

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ХИМИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Б1.В.ДВ.08.02

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Управление качеством в лесозаготовительном производстве

Программа прикладного бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	4
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	5
4.3 Лабораторные работы.....	5
4.4 Практические занятия.....	6
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	6
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	7
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	8
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	8
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
9.1 Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.....	9
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	36
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	36
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	37
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	40
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	41
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине....	42

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

Обучение бакалавров рациональному комплексному использованию древесины путем глубокой химической переработки.

Задачи дисциплины

Изучение основных потребительских свойств лесных ресурсов и возможностей их использования.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-3	Готовностью применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	знать: принципы использования древесных ресурсов леса как объектов химической переработки уметь: рационально использовать древесину владеть: - технологическими приемами химической переработки древесины
ПК-6	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах	знать: - технологические процессы химической переработки древесины уметь: - осуществлять и корректировать технологические процессы химической переработки древесины владеть: - способностью осуществлять и корректировать технологические процессы химической переработки древесины

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.02 Химия древесины ресурсоведение относится к элективной части программы.

Дисциплина Химия древесины базируется на занятиях, полученных при изучении учебных дисциплин Химия и Лесоводство.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Химия древесины представляет основу для изучения дисциплин: экономика и управление предприятием, энергетическое использование древесной биомассы.

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

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	6	72	34	17	-	17	38	-	Зачет
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудоемкость (час.)	в т.ч. в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			6
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	34	12	34
Лекции (Лк)	17	6	17
Практические занятия (ПЗ)	17	6	17
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	38	-	38
Подготовка к практическим работам	20	-	20
Подготовка к зачету	18	-	18
III. Промежуточная аттестация	зачет	+	+
Общая трудоемкость дисциплины	час.	72	72
	зач. ед.	2	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий - для очной формы обучения:

№ раз- дела	Наименование раздела дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обу- чающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоя- тельная ра- бота обу- чающихся*
			лекции	практиче- ские заня- тия	
1	2	3	4	5	6
1.	Химический состав и строение древесины и древесной коры	34	7	9	18
2.	Основные направления хими- ческой переработки древесины	38	10	8	20
ИТОГО		72	17	17	38

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раз- дела и те- мы	Наименование раздела и темы дис- циплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в ин- терактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Химический состав и строение древе- сины и древесной коры		
1.1.	Основные сведения о древесине	Древесина и её компоненты. Строение древе- сины и древесной коры. Макроскопическое строение древесины, микроскопическое строе- ние древесины. Строение клеточной стенки древесины. микростроение коры. Физические свойства древесины: плотность, отношение к воде, тепловые свойства, электрические свой- ства, проницаемость жидко.стями и газами	Дискуссия (3ч)
1.2	Химический состав древесины	Целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы. Химиче- ский состав коры. Экстрактивные вещества древесины и древесной коры	-
2.	Основные направ- ления химической переработки древе- сины		
2.1.	Химическая перера- ботка древесины	Производство целлюлозы. Сырьё. Способы получения целлюлозы. Оборудование и техно- логия. Гидролизное производство. Сырьё для гидролиза. Продукция и технологии гидро- лизного производства. Производство древес- ных композиционных материалов без связую- щих: Лигноуглеводные пластики, пьезотермо- пластики, древесноволокнистые плиты, гипсо- волокнистые плиты.	Видеопрезента- ции (2ч)

2.2	Лесохимия древесины	Переработка лигносодержащих компонентов древесины. Талловое масло. Жирные смоляные кислоты. Канифоль. Скипидар. Растворители. Особенности технологических процессов.	<i>Дискуссия (2ч)</i>
2.3	Древесина и кора как источник тепловой и электрической энергии	Производство жидких моторных топлив. Производство твердого древесного биотоплива. Производство древесного угля. Технологические процессы получения жидкого и твердого топлива на основе древесины и коры.	-

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование практического занятия</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение макростроения древесины	3	-
2		Изучение строения клеточной стенки древесины	2	-
3		Изучение разбухания и усушки древесины	4	Работа в малых группах (4ч)
4	2.	Определение теплотворной способности древесины	4	-
5		Твердое древесное топливо: технология и оборудование.	4	Показ видеофильма (2ч)
ИТОГО			17	-

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрено

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

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>		<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср} час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>				
		<i>3</i>	<i>6</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Химический состав и строение древесины и древесной коры	34	+	+	2	17	Лк, ПЗ, СР	Зачет
2. Основные направления химической переработки древесины	38	+	+	2	19	Лк, ПЗ, СР	Зачет
<i>всего часов</i>	72	36	36	2	36		

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

1. Чистова Н.Г. Комплексное использование дополнительного сырья: учеб. пособие / Н.Г. Чистова, Ю.Д. Алашкевич, В.Н. Трофимук. – Красноярск: СибГТУ, 2003. - 148 с.
2. Химическая переработка древесины: межвуз. сборник науч. Трудов / ЛТА.- Ленинград: ЛТА, 1980.- 98 с.
3. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие / сост. В.С. Сюнев. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2014.-123 с.
4. Волынский В.Н. Технология стружечных и волокнистых древесных плит: учебное пособие для вузов / В.Н. Волынский. – Таллин: Дизедерата, 2004.- 192 с.

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

№	Наименование издания	Вид занятия	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Азаров В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник / В. И Азаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. -624 с. https://e.lanbook/582#book_name	Лк, ПЗ	1(ЭР)	1,0
2.	Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник/ Б.Н. Уголев.- 5-е изд, прераб., и доп. – М.: МГУЛ, 2007. –351 с.	Лк, ПЗ, СР	29	1,0
3.	Семенов Ю.П. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / Под ред. Ю.П. Семенова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. 348с.	ПЗ	15	1,0
Дополнительная литература				
4.	Кононов Г.Н. Химия древесины и её основных компоненты: учебное пособие для вузов/ Г. Н. Кононов. - 2-е изд., испр. И доп. - Москва: МГУЛ, 2002. - 259 с.	Лк, ПЗ, СР	10	0,7
5.	Антоновский С.Д. Основы химии древесины: учебное пособие для вузов / С.Д. Антоновский – Ленинград: ЛТА, 1977. - 92 с	Лк, ПЗ	30	1,0
6.	Чельшева, И.Н. Физика древесины: методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева; Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 29 с.	СР	28	1,0
7.	Чельшева, И.Н. Физика древесины: методические указания к выполнению практических работ / И.Н. Чельшева; Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 47 с.	ПЗ, СР	26	1,0

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

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ <http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» <http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань» <http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) <https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Химия древесины» изучается бакалаврами в шестом семестре. Программой курса предусматривается проведение лекционных и практических занятий. Курс завершается зачетом.

Освоение дисциплины предусматривает помимо практических занятий активную самостоятельную работу обучающихся. Самостоятельная работа обучающихся основывается на проработке учебной, научно-популярной и технической литературы, позволяющая полноценно подготовиться к практическим занятиям. Литературные источники, имеющиеся в библиотеке и информационные ресурсы в сети «ИНТЕРНЕТ» позволяют качественно подготовиться к занятиям. При работе с источниками важно систематизировать знания и комплексно подходить к рассмотрению вопросов. Изучаются все материалы, рекомендованные преподавателем.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических занятий.

При подготовке к практическим занятиям обучающиеся прорабатывают материал лекций и подготавливают ответы на вопросы для самостоятельного изучения, используя учебники и справочную литературу. Далее они приступают к выполнению заданий.

По порядку выполнения заданий преподаватель дает подробные пояснения. По каждой работе студенты составляют отчет, содержащий титульный лист, введение, основную часть (расчетную), заключение (выводы). Преподаватель оценивает правильность расчетов и оформление каждой работы.

Общие требования к оформлению отчетов по выполнению практических занятий: отчеты выполняются на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word для Windows. Перед набором текста отчета необходимо настроить указанные ниже параметры текстового редактора: формат листа – А4; поля: верхнее – 2, нижнее – 2, левое – 3, правое – 1,0 см; шрифт – Times New Roman; межстрочный интервал – полуторный (в таблицах – одинарный); выравнивание по ширине; автоматическая расстановка переносов; основной заголовок – заглавный, высота 14 кегль, выравнивание по центру, без абзаца; основной текст – высота 14 кегль, выравнивание по ширине, красная строка – 1,25 см.

Практическое занятие №1. Изучение макростроения древесины

Цель занятия: Изучить макроскопическое строение древесины.

Задание:

1. Ознакомиться с общим строением дерева, его составных частей, их функциональным назначением и направлениями использования каждой из них.
2. Изучить главные разрезы (сечения) ствола и приобрести навыки практического определения основных элементов макроструктуры древесины.

Краткие теоретические сведения.

Древесина является древнейшим и ценнейшим из всех материалов, используемых человеком. И в современном мире по объемам применения и использования с древесиной не может сравниться ни один другой материал. Она широко используется как в круг-лом, так и в пере-работанном виде (доски, брусья, фанера, ДВП, ДСП, бумага, спирт, дрожжи, смолы, кордные нити, вискоза, пластмассы, музыкальные ин-струменты и другие, общим числом более 30 тысяч видов продукции).

Древесина – прочный и одновременно легкий материал с хо-рошими теплоизоляцион-ными свойствами, способный гасить вибрацию и поглощать энергию ударных нагрузок, легко обрабатывается, склеивается. Хорошо удерживает различные крепления. Древесина отличается прекрасными декоративными качествами и уникальной резонансной способностью.

Однако материалы из древесины обладают существенными недо-статками: изменчиво-стью свойств, неоднородностью строения, анизо-тропностью, наличием пороков, свойствами усыхать и разбухать, коро-биться и растрескиваться, возгораться и гнить. Эти недостатки

устра-няют путем химической и химико-механической переработки древесины в плитные и листовые материалы – древесноволокнистые и древесностру-жечные плиты, шпон, фанеру, картон. Пропитка древесины антисептика-ми, антипиренами, смолами, а так же прессование и пластификация изме-няют свойства натуральной древесины и позволяют получать мате-риалы повышенной прочности, био-, износо- и огнестойкие, малогигроскопиче-ские.

Наша страна – величайшая и богатейшая лесная держава. Запасы древесины на корню оцениваются в 80 млрд. куб. м.

Различают хвойные (сосна, ель, пихта, кедровая сосна, лиственница и др.) и лиственные (дуб, бук, береза, липа, тополь, клен, вяз и др.) породы древесины. Хвойные породы – голо-семенные растения (семена лежат открыто на поверхности семенных чешуек) с листьями в форме игольчатой или чешуйчатой хвои, большинство из них – смолистые, веч-нозеленые. Лиственные породы – покрыто-семенные растения (при созре-вании семян из завязи образу-ется плод, защищающий семена от внешних воздействий) с листьями в виде хорошо разви-тых пластин с разветвлен-ным жилкованием, которые опадают у большинства растений пе-ред наступлением зимы.

Из общего запаса быстровозобновляемых лесных ресурсов более 68 млрд. куб. м (85%) приходится на древесину хвойных пород, произрастающих преимущественно в Сибири и на Дальнем Востоке.

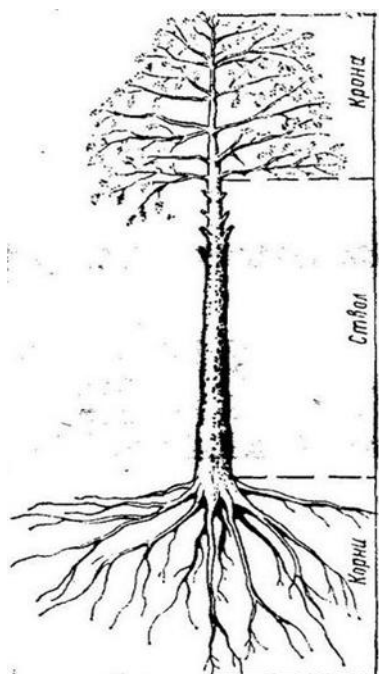


Рис.1. Части растущего дерева

Дерево отличается от других растений, например трав и растений, своей долголетней жизнью и величиной, а главным образом, древесным стволом, который представляет собой самую ценную часть дерева.

Система ветвей и соответствующие участки ствола образуют крону. Совокупность корней одного растения образуют корневую систему (рис.1).

По развитию и залеганию в земле корневые системы разделяют на глубокие (вертикаль-ные) и мелкие (горизонтальные).

Вертикальная корневая система отличается наличием стержневого корня, идущего в землю на большую глубину и являющегося как бы продолжением ствола в земле (дуб и со-сна). Горизонтальная не имеет стержневого корня, а боковые корни располагаются у поверх-ности земли (ель). Промежуточное положение занимают такие породы, как осина, пихта, бе-реза, корневая система которых состоит из глубоко проникающих в землю боковых корней.

Биомасса дерева – общая масса ствола, корней и кроны в единицах объема. Ориентировочные соотношения составных частей в биомассе деревьев разных пород приведены в таблице 1. С ухудшением условий произрастания насаждений доля кроны и корней в биомассе дерева увеличивается.

Таблица 1 Относительный объем частей дерева, % от объема дерева

Порода	Ствол	Корни	Ветви	Кора
Лиственница	77...82	12...15	6...8	22...25
Сосна	65...77	15...25	8...10	10...16
Ясень	55...70	15...25	15...20	14...21
Береза	78...90	5...12	5..10	13...15
Бук	55...70	20...25	10...20	4...11
Клен	65...75	15...20	10..15	12...16

Промышленное применение могут и должны находить все части дерева, но в настоящее время в большей мере используется ствол. Ствол дает основную массу древесины, которая широко применяется в качестве конструкционного и поделочного материала; сырьё для получения картона, бумаги, фанеры, древесностружечных и древесноволокнистых плит, целлюлозы и т. д. Ствол – главный (осевой) одревесневший стебель дерева, начинающийся от шейки корня и заканчивающийся вершиной. Обычно он прямой, бывает искривленным (под действием постоянных ветров и других причин), иногда полегающий, у древесных лиан может быть вьющимся. Ствол служит опорой для кроны, в нем содержится основная часть фитомассы дерева. Зимой ствол служит аккумулятором влаги и питательных веществ, весной и летом в нем совершается сокодвижение. В лесной промышленности ствол дерева – основной объект заготовки и дальнейшего использования. Срубленные и очищенные от сучьев и ветвей стволы называют хлыстами.

Сбег ствола – изменение толщины ствола, приходящееся на единицу его длины. Различают слабо-, средне- и сильносбежистые стволы. Абсолютный сбег, см, равен разности двух диаметров ствола дерева, измеренных через определенные промежутки (1 м, 2 м, и т. д.). При определении относительного сбega диаметр ствола, измеренный на высоте 1,3 от шейки корня принимают за 100%, остальные диаметры, измеренные на других высотах, выражаются в процентах от этой величины. Сбег в разных частях ствола неодинаков. В нижней (комлевой) части крупных деревьев сбег ствола довольно большой из-за корневых наплывов (абсолютный – 5...6 см/м, относительный – 110...120%). В средней части дерева сбег ствола уменьшается. Здесь ствол по форме приближается к параболоиду. В верхней части сбег снова возрастает. Различия сбega ствола зависят не только от размеров деревьев, но и от породы.

Древесину ствола, особенно в верхней части, пронизывают сучки, которые представляют собой остатки ветвей (рис.2). Большинство сучков образуется в результате развития ростовых почек, так называемые первичные сучки. Встречающиеся в древесине глазки представляют собой следы неразвившихся в побег спящих точек, так называемых вторичных.

По степени зарастания и размерам сучков в стволе дерева, выросшего в насаждениях, можно выделить три зоны: 1) нижнюю (комлеву) – высококачественную бессучковую или малосучковую зону, в которой у сердцевины расположены мелкие сучки, глубоко заросшие и не заметные на поверхности ствола; 2) среднюю зону с более крупными заросшими сучками и часто заметными на поверхности ствола по бугрообразным утолщениям, а ближе к кроне –

зарастающими, то есть еще выходящими наружу; 3) верхнюю (вершинную) – низкокачественную зону, или зону живой кроны, с крупными незарастающими сучками.

Перед механической или химической переработкой сортиментов в большинстве случаев отделяют кору. Кора у молодых деревьев гладкая, иногда покрыта тонкими отпадающими чешуйками. При утолщении ствола в коре появляются трещины, которые с возрастом дерева углубляются и расширяются.

Кора предохраняет дерево от механических повреждений, резких перемен температуры, насекомых и других вредных влияний окружающей среды.

По характеру поверхности кора может быть гладкой, бороздчатой, чешуйчатой, волокнистой и бородавчатой. Бороздчатой называют кору с более или менее глубокими продольными и поперечными бороздами (например, кора дуба). Чешуйчатая кора имеет обычно легко отслаиваемые чешуйки (например, кора сосны). Чешуйки, наслаиваясь одна на другую, могут образовывать толстые слои неравномерной толщины. Таким образом получается чешуйчато-бороздчатая кора на старых соснах и лиственницах. Волокнистая кора может отслаиваться длинными продольными лентами (например, кора можжевельника). Бородавчатая кора покрыта мелкими бородавками (например, кора бересклета бородавчатого). У некоторых видов деревьев на коре образуются пробковидные наросты (бархат амурский, дуб пробковый).

Окраска коры и фактура (рисунок) – отличительные признаки древесных пород. Кора может быть белой (береза повислая, лох узколистный, эвкалипт прутовидный); светло-серой (айлант, бук восточный, клен серебристый, ясень обыкновенный); темно-серой (дуб каменный, сосна крымская); коричневой (береза Шмидта, ильм шершавый, ольха черная); черно-серой (береза даурская, клен остролистный); оранжево-желтой (береза желтая и др.); красной (береза Максимовича, ива пурпурная и др.), иногда пятнистой (платан).

Объем, занимаемый корой, у отечественных лесных пород изменяется в интервале 6...25% объема ствола в зависимости от породы, возраста дерева и условий произрастания.

Кора длительное время считалась отходом производства и не использовалась. Из нее можно получить ценные химические продукты, используемые в кожевенной промышленности, медицине, металлургии, строительстве. При компостировании коры с добавкой аммонийных и фосфорсодержащих солей получается удобрение.

Она используется для дубления кож, изготовления поплавков, пробок, теплоизоляционных и строительных плит. Из луба коры делают мочало, рогожи, веревки и др. Из коры добывают химические вещества, применяемые в медицине. Кора березы служит сырьем для получения дегтя.

Крона (нем. Krone, от лат. Corona - венец) – верхняя надземная часть дерева, образованная совокупностью ветвей. В ней протекают основные жизненные процессы растения, фотосинтез, дыхание, транспирация и т. д., обеспечивающие рост растений, продуктивность и семенное размножение.

Биомассу кроны используют пока недостаточно. Ветви, сучья и вершины стволов могут быть переработаны на топливную и технологическую щепу для производства тарного картона и древесно-волоконистых плит. Древесная зелень (листья, хвоя, молодые неодревесневшие побеги) используется для приготовления витаминной муки (ценной добавки к комбикормам для животных и птиц), лечебной хлорофиллокаротиновой пасты, хвойных эфирных масел, веточного корма и т. п.

Корни проводят воду с растворенными в ней минеральными веществами вверх по стволу, хранят запасы питательных веществ и удерживают дерево в вертикальном положении. Корни используются в качестве топлива. Корни, особенно толстые, так же содержат значительное количество древесины, у некоторых пород до 30% от объема ствола.

Годичные слои в крупных корнях обычно шире, чем в нижней части ствола. Плотность древесины корней и ствола почти одинакова, но прочность при сжатии и твердость древесины корней меньше, чем древесины ствола на 30-50%. Из корней можно вырабатывать технологическую щепу, получать скипидар и канифоль.

При проведении различных исследований и описаний строения древесины приняты следующие главные разрезы (рис.2): продольный – разрез по плоскости, параллельной основным механическим и проводящим тканям древесины; радиальный – продольный разрез по

плоскости, проходящей через сердцевину и перпендикулярный касательной к годичному слою древесины в точке касания; тангенциальный – продольный разрез по плоскости, касательной к годичному слою древесины; поперечный – разрез, проходящий перпендикулярно направлению основных механических и проводящих элементов древесины.

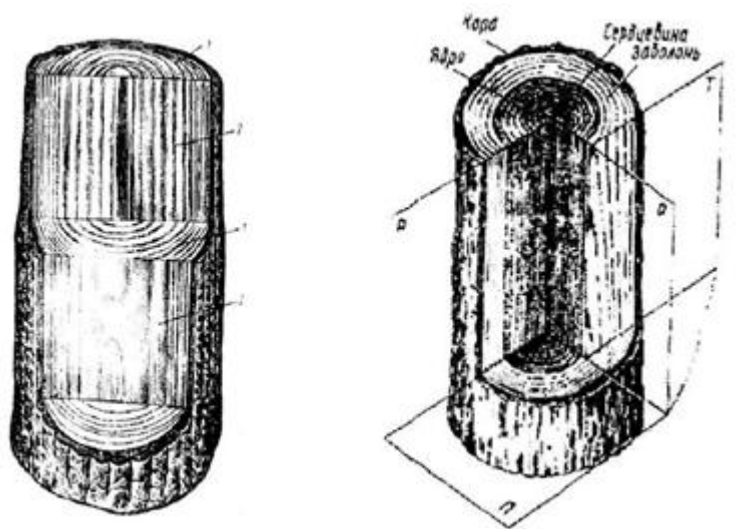


Рис.2. Основные части ствола и главные разрезы: П - поперечный; Р - радиальный; Т – тангенциальный;

1 - поперечный (торцовый), 2 - радиальный, 3 – тангенциальный

Изучение строения древесины на трех главных разрезах (сечениях) позволяет подчеркнуть, а впоследствии и более подробно исследовать анизотропные (различные, неодинаковые) свойства древесины при различных направлениях приложения нагрузки, усушки, разбухания и др. явлениях.

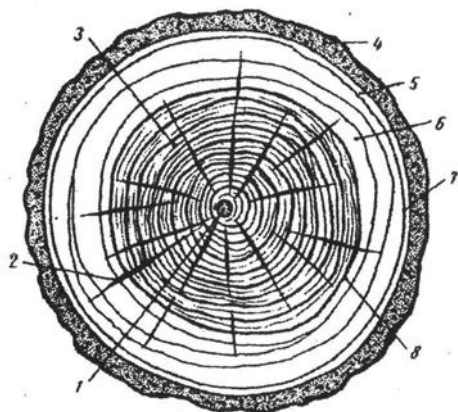


Рис 3. Поперечный разрез ствола:

1- сердцевина; 2 – сердцевинные лучи; 3 – ядро; 4 – пробковый слой; 5 – лубяной слой; 6 – заболонь; 7 – камбий; 8- годичные слои

Макроскопическими признаками древесины называются такие её внешние признаки, которые хорошо видны невооруженным глазом или при небольшом увеличении (не более десятикратного) с помощью оптических линз-луп. Главными макроскопическими признаками древесины являются заболонь и ядро, годичные слои, сердцевинные лучи, сердцевинные повторения, сосуды, смоляные ходы и др. (рис. 3).

Заболонь и ядро. В растущем дереве заболонь – живая, периферическая зона древесины, ядро – мертвая, не участвующая в физиологических процессах, центральная зона. У деревьев

всех пород в раннем возрасте древесина состоит только из заболони и лишь со временем происходит отмирание живых элементов, закупорка водопроводящих путей, а также отложение экстрактивных веществ (смола, танниды, красящих веществ) в зоне вокруг сердцевины. При этом у деревьев одних пород (лиственницы, сосны, кедр, можжевельник, дуб, ясень, вяз, ильма, грецкого ореха, тополя и др.) центральная зона приобретает темную окраску. Такие породы называются ядровыми. У остальных пород, которые называются безъядровыми, центральная зона не отличается по цвету от заболони. Среди безъядровых различают спелодревесные породы (ель, пихту, бук, осину и др.), у которых в свежесрубленном состоянии влажность центральной зоны меньше, чем периферической, и заболонные (березу, клен и др.) с примерно одинаковой влажностью по радиусу ствола. У некоторых ядровых пород (ильма, ясень) спелая древесина располагается в виде кольца между заболонью и ядром.

Годичные слои. Ежегодный прирост древесины называется годичным слоем. На поперечном разрезе годичные слои образуют концентрические окружности. У некоторых пород они имеют волнистый вид, например у граба, тиса, можжевельника; у бука и ольхи граница между годичными слоями в местах пересечения ее широкими сердцевинными лучами (см. далее) загибается внутрь (к сердцевине), что также придает слоям волнистые очертания.

На радиальном разрезе годичные слои имеют вид прямых полос. На тангенциальном разрезе годичные слои представляют собой извилистые, U-образные полосы. Годичные слои особенно хорошо заметны у хвойных и некоторых лиственных пород.

У деревьев, произрастающих в тропической зоне, годичные слои могут отсутствовать.

Ширина годичных слоев сильно колеблется в зависимости от породы, возраста, условий произрастания, положения в стволе. Наиболее узкие годичные слои (до 1 мм) образуются у медленно растущих пород (самшита), а наиболее широкие (1 см и больше) характерны для быстрорастущих пород (тополь, ива). Влияние возраста дерева проявляется в изменении ширины годичных слоев по радиусу ствола. При благоприятных условиях роста дерева у сердцевины находится некоторое количество довольно узких слоев, затем следует зона сравнительно широких слоев, а далее, по мере приближения к коре, ширина годичных слоев постепенно уменьшается: эта зависимость выражена у светлюбивых хвойных пород (сосна).

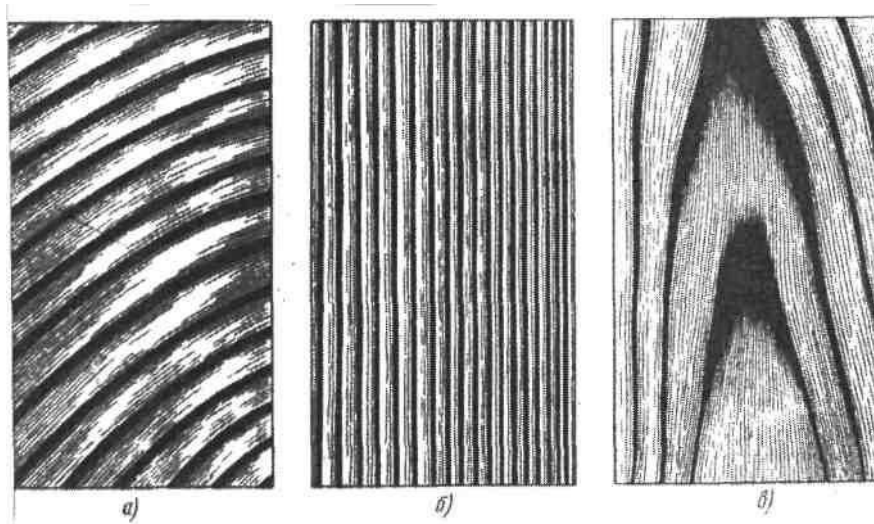


Рис. 4. Вид годичных слоев по поперечной (а), радиальном (б) и тангентальном (в) разрезах древесины (сосна)

На величину прироста древесины влияют метеорологические условия, и их изменения, происходившие в далеком прошлом, можно проследить по ширине годичных слоев. Дерево как бы "записывает" время совершения метеорологических событий: засух и влажных периодов, сильных морозов зимой и ранних заморозков весной, жары летом, циклов солнечной активности и даже космических катастроф. Научная дисциплина, основанная на анализе годичных слоев, называется дендрохронология (от греч. "дендрон" - дерево). Для различных

регионов и пород составляются стандартные дендрошкалы, отражающие характер изменения ширины годичных слоев на протяжении многих веков. Они используются в климатологии, археологии, астрофизике и других областях науки.

В ветвях происходит такой же процесс ядрообразования, как и в стволе. Поэтому древесина сучков от молодых живых ветвей в верхней части кроны состоит из одной заболони. Сучки от ветвей из нижней части кроны содержат ядровую зону, а основания уже отмерших ветвей состоят сплошь из ядра (или спелой древесины).

Ранняя и поздняя древесина годичных слоев. У многих пород ясно видно, что годичный слой состоит из двух частей (рис.4): внутренней, обращенной к сердцевине, более светлой и менее твердой - ранней древесины (она образуется в первой половине вегетационного периода), и наружной, более темной и твердой - поздней древесины. Переход от ранней древесины к поздней может быть очень резким (например, у лиственницы), достаточно четким (у сосны) или почти незаметным (у кедра). Различие в цвете, а также в строении ранней и поздней древесины смежных годичных слоев обуславливает хорошую видимость их у большинства хвойных и некоторых лиственных пород. По ранней древесине годичных слоев в растущем дереве происходит передвижение воды (вверх по стволу), а поздняя древесина выполняет преимущественно механические функции.

Поздняя древесина в 2,5 раза плотнее ранней, ее прочность на растяжение вдоль волокон, по данным И.С. Мелехова для ели в 2,7 раза, а по данным В.Е. Вихрова для лиственницы в 3,4 раза превосходит прочность ранней древесины; существенно отличаются жесткость и другие ее свойства. Поэтому количество поздней древесины является важным показателем, характеризующим качество древесины в целом.

Сердцевинные лучи. У некоторых лиственных пород на попе-речном разрезе ствола хорошо видны светлые, часто блестящие линии, расходящиеся по радиусам от сердцевины к коре и называемые сердцевинными лучами (рис. 4., поз.2).

Первичные сердцевинные лучи начинаются у самой сердцевины, а вторичные на разном расстоянии от нее. Лучи доходят до коры и продолжаются в ней. В растущем дереве сердцевинные лучи служат для проведения воды и питательных веществ в горизонтальном направлении и для хранения запасных питательных веществ зимой. Сердцевинные лучи имеются у всех пород - как лиственных, так и хвойных. Однако размеры лучей у разных пород различны. Измеряемая на поперечном разрезе ширина лучей в зависимости от породы колеблется в пределах 0,05 - 1 мм.

На радиальном разрезе древесины сердцевинные лучи обычно заметны в виде поперечных блестящих полосок или пятен, окрашенных темнее или светлее окружающей древесины. Ширина полосок зависит от высоты лучей, а длина - от степени совпадения плоскости разреза с направлением луча. У некоторых пород (платан, клен, ильм и др.) эти полоски на радиальном разрезе образуют красивый рисунок (текстуру).

На тангенциальном разрезе сердцевинные лучи имеют чечевице-образную форму, высота их в зависимости от породы колеблется в широких пределах - от 160 мм (у ольхи) до долей миллиметра (у хвойных по-род).

Сосуды. Эта элементы строения древесины характерны только для лиственных пород. Они часто хорошо заметны на поперечном разрезе в виде отверстий округлой формы. В растущем дереве по сосудам, имеющим форму трубок, поднимается вода с растворенными в ней минеральными веществами из корней в крону. Сосуды подразделяются на крупные, легко обнаруживаемые невооруженным глазом, и мелкие, не различимые без микроскопа.

По расположению сосудов в древесине лиственные породы подразделяют на кольцесосудистые, с кольцом крупных сосудов в ранней зоне годичных слоев и рассеяннососудистые, у которых сосуды независимо от величины распределены по годичному слою более или менее равномерно.

Резкая разница между ранней и поздней зонами обуславливает хорошую видимость годичных слоев у кольцесосудистых пород. В то же время у рассеяннососудистых пород нет различия между этими зонами, годичные слои имеют однородное строение, и границы между ними плохо заметны.

На продольных разрезах сосуды, особенно крупные, заметны в виде бороздок. Сосуды редко проходят в стволе строго вертикально, поэтому на продольных разрезах бороздки

обычно короткие, так как в раз-рез попадает только часть сосуда. Диаметр крупных сосудов 0,2 - 0,4 мм, мелких 0,016 -0,1 мм. Длина сосудов обычно не превышает 10 см, но у дуба достигает 3,6 м, а у ясеня иногда доходит до 18 м.

Смоляные ходы. Эти элементы строения древесины присущи только хвойным породам. Они представляют собой наполненные смолой каналы, пронизывающие древесину сосны, кедра, лиственницы и ели (у остальных хвойных - пихты, тиса и можжевельника - их нет). Невооруженным глазом можно обнаружить только вертикальные смоляные ходы, а связанные с ними горизонтальные ходы видны лишь под микроскопом.

Смоляные ходы заметны на поперечном разрезе в поздней зоне годичных слоев (у сосны и кедра здесь сосредоточено 2/3 общего их количества) в виде белых точек, а на радиальном и тангенциальном разрезах в виде темноватых продольных черточек и линий. Наиболее крупные смоляные ходы у кедра, их диаметр в среднем 0,14 мм, у сосны 0,1 мм, у ели 0,09 мм, у лиственницы 0,08 мм. Длина ходов колеблется в пределах 10-80 см, причем в верхней части стволов ели и лиственницы их длина примерно в 2 раза меньше, чем в нижней.

По количеству смоляных ходов на первом месте стоит сосна, далее следует кедр, затем лиственница и ель.

Заполняющая ходы смола повышает биостойкость древесины, снижает её влагопоглощение и увеличивает теплопроводную способность.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить по плакатам, натурным образцам с использованием учебных пособий основные части дерева, зарисовать их в отчете, определить функциональное назначение каждой из них.

2. Изучить и зарисовать главные разрезы ствола, описать как они получаются, показать основные элементы.

3. Изучить по образцам и плакатам основные элементы макростроения древесины. Зарисовать поперечный разрез ствола, выносными линиями показать все его части и сделать поясняющие надписи.

4. Изучить и привести краткие характеристики основных макроскопических элементов древесины.

5. Подготовиться к ответам на контрольные вопросы.

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие теоретические сведения о строении древесины с иллюстрациями основных элементов макроскопического строения древесины

Контрольные вопросы

1. Назовите положительные и отрицательные качества древесины.

2. Какие основные компоненты содержит древесина?

3. Перечислите основные части дерева, назначение, охарактеризуйте возможность химической переработки.

4. Поясните направления использования основных частей дерева.

5. Объясните назначение коры, её виды, окраска, направления промышленного использования

6. Что понимают под макростроением древесины?

7. Перечислите главные признаки макростроения древесины.

8. Перечислите основные элементы поперечного строения древесины.

9. Перечислите виды сосудов у различных пород и на различных разрезах.

10. Назовите элементный состав древесины.

Основная литература

1. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник/ Б.Н. Уголев.- 5-е изд, прераб., и доп. – М.: МГУЛ, 2007. –351 с.

Дополнительная литература

1. Кононов Г.Н. Химия древесины и её основных компоненты: учебное пособие для вузов/ Г. Н. Кононов. - 2-е изд., испр. И доп. - Москва: МГУЛ, 2002. - 259 с.

2. Трошкин С.Н. Древесиноведение. Лесное товароведение: лабораторный практикум. – Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – 50 с.

Практическое занятие №2 Изучение строения клеточной стенки древесины

Цель работы: Ознакомиться со строением древесной клеточной стенки; классификацией влажных тел, в т.ч. древесины

Слоистое строение клеточной стенки можно наблюдать с помощью светового микроскопа. На рис.1 показана схема строения стенки древесной клетки. На каждой «ступеньке» этой пространственной модели часть клеточной стенки, предшествующей данному слою, удалена. Тонкими линиями показано расположение microfibrill.

В нижней части изображена тонкая **серединная пластинка М**. Толщина колеблется от 0,5 до 1,5 мкм. Состоит преимущественно из лигнина: 60-90 %, содержит некоторое количество гемицеллюлоз, пектина и минеральных веществ. Отличается большой пористостью. **Первичная оболочка Р** тонкая: 0,1-0,5 мкм, в сухом состоянии примерно в три раза меньше. Серединная пластинка и первичная оболочка образуют «сложную серединную пластинку».

Вторичная оболочка S примерно в 10 раз толще первичной. Microfibrill в ней располагаются под разными углами к продольной оси клетки. Состоит вторичная оболочка из тонкого слоя S_1 , мощного слоя S_2 и внутреннего S_3 .

Содержание целлюлозы и гемицеллюлоз во вторичной оболочке значительное.



Рис.1 Схема строения клеточной стенки трахеид и либриформа.

Р-первичная оболочка; S_1 –вторичная оболочка (наружный тонкий слой); S_2 -вторичная оболочка (мощный средний слой); S_3 – вторичная оболочка (внутренний слой); М-серединная пластинка

Вторичная оболочка содержит углубления-поры, находящиеся друг против друга в соседних клетках. Схема строения окаймленной поры представлена на рис.2.

Взаимодействие влаги и древесины определяется видом древесины как влажного тела. Всего существует 3 вида влажных тел:

- коллоидные (желатин)
- капиллярно-пористые (древесный уголь, после высыхания становится хрупким)
- капиллярно-пористые коллоидные .

Древесина, имея волокнистое строение, обладает капиллярно-пористой структурой, стенки капилляров обладают свойствами эластичных ограниченно набухающих гелей.

Волокна древесины: трахеиды хвойных пород, сосуды и либриформ лиственных пород и клетки сердцевинных лучей проницаемы для жидкостей и газов за счет своей капиллярной системы. Условный радиус пор составляет более 100 нм, пористость от 30 до 80%, эта макрокапиллярная система обладает огромной внутренней поверхностью, которая легко собирает и отдаёт водяные пары из воздуха (гигроскопична).

Клеточные стенки имеют слоистую структуру, в них формируется микрокапиллярная система пор с условным радиусом до 100 нм.

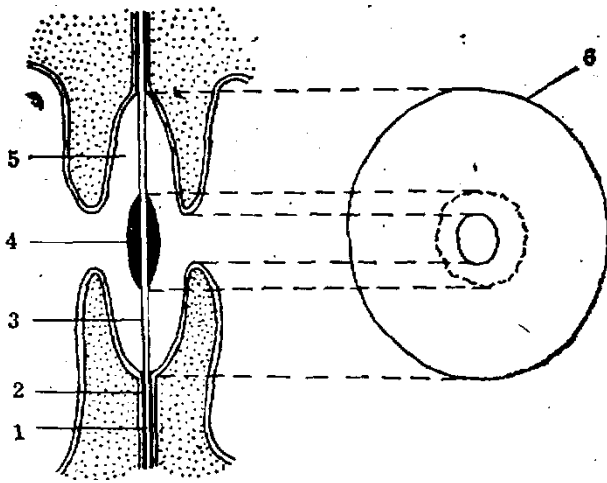


Рис. 2. Окаймленная пора:

1 – срединная пластинка M ; 2 – внешний слой вторичной оболочки S_1 ; 3 – пленка поры; 4 – торус; 5 – камера поры; 6 – окаймление поры

Свободная влага находится в макрокапиллярах и в полостях клеток и удерживается там механически, поэтому удаляется из древесины сравнительно легко.

Связанная влага содержится в клеточных стенках (оболочках) и удерживается силами капиллярного взаимодействия, достаточно прочно. Удаление такой влаги затруднено и оказывает существенное влияние на изменение большинства свойств древесины. Предел насыщения клеточных стенок указывает на ограниченное количество удерживаемой стенками влаги (30%)

В свежесрубленной древесине, как правило, содержится большое количество воды, и в дальнейшем в зависимости от условий хранения оно может увеличиваться, уменьшаться или оставаться на прежнем уровне. Для сохранности древесины (в большинстве случаев) необходимо принять меры по удалению воды, т. е. произвести её сушку.

Таким образом, $W_{п.н.}$ – это максимальная влажность клеточных стенок, достигаемая при увлажнении древесины в воде; характеризуется равновесием влажности клеточных стенок с водой, находящейся в полостях клеток у сырой древесины.

Этот показатель, $W_{п.н.}$, %, можно определить по формуле

$$W_{п.н.} = \left(\frac{1}{\rho_6} - \frac{1}{\rho_0} \right) \times \rho_в \times 100$$

где ρ_6 и ρ_0 – соответственно базисная плотность древесины и плотность абсолютно сухой древесины; $\rho_в$ – плотность связанной воды (в расчетах принять 1115 кг/м^3)

С увеличением плотности предел насыщения клеточных стенок $W_{п.н.}$ значительно снижается. Это вызвано тем, что уменьшается площадь поверхности клеточных стенок, в углублениях которых удерживается микрокапиллярная вода. Следовательно, уменьшается количество связанной воды, характеризующее предел насыщения клеточных стенок древесины. Значение $W_{п.н.}$ колеблется от 38% до 24%. Такое значение может быть принято для древесины пород, произрастающих в умеренном климатическом поясе.

По содержанию влаги различают:

- **мокрую древесину** – с влажностью более 100%;
- **свежую** (свежесрубленную), сохранившую влажность растущего дерева, $W = 50-100\%$;
- **древесину атмосферной сушки** (воздушно-сухую), высушенную и выдержанную на открытом воздухе, $W = 15\%$ (летом) – 20% (зимой);
- **древесину камерной сушки** (комнатно-сухую), высушенную в камере или выдержанную в отапливаемом помещении, $W = 8-12\%$,
- **абсолютно сухую древесину**, высушенную до постоянной массы при температуре $100-105^\circ\text{C}$, $W = 0\%$.

Влажность величиной 20-22% называется **транспортной**, а влажность, которую древесина имеет в период эксплуатации, – **эксплуатационной**.

Влажность древесины, когда стенки клеток насыщены водой, а полости межклеточные пространства свободны от воды, называется пределом гигроскопической влажности. Для древесины различных пород она колеблется от 23 до 35% (в среднем 30%) от массы сухой древесины.

Классификация древесины по влажности в зависимости от области её использования и ценности:

- влажная ($W > 22\%$) – полуфабрикат. Такая древесина не должна поступать в продажу (коэффициент ценности $K = 1$);
- товарная, транспортно-сухая (атмосферно-сухая, экспортная) ($W = 22\%$) – ей придана влажность, соответствующая пределу биостойкости, при которой плотноуложенные пиломатериалы можно перевозить в летнее время и длительно хранить без опасения поражения их грибами (коэффициент ценности по отношению к влажной, $K = 1,2$);
- товарно-строительная ($W = 17\%$) – применяется для изготовления строительных деталей и конструкций, имеющих непосредственно контакт с атмосферным воздухом ($K = 1,5$);
- нормализованная, строительная ($W = 12\%$) – применяется в строительстве, обеспечивает высокую прочность, технологичность, надёжную сопрягаемость и отличную отделку ($K = 2,4$);
- мебельно-сухая ($W = 6\%$) – в производстве мебели и деталей интерьера ($K = 3$).

Задание. Произвести расчет предела насыщения клеточных стенок для нижеперечисленных пород древесины. Таблица 1

Исходные данные для расчета

№ варианта	Порода древесины
1	Ива, береза железная
2	Липа, акация белая
3	Осина, бакаут
4	Орех грецкий, тополь
5	Лиственница, ясень
6	Сосна кедровая, бук
7	Сосна обыкновенная, груша
8	Дуб, пихта сибирская
9	Ель, самшит
10	Граб, ясень остроплодный
11	Пихта белокорая, клён
12	Дуб араксинский, береза ребристая
13	Сосна итальянская, вяз
14	Секвойя, тополь белый
15	Тис, яблоня

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться со схемой строения клеточных стенок.
2. Изучить характер взаимодействия влаги и древесины. Изучить классификацию влажных тел.
3. Провести теоретическое определение предела насыщения клеточных стенок древесины различных пород (по заданию преподавателя).
4. Сделать выводы.

Средние значения плотности древесины

Порода	Значение плотности древесины, кг/ м ³		
	при влажности 12%, ρ_{12}	в абсолютно сухом состоянии, ρ_0	базисная, ρ_6
Лиственница	665	635	540
Сосна обыкновенная	505	480	415
Ель	445	420	365
Кедр (сосна кедровая)	435	405	360
Пихта сибирская	375	350	310
Граб	795	760	640
Акация белая	800	770	650
Груша	710	670	585
Дуб	690	655	570
Клён	690	655	570
Ясень обыкновенный	680	650	560
Бук	680	650	560
Вяз	650	620	535
Берёза	640	620	520
Орех грецкий	590	560	490
Ольха	525	495	430
Осина	495	465	400
Липа	495	470	410
Тополь	455	425	375
Ива	455	425	380

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие теоретические сведения о строении стенок клетки древесины, соотношении слоёв. По заданию преподавателя производится расчет предела насыщения клеточных стенок для указанных пород древесины. Необходимые для расчета исходные табличные сведения следует самостоятельно найти в соответствующих таблицах. Делается вывод о подобии и различиях полученных величин от принятой условной величины предела насыщения клеточных стенок.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Вычертить схему строения клеточной стенки.
2. Дать характеристику первичной оболочки, вторичной оболочки и срединной пластинки.
3. Указать основные химические компоненты, входящие в состав оболочек и срединной пластинки.
4. Указать классификацию влажных тел и объяснить термин «капиллярно-пористое коллоидное тело».

Основная литература

1. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник / В. И Азаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. -624 с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник/ Б.Н. Уголев.- 5-е изд, перераб., и доп. – М.: МГУЛ, 2007. –351 с.

Дополнительная литература

1. Антоновский, С.Д. Основы химии древесины: учебное пособие для вузов / С.Д. Антоновский – Ленинград: ЛТА, 1977. - 92 с
2. Чельшева, И.Н. Физика древесины: методические указания к выполнению практических работ / Чельшева И.Н. – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 42 с.
3. Кононов Г.Н. Химия древесины и её основных компоненты: учебное пособие для вузов/ Г. Н. Кононов. - 2-е изд., испр. И доп. - Москва: МГУЛ, 2002. - 259 с.

Практическое занятие №3 Изучение разбухания и усушки древесины .

Цель работы: Изучение особенностей древесины при усушке и разбухании

Задание:

1. Ознакомиться с терминами «усушка» и «разбухание» древесины, степенью влияния содержания свободной и связанной влаги на усушку и разбухание древесины;
2. по заданию преподавателя выполнить расчеты полной и частичной усушки древесины в радиальном и тангенциальном направлениях;
3. по заданию преподавателя выполнить расчеты полного и частичного разбухания древесины в радиальном и тангенциальном направлениях;
4. научиться определять полное объемное разбухание и полную объемную усушку древесины различных пород;

Анизотропия означает неодинаковость свойств любого материала в различных структурных направлениях. Анизотропия всегда является следствием упорядоченности в расположении структурных элементов и в их ориентации.

Анизотропия древесины определяется макроструктурой, т.е. анатомическим строением и микроскопическим строением составляющих её клеточных оболочек.

Физическими свойствами древесины называются те её свойства, которые могут быть определены путём осмотра, взвешивания, измерения, высушивания т.е. без нарушения целостности образца или изменения его химического состава. Древесина принадлежит к капиллярно-пористым коллоидным телам, размеры которых нестабильны и изменяются при изменении температуры и влажности. При механической обработке древесины как анизотропного материала необходимо обязательно учитывать влияние влажности на размеры исходного сырья и готовой продукции.

Под **усушкой** понимают уменьшение линейных размеров (линейная усушка в радиальном или тангенциальном направлении) и объёма древесины (объёмная усушка) при удалении из неё связанной влаги.

Усушка и разбухание древесины объясняются особенностями её строения и взаимодействия с водой. Вода в древесине имеет **свободную и связанную** формы. Свободная, или макрокапиллярная, вода находится в полостях клеток и удерживается в ней механически. Силы капиллярного взаимодействия между этой водой и древесинным веществом очень малы. Связанная, или гигроскопическая, вода содержится в стенках клеток, удерживается физико-химическими силами поверхностного взаимодействия. Древесина, содержащая только связанную влагу, называется влажной. Если в древесине имеется и свободная, и связанная влага, древесина является сырой. Наибольшая линейная усушка наблюдается в тангенциальном направлении, т.е. в направлении окружности годичных колец. Усушка в радиальном направлении, т.е. в направлении радиуса ствола, в 1.5 – 2 раза меньше. На анизотропию усушки оказывают влияние сердцевинные лучи, они сдерживают усушку древесины в радиальном направлении в связи с особенностями строения микрофибрилл этих паренхимных клеток. В направлении оси ствола – вдоль волокон, она ничтожно мала и в расчеты не принимается.

Древесинное вещество является ограниченно набухающим, поэтому количество связанной влаги не может превышать некоторого максимума. Этот максимум называется пределом насыщения клеточных стенок $W_{\text{пн}}$. Для практических расчетов пользуются экспериментально установленной величиной предела насыщения клеточных стенок $W_{\text{пн}} = 30\%$.

Полная или максимальная усушка β_{max} (в радиальном направлении, $\beta_{r \text{ max}}$, в тангенциальном направлении, $\beta_{t \text{ max}}$, или объёмная) происходит при удалении из древесины всего количества связанной влаги. Её величину в процентах вычисляют по формуле:

$$\beta_{\text{max}} = \frac{\alpha_{\text{max}} - \alpha_0}{\alpha_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где α_{max} – размер образца при влажности, равной или выше предела насыщения клеточных стенок в радиальном, тангенциальном направлениях или его объём; α_0 – размер (объём) образца в абсолютно сухом состоянии.

Частичная усушка древесины β_{ω} происходит при высушении её до какой-либо заданной влажности (меньше предела насыщения клеточных стенок) и её величину определяют по формуле:

$$\beta_{\omega} = \frac{a_{\text{max}} - a_{\omega}}{a_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где a_{ω} – размер (объём) образца при влажности $W < 30\%$.

Коэффициент усушки K_{β} в процентах на 1 % влажности древесины вычисляют по формулам (для полной и частичной усушки):

$$K_{\beta} = \frac{\beta_{max}}{W_{пн}} \quad (3)$$

или

$$K_{\beta\omega} = \frac{\beta_{\omega}}{W_{пн} - W} \quad (4)$$

где $W_{пн}$ – предел насыщения клеточных стенок, равный 30 %, W – фактическая влажность древесины, %.

Для большинства древесных пород полную объемную усушку можно приближенно определить через соотношение:

$$\beta_{max} = 0,028\rho_{\delta}, \quad (5)$$

где ρ_{δ} – базисная плотность древесины, кг/м³ (табл.2).

Полная линейная усушка в радиальном направлении определяется как $\beta_{r\ max} = 0,018\rho_{\delta}$; полная линейная усушка в тангенциальном направлении определяется $\beta_{t\ max} = 0,01\rho_{\delta}$.

Разбухание – свойство, обратное усушке, проявляется в увеличении линейных размеров и объёма древесины при поглощении ею связанной влаги. Полное разбухание α_{max} (в радиальном направлении, в тангенциальном направлении или объёмное), в процентах, вычисляют по формуле:

$$\alpha_{max} = \frac{a_{max} - a_{min}}{a} \cdot 100, \quad (6)$$

где a_{max} – размер (объём) образца при заданной влажности $W \geq W_{пн}$; a_{min} – размер (объём) образца в абсолютно сухом состоянии.

Частичное разбухание α_{ω} , в процентах, вычисляют по формуле:

$$\alpha_{\omega} = \frac{\alpha_{\omega} - \alpha_{min}}{\alpha_{min}} \cdot 100, \quad (7)$$

где α_{ω} – размер (объём) образца при влажности W .

Коэффициент разбухания K_{α} , в процентах на 1 % влажности древесины, определяется для полного разбухания:

$$K_{\alpha} = \frac{\alpha_{max}}{W_{пн}} \quad (8)$$

Иногда не удаётся из-за отсутствия некоторых показателей рассчитать коэффициенты усушки и разбухания, но один из них определить можно. В этих случаях используют соотношение, связывающее оба коэффициента:

$$K_{\beta} = \frac{100 \cdot K_{\alpha}}{100 + 3K_{\alpha}}, \quad (9)$$

Задача 1: Определить полную усушку и коэффициенты усушки древесины осины в радиальном и тангенциальном направлении. Образец до высушивания имел размеры: в радиальном направлении $a_{max} = 20,3$ мм; в тангенциальном $b_{max} = 20,2$ мм. Размеры образца после высушивания до абсолютно сухого состояния: в радиальном направлении $a_{min} = 19,4$ мм; в тангенциальном $b_{min} = 18,85$ мм.

Решение: определяем усушку в различных направлениях по известным формулам:

$$\beta_{рад} = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\alpha_{max}} \cdot 100 \%$$

$$\beta_{танг} = \frac{\alpha_{max} - \alpha_{min}}{\alpha_{max}} \cdot 100 \%$$

$$\rho_{\text{рад}} = \frac{23,3 - 19,4}{20,3} \cdot 100 = 4,4 \%$$

$$\rho_{\text{танг}} = \frac{20,2 - 18,85}{20,2} \cdot 100 = 6,6 \%$$

Производим расчет коэффициента полной усушки в радиальном и тангенциальном направлениях:

$$K_{\text{рад}} = \frac{4,4}{30} = 0,14; \quad K_{\text{танг}} = \frac{6,6}{30} = 0,22$$

При известной породе образцов древесины, расчетные значения усушки и коэффициента усушки, следует сравнить с нормированными значениями. Нормированные значения приведены в табл.2. Согласно справочным данным, для осины коэффициенты усушки в радиальном и тангенциальном направлениях полностью совпадают с расчетными.

Задача 2: Определить усушку и коэффициент усушки древесины в тангенциальном направлении, если размер образца до высушивания 20,4 мм, после высушивания 19,1 мм. Начальная влажность древесины 40 %, влажность образцов после сушки 15 %.

Решение: Находим величину частичной линейной усушки:

$$\beta_{\text{танг}} = \frac{\alpha_{\text{max}} - \alpha_{\omega}}{\alpha_{\text{max}}} \cdot 100$$

$$\beta_{\text{танг}} = \frac{20,4 - 19,1}{20,4} \cdot 100 = 6,3 \%$$

Коэффициент частичной линейной усушки:

$$K_{\text{танг}} = \frac{\beta_{\text{танг}}}{30 - W}; \quad K_{\text{танг}} = \frac{6,3}{30 - 15} = 0,42$$

Таблица 1

Исходные данные для расчета усушки (разбухания) древесины

вариант	задание
1	1. Берёзовый брус тангенциальной распиловки при влажности 70 % имел размеры по ширине 107 мм, а по толщине 105 мм. После высушивания до 12 % сечение бруса стало 100×100 мм. Определить величину усушки и коэффициенты усушки в радиальном и тангенциальном направлениях. 2. Определить полное объемное разбухание древесины сосны. Определить коэффициент разбухания. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 19,8×19,9×29,8 мм, после увлажнения до 75%: 20,3×20,1×30,0мм
2	1. Ширина сосновой доски тангенциальной распиловки при влажности 60 % составляет 250 мм. Какова будет её ширина после высыхания до 8 %? Коэффициент усушки для сосны в тангенциальном направлении $K_{\beta_{\tau}} = 0,30$. 2. Определить величину полной объемной усушки древесины лиственницы. Определить коэффициент усушки. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 19,8×19,9×30,1 мм, после увлажнения до 45%: 20,4×20,51×30,2мм
3	1. Толщина буковой заготовки тангенциальной распиловки при влажности 40 % составляет 50 мм. Какова будет её толщина после высыхания до 10 %? Коэффициент усушки для бука в тангентальном направлении $K_{\beta_{\tau}} = 0,17$. 2. Определить полное объемное разбухание древесины березы. Определить коэффициент разбухания. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 20,2×19,9×29,8 мм, после увлажнения до 50%: 20,7×20,6×30,1мм
4	1. Берёзовая доска тангенциальной распиловки при влажности 55 % имела размеры по ширине 223 мм, а по толщине 27 мм. После высушивания до 10 % размеры стали равны соответственно 210 и 26 мм. Определить величину усушки в радиальном и тангенциальном направлениях, а также коэффициенты усушки. 2. Определить полное объемное разбухание древесины липы. Определить коэффи-

	циент разбухания. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 21,0×20,1×30,1 мм, после увлажнения до 35%: 21,4×20,7×30,2мм
5	1. Ширина еловой доски тангенциальной распиловки при влажности 7 % составляет 200 мм. После увлажнения до 57 % она увеличилась до 216 мм. Определить величину разбухания доски и коэффициент разбухания в тангенциальном направлении. 2. Определить величину полной объемной усушки древесины осины. Определить коэффициент усушки. Размеры образца при влажности 55 % : 21,1×20,5× 32,1 мм; в абсолютно сухом состоянии: 19,8×19,2×31,9 мм
6	1. Размеры дубового бруска при влажности 45 % были равны: в радиальном направлении – 62 мм, в тангенциальном направлении – 75 мм. После высушивания до 8 % они стали соответственно 60 и 70 мм. Определить величину усушки и коэффициент усушки в радиальном и тангенциальном направлениях. 2. Определить величину полной объемной усушки древесины лиственницы. Определить коэффициент усушки. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 20,2×21,1×29,8 мм, после увлажнения до 50%: 20,9×22,6×30,2мм
7	1. Определить величину разбухания и коэффициент разбухания древесины кедра в радиальном направлении, если линейный размер образца в этом направлении при увлажнении от 0 до 40 % изменился от 30,0 до 31,3 м 2. Определить полное объемное разбухание древесины кедра Определить коэффициент разбухания. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 20,0×19,5×29,8 мм, после увлажнения до 42%: 20,9×20,9×30,1мм
8	1. Сосновый образец в абсолютно сухом состоянии имел размеры: в радиальном направлении 30,2 мм, а в тангенциальном – 29,8 мм. После длительного увлажнения в воде они стали соответственно 31,2 и 31,6 мм. Определить величину разбухания в радиальном и тангенциальном направлениях, а также коэффициенты разбухания 2. Определить величину полной объемной усушки древесины лиственницы. Определить коэффициент усушки. Размеры образца при влажности 45 % : 21,4×20,7× 32,0 мм; в абсолютно сухом состоянии: 19,6×19,5×31,9 мм
9	1. Сосновая доска тангенциальной распиловки в свежесрубленном состоянии имела размеры по ширине 206 мм, а по толщине 34 мм. Каковы будут её размеры после высушивания до 12 %. Коэффициенты усушки сосны в радиальном направлении $K_{\beta_r} = 0,17$, в тангенциальном $K_{\beta_t} = 0,28$. 2. Определить полное объемное разбухание древесины грецкого ореха. Определить коэффициент разбухания. Размеры образца в абсолютно сухом состоянии 20,2×20,2×29,8 мм, после увлажнения до 42%: 20,7×20,9×30,0мм
10	1. Начальная влажность кедровых досок радиальной распиловки 40...50 %. При конечной влажности, равной 9 %, размеры досок должны быть по толщине – 50, а по ширине 125 мм. Определить первоначальные размеры досок и припуски на усушку. Коэффициенты усушки кедра в радиальном направлении $K_{\beta_r} = 0,12$, в тангенциальном $K_{\beta_t} = 0,26$. 2. Определить величину полной объемной усушки древесины дуба. Определить коэффициент усушки. Размеры образца при влажности 35 % : 21,1×20,8× 31,1 мм; в абсолютно сухом состоянии: 20,2×19,7×30,6 мм

Порядок выполнения:

1. Изучить теоретические сведения о разбухании и усушке древесины
2. Ознакомиться с количественными характеристиками усушки и разбухания
3. Научиться определять полную и частичную линейную усушку (разбухание) древесины в радиальном или (и) тангентальном направлениях
4. Научиться определять коэффициенты полной и (или) частичной усушки (разбухания)
5. Научиться определять полную объемную усушку (разбухание).
6. Выполнить расчет величин усушки (разбухания) по заданию преподавателя, сравнить с табличным значением (табл.2) и сделать выводы

Таблица 2

Коэффициенты усушки K_{β} , разбухания K_{α} древесины, %

Порода	По объёму		По радиальному направлению		По тангенциальному направлению	
	K_{β}	K_{α}	K_{β}	K_{α}	K_{β}	K_{α}
Лиственница	0,52	0,60	0,19	0,20	0,35	0,38
Сосна	0,44	0,51	0,17	0,18	0,28	0,31
Ель	0,43	0,50	0,16	0,17	0,28	0,31
Пихта сибирская	0,39	0,44	0,11	0,11	0,28	0,31
Кедр	0,37	0,41	0,12	0,12	0,25	0,27
Берёза	0,54	0,65	0,27	0,29	0,31	0,34
Бук	0,48	0,56	0,18	0,19	0,32	0,35
Ясень	0,45	0,52	0,18	0,19	0,28	0,31
Дуб	0,43	0,50	0,18	0,19	0,27	0,29
Осина	0,41	0,47	0,14	0,15	0,28	0,30
Клён	0,46	0,54	0,19	0,20	0,29	0,32

Форма отчетности: конспект, который включает краткие теоретические сведения об анизотропии древесины в радиальном и тангентальном направлениях; формулы для расчета частичной и полной линейной усушке (разбуханию) и полной объемной усушке (разбуханию); формулы для расчета коэффициентов усушки (разбухания). Результаты расчетов величин усушки (разбухания) древесины, выполненные по указанному преподавателем варианту, представляются в виде текста с необходимыми пояснениями; сопровождаются сравнением с теоретическими справочными значениями.

Основная литература

1. Азаров В.И. Химия древесины и синтетических полимеров: учебник / В. И Азаров. – Санкт-Петербург: Лань, 2010. -624 с.
2. Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник/ Б.Н. Уголев.- 5-е изд, прераб., и доп. – М.: МГУЛ, 2007. –351 с.

Дополнительная литература

1. Кононов Г.Н. Химия древесины и её основных компоненты: учебное пособие для вузов/ Г. Н. Кононов. - 2-е изд., испр. И доп. - Москва: МГУЛ, 2002. - 259 с.
2. Чельшева, И.Н. Физика древесины: методические указания к выполнению практических работ / Чельшева И.Н. – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 42 с.
3. Чельшева, И.Н. Физика древесины: методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева; Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – 29 с.

Практическое занятие № 4 Определение теплотворной способности древесины.

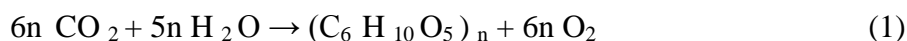
Цель работы: ознакомиться с теплотехническими характеристиками древесной биомассы и научиться определять теплотворную способность различного биотоплива.

Теплотехнические характеристики древесной биомассы

Энергия, выделяемая при сжигании древесины экологически полноценна в связи с отсутствием негативного влияния выделяющегося при сжигании углекислого газа. Этот углекис-

лый газ полностью используется при фотосинтезе новых поколений деревьев и не обладает эффектом «парникового газа».

Процесс образования древесины, на примере её главного компонента-целлюлозы, можно представить итоговой реакцией:



Процесс фотосинтеза является каталитическим и происходит с участием хлорофилла, содержащегося в зеленых частях растений. Эндотермический процесс образования древесины сопровождается поглощением около 2,3 МДж теплоты. Древесина состоит из сложных высокомолекулярных соединений, основными из которых являются целлюлоза (33...50% массы абсолютно сухой древесины), лигнин (20...30%), гемицеллюлозы (14...27%). Целлюлоза-природный полимер, полисахарид с длинной цепной молекулой, пучки которой-микрофибриллы, образуют каркас стенки клетки. Гемицеллюлозы-природные полимеры-полисахариды с более короткими, чем у целлюлозы, цепями, Лигнин –природный полимер ароматической структуры (полифенол), определяющий способность одревесневших клеток сопротивляться изменению формы и размеров древесины.

Свойства и характеристики древесной биомассы в разных странах определяются действующими национальными или международными стандартами. В России используется документ «Тепловой расчет котлов. (Нормативный метод)», на основании которого до 1991года действовал стандарт СЭВ. В настоящее время формально утвержденный документ, регламентирующий терминологию и определения в области биотоплива, отсутствует.

В странах Европы осуществляется работа по созданию единых стандартов для твердого биотоплива. Для топлива принято различать несколько характерных состояний и к топливу применяется термин *масса*.

Рабочая масса-топливо в состоянии, в котором оно поступает на сжигание. Величины, характеризующие топливо в этом состоянии, отмечаются верхним русским индексом *p*.

Сухая масса или безводная масса – это топливо, высушенное регламентированным образом в сушильном шкафу при температуре 105 °С. Величины, относящиеся к этой массе, отмечаются верхним индексом *c*.

Горючая масса или сухая беззольная масса –это топливо, не содержащее влагу и минеральные составляющие. Величины, относящиеся к этой массе, отмечаются верхним индексом *r*.

Важнейшей характеристикой топлива является его элементный состав, определяемый как выраженная в процентах массовая доля элемента в соответствующей массе топлива.

Из определения каждой массы топлива следуют очевидные соотношения:

$$\text{рабочая масса} \quad \text{C}^p + \text{H}^p + \text{N}^p + \text{O}^p + \text{S}^p + \text{A}^p + \text{W}^p = 100 \% ; \quad (2)$$

$$\text{сухая масса} \quad \text{C}^c + \text{H}^c + \text{N}^c + \text{O}^c + \text{S}^c + \text{A}^c = 100 \% ; \quad (3)$$

$$\text{горючая масса} \quad \text{C}^r + \text{H}^r + \text{N}^r + \text{O}^r + \text{S}^r = 100 \% , \quad (4)$$

где С, Н, N, О, S – массовые доли углерода, водорода, азота, кислорода, серы в соответствующей массе топлива, %; А -зольность топлива, %; W - влажность топлива, %.

Элементный состав древесной биомассы очень мало зависит от породы дерева и от части ствола (сердцевина, ядро, заболонь), из которой взята проба. Несколько отличным является элементный состав коры.

Горючая масса древесины содержит: $\text{C}^r = 50...51 \%$; $\text{H}^r = 6 \%$; $\text{N}^r = 0,6 \%$; $\text{O}^r = 43..44 \%$.

Для коры (ель, осина, сосна), аналогичные величины отличаются незначительно:

$$\text{C}^r = 51..53 \%; \text{H}^r = 5,5...7,5 \%; \text{N}^r = 1,5...2,5 \%; \text{O}^r = 39...40 \%$$

Только корка коры березы (береста) имеет иной состав: $\text{C}^r = 69 \%$; $\text{H}^r = 8,7 \%$; $\text{N}^r = 1,3 \%$; $\text{O}^r = 22 \%$.

Элементный состав горючей массы хвои и листвы близок к составу древесины. Зольность древесины, определяемая наличием в её составе минеральных веществ, в расчете на сухую массу не превышает 1 %. Зольность чистой коры несколько выше и составляет для сосны 1,4..2,2 %; ели - 2,3 %; березы - 2,4 %; осины 2,7 %. Зольность ветвей и сучьев не отличается от зольности стволовой древесины.

При заготовке древесины, транспортировке и хранении древесная биомасса загрязняется частицами грунта – почвой, песком, глиной, азотом. В составе шлифовальной пыли содержатся частицы абразива. Это так называемая «внешняя зольность» может составлять несколько процентов в пересчете на рабочую массу древесного топлива.

Зола чистой древесной массы порошкообразная, неспекающаяся, инертная к кладке из шамотного кирпича и шамотным обмазкам топочных устройств. Зола из чистой древесины тугоплавка, переход в жидкоплавкое состояние осуществляется при температуре около 1450 °С. Внешняя зола топлива легкоплавка и температура начала жидкоплавкого состояния ниже 1350 °С. Эта часть общей золы имеет склонность к спеканию, образованию стекловидного шлака.

Влажность рабочей массы древесного топлива изменяется в очень широких пределах. Для свежесрубленной древесины и коры $W^P = 40...60 \%$, принимают $W^P = 55 \%$. Воздушно-сухая древесина, пролежавшая на воздухе летний сезон имеет влажность 13...17 %; отходы деревообрабатывающих производств – от 5 до 20 %. Отходы окорки обладают самой высокой влажностью - до 80 %. Здесь указана величина **относительной влажности**.

Теплота сгорания или **теплотворная способность** топлива – это количество теплоты, Дж, выделяющееся при полном сгорании 1 кг топлива при атмосферном давлении.

Величина теплотворной способности определяется опытным путем в приборе с названием «калориметр», где сжигается топливо в атмосфере кислорода. Теплота сгорания называется **высшей** Q_s^P при условии включения теплоты конденсации водяного пара обязательно выделяющегося с продуктами горения вследствие окисления водорода, содержащегося в топливе.. В водогрейных и паровых котлах не допускается охлаждение продуктов сгорания до температуры, при которой сконденсированный пар может соединиться с оксидами серы и азота с образованием соответствующих кислот, вызывая коррозию стальных элементов конструкции котла. Поэтому теплоту парообразования практически не используется и в теплотехнических расчетах используют величину **низшей** теплоты сгорания Q_i^P без включения теплоты конденсации водяного пара. Низшая теплота сгорания вычисляется по определенной в опыте величине высшей теплоты сгорания и известной влажности рабочей массы топлива:

$$Q_i^P = Q_s^P - 22,42 (W^P + 8,94 H^P). \quad (5)$$

Тепловой эффект реакции окисления (сгорания топлива) не зависит от пути реакции и при известном элементном составе топлива с применением формулы Менделеева можно рассчитать эту величину:

$$Q_i^P = 340 C^P + 1030 H^P - 109 (O^P - S^P) - 25 W^P, \text{ к Дж /кг.} \quad (6)$$

Состав горючей массы древесного топлива практически не зависит от породы и низшая теплота сгорания сухого обеззоленного топлива из стволовой древесины составляет 18800 кДж/кг. При известной влажности и зольности топлива производится расчет низшей теплоты сгорания по формуле:

$$Q_i^P = 18800 \frac{100 - W - A}{100} - 25 W^P, \text{ кДж/кг.} \quad (7)$$

Для практических целей расчета теплоты сгорания лесосечных отходов, дровяной древесины, после определения их влажности, применяется упрощенная формула:

$$Q_i^P = 18 - W^P/5, \text{ МДж/кг.} \quad (8)$$

Низшая теплота сгорания абсолютно сухой коры составляет сосна - 20 МДж/кг; ель - 19 МДж/кг, лиственница – 22 МДж/кг, осина - 21 МДж/кг, береза -22,7 МДж/кг. При сжигании листвы березы выделяется 19,15 МДж/кг, хвоя сосны выделяет 20,6 МДж/кг.

Биотопливом является черный щелок сульфатного производства целлюлозы. Средняя величина теплоты сгорания щелока составляет 13...14 МДж/кг. Черный щелок перед сжиганием упаривают до влажности 30-40 % по сухому остатку.

Зависимость теплотворной способности от влажности–важнейшая особенность древесного топлива. Сравнительная характеристика известных видов топлив приведена на рис.1

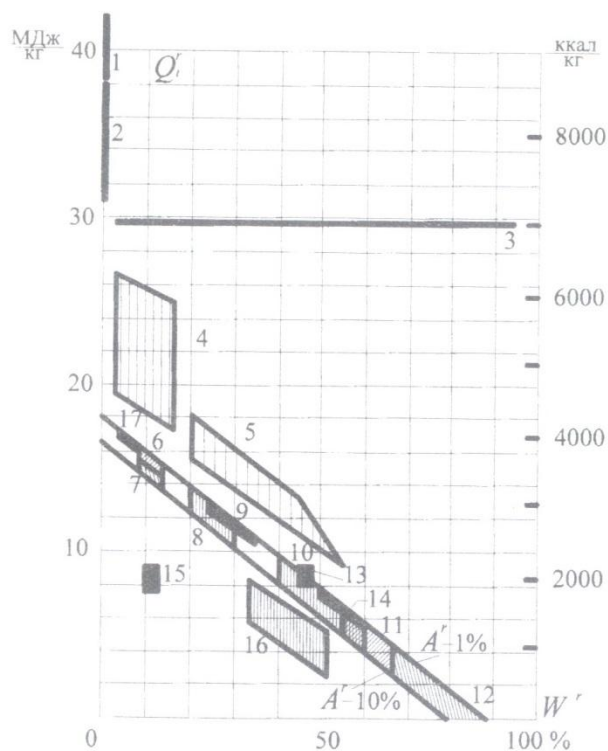


Рис.1 Теплота сгорания различных видов древесного и ископаемого топлива

1-мазут; 2- природный газ; 3- условное топливо; 4 – каменные угли; 5 – бурые угли; 7- отходы мебельного производства; 7- шлифовальная пыль; 8 –дрова воздушной сухости; 9 –дрова (1 год складирования); 10 – свежесрубленная древесина; 11 –кора свежая; 12 –кора сплавная; 13- опилки; 14 – торф; 15 –сланцы эстонские; 16 – городские бытовые отходы; 17 – древесно-топливные гранулы (пеллеты).

Древесное топливо учитывают в единицах объема и для перевода в единицы массы следует знать плотность древесины различных пород при известной влажности (табл.).

Таблица - Средние значения плотности древесины

Порода древесины	Плотность древесины, кг/м ³ , при влажности, %			
	0	12	30	55
Сосна	480	505	540	645
Лиственница	635	665	701	835
Осина	465	495	530	631
Ольха	495	525	562	670
Береза	620	640	675	805
Дуб	655	690	730	865
тополь	425	455	485	580
ель	420	445	477	571

Задание:

1. Произвести расчет теплотворной способности биотоплива.
2. Представить результаты расчетов в графическом виде (диаграмма столбчатая). Сделать выводы.

Исходные данные и результаты расчетов теплотворной способности биотоплива

вариант	Вид биотоплива	Влажность биотоплива, %	Плотность биотоплива, кг/м ³	Теплотворная способность биотоплива	
				МДж/кг	ГДж/м ³
1	Дровяная древесина сосны	0			
		12			
		30			
		55			
	пеллеты	2	1100		
2	Дровяная древесина осины	0			
		12			
		30			
		55			
	пеллеты	5	1100		
3	Дровяная древесина лиственницы	0			
		12			
		30			
		55			
	пеллеты	3	1200		
4	Дровяная древесина дуба	0			
		12			
		30			
		55			
	пеллеты	8	1200		
5	Дровяная древесина березы	0			
		12			
		30			
		55			
	Брикеты	10	800		
6	дровяная древесина тополя	0			
		12			
		30			
		55			
	брикеты	8	800		
7	Дровяная древесина ольхи	0			
		12			
		30			
		55			
	брикеты	5	1000		
8	Дровяная древесина ели	0			
		12			
		30			
		55			
	брикеты	14	1000		

Порядок выполнения:

1. Изучить теоретические сведения о расчете теплотворной способности биотоплива.
2. Произвести расчет теплотворной способности топлива по заданию преподавателя. Результаты свести в таблицу

3. Построить диаграмму (график) зависимости теплотворной способности биотоплива от его влажности.
4. Сделать выводы по полученным результатам.

Форма отчетности: конспект, который содержит краткие теоретические сведения о порядке расчета теплотворной способности древесного топлива, особенностях влияния влажности топлива на тепловой эффект; результаты расчетов в виде таблицы и графика, а также выводы о целесообразности применения различных видов древесного биотоплива.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Перед каждым практическим занятием обучающийся должен подготовить соответствующий теоретический материал по лекционным записям, на практическом занятии пополнить его, ознакомиться с заданием, материалами для выполнения работы. Ориентируясь на порядок выполнения задания, приступить к выполнению практической работы.

Для совершенствования теоретических и практических знаний, каждая практическая работа содержит контрольные вопросы и список литературы. Обучающийся отвечает на контрольные вопросы при защите практической работы.

Рекомендуемая литература

1. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод): учебное пособие. - 3-е изд, перераб. и доп. – СПб.: НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.

Основная литература

1. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / Под ред. Ю.П. Семенова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. -348с.: ил

Дополнительная литература

1. Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие / сост. В.С. Сюнев. - Пектрозаводск: ПетрГУ, 2014.-123 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие основные компоненты содержатся в древесине?
2. Каков элементный состав древесины разных пород?
3. Объяснить термин «горючая масса».
4. Дать определение теплотворной способности топлива. Какие формулы используются для расчета?
5. Перечислить факторы, влияющие на теплотворную способность биотоплива.
6. Оценить экологический аспект применения биотоплива.

Практическое занятие №5 Твердое древесное топливо: технология и оборудование.

Цель работы: изучить технологические схемы гранулирования (производство пеллет) и брикетирования древесной биомассы с головным оборудованием различного типа.

Предусмотрен показ видеофильма по производству топливных брикетов из биомассы.

Пеллеты - цилиндры, полученные прессованием тонкоизмельченного древесного сырья определенной фракции (древесная мука). Диаметр пеллет- от 6 до 12 мм, длина не регламентируется, плотность до 1300 кг/м³. Используется исходное древесное сырье воздушно-сухого состояния, влажность до 15 %.

Различают пеллеты:

- белые из древесины;
- промышленные из коры или смеси коры и древесины
- аграрные из отходов растениеводства.

Достоинства пеллет:

- экологическая безвредность (нет серы и азота в составе)
- низкая влажность 7...12 %
- теплотворная способность не менее 17,2 МДж/кг
- замена дров по объему в 3 раза
- сыпучесть-возможна транспортировка пневматическими системами

- возможность автоматизированной загрузки в топку

Основа технологии: гранулирование мелкоизмельченных отходов древесины (пылевые частицы сухие) под высоким давлением без нагрева. Параметры технологического процесса: давление 30 МПа. При перемешивании «древесного теста» в грануляторе создается контактное напряжение смятия сырья в матрице, достаточное для перехода лигнина в высокоэластичное состояние. Бегущие по матрице катки выдавливают пластифицированную массу через отверстия. Завершение процесса упрочнения происходит при охлаждении пеллет в охлаждающей колонке

Технология производства пеллет предусматривает несколько производственных этапов, на первом из которых небольшие древесные отходы в виде опилок и стружек посредством транспортера доставляются и сыпаются на специальный оснащенный подвижным полом склад. Возвратно-поступательные движения клиновидной формы стокеров подвижного пола осуществляются посредством гидравлического привода, в результате чего древесные опилки с постоянной скоростью подаются к скребковому конвейеру.

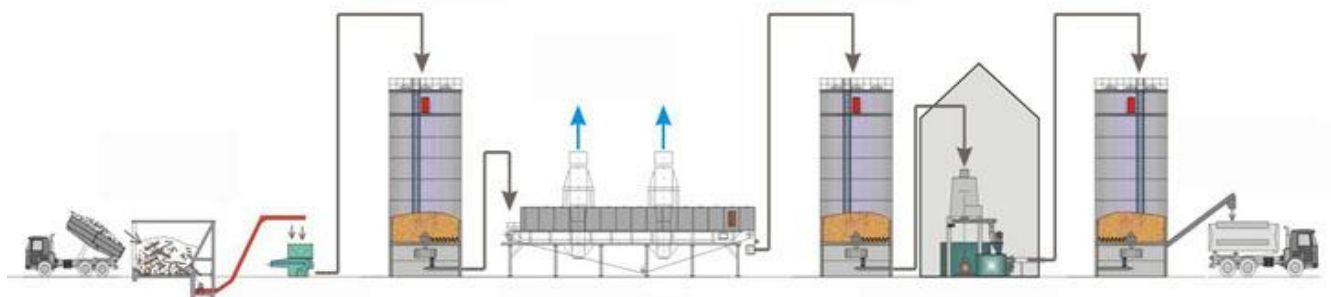
Основным предназначением скребкового транспортера является подача древесных стружек и опилок в специальное устройство–смеситель и в сушильный барабан. Присутствующий в производственной линии еще один транспортер топлива обеспечивает частичный отбор опилок с последующей их подачей в топливный бункер теплогенератора.

Из топливного бункера опилки посредством шнека подаются в камеру сгорания теплогенератора. Посредством создаваемого вентилятором-дымососом разрежения образуется перемещение холодного атмосферного воздуха и сырья передаваемого на сушку. Продукты горения смешиваются с холодным воздухом, с автоматической регулировкой пропорций смешивания для поддержания необходимой температуры теплоносителя. После чего теплоноситель перемешивается с влажным сырьем и поступает в барабанную сушилку.

Из барабана сушилки сырье захватывается специальными лопастями и подается вверх, при этом проходя через поток теплоносителя к выходу, за которым установлен специальный улавливатель камней, попадающий в сырье из отвалов, в результате отсутствия процесса сортировки входящего сырья. По завершению процедуры сушки древесные частицы подаются в циклон посредством метода разрежения, создаваемого вентилятором, где под воздействием центробежной силы осаждаются и перемещаются вниз, в то время как отработавший теплоноситель выбрасывается через специальный дымоход в атмосферу.

Дробление сырья до состояния муки осуществляется в молотковой дробилке, кондиционное сырье по системе пневмотранспорта подается в циклоны. Первый из циклонов осуществляет начальное отделение древесной муки от воздуха, а второй – заключительное. После этого древесная мука из обоих циклонов подается на шнековый транспортер, затем в бункер пресса-гранулятора.

Технологическая схема производства пеллет



При помощи шнекового питателя из бункера мука подается в специальный смеситель, в который также от парогенератора подается вода или пар. Основным предназначением смесителя является обеспечение процесса кондиционирования продукта, то есть доведения уровня влажности в сырье до значений, необходимых для осуществления процесса гранулирования. По завершению процесса увлажнения мука из смесителя через специальный отделитель ферромагнитных примесей поступает в пресс–гранулятор.

В основе всего процесса гранулирования или в сердце его находится пресс. Сегодня су-

существует несколько десятков производителей прессов из разных стран мира (CPM, Andritz, Salmatec, Amandus Kahl, Buhler, Munch и многие другие).

Конструктивно различаются по видам матриц:



Цилиндрический матричный пресс



Плоскоматричный пресс

- пресс с круглой матрицей
- пресс с плоской матрицей.

Пресс с круглой матрицей разрабатывался для комбикормовой, пищевой и химической промышленности. Пресс с плоской матрицей изначально использовался для утилизации промышленных и бытовых твердых отходов. На сегодняшний день прессы обеих модификаций, используемые в гранулировании, работают по одинаковому принципу. Бегущие катки создают контактное напряжение смятия сырья на матрице, и через отверстия в матрице продавливают сырье, которое обрезается ножами. Прессы выполнены из особо прочных материалов с жесткими мощными корпусами. Матрица и катки изготовлены из специальных закаленных износостойких сплавов. Гранулирование древесины, как материала имеющего высокую плотность, требует повышенного усилия для прессования. При прессовании происходит уплотнение древесного сырья до 3 раз. Удельное потребление электроэнергии составляет от 30 до 50 кВт в час на тонну. Из-за сил трения и адиабатических процессов, происходящих при резком сжатии сырья, температура в рабочей зоне пресса достигает 100°C. Процесс гранулирования смеси осуществляется методом затягивания смеси между прессующими вальцами и вращающейся матрицей, оснащенной радиальными отверстиями. Обрезание пеллет, выдавленных посредством высокого давле-

ния из отверстий матрицы, осуществляется неподвижным ножом, после чего они подаются вниз и через специальный рукав кожуха выводятся из пресса.

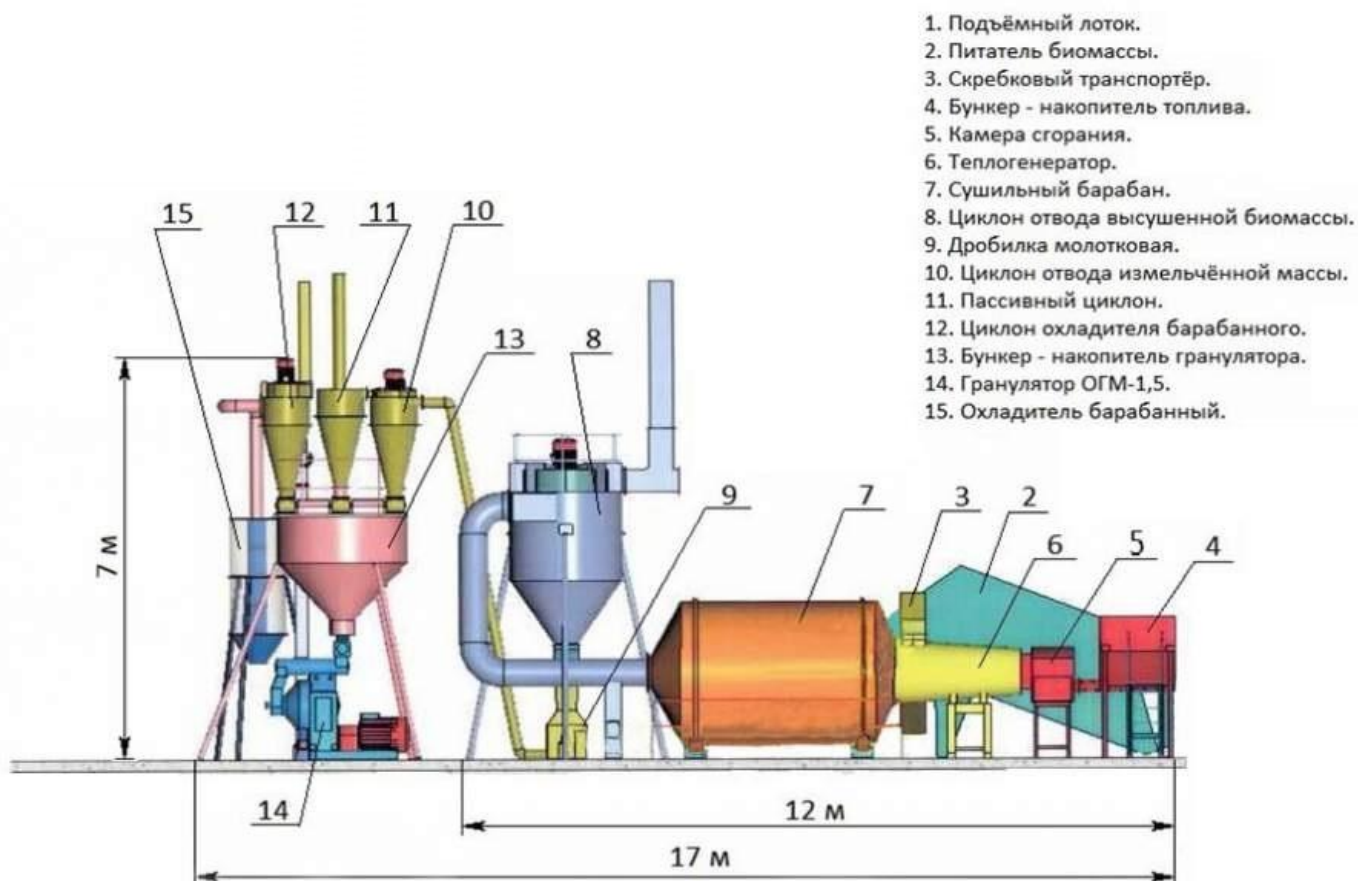
Охлаждение. Чем выше усилия прессования и выше температура сырья, тем лучше гранулы по качеству. При увеличении температуры прессования свыше 120°C происходят необратимые процессы в гранулируемