

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова
«_____» декабря 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**ГИДРОТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
И КОНСЕРВИРОВАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ**

Б1.В.08

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Технологии и дизайн мебели

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

| | |
|--|-----------|
| 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 3 |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ | 3 |
| 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ | 4 |
| 3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения..... | 4 |
| 3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости | 4 |
| 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ | 5 |
| 4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий | 5 |
| 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам | 6 |
| 4.3 Лабораторные работы..... | 7 |
| 4.4 Семинары / практические занятия..... | 8 |
| 4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат..... | 8 |
| 5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 9 |
| 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 10 |
| 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 10 |
| 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 10 |
| 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 11 |
| 9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ/ семинаров / практических работ | 12 |
| 9.2 Методическая указание для обучающихся по выполнению курсовой работы..... | 38 |
| 10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 38 |
| 11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 39 |
| Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине..... | 40 |
| Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины | 47 |
| Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе | 48 |
| Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине..... | 49 |

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологическому виду профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины

Сформировать у студентов комплекс знаний по теории, организации и проведению процессов гидротермической обработки и консервирования древесины.

Задачи дисциплины

Подготовить студентов к будущей профессиональной деятельности в области гидротермической обработки и консервирования древесины.

| Код компетенции | Содержание компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|-----------------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | знать: цели осуществления основных технологических процессов производства лесных материалов, полуфабрикатов и изделий из древесины уметь: производить оценку свойств древесных материалов, используя современную испытательную аппаратуру, используя методы анализа. владеть: методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. |
| ПК-1 | способность организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | знать: способы и оборудование технологических процессов производства лесоматериалов, полуфабрикатов уметь: производить оценку свойств древесных материалов, используя справочную литературу, правильно выбрать оборудование. владеть: методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению. |
| ПК-4 | готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | знать: способы осуществления основных технологических процессов производства лесных материалов, полуфабрикатов и изделий из древесины уметь: выполнить расчет основных технологических параметров деревообрабатывающего оборудования. владеть: методами осуществления технического контроля и разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.08 Гидротермическая обработка и консервирование древесины относится к базовой части.

Дисциплина Гидротермическая обработка и консервирование древесины базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Математика, Физика, Методы и средства научных исследований.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Гидротермическая обработка и консервирование древесины представляет основу для изучения дисциплин: Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов, Технология и оборудование древесных плит и пластиков, Технология изделий из древесины.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

| Форма обучения | Курс | Семестр | Трудоёмкость дисциплины в часах | | | | | | Курсовая работа | Вид промежуточной аттестации |
|-------------------------------|------|---------|---------------------------------|------------------|--------|---------------------|----------------------|------------------------|-----------------|------------------------------|
| | | | Всего часов (с экз.) | Аудиторных часов | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Очная | 3 | 6 | 180 | 85 | 34 | 34 | 17 | 59 | КР | экзамен |
| Заочная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Заочная (ускоренное обучение) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Очно-заочная | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоёмкости

| Вид учебных занятий | Трудоёмкость (час.) | в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.) | Распределение по семестрам, час |
|--|---------------------|--|---------------------------------|
| | | | 6 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 85 | 25 | 85 |
| Лекции (Лк) | 34 | 10 | 34 |
| Практические занятия (ПЗ) | 17 | 5 | 17 |
| Лабораторная работа (ЛР) | 34 | 10 | 34 |
| Курсовая работа (КР) | + | - | + |
| Групповые (индивидуальные) консультации | + | - | + |
| II. Самостоятельная работа обучающихся (СР) | 59 | - | 59 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|----------|-----|-----|
| Подготовка к лабораторным работам | 15 | - | 15 |
| Подготовка к практическим занятиям | 14 | - | 14 |
| Подготовка к экзамену в течение семестра | 15 | - | 15 |
| Выполнение курсовой работы | 15 | - | 15 |
| III. Промежуточная аттестация экзамен | 36 | - | 36 |
| Общая трудоемкость дисциплины | час. | 180 | 180 |
| | зач. ед. | 5 | 5 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

| № раздела и темы | Наименование раздела и тема дисциплины | Трудоемкость, (час.) | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.) | | | |
|------------------|---|----------------------|---|---------------------|----------------------|------------------------------------|
| | | | учебные занятия | | | самостоятельная работа обучающихся |
| | | | лекции | лабораторные работы | практические занятия | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1. | Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке | 28 | 6 | 10 | 2 | 10 |
| 1.1 | Свойства обрабатываемой среды. | 14 | 3 | 4 | 2 | 5 |
| 1.2 | Свойства древесины | 14 | 3 | 6 | - | 5 |
| 2. | Процессы тепловой обработки древесины | 20 | 5 | 4 | - | 11 |
| 2.1 | Физические закономерности и расчеты процессов нагревания | 12 | 3 | 4 | - | 5 |
| 2.2 | Технология и оборудование | 8 | 2 | - | - | 6 |
| 3. | Процессы сушки древесины | 76 | 19 | 16 | 15 | 26 |
| 3.1 | Сведения о процессах сушки древесины и об оборудовании сушилок | 10 | 3 | 4 | - | 3 |
| 3.2. | Сушильные камеры периодического и непрерывного действия | 10 | 6 | - | - | 4 |
| 3.3 | Проектирование устройств для гидротермической обработки древесины. | 42 | 8 | 6 | 15 | 13 |
| 3.4 | Атмосферная сушка пиломатериалов | 4 | 1 | - | - | 3 |
| 3.5 | Специальные способы сушки и ротационное обезвоживание. | 10 | 1 | 6 | - | 3 |
| 4. | Процессы пропитки древесины | 20 | 4 | 4 | - | 12 |
| 4.1 | Методы и средства защиты древесины. | 9 | 2 | - | - | 7 |
| 4.2 | Технология и оборудование пропитки древесины | 12 | 2 | 4 | - | 6 |
| ИТОГО | | 144 | 34 | 34 | 17 | 59 |

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

| <i>№ раздела и темы</i> | <i>Наименование раздела и темы дисциплины</i> | <i>Содержание лекционных занятий</i> | <i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i> |
|-------------------------|---|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке | | |
| 1.1 | Свойства обрабатываемой среды. | Сведения об агентах обработки, водной пар, атмосферный воздух и его параметры, диаграммы состояния воздуха, процессы изменения состояния воздуха | - |
| 1.2 | Свойства древесины | Свойства древесины, имеющие значения при гидротермической обработке. Усушка и разбухание древесины, влияние ГТО на прочность и деформированность древесины. | + |
| 2. | Процессы тепловой обработки древесины | | |
| 2.1 | Физические закономерности и расчеты процессов нагревания | Виды теплообмена и способы нагревания древесины. Нагревание незамороженной древесины. Оттаивание древесины. | - |
| 2.2 | Технология и оборудование | Технология и оборудование промышленных способов обработки древесины. Нагревание в бассейнах перед лесоцехом. Проваривание. Пропаривание. | <i>Видеофильм «Технология проваривания древесины перед лушением» (2ч)</i> |
| 3. | Процессы сушки древесины | | |
| 3.1 | Сведения о процессах сушки древесины и об оборудовании сушилок | Физические закономерности сушки. Способы сушки и классификация. Схемы конвективных сушилок. Тепловое оборудование сушилок: калориферы; конденсатоотводчики; вентиляторы. | - |
| 3.2. | Сушильные камеры периодического и непрерывного действия | Общие сведения о сушильных камерах. Классификация. Ограждение сушильных камер. Правила и способы укладки пиломатериалов в сушильные штабеля. Камеры периодического действия. Камеры непрерывного действия. (Классификация и устройство камер. Модели камер. Области применения камер). | <i>Видеофильмы «Технология сушки в камерах проходного типа»; «Лесосушильные камеры больших объемов» (5ч)</i> |

| | | | |
|-----------|--|--|---|
| 3.3 | Проектирование устройств для гидротермической обработки древесины. | Проектирование сушильных камер и цехов. Расчет продолжительности сушки. Особенности технологического и теплового расчета сушильной камеры. Оборудование сушильных цехов. Оборудование для формирования и расформирования штабелей. Оборудование для транспортировки штабелей. Режимы и качество сушки пиломатериалов. Цикл камерной сушки. Применяемые режимы. Контроль влажности. Дефекты сушки. Категории качества сушки. РТМ. | - |
| 3.4 | Атмосферная сушка пиломатериалов | Особенности атмосферной сушки. Формирование штабелей, планирование складов, транспортировка. Проведение атмосферной сушки. | <i>Видеофильм «Естественная сушка пиломатериалов» (2 ч)</i> |
| 3.5 | Специальные способы сушки и ротационное обезвоживание. | Сушка шпона и измельченной древесины. Оборудование. Режимы. Диэлектрическая и ротационная сушка древесины. | - |
| 4. | Процессы пропитки древесины | | |
| 4.1 | Методы и средства защиты древесины. | Характеристика методов защиты древесины. Средства химической защиты древесины. | <i>«Биозащита древесины» (1ч)</i> |
| 4.2 | Технология и оборудование пропитки древесины | Классификация способов пропитки древесины. Оборудование. Автоклавная пропитка древесины. | - |

4.3. Лабораторные работы

| <i>№ п/п</i> | <i>Номер раздела дисциплины</i> | <i>Наименование лабораторной работы</i> | <i>Объем (час.)</i> | <i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i> |
|--------------|---------------------------------|---|---------------------|--|
| 1. | 1. | Изучение свойств влажного воздуха и методы контроля его параметров. | 4 | - |
| 2. | 2. | Изучение процесса нагревания (охлаждения) древесины. | 4 | - |
| 3. | 1. | Измерение влажности древесины и шпона. | 2 | - |
| 4. | 3. | Построение кривых сушки и скорости сушки древесины. | 4 | - |
| 5. | 1. | Определение усушки и коэффициента усушки. | 4 | - |
| 6. | 3. | Определение показателей качества сушки пиломатериалов. | 6 | Работа в малых группах (4ч) |
| 7. | 3. | Ротационная сушка древесины. | 6 | Работа в малых группах (4ч) |
| 8. | 4. | Изучение способов пропитки древесины. | 4 | Работа в малых группах (2ч) |
| ИТОГО | | | 34 | 10 |

4.4. Практические занятия

| <i>№ п/п</i> | <i>Номер раздела дисциплины</i> | <i>Наименование практических занятий</i> | <i>Объем (час.)</i> | <i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i> |
|------------------|---|---|-------------------------|--|
| 1 | 3. | Пересчет объема фактического пиломатериала в объем условного материала. | 5 | Проектная деятельность (2ч) |
| 2 | 3. | Определение массы испаряемой влаги. | 2 | - |
| 3 | 1. | Расчётные параметры сушильного агента | 2 | Проектная деятельность (1ч) |
| 4 | 3. | Определение параметров воздухообмена и расчет приточно-вытяжных каналов | 4 | - |
| 5 | 3. | Определение расхода тепла на сушку. | 4 | Проектная деятельность (2ч) |
| ИТОГО | | | 17 | 5 |

4.5. Контрольные мероприятия: курсовая работа

Тема: Расчет и проектирование сушильного цеха с использованием лесосушильных камер периодического (непрерывного) действия.

Цель: Научиться проектировать сушильные установки и сушильные цеха.

В состав курсовой работы входят пояснительная записка и графическая часть.

Структура пояснительной записки:

Введение.

1. Технологический расчет цеха.
2. Тепловой расчет сушильных камер
3. Описание технологии сушки пиломатериалов.

Заключение

Основная тематика: проектирование лесосушильных цехов, расчет необходимого количества камер, выбор режима сушки.

Рекомендуемый объем: 40-45 листов пояснительной записки, 1 лист графической части - планировка оборудования лесосушильного цеха (формат А1).

Выдача задания, прием и защита КР проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

| Оценка | Критерии оценки курсовой работы |
|---------------------|--|
| отлично | Проект лесосушильного цеха выполнен правильно, обоснованно назначен режим сушки. Все расчеты выполнены без ошибок. Графическая часть выполнена в соответствии с нормативами. При защите курсовой работы материал излагает последовательно, ответил на все вопросы верно. |
| хорошо | При разработке технологии лесосушильного цеха обучающимся были допущены незначительные неточности в расчетах. Графическая часть выполнена с отклонениями от действующих требований. При защите курсовой работы правильные ответы получены не более, чем на 70% вопросов |
| удовлетворительно | Обучающийся при разработке технологии сушки допустил значительные неточности в расчетах и выборе режима сушки. При защите курсовой работы правильные ответы даны не более, чем на 50 % вопросов. Графическая часть выполнена с отклонениями от действующих требований. |
| неудовлетворительно | Проектирование лесосушильного цеха обучающимся выполнена со значительными ошибками; режим сушки выбран неверно и расчеты содержат значительные ошибки. При защите курсовой работы обучающийся испытывает значительные затруднения в связи с неудовлетворительным освоением программного материала. |

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| <i>№, наименование разделов дисциплины</i> | <i>Компетенции</i> | <i>Кол-во часов</i> | <i>Компетенции</i> | | | <i>Σ комп.</i> | <i>t_{ср}, час</i> | <i>Вид учебных занятий</i> | <i>Оценка результатов</i> |
|--|--------------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | | | <i>ОК-7</i> | <i>ПК-1</i> | <i>ПК-4</i> | | | | |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке. | | 28 | + | + | + | 3 | 9,3 | Лк, ПЗ, ЛР, СР | экзамен |
| 2. Процессы тепловой обработки древесины. | | 20 | + | + | + | 3 | 6,7 | Лк, ЛР, СР | экзамен, |
| 3. Процессы сушки древесины. | | 76 | + | + | + | 3 | 25,3 | Лк, ПЗ, ЛР, СР | курсовая работа, экзамен |
| 4. Процессы пропитки древесины. | | 20 | + | + | + | 3 | 6,7 | Лк, ЛР, СР | экзамен |
| <i>всего часов</i> | | 144 | 48 | 48 | 48 | 3 | 48 | | |

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Шубин, Г.С. Проектирование установок для гидротермической обработки древесины: учебное пособие / Г. С. Шубин. - Москва : Лесная промышленность, 1983. - 272 с.
2. Серговский, П. С. Гидротермическая обработка и консервирование древесины : учебник для вузов / П. С. Серговский, А. И. Расев. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : Лесная промышленность, 1987. - 359с.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № (сквозная нумерация) | Наименование издания | Вид занятия (Лк, ПЗ, Лр, Кр) | Количество экземпляров в библиотеке, шт. | Обеспеченность, (экз./ чел.) |
|----------------------------------|---|---------------------------------|--|------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Основная литература | | | | |
| 1. | Расев, А.И. Сушка древесины: учебное пособие / А.И. Расев – Санкт-Петербург : Лань , 2010. - 416с. | Лк | 50 | 1,0 |
| 2. | Симилов, И. А. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: учебное пособие / И. А. Симилов, А. А. Симилова, Л. И. Сергеева. - Братск : БрГТУ, 2009. - 80 с. | Лк, ПЗ | ЭР | 1,0 |
| Дополнительная литература | | | | |
| 3. | Акишенков, С. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: учебное пособие / С. И. Акишенков. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2012. - 68 с. | ПР, Кр | ЭР | 1,0 |
| 4. | Симилов, И.А. Гидротермическая обработка древесины: лабораторный практикум / И. А. Симилов, А. А. Симилов, Л. И. Сергеева. - Братск : БрГУ, 2012. - 92 с | ЛР | ЭР | 1,0 |
| 5. | Расев, А. И. Сушка древесины : учеб.пособие для вузов / А.И. Расев. - 7-е изд. - Москва : МГУЛ, 2007. - 224 с. | ЛР, Кр | 5 | 0,3 |
| 6. | Справочник по сушке древесины/ Под редакцией Е.С. Богданова и др. – М: Лесная промышленность, 1990.- 304с. | Лк, ПЗ | 30 | 1,0 |
| 7. | Серговский, П.С. Гидротермическая обработка и консервирования древесины/ П.С. Серговский, А.И. Расев - М: Лесная промышленность. 1987г.-360с. | Лк, ПР | 173 | 1,0 |

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .

7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)

<https://uisrussia.msu.ru/> .

8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение обучающимися учебной дисциплины «Гидротермическая обработка и консервирование древесины» рассчитано на один семестр.

Занятия лекционного типа

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы. В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематически отдельные темы курса взаимосвязаны между собой. В случаях пропуска занятия обучающемуся необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

Занятия семинарского типа. Практические занятия

При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, подготовить конспект по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач. Рекомендуется использовать следующий порядок записи решения задачи:

- исходные данные для решения задачи;
- что требуется получить в результате решения;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) решения;
- расчеты;
- полученный результат и его анализ.

Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.

Самостоятельная работа. Подготовка к занятиям лекционного и семинарского типа

Важной частью самостоятельной работы является умение выделить ос-

новополагающие, отправные точки в понимании материала. Особо важную роль в этом процессе необходимо уделить конспекту лекций, в котором преподаватель сформировал «скелет», структуру раздела дисциплины. Читением учебной и научной литературы обучающийся углубляет и расширяет знания о предмете изучения. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине. Подготовка к занятиям лекционного типа подразумевает приобретение обучающимся первичных знаний по теме лекции для подготовки к структуризации объекта изучения, которую преподаватель выполняет на лекции. Изучение материала по теме лекции имеет цель уточнения отдельных моментов. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. Перед лабораторной работой обучающийся подготавливает заготовку отчета, выполняя конспект теоретического материала по методической литературе с учетом рекомендаций преподавателя.

Самостоятельная работа. Выполнение курсовой работы

Курсовая работа представляет собой изложение в письменном виде результатов теоретического анализа и практической работы студента по определенной теме. Преследуется цель, как углубленного усвоения пройденного теоретического материала, так и развития у обучающихся некоторых практических навыков творческого применения основных положений курса к решению практических задач. В процессе выполнения работы обучающийся приобретает навыки в области взаимозаменяемости деталей машин. Прорабатываются темы связанные с выбором и расчетом посадок для различных соединений нормированием точности, расчетом размерных цепей. Обучающимся задаётся календарный график выполнения контрольной работы. По представлению законченной работы преподавателю и после её проверки, студент должен защитить свою работу, ответив на вопросы по отдельным этапам. Итоговая оценка выводится исходя из условий соблюдения графика выполнения этапов курсовой работы, обеспечения, правильности расчётов и оформления отчетной документации, умения вести диалог и отвечать на вопросы преподавателя по существу решаемых задач, определяющих значимость взаимозаменяемости как теоретической и прикладной науки.

Самостоятельная работа. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы;
- изучение конспектов лекций;
- изучение конспектов практических занятий и отчетов по ним;

Перечень вопросов к экзамену представлен в приложении 2 п. 2. Баллы за экзамен выставляются по критериям, представленным в приложении 2 п. 3.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ, практических занятия

Лабораторная работа №1.

Изучение свойств влажного воздуха и методы контроля его параметров.

Цель работы – изучение свойств влажного воздуха и методов контроля его параметров.

Оборудование и инструменты: психрометр Ассмана, психрометрическая таблица, Id-диаграмма влажного воздуха.

Жидкая и газообразная среда, действующая на материал при его обработке, называется агентом обработки. Агентами гидротермической обработки древесины служат воздух или смесь его с топочными газами, водяной пар, вода и в некоторых случаях, водяные растворы или органические жидкости.

Изучение процессов гидротермической обработки древесины невозможно без знания свойств обрабатывающих агентов, особенно важнейших из них – водяного пара, воздуха и топочных газов. В настоящее время известны следующие способы сушки пиломатериалов:

- атмосферная или естественная;
- конвекционная или просто камерная;
- в поле токов высокой частоты;
- комбинированная или конвективно-высокочастотная;
- индукционная или сушка токами промышленной частоты; □ в гидрофобных жидкостях: петролатуме, сере, маслах; □ вакуумная.

Наиболее распространенный способ – камерная сушка. Она протекает в специальных устройствах – лесосушильных камерах, в которых циркулирует нагретый при атмосферном давлении агент сушки: паро-воздушная смесь, перегретый пар, топочные газы. Тепло материалу передается путем конвекции. Пиломатериалы укладываются штабелями на тележки и закатывают в камеры. В штабеле пиломатериалы укладывают рядами, между которыми кладут прокладки, создающие зазор для циркуляции воздуха. Сушку производят по режимам.

Однако воздух в сушильных камерах никогда не бывает сухим. Его состояние поэтому кроме обычных параметров однородного газа должно характеризоваться величинами, определяющими количество и состояние содержащегося в нем водяного пара.

Парциальным давлением того или иного компонента в смеси газов принято называть давление, которое имел бы данный компонент при удалении из объема, занимаемого смесью, всех остальных газов. В соответствии с законом Дальтона атмосферное давление воздуха P_a может рассчитываться как сумма парциальных давлений сухого воздуха и содержащегося в нем водяного пара:

$$P_a = P_s + P_n . \quad (1)$$

Водяной пар в смеси с воздухом ведет себя точно так же, как если бы он один занимал весь объем смеси. Максимальная величина его парциального давления при данной температуре ограничивается давлением насыщения.

При парциальном давлении ниже давления насыщения пар в воздухе будет перегретым. Когда парциальное давление доходит до давления насыщения, пар становится насыщенным. Если же воздух, содержащий насыщенный пар, охлаждается, этот пар превращается в мокрый.

Состояние мокрого пара в воздухе неустойчиво. Предельным по влажности считается воздух, содержащий сухой насыщенный пар. При этих условиях взаимосвязь между параметрами воздуха характеризуется системой уравнения:

$$P_n V_n / R_n T , \quad (2)$$

$$P_s V_s / R_s T . \quad (3)$$

Рассмотрим кратко физическую сущность и методы вычисления основных параметров воздуха.

Абсолютной влажностью воздуха называется масса водяного пара в единице объема влажного воздуха. Другими словами, абсолютная влажность – это плотность пара в воздухе.

Если воздух содержит насыщенный водяной пар, его принято характеризовать термином *насыщенный паром воздух*.

Температура, при которой охлаждаемый воздух достигает состояния насыщения, называется температурой точки росы.

При дальнейшем охлаждении такого воздуха происходит конденсация части водяного пара, содержащегося в нем. При дальнейшем введении пара в воздухе образуется туман и роса.

Абсолютная влажность в состоянии насыщения называется *влагоемкостью* (количество пара в граммах на 1 м³ насыщенного воздуха).

Влагоемкость воздуха не постоянна, она резко увеличивается с повышением температуры. Например, при температуре 20 °С влагоемкость равна 17,3 г, при температуре 80 °С – 293 г. Это

значит, что 1 м^3 воздуха при температуре $80 \text{ }^\circ\text{C}$ может поглотить в 17 раз больше водяного пара, выделяемого древесиной при сушке, чем при $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Более удобно определять не абсолютную влажность воздуха, а отношение его абсолютной влажности к влагоемкости при той же температуре. Это отношение называется *относительной влажностью воздуха*.

В технике гидротермической обработки древесины многие расчеты требуют определения количества участвующего в обработке воздуха. Исчисление количества воздуха по его объему или общей массе неудобно, так как величины при изменении состояния воздуха являются переменными. Поэтому принято исчислять количество воздуха по массе его сухой части (т.е. без водяного пара). Такой способ исчисления потребовал введения дополнительного параметра, характеризующего количество пара в воздухе, – *влагосодержания*.

Влагосодержанием называют массу водяного пара, приходящегося на 1 кг сухой части воздуха. Оно определяется отношением плотности пара к плотности собственного воздуха. Для практических расчетов удобно выражать влагосодержание d в граммах влаги на 1 кг сухого воздуха.

Сухой атмосферный воздух отличается постоянством своего свойства и может рассматриваться как идеальный газ, подчиняющийся уравнению Менделеева-Клапейрона.

Однако воздух, применяемый в технике, никогда не бывает сухим. Его состояние поэтому кроме обычных параметров однородного газа должно характеризоваться величинами, определяющими количество и состояние содержащегося в нем водяного пара.

Теплосодержание (энтальпия) воздуха характеризуется суммарным теплосодержанием собственного воздуха и находящегося в нем водяного пара. Это суммарное теплосодержание исчисляют по отношению к единице массы (1 кг) сухой части воздуха. Так как на 1 кг сухой части воздуха приходится $0,001 d$ кг влаги, теплосодержание воздуха J выразится суммой

$$J = i_e + 0,001 d i_n + C_{st} + 0,001 d (C_{nt} + r_0), \quad (11)$$

где i_e – теплосодержание воздуха, кДж/кг; i_n – теплосодержание пара.

Температуру и относительную влажность воздуха определяют психрометром, состоящим из двух термометров и небольшого сосуда с водой. Ртутный шарик одного из термометров обернут марлей, которая непрерывно увлажняется водой, налитой в сосуд. Этот термометр называется мокрым и служит для определения температуры предела охлаждения воздуха при испарении t_m . Разность показателей сухого и мокрого термометров ($t - t_m$) называется психрометрической влажностью.

Относительную влажность воздуха φ определяют психрометром, используя психрометрические таблицы, в которых влажность воздуха φ находят на пересечении вертикальных и горизонтальных граф, соответствующих значениям t и ($t - t_m$).

Порядок выполнения:

1. Познакомиться с устройством психрометра.
2. Занести в таблицу показания сухого и мокрого термометров.
3. С помощью психрометрической таблицы определить степень насыщенности.
4. С помощью Id-диаграммы определить параметры воздуха:

степень насыщенности, влагосодержание, теплосодержание, плотность и приведенный удельный объем.

5. Аналитически рассчитать параметры воздуха, сравнить.
6. Построить процесс нагревания и охлаждения воздуха (по заданию преподавателя) на Id-диаграмме.

Основная литература

1. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПб; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
2. Симилов И. А., Симилова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

1. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
2. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.

3. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
4. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Что называется абсолютной влажностью воздуха?
2. Что называется парциальным давлением компонентов в смеси газов?
3. Что такое степень насыщения?
4. Что называется температурой росы?
5. Какой пар называется сухим насыщенным?
6. Что такое влагосодержание, теплосодержание воздуха?
7. Как изображается на Id-диаграмме процесс охлаждения воздуха сухой поверхности?
8. Как изображается на Id-диаграмме процесс охлаждения насыщенного влагой воздуха?
9. Как изображается на Id-диаграмме процесс испарения влаги в воздухе?
10. Какие виды психрометров вы знаете?

Лабораторная работа №2.

Изучение процесса нагревание (охлаждения) древесины.

Цель работы – экспериментально и теоретически научиться определять температуру произвольных точек древесины в процессах нагревания древесины в зависимости от времени нагревания. **Приборы и материалы:**

1. Цилиндрические отрезки древесины из сосны или березы (длина цилиндрических отрезков не менее пяти диаметров) с отверстием в одном торце глубиной 20–25 мм, диаметром 3–4 мм на произвольном расстоянии от поверхности для установки термопар.
2. Установка лабораторная для нагревания отрезков древесины в составе: термостат с водой, потенциометр ЭПП-09-3М и термопары типа ТХК.
3. Часы.
4. Линейка.

При нагревании древесины в среде с температурой, отличной от температуры древесины, идет процесс нестационарного теплообмена. Нестационарным называется теплообмен поле которого непостоянно во времени и пространстве. Это означает, что температура произвольных точек древесины при нагревании различна и меняется, пока идет процесс теплообмена между средой и древесиной.

Для технологических целей, в процессе обработки древесина иногда подвергается нагреванию в воде или насыщенном водяном паре. В практических условиях бывает необходимо определить температуру древесных сортиментов по истечении времени нагревания. Или решить обратную задачу: определить время нагревания древесных сортиментов для достижения заданной температуры. Эти задачи решаются на базе уравнения Фурье для одномерного тела. Оно показывает изменение температуры произвольной точки древесины при нагревании.

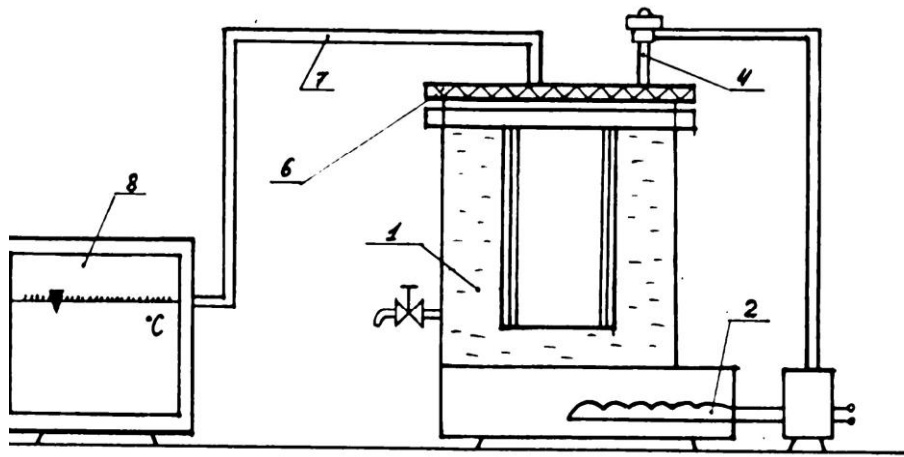
Установка для нагревания образцов древесины состоит из термостата и потенциометра. **Термостат** включает в себя: бачок с водой 1, электронагреватель 2, контактный термометр 3 с терморегулятором 4, разъемную теплоизолированную крышку 5, сливной кран 6 и служит для нагревания древесины в воде.

Потенциометр включает измерительное устройство 7 и термопары 8 и фиксирует изменение температуры образцов древесины по мере их нагревания.

Для поддержания и измерения температуры воды в бачке используется термометр 3. Во время ее нагревания воды в бачке контакт термометра разомкнут, а контакты реле терморегулятора замкнуты. При достижении заданной температуры воды контакты термометра замыкаются, а контакты реле размыкаются. При понижении температуры воды ниже заданного уровня процесс нагревания повторяется.

Образец древесины устанавливается в бачок с нагретой водой с помощью металлической пластины, которая крепится в прорези крышки бачка. Уровень воды в бачке должен быть на 1–2 мм ниже уровня торца образца древесины, чтобы вода не попала в отверстия для установки термопар. Уровень воды регулируется краном 6, Крышка 5 нужна для обеспечения условий нагревания и снижения теплопотерь.

Во время опыта температура древесины в заданных точках определяется с помощью термопар 8 и отражается на измерительной шкале потенциометра 7.



Порядок проведения работы:

1. Нагреть воду в баке до заданного уровня, измерить и обозначить t_c °С.
2. Установить породу, нагреваемых образцов древесины, измерить расстояние от поверхности образца до отверстия под термопару x , м, радиус образца R , м, и начальную влажность древесины W_n , %.
3. Закрепить образец древесины в баке с помощью металлической пластины.
4. Ввести термопару в отверстие на торце образца, включить потенциометр.
5. Сразу после включения потенциометра, прибор покажет начальную температуру древесины до нагревания, записать, обозначить t_0 .
6. Далее производить запись показаний температуры древесины с потенциометра через каждые 2 минуты в течение 0,5 часа или чуть меньше, обозначить $t_1, t_2, t_3, \dots t_i$. Соответственно время нагревания обозначить $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots \tau_i$, с. Время начала отсчета обозначить $\tau_0 = 0$.
7. Рассчитать теоретически температуру в заданной точке древесины для тех же моментов времени ($\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots \tau_i$).
8. Построить экспериментальную и теоретическую кривую зависимости температуры произвольной точки древесины от времени нагревания. На оси абсцисс отложить время нагревания в секундах, на оси ординат соответственно температуру нагревания в °С.
9. Сравнить две кривые, сделать выводы по результатам работы.

Основная литература

3. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПБ; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
 4. Симилов И. А., Симилова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.
- ### Дополнительная литература
5. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
 6. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.
 7. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
 8. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Какие процессы нагревания считаются стационарными и нестационарными, привести примеры.
2. Какие тела принимаются за неограниченные цилиндры и пластины?
3. Какие безразмерные комплексы физических величин применяют для расчета процессов нагревания древесины?
4. Назвать две задачи, которые решаются при нагревании древесины в воде или насыщенном водяном паре в практических условиях.

5. Перечислить факторы, влияющие на продолжительность нагревания древесины до заданной температуры.
6. Что показывает дифференциальное уравнение Фурье?

Лабораторная работа №3. Измерение влажности древесины и шпона.

Цель работы – научиться на практике измерять влажность древесины и шпона сушильно-весовым способом и с помощью электровлагомера.

Оборудование и материалы: электровлагомер ЭВ-2К, весы лабораторные, сушильный шкаф СНОЛ-3,5, отрезки досок длиной 400–500 мм, отрезки шпона различной влажности, ножовка, линейка.

Для определения влажности древесины на деревообрабатывающих предприятиях применяют в основном два способа: сушильно-весовой и электрический, основанный на зависимости некоторых электрических свойств древесины от ее влажности.

Сушильно-весовой способ определения влажности проводится в соответствии с правилами ГОСТ 16588-79. сущность его заключается в следующем: из сортиментов, влажность которых нужно определить, отпиливают пробы в технике сушки называемые секциями влажности. При определении влажности пиломатериалов от доски отпиливают секцию влажности размером 10-12 мм вдоль волокон. Ее очищают от заусенцев и взвешивают, затем помещают в сушильный шкаф с температурой 105°C и высушивают до постоянной массы.

Масса контролируется взвешиванием. Первое взвешивание делают через 6 – 10 часов, в зависимости от плотности древесины, последующие через каждые два часа. Образец считается абсолютно сухим, если масса перестала изменяться.

Электрическим способом измеряют влажность древесины с помощью различных электровлагомеров. Наиболее распространены кондуктометрические электровлагомеры. Представителем этих электровлагомеров является электровлагомер ЭВ-2К. он имеет два диапазона измерения: от 7 до 30% и от 30 до 60% влажности. В первом диапазоне погрешность измерения составляет ±2-3%, во втором может достигать до 5-10%.

Принцип действия кондуктометрического электровлагомера основан на зависимости электропроводности древесины от ее влажности. Датчик прибора, воспринимающий электрический ток, проходящий через древесину, состоит из трех игл-электродов. Прибор измеряет величину сопротивления древесины. Так как каждой величине электрического сопротивления соответствует определенное количество влаги в древесине, то шкала прибора проградуирована в процентах влажности для древесины сосны при температуре 20 °C. Чтобы определить влажность других пород, нужно внести поправки из таблиц, прилагаемых к прибору.

В процессах сушки пиломатериалов необходимо контролировать текущую и конечную влажность древесины.

Рассмотренные способы измерения влажности древесины в сушильных камерах во время сушки в чистом виде неприменимы. В устройствах для сушки, не имеющих дистанционного контроля влажности, используют метод, называемый методом контрольных образцов. Он является разновидностью сушильно-весового способа и в сушильной технике применяется в своем варианте. От доски штабеля, подлежащего сушке, отпиливают контрольный образец длиной примерно 1 метр (рис. 1) влажности по схеме рисунка 1. Их взвешивают. Контрольный образец укладывают назад в штабель, а секции влажности помещают в сушильный шкаф и далее сушильно-весовым способом определяют их начальную влажность, а следовательно и контрольного образца.



Рис. 1

Зная начальную влажность контрольного образца M_n – определенную взвешиванием и начальную влажность W_n – равную влажности секции, можно найти его массу в абсолютно сухом состоянии по формуле:

$$M_{\text{сух}} = 100M_n / (W_n + 100) \quad (3)$$

Таким образом, массу контрольного образца в абсолютно сухом состоянии определяют заранее.

Для определения влажности древесины в процессе сушки нужно периодически заходить в камеру, брать контрольный образец и взвешивать, обозначая массу M_i . Текущая влажность пиломатериалов в штабеле соответствует текущей влажности контрольного образца и определяется по формуле:

$$W_i = 100(M_i - M_{\text{сух}}) / M_{\text{сух}} \quad (4)$$

где M_i – масса образца в любой момент сушки, устанавливается взвешиванием.

Один контрольный образец не может достаточно точно характеризовать влажность всего штабеля. Поэтому желательно в штабеле размещать несколько контрольных образцов в разных характерных зонах.

Данный способ определения влажности неудобен и требует заходов операторов в сушильную камеру. Это нарушает режим сушки и опасно для здоровья. Он не применим в камерах непрерывного действия. В настоящее время все современные сушильные камеры оборудуются дистанционными влагомерами, входящими в автоматическую систему управления камерами.

Порядок выполнения работы:

1. Познакомиться с устройством и принципом работы электровлагомеров.
2. Произвести разметку доски по схеме рисунка 3 на секции влажности.
3. Определить породу древесины, выпилить секции влажности.
4. Отрезки шпона и выпиленные секции взвесить.
5. Образцы поместить в сушильный шкаф и высушить до абсолютно сухого состояния.
6. Первоначальную влажность определить.
7. По результатам работы сделать выводы, сравнив влажности образцов измеренных влагомерами и сушильно-весовым способом.

Основная литература

1. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПб; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
2. Симиков И. А., Симикова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

1. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
2. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.
3. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
4. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы измерения влажности древесины существуют?
2. В чем заключаются сушильно-весовой и электрический методы измерения?
3. Рассказать о методе контрольных образцов, в каких случаях он применяется?
4. От каких характеристик древесины зависит время высушивания до абсолютно сухого состояния?
5. Назвать достоинства и недостатки способов измерения влажности древесины.

Лабораторная работа №4.

Построение кривых сушки и скорости сушки древесины.

Цель работы – отработка студентами практических навыков в определении влажности древесины весовым способом и с помощью электровлагомера ЭВ–2К.

Оборудование и материалы: образцы березы; аналитические весы с разновесами; сушильный шкаф с температурой $103 \pm 2^\circ\text{C}$; электровлагомер ЭВ – 2К.

В курсе «Гидротермическая обработка и консервирование древесины» важное место занимает раздел по сушке древесины. Она позволяет довести влажность материала до эксплуатационной, в результате чего не происходит изменений размеров и формы древесины, увеличивается ее прочность, улучшаются склеивание и биостойкость, уменьшается вес, увеличивается срок службы изделий из древесины.

Различают весовой и косвенные методы определения влажности. При весовом способе взвешивают влажный образец древесины, который затем помещают в сушильный шкаф, где он

подвергается сушке при температуре 100–105 °С в течение 4–6 часов до достижения постоянного веса.

При косвенных методах определения влажности материала используются какие-либо физические параметры, однозначно зависящие от влажности, например электрическое сопротивление или диэлектрическую проницаемость древесины.

Различают влажность материала абсолютную и относительную.

В древесиноведении обычно пользуются абсолютной влажностью.

В процессе камерной сушки пиломатериалов необходимо знать их среднюю влажность в любой момент времени. Для этого применяют следующие дистанционные способы: по усадке штабеля, при помощи электровлагомеров, по температуре и др. Наиболее доступным является кондуктометрический способ с помощью прибора ДВС–2М переносного типа с пределом измерения влажности от 8 до 60 %. Несколько датчиков укрепляют на пласти пиломатериалов и кабели от них выводят из сушильной камеры для подключения к прибору.

Однако часто используют и весовой способ, только в несколько измененном виде. Перед закатыванием штабеля в сушильную камеру из пиломатериалов вырезают секции для определения начальной влажности W_n вышеописанным весовым способом и контрольные образцы, для которых определяется только начальная их масса.

Зная начальную влажность W_n контрольного образца, за которую принимается влажность секций, высушенных в сушильном шкафу, и начальную массу контрольных образцов, можно определить массу абсолютно сухих контрольных образцов.

Если материал имеет начальную влажность выше предела гигроскопичности (для древесины 30%), то после прогрева секции наблюдается период постоянной скорости сушки до 30%. В этот период испаряется свободная влага. Во втором периоде сушки скорость сушки падает и проходит по логарифмическому закону. В этот период испаряется связанная с материалом влага.

Экспериментальным путем определить изменение влажности древесины во времени и сравнить влажность, полученную весовым способом с показаниями влагомера ЭВ – 2К. Построить кривую сушки и скорость сушки древесины.

Порядок проведения работы:

1. Проверить правильность работы весов.
2. Определить влажность образцов древесины с помощью электровлагомера.
3. Подготовить образцы к взвешиванию.
4. Проверить температуру в сушильном шкафу, которая должна быть равна 103 ± 2 °С.
5. Взвесить образец.
6. Заложить образец в сушильный шкаф и периодически по времени, указанному преподавателем, производить его взвешивание.
7. Сушку образца производить до тех пор, пока результат последнего взвешивания будет отличаться не более чем на 1% от предыдущего. Этот вес принимают за массу абсолютно сухой древесины и сушку прекращают.

Результаты эксперимента заносят в таблицы (формы табл. 1 и 2).

| Время от начала опыта, мин | Промежутки между замерами, мин | Масса, г | $\Delta G = G_n - G_{\text{сух}}$ ($G_{\text{тек}} - G_{\text{сух}}$), г | $W = \frac{\Delta G}{G_{\text{сух}}} \cdot 100\%$ | $W_{\text{эв}}$ |
|----------------------------|--------------------------------|----------|---|---|-----------------|
| | | | | | |

| Продолжительность сушки dt , мин | Разность влажности, ΔW , % | Скорость сушки $\frac{dW}{d}$, %/мин d |
|------------------------------------|------------------------------------|---|
| | | |

Оформление лабораторной работы проводят в соответствии с прилагаемой формой отчета. Вначале определяют изменение влажности древесины во времени и строят кривую сушки. Затем графическим дифференцированием определяют скорость сушки и строят ее график.

Основная литература

5. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПБ; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
6. Симилов И. А., Симилова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

7. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушительных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
8. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.
9. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
10. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Что называется, абсолютной и относительной влажностью материала?
2. Какие существуют методы определения влажности материалов?
3. Как определяется текущая влажность пиломатериалов в процессе камерной сушки?
4. Что такое «кривая сушки»?
5. Как определяется скорость сушки материала?
6. Какие периоды сушки известны?

Лабораторная работа №5. Определение усушки и коэффициента усушки.

Цель работы – приобретение практических навыков определения величины частичной, полной и максимальной усушки, а так же соответствующих коэффициентов усушки.

Оборудование и материалы: сушильный шкаф СМОЛ-3.5, весы лабораторные, штангенциркуль, образцы прямоугольной формы 20x20x20 мм.

Древесина принадлежит к материалам, размеры которых нестабильны и изменяются при изменении температуры и влажности. Уменьшение линейных размеров или объемов древесины, наблюдаемое при снижении её влажности, принято называть усушкой, а увеличение объема или размеров при повышении влажности – разбуханием.

Усушка и разбухание объясняются особенностями строения древесины. Поглощение молекул воды поверхностью древесины вызывает увеличение размеров клеточных стенок. Обратный процесс удаления абсорбционной воды вызывает усушку.

Разбухание сухой древесины в воздухе прекращается при достижении ее влажности предела гигроскопичности $W_{п.г.}$, а в воде – предела насыщения клеточных стенок $W_{п.н.}$. Изменение содержания в древесине свободной воды не вызывает изменение её размеров.

Исчисление усушки ведется в процентах по отношению к размеру или объему образца в сыром соотношении.

Величина усушки зависит от структурного направления изменяемого линейного размера, диапазона изменения влажности и породы древесины. Наибольшая усушка наблюдается в тангенциальном направлении. Усушка в рациональном направлении в 1,5-2 раза меньше. Усушка в направлении оси ствола минимальна. Наибольшую усушку имеет древесина, высыхающая от предела насыщения клеточных стенок $W_{п.н.}$ до абсолютно сухого состояния. Такую усушку (Y_{max}) называют полной.

Коэффициент усушки зависит от породы древесины и её плотности.

Базисная плотность древесины (ρ_B) характеризует массу сухого древесного вещества в единицу объема сырой (т. е. при влажности $W \geq W_{п.н.}$) древесины.

Для большинства древесных пород полную объемную усушку можно приближенно определить по формуле:

$$Y_{об.max} = 0.028 \rho_B \quad (1)$$

полную линейную усушку в тангенциальном направлении

$$Y_{т.max} = 0.018 \rho_B \quad (2)$$

в радиальном соответственно

$$Y_{р.max} = 0.01 \rho_B \quad (3)$$

Экспериментально определение усушки производится в соответствии с ГОСТ 16483.37-80 «Древесина. Метод определения радиальной и тангенциальной усушки. », ГОСТ 16483.38-80 «Древесина. Методы определения объемной усушки».

Порядок проведения работы:

Работа выполняется на двух образцах, один из которых имеет начальную влажность, соответствующую комнатно-сырому состоянию, другой – влажность выше предела насыщения клеточных стенок.

Стандартные образцы для определения усушки имеют форму прямоугольной призмы с основанием 20x20 мм и длиной вдоль волокон образца 30 мм. Годичные слои на торце образца

должны быть параллельны соответствующей паре граней (рис. 1). На половине длины образцов проводят карандашом прямые линии перпендикулярно волокнам древесины. По этим линиям производят измерение поперечных размеров образца штангенциркулем с точностью до 0,05 мм (тангенциальный размер – a , радиальный – b , длина образца вдоль волокон – l). После измерения образцы взвешиваются для определения влажности и помещаются в сушильный шкаф, где и высушиваются до достижения постоянной массы.

После высушивания образцы измеряются по тем же линиям и взвешиваются. Измерение и взвешивание образцов после сушки необходимо производить быстро, чтобы образец не успел поглотить влагу из воздуха.

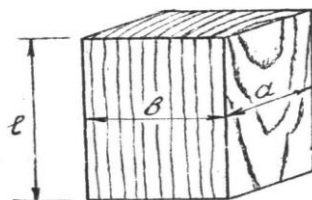


Рис. 1

Определение линейной усушки

Линейную усушку β в процентах вычисляют:

- а) для радиального направления
- б) для тангенциального направления

Определение объема усушки

Объемную усушку β_v в процентах

Определение коэффициентов усушки

Коэффициент усушки – это величина усушки древесины при снижении количества связанной влаги на 1% влажности.

Коэффициенты усушки определяются с точностью до 0,01:

- а) коэффициент тангенциальной усушки:
- б) коэффициент радиальной усушки:
- в) коэффициент объемной усушки

По величине объемной усушки древесные породы можно разделить на три группы:

- малоусыхающие ($K_v=0.40$) – ели сибирская и обыкновенная, пихта сибирская. Кедр, тополь белый;
- среднеусыхающие ($0,40 < K_v < 0.47$) – бук, вяз, липа;
- сильноусыхающие ($K_v > 0.47$) – береза, граб, лиственница, клен.

Полученные экспериментальным путем коэффициенты усушки сравнить с данными, приведенными в таблице, и сделать выводы.

Основная литература

1. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПБ; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
2. Симиков И. А., Симикова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

2. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
3. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.
4. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
5. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Дать понятие усушки, от чего зависит её величина.
2. Дать понятие разбухания.
3. Понятие коэффициента усушки, от чего зависит его величина.
4. Назвать факторы, которые вызывают изменения линейных размеров древесины.
5. Что называется базисной плотностью древесины?

Лабораторная работа № 6. Определение показателей качества сушки пиломатериалов.

Цель работы – приобретение практических навыков определения перепада влажности по толщине пиломатериала и показателя остаточных напряжений в пиломатериалах после сушки.

Оборудование и материалы: сушильный шкаф СНОЛ-3,5; весы лабораторные; ножовка, стамеска; линейка; нож; проволока; отрезок доски толщиной от 22 до 32 мм.

Пиломатериалы после сушки имеют различное дальнейшее назначение. Из них могут изготавливать спортивный инвентарь, мебель, паркет, погонажные и столярные изделия, клеёные строительные конструкции, тару, детали вагонов, судов и другие изделия.

Технические требования к этим изделиям разные, поэтому и качество сушки для них тоже различные.

Установлено четыре категории качества пиломатериалов: 0, I, II, III.

- По нулевой категории качества сушат товарные пиломатериалы, предназначенные для длительной транспортировки к потребителю.

- По первой категории сушат пиломатериалы, которые обеспечат особо точную механическую обработку и сборку деталей наиболее квалифицированных изделий (спортивный инвентарь, музыкальные инструменты, детали приборов).

- По второй категории сушат п/м обеспечивающие точную механическую обработку и сборку деталей квалифицированных изделий (мебель, паркет, окна, двери и т. п.)

- По третьей категории сушат п/м для менее квалифицированных изделий (тара, погонаж и т. п.).

Категория качества сушки оценивается по нескольким показателям. К ним относятся:

- 1) средняя конечная влажность досок (заготовок) в штабеле;
- 2) отклонение влажности отдельных досок от средней конечной влажности в штабеле;
- 3) перепад влажности по толщине пиломатериалов; 4) условный показатель остаточных напряжений.

Средняя конечная влажность и отклонение влажности отдельных досок от средней конечной. Для их определения отпиливают не менее 9 досок из штабеля, от каждой доски выпиливают по две W_i находят сушильские секции влажности. Влажность каждой секции но-весовым способом.

Для определения перепада влажности по толщине пиломатериалов и условного показателя остаточных напряжений вырезают пять секций послойной влажности и пять силовых секций от пяти контрольных досок в штабеле для I категории качества и по три секции для других категорий. Для выпилки этих секций обычно используют те же доски, из которых отпиливают секции влажности.

Секции послойной влажности раскаивают по схеме рис. 1.

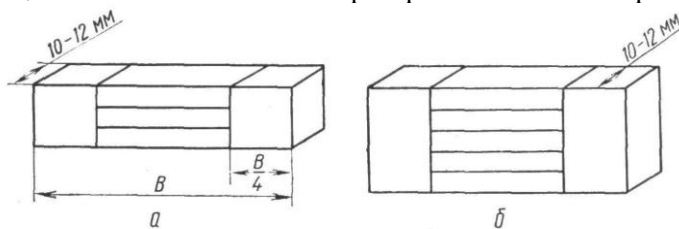


Рис. 1. Схема секций послойной влажности при толщине пиломатериалов до 32 мм (а) и свыше 32 мм (б)

Влажность каждого слоя определяют сушильно-весовым способом.

Показатель перепада влажности по толщине – это среднее значение по всем секциям величины влажности центрального и поверхностного слоёв.

Порядок проведения работы:

1. Из отрезка доски, выбранной для исследований, по схеме рисунка 3 выпилить две секции: 1-я – для определения перепада влажности по толщине; 2-я – для определения остаточных напряжений.

2. Секцию 1 разметить и раскроить согласно схеме рис. 4.

Боковые грани секции длиной $B/4$ отбросить, а среднюю часть разделить на три равные полоски и пронумеровать.

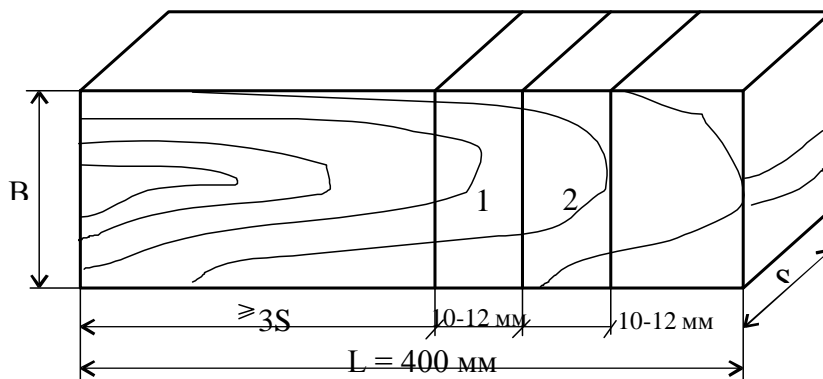


Рис. 3

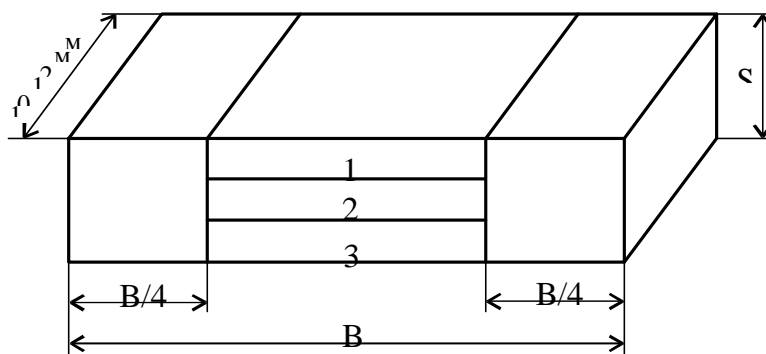


Рис. 4

3. Определить влажность каждой полоски сушильно-весовым способом. В начале на лабораторных весах измерить их первоначальную массу m_1 , m_2 , m_3 , затем сложить в исходное положение и закрепить проволокой или нитью, поместить в сушильный шкаф и высушить до абсолютно сухого состояния; после этого взвесить и получившуюся массу m_{01} , m_{02} , m_{03} записать.

4. Перепад влажности по толщине

5. По секции 2 определить условный показатель остаточных напряжений в пиломатериале. Для этого сразу после выпилки секции, положить ее в сушильный шкаф на 2-3 часа при температуре около 103°C . Затем выкроить двузубую гребенку.

Основная литература

11. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПб; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
12. Симилов И. А., Симилова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

6. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
7. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.
8. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
9. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Какова характеристика пиломатериалов, высушенных по 0, I, II, III категориям качества сушки?
2. Назвать показатели качества сушки.
3. Рассказать методику определения средней конечной влажности пиломатериалов в штабеле и отклонения влажности отдельных досок от средней конечной.
4. Назвать дефекты сушки и причины их возникновения.
5. От чего зависит выбор категории качества сушки.
6. Перечислить изделия изготавливаемые из п/м высушенные по 0, I, II, III категории качества.

До какой влажности необходимо сушить пиломатериалы по каждой категории качества сушки.

Лабораторная работа № 7. Ротационная сушка древесины.

Цель работы – исследовать влияние различных факторов на процесс обезвоживания древесины при ротационной сушке.

Оборудование и материалы: лабораторная центрифуга ЦЛК-1; лабораторный сушильный электрощит СНОЛ-3,5.3,5.3,5/3-ИЗУ 4.2; весы лабораторные ВЛР-1; измерительная линейка; образцы древесины различных пород цилиндрической формы диаметром 13 мм и длиной 30 мм.

В последнее время в практике сушки древесины все большее применение находят новые нетрадиционные способы: ротационный, индукционный и диэлектрический.

Теоретическое и экспериментальное изучение процесса ротационной сушки [1] показало, что интенсивность и характер изменения влажности древесины в процессе сушки определяется так называемым параметром обезвоживания h , численно равным произведению квадратов угловой скорости ω и радиуса вращения R , m^2/c^2 .

В ходе ротационного обезвоживания (при $h = const$) наибольшая скорость удаления влаги наблюдается в начале процесса, затем она уменьшается, стремясь к нулю, а влажность древесины асимптотически приближается к определенной величине, которая называется установившейся конечной влажностью $W_{у.к.}$. Величина установившейся конечной влажности определяется породой древесины и параметром обезвоживания и составляет 42 - 48%.

Продолжительность процесса ротационной сушки древесины, согласно [1], зависит от параметра обезвоживания, геометрических размеров сортимента, породы и начальной влажности древесины. При прочих равных условиях продолжительность сушки древесины рассеяно-сосудистых лиственных пород примерно в 1,5 раза меньше, чем древесины хвойных пород.

Технико-экономические расчеты [1] показывают, что применение ротационной сушки в качестве первого этапа комбинированного процесса «обезвоживание-сушка» позволяет сократить энергетические затраты на сушку на 25-30%. При сушке древесины от начальной влажности ротационное обезвоживание заметного экономического эффекта не дает.

При ротационной сушке древесины, основанной на удалении свободной влаги, содержащейся в полостях клеток древесины, под действием центробежного эффекта отсутствуют энергетические затраты, связанные с компенсацией скрытой теплоты испарения воды, что делает этот способ более экономичным по сравнению с другими известными способами. Кроме того, к достоинствам ротационной сушки можно отнести равномерную конечную влажность древесины и высокое качество сушки.

Конструкция, порядок работы и указания по технике безопасности при работе на центрифуге ЦЛК-1

Центрифуга ЦЛК-1 (рис. 1) представляет собой металлический корпус 1, внутри которого вертикально установлен электродвигатель 2, передающий вращение переходному валу 3, на котором крепится пробиркодержатель 4. Ручкой переключателя 5 осуществляется ступенчатая регулировка числа оборотов. Пробиркодержатель 4 имеет шарнирные гнезда 6, в которых располагаются пластмассовые пробирки 7 с испытуемыми образцами. Доступ к пробиркам осуществляется через отверстие 8 в верхней части кожуха центрифуги, которое закрывается съемной крышкой 9.

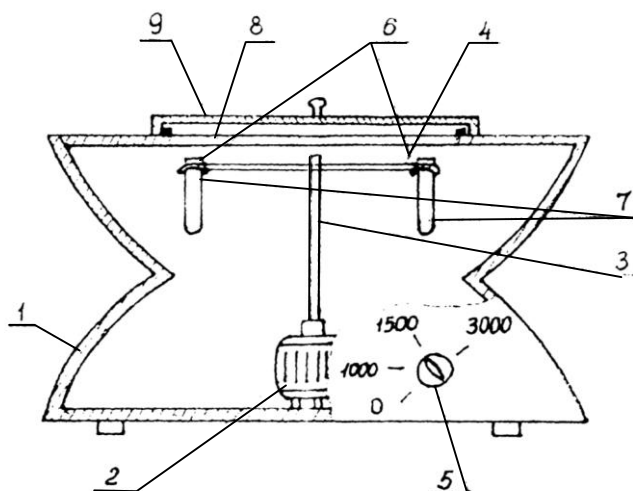


Рис. 1. Лабораторная центрифуга ЦЛК

При работе с центрифугой необходимо соблюдать следующий порядок:

- подключить центрифугу к источнику питания сети переменного тока напряжением 220 В, при этом ручка переключателя числа оборотов должна находиться в положении «0»;
- открывать крышку центрифуги и вынимать пробирки с образцами следует только после полной остановки ротора.

Категорически запрещается:

- работать без заземления кожуха прибора;
- размещать посторонние предметы внутри кожуха центрифуги;
- размещать в пробиркодержателе нечетное число пробирок.

Порядок проведения работы:

Образцы древесины маркируются и на лабораторных весах ВЛР-1 определяется их масса с точностью до 0,01 г.

Взвешенные образцы укладываются в пластмассовые пробирки, которые затем размещаются в гнездах пробиркодержателя центрифуги. При этом необходимо строго соблюдать условия балансировки противоположных пробирок. Разбаланс загруженных пробирок не должен превышать 0,1 г. При неполной загрузке центрифуги каждую пару загруженных пробирок размещают в диаметрально противоположных обоймах. Причем, следует строго соблюдать, чтобы номер на пластмассовой пробирке совпадал с номером шарнирного гнезда на роторе-крестовине. После загрузки образцов закрывается крышка и центрифуга готова к работе.

Порядок работы на центрифуге и меры по технике безопасности должны соответствовать указаниям предыдущего раздела. Если при включении центрифуги, после набора ею заданных оборотов, наблюдается вибрация, то это говорит о том, что центрифугат расположен в пробирках не равномерно. Необходимо остановить центрифугу и устранить разбаланс пробирок.

После центрифугования образцы вынимаются из пластмассовых стаканов и взвешиваются на лабораторных весах ВЛР-1 с точностью до 0,01 г. Полученные результаты заносят в протокол наблюдений.

Порода древесины, количество циклов центрифугования, их продолжительность, а также число оборотов центрифуги определяется преподавателем в задании на проведение лабораторной работы.

После выполнения плана центрифугования и последнего взвешивания образцов, их необходимо поместить в сушильный шкаф с температурой 1000С и высушить до абсолютно сухого состояния. За массу образца в абсолютно сухом состоянии принимается величина его последнего взвешивания не более чем на 0,01 г.

Для каждого образца рассчитывается величина влажности для всех его состояний.

Полученные данные следует обработать методами математической статистики, а именно: определить среднеарифметические значения влажности i состояния испытуемых образцов W_i , среднеквадратичное отклонение S_i и доверительный интервал $\square W_i$ при уровне значимости 0,05 по уравнениям.

По среднеарифметическим данным следует построить график кривой сушки в зависимости от продолжительности центрифугования. По оси абсцисс отложить время центрифугования в минутах, а по оси ординат – среднеарифметическую влажность в %.

Основная литература

1.Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПБ; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)

2.Симикив И. А., Симикива А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

1. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.

10. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.

3. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.

4.Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Что называется ротационной сушкой?
2. От каких факторов зависит интенсивность и характер изменения влажности при ротационной сушке?

3. Что называется параметром обезвоживания?
4. Какое оборудование используется для ротационной сушки?
5. Как проводится комбинированная камерно-ротационная сушка?

Лабораторная работа № 8. **Изучение способов пропитки древесины.**

Цель работы – изучить условия проведения двух способов пропитки, применяемых в промышленности, научиться оценивать качество пропитки.

Оборудование и материалы: образцы древесины размером 20×20×150 мм – 1 шт., и 22×110×200 мм – 1 шт. на группу (порода: заболонь сосны обыкновенной или березы); две емкости для антисептика; весы технические; раствор антисептика; фильтр бумажный; топорик; линейка измерительная; нагревательный прибор.

Древесина, являясь продуктом живой природы, подвержена различным разрушениям. К разрушителям древесины относятся биологические агенты (грибы, насекомые, бактерии, моллюски), огонь, механические и атмосферные воздействия. Вопросы защиты древесины имеют большое значение для продления срока ее службы.

Длительная защита древесины от биологических агентов и огня, которая проводится путем введения в нее различных химических средств защиты (ХСЗ), называется консервированием.

Кратковременная защита древесины от биологических агентов называется антисептированием.

Химические средства защиты, ядовитые для биологических агентов, называются антисептиками. Химические средства защиты, предохраняющие древесину от огня, называются антипиренами.

Существует довольно много способов введения в древесину ХСЗ. Это метод поверхностного нанесения антисептика, пропитка древесины в автоклавах, паро-холодных ваннах, диффузная пропитка, метод прогрев-холодная ванна и другие.

Данные методические указания разработаны для проведения и изучения в лабораторных условиях двух способов пропитки: – поверхностное нанесение антисептика; – метод прогрев-холодная ванна.

1. Пропитываемость древесины

Пропитываемость древесины – это способность древесины поглощать пропиточные жидкости. Она зависит от ряда факторов: породы, положения древесины в стволе, плотности, влажности древесины. Породы древесины по пропитываемости разбиты на три группы в соответствии с ГОСТ 20022.2–80:

- 1) легкопропитываемые (заболонь сосны обыкновенной; периферийная часть березы, бука);
- 2) умеренно пропитываемые (кедр, ольха, осина, заболонь дуба, клен, ядро сосны обыкновенной);
- 3) труднопропитываемые (ель, лиственница, пихта; ядро дуба, березы, бука).

Кроме того, глубина проникновения пропиточной жидкости зависит от свойств самой жидкости (например, вязкости), от направления проникновения жидкости (по отношению к волокнам), а также от способа пропитки.

Каждая порода древесины при определенной влажности имеет свободную емкость, обусловленную ее микростроением, которая может быть заполнена другим веществом (например, пропиточной жидкостью).

Та часть свободной емкости, которая может быть заполнена жидкостью при том или ином способе пропитки, называется пропиточной емкостью.

2. Химические средства защиты

Химические средства защиты (ХСЗ) – это вещества различного происхождения: неорганические (минеральные), органические и комбинированные. В процессах пропитки они участвуют в виде растворов, смесей, эмульсий и масел, которые принято называть пропиточными жидкостями.

В настоящее время известно много различных защитных средств. Ряд веществ считают наиболее эффективными антисептиками. Это соли фтора (КФА – кремнефторид аммония, кремнефторид натрия – КФН, пентахлорфенолят натрия – ПХФН), препараты ГР-48, ХМ-11, ХМ-32, сланцевое и каменноугольное масла и некоторые другие. Все они проверены на практике, стандартизированы. Применяются они в основном в виде растворов. Обычно используют растворы концентрации от 1 до 40%.

3. Параметры защищенности

Качество пропитки оценивается следующими параметрами защищенности: глубиной пропитки (h) и величиной поглощения (g).

Поглощение – это количество пропиточной жидкости или сухой соли, введенной в древесину при пропитке. Измеряется поглощение соответственно в л/м³, либо в кг/м³ сухой соли.

Одним из параметров защищенности принимается общее или чистое поглощение. Количество пропиточного вещества, введенного в древесину, отнесенное к объему всей пропитываемой древесины называется общим поглощением (g_0), а отнесенное только к объему пропитанной зоны называется чистым поглощением (g_r).

Глубина пропитки (h) – это глубина проникновения пропиточной жидкости в древесину, измеренная в миллиметрах.

Если введенная пропиточная жидкость не окрашивает древесину, на поверхность среза наносят индикатор для определения глубины пропитки, затем линейкой измеряют глубину проникновения жидкости в древесину.

4. Пропитка древесины способом прогрев-холодная ванна

В промышленных условиях пропитка древесины в горячехолодных ваннах должна производиться в соответствии с ГОСТ 20022.6–86 «Древесина. Пропитка способом прогрев-холодная ванна». Краткое обозначение способа – «ПВ» по ГОСТ 20022.0-82.

Данный способ эффективен при пропитке древесины березы, бука, клена, липы, заболони сосны, периферийной части ствола ели и осины. Менее эффективна пропитка ядра сосны, дуба, лиственницы, спелой древесины ели, пихты, осины.

Влажность древесины при такой пропитке должна быть не более 25%. Лучшие результаты достигаются при $W = 15\%$.

Механизм проникновения пропиточной жидкости в древесину заключается в следующем: первоначально древесину нагревают в ванне с горячим антисептиком. Давление паровоздушной смеси в полостях клеток древесины, вследствие нагревания, возрастает. Часть паровоздушной смеси удаляется и давление в полостях клеток опять становится близким к атмосферному. Затем древесину погружают в холодный антисептик, нагретая воздушная смесь в полостях клеток сжимается и частично конденсируется. Давление ее понижается по отношению к атмосферному и антисептик засасывается в древесину.

ГОСТ 20022.6-86 предусматривает глубину пропитки древесины водорастворимыми антисептиками для заболони сосны, кедра, березы, бука, осины, ольхи – 5 мм, а для ели, пихты, ядра сосны, кедра – 2 мм.

Глубина пропитки маслянистыми антисептиками для тех же пород соответственно 10 и 2 мм.

При пропитке древесины водными растворами антисептиков температура горячей ванны должна быть 90⁰ – 95⁰ С, холодной – 20⁰ – 30⁰ С.

Качество пропитки оценивается в соответствии с п. 3.

5. Пропитка древесины способом нанесения на поверхность

Поверхностное антисептирование допускается в случаях кратковременной защиты древесины от биологических разрушений. Механизм пропитки – капиллярное всасывание пропиточной жидкости. Устанавливают три варианта пропитки способом нанесения на поверхность:

□ погружение (длительность выдержки не менее 1 мин); □ нанесение кистью; □ опрыскивание.

Антисептический раствор нанести кистью дважды, с промежуточной просушкой древесины. Водный раствор антисептика проникает в древесину неглубоко, всего на 1-2 мм. Влажность древесины должна быть ниже предела гигроскопичности ($W \leq 30\%$). Температура растворов защитных средств должна быть не ниже 18⁰С, масел – не ниже 40⁰С.

Поверхностное антисептирование в промышленных условиях осуществляется в соответствии с ГОСТ 20022.9-76 «Защита древесины. Пропитка способом нанесения на поверхность».

Порядок проведения работы:

1. Перед началом работы ознакомиться с теоретическими сведениями.
2. Подготовить приборы и материалы к работе.
3. Образцы взвесить до пропитки.
4. Образец размером 22□110□200 мм подвергнуть поверхностному антисептированию с интервалом 60 мин. Взвесить после пропитки.
5. Оценить качество пропитки в соответствии с п. 5.
6. Образец размером 20□20□150 мм взвесить, подвергнуть пропитке методом «прогрев-холодная ванна» в соответствии с рекомендациями п. 4. Время выдержки в каждой ванне 1 час.
7. После пропитки просушить фильтрованной бумагой и взвесить.
8. Расколоть образец вдоль волокон.
9. Произвести оценку результатов пропитки в соответствии с п. 3.
10. Результаты измерений и вычислений свести в таблицу.

Основная литература

1. Рассев Л.И. Сушка древесины: учебное пособие.-СПб; Издательство «Лань», 2010-416 с.: (Учебники для вузов)
2. Симилов И. А., Симилова А. А., Сергеева Л. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины: Учебное пособие-Братск, 2010.-93с.

Дополнительная литература

5. Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие.-Л.:ЛТА, 1984г.-76с.
6. Расев Л. И., Сушка древесины. Расев Л. И.- М.:ГОУ ВПО/МГУЛ, 2005.-224с.
7. Богданов Е.С., Козлов А. и др. Справочник по сушке древесины. – М: Лесная промышленность. 1990г.-304с.
8. Серговский П.С., Рассев А.И. Гидротермическая обработка и консервирования древесины.- М: Лесная промышленность. 1987г.-360с.

Контрольные вопросы:

1. Как можно защитить древесину от разрушений биологическими агентами?
2. От чего зависит пропитываемость древесины?
3. Что такое пропиточная емкость?
4. Дать характеристику параметрам защищенности.
5. Физическая сущность пропитки способом прогрев-холодная ванна.
6. Когда и при каких условиях применяют кратковременную защиту древесины от разрушений?

Назвать условия проведения.

Практическое занятие №1

Пересчет объема фактического пиломатериала в объем условного материала.

Производительность сушильных камер зависит от характеристики подлежащего сушке материала, для планирования и учёта их работы установлена учётная единица – 1 м^3 условного материала.

Таким образом, как правило, при планировании работы сушильных цехов и расчёте производительности сушильных камер весь объём подлежащего сушке пиломатериала необходимо перевести в объём условного материала.

Условному материалу эквивалентны сосновые обрезные доски толщиной 40 мм, шириной 150 мм, длиной более 1 м, высушиваемые по II категории качества от начальной влажности 60 % до конечной 12 %.

Объём подлежащего сушке пиломатериала заданной спецификации Φ (м^3) пересчитывается в объём условного материала $У$ (м^3 усл.) по формуле

$$У = \Phi K,$$

где Φ – объём подлежащих сушке фактических пиломатериалов данного размера и породы (задаётся в спецификации), м^3 ;

K – коэффициент пересчёта.

$$K = K K_E,$$

где K – коэффициент продолжительности оборота камеры; K_E – коэффициент ёмкости (вместимости) камеры.

$$K_\tau = \frac{\tau_{об.ф}}{\tau_{об.усл.}}$$

где $\tau_{об.ф}$ – продолжительность оборота камеры при сушке фактического пиломатериала данного размера и породы, сут.;

$\tau_{об. усл}$ – продолжительность оборота камеры при сушке условного материала, сут.

Для камер периодического действия

$$\begin{aligned}\tau_{об.ф} &= \tau_{суш.ф} + \tau_{загр} \\ \tau_{об.усл} &= \tau_{суш.усл} + \tau_{загр}\end{aligned}$$

где $\tau_{суш}$ – продолжительность процесса сушки фактического (условного) пиломатериала, сут. (определяется по формуле 1.2);

$\tau_{загр}$ – время загрузки и разгрузки камеры (можно принять 0,1 сут).

Коэффициент ёмкости (вместимости) камеры определяется отношением коэффициентов объёмного заполнения штабеля условным $\beta_{усл}$ и фактическим материалом $\beta_{ф}$

$$K_E = \frac{\beta_{усл}}{\beta_{ф}}$$

Коэффициент $\beta_{усл}$ или $\beta_{ф}$ равен произведению коэффициентов заполнения штабеля по длине $\beta_{д}$, ширине $\beta_{ш}$ и высоте $\beta_{в}$. С учётом объёмной усушки пиломатериалов Y_0 величина $\beta_{усл}$ или $\beta_{ф}$ находится по формуле

$$\beta = \beta_{д}\beta_{ш}\beta_{в} \frac{100 - Y_0}{100}$$

где $\beta_{д}\beta_{ш}\beta_{в}$ – линейные коэффициенты заполнения штабеля по длине, ширине и высоте соответственно;

Y_0 – объёмная усушка древесины, %.

Объёмную усушку определяют по формуле

$$Y_0 = k_v (W_{ном} - W_k),$$

где k_v – коэффициент объёмной усушки древесины;

$W_{ном}$ – влажность, для которой устанавливают номинальные размеры по толщине и ширине пиломатериалов, %, (можно принять $W_{ном} = 20$ %);

W_k – конечная влажность пиломатериалов, %.

Коэффициент заполнения по длине штабеля $\beta_{д}$ показывает отношение средней длины уложенных в штабель пиломатериалов $L_{ср}$ к его длине L .

$$\beta_{д} = \frac{L_{ср}}{L}$$

Для штабеля пиломатериалов различной длины можно $\beta_{д} = 0,85$.

Если длина всех досок в штабеле одинакова ($L_{ср} = L$), то $\beta_{д} = 1,0$.

Коэффициент заполнения по ширине $\beta_{ш}$ – это отношение суммарной ширины пиломатериалов в горизонтальном ряду штабеля к его ширине. Он зависит от вида пиломатериалов и способа укладки.

Пиломатериал укладывают в штабель *со шпациями* (расстояниями между досками по ширине штабеля) при естественной циркуляции агента сушки по штабелю, а также и при атмосферной сушке. Во всех остальных случаях пиломатериал в штабель укладывают *без шпаций*. Примеры укладки пиломатериалов в штабель показаны на рис. 1.

Коэффициент заполнения штабеля по высоте $\beta_{в}$ характеризует отношение суммарной толщины пиломатериалов в вертикальном ряду штабеля к его высоте.

$$\beta_{в} = \frac{S_1}{S_{np} + S_1}$$

где S_1 – толщина пиломатериалов, мм;

S_{np} – толщина прокладок, мм.

Наиболее часто применяемая толщина прокладок составляет 25 мм. Если в спецификации на сушку мы имеем несколько пород и типоразмеров пиломатериалов, то для учёта общего количества высушиваемого пиломатериала при планировании работы сушильного цеха и расчёте производительности сушильных камер необходимо объём пиломатериалов из каждого пункта спецификации перевести в объём условного материала, а затем сложить их, получив общий объём условного материала ΣV , высушиваемого в цехе (камере) в расчётный период.

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n, \text{ м}^3 \text{ усл.}$$

Практическое занятие №2
Определение массы испаряемой влаги.

Количество влаги, испаряемой из древесины, устанавливают на единицу объема высушиваемого материала за период оборота камеры и в единицу времени.

Массу влаги, испаряемой из 1 м³ расчётного пиломатериала за весь цикл сушки, кг/м³, рассчитывают как

$$M_{1м^3} = \rho_{баз} \frac{(W_n - W_k)}{100}$$

где $\rho_{баз}$ – базисная плотность расчётного материала, кг/м³;

W_n, W_k – соответственно, начальная и конечная влажность расчётного материала, %.

Количество влаги, кг, испаряемой за время одного оборота камеры, определяют по формуле

$$M_{об.к} = M_{1м^3} E_k,$$

где E_k – вместимость камеры в расчетном материале, м³.

Среднечасовое количество испаряемой в камере влаги, кг/ч, определяется как

$$M_{ср.ч} = \frac{M_{об.к}}{\tau_{суш}}$$

где $\tau_{суш}$ – продолжительность сушки расчетного материала, ч.

Кроме того, для камер периодического действия определяется расчетное количество испаряемой влаги, M_p , кг/ч, с помощью которого учитывают неравномерность удаления влаги в различные периоды сушки.

$$M_p = M_{ср.ч} \chi,$$

где χ – коэффициент неравномерности скорости сушки, принимаемый в зависимости от значения конечной влажности древесины:

$$\begin{aligned} \text{при } W_k = 12 - 15 \% & \quad \chi = 1,2; \\ \text{при } W_k < 12 \% & \quad \chi = 1,3. \end{aligned}$$

Практическое занятие №3

Расчётные параметры сушильного агента

Для расчётов требуется знать значения параметров сушильного агента на входе его в штабель, на выходе из штабеля, а также параметры свежего приточного воздуха.

Известно, что процесс сушки в камере периодического действия может быть охарактеризован как процесс с многократной циркуляцией агента сушки по штабелю.

Определение параметров агента сушки на входе в штабель

Режимы сушки пиломатериалов в камерах периодического действия многоступенчатые, с параметрами агента сушки, отличающимися на каждой из ступеней. При низкотемпературном процессе для расчёта рекомендуется принимать параметры агента сушки по II (средней) ступени режима.

Данные, взятые из режима сушки, вносятся в таблицу. Кроме параметров, установленных в режиме ($t, \Delta t, \varphi$), для дальнейших расчётов необходимо определить также влагосодержание (d_1 , г/кг сух. воздуха), теплосодержание (энтальпию) воздуха (I_1 , кДж/кг исп. влаги), его плотность (ρ_1 , кг/м³) и приведённый удельный объём (V_{np1} , м³/кг сух. воздуха). Перечисленные параметры могут быть найдены по Id -диаграмме влажного воздуха, или можно воспользоваться формулами, приведёнными ниже.

Таблица

Расчётные параметры сушильного агента на входе в штабель

| Ступень режима | Исходная влажность, % | $t_1, ^\circ\text{C}$ | φ_1 | $\Delta t_1, ^\circ\text{C}$ | $t_{m1}, ^\circ\text{C}$ | $d_1, \text{г/кг}$ | $I_1, \text{кДж/кг}$ | $\rho_1, \text{кг/м}^3$ | $V_{np1}, \text{м}^3/\text{кг}$ |
|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------|------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | |

$$d_1 = 622 \frac{\varphi_1 P_{n.1}}{P_a - \varphi_1 P_{n.1}}$$

где φ_1 – степень насыщенности агента сушки;

P_a – атмосферное давление воздуха (0,1 МПа);

$P_{n.1}$ – давление насыщения водяного пара при расчетной температуре воздуха, Па

$$I = t_1 - 0,001 d_1 (1,93 t_1 - 2490),$$

$$\rho = \frac{349 - 132 \left(\frac{d_1}{622 + d_1} \right)}{273 + t_1}$$

$$V_{np1} = 4,62 \cdot 10^6 (273 + t_1)(622 + d_1).$$

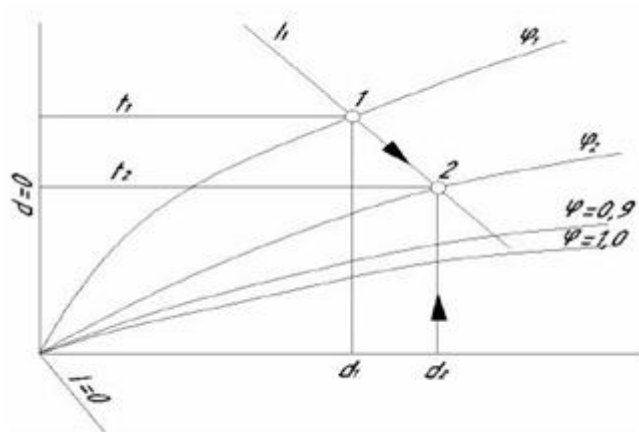


Схема построения теоретического процесса сушки на Id-диаграмме

Определение количества циркулирующего в камере сушильного агента

Для камер периодического действия расчет проводят следующим образом.

Определяют объем циркулирующего в штабеле (штабелях) агента сушки V_{um} , м³/ч

$$V_{um} = 3600 t_{um} F_{ж.с.ум},$$

где $F_{ж.с.}$ – площадь живого сечения штабеля, м²;

t – число штабелей в плоскости, перпендикулярной направлению потока агента сушки;

ω_{um} – скорость агента сушки в штабеле, м/с.

Площадь живого сечения штабеля $F_{ж.с.ум}$, м², вычисляют по формуле

$$F_{ж.с.ум} = F_{габ} (1 - \beta_v),$$

где $F_{габ}$ – площадь габаритного сечения штабеля в плоскости, перпендикулярной направлению потока, м²;

β_v – коэффициент заполнения штабеля по высоте.

Массу циркулирующего по материалу агента сушки в единицу времени, G_{um} , кг/ч, определяют по формуле

$$G_{um} = \frac{V_{um}}{V_{np1}}$$

где V_{np1} – приведенный удельный объем агента сушки, соответствующий режимным значениям II ступени, м³/кг.

Количество циркулирующего по материалу агента сушки, приходящееся на 1 кг испаряемой влаги g_{um} , кг/сух. возд/кг/исп. влаги, рассчитывают как

$$g_{um} = \frac{G_{um}}{M_p}$$

где M_p – расчетное количество испаряемой в единицу времени из материала влаги, кг/ч.

Влагосодержание агента сушки на выходе из штабеля (штабелей) d_2 , г/кг, определяют по формуле

$$d_2 = d_1 + \frac{1000}{g_{ум}}$$

где d_1 – влагосодержание агента сушки на входе в штабель (штабели) для II ступени режима, г/кг.

Перепад температуры агента сушки в штабеле (штабелях) $t_{ум}$, °С, рассчитывают, используя формулу

Примечание. Высокие значения $t_{ум}$ свидетельствуют о возможной неравномерности просыхания материала (потребуется увеличение продолжительности процесса сушки для выравнивания неравномерности влажности).

Малый температурный перепад свидетельствует о большом количестве циркулирующего воздуха, в этом случае сушка будет проходить равномерно, но при большем расходе электрической энергии на привод вентиляторов.

В том и другом случае будет возрастать себестоимость сушки. Оптимальными значениями $t_{ум}$ (по результатам промышленных испытаний сушильных камер) принято считать

- для пиломатериалов хвойных пород: 3 – 4 °С;
- твердых лиственных пород и лиственницы: 1,5 – 2,5 °С;
- мягких лиственных пород: 2 – 3 °С.

Далее определяют температуру агента сушки на выходе из штабеля t_2 , °С

$$t_2 = t_1 - \Delta t.$$

Затем рассчитывают плотность ρ_2 и приведенный удельный объем $V_{пр2}$ агента сушки в состоянии на выходе из штабеля.

Степень насыщенности сушильного агента на выходе из штабеля можно определить по отношению:

$$\varphi_2 = \frac{d_2 P_a}{622 P_{н2} + d_2 P_{н2}}$$

где P_a – атмосферное давление воздуха (0,1 МПа);

$P_{н2}$ – давление насыщения водяного пара при температуре воздуха на выходе из штабеля t_2 , Па.

Таблица

Расчётные параметры сушильного агента на выходе из штабеля

| Ступень режима | Переходная влажность, % | t_2 , °С | φ_2 | d_2 , г/кг | I_2 , кДж/кг | ρ_2 , кг/м ³ | $V_{пр2}$, м ³ /кг |
|----------------|-------------------------|------------|-------------|--------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | | | |

В завершение рассчитывают объем агента сушки, циркулирующего в единицу времени в камере:

$$V_{ц} = \frac{V_{ум}}{\eta_n}$$

где η_n – коэффициент использования потока (отношение объема сушильного агента, проходящего через штабель, к общему объему циркулирующего в камере воздуха), принимается $\eta_n = 0,75 \dots 0,85$.

Практическое занятие №4

Определение параметров воздухообмена и расчет приточно-вытяжных каналов

Система воздухообмена сушильной камеры обеспечивает удаление из неё воды, испаренной из древесины, и приток в камеру более сухого, по отношению к находящемуся там, воздуха. Для этого имеются приточные и вытяжные каналы. Они работают за счёт разности давлений, создаваемых циркуляционными вентиляторами.

В камерах с нереверсивной циркуляцией каждый канал выполняет только одну функцию. Канал, расположенный в зоне избыточного давления является вытяжным, а канал в зоне разрежения – приточным. В случае реверсивной циркуляции функции приточного и вытяжного каналов меняются в зависимости от направления вращения вентиляторов.

Расчет проводят на условия, соответствующие максимальному воздухообмену. Параметры свежего воздуха выбирают по летнему периоду времени или климатическим условиям помещения, из которого происходит отбор свежего воздуха (коридора управления, здания цеха).

Расчет системы воздухообмена производится в следующей последовательности.

Определяется масса свежего и отработавшего воздуха, приходящегося на 1 кг испаряемой влаги, кг/кг:

$$g_0 = \frac{1000}{d_2 - d_0}$$

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

d_0 – влагосодержание свежего воздуха, г/кг_{сух.возд} ($d_0=10$ г/кг). Массовый расход свежего и отработавшего воздуха, кг/ч,

$$G_0 = g_0 M_p,$$

где M_p – расчетное количество влаги, испаряемой в единицу времени в ка-мере, кг/ч.

Объем отработавшего воздуха определяется как, м³/ч,

$$V_{отр} = G_0 V_{пр2}$$

Объем свежего воздуха составляет, м³/ч

$$V_{св.в} = G_0 V_{пр.0}$$

Площадь живого сечения приточного и вытяжного каналов, м²,

$$F_{приткан} = \frac{V_{св}}{3600 \omega_{кан}}$$

где $\omega_{кан}$ – расчетная скорость потоков отработавшего или свежего воздуха в канале, м/с.

Скорость потока среды в приточно -вытяжных каналах $\omega_{кан}$ принимают для воздушных камер в пределах 3–5 м/с.

Приточно-вытяжные каналы могут быть круглой, квадратной или прямоугольной формы. Зная площадь канала, можно установить его размеры (диаметр, стороны квадрата или прямоугольника).

$$F_{кан} = a \times b \text{ или } D_{кан} = \sqrt{\frac{4F_{кан}}{3,14}}$$

В камерах периодического действия с реверсивной циркуляцией приточные и вытяжные каналы принимаются с одинаковыми размерами, в камерах с нереверсивной циркуляцией – разные.

Практическое занятие №5

Определение расхода тепла на сушку.

Суммарный расход тепла на сушку состоит из затрат тепла на прогрев древесины, испарение из нее влаги, компенсацию тепловых потерь через ограждения камеры.

Под затратами мтепла на испарение влаги при низкотемпературных режимах сушки подразумевается не только расход тепла на собственно испарение влаги, но также и тепло, расходуемое на подогрев свежего воздуха, поступающего в камеру.

Расчет тепла по всем статьям затрат производят в двух вариантах:

1) для зимних условий (определяют тепловую нагрузку системы теплоснабжения, нагрева агента сушки);

2) для среднегодовых условий с целью определения технико-экономических показателей теплопотребления.

Расход тепла на прогрев древесины

Расход тепла на прогрев 1 м³ замороженной древесины (для зимних условий) Q_{np}^3 , кДж/м³, определяют по формуле

$$Q_{np,1^3}^3 = \rho [c_{(-)}(-t_0) + c_{(+)}t_{np}] + \rho_{баз} \frac{W_n - W_{з.жс}}{100} r_{оз}$$

где ρ – плотность древесины при W_n , кг/м³;

t_0 – начальная отрицательная температура древесины, загруженной в камеру, °С (определяется по климатологической таблице как расчетная температура для отопления);

t_{np} – температура, до которой прогревается древесина в камере (равна температуре смоченного термометра на первой ступени режима сушки), °С; $W_{з.жс}$ – количество связанной незамерзшей влаги, содержащейся в древесине, %;

$r_{оз}$ – теплота плавления льда, принимается равной 335 кДж/кг;

$c_{(-)}$, $c_{(+)}$ – соответственно, удельные теплоемкости замороженной и прогретой до положительной температуры древесины, кДж/(кг·°С).

Таблица

Климатологические данные некоторых городов России (СНиП II–1.6–72)

| Город | Расчетная температура | | Среднегодовая температура, t_{cp} , °С | Средняя температура °С-отопительного сезона, $t_{cp.отоп.}$ | Продолжительность отопительного сезона $T_{отпл.}$, дней- | Степень насыщенности среды φ , %, при условиях | | |
|--------------|-------------------------|---|--|---|--|--|--------|---------------|
| | Для отопления, $t_{оз}$ | Для вентиляции (летнее время), $t_{юлет}$ | | | | летних | зимних | среднегодовых |
| Екатеринбург | - 32 | 21 | 0,8 | -8,2 | 214 | 70,7 | 85,0 | 76,8 |
| Архангельск | - 32 | 18 | 0,2 | -6,5 | 232 | 75,0 | 86,3 | 81,3 |
| Владивосток | - 24 | 24 | 4,6 | - 6,3 | 171 | 83,3 | 72,3 | 75,3 |
| Воронеж | - 25 | 25 | 5,6 | - 5,0 | 177 | 70,0 | 86,5 | 73,7 |
| Н.Новгород | - 29 | 22 | 3,6 | - 6,1 | 193 | 70,7 | 85,7 | 78,0 |
| Иркутск | - 38 | 23 | - 1,3 | - 10,8 | 215 | 67,7 | 82,7 | 71,2 |
| Красноярск | - 36 | 24 | 0,6 | - 9,3 | 210 | 69,0 | 80,0 | 73,4 |
| С.-Петербург | - 24 | 20 | 4,1 | - 3,7 | 193 | 71,0 | 87,0 | 79,5 |
| Москва | - 30 | 21 | 3,6 | - 5,3 | 194 | 62,7 | 86,0 | 79,0 |
| Омск | - 37 | 23 | 0,0 | - 10,9 | 208 | 67,0 | 85,0 | 75,9 |
| Пермь | - 33 | 21 | 1,3 | - 8,0 | 209 | 73,3 | 85,0 | 78,5 |
| Саратов | - 24 | 23 | 5,0 | - 6,1 | 174 | 58,0 | 85,3 | 72,3 |

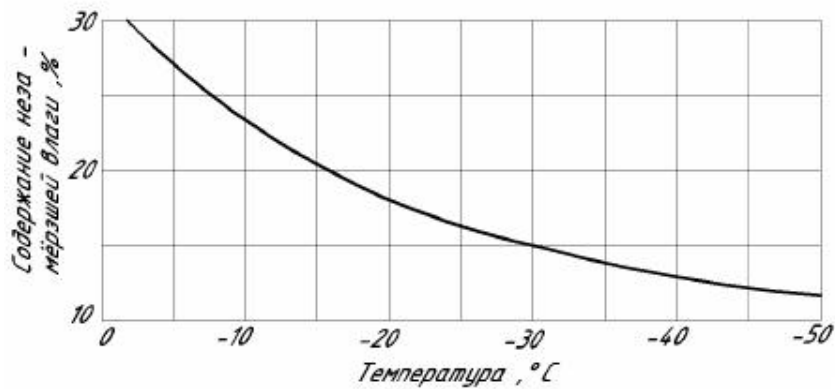


Рис. График относительного содержания в древесине незамерзшей связанной влаги

Расход тепла на прогрев древесины, имеющей положительную начальную температуру $Q_{np.1м^3}$, кДж/м³, определяют по формуле

$$Q_{np.1м^3} = \rho c_{(+)} (t_{np} - t_0),$$

где t_0 – начальная температура древесины, °С (определяется по климатологической таблице как расчетная температура для летних условий);

$c_{(+)}$ – удельная теплоемкость древесины, кДж/(кг·°С), определяемая при

$$\text{расчетной температуре } t_p = \frac{t_0 + t_{np}}{2}$$

Удельный расход тепла при прогреве древесины в расчете на 1 кг испаряемой влаги q_{np} , кДж/кг, устанавливают для зимних и среднегодовых условий по формуле

$$q_{np} = \frac{Q_{np.1м^3}}{M_{1м^3}}$$

Общий расход тепла на камеру при начальном (рассчитывается только для зимних условий):

$$Q_{np} = \frac{Q_{np.1м^3} E_{np}}{3600 \tau_{np}}$$

где E_{np} – объем одновременно прогреваемых в камере пиломатериалов, м³;

τ_{np} – продолжительность прогрева, ч. (принимается ориентировочно для прогрева древесины в зимних условиях 2 часа на 1 см толщины доски, летом 1 – 1,5 часа на 1 см толщины доски).

Расход тепла на испарение влаги

Удельный расход тепла на испарение влаги с учетом затрат на подогрев свежего воздуха $q_{исп}$, кДж/кг, при низкотемпературном процессе определяют по формуле

$$q_{исп} = 1000 \frac{I_2 - I_0}{d_2 - d_0} - c_w t_m$$

где I_2 , d_2 – соответственно, теплосодержание, кДж/кг, и влагосодержание, г/кг, отработавшего, удаляемого из камеры агента сушки;

I_0 , d_0 – соответственно, теплосодержание, кДж/кг, и влагосодержание, г/кг, свежего, поступающего в камеру воздуха ($I_0 = 46$ кДж/кг, $d_0 = 10$ г/кг);

c_w – удельная теплоемкость воды, равная 4,19 кДж/(кг·°С); t_m – температура смоченного термометра, °С.

Тепловая мощность, необходимая для испарения из материала влаги, кВт (рассчитывается только для зимних условий):

$$Q_{исп} = \frac{q_{исп} M_p}{3600}$$

Расход тепла на компенсацию тепловых потерь через ограждения камеры

Тепловая энергия, затраченная на компенсацию тепловых потерь через ограждения камеры, равна сумме тепловых потерь через охлаждающиеся элементы ограждений камеры.

На рис. схематично показана камера периодического действия с внутренними размерами: L (длина), B (ширина) и H (высота); размеры дверей камеры b (ширина) и h (высота).

При расчете тепловых потерь учитывают потоки тепла через ограждения и полы лесосушильных камер. Потери через боковые стены, разделяющие смежные камеры, не учитываются. Исключением является расчёт теплотерь для сборно-металлических камер, которые устанавливаются отдельно одна от другой.

Расчёт тепловых потерь удобно вести в табличной форме, предварительно составив планировку блока камер и конструктивную схему камеры с размерами элементов её ограждений.

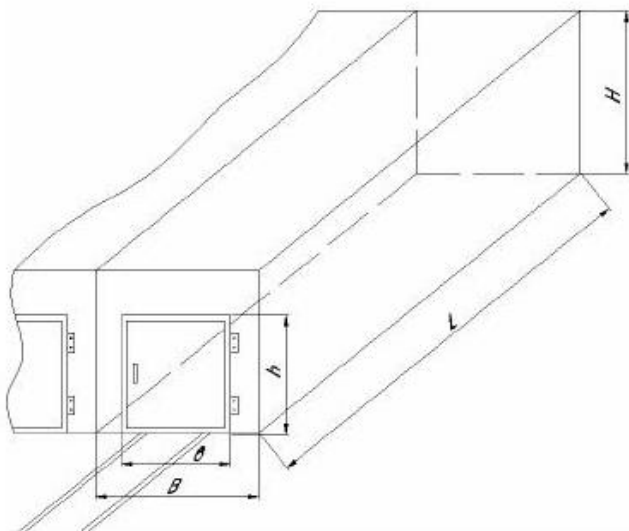


Схема к расчёту потерь тепла через ограждения сушильной камеры (общий вид может отличаться в зависимости от задания)

Расчёт поверхности ограждений сушильной камеры

Таблица

| Наименование ограждений | Формула | Площадь, м ² |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Наружная боковая стена | $F_{бок} = LH$ | |
| Торцовая стена | $F_{торц} = BH$ | |
| Дверь | $F_{дв} = bh$ | |
| Торцовая стена (за вычетом дверей) | $F_{торц2} = F_{торц} - F_{дв}$ | |
| Перекрытие (потолок) | $F_{пер} = BL$ | |
| Пол | $F_{пол} = BL$ | |

Расчёт тепловых потерь через ограждения камеры

Таблица

| Наименование ограждений | $F_{огр}, \text{ м}^2$ | $k, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ | $t_k, ^\circ\text{C}$ | $t_{нар}, ^\circ\text{C}$ | | $t_k - t_{нар}, ^\circ\text{C}$ | | $Q_{огр}, \text{ кВт}$ | |
|-------------------------|------------------------|---|-----------------------|---------------------------|----------------|---------------------------------|----------------|------------------------|----------------|
| | | | | зимняя | среднегодов ая | зимняя | среднегодов ая | зимняя | среднегодов ая |
| | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | | | | | | | | |

Примечание. В таблице графы 5 – 6, 7 – 8 и 9 – 10 не разделяются, если камера находится в отапливаемом помещении.

Расчётную температуру $t_{нар}$ рекомендуется принять:

- если камеры устанавливаются внутри сушильного цеха – температура наружной среды для всех ограждений, кроме пола, берётся, одинаковой: 15 – 20 °С, для пола 8 – 12 °С.

Температуру среды в камере t_k следует принимать равной температуре агента сушки, соответствующей расчетной ступени режима.

Для расчета потерь тепла через ограждения (кроме пола)

$Q_{огр}$, кВт, рекомендуется формула

$$Q_{огр} = 1,5 \sum F_j k_j (t_k - t_{нар}) 10^{-3}$$

где F_j , k_j – площадь, м², и коэффициент теплопередачи, Вт/(м²·°С), j -го элемента ограждения;

$t_k, t_{нар}$ – температура среды внутри и снаружи камеры около j -го элемента ограждения, °С.

Тепловые потери через пол лесосушильной камеры малой мощности (ширина камеры $b \leq 4$ м), расположенной непосредственно на грунте $Q_{пол}$, кВт, определяют по формуле

$$Q_{пол} = 4 \cdot 10^{-4} F_{пол} (t_k - t_{нар})$$

При расчете расхода тепла на компенсацию тепловых потерь в камерах периодического действия температуру среды в камере t_k следует принимать равной температуре агента сушки, соответствующей расчетной ступени режима.

Величина коэффициента теплопередачи многослойных ограждений k зависит от толщины ограждения и материалов многослойной конструкции. В табл. приведены ориентировочные значения коэффициента k теплопередачи через ограждающие конструкции камер различного исполнения.

Суммарные потери тепла через ограждения и полы камер $Q_{ном}$, кВт, определяются по формуле

$$Q_{ном} = Q_{огр} + Q_{пол}$$

Величину удельных потерь (на 1 кг испаряемой влаги) $q_{ном}$, кДж/кг, рассчитывают по формуле

$$q_{ном} = \frac{3600 Q_{ном}}{M_{ср.ч.}}$$

Таблица
Коэффициенты k , Вт/(м²·°С), теплопередачи ограждений некоторых лесосушильных камер

| Тип ограждения | Значение коэффициента k |
|--|---------------------------|
| Ограждения стационарных камер периодического действия в железобетонном исполнении | 0,8 |
| Ограждения сборно-металлических камер периодического действия с заполнением минеральной ватой с двусторонней обшивкой металлическим листом | 0,7 |
| Двери одинарные с двусторонней обшивкой металлическим листом и с заполнением внутреннего пространства минеральной ватой | 0,9 |

Полный удельный расход тепла на сушку пиломатериалов $q_{суш}$, кДж/кг, подсчитывают для зимних и среднегодовых условий и складывают из отдельных статей затрат

$$q_{суш} = (q_{пр} + q_{исп} + q_{ном}) c_1.$$

где c_l – коэффициент, учитывающий дополнительные неучтенные расходы тепла на влаготеплообработку, подогрев камеры, транспортных средств, оборудования и пр. (принимают для зимних условий $c_l = 1,3$; для среднегодовых условий $c_l = 1,1$).

В расчёте на 1 м^3 высушиваемых пиломатериалов расход теплоты, ГДж/м³, определяют по выражению (для среднегодовых условий)

$$Q_{\text{суш.1м}^3} = q_{\text{суш}} M_{1\text{м}^3} 10^{-6}$$

Этот показатель используют в основном при технико-экономических расчётах, нормировании расхода тепла на камерную сушку пиломатериалов.

9.2. Методические указания по выполнению курсовой работы

Тема: Расчет и проектирование сушильного цеха с использованием лесосушильных камер периодического (непрерывного) действия.

Цель: Научиться проектировать сушильные установки и сушильные цеха.

В состав курсовой работы входят пояснительная записка и графическая часть.

Структура пояснительной записки:

Введение.

1. Технологический расчет цеха.
2. Тепловой расчет сушильных камер
3. Описание технологии сушки пиломатериалов.

Заключение.

Основная тематика: проектирование лесосушильных цехов, расчет необходимого количества камер, выбор режима сушки.

Курсовая работа выполняется обучающимися на основе индивидуального задания. Руководствуясь заданием, обучающийся должен выполнить работу, состоящую из расчетно-пояснительной записки и графической части. Для выполнения курсовой работы следует применять знания, полученные при выполнении практических работ по дисциплине:

- технологический расчет - практическая работа №1;
- тепловой расчет сушильных камер - практические работы № 2; № 3, № 4 и № 5.

Рекомендуемая литература

Акишенков С. И. Расчет и проектирование паровоздушных лесосушильных камер: Учебное пособие / Акишенков С. И. -Л.:ЛТА, 1984г.-76с.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – преподаватель использует для:

- получения информации при подготовке к занятиям,
- создания презентационного сопровождения лекций;
- работы в электронной информационной среде;
- пакет прикладных программ Microsoft Imagine Premium, включая перечень программного обеспечения, информационных справочных систем

**11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

| <i>Вид занятия (Лк, ПЗ, Кр, ЛР, СР)</i> | <i>Наименование аудитории</i> | <i>Перечень основного оборудования</i> | <i>№ Лк, ПЗ, ЛР</i> |
|---|---|--|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Лк | Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения | Маркерная доска, проектор, экран | Лк № 1-17 |
| ПЗ | Лаборатория механических испытаний древесины и древесных материалов | Маркерная доска, проектор, экран | ПЗ №1-№5 |
| ЛР | Лаборатория механических испытаний древесины и древесных материалов | Весы лабораторные ЕК 6000Н; шкаф сушильный CNOL 58/350; секундомер; электровлагомер VIVA 32; штангенциркуль; линейка металлическая; эксикатор. | ЛР №1-№ 8 |
| КР | Читальный зал № 1 | 10 ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D - | - |
| СР | | | |

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

| № компетенции | Элемент компетенции | Раздел | Тема | ФОС |
|----------------------|---|---|--|------------------------------------|
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке | 1.1 Свойства обрабатываемой среды. 1.2 Свойства древесины. | <i>Вопросы к экзамену 1.1-1.2</i> |
| | | 2. Процессы тепловой обработки древесины | 2.1 Физические закономерности и расчеты процессов нагревания. 2.2 Технология и оборудование. | <i>Вопросы к экзамену 1.3-1.7</i> |
| | | 3. Процессы сушки древесины | 3.1 Сведения о процессах сушки древесины. 3.2 Сушильные камеры периодического и непрерывного действия. 3.3 Проектирование устройств для гидротермической обработки древесины. 3.4 Атмосферная сушка пиломатериалов. 3.5 Специальные способы сушки и ротационное обезвоживание. | <i>Вопросы к экзамену 1.8-1.10</i> |
| | | 4. Процессы пропитки древесины | 4.1 Методы и средства защиты древесины. 4.2 Технология и оборудование пропитки древесины. | <i>Вопросы к экзамену 1.11-1.2</i> |
| ПК-1 | способность организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке | 1.1 Свойства обрабатываемой среды. 1.2 Свойства древесины. | <i>Вопросы к экзамену 2.1-2.2</i> |
| | | 2. Процессы тепловой обработки древесины | 2.1 Физические закономерности и расчеты процессов нагревания. 2.2 Технология и оборудование. | <i>Вопросы к экзамену 2.3-2.7</i> |

| | | | | |
|------|---|--|--|-------------------------------------|
| | | 3. Процессы сушки древесины | 3.1 Сведения о процессах сушки древесины. 3.2 Сушильные камеры периодического и непрерывного действия. 3.3 Проектирование устройств для гидротермической обработки древесины. 3.4 Атмосферная сушка пиломатериалов. 3.5 Специальные способы сушки и ротационное обезвоживание. | <i>Вопросы к экзамену 2.8-2.11</i> |
| | | 4. Процессы пропитки древесины | 4.1 Методы и средства защиты древесины. 4.2 Технология и оборудование пропитки древесины. | <i>Вопросы к экзамену 2.12-2.13</i> |
| ПК-4 | готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке | 1.1 Свойства обрабатываемой среды. 1.2 Свойства древесины. | <i>Вопросы к экзамену 3.1-3.2</i> |
| | | 2. Процессы тепловой обработки древесины | 2.1 Физические закономерности и расчеты процессов нагревания. 2.2 Технология и оборудование. | <i>Вопросы к экзамену 3.3-3.6</i> |
| | | 3. Процессы сушки древесины | 3.1 Сведения о процессах сушки древесины. 3.2 Сушильные камеры периодического и непрерывного действия. 3.3 Проектирование устройств для гидротермической обработки древесины. 3.4 Атмосферная сушка пиломатериалов. 3.5 Специальные способы сушки и ротационное обезвоживание. | <i>Вопросы к экзамену 3.7-3.10</i> |
| | | 4. Процессы пропитки древесины | 4.1 Методы и средства защиты древесины. 4.2 Технология и оборудование пропитки древесины. | <i>Вопрос к экзамену 3.11</i> |

2. Экзаменационные вопросы

| № п/п | Компетенции | | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ | № и наименование раздела | | | | | |
|-------|-------------|---|---|--|--|---|------------------------------|---------------------------------|--|
| | Код | Определение | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |
| 1. | ОК-7 | способность самоорганизации самообразованию | к | <p>1. Атмосферный воздух и его параметры.</p> <p>2. Агенты обработки в гидротермических процессах. Свойства водяного пара.</p> <p>3. Состояние влаги в древесине, гигроскопичность, устойчивая, равновесная влажность. Понятие гистерезиса, сорбции.</p> <p>4. Температурные и влажностные деформации древесины.</p> <p>5. Способы нагревания древесины. Нагревание древесины без изменения агрегатного состояния влаги в ней.</p> <p>6. Тепловые и электрические свойства древесины.</p> <p>7. Камеры с аэродинамическим нагревом.</p> <p>8. Проваривание древесины. Технология, оборудование.</p> <p>9. Физические явления, протекающие при сушке древесины.</p> <p>10. Движение влаги в древесине под действием градиента влагосодержания, температуры, давления.</p> <p>11. Планирование и учет работы сушильных цехов. Производительность сушильных камер.</p> <p>12. Классификации способов пропитки древесины. Физическая сущность капиллярной, диффузионной пропитки и пропитки под давлением.</p> | 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке. | | | | |
| | | | и | | | 2. Процессы тепловой обработки древесины. | | | |
| | | | | | | | 3. Процессы сушки древесины. | | |
| | | | | | | | | 4. Процессы пропитки древесины. | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 2. | ПК-1 | способность организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, деревоперерабатывающих производствах в | 1. Id-диаграмма. | 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке. | | | | | |
| | | | 2. Параметры топочных газов. Idс,- диаграмма. | | | | | | |

| | | | | |
|-----------|------|---|---|--|
| | | соответствии с поставленными задачами | <p>3. Камеры непрерывного действия с противоточной циркуляцией сушильного агента.</p> <p>4. Способы формирования сушильных штабелей, оборудование и транспортирование сушильных штабелей.</p> <p>5. Варианты планировок сушильных цехов.</p> <p>6. Цикл и режимы камерной сушки п./м.</p> <p>7. Начальный прогрев и влаготеплообработка в процессе камерной сушки.</p> <p>8. Механизмы низкотемпературного процесса сушки.</p> <p>9. Механизмы типичного высокотемпературного процесса сушки.</p> <p>10. Напряжения и деформации в древесине при сушке.</p> <p>11. Атмосферная сушка. Типы штабелей. Планировка складов. Проведение и организация сушки, оборудование.</p> <p>12. Промышленные способы пропитки.</p> <p>13. Технологические схемы и оборудование автоклавной пропитки.</p> | <p>2. Процессы тепловой обработки древесины.</p> <p>3. Процессы сушки древесины.</p> <p>4. Процессы пропитки древесины.</p> |
| 3. | ПК-4 | готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | <p>1. Процессы нагревания и охлаждения воздуха.</p> <p>2. Процессы смешивания воздуха 2-х состояний.</p> <p>3. Атмосферная сушка. Типы штабелей. Планировка складов. Проведение и организация сушки, оборудование.</p> <p>4. Категории и показатели качества сушки. Дефекты сушки.</p> <p>5. Сушка шпона. Классификация сушилок. Роликовые сушики, устройства.</p> <p>6. Сушка измельченной древесины. Классификация сушилок. Барабанные сушилки.</p> | <p>1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке.</p> <p>2. Процессы тепловой обработки древесины.</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--|---------------------------------|
| | | | 7. Контроль внутренних напряжений при камерной сушке. | 3. Процессы сушки древесины. |
| | | | 8. Принципы осуществления рациональных режимов сушки и сравнение режимов. | |
| | | | 9. Расход теплоты на сушку. Экономичность процессов сушки. | |
| | | | 10. Области применения сушильных камер, их технико-экономические показатели. | |
| | | | 11. Химические средства защиты. Классификация, требования к свойствам. | 4. Процессы пропитки древесины. |

1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

| Показатели | Оценка | Критерии |
|--|----------------------------|---|
| <p>Знать (ОК-7): - цели, сущности и способы осуществления основных технологических процессов производства лесных материалов, полуфабрикатов и изделий из древесины</p> <p>(ПК-1): - способы и оборудование технологических процессов производства лесоматериалов, полуфабрикатов</p> <p>(ПК-4): - сущности, способы осуществления основных технологических процессов производства лесных материалов, полуфабрикатов и изделий из древесины</p> <p>Уметь (ОК-7): - производить оценку свойств древесных материалов, используя современную испытательную аппаратуру, используя методы анализа.</p> <p>(ПК-1): - производить оценку свойств древесных материалов, используя</p> | отлично | Обучающийся демонстрирует глубокое и прочное усвоение программного материала. Четко и последовательно излагает материал. |
| | хорошо | Обучающийся демонстрирует твердое знание материала. Излагает материал грамотно и по существу. |
| | удовлетворительно | Обучающийся демонстрирует знания только основного материала. При изложении материала допускает неточности. |
| | неудовлетворительно | Обучающийся демонстрирует отсутствие знания значительной части программного материала. При изложении материала допускает существенные ошибки. |

| | | |
|--|--|--|
| <p>справочную литературу, правильно выбрать оборудование.</p> <p>(ПК-4):</p> <p>-выполнить расчет основных технологических параметров деревообрабатывающего оборудования.</p> <p>Владеть</p> <p>(ОК-7):</p> <p>- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p> <p>(ПК-1):</p> <p>- методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению.</p> <p>(ПК-4):</p> <p>методами осуществления технического контроля и разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.</p> | | |
|--|--|--|

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина «Гидротермическая обработка и консервирование древесины» направлена на приобретение у обучающихся теоретических знаний в области деревообрабатывающей промышленности и охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской производственно-технологической деятельности бакалавра.

Изучение дисциплины «Гидротермическая обработка и консервирование древесины» предусматривает:

- лекции,
- практические занятия;
- лабораторные работы;
- курсовая работа
- экзамен.

С целью определения уровня овладения компетенциями, закрепленными за дисциплиной, в заданные преподавателем сроки проводится текущий контроль знаний, умений и навыков каждого обучающегося, выполнение контрольной работы и аттестация по итогам освоения дисциплины. Текущий контроль проводится на аудиторных занятиях с целью определения качества усвоения материала по окончании изучения очередной учебной темы в следующих формах: письменный опрос, тестирование.

Аттестация по итогам освоения дисциплины.

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен (шестой семестр). На экзамене обучающимся предлагается ответить на 2 вопроса билета, составленного из вопросов, примеры которых приведены в приложении 1 табл.2. На подготовку к ответу на билет студентам выделяется от 30 до 40 минут. На все вопросы студент готовит письменный конспективный ответ, который затем докладывает преподавателю.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о гидротермической обработке и консервировании древесины.

Самостоятельную работу необходимо начинать с проработки теоретического материала по пройденной теме.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

АННОТАЦИЯ

рабочей программы дисциплины

Гидротермическая обработка и консервирование древесины

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения является: формирование у студентов комплекса знаний по теории, организации и проведению процессов гидротермической обработки и консервирования древесины.

Задачи изучения дисциплины является подготовить студентов к будущей профессиональной деятельности в области гидротермической обработки и консервирования древесины.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: лекции 34 час. практические занятия 17 час., лабораторные работы 34 час, самостоятельная работа 59 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетных единиц

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке.
2. Процессы тепловой обработки древесины.
3. Процессы сушки древесины.
4. Процессы пропитки древесины.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7- способность к самоорганизации и самообразованию деятельности.

ПК-1- способность организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами.

ПК-4-готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен, Кр

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

(Ф.И.О.)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

| № компетенции | Элемент компетенции | Раздел | Тема | ФОС |
|---------------------------------------|---|---|--|------------------------------------|
| ОК-7 | способность к самоорганизации и самообразованию | 1. Свойства обрабатываемой среды и древесины, имеющие значение при гидротермической обработке | Изучение свойств влажного воздуха и методы контроля его параметров | <i>Вопросы к защите ЛР</i> |
| | | | Расчетные параметры сушильного агента | <i>Вопросы к защите ПЗ</i> |
| | | 3. Процессы сушки древесины | Ротационная сушка древесины | <i>Вопросы к защите ЛР</i> |
| ПК-1 | способность организовывать и контролировать технологические процессы на лесозаготовительных, деревоперерабатывающих производствах в соответствии с поставленными задачами | 2. Процессы тепловой обработки древесины | Изучение процесса нагревания (охлаждения) древесины | <i>Вопросы к защите ЛР</i> |
| | | | 3. Процессы сушки древесины | Определение массы испаряемой влаги |
| | | Определение параметров воздухообмена и расчет приточно-вытяжных каналов | | <i>Вопросы к защите ЛР</i> |
| | | Определение усушки и коэффициента усушки | | |
| Измерение влажности древесины и шпона | | | | |
| ПК-4 | готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения | 3. Процессы сушки древесины | Расчет и проектирование сушильного цеха с использованием лесосушильных камер периодического (непрерывного) действия. | <i>Вопросы к защите Кр</i> |
| | | | Пересчет объема фактического пиломатериала в объем условного материала | <i>Вопросы к защите ПЗ</i> |
| | | | Определение расхода тепла на сушку | |
| | | | Построение кривых сушки и скорости сушки древесины | <i>Вопросы к защите ЛР</i> |
| | | Определение показателей качества сушки пиломатериала | | |
| 4. Процессы пропитки древесины | Изучение способов пропитки древесины | <i>Вопросы к защите ЛР</i> | | |

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

| Показатели | Оценка | Критерии |
|---|----------------------------|---|
| <p>Знать (ОК-7): -цели, сущности и способы осуществления основных технологических процессов производства лесных материалов, полуфабрикатов и изделий из древесины</p> <p>(ПК-1): -способы и оборудование технологических процессов производства лесоматериалов, полуфабрикатов</p> <p>(ПК-4): - сущности, способы осуществления основных технологических процессов производства лесных материалов, полуфабрикатов и изделий из древесины</p> <p>Уметь (ОК-7): - производить оценку свойств древесных материалов, используя современную испытательную аппаратуру, используя методы анализа.</p> <p>(ПК-1): - производить оценку свойств древесных материалов, используя справочную литературу, правильно выбрать оборудование.</p> <p>(ПК-4): -выполнить расчет основных технологических параметров деревообрабатывающего оборудования.</p> <p>Владеть (ОК-7): - методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.</p> <p>(ПК-1): - методами анализа причин возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции и разработки мероприятий по их предупреждению.</p> <p>(ПК-4): методами осуществления технического контроля и разработки технической документации по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего производства.</p> | отлично | Обучающийся демонстрирует глубокое и прочное усвоение программного материала. Четко и последовательно излагает материал. |
| | хорошо | Обучающийся демонстрирует твердое знание материала. Излагает материал грамотно и по существу. |
| | удовлетворительно | Обучающийся демонстрирует знания только основного материала. При изложении материала допускает неточности. |
| | неудовлетворительно | Обучающийся демонстрирует отсутствие знания значительной части программного материала. При изложении материала допускает существенные ошибки. |

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств от «20» октября 2015 г. № 1164

для набора 2016 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» июня 2016 г. № 429

для набора 2018 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «12» марта 2018 г. № 130

Программу составил:

Челышева Ирина Николаевна, доцент, к.т.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ВиПЛР от « 25 » декабря 2018 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ Иванов В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Иванов В.А.

Директор библиотеки _____ _Сотник Т.Ф

Рабочая программа одобрена методической комиссией лесопромышленного факультета от « 27 » декабря 2018 г., протокол № 4.

Председатель методической комиссии факультета _____ Сыромаха С.М.

Начальник
учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____

(методический отдел)