

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики
Отделение/НОЦ НОЦ И.Н. Бутакова
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника
Профиль Промышленная теплоэнергетика

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Экспериментальное исследование процесса влагоудаления из различных типов древесной хвойной биомассы при подготовке к получению тепловой энергии.

УДК 674.032.047-047.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4Б	Горлова Алина Андреевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Е.Е. Бульба	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент Отделения контроля и диагностики	М.В. Василевский	К.Т.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель Отделения социально- гуманитарных наук	Н.Г. Кузьмина			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель Отделения/НОЦ	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	А.М. Антонова	К.Т.Н.		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата, указанными в ФГОС ВПО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	<i>Универсальные компетенции</i>
Р1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
Р2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
Р3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
Р4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
Р5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Р6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
	<i>Профессиональные компетенции</i>
Р7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
Р8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
Р9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.

P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
	<i>Специальные профессиональные</i>
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение/НОЦ Научно-образовательный центр И.Н. Бутакова

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль Тепловые электрические станции

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель профиля
Е.Е.Бульба

(Подпись)

(Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4Б	Горловой Алине Андреевне

Тема работы:

Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10 июня 2018 года
--	-------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования: пять образца хвойных пород древесины:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Кедр;2. Ель;3. Пихта;4. Сосна;5. Лиственница.
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – постановка цели и задач исследования; – обзор литературы; – определение массы испарившейся влаги; – расчет массовой скорости испарения; – расчет парциального давления; – анализ и обработка полученных результатов; – анализ параметров, влияющих на коэффициент аккомодации; – заключение.
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	М.В. Василевский, доцент Отделения контроля и диагностики
Социальная ответственность	Н.Г. Кузьмина, старший преподаватель Отделения социально-гуманитарных наук

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	10 декабря 2018 года
---	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент НОЦ И.Н.Бутакова ИШЭ	Бульба Елена Евгеньевна	к.т.н.		10.12.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4Б	Горлова Алина Андреевна		10.12.18

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4Б	Горлова Алина Андреевна

Подразделение	ИШЭ	НОЦ	И. Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и область его применения.	<p>Тема работы: «Экспериментальное исследование процесса сушки различных типов хвойной биомассы второго сорта при подготовке к использованию в теплоэнергетике».</p> <p>Объектом исследования является хвойная биомасса 5 сортов древесины: ель, пихта, кедр, сосна, лиственница</p> <p>Результаты выполненных экспериментальных исследований могут служить базой для дальнейшего уточнения механизма удаления влаги из пористой структуры влагосодержащего материала и развития общей теории сушки, а так же могут служить для применения в области энергетики и лесной промышленности.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность.	<p>1.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.</p> <p>1.2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований</p>
2. Экологическая безопасность.	<p>2.1 Анализ возможного воздействия объекта на окружающую среду;</p> <p>2.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.</p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	<p>3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований;</p> <p>3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований;</p> <p>3.3 Мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Василевский Михаил Викторович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4Б	Горлова Алина Андреевна		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Б4Б	Горлова Алина Андреевна

Подразделение	ИШЭ	НОЦ	И. Н. Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Месячный оклад инженера – 17 000р. Месячный оклад научного руководителя – 26 300р.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизации – 20%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления в социальные фонды 30 % от фонда заработной платы</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Планирование работ и оценка их выполнения</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Смета затрат на проект</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение практической значимости исследования</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший Преподаватель	Кузьмина Наталия Геннадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б4Б	Горлова Алина Андреевна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 109 страницы, 8 рисунков, 6 таблиц, 49 источников литературы, 3 приложения.

Ключевые слова: хвойная биомасса, массовая скорость испарения, влажность, парциальное давление, коэффициент аккомодации.

Объектом исследования является хвойная биомасса пяти сортов древесины, ее свойства и параметры.

Цель работы – экспериментальное исследование теплофизических свойств хвойной биомассы на процесс сушки, а также нахождение скорости испарения жидкости из хвойной биомассы, расчет коэффициента аккомодации и парциального давления, которые позволяют оценить параметры, влияющие на процесс испарения жидкости при сушке биомассы.

В результате эксперимента получены результаты изменения массовой скорости испарения, коэффициента аккомодации и парциального давления для хвойных пород древесины. Получены зависимости массовой скорости испарения от температуры, массовой скорости испарения от времени испарения, а также проведен расчет коэффициента аккомодации.

Область применения: энергетика, лесная промышленность (сушка древесины).

Содержание

Введение.....	10
1. Обзор литературы	12
1.1 Характеристика и строение хвойной древесины.....	12
1.2 Физические свойства древесины	13
1.3 Биомасса, виды, преимущества	15
1.4 Теоретические сведения о сушильном процессе	17
1.5 Экспериментальное исследование процесса влагоудаления	22
1.6 Математическое моделирование процесса влагоудаления древесины	23
1.7 Теория планирования инженерно – физического эксперимента	26
1.8 Выводы по обзору литературы	27
2. Экспериментальное исследование массовой скорости испарения из хвойной биомассы	28
2.1 Описание экспериментальной установки	28
2.2 Методика эксперимента	30
3. Результаты экспериментального исследования	32
3.1 Результаты расчёта парциального давления и коэффициента аккомодации	32
3.2 Результаты расчёта погрешности измерений	35
4. Анализ полученных результатов	44
4.1 Анализ зависимости скорости испарения от времени.....	44
4.2 Зависимость скорости испарения от температуры	45
5. Социальная ответственность.....	47
5.1 Производственная безопасность.....	49
5.2 Экологическая безопасность.....	58
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	59
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
6.1 Определение перечня работ и оценка времени на их выполнение.....	63
6.2 Смета затрат на проект	64
6.3 Анализ полученных результатов	67
Заключение	68
Список использованных источников	69
Приложение А	75
Приложение Б.....	87
Приложение В	100

Введение

Сушка — одна из важнейших и неотъемлемых операций в технологических процессах деревообработки, во многом определяющая качество и конкурентоспособность готовых изделий. Целью сушки является улучшение качества материала (снижение его объемной массы, повышение прочности) и, в связи с этим, увеличение возможностей его использования. [1]

Задача эффективной утилизации отходов является на сегодняшний день очень актуальной. Так как объемы и разнообразие отходов увеличиваются быстрыми темпами, из-за развития промышленности и роста потребления энергии. [2]

В результате обработки древесины и лесозаготовок появляется большое количество отходов. Их использование пока минимально. Поскольку лесосечные отходы практически не применяются, их утилизация связана с большими финансовыми затратами. В качестве выхода из сложившейся ситуации предлагается переход на использование возобновляемых источников энергии. Одним из таких источников является древесина [3].

Но использование древесной биомассы в энергетике осложнено из-за большого, как правило, влагосодержания древесины. Процессы сушки древесины длительны и энергозатратны. Поэтому анализ закономерностей процессов влагоудаления является одной из основных задач, решение которых необходимо при разработке технологий сжигания древесной биомассы в топках паровых и водогрейных котлов.

Древесные отходы являются хорошим топливом, имеющим высокую теплотворную способность. Главным достоинством этого топлива является его экологическая безопасность, так как при его сгорании образуется минимальное количество золы и вредных веществ [4]. При естественном разложении древесины в атмосферу выделяется то же количество углекислого газа, как при ее сгорании [5].

Целью работы является экспериментальное изучение процессов влагоудаления из образцов древесины хвойных пород и определение численных значений характеристик процесса сушки.

Задачи исследования:

1. Аналитический обзор литературных источников по исследованию процесса сушки древесной биомассы.
2. Планирование и подготовка образцов для проведения эксперимента.
3. Проведение эксперимента.
4. Обработка результатов эксперимента и формирование выводов.

1. Обзор литературы

1.1 Характеристика и строение хвойной древесины

В статье [6] рассмотрены методы определения гистологического состава древесины разных типов. Описаны особенности строения древесины. Древесные породы делятся на три группы: хвойные, лиственные рассеяннососудистые и лиственные кольцесосудистые. Древесина хвойных пород отличается простым строением. Водопроводящие элементы представлены здесь замкнутыми прозенхимными клетками с окаймленными порами – трахеидами. Специализированные механические (опорные) ткани отсутствуют, их функцию совмещают поздние трахеиды, так как хвойные породы – вечнозеленые.

В статье [7] рассмотрено изменение в строении древесины сосны и ели на анатомическом уровне. Различные типы и режимы ухода за лесом оказывают влияние на камбиальную деятельность ствола дерева, что приводит к изменению показателей анатомического строения древесины и ее базисной плотности. Плотность древесины у сосны и ели коррелирует с разными показателями строения древесины. С увеличением доли поздней древесины в годичном приросте у обеих пород возрастает и плотность. Наиболее тесно изменения плотности связаны с изменениями площади поперечного сечения ствола и зоны поздней древесины обеих пород. Изменения на уровне строения клеток поздней и ранней древесины сосны и ели определяют ее плотность после ухода за лесом. У ели увеличение количества клеток поздней древесины влияет на рост плотности древесины в целом как после разреживания, так и при совместном внесении удобрений, у сосны увеличение толщины клеточных стенок и их размеров в поздней древесине годичного прироста после комплексного ухода приводит к повышению плотности древесины. После разреживания насаждения плотность древесины сосны уменьшается, так как происходит увеличение зоны ранней древесины в годичном приросте. В смешанных сосново-еловых насаждениях изменения

плотности древесины зависят от доли участия породы. Таким образом, количественные показатели древостоя влияют на качественные параметры - плотность древесины. С увеличением доли сосны в составе смешанного хвойного древостоя после комплексного ухода плотность древесины у ели и сосны увеличивается.

В статье [8] рассмотрены вопросы использования и изучения древесины, ее использования и применения для изделий, где требуются повышенные требования к физико-механическим свойствам. Такие требования необходимы при конструировании и отделке помещений, а также в концертной деятельности, требующих создания особой акустической атмосферы. В статье рассматриваются результаты исследований древесины хвойных пород и их последующий анализ.

1.2 Физические свойства древесины

В справочнике [9] описываются физические свойства древесины. К физическим свойствам древесины относятся цвет, блеск, запах и текстура. По цвету, блеску и текстуре определяют породу древесины. Максимальный показатель влажности свежесрубленной древесины имеет пихта, и ее влажность составляет около 120%, тогда как влажность кедра составляет 109%.

Таблица 1.2.1– Средняя влажность древесины в свежесрубленном состоянии

Порода древесины	Влажность, %
Кедр	92
Ель	91
Пихта	101
Сосна обыкновенная	88
Лиственница	82

В справочнике по методическим указаниям [10] изложены теоретические сведения и методика выполнения лабораторных работ по определению основных физических свойств древесины: влажности, плотности, усушки.

В древесине различают два вида влаги: связанную и свободную. Влага, находящаяся в клеточных оболочках, называется связанной или гигроскопической. Свободной влагой называется та влага, находящаяся в полостях клеток и межклеточных пространствах. В отличие от свободной влаги, удаление связанной влаги из древесины затруднено из-за прочно удерживающихся физико-химическими связями. Максимальное количество связанной влаги в клеточных стенках соответствует пределу их насыщения, или пределу гигроскопичности.

Уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании называется усушкой древесины. Усушка начинается после полного удаления свободной влаги и с начала удаления связанной влаги.

Плотность древесины зависит от влажности и для сравнения значения плотности всегда приводят к единой влажности $W = 12\%$. Между плотностью и прочностью древесины существует тесная связь. Более тяжелая древесина, как правило, является более прочной.

Таблица 1.2.2 – Плотность древесины

Порода древесины	Плотность, г/см ³
Кедр	0,46
Ель	0,45
Пихта	0,39
Сосна	0,52
Лиственница	0,66

1.3 Биомасса, виды, преимущества

В статье [11] описаны альтернативные источники энергии, одним из которых является биомасса. Ее доля в энергобалансе развивающихся стран составляет 35%, в мировом потреблении энергоресурсов — 12%, в России — 3%. В России только 2 млн. сельских домов имеют сетевой газ, остальные 12,6 млн. используют для отопления дрова и уголь. Биомассу можно разделить на первичную (растения, животные, микроорганизмы) и вторичную (отходы переработки первичной биомассы, продукты жизнедеятельности человека и животных). Энергия биомассы используется двумя способами: путем непосредственного сжигания (отходов сельскохозяйственной продукции) и путем глубокой переработки исходной биомассы с целью получения из нее более ценных сортов топлива - твердого, жидкого или газообразного, которое сжигается с высоким КПД при минимальном загрязнении окружающей среды. При непосредственном сжигании биомассы химическая энергия горючих компонентов преобразуется в тепловую энергию высокотемпературного теплоносителя – газообразных продуктов горения (дымовых газов), которые из топочного устройства подаются в то или иное теплоиспользующее устройство: водонагреватель, парогенератор, воздушный калорифер, сушильную установку. При термохимической обработке биомассы отходы подвергают тепловому и химическому воздействию, при котором органическая часть биомассы разлагается с образованием твердого горючего вещества, горючих газов или жидкого топлива. Каждый из этих продуктов представляет собой высококачественное, эффективное и экологически чистое топливо, которое сжигается в обычных топочных устройствах. Основу термохимической обработки составляет пиролиз – термическое разложение органической массы отходов при ее нагревании.

В статье [12] рассмотрен вопрос о альтернативном источнике биотопливе. Биотопливо – продукт переработки биомассы, применяемый

человеком при получении энергии. Биотопливо можно разделить на следующие пункты: первичное древесное топливо (дрова, лесосечные отходы, щепа, энергетический лес и т.д.); вторичное древесное топливо (кора, опилки, стружка, гранулы, пеллеты, брикеты, древесный уголь); утилизированное древесное топливо (отработанные щелока целлюлозного производства, бумажное и картонное вторсырье); торф; утилизационное топливо из промышленных бытовых отходов (биогаз из различной биомассы, и в том числе от анаэробной очистки бытовых и промышленных стоков); жидкие виды биотоплива (биоэтанол, дизельное растительное топливо и т.д.); не древесные биомассы (солома, отходы растениеводства и т. д.).

Существуют различные способы преобразования биомассы в энергию:

1. Получение растительных углеводов (предельные и непредельные углеводороды, растительные масла, высокомолекулярные жирные кислоты);

2. Прямое сжигание биомассы, газификация, пиролиз, флестпиролиз, сжижение;

3. Биотехнологическая конверсия биомассы в топливо (при влажности более 75%): низкоатомные спирты, жирные кислоты, биогаз.

А так же появились и сравнительно новые виды биотоплива: пеллеты; биогаз, получаемый из твердых бытовых отходов (ТБО); продукты жизнедеятельности микроорганизмов. Пеллеты представляют собой небольшие цилиндры-карандашики, спрессованные из мелких стружек и опилок хвойных пород дерева. В последнее время новый вид биотоплива стал очень популярен в Европе. Пеллеты там называют "улучшенным" топливом, так как теплотворная способность одной тонны пеллет сопоставима с теплотворностью одной тонны угля, а 2 тонны гранул соответствуют одной тонне нефти или кубометру газа. Еще одним несомненным плюсом пеллет является то, что они не самовозгораются, так как в их структуре мало

межпоровое пространство (например, в угле больше). Однако их сжигание не оказывает такого негативного влияния на окружающую среду, как сжигание традиционных топлив. В западных странах получило широкое распространение выращивание специальных пород леса с целью его дальнейшей энергетической переработки. Для выращивания выбираются наиболее быстрорастущие сорта деревьев. Срок роста такого леса до эффективного промышленного использования составляет от 4 до 7 лет.

В статье [13] описан один из перспективных методов получения топлива из возобновляемых биоресурсов является переработка древесных отходов. Основные методы термохимической переработки древесных отходов: сжигание; пиролиз; газификация; ожижение.

В работе [14] одним из возможных направлений решения задачи истощения запасов органического топлива является газификация органического сырья (древесины, растительных отходов) с получением газообразного энергоносителя и его использование в эффективных когенеративных системах, вырабатывающих одновременно электрическую и тепловую энергию. В настоящее время разработаны когенеративные системы комбинированного тепло- и электроснабжения малой мощности (мини-ТЭЦ) с использованием для выработки электроэнергии как газопоршневых двигателей, так и микротурбин, работающие главным образом на природном газе или дизельном топливе.

1.4 Теоретические сведения о сушильном процессе

В учебном пособии [15] детально изучена технология сушки древесных материалов. Сушкой называются процессы удаления влаги из различных материалов путем испарения. Когда влажность древесины достигнет уровня 28-30 % (эта величина практически не зависит от вида древесины), это означает, что вся свободная вода удалена. С этого момента начинается процесс

удаления связанной воды из стенок клеток. Такой процесс называется усушкой. Существуют два способа сушки дерева: атмосферный и искусственный. Атмосферная сушка производится в штабелях, омываемых воздухом без подогрева. Для ускорения процесса получения качественной продукции из исходного сырья применяется искусственная сушка древесины в сушильных камерах.

По способу нагрева древесины сушильные установки разделяются:

- 1) конвективные – нагрев древесины производится проходящим через штабель нагретым воздухом;
- 2) кондуктивные – передача теплоты материалу при непосредственном контакте с нагретыми поверхностями;
- 3) радиационные – передача тепла излучением;
- 4) диэлектрические – нагрев электромагнитным полем высокой частоты;
- 5) индукционные – электромагнитным полем промышленной частоты нагреваются расположенные внутри штабеля ферромагнитные пластины.

Сушильные установки разделяются еще на две категории:

- 1) нормального давления – древесина сушится при атмосферном давлении;
- 2) вакуумные – при сушке древесины температурновлажностных параметров среды без искусственного её увлажнения.

В работе [16] описан процесс импульсной сушки пиломатериалов, при которой камера работает циклами, состоящими из стадии «импульс» и стадии «пауза». На стадии «импульс» происходит интенсивная сушка материала за счет более высокой температуры и более низкой степени насыщенности сушильного агента. На стадии «пауза» циркуляция сушильного агента

прекращается, тепло к материалу не подводится. Температура на поверхности сортимента уменьшается, стремясь к температуре предела охлаждения. Применение импульсной сушки позволяет существенно снизить затраты на электроэнергию за счет отключения циркуляционных вентиляторов на стадии «пауза». При этом продолжительность сушки сравнима с продолжительностью сушки по стандартным режимам.

В статье [17] рассмотрены и изучены различные методы сушки древесины с целью обобщения возможностей использования микроволнового излучения в промышленных процессах. Обоснованы технологические и экономические преимущества сушки древесины в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. Рассмотрены различные возможности комбинирования СВЧ сушки с другими известными способами, а также приведены примеры сушилок с СВЧ нагревом.

В статье [18] рассмотрен процесс тепломассообмена термохимически обработанной древесины, как объекта для моделирования технологии конвективной сушки древесины трудносохнущих пород.

В статье [19] проведён анализ существующих технологий сушки пиломатериалов хвойных и лиственных пород древесины. Наиболее распространенной является совмещённая «сушка-прогрев», которая осложняет тепловлагоперенос и вызывает появление микротрещин на поверхности материала с одновременным замедлением продвижения влаги из центра доски. Результаты данных исследований, а так же анализ и аналитические разработки позволили создать более прогрессивный способ конвективной сушки со значительным сокращением процесса.

В статье [20] приведены исследования дубовых пиломатериалов вакуумимпульсным способом. Приведена методика определения убули влаги из опытных дубовых образцов. В работе учтены следующие параметры пиломатериала: начальная влажность, масса образцов в первоначальном

состоянии и масса образцов после сушки, а так же время нахождения образцов в экспериментальной установке. В результате исследований выявлена закономерность уменьшения влаги из опытных образцов за небольшой промежуток времени.

В работе [21] предложена экспериментальная установка для исследования кинетики сушки капиллярно-пористых материалов по вакуумно-импульсной технологии.

В работе [22] проведен анализ кинетики и механизма высокотемпературной сушки картона и бумаги. Для каждой стадии сушки разработан специфический механизм тепломассопереноса, который описан соответствующими дифференциальными уравнениями. Научно обоснованы и апробированы более совершенные процессы тепломассопереноса с односторонним теплоподводом.

В статье [23] рассмотрен принцип работы солнечно-топливной сушилки люлечно-конвейерного типа, работающей в непрерывном режиме с встроенными ИК-излучателями и водяным термоаккумулятором, использующим солнечную радиацию. Сушилка содержит замкнутую O-образную вертикальную камеру, имеющую прямоугольное поперечное сечение. Внутри камеры на тяговых цепях подвешены сетчатые продуктовые корзины, над каждой из которых установлены ИК-лампы с параболаобразным рефлектором.

В статье [24] описана установка для ультразвуковой сушки, в которой улучшены технические характеристики, за счет специальной формы сушильной камеры и созданных излучателей. Результаты их экспериментальных исследований подтверждают высокую эффективность созданной установки при сушке капиллярно пористых материалов. Максимальная эффективность сушки достигается при осуществлении ультразвукового воздействия совместно с подачей нагретого (не более 40 °C)

сушильного агента. При этом обеспечивается сокращение времени сушки и снижение энергозатрат на 20 %.

В работе [25] рассмотрен принцип построения частотно- широтно-импульсного регулятора переменного напряжения в составе системы управления сушильной камеры.

В статье [26] описан процесс сушки в условиях вакуума. Интенсифицировать данный процесс возможно за счет использования переменного давления – путем организации баровакуумной сушки. Настоящая работа посвящена исследованию процессов, происходящих при сушке продуктов в условиях переменного давления. Опыты проводили при двух различных условиях: когда изначально объект сушки выдерживался под остаточным давлением с последующей сушкой под избыточным давлением и в условиях, когда объект изначально выдерживался под избыточным давлением с последующим обезвоживанием в условиях вакуума.

В работе [27] автор описывает дробление жидкости в сушильных камерах. Благодаря диспергированию жидкости площадь контактирования материала с сушильным агентом может увеличиваться до 700 раз, что значительно интенсифицирует процесс сушки материала. В данном случае важным становится взаимосвязь параметров распылительного механизма с размерами частиц, полученными в результате диспергирования.

В работе [28] рассматривается система регулирования температуры сушильной камеры, обеспечивающая минимальный перепад температур по 33 ее объему, и результаты экспериментальных исследований процессов конвективного теплообмена в камере.

В статье [29] приведены результаты экспериментальных исследований аэродинамики сушильного агента в сушильных камерах. Сушильная камера выполнена в виде цилиндрического корпуса с коническим днищем. В данной работе авторами были получены представления о характере распределения

составляющих по текущему радиусу камеры на различном удалении от плоскости распыла.

