \times \frac{d_2}{622 + d_2}, \quad (26)$$

где P_{n2} – парциальное давление пара на выходе из штабеля, Па.

Плотность воздуха определяется по формуле

$$\rho_2 = \frac{349 - \frac{132 \times d_2}{622 + d_2}}{273 + t_2}, \quad (27)$$

где ρ_2 – плотность воздуха на выходе из штабеля, кг/м³.

Удельный объем воздуха определяется по формуле

$$V_2 = 4,62 \cdot 10^{-6} \cdot (273 + t_2) \cdot (622 + d_2), \quad (28)$$

где V_2 – удельный объем воздуха на выходе из штабеля, м³/кг.

Степень насыщенности определяется по формуле

$$\varphi_2 = \frac{P_{n2}}{P_{H2}}, \quad (29)$$

где φ_2 – степень насыщенности агента сушки на выходе из штабеля;

P_{H2} – давление насыщения пара при температуре t_2 , Па; определяется по таблице А.25 приложения А.

Полученные значения параметров агента сушки на выходе из штабеля сносят в таблицу 6. Удельная теплоемкость перегретого пара при низкотемпературном процессе сушки не определяется.

Таблица 6 – Параметры агента сушки на выходе из штабеля

Наименование	Обозначение	Единицы измерения	Значение
1. Температура	t_2	$^{\circ}\text{C}$	
2. Относительная влажность	φ_2		
3. Влагосодержание	d_2	г/кг	
4. Теплосодержание	J_2	кДж/кг	
5. Парциальное давление пара	P_{n2}	Па	
6. Плотность	ρ_2	кг/м ³	
7. Удельный объем	V_2	м ³ /кг	
8. Температура смоченного термометра	t_M	$^{\circ}\text{C}$	

2) *Камеры периодического действия. Высокотемпературный процесс*

Объем циркулирующего по материалу агента сушки $V_{шт}$ определяется так же, как и при низкотемпературном процессе сушки (формула 20).

Масса испаряемой влаги, приходящая на 1 кг циркулирующего перегретого пара определяется по формуле

$$M_{шт.} = \frac{M_p \times V_1}{V_{шт}}, \quad (30)$$

где $M_{шт.}$ - масса испаряемой влаги, приходящая на 1 кг циркулирующего перегретого пара, кг/кг.

Энтальпия (теплосодержание) перегретого пара на выходе из штабеля определяется по формуле

$$J_2 = \frac{J_1 + 100 \times C_B \times M_{шт.}}{1 + M_{шт.}}, \quad (31)$$

где J_2 - теплосодержание перегретого пара на выходе из штабеля, кДж/кг;

C_B - удельная теплоемкость воды, $C_B = 4,19$ кДж/(кг·град),

Остальные параметры перегретого пара на выходе из штабеля определяются по найденному значению теплосодержания по таблице А.27 Приложения А. Значения параметров заносят в таблицу 6.

3) *Противоточные камеры непрерывного действия. Низкотемпературный процесс*

По Jd -диаграмме определяют значение влагосодержания d_2 сушильного агента на выходе из штабеля.

Для этого необходимо построить точку, характеризующую состояние агента сушки на выходе из штабеля. Данную точку получают при пересечении линии $J = \text{const}$ ($J_2 = J_1$) с линией $t_2 = t_M + \Delta t_2$.

Значения $t_M = t_1 - \Delta t_1$ и Δt_2 определяются по режиму сушки расчетного материала (смотреть по таблице 2.2).

Значение параметров - парциальное давление пара $P_{п2}$, плотность ρ_2 , удельный объем V_2 , степень насыщенности φ_2 определяются по формулам (26), (27), (28), (29).

Значения параметров заносят в таблицу 6.

Объем циркулирующего по материалу агента сушки определяется по видоизмененной формуле

$$V = \frac{1000 \cdot M_p \cdot V_1}{d_2 - d_1}, \quad (32)$$

где V - объем циркулирующего по материалу агента сушки, $\text{м}^3/\text{кг}$.

1.3.5 Расчет расхода тепла на сушку

Расход тепла на сушку складывается из затрат тепла на прогрев материала, испарение из него влаги и на теплопотери через ограждения камеры.

Расчеты ведутся для зимних условий с целью определения максимальной нагрузки на котельную и для среднегодовых условий с целью определения общих расходов пара на годовую программу.

1. Расход тепла на прогрев 1 м^3 древесины для зимних условий определяется по формуле

$$Q_{\text{пр. } 1\text{м}^3 \text{ зим.}} = Q_{\text{пр. } 1\text{кг} \text{ зим.}} \cdot \rho_{\text{вн}}, \quad (33)$$

где $Q_{\text{пр. } 1\text{м}^3 \text{ зим.}}$ – расход тепла на прогрев 1 м^3 древесины для зимних условий, $\text{кДж}/\text{м}^3$;

$Q_{\text{пр. } 1\text{кг} \text{ зим.}}$ – затраты тепла на прогрев 1 кг влажной древесины в зимних условиях, $\text{кДж}/\text{кг}$;

$\rho_{\text{вн}}$, – плотность древесины расчетного материала при заданной начальной влажности, $\text{кг}/\text{м}^3$; определяется по диаграмме (рисунок Б.3 Приложения Б).

Значение $Q_{\text{пр. } 1\text{кг} \text{ зим.}}$ определяется по диаграмме (рисунок Б.2 Приложения Б), как сумма абсолютных теплосодержаний древесины заданной начальной влажности при нагреве от температуры $t_{\text{расч. зим.}}$ до $t_{\text{пр.}}$.

Левая часть диаграммы характеризует расход тепла на прогрев мерзлой древесины. Если температура древесины положительная, то расход тепла определяют по правой части диаграммы. Температура $t_{\text{расч. зим.}}$ определяется по таблице А.29 Приложения А в зависимости от региона строительства, как расчетная температура для отопления.

Температура $t_{\text{пр.}}$ определяется:

- для камер периодического действия в соответствии с указаниями, представленными в подразделе 1.5.2 (пояснения по начальному прогреву древесины);

- для камер непрерывного действия $t_{\text{пр.}} = t_{\text{м}}$.

2. Расход тепла на прогрев древесины для среднегодовых условий определяется по формуле

$$Q_{\text{пр. 1м}^3 \text{ ср.}} = Q_{\text{пр. 1кг ср.}} \cdot \rho_{\text{ВН}}, \quad (34)$$

где $Q_{\text{пр. 1м}^3 \text{ ср.}}$ – расход тепла на прогрев 1 м^3 древесины для среднегодовых условий, кДж/м^3 ;

$Q_{\text{пр. 1кг ср.}}$ – затраты тепла на прогрев 1 кг влажной древесины при среднегодовых условиях, кДж/кг .

Значение $Q_{\text{пр. 1кг ср.}}$ определяется по диаграмме (рисунок Б.2 Приложения Б), как сумма абсолютных теплосодержаний древесины заданной начальной влажности при нагреве от температуры $t_{\text{расч. ср.}}$ до $t_{\text{пр.}}$.

3. Расход тепла на прогрев древесины в камере в секунду для зимних условий находится по формуле

$$Q_{\text{пр. зим.}} = \frac{q_{\text{пр. 1м}^3 \text{ зим.}} \cdot \Gamma_{\text{пр.}} \cdot \beta_{\text{факт.}}}{3600 \cdot \tau_{\text{пр.}}}, \quad (35)$$

где $Q_{\text{пр. зим.}}$ – расход тепла на прогрев древесины в камере в секунду для зимних условий, кВт ;

$\Gamma_{\text{пр.}}$ – габаритный объем прогреваемых штабелей, м^3 ; в камерах периодического действия $\Gamma_{\text{пр.}}$ определяется как габаритный объем всех штабелей, находящихся в камере; для камер непрерывного действия $\Gamma_{\text{пр.}}$ определяется как габаритный объем одного штабеля;

$\beta_{\text{ф}}$ – объемный коэффициент заполнения штабеля фактическим (расчетным) материалом; смотреть таблицу 4;

$\tau_{\text{пр.}}$ – продолжительность начального прогрева древесины, ч.

Ориентировочно $\tau_{\text{пр.}}$ принимается из расчета 1 час на каждый сантиметр толщины пиломатериала. Например, если толщина материала 32 мм, то продолжительность прогрева составит 3,2 часа.

4. Расход тепла на прогрев древесины в камере в секунду для среднегодовых условий находится по формуле

$$Q_{\text{пр. ср.}} = \frac{q_{\text{пр. 1м}^3 \text{ ср.}} \cdot \Gamma_{\text{пр.}} \cdot \beta_{\text{факт.}}}{3600 \cdot \tau_{\text{пр.}}}, \quad (36)$$

где $Q_{\text{пр. ср.}}$ – расход тепла на прогрев древесины в камере в секунду для среднегодовых условий, кВт ;

5. Удельный расход тепла на начальный прогрев древесины (на 1 кг подлежащей испарению влаги) в зимних условиях определяется по формуле

$$Q_{\text{пр. зим.}} = \frac{q_{\text{пр.1м}^3 \text{ зим.}}}{M_{1\text{м}^3}}, \quad (37)$$

где $q_{\text{пр.зим}}$ – удельный расход тепла на начальный прогрев древесины (на 1 кг подлежащей испарению влаги) в зимних условиях, кДж/кг.

6. Удельный расход тепла на начальный прогрев древесины в среднегодовых условиях определяется по формуле

$$Q_{\text{пр. ср.}} = \frac{q_{\text{пр.1м}^3 \text{ ср.}}}{M_{1\text{м}^3}}, \quad (38)$$

где $q_{\text{пр.ср.}}$ – удельный расход тепла на начальный прогрев древесины в среднегодовых условиях, кДж/кг.

7. Удельный расход тепла на испарение 1 кг влаги для зимних и среднегодовых условий при низкотемпературном процессе сушки определяется по формуле

$$q_{\text{исп}} = 1000 \times \frac{J_2 - J_1}{d_2 - d_1} \times C_B \times \alpha, \quad (39)$$

где $q_{\text{исп}}$ – удельный расход тепла на испарение 1 кг влаги определяется для зимних и среднегодовых условий при низкотемпературном процессе сушки, кДж/кг;

J_2, d_2 – тепло- и влагосодержание отработавшего воздуха, выбрасываемого из камеры;

J_0, d_0 – тепло- и влагосодержание свежего воздуха, поступающего в камеру;

C_B – удельная теплоемкость воды, $C_B = 4,19$ кДж/(кг·град).

При поступлении свежего воздуха из помещения цеха (камера находится в помещении сушильного цеха) допустимо принять $J_0 = 46$ кДж/кг; $d_0 = 10$ г/кг.

При поступлении в камеру свежего наружного воздуха (сушильная камера находится на открытом воздухе) его параметры определяются климатическими условиями; ориентировочно можно принять:

- для зимних условий $J_{0 \text{ зим.}} = t_{\text{расч. зим.}}$, $d_0 = 0$;

- для среднегодовых условий при положительной температуре

$$d_{0 \text{ ср.}} = 5 \text{ г/кг}; J_{0 \text{ ср.}} = t_{\text{ср}} + 0,001 \cdot d_{0 \text{ ср.}} \cdot (1,93 \cdot t_{\text{ср}} + 2490), \quad (40)$$

- для среднегодовых условий при отрицательной температуре

$$d_{0 \text{ ср.}} = 0; J_{0 \text{ ср.}} = t_{\text{ср}}, \quad (41)$$

8. Удельный расход тепла на испарение 1 кг влаги для зимних и среднегодовых условий при высокотемпературном процессе сушки определяется по формуле

$$q_{\text{исп}} = J_2 - 100 \cdot C_B, \quad (42)$$

9. Расход тепла в камере на испарение влаги в секунду для зимних и среднегодовых условий определяется по формуле

$$Q_{\text{исп}} = q_{\text{исп}} \cdot M_p, \quad (43)$$

где $Q_{\text{исп}}$ – расход тепла в камере на испарение влаги в секунду для зимних и среднегодовых условий, кВт.

10. Расчет потерь тепла через ограждения камеры в секунду для каждого ограждения для зимних и среднегодовых условий определяется по формуле

$$Q_{\text{огр.}} = S \cdot K \cdot (t_{\text{кам}} - t_{\text{расч.}}) \cdot C \cdot 10^{-3}, \quad (44)$$

где $Q_{\text{огр.зим}}$ - расчет потерь тепла через ограждения камеры в секунду для каждого ограждения для зимних и среднегодовых условий, кВт;

S – площадь поверхности ограждения, м²;

K – коэффициент теплопередачи данного ограждения, Вт/(м²град);

$t_{\text{кам}}$ - температура агента сушки в камере, °С;

C – коэффициент увеличения теплотерь, принимается равным 1,5 - при мягких режимах сушки и 2 - при нормальных, форсированных и высокотемпературных режимах сушки.

Коэффициент теплопередачи стен, дверей и потолка сушильных камер принимается по таблице А.30 Приложения А в зависимости от конструкции камер (стационарные или сборно-металлические):

- для стационарных камер в расчетах рекомендуют принимать толщину кирпичных стен 510 мм;

- для потолка рекомендуют принимать коэффициент для утеплителя - засыпка-шлак, толщиной 350 мм.

Коэффициент теплопередачи пола принимается равным половине значения коэффициента теплопередачи наружной стены.

Если камера располагается внутри сушильного цеха, то $t_{расч.}$ принимается равной 15 - 20 °С. Если ограждения камер соприкасаются с наружным воздухом, то $t_{расч. зим}$ и $t_{расч. ср.}$ определяются по климатическим таблицам (таблица А.29 Приложения А).

Температура агента сушки определяется как среднее значение температур на входе и выходе из штабеля

$$t_{кам} = \frac{t_1 + t_2}{2}, \quad (45)$$

Расчеты теплотерь через ограждения камеры сводятся в таблицу 7.

При заполнении таблицы 7 следует учитывать:

- габаритные размеры камер, м (L - длина, Н- высота, В - ширина) и габаритные размеры дверей, м (b- ширина, h - высота);
- в камерах непрерывного действия следует определять площади обеих торцевых стен камер без дверей и площадь двух дверей;
- потери тепла через смежные (межкамерные) стены в расчет не принимаются.

Таблица 7 – Потери тепла через ограждения камеры

Наименование ограждений	S		К	$t_{кам}$	$t_{рас}$		$t_k - t_p$		С	$Q_{огр.}$	
	формула	значение			зим	ср	зим	ср		зим	ср
Пример оформления											
Наружная боковая стена	L · Н	171,75	0,6	78,65	- 22	8,7	100,65	69,95	2	20,74	14,41
Торцевая задняя стена	В · Н	179,85	0,6							21,72	15,09
Торцевая передняя стена (без двери)	В·Н·b·h	43,5	0,6							5,25	3,65
Потолок	В·L	549,14	0,7							77,39	57,27
Пол	1,5(L+2В)	106,29	0,3							6,42	4,46
Дверь	b·h	136	0,6							16,42	11,42
Итого:										147,94	106,3

$$\Sigma Q_{огр.зим.} = 147,94 \text{ кДж/кг}; \quad \Sigma Q_{огр.ср.} = 106,3 \text{ кДж/кг}$$

11. Удельный расход тепла на потери через ограждения для зимних условий определяется по формуле

$$q_{\text{огр.зим.}} = \frac{SQ_{\text{огр.зим.}}}{M_p}, \quad (46)$$

где $q_{\text{огр.зим.}}$ - удельный расход тепла на потери через ограждения (на 1 кг испаряемой влаги) для зимних условий, кДж/кг.

12. Удельный расход тепла на потери через ограждения для среднегодовых условий определяется по формуле

$$q_{\text{огр. ср.}} = \frac{SQ_{\text{огр.ср.}}}{M_p}, \quad (47)$$

где $q_{\text{огр. ср.}}$ - удельный расход тепла на потери через ограждения для среднегодовых условий, кДж/кг.

13. Суммарный удельный расход тепла на сушку для зимних условий определяется по формуле

$$q_{\text{зим}} = q_{\text{пр.зим.}} + q_{\text{исп.зим.}} + q_{\text{огр.зим}}, \quad (48)$$

где $q_{\text{зим}}$ - суммарный удельный расход тепла на сушку для зимних условий, кДж/кг.

14. Суммарный удельный расход тепла на сушку для среднегодовых условий определяется по формуле

$$q_{\text{ср}} = q_{\text{пр.ср.}} + q_{\text{исп.ср.}} + q_{\text{огр.ср.}}, \quad (49)$$

где $q_{\text{ср}}$ - суммарный удельный расход тепла на сушку для среднегодовых условий, кДж/кг.

1.3.6 Расход пара

1. Максимальный расход пара в секунду для камер периодического действия в период прогрева определяется по формуле

$$D_{\text{суш.зим.}} = \frac{Q_{\text{пр.зим.}} + SQ_{\text{огр.зим.}}}{r}, \quad (50)$$

где $D_{\text{пр.зим.}}$ - максимальный расход пара в секунду для камер периодического действия в период прогрева, кг/с;

r – теплота парообразования (конденсации) пара, кДж/кг, определяется по таблице А.23 Приложения А.

2. Максимальный расход пара для камер периодического действия в период сушки определяется по формуле

$$D_{\text{суш.зим.}} = \frac{Q_{\text{исп.зим.}} + SQ_{\text{огр.зим.}}}{r}, \quad (51)$$

где $D_{\text{суш.зим.}}$ - расход пара в период сушки, кг/с.

3. Максимальный расход пара для камер непрерывного, в которой прогрев и сушка происходят одновременно определяется по формуле

$$D_{\text{суш.зим.}} = \frac{Q_{\text{пр.зим.}} + Q_{\text{исп.зим.}} + SQ_{\text{огр.зим.}}}{r}, \quad (52)$$

4. Максимальный расход пара сушильным цехом в единицу времени на блок камер периодического действия определяется по формуле

$$D_{\text{цеха зим.}} = D_{\text{пр.зим.}} \cdot n_{\text{пр.}} \cdot D_{\text{суш.зим.}} \cdot n_{\text{суш.}}, \quad (53)$$

где $D_{\text{цеха зим.}}$ - максимальный расход пара сушильным цехом в единицу времени на блок камер периодического действия, кг/с;

$n_{\text{пр.}}$ – число камер, в которых одновременно производится прогрев древесины, принимается равным 1/3 - 1/6 от общего числа камер $n_{\text{к}}$, но не менее одной;

$n_{\text{суш.}}$ – число камер, в которых производится сушка.

Число камер, в которых производится сушка определяется по формуле

$$n_{\text{суш.}} = n_{\text{к}} - n_{\text{пр.}}, \quad (54)$$

где $n_{\text{к}}$ – принятое число сушильных камер, определенное в технологическом расчете.

5. Максимальный расход пара сушильным цехом в единицу времени на блок камер непрерывного действия определяется по формуле

$$D_{\text{цеха зим.}} = D_{\text{суш.зим.}} \cdot n_{\text{к}}, \quad (55)$$

где $D_{\text{цеха зим.}}$ - максимальный расход пара сушильным цехом в единицу времени на блок камер непрерывного

действия, кг/с;

6. Расход пара на годовую программу определяется по формуле

$$D_{\text{год}} = \frac{q_{\text{ср}} \times M_{1\text{м}^3}}{1000 \times r} \times \Sigma \Phi \times C_{\text{длит.}}, \quad (56)$$

где $D_{\text{год}}$ - расход пара на годовую программу, т/год;

$q_{\text{ср}}$ - суммарный удельный расход тепла на сушку для среднегодовых условий, кДж/кг;

$\Sigma \Phi$ - общий объем подлежащих сушке фактических пиломатериалов, м³;

$C_{\text{длит}}$ - коэффициент, учитывающий увеличение расхода пара при сушке пиломатериалов, сохнувших медленнее расчетного материала.

Значение $C_{\text{длит}}$ определяется по таблице А.31 Приложения А в зависимости от отношения средневзвешенной продолжительности сушки фактических пиломатериалов $\tau_{\text{сушка ср.}}$ к продолжительности сушки расчетного материала $\tau_{\text{суш.}}$.

Средневзвешенная продолжительность сушки фактических пиломатериалов определяется по формуле

$$\tau_{\text{сушка ср.}} = \frac{t_1 \times \Phi_1 + t_2 \times \Phi_2 + \dots + t_n \times \Phi_n}{\Sigma \Phi}, \quad (57)$$

где $\tau_{\text{сушка ср.}}$ - средневзвешенная продолжительность сушки фактических пиломатериалов $\tau_{\text{суш.ср.}}$, час.;

t_1, t_2, \dots, t_n - продолжительность сушки фактических пиломатериалов, час.

$\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ - годовой объем этих же материалов, м³.

1.3.7 Выбор конденсатоотводчика

Для предохранения отвода не отработавшего пара и удаления из калориферов скапливающегося (по мере отдачи паром тепла агента сушки) конденсата применяются различные конденсатоотводчики: гидростатические, термостатические и термодинамические. В настоящее время наилучшими признаны термодинамические конденсатоотводчики, характеризующиеся компактностью и надежностью в работе. Наибольшее применение получили термодинамические конденсатоотводчики типа 45 ч 15 нх.

Диаметр условного прохода термодинамического конденсатоотводчика типа 45ч 15нх определяется по диаграмме (рисунок Б.4 Приложения Б) в

зависимости от производительности $\Pi = D_{\text{суш. зим.}}$ давления пара в калориферах.

Основные параметры выбранного термодинамического конденсатоотводчика определяются по таблице А.33 Приложения А.

Технические характеристики выбранного конденсатоотводчика следует снести в таблицу 8.

Таблица 8 – Техническая характеристика термодинамического конденсатоотводчика типа 45 ч 15 нх.

Условный проход d_y , мм	Коэффициент пропускной способности K_U , кг/час	Габаритные размеры, мм		Резьба трубная, дюйм	Масса, кг
		длина	высота		

1.4 Описание технологического процесса сушки

Описание технологического процесса сушки должно вестись конкретно, с указанием названия оборудования, их марок, а также транспортных устройств, обеспечивающих последовательность перемещения и обработки в сушильном цехе сырых и сухих пиломатериалов.

Необходимо описать предполагаемые в проекте механизмы для осуществления следующих транспортных операций:

- подвоз на формирующую площадку в сушильный цех плотных пакетов сырых пиломатериалов;
- формирование сушильных штабелей (указать марку, дать описание работы механизма);
- перемещение сформированных сушильных штабелей или пакетов на промежуточный склад;
- перемещение штабелей на промежуточном складе;
- перемещение штабелей вдоль фронта камер, загрузка и выгрузка штабелей из камеры (указать марку механизма);
- описание технологического режима процесса сушки пиломатериалов;
- подача штабелей в остывочное отделение;
- перемещение штабелей после выдержки на расформирующую площадку;
- расформирование штабелей с сухим пиломатериалом (указать марку механизма);
- отправка плотных сухих пакетов на склад или в цех дальнейшей переработки;

Описание используемых средств механизации должно соответствовать чертежу плана цеха.

Выбор транспортного оборудования и механизмов для формирования и расформирования штабелей определяется в соответствии с организацией производственного процесса сушки и объемами производства.

При рассмотрении технических характеристик, принципа работы транспортного оборудования и механизмов для формирования и расформирования штабелей рекомендуется использовать источники [1] - [3], [12].

При описании технологического процесса сушки необходимо обозначить устройства и приспособления осуществляющие:

- контроль параметров сушильного агента;
- контроль текущей и конечной влажности древесины;
- контроль качества пиломатериалов в процессе сушки.

При сушке пиломатериалов на базе камер периодического действия необходимо составить рабочий режим сушки пиломатериалов.

Рабочий режим представляет собой последовательность технологических операций, осуществляемых в процессе сушки с указанием параметров среды и ориентировочной продолжительности технологических операций процесса сушки для расчетного материала.

Необходимо заполнить таблицу 9.

Таблица 9 - Рабочий режим процесса сушки

Наименование технологического этапа сушки	W в начале и конце этапа, %	Параметры среды		Ориентировочная продолжительность τ , ч
		$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	
Пример заполнения				
Начальный прогрев	55	83	0,5– 1,5	3,2
Сушка по 1-ой ступени режима	55 - 30	75	4	--
Сушка по 2-ой ступени режима	30 - 20	80	8	--
Промежуточная ВТО	--	--	--	--
Сушка по 3-ой ступени режима	20 - 8	100	28	--
Конечная ВТО	8	100	0,5-1,0	2,0
Подсушка после конечной ВТО	8	100	28	2...3
Кондиционирующая обработка	--	--	--	--
Охлаждение материала в камере	8	30-40	--	3,2

При заполнении таблицы необходимо руководствоваться следующими рекомендациями.

1. Первоначально необходимо заполнить строки для сушки по первой, второй и третьей ступеням.

Параметры сушильного агента при сушке по первой, второй и третьей ступеням сушки указываются в соответствии с выбранным режимом (смотреть таблицу 2.1 или 2.2).

В графе - ориентировочная продолжительность операции - ставится прочерк.

2. *Начальный прогрев древесины (начальная влаготеплообработка)* необходим для интенсивного начального прогрева древесины перед сушкой. В камере создается высокая степень насыщенности среды при повышенной температуре.

Температуру среды при прогреве:

- для мягких хвойных пород (сосна, ель, пихта, кедр) определяют по таблице А.35 Приложения А в зависимости от их толщины и режима сушки;

- для лиственницы и твердых лиственных пород (дуб, бук, клен, ильм, орех, ясень, граб) на 5°C выше температуры первой ступени сушки (но не выше 100°C);

- для мягких лиственных пород (береза, ольха, осина, тополь, липа) - на 8°C выше температуры первой ступени сушки (но не выше 100°C).

Психрометрическая разность поддерживается на уровне $\Delta t_{\text{пр}} = 0,5 - 1,5^{\circ}\text{C}$.

Ориентировочно длительность начального прогрева определяется из расчета 1 час на каждый сантиметр толщины пиломатериала.

3. *Промежуточная влаготеплообработка* проводится для снятия или уменьшения влажностных напряжений, возникающих в процессе сушки.

Рекомендуется подвергать промежуточной влаготеплообработке пиломатериалы, толщина которых превышает:

- для сосны, ели, пихты, кедр, осины, липы, тополя - 60 мм;

- для березы, ольхи - 50 мм;

- для лиственницы - 40 мм;

- для твердых лиственных пород (бук, дуб, граб, клен, ясень, орех) - влаготеплообработка обязательна.

Температуру среды поддерживают на 8°C выше температуры:

- второй ступени - при низкотемпературном процессе (но не выше 100°C);

- первой ступени - при высокотемпературном процессе (но не выше 100°C).

Продолжительность промежуточной влаготеплообработки принимается равной $\frac{1}{3}$ от общей продолжительности влаготеплообработки (сумма конечной и промежуточной).

Ориентировочно общая продолжительность влаготеплообработок определяется по таблице А.34 Приложения А в зависимости от породы и толщины пиломатериалов.

Психрометрическая разность поддерживается на уровне $\Delta t_{\text{пром ВТО}} = 1,5 - 2,0^{\circ}\text{C}$.

4. *Конечная влаготеплообработка* проводится с целью снятия или уменьшения остаточных внутренних напряжений.

Конечной влаготеплообработке подвергаются пиломатериалы:

- высушиваемые до эксплуатационной влажности по первой и второй категориям качества;

- твердых лиственных пород и лиственницы независимо от категории качества.

Температуру среды поддерживают на 8 °С выше температуры:

- третьей ступени - при низкотемпературном процессе (но не выше 100 °С);

- второй ступени - при высокотемпературном процессе (но не выше 100 °С).

Продолжительность конечной влаготеплообработки принимается равной $\frac{2}{3}$ от общей продолжительности влаготеплообработки.

Если расчетный материал не подвергается промежуточной влаготеплообработке, то данные таблицы А.34 Приложения А характеризуют продолжительность конечной влаготеплообработки.

5. *Подсушка* после конечной влаготеплообработки.

Пиломатериал выдерживают при психрометрической разности последней ступени режима сушки в течение 2-3 часов.

6. *Кондиционирующая обработка* назначается для выравнивания влажности по объему штабеля и толщине пиломатериалов (недосушенные пиломатериалы подсыхают, а пересушенные увлажняются).

Кондиционирующая обработка проводится в обязательном порядке для пиломатериалов:

- первой категории качества;

- второй категории качества, толщина которых 60 мм и более;

- третьей категории качества - в случае если не достигнута требуемая влажность досок по объему штабеля.

Температуру среды поддерживают на уровне последней ступени режима, но не более.

Степень насыщенности должна соответствовать (по диаграмме равновесной влажности - смотреть рисунок Б.3 Приложения Б) средней заданной конечной влажности, увеличенной на 1 %.

Продолжительность кондиционирующей обработки для пиломатериалов ориентировочно в 2 раза меньше продолжительности конечной влаготеплообработки.

7. *Охлаждение* материала в камере.

Пиломатериалы охлаждают в камере до 30 - 40 °С при открытых приточно-вытяжных каналах и неработающих вентиляторах и калориферах, двери приоткрывают. Ориентировочно длительность охлаждения определяется из расчета 1 час на каждый сантиметр толщины пиломатериала.

Выкатка в цех неохлажденных пиломатериалов не допускается.

1.5 Аэродинамический расчет

Аэродинамический расчет сушильных камер выполняется в следующей последовательности:

- составляется схема циркуляции агента сушки в камере;
- подсчитывается суммарное сопротивление на всех участках движения агента сушки;
- выбирается вентилятор;
- определяется потребляемая и установленная мощность электродвигателя для привода вентилятора, выбирается электродвигатель;
- рассчитывается сечение и форма приточно-вытяжных каналов.

Исходными данными для расчета служат:

- масса циркулирующего агента сушки (формула 20 для камер периодического действия или формула 32 для камер непрерывного действия;
- плотность и приведенный удельный объем агента сушки;
- тип камеры и её конструктивные размеры.)

Методика аэродинамического расчета рассмотрена на примере камеры с поперечной циркуляцией.

1.5.1 Составление аэродинамической схемы камеры

Составляется и вычерчивается развернутая схема циркуляционной системы камеры с последовательной нумерацией всех её участков. На рисунках 1 и 2 представлены аэродинамические схемы камеры; в таблицах 10 и 11 указаны номера и наименования участков.

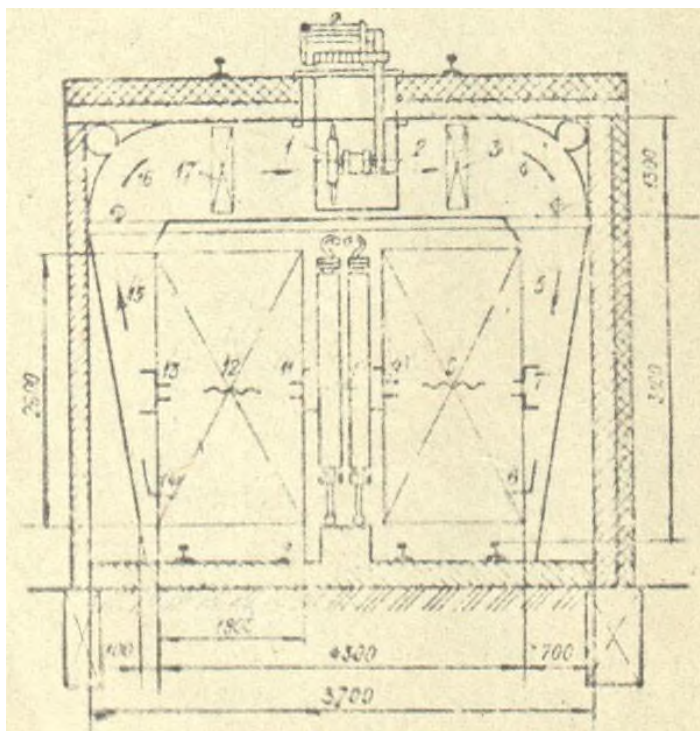


Рисунок 1 - Аэродинамическая схема камеры периодического действия с поперечной циркуляцией с указанием номеров участков

Таблица 10 - Участки циркуляции агента сушки в камере с поперечной циркуляцией

Номера участков	Наименование участков
1	Вентилятор
2	Верхний циркуляционный канал
3, 17	Пластинчатые калориферы
4, 16	Повороты по радиусу
5, 15	Боковые каналы
6, 14	Повороты под углом 98-100°
7, 11	Вход в штабель (внезапное сужение)
8, 12	Штабели
9, 13	Выходы из штабеля (внезапное расширение)
10	Ребристые трубы

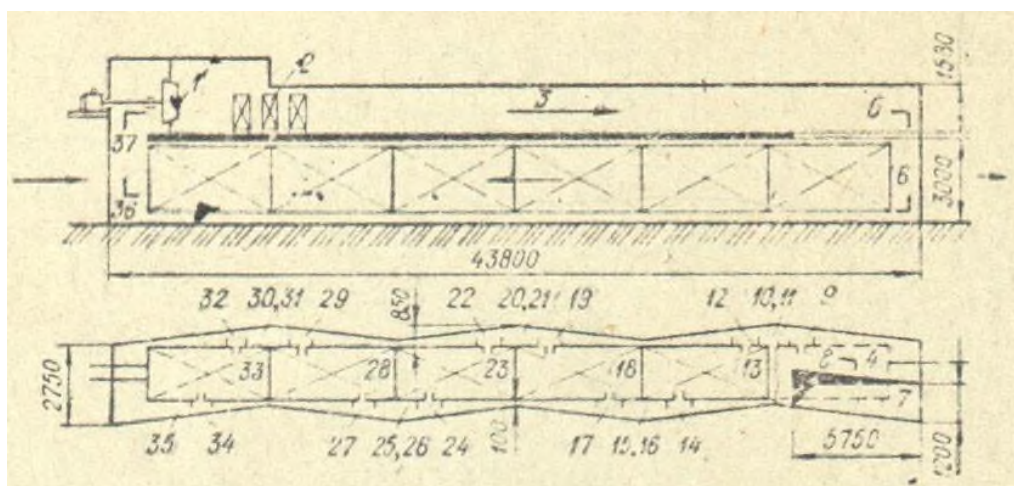


Рисунок 2 - Аэродинамическая схема камеры непрерывного действия с зигзагообразной циркуляцией указанием номеров участков

Таблица 11 - Участки циркуляции агента сушки в камере с зигзагообразной циркуляцией

Номера участков	Наименование участков
1	Вентилятор
2	Пластинчатые калориферы
3	Прямой канал
4, 5	Повороты по углом 90°
7, 12, 17, 22, 27, 32	Вход в штабель (внезапное сужение)
8, 13, 18, 23, 28, 33	Штабеля
9, 14, 19, 24, 29, 34	Выходы из штабеля (внезапное расширение)
36, 37	Повороты по углом 90°
6, 10, 11, 15, 16, 20, 21, 25, 26, 30, 31, 35	Повороты при входе и выходе из штабеля по углом 90°

1.5.2 Расчет суммарного сопротивления на всех участках движения агента сушки

1. *Определение скорости циркуляции агента сушки на каждом участке*

Для определения сопротивления каждого участка подсчитывается скорость циркуляции агента сушки на каждом участке

$$v_i = \frac{V_u}{f_i}, \quad (58)$$

где v_i - скорость агента сушки на i -ом участке, м/с;

V_u - объем циркулирующего агента сушки, м³/сек.;

f_i - площадь поперечного сечения канала в плоскости, перпендикулярной потоку агента сушки на соответствующем участке, м².

Определение площади поперечного сечения канала рассмотрим на примере камеры (рисунок 1).

Участок 1. Вентилятор

$$f_1 = \frac{\rho \times D_b^2}{4} \times n_b, \quad (59)$$

где D_b - диаметр ротора вентилятора, м;

n_b - число вентиляторов в камере, шт.

Предварительно принимается $D_b = 1$ м, число вентиляторов в камере $n_b = 6$ шт.

$$f_1 = \frac{3,14 \times 1^2}{4} \times 6 = 4,7 \text{ м}^2$$

Участок 2. Верхний циркуляционный канал

$$f_2 = H_2 \cdot L, \quad (60)$$

где H_2 - высота циркуляционного канала, м;

L - внутренний размер камеры по длине, м.

$$f_2 = 1,3 \cdot 13,7 = 17,8 \text{ м}^2$$

Участок 3, 17. Пластинчатые калориферы

В данной камере установлено 16 калориферов КФС-11 (по 8 с каждой стороны от вентилятора).

$$f_{3,17} = m \cdot f_{\text{ж.сеч. пл.}}, \quad (61)$$

где m - количество калориферов в камере, шт.;

$f_{\text{ж.сеч. шт.}}$ - живое сечение калорифера, м^2 (смотреть Приложение А, таблица А.36).

$$f_3 = f_{17} = 8 \cdot 0,638 = 5,1 \text{ м}^2$$

Участок 4, 16. Поворот по радиусу

Принимается сечение канала до и после поворота. Рекомендуется принимать меньшее из сечений, в данном случае на участке 4.

$$f_{4,16} = H_4 \cdot L, \quad (62)$$

где H_4 - высота циркуляционного канала, м;

$$f_4 = f_{16} = 0,7 \cdot 13,7 = 9,6 \text{ м}^2$$

Участок 5,15. Боковые каналы

Имеют переменное сечение - форму клина.

$$f_{5,15} = b_{\text{ср.}} \cdot L, \quad (63)$$

где $b_{\text{ср.}}$ - средняя ширина канала, м.

$$b_{\text{ср.}} = \frac{0,1 + 0,7}{2} = 0,4 \text{ м}$$

$$f_5 = f_{15} = 0,4 \cdot 13,7 = 5,48 \text{ м}^2$$

Участок 6, 14. Повороты под углом $98-100^\circ$

Примем сечение канала на участке f_6 до поворота агента сушки, то есть равным f_5 .

$$f_6 = f_{14} = f_5 = f_{15} = 0,4 \cdot 13,7 = 5,48 \text{ м}^2$$

Участок 7, 11. Вход в штабель (внезапное сужение)

$$f_7 = f_{11} = S_{\text{ж.сеч.шт.}}, \quad (64)$$

Живое сечение штабеля $S_{\text{ж.сеч.шт.}}$ определяется по формуле (21).

$$f_7 = f_{11} = 16,9 \text{ м}^2$$

Участок 8, 12. Штабели

$$f_8 = f_{12} = S_{\text{ж.сеч.шт.}}, \quad (65)$$

$$f_8 = f_{12} = 16,9 \text{ м}^2$$

Участок 9, 13. Выходы из штабеля (внезапное расширение)

$$f_9 = f_{13} = S_{\text{ж.сеч.штг.}}, \quad (66)$$

$$f_9 = f_{13} = 16,9 \text{ м}^2$$

Участок 10. Ребристые трубы (2 ряда)

$$f_{10} = S_{\text{ж.сеч.кан.}} = S_{\text{кан.}} - f_{\text{пр. тр.}} \cdot n_{\text{тр.}}, \quad (67)$$

где $S_{\text{ж.сеч.кан.}}$ - живое сечение канала, где располагаются трубчатые калориферы, м^2 ;

$S_{\text{кан.}}$ - площадь канала, равная произведению внутреннего размера камеры на высоту размещения труб в канале, м;

$f_{\text{пр. тр.}}$ - площадь поперечного сечения трубы, м^2 ;

$n_{\text{тр.}}$ - количество труб, шт.

В рассматриваемой камере установлено 98 труб, длиной 2 м, в два ряда по 49 труб в каждом ряду по длине камеры. Трубы размещены в канале высотой около 2,6 м, то есть равной примерно высоте штабеля.

Данная информация берется из таблицы технических характеристик камеры, схемы сушильной камеры.

$$f_{10} = 13,7 \cdot 2,6 - 0,185 \cdot 49 = 26,6 \text{ м}^2$$

Подсчет скорости циркуляции v_i на каждом участке рекомендуется выполнять по форме таблицы 12.

Таблица 12 - Скорость циркуляции агента сушки на каждом участке

Номер участков	1	2	3, 17	4, 16	5, 15	6, 14	7, 11	8, 12	9, 13	10
$f_i \cdot \text{м}^2$	4,7	17,8	5,1	9,6	5,48	5,48	16,9	16,9	16,9	26,6
$v_i, \text{м/с}$	10,8	2,85	9,95	5,3	9,26	9,26	3,0	3,0	3,0	1,9

К примеру, скорость циркуляции агента сушки через штабель $V_{\text{мат.}} = 3,0$ м/с (смотреть подраздел 1.3.2), тогда

$$V_{\text{ц}} = V_{\text{мат.}} \cdot S_{\text{ж.сеч.штг.}}, \quad (68)$$

$$V_{\text{ц}} = 3 \cdot 16,9 = 50,7 \text{ м}^3/\text{с}$$

Скорость циркуляции v_i рассчитывается по формуле (58).

Рекомендуемые скорости циркуляции агента сушки на отдельных участках представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Расчетные скорости агента сушки

Участки	Скорость, м/с
1) При поперечной циркуляции через штабелю: - в камерах периодического действия - в камерах непрерывного действия	2-4 5 и выше
2) В пространствах сбоку штабелей	до 6
3) Через калориферы: - из ребристых труб - через пластинчатые	3-5 до 20
4) В воздуховодах от вентилятора	10-15
5) При выхлопе из насадок	25-35
6) В выхлопных трубах с принудительной циркуляцией	3-10

2. Выбор коэффициентов местных сопротивлений

Для выбора коэффициентов местных сопротивлений приведены таблицы и графики.

Таблица 14 - Значение коэффициента $\zeta_{пов.}$ для колена (поворот потока без закругления)

Угол поворота в градусах	90	120	135	150
$\zeta_{пов.}$	1,1	0,55	0,25	0,20

Таблица 15 - Значение коэффициента $\zeta_{пов.}$ для поворота под углом 90^0 при круглой или квадратной трубе

Отношение $\frac{R}{d}$	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0
$\zeta_{пов.}$	0,5	0,25	0,20	0,175	0,15

Для канала прямоугольного сечения $b \times h$ величина $\zeta_{пов.}$ по таблице 15 умножается на коэффициент k , величина которого зависит от величины $\frac{b}{h}$ (b - ширина канала, h - высота канала)

Таблица 16 - Значение коэффициента k

$\frac{b}{h}$	0,25	0,50	0,66	0,80	1,0	1,25	1,50	1,75	2,0	2,5	3,0
k	1,8	1,5	1,3	1,17	1,0	0,8	0,67	0,55	0,46	0,4	0,37

Таблица 17 - Значение коэффициента $\zeta_{\text{суж.}}$ для внезапного сужения потока (по скорости в меньшем сечении)

Отношение площадей $\frac{f}{F}$	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\zeta_{\text{суж.}}$	0,29	0,25	0,18	0,13	0,08	0,04	0,01	0

Таблица 18 - Значение коэффициента $\zeta_{\text{расш.}}$ для внезапного расширения потока (по скорости в меньшем сечении)

Отношение площадей $\frac{f}{F}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\zeta_{\text{расш.}}$	1,0	0,81	0,64	0,48	0,36	0,25	0,16	0,10	0,05	0,01

При определении $\zeta_{\text{суж.}}$, $\zeta_{\text{расш.}}$

$$f = S_{\text{ж.сеч.шт.}}; F = F_{\text{габ. шт.}}, \quad (69)$$

где $F_{\text{габ. шт.}}$ - габаритная боковая площадь штабеля, м².

Соппротивление одного ряда штабеля может быть определено по формуле

$$\Delta h_{\text{шт.}} = \frac{\rho \times v_{\text{габ.}}^2}{2} \times \zeta_{\text{габ.}}, \quad (70)$$

где $\Delta h_{\text{шт.}}$ - сопротивление одного ряда штабеля, Па;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

$v_{\text{габ.}}$ - скорость агента сушки перед штабелем, м/с;

$\zeta_{\text{габ.}}$ - коэффициент сопротивления штабеля, который при $S_{\text{пр.}} = \text{const}$ зависит от ширины штабеля и толщины материала, определяется по таблице 19.

$$v_{\text{габ.}} = \frac{V_{\text{ц}}}{F_{\text{габ.шт}}}, \quad (71)$$

Таблица 19 - Значение коэффициента $\zeta_{\text{габл.}}$ для ширины штабеля $b = 1,8-2,0$ м

Толщина прокладок, $S_{\text{пр.}}$, мм	Коэффициент $\zeta_{\text{габл.}}$ при толщине досок S , мм							
	13	19	25	32	40	50	60	70
25	6,2	8,6	11,5	15,2	20	26	34	43
32	-	7,3	9,5	12	16	20	28	36

Сопротивление калорифера Δh_k из ребристых труб определяется по графику (рисунок Б.5, Приложение Б). Сопротивление одного ряда пластинчатых калориферов Δh_k принимается по таблице А.37, Приложение А в зависимости от типа калорифера и весовой скорости агента сушки.

Коэффициент местного сопротивления экранов (перегородок), в которых монтируются осевые вентиляторы, принимают:

- для камер с вентиляторами на поперечных валах (ЛТА-Гипродрев, СПЛК, СПВ-62) $\zeta_{\text{экр.}} = 0,8$;

- для камер с вентиляторами на продольном валу (ЦНИИМОД-23) $\zeta_{\text{экр.}} = 2,5$;

- для камер непрерывного действия $\zeta_{\text{экр.}} = 0,5$.

3. *Определение сопротивлений движению агента сушки на каждом участке*

Статический напор складывается из суммы сопротивлений на трение на всех прямых участках сети и суммы местных сопротивлений на всем пути циркуляции (с учетом рисунка 1, таблиц 10 и 12) и определяют по формуле

$$h_{\text{ст.}} = \Sigma h_i, \quad (72)$$

Участок 1. Вентилятор (вход в вентилятор)

$$\Delta h_1 = \frac{0,8 \times 0,8^2}{2} \times 0,8 = 37 \text{ Па}$$

Участок 2. Верхний циркуляционный канал

$$\Delta h_2 = \frac{l \times u^2}{2} \times \frac{\chi \times u}{4 \times f}, \quad (73)$$

где χ - коэффициент трения;

l - длина участка, м;

u - периметр канала, м².

Для лесосушильных камер, где сопротивления трению играют малую роль в общей величине напора, коэффициенты трения χ можно принимать постоянными: для металлических каналов - 0,016; оштукатуренных каналов - 0,03; кирпичных неоштукатуренных каналов - 0,04.

$$u = 2 \cdot L + 2 \cdot H, \quad (74)$$

$$u = 2 \cdot 13,7 + 2 \cdot 1,3 = 30 \text{ м}$$

$$f = H_1 \cdot L, \quad (75)$$

$$f = 1,3 \cdot 13,7 = 17,8 \text{ м}^2$$

$$\Delta h_2 = \frac{0,8 \times 2,85^2}{2} \times \frac{0,03 \times 4,3 \times 30}{4 \times 17,8} = 0,18 \text{ Па}$$

Участок 3. 17. Пластинчатые калориферы

$$\rho \cdot v_k = 0,8 \cdot 9,95 = 7,96 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}$$

По таблице А.37, Приложения А для калориферов КФС находим сопротивление одного ряда $\Delta h_k = 30 \text{ Па}$.

$$\Delta h_{3,17} = 30 \cdot 2 = 60 \text{ Па}$$

Участок 4. 16. Поворот по радиусу

$$\Delta h_{4,16} = \frac{r \times u^2}{2} \times z_{нов} \times 2, \quad (76)$$

По таблице 15 при $\frac{R}{d} = \frac{1,3}{1,3} = 1,0$ $\zeta_{пов.} = 0,25$

$$\Delta h_{4,16} = \frac{0,8 \times 5,3^2}{2} \times 0,25 \times 2 = 5,4 \text{ Па}$$

($z_{нов}$ взят без учета отношения $\frac{b}{h}$, фактически коэффициент был бы меньше).

Участок 5, 15. Боковые каналы. Расчет по формуле (73).

$$\Delta h_{5,15} = \frac{0,8 \times 9,26^2}{2} \times \frac{0,028 \times 3 \times 28,2}{4 \times 5,48} \times 2 = 7,4 \text{ Па}$$

$$x = \frac{0,016 + 0,04}{2} = 0,028$$

(боковую стенку штабеля по шероховатости можно приравнять к неоштукатуренной стене); $l = 3 \text{ м}$ (высота сушильного пространства).

$$u = 2 \cdot 0,4 + 2 \cdot 13,7 = 28,2 \text{ м}$$

Участок 6, 14. Поворот под углом $98-100^\circ$, $\zeta_{пов.} = 0,92$

$$\Delta h_{6,14} = \frac{0,8 \times 9,26^2}{2} \times 0,92 \times 2 = 62,8 \text{ Па}$$

Участок 7, 11. Вход в штабель, $\zeta_{\text{суж.}} = 0,18$ (таблица 17)

$$\Delta h_{7, 11} = \frac{0,8 \times 3^2}{2} \times 0,18 \times 2 = 1,3 \text{ Па}$$

Участок 8, 12. Штабели, $\zeta_{\text{таб.}} = 11,5$ для $S=25$ мм (таблица 19)

$$\Delta h_{8, 12} = \frac{0,8 \times 1,5^2}{2} \times 11,5 \times 2 = 20,7 \text{ Па}$$

Участок 9, 13. Выход из штабеля, $\zeta_{\text{расш.}} = 0,25$ (таблица 18)

$$\Delta h_{9, 13} = \frac{0,8 \times 3^2}{2} \times 0,25 \times 2 = 1,8 \text{ Па}$$

Участок 10. Ребристые трубы (2 ряда)

$$v_0 = \frac{0,8 \times 1,9}{1,3} = 1,17 \text{ м/с}$$

По рисунку Б.7, Приложения Б при $v_0 = 1,17$ м/с и шахматном расположении труб в два ряда

$$\Delta h_{10} = 1,6 \times 2 = 3,2 \text{ Па}$$

Для определения сопротивления движению агента сушки (статического напора) $h_{\text{ст.}}$ необходимо использовать формулу (72).

1.5.3 Выбор вентилятора

Вентилятор выбирается по производительности и напору (давлению).

Полный напор вентилятора складывается из статического и динамического напоров, определяется по формуле

$$H_{\text{в}} = h_{\text{ст}} + h_{\text{д}}, \quad (77)$$

где $H_{\text{в}}$ - полный напор вентилятора, Па;

$h_{\text{ст}}$ - статический напор вентилятора, Па;

$h_{\text{д}}$ - динамический напор вентилятора, Па.

Центробежный или осевой вентилятор с приводом и системой подключенных к нему воздухопроводов принято называть вентиляторной установкой. Вентиляторная установка может иметь незамкнутую, работающую на выхлоп (в эжекционных камерах) или замкнутую систему воздухопроводов.

В замкнутой системе динамический напор вентилятора можно не учитывать. Поэтому для камер, оснащенных осевыми и центробежными вентиляторами, полный напор определяют только с учетом статического напора, то есть напора на преодоление всех сопротивлений в системе циркуляции ($H_B = h_{ст}$).

В замкнутых системах циркуляции сумма местных сопротивлений - основная величина.

Производительность вентилятора определяется по формуле

$$V_B = \frac{V_u}{n}, \quad (78)$$

где n - число вентиляторов в камере, шт.

Для выбора вентилятора пользуются их индивидуальными групповыми и безразмерными характеристиками.

Характеристики - это графики, взаимосвязывающие основные аэродинамические параметры вентиляторов (H_B , V_B , скорость воздуха в выхлопном отверстии - u_B , частота вращения ротора вентилятора - n_B , коэффициент полезного действия вентилятора - η_B).

Характеристики составлены для так называемого "стандартного воздуха" при температуре $t=20$ °С, относительной влажности $\phi = 0,5$ и плотности $\rho_{ст} = 1,2$ кг/м³. Если действительная плотность агента сушки ρ отличается от "стандартной", то вентилятор подбирается по так называемому характеристическому напору

$$H_{хар} = H_B \cdot \frac{1,2}{\rho}, \quad (79)$$

где $H_{хар}$ - характеристический напор, Па.

При выборе вентилятора по безразмерным характеристикам определяется безразмерная производительность и безразмерный напор

$$V_{безр.} = \frac{24,5 \times V_B}{D_B^3 \times n_B}, \quad (80)$$

где $V_{безр.}$ - безразмерная производительность вентилятора, м³/с;

D_B - диаметр ротора вентилятора, м (принимается предварительно);

n_B - частота вращения ротора вентилятора, об/мин (принимается предварительно).

$$H_{безр.} = \frac{3600 \times H_{хар}}{D_B^2 \times n_B^2}, \quad (81)$$

где $H_{безр.}$ - безразмерный напор вентилятора, Па.

На рисунках Б.6, Б.7, Б.8 Приложения Б представлены групповые и безразмерные характеристики, с помощью которых производится выбор вентиляторов некоторых типов. Выбирается вентилятор с наибольшим КПД, однако это не единственный критерий. Обязательно учитывается и схема привода в зависимости от частоты вращения ротора.

1.5.4 Определение мощности и выбор электродвигателя

Максимальная теоретическая мощность вентилятора N_B определяется в зависимости от его напора, производительности и КПД

$$N_B = \frac{H_{хар} \times V_6}{h_6} \times 10^3, \quad (82)$$

где N_B - максимальная теоретическая мощность вентилятора, кВт;
 η_B - коэффициент полезного действия.

В современных лесосушильных камерах периодического действия используются 2 и 3-х скоростные электродвигатели. Определение N_B по $H_{хар}$ на 1-ой ступени режима гарантирует нормальную работу вентиляторной установки на холодном воздухе (при испытании камер, в начале сушки). При определении мощности вентилятора N_B на 2-ой и 3-ей ступени режима в формулу (82) следует подставлять N_B и V_B при скорости и плотности агента сушки на соответствующей ступени.

Мощность электродвигателя для привода вентиляторов определяется по формуле

$$N_{уст.} = \frac{N_6 \times k_3 \times k_t}{h_n}, \quad (83)$$

где $N_{уст.}$ - мощность электродвигателя, кВт;

k_3 - коэффициент запаса мощности на пусковой момент
(определяется по таблице А.38 Приложения А);

k_t - коэффициент запаса, учитывающий влияние температуры среды где расположен электродвигатель (определяется по таблице А.39 Приложения А);

η_n - КПД передачи: 1,0 - при непосредственной насадке ротора вентилятора на вал электродвигателя; 0,95 - при соединении вала вентилятора и электродвигателя с помощью муфты; 0,90 - при использовании передачи с клиновыми ремнями; 0,85 - с плоскими ремнями.

Подбор электродвигателя к вентилятору производится по каталогу, справочным данным [1] или по таблице А.40 Приложения А.

1.6 Описание конструкции здания проектируемого цеха

В данном разделе необходимо описать:

- конфигурацию здания сушильного цеха;
- шаг между колоннами по периметру здания;
- этажность здания;
- высоту от уровня пола до низа строительной конструкции на опоре для производственных, вспомогательных и бытовых помещений;
- конструкцию фундамента;
- конструкцию стен, полов и перекрытий;
- конструкцию дверных проемов.

Конфигурация здания сушильного цеха прямоугольной формы.

Здания сушильных цехов состоят из унифицированных блоков (колонны, верхние и нижние перекрытия, панели), выпускаемых строительной индустрией.

Каркас – это несущая основа здания, состоящая из поперечных и продольных элементов. Основные элементы каркаса – рамы. Они состоят из колонн и несущих конструкций покрытий – балок, ферм. Рамы собираются из типовых элементов заводского изготовления. При строительстве сушильных цехов применяют железобетонные каркасы.

Шаг колонн (между осями) по периметру 6, 9, 12,18 метров. Здание перекрывается балками пролетом 24 или 30 метров.

Для восприятия вертикальных и горизонтальных нагрузок предусмотрены отдельные опоры – сборные железобетонные колонны прямоугольного или квадратного сечения заводского изготовления. Для каркасов зданий, оборудованных мостовыми кранами, применяются колонны прямоугольного сечения или двухветьевые.

Для опирания рельсов, по которым передвигаются мостовые краны смонтированы подкрановые балки. Их изготавливают из железобетона или из стали.

Под колонны каркаса зданий устанавливают фундаменты из железобетона в сборном или монолитном исполнении.

Стены зданий должны быть прочными и устойчивыми, обеспечивать необходимые тепло-звукоизолирующие показатели, огнестойкость, долговечность и экономичность.

Стены основных и вспомогательных зданий монолитные или из сборных крупноразмерных конструкций (блоков, панелей, объемных элементов).

Толщина наружных кирпичных стен, мм: 250, 380, 510, 640, 770.

Толщина наружных железобетонных стен, мм: 300, 400, 500, 600.

Толщина внутренних несущих кирпичных стен, мм: 250, 300.

Толщина внутренних несущих железобетонных стен, мм: 200, 300.

Толщина внутренних перегородок из кирпича – 120 мм, железобетонных - 80, 100 мм.

Пристройки, где находятся бытовые и хозяйственные помещения, служебные помещения, лаборатория выполняются из кирпича.

Высота от уровня пола до низа строительной конструкции на опоре: для производственных помещений – 10,8 м, для вспомогательных помещений - 2,5 - 3,0 м, для бытовых помещений – 2,5 - 2,7 м.

Для обеспечения естественной освещенности предусмотрены оконные проемы. Соотношение оконных проемов к площади помещений 1:4.

Полы любых помещений должны хорошо сопротивляться механическим воздействиям; обладать достаточной жесткостью и упругостью; иметь малую теплопроводность; быть гладкими, бесшумные при ходьбе; имеют малое количество швов и легко очищаются.

Полы производственных помещений монолитные бесшовные – бетонные с цементной затиркой.

В лаборатории, комнате мастеров полы рулонные – настил линолеума. Линолеум укладывают по ровному жесткому основанию и приклеивают к нему специальным клеем.

В бытовых помещениях полы из керамической плитки. Плитки различных размеров и конфигурации укладывают на слой цементного раствора толщиной 10 ... 15 мм.

Для производственных, бытовых и пожарных целей предусмотрены дверные проемы. Ширина дверных проемов не менее 1 м. Наружные двери должны иметь тамбур, расположенный внутри помещения. Во внутренних помещениях устанавливаются щитовые или филенчатые двери, в наружных – филенчатые.

Тип ворот промышленных зданий определяется характером транспортных средств, применяемых на производстве, их габаритных размеров, от вида и размеров технологического оборудования. В настоящее время на промышленных предприятиях используют ворота следующих видов:

- распашные - состоят из полотнищ, в одном из полотнищ устраивают калитку;
- раздвижные - одно-двуполотные, применяются в условиях тесноты, когда не требуется большая плотность притворов;
- шторные и подъемно-секционные.

1.7 Расчет площадей и кубатуры цеха

Выполнение данного подраздела необходимо осуществить в следующей последовательности:

1) *Определить состав помещений*

Состав и количество помещений определяется производственной необходимостью в зависимости от применяемого типа сушильных камер, принятой системой погрузочно-разгрузочных и транспортных работ и мощностью цеха.

Сушильный цех предусматривает наличие следующих помещений:

а) основные производственные помещения (площади, занятые оборудованием, рабочими местами, и проходами между ними). К ним относятся:

- площадь, занимаемая сушильными камерами;
- помещение для формирования сырых штабелей;
- склад сырых пиломатериалов (промежуточный склад);
- помещение для расформирования сухих штабелей;
- склад сухих штабелей (остывочное отделение);
- траверсные коридоры;
- коридор управления;
- проезды, проходы;

б) вспомогательные помещения:

- лаборатория цеха;
- механические мастерские (при больших объемах производства);
- контора и комната мастера цеха.

в) бытовые помещения (предназначаются для санитарно-гигиенического обслуживания работников цеха, для организации питания, отдыха): комната отдыха, курительная, гардероб, душ, санузлы, комната приема пищи.

2) *Выполнить предварительную планировку сушильного цеха*

Вначале целесообразно выполнить предварительную планировку с учетом принятой номенклатуры основного технологического оборудования для выполнения производственной программы. Размещение оборудования должно соответствовать нормам технологического проектирования.

Планировка цеха должна обеспечивать рациональную организацию всего технологического процесса в цехе, механизацию трудоемких погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, соблюдение условий техники безопасности и норм санитарии.

Способ, место и применяемые механизмы для формирования и расформирования штабелей определяются конкретными условиями производства, типом применяемых сушильных камер.

Компоновка производственных помещений цеха должна соответствовать разработанной технологической схеме транспортирования сырья и готовой продукции (по конкретным операциям).

Примеры вариантов планировки сушильных цехов представлены в Приложении Д.

3) Рассчитать площадь и кубатуру цеха

Расчет площадей цеха осуществляется укрупнено по нормам удельной площади с учетом требований охраны труда.

За основу расчета необходимо взять площади сушильных камер, размер которых регламентирован конструкцией, а количество определено технологическим расчетом.

Расчет площадей помещений производится на основании рекомендаций, приведенных в таблице А.32 Приложения А.

Например: Проектом предусмотрены четырнадцатистабельные камеры непрерывного действия СП-5КМ. потребное количество камер, обеспечивающих выполнение готовой программы- 4 шт.

Площадь одной сушильной камеры составляет $31 \cdot 7,2 = 223,2 \text{ м}^2$.

Площадь всех сушильных камер составит $223,2 \cdot 4 = 892,8 \text{ м}^2$, с округлением 893 м^2 .

Согласно нормам соотношения площадей - сушильные камеры занимают 25% от производственной площади сушильного цеха. Исходя из этого легко определить площадь всех производственных помещений $\frac{893 \cdot 93}{25} = 3321,96 \text{ м}^2$.

По аналогичной схеме производятся расчеты всех площадей сушильного цеха.

Окончательная площадь сушильного цеха определяется с учетом стандартной сетки колонн. Габаритные длина и ширина цеха должны быть кратны 6 или 9.

Для определения объема сушильного цеха необходимо знать высоту отдельных помещений (смотреть подраздел 1.6)

Данные по примерному составу, соотношению площадей и объемов участков сушильного цеха целесообразно снести в таблицу 20.

**Таблица 20 –Примерный состав и соотношение площадей и объемов
участков сушильного цеха**

Наименование участков и помещений	Площадь, м ²	Кубатура, м ³
1	2	3
Производственные участки:		
Сушильные камеры		
Траверсные коридоры		
Коридор управления		
Проезды, проходы		
Помещение для формирования сырых штабелей		
Помещение для расформирования сухих штабелей		
Промежуточный склад		
Остывочное отделение		
Итого:		
Вспомогательные помещения:		
Лаборатория цеха		
Комната мастера		
Механическая мастерская		
Итого:		
Бытовые помещения:		
Комната отдыха		
Гардероб, санузел, гардероб		
Курительная		
Итого:		
Всего:		

1.8 Расчет стоимости строймонтажных работ

В стоимость единицы строительства входят:

- общестроительные работы, санитарно-технические (отопление, пароснабжение, вентиляция, водопровод, канализация);
- особо строительные работы (устройство фундаментов, траншеи, металлические площадки).

Данные по стоимости единиц строительства необходимо брать на предприятиях или в других источниках, выдающих данную информацию (например, интернетресурсы).

В том случае, когда дипломником проектируется реконструкция цеха в имеющихся помещениях, необходимо учесть возможные пристройки или внутреннюю перестройку (перенос стен, проемов, фундаментов).

При реконструкции цеха также необходимо произвести проверочный расчет потребного количества вспомогательных, подсобных и бытовых помещений по существующим нормам.

Стоимость дополнительных работ, связанных с реконструкцией цеха, следует брать в процентах от стоимости строительства примерно от 20 до 75%.

Данные по расчетам стоимости здания сводятся в таблицу 21 (в таблице указана рекомендуемая стоимость строительства различных участков сушильных цехов).

Таблица 21 – Расчет стоимости здания

Наименование помещения	Кубатура здания, м ³	Стоимость тыс.руб/м ³	Общая стоимость, тыс.руб.
1.Производственные участки:			
- сушильные камеры		2,3	
- траверсные коридоры		2,3	
- помещение для формирования сырых штабелей		1,5	
- помещение для формирования сухих штабелей		1,5	
- склад сырых штабелей		1,5	
- склад сухих штабелей		1,5	
- коридор управления		2,5	
- проезды, проходы		0,9	
- площадка мостового крана		1,5	
2. Вспомогательные помещения		3,0	
3. Бытовые помещения		3,5	
Итого:			

После расчета стоимости здания производим расчет строительно-монтажных работ.

При определении стоимости строительных работ необходимо брать строительный объем здания по наружному его обмеру, включая перекрытия.

Необходимо определить объем работы по демонтажу (при необходимости) и монтажу оборудования, связанных со строительством нового и реконструкцией действующего цеха. Для этого составляется ведомость оборудования, установленного в цехе, с указанием его стоимости, а от стоимости в определенном проценте берется стоимость монтажных и демонтажных работ.

Цена по балансу уточняется на предприятиях или при доступной информации из других источников.

Стоимость монтажных работ для сушильных камер определяется как 40,2% от стоимости камеры, для транспортного оборудования стоимость монтажных работ определяется из расчета 16% от стоимости оборудования.

Данные по расчетам стоимости строительно-монтажных работ представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Ведомость оборудования, установленного в лесосушильном цехе

Наименование оборудования	Кол-во	Цена по балансу, тыс.руб.	Стоимость демонтажа оборудования, тыс.руб./ед.	Стоимость монтажа, тыс.руб.	Стоимость оборудования с монтажом, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования с монтажом, тыс.руб.
1	2	3	4	5	6	7
<i>Пример заполнения</i>						
Сушильная камера	5	1800		723,6	2553,6	12618
Траверсная тележка	2	250		40	290	580
ПФЛ-1	1	1000		160	1160	1160
Мостовой кран	2	300		48	348	696
Итого:						15054

Краткие пояснения по таблице 22:

- 1) при планировке нового цеха колонка "Стоимость демонтажа оборудования" из таблицы исключается;
- 2) гр.2 - определено в технологическом расчете;
- 3) гр.3 - согласуется с руководителем дипломного проекта на основании данных, полученных на действующих предприятиях;
- 4) гр.4 и гр.5 - на основании таблицы А.41 Приложения А;
- 5) гр.6 - гр.3 + гр.4 + гр.5;
- 6) гр.7 - гр.6 · 2

Результаты расчетов по общим затраты на строительстве нового или реконструкцию цеха потребуются дипломнику при выполнении экономического раздела при определении срока окупаемости затрат и себестоимости выпускаемой продукции.

1.9 Расчет расхода осветительной и силовой электроэнергии

1. Расчет расхода силовой электроэнергии

Мощность, потребляемая электродвигателями определяется по формуле

$$W_a = \frac{N_{уст.} \cdot T_{расч.} \cdot K_3 \cdot K_o}{K_d \cdot K_c}, \quad (84)$$

- где W_a – мощность, потребляемая электродвигателями, кВт/ч;
 $N_{уст.}$ – установленная мощность электродвигателей, кВт;
 $T_{расч.}$ – расчетное время работы двигателей в год, час.;
 K_3 – коэффициент загрузки электродвигателей для деревообрабатывающих станков, принимается 0,5-0,9;

K_o – коэффициент одновременной работы двигателей, обычно составляет 0,4-1,0;

K_d – коэффициент потерь в двигателе, составляет 0,9;

K_c – коэффициент потерь в сети, составляет 0,95-0,96.

При укрупненных расчетах выражение $\frac{K_3 \times K_o}{K_d \times K_c}$ можно заменить одним коэффициентом спроса $K_{СП}$, конкретное значение которого находят по таблице А.42 Приложения А.

Расчетное время работы электродвигателей в год определяется по формуле

$$T_{расч} = (365 - (В + П)) \cdot \tau_{см} \cdot n, \quad (85)$$

где $T_{расч}$ – расчетное время работы электродвигателей, час;

$В$ – количество выходных дней;

$П$ – количество праздничных дней;

$\tau_{см}$ – продолжительность смены, час.;

n – количество рабочих смен.

Сушильные камеры в течение года работают непрерывно. Время на осмотры и профилактические ремонты нормируется 30 сутками, тогда продолжительность работы сушильных камер в год составит 335 дней. Продолжительность смены при непрерывной работе сушильных камер составляет 8 часов. Количество смен – 3. Тогда

$$T_{расч.} = 335 \cdot 8 \cdot 3 = 8040 \text{ часов}$$

Сушильные камеры в течение этого времени имеют вынужденные технологические остановки, связанные с затратой времени на погрузочно-разгрузочные работы $\tau_{п/р.раб}$ и на охлаждение материала в камере $\tau_{охл.кам.}$ до температуры 30-40 °С.

$\tau_{п/р.раб}$ нормируется 0,1 суток (2,4 часа) на каждый оборот камеры, количество которых для расчетного материала (например, сосна, $T=25\text{мм}$) составит $335/3,1=108$ часов.

Тогда $\tau_{п/р.раб} = 108 \cdot 2,4 = 259,2 = 260$ часов/год.

$\tau_{охл.кам.}$ нормируется в 1 час на 1 см толщины пиломатериала, тогда $\tau_{охл.кам.} = 1 \cdot 2,5 \cdot 108 = 270$ часов/год.

Реальное время работы сушильной камеры в год составит

$$T_{расч} = 8040 - (260 + 270) = 7510 \text{ часов}$$

Эту величину необходимо принимать в расчет при определении расхода годовой электроэнергии на привод вентиляторов сушильной камеры.

Расчет времени работы электродвигателей для остального оборудования сушильного цеха производится при условии двухсменной работы при нормальной продолжительности рабочего дня (8,2 часа) и двух выходных. В этом случае

$$T_{\text{расч.}} = [365 - (104 + 8)] \cdot 8,2 \cdot 2 = 4150 \text{ часов}$$

Кроме того следует учитывать, что в зависимости от мощности сушильного цеха часть оборудования может использоваться только в течение одной смены (часто вертикальные подъемники), тогда расчетное время уменьшается в два раза и составит $\frac{4150}{2} = 2075$ часов.

Установленная мощность электродвигателей $N_{\text{уст}}$ определяется по паспортным данным с учетом количества и мощности электродвигателей, установленных на нем. Для определения мощности можно воспользоваться учебными пособиями [1], [2], [4]. В случае реконструкции оборудования их энергетическая мощность определяется расчетом, а выбор необходимого электродвигателя производится по учебным пособиям [1], [5]. во вновь проектируемых цехах рекомендуется устанавливать электродвигатели одной серии, трехфазные асинхронные А2 или А02.

Данные расчета годовой потребности в силовой электроэнергии сносятся в таблицу 23.

Таблица 23 – Расчет годовой потребности в электроэнергии для оборудования

Наименование потребителя	Количество оборудования, шт.	Серия и тип электродвигателя	Мощность электродвигателя, кВт	Количество электродвигателей, шт	Установленная мощность двигателей, кВт	Коэффициент спроса, $K_{\text{сп}}$	Расчетная мощность, $N_{\text{расч.}}$, кВт	Время работы оборудования в год $T_{\text{расч.}}$, час.	Годовая потребность в электроэнергии, W_A , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Пример заполнения</i>									
Сушильные камеры Валмет-3	5	A02	22,0	15	330	0,8	264	7510	1982640
Итого:									

Краткие пояснения по таблице 23:

- гр.6 = гр.4 · гр.5;
- гр.8 = гр.6 · гр.7;
- гр.10 = гр.8 · гр.9.

2. Расчет расхода осветительной электроэнергии

Для создания нормального освещения, облегчающего работу в темные часы суток или в затемненных помещениях, применяются светильники с лампами накаливания и люминесцентные лампы, а также прожекторы.

Нормальное освещение - освещение, при котором создается достаточно равномерное освещение рабочей зоны; отсутствует блеск, слепящий глаза.

При определении потребной мощности и количества электроэнергии используется метод удельной установленной мощности. Он заключается в том, что по заданной освещенности и типу светильников определяется удельная мощность в ваттах на 1 м² пола.

Общая мощность необходимая для освещения всей площади данного помещения, определяется по формуле

$$W_{oc} = F \cdot P \cdot K_{сп} \cdot T_{раб.}, \quad (86)$$

где W_{oc} – годовое потребление электроэнергии помещением (участком), кВт/ч;

F – площадь помещения (участка) в м²;

P – удельная мощность на освещение, Вт/м²;

$K_{сп}$ – коэффициент спроса, учитывает не одновременность в работе сразу всех светильников.

Время работы светильников можно определить укрупнено. При двухсменной работе и расчетом количества дней в году 253 продолжительность работы светильников составляет 8-10 часов, тогда годовая продолжительность работы светильников составит

$$T_{раб.} = 253 \cdot 9 = 2277 \text{ часов/год}$$

Это время необходимо принимать в расчет для всех участков сушильного цеха, кроме коридора управления, лаборатории и наружного освещения.

Расчетное количество дней в году для коридора управления и лаборатории составляет 335, а для наружного освещения – 365. Средняя продолжительность работы светильников при трехсменной работе составляет 13 часов. Тогда для коридора управления и лаборатории

$$T_{раб.} = 335 \cdot 13 = 4355 \text{ часов/год}$$

а для наружного освещения $T_{раб.} = 365 \cdot 13 = 4547 \text{ часов/год}$.

На основании расчетов составляется таблица 24.

Таблица 24 - Расчет годовой потребности в электроэнергии на освещение

Наименование помещений или производственного участка	Площадь помещения, м ²	Минимальное освещение, лк	Удельная мощность Р, Вт/м ²	Установленная мощность светильников N _{уст.} , кВт	Коэффициент спроса КСП	Расчетная мощность N _{расч.} , кВт	Количество часов работы светильников T _{раб.} , час/год	Готовая потребность в электроэнергии W _{ос.} , кВт·ч
Пример заполнения								
Лаборатория	36	50	18	0,65	0,8	0,52	4355	2264,6
Остывочное отделение	486	5	4	1,94	0,3	0,58	2277	1325,2
Итого:								3589,8

Краткие пояснения по таблице 24:

- гр.3 - по таблице А.43 приложения А;
- гр.5 = $\frac{гр.2 \cdot гр.4}{1000}$;
- гр.7 = гр.5 · гр.6;
- гр.9 = гр.7 · гр.8.

1.10 Расчет расхода тепла и воды на отопление, вентиляцию и бытовые нужды

1. Расчет годовой потребности в паре на технологические нужды

Потребность в паре на технологические нужды зависит от особенностей производства и определяется расчетами или принимается по укрупненным нормативам, паспортным данным.

Годовая потребность в паре на технологические нужды принимается по данным расчетно-технологической части дипломного проекта и определяется по формуле

$$D_{\text{год}} = \frac{D_{\text{суш.1м}^3} \times \Pi_{\phi} \times C_{\text{олит.}}}{1000}, \quad (87)$$

где D_{год} – годовая потребность в паре на технологические нужды, т/год;

D_{суш.1м³} - расход пара на сушку 1м³ расчетного материала в час,

- кг/м³;
- P_f – фактическое количество пиломатериалов, подлежащих сушке, м³;
- $C_{длит}$ – коэффициент, учитывающий увеличение расхода пара на теплопотери в зависимости от средней длительности сушки фактического материала (смотреть формулу 56).

Расход пара на сушку 1 м³ расчетного материала определяется по формуле

$$D_{суш.1м^3} = \frac{q_{cp} \cdot M_{1м^3}}{i_n}, \quad (88)$$

где i_n – теплота испарения (теплоотдача) пара, ккал/кг испаряемой влаги; числовое значение этой величины принимается равным 510 ккал/кг испаряемой влаги при давлении пара в калориферах 0,3 - 0,4 МПа и 500 ккал/кг испаряемой влаги при давлении пара в калориферах 0,5 - 0,6 МПа.

2. Расчет годовой потребности в паре на отопление и вентиляцию

Для бытовых целей пар расходуется на отопление производственных и вспомогательных помещений цеха: складов, горячее водоснабжение (душевые), приточно-вытяжную вентиляцию, тепловые завесы и прочее.

Чтобы определить расход пара для отопления и вентиляции, необходимо подсчитать среднюю температуру наружного воздуха за отопительный сезон, количество часов отопительного сезона и количество часов работы вентиляции.

Продолжительность отопительного сезона определяется климатической зоной.

Средний перепад температуры снаружи и внутри здания, на которое нужно нагреть воздух определяется климатической зоной и временем года. Для отопления средний перепад температуры снаружи и внутри здания для отопления представлен в виде таблицы 25 и для вентиляции в виде таблицы 26. Температура наружная определяется в зависимости от климатической зоны отдельно для отопления и вентиляции. Температура внутри помещения принимается равной +18°C - +20°C.

Расчетная температура отопительного сезона определяется как разность между температурной воздуха в помещении температурой воздуха снаружи помещения

$$t_p = t_{пом} - t_o, \quad (89)$$

где t_p – расчетная температура отопительного сезона, °C;
 $t_{пом}$ – температура внутри помещения, °C;

t_0 – температура воздуха снаружи помещения, определяется в зависимости от климатической зоны отдельно для отопления и вентиляции по таблице А.44 Приложения А.

Таблица 25 – Средние расчетные температуры для отопления

Месяц	Температура внутри помещения $t_{пом.}$, °С	Температура наружная t_0 , °С	Расчетная температура t_p , °С
<i>Пример заполнения (для г.Братска)</i>			
Октябрь	18	-10	28
Ноябрь	18	-15	33
Декабрь	18	-30	48
Январь	18	-30	48
Февраль	18	-20	38
Март	18	-15	33
Апрель	18	-10	28

Таблица 26 – Средние расчетные температуры для вентиляции

Температура внутри помещения $t_{пом.}$, °С	Температура наружная t_0 , °С	Расчетная температура t_p , °С
<i>Пример заполнения (для г. Братска)</i>		
18	-21	39

Средняя расчетная температура $t_{p\text{ ср.}}$, °С рассчитывается по формуле

$$t_{p\text{ ср.}} = \frac{t_{p1} + t_{p2} + t_{p3} + \dots + t_{pn}}{n}, \quad (89)$$

где - $t_{p1}, t_{p2}, t_{p3}, \dots, t_{pn}$ - месячная расчетная температура, °С;
 n – количество месяцев отопительного сезона.

Расчет годовой потребности пара на отопление и вентиляцию определяется по формуле

$$Q_{от.} = q_0 \cdot V \cdot t_{p\text{ ср.}} \cdot \tau, \quad (90)$$

где $Q_{от.}$ – годовая потребность пара на отопление и вентиляцию, ккал/сезон;

q_0 – удельный расход пара на отопление и вентиляцию 1 м^3 помещения в ккал/час при разности температур в 1 °С ;
 усредненное значение этой величины можно принять: для отопления – $0,4$ ккал/час., для вентиляции – $0,75$ ккал/час.;

V – суммарный объем производственных и бытовых помещений без учета объема сушильных камер, м^3

τ – продолжительность отопительного сезона в часах.

Продолжительность отопительного сезона в часах определяется по формуле

$$\tau = 24 \cdot n_{от.}, \quad (91)$$

где τ – продолжительность отопительного сезона, час.;
 $n_{от.}$ – количество дней отопительного сезона; принимается по климатической таблице А.44 Приложения А;
 24 – продолжительность суток, час.
 На основании расчетов составляется таблица 27.

Таблица 27 – Затраты тепла на отопление и вентиляцию

Наименование потребителей пара	Удельный расход пара q_0 , ккал/час.	Объем помещений, м ³	Средняя расчетная температура отопительного сезона $t_{р. ср.}$, °С	Продолжительность отопительного сезона τ , час.	Расход тепла на отопление $Q_{от.}$, ккал/сезон
<i>Пример заполнения</i>					
Отопление производственных помещений	0,40	9681,6	54,6	5040	$1065,689 \cdot 10^6$
Вентиляция	0,75	9681,6	39,0	5040	$1427,262 \cdot 10^6$
Итого:					$\Sigma Q_{от.} = 2492,951 \cdot 10^6$

Расчет годовой потребности в паре на отопление и вентиляцию выполняется по формуле

$$D_{от.} = \frac{\dot{a} Q_{от.}}{1000 \times 500}, \quad (92)$$

где $D_{от.}$ – годовая потребность в паре на отопление и вентиляцию, т/год;
 $\Sigma Q_{от.}$ – общие затраты тепла на отопление и вентиляцию, ккал/сезон;
 1000- перевод кг в тонны;
 500 – количества тепла, выделяемого 1 кг пара в час, ккал/час.

3. Расчет годовой потребности в паре на бытовые нужды

Годовая потребность в паре на бытовые нужды определяется по формуле

$$D_{\text{быт.}} = \frac{q \cdot m \cdot n \cdot t}{1000}, \quad (92)$$

- где $D_{\text{быт.}}$ – годовая потребность в паре на бытовые нужды, т/год;
 q – расход пара на 1 человека в смену, в укрупненных расчетах принимаем 2,5 кг на человека;
 m – число человек, работающих в наиболее загруженную смену (обычно первую);
 n – число смен работы цеха (сушильные цеха работают в три смены; в данных расчетах число смен целесообразно принимать 2, так как в третью смену работает только дежурный персонал и количество его в сравнении с работающими в первую смену невелико);
 t – число рабочих дней в году; сушильный цех работает 335 дней в году, но основной административно-управленческий и обслуживающий персонал работает по общепринятому графику предприятия и продолжительность рабочего времени в год составляет 253 дня. принимаем – 253 дня.

4. Расчет общей годовой потребности в паре на технологические и бытовые нужды, отопление и вентиляцию

Расчет общей годовой потребности в паре на технологические и бытовые нужды, отопление и вентиляцию определяется по формуле

$$D_{\text{общ.}} = D_{\text{год.}} + D_{\text{от.}} + D_{\text{быт.}}, \quad (93)$$

где $D_{\text{общ.}}$ – годовая потребность в паре на технологические и бытовые нужды, отопление и вентиляцию, т/год.

5. Расчет годовой потребности в воде на технологические, бытовые и противопожарные нужды

Расчет потребности в воде выполняется на основании укрупненных удельных норм расхода.

а) Расход воды паровыми котлами составляет 10-15% от общего расхода пара и определяется по формуле

$$V_{\text{кот.}} = \frac{D_{\text{год}} + 12 \times D_{\text{от.}}}{100}, \quad (94)$$

где $V_{\text{кот.}}$ – расход воды паровыми котлами, т/год.

б) Расход воды на противопожарные нужды определяется по формуле

$$V_{\text{пож.}} = \frac{[52 \times (600 \times m_n + 300 \times m_d)] \times 5}{1000}, \quad (95)$$

где $V_{\text{пож.}}$ – расход воды на противопожарные нужды, г/год;
52 – количество недель в расчетном году;
 m_n и m_d – количество наружных и внутренних гидрантов; один гидрант устанавливается на площади 300-500 м²;
5 – время в минутах еженедельной проверки работы гидрантов;
600 и 300 – расход воды одним гидрантом в период проверки в литрах/мин.

в) Расход воды на бытовые нужды принимают:
- для хозяйственных целей – 25 литров на человека в смену;
- для душевых установок – 40 литров на человека в смену.
Общий расход воды на человека в смену составляет – 65 литров.

Годовая потребность в воде определяется по формуле

$$V_{\text{быт}} = 65 \cdot Z \cdot P_{\text{см}} \cdot \tau, \quad (96)$$

где $V_{\text{быт.}}$ – годовая потребность в воде, т/год;
 Z – число человек, работающих в наиболее загруженную смену (первую);
 $P_{\text{см}}$ – число смен работы цеха, в расчетах принимаем две смены;
 τ – число рабочих дней в году, принимаем – 253.

г) Общая годовая потребность в воде определяется по формуле

$$V_{\text{общ.}} = V_{\text{кот.}} + V_{\text{пож.}} + V_{\text{быт.}}, \quad (97)$$

где $V_{\text{общ.}}$ - общая годовая потребность в воде, т/год.

2 Охрана труда и промышленная экология

В сушильных цехах обслуживающий персонал подвергается вредному воздействию высоких температур и влажности, особенно когда приходится заходить в камеру. Поэтому основной задачей дипломника является разработка технологических и производственных процессов, организации работ, при которых исключалась бы возможность производственного травматизма, профессиональных отравлений и заболеваний, а также защита от поражения электрическим током.

При разработке новых и совершенствовании старых технологических процессов должен быть выполнен глубокий анализ - насколько предполагаемый технологический процесс обеспечивает здоровье и безопасные условия труда.

2.1 Мероприятия по охране труда, технике безопасности при организации рабочих мест

Общие требования по охране труда и технике безопасности при обслуживании сушильных цехов определены Правилами по технике безопасности и производственной санитарии в деревообрабатывающей промышленности. В них изложены требования техники безопасности к производственному оборудованию, инструменту, внутризаводскому и внутрицеховому транспорту.

Намечая мероприятия по производственной санитарии, необходимо обозначить в обязательном порядке для производственных помещений следующие показатели, действующие согласно санитарных норм и правил строительного проектирования промышленных предприятий :

- относительная влажность воздуха;
- температура воздуха в цехе в зимний и летний периоды;
- скорость воздуха при искусственной принудительной циркуляции.

Для обеспечения допустимых норм для выше указанных показателей как правила рекомендуют установку приточно-вытяжной, местной вентиляции; обеспечение персонала средствами индивидуальной защиты.

При разработке мероприятий по технике безопасности необходимо рассмотреть следующие технические и организационные мероприятия.

а) организационный мероприятия:

- проведение предварительного, текущего, повторного инструктажей; периодичность проверки знаний работников сушильных цехов по технике безопасности; обеспечение работающих инструкциями по технике безопасности;

- допуск работающих к обслуживанию сушильных камер;
- условия запрещения работы на оборудовании;

- обеспечение работающих индивидуальными средствами защиты;
- правила захода обслуживающего персонала в сушильную камеру;

б) технические мероприятия:

- использование приспособлений, обеспечивающих необходимый влажностно-температурный режим в сушильном цехе;
- мероприятия по ремонту, обслуживанию и осмотру оборудования сушильных цехов;
- безопасный контроль за процессом сушки;
- использование электроприборов в сушильных цехах;
- механизация и автоматизация тяжелых, трудоемких и опасных работ;
- изоляция паропроводов, воздухопроводов и кожухов вентиляторов;
- состояние проходов, проездов, лестниц;
- безопасные условия труда при работе на рельсовом транспорте; устройствах для формирования и расформирования штабелей.
- ремонт внутрикамерного оборудования;

в) требования охраны труда оператора сушильной камеры перед началом работы, во время работы, по окончании работы и в аварийных ситуациях.

При разработке рекомендуется использовать данные источников [9], [11], [12].

2.2 Противопожарные мероприятия

Все предприятия в зависимости от пожарной опасности делятся на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. наиболее пожароопасными являются предприятия категории А. Предприятия деревообрабатывающих производств относятся к категории В.

Сушка древесины является самым пожароопасным технологическим процессом деревообрабатывающих производств.

При нагревании древесины из неё выделяются легко воспламеняющиеся горючие газы, а также значительное количество кислорода, что обуславливает сравнительно низкую температуру воспламенения древесины, составляющую 250-300 °С. Температура самовоспламенения также зависит от степени измельчения древесины. так температура воспламенения древесной стружки, опилок значительно ниже, чем температура воспламенения древесных брусков, досок, круглых лесоматериалов.

При нагревании древесины до 130 - 150 °С начинается её самовозгорание, которое при необходимых для накопления теплоты условиях может вызвать процесс самовозгорания.

Самовозгорание в штабелях не происходит, так как там нет условий для скапливания тепла. Обычно самовозгорание происходит в скопившихся древесных отходах (древесная пыль на калориферах, вентиляторах). Также к возгоранию могут привести - авария силового и осветительного оборудования, перегрев движущихся частей и элементов оборудования, применение открытого огня.

В данном подразделе необходимо обозначить: характеристику здания, этажность, количество запасных пожарных выходов, количество установленных гидрантов и отразить следующие организационно-технические мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность сушильных цехов:

- состояние проходов проездов;
- мероприятия по обслуживанию оборудования, предотвращающие нагревание отдельных деталей, элементов;
- организация курения;
- проведение сварочных работ, применение электроприборов и открытого огня;
- ликвидация мусора и пыли в цехах;
- разработка противопожарных инструкций;
- наличие в цехе и характеристика первичных средств пожаротушения;
- наличие и характеристика автоматических огнегасительных устройств;
- действия персонала при возгорании в сушильном цехе, сушильной камере.

При разработке рекомендуется использовать данные источника [13], [14].

2.3 Мероприятия по охране окружающей среды

При сушке древесины такими сушильными агентами как нагретый воздух и перегретый пар, не происходит загрязнение окружающей среды, загрязнение атмосферы и не разрушается озоновый слой земли.

Тем не менее сушильные цеха используют водные ресурсы, а водопроводная вода, используемая в бытовой и производственной деятельности человека, загрязняясь органическими и неорганическими веществами, превращается в сточную воду и подлежит удалению системами канализации. По данному вопросу необходимо обозначить следующие мероприятия:

- охрана источников водоснабжения;
- сокращение расхода воды; многократное использование воды и уменьшение сброса её в водоемы и канализацию;
- очистка и обезвреживание производственных сточных вод.

Роль процессов сушки в вопросах охраны природы достаточно велика. некачественная сушка приводит к резкому сокращению сроков службы деревянных конструкций и изделий, значительным потерям материала при его транспортировании, а в конечном итоге - громадному перерасходу древесины.

Для покрытия этого перерасхода необходимо дополнительно вырубать леса на определенных площадях. Для получения одного миллиона кубических метров пиломатериалов необходимо вырубить 20000 га леса. Поэтому современная качественная сушка в достаточных объемах способствует сохранению лесных запасов, а в конечном итоге является одной из мер по реализации требований закона по охране природы.

При разработке рекомендуется использовать данные источников [13], [17].

3 Графическая часть

Графический материал к дипломному проекту выполняется в объеме 3 листов формата А.1 (или соответствующих им форматов А.2, А.3) по ГОСТ 2.301-68 (СТ СЭВ 1181-78). Кроме чертежей может включать различные графики, диаграммы и таблицы.

Графическая часть дипломного проекта может включать в себя: план размещения технологического и транспортного оборудования; общий вид сушильной камеры; продольные и поперечные разрезы промышленных зданий; чертежи оборудования (механизмов, приборов, устройств); принципиальную схему автоматизации контроля за процессом сушки.

Состав графических материалов может быть конкретизирован с учетом специфики дипломного проекта.

При вычерчивании плана здания с расположением оборудования, бытовых и вспомогательных помещений, нанесении размеров должны соблюдаться требования ГОСТ 21.107 "Условные изображения элементов зданий, сооружения и конструкций", которые приведены в таблице Е.1 Приложения Е.

Строительные конструкции изображаются в виде упрощенных контурных очертаний сплошной тонкой линией. Размеры оконных проемов должны обеспечивать естественную освещенность помещений. Для этого требуется выдерживать соотношение площади оконных проемов к площади помещения от 1 : 4 до 1 : 6. Ширина оконных проемов в панельных зданиях может быть 3000 и 4000 мм, в зданиях с кирпичными стенами 1500; 3000 и 4000 мм. Окна на плане цеха вычерчивают сплошными тонкими линиями толщиной 0,2-0,3 мм.

Дверные проемы предусматриваются для производственных, бытовых и пожарных целей. Ширина дверных проемов должна быть не менее 1 м. у наружных дверей должны быть тамбуры, расположенные внутри помещения.

Контуры внутренних перегородок, траверсные пути, конвейеры, подступные места, вспомогательные и бытовые помещения вычерчиваются сплошными тонкими линиями.

Основное оборудование сушильных цехов выполняется сплошной толстой линией. мостовые краны, кран-балки, подкрановые пути показывают на планах штриховыми линиями, а рельсы железнодорожных путей изображают сплошной основной линией.

На чертежах планов и разрезов показывают координатные оси здания, которые являются условными геометрическими линиями и могут не совпадать с осями симметрии стен.

Разбивочные оси обозначают сплошными тонкими линиями, которые проводятся только по несущим стенам и колоннам, выносятся за контуры здания и заканчиваются кружками диаметром 8-12 мм.

Продольные разбивочные оси обозначают заглавными буквами русского алфавита (А, Б, В, Г, ...), которые подставляются в кружках начиная с левого нижнего угла чертежа плана в алфавитном порядке снизу вверх. Размер шрифта цифровых и буквенных обозначений в кружках должны быть в 1,5–2 раза больше шрифта чисел и другого текста на этом же чертеже.

Продольные разбивочные оси определяют ширину пролетов и принимаются кратными 6, 9, 12 м.

Поперечные разбивочные оси обозначаются цифрами (1,2,3 и т.д.) и проявляются в кружках снизу. Эти оси определяют длину здания. Продольный шаг колонн следует принимать кратным 6 или 9 м.

Размеры на планах цехов, участков, производственных зданий проставляются в миллиметрах слева и снизу в две строчки: ближе к контуру здания проставляются расстояния между осями колонн, затем общие размеры здания. Размеры над линиями ставят в миллиметрах цифрами в 2,5–3,5 мм.

Первая размерная линия – расстояние между разбивочными осями. Первая размерная линия проводится на расстоянии не менее 7 мм от контура цеха, допускается проводить размерную линию на расстоянии до 16 мм.

Вторая размерная линия указывает общую длину или ширину цеха.

Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а от размерной линии до кружка координатной оси не менее 4 мм.

Допускается поперечные разбивочные оси размещать над планом цеха.

Стеновой материал на планах и разрезах не штрихуется, толщину стен показывают в масштабе и выбирают в зависимости от примененного строительного материала

Колонны. При строительстве новых зданий применяют железобетонные колонны. Железобетонные колонны имеют прямоугольное постоянное по высоте сечение.

Размеры колонн зависят от высоты зданий, вида колонн (крайние, средние), поэтому на планах цехов в учебных целях применяют колонны сечением 400×400 мм или 500×500 мм.

План цеха рекомендуется выполнять в масштабах 1:50,1:100,1:200
Фрагменты планов и разрезов в масштабах 1:10,1:25.

На чертежах планов сушильных цехов указывают и обозначают:

- 1) сушильные камеры;
- 2) места складирования сырых и высушенных пиломатериалов;
- 3) подъемно-транспортное оборудование и рельсовые пути;
- 4) координационные оси здания (сооружения) и расстояние между ними.

На чертежах планов и разрезов выносками обозначают все оборудование, которое приведено на чертеже. Оборудованию присваивают номера позиций. Нумерация ведется по ходу технологического процесса и

выполняется спецификация оборудования. Позиции технологического оборудования на технологических схемах, планах и разрезах следует наносить в виде цифровых обозначений на выносных полках преимущественно в порядке хода технологического процесса.

Обозначения позиций оборудования должны быть одинаковыми во всех текстовых и графических документах дипломного проекта (работы) основного комплекта. Спецификации оформляются в соответствии с ГОСТ 2.106-96 на листах формата А. 4 и включаются в приложение к пояснительной записке.

Чертежи могут выполняться от руки или методом машинной графики.

При работе над ними необходимо соблюдать требования стандартов, входящих в систему ЕСКД, и в частности ГОСТ 2.101 и ГОСТ 2.316.

Пример выполнения плана сушильного цеха представлен на рисунке Е.1(на базе камер периодического действия) Приложения Е.

Планировка сушильного цеха должна обеспечить рациональную организацию всего технологического процесса в цехе, механизацию трудоемких погрузочно-разгрузочных и транспортных операций, соблюдение требований техники безопасности и санитарных норм и т.п. Состав основных участков и помещений цеха зависит от применяемого типа камер, принятых способов и механизмов по формированию и расформированию сушильных штабелей, а также от планируемой механизации транспортных работ и мощности цеха.

При разработке плана цеха необходимо добиваться такого взаимного размещения всех участков цеха, которое обеспечит минимальные затраты времени и труда на проведение транспортных и погрузочно-разгрузочных работ.

Центральное место на планировке занимает блок сушильных камер, допускается расположение камер в два блока при значительном их количестве. Коридор управления либо вычерчивается полностью на планировке (камеры периодического действия), либо указывается его местонахождение, т.е. лестница, ведущая в этот коридор (камеры непрерывного действия). К коридору управления, как правило, примыкает лаборатория цеха.

Участок формирования сушильных штабелей располагается близко у дверей цеха, через которые завозятся пакеты сырых пиломатериалов, размещаются пакеты прокладок, механизм укладки сушильных штабелей, а также формируемый пакет или штабель. Изображение этого участка зависит от типа сушильных штабелей и применяемой механизации.

Склад сырых пиломатериалов обеспечивает загрузку камер в установленные сроки. Количество штабелей на складе обычно равно суточному запасу пиломатериалов, что составляет 15 – 25 % от количества штабелей во всех камерах, но не менее числа штабелей в одной камере при малом количестве камер.

Емкость склада сухих пиломатериалов (остывочного помещения) обычно рассчитана на хранение двух – четырехсуточного запаса пиломатериалов, что приблизительно соответствует емкости блока камер периодического действия. Для сушильного цеха, оборудованного камерами непрерывного действия, количество штабелей на складе сухих пиломатериалов принимается равным примерно $\frac{3}{5}$ количества штабелей во всех камерах. Конкретная площадь и компоновка этого участка зависят от назначения склада (только как остывочные помещения, а также для буферного запаса), способа хранения (в штабелях или пакетах), вида транспорта и объема сушки.

Участок формирования сушильных штабелей располагается близко к остывочному помещению (складу сухих пиломатериалов). Его изображение зависит от применяемой на разборке штабелей механизации. На предприятиях с небольшой мощностью сушильного цеха (до 7 – 10 тыс. м³ в год) при применении лифта участок расформирования иногда совмещают с участком формирования сушильных штабелей. Это вызывает увеличение протяженности транспортных перевозок, образование встречных грузопотоков, но все – таки оказывается экономически выгодным в связи с увеличением коэффициента загрузки лифта.

Для внутрицеховых перевозок сушильных штабелей используют рельсовый транспорт. Ширина колеи, как правило, 1000 мм. В отдельных случаях (в современных камерах непрерывного действия с поперечной штабелевкой) вместо рельсов используют роликовые шины. Для перемещения штабелей с одной колеи на другую применяют траверсные тележки, движущиеся вдоль фронта сушильных камер по рельсам, уложенным в специальном углублении, называемом траверсных коридором. Для обслуживания камер с поперечной штабелевкой траверсные тележки делают узкими (2м) и монтируют на них отрезки рельсов или роликовых шин в количестве, соответствующем установленным в камере. В цехе с камерами непрерывного действия предусматривают два траверсных коридора: с загрузочного и разгрузочного концов камер. При разборке плана цеха следует обеспечить возврат освобождающихся подштабельных оснований (вагонеток, тренов, поддонов, швеллеров) и прокладок к месту формирования штабелей.

Площадь служебных и бытовых помещений следует определять по данным таблице А.32 Приложения А. На планировке цеха служебные и бытовые помещения обычно располагаются рядом. Все указанные участки сушильных цехов, в том числе траверсные коридоры со стороны загрузки камер непрерывного действия, участки формирования штабелей, склады сырых и сухих штабелей, следует размещать в закрытых отапливаемых помещениях с естественным и искусственным освещением и приточно-вытяжной вентиляцией.

Сушильный цех может располагаться в отдельном стоящем здании или в одном здании с цехом раскря пиломатериалов и механической обработки заготовок.

Размеры сушильного цеха устанавливаются с учетом стандартных размеров балок, ферм и сетки колонн. Ширина здания цеха может перекрываться стандартными балками или фермами пролетом в 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36 м, а также их сочетанием в необходимой последовательности. Длина здания цеха должна быть кратна шагу колонн, т.е. 6 или 12 м. При строительном оформлении здания цеха надлежащим образом размещаются дверные и оконные проемы с учетом противопожарных требований, а также обеспечения необходимой естественной освещенности помещений и рациональной организации технологического процесса. При освещении цеха в дневное время только естественным светом ширина его не должна превышать 24 м, в противном случае кроме основного освещения боковыми окнами предусматривается дополнительное освещение за счет верхних фонарей, располагаемых над траверсным коридором.

Чертеж плана сушильного цеха вычерчивается в масштабах 1:50 или 1:100; 1:200.

Заключение

Методические указания для выполнения дипломного проекта по направлению «Гидротермическая обработка и консервирование древесины», раздел "Сушка древесины" разработаны для студентов специальности «Технология деревообработки» всех форм обучения.

При создании методических указаний по дипломному проектированию были раскрыты содержание разделов и подразделов пояснительной записки.

Пояснительная записка включает в себя следующие разделы: Организационно-технический, Охрана труда и промышленная экология; Графическая часть.

По каждому разделу приведены необходимые формулы, даны пояснения по расчетам, рекомендации по выполнению текстовой части пояснительной записки, также даны ссылки на используемые источники.

В методических указаниях сведены в единый комплект приложений данные по технологическому, тепловому и аэродинамическому расчетам.

Представленные в приложениях материалы позволяют выполнять расчеты, связанные с планированием сушки пиломатериалов, проектированием лесосушильных цехов, не прибегая к другим источникам.

Методические указания имеют практическую ценность, так как значительно упрощают процесс выполнения дипломного проекта для студентов специальности «Технология деревообработки»

Список использованных источников

- 1 Богданов Е.С. Справочник по сушке / Богданов Е.С.–М.:«Лесная промышленность», 1990.-304с.
- 2 Серговский П.С. «Гидротермическая обработка и консервирование древесины» / Серговский П.С., Расев А.И. - М.: «Лесная промышленность»,1975.- 360с.
- 3 Дьяченко К.Ф. Пособие по сушке пиломатериалов. / Дьяченко К.Ф., Гукалов А.М. – М. «Лесная промышленность»,1987г. - 192с.
- 4 Кречетов И.В. «Сушка и защита древесины» / Кречетов И.В. .М.: «Лесная промышленность», 1987г. - 328с.
- 5 Миляевская Р.Е. Сушка и защита древесины. Методические указания по выполнению курсовой работы / Миляевская Р.Е. – Щелково: Российский политехнический колледж, 1992г. – 62с.
- 6 Серговский П.С. Режимы и проведение камерной сушки пиломатериалов / Серговский П.С. – М.: «Лесная промышленность», 1976. - 136с.
- 7 Соколов П.В. Лесосушильные камеры / Соколов П.В., Харитонов Г.Н., Добрынин С.В.. – М.: Лесная промышленность, 1987. - 184с.
- 8 Богданов Е.С. Сушка пиломатериалов / Богданов Е.С. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 248с.
- 9 Пейч Н.Н., «Сушка древесины» Учебник для профессионально-технических училищ / Пейч Н.Н., Царев Б.С. - М. «Высшая школа», 1975.- 224с.
- 10 Соколов П.В. Сушка древесины / Соколов П.В. –М.: Лесная промышленность, 1968. – 364с.
- 11 Серговский П.С.«Гидротермическая обработка и консервирование древесины» Учебник для вузов / Серговский П.С., Расев А.И. – М. Лесная промышленность, 1987.- 360с.
- 12 Кречетов И.В. «Сушка древесины» / Кречетов И.В. - М. Лесная промышленность, 1972. – 440с.
- 13 Техника безопасности [<http://wooddrying.narod.ru/safety04.html>]
- 14 Техника безопасности при сушке пиломатериалов [http://www.promwood.com/derevoobrabotka/sushenye/tehnologyja_sushenyja/4424.html]
- 15 Противопожарные мероприятия на объектах деревообрабатывающей промышленности [<http://ru-safety.info/post/100495701630020/>]
- 16 Противопожарная защита в сушильных цехах [<http://msd.com.ua/sushka-drevesiny/protivopozharnaya-zashhita-v-sushilnyh-sekh/>]
- 17 Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для лесопильных и деревообрабатывающих предприятий [<http://www.ifc.org/wps/wcm/connect>]

Приложение А

Таблица А.1 - Режимы низкотемпературного процесса сушки
пиломатериалов из древесины сосны, ели, пихты, кедра
в камерах периодического действия

Средняя влажность древесины, %	Параметры режима	Номер							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Толщина пиломатериалов, мм							
		до 22	св. 22 до 25	св. 25 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 75	св. 75 до 100
Мягкие режимы (М)									
W _Н - 35	t	57	57	55	55	55	55	52	52
	Δt	6	5	4	4	4	4	3	2
	φ	0,73	0,77	0,81	0,81	0,81	0,81	0,84	0,9
35 - 25	t	61	61	61	58	58	58	55	55
	Δt	10	9	8	7	7	7	6	5
	φ	0,59	0,62	0,66	0,69	0,69	0,69	0,72	0,76
25 - W _К	t	77	77	77	75	75	75	70	70
	Δt	26	25	24	24	24	24	21	20
	φ	0,27	0,29	0,31	0,30	0,30	0,30	0,33	0,35
Нормальные режимы (Н)									
W _Н - 35	t	83	79	79	75	73	71	64	55
	Δt	9	7	6	5	5	4	3	2
	φ	0,68	0,73	0,77	0,80	0,80	0,83	0,86	0,90
35 - 25	t	88	84	84	80	77	75	68	58
	Δt	14	12	11	10	9	8	7	5
	φ	0,55	0,59	0,62	0,64	0,66	0,70	0,71	0,77
25 - W _К	t	110	105	105	100	96	94	85	75
	Δt	36	33	32	30	28	27	24	22
	φ	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,33	0,34
Форсированные режимы (Ф)									
W _Н - 35	t	94	92	92	90	87	83	73	-
	Δt	11	10	8	7	6	5	4	-
	φ	0,65	0,67	0,73	0,75	0,78	0,80	0,84	-
35 - 25	t	99	97	97	95	92	88	78	-
	Δt	16	15	13	12	11	10	9	-
	φ	0,54	0,55	0,60	0,62	0,64	0,66	0,66	-
25 - W _К	t	125	123	123	120	115	110	98	-
	Δt	42	41	39	37	36	32	29	-
	φ	0,21	0,22	0,24	0,25	0,25	0,29	0,30	-

Таблица А.2 - Режимы низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов из древесины лиственницы в камерах периодического действия

Средняя влажность древесины, %	Параметры режима	Номер						
		Л1	Л2	Л3	Л4	Л5	Л6	Л7
		Толщина пиломатериалов, мм						
		до 22	св. 22 до 25	св. 25 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 75
Нормальные режимы (Н)								
W _Н - 35	t	70	70	70	65	60	60	60
	Δt	9	8	6	5	4	3	2
	φ	0,64	0,68	0,76	0,78	0,81	0,86	0,90
35 - 25	t	75	75	75	70	65	65	65
	Δt	15	15	15	10	9	7	5
	φ	0,49	0,49	0,49	0,61	0,63	0,71	0,78
25 - W _к	t	80	80	80	75	70	70	70
	Δt	26	25	25	20	19	18	15
	φ	0,28	0,29	0,30	0,35	0,37	0,39	0,47
Форсированные режимы (Ф)								
W _Н - 35	t	90	90	82	75	75	72	70
	Δt	9	7	4	4	3	2	2
	φ	0,69	0,75	0,84	0,84	0,87	0,92	0,91
35 - 25	t	98	96	87	80	80	78	76
	Δt	12	11	8	8	6	5	4
	φ	0,63	0,65	0,72	0,70	0,77	0,80	0,84
25 - W _к	t	112	110	108	100	100	98	90
	Δt	32	30	29	28	26	20	18
	φ	0,30	0,32	0,32	0,32	0,35	0,44	0,47

Таблица А.3 - Режимы низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов лиственных пород в камерах периодического действия

Индекс режима	Средняя влажность древесины, %	Номер режима и параметры сушильного агента								
		2			3			4		
		t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ
А	W _H - 30	82	3	0,88	75	3	0,87	69	3	0,87
	30 - 20	87	6	0,78	80	6	0,77	73	6	0,76
	20 - W _K	108	27	0,35	10	26	0,35	91	24	0,36
Б	W _H - 30	82	4	0,84	75	4	0,84	69	4	0,83
	30 - 20	87	8	0,72	80	8	0,70	73	7	0,72
	20 - W _K	108	29	0,32	10	28	0,32	91	25	0,34
В	W _H - 30	82	6	0,77	75	5	0,80	69	5	0,79
	30 - 20	87	10	0,66	80	9	0,66	73	8	0,69
	20 - W _K	108	31	0,30	10	29	0,31	91	26	0,33
Г	W _H - 30	82	8	0,71	75	7	0,73	69	6	0,76
	30 - 20	87	12	0,60	80	11	0,61	73	10	0,63
	20 - W _K	108	33	0,27	10	31	0,28	91	28	0,30
Д	W _H - 30	82	10	0,65	75	9	0,66	69	8	0,68
	30 - 20	87	14	0,55	80	13	0,55	73	12	0,56
	20 - W _K	108	35	0,24	10	33	0,25	91	30	0,26

Продолжение таблицы А.3

Индекс режима	Средняя влажность древесины, %	Номер режима и параметры сушильного агента								
		5			6			7		
		t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ
А	W _H - 30	63	2	0,91	57	2	0,90	52	2	0,90
	30 - 20	67	5	0,78	61	5	0,78	55	4	0,81
	20 - W _K	83	22	0,36	77	21	0,36	70	20	0,35
Б	W _H - 30	63	3	0,86	57	3	0,85	52	3	0,84
	30 - 20	67	6	0,75	61	6	0,74	55	5	0,76
	20 - W _K	83	23	0,34	77	22	0,34	70	21	0,33
В	W _H - 30	63	4	0,82	57	4	0,81	52	4	0,80
	30 - 20	67	7	0,71	61	7	0,70	55	7	0,68
	20 - W _K	83	24	0,32	77	23	0,32	70	12	0,31
Г	W _H - 30	63	5	0,78	57	5	0,77	52	5	0,75
	30 - 20	67	9	0,64	61	9	0,62	55	8	0,64
	20 - W _K	83	26	0,29	77	25	0,29	70	23	0,29
Д	W _H - 30	63	7	0,70	57	6	0,73	52	6	0,71
	30 - 20	67	11	0,58	61	10	0,59	55	9	0,60
	20 - W _K	83	27	0,28	77	26	0,27	70	24	0,27

Продолжение таблицы А.3

Индекс режима	Средняя влажность древесины, %	Номер режима и параметры сушильного агента								
		8			9			10		
		t	Δt	φ	t	Δt	φ	t	Δt	φ
А	W _Н - 30									
	30 - 20									
	20 - W _К									
Б	W _Н - 30	47	2	0,90	42	2	0,89	38	2	0,88
	30 - 20	50	5	0,75	45	4	0,79	41	4	0,77
	20 - W _К	62	18	0,36	57	17	0,36	52	16	0,36
В	W _Н - 30	47	3	0,84	42	3	0,83	38		0,82
	30 - 20	50	6	0,70	45	5	0,74	41		0,72
	20 - W _К	62	19	0,33	57	18	0,34	52		0,33
Г	W _Н - 30	47	4	0,79	42	4	0,74	38		0,76
	30 - 20	50	7	0,66	45	6	0,69	41		0,67
	20 - W _К	62	21	0,29	57	20	0,29	52		0,30
Д	W _Н - 30									
	30 - 20									
	20 - W _К									

Таблица 4 - Рекомендуемые режимы низкотемпературного процесса сушки пиломатериалов лиственных пород в камерах периодического действия

Порода	Категория режима	Толщина пиломатериалов, мм						
		до 22	св. 22 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 70	св. 70 до 75
Береза	М	6-Д	6-Г	6-В	6-В	7-В	7-В	-
	Н	3-Д	4-Г	4-В	5-В	6-Б	7-Б	8-Б
	Ф	2-Д	3-Г	3-В	4-В	-	-	-
Осина, липа, тополь	Н	3-Г	3-Б	4-Б	5-В	6-В	7-В	-
	Ф	2-Г	2-Б	3-Б	4-В	-	-	-
Бук, клен	Н	3-В	4-В	5-Б	5-Б	6-Б	7-А	8-Б
	Ф	2-Г	3-В	4-В	-	-	-	-
Дуб, ильм	Н	5-Г	6-В	6-Б	7-Б	8-Б	9-В	10-Б
	Ф	3-Г	4-В	5-В	-	-	-	-
Орех	Н	5-В	5-Б	6-Г	6-Б	7-В	8-В	9-В
Граб, ясень	Н	6-В	6-А	7-Б	8-Б	8-Б	9-В	10-В

Примечание - При толщине пиломатериалов свыше 75 мм до 100 мм рекомендуется режим сушки 9-Б категории Н только для древесины березы и ольхи. Для стальных пород при этой толщине режимы отсутствуют.

Таблица А.5 - Выбор высокотемпературного режима сушки пиломатериалов в камерах периодического действия

Порода	Толщина пиломатериала, мм				
	до 22	св. 22 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60
Сосна, ель, пихта, кедр	I	II	III	V	VI
Береза, осина	II	III	IV	VI	-
Лиственница	IV	V	VI	VII	-

Таблица А.6 - Режимы высокотемпературного процесса сушки

Номер режима	Первая ступень ($W_H - 20\%$)			Вторая ступень ($20\% - W_K$)		
	Параметры сушильного агента					
	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	φ	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	φ
I	130	30	0,35	130	30	0,35
II	120	20	0,50	130	30	0,35
III	115	15	0,58	125	25	0,42
IV	112	12	0,65	120	20	0,50
V	110	10	0,69	118	18	0,53
VI	103	8	0,75	115	15	0,58
VII	106	6	0,81	112	12	0,65

Таблица А.7 - Режимы сушки пиломатериалов из древесины сосны, пихты, кедра ($W_{\text{ср.к.}}$ - средняя конечная влажность древесины, %) в противоточных камерах непрерывного действия

Номер и индекс режима	Толщина пиломатериалов, мм	Состояние сушильного агента в разгрузочном конце камеры			Максимальная психрометрическая разность Δt в разгрузочном конце при $W_{\text{нач.}}$, %	
					более 50	до 50
1	2	3	4	5	6	7
Мягкие режимы при $W_{\text{ср.конеч.}} = 18-22\%$						
1-М	до 22	55	15	0,40	4	6
2-М	св. 22 до 25	55	14	0,44	4	5
3-М	св. 25 до 32	55	12	0,50	3	5
4-М	св. 32 до 40	55	11	0,53	3	4
5-М	св. 40 до 50	55	10	0,57	3	4
6-М	св. 50 до 60	55	9	0,60	2	3
7-М	св. 60 до 75	55	8	0,64	2	3

Продолжение таблицы А.7

1	2	3	4	5	6	7
Мягкие режимы при $W_{\text{ср.конеч.}} = 10-12\%$						
8-М	до 22	58	19	0,31	4	6
9-М	св. 22 до 25	58	17	0,36	4	5
10-М	св. 25 до 32	58	15	0,42	3	5
11-М	св. 32 до 40	58	13	0,48	3	4
12-М	св. 40 до 50	58	12	0,51	3	4
13-М	св. 50 до 60	58	11	0,54	2	3
14-М	св. 60 до 75	58	10	0,58	2	2
Нормальные режимы при $W_{\text{ср.конеч.}} = 18-22\%$						
1-Н	до 22	94	25	0,35	7	9
2-Н	св. 22 до 25	92	23	0,38	6	9
3-Н	св. 25 до 32	89	20	0,43	5	8
4-Н	св. 32 до 40	87	18	0,46	5	8
5-Н	св. 40 до 50	85	16	0,50	5	8
6-Н	св. 50 до 60	83	14	0,54	4	7
7-Н	св. 60 до 75	80	11	0,61	4	6
Нормальные режимы при $W_{\text{ср.конеч.}} = 10-12\%$						
8-Н	до 22	102	33	0,25	7	9
9-Н	св. 22 до 25	100	31	0,28	6	9
10-Н	св. 25 до 32	97	28	0,31	5	8
11-Н	св. 32 до 40	94	25	0,35	5	8
12-Н	св. 40 до 50	91	22	0,39	5	8
13-Н	св. 50 до 60	87	18	0,46	4	7
14-Н	св. 60 до 75	84	15	0,51	4	6
Форсированные режимы при $W_{\text{ср.конеч.}} = 10-12\%$						
1-Ф	до 22	112	35	0,26	7	10
2-Ф	св. 22 до 25	110	33	0,28	6	10
3-Ф	св. 25 до 32	107	30	0,31	5	9
4-Ф	св. 32 до 40	104	27	0,34	5	8
5-Ф	св. 40 до 50	101	24	0,38	5	8
6-Ф	св. 50 до 60	98	21	0,43	4	7
7-Ф	св. 60 до 75	95	18	0,48	4	7

Таблица А.8 - Значение коэффициента $A_{\text{ц}}$ для камер с реверсивной циркуляцией

$\tau_{\text{исх}} \cdot A_p$	Скорость циркуляции, м/с							
	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
20	3,14	1,80	1,00	0,78	0,63	0,54	0,49	0,46
40	2,40	1,65	1,00	0,81	0,67	0,59	0,54	0,52
60	2,03	1,58	1,00	0,84	0,71	0,64	0,60	0,58
80	1,76	1,42	1,00	0,85	0,76	0,72	0,68	0,67
100	1,56	1,32	1,00	0,88	0,81	0,79	0,78	0,77
140	1,31	1,15	1,00	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
180	1,15	1,10	1,00	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92
220 и более	1,08	1,05	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95

Примечание - При нереверсивной циркуляции табличный коэффициент $A_{\text{ц}}$ умножается на 1,1.

Таблица А.9 - Режимы сушки пиломатериалов из древесины лиственницы при её средней конечной влажности, равной 18 - 22% и максимальной психрометрической разности Δt_2 в разгрузочном конце камеры, равной 1, в противоточных камерах непрерывного действия

Номер и индекс режима	Толщина пиломатериалов, мм	Состояние сушильного агента в разгрузочном конце камеры	
		$\Delta t_1, ^\circ\text{C}$	φ
1	2	3	4
Мягкие режимы при $t_1 = 55 ^\circ\text{C}$			
Л 1-М	до 22	15	0,40
Л 2-М	св. 22 до 25	14	0,44
Л 3-М	св. 25 до 32	12	0,50
Л 4-М	св. 32 до 40	11	0,53
Л 5-М	св. 40 до 50	10	0,57
Л 6-М	св. 50 до 60	9	0,60
Л 7-М	св. 60 до 70	8	0,64
Нормальные режимы при $t_1 = 85 ^\circ\text{C}$			
Л 1-Н	до 22	23	0,35
Л 2-Н	св. 22 до 25	20	0,41
Л 3-Н	св. 25 до 32	17	0,47
Л 4-Н	св. 32 до 40	15	0,52
Л 5-Н	св. 40 до 50	13	0,57
Л 6-Н	св. 50 до 60	11	0,63
Л 7-Н	св. 60 до 70	9	0,69
Форсированные режимы при $t_1 = 105 ^\circ\text{C}$			
Л 1-Ф	до 22	20	0,46
Л 2-Ф	св. 22 до 25	18	0,50
Л 3-Ф	св. 25 до 32	16	0,55
Л 4-Ф	св. 32 до 40	14	0,60
Л 5-Ф	св. 40 до 50	12	0,64
Л 6-Ф	св. 50 до 60	11	0,67
Л 7-Ф	св. 60 до 70	10	0,69

Таблица А.10 - Значение коэффициента A_d

Отношение длины заготовки L к её толщине S	40	35	30	25	20	15	10	7	5
A_d	1,00	0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,80	0,70	0,60

Таблица А.11 - Исходная продолжительность сушки $\tau_{исх.}$
пиломатериалов, час., в камерах периодического
действия при низкотемпературном процессе

Толщина пиломатериалов S_1 , мм	Ширина пиломатериалов S_2 , мм					
	40 - 50	60 - 70	80 - 100	110 - 130	140 - 180	более 180 и для необрезных
1	2	3	4	5	6	7
Сосна, ель, пихта, кедр						
до 16	23	25	26	27	27	27
19	29	31	32	33	33	33
22	34	37	39	39	39	39
25	45	50	53	54	55	55
32	59	63	68	72	73	73
40	71	79	84	86	88	88
50	-	93	99	100	104	105
60	-	103	114	122	125	130
70	-	-	147	161	178	194
75	-	-	156	177	197	218
100	-	-	340	354	379	432
Осина, липа, тополь						
до 16	29	31	33	34	34	34
19	36	38	39	40	40	40
22	43	45	47	53	54	54
25	59	62	64	66	67	68
32	73	80	84	88	89	91
40	81	87	93	96	99	102
50	-	98	109	116	119	123
60	-	112	128	140	152	164
75	-	-	253	282	311	344
Бук, клен, берест, ясень, ильм						
до 16	58	59	61	63	63	63
19	65	68	71	73	73	74
22	73	77	80	81	82	83
25	91	94	96	99	101	102
32	102	109	115	118	120	122
40	114	126	140	152	159	167
50	-	170	199	225	239	255
60	-	250	296	339	367	396
75	-	-	591	657	728	805
Лиственница						
до 16	58	63	64	67	68	68
19	68	72	74	77	77	77
22	75	80	83	86	87	87
25	83	88	91	92	93	94
32	94	99	104	108	110	113
40	113	129	144	157	166	175
50	-	182	224	256	279	304
60	-	235	304	361	400	443
70	-	-	431	521	585	635

Продолжение таблицы А.11

1	2	3	4	5	6	7
75	-	-	466	574	650	737
Береза, ольха						
до 16	36	37	37	38	39	39
19	44	45	47	47	48	48
22	50	51	53	54	55	55
25	67	73	78	81	83	84
32	81	85	88	91	92	94
40	93	96	100	101	105	107
50	-	115	130	141	149	158
60	-	155	187	213	231	249
75	-	-	377	420	463	514
Дуб, орех, граб						
до 16	84	85	85	87	87	88
19	88	91	94	96	96	97
22	97	101	104	105	106	107
25	117	125	132	136	138	140
32	146	173	193	206	214	221
40	183	234	269	293	307	321
50	-	365	431	488	520	551
60	-	562	679	777	841	905
75	-	-	1086	1209	1340	1483

Таблица А.12 - Значение коэффициента A_B

Начальная влажность W_H , %	Конечная влажность W_K , %											
	22	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	6
120	1,07	1,12	1,18	1,25	1,33	1,43	1,49	1,55	1,61	1,68	1,76	1,86
110	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,37	1,43	1,49	1,55	1,62	1,71	1,81
100	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,31	1,37	1,43	1,50	1,57	1,65	1,75
90	0,87	0,93	1,00	1,07	1,16	1,25	1,30	1,36	1,43	1,51	1,58	1,68
80	0,80	0,86	0,93	1,00	1,09	1,18	1,23	1,29	1,35	1,43	1,51	1,61
70	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10	1,15	1,21	1,27	1,35	1,43	1,52
65	0,67	0,74	0,80	0,87	0,96	1,05	1,10	1,16	1,23	1,30	1,38	1,48
60	0,62	0,68	0,75	0,82	0,91	1,00	1,05	1,11	1,18	1,25	1,33	1,43
55	0,57	0,63	0,69	0,77	0,85	0,94	1,00	1,06	1,12	1,20	1,28	1,38
50	0,51	0,57	0,63	0,71	0,79	0,89	0,94	1,00	1,06	1,14	1,22	1,32
45	0,44	0,50	0,57	0,64	0,73	0,82	0,87	0,93	1,00	1,07	1,15	1,25
40	0,37	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75	0,80	0,86	0,93	1,00	1,08	1,18
35	0,29	0,35	0,43	0,49	0,57	0,66	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00	1,10
30	0,19	0,25	0,32	0,39	0,48	0,57	0,62	0,68	0,75	0,82	0,9	1,00
28	0,15	0,21	0,27	0,35	0,43	0,53	0,58	0,64	0,71	0,78	0,86	0,96
26	0,10	0,16	0,23	0,31	0,38	0,48	0,54	0,59	0,66	0,73	0,82	0,91
24	0,06	0,11	0,18	0,27	0,33	0,43	0,49	0,54	0,61	0,68	0,77	0,86
22	-	0,06	0,13	0,22	0,28	0,38	0,43	0,49	0,56	0,63	0,71	0,81
20	-	-	0,07	0,14	0,22	0,32	0,37	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75

Таблица А.13 - Значение исходной продолжительности сушки $\tau_{исх.}$ (час) пиломатериалов в камерах периодического действия при высокотемпературном процессе сушки

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм					
	40 - 50	60 - 70	80 - 100	110 - 130	140 - 180	более 180 и необрезные
19	4,09	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
22	5,50	5,7	6,0	6,2	6,4	6,8
25	6,50	7,0	7,4	7,9	8,3	8,8
32	9,50	11,0	11,6	12,5	13,5	14,3
40	14,7	16,2	17,7	19,4	20,4	21,5
50	-	25,5	28,7	32,5	34,5	37,0
60	-	40,0	45,0	52,0	57,3	61,6

Таблица А.14 - Значение коэффициента A_{Π}

Порода	Значение A_{Π}
Ель, сосна, пихта, кедр	1,0
Осина	1,1
Береза	1,4
Лиственница	4,0

Таблица А.15 - Значение коэффициента A_{Π} при реверсивной циркуляции

Скорость циркуляции $v_{\text{мат.}}$, м/с	Значение A_{Π}
1,0	1,40
1,5	1,18
2,0	1,00
2,5	0,85
3,0	0,76
3,5	0,70

Таблица А.16 - Значение коэффициента $A_{В}$

Начальная влажность $W_{Н}$, %	Конечная влажность $W_{К}$, %											
	22	20	18	16	14	12	11	10	9	8	7	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
120	1,98	2,01	2,05	2,09	2,14	2,20	2,24	2,29	2,34	2,40	2,47	2,57
110	1,78	1,81	1,85	1,89	1,94	2,00	2,04	2,09	2,14	2,20	2,27	2,37
100	1,58	1,61	1,65	1,69	1,74	1,80	1,84	1,89	1,94	2,00	2,07	2,17
90	1,38	1,41	1,45	1,49	1,54	1,60	1,64	1,69	1,74	1,80	1,87	1,97
80	1,18	1,21	1,25	1,29	1,34	1,40	1,44	1,49	1,54	1,60	1,67	1,77
70	0,93	1,01	1,05	1,09	1,14	1,20	1,24	1,29	1,34	1,40	1,47	1,57
65	0,88	0,91	0,95	0,99	1,04	1,10	1,14	1,19	1,24	1,30	1,37	1,47
60	0,78	0,81	0,85	0,89	0,94	1,00	1,04	1,09	1,14	1,20	1,27	1,37
55	0,68	0,71	0,75	0,79	0,84	0,90	0,94	0,99	1,04	1,10	1,17	1,27

Продолжение таблицы А.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	0,58	0,61	0,65	0,69	0,74	0,80	0,84	0,89	0,94	1,00	1,07	1,17
45	0,48	0,51	0,55	0,59	0,64	0,70	0,74	0,79	0,84	0,90	0,97	1,07
40	0,38	0,41	0,45	0,49	0,54	0,60	0,64	0,69	0,74	0,80	0,87	0,97
35	0,28	0,31	0,35	0,39	0,44	0,50	0,54	0,59	0,64	0,70	0,77	0,87
30	0,18	0,21	0,25	0,29	0,34	0,40	0,44	0,49	0,54	0,60	0,67	0,77
28	0,14	0,17	0,21	0,25	0,30	0,36	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63	0,73
26	0,10	0,13	0,17	0,21	0,26	0,32	0,36	0,41	0,46	0,52	0,59	0,69
24	0,06	0,09	0,13	0,17	0,22	0,28	0,32	0,37	0,42	0,48	0,55	0,65
22	-	0,05	0,09	0,13	0,18	0,24	0,28	0,33	0,38	0,44	0,51	0,61
20	-	-	0,04	0,08	0,13	0,19	0,23	0,28	0,33	0,39	0,46	0,56

Таблица А.17 - Исходная продолжительность сушки (час.)
пиломатериалов из древесины сосны в противоточных
камерах непрерывного действия

Толщина пиломатериалов, мм	Ширина пиломатериалов, мм					
	40 - 50	60 - 70	80 - 100	110 - 130	140 - 180	более 180 и необрезные
1	2	3	4	5	6	7
Мягкие режимы (М)						
до 16	27	29	31	32	32	33
19	35	39	42	43	45	46
22	42	48	52	53	55	57
25	48	56	62	64	66	68
32	61	72	80	86	90	93
40	72	90	112	121	126	132
50	-	112	133	148	160	169
60	-	130	168	190	201	216
70	-	-	203	237	256	286
75	-	-	220	265	290	319
Нормальные режимы (Н)						
до 16	16	17	18	18	18	18
19	21	22	24	24	25	26
22	25	28	30	31	32	32
25	29	32	35	37	38	39
32	36	42	46	48	50	52
40	41	51	59	63	65	68
50	-	63	74	81	87	92
60	-	75	90	102	110	118
70	-	-	107	125	136	148
75	-	-	116	138	149	163
Форсированные режимы (Ф)						
до 16	11	12	12	13	13	13
19	14	15	16	16	17	17
22	17	19	20	21	21	22
25	20	22	24	24	25	27
32	26	30	33	35	36	37

Продолжение таблицы А.17

1	2	3	4	5	6	7
40	32	38	45	48	50	52
50	-	49	57	62	66	70
60	-	59	72	82	86	93
70	-	-	87	100	108	118
75	-	-	94	111	121	132

Таблица А.18 - Значение коэффициента A_K

Произведение ($\tau_{исх.} \cdot A_{П} \cdot A_{В} \cdot A_{Ц} \cdot A_{Д}$), час	Толщина, мм		Произведение ($\tau_{исх.} \cdot A_{П} \cdot A_{В} \cdot A_{Ц} \cdot A_{Д}$), час	Толщина, мм	
	19 - 40	50 - 60		19 - 40	50 - 60
1,0	10,0	13,0	9,0	2,00	2,30
1,5	7,0	9,0	10,0	1,90	2,20
2,0	5,5	7,0	12,0	1,75	2,00
2,05	4,6	5,8	14,0	1,65	1,85
3,0	4,0	5,0	16,0	1,55	1,75
3,5	3,6	4,5	18,0	1,50	1,65
4,0	3,2	4,0	20,0	1,45	1,60
5,0	2,8	3,4	30,0	1,30	1,40
6,0	2,5	3,0	40,0	1,20	1,30
7,0	2,3	2,7	60,0	1,15	1,20
8,0	2,1	2,5	100 и более	1,10	1,12

Примечание - В таблице указаны значения A_K для пиломатериала III категории качества. При I и II категориях качества эти значения умножаются на 1,05.

Таблица А.19 - Значение коэффициента $A_{П}$

Порода	Значение $A_{П}$
Ель, пихта	0,90
Сосна, кедр	1,00
Осина	1,10
Береза	1,45
Лиственница	2,30

Таблица А.20 - Значение поправочного коэффициента $A_{Ц}$ для необрезных пиломатериалов

Скорость $v_{габ.}$, м/с	Толщина пиломатериалов, мм при режимах					
	мягких			нормальных и форсированных		
	до 25	32 - 40	50 и более	до 25	32 - 40	50 и более
1	2	3	4	5	6	7
0,4	0,61	0,74	0,86	0,57	0,57	0,64
0,6	0,68	0,80	0,90	0,63	0,64	0,76
0,8	0,73	0,86	0,93	0,65	0,72	0,82
1,0	0,80	0,91	0,95	0,67	0,76	0,88
1,2	0,84	0,94	0,97	0,72	0,82	0,92

Продолжение таблицы А.20

1	2	3	4	5	6	7
1,4	0,88	0,96	0,98	0,75	0,88	0,95
1,6	0,90	0,97	0,99	0,80	0,91	0,97
2,0	0,95	0,99	1,00	0,85	0,96	1,00
2,8	1,00	1,00	1,00	0,90	0,98	1,00

Таблица А.21 - Значение поправочного коэффициента $A_{ц}$ для
обрезных пиломатериалов при их сушке в камерах
различной конструкции

С поперечной штабелевкой и прямоугольной циркуляцией				С зигзаобразной циркуляцией				С продольной штабелевкой и прямолинейной циркуляцией	
скорость $\omega_{\text{таб.}}, \text{ м/с}$	$A_{ц}$ при режимах			скорость $\omega_{\text{таб.}}, \text{ м/с}$	$A_{ц}$ при режимах			скорость $\omega_{\text{таб.}}, \text{ м/с}$	$A_{ц}$ при нормаль- ных
	мягких	нормаль- ных	форсиро- ванных		мягких	нормаль- ных	форсиро- ванных		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Толщина пиломатериалов - 16 мм									
0,6	1,94	2,24	2,8	0,3	2,30	2,60	-	0,9	1,89
0,8	1,5	1,71	2,4	0,4	1,62	1,88	-	1,0	1,64
1,0	1,18	1,37	1,97	0,5	1,36	1,44	2,60	1,2	1,32
1,2	0,97	1,12	1,68	0,6	1,15	1,22	1,99	1,4	1,10
1,4	0,85	0,95	1,44	0,7	1,00	1,14	1,65	1,6	0,97
1,6	0,77	0,84	1,26	0,8	0,90	0,91	1,43	2,0	1,79
2,0	0,71	0,66	0,97	0,9	0,83	0,80	1,27	2,4	0,64
2,8	0,68	0,49	0,72	1,0	0,78	0,72	1,15	2,8	0,53
Толщина пиломатериалов - 22 мм									
0,6	1,77	1,94	2,47	0,2	3,00	-	-	0,9	1,61
0,8	1,32	1,45	2,03	0,3	1,85	2,20	-	1,0	1,43
1,0	1,03	1,16	1,68	0,4	1,39	1,60	2,90	1,2	1,17
1,2	0,88	0,95	1,41	0,5	1,12	1,20	1,89	1,4	1,01
1,4	0,80	0,81	1,18	0,6	0,97	1,03	1,87	1,6	0,90
1,6	0,77	0,71	1,01	0,7	0,86	0,90	1,27	2,0	0,73
2,0	0,72	0,56	0,80	0,8	0,79	0,78	1,13	2,4	0,60
2,8	0,70	0,48	0,67	0,9	0,75	0,70	1,03	2,8	0,52
Толщина пиломатериалов - 32 мм									
0,6	1,46	1,68	2,20	0,2	2,40	-	-	0,9	1,36
0,8	1,07	1,27	1,75	0,3	1,48	1,94	2,80	1,0	1,21
1,0	0,93	1,00	1,40	0,4	1,11	1,32	1,80	1,2	1,04
1,2	0,88	0,84	1,16	0,5	0,95	1,05	1,39	1,4	0,94
1,4	0,86	0,75	0,98	0,6	0,86	0,92	1,15	1,6	0,88
1,6	0,84	0,72	0,90	0,7	0,82	0,84	1,03	2,0	0,80
2,0	0,80	0,68	0,80	0,8	0,80	0,80	0,94	2,4	0,74
2,8	0,77	0,66	0,76	0,9	0,80	0,76	0,88	2,8	0,69

Продолжение таблицы А.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Толщина пиломатериалов - 40 мм									
0,6	1,25	1,58	2,01	0,3	2,00	-	-	0,9	1,27
0,8	0,99	1,18	1,57	0,4	1,26	1,77	2,40	1,0	1,15
1,0	0,90	0,96	1,24	0,5	1,01	1,22	1,59	1,2	1,06
1,2	0,87	0,85	1,04	0,6	0,93	0,97	1,22	1,4	0,93
1,4	0,85	0,80	0,94	0,7	0,88	0,89	1,06	1,6	0,89
1,6	0,83	0,76	0,88	0,8	0,85	0,83	0,98	2,0	0,84
2,0	0,82	0,73	0,82	0,9	0,84	0,81	0,92	2,4	0,80
-	-	-	-	1,0	0,83	0,80	0,88	2,8	0,76
Толщина пиломатериалов - 50 мм									
0,4	1,53	2,29	2,73	-	-	-	-	-	-
0,6	1,04	1,50	1,82	0,2	1,65	-	-	0,9	1,17
0,8	0,92	1,10	1,40	0,3	1,08	1,60	2,00	1,0	1,06
1,0	0,88	0,93	1,08	0,4	0,94	1,10	1,36	1,2	0,96
1,2	0,86	0,86	0,96	0,5	0,90	0,91	1,11	1,4	0,92
1,4	0,85	0,83	0,90	0,6	0,88	0,86	0,99	1,6	0,90
1,6	0,84	0,80	0,86	0,7	0,88	0,84	0,93	2,0	0,86
2,0	0,83	0,76	0,83	0,8	0,87	0,83	0,88	2,4	0,84
-	-	-	-	0,9	0,87	0,82	0,87	2,8	0,81
Толщина пиломатериалов - 60 мм									
0,4	1,22	2,13	2,49	-	-	-	-	-	-
0,6	0,94	1,40	1,65	0,2	1,35	2,60	2,80	0,9	1,12
0,8	0,89	1,04	1,27	0,3	0,99	1,45	1,76	1,0	1,03
1,0	0,86	0,92	1,00	0,4	0,91	1,04	1,26	1,2	0,95
1,2	0,85	0,89	0,92	0,5	0,89	0,92	1,06	1,4	0,91
1,4	0,84	0,85	0,89	0,6	0,88	0,88	0,96	1,6	0,90
1,6	0,84	0,82	0,85	0,7	0,87	0,86	0,91	2,0	0,87
2,0	0,83	0,78	0,83	0,8	0,87	0,86	0,90	2,4	0,85
-	-	-	-	0,9	0,87	0,85	0,89	2,8	0,82
Толщина пиломатериалов - 70 мм									
0,2	1,93	3,48	4,48	-	-	-	-	-	-
0,4	0,99	1,95	2,28	-	-	-	-	-	-
0,6	0,88	1,27	1,45	0,2	1,06	2,07	2,50	0,2	1,04
0,8	0,85	0,98	1,11	0,3	0,92	1,23	1,55	0,3	0,98
1,0	0,85	0,92	0,96	0,4	0,88	1,01	1,12	0,4	0,93
1,2	0,84	0,90	0,91	0,5	0,88	0,94	0,99	0,5	0,91
1,4	0,84	0,86	0,88	0,6	0,87	0,91	0,93	0,6	0,90
1,6	0,84	0,84	0,85	0,7	0,87	0,90	0,90	0,7	0,88
2,0	0,83	0,80	0,84	0,8	0,87	0,89	0,90	0,8	0,86
-	-	-	-	0,9	0,87	0,89	0,90	0,9	0,84

Таблица А.22 - Значение коэффициента A_B

Толщина пиломатериалов, мм	Нормальные и форсированные режимы					Мягкие режимы		
	конечная влажность W_K , %					конечная влажность W_K , %		
	8	10	12	18	20 -22	10 - 12	18	20 - 22
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальная влажность $W_H = 120$ %								
16	2,30	2,33	2,20	2,20	2,20	1,84	1,72	1,65
19	2,22	2,14	2,09	2,06	2,06	1,70	1,54	1,46
22	2,14	2,06	2,00	1,96	1,94	1,60	1,41	1,32
25	2,08	1,99	1,92	1,86	1,83	1,54	1,33	1,23
32	1,98	1,87	1,78	1,66	1,64	1,46	1,22	1,13
40	1,91	1,77	1,68	1,52	1,49	1,43	1,18	1,08
Начальная влажность $W_H = 110$ %								
16	2,09	1,01	1,99	1,99	1,99	1,70	1,53	1,51
19	2,03	1,95	1,91	1,87	1,87	1,59	1,43	1,35
22	1,98	1,89	1,84	1,79	1,71	1,52	1,32	1,23
25	1,93	1,85	1,77	1,71	1,69	1,46	1,26	1,15
32	1,86	1,76	1,66	1,55	1,50	1,41	1,17	1,07
40	1,80	1,38	1,57	1,43	1,39	1,38	1,11	1,08
Начальная влажность $W_H = 100$ %								
16	1,90	1,85	1,80	1,80	1,80	1,56	1,44	1,37
19	1,84	1,77	1,72	1,69	1,69	1,48	1,32	1,24
22	1,80	1,72	1,66	1,61	1,60	1,41	1,22	1,13
25	1,78	1,69	1,62	1,55	1,53	1,37	1,16	1,06
32	1,74	1,63	1,54	1,42	1,40	1,33	1,09	1,00
40	1,70	1,57	1,47	1,32	1,28	1,31	1,06	0,96
50	1,65	1,52	1,41	1,23	1,16	1,31	1,06	0,96
Начальная влажность $W_H = 90$ %								
16	1,69	1,63	1,59	1,59	1,59	1,42	1,30	1,22
19	1,66	1,59	1,54	1,50	1,50	1,35	1,19	1,11
22	1,64	1,56	1,50	1,44	1,44	1,31	1,12	1,03
25	1,63	1,55	1,47	1,41	1,39	1,29	1,08	0,97
32	1,62	1,51	1,42	1,30	1,27	1,26	1,01	0,94
40	1,59	1,46	1,36	1,22	1,18	1,25	1,00	0,89
50	1,55	1,42	1,31	1,14	1,07	1,25	1,00	0,89
60 и более	1,54	1,38	1,28	1,05	0,97	1,25	1,00	0,89
Начальная влажность $W_H = 80$ %								
16	1,50	1,43	1,40	1,40	1,40	1,28	1,16	1,09
19	1,49	1,42	1,37	1,34	1,34	1,23	1,07	0,99
22	1,48	1,40	1,34	1,29	1,28	1,21	1,02	0,93
25	1,48	1,39	1,32	1,25	1,23	1,20	0,99	0,89
32	1,48	1,37	1,28	1,18	1,14	1,18	0,94	0,85
40	1,47	1,35	1,25	1,11	1,06	1,18	0,93	0,83
50	1,45	1,32	1,21	1,03	0,96	1,18	0,93	0,83
60 и более	1,44	1,29	1,18	0,95	0,87	1,18	0,93	0,83

Продолжение таблицы А.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальная влажность $W_H = 70\%$								
16	1,31	1,23	1,21	1,20	1,19	1,14	1,02	0,95
19	1,31	1,23	1,19	1,16	1,14	1,12	0,96	0,88
22	1,32	1,23	1,17	1,12	1,11	1,11	0,92	0,82
25	1,32	1,24	1,16	1,10	1,07	1,11	0,90	0,80
32	1,33	1,22	1,13	1,03	1,00	1,10	0,86	0,77
40	1,34	1,23	1,12	0,99	0,94	1,10	0,85	0,74
50	1,35	1,22	1,11	0,93	0,86	1,10	0,85	0,74
60 и более	1,37	1,22	1,11	0,89	0,80	1,10	0,85	0,74
Начальная влажность $W_H = 60\%$								
16	1,10	1,03	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,81
19	1,12	1,05	1,00	0,98	0,97	1,00	0,84	0,76
22	1,14	1,06	1,00	0,95	0,94	1,00	0,81	0,72
25	1,16	1,07	1,00	0,93	0,91	1,00	0,79	0,69
32	1,20	1,09	1,00	0,88	0,86	1,00	0,76	0,67
40	1,23	1,11	1,00	0,85	0,81	1,00	0,75	0,65
50	1,24	1,11	1,00	0,82	0,75	1,00	0,75	0,65
60 и более	1,26	1,11	1,00	0,82	0,75	1,00	0,75	0,65
Начальная влажность $W_H = 50\%$								
16	0,89	0,83	0,79	0,79	0,79	0,86	0,74	0,68
19	0,91	0,85	0,81	0,78	0,78	0,87	0,71	0,64
22	0,98	0,89	0,84	0,77	0,77	0,89	0,71	0,60
25	1,00	0,91	0,84	0,77	0,74	0,89	0,69	0,58
32	1,05	0,95	0,85	0,74	0,71	0,89	0,65	0,55
40	1,11	0,99	0,88	0,72	0,68	0,88	0,64	0,54
50	1,13	0,99	0,89	0,71	0,64	0,88	0,64	0,54
60 и более	1,15	1,00	0,89	0,66	0,57	0,88	0,64	0,54
Начальная влажность $W_H = 40\%$								
16	0,69	0,64	0,59	0,59	0,59	0,71	0,59	0,52
19	0,75	0,67	0,63	0,59	0,59	0,73	0,58	0,50
22	0,79	0,71	0,65	0,60	0,57	0,75	0,57	0,47
25	0,83	0,73	0,67	0,60	0,57	0,75	0,54	0,43
32	0,89	0,80	0,69	0,59	0,56	0,75	0,51	0,42
40	0,96	0,83	0,73	0,58	0,53	0,74	0,50	0,39
50	0,99	0,85	0,75	0,57	0,51	0,74	0,50	0,39
60 и более	1,11	0,86	0,75	0,53	0,43	0,74	0,50	0,39
Начальная влажность $W_H = 30\%$								
16	0,50	0,43	0,40	0,40	0,40	0,54	0,42	0,35
19	0,55	0,48	0,43	0,40	0,40	0,56	0,40	0,32
22	0,59	0,51	0,45	0,40	0,39	0,57	0,38	0,29
25	0,63	0,54	0,47	0,40	0,38	0,57	0,36	0,26
32	0,72	0,61	0,52	0,40	0,37	0,57	0,33	0,24
40	0,78	0,65	0,55	0,40	0,36	0,57	0,32	0,22
50	0,81	0,68	0,57	0,39	0,32	0,57	0,32	0,22
60 и более	0,83	0,68	0,57	0,39	0,26	0,57	0,32	0,22

Продолжение таблицы А.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Начальная влажность $W_H = 25\%$								
16	0,39	0,32	0,29	0,29	-	0,40	0,28	-
19	0,43	0,36	0,31	0,29	-	0,42	0,26	-
22	0,48	0,40	0,34	0,29	-	0,44	0,25	-
25	0,52	0,43	0,36	0,29	-	0,46	0,23	-
32	0,60	0,49	0,40	0,28	-	0,47	0,23	-
40	0,66	0,54	0,43	0,28	-	0,47	0,22	-
50	0,68	0,55	0,44	0,26	-	0,47	0,22	-
60 и более	0,71	0,56	0,45	0,23	-	0,47	0,22	-
Начальная влажность $W_H = 20\%$								
16	0,30	0,23	0,20	0,20	-	0,27	0,15	-
19	0,34	0,27	0,22	0,20	-	0,30	0,14	-
22	0,38	0,30	0,24	0,19	-	0,31	0,12	-
25	0,42	0,33	0,26	0,19	-	0,32	0,11	-
32	0,49	0,38	0,29	0,17	-	0,32	0,08	-
40	0,53	0,41	0,30	0,15	-	0,32	0,07	-
50	0,56	0,43	0,32	0,14	-	0,32	0,07	-
60 и более	0,58	0,43	0,32	0,10	-	0,32	0,07	-

Таблица А.23 - Основные параметры сухого насыщенного водяного пара (теплоносителя внутри калорифера)

Давление Р, МПа	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60
Теплота парообразования, кДж/кг	2202	2182	2164	2148	2134	2121	2108	2086

Таблица А.24- Нормативные значения объемного коэффициента заполнения штабеля

Номинальная толщина пиломатериалов, мм	Способ укладки								
	со шпациями				без шпаций				
	обрезные		необрезные		обрезные		необрезные		
	Толщина прокладок $S_{пр}$, мм								
	22	25	22	25	22	25	32	22	25
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	0,191	0,176	0,126	0,116	0,264	0,244	0,206	0,176	0,162
16	0,216	0,201	0,143	0,133	0,300	0,278	0,237	0,200	0,185
19	0,238	0,222	0,158	0,147	0,330	0,307	0,265	0,220	0,205
22	0,257	0,241	0,170	0,159	0,356	0,333	0,290	0,237	0,222
25	0,273	0,257	0,181	0,170	0,378	0,356	0,312	0,252	0,237
32	0,304	0,288	0,201	0,191	0,422	0,399	0,356	0,281	0,266
40	0,331	0,316	0,219	0,209	0,459	0,438	0,395	0,306	0,292
45	0,345	0,330	0,228	0,219	0,478	0,458	0,416	0,319	0,305

Продолжение таблицы А.24

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	0,357	0,342	0,236	0,227	0,494	0,474	0,434	0,329	0,316
60	0,378	0,362	0,249	0,234	0,521	0,502	0,464	0,347	0,335
70	0,391	0,379	0,259	0,250	0,541	0,525	0,488	0,361	0,350
75	0,397	0,385	0,263	0,255	0,550	0,533	0,499	0,367	0,356
90	0,413	0,402	0,273	0,266	0,572	0,557	0,525	0,381	0,371
100	0,421	0,411	0,279	0,272	0,583	0,569	0,539	0,389	0,379

Таблица А.25 - Давление насыщенного водяного пара в зависимости от температуры

Температура, °С	Давление, Па	Температура, °С	Давление, Па	Температура, °С	Давление, Па
0	327,84	32	4754,26	64	23904,60
2	705,27	34	5319,55	66	26144,40
4	813,26	36	5940,83	68	28557,60
6	934,59	38	6619,44	70	31157,40
8	1073,24	40	7375,37	72	33943,80
10	1227,89	42	8199,30	74	36956,90
12	1402,55	44	9104,50	76	40183,30
14	1598,53	46	10085,80	78	43636,30
16	1817,18	48	11160,38	80	47342,60
18	2063,82	50	12333,60	82	51315,60
20	2338,47	52	13612,20	84	55568,60
22	2643,77	54	14998,70	86	60114,90
24	2983,75	56	16505,30	88	64941,10
26	3361,05	58	18145,10	90	70100,70
28	3779,68	60	19918,30	92	75593,60
30	4242,31	62	21838,10	94	81446,40

Таблица А.26 - Расчетная скорость $\omega_{\text{габ. расч.}}$ в камерах непрерывного действия

Тип камеры	Расчетная скорость $\omega_{\text{габ. расч.}}$ при режимах		
	мягких	нормальных	форсированных
Противоточные с поперечной штабелевкой и прямолинейной циркуляцией	0,78	0,95	1,26
Противоточные с продольной штабелевкой и зигзагообразной циркуляцией	0,41	0,48	0,67
Противоточные с продольной штабелевкой и прямолинейной циркуляцией	-	1,25	-

Таблица А.27 - Параметры перегретого пара при атмосферном давлении (P=0,1 МПа)

Температура, °С	Плотность, кг/м ³	Удельный объем, м ³ /кг	Степень насыщенности	Энтальпия (теплосодержание), КДж/кг	Удельная теплоемкость, кДж/кг·град
99,6	0,590	1,695	1,000	2675	2,040
100	0,589	1,697	0,992	2676	2,038
102	0,585	1,709	0,916	2679	2,031
105	0,581	1,722	0,814	2683	2,024
110	0,573	1,746	0,677	2691	2,015
115	0,565	1,770	0,566	2698	2,075
120	0,557	1,794	0,477	2706	2,002
125	0,550	1,818	0,405	2713	1,996
130	0,543	1,842	0,345	2721	1,992
135	0,536	1,866	0,298	2727	1,988
140	0,529	1,890	0,258	2734	1,984
145	0,522	1,914	0,224	2740	1,981
150	0,515	1,938	0,196	2746	1,979

Таблица А.28 - Среднее значение базисной плотности древесины

Порода древесины	ρ , кг/м ³	Порода древесины	ρ , кг/м ³
Береза	500	Лиственница	520
Бук	530	Ольха	420
Граб	630	Орех	520
Дуб	560	Осина	400
Ель	360	Пихта	300
Кедр	350	Сосна	400
Клен	550	Тополь	360
Липа	400	Ясень	540

Таблица А.29 - Сокращенная климатическая таблица

Наименование города	Расчетная температура, °С	
	среднегодовая $t_{ср}$	для отопления $t_{расч.зим}$
1	2	3
Алма-Ата	8,7	-25
Архангельск	0,8	-31
Баку	14,4	-4
Брянск	4,9	-26
Витебск	5,1	-26
Владимир	4,0	-24
Волгоград	7,6	-25
Воронеж	5,4	-26
Горький	3,1	-30
Ереван	11,6	-19
Иркутск	-1,1	-37
Казань	2,8	-32
Калинин	3,3	-29
Киев	7,2	-22

Продолжение таблицы А.29

1	2	3
Киров	1,5	-33
Кострома	2,7	-31
Красноярск	0,5	-40
Санкт-Петербург	4,3	-26
Магнитогорск	1,2	-34
Минск	5,4	-25
Москва	3,8	-26
Новороссийск	12,7	-13
Новосибирск	-0,1	-39
Одесса	9,8	-18
Омск	0	-37
Пермь	1,5	-35
Псков	4,6	-26
Рига	6,2	-20
Ростов - на -Дону	8,7	-22
Саратов	5,3	-27
Свердловск	1,2	-35
Ташкент	13,3	-15
Тбилиси	12,7	-8
Томск	-0,6	-40
Тюмень	1,3	-37
Уфа	2,5	-35
Хабаровск	1,4	-31
Харьков	6,9	-23
Чита	-3,1	-38
Якутск	-10,3	-55

Таблица А.30 - Значение коэффициента теплопередачи ограждений сушильных камер

Наименование ограждений		Коэффициент теплопередачи К, Вт/(м·град)
Стена кирпичная с односторонней штукатуркой толщиной	250 мм	2,04
	380 мм	1,53
	510 мм	1,23
	640 мм	1,03
	770 мм	0,88
Потолок, плиты железобетонные толщиной 100 мм с настилом из двух слоев рубероида и утеплителем	засыпка- шлак, толщиной 350 мм	0,7
	засыпка - смесь опилок с глиной, толщиной 300 мм	0,8
Дверь каркасная с обшивкой листами нержавеющей металла и теплоизоляцией, толщиной 100 мм		0,6
Ограждение сборных камер - каркасные с обшивкой листовым металлом (с внутренней стороны - нержавеющей) и теплоизоляцией, толщиной 120-150 мм		0,6

Таблица А.31 - Значение коэффициента $C_{длит.}$

$t_{суш.ср}$	1	2	3	4	5	6	7	8
при низкотемпературном процессе сушки	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
при высокотемпературном процессе сушки	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7

Таблица А.32 - Ориентировочный состав и соотношение площадей участков сушильного цеха

Наименование участков и помещений		Площадь участка, м ²	Процент от общей площади цеха
Производственные площади	Сушильные камеры		25
	Транверсные коридоры		23
	Помещения для формирования сырых штабелей		6
	Склад сырых штабелей (промежуточный склад)		10
	Помещение для расформирования сухих штабелей		8
	Склад сухих штабелей (остывочное отделение)		17
	Коридор управления		4
Итого:			93
Вспомогательные помещения	Лаборатория цеха	15-25	
	Механические мастерские	10-20	
	Контора, комната начальника цеха	10-16	
	Итого:		
Бытовые помещения	Комната отдыха		4
	Курительная		
	Душ, санузел		
	Итого:		
Всего:			100

Таблица А.33 - Техническая характеристика термодинамических конденсатоотводчиков типа 45 ч 15 нх

Условный проход d_u , мм	Коэффициент пропускной способности K_u , кг/час	Габаритные размеры, мм		Резьба трубная, дюйм	Масса, кг
		длина L	высота H		
1	2	3	4	5	6
15	800	90	192	$\frac{1}{2}$	2,45
20	1000	100	213	$\frac{3}{4}$	4,05

Продолжение таблицы А.33

1	2	3	4	5	6
25	1250	120	250	1	6,55
32	1600	140	300	$1\frac{1}{4}$	8,50
40	2000	170	310	$1\frac{1}{2}$	13,50
50	2500	200	335	2	17,30

Таблица А.34 - Ориентировочная продолжительность
влаготеплообработок пиломатериалов

Толщина пиломатериалов, мм	Продолжительность влаготеплообработок, час.				
	сосна, ель, пихта, осина, тополь, кедр, липа	береза, ольха	лиственница	бук, клен	дуб, ильм, орех, граб, ясень
до 22	1,5	2	3	3,5	4
св. 22 до 32	2	3	4	5	6
св. 32 до 40	3	6	8	10	12
св. 40 до 50	6	12	14	16	20
св. 50 до 60	9	18	21	24	30
св. 60 до 75	14	30	35	40	50
свыше 75	24	60	65	70	80

Таблица А.35 - Рекомендуемая температура при прогреве пиломатериалов мягких хвойных пород

Категория режима	Температура, °С при толщине пиломатериалов, мм						
	до 22	св. 22 до 32	св. 32 до 40	св. 40 до 50	св. 50 до 60	св. 60 до 75	св. 75 до 100
М	67	67	64	64	63	60	60
Н	98	94	90	85	80	72	63
Ф	100	100	100	100	98	88	-

Таблица А.36 - Компактные калориферы

Тип и номер калорифера	Живое сечение по агенту сушки, м ²	Тип и номер калорифера	Живое сечение по агенту сушки, м ²	Тип и номер калорифера	Живое сечение по агенту сушки, м ²
1	2	3	4	5	6
Калориферы стальные одноходовые типа КФС, КФБ		Калориферы стальные, спирально-навивные, одноходовые КФСО, КФБО		Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые типа КВБ	
КФ-6	0,295	КФ-6	0,227	2	0,244
КФ-7	0,354	КФ-7	0,271	6	0,295
КФ-8	0,416	КФ-8	0,318	7	0,354

Продолжение таблицы А.36

1	2	3	4	5	6
Калориферы стальные одноходовые типа КФС, КФБ		Калориферы стальные, спирально-навивные, одноходовые КФСО, КФБО		Калориферы стальные, пластинчатые, одноходовые типа КВБ	
КФ-9	0,485	КФ-9	0,375	8	0,416
КФ-10	0,558	КФ-10	0,431	9	0,486
КФ-11	0,638	КФ-11	0,475	10	0,588

Таблица А.37 - Коэффициенты теплопередачи и сопротивление движению агента сушки пластинчатых калориферов

Тип калорифера	Весовая скорость агента сушки в живом сечении $\rho \cdot v_k$, кг/м ² ·с							
	2	4	6	8	10	12	14	16
	Сопротивление калорифера Δh_k , Па							
КФС	4	14	29	30	70	97	128	161
КФБ	6	19	38	62	92	127	163	202
КФСО	14	54	118	219	342	495	668	882
КФБО	17	65	143	249	388	552	735	960
КВБ	5	16	32	51	75	102	132	168

Таблица А.38 - Значение коэффициента запаса

Мощность электродвигателя, кВт	Коэффициент запаса k_3	
	центробежный вентилятор	осевой вентилятор
до 0,5	1,50	1,20
от 0,5 до 1,0	1,30	1,15
от 1,0 до 2,0	1,20	1,10
от 2,0 до 5,0	1,15	1,05
более 5,0	1,10	1,05

Таблица А.39 - Значение коэффициента k_t

Температура среды, °С	36 - 40	41 - 45	46 - 50
k_t	1,1	1,2	1,25

Таблица А.40 - Характеристика электродвигателей единой серии А-2 и А0-2

Типоразмер	Мощность, кВт					
	защищенные А-2			закрытые А0-2		
	Частота вращения, оборотов в минуту					
	1500	1000	750	1500	1000	750
1	2	3	4	5	6	7
31	-	-	-	2,2	1,5	-
32	-	-	-	3,0	2,2	-
41	-	-	-	4,0	3,0	2,2
42	-	-	-	5,5	4,0	3,0

Продолжение таблицы А.40

1	2	3	4	5	6	7
51	-	-	-	7,5	5,5	4,0
52	-	-	-	10,0	7,5	5,5
61	13,0	10,0	7,5	13,0	10,0	7,5
62	17,0	13,0	10,0	17,0	13,0	10,0
71	22,0	17,0	13,0	22,0	17,0	13,0
72	30,	22,0	17,0	30,0	22,0	17,0
81	40,0	30,0	22,0	40,0	30,0	22,0
82	55,0	40,0	30,0	55,0	40,0	30,0

Таблица А.41 - Стоимость монтажных и демонтажных работ в сушильных цехах

Наименование сооружений	Монтажные и демонтажные работы в % от стоимости оборудования	
	монтажные	демонтажные
Сушильная камера	40,2	5,6
Склад пиломатериалов	12,0	4,0
Погрузочно-разгрузочное, транспортное оборудование	16,0	4,0

Таблица А.42 - Значение коэффициента спроса $K_{СП}$

Наименование объекта (механизма, объекта, цеха)	Коэффициент спроса $K_{СП}$
Сушильные камеры	0,80
Вентиляторы циркуляционного оборудования	0,80
Вентиляторы санитарно-гигиенического оборудования	0,65
Вентиляторы пневмотранспортного оборудования	0,70
Транспортеры	0,65
Подъемно-транспортное оборудование	0,30
Краны башенные и козловые	0,35
Краны электрические цеховые	0,15
Электролебедки погрузочно-разгрузочные	0,30
Освещение внутренне	0,80
Освещение наружное	1,0

Таблица А.43 - Нормы минимальной освещенности производственных, бытовых и вспомогательных помещений

Наименование помещения	Освещенность, лк	Удельная мощность, Вт/м ²	Рекомендуемый тип светильников
1	2	3	4
1. Внутренне освещение			
Коридоры управления сушильных камер	40	15	ЛЦ-конический цельный с фарфоровым патроном

Продолжение таблицы А.43

1	2	3	4
Площадки формирования и расформирования штабелей	40	15	"Универсаль" с затемнением
Траверсные коридоры	20	8	---/---
Промежуточный склад	5	4	---/---
Остывочное отделение	5	4	---/---
Лаборатория	50	18	---/---
Бытовые помещения	30 - 40	10 - 15	---/---
Административно-конторские помещения	75	25	---/---
Главные проезды, проходы	20	8	ЛЦ-конический цельный с фарфоровым патроном
Прочие проходы, коридоры, лестничные клетки	10	6	---/---
2. Наружное освещение			
Территория, примыкающая к сушильному цеху (охранное освещение)	0,3	0,2	"Универсаль" с затемнением
Склады атмосферной сушки пиломатериалов	2 - 3	1,5	---/---
Дороги, проезды	1	0,7	---/---

Таблица А.44 - Сокращенная климатическая таблица

Наименование региона строительства	Расчетная температура t_0 , °С		Продолжительность отопительного сезона $n_{от.}$, дней
	для отопления	для вентиляции	
1	2	3	4
Алма-Ата	-24	-11	161
Архангельск	-32	-12	232
Баку	-7	-2	62
Витебск	-22	-12	189
Владимир	-24	-14	171
Волгоград	-35	-13	162
Воронеж	-26	-13	177
Горький	-29	-16	193
Ереван	-18	-7	120
Иркутск	-38	-28	215
Казань	-31	-17	193
Калинин	-29	-16	234
Кемерово	-34	-21	210
Киев	-20	-9	164
Киров	-31	-18	198
Кострома	-29	-16	198

Продолжение таблицы А.44

1	2		4
Красноярск	-36	-22	210
Санкт-Петербург	-24	-12	193
Львов	-22	-6	149
Минск	-23	-10	181
Пермь	-33	19	209
Москва	-30	-14	194
Новороссийск	-15	-4	81
Одесса	-16	-6	81
Омск	-37	-24	208
Охотск	-37	-27	215
Ростов - на -Дону	-19	-9	148
Саратов	-24	-15	174
Свердловск	-32	-19	214
Ташкент	-17	-4	98
Тбилиси	-9	-3	97
Томск	-39	-24	218
Уфа	-31	-18	198
Хабаровск	-35	-22	209
Харьков	-26	-11	166
Чита	-41	-30	222
Якутск	-56	-45	240

Приложение Б

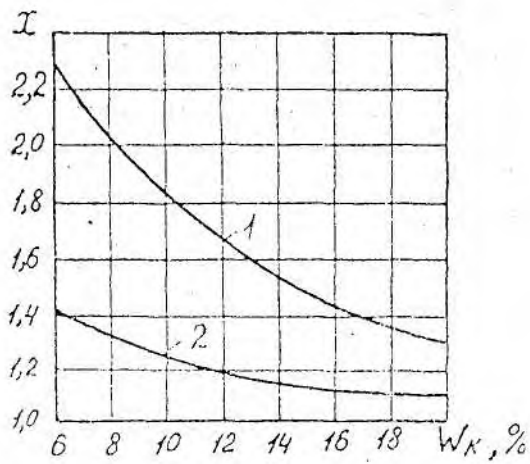


Рисунок Б.1 – График коэффициентов неравномерности скорости сушки

1 – низкотемпературный процесс; 2 – высокотемпературный процесс

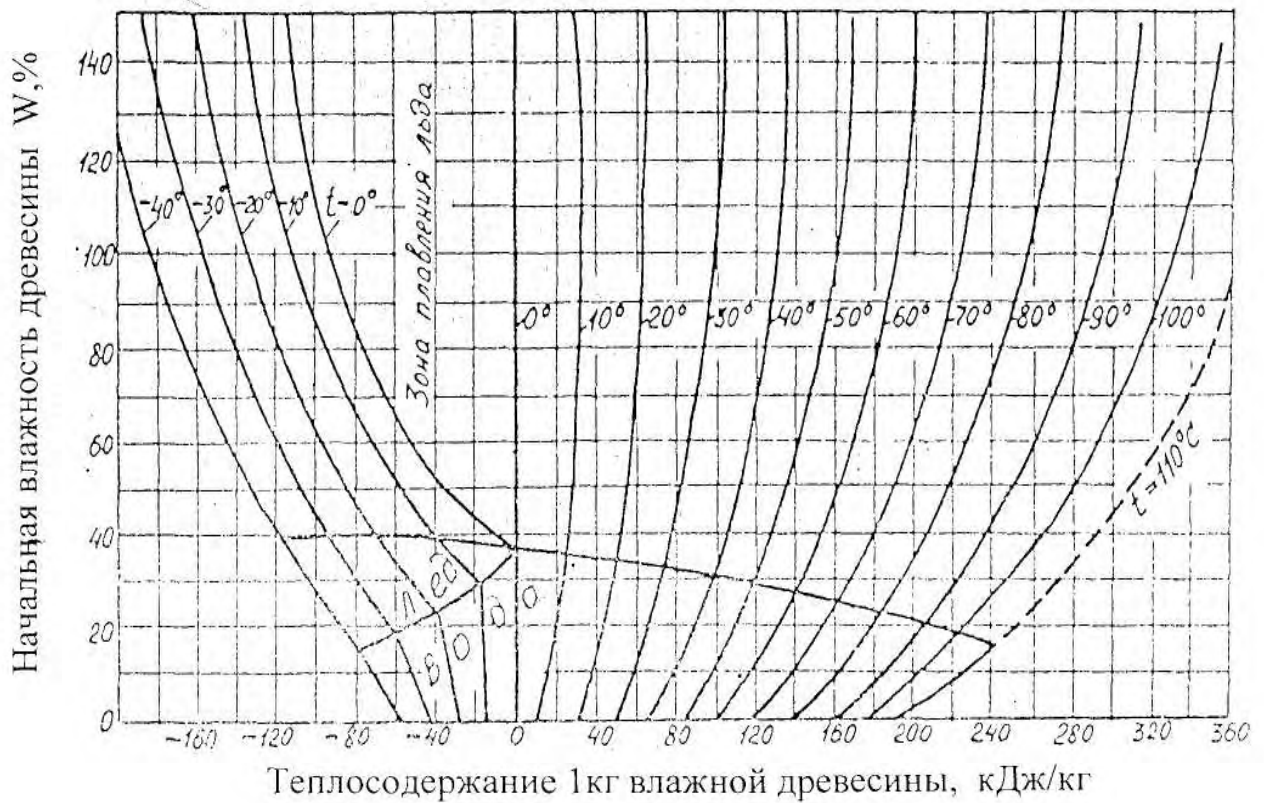


Рисунок Б.2 – Диаграмма для определения расхода тепла на прогрев 1 кг влажной древесины

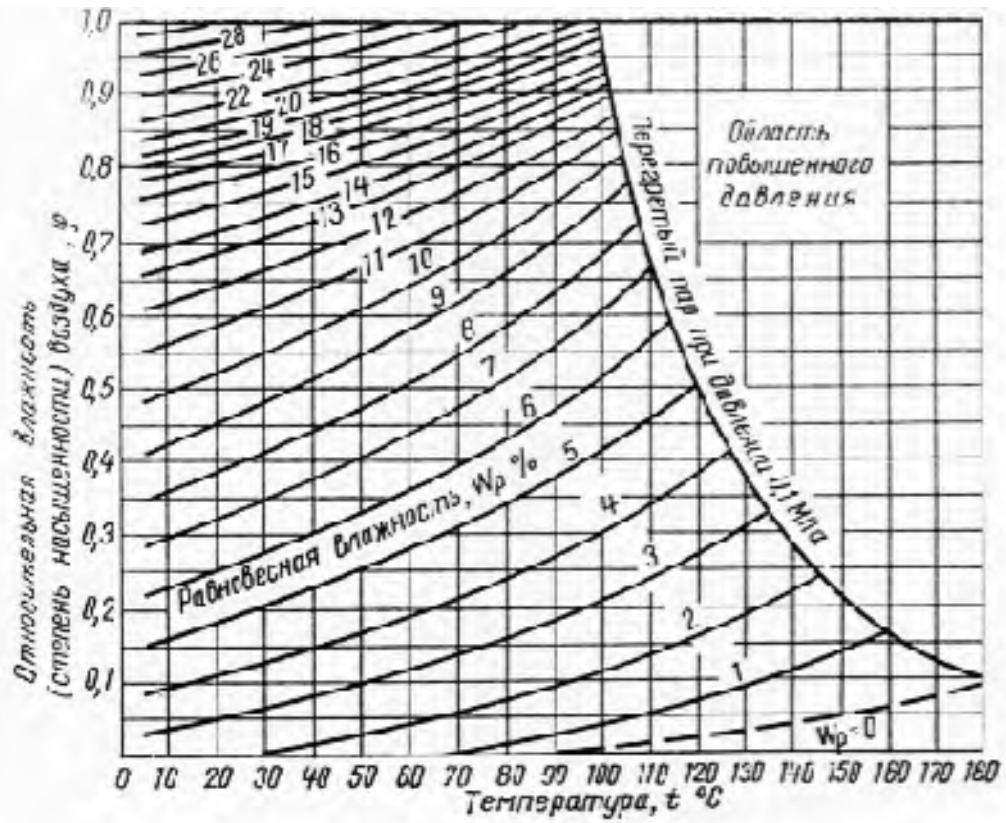


Рисунок Б.3 - Диаграмма равновесной влажности древесины

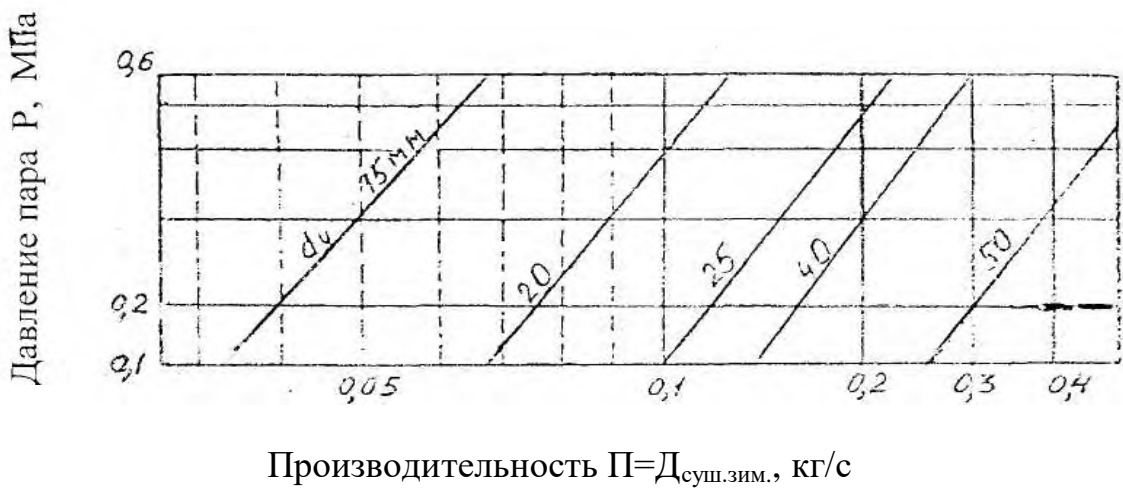


Рисунок Б.4 – Диаграмма для выбора диаметра условного прохода термодинамического конденсатоотводчика

Приложение В

Пример оформления содержания

Содержание

Введение	4
1 Организационно-технический раздел	5
1.1 Описание сушильной камеры	5
1.2 Технологическая часть	8
1.3 Тепловой расчет	20
1.4 Описание технологического процесса сушки	30
1.5 Аэродинамический расчет	34
1.6 Описание конструкции здания проектируемого цеха	44
1.7 Расчет площадей и кубатуры зданий	48
1.8 Расчет стоимости строймонтажных работ	52
1.9 Расчет расхода осветительной и силовой электроэнергии	60
1.10 Расчет расхода тепла и воды на отопление, вентиляцию и бытовые нужды	64
2. Охрана труда и промышленная экология	70
2.1 Мероприятия по охране труда, технике безопасности при организации рабочих мест	70
2.2 Противопожарные мероприятия	75
2.3 Мероприятия по охране окружающей среды	80
3 Экономический раздел	84
3.1 Расчет производственной программы	84
3.2 Расчет показателей по труду и заработной плате	86
3.3 Расчет калькуляции себе стоимости	90
3.4 Расчет показателей эффективности	92
3.5 Расчет срока окупаемости капитальных вложений	100
Заключение	101
Список использованных источников	102

					<i>ДП-35.02.03 -ТД- 012-17 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Иванов С.В			Проект сушильного цеха на базе сушильной камеры СПЛЮ 8 мощностью 25 тыс, м ³ в год	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Жилко Э.В..					4	102
<i>Реценз.</i>						БЦБК ФГБОУ ВО БрГУ ТД-121		
<i>Н. Контр.</i>		Каменецакая А.А						
<i>Утверд.</i>		Каменецакая А.А						

Приложение Г

Пример оформления заключения

Заключение

В дипломном проекте разработан сушильный цех на базе сушильных камер периодического действия.

В организационно-техническом разделе дано описание сушильной камеры ВК-4; выявлены конструктивные и аэродинамические характеристики камеры, её достоинства и недостатки.

Согласно заданной спецификации выбран номер, индекс и параметры режима сушки.

Определены продолжительность сушки и оборота камеры; рассчитана годовая производительность камер на условном материале и определено требуемое количество камер для выполнения заданной годовой программы. Продолжительность сушки для расчетного материала - 37,8 часа. Производительность камеры в фактическом материале - 17000 куб.м в год, в условном материале - 16477,5 куб.м в год.

Произведен тепловой расчет на базе расчетного материала для среднегодовых и зимний условий. Определены параметры сушильного агента на входе и выходе из штабеля. Рассчитано количество испаряемой влаги; определен расход тепла на начальный прогрев древесины, сушку и испарение. Определены потери тепла через ограждения. Рассчитан расход пара на годовую программу. Определено требуемое количество конденсатоотводчиков. Требуемое количество пара на годовую программу составляет 2898,3 тонны в год. Требуемое количество конденсатоотводчиков типа 45 ч 15 нх - 1 штука.

Дано описание технологического процесса сушки. Согласно технологического процесса сушки, количества требуемого оборудования разработан и выполнен план сушильного цеха на базе сушильной камеры ВК-4. Сушильный цех оснащен сушильными камерами, траверсными тележками ЭТ2-6,5, лифтами Л-6,5-15.

Произведен аэродинамический расчет сушильной камеры ВК-4.

Рассчитан объем площадей и кубатуры цеха. Составлена ведомость оборудования установленного в цехе. Общая стоимость оборудования с монтажом - 15054 тыс. рублей.

Рассчитана годовая потребность в электроэнергии для оборудования и освещения. Определен расход тепла на отопление, вентиляцию и душевые. Общая потребность в паре составила 9610000 кг/год. Рассчитана годовая потребность в воде на технологические, бытовые и противопожарные мероприятия.

В разделе «Охрана труда и промышленная экология» были разработаны мероприятия, обеспечивающие безопасные условия работы в сушильном цехе, пожарную безопасность и защиту окружающей среды.

В экономическом разделе произведены следующие расчеты:

- расчет производственной программы, в состав которой входил расчет объема товарной продукции; выполнили расчет количества и стоимости сырья и материалов на программу;

- расчет по труду и заработной плате на основе баланса рабочего времени и численности рабочих;

- расчет тарифного фонда заработной платы технологических рабочих, исходя из разряда, количества человек по каждому разряду, часовой тарифной ставки, эффективности рабочего времени на каждого рабочего, тарифного фонда заработной платы и годового фонда заработной платы рабочего цеха.

Рассчитана калькуляция себестоимости продукции сушильного производства. Рентабельность составила 27%, срок окупаемости - 2,9 лет. Экономический эффект составил – 3,05.

Приложение Д

Пример оформления списка использованных источников


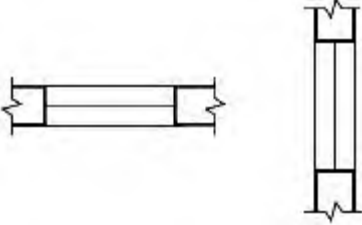

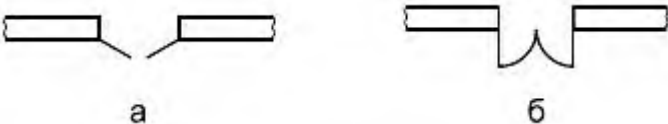



Список использованных источников

- 1 Богданов Е.С. Справочник по сушке / Богданов Е.С.–М.:«Лесная промышленность», 1990.-304с.
- 2 Серговский П.С. «Гидротермическая обработка и консервирование древесины» / Серговский П.С., Расев А.И. - М.: «Лесная промышленность»,1975.- 360с.
- 3 Дьяченко К.Ф. Пособие по сушке пиломатериалов. / Дьяченко К.Ф., Гукалов А.М. – М. «Лесная промышленность»,1987г. - 192с.
- 4 Кречетов И.В. «Сушка и защита древесины» / Кречетов И.В. .М.: «Лесная промышленность», 1987г. - 328с.
- 5 Миляевская Р.Е. Сушка и защита древесины. Методические указания по выполнению курсовой работы / Миляевская Р.Е. – Щелково: Российский политехнический колледж, 1992г. – 62с.
- 6 Серговский П.С. Режимы и проведение камерной сушки пиломатериалов / Серговский П.С. – М.: «Лесная промышленность», 1976. - 136с.
- 7 Соколов П.В. Лесосушильные камеры / Соколов П.В., Харитонов Г.Н., Добрынин С.В.. – М.: Лесная промышленность, 1987. - 184с.
- 8 Богданов Е.С. Сушка пиломатериалов / Богданов Е.С. – М.: Лесная промышленность, 1988. – 248с.
- 9 Пейч Н.Н., «Сушка древесины» Учебник для профессионально-технических училищ / Пейч Н.Н., Царев Б.С. - М. «Высшая школа», 1975.- 224с.
- 10 Соколов П.В. Сушка древесины / Соколов П.В. –М.: Лесная промышленность, 1968. – 364с.
- 11 Серговский П.С.«Гидротермическая обработка и консервирование древесины» Учебник для вузов / Серговский П.С., Расев А.И. – М. Лесная промышленность, 1987.- 360с.
- 12 Кречетов И.В. «Сушка древесины» / Кречетов И.В. - М. Лесная промышленность, 1972. – 440с.
- 13 Охрана труда на деревообрабатывающих предприятиях: Учебное пособие для СПТУ. – М.: Высшая школа, 1987. – 240с. ил.
- 14 Правила техники безопасности и производственной санитарии в деревообрабатывающей промышленности. Изд. 4-е исправленное и дополненное Минлеспромом СССР, ЦК профсоюза рабочих лесной, бумажной и деревообрабатывающей промышленности. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 216с.
- 15 Ворст Й., Ревентлоу П. Экономика фирмы: Учеб/Пер. с дат.- М.: Высшая школа, 2001.

- 16 Долан Э.Дж., Кемпбелл Р, Брю Стенли Л. Экономикс: принципы, проблемы и политика. В 2 т. /Пер. с англ.- М.: Республика, 2000.
- 17 Курс предпринимательства: Учеб/Под ред. В.Я. Горфинкеля, В.А. Швандара- М., ЮНИТИ, 1997.
- 18 Липсиц И.Экономика без тайн.- М.: Втиа-Пресс, 1994.
- 19 Макконел К.Р., Брю С.Л. Экономикс: Реферат-дайджест учебника по рыночной экономике.- М.: Менеджер, 2001
- 20 Прикладная экономика: Сб.заданий / Пер. с англ.- М: Просвещение, 1999.
- 21 Уткин Э.А. Бизнес-план. Организация и планирование предпринимательской деятельности.- М:АКАЛИС, 1997
- 22 Экономика предприятия: Учеб. / Под ред. В.Я. Горфинкеля, Е.М. Купрякова, В.А. Швандара-М., ЮНИТИ, 1996.
- 23 Конвективные Сушильные камеры серии Гелиос (Россия)
http://www.stanki.ru/catalog/sushilnye_kamery_/konvektivnye_sushilnye_kamery_serii_gelios_rossiya/

Приложение Е

Таблица Е.1 - Условные изображения элементов зданий и сооружений

Наименование	Изображение в плане
Колонна (опора)	
Проем оконный без четвертей	
Дверь (ворота) однопольная	
Дверь (ворота) двупольная	
Дверь (ворота) откатная однопольная	
Дверь (ворота) раздвижная двупольная	
Дверь (ворота) подъемная	

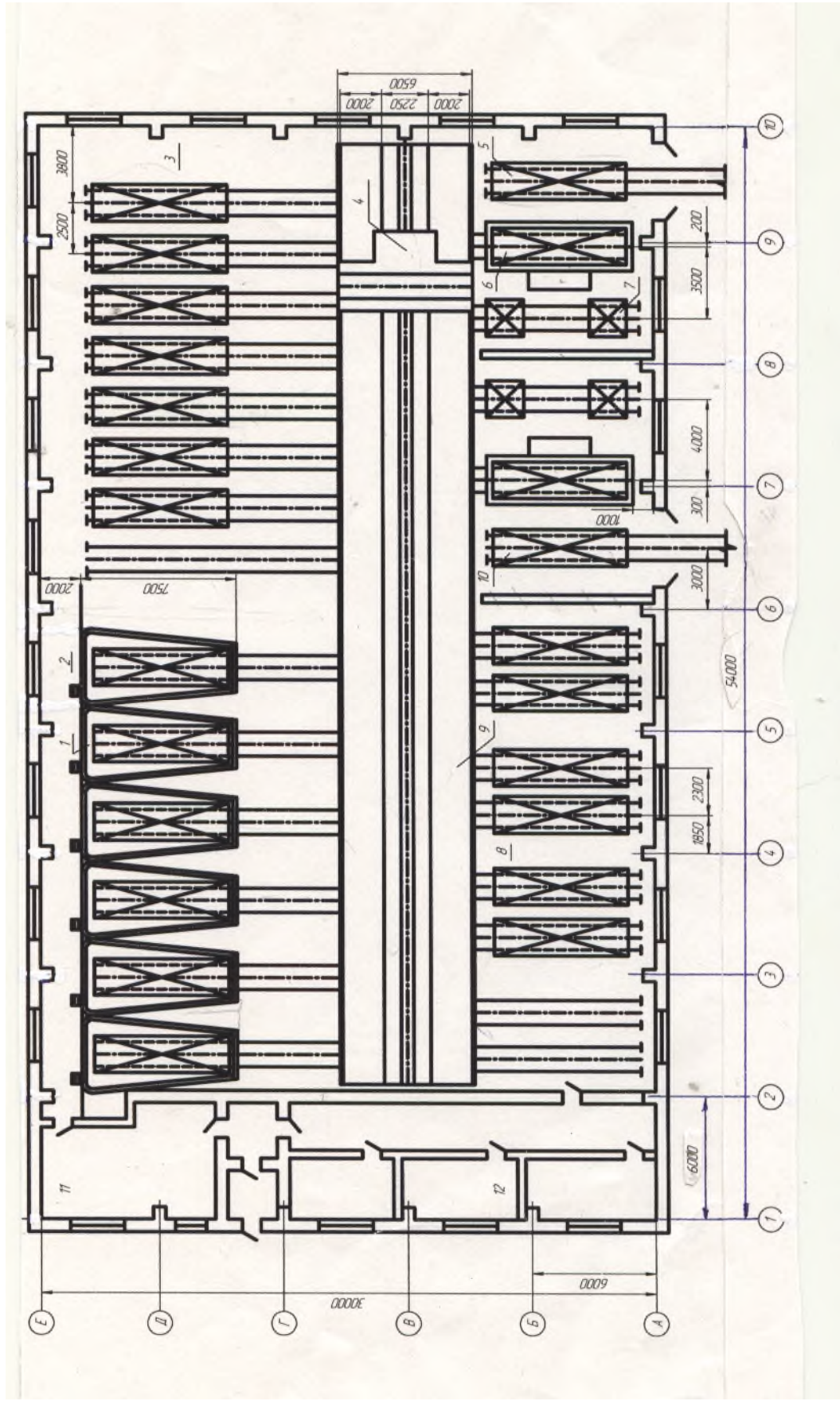


Рисунок Е.1 – Планировка сушильного цеха на базе сушильной камеры периодического действия

- 1 - сушильная камера; 2 – коридор управления; 3 – промежуточный склад; 4 – траверсная тележка;
- 5 – плотный пакет сырых пиломатериалов; 6 – лифт Л6.5-15; 7 – место для прокладок; 8 – остывающее отделение;
- 9 – траверсный коридор; 10 – плотный пакет сухих пиломатериалов; 11 – лаборатория; 12 – бытовые помещения