

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БРАТСКИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ КОЛЛЕДЖ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Специальность 35.02.04
«Технология комплексной переработки древесины»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПРАКТИКУМ

по дисциплине
«МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ»

Братск 2019

Составила (разработала) Юдинцева Г.Н., преподаватель кафедры химико-механических дисциплин

Рассмотрено на заседании кафедры химико-механических дисциплин

«_____» _____ 20__ г. _____

Одобрено и утверждено редакционным советом

«_____» _____ 20__ г. № _____

Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа № 1 Основные разрезы и строение ствола дерева.....	5
Лабораторная работа № 2 Внешние признаки коры распространенных древесных пород.....	8
Лабораторная работа № 3 Ядро и заболонь распространенных древесных пород.....	10
Лабораторная работа № 4 Годичные слои, ранняя и поздняя древесина.....	12
Лабораторная работа № 5 Сердцевинные лучи, сердцевина. Определение породы древесины по макропризнакам.....	15
Лабораторная работа № 6, 7 Микроскопическое строение древесины хвойных и лиственных пород.....	18
Лабораторная работа № 8 Определение влажности древесины.....	24
Лабораторная работа № 9 Классификация, измерение и определение сучков.....	28
Лабораторная работа № 10 Определение и учет трещин и пороков формы ствола.....	31
Лабораторная работа № 11 Пороки строение древесины.....	35
Лабораторная работа № 12 Определение и учет грибных поражений и химических окрасок.....	39
Лабораторная работа №13 Анализ канифоли.....	42
Практическая работа № 1 Решение задач по физическим свойствам древесины...45	
Практическая работа № 2 Усушка и разбухание.....	51
Практическая работа № 3 Испытание древесины на сжатие вдоль волокон.....	57
Практическая работа № 4 Испытание древесины на статический изгиб.....	60
Заключение.....	63
Список использованных источников.....	64
Приложение А.....	65

Введение

Общепрофессиональная дисциплина «Материаловедение и древесиноведение» предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников среднего профессионального образования и является специальной для студентов специальности 250405 «Технология комплексной переработки древесины».

Древесиноведение – наука о свойствах древесины как материала и методах ее исследования. Раздел дисциплины «Древесиноведение» включает темы: макроскопическое и микроскопическое строение древесины; физические, механические и химические свойства древесины; влияние различных факторов на строение и свойства древесины; пороки древесины; особенности строения и свойств отдельных пород древесины и их промышленное использование. Изучение этих свойств необходимо для решения проблемы рационального использования древесины, повышения качества выпускаемой продукции.

Дисциплина «Материаловедение и древесиноведение» необходима для успешного усвоения других специальных дисциплин, связанных с технологией комплексной переработки древесины.

Курс дисциплины включает 30 часов лабораторных и практических занятий, задачей которых является закрепление теоретических знаний и подготовка к сдаче экзамена, а также приобретение и совершенствование практических навыков.

В данном пособии разработаны методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по перечисленным темам. Для защиты лабораторных работ предлагаются контрольные вопросы.

Приложение А содержит таблицы с макроскопическими признаками древесины для определения пород.

Лабораторная работа №1

Тема: *Основные разрезы и строение ствола дерева.*

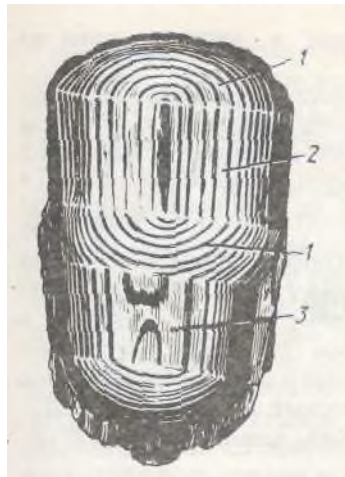
Цель: *Экспериментальным путём изучить основные разрезы и части ствола дерева.*

Приборы и материалы: *плакат с изображением основных разрезов ствола, лупа, чертёжные принадлежности, образцы древесины.*

Общие сведения

В растущем дереве можно выделить три части: **крону, ствол и корни**. При жизни дерева каждая из этих частей выполняет различные функции и имеет различное промышленное значение.

В связи с неодинаковыми свойствами по разным структурным направлениям древесину изучают на трёх главных разрезах ствола: **поперечном (торцовом), радиальном и тангенциальном**. Главные разрезы ствола представлены на рисунке 1.



1 – поперечный или торцовый разрез;

2 – радиальный разрез;

3 – тангенциальный разрез.

Рисунок 1 – Главные разрезы ствола

На поперечном разрезе можно видеть три основные части ствола: **сердцевину, древесину и кору**. Между древесиной и корой располагается тонкий и невидимый невооруженным глазом слой образовательной ткани – **камбий**. Поперечный разрез ствола представлен на рисунке 2.

Ход работы

1. Изучить по плакату основные разрезы ствола дерева: как проходит секущая плоскость разреза относительно оси ствола, и какой вид имеет древесина на срезе. Запомнить названия основных разрезов ствола.



- 1 – сердцевина;
- 2 – ядро;
- 3 – заболонь;
- 4 – кора.

Рисунок 2 – Поперечный разрез ствола

2. Привести в лабораторном журнале определение каждого разреза и описать, как их получают. Зарисовать разрезы.

3. Изучить части ствола дерева на поперечном разрезе и запомнить их названия. Зарисовать поперечный разрез ствола, выносными линиями показать все его части и сделать поясняющие надписи. Кратко описать роль и назначение каждой части ствола.

4. Последовательно изучить на натуральных образцах (сосны, кедра, ели, лиственницы, пихты, берёзы, дуба) поперечный, радиальный и тангенциальный разрезы различных древесных пород. Сравнить и сделать вывод о различиях их строения.

5. На основании проведённых наблюдений дать краткую характеристику основных разрезов и частей ствола рассмотренных древесных пород. Результаты наблюдений записать в лабораторный журнал (таблица 1).

6. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 1 – Результаты наблюдений

Порода древесины	Эскиз и краткая характеристика строения ствола древесных пород на основных разрезах		
	поперечный разрез	радиальный разрез	тангенциальный разрез

Контрольные вопросы

1. Части растущего дерева.
2. Крона, её функции и промышленное значение.
3. Ствол, его функции и промышленное значение.

4. Корни, их функции и промышленное значение.
5. Главные разрезы ствола. Определения.
6. Основные части ствола, их характеристика и функции.
7. Что представляет собой камбий? Какую роль он выполняет в растущем дереве?

Лабораторная работа №2

Тема: *Внешние признаки коры распространенных древесных пород.*

Цель: *Экспериментальным путём изучить цвет и характер поверхности коры распространенных древесных пород.*

Приборы и материалы: *луна, коллекция образцов коры различных пород.*

Общие сведения

Породу дерева нетрудно определить по внешнему виду **коры**. Цвет коры значительно темнее цвета древесины, что хорошо видно на поперечном разрезе ствола, где кора имеет форму кольца. У различных пород цвет коры неодинаковый. Например, у березы он белый с черными пятнами, у осины он зеленовато-серый, у дуба от серовато-коричневого до темно-серого, у пихты – светло-серый, у ели от серовато-бурого до темно-бурого, у сосны от темно-бурого до золотистого. С возрастом цвет наружной поверхности коры, как правило, меняется, однако у некоторых пород остаются неизменными, например у березы. Кора молодых деревьев гладкая и тонкая, зрелых деревьев – толстая, покрытая трещинами. Толщина коры уменьшается по направлению от корня к вершине.

По характеру поверхности кора может быть гладкой, с трещинами, бороздчатой, чешуйчатой, волокнистой и бородавчатой. Поверхность коры березы гладкая; дуба – бороздчатая, покрытая глубокими продольными и поперечными бороздками; сосны – чешуйчатая, причем чешуйки легко отслаиваются одна от другой; у можжевельника – волокнистая, отслаивающаяся длинными продольными лентами; у бересклета – бородавчатая; на старых лиственницах и соснах чешуйчато – бородавчатая.

В толстой коре зрелых деревьев через лупы и даже невооруженным глазом нетрудно различить два слоя. Внешний слой называется **коркой**. Корка предохраняет камбий от механических повреждений, резких перемен температуры и других неблагоприятных воздействий среды. Внутренний тонкий слой, прилегающий к камбию, называется **лубом**. Луб проводит воду с органическими веществами, выработанными в листьях в результате фотосинтеза, вниз по стволу.

Ход работы

1. Изучить по плакату внешние признаки коры различных древесных пород, обратить внимание на цвет и характер её поверхности.
2. Изучить внешние признаки коры по образцам коллекции: внимательно осмотреть каждый образец, запомнить цвет и характер поверхности коры различных пород.

3. Внимательно осмотреть кору, в лабораторном журнале зарисовать цветными карандашами кору некоторых пород.

4. Записать в лабораторный журнал результаты наблюдений (таблица 2) внешних признаков коры древесных пород.

5. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 2 – Результаты наблюдений

Порода древесины	Внешние признаки коры древесных пород		
	цвет (эскиз)	характер поверхности	хрупкость, эластичность

Контрольные вопросы

1. Назовите основные части ствола.
2. Из каких частей состоит кора?
3. Кора, её характеристика и функции.
4. Луб, его характеристика и функции.
5. Характер поверхности коры у распространённых древесных пород (на примерах из лабораторной работы).
6. Чем отличаются характер поверхности и толщина коры у молодых и зрелых деревьев?

Лабораторная работа №3

Тема: Ядро и заболонь распространенных древесных пород.

Цель: Экспериментальным путём определить наличие, цвет и размер, области расположения заболони и ядра у некоторых древесных пород; выявить различия между ядровыми и безъядровыми породам.

Приборы и материалы: лупа, чертёжные принадлежности, образцы древесины различных пород.

Общие сведения

Различают две категории пород – **ядровые** и **безъядровые**. Ядровые породы – это сосна, лиственница, кедр, тис, каштан, ясень, вяз, ильма, карагач, белая акация, платан, тополь, бархатное дерево, фисташка и другие. Древесина ядровых пород состоит из **ядра** и **заболони**. Безъядровые породы подразделяют на **спелодревесные** (ель, пихта, бук, осина) и **заболонные** (береза, липа, ольха, граб, самшит, груша). Древесина спелодревесных пород одинакового цвета по всему сечению ствола, центральная часть её отличается от периферической только меньшим содержанием влаги. Древесина заболонных пород одинакова как по цвету так и по содержанию влаги.

Породы древесины определяют по следующим признакам: наличие или отсутствие ядра, цвету ядра и заболони, размера заболони, переходу от заболони к ядру.

В отличие от настоящего **ложным ядром** называют потемнение центральной части ствола у некоторых безъядровых пород. Оно имеет вид пятна округлой, звездчатой или лопастной формы с нечетким, расплывчатыми границами. Ложное ядро порок древесины.

Ход работы

1. Осмотреть при дневном свете каждый из образцов, предназначенных для изучения, и определить наличие ядра. Если ядра нет, определить, какой породы образец – спелодревесной или заболонной. Уяснить различие между категориями пород, а также между спелодревесными и заболонными породами.

2. Определить цвет ядра и заболони образца, тщательно осмотреть его. Если нет ядра, определить цвет спелой или заболонной древесины. Например, дуб имеет резко выраженное ядро от светло – до темно – бурого цвета и желтовато – белую заболонь. У граба и березы ядра нет, цвет их древесины соответственно беловато – серый и белый с красноватым или желтоватым оттенком.

3. Измерить металлической линейкой по двум взаимно перпендикулярным диаметрам ширину заболони и ядра. На поперечном разрезе кольцо заболони бывает шириной от нескольких миллиметров (дуб, белая акация), до нескольких сантиметров (сосна, кедр).

4. Установить для ядровых пород характер перехода от ядра к заболони. Переход бывает резкий (дуб, лиственница, тис) и постепенный (платан и грецкий орех).

5. Описать в лабораторном журнале различие между ядровыми, спелодревесными и заболонными породами. Зарисовать поперечный разрез наиболее характерных пород.

6. Записать в лабораторном журнале результаты наблюдений (таблица 3) и изучения ядра и заболони древесины.

7. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 3 – Результаты наблюдений

Порода древесины (эскиз)	Характеристика макроскопических признаков древесины				
	цвет и размер ядра	цвет и размер заболони	характер перехода от ядра к заболони	цвет заболонной или спелодревесной древесины	категория породы

Контрольные вопросы

1. Ядро, его характеристика и функции.
2. Заболонь, её характеристика и функции.
3. Ядровые и безъядровые породы.
4. Спелая древесина. Спелодревесные породы.
5. Заболонный породы.
6. Ложное ядро.

Лабораторная работа №4

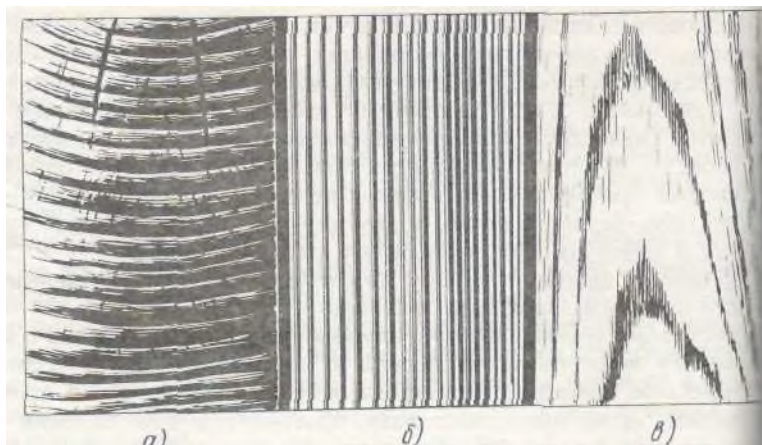
Тема: *Годичные слои, ранняя и поздняя древесина.*

Цель: *Экспериментальным путём изучить годичные слои, их видимость и очертание, цвет и резкость перехода между ранней и поздней древесиной распространенных древесных пород в пределах годичного слоя.*

Приборы и материалы: *луна, чертёжные принадлежности, образцы древесины.*

Общие сведения

На поперечном разрезе можно видеть концентрические кольца вокруг сердцевины, которые называются *годичными слоями* и представляют собой ежегодный прирост древесины. Годичные слои являются одним из признаков определения породы древесины. На радиальном разрезе годичные слои имеют вид продольных полос, на тангенциальном – извилистых линий. Вид годичных слоев на главных разрезах представлен на рисунке 3.



- а) поперечный разрез;
- б) радиальный разрез;
- в) тангенциальный разрез.

Рисунок 3 – Вид годичных слоев на главных разрезах древесины

Ширина годичных слоев зависит от породы, условий роста, положения в стволе. У быстрорастущих они широкие – до 1...1,5см, у других – узкие, до 1мм. В нижней части ствола узкие годичные слои, вверх по стволу ширина слоев увеличивается.

Каждый годичный слой состоит из двух частей: внутренней, обращенной к сердцевине, светлой и мягкой части – *ранней древесины* и наружной, обращенной к коре, темной и твердой – *поздней древесины*. Различие между ранней и поздней древесиной ясно выражено у3 хвойных и некоторых лиственных пород. Ранняя древесина образуется в начале лета и служит для проведения воды вверх по стволу; поздняя древесина откладывается к концу лета и выполняет механическую функцию. От

количества поздней древесины в годичном слое зависят плотность и механические свойства древесины.

Ход работы

1. Изучить по плакату годичные слои хвойных и лиственных пород на основных разрезах. Запомнить названия пород с хорошей и плохой видимостью годичных слоев, с плавным и волнистым их очертанием, обратить внимание на различие цвета и резкость перехода ранней древесины в позднюю для некоторых пород.

2. Осмотреть основные разрезы всех образцов, подлежащих изучению. Записать в журнал названия пород с хорошей и плохой видимостью годичных слоев.

3. Сравнить поперечные разрезы древесины различных пород. У большинства пород годичные слои плавной округлой формы (например, у сосны и ели), некоторым свойственна волнистость годичных слоев (тис, можжевельник, граб, ольха).

4. Рассмотреть через лупу отдельный годичный слой. Легко заметить, что каждый слой состоит из двух частей, отличающихся по цвету и плотности. Внутренняя часть слоя светлая и пористая (ранняя древесина), а наружная – темная и плотная (поздняя древесина). Различие между ранней и поздней древесиной ясно выражено у хвойных пород, менее заметно у лиственных кольцесосудистых пород и незаметно у лиственных рассеяннососудистых пород.

5. Определить, пользуясь лупой, на нескольких образцах резкость перехода ранней древесины в позднюю в пределах одного годичного слоя. У большинства пород наблюдается плавный переход ранней древесины в позднюю.

6. Зарисовать в журнале вид годичных слоев на основных разрезах ствола.

7. Записать в журнал (таблица 4) результаты изучения годичных слоев, ранней и поздней древесины различных пород.

8. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 4 – Результаты наблюдений

Порода древесины	Характеристика годичных слоев по внешним признакам						
	степень видимости	очертание на разрезах			цвет частей годичного слоя		переход ранней древесины в позднюю
		поперечный	радиальный	тангенциальный	ранняя древесина	поздняя древесина	

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой годовичные слои?
2. Характеристика годовичных слоев. Вид на разрезах.
3. Части годовичного слоя.
4. Характеристика и функции ранней древесины.
5. Характеристика и функции поздней древесины.

Лабораторная работа №5

Тема: Сердцевинные лучи, сердцевина. Определение породы древесины по макропризнакам.

Цель: Экспериментальным путём изучить видимость и размеры сердцевинных лучей различных пород древесины, размеры и форму сердцевины; научиться определять породу древесины по макроскопическим признакам.

Приборы и материалы: луна, чертёжные принадлежности, образцы древесины.

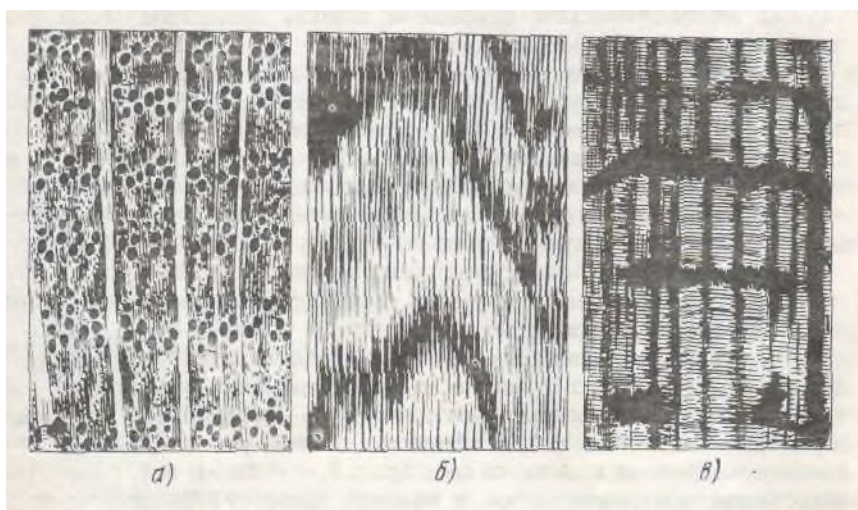
Общие сведения

На поперечном разрезе некоторых пород хорошо видны невооруженным глазом светлые, часто блестящие, направленные от сердцевины к коре линии – *сердцевинные лучи*. Сердцевинные лучи имеются у всех пород, но видны лишь у некоторых.

По ширине сердцевинные лучи могут быть *очень узкие*, не видны невооруженным глазом (у березы, осины и всех хвойных пород); *узкие*, трудно различимые (у клена, липы); *широкие*, хорошо видны невооруженным глазом на поперечном разрезе (у дуба, бука).

На радиальном разрезе сердцевинные лучи имеют вид блестящих широких или узких, коротких или длинных полосок или черточек и могут быть окрашены светлее или темнее окружающей древесины.

На тангенциальном разрезе они похожи на чечевички или имеют веретенообразную форму. Высота лучей колеблется от 50мм (у дуба) до десятых долей миллиметра (у хвойных пород).



- а) поперечный разрез;
- б) радиальный разрез;
- в) тангенциальный разрез.

Рисунок 4 – Вид сердцевинных лучей на главных разрезах древесины

В растущем дереве сердцевинные лучи служат для проведения воды в горизонтальном направлении и для хранения запасных питательных веществ.

Количество сердцевинных лучей зависит от породы: у лиственных пород их в 2 – 3 раза больше, чем у хвойных.

Серцевина на поперечном разрезе ствола имеет вид темного пятнышка диаметром 2...5 мм и состоит из мягких рыхлых тканей. Она редко расположена в центре ствола, чаще смещена в сторону. На радиальном разрезе сердцевина видна в виде прямой или извилистой темной узкой полоски.

Основные макроскопические признаки древесины для определения пород. Каждая древесная порода имеет характерные особенности, по которым ее можно отличить от другой. Основные знаками при определении породы по древесине являются: наличие ядра, ширина заболони и степень резкости перехода от ядра к заболони; степень видимости годичных слоев, разница между ранней и поздней древесиной; наличие и размеры сердцевинных лучей; размеры сосудов и характер их группировок; наличие сердцевинных повторений в древесине некоторых пород.

Для определения породы древесины необходимо знать и дополнительные признаки, к которым относятся цвет, блеск, текстура (рисунок), плотность и твердость.

Сначала необходимо установить, к какой группе древесных пород относится данный образец: хвойным, лиственным кольцесосудистым или лиственным рассеянососудистым.

К **хвойным породам** относятся такие, у которых хорошо заметны годичные слои вследствие того, что поздняя древесина темнее ранней. У хвойных пород нет сосудов, сердцевинные лучи очень узкие и невооруженным глазом не видны. Некоторые хвойные породы имеют смоляные ходы.

К **лиственным кольцесосудистым** относятся породы с хорошо заметными годичными слоями; в ранней древесине годичных слоев крупные сосуды образуют сплошное кольцо отверстий, хорошо видимое простым глазом, в плотной поздней древесине виден какой-либо рисунок, образованный скоплением мелких сосудов; сердцевинные лучи видны у большинства пород; все породы ядровые.

К **рассеянососудистым лиственным** относятся породы, у которых годичные слои видны плохо; сосуды, видимые на поперечном разрезе, не образуют сплошного кольца, а разбросаны равномерно по всей ширине годичного слоя. У некоторых видны сердцевинные лучи. Пользуясь Приложением А, можно определить породу древесины.

Ход работы

1. Изучить по схеме на основных разрезах ствола расположение сердцевинных лучей (первичные, вторичные). Зарисовать схему расположения сердцевинных лучей.

2. Рассмотреть лучи на всех основных разрезах образцов (видимость, ширина, вид на разрезах). Обратите внимание на окраску и блеск лучей.

3. Рассмотреть сердцевинные лучи у бука, дуба. У этих пород настоящие широкие лучи. Измерить масштабной линейкой длину на поперечном разрезе и высоту на радиальном.

Рассмотреть сердцевинные лучи на других породах с помощью лупы и измерить их.

4. Рассмотреть сердцевину на поперечном и радиальном разрезе, определить место ее расположения относительно центра поперечного сечения. Измерить линейкой диаметр сердцевины и установить ее форму.

Форма сердцевины у многих пород округлая или овальная, у ольхи – треугольная, у ясеня – четырехугольная, у тополя – пятиугольная, у дуба – в виде звездочки.

Рассмотреть сердцевину на радиальном разрезе: у хвойных пород она имеет вид ровной трубки, заполненной рыхлой тканью, у лиственных пород сердцевина извилистая.

5. Записать в лабораторном журнале результаты наблюдений (таблица 5).

6. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 5 – Результаты наблюдений

Порода древесины	Характеристика сердцевинных лучей и сердцевины			
	серцевинные лучи			форма, цвет и размеры сердцевины
	видимость	окраска	величина	

Контрольные вопросы

1. Что представляют собой сердцевинные лучи?
2. Какие бывают сердцевинные лучи?
3. Характеристика сердцевинных лучей, функции, вид на разрезах.
4. Особенности сердцевинных лучей хвойных и лиственных пород.
5. Что представляет собой сердцевина?
6. Характеристика сердцевины, вид на разрезах.

Лабораторная работа № 6,7

Тема: *Микроскопическое строение древесины хвойных и лиственных пород.*

Цель: *Экспериментальным путём изучить микроскопические признаки различных хвойных и лиственных пород, строение и функции отдельных элементов; выполнить сравнительный анализ микроскопического строения хвойных и лиственных пород.*

Приборы и материалы: *микроскоп, микроскопические срезы, лупа, чертёжные принадлежности, образцы древесины.*

Общие сведения

Клетки, образующие древесину, выполняют в растущем дереве различные функции и имеют разную форму и размеры. Все клетки можно отнести к двум типам: **паренхимные**, имеющие округлую или многогранную форму с примерно одинаковыми размерами по трем направлениям, и **прозенхимные** (мертвые), имеющие вид вытянутых по длине волокон с заостренными концами (длина больше ширины в несколько раз).

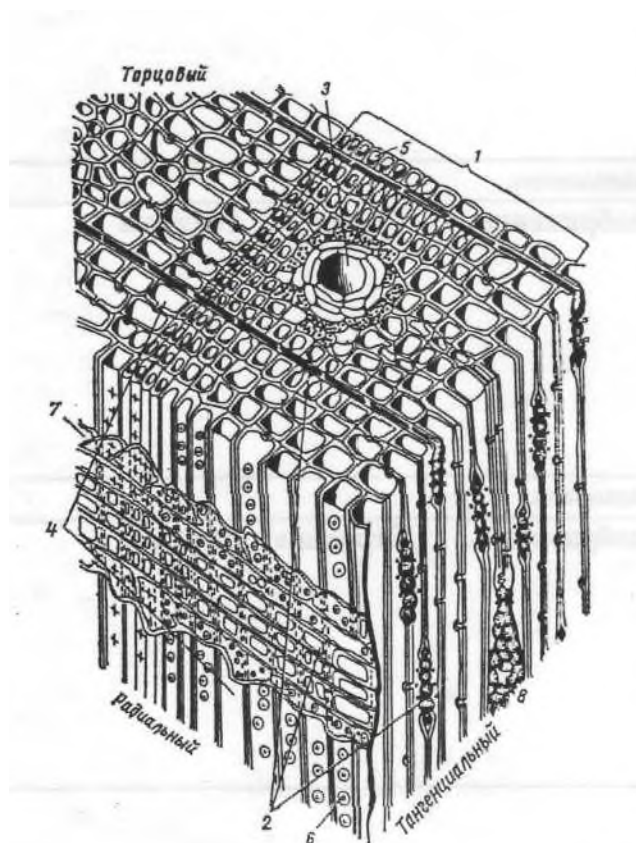
Клетки одинакового строения, выполняющие в растущем дереве одни и те же функции, образуют ткани древесины. По выполняемым функциям различают следующие ткани:

- Ø покровные – находятся в коре и выполняют защитную роль;
- Ø проводящие – находятся в стволе, проводят воду с питательными веществами, необходимыми для роста дерева (например, сосуды);
- Ø механические – находятся в стволе, играют механическую роль и придают устойчивость растущему дереву;
- Ø запасные – служат для отложения и хранения запасных питательных веществ, находящихся в стволе и корнях.

Строение древесины хвойных пород. Древесина хвойных пород имеет довольно простое и правильное строение и состоит в основном из трахеид (*прозенхимные клетки*), которые занимают 90 – 95% объема древесины. В пределах годичного слоя различают *ранние* и *поздние трахеиды*. **Ранние трахеиды** образуются весной, выполняют проводящую функцию и поэтому имеют широкие полости и узкие стенки. На поперечном разрезе трахеиды расположены правильными радиальными рядами. **Поздние трахеиды** образуются в конце лета, выполняют механическую функцию, вследствие чего у них узкие полости и толстые стенки. Количество пор на стенках ранних трахеид в три раза больше, чем на стенках поздних трахеид.

Паренхимные клетки в древесине хвойных пород образуют *сердцевинные лучи, смоляные ходы* и у отдельных пород – *древесную паренхиму*. **Сердцевинные лучи** у хвойных пород узкие; на поперечном разрезе состоят из одного ряда клеток, по высоте – из нескольких рядов. **Смоляные ходы** представляют собой узкие межклеточные каналы, заполненные смолой.

Смоляные ходы бывают *вертикальные* и *горизонтальные*. Схема микроскопического строения древесины сосны представлена на рисунке 5.



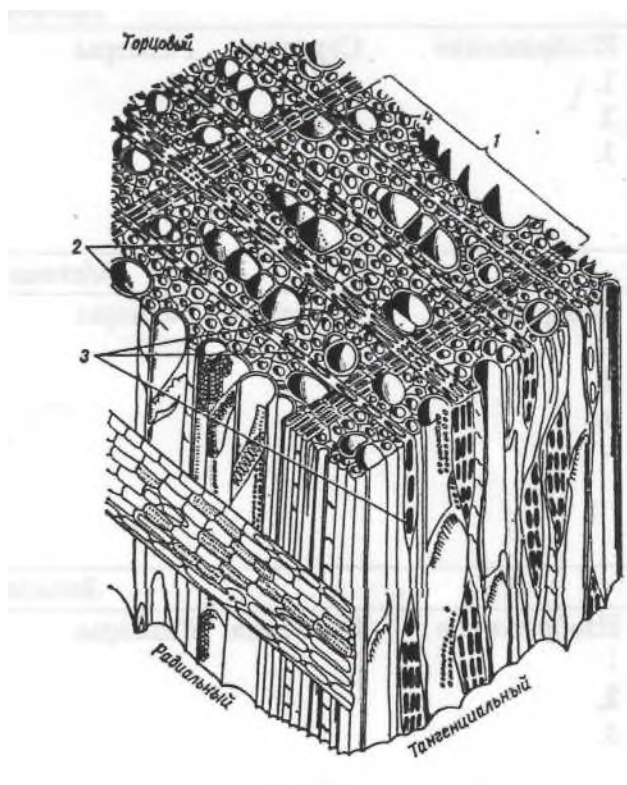
- 1 – годичный слой;
- 2 – сердцевинные лучи;
- 3 – вертикальный смоляной ход;
- 4 – ранние трахеиды;
- 5 – поздние трахеиды;
- 6 – окаймленная пора;
- 7 – лучевая трахеида;
- 8 – многорядный луч с горизонтальным смоляным ходом.

Рисунок 5 – Схема микроскопического строения сосны

Строение древесины лиственных пород. Древесина лиственных пород имеет более сложное строение. Водопроводящую функцию выполняют в основном *сосуды* и *сосудистые трахеиды*, механическую – *волокна либриформа* и *волокнистые трахеиды*, и запасящую – *паренхимные клетки*. Сосуды, волокна либриформа, волокнистые и сосудистые трахеиды являются *прозенхимными клетками* лиственных пород. Схема микроскопического строения березы представлена на рисунке 6. Элементы древесины лиственных пород представлены на рисунке 7.

Сосуды – основной водопроводящий элемент древесины лиственных пород. Они представляют собой трубки, образованные из ряда вытянутых клеток (члеников), у которых поперечные стенки (донца) частично или полностью растворены. Длина сосудов у отдельных пород

может достигать нескольких метров (до 2м и более у древесины дуба). Стенки сосудов тонкие, от нескольких сотых долей миллиметра до 0,5мм, но имеют утолщения. Неутолщенные места отдельных участков боковых стенок сосуда называются *порами* и служат для продвижения воды в соседние клетки.



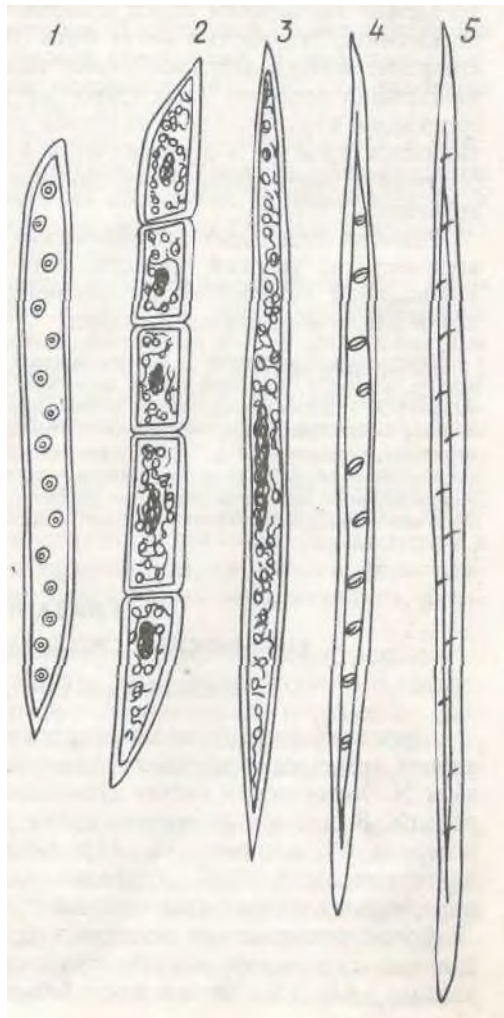
- 1 – годичный слой;
- 2 – сосуды;
- 3 – сердцевинные лучи;
- 4 – волокна либриформа.

Рисунок 6 – Схема микроскопического строения березы

Волокна либриформа – типичные элементы строения древесины лиственных пород, занимают до 76% общего объема и выполняют механическую функцию. Представляют собой длинные веретенообразные клетки с заостренными концами, толстыми клеточной стенками и малой (узкой) полостью. Длина волокон от 0,3 до 2мм, а толщина – от 0,02 до 0,05мм.

Сосудистые трахеиды – промежуточный элемент между сосудами и трахеидами, выполняют проводящую функцию. Отличаются от трахеид хвойных пород меньшей длиной.

Волокнистые трахеиды – переходный элемент от трахеид к волокнам либриформа, выполняют механическую функцию, поэтому их стенки сильно утолщены и имеют маленькую полость.



- 1 – сосудистая трахеида;
- 2 – тяж древесной паренхимы;
- 3 – веретенообразная клетка древесной паренхимы;
- 4 – волокнистая трахеида;
- 5 – волокно либриформа.

Рисунок 7 – Элементы древесины лиственных пород

Паренхимные клетки, выполняющие запасную функцию, в древесине лиственных пород главным образом образуют *сердцевинные лучи* и *древесную паренхиму*.

Сердцевинные лучи у лиственных пород развиты сильнее, чем у хвойных. По ширине они могут быть узкие однорядные, состоящие из одного ряда вытянутых по радиусу клеток, и широкие многорядные, состоящие по ширине из нескольких рядов клеток. По высоте сердцевинные лучи состоят из нескольких десятков рядов клеток (до 100 и более у дуба, бука). На тангенциальном разрезе однорядные лучи представлены в виде вертикальной цепочки клеток; многорядные лучи имеют форму чечевицы или веретена.

На рисунке 8 показаны различия в микроскопическом строении хвойных и лиственных пород.



Рисунок 8 – Различия в микроскопическом строении хвойных и лиственных пород

Ход работы

1. Внимательно изучить по рисункам 5 и 6 строение хвойных и лиственных пород, выяснить, как выглядят основные микроэлементы на радиальном, тангенциальном и поперечном разрезах.
2. Рассмотреть по рисунку 7 основные микроскопические элементы лиственных пород.
3. Пользуясь микроскопом, рассмотреть на натуральных образцах микроскопические срезы хвойных и лиственных пород, сравнить с рисунком 8, зарисовать в лабораторный журнал.
4. Выносными линиями обозначить основные элементы.
5. Заполнить таблицу 6 в лабораторном журнале. Дать сравнительную характеристику микроскопическим элементам хвойных и лиственных пород.
6. Сделать вывод о проделанной работе.
7. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 6 – Результаты наблюдений

Лиственные породы	Хвойные породы
Микроскопические элементы, выполняющие механическую функцию (клетки)	
Изображение. Строение. Размеры.	Изображение. Строение. Размеры.
1.	1.
2.	2.
3.	3.
Микроскопические элементы, выполняющие проводящую функцию (клетки)	
Изображение. Строение. Размеры.	Изображение. Строение. Размеры.
1.	1.
2.	2.
3.	3.
Микроскопические элементы, выполняющие запасную функцию (клетки)	
Изображение. Строение. Размеры.	Изображение. Строение. Размеры.
1.	1.
2.	2.
3.	3.

Контрольные вопросы

1. Типы клеток, образующих древесину.
2. Ткани древесины.
3. Прозенхимные клетки древесины хвойных пород. Характеристика. Функции. Строение.
4. Паренхимные клетки древесины хвойных пород. Характеристика. Функции. Строение.
5. Прозенхимные клетки древесины лиственных пород. Характеристика. Функции. Строение.
6. Паренхимные клетки древесины лиственных пород. Характеристика. Функции. Строение.
7. Строение клеточной стенки трахеиды.
8. Структурные компоненты древесины.

Лабораторная работа №8

Тема: *Определение влажности древесины.*

Цель: *Определить влажность древесины высушиванием.*

Приборы и материалы: *бюкс, сушильный шкаф, технические и аналитические весы, эксикатор, древесные опилки.*

Общие сведения

В растущем дереве вода необходима для жизни и роста, в срубленной древесине наличие воды нежелательно, так как приводит к ряду отрицательных явлений.

Содержание влаги в древесине характеризует **влажность**. Различают *относительную* и *абсолютную влажность*.

Относительной влажностью древесины называется отношение массы воды, находящейся в данном объеме древесины, к массе влажной древесины, выраженное в процентах:

$$W = (m_1 - m_2) / m_1, \quad (1)$$

где W – влажность древесины, %;

m_1 – масса образца влажной древесины, г;

m_2 – масса образца абсолютно сухой древесины, г.

Влажностью (абсолютной) древесины называется отношение массы воды, находящейся в данном объеме древесины, к массе абсолютно сухой древесины, выраженное в процентах:

$$W = (m_1 - m_2) / m_2, \quad (2)$$

где W – влажность древесины, %;

m_1 – масса образца влажной древесины, г;

m_2 – масса образца абсолютно сухой древесины, г.

В практике влажность определяют методом высушивания и приборами – электровлагомерами. Первый метод заключается в том, что пробу (образец) взвешивают на аналитических весах и высушивают в специальных сушильных шкафах до постоянной массы.

Второй способ, основанный на изменении электропроводности древесины в зависимости от ее влажности.

В древесине различают воду *связанную* (гигроскопическую) и *свободную* (капиллярную). **Свободная вода** заполняет полости клеток и пространства между клетками, а **связанная** пропитывает клеточные стенки. Свободная вода из древесины удаляется легко, удаление связанной воды требует дополнительных затрат энергии.

Общее количество воды в древесине складывается из свободной и связанной. Максимальное количество связанной воды составляет примерно 30% и мало зависит от породы древесины. Предельное количество свободной воды зависит от плотности, то есть от того, как велик объем пустот в древесине, который может быть заполнен водой.

Состояние древесины, при котором клеточные стенки содержат максимальное количество связанной воды, а в полостях клеток находится воздух, называется *пределом гигроскопичности* $W_{п.г.}$. Пределу гигроскопичности соответствует максимальная влажность клеточных стенок при увлажнении древесины в насыщенном водой воздухе и равная примерно 30% при температуре 20°C.

Предел насыщения клеточных стенок $W_{п.н.}$ – это максимальная влажность клеточных стенок, достигаемая при хранении древесины в воле. Для пород умеренного климата влажность при пределе насыщения клеточных стенок составляет примерно 30%.

При изменении количества гигроскопической воды размеры и свойства древесины значительно меняются.

Различают следующие степени влажности древесины: *мокрая* – длительное время находившаяся в воде, ее влажность выше 100%; *свежесрубленная* – влажность 50...10%; *воздушно-сухая* – долгое время хранившаяся на воздухе – 15...20% (в зависимости от климатических условий и времени года); *комнатно-сухая* – влажность 8...12% и *абсолютно сухая* – влажность древесины около 0%.

Содержание воды в стволе растущего дерева изменяется по высоте и радиусу ствола, а также в зависимости от времени года.

Влажность заболони сосны в три раза выше влажности ядра. У лиственных пород изменение влажности по диаметру более равномерное.

По высоте ствола влажность заболони у хвойных пород увеличивается вверх по стволу, а влажность ядра не изменяется. У лиственных пород влажность заболони не изменяется, а влажность ядра вверх по стволу снижается.

У молодых деревьев влажность выше и ее колебания в течении года больше, чем у старых деревьев. Наибольшее количество воды содержится в зимний период (ноябрь – февраль), минимальное – в летние месяцы (июль – август). Содержание воды в стволах изменяется в течении суток; утром и вечером влажность у деревьев выше, чем днем.

При длительном хранении срубленной древесины на воздухе или в помещении вода испаряется. При этом удаляется свободная влага, находящаяся в полостях клеток, а затем и связанная.

Усушкой называется уменьшение линейных размеров и объема древесины при высыхании. Усушка начинается с того момента, когда из древесины начнет удаляться связанная влага, то есть при снижении влажности древесины от предела насыщения клеточных стенок (30%) до абсолютно сухого состояния.

Влагопоглощением древесины называется ее способность увеличивать содержание связанной воды за счет поглощения паров воды из воздуха. Влагопоглощение зависит от температуры и относительной влажности воздуха. Поглощение воды из воздуха происходит постепенно, замедляясь до предела гигроскопичности. Влагопоглощение не зависит от породы древесины.

Влагопоглощение древесины относится к ее отрицательным свойствам. Для уменьшения влагопоглощения применяют различные способы защиты древесины: покрытие красками и лаками, термическую обработку, пропитку искусственными смолами.

Разбуханием называется увеличение линейных размеров и объема древесины при повышении содержания связанной воды. Это происходит при увлажнении древесины и представляет собой явление, обратное усушке. Разбухание наблюдается при увеличении влажности от нуля до предела насыщения клеточных стенок; увеличение свободной воды не вызывает разбухания.

Водопоглощение – способность древесины поглощать воду при непосредственном контакте с водой. При этом в древесине увеличивается содержание как связанной, так и свободной воды. При максимальной влажности клеточные стенки насыщены связанной, а полости – свободной водой.

Водопоглощение зависит от породы, начальной влажности, температуры, формы и размеров древесины. У пород с меньшей плотностью водопоглощение больше, так как больше объем полостей, которые могут быть заполнены свободной водой. Наоборот, чем больше плотность, тем меньше водопоглощение древесины. Водопоглощение ядра меньше, чем заболони.

Ход работы

Чистый пустой бюкс высушивают в сушильном шкафу при температуре $105 \pm 3^\circ\text{C}$ до постоянной массы, охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием и взвешивают с точностью до 0,0002г. Постоянная масса считается достигнутой, когда разница в массе при двух последовательных взвешиваниях станет 0,1% от исходной массы бюкса. Взятую с точностью до 0,0002г навеску около 1г опилок сушат в бюксе при температуре $105 \pm 3^\circ\text{C}$ в течение 3 – 4 часа, затем, плотно закрыв бюкс крышкой (перед тем как вынуть его из сушильного шкафа), охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Перед взвешиванием крышку бюкса на короткое время приоткрывают, чтобы уравнивать давление воздуха. Высушивание в течение 1 часа с последующим взвешиванием повторяют до достижения постоянной массы.

Расчет содержания влаги в образце производят по следующей формуле:

$$W = (m_1 - m_2) \cdot 100 / (m_1 - m_0) \quad (3)$$

где W – относительная влажность опилок, %;
 m_0 – масса пустого бюкса (с крышкой), г;
 m_1 – масса бюкса с навеской до высушивания, г;
 m_2 – масса бюкса с навеской после высушивания, г.

При выполнении анализов древесины для расчета содержания во взятой навеске абсолютно сухого материала удобнее пользоваться коэффициентом сухости материала.

Коэффициент сухости S – это отношение массы сухого материала к массе материала до высушивания; коэффициент сухости определяется по формуле:

$$S = (m_2 - m_0) / (m_1 - m_0) = (100 - W) / 100 \quad (4)$$

Для определения количества абсолютно сухого материала необходимо величину взятой воздушно-сухой навески умножить на коэффициент сухости.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения абсолютной и относительной влажности. Формулы.
2. Виды влаги, содержащейся в древесине. Характеристика.
3. Какое состояние древесины называется пределом гигроскопичности ($W_{п.г.}$)?
4. Что такое предел насыщения клеточных стенок ($W_{п.н.}$)?
5. Какие различают степени влажности?
6. Что называется усушкой? С какого момента она начинается?
7. Какая способность древесины называется влагопоглощением? От чего зависит влагопоглощение?
8. Что называется разбуханием?
9. Какая способность древесины называется водопоглощением? От чего зависит водопоглощение?
10. Методика определения влажности древесины высушиванием.

Лабораторная работа № 9

Тема: *Классификация, измерение и определение сучков.*

Цель: *Экспериментальным путем научиться определять виды и основные разновидности сучков; производить их измерение на образцах древесины.*

Приборы и материалы: *образцы древесины с наличием сучков, измерительная линейка, схемы измерения сучков.*

Общие сведения

Сучки – это основания ветвей, заключенные в древесине ствола. Сучки являются основным пороком древесины и основным сортообразующим признаком.

Сучки классифицируются по следующим признакам:

а) по форме:

- 1) круглые – $d_{\max} / d_{\min} < 2$;
- 2) овальные – $2 < d_{\max} / d_{\min} < 4$
- 3) продолговатые – $d_{\max} / d_{\min} > 4$

б) по взаимному расположению:

- 1) разбросанные – отстоят друг от друга по длине образца на расстоянии больше, чем его ширина;
- 2) групповые – находятся в количестве более двух штук на расстоянии менее ширины образца;
- 3) разветвленные – выходят из одной мутовки и встречаются у хвойных пород;

в) по степени срастания с окружающей древесиной ствола:

- 1) сросшиеся – годовичные слои срослись с окружающей древесиной более $3/4$ окружности сучка;
- 2) частично сросшиеся – годовичные слои сучка срослись на протяжении от $1/4$ до $3/4$ окружности сучка;
- 3) несросшиеся – годовичные слои срослись с окружающей древесиной менее $1/4$ окружности сучка;
- 4) выпадающие – не имеют связи с окружающей древесиной и при обработке выпадают;

г) по состоянию древесины:

- 1) здоровые – не имеют гнили, бывают светлые и темные;
- 2) загнившие – гниль занимает менее $1/3$ площади разреза сучка;
- 3) гнилые – гниль занимает более $1/3$ площади разреза сучка;
- 4) Табачные – древесина сучка прекратилась в трухлявую массу табачного цвета, при обработке выкрашиваются;

д) по расположению в пиломатериале:

- 1) пластовые;
- 2) кромочные;
- 3) ребровые;

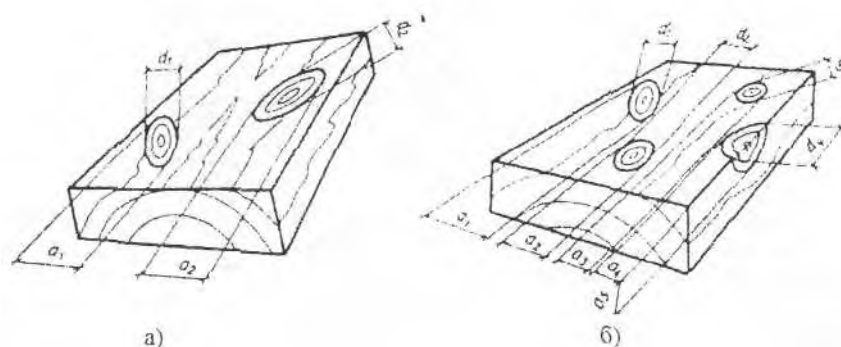
4) торцовые;

5) сшивные – выходят на противоположные стороны пиломатериалов.

Также сучки подразделяются на *односторонние*, выходящие на одну или две смежные стороны сортимента, и *сквозные*, выходящие на две противоположные стороны сортимента.

Сучки влияют на механические свойства древесины, нарушают ее целостность, затрудняют обработку древесины, вследствие повышенной твердости, затупляют режущий инструмент. Кроме того при варке целлюлозы наличие сучков приводит к непровару и образованию костры.

Способы измерения сучков представлены на рисунке 9.



а) измерение круглых и овальных сучков;

б) измерение ребровых и групповых, сшивных сучков.

Рисунок 9 – Измерение сучков

Ход работы

1. Изучить классификацию и характеристику сучков. Ознакомиться со способами измерения сучков.
2. Осмотреть образцы древесины, имеющие разные виды сучков.
3. Измерить сучки, определить их вид и разновидность.
4. Схемы измерения и результаты исследований занести в таблицу 7.
5. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 7 – Результаты измерения сучков

Эскизная зарисовка и схема измерения сучков	Характеристика сучков по видам классификации

Контрольные вопросы

1. Определение сучков.
2. Влияние сучков на качество и последующую обработку.
3. Виды сучков по форме.
4. Виды сучков по степени срастания с окружающей древесиной.
5. Виды сучков по взаимному расположению.

6. Виды сучков по состоянию древесины.
7. Измерение круглых и овальных сучков.

Лабораторная работа №10

Тема: *Определение и учет трещин и пороков формы ствола.*

Цель: *экспериментальным путем изучить основные виды трещин и пороков формы ствола; научиться определять их разновидности и производить их измерение.*

Приборы и материалы: *измерительная линейка, альбом пороков древесины, образцы древесины с наличием трещин и пороков формы ствола.*

Общие сведения

Трещины – это разрывы древесины вдоль волокон, образуются под действием внутренних напряжений в растущей или срубленной древесине. Трещины подразделяются на следующие виды:

Метиковые – представляют одну или несколько внутренних радиальных трещин. В длину достигают до 10м, возникают в растущем дереве. Метиковые трещины подразделяются на:

- простые – расположены по одному диаметру и в одной плоскости;
- сложные – две или несколько трещин расположены по разным диаметрам, под углом друг к другу, но в одной плоскости.

Второй вид сложных метиковых трещин – когда трещины идут по одному диаметру, но в разных плоскостях вследствие спирального искривления волокон.

Морозные – это радиальный, наружные трещины, возникающие в результате резкого перепада температур или удара молний. Иногда морозные трещины доходят до сердцевины.

Отлупные – это разрывы между годичными слоями, возникают из-за резкого перехода от мелкослойной древесины к крупнослойной. Отлупные трещины подразделяются на:

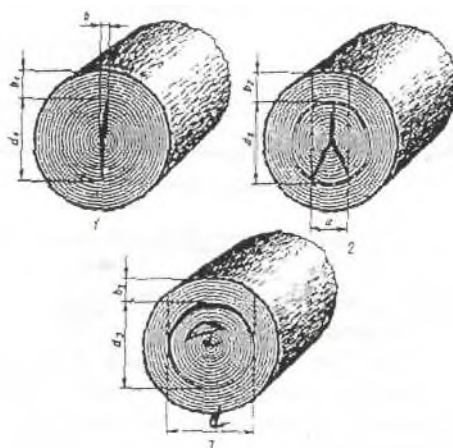
- частичные – занимают менее половины окружности годичного слоя;
- кольцевые – занимают более половины окружности годичного слоя, образуя кольцо.

Трещины усушки – возникают в срубленной древесине в процессе атмосферной или камерной сушки, относятся к радиальным трещинам. От морозных и метиковых трещин отличаются меньшей протяженностью и меньшей глубиной. По расположению в пиломатериале делятся на *торцовые, пластовые, кромочные*. По глубине: *неглубокие* (если глубина менее 1/10 от толщины сортимента, но не более 5 мм для пиломатериалов и не более 7 см для круглого леса), *глубокие* (глубина более 1/10), *сквозные* (выходят на две боковые стороны или на два торца сортимента) и *несквозные*.

Измерение трещин.

Метиковые трещины в круглых лесоматериалах измеряют по наименьшей толщине сердцевиной вырезки или по диаметру, в который

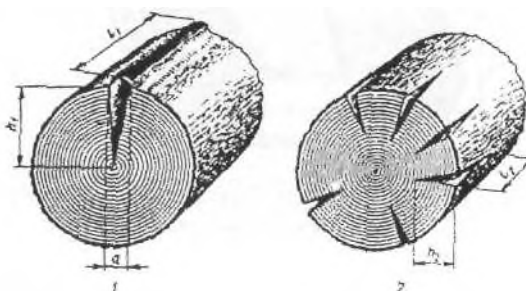
они могут быть вписаны, а также по наименьшей ширине неповрежденной зоны торца. *Отлупные кольцевые трещины* измеряют по диаметру, *Отлупные частичные трещины* измеряют по хорде. Способы измерения торцовых метиковых и отлупных трещин представлены на рисунке 10.



- 1 – простая метиковая трещина;
- 2 – сложная метиковая трещина;
- 3 – отлупные трещины.

Рисунок 10 – Измерение метиковых и отлупных торцовых трещин

Если *морозные трещины* выходят на боковую поверхность ствола, то кроме толщины сердцевинной вырезки, в которую они могут быть вписаны, измеряют также их глубину и длину в соответствии с рисунком 11. Трещины усушки в круглых лесоматериалах измеряют по длине и глубине.



- 1 – морозная трещина;
- 2 – трещина усушки.

Рисунок 11 – Измерение боковых морозных трещин и трещин усушки

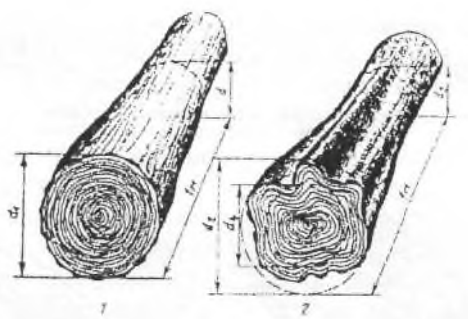
Пороки формы ствола.

К порокам формы ствола относятся *сбежистость*, *закомелистость*, *наросты* и *кривизна*.

Сбежистость – уменьшение диаметра ствола от комля к вершине. Если сбег (уменьшение) равен 1 см на метр длины – это явление нормальное. Если сбег больше 1 см, то это является пороком, который и называется сбежистостью. Сбежистость измеряют по разнице между диаметром,

измеренном в комлевом торце d_k , и диаметром, измеренным на расстоянии l м от комлевого торца d .

Закомелистость – частный случай сбежистости, это резкое увеличение диаметра ствола в нижней комлевой части. Подразделяется на *округлую* и *ребристую*. Округлая закомелистость измеряется аналогично сбежистости. Ребристая закомелистость измеряется по разности между d_{max} и d_{min} , измеренными в комлевом торце ствола. Способы измерения закомелистости представлены на рисунке 12.

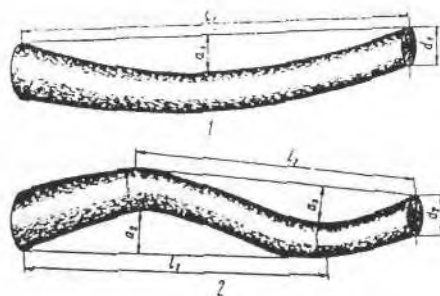


- 1 – округлая закомелистость;
- 2 – ребристая закомелистость.

Рисунок 12 – Измерение закомелистости

Наросты – это местное утолщение ствола. Наросты измеряют по длине и толщине.

Кривизна – это искривление ствола по длине. Различают *простую* и *сложную* кривизну. Простая кривизна имеет изгиб по длине ствола, ее измеряют по величине стрелы прогиба в месте искривления ствола (в процентах от протяженности кривизны к длине ствола). Сложную кривизну измеряют по величине стрелы прогиба в месте наибольшего искривления. Способы измерения кривизны представлены на рисунке 13.



- 1 – простая кривизна;
- 2 – сложная кривизна.

Рисунок 13 – Способы измерения кривизны

Ход работы

1. Изучить пороки формы ствола и виды трещин, ознакомиться со способами измерения данных пороков.
2. Осмотреть образцы древесины, имеющие различные пороки формы ствола и виды трещин.
3. Определить виды трещин на предложенных образцах. Измерить трещины.
4. Занести в таблицу 8 результаты определения и измерения трещин древесины.
5. Определить виды пороков формы ствола на предложенных образцах. Измерить пороки формы ствола.
6. Занести в таблицу 8 результаты определения и измерения пороков формы ствола.
7. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 8 – Результаты определения и измерения трещин и пороков формы ствола

Наименование и вид порока	Эскизная зарисовка и схема измерения порока	Краткая характеристика порока

Контрольные вопросы

1. Определение трещин древесины. Их влияние на качество.
2. Характеристика и измерение метиковых и отлупных трещин.
3. Характеристика и измерение морозных трещин и трещин усушки.
4. Виды пороков формы ствола.
5. Что такое сбежистость? Как измеряются сбежистость?
6. Что такое закомелистость? Какие виды закомелистости существуют? Как измеряются ребристая и округлая закомелистость?
7. Что такое кривизна? Виды и измерение кривизны.
8. Определение и измерение наростов.

Лабораторная работа №11

Тема: Пороки строения древесины.

Цель: Экспериментальным путем изучить пороки строения древесины; научиться определять и производить измерения видов пороков строения древесины.

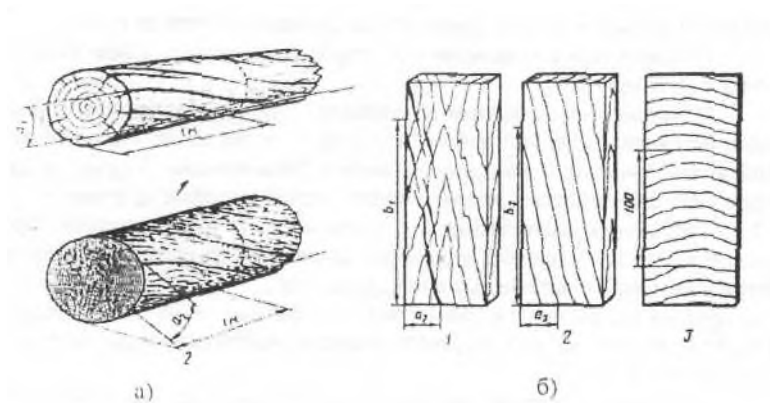
Приборы и материалы: образцы с различными пороками строения древесины, измерительная линейка, альбом пороков древесины.

Общие сведения

К порокам строения древесины относятся *неправильное расположение годичных слоев и волокон, раны древесины, двойная и смещенная сердцевина, пасынок и глазки, ненормальные отложения в древесине, нерегулярные анатомические образования, реактивная древесина.*

а) Неправильное расположение годичных слоев и волокон:

1. **наклон волокон** – непараллельность волокон древесины; различают *радиальный* и *тангенциальный*. Тангенциальный наклон измеряют в круглых лесоматериалах на верхнем торце по хорде соответствующей величине отклонения волокон от линии, параллельной продольной оси сортимента, на протяжении 1 м от верхнего торца. Измерение производят в соответствии с рисунком 14(а). В пиломатериалах и шпоне наклон волокон измеряют по величине их отклонения от линии, параллельной продольной оси сортимента в соответствии с рисунком 14(б);



а) в круглых лесоматериалах:

- 1 – окоренных;
- 2 – неокоренных.

б) в пиломатериалах и шпоне:

- 1 – тангенциальный наклон;
- 2 – радиальный наклон на радиальной поверхности;
- 3 – радиальный наклон на тангенциальной поверхности.

Рисунок 14 – Измерение наклона волокон

2. **завиток** – местное искривление годичных слоев у сучков и проростей; измеряют по длине и ширине, и по количеству в штуках на 1 м длины или на 1 м² площади;

3. **свилеватость** – извилистое или путаное расположение волокон древесины; различают *волнистую* и *путаную*; измеряется по длине и ширине зоны, занятой пороком;

б) Раны древесины:

1. **рак** – рана, возникающая на поверхности ствола растущего дерева в результате деятельности грибов и бактерий; может быть *открытый* и *закрытый*; открытый рак измеряют по длине, ширине и глубине, закрытый рак измеряют по длине и толщине вздутия;

2. **сухобокость** – наружное одностороннее омертвление ствола; измеряют по глубине, ширине и длине раны в соответствии с рисунком 15;

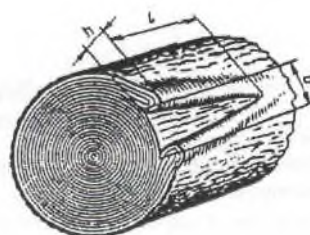
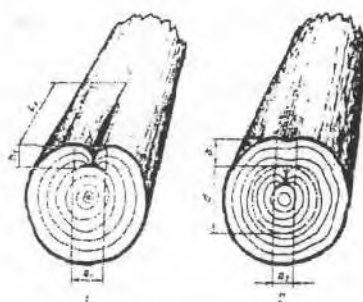


Рисунок 15 – Измерение сухобокости

3. **прорость** – частично или полностью заросшая на стволе рана; может быть *открытой* и *закрытой*; открытую прорость измеряют по глубине и длине, закрытую измеряют по наименьшей толщине сердцевинной вырезки, в которую она может быть вписана в соответствии с рисунком 16;



1 – открытая;

2 – закрытая.

Рисунок 16 Измерение прорости в круглых лесоматериалах

в) **Сердцевина двойная и смещенная** – разветвления на отдельные вершины или эксцентричное расположение сердцевины; учитывают и измеряют протяженностью по длине;

г) Пасынок и глазки:

1. **пасынок** – основание отставшей в росте или отмершее второй вершины ствола; пасынок измеряют по наименьшему диаметру его поперечного сечения;

2. **глазки** – глазки неразвившихся в побег заросших спящих почек; *разбросанные* измеряют по количеству в штуках на 1 м длины или на 1 м² площади, *групповые* – по ширине и длине занимаемой ими зоны;

д) Ненормальные отложения в древесине:

1. **кармашек** – полости внутри годичных слоев, заполненные смолой; измеряют по глубине, длине и по количеству в штуках на 1 м длины;

2. **засмолок** – участки древесины, сильно пропитанные смолой в результате ранения стволов деревьев хвойных пород; измеряют по ширине и длине зоны, занимаемой пороком;

3. **водослой** – участки ядра или спелой древесины с повышенной влажностью в свежесрубленном состоянии; измеряется по площади или по ширине и длине зоны поражения;

ж) Нерегулярные анатомические образования:

1. **ложное ядро** – темноокрашенная внутренняя часть ядровых лиственных пород; измеряют по наименьшему диаметру круга, в который он может быть вписан, в соответствии с рисунком 17, или по ширине и длине зоны, занимаемой пороком;

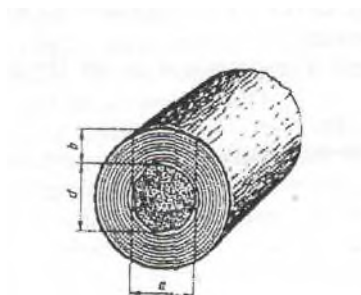


Рисунок 17 – Измерение ложного ядра

2. **пятнистость** – небольшие темноокрашенные участки, образующиеся в древесине лиственных пород под воздействием грибов, насекомых или физико-химических факторов; измеряют по ширине и длине зоны, занимаемой пороком;

3. **внутренняя заболонь** – несколько смежных годичных слоев, расположенных в зоне ядра лиственных пород, похожих на заболонь по цвету и другим свойствам; измеряют по наружному диаметру и ширине ее кольца или по ширине и длине зоны, занимаемой пороком;

и) Реактивная древесина:

1. **крень** – местное изменение строения древесины хвойных пород, выражающееся в кажущемся увеличении ширины темноокрашенной зоны годичных слоев; может быть *сплошная* и *местная*; крень измеряют по ширине и длине зоны, занимаемой пороком;

2. **тяговая древесина** – неправильность строения древесины лиственных пород, выражающаяся в резком увеличении ширины годичных слоев в растянутой зоне стволов и ветвей; измеряют аналогично крени.

Ход работы

1. Изучить основные виды и разновидности пороков строения древесины. Ознакомиться со способами их измерения.
2. Осмотреть образцы древесины с наличием пороков строения древесины. Определить виды и разновидности данных пороков.
3. Измерить пороки на образцах.
4. Данные определения и измерения занести в таблицу 9.
5. Защитить лабораторную работу по контрольным вопросам.

Таблица 9 – Результаты определения и измерения пороков древесины

Порок		Эскизная зарисовка и схема измерения	Краткая характеристика порока
вид	разновидность		

Контрольные вопросы

1. Перечислите семь групп пороков строения древесины.
2. Дать характеристику неправильного расположения годичных слоев и волокон. Способы измерения наклона волокон, свилеватости, завитка.
3. Характеристика смоляного кармашка, засмолка, водослоя. Способы измерения и влияние на качество.
4. Характеристика ложного ядра, пятнистости, внутренней заболони. Измерение и влияние на качество.
5. Характеристика тяговой древесины и крени. Измерение и влияние на качество.
6. Пасынок и глазки.
7. Двойная и смещенная древесина.

Лабораторная работа №12

Тема: *Определение и учет грибных поражений и химических окрасок.*

Цель: *Экспериментальным путем изучить химические окраски, грибные поражения и гнили древесины; научиться определять и производить измерения данных пороков древесины.*

Приборы и материалы: *измерительная линейка, комплект образцов с наличием пороков, альбом пороков.*

Общие сведения

Химические окраски – это ненормальные изменения цвета, возникающие в свежесрубленной или сплавной древесине в результате химических процессов. На физико-химические свойства древесины они не влияют; однако темные окраски портят внешний вид облицовочных материалов.

Продубина – красновато-коричневая или бурая окраска подкорковых слоев (3 – 5 мм) сплавной древесины тех пород, кора которых богата дубильными веществами.

Желтизна – светло-желтая окраска заболони сплавной древесины хвойных пород.

Измеряют химические окраски по площади, занимаемой пороком, в процентах от площади соответствующих сторон сортимента. В шпоне учитывают наличие порока.

Грибные поражения – возникают в результате действия грибов деревоокрашивающих и дереворазрушающих. Далее приведены некоторые виды грибных поражений.

Грибные ядровые пятна и полосы – частичное изменение окраски древесины в зоне ядра или спелой древесины, не сопровождается изменением твердости древесины. На торцах видны в виде пятен разной величины и формы; окрашены в бурый, красновато-серый и серо-фиолетовый цвет.

Ядровая гниль – участки ненормальной окраски древесины с пониженной твердостью. На торцах видны в виде пятен различной величины и формы – лунок, колец. На продольных разрезах гниль видна в виде полос. Внешним признаком гнили являются плодовые тела грибов на поверхности растущих деревьев. По цвету и характеру разрушения ядровые гнили подразделяются на *пеструю ситовую, бурую трещиноватую и белую волокнистую.*

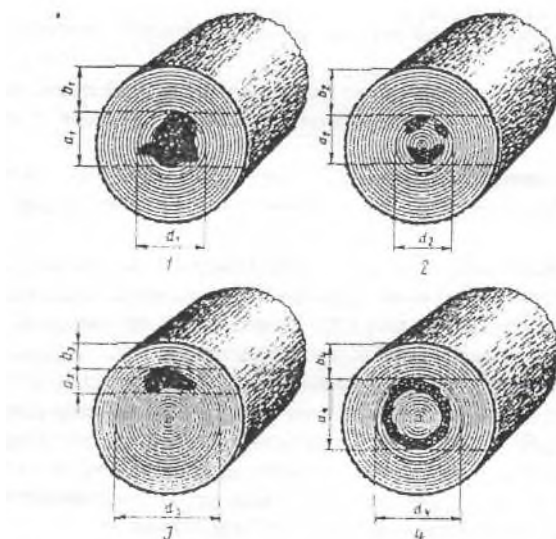
Измеряют ядровые окраски и гнили в круглых лесоматериалах по наименьшей толщине, сердцевинной вырезки, в которую они могут быть вписаны, или по наименьшей ширине здоровой периферической части торца в соответствии с рисунком 18. В пиломатериалах измеряют по глубине, ширине и длине зоны поражения или по площади зоны поражения.

Плесень – поверхностная окраска древесины, которая появляется на сырой заболони пиломатериалов в виде пятен или сплошного налета синезеленого, голубого, зеленого и черного цвета.

Заболонные грибные окраски – ненормальная окраска заболони свежесрубленной или сухостойной древесины. В зависимости от цвета различают: *синеву* – серую окраску с синевато-зеленоватыми пятнами и *цветные заболонные пятна* оранжевого, желтого, розового и коричневого цвета. По тону окраски бывают светлыми и темными. К заболонным окраскам относится также *побурение* – это окраска заболони лиственных пород в бурый цвет разных оттенков, возникает при хранении древесины в теплое время года.

Заболонные гнили – ненормальная окраска заболони, возникающая под действием дереворазрушающих грибов. Заболонная гниль наблюдается в виде пятен и полос различной величины и иногда захватывает всю заболонь. У хвойных пород имеет желтовато - или розовато-бурый цвет. У лиственных пород имеет окраску, напоминающую рисунок мрамора.

Измеряют заболонные окраски и гнили по глубине зоны поражения от боковой поверхности в соответствии с рисунком 19. В пиломатериалах порок измеряют по длине, глубине и ширине зоны поражения.



- 1 – зона поражения в виде центрального пятна;
- 2 – зона поражения в виде нескольких пятен в центре;
- 3 – зона поражения в виде эксцентрично расположенного пятна;
- 4 – зона поражения в виде кольца.

Рисунок 18 – Измерение ядровых окрасок и ядровой гнили

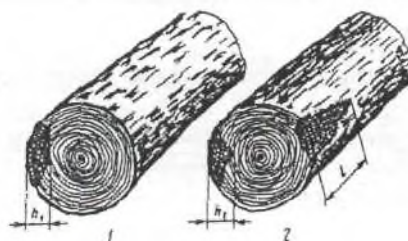


Рисунок 19 – Измерение заболонных окрасок и гнили

Ход работы

1. Изучить виды и разновидности грибных поражений, химических окрасок и гнили. Ознакомиться со способами их измерения.
2. Осмотреть образцы древесины с наличием данных пороков. Определить виды и разновидности окрасок и гнилей.
3. Измерить определенные окраски и гнили.
4. Результаты определений и измерений занести в таблицу 10.
5. Защитить работу по контрольным вопросам.

Таблица 10 – Результаты определения и измерения окрасок и гнили

Порок		Цветная зарисовка и схема измерения	Краткая характеристика порока
вид	разновидность		

Контрольные вопросы

1. Что такое химические окраски? Какие они бывают и как влияют на свойства древесины?
2. Под действием каких видов грибов возникают грибные поражения?
3. Какие виды гнили существуют?
4. Что такое ядровые пятна и полосы? Как они измеряются?
5. Какие виды ядровых гнилей существуют? Как они измеряются?
6. Какие виды заболонных окрасок существуют? Как их измеряют?
7. Какие виды заболонных гнилей различают? Как их измеряют?

Лабораторная работа №13

Тема: Анализ канифоли.

Цель: Определить сорт канифоли.

Приборы и материалы: аналитические и технические весы, колбы, обратный холодильник, делительные воронки, водяная баня, термометр, канифоль, 0,5Н и 2Н спиртовой раствор гидроксида калия, этиловый спирт, петролейный эфир.

Общие сведения

Канифоль представляет собой смесь изомерных одноосновных смоляных кислот состава $C_{20}H_{30}O_2$ с преобладанием абиетиновой и дисктропимаровой кислот. В канифоли содержатся производные смоляных кислот и небольшие количества нейтральных веществ. Содержание смоляных кислот в канифоли и их состав зависят от способа получения.

В зависимости от способа получения канифоль подразделяется на **подсочную (живичную), экстракционную и талловую**. Подсочную канифоль получают из сосновой живицы отделением (сора и воды) и отгонкой скипидара, а экстракционную – экстрагированием органическими растворителями пнёвой древесины сосны, наиболее богатой физиологической смолой. В качестве растворителя обычно применяют бензин. Талловая канифоль представляет собой смесь смоляных кислот, выделяемых при ректификации таллового масла.

Канифоль применяется для приготовления клея при проклейке бумаги и представляет собой хрупкую, твердую смолу от прозрачного светло-желтого до едва прозрачного бурого цвета. Нормы ГОСТ предусматривают разделение её на три сорта: высший, первый и второй. Характеристика различных сортов канифоли приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика сортов канифоли

Показатели	Сорт		
	высший	первый	второй
Кислотное число, не менее	168	166	150
Содержание неомыляемых веществ, не более, %	6,5	7,5	10,5
Температура размягчения, не менее, °С	68	66	54
Содержание влаги, не более, %	0,3	0,3	0,4
Содержание механических примесей, не более, %	0,05	0,05	0,1
Содержание золы, не более, %	0,04	0,04	0,07
Цвет	Должен соответствовать одному из элементов		

Ход работы

Определение кислотного числа канифоли. Кислотное число и число омыления характеризуют полноценность канифоли как продукта, содержащего как свободные, так и связанные в виде сложных эфиров кислоты. Эти показатели имеют большое значение при варке канифольного клея, используемого для проклейки бумаги.

Кислотным числом канифоли называют количество миллиграммов гидроксида калия, необходимое для нейтрализации свободных кислот, содержащихся в 1г канифоли. Число омыления характеризует суммарное содержание свободных и связанных кислот в канифоли. Последние выделяются путём щелочного омыления эфиров при нагревании.

Для определения кислотного числа берут около 2г крупноизмельченной канифоли, взвешенной на аналитических весах, и растворяют в 50мл нейтрализованного этилового спирта при кипячении с обратным холодильником в течение 5 минут. После охлаждения раствор титруют 0,5Н спиртовым раствором гидроксида калия (или гидроксида натрия) в присутствии фенолфталеина до не исчезающего розового окрашивания.

Кислотное число $K_{\text{ч}}$ вычисляют по формуле

$$K_{\text{ч}} = \frac{28,05 \cdot a \cdot k}{v}, \quad (5)$$

где a – количество раствора КОН, пошедшего на титрование, мл;

v – навеска канифоли, г;

k – поправка к 0,5Н раствору гидроксида калия;

28,05 – титр 0,5Н раствора гидроксида калия, мг.

Более четкий переход при титровании, особенно при анализе канифоли тёмного цвета, наблюдается при использовании в качестве индикатора щелочного голубого красителя. Индикатор добавляется в количестве 1мл, переход цвета – от грязно-синего до буро-красного.

Определение содержания неомыляемых веществ. Содержащиеся в канифоли неомыляемые вещества представляют собой сложную смесь, состоящую из терпеновых углеводов и их спиртов, многоатомных спиртов (фитостеринов), сесквитерпенов, резенов, продуктов разложения смоляных кислот и другие. Все эти вещества имеют нейтральный характер.

Неомыляемые вещества снижают качество канифоли, поэтому содержание их лимитируется нормами ГОСТ на канифоль. Определение содержания неомыляемых веществ основано на их способности растворяться в некоторых органических растворителях: петролейном эфире, легком бензине и серном эфире.

В колбу объёмом 100мл помещают 5г измельченной канифоли, отвешенной на технических весах, и растворяют её в 25мл спиртового 2Н

раствора гидроксида калия (3г гидроксида калия в 25мл 95% раствора этилового спирта). Содержимое кипятят с обратным холодильником в течение 30минут. Затем наливают в колбу 20мл воды и кипятят её в течение 15минут. Охлаждённую смесь сливают в делительную воронку объёмом 500мл. Колбу ополаскивают 20мл 50% раствора этилового спирта и 20мл петролейного эфира и сливают их вместе с 50мл чистого петролейного эфира в делительную воронку.

После тщательного взбалтывания растворам дают отстояться. Через некоторое время происходит разделение слоёв, над которыми производят следующие операции: нижний слой – раствор мыла в спирте – сливают в другую делительную воронку, а эфирный раствор неомыляемых промывают 2 раза этиловым спиртом. Для этого каждый раз берут по 20мл 50% раствора этилового спирта, который после взбалтывания и отстаивания сливают в делительную воронку со спиртовым раствором мыла.

Мыльный раствор экстрагируют трёхкратно петролейным эфиром (по 50мл), присоединяя эти экстракты к эфирному раствору в первой делительной воронке. Собранные эфирные вытяжки промывают 50мл 50% раствора спирта, затем тщательно отделяют от него в сухую взвешенную колбу объёмом 300мл. Петролейный эфир отгоняют на водяной бане, а колбу с остатком сушат при 100°С в течение 1 часа и взвешивают. Содержание неомыляемых Н, %, вычисляют по формуле

$$H = \frac{a_1 \cdot 100}{a}, \quad (6)$$

где a_1 – масса сухого остатка, г;

a – навеска канифоли, г.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой канифоль?
2. Виды канифоли.
3. Основные характеристики сортов канифоли.
4. Что называют кислотным числом?
5. Что характеризует число омыления?
6. Какие неомыляемые вещества содержатся в канифоли?
7. Методика определения кислотного числа и содержания неомыляемых веществ.

Практическая работа №1

Тема: *Решение задач по физическим свойствам древесины.*

Цель: *Научиться рассчитывать влажность, плотность древесины при разных значениях влажности и пористость.*

Приборы и материалы: *карточки с заданиями.*

Общие сведения

Абсолютной влажностью древесины $W_{абс}$ – это отношение массы воды, находящейся в данном объеме древесины к массе абсолютно сухой древесины, выраженное в процентах. Определяется по формуле

$$W_{абс} = [(m_1 - m_2)/m_2] \cdot 100, \quad (7)$$

где W – влажность древесины, %;

m_1 – масса образца влажной древесины, г.;

m_2 – масса образца абсолютно сухой древесины, г.

Относительной влажностью древесины $W_{отн}$ называется отношение массы воды, находящейся в данном объеме древесины, к массе влажной древесины, выраженное в процентах

$$W_{отн} = [(m_1 - m_2)/m_1] \cdot 100, \quad (8)$$

Плотность древесины ρ_w (кажущаяся плотность) характеризуется отношением её массы к объёму. Выражается плотность в $\text{кг}/\text{м}^3$ или $\text{г}/\text{см}^3$. Плотность влажной древесины ρ_w определяется по формуле

$$\rho_w = m_w / V_w, \quad (9)$$

где m_w – масса образца древесины при определённой влажности, г (кг);

V_w – объём образца древесины при определённой влажности, см^3 (м^3).

Плотность древесинного вещества $\rho_{д.в}$ (истинная плотность) – это масса материала, образующего клеточные стенки. Так как элементарный химический состав древесины практически одинаков для всех пород, то и плотность древесинного вещества примерно одинакова для всех пород и в среднем равна **1,53 г/см³ (1530 кг/м³)**.

Кажущаяся плотность древесины зависит от влажности, и для сравнения значение плотности всегда приводят к единой влажности. Плотность, как и все остальные показатели физико-механических свойств древесины, должна приводиться к нормализованной влажности 12% (ρ_{12}). В таблице 12 приведены средние значения плотности для различных пород.

По плотности при влажности 12% древесину наших пород можно разделить на три группы: породы с малой (540 кг/м^3 и менее), средней ($550 \dots 740 \text{ кг/м}^3$) и высокой (750 кг/м^3 и выше) плотностью.

Плотность древесины можно определить по следующим формулам:

а) При влажности древесины **до 30%** для древесины березы, белой акации, бука, граба и лиственницы по формуле

$$\rho_w = \rho_{12} / (1,048 - 0,004 \cdot W), \quad (10)$$

для древесины остальных пород по формуле

$$\rho_w = \rho_{12} / (1,06 - 0,005 \cdot W), \quad (11)$$

где ρ_w – плотность древесины при заданной влажности, кг/м^3 ;

W – абсолютная древесины, %;

ρ_{12} – плотность древесины при $W = 12\%$, кг/м^3 ; (таблица 1).

б) При влажности древесины **выше 30%** для древесины березы, белой акации, бука, граба и лиственницы по формуле

$$\rho_w = \rho_{12} \cdot (1 + 0,01 \cdot W) / 1,206, \quad (12)$$

для древесины остальных пород по формуле

$$\rho_w = \rho_{12} \cdot (1 + 0,01 \cdot W) / 1,18, \quad (13)$$

Пористость древесины Π определяется объемом внутренних пустот и выражается в процентах (%) от объема древесины в абсолютно сухом состоянии. Пористость можно рассчитать по формуле

$$\Pi = 100 \cdot (1 - \rho_0 / \rho_{д.в.}), \quad (14)$$

где Π – пористость древесины, %;

ρ_0 – плотность абсолютно сухой древесины кг/м^3 (г/см^3);

$\rho_{д.в.}$ – плотность древесинного вещества, кг/м^3 (г/см^3).

Пористость зависит от плотности древесины: чем больше плотность, тем меньше пористость древесины. Значение пористости колеблется от 40 до 77%.

Ход работы

1. Выбрать вариант (таблица 13).
2. Определить абсолютную и относительную влажность древесины ($W_{\text{абс}}$ и $W_{\text{отн}}$) по данным варианта.
3. Определить плотность влажной древесины ρ_w при $W_{\text{абс}}$.

4. Определить плотность древесины в абсолютно сухом состоянии ρ_0 и пористость Π , (%).

5. По результатам расчетов сделать вывод о зависимости плотности от изменения влажности.

6. Защитить практическую работу по контрольным вопросам.

Таблица 12 – Средние значения плотности древесины

Порода	Плотность ρ_{12} , кг/м ³
Лиственница	660
Сосна обыкновенная	500
Ель	445
Кедр	435
Пихта сибирская	375
Граб	800
Дуб	690
Клён	690
Ясень обыкновенный	680
Бук	670
Берёза	650
Орех грецкий	590
Ольха	520
Осина	495
Липа	495

Таблица 13 – Таблица вариантов

Номер варианта	Порода древесины	Масса влажной древесины m_1 , г.	Масса абсолютно сухой древесины m_0 , г.	Масса влаги m_v , г.
1	Лиственница	45	33	-
2	Ель	28	-	8
3	Берёза	-	15	3
4	Кедр	32	19	-
5	Сосна обыкновенная	25	-	10
6	Бук	-	42	14
7	Пихта сибирская	36	29	-
8	Ольха	18	-	5
9	Граб	-	53	12
10	Осина	46	35	-
11	Ясень обыкновенный	24	-	9
12	Лиственница	-	40	17
13	Орех грецкий	29	21	-
14	Липа	41	-	33
15	Клён	-	23	7

Контрольные вопросы

1. Дайте определения относительной и абсолютной влажности.
2. Что такое плотность древесины?
3. Какие виды плотности древесины существуют?
4. Какие существуют группы пород по плотности?
5. Что такое пористость древесины? В каких пределах она колеблется?

Задания на практическую работу №1 «Решение задач по физическим свойствам древесины»

Вариант №1

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины берёзы и её пористость.
2. Определить плотность древесины сосны при $W = 18\%$.
3. Определить плотность древесины граба при $W = 35\%$.

Вариант №2

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины кедра и её пористость.
2. Определить плотность древесины пихты при $W = 48\%$.
3. Определить плотность древесины берёзы при $W = 15\%$.

Вариант №3

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины бука и её пористость.
2. Определить плотность древесины осины при $W = 21\%$.
3. Определить плотность древесины лиственницы при $W = 41\%$.

Вариант №4

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины ели и её пористость.
2. Определить плотность древесины клёна при $W = 38\%$.
3. Определить плотность древесины бука при $W = 15\%$.

Вариант №5

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины граба и её пористость.
2. Определить плотность древесины ольхи при $W = 13\%$.
3. Определить плотность древесины белой акации при $W = 38\%$.

Вариант №6

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины сосны и её пористость.
2. Определить плотность древесины пихты при $W = 43\%$.
3. Определить плотность древесины дуба при $W = 26\%$.

Вариант №7

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины лиственницы и её пористость.
2. Определить плотность древесины сосны при $W = 51\%$.
3. Определить плотность древесины граба при $W = 22\%$.

Вариант №8

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины пихты и её пористость.
2. Определить плотность древесины кедра при $W = 19\%$.
3. Определить плотность древесины лиственницы при $W = 46\%$.

Вариант №9

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины берёзы и её пористость.
2. Определить плотность древесины осины при $W = 33\%$.
3. Определить плотность древесины бука при $W = 17\%$.

Вариант №10

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины кедра и её пористость.
2. Определить плотность древесины пихты при $W = 19\%$.
3. Определить плотность древесины берёзы при $W = 37\%$.

Вариант №11

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины бука и её пористость.
2. Определить плотность древесины осины при $W = 39\%$.
3. Определить плотность древесины лиственницы при $W = 23\%$.

Вариант №12

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины ели и её пористость.
2. Определить плотность древесины клёна при $W = 14\%$.
3. Определить плотность древесины бука при $W = 37\%$.

Вариант №13

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины граба и её пористость.
2. Определить плотность древесины ольхи при $W = 44\%$.
3. Определить плотность древесины белой акации при $W = 13\%$.

Вариант №14

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины сосны и её пористость.
2. Определить плотность древесины пихты при $W = 24\%$.
3. Определить плотность древесины дуба при $W = 50\%$.

Вариант №15

1. Определить плотность абсолютно сухой древесины лиственницы и её пористость.
2. Определить плотность древесины сосны при $W = 39\%$.
3. Определить плотность древесины граба при $W = 17\%$.

Практическая работа №2

Тема: *Усушка и разбухание.*

Цель: *Научиться определять размеры древесины при усушке и разбухании.*

Приборы и материалы: *карточки с заданиями.*

Общие сведения

Усушка – это уменьшение линейных размеров или объема древесины при высыхании. Усушка начинается с момента испарения связанной воды, то есть от 30% до абсолютно сухого состояния.

Усушка определяется по формуле

$$\beta = [(a_{\max} - a_{\min}) / a_{\max}] \cdot 100, \quad (15)$$

где β – усушка древесины, %;

a_{\max} – размер или объем образца при $W \geq 30\%$ мм или мм³;

a_{\min} – размер или объем образца в абсолютно сухом состоянии, мм или мм³.

Усушка древесины различна по разным направлениям. Вдоль волокон усушка равна нулю, несколько больше усушка в радиальном направлении и самая большая усушка в тангенциальном направлении. Поэтому для расчетов размеров после усушки удобно пользоваться **коэффициентом усушки K_u** , который представляет собой величину усушки при снижении количества связанной воды на 1%. Коэффициент усушки зависит от направления волокон.

Разбухание – это явление обратное усушке, то есть увеличение линейных размеров и объема древесины при повышении количества связанной воды (от 0 до 30%). Разбухание определяется по формуле

$$\alpha = [(a_{\max} - a_{\min}) / a_{\max}] \cdot 100, \quad (16)$$

где α – разбухание образца древесины от абсолютно сухого состояния до влажности $W \geq 30\%$, %;

a_{\max} – размер или объем образца при $W \geq 30\%$. мм или мм³;

a_{\min} – размер или объем образца в абсолютно сухом состоянии, мм или мм³.

Наибольшее разбухание происходит в тангенциальном направлении, наименьшее – вдоль волокон по длине. Для расчетов используют **коэффициент разбухания K_r** , который зависит от направления волокон.

Ход работы.

1. Определение размеров и объема образца древесины при усушке.

Для определения размеров образца при усушке используется формула (15). Из данной формулы выводятся размеры образца после усушки. Так как усушка происходит по-разному в зависимости от направления волокон, определять размеры необходимо по радиальному и тангенциальному направлениям.

а) Ширина образца (по тангенциальному направлению), мм, определяется по формуле

$$b_{\min (T)} = b_{\max (T)} - (\beta_{\max (T)} \cdot b_{\max (T)} / 100), \quad (17)$$

Для решения этой формулы необходимо знать значение $\beta_{\max (T)}$, которое определяется через коэффициент усушки по тангенциальному направлению $\beta_{\max (T)} = K_{y(T)} \cdot 30$. Коэффициент усушки $K_{y(T)}$ определяется по таблицы 14.

б) Толщина образца (по радиальному направлению), мм, определяется по формуле

$$h_{\min (P)} = h_{\max (P)} - (\beta_{\max (P)} \cdot h_{\max (P)} / 100), \quad (18)$$

Аналогичным образом определяется коэффициент усушки по радиальному направлению $\beta_{\max (P)} = K_{y(P)} \cdot 30$. $K_{y(P)}$ определяется по таблицы 14.

в) Размеры древесины вдоль волокон не определяются, так как усушка вдоль волокон равна нулю.

г) Определение объема древесины после усушки производится по формуле

$$V=L \cdot b \cdot h, \quad (19)$$

где V – объем образца древесины после усушки, m^3 ;

L, b, h – соответственно длина, ширина и толщина образца после усушки, мм.

2. Определение размеров и объема образца древесины при разбухании.

При увеличении количества связанной воды происходит увеличение линейных размеров и объема древесины, то есть разбухание. Для расчетов используется формула (16).

Из данной формулы выводятся размеры образца после разбухания. Так как разбухание протекает различно в зависимости от направления волокон, определять размеры необходимо по двум направлениям – радиальному и тангенциальному.

а) Ширина образца (по тангенциальному направлению) определяется по формуле

$$b_{\max (T)} = (\alpha_{\min (T)} \cdot b_{\min (T)} / 100) + b_{\min (T)}, \quad (20)$$

Для решения данной формулы необходимо определить значение $\alpha_{\min (T)}$, которое определяется через коэффициент разбухания по тангенциальному направлению $\alpha_{\min (T)} = K_{p (T)} \cdot 30$. Коэффициент разбухания $K_{p (T)}$ определяется в по таблице 14.

б) Толщина образца (по радиальному направлению) определяется по формуле

$$h_{\max (P)} = (\alpha_{\min (P)} \cdot h_{\min (P)} / 100) + h_{\min (P)}, \quad (21)$$

Значение $\alpha_{\min (P)}$ определяется аналогично через коэффициент разбухания по радиальному направлению $\alpha_{\min (P)} = K_{p (P)} \cdot 30$. Коэффициент разбухания $K_{p (P)}$ определяется по таблице 14.

в) Размеры древесины при разбухании вдоль волокон не определяется, так как разбухание в этом направлении равно нулю.

г) Определение объема древесины после разбухания производится по формуле 19.

Таблица 14 – Коэффициенты усушки K_v и разбухания K_p

Порода	По радиальному направлению		По тангенциальному направлению	
	K_v	K_p	K_v	K_p
Лиственница	0,19	0,20	0,35	0,38
Сосна	0,17	0,18	0,28	0,31
Ель	0,16	0,17	0,28	0,31
Пихта	0,11	0,11	0,28	0,31
Кедр	0,12	0,12	0,25	0,27
Береза	0,27	0,29	0,31	0,34
Бук	0,18	0,19	0,32	0,35
Ясень	0,18	0,19	0,28	0,31
Дуб	0,18	0,19	0,27	0,29
Осина	0,14	0,15	0,28	0,30
Клен	0,19	0,20	0,29	0,32

Контрольные вопросы

1. Что такое усушка?
2. Характеристика усушки.
3. Определение и характеристика разбухания.

Задания на практическую работу №2 **«Усушка и разбухание»**

Вариант №1

Определить размеры образца лиственницы и его объём при $W = 20\%$, если при $W = 38\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 46мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 111мм, по длине (вдоль волокон) 1100мм.

Вариант №2

Определить размеры образца ели и его объём при $W = 41\%$, если при $W = 25\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 33мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 83мм, по длине (вдоль волокон) 1300мм.

Вариант №3

Определить размеры образца кедра и его объём при $W = 10\%$, если при $W = 34\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 50мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 150мм, по длине (вдоль волокон) 6000мм.

Вариант №4

Определить размеры образца осины и его объём при $W = 34\%$, если при $W = 14\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 40мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 275мм, по длине (вдоль волокон) 5000мм.

Вариант №5

Определить размеры образца сосны и его объём при $W = 23\%$, если при $W = 45\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 42мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 50мм, по длине (вдоль волокон) 1010мм.

Вариант №6

Определить размеры образца липы и его объём при $W = 40\%$, если при $W = 14\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 51мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 77мм, по длине (вдоль волокон) 1400мм.

Вариант №7

Определить размеры образца ясеня и его объём при $W = 21\%$, если при $W = 43\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 43мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 49мм, по длине (вдоль волокон) 1000мм.

Вариант №8

Определить размеры образца берёзы и его объём при $W = 47\%$, если при $W = 12\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 52мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 79мм, по длине (вдоль волокон) 1500мм.

Вариант №9

Определить размеры образца ели и его объём при $W = 16\%$, если при $W = 46\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 43мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 115мм, по длине (вдоль волокон) 1700мм.

Вариант №10

Определить размеры образца лиственницы и его объём при $W = 34\%$, если при $W = 14\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 56мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 156мм, по длине (вдоль волокон) 1050мм.

Вариант №11

Определить размеры образца берёзы и его объём при $W = 11\%$, если при $W = 31\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 48мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 97мм, по длине (вдоль волокон) 1200мм.

Вариант №12

Определить размеры образца осины и его объём при $W = 31\%$, если при $W = 10\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 45мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 100мм, по длине (вдоль волокон) 850мм.

Вариант №13

Определить размеры образца сосны и его объём при $W = 18\%$, если при $W = 33\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 56мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 54мм, по длине (вдоль волокон) 900мм.

Вариант №14

Определить размеры образца липы и его объём при $W = 37\%$, если при $W = 13\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 81мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 115мм, по длине (вдоль волокон) 1300мм.

Вариант №15

Определить размеры образца граба и его объём при $W = 13\%$, если при $W = 32\%$ образец имел следующие размеры: по толщине (в радиальном направлении) 24мм, по ширине (в тангенциальном направлении) 75мм, по длине (вдоль волокон) 1000мм.

Практическая работа № 3

Тема: *Испытание древесины на сжатие вдоль волокон.*

Цель: *Изучить метод испытания древесины на сжатие вдоль волокон; научиться определять предел прочности.*

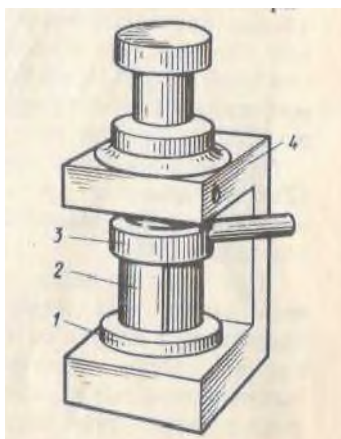
Приборы и материалы: *образцы, штангенциркуль, приспособление для испытаний.*

Общие сведения

Механические испытания проводят с целью получения показателей прочности пород древесины, установления влияния на прочность условий произрастания, способов обработки, пороков и т.д.

Для испытаний на сжатие вдоль волокон используют образец в форме призмы с основанием 20×20мм и высотой 30мм в соответствии с рисунком 20. Влажность образца 11 – 13%. Все поверхности образцов должны быть гладко простроганы. Фактические размеры поперечного сечения измеряют штангенциркулем с погрешностью 0,1мм.

Испытания проводят с помощью специального приспособления в соответствии с рисунком 20.



- 1 – шаровая опора;
- 2 – образец;
- 3 – пуансон;
- 4 – корпус.

Рисунок 20 – Приспособление для испытания древесины на сжатие
вдоль волокон

Образец устанавливают в приспособление и доводят до разрушения, что обнаруживается по резкому отклонению стрелки силоизмерителя машины в обратном направлении. По шкале машины отсчитывают максимальную нагрузку P_{\max} с погрешностью 0,5 Н. Предел прочности G_w МПа, вычисляют и по формуле

$$G_w = P_{\max} / (a \cdot b), \quad (22)$$

где P_{\max} – максимальная нагрузка разрушения Н;
а и b – размеры поперечного сечения образца, мм.

После испытания определяют влажность высушиванием разрушенного образца, также можно использовать электровлагомер. Существенное влияние на прочность древесины оказывает только связанная вода, содержащаяся в клеточных стенках. Уменьшение количества связанной воды ведет к увеличению прочности древесины. Наоборот, при увеличении количества связанной воды снижается прочность древесины. Дальнейшее увеличение влажности за предел гигроскопичности не оказывает существенного влияния на прочность древесины. Для сравнения разных пород производят пересчет механических показателей на стандартную $W = 12\%$ по формуле

$$G_{12} = G_w \cdot [1 + \alpha \cdot (W - 12)], \quad (23)$$

где G_{12} – показатель данного свойства при $W = 12\%$ МПа,
 G_w – показатель данного свойства при W испытаний, МПа
 α – поправочный коэффициент на влажность, показывающий на сколько процентов изменяется показатель данного свойства при изменении W на 1% (для сжатия вдоль волокон $\alpha = 0,04$);
 W – влажность в момент испытаний, %.

Средняя величина предела прочности при сжатии вдоль волокон для всех пород 50 МПа (при влажности 12%).

Кроме влажности на показатели механических свойств древесины влияет и продолжительность действия нагрузок, поэтому продолжительность при всех видах испытаний составляет 1 – 2 минуты.

Ход работы

1. Установить образец в приспособлении испытательной машины. Наложить нагрузку до разрушения образца. Снять показания со шкалы испытательной машины.
2. Произвести расчет предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон по формуле 22.
3. Определить W образца древесины.
4. Произвести перерасчет на $W = 12\%$ по формуле 23.
5. Повторить испытания для 5 образцов разных пород.
6. Результаты испытаний и расчетов занести в таблицу 15.

Таблица 15 – Определение предела прочности при сжатии

Марки образца	Размер сечения, мм		S сечения, см ²	W образца, %	P _{max} Н	Предел прочности	
	a	b				G _w МПа	G ₁₂ МПа

Контрольные вопросы

1. Как производят испытания на сжатие древесины вдоль волокон?
2. Как рассчитывают предел прочности древесины?
3. Как и для чего производят перерасчет на стандартную влажность?
4. Что показывает поправочный коэффициент на влажность?

Задания к практической работе № 3 «Испытание древесины на сжатие вдоль волокон»

Таблица 16 – Таблица вариантов

Вариант	Размеры, мм		Влажность W, %	Максимальная нагрузка P _{max} , Н
	a	b		
1	20,1	19,9	11,2	20700
2	19,8	19,8	11,4	17200
3	19,9	20,2	10,9	20600
4	20,3	19,5	11,3	18400
5	20	19,6	12,9	17100
6	19,7	19,8	13	17900
7	19,9	20,4	12,8	18800
8	19,5	19,6	12,7	17500
9	20,3	20,5	11,5	19300
10	19,9	20,1	11,6	17700
11	20,2	20,3	11,8	20000
12	19,6	19,5	11,7	19500
13	19,5	19,8	12,6	20800
14	20,4	20,3	12,1	19400
15	19,6	20	12,9	20300

Практическая работа № 4

Тема: *Испытание древесины на статический изгиб.*

Цель: *Изучить метод определения прочности древесины на изгиб; научиться определять предел прочности.*

Приборы и материалы: *образцы древесины, штангенциркуль, приспособление для испытания древесины на статический изгиб.*

Общие сведения

Испытания проводят на образцах прямоугольного сечения размером 20×20×300мм. Образец располагают на двух опорах в соответствии с рисунком 21. Расстояние между центрами опор равняется 24 см. Нагружение проводят двумя нажимными ножами, расстояние между которыми составляет 1/3 расстояния между опорами в соответствии с рисунком 21. Опоры и нажимные ножи должны иметь закругления радиусом 15мм.

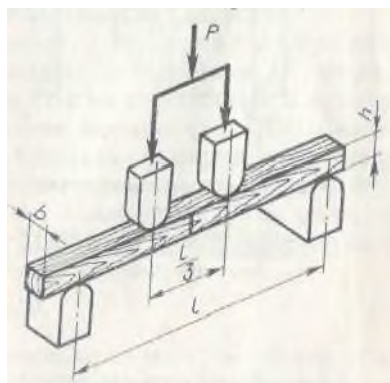


Рисунок 21 – Схема испытания древесины на статический изгиб

Скорость нагружения составляет 7000 ± 1500 Н/мин. Образец доводят до разрушения и по шкале силоизмерителя отсчитывают максимальную нагрузку.

Разрушения P_{\max} с погрешностью до 0,5 Н. Предел прочности при статическом изгибе определяют по формуле

$$G_w = P_{\max} \cdot L / (b \cdot h^2), \quad (24)$$

где G – предел прочности при статическом изгибе, МПа;

P_{\max} - максимальная нагрузка разрушения, Н;

L – расстояние между опорами, 240 мм;

b и h – соответственно ширина и высота образца, мм.

Пересчет предела прочности на стандартную влажность 12% производят по формуле 23. Поправочный коэффициент на влажность для всех пород 0,04. В среднем для всех пород прочность при изгибе составляет 100 МПа.

По характеру разрушения можно судить о прочности древесины на статический изгиб. Если излом зацепистый, то прочность высокая. Если излом ровный и гладкий – прочность низкая.

Ход работы

1. Поместить образец в установку для испытаний.
2. Произвести нагружение образца до его разрушения.
3. Снять показания P_{max} со шкалы силоизмерителя.
4. Произвести расчет предела прочности при статическом изгибе по формуле 24.
4. Определить W образца.
5. Произвести перерасчет предела прочности к нормализованной влажности 12% по формуле 23 при W испытаний.
6. Повторить испытания для 5 образцов разных пород.
7. Результаты испытаний и расчетов занести в таблицу 17.
8. Сделать вывод о прочности разных пород древесины и о влиянии влажности на прочность древесины при статическом изгибе.

Таблица 17 – Определение предела прочности при статическом изгибе

Порода древесины	Размер, мм		P_{max} , Н	W, %	Предел прочности, МПа		Характер разрушения
	b	h			G_{12}	G_w	

Контрольные вопросы

1. Какого сечения изготавливают образцы для испытаний на статический изгиб?
2. Как производят испытания на статический изгиб?
3. Что можно сказать о прочности по характеру разрушения?
4. По какой формуле вычисляют предел прочности при статическом изгибе?
5. Как производят перерасчет на стандартную влажность?

Задания к практической работе № 4
«Испытание древесины на статический изгиб»

Таблица 18 – Таблица вариантов

Вариант	Размеры, мм		Влажность W, %	Максимальная нагрузка P _{max} , Н
	b	h		
1. Берёза	20,1	19,8	10,9	2920
2. Бук	19,6	19,5	11,6	2980
3.Лиственница	20,1	19,7	12,8	3150
4. Сосна	19,7	19,6	10,8	2690
5. Кедр	19,5	19,7	11,6	3240
6. Берёза	20	19,9	11	3290
7. Бук	19,9	20,5	12,5	3570
8.Лиственница	20,4	20,3	13	3420
9. Сосна	20,1	20	11,7	2960
10.Кедр	19,4	19,9	11,4	3050
11.Берёза	20,2	20,3	12,5	3100
12.Бук	19,8	20,4	12,6	3160
13.Лиственница	20	20,5	10,9	3430
14.Сосна	20,2	20,3	11,6	2750
15.Кедр	20,4	20,2	12,8	2810

Заключение

В результате выполнения данных работ студенты приобретут практические навыки по определению пород древесины по макроскопическим признакам, изучат микростроение лиственных и хвойных пород, научатся производить расчеты физических свойств древесины и размеров древесины при усушке и разбухании, изучат пороки древесины, научатся рассчитывать пределы прочности древесины при различных нагрузках.

Список использованных источников

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. Учебник для студентов среднего профессионального образования. Изд. 2 – е, стереотип. – М.: Академия, 2004. – 272 с.
2. Михайличенко А.Л. Практикум по древесиноведению и материаловедению. – М.: Лесная промышленность, 1979. – 79 с.
3. Михайличенко А.Л., Садовничий Ф.П. Древесиноведение и лесное товароведение. – М.: Высшая школа, 1991. – 190 с.
4. Оболенская А.В. Практические работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Лесная промышленность, 1965. – 412 с.
5. Оболенская А.В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

Приложение А

Таблица А.1 – Макроскопические признаки древесины хвойных пород

Основной признак	Порода древесины				
	Лиственница	Сосна	Кедр	Ель	Пихта
Ядро	Красно-бурое	От розового до буровато-красного	От светло-розового до желтовато-красного	Безъядровая спелодревесная	
Заболонь	Буровато-белая узкая (до 20 годичных слоев)	Желтовато-белая широкая (до 40 годичных слоев)			
Общая характеристика древесины	Бурый оттенок	Желтоватый цвет	Розоватый оттенок	Белая со слабым желтоватым оттенком	
Сердцевинные лучи	Не видны				
Годичные слои	Поздняя древесина темно-бурого цвета, резко отличается от ранней	Поздняя древесина красновато-бурого цвета, хорошо развита, резко отличается от ранней	Поздняя древесина желтовато-розового цвета, слабо развита, переход от ранней древесины к поздней плавный	Поздняя древесина имеет вид узкой светло-бурой полосы, переходит в раннюю постепенно	Поздняя древесина слабо развита, переходит в раннюю постепенно

Продолжение таблицы А.1

Основной признак	Порода древесины				
	лиственница	сосна	кедр	ель	пихта
Смоляные ходы	Мелкие немногочисленные	Многочисленные, хорошо видны на разрезах	Многочисленные самые крупные	Немногочисленные хорошо различимые через лупу	Не имеет смоляных ходов
Запах	Скипидарный	Резко-скипидарный	Кедровых орех	Слабоскипидарный	Не имеет запаха
Кора	Толстая, буровато-ржавого цвета	Внизу толстая с трещинами, вверху тонкая	Бурая, в трещинах, толстая	Бурая, в трещинах тонкая	Тонкая, гладкая, серого цвета

Таблица А.2 – Макропризнаки древесины лиственных кольцесосудистых пород

Основной признак	Порода древесины			
	Дуб	Ясень	Ильм	Вяз
Кора	В верхней части ствола зеркальная, гладкая, внизу темно-серая с широкими трещинами	Темно-серого цвета с продольными трещинами	Бороздчатая	Светло-серая, отслаивается
Годичные слои	На поперечном разрезе годичные слои из-за резкой разницы между ранней и поздней древесиной видны хорошо	Хорошо различаются на всех разрезах		

Продолжение таблицы А.2

Основной признак	Порода древесины			
	Дуб	Ясень	Ильм	Вяз
Сосуды	Мелкие, в поздней части годичного слоя расположены радиальными рядами	Имеются крупные сосуды в годичных слоях	Мелкие, образуют непрерывные волнистые линии в поздней древесине годичных слоев	
Сердцевинные лучи	Широкие хорошо видны на разных разрезах	Узкие, на поперечном разрезе с трудом различимы	На радиальном разрезе видны в виде блестящих черточек	На радиальном разрезе мало заметны, отличаются только по блеску
Цвет древесины	Ядро желтовато-коричневое или темновато-бурое. Заболонь узкая светло-желтая, четко отделена от ядра	Ядро светло-бурое, заболонь широкая желтовато-белая, плавно переходит в ядро	Ядро темное, бурое. Заболонь узкая, буровато-серая хорошо отличается от ядра	Ядро светло-бурое, заболонь широкая, желтовато-белая, постепенно переходит в ядро

Таблица А.3 – Макропризнаки древесины лиственных рассеяннососудистых пород

Основной признак	Порода древесины					
	Бук	Граб	Береза	Клен	Ольха	Осина
Группа	Безъядровая, спелодревесная	Безъядровые заболонные			Безъядровые	
Годичные слои	Различаются ясно	Хорошо видны на поперечном разрезе, извилистые	Различаются плохо	Различаются ясно	Различаются нечетко	Различаются плохо
Сосуды	Мелкие незаметные					
Сердцевинные лучи	Широкие, видимые на всех разрезах	Узкие, незаметные, ложноширокие, заметны на поперечном разрезе	Узкие, различаются только на радиальном разрезе	Видны на всех разрезах, многочисленные	Узкие, незаметные, ложноширокие, видны на всех разрезах	Не видны, очень узкие
Цвет древесины	Красновато-белый	Серовато-белый	Белый с красноватым или желтоватым оттенком	Белый с желтоватым или красноватым оттенком	Белый, на воздухе быстро краснеет, становится красновато-бурым	Белый, с течением времени приобретает красноватый или зеленоватый цвет