В статье [30] рассмотрены физические процессы сушки древесины, описан один из наиболее перспективных методов вакуумной сушки и его этапы. Рассмотрен подход к определению режимов сушки древесины в вакуумных сушильных установках.

1.5 Экспериментальное исследование процесса влагоудаления

В статье [31] рассмотрено исследование кинетики процесса сушки профильных заготовок из древесины. Полученные значения коэффициентов сушки и влагопроводности можно использовать для определения длительности процесса. Обобщающими характеристиками процесса сушки являются безразмерные комплексы – критерии Нуссельта и Фурье.

В статье [32] представлено экспериментальное исследование массовой скорости испарения влаги лиственных пород древесины. Получены зависимости массовой скорости испарения от температуры и выполнен расчет коэффициента аккомодации для различных диапазонов температур. Так же проведен анализ температурных режимов сушки соответствующих пород древесины.

В статье [33] проведены экспериментальные исследования закономерностей парообразования при температурах ниже температуры кипения. Определена массовая скорость испарения дистиллированной воды при различных температурах и рассмотрено влияние температуры на скорость испарения.

В статье [34] исследовано влияние предварительной высокотемпературной сушки древесной биомассы перед ее термической переработкой на качество получаемых продуктов. В исследовании использовались наиболее часто встречаемые древесные отходы, а именно

ветви (сучья и т.п.) и древесная щепа, которые были проанализированы как во влажном виде так и после тепловой обработки в течении 30 минут при температурах 180 °С и 230 °С соответственно.

В статье [35] рассмотрена кинетика сушки и увлажнения древесины. В статье приведены результаты экспериментально-расчетных исследований кинетики сушки различных пород древесины в гелиевой среде. Для проведения термогравиметрических исследований была разработана и изготовлена экспериментальная установка, позволяющая проводить исследования в среде с контролируемой влажностью. В качестве образцов использовалась стружка древесины различных пород.

В статье [36] целью экспериментов в различные сезоны было создание математического описания для управления технологией, обеспечивающего пожаробезопасное проведение сушки при одновременном получении древесных частиц требуемой конечной влажности с максимальной производительностью барабанов и минимальными удельными расходами энергоносителей.

В статье [37] представлено исследование процесса сушки древесины в жидкостях. Исследования процесса сушки и морения пиломатериалов термомодифицированием в жидкостях проводились на экспериментальной установке с учетом характерных особенностей процессов, проявляющиеся в условиях контактного нагрева, это позволило в рамках лаборатории исследовать явления, протекающие в промышленных аппаратах.

1.6 Математическое моделирование процесса влагоудаления древесины

В статье [38] получена математическая модель естественной сушки целых деревьев уложенных в пачки на лесосеке. Математическая модель позволяет определять изменение средней влажности древесины в зависимости

от следующих факторов: диаметра древесины, количества жидких атмосферных осадков, относительной влажности и температуры окружающего воздуха, средней скорости движения воздуха, обдувающего пачку деревьев, продолжительности естественной сушки.

В работе [39] сформулирована математическая модель процесса тепломассопереноса в древесине при кондуктивном нагреве с использованием фронтального испарения влаги. Проведено численное исследование тепломассопереноса при сушке древесины кондуктивным способом в условиях пониженного давления окружающей среды. Проведен анализ влияния основных параметров технологического процесса на длительность сушки.

В статье [40] изучен процесс вакуумно-конвективного термомодифицирования древесины в среде перегретого пара. Проведено описание экспериментальной установки и предложена математическая модель вакуумно-конвективного термомодифицирования пиломатериалов.

В работе [41] рассмотрен процесс кондуктивной сушки капиллярно-пористых коллоидных тел при давлении ниже атмосферного. Предложена математическая модель данного способа. Приведены результаты экспериментальных исследований вакуумной сушки древесины, отражающие адекватность математической модели реальному процессу.

В статье [42] разработан алгоритм численного анализа совместно протекающих процессов теплопроводности и влагопереноса при конвективной сушке плоского влагосодержащего образца на примере древесины сосны. Предложенный способ позволяет рассчитывать величину механических напряжений в материале, затраты тепловой энергии на проведение процесса сушки и выбирать режим сушки.

В работе [43] представлена математическая модель процессов тепломассопереноса в древесине, сформулированная на основе механики

гетерогенных систем. Приведено численное исследование модели для случая интенсивной термообработки древесины. Рассмотрены особенности развития полей теплофизических переменных.

В статье [44] рассматривается реологическая модель для описания механического поведения древесины, как для среды с двойной пористостью. Проведено численное моделирование напряженно-деформированного состояния древесного образца при его прессовании в закрытой пресс-форме в изотермических условиях. Показано, в частности, что уровень прочности существенно зависит от реологических характеристик древесины, а также от распределения полей влажности и пористости.

В работе [45] представлен краткий обзор работ по механике реагирующих сред. На основе законов сохранения массы, количества движения, энергии и уравнения состояния, автор получил общую замкнутую систему уравнений в частных производных для описания процессов зажигания и горения древесины. Так же автор утверждает, что реакционные и теплофизические свойства древесины сильно отличаются от другой природной реагирующей среды – торфа и предлагает новую физико-математическую модель зажигания и горения древесины.

В статье [46] рассмотрена концепция построения математической модели циркуляционных каналов лесосушительных камер переменного поперечного сечения с вертикально- поперечной циркуляцией. Выявлено, что параметры бокового канала сушильной камеры переменного поперечного сечения не зависят от температуры и влажности циркулирующего воздуха, а значит, и от «жесткости» режимов сушки. Они также не зависят ни от скорости движения агента сушки, ни от длины штабеля пиломатериалов.

1.7 Теория планирования инженерно-физического эксперимента

В статье [47] приведены основные понятия и обработка результатов измерений. Под экспериментом будем понимать совокупность операций, совершаемых над объектом исследования с целью получения информации о его свойствах.

В учебном пособии [48] описаны этапы планирования эксперимента, которые включает в себя ряд этапов:

1. Установление цели эксперимента;
2. Уточнение условий проведения эксперимента;
3. Выявление и выбор входных и выходных параметров;
4. Установление потребной точности результатов измерений;
5. Составление плана и проведение эксперимента;
6. Статистическая обработка результатов эксперимента: определение доверительного интервала среднего значения и дисперсии для заданной статистической надежности;
7. Объяснение полученных результатов и формулирование рекомендаций по их использованию.

Методы планирования эксперимента позволяют минимизировать число необходимых испытаний, установить рациональный порядок и условия проведения исследований в зависимости от их вида и требуемой точности результатов.

В учебном пособии [49] рассмотрены основные понятия теории эксперимента, планирование и обработка результатов эксперимента, планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Теория планирования эксперимента формулирует приемы и способы оптимальной

организации исследовательской работы. Изучение основ теории эксперимента и овладение практическими приемами ее использования повышают эффективность работы исследователя, позволяют с наименьшими затратами решать многие практически важные исследовательские задачи: построение по опытным данным математической модели объектов, оптимизацию процессов, проверку различных предположений.

1.8 Выводы по обзору литературы

При аналитическом обзоре литературы было рассмотрено 49 источников литературы, на основании которых выполнен анализ энергоэффективности использования биомассы, изучены теоретические основы сушки и виды сушильных камер, теория инженерно-физического эксперимента. Найдены параметры, влияющие на процесс испарения влаги из древесины. И на основании рассмотренных источников, были сделаны выводы, что в литературе достаточно информации о строении и физических свойствах хвойной древесины, но отсутствует информация о значениях парциального давления и коэффициента аккомодации, что мешает теоретическому расчету при создании математической модели.

2. Экспериментальное исследование массовой скорости испарения из хвойной биомассы

Цель работы: экспериментальное исследование процесса сушки различных типов хвойной биомассы второго сорта при подготовке к получению тепловой энергии.

Задачи работы:

1. Анализ литературы и научных публикаций по исследованию процесса сушки древесной биомассы.
2. Планирование эксперимента.
3. Проведение эксперимента.
4. Формулирование выводов по данному экспериментальному исследованию.

2.1 Описание экспериментальной установки

Эксперимент проводится в сушильном шкафу типа SU 32 (рис. 2.1.1), предназначенный для сушки различных материалов. Шкаф имеет коррозионностойкую камеру из нержавеющей стали.

Нагрев рабочей камеры в сушильном шкафу обеспечивается проволочными нагревателями, размещенными вокруг камеры нагрева. Такие нагревательные панели имеют хорошую теплопередачу и обеспечивают равномерный нагрев поверхности рабочей камеры.

Характеристики сушильного шкафа типа SU 32: напряжение – 220 В; частота – 50 Гц; сила тока – 6,8 А; рабочий диапазон температур – 40 – 200 °С; мощность – 4,5 кВт.

Основные элементы сушильного шкафа SU 32:

- рабочая камера из нержавеющей стали;
- проволочные нагреватели;
- отверстие для сброса паров влаги;

- отверстие для установки термометра;
- тумблер включения нагрева.



Рисунок 2.1.1 – Сушильный шкаф типа SU 32

Измерение массы емкости, используемой для сушки, с помощью лабораторных весов (рис.2.1.2).

Характеристики лабораторных весов Масса-К ВК-3000:
максимальный вес – 3 кг; дискретность – 0,05 г; Размер платформы: длина – 13,6 см, ширина – 16,2 см.



Рисунок 2.1.2 – Лабораторные весы Масса-К ВК-3000

2.2 Методика эксперимента

В качестве экспериментальных образцов использовалась биомасса пяти хвойных пород древесины: кедр, ель, пихта, сосна, лиственница.

В ходе работы осуществлено планирование эксперимента, которое включает следующее:

- подготовка образца (рис. 2.2);
- измерение массы емкости, используемой для сушки, с помощью лабораторных весов;
- заполнение емкости исследуемым образцом биомассы;
- включение сушильной камеры;
- установка необходимой температуры в сушильной камере через программу;
- ёмкость с биомассой помещается в сушильную камеру на заранее выбранный интервал времени (10 минут);
- по истечению необходимого времени производится изъятие ёмкости и измерение её массы;
- анализ полученных результатов.



Рисунок 2.2 – Подготовка образцов

Примечание: данный эксперимент проводится аналогично и не менее 3 раз для любых выбранных температур в печи в одном и том же выбранном интервале времени.

3. Результаты экспериментального исследования

3.1 Результаты расчёта парциального давления и коэффициента

аккомодации

В процессе выполнения научной работы было проведено экспериментальное исследование влияния теплофизических свойств хвойной биомассы на процесс сушки для пяти образцов хвойной биомассы.

В начале эксперимента была найдена масса испарившейся влаги из древесины, после ее сушки в сушильной камере через каждые 10 минут, для каждой серии эксперимента и для каждого образца древесины, по формуле:

$$\Delta m = m_i - m_{i+1}, \text{ кг} \quad (3.1)$$

Массовая скорость испарения жидкости из биомассы была найдена экспериментальным путем по формуле:

$$W_{\text{исп.}} = \frac{\Delta m}{S \cdot t}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}, \quad (3.2)$$

где Δm – изменение массы образцы, после 10 минут сушки, кг, S – площадь емкости, $S = 0,002826 \text{ м}^2$, t – время сушки, $t = 600 \text{ с}$.

Скорость, с которой газовые молекулы ударяются о поверхность, может быть вычислена так же на основании кинетической теории из уравнения Герца-Кнудсена:

$$W_{\text{исп.}} = \frac{A \cdot (p^{\text{H}} - p^*)}{\sqrt{\frac{2\pi RT}{M}}}, \quad (3.3.)$$

где p^{H} – давление насыщенного пара, МПа, p^* – давление парциальное, МПа, R – универсальная газовая постоянная, Дж/кмоль · К, $R = 8314 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$, M – молекулярный вес, кг, T – температура вещества, К, A – коэффициент аккомодация.

Воспользуемся уравнением состояния для нахождения двух неизвестных величин:

$$p \cdot V = (m_{\text{с.в.}} + m_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot \frac{R}{M} \cdot T, \quad (3.4)$$

где p – давление насыщенного пара, Па, V – объем сушильной камеры, м^3 , $m_{\text{с.в.}}$ – масса сухого воздуха, кг, $m_{\text{H}_2\text{O}}$ – масса водяного пара, кг, R – универсальная газовая постоянная, Дж/кмоль · К, $R = 8314$ Дж/кмоль · К, M – молекулярный вес, кг, T – температура вещества, К.

Масса сухого воздуха находится по формуле:

$$m_{\text{с.в.}} = \left[\frac{p \cdot V}{R \cdot T} - \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \right] \cdot M_{\text{с.в.}}, \quad (3.5)$$

где p – давление насыщения, определяемое из таблиц термодинамических свойств воды и водяного пара, по температуре влажного воздуха, V – объем сушильной камеры, $V = 0,36 \text{ м}^3$, R – универсальная газовая постоянная, $R = 8314$ Дж/кмоль · К, $m_{\text{H}_2\text{O}}$ – масса испарившейся влаги из всего образца, кг, $M_{\text{H}_2\text{O}}$ – молекулярная масса водяного пара, $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ г/моль, $M_{\text{с.в.}}$ – молекулярная масса сухого воздуха, $M_{\text{с.в.}} = 29$ г/моль.

Для нахождения общей массы влаги $m_{\text{H}_2\text{O}}$, испарившейся со всего образца, необходимо найти массу испарившейся влаги в начальный момент времени в сушильной камере, которая вычисляется по формуле:

$$m_{\text{H}_2\text{O}(0)} = d \cdot M_{\text{с.в.}}, \quad (3.6)$$

где $M_{\text{с.в.}}$ – молекулярная масса сухого воздуха в камере, в начальный момент времени, кг, d – влагосодержание влажного воздуха.

Влагосодержание влажного воздуха:

$$d = \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{с.в.}}}, \quad (3.7)$$

где $M_{\text{п}}$ – масса пара, кг.

Из уравнения состояния идеального газа и формулы для нахождения относительной влажности получим формулу для расчета влагосодержания влажного воздуха.

$$d = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_s}{B - \varphi \cdot P_s}, \quad (3.8)$$

где B – атмосферное давление, $B=101325$ Па, φ – относительная влажность воздуха, принимаемая $\varphi = 50\%$, P_s – давление насыщения, принимаемое по таблице термодинамических свойств воды и водяного пара.

Масса сухого воздуха в камере вычисляется по формуле:

$$M_{\text{с.в.}} = V \cdot \rho_{\text{с.в.}}, \quad (3.9)$$

где V – объем сушильной камеры, $V = 0,36$ м³, $\rho_{\text{с.в.}}$ – плотность сухого воздуха, кг/м³.

Плотность сухого воздуха в помещении вычисляется по формуле:

$$\rho_{\text{с.в.}} = \frac{B - \varphi \cdot P_s}{\frac{R}{M} \cdot T}, \quad \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad (3.10)$$

где P_s – давление насыщенного пара, при начальной температуре в камере $t = 25^\circ\text{C}$, принимаем $P=3170$ Па; T – начальная температура в камере, $T = 25^\circ\text{C} = 298$ К.

Теперь, зная массу испарившейся влаги в начальный момент и массу испарившейся влаги с образца, мы можем найти общую массу влаги в камере по формуле:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = \Delta m + m_{\text{H}_2\text{O}(0)}, \quad (3.11)$$

где Δm – масса испарившейся влаги из образца в течении 10 минут, кг, $m_{\text{H}_2\text{O}}(0)$ – масса влаги в начальный момент в сушильной камере, кг.

Далее, так же из уравнения состояния находим молекулярную массу влажного воздуха:

$$M = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}} + \left[\frac{p \cdot V}{R \cdot T} - \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}} \right] \cdot M_{\text{с.в.}}}{\frac{p \cdot V}{R \cdot T}}. \quad (3.12)$$

Получив значения общей массы испарившейся влаги в образце, массу сухого воздуха и молекулярный вес мы можем найти объемные и массовые доли испарившейся влаги.

Массовые доли водяного пара находятся по формуле:

$$g_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{m_{H_2O} + \left[\frac{p \cdot V}{R \cdot T} - \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} \right] \cdot M_{с.в.}}, \quad (3.13)$$

где m_{H_2O} – масса водяного пара, кг, p – давление насыщенного пара, Па, V – объем сушильной камеры, $V = 0,36$ м³, R – универсальная газовая постоянная, $R = 8314$ Дж/кмоль · К, T – температура вещества, К, M_{H_2O} – молекулярная масса водяного пара, $M_{H_2O} = 18$ г/моль; $M_{с.в.}$ – молекулярная масса сухого воздуха, $M_{с.в.} = 29$ г/моль.

Объемные доли водяного пара находим по формуле:

$$r_{H_2O} = \frac{g_{H_2O} \cdot M}{M_{H_2O}}, \quad (3.14)$$

где g_{H_2O} – массовые доли водяного пара в каждом образце, M – молекулярная масса влажного воздуха, M_{H_2O} – молекулярная масса водяного пара, $M_{H_2O} = 18$ г/моль.

Теперь зная объемные доли испарившейся влаги и давление насыщенного пара, мы можем найти парциальное давление по формуле:

$$P_{H_2O} = r_{H_2O} \cdot P_n, \quad (3.15)$$

где P_n – давление насыщения, определяемое из таблиц термодинамических свойств воды и водяного пара по температуре влажного воздуха, Па, r_{H_2O} – объемные доли водяного пара в каждом образце.

Зная парциальное давление и скорость испарения жидкости из образцов биомассы находим коэффициент аккомодации.

Результаты расчётов коэффициента аккомодации сведены в таблицы и представлены в приложении В для пяти сортов (образцов) биомассы.

3.2 Результаты расчёта погрешности измерений

3.2.1 Составим таблицу измерений скорости испарения жидкости для сушки кедр при температуре 393 К

Таблица 3.2 – результаты трех серий измерений скорости испарения для кедр при температуре 393 К

№ п/п	Результаты измерения №1	Результаты измерения №2	Результаты измерения №3
1	0,206	0,236	0,206
2	0,501	0,442	0,501
3	0,59	0,531	0,531
4	0,649	0,619	0,649
5	0,619	0,649	0,649
6	0,59	0,59	0,531
7	0,59	0,619	0,59
8	0,59	0,59	0,59
9	0,501	0,59	0,501
10	0,531	0,531	0,501
11	0,383	0,383	0,442
12	0,442	0,442	0,501
13	0,442	0,442	0,383
14	0,383	0,442	0,383
15	0,383	0,383	0,383

3.2.2 Находим среднее арифметическое значение результатов измерения:

$$\bar{w} = \frac{w_1 + w_2 \dots w_n}{n}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (3.2.1)$$

где w_1, w_2, w_n – значения измерений, n – количество измерений ($n = 3$).

$$\bar{w}_1 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,206 + 0,236 + 0,206}{3} = 0,216 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_2 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,501 + 0,4423 + 0,501}{3} = 0,481 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_3 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,59 + 0,531 + 0,531}{3} = 0,551 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_4 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,649 + 0,619 + 0,649}{3} = 0,639 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_5 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,619 + 0,649 + 0,649}{3} = 0,639 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_6 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,59 + 0,59 + 0,531}{3} = 0,570 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_7 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,59 + 0,619 + 0,59}{3} = 0,600 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_8 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,59 + 0,59 + 0,59}{3} = 0,590 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_9 = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,501 + 0,59 + 0,501}{3} = 0,531 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_{10} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,531 + 0,531 + 0,501}{3} = 0,521 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_{11} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,383 + 0,383 + 0,442}{3} = 0,403 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_{12} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,442 + 0,442 + 0,501}{3} = 0,462 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_{13} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,442 + 0,442 + 0,383}{3} = 0,422 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_{14} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,383 + 0,442 + 0,383}{3} = 0,403 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\bar{w}_{15} = \frac{w_1 + w_2 + w_3}{3} = \frac{0,383 + 0,383 + 0,383}{3} = 0,383 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}.$$

3.2.3 Находим значение средней квадратической погрешности nS :

$${}^nS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{w} - w_i)^2}{n - 1}}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с} \quad (3.2.2)$$

$$n_{S_1} = \sqrt{\frac{(0,216 - 0,206)^2 + (0,216 - 0,236)^2 + (0,216 - 0,206)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,017 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_2} = \sqrt{\frac{(0,481 - 0,501)^2 + (0,481 - 0,443)^2 + (0,481 - 0,501)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_3} = \sqrt{\frac{(0,551 - 0,59)^2 + (0,551 - 0,531)^2 + (0,551 - 0,531)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_4} = n_{S_5} = \sqrt{\frac{(0,639 - 0,649)^2 + (0,639 - 0,619)^2 + (0,639 - 0,649)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,017 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_6} = \sqrt{\frac{(0,57 - 0,59)^2 + (0,57 - 0,59)^2 + (0,57 - 0,531)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_7} = \sqrt{\frac{(0,60 - 0,59)^2 + (0,60 - 0,616)^2 + (0,60 - 0,59)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,017 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_8} = \sqrt{\frac{(0,59 - 0,59)^2 + (0,59 - 0,59)^2 + (0,59 - 0,59)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_9} = \sqrt{\frac{(0,531 - 0,501)^2 + (0,531 - 0,59)^2 + (0,531 - 0,501)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,051 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_{10}} = \sqrt{\frac{(0,521 - 0,531)^2 + (0,521 - 0,531)^2 + (0,521 - 0,501)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,017 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_{11}} = \sqrt{\frac{(0,403 - 0,383)^2 + (0,403 - 0,383)^2 + (0,403 - 0,442)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_{12}} = \sqrt{\frac{(0,462 - 0,442)^2 + (0,462 - 0,442)^2 + (0,462 - 0,442)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_{13}} = \sqrt{\frac{(0,422 - 0,422)^2 + (0,422 - 0,422)^2 + (0,422 - 0,383)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_{14}} = \sqrt{\frac{(0,403 - 0,383)^2 + (0,403 - 0,442)^2 + (0,403 - 0,383)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0,034 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$n_{S_{15}} = \sqrt{\frac{(0,383 - 0,383)^2 + (0,383 - 0,383)^2 + (0,383 - 0,383)^2}{3 - 1}} =$$

$$= 0 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}.$$

3.2.4 Находим подозрительное отклонение «подозрительного» измерения, выраженное в долях n_S :

$$\vartheta_k = \left| \frac{\bar{w} - w_k}{n_S} \right|, \quad (3.2.3)$$

$$\vartheta_{k1} = \left| \frac{0,216 - 0,206}{0,017} \right| = 0,577; \quad \vartheta_{k2} = \left| \frac{0,481 - 0,501}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k3} = \left| \frac{0,551 - 0,59}{0,034} \right| = 1,155; \quad \vartheta_{k4} = \left| \frac{0,639 - 0,649}{0,017} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k5} = \left| \frac{0,639 - 0,619}{0,017} \right| = 1,155; \quad \vartheta_{k6} = \left| \frac{0,57 - 0,59}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k7} = \left| \frac{0,60 - 0,59}{0,017} \right| = 0,577; \quad \vartheta_{k9} = \left| \frac{0,531 - 0,501}{0,051} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k10} = \left| \frac{0,521 - 0,531}{0,017} \right| = 0,577; \quad \vartheta_{k11} = \left| \frac{0,403 - 0,383}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k12} = \left| \frac{0,462 - 0,442}{0,034} \right| = 0,577; \quad \vartheta_{k13} = \left| \frac{0,422 - 0,442}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k14} = \left| \frac{0,403 - 0,383}{0,034} \right| = 0,577; \quad \vartheta_{k16} = \left| \frac{0,216 - 0,236}{0,017} \right| = 1,155;$$

$$\vartheta_{k17} = \left| \frac{0,481 - 0,442}{0,034} \right| = 1,155; \quad \vartheta_{k18} = \left| \frac{0,551 - 0,531}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k19} = \left| \frac{0,639 - 0,619}{0,017} \right| = 1,155; \vartheta_{k20} = \left| \frac{0,639 - 0,649}{0,017} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k21} = \left| \frac{0,57 - 0,59}{0,034} \right| = 0,577; \vartheta_{k22} = \left| \frac{0,60 - 0,619}{0,017} \right| = 1,155;$$

$$\vartheta_{k24} = \left| \frac{0,531 - 0,59}{0,051} \right| = 1,155; \vartheta_{k25} = \left| \frac{0,521 - 0,531}{0,017} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k26} = \left| \frac{0,403 - 0,383}{0,034} \right| = 0,577; \vartheta_{k27} = \left| \frac{0,462 - 0,442}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k28} = \left| \frac{0,422 - 0,442}{0,034} \right| = 0,577; \vartheta_{k29} = \left| \frac{0,403 - 0,442}{0,034} \right| = 1,155;$$

$$\vartheta_{k31} = \left| \frac{0,216 - 0,206}{0,017} \right| = 0,577; \vartheta_{k32} = \left| \frac{0,481 - 0,501}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k33} = \left| \frac{0,551 - 0,531}{0,034} \right| = 0,577; \vartheta_{k34} = \left| \frac{0,639 - 0,649}{0,017} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k35} = \left| \frac{0,639 - 0,649}{0,017} \right| = 0,577; \vartheta_{k36} = \left| \frac{0,57 - 0,531}{0,034} \right| = 1,155;$$

$$\vartheta_{k37} = \left| \frac{0,600 - 0,59}{0,017} \right| = 0,577; \vartheta_{k39} = \left| \frac{0,531 - 0,501}{0,051} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k40} = \left| \frac{0,521 - 0,501}{0,017} \right| = 1,155; \vartheta_{k41} = \left| \frac{0,403 - 0,442}{0,034} \right| = 1,155;$$

$$\vartheta_{k42} = \left| \frac{0,462 - 0,501}{0,034} \right| = 1,155; \vartheta_{k43} = \left| \frac{0,422 - 0,383}{0,034} \right| = 1,155;$$

$$\vartheta_{k44} = \left| \frac{0,403 - 0,383}{0,034} \right| = 0,577;$$

$$\vartheta_{k8} = \left| \frac{0,59 - 0,59}{0} \right| = 0 = \vartheta_{k15} = \vartheta_{k23} = \vartheta_{k30} = \vartheta_{k38} = \vartheta_{k45};$$

3.2.5 Найдем среднее квадратичное отклонение среднего арифметического (погрешность результата серии измерений):

$${}^n S_{\bar{x}} = \frac{{}^n S}{\sqrt{n}}, \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \cdot \text{с} \quad (3.2.4)$$

$${}^n S_{\bar{x}1} = {}^n S_{\bar{x}4} = {}^n S_{\bar{x}5} = {}^n S_{\bar{x}7} = {}^n S_{\bar{x}10} = \frac{0,017}{\sqrt{3}} = 0,01 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$${}^n S_{\bar{x}2} = {}^n S_{\bar{x}3} = {}^n S_{\bar{x}6} = {}^n S_{\bar{x}11-14} = \frac{0,034}{\sqrt{3}} = 0,02 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$${}^nS_{\bar{x}8} = {}^nS_{\bar{x}15} = \frac{0}{\sqrt{3}} = 0 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$${}^nS_{\bar{x}9} = \frac{0,051}{\sqrt{3}} = 0,03 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}.$$

3.2.6 Задаём доверительную вероятность α и находим табличное значение коэффициента Стьюдента $t(\alpha, n)$:

$$\alpha = 0,95,$$

$$t(\alpha, n) = t(0,95; 3) = 4,3.$$

3.2.7 Находим Δw :

$$\Delta w = {}^nS_{\bar{x}} \cdot t(\alpha, n), \quad (3.2.5)$$

$$\Delta w_1 = \Delta w_4 = \Delta w_5 = \Delta w_7 = \Delta w_{10} = 0,01 \cdot 4,3 = 0,043 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\Delta w_2 = \Delta w_3 = \Delta w_6 = \Delta w_{11-14} = 0,02 \cdot 4,3 = 0,086 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\Delta w_8 = \Delta w_{15} = 0 \cdot 4,3 = 0, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\Delta w_9 = 0,03 \cdot 4,3 = 0,128 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{с}.$$

3.2.8 Находим относительную погрешность результата серии измерений:

$$\delta_w = \frac{\Delta w}{\bar{w}}, \quad (3.2.6)$$

$$\delta_{w1} = \frac{0,043}{0,216} = 0,199, \quad \delta_{w2} = \frac{0,086}{0,481} = 0,175,$$

$$\delta_{w3} = \frac{0,086}{0,551} = 0,154, \quad \delta_{w4} = \delta_{w5} = \frac{0,043}{0,639} = 0,067,$$

$$\delta_{w6} = \frac{0,086}{0,57} = 0,148, \quad \delta_{w7} = \frac{0,043}{0,6} = 0,069,$$

$$\delta_{w8} = \frac{0}{0,59} = 0, \quad \delta_{w9} = \frac{0,128}{0,531} = 0,24,$$

$$\delta_{w10} = \frac{0,043}{0,521} = 0,083, \quad \delta_{w11} = \frac{0,086}{0,403} = 0,21,$$

$$\delta_{w12} = \frac{0,086}{0,462} = 0,183, \quad \delta_{w13} = \frac{0,086}{0,422} = 0,2,$$

$$\delta_{w14} = \frac{0,086}{0,403} = 0,21, \quad \delta_{w15} = \frac{0}{0,383} = 0.$$

3.2.9 Записываем результат в виде:

$$w = \bar{w} \pm \Delta w, \quad (3.2.7)$$

$$\begin{aligned} w_1 &= (0,216 \pm 0,043), & w_2 &= (0,481 \pm 0,086), \\ w_3 &= (0,551 \pm 0,086), & w_4 &= w_5 = (0,639 \pm 0,043), \\ w_6 &= (0,57 \pm 0,086), & w_7 &= (0,6 \pm 0,043), \\ w_8 &= (0,59 \pm 0), & w_9 &= (0,531 \pm 0,128), \\ w_{10} &= (0,521 \pm 0,043), & w_{11} &= (0,403 \pm 0,086), \\ w_{12} &= (0,462 \pm 0,086), & w_{13} &= (0,422 \pm 0,086), \\ w_{14} &= (0,403 \pm 0,086), & w_{15} &= (0,383 \pm 0), \end{aligned}$$

Таким образом, были проведены расчёты погрешности измерений для пяти сортов биомассы – кедр, ель, пихта, сосна, лиственница в диапазоне температур от 333 К до 393 К. Результаты расчётов представлены в приложении Б.

4. Анализ полученных результатов

4.1 Анализ зависимости скорости испарения от времени

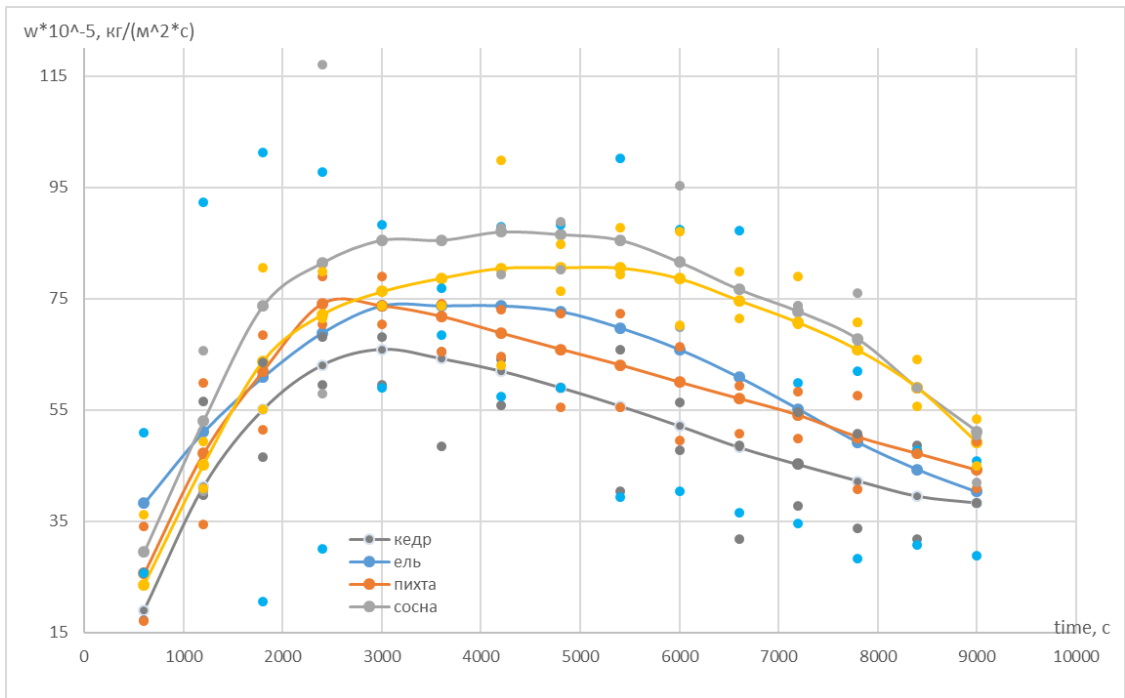


Рисунок 4.1 – Зависимость скорости испарения от времени при $T=393$ К

Как видно из полученных зависимостей, после определенного промежутка времени скорость испарения образцов понижается, что характеризует удаление свободной влаги, покрывающей поверхность материала. Повышение скорости испарения перед наступлением второго периода объясняется тем, что вместе со свободной влагой начинает испаряться и связанная, что увеличивает общую скорость испарения. Зависимость скорости испарения от времени при температурах 333-373 К имеет более линейную зависимость, чем при температуре 393 К.

4.2 Зависимость скорости испарения от температуры

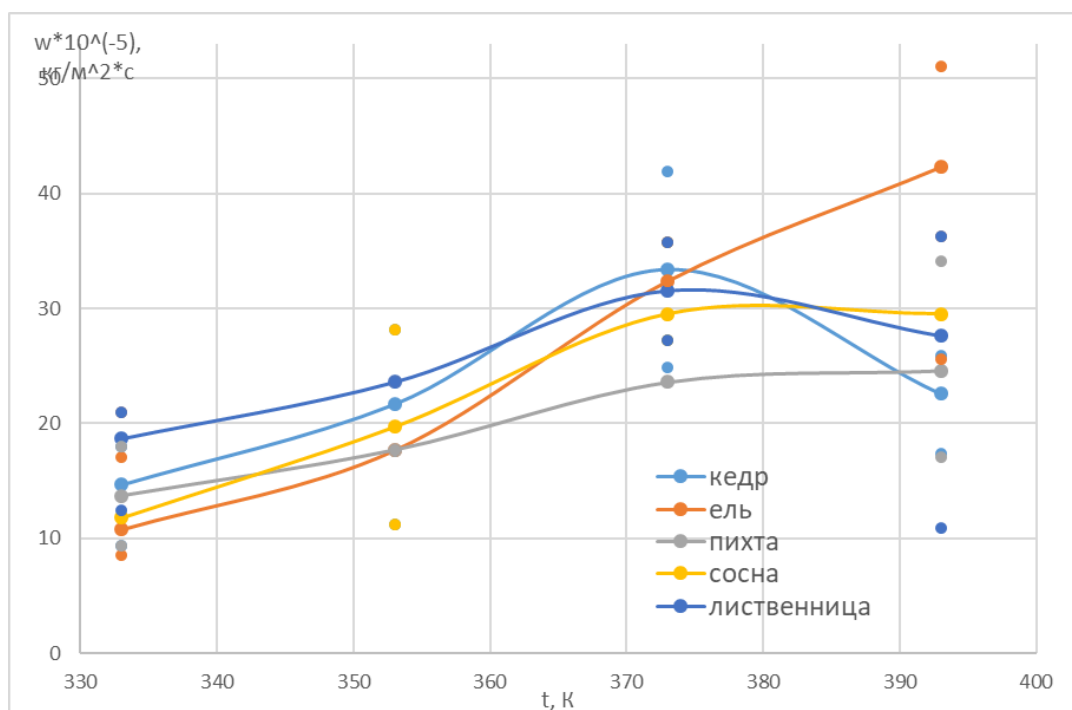


Рисунок 4.2.1 — Зависимость скорости испарения от температуры после 600 секунд сушки

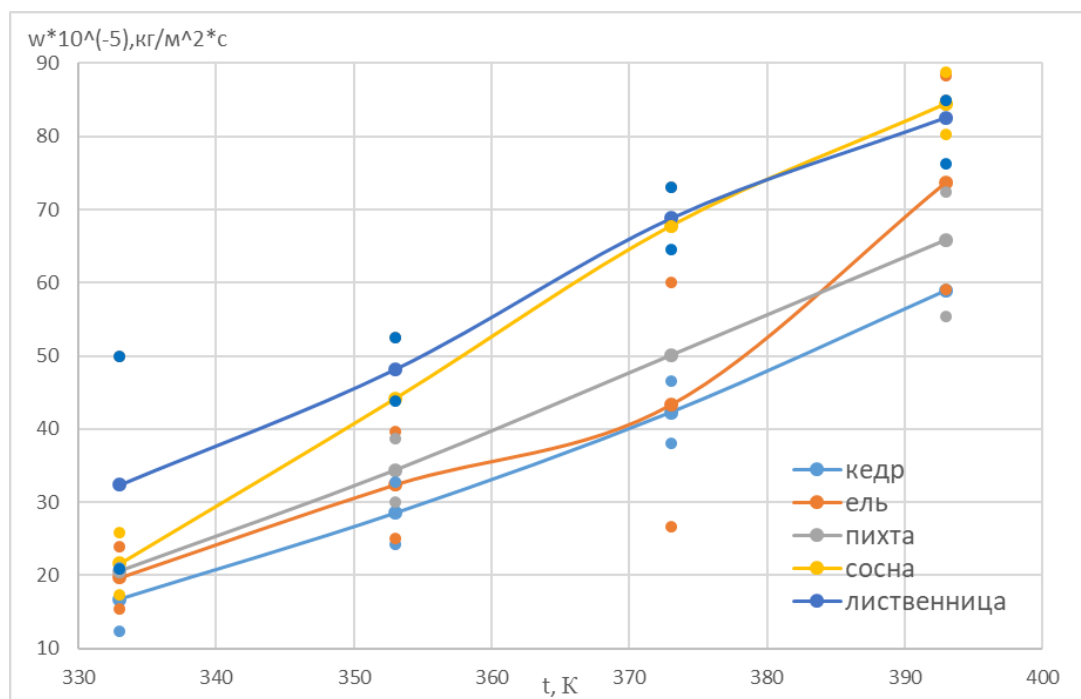


Рисунок 4.2.2 — Зависимость скорости испарения от температуры после 4800 секунд сушки

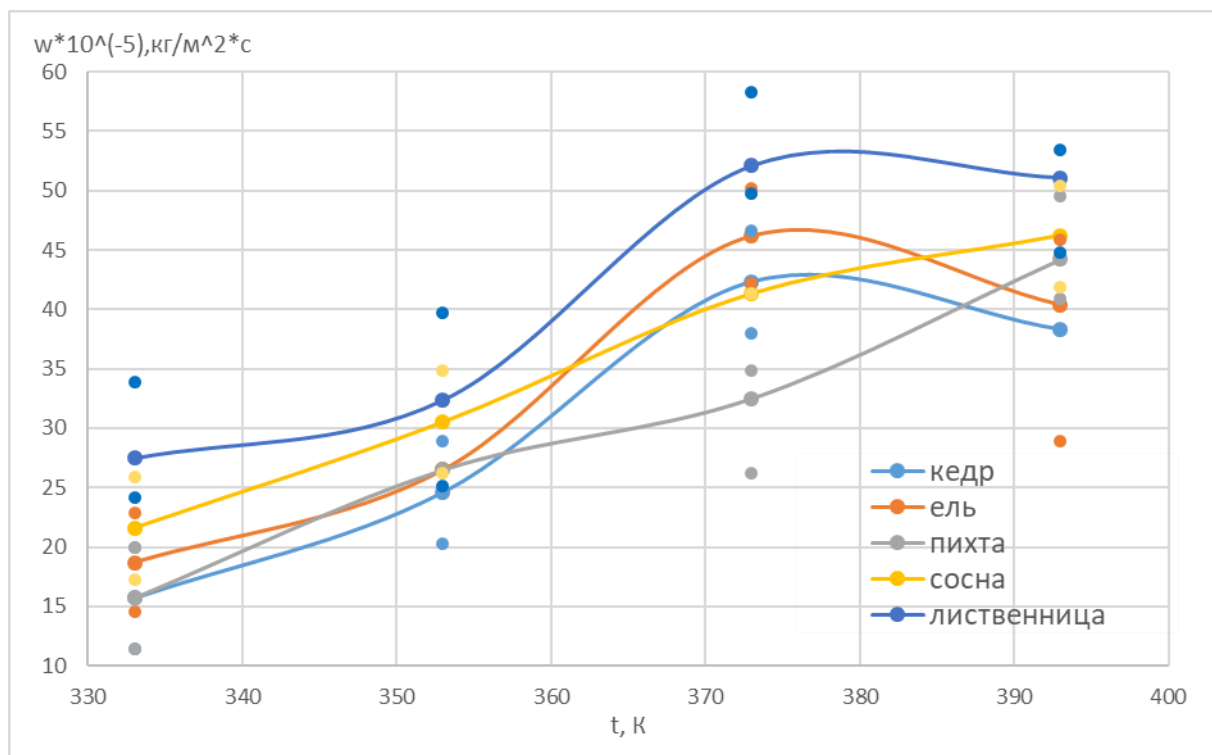


Рисунок 4.2.3 – Зависимость скорости испарения от температуры после 9000 секунд сушки

Как видно из полученных зависимостей максимальная скорость испарения влаги у лиственницы, минимальная – у кедра. Это объясняется тем, что плотность лиственницы ниже плотности остальных образцов. Из чего следует, что сушка биомассы состоящей из лиственницы производится при меньших временных и энергетических затратах. Помимо этого, температура, при которой достигается наибольшая скорость испарения за 80 минут сушки - 393 К, за 150 минут сушки – 373 К.

5. Социальная ответственность

Введение

Социальная ответственность и охрана труда являются важнейшими составляющими любой деятельности, в особенности производственной, т.к. непосредственно связаны со здоровьем и жизнью человека.

Социальная ответственность – принцип, который должен лежать в основе бизнеса для обеспечения благополучия общества, а не только для максимизации прибылей. В большей части годовых отчетов корпораций обычно указывается, что сделано компанией для продолжения образования, помощи национальным меньшинствам, сколько средств передано сфере искусства и ведомствам социальной помощи, а также направлено на улучшение социальных условий в целом. Концепция социальной ответственности используется инвесторами при выборе компаний, наиболее подходящих их сотрудникам, не загрязняющих окружающую среду и не производящих оружия, а изготавливающих нужную людям продукцию. Социальная ответственность подразделяется на индивидуальную и корпоративную. Корпоративная социальная ответственность — это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на фирмы и прочие заинтересованные стороны общественной сферы, а индивидуальная возлагает на себя ответственность за деяние одного человека.

К вопросам социальной ответственности на производстве относятся работы по охране труда, окружающей среды и в чрезвычайных ситуациях. Охрана труда – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (ч. 1 ст.209 ТК).

Главной задачей охраны труда, является создание условий для безопасной трудовой деятельности человека, т.е. создание таких условий труда, которые исключают воздействия вредных факторов производства на рабочих.

В настоящее время не существует экспериментальных исследований скорости испарения влаги из биомассы, следовательно, нет сопоставленных теоретических и практических сведений. Исходя из этого, исследование процесса сушки хвойной биомассы является актуальной задачей.

Одним из перспективных методов получения топлив из возобновляемых биоресурсов является переработка древесных отходов.

Из биомассы возможно получение хлорофилло-каротиновой пасты, топлива, а так же тепла и электричества.

В последние десятилетия появились и сравнительно новые виды биотоплива:

- пеллеты;
- получаемый из твердых бытовых отходов (ТБО) биогаз;
- продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

При выполнении выпускной квалификационной работы, большую часть времени приходилось проводить в лаборатории 4-го корпуса №18 за выполнением экспериментов и набором ВКР на компьютере. В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с охраной труда и техникой безопасности людей, работающих в данной лаборатории. По степени воздействия на организм человека отрицательные внешние факторы можно разделить на опасные и вредные. При работе в помещениях, в которых находятся вычислительная техника могут встречаться следующие опасные факторы: поражение электрическим током и возникновение пожара. Вредные факторы, окружающие человека в данной лаборатории: электромагнитные поля, шумы, отклонение показателей микроклимата, недостаток освещения рабочего места,

повышенная яркость света, пониженная контрастность – согласно ГОСТ 12.0.003 – 74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

5.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих или уменьшающих вероятность воздействия на работающих опасных травмирующих производственных факторов, возникающих в рабочей зоне в процессе трудовой деятельности.

5.1.1 Анализ вредных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

В помещениях, где расположено сушильное оборудование, в коридорах управления, лабораториях, топочных помещениях газовых камер должна быть устроена надежно действующая приточно-вытяжная вентиляция. Она должна обеспечивать поддержание температуры этих помещений не выше 25°C.

Воздействие электромагнитного поля на оператора ПЭВМ

Электромагнитное поле (ЭМП) создается магнитными катушками отклоняющей системы, находящимися около цокольной части электроннолучевой трубки монитора. ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека.

Биологическое воздействие ЭМП зависит от длины волны, интенсивности, продолжительности режимов воздействия, размеров и анатомического строения органа, подвергающегося влиянию ЭМП. Механизм нарушений, происходящих в организме под влиянием ЭМП, обусловлен их специфическим действием.

Специфическое воздействие ЭМП обусловлено биохимическими изменениями, происходящими в клетках и тканях. Наиболее чувствительными являются центральная и сердечно-сосудистая система.

Тепловое воздействие ЭМП характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной работы.

В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха. В противном случае у персонала отмечаются значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках, возможное повышение температуры тела. Некоторые органы и ткани человека, обладающие слабо выраженной терморегуляцией, более чувствительны к облучению (мозг, глаза, почки, кишечник).

Влияние электромагнитных излучений заключается не только в их тепловом воздействии. Микропроцессы, протекающие в организме под действием излучений, за ориентации их параллельно электрическим силовым линиям, что может приводить к изменению свойств молекул; особенно для человеческого организма важна поляризация молекул воды. Таким образом, степень воздействия ЭМП на организм человека зависит от интенсивности облучения, длительности воздействия и диапазона частот.

Длительное и систематическое воздействие на человека полей вызывает:

- повышенную утомляемость;
- головную боль;

– сонливость и т.д.

На территории Российской Федерации действуют СанПиН 2.2.2/2.4.1340 – 03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования персональным электронно-вычислительным машинам организации работы», который устанавливает санитарно-эпидемиологические требования к персональным электронно-вычислительным машинам (ПЭВМ) и условиям труда.

Меры безопасности при работе на рабочем месте:

1) Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 – 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

2) Работа на ЭВМ не более 6 часов в день с перерывами через 1 час.

Освещение

Одним из элементов, влияющих на комфортные условия работающих, является освещение. К нему предъявляются следующие требования:

– соответствие уровня освещенности рабочих мест характеру выполняемой работы;

– достаточно равномерное распределение яркости на рабочих поверхностях в окружающем пространстве;

– отсутствие резких теней, прямой и отраженной блеклости;

– постоянство освещенности по времени;

– оптимальная направленность излучаемого осветительными приборами светового потока;

– долговечность, экономичность, электро- и пожаробезопасности, эстетичность, удобство и простота в эксплуатации.

По СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» для лабораторий научно-исследовательских учреждений норма освещенности составляет 400лк.

Выбор источников света зависит от характера работы, условий среды, размеров помещения.

Лампы накаливания относятся к источникам света теплового излучения. Удобство в эксплуатации, т. е. включение в сеть без дополнительных устройств, отсутствие периода разгорания и простота изготовления ламп в широком диапазоне мощностей делает эти лампы пока ещё очень распространёнными. Эти источники света рекомендуется применять в помещениях, где производятся относительно грубые работы (нормированная освещённость до 50 лк).

Люминесцентные лампы используются при необходимости создания особо благоприятных условий для зрительной работы (при выполнении точных работ, в учебных заведениях, при работах, требующих различения цветовых оттенков).

При использовании люминесцентного освещения вследствие пульсации светового потока восприятие движущегося объекта может искажаться. Это проявляется в том, что движущийся объект кажется неподвижным или множественным, состоящим из ряда мнимых изображений. Это явление получило название стробоскопического эффекта. Стробоскопический эффект представляет определённую опасность и может явиться причиной несчастного случая. Для устранения этого эффекта необходимо использовать светильники с несколькими люминесцентными лампами, включёнными в разные фазы трёхфазной сети, либо использовать схемы с искусственным смещением фазы.

В рассматриваемом помещении к установке приняты люминесцентные лампы.

Микроклимат помещения

Микроклимат помещений для легкой категории работ включает определенную температуру и влажность. Нормы метеорологических условий учитывают время года и характер производственного помещения. В таблице 7 приведены нормы метеоусловий для категорий работ по тяжести Ia в соответствии с СанПиН 2.2.4.548 – 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Таблица 5.1.1 – Нормы метеоусловий

Холодный период года $t_{нар}^{возд}$ ниже +10, °С						Тёплый период года $t_{нар}^{возд}$ +10, °С					
Оптимальные			Допустимые			Оптимальные			Допустимые		
Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха м/с
22-24	40-60	0,1	19-26	15-75	0,1	23-25	40-60	0,1	20-29	15-75	0,1

Метеорологические условия для рабочей зоны производственных помещений регламентируются ГОСТ 12.1.005 – 88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и СанПиН 2.2.4.548 –96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Рассматривая вопросы охраны труда людей, работающих в лаборатории, нельзя обойтись без рассмотрения вопроса вентиляции помещения. Вентиляция предназначена для создания на рабочем месте нормальных метеорологических и гигиенических условий за счет организации правильного воздухообмена.

Проанализировав имеющуюся в помещении вентиляцию можно сказать, что:

1) по способу перемещения воздуха она является естественной неорганизованной;

2) по назначению она осуществляет удаление (вытяжку) воздуха из помещения;

3) по месту действия она является общеобменной.

Количество приточного воздуха при естественном проветривании должно быть не менее 30 м³/ч на одного человека, при объеме помещения приходящегося на него менее 20 м³, что не выполняется. Следовательно, следует либо применить другой тип вентиляции, например, принудительную, либо устанавливать кондиционеры.

Кроме того, допустимые нормы по запыленности должны соответствовать санитарным нормам для ПДК веществ 4-ого класса опасности, и поддерживаются созданием соответствующих устройств вентиляции и влажной ежедневной двухразовой уборкой пола помещения определяется ГН 2.2.5.1313 – 03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».

5.1.2 Анализ опасных производственных факторов и обоснование мероприятий по их устранению

Безопасность при работе на ПЭВМ

Электрические установки – это большая потенциальная опасность для человека. Специфическая опасность электроустановок в следующем: токоведущие проводники, корпуса стоек ЭВМ и прочего оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждали бы об опасности.

Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании тока через тело.

Для предотвращения электротравматизма большое значение имеет правильная организация обслуживания действующих установок.

Во время работ в электроустановках для предупреждения электротравматизма очень важно проводить соответствующие организационные и технические мероприятия.

Организационные мероприятия:

- оформление работ нарядом или устным распоряжением;
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе;
- переводов на другое рабочее место;
- окончания работы.

Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ снятием напряжения:

- отключение оборудования на участке, выделенном для производства работ и принятием мер против ошибочного или самопроизвольного включения;
- ограждение при необходимости рабочих мест и оставшихся под напряжением токоведущих частей;
- вывешивание предупреждающих плакатов и знаков безопасности;
- проверка отсутствия напряжения;

– наложение заземления. Особые требования предъявляются к обеспечению электробезопасности пользователей, работающих на персональных компьютерах. К их числу относятся следующие:

– все узлы одного персонального компьютера подключено к нему периферийное оборудование должны питаться от одной фазы электросети;

– корпуса системного блока и внешних устройств должны быть заземлены радиально с одной общей точкой;

– для отключения компьютерного оборудования должен использоваться отдельный щит;

– все соединения ПЭВМ и внешнего оборудования должны производиться при отключённом электропитании.

По способу защиты человека от поражения током оборудование относится к I классу электрических изделий, т.е. к изделиям, имеющим, по крайней мере, рабочую изоляцию и заземление, т.е. все оборудование, имеет защитную изоляцию, заземление – согласно ГОСТ 12.1.038 – 82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов».

Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение во времени и пространстве: пожар наносит материальный ущерб и создает угрозу жизни и здоровью человека.

Причины возникновения пожара в компьютерной аудитории могут быть:

– неосторожное обращение с огнем (курение, оставление без присмотра нагревательных приборов);

– неправильное устройство и неисправность вентиляционной системы;

- самовоспламенение и возгорание веществ;
- короткое замыкание; – статическое электричество.

В современных ЭВМ очень высока плотность размещения электронных схем. В непосредственной близости друг друга располагаются соединительные провода, коммуникационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80 – 100°С. При этом возможно оплавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, сопровождаемое искрением, которое ведет к недопустимой перегрузке элементов электронных схем. Они, перегреваясь, сгорают, разбрызгивая искры.

Следовательно, допускается работа только на исправных установках и приборах. К работе могут допускаться лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Согласно нормам первичных средств пожаротушения ППБ 101 – 89 «Правила пожарной безопасности для общеобразовательных школ, профессионально технических училищ, школ интернатов, детских домов, дошкольных, внешкольных и других учебно- воспитательных учреждений» с учетом наличия электроустановок напряжением до 1000 В, на 100 м² должны быть: один углекислотный огнетушитель типа ОУ – 2, ОУ – 5 или 60 ОУ – 8. Категория по пожарной опасности – В – 4 так как имеются твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыль и волокна), способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть.

Сотрудники лаборатории должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной клетки. План эвакуации представлен на рисунке 5.1.2.

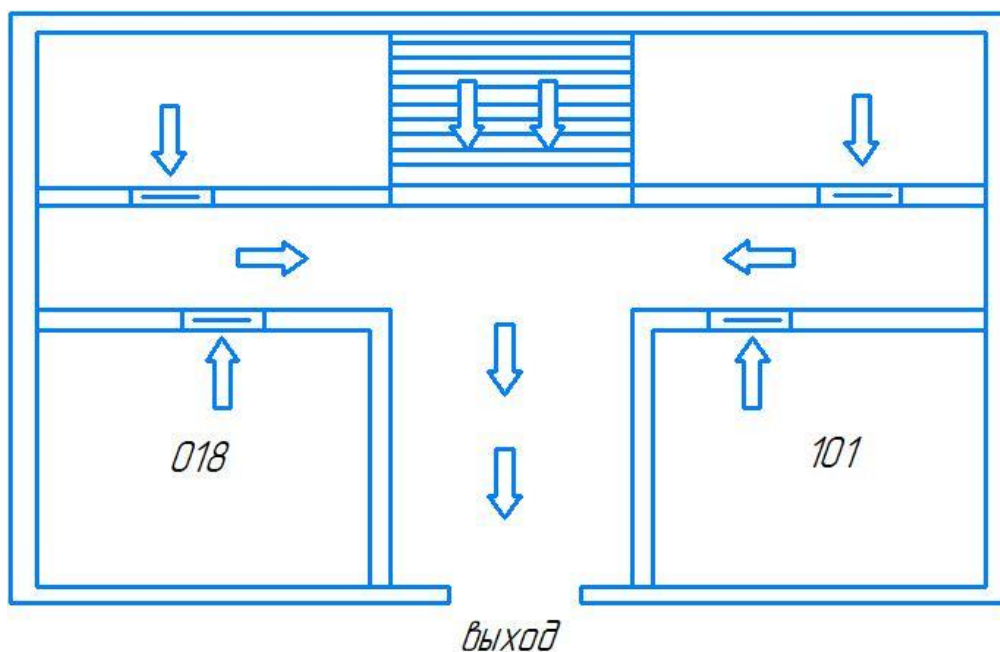


Рисунок 5.1.2 – Схема эвакуации при пожаре

5.2 Экологическая безопасность

Загрязнение окружающей среды – изменение естественного состава элементов окружающей среды (воздуха, воды, земель и лесов) в результате деятельности человека. Оно приводит к ухудшению условий жизни населения, существования животного и растительного мира.

5.2.1 Анализ возможного влияния объекта исследования на окружающую среду

В результате обработки древесины и лесозаготовок появляется большое количество отходов. Их использование пока минимально. Поскольку лесосечные отходы практически не применяются, их утилизация связана с большими финансовыми затратами. В качестве выхода из сложившейся ситуации предлагается переход на использование возобновляемых источников энергии.

5.2.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Хвойная биомасса не представляет никакой опасности для окружающей среды. Основным вредным фактором на окружающую среду является его загрязнение золой, оксидами азота и серы при сжигании. Однако данное исследование не оказывает никакого существенного вредного влияния на окружающую среду, так как при сгорании древесной биомассы образуется минимальное количество золы и вредных веществ. Для снижения выбросов токсических веществ в атмосферу и повышения энерго-экологической эффективности теплоэнергетики реализуются несколько направлений, среди которых можно выделить выполнение природоохранных мероприятий; использование мероприятий по энергосбережению; внедрение экологического мониторинга; стимулирование развития научных исследований и практического применения новейших научных достижений и научно-технических разработок.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на объекте, либо на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного бедствия, диверсий, эпидемий, эпизоотий, эпифитотий или других событий, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

В настоящее время основными способами защиты населения, в том числе и производственного персонала, являются:

1. укрытия в защитных сооружениях, в простейших укрытиях на местности;

2. рассредоточение и эвакуация населения из крупных городов в загородную зону;

3. своевременное и умелое применение средств индивидуальной защиты.

5.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Объект исследования – хвойная биомасса не может привести к каким-либо ЧС, так как температура в сушильной камере невысока. Однако, при работе в лаборатории необходимо следить за температурой в печи, а также на ее поверхности, чтобы избежать возгорания. Самой распространенной причиной возникновения пожара в лабораториях является нарушение противопожарных правил. Поэтому исследователь должен эти правила хорошо знать и выполнять.

5.3.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть в лаборатории при проведении исследований.

Особое внимание требуется уделить пожарной безопасности и безопасности при работе с высокими температурами. Возникновение пожара является основной и наиболее опасной ЧС при работе с данной экспериментальной установкой. Поэтому работа должна проводиться только после соответствующего инструктажа со стороны руководителя исследования.

5.3.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Для проведения противопожарных мероприятий необходимо:

– обеспечить безопасность людей и разработать инструкцию по безопасности для каждого отдельного рабочего помещения;

– допускать к работе лиц, изучивших паспорт экспериментальной печи и прошедших инструктаж по технике безопасности при работе с

электрическими приборами, при изменении специфики работы вносить изменения в инструктаж;

- при желании и необходимости создавать пожарно-технические комиссии;

- оставлять включенным экспериментальный стенд только под контролем ответственных лиц;

- в лаборатории на видном месте размещать таблички с номером вызова пожарной охраны;

- установить инструкцией места для курения, хранения сырья, полуфабрикатов или готовой продукции и их предельно допустимое количество, порядок уборки горючих отходов и пыли, обесточивания электрооборудования, хранения промасленной спецодежды;

- регламентировать порядок проведения пожароопасных работ, осмотра и закрытия помещений, действий коллектива при возникновении пожара. Назначить ответственного за инструктирование и проведение занятий по противопожарной безопасности, определить время проведения занятий;

- при нахождении более чем 10 человек на этаже утвердить и повесить на видном месте план/схему эвакуации, установить систему оповещения.

Заключение

В результате работы была рассмотрена хвойная биомасса, которая может быть использована на производстве - для получения хлорофиллокаротиновой пасты, топлива; в энергетике – для выработки тепла и электричества, а также в лесной промышленности.

В разделе были рассмотрены правила поведения и техники безопасности при сушке древесины, были рассмотрены экологические аспекты.

Биомасса – это традиционный энергоноситель. Главные его преимущества – возобновляемость; экологическая чистота, в сравнении с другими видами топлива; нейтральность по отношению к эмиссии парниковых газов; простота добычи и использования.

Одним из перспективных методов получения топлив из возобновляемых биоресурсов является переработка древесных отходов. Данный подход в использовании природных ресурсов является актуальным, так как не наносит вреда окружающей среде и не способствует вырубке лесов.

Энергия биомассы используется с целью получения из нее более ценных сортов топлива - твердого, жидкого или газообразного, которое сжигается с высоким КПД, при минимальном загрязнении окружающей среды.

В ходе эксперимента были получены теплофизические параметры, которые могут влиять на процесс сушки древесины и удаления влаги из нее. Результаты выполненных экспериментальных исследований могут служить базой для дальнейшего уточнения механизма удаления влаги из пористой структуры влагосодержащего материала и развития общей теории сушки, а так же могут служить для применения в области энергетики и лесной промышленности.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью выполнения данного раздела является экономическое обоснование выпускной квалификационной работы. В настоящее время не существует экспериментальных исследований скорости испарения влаги из биомассы, следовательно, нет сопоставленных теоретических и практических сведений. Исходя из этого, исследование процесса сушки хвойной биомассы является актуальной задачей.

6.1 Определение перечня работ и оценка времени на их выполнение

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо оптимально спланировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

Изначально составляется полный перечень проводимых работ и определяются их исполнители (студент, научный руководитель). Сведения об этапах, их продолжительности и сотрудниках, работающих над выполнением проекта, представлены в таблице 6.1. Работа над проектом осуществляется силами двоих человек: НР – научный руководитель; С – студент.

Таблица 6.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ п/п	Этапы работы	Исполнители	Длительность работы, дни
1	Составление и выдача задания	НР	1
		С	1
2	Поиск и изучение литературных источников	С	30

Продолжение таблицы 6.1

3	Разработка методики проведения экспериментальных исследований	НР	2
		С	2
3	Подготовка образцов хвойной биомассы	С	10
4	Проведение серии экспериментальных исследований	С	50
5	Обработка экспериментальных исследований	НР	2
		С	8
6	Анализ полученных результатов	НР	2
		С	7
7	Оформление расчетно-пояснительной записки	С	7
8	Проверка и утверждение ВКР	НР	1
		С	1
Итого:		НР	8
		С	117

6.2 Смета затрат на проект

Суммарные затраты на разработку темы или договорная цена на выполнение работы будет рассчитываться:

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{мат}} + K_{\text{ам}} + K_{\text{з/пл}} + K_{\text{с.о.}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{накл}}, \text{ руб} \quad (6.2.1)$$

где $K_{\text{мат}}$ – материальные затраты, руб, $K_{\text{ам}}$ – амортизация компьютерной техники, руб, $K_{\text{з/пл}}$ – затраты на заработную плату, руб, $K_{\text{с.о.}}$ – затраты на социальные нужды, руб, $K_{\text{пр}}$ – прочие затраты, руб, $K_{\text{накл}}$ – накладные расходы, руб.

6.2.1 Материальные затраты

В данной работе под материальными затратами понимается величина денежных средств, потраченных на канцелярские товары. Принимаем в размере $K_{\text{мат}} = 1000$ руб.

6.2.2 Амортизация компьютерной техники

Амортизация показывает уменьшение стоимости компьютерной техники, на которой выполнялась работа, вследствие ее износа.

Амортизация компьютерной техники рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{ам}} = \frac{T_{\text{исп.кт}}}{T_{\text{кал}}} \cdot C_{\text{кт}} \cdot \frac{1}{T_{\text{сл}}}, \text{руб} \quad (6.2.2)$$

где $T_{\text{исп.кт}}$ – время использования компьютерной техники, $T_{\text{кал}}$ – календарное время (365 дней), $C_{\text{кт}}$ – цена компьютерной техники, руб, $T_{\text{сл}}$ – срок службы компьютерной техники (5 лет).

$$K_{\text{ам}} = \frac{162}{365} \cdot 25000 \cdot \frac{1}{5} = 2\,219 \text{ руб.}$$

6.2.3 Затраты на заработную плату:

Затраты на заработную плату включают в себя выплаты инженеру, разрабатывающему проект, а также научному руководителю и рассчитываются как:

$$\text{ЗП} = \text{ЗП}_0 \cdot k_1 \cdot k_2, \text{руб} \quad (6.2.3)$$

где ЗП_0 – заработная плата за месяц, руб, k_1 – коэффициент, учитывающий отпуск (10%), k_2 – районный коэффициент (30%).

Заработная плата инженера:

$$\text{ЗП}_{\text{ст}} = 17000 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 24310 \text{ руб}$$

Заработная плата научного руководителя:

$$\text{ЗП}_{\text{НР}} = 26300 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 37609 \text{ руб}$$

Рассчитаем заработную плату за количество отработанных дней по факту:

$$\text{ЗП}^n = \frac{\text{ЗП}}{21} \cdot n, \text{руб} \quad (6.2.4)$$

где ЗП – заработная плата за месяц, руб, n – количество

отработанных дней по факту.

$$ЗП_{ст}^n = \frac{24310}{21} \cdot 117 = 135\,441 \text{ руб}$$

$$ЗП_{НР}^n = \frac{37609}{21} \cdot 8 = 14\,327 \text{ руб}$$

Фонд заработной платы:

$$\Phi ЗП = K_{з/пл} = ЗП_{ст} + ЗП_{НР} = 135\,441 + 14\,327 = 149\,768 \text{ руб.}$$

6.2.4 Затраты на социальные нужды:

Затраты на социальные нужды принимаются как 30 % от затрат на заработную плату, они включают в себя отчисления в Фонд социального страхования Российской Федерации, Пенсионный фонд Российской Федерации, Государственный фонд занятости населения Российской Федерации и фонды обязательного медицинского страхования.

$$K_{с.о.} = 0,3 \cdot K_{з/пл}, \quad (6.2.5)$$

где $K_{з/пл}$ – заработная плата, руб.

$$K_{с.о.} = 0,3 \cdot 149\,768 = 44\,930,4 \text{ руб.}$$

6.2.5 Прочие затраты

Прочие затраты принимаются как 10 % от суммы материальных затрат, амортизационных отчислений, затрат на заработную плату и затрат на социальные нужды.

$$K_{пр} = 0,1 \cdot (K_{мат} + K_{ам} + K_{з/пл} + K_{со}), \text{ руб} \quad (6.2.6)$$

$$K_{пр} = 0,1 \cdot (1000 + 2219 + 149\,768 + 44\,930,4) = 19\,791,7 \text{ руб.}$$

6.2.6 Накладные расходы

Накладные расходы – дополнительные к основным затратам расходы, необходимые для обеспечения процессов производства, связанные с управлением, обслуживанием, содержанием и эксплуатацией оборудования. Накладные расходы принимаются в размере 200 % от затрат на заработную плату.

$$K_{накл} = 2 \cdot K_{з/пл}, \text{ руб} \quad (6.2.7)$$

$$K_{\text{накл}} = 2 \cdot 149\,768 = 299\,536 \text{ руб.}$$

Таким образом сумма затрат на проект по формуле (6.2.1) составляет:

$$K_{\text{пр}} = 1000 + 2219 + 149768 + 44930,4 + 19791,7 + 299536 = 517245 \text{ руб}$$

В таблице 6.2 представлена смета затрат на проект.

Таблица 6.2 – Смета расходов на выполнение НИР

Элементы затрат	Стоимость, руб
Материальные затраты	1000
Амортизация КТ	2219
Заработная плата	149 768
Социальные отчисления	44930,4
Прочие затраты	19791,7
Накладные расходы	299 536
Итого:	517 245

6.3 Анализ полученных результатов

В результате проведенных экспериментальных исследований получены и проанализированы зависимости массовой скорости испарения от температуры жидкости, массовой скорости испарения от времени испарения. Т.к. справочных значений коэффициента аккомодации не существует, он был найден экспериментальным путем для пяти образцов хвойной биомассы в диапазоне температур 333-393 К. Найденный коэффициент аккомодации в дальнейшем можно использовать при математическом моделировании процессов тепло – и массопереноса при сушке влажной древесины.

Заключение

В рамках выпускной квалификационной работы было проведено теоретическое исследование процесса влагоудаления из хвойной биомассы. Также разработаны рекомендации для проведения эксперимента, которые позволят организовать процесс сушки биомассы.

Во время выполнения работы получены экспериментальные зависимости скорости испарения жидкости из хвойной биомассы от температуры и времени, позволяющие выбрать наиболее экономичный режим обезвоживания биомассы. Проведен расчет коэффициента аккомодации при заданных параметрах сушки и найдено парциальное давление. Проведена оценка результатов экспериментальных данных согласно теории инженерного эксперимента.

Так же выполнены разделы «Социальная ответственность» и «Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». В разделе «Менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» составлен перечень работ и произведена оценка времени их выполнения, составлена смета затрат на проект, составлена смета затрат на оборудование и монтажные работы для реализации проекта. В разделе «Социальная ответственность» рассмотрена социальная ответственность предприятия, указаны пагубные воздействия на человека и меры их предотвращения.

Список использованных источников

1. Коваль В. С., Пинчевская Е. А. Сушка древесины. – «ПРОФ ИКС» Спб, 2002.
2. Кирпичникова И.М., Филь Н.С. Древесные отходы как возобновляемый источник для получения тепловой и электрической энергии. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. № 16 (275) / 2012.
3. Семенов М. И., Суховеев М. Е. Возможности использования биомассы заготовленной древесины в лесах Алтайского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 12 (122) / 2014
4. Давыдова С.А., Мучоно Р., Сальников А.Л. Производство пеллет как перспектива направления биоэнергетики России. Издательский дом «Астраханский университет», 2010.
5. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.
6. Неделина Н.Ю. Эффективный способ определения гистологического состава древесины. Научный журнал КубГАУ, №79(05), 2012 года.
7. Данилов Д.А., Скупченко В.Б.: Изменения в строении древесины сосны и ели на анатомическом уровне в древостоях, пройденных рубками ухода и комплексным уходом. – ИВУЗ «Лесной журнал». №5/ 2014.
8. Онегин В.И., Кузнецова Е.Г. Исследование строения хвойной древесины и его влияния на физико-механические и акустические свойства древесного вещества. – СПбГЛТУ, №199.–2012.
9. Справочник. Лесоматериалы [Электронный ресурс]: физические свойства древесины . – режим доступа.: <http://les.novosibdom.ru/book/export/html/13>.

10. Потыкалова М.В., Мелехов В.И.: Физические свойства древесины: методические указания к выполнению лабораторных работ . - 3-е изд., испр. и доп. - Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. - 28 с.
11. Вафина Ю.А. Энергосбережение за счет использования альтернативных источников энергии и вторичных энергоресурсов: Россия и мировой опыт. Вестник Казанского технологического университета. № 9 / том 15 / 2012.
12. Панченко А.В. Биотопливо как альтернативный источник энергии. Энергобезопасность и энергосбережение. №6/2007.
13. Куликов К.В., Литвинов В.В., Пиялкин В.П. Получение и исследование жидких биотоплив из биомассы дерева методом пиролиза. Вестник Казанского технологического университета. № 13 / том 15 / 2012.
14. Исмагилов З.Р., Хайрулин С.Р., Неведров А.В., Современное состояние и перспективы развития когенерационных устройств, работающих на органическом топливе. Вестник Кузбасского государственного технического университета. № 1 / 2013.
15. Расев А.И. Сушка древесины: учеб. пособие. М.: МГУЛ, 2000. 342 с.
16. Косарин А.А., Курышов Г.Н. Импульсная сушка соснового бруса. Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. № 2 / том 19 / 2015.
17. Рахманкулов Д. Л., Шавшукова С. Ю., Вихарева И. Н. Применение микроволнового излучения для сушки дерева и пиломатериалов. Башкирский химический журнал. № 1 / том 15 / 2008.
18. Платонов А. Д. Основы моделирования процесса конвективной сушки термохимически обработанной древесины. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. № 74 / 2011.

19. Ведерников О., Трошева М., Сергеев В. Условия эффективности нестационарного тепломассообмена при сушке пиломатериалов. Современные проблемы науки и образования. № 4 / 2013.
20. Быкова Е.Л., Тракало Ю.И. Исследование убыли влаги дубовых пиломатериалов при сушке вакуум-импульсным способом. Современные проблемы науки и образования. № 4 / 2013.
21. Гайфуллина Р.Р., Курбангалеев М.С., Зарипов З.И., Анашкин Д.А. Экспериментальная установка для исследования кинетики сушки капиллярно-пористых материалов по вакуумно-импульсной технологии. Вестник Казанского технологического университета. № 2 / 2011.
22. Бойков Л. М., Нечаев Н. С. Совершенствования тепломассопереноса при сервисном обслуживании установок сушки пористых волокнистых материалов. Техничко-технологические проблемы сервиса. № 8 / 2009. С 35-38.
23. Рахматов О. К., Нуриев К. К. Исследование терморезима солнечно- топливной сушильной установки люлечно-конвейерного типа с водяным аккумулятором. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 8 (118) / 2014.
24. Хмелев В. Н., Шалунов А. В., Барсуков Р. В. Исследование эффективности ультразвуковой сушки. Техническая акустика. № 9 / том 9 / 2009.
25. Цытович Л. И., Брылина О. Г., Дудкин М. М. Частотно-широтный импульсный терморегулятор сушильной камеры с непрерывным тестированием сопротивления изоляции электротехнического изделия. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. № 34 (251) / 2011.
26. Ермолаев В. А., Равнюшкин Е. А. Исследование процессов баровакуумной сушки сыров при начальном повышении и понижении давления. Техника и технология пищевых производств. № 3 (38) / 2015.

27. Болтенков А. А. К обоснованию параметров дискового распылительного механизма в сушильных камерах. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 4 / том 20 / 2005.

28. Макаров Д.С., Кораблев В.А. Система регулирования температуры в сушильных камерах. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. № 37 / 2007.

29. Хомяков А. П., Харитонов В. Д. Аэродинамика сушильного агента в объеме сушильной камеры. Известия высших учебных заведений. № 5-6 / 2005.

30. Пачковский А. В., Мозговой Н. В. Физические процессы сушки древесины. Вестник Воронежского государственного технического университета. № 1 / том 6 / 2010.

31. Билей П.В., Рокунь Р.А. Исследование кинетики процесса сушки профильных заготовок из древесины // Известия высших учебных заведений. лесной журнал. – 2016. – №2(350). – С.114-120

32. Bulba, Elena Evgenievna. Experimental Research of Moisture Evaporation Process from Biomass in a Drying Chamber [Electronic resource] / E. E. Bulba, A. A. Malinovsky // MATEC Web of Conferences. — Les Ulis: 2015. — Vol. 23 : Heat and Mass Transfer in the Thermal Control System of Technical and Technological Energy Equipment. — [01053, 4 p.]. — Title screen. — Свободный доступ из сети Интернет.

33. Bulba, Elena Evgenievna. The accommodation coefficient of the liquid at temperatures below the boiling [Electronic resource] / E. E. Bulba // European Physical Journal Web of Conferences (EPJ Web of Conferences). — 2015. — Vol. 82 : Thermophysical Basis of Energy Technologies. — [01024, 4 p.]. — Title screen. — Свободный доступ из сети Интернет.

34. Салдаев В.А., Садртдинов А.Р., Воронин Е.К. Влияние высокотемпературной сушки древесной биомассы на последующий процесс ее термической переработки // Закрытое акционерное общество "Университетская книга". –2015.– С.318-320.

35. Ермоченков М.Г. Кинетика сушки и увлажнения древесины // Лесотехнический журнал.–2016.–Т:№6.–С.161-167.
36. Сафонов А.О. Исследование динамики температуры отработавшего теплоносителя в процессе сушки древесных частиц // Лесотехнический журнал.–2013.–№2(10).–С.20-25.
37. Разумов Е.Ю., Белякова Е.А. Исследование процесса сушки древесины в жидкостях // Вестник казанского технологического университета.–2011.– №11.–С. 39-42.
38. Анисимов П.Н., Онучин Е.М. Математическая модель и экспериментальное исследование естественной сушки деревьев сосны и березы в пачках на лесосеке // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета.–2016.–№117.–С.1326-1337.
39. Алексеев М.В., Кузнецов Г.В. Численное моделирование тепломассопереноса при сушке древесины кондуктивным способом в условиях пониженного давления. Известия Томского политехнического университета. № 4 / том 319 / 2011.
40. Сафин Р.Р., Сафин Р.Г., Шайхутдинова А.Р. Вакуумно-конвективное термомодифицирование древесины в среде перегретого пара. Вестник Казанского технологического университета. № 6 / 2011.
41. Разумов Е.Ю., Валиев Ф.Г., Хасаншин Р.Р. Математическая модель кондуктивной сушки коллоидных капиллярно-пористых материалов при давлении ниже атмосферного. Вестник Казанского технологического университета. № 9 / 2010.
42. Шилин А.Н., Стрижиченко А.В. Численный анализ технологического процесса сушки древесины при конвективном нагреве. Известия ВолгГТУ. №8 / 2011.
43. Дорняк, О. Р. Математическое моделирование интенсивных процессов тепломассопереноса при конвективной сушке древесины/ О. Р.

Дорняк, В. А. Шамаев // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2011. — Т. 7. — № 12-1. — С. 85-91.

44. Дорняк, О. Р. Математическое моделирование процесса прессования древесины / О. Р. Дорняк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. — №01(075). — С. 969 – 983.

45. Гришин А. М. Общая физико-математическая модель зажигания и горения древесины. Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. № 2 / 2010.

46. Земцовский А. Е., Мануковский А. Ю. Математическая модель аэродинамики сушильных камер с вертикально-поперечной циркуляцией. Лесотехнический журнал. № 2 (18) / том 5 / 2015.

47. Архипов В.А., Березиков А.П. Основы теории инженерно-физического эксперимента. – Томск: издательство Томского политехнического университета, 2008 г. –206 с.

48. Красовский Г.И., Филаретов Г.Ф. Планирование эксперимента. — Минск: Изд-во БГУ, 1982. — 302 с.

49. Реброва, И.А. Теория планирования эксперимента – Омск : СиБАДИ, 2016. –106 с.

Приложение А
(Обязательное)

Результаты расчета массовой скорости испарения

Таблица А.1– Результаты расчета массовой скорости испарения для кедр при T=333 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	37,25	37,00	0,25	14,7	39,3	39,1	0,2	11,8	40,1	39,85	0,25	14,7
2		36,80	0,2	11,8		38,85	0,25	14,7		39,65	0,2	11,8
3		36,50	0,3	17,69		38,55	0,3	17,69		39,35	0,3	17,69
4		36,20	0,3	17,69		38,25	0,3	17,69		39,1	0,25	14,7
5		35,95	0,25	14,7		37,95	0,3	17,69		38,8	0,3	17,69
6		35,60	0,35	20,64		37,70	0,25	14,7		38,55	0,25	14,7
7		35,35	0,25	14,7		37,45	0,25	14,7		38,2	0,35	20,64
8		35,05	0,3	17,69		37,15	0,3	17,69		37,95	0,25	14,7
9		34,80	0,25	14,7		36,85	0,3	17,69		37,65	0,3	17,69
10		34,50	0,3	17,69		36,50	0,35	20,64		37,35	0,3	17,69
11		34,25	0,25	14,7		36,25	0,25	14,7		37,05	0,3	17,69
12		33,95	0,3	17,69		36,00	0,25	14,7		36,8	0,25	14,7
13		33,80	0,15	8,8		35,7	0,3	17,69		36,5	0,3	17,69
14		33,50	0,3	17,69		35,4	0,3	17,69		36,25	0,25	14,7
15		33,25	0,25	14,7		35,15	0,25	14,7		35,95	0,3	17,69

Таблица А.2– Результаты расчета массовой скорости испарения для кедр при T=353 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	51,20	50,90	0,3	17,69	48,7	48,3	0,4	23,59	53,1	52,6	0,5	17,69
2		50,50	0,4	23,59		47,9	0,5	29,49		52,0	0,6	35,39
3		50,00	0,5	29,49		47,4	0,55	32,44		51,45	0,55	32,44
4		49,45	0,55	32,44		46,85	0,55	32,44		51,0	0,45	26,54
5		48,85	0,6	35,39		46,3	0,6	29,49		50,5	0,5	29,49
6		48,30	0,55	32,44		45,7	0,45	26,54		50,0	0,5	29,49
7		47,75	0,55	32,44		45,25	0,45	26,54		49,5	0,5	29,49
8		47,25	0,5	29,49		44,8	0,5	29,49		49,05	0,45	26,54

Продолжение таблицы А.2

9		46,75	0,5	29,49		44,3	0,5	29,49		48,5	0,55	26,54
10		46,30	0,45	26,54		43,8	0,45	26,54		48,05	0,45	26,54
11		45,80	0,5	29,49		43,35	0,5	29,49		47,55	0,5	29,49
12		45,35	0,45	26,54		42,85	0,5	29,49		47,05	0,5	29,49
13		44,85	0,5	29,49		42,35	0,45	26,54		46,5	0,55	26,54
14		44,40	0,45	26,54		41,9	0,55	32,44		46,05	0,45	26,54
15		43,95	0,45	26,54		41,35	0,5	23,59		45,6	0,45	23,59

Таблица А.3– Результаты расчета массовой скорости испарения для кедр при T=373 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	52,1	51,55	0,55	32,44	48,6	48,05	0,55	32,44	49,4	48,8	0,6	35,4
2		50,95	0,6	35,4		47,3	0,75	44,23		48,1	0,7	41,28
3		50,25	0,7	41,28		46,6	0,7	41,28		47,35	0,75	44,23
4		49,5	0,75	44,23		39,6	0,7	41,28		46,65	0,7	41,28
5		48,8	0,7	41,28		38,85	0,75	44,23		45,95	0,7	41,28
6		48,1	0,7	41,28		38,15	0,7	41,28		45,2	0,75	44,23
7		47,35	0,75	44,23		37,4	0,75	44,23		44,5	0,7	41,28
8		46,65	0,7	41,28		36,7	0,7	41,28		43,75	0,75	44,23
9		45,9	0,75	44,23		36,0	0,7	41,28		43,05	0,7	41,28
10		45,2	0,7	41,28		35,3	0,7	41,28		42,35	0,7	41,28
11		44,5	0,7	41,28		34,55	0,75	44,23		41,65	0,7	41,28
12		43,8	0,7	41,28		33,8	0,75	44,23		40,9	0,75	44,23
13		43,05	0,75	44,23		33,05	0,75	44,23		40,2	0,7	41,28
14		42,3	0,75	44,23		32,35	0,7	41,28		39,45	0,75	44,23
15		41,55	0,75	44,23		31,65	0,7	41,28		38,75	0,7	41,28

Таблица А.4– Результаты расчета массовой скорости испарения для кедр при T=393 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1		43,30	0,35	20,6		46,7	0,4	23,6		45,25	0,35	20,6
2		42,45	0,85	50,1		45,95	0,75	44,23		44,4	0,85	50,1
3		41,45	1,0	59,0		45,05	0,9	53,1		43,5	0,9	53,1
4		40,35	1,1	64,9		44,0	1,05	61,9		42,4	1,1	64,9

Продолжение таблицы А.4

5	44,05	39,30	1,05	61,9	47,1	42,9	1,1	64,9	45,6	41,3	1,1	64,9
6		38,30	1,0	59,0		41,9	1,0	59,0		40,4	0,9	53,1
7		37,30	1,0	59,0		40,85	1,05	61,9		39,4	1,0	59,0
8		36,30	1,0	59,0		39,85	1,0	59,0		38,4	1,0	59,0
9		35,45	0,85	50,1		38,85	1,0	59,0		37,55	0,85	50,1
10		34,55	0,9	53,1		37,95	0,9	53,1		36,7	0,85	50,1
11		33,80	0,65	38,3		37,3	0,65	38,3		35,95	0,75	44,2
12		33,05	0,75	44,2		36,55	0,75	44,2		35,1	0,85	50,1
13		32,30	0,75	44,2		35,8	0,75	44,2		34,45	0,65	38,3
14		31,65	0,65	38,3		35,05	0,75	44,2		33,8	0,65	38,3
15		31,00	0,65	38,3		34,4	0,65	38,3		33,15	0,65	38,3

Таблица А.5– Результаты расчета массовой скорости испарения для ели при T=333 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	46,8	46,6	0,2	11,8	49,1	48,85	0,25	14,7	53,4	53,2	0,2	11,8
2		46,3	0,3	17,69		48,55	0,3	17,69		52,95	0,25	14,7
3		45,95	0,35	20,64		48,25	0,3	17,69		52,55	0,4	23,59
4		45,55	0,4	23,59		47,9	0,35	20,64		52,2	0,35	20,64
5		45,2	0,35	20,64		47,55	0,35	20,64		51,85	0,35	20,64
6		44,85	0,35	20,64		47,2	0,35	20,64		51,45	0,4	23,59
7		44,4	0,45	26,54		46,8	0,4	23,59		51,1	0,35	20,64
8		44,1	0,3	17,69		46,45	0,35	20,64		50,75	0,35	20,64
9		43,7	0,4	23,59		46,1	0,35	20,64		50,35	0,4	23,59
10		43,4	0,3	17,69		45,8	0,3	17,69		50,0	0,35	20,64
11		43,05	0,35	20,64		45,5	0,3	17,69		49,65	0,35	20,64
12		42,75	0,3	17,69		45,15	0,35	20,64		49,3	0,35	20,64
13		42,4	0,35	20,64		44,85	0,3	17,69		49,0	0,3	17,69
14		42,1	0,3	17,69		44,55	0,3	17,69		48,65	0,35	20,64
15		41,75	0,35	20,64		44,25	0,3	17,69		48,35	0,3	17,69

Таблица А.6– Результаты расчета массовой скорости испарения для ели при T=353 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	55,7	55,4	0,3	17,69	52,1	51,8	0,3	17,69	46,9	46,6	0,3	17,69
2		55,0	0,4	23,6		51,4	0,4	23,6		46,2	0,4	23,6
3		54,55	0,45	26,54		50,85	0,55	32,44		45,75	0,45	26,54
4		54,05	0,5	29,49		50,35	0,5	29,49		45,3	0,45	26,54
5		53,5	0,55	32,44		49,85	0,5	29,49		44,8	0,5	29,49
6		53,0	0,5	29,49		49,25	0,6	35,39		44,25	0,55	32,44
7		52,45	0,55	32,44		48,7	0,55	32,44		43,65	0,6	35,39
8		51,85	0,6	35,39		48,15	0,55	32,44		43,15	0,5	29,49
9		51,3	0,55	32,44		47,55	0,6	35,39		42,65	0,5	29,49
10		50,8	0,5	29,49		47,05	0,5	29,49		42,15	0,5	29,49
11		50,3	0,5	29,49		46,5	0,55	32,44		41,65	0,5	29,49
12		49,8	0,5	29,49		46,0	0,5	29,49		41,2	0,45	26,54
13		49,35	0,45	26,54		45,5	0,5	29,49		40,7	0,5	29,49
14		48,85	0,5	29,49		45,05	0,45	26,54		40,25	0,45	26,54
15		48,4	0,45	26,54		44,6	0,45	26,54		39,8	0,45	26,54

Таблица А.7– Результаты расчета массовой скорости испарения для ели при T=373 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	60,1	59,55	0,55	32,44	54,3	53,75	0,55	32,44	47,1	46,55	0,55	32,44
2		58,75	0,8	47,01		53,15	0,6	35,39		45,8	0,75	44,23
3		57,95	0,8	47,01		52,35	0,8	47,01		45,0	0,8	47,01
4		57,05	0,9	53,08		51,55	0,8	47,01		44,2	0,8	47,01
5		56,2	0,85	50,13		50,7	0,85	50,13		43,4	0,8	47,01
6		55,35	0,85	50,13		49,85	0,85	50,13		42,55	0,85	50,13
7		54,55	0,8	47,01		49,0	0,85	50,13		41,7	0,85	50,13
8		53,95	0,6	35,39		48,2	0,8	47,01		40,9	0,8	47,01
9		53,3	0,65	38,33		47,4	0,8	47,01		40,05	0,85	50,13
10		52,45	0,85	50,13		46,6	0,8	47,01		39,2	0,85	50,13
11		51,65	0,8	47,01		45,7	0,9	53,08		38,4	0,8	47,01
12		50,8	0,85	50,13		45,05	0,65	38,33		37,6	0,8	47,01
13		49,95	0,85	50,13		44,25	0,8	47,01		36,75	0,85	50,13

Продолжение таблицы А.9

14		49,15	0,8	47,01		43,5	0,75	44,23		36,0	0,75	44,23
15		48,35	0,8	47,01		42,75	0,75	44,23		35,2	0,8	47,01

Таблица А.8– Результаты расчета массовой скорости испарения для ели при T=393 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^{-3}$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^{-3}$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^{-3}$, кг/м ² · с
1	45,6	44,85	0,75	44,23	48,2	47,6	0,6	35,39	50,1	49,5	0,6	35,39
2		43,65	1,2	70,77		46,9	0,7	41,33		48,75	0,75	44,23
3		42,3	1,35	79,62		46,0	0,9	53,08		47,9	0,85	50,13
4		40,95	1,35	79,62		45,05	0,95	56,03		46,95	0,95	56,03
5		39,6	1,35	79,62		43,9	1,15	67,82		45,7	1,25	7372
6		38,35	1,25	73,72		42,7	1,2	70,77		44,45	1,25	73,72
7		37,2	1,15	67,82		41,5	1,2	70,77		43,1	1,35	79,62
8		36,05	1,15	67,82		40,25	1,25	73,72		41,75	1,35	79,62
9		35,1	0,95	56,03		38,9	1,35	79,62		40,5	1,25	73,72
10		34,2	0,9	53,08		37,7	1,2	70,77		39,35	1,15	67,82
11		33,35	0,85	50,13		36,55	1,15	67,82		38,2	1,15	67,82
12		32,65	0,7	41,33		35,7	0,85	50,13		37,35	0,85	50,13
13		31,95	0,7	41,33		34,8	0,9	53,08		36,65	0,7	41,33
14		31,35	0,6	35,39		34,1	0,7	41,33		35,95	0,7	41,33
15		30,75	0,6	35,39		33,4	0,7	41,33		35,35	0,6	35,39

Таблица А.9– Результаты расчета массовой скорости испарения для пихты при T=333 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	62,3	62,05	0,25	14,7	57,3	57,05	0,25	14,7	52,9	52,7	0,2	11,8
2		61,85	0,2	11,8		56,75	0,3	17,69		52,45	0,25	14,7
3		61,55	0,3	17,69		56,45	0,3	17,69		52,15	0,3	17,69
4		61,3	0,25	14,7		56,1	0,35	20,64		51,8	0,35	20,64
5		60,95	0,35	20,64		55,75	0,35	20,64		51,45	0,35	20,64
6		60,6	0,35	20,64		55,4	0,35	20,64		51,1	0,35	20,64
7		60,3	0,3	17,69		55,0	0,4	23,59		50,75	0,35	20,64
8		59,95	0,35	20,64		54,65	0,35	20,64		50,4	0,35	20,64
9		59,6	0,35	20,64		54,3	0,35	20,64		50,05	0,35	20,64

Продолжение таблицы А.9

10		59,2	0,4	23,59		54,0	0,3	17,69		49,7	0,35	20,64
11		58,9	0,3	17,69		53,7	0,3	17,69		49,35	0,35	20,64
12		58,65	0,25	14,7		53,45	0,25	14,7		49,0	0,35	20,64
13		58,3	0,35	20,64		53,15	0,3	17,69		48,7	0,3	17,69
14		58,0	0,3	17,69		52,85	0,3	17,69		48,35	0,35	20,64
15		57,75	0,25	14,7		52,55	0,3	17,69		48,1	0,25	14,7

Таблица А10– Результаты расчета массовой скорости испарения для пихты при T=353 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	58,3	58,0	0,3	17,69	54,7	54,4	0,3	17,69	59,9	59,6	0,3	17,69
2		57,55	0,45	25,9		54,0	0,4	23,49		59,15	0,45	25,9
3		57,1	0,45	26,54		53,45	0,55	32,44		58,7	0,45	25,9
4		56,55	0,55	32,44		52,95	0,5	29,49		58,15	0,55	32,44
5		55,9	0,65	38,33		52,35	0,6	35,39		57,5	0,65	38,33
6		55,25	0,65	38,33		51,7	0,65	38,33		56,95	0,55	32,44
7		54,6	0,65	38,33		51,05	0,65	38,33		56,3	0,65	38,33
8		54,0	0,6	35,39		50,5	0,55	32,44		55,7	0,6	35,39
9		53,45	0,55	32,44		49,9	0,6	35,39		55,1	0,6	35,39
10		52,85	0,6	35,39		49,3	0,6	35,39		54,5	0,6	35,39
11		52,3	0,55	32,44		48,7	0,6	35,39		53,95	0,55	32,44
12		51,75	0,55	32,44		48,2	0,5	29,49		53,4	0,55	32,44
13		51,3	0,45	26,54		47,7	0,5	29,49		52,9	0,5	29,49
14		50,8	0,5	29,49		47,25	0,45	26,54		52,45	0,45	26,54
15		50,35	0,45	26,54		46,8	0,45	26,54		52,0	0,45	26,54

Таблица А.11– Результаты расчета массовой скорости испарения для пихты при T=373 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1		56,9	0,4	23,59		56,6	0,4	23,59		55,8	0,4	23,59
2		56,2	0,7	41,28		55,95	0,65	38,33		55,1	0,7	41,28
3		55,35	0,85	50,13		55,25	0,7	41,28		54,25	0,85	50,13
4		54,5	0,85	50,13		54,4	0,85	50,13		53,4	0,85	50,13
5		53,35	1,15	67,82		53,55	0,85	50,13		52,25	1,15	67,82

Продолжение таблицы А.11

6	57,3	52,5	0,85	50,13	57,0	52,7	0,85	50,13	56,2	51,4	0,85	50,13
7		51,75	0,75	44,23		51,95	0,75	44,23		50,65	0,75	44,23
8		50,9	0,85	50,13		51,1	0,85	50,13		49,8	0,85	50,13
9		50,15	0,75	44,23		50,35	0,75	44,23		48,95	0,85	50,13
10		49,35	0,8	47,18		49,6	0,75	44,23		48,1	0,85	50,13
11		48,6	0,75	44,23		48,85	0,75	44,23		47,3	0,8	47,18
12		47,9	0,7	41,28		48,15	0,7	41,28		46,55	0,75	44,23
13		47,25	0,65	38,33		47,5	0,65	38,33		45,85	0,7	41,28
14		46,7	0,55	32,44		46,95	0,55	32,44		45,2	0,65	38,33
15		46,2	0,5	29,49		46,4	0,55	32,44		44,7	0,5	29,49

Таблица А.12– Результаты расчета массовой скорости испарения для пихты при T=393 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	55,6	55,2	0,4	23,59	58,1	57,6	0,5	29,49	53,8	53,4	0,4	23,59
2		54,35	0,85	50,13		56,9	0,7	41,28		52,55	0,85	50,13
3		53,3	1,05	61,92		55,95	0,95	56,03		51,5	1,05	61,92
4		52,0	1,3	76,67		54,7	1,25	73,72		50,25	1,25	73,72
5		50,75	1,25	73,72		53,4	1,3	76,67		49,0	1,25	73,72
6		49,55	1,2	70,77		52,2	1,2	70,77		47,85	1,15	67,82
7		48,4	1,15	67,82		51,05	1,15	67,82		46,65	1,2	70,77
8		47,25	1,15	67,82		50,0	1,05	61,92		45,6	1,05	61,92
9		46,2	1,05	61,92		48,85	1,15	67,82		44,55	1,05	61,92
10		45,25	0,95	56,03		47,8	1,05	61,92		43,6	0,95	56,03
11		44,3	0,95	56,03		46,85	0,95	56,03		42,7	0,9	53,08
12		43,4	0,9	53,08		45,9	0,95	56,03		41,8	0,9	53,08
13		42,6	0,8	47,18		45,0	0,9	53,08		41,0	0,8	47,18
14		41,8	0,8	47,18		44,2	0,8	47,18		40,2	0,8	47,18
15		41,05	0,75	44,23		43,4	0,8	47,18		39,45	0,75	44,23

Таблица А.13– Результаты расчета массовой скорости испарения для сосны при T=333 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{\text{исп}} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1		58,7	0,2	11,8		57,0	0,2	11,8		58,2	0,2	11,8

Продолжение таблицы А.13

2	58,9	58,45	0,25	14,7	57,2	56,7	0,3	17,69	58,4	57,95	0,25	14,7
3		58,05	0,4	23,59		56,3	0,4	23,59		57,55	0,4	23,59
4		57,65	0,4	23,59		55,9	0,4	23,59		57,15	0,4	23,59
5		57,3	0,35	20,64		55,5	0,4	23,59		56,8	0,35	20,64
6		56,85	0,45	26,54		55,05	0,45	26,54		56,35	0,45	26,54
7		56,4	0,45	26,54		54,6	0,45	26,54		55,95	0,4	23,59
8		56,0	0,4	23,59		54,25	0,35	20,64		55,6	0,35	20,64
9		55,5	0,5	29,49		53,75	0,5	29,49		55,2	0,4	23,59
10		55,1	0,4	23,59		53,35	0,4	23,59		54,85	0,35	20,64
11		54,75	0,35	20,64		53,0	0,35	20,64		54,5	0,35	20,64
12		54,25	0,5	29,49		52,6	0,4	23,59		54,1	0,4	23,59
13		53,9	0,35	20,64		52,2	0,4	23,59		53,75	0,35	20,64
14		53,45	0,45	26,54		51,85	0,35	20,64		53,35	0,4	23,59
15		53,05	0,4	23,59		51,5	0,35	20,64		53,0	0,35	20,64

Таблица А.14– Результаты расчета массовой скорости испарения для сосны при T=353 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	57,3	57,0	0,3	17,69	56,2	55,8	0,4	23,59	58,2	57,9	0,3	17,69
2		56,5	0,5	29,49		55,3	0,5	29,49		57,4	0,5	29,49
3		55,8	0,7	41,28		54,6	0,7	41,28		56,7	0,7	41,28
4		55,1	0,7	41,28		53,9	0,7	41,28		56,0	0,7	41,28
5		54,35	0,75	44,23		53,15	0,75	44,23		55,25	0,75	44,23
6		53,6	0,75	44,23		52,45	0,7	41,28		54,5	0,75	44,23
7		52,9	0,7	41,28		51,7	0,75	44,23		53,8	0,7	41,28
8		52,15	0,75	44,23		50,95	0,75	44,23		53,05	0,75	44,23
9		51,4	0,75	44,23		50,2	0,75	44,23		52,3	0,75	44,23
10		50,65	0,75	44,23		49,45	0,75	44,23		51,55	0,75	44,23
11		49,9	0,75	44,23		48,75	0,7	41,28		50,8	0,75	44,23
12		49,2	0,7	41,28		48,05	0,7	41,28		50,1	0,7	41,28
13		48,6	0,6	35,39		47,45	0,6	35,39		49,55	0,55	32,44
14		48,05	0,55	32,44		46,9	0,55	32,44		49,0	0,55	32,44
15		47,5	0,55	32,44		46,4	0,5	29,49		48,5	0,5	29,49

Таблица А.15– Результаты расчета массовой скорости испарения для сосны при T=373 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	58,3	57,75	0,55	32,44	57,5	57,0	0,5	29,49	58,6	58,05	0,55	32,44
2		56,7	1,05	61,93		56,0	1,0	58,98		57,0	1,05	61,93
3		55,5	1,2	70,77		54,8	1,2	70,77		55,8	1,2	70,77
4		54,2	1,3	76,67		53,6	1,2	70,77		54,5	1,3	76,67
5		53,0	1,2	70,77		52,3	1,3	76,67		53,3	1,2	70,77
6		51,85	1,15	67,82		51,15	1,15	67,82		52,15	1,15	67,82
7		50,7	1,15	67,82		50,0	1,15	67,82		51,0	1,15	67,82
8		49,55	1,15	67,82		48,85	1,15	67,82		49,85	1,15	67,82
9		48,55	1,0	58,98		47,7	1,15	67,82		48,85	1,0	58,98
10		47,65	0,9	53,08		46,7	1,0	58,98		47,95	0,9	53,08
11		46,75	0,9	53,08		45,8	0,9	53,08		47,05	0,9	53,08
12		45,9	0,85	50,13		44,95	0,85	50,13		46,2	0,85	50,13
13		45,1	0,8	47,18		44,15	0,8	47,18		45,4	0,8	47,18
14		44,3	0,8	47,18		43,4	0,75	44,23		44,65	0,75	44,23
15		43,6	0,7	41,28		42,7	0,7	41,28		43,95	0,7	41,28

Таблица А.16– Результаты расчета массовой скорости испарения для сосны при T=393 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	54,4		0,5	29,49	55,3		0,5	29,49	55,9		0,5	29,49
2			0,95	56,03			0,8	47,18			0,95	56,03
3			1,25	73,72			1,25	73,72			1,25	73,72
4			1,6	94,36			1,25	73,72			1,6	94,36
5			1,45	85,52			1,45	85,52			1,45	85,52
6			1,45	85,52			1,45	85,52			1,45	85,52
7			1,4	82,57			1,45	85,52			1,4	82,57
8			1,45	85,52			1,4	82,57			1,45	85,52
9			1,45	85,52			1,45	85,52			1,45	85,52
10			1,45	85,52			1,3	76,67			1,45	85,52
11			1,3	76,67			1,3	76,67			1,3	76,67
12			1,25	73,72			1,25	73,72			1,25	73,72
13			1,2	70,77			1,2	70,77			1,25	73,72

Продолжение таблицы А.16

14			1,0	58,98			1,0	58,98			1,0	58,98
15			0,8	47,18			0,75	44,23			0,8	47,18

Таблица А.17– Результаты расчета массовой скорости испарения для лиственницы при T=333 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	54,2	53,9	0,3	17,69	55,8	55,5	0,3	17,69	54,8	54,55	0,25	14,74
2		53,45	0,45	26,54		55,1	0,4	23,59		54,1	0,45	26,54
3		53,05	0,4	23,59		54,65	0,45	26,54		53,7	0,4	23,59
4		52,55	0,5	29,49		54,15	0,5	29,49		53,2	0,5	29,49
5		51,95	0,6	35,39		53,65	0,5	29,49		52,6	0,6	35,39
6		51,45	0,5	29,49		53,15	0,5	29,49		52,1	0,5	29,49
7		50,95	0,5	29,49		52,55	0,6	35,39		51,6	0,5	29,49
8		50,25	0,7	41,28		52,05	0,5	29,49		51,0	0,6	35,39
9		49,8	0,45	26,54		51,55	0,5	29,49		50,55	0,45	26,54
10		49,15	0,65	38,33		51,05	0,5	29,49		49,9	0,65	38,33
11		48,7	0,45	26,54		50,4	0,65	38,33		49,45	0,45	26,54
12		48,2	0,5	29,49		49,9	0,5	29,49		48,95	0,5	29,49
13		47,7	0,5	29,49		49,4	0,5	29,49		48,45	0,5	29,49
14		47,2	0,5	29,49		48,9	0,5	29,49		47,95	0,5	29,49
15		46,7	0,5	29,49		48,4	0,5	29,49		47,5	0,45	26,54

Таблица А.18– Результаты расчета массовой скорости испарения для лиственницы при T=353 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δm , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	55,2	54,8	0,4	23,59	55,9	55,5	0,4	23,59	53,9	53,5	0,4	23,59
2		54,2	0,6	35,39		54,9	0,6	35,39		52,9	0,6	35,39
3		53,45	0,75	44,23		54,15	0,75	44,23		52,15	0,75	44,23
4		52,65	0,8	47,18		53,4	0,75	44,23		51,35	0,8	47,18
5		51,85	0,8	47,18		52,6	0,8	47,18		50,5	0,85	50,13
6		51,05	0,8	47,18		51,85	0,75	44,23		49,7	0,8	47,18
7		50,3	0,75	44,23		51,1	0,75	44,23		48,95	0,75	44,23
8		49,5	0,8	47,18		50,3	0,8	47,18		48,1	0,85	50,13
9		48,65	0,85	50,13		49,5	0,8	47,18		47,25	0,85	50,13

Продолжение таблицы А.18

10		47,85	0,8	47,18		48,75	0,75	44,23		46,45	0,8	47,18
11		47,1	0,75	44,23		47,95	0,8	47,47		45,7	0,75	44,23
12		46,3	0,8	47,18		47,2	0,75	44,23		44,95	0,75	44,23
13		45,55	0,75	44,23		46,45	0,75	44,23		44,25	0,7	41,28
14		44,85	0,7	41,28		45,75	0,7	41,28		43,65	0,6	35,39
15		44,25	0,6	35,39		45,25	0,5	29,49		43,1	0,55	32,44

Таблица А.19– Результаты расчета массовой скорости испарения для лиственницы при T=373 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1	55,2	54,65	0,55	32,44	54,4	53,9	0,5	29,49	53,9	53,35	0,55	32,44
2		53,65	1,0	58,98		52,9	1,0	58,98		52,35	1,0	59,89
3		52,45	1,2	70,77		51,7	1,2	70,77		51,15	1,2	70,77
4		51,25	1,2	70,77		50,5	1,2	70,77		49,85	1,3	76,67
5		50,05	1,2	70,77		49,3	1,2	70,77		48,65	1,2	70,77
6		48,8	1,25	73,72		48,15	1,15	67,82		47,4	1,25	73,72
7		47,55	1,25	73,72		46,95	1,2	70,77		46,2	1,2	70,77
8		46,35	1,2	70,77		45,8	1,15	67,82		45,05	1,15	67,82
9		45,05	1,3	76,67		44,6	1,2	70,77		43,75	1,3	76,67
10		44,0	1,05	61,93		43,6	1,0	58,98		42,7	1,05	61,93
11		42,8	1,2	70,77		42,4	1,2	70,77		41,6	1,1	64,87
12		41,75	1,05	61,93		41,25	1,15	67,82		40,45	1,15	67,82
13		40,65	1,1	64,87		40,15	1,1	64,87		39,35	1,1	64,87
14		39,7	0,95	56,03		39,1	1,05	61,93		38,4	0,95	56,03
15		38,8	0,9	53,08		38,15	0,95	56,03		37,5	0,9	53,08

Таблица А.20– Результаты расчета массовой скорости испарения для лиственницы при T=393 К

№ опыта	Измерение №1				Измерение №2				Измерение №3			
	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	Начальная масса образца, г	Масса образца после испарения, кг	Δt , кг	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с
1		54,85	0,35	20,64		55,5	0,5	29,49		55,25	0,35	20,64
2		54,1	0,75	44,23		54,7	0,8	47,18		54,5	0,75	44,23
3		53,0	1,1	64,87		53,45	1,25	73,72		53,4	1,1	64,87
4		51,7	1,3	76,67		52,2	1,25	73,72		52,1	1,3	76,68
5		50,45	1,25	73,72		50,95	1,25	73,72		50,85	1,25	73,72

Продолжение таблицы А.20

6	55,2	49,2	1,25	73,72	56,0	49,7	1,25	73,72	55,6	49,6	1,25	73,72
7		47,7	1,5	88,46		48,45	1,25	73,72		48,2	1,4	82,57
8		46,35	1,35	79,62		47,05	1,4	82,57		46,85	1,35	79,62
9		44,95	1,4	82,57		45,6	1,45	85,52		45,45	1,4	82,57
10		43,55	1,4	82,57		44,3	1,3	76,67		44,15	1,3	76,67
11		42,3	1,25	73,72		43,0	1,3	76,67		42,85	1,3	76,67
12		41,0	1,3	76,67		41,75	1,25	73,72		41,6	1,25	73,72
13		39,8	1,2	70,77		40,55	1,2	70,77		40,4	1,2	70,77
14		38,75	1,05	61,93		39,55	1,0	58,98		39,4	1,0	58,98
15		37,9	0,85	50,13		38,7	0,85	50,13		38,6	0,8	47,18

Приложение Б
(Обязательное)

Результаты погрешности измерений

Таблица Б.1 – Результаты погрешности измерений для кедр при T=333 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,147	0,118	0,147	0,137	0,017	0,577	1,155	0,577	0,01	0,042	0,303
0,118	0,147	0,118	0,128	0,017	0,577	1,155	0,577	0,01	0,042	0,326
0,1769	0,1769	0,1769	0,177	0,000	0,816	0,816	0,816	0,00	0,000	0,000
0,1769	0,1769	0,147	0,167	0,017	0,577	0,577	1,155	0,01	0,043	0,257
0,147	0,1769	0,1769	0,167	0,017	1,155	0,577	0,577	0,01	0,043	0,257
0,2064	0,147	0,147	0,167	0,034	1,155	0,577	0,577	0,02	0,085	0,510
0,147	0,147	0,2064	0,167	0,034	0,577	0,577	1,155	0,02	0,085	0,510
0,1769	0,1769	0,147	0,167	0,017	0,577	0,577	1,155	0,01	0,043	0,257
0,147	0,1769	0,1769	0,167	0,017	1,155	0,577	0,577	0,01	0,043	0,257
0,1769	0,2064	0,1769	0,187	0,017	0,577	1,155	0,577	0,01	0,042	0,226
0,147	0,147	0,1769	0,157	0,017	0,577	0,577	1,155	0,01	0,043	0,273
0,1769	0,147	0,147	0,157	0,017	1,155	0,577	0,577	0,01	0,043	0,273
0,088	0,1769	0,1769	0,147	0,051	1,155	0,577	0,577	0,03	0,127	0,865
0,1769	0,1769	0,147	0,167	0,017	0,577	0,577	1,155	0,01	0,043	0,257
0,147	0,147	0,1769	0,157	0,017	0,577	0,577	1,155	0,01	0,043	0,273

Таблица Б.2 – Результаты погрешности измерений для кедр при T=353 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,1769	0,2359	0,1769	0,197	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,430
0,2359	0,2949	0,3539	0,295	0,059	1,000	0,000	1,000	0,034	0,146	0,497
0,2949	0,3244	0,3244	0,315	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,134
0,3244	0,3244	0,2654	0,305	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,278

0,3539	0,2949	0,2949	0,315	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,269
0,3244	0,2654	0,2949	0,295	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,248
0,3244	0,2654	0,2949	0,295	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,248
0,2949	0,2949	0,2654	0,285	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,148
0,2949	0,2949	0,2654	0,285	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,148
0,2654	0,2654	0,2654	0,265	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2654	0,2949	0,2949	0,285	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,148
0,2949	0,2654	0,2654	0,275	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,154
0,2654	0,3244	0,2654	0,285	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,297
0,2654	0,2359	0,2359	0,246	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,172

Таблица Б.3 – Результаты погрешности измерений для кедр при T=373 К

$w_1 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3$, кг/м ² · с	nS , кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}}$, кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3$, кг/м ² · с	δ_w
0,3244	0,3244	0,354	0,334	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,127
0,354	0,4423	0,4128	0,403	0,045	1,091	0,874	0,217	0,026	0,112	0,277
0,4128	0,4128	0,4423	0,423	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,100
0,4423	0,4128	0,4128	0,423	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,100
0,4128	0,4423	0,4128	0,423	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,100
0,4128	0,4128	0,4423	0,423	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,100
0,4423	0,4423	0,4128	0,432	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,098
0,4128	0,4128	0,4423	0,423	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,100
0,4423	0,4128	0,4128	0,423	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,100
0,4128	0,4128	0,4128	0,413	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4128	0,4423	0,4128	0,423	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,100
0,4128	0,4423	0,4423	0,432	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,098
0,4423	0,4423	0,4128	0,432	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,098
0,4423	0,4128	0,4423	0,432	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,098
0,4423	0,4128	0,4128	0,423	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,100

Таблица Б.4 – Результаты погрешности измерений для кедр при T=393 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,206	0,236	0,206	0,216	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,043	0,199
0,501	0,4423	0,501	0,481	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,084	0,175
0,59	0,531	0,531	0,551	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,154
0,649	0,619	0,649	0,639	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,043	0,067
0,619	0,649	0,649	0,639	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,043	0,067
0,59	0,59	0,531	0,570	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,148
0,59	0,619	0,59	0,600	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,069
0,59	0,59	0,59	0,590	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,501	0,59	0,501	0,531	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,128	0,240
0,531	0,531	0,501	0,521	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,043	0,083
0,383	0,383	0,442	0,403	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,210
0,442	0,442	0,501	0,462	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,183
0,442	0,442	0,383	0,422	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,200
0,383	0,442	0,383	0,403	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,210
0,383	0,383	0,383	0,383	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблица Б.5 – Результаты погрешности измерений для ели при T=333 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,118	0,147	0,118	0,128	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,326
0,1769	0,1769	0,147	0,167	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,043	0,257
0,2064	0,1769	0,2359	0,206	0,030	0,000	1,000	1,000	0,017	0,073	0,355
0,2359	0,2064	0,2064	0,216	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,196
0,2064	0,2064	0,2064	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2064	0,2064	0,2359	0,216	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,196
0,2654	0,2359	0,2064	0,236	0,030	1,000	0,000	1,000	0,017	0,073	0,310
0,1769	0,2064	0,2064	0,197	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,215
0,2359	0,2064	0,2359	0,226	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,187

Продолжение таблицы Б.5

0,1769	0,1769	0,2064	0,187	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,226
0,2064	0,1769	0,2064	0,197	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,215
0,1769	0,2064	0,2064	0,197	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,215
0,2064	0,1769	0,1769	0,187	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,226
0,1769	0,1769	0,2064	0,187	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,226
0,2064	0,1769	0,1769	0,187	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,226

Таблица Б.6 – Результаты погрешности измерений для ели при T=353 К

$w_1 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3$, кг/м ² · с	nS , кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}}$, кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3$, кг/м ² · с	δ_w
0,1769	0,1769	0,1769	0,177	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,236	0,236	0,236	0,236	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2654	0,3244	0,2654	0,285	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,297
0,2949	0,2949	0,2654	0,285	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,148
0,3244	0,2949	0,2949	0,305	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,139
0,2949	0,3539	0,3244	0,324	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,226
0,3244	0,3244	0,3539	0,334	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,127
0,3539	0,3244	0,2949	0,324	0,030	1,000	0,000	1,000	0,017	0,073	0,226
0,3244	0,3539	0,2949	0,324	0,030	0,000	1,000	1,000	0,017	0,073	0,226
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,3244	0,2949	0,305	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,139
0,2949	0,2949	0,2654	0,285	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,148
0,2654	0,2949	0,2949	0,285	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,148
0,2949	0,2654	0,2654	0,275	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,154
0,2654	0,2654	0,2654	0,265	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблица Б.7 – Результаты погрешности измерений для ели при T=373 К

$w_1 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3$, кг/м ² · с	nS , кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}}$, кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3$, кг/м ² · с	δ_w
0,3244	0,3244	0,3244	0,324	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Продолжение таблицы Б.7

0,4701	0,3539	0,4423	0,422	0,061	0,791	1,124	0,333	0,035	0,151	0,357
0,4701	0,4701	0,4701	0,470	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5308	0,4701	0,4701	0,490	0,035	1,155	0,577	0,577	0,020	0,087	0,177
0,5013	0,5013	0,4701	0,491	0,018	0,577	0,577	1,155	0,010	0,045	0,091
0,5013	0,5013	0,5013	0,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4701	0,5013	0,5013	0,491	0,018	1,155	0,577	0,577	0,010	0,045	0,091
0,3539	0,4701	0,4701	0,431	0,067	1,155	0,577	0,577	0,039	0,167	0,386
0,3833	0,4701	0,5013	0,452	0,061	1,116	0,303	0,813	0,035	0,152	0,336
0,5013	0,4701	0,5013	0,491	0,018	0,577	1,155	0,577	0,010	0,045	0,091
0,4701	0,5308	0,4701	0,490	0,035	0,577	1,155	0,577	0,020	0,087	0,177
0,5013	0,3833	0,4701	0,452	0,061	0,813	1,116	0,303	0,035	0,152	0,336
0,5013	0,4701	0,5013	0,491	0,018	0,577	1,155	0,577	0,010	0,045	0,091
0,4701	0,4423	0,4423	0,452	0,016	1,155	0,577	0,577	0,009	0,040	0,088
0,4701	0,4423	0,4701	0,461	0,016	0,577	1,155	0,577	0,009	0,040	0,086

Таблица Б.8 – Результаты погрешности измерений для ели при T=393 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,4423	0,3539	0,3539	0,383	0,051	1,155	0,577	0,577	0,029	0,127	0,331
0,7077	0,4133	0,4423	0,521	0,162	1,150	0,664	0,486	0,094	0,403	0,773
0,7962	0,5308	0,5013	0,609	0,162	1,150	0,484	0,666	0,094	0,403	0,662
0,7962	0,5603	0,5603	0,639	0,136	1,155	0,577	0,577	0,079	0,338	0,529
0,7962	0,6782	0,7372	0,737	0,059	1,000	1,000	0,000	0,034	0,146	0,199
0,7372	0,7077	0,7372	0,727	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,058
0,6782	0,7077	0,7962	0,727	0,061	0,801	0,320	1,121	0,035	0,152	0,210
0,6782	0,7372	0,7962	0,737	0,059	1,000	0,000	1,000	0,034	0,146	0,199
0,5603	0,7962	0,7372	0,698	0,123	1,121	0,801	0,320	0,071	0,305	0,437
0,5308	0,7077	0,6782	0,639	0,095	1,141	0,726	0,415	0,055	0,235	0,368
0,5013	0,6782	0,6782	0,619	0,102	1,155	0,577	0,577	0,059	0,254	0,409

Продолжение таблицы Б.8

0,4133	0,5013	0,5013	0,472	0,051	1,155	0,577	0,577	0,029	0,126	0,267
0,4133	0,5308	0,4133	0,452	0,068	0,577	1,155	0,577	0,039	0,168	0,372
0,3539	0,4133	0,4133	0,394	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,216
0,3539	0,4133	0,3539	0,374	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,228

Таблица Б.9 – Результаты погрешности измерений для пихты при T=333 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,147	0,147	0,118	0,137	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,303
0,118	0,1769	0,147	0,147	0,029	0,995	1,005	0,010	0,017	0,073	0,496
0,1769	0,1769	0,1769	0,177	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,147	0,2064	0,2064	0,187	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,456
0,2064	0,2064	0,2064	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2064	0,2064	0,2064	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,1769	0,2359	0,2064	0,206	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,355
0,2064	0,2064	0,2064	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2064	0,2064	0,2064	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2359	0,1769	0,2064	0,206	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,355
0,1769	0,1769	0,2064	0,187	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,226
0,147	0,147	0,2064	0,167	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,510
0,2064	0,1769	0,1769	0,187	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,226
0,1769	0,1769	0,2064	0,187	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,226
0,147	0,1769	0,147	0,157	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,043	0,273

Таблица Б.10 – Результаты погрешности измерений для пихты при T=353 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,1769	0,1769	0,1769	0,177	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,259	0,2349	0,259	0,251	0,014	0,577	1,155	0,577	0,008	0,035	0,138
0,2654	0,3244	0,259	0,283	0,036	0,486	1,150	0,664	0,021	0,090	0,316

Продолжение таблицы Б.10

0,3244	0,2949	0,3244	0,315	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,134
0,3833	0,3539	0,3833	0,374	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,113
0,3833	0,3833	0,3244	0,364	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,084	0,232
0,3833	0,3833	0,3833	0,383	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,3539	0,3244	0,3539	0,344	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,123
0,3244	0,3539	0,3539	0,344	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,123
0,3539	0,3539	0,3539	0,354	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,3244	0,3539	0,3244	0,334	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,127
0,3244	0,2949	0,3244	0,315	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,134
0,2654	0,2949	0,2949	0,285	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,148
0,2949	0,2654	0,2654	0,275	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,154
0,2654	0,2654	0,2654	0,265	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблица Б.11 – Результаты погрешности измерений для пихты при T=373 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,2359	0,2359	0,2359	0,236	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4128	0,3833	0,4128	0,403	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,105
0,5013	0,4128	0,5013	0,472	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,127	0,269
0,5013	0,5013	0,5013	0,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,6782	0,5013	0,6782	0,619	0,102	0,577	1,155	0,577	0,059	0,254	0,409
0,5013	0,5013	0,5013	0,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,5013	0,5013	0,5013	0,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4423	0,5013	0,462	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,183
0,4718	0,4423	0,5013	0,472	0,030	0,000	1,000	1,000	0,017	0,073	0,155
0,4423	0,4423	0,4718	0,452	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,094
0,4128	0,4128	0,4423	0,423	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,100
0,3833	0,3833	0,4128	0,393	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,108

Продолжение таблицы Б.11

0,3244	0,3244	0,3833	0,344	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,084	0,245
0,2949	0,3244	0,2949	0,305	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,139

Таблица Б.12 – Результаты погрешности измерений для пихты при T=393 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,2359	0,2949	0,2359	0,256	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,331
0,5013	0,4128	0,5013	0,472	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,127	0,269
0,6192	0,5603	0,6192	0,600	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,084	0,141
0,7667	0,7372	0,7372	0,747	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,057
0,7372	0,7667	0,7372	0,747	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,057
0,7077	0,7077	0,6782	0,698	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,061
0,6782	0,6782	0,7077	0,688	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,061
0,6782	0,6192	0,6192	0,639	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,132
0,6192	0,6782	0,6192	0,639	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,132
0,5603	0,6192	0,5603	0,580	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,084	0,146
0,5603	0,5603	0,5308	0,550	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,077
0,5308	0,5603	0,5308	0,541	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,078
0,4718	0,5308	0,4718	0,491	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,172
0,4718	0,4718	0,4718	0,472	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4718	0,4423	0,452	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,094

Таблица Б.13 – Результаты погрешности измерений для сосны при T=333 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,118	0,118	0,118	0,118	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,147	0,1769	0,147	0,157	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,043	0,273
0,2359	0,2359	0,2359	0,236	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2359	0,2359	0,2359	0,236	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2064	0,2359	0,2064	0,216	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,196

Продолжение таблицы Б.13

0,2654	0,2654	0,2654	0,265	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2654	0,2654	0,2359	0,256	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,165
0,2359	0,2064	0,2064	0,216	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,196
0,2949	0,2949	0,2359	0,275	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,307
0,2359	0,2359	0,2064	0,226	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,187
0,2064	0,2064	0,2064	0,206	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,2359	0,2359	0,256	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,331
0,2064	0,2359	0,2064	0,216	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,196
0,2654	0,2064	0,2359	0,236	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,310
0,2359	0,2064	0,2064	0,216	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,196

Таблица Б.14 – Результаты погрешности измерений для сосны при T=353 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,1769	0,2359	0,1769	0,197	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,430
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4128	0,4128	0,4128	0,413	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4128	0,4128	0,4128	0,413	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4128	0,4423	0,432	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,098
0,4128	0,4423	0,4128	0,423	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,100
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4128	0,4423	0,432	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,098
0,4128	0,4128	0,4128	0,413	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,3539	0,3539	0,3244	0,344	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,123
0,3244	0,3244	0,3244	0,324	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,3244	0,2949	0,2949	0,305	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,139

Таблица Б.15 – Результаты погрешности измерений для сосны при T=373 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,3244	0,2949	0,3244	0,315	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,134
0,6193	0,5898	0,6193	0,609	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,069
0,7077	0,7077	0,7077	0,708	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,7667	0,7077	0,7667	0,747	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,113
0,7077	0,7667	0,7077	0,727	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,116
0,6782	0,6782	0,6782	0,678	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,6782	0,6782	0,6782	0,678	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,6782	0,6782	0,6782	0,678	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5898	0,6782	0,5898	0,619	0,051	0,577	1,155	0,577	0,029	0,127	0,205
0,5308	0,5898	0,5308	0,550	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,154
0,5308	0,5308	0,5308	0,531	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5013	0,5013	0,5013	0,501	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4718	0,4718	0,4718	0,472	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4718	0,4423	0,4423	0,452	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,094
0,4128	0,4128	0,4128	0,413	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Таблица Б.16 – Результаты погрешности измерений для сосны при T=393 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^{-3},$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5603	0,4718	0,5603	0,531	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,127	0,239
0,7372	0,7372	0,7372	0,737	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,9436	0,7372	0,9436	0,875	0,119	0,577	1,155	0,577	0,069	0,296	0,338
0,8552	0,8552	0,8552	0,855	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,8552	0,8552	0,8552	0,855	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,8257	0,8552	0,8257	0,836	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,051
0,8552	0,8257	0,8552	0,845	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,050
0,8552	0,8552	0,8552	0,855	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Продолжение таблицы Б.16

0,8552	0,7667	0,8552	0,826	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,127	0,154
0,7667	0,7667	0,7667	0,767	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,7372	0,7372	0,7372	0,737	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,7077	0,7077	0,7372	0,718	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,059
0,5898	0,5898	0,5898	0,590	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,4718	0,4423	0,4718	0,462	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,092

Таблица Б.17 – Результаты погрешности измерений для лиственницы при T=333 К

$w_1 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3$, кг/м ² · с	nS , кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}}$, кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3$, кг/м ² · с	δ_w
0,1769	0,1769	0,1474	0,167	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,253
0,2654	0,2359	0,2654	0,256	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,165
0,2359	0,2654	0,2359	0,246	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,172
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,3539	0,2949	0,3539	0,334	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,253
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,3539	0,2949	0,315	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,269
0,4128	0,2949	0,3539	0,354	0,059	1,000	1,000	0,001	0,034	0,146	0,414
0,2654	0,2949	0,2654	0,275	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,154
0,3833	0,2949	0,3833	0,354	0,051	0,577	1,155	0,577	0,029	0,127	0,358
0,2654	0,3833	0,2654	0,305	0,068	0,577	1,155	0,577	0,039	0,169	0,555
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,2949	0,2949	0,295	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,2949	0,2949	0,2654	0,285	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,148

Таблица Б.18 – Результаты погрешности измерений для лиственницы при T=353 К

$w_1 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3$, кг/м ² · с	nS , кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}}$, кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3$, кг/м ² · с	δ_w
0,2359	0,2359	0,2359	0,236	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Продолжение таблицы Б.18

0,3539	0,3539	0,3539	0,354	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4718	0,4423	0,4718	0,462	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,092
0,4718	0,4718	0,5013	0,482	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,088
0,4718	0,4423	0,4718	0,462	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,092
0,4423	0,4423	0,4423	0,442	0,000	0,816	0,816	0,816	0,000	0,000	0,000
0,4718	0,4718	0,5013	0,482	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,088
0,5013	0,4718	0,5013	0,491	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,086
0,4718	0,4423	0,4718	0,462	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,092
0,4423	0,4747	0,4423	0,453	0,019	0,577	1,155	0,577	0,011	0,046	0,102
0,4718	0,4423	0,4423	0,452	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,094
0,4423	0,4423	0,4128	0,432	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,098
0,4128	0,4128	0,3539	0,393	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,084	0,215
0,3539	0,2949	0,3244	0,324	0,030	1,000	1,000	0,000	0,017	0,073	0,226

Таблица Б.19 – Результаты погрешности измерений для лиственницы при T=373 К

$w_1 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3$, кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3$, кг/м ² · с	nS , кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}}$, кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3$, кг/м ² · с	δ_w
0,3244	0,2949	0,3244	0,315	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,134
0,5898	0,5898	0,5989	0,593	0,005	0,577	0,577	1,155	0,003	0,013	0,022
0,7077	0,7077	0,7077	0,708	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,7077	0,7077	0,7667	0,727	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,116
0,7077	0,7077	0,7077	0,708	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,7372	0,6782	0,7372	0,718	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,118
0,7372	0,7077	0,7077	0,718	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,059
0,7077	0,6782	0,6782	0,688	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,061
0,7667	0,7077	0,7667	0,747	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,113
0,6193	0,5898	0,6193	0,609	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,069
0,7077	0,7077	0,6487	0,688	0,034	0,577	0,577	1,155	0,020	0,085	0,123

Продолжение таблицы Б.19

0,6193	0,6782	0,6782	0,659	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,084	0,128
0,6487	0,6487	0,6487	0,649	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5603	0,6193	0,5603	0,580	0,034	0,577	1,155	0,577	0,020	0,085	0,146
0,5308	0,5603	0,5308	0,541	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,078

Таблица Б.20 – Результаты погрешности измерений для лиственницы при T=393 К

$w_1 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_2 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_3 \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	$w_{cp} \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	nS, кг/м ² · с	ϑ_{k1}	ϑ_{k2}	ϑ_{k3}	${}^nS_{\bar{x}},$ кг/м ² · с	$\Delta w \cdot 10^3,$ кг/м ² · с	δ_w
0,2064	0,2949	0,2064	0,236	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,127	0,538
0,4423	0,4718	0,4423	0,452	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,094
0,6487	0,7372	0,6487	0,678	0,051	0,577	1,155	0,577	0,030	0,127	0,187
0,7667	0,7372	0,7668	0,757	0,017	0,574	1,155	0,580	0,010	0,042	0,056
0,7372	0,7372	0,7372	0,737	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,7372	0,7372	0,7372	0,737	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,8846	0,7372	0,8257	0,816	0,074	0,927	1,060	0,133	0,043	0,184	0,226
0,7962	0,8257	0,7962	0,806	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,052
0,8257	0,8552	0,8257	0,836	0,017	0,577	1,155	0,577	0,010	0,042	0,051
0,8257	0,7667	0,7667	0,786	0,034	1,155	0,577	0,577	0,020	0,085	0,108
0,7372	0,7667	0,7667	0,757	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,056
0,7667	0,7372	0,7372	0,747	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,057
0,7077	0,7077	0,7077	0,708	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,6193	0,5898	0,5898	0,600	0,017	1,155	0,577	0,577	0,010	0,042	0,071
0,5013	0,5013	0,4718	0,491	0,017	0,577	0,577	1,155	0,010	0,042	0,086

Приложение В (Обязательное)

Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации

Таблица В.1 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для кедр 333 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δt , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
19946	1,045	0,376	0,00372	0,000233	0,00395	28,069	0,0543	0,085	1688	13,7	5,92
				0,000217	0,00394	28,073	0,054	0,084	1681	12,8	5,50
				0,0003	0,00402	28,053	0,055	0,086	1717	17,7	7,64
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,21
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,21
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,20
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,20
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,21
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,21
				0,000317	0,00404	28,049	0,056	0,086	1724	18,7	8,07
				0,000267	0,00399	28,061	0,055	0,085	1702	15,7	6,77
				0,000267	0,00399	28,061	0,055	0,085	1702	15,7	6,77
				0,00025	0,00397	28,065	0,054	0,085	1695	14,7	6,35
				0,000283	0,00400	28,057	0,055	0,086	1709	16,7	7,21
				0,000267	0,00399	28,061	0,055	0,085	1702	15,7	6,77

Таблица В.2 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для кедр 353 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δt , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
47373	0,9856	0,3548	0,003507	0,0004	0,00391	28,589	0,024	0,037	1770	19,7	3,46
				0,0005	0,00401	28,579	0,024	0,038	1815	29,5	5,2
				0,00053	0,00404	28,575	0,024	0,039	1828	31,5	5,55
				0,000517	0,00402	28,577	0,024	0,038	1822	30,5	5,37
				0,00057	0,00408	28,571	0,025	0,039	1847	31,5	5,55
				0,0005	0,00401	28,579	0,024	0,038	1815	29,5	5,2
				0,0005	0,00401	28,579	0,024	0,038	1815	29,5	5,2
				0,00048	0,00399	28,581	0,024	0,038	1806	28,5	5,02
				0,00052	0,00403	28,577	0,024	0,038	1824	28,5	5,03
				0,00045	0,00396	28,584	0,024	0,038	1792	26,5	4,68
				0,0005	0,00401	28,579	0,024	0,038	1815	29,5	5,2

Продолжение таблицы В.2

				0,00048	0,00399	28,581	0,024	0,038	1806	28,5	5,02
				0,0005	0,00401	28,579	0,024	0,038	1815	27,5	4,85
				0,00048	0,00399	28,581	0,024	0,038	1806	28,5	5,02
				0,00047	0,00398	28,582	0,024	0,038	1801	24,6	4,33

Таблица В.3 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для кедрa 373 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
101320	0,9327	0,3358	0,00332	0,000567	0,00395	28,798	0,0115	0,0184	1860	33,4	2,76
				0,000683	0,00394	28,792	0,0118	0,0189	1915	40,3	3,33
				0,000717	0,00402	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,000717	0,00400	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,000717	0,00400	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,000717	0,00400	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,000733	0,00400	28,789	0,0120	0,0191	1939	43,2	3,58
				0,000717	0,00400	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,000717	0,00400	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,0007	0,00404	28,791	0,0119	0,0190	1923	41,3	3,42
				0,000717	0,00399	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5
				0,000733	0,00399	28,790	0,0120	0,0191	1939	43,2	3,58
				0,000733	0,00397	28,790	0,0120	0,0191	1939	43,2	3,58
				0,000733	0,00400	28,790	0,0120	0,0191	1939	43,2	3,58
0,000717	0,00399	28,790	0,0119	0,0191	1931	42,3	3,5				

Таблица В.4 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для кедрa 393 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
198480	0,8853	0,3187	0,00315	0,000367	0,003517	28,9017	0,0056	0,0089	1773	21,6	0,925
				0,000817	0,003967	28,8891	0,0063	0,0101	2000	48,1	2,07
				0,00093	0,00408	28,8860	0,0065	0,0104	2057	55,1	2,36
				0,00108	0,00423	28,8818	0,0067	0,0107	2133	63,9	2,74
				0,00108	0,00423	28,8818	0,0067	0,0107	2133	63,9	2,74
				0,000967	0,004117	28,8849	0,0065	0,0105	2076	57,0	2,45
				0,00102	0,00417	28,8835	0,0066	0,0106	2103	60,0	2,57
				0,001	0,00415	28,8840	0,0066	0,0105	2093	59,0	2,53
				0,0009	0,00405	28,8868	0,0064	0,0103	2042	53,1	2,28
				0,000883	0,004033	28,8873	0,0064	0,0102	2034	52,1	2,24
				0,000683	0,003833	28,8929	0,0061	0,0097	1933	40,3	1,73
				0,000783	0,003933	28,8901	0,0062	0,0100	1983	46,2	1,98

Продолжение таблицы В.4

				0,000717	0,003867	28,8919	0,0061	0,0098	1950	42,2	1,81
				0,00065	0,0038	28,8938	0,0060	0,0097	1916	40,3	1,73
				0,00065	0,0038	28,8938	0,0060	0,0097	1916	38,3	1,64

Таблица В.5 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для ели 333 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	M, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	A · 10 ⁵
19946	1,045	0,376	0,00372	0,000217	0,003935	28,07291	0,05404	0,08428	1681	12,8	5,50
				0,000283	0,004001	28,05736	0,054977	0,085694	1709	16,7	7,21
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	20,6	8,93
				0,000367	0,004085	28,03757	0,05617	0,087494	1745	21,6	9,36
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	20,6	8,93
				0,000367	0,004085	28,03757	0,05617	0,087494	1745	21,6	9,36
				0,0004	0,004118	28,0298	0,05664	0,0882	1759	23,6	1,02
				0,00033	0,004048	28,04629	0,055644	0,086701	1729	19,7	8,50
				0,00038	0,004098	28,03451	0,056355	0,087772	1751	22,6	9,78
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	18,7	8,07
				0,00033	0,004048	28,04629	0,055644	0,086701	1729	19,7	8,50
				0,00033	0,004048	28,04629	0,055644	0,086701	1729	19,7	8,50
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	18,7	8,07
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	18,7	8,07

Таблица В.6 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для ели 353 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	M, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	A · 10 ⁵
47373	0,9856	0,3548	0,003507	0,0003	0,003807	28,59964	0,022907	0,036397	1724	17,7	3,11
				0,0004	0,003907	28,58912	0,023518	0,037353	1770	25,1	4,42
				0,00048	0,003987	28,58071	0,024006	0,038118	1806	28,3	4,99
				0,00048	0,003987	28,58071	0,024006	0,038118	1806	28,5	5,02
				0,000517	0,004024	28,57682	0,024232	0,038471	1822	30,5	5,37
				0,00055	0,004057	28,57335	0,024434	0,038787	1837	32,4	5,72
				0,000567	0,004074	28,57156	0,024538	0,038949	1845	33,4	5,90
				0,00055	0,004057	28,57335	0,024434	0,038787	1837	32,4	5,72
				0,00055	0,004057	28,57335	0,024434	0,038787	1837	32,4	5,72
				0,0005	0,004007	28,5786	0,024128	0,038309	1815	29,5	5,20
				0,000517	0,004024	28,57682	0,024232	0,038471	1822	30,5	5,37
				0,00048	0,003987	28,58071	0,024006	0,038118	1806	28,5	5,02
				0,00048	0,003987	28,58071	0,024006	0,038118	1806	28,5	5,02

Продолжение таблицы В.6

				0,000467	0,003974	28,58207	0,023927	0,037993	1800	27,5	4,85
				0,00045	0,003957	28,58386	0,023823	0,037831	1792	26,5	4,68

Таблица В.7 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для ели 373 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$ кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	M, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
101320	0,9327	0,3358	0,00332	0,00055	0,003869	28,79898	0,011422	0,018274	1852	32,4	2,68
				0,000717	0,004036	28,79031	0,011918	0,019063	1931	42,3	3,50
				0,0008	0,004119	28,78599	0,012165	0,019455	1971	47,2	3,91
				0,00083	0,004149	28,78443	0,012255	0,019597	1986	49,1	4,07
				0,00083	0,004149	28,78443	0,012255	0,019597	1986	49,1	4,07
				0,00085	0,004169	28,78339	0,012314	0,019691	1995	50,1	4,15
				0,00083	0,004149	28,78443	0,012255	0,019597	1986	49,1	4,07
				0,00073	0,004049	28,78963	0,011957	0,019125	1938	43,3	3,58
				0,000767	0,004086	28,78771	0,012067	0,019299	1955	45,2	3,74
				0,00083	0,004149	28,78443	0,012255	0,019597	1986	49,1	4,07
				0,00083	0,004149	28,78443	0,012255	0,019597	1986	49,1	4,07
				0,000767	0,004086	28,78771	0,012067	0,019299	1955	45,2	3,74
				0,00083	0,004149	28,78443	0,012255	0,019597	1986	49,1	4,07
				0,000767	0,004086	28,78771	0,012067	0,019299	1955	45,2	3,74
0,000783	0,004102	28,78688	0,012115	0,019375	1963	46,2	3,82				

Таблица В.8 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для ели 393 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$ кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	M, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
198480	0,8853	0,3187	0,00315	0,00065	0,0038	28,89381	0,006014	0,009654	1916	38,3	1,64
				0,00088	0,00403	28,88738	0,006379	0,010238	2032	52,1	2,24
				0,00103	0,00418	28,88319	0,006618	0,010619	2108	60,9	2,62
				0,00108	0,00423	28,88179	0,006697	0,010746	2133	63,9	2,74
				0,00125	0,0044	28,87704	0,006968	0,011178	2219	73,7	3,17
				0,00123	0,00438	28,8776	0,006936	0,011127	2209	72,7	3,12
				0,00123	0,00438	28,8776	0,006936	0,011127	2209	72,7	3,12
				0,00125	0,0044	28,87704	0,006968	0,011178	2219	73,7	3,17
				0,00118	0,00433	28,879	0,006856	0,011	2183	69,8	3,00
				0,00108	0,00423	28,88179	0,006697	0,010746	2133	63,9	2,74
				0,00105	0,0042	28,88263	0,00665	0,01067	2118	61,9	2,66
				0,0008	0,00395	28,88962	0,006252	0,010035	1992	47,2	2,02
				0,00073	0,00388	28,89157	0,006141	0,009857	1956	45,2	1,94
				0,00067	0,00382	28,89325	0,006046	0,009705	1926	39,4	1,69

Продолжение таблицы В.8

				0,00063	0,00378	28,89437	0,005982	0,009603	1906	37,4	1,60
--	--	--	--	---------	---------	----------	----------	----------	------	------	------

Таблица В.9 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для пихты 333 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$ кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	M, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	A · 10 ⁵
19946	1,045	0,376	0,00372	0,00023	0,003948	28,06985	0,054224	0,084559	1687	13,7	5,92
				0,00025	0,003968	28,06514	0,054508	0,084987	1695	12,8	5,51
				0,0003	0,004018	28,05336	0,055218	0,086058	1717	17,7	7,64
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	16,7	7,21
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	16,7	7,22
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	16,7	7,21
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	16,7	7,21
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	16,7	7,22
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	16,7	7,22
				0,00035	0,004068	28,04158	0,055929	0,087129	1738	18,7	8,08
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	15,7	6,78
				0,00028	0,003998	28,05807	0,054934	0,08563	1708	15,7	6,77
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	14,7	6,36
				0,000317	0,004035	28,04935	0,05546	0,086423	1724	16,7	7,21
0,000267	0,003985	28,06113	0,054749	0,085352	1702	15,7	6,77				

Таблица В.10 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для пихты 353 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$ кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	M, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	A · 10 ⁵
47373	0,9856	0,3548	0,003507	0,0003	0,003807	28,59964	0,022907	0,036397	1724	19,7	3,46
				0,00043	0,003937	28,58597	0,023701	0,03764	1783	29,5	5,19
				0,000483	0,00399	28,58039	0,024025	0,038146	1807	31,5	5,54
				0,00053	0,004037	28,57545	0,024312	0,038596	1828	30,5	5,37
				0,00063	0,004137	28,56493	0,024923	0,039552	1874	31,5	5,55
				0,00062	0,004127	28,56598	0,024862	0,039456	1869	29,5	5,21
				0,00065	0,004157	28,56283	0,025046	0,039743	1883	29,5	5,21
				0,000583	0,00409	28,56988	0,024636	0,039102	1852	28,5	5,03
				0,000583	0,00409	28,56988	0,024636	0,039102	1852	28,5	5,03
				0,0006	0,004107	28,56809	0,02474	0,039265	1860	26,5	4,68
				0,000567	0,004074	28,57156	0,024538	0,038949	1845	29,5	5,2
				0,00053	0,004037	28,57545	0,024312	0,038596	1828	28,5	5,03
				0,00048	0,003987	28,58071	0,024006	0,038118	1806	27,5	4,85
				0,000467	0,003974	28,58207	0,023927	0,037993	1800	28,5	5,02
				0,00045	0,003957	28,58386	0,023823	0,037831	1792	24,6	4,33

Таблица В.11 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для пихты 373 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
101320	0,9327	0,3358	0,00332	0,0004	0,003719	28,8068	0,0110	0,0176	1780	33,4	2,76
				0,000683	0,004002	28,7921	0,0118	0,0189	1915	40,3	3,33
				0,0008	0,004119	28,7860	0,0122	0,0195	1971	42,3	3,5
				0,00085	0,004169	28,7834	0,0123	0,0197	1995	42,3	3,5
				0,00105	0,004369	28,7730	0,0129	0,0206	2091	42,3	3,5
				0,00085	0,004169	28,7834	0,0123	0,0197	1995	42,3	3,5
				0,00075	0,004069	28,7886	0,0120	0,0192	1947	43,2	3,58
				0,00085	0,004169	28,7834	0,0123	0,0197	1995	42,3	3,5
				0,00078	0,004099	28,7870	0,0121	0,0194	1962	42,3	3,5
				0,0008	0,004119	28,7860	0,0122	0,0195	1971	41,3	3,42
				0,000767	0,004086	28,7877	0,0121	0,0193	1955	42,3	3,5
				0,000717	0,004036	28,7903	0,0119	0,0191	1931	43,2	3,58
				0,00067	0,003989	28,7927	0,0118	0,0188	1909	43,2	3,58
				0,00058	0,003899	28,7974	0,0115	0,0184	1866	43,2	3,58
0,000517	0,003836	28,8007	0,0113	0,0181	1836	42,3	3,49				

Таблица В.12 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для пихты 393 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
198480	0,8853	0,3187	0,00315	0,000433	0,003583	28,8999	0,0057	0,0091	1807	21,6	0,925
				0,0008	0,00395	28,8896	0,0063	0,0100	1992	48,1	2,06
				0,001017	0,004167	28,8836	0,0066	0,0106	2101	55,1	2,36
				0,001267	0,004417	28,8766	0,0070	0,0112	2227	63,9	2,74
				0,001267	0,004417	28,8766	0,0070	0,0112	2227	63,9	2,74
				0,001183	0,004333	28,8789	0,0069	0,0110	2185	57,0	2,45
				0,001167	0,004317	28,8794	0,0068	0,0110	2177	60,0	2,57
				0,00108	0,00423	28,8818	0,0067	0,0107	2133	59,0	2,53
				0,00108	0,00423	28,8818	0,0067	0,0107	2133	53,1	2,28
				0,00098	0,00413	28,8846	0,0065	0,0105	2082	52,1	2,24
				0,00093	0,00408	28,8860	0,0065	0,0104	2057	40,3	1,73
				0,00092	0,00407	28,8863	0,0064	0,0103	2052	46,2	1,98
				0,00083	0,00398	28,8888	0,0063	0,0101	2007	42,2	1,81
				0,0008	0,00395	28,8896	0,0063	0,0100	1992	40,3	1,73
				0,000767	0,003917	28,8905	0,0062	0,0100	1975	38,3	1,64

Таблица В.13 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для сосны 333 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
19946	1,045	0,376	0,00372	0,0002	0,003918	28,0769	0,0538	0,0839	1674	13,7	5,91
				0,000267	0,003985	28,0611	0,0547	0,0854	1702	12,8	5,51
				0,0004	0,004118	28,0298	0,0566	0,0882	1759	17,7	7,66
				0,0004	0,004118	28,0298	0,0566	0,0882	1759	16,7	7,23
				0,000367	0,004085	28,0376	0,0562	0,0875	1745	16,7	7,22
				0,00045	0,004168	28,0180	0,0574	0,0893	1781	16,7	7,23
				0,000433	0,004151	28,0220	0,0571	0,0889	1773	16,7	7,23
				0,000367	0,004085	28,0376	0,0562	0,0875	1745	16,7	7,22
				0,000467	0,004185	28,0140	0,0576	0,0896	1788	16,7	7,24
				0,000383	0,004101	28,0338	0,0564	0,0878	1752	18,7	8,08
				0,00035	0,004068	28,0416	0,0559	0,0871	1738	15,7	6,79
				0,00043	0,004148	28,0227	0,0571	0,0888	1772	15,7	6,80
				0,000367	0,004085	28,0376	0,0562	0,0875	1745	14,7	6,37
				0,0004	0,004118	28,0298	0,0566	0,0882	1759	16,7	7,23
0,000367	0,004085	28,0376	0,0562	0,0875	1745	15,7	6,79				

Таблица В.14 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для сосны 353 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
47373	0,9856	0,3548	0,003507	0,00033	0,003837	28,5965	0,0231	0,0367	1738	19,7	3,46
				0,0005	0,004007	28,5786	0,0241	0,0383	1815	29,5	5,2
				0,0007	0,004207	28,5576	0,0254	0,0402	1905	31,5	5,56
				0,0007	0,004207	28,5576	0,0254	0,0402	1905	30,5	5,38
				0,00075	0,004257	28,5523	0,0257	0,0407	1928	31,5	5,56
				0,00073	0,004237	28,5544	0,0255	0,0405	1919	29,5	5,21
				0,000717	0,004224	28,5558	0,0255	0,0404	1913	29,5	5,21
				0,00075	0,004257	28,5523	0,0257	0,0407	1928	28,5	5,04
				0,00075	0,004257	28,5523	0,0257	0,0407	1928	28,5	5,04
				0,00075	0,004257	28,5523	0,0257	0,0407	1928	26,5	4,69
				0,00073	0,004237	28,5544	0,0255	0,0405	1919	29,5	5,21
				0,0007	0,004207	28,5576	0,0254	0,0402	1905	28,5	5,04
				0,00058	0,004087	28,5702	0,0246	0,0391	1851	27,5	4,86
				0,00055	0,004057	28,5733	0,0244	0,0388	1837	28,5	5,03
				0,000517	0,004024	28,5768	0,0242	0,0385	1822	24,6	4,33

Таблица В.15 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для сосны 373 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
101320	0,9327	0,3358	0,00332	0,00053	0,003849	28,8000	0,0114	0,0182	1842	33,4	2,76
				0,00103	0,004349	28,7740	0,0129	0,0205	2081	40,3	3,34
				0,0012	0,004519	28,7652	0,0134	0,0213	2163	42,3	3,51
				0,001267	0,004586	28,7617	0,0136	0,0217	2195	42,3	3,51
				0,00123	0,004549	28,7637	0,0134	0,0215	2177	42,3	3,51
				0,00115	0,004469	28,7678	0,0132	0,0211	2139	42,3	3,51
				0,00115	0,004469	28,7678	0,0132	0,0211	2139	43,2	3,59
				0,00115	0,004469	28,7678	0,0132	0,0211	2139	42,3	3,51
				0,00105	0,004369	28,7730	0,0129	0,0206	2091	42,3	3,5
				0,00093	0,004249	28,7792	0,0126	0,0201	2033	41,3	3,42
				0,0009	0,004219	28,7808	0,0125	0,0199	2019	42,3	3,5
				0,00085	0,004169	28,7834	0,0123	0,0197	1995	43,2	3,58
				0,0008	0,004119	28,7860	0,0122	0,0195	1971	43,2	3,58
				0,000767	0,004086	28,7877	0,0121	0,0193	1955	43,2	3,58
0,0007	0,004019	28,7912	0,0119	0,0190	1923	42,3	3,5				

Таблица В.16 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для сосны 393 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
198480	0,8853	0,3187	0,00315	0,0005	0,00365	28,8980	0,0058	0,0093	1840	21,6	9,26
				0,0009	0,00405	28,8868	0,0064	0,0103	2042	48,1	2,07
				0,00125	0,0044	28,8770	0,0070	0,0112	2219	55,1	2,37
				0,001483	0,004633	28,8705	0,0073	0,0118	2336	63,9	2,75
				0,00145	0,0046	28,8715	0,0073	0,0117	2319	63,9	2,75
				0,00145	0,0046	28,8715	0,0073	0,0117	2319	57,0	2,45
				0,001417	0,004567	28,8724	0,0072	0,0116	2303	60,0	2,58
				0,00143	0,00458	28,8720	0,0073	0,0116	2309	59,0	2,54
				0,00145	0,0046	28,8715	0,0073	0,0117	2319	53,1	2,28
				0,0014	0,00455	28,8728	0,0072	0,0116	2294	52,1	2,24
				0,0013	0,00445	28,8756	0,0070	0,0113	2244	40,3	1,73
				0,00125	0,0044	28,8770	0,0070	0,0112	2219	46,2	1,98
				0,001217	0,004367	28,8780	0,0069	0,0111	2202	42,2	1,81
				0,001	0,00415	28,8840	0,0066	0,0105	2093	40,3	1,73
				0,000783	0,003933	28,8901	0,0062	0,0100	1983	38,3	1,64

Таблица В.17 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для лиственницы 333 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
19946	1,045	0,376	0,00372	0,000282	0,004	28,0575	0,0550	0,0857	1709	13,7	5,93
				0,00043	0,004148	28,0227	0,0571	0,0888	1772	12,8	5,53
				0,000417	0,004135	28,0258	0,0569	0,0886	1767	17,7	7,66
				0,0005	0,004218	28,0062	0,0581	0,0903	1802	16,7	7,25
				0,000567	0,004285	27,9904	0,0590	0,0918	1831	16,7	7,26
				0,0005	0,004218	28,0062	0,0581	0,0903	1802	16,7	7,24
				0,000533	0,004251	27,9985	0,0585	0,0910	1816	16,7	7,25
				0,0006	0,004318	27,9827	0,0595	0,0925	1845	16,7	7,27
				0,000467	0,004185	28,0140	0,0576	0,0896	1788	16,7	7,24
				0,0006	0,004318	27,9827	0,0595	0,0925	1845	18,7	8,13
				0,000517	0,004235	28,0022	0,0583	0,0907	1809	15,7	6,82
				0,0005	0,004218	28,0062	0,0581	0,0903	1802	15,7	6,82
				0,0005	0,004218	28,0062	0,0581	0,0903	1802	14,7	6,40
				0,0005	0,004218	28,0062	0,0581	0,0903	1802	16,7	7,25
0,0005	0,004218	28,0062	0,0581	0,0903	1802	15,7	6,82				

Таблица В.18 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для лиственницы 353 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
47373	0,9856	0,3548	0,003507	0,0004	0,003907	28,5891	0,0235	0,0374	1770	19,7	3,46
				0,0006	0,004107	28,5681	0,0247	0,0393	1860	29,5	5,2
				0,00075	0,004257	28,5523	0,0257	0,0407	1928	31,5	5,56
				0,000783	0,00429	28,5488	0,0259	0,0410	1943	30,5	5,39
				0,000817	0,004324	28,5453	0,0261	0,0413	1958	31,5	5,57
				0,000783	0,00429	28,5488	0,0259	0,0410	1943	29,5	5,22
				0,00075	0,004257	28,5523	0,0257	0,0407	1928	29,5	5,21
				0,000817	0,004324	28,5453	0,0261	0,0413	1958	28,5	5,04
				0,00083	0,004337	28,5439	0,0261	0,0415	1964	28,5	5,04
				0,00078	0,004287	28,5492	0,0258	0,0410	1942	26,5	4,69
				0,000767	0,004274	28,5505	0,0258	0,0409	1936	29,5	5,21
				0,000767	0,004274	28,5505	0,0258	0,0409	1936	28,5	5,04
				0,000733	0,00424	28,5541	0,0256	0,0405	1920	27,5	4,86
				0,00067	0,004177	28,5607	0,0252	0,0399	1892	28,5	5,04
				0,00055	0,004057	28,5733	0,0244	0,0388	1837	24,6	4,33

Таблица В.19 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для лиственницы 373 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
101320	0,9327	0,3358	0,00332	0,00053	0,003849	28,8000	0,0114	0,0182	1842	33,4	2,76
				0,001	0,004319	28,7756	0,0128	0,0204	2067	40,3	3,34
				0,0012	0,004519	28,7652	0,0134	0,0213	2163	42,3	3,51
				0,00123	0,004549	28,7637	0,0134	0,0215	2177	42,3	3,51
				0,0012	0,004519	28,7652	0,0134	0,0213	2163	42,3	3,51
				0,001217	0,004536	28,7643	0,0134	0,0214	2171	42,3	3,51
				0,001217	0,004536	28,7643	0,0134	0,0214	2171	43,2	3,59
				0,001167	0,004486	28,7669	0,0133	0,0212	2147	42,3	3,51
				0,001267	0,004586	28,7617	0,0136	0,0217	2195	42,3	3,51
				0,001033	0,004352	28,7739	0,0129	0,0206	2083	41,3	3,42
				0,001167	0,004486	28,7669	0,0133	0,0212	2147	42,3	3,51
				0,001167	0,004486	28,7669	0,0133	0,0212	2147	43,2	3,59
				0,0011	0,004419	28,7704	0,0131	0,0209	2115	43,2	3,59
				0,000983	0,004302	28,7765	0,0127	0,0203	2059	43,2	3,58
0,000917	0,004236	28,7799	0,0125	0,0200	2027	42,3	3,5				

Таблица В.20 – Результаты расчета парциального давления и коэффициента аккомодации для лиственницы 393 К

P_s , Па	$\rho_{с.в.}$, кг/м ³	$m_{с.в.(0)}$, кг	$m_{H_2O(0)}$, кг	Δm , кг	m_{H_2O} , кг	М, г/моль	g_{H_2O}	r_{H_2O}	P^* , Па	$w_{исп} \cdot 10^5$, кг/м ² · с	$A \cdot 10^5$
198480	0,8853	0,3187	0,00315	0,0004	0,00355	28,9008	0,0056	0,0090	1790	21,6	0,925
				0,000767	0,003917	28,8905	0,0062	0,0100	1975	48,1	2,06
				0,00115	0,0043	28,8798	0,0068	0,0109	2168	55,1	2,36
				0,001283	0,004433	28,8761	0,0070	0,0113	2235	63,9	2,74
				0,00125	0,0044	28,8770	0,0070	0,0112	2219	63,9	2,74
				0,00125	0,0044	28,8770	0,0070	0,0112	2219	57,0	2,45
				0,001383	0,004533	28,8733	0,0072	0,0115	2286	60,0	2,58
				0,001367	0,004517	28,8738	0,0072	0,0115	2278	59,0	2,53
				0,001417	0,004567	28,8724	0,0072	0,0116	2303	53,1	2,28
				0,00133	0,00448	28,8748	0,0071	0,0114	2259	52,1	2,24
				0,001283	0,004433	28,8761	0,0070	0,0113	2235	40,3	1,73
				0,001267	0,004417	28,8766	0,0070	0,0112	2227	46,2	1,98
				0,0012	0,00435	28,8784	0,0069	0,0111	2193	42,2	1,81
				0,001017	0,004167	28,8836	0,0066	0,0106	2101	40,3	1,73
				0,00083	0,00398	28,8888	0,0063	0,0101	2007	38,3	1,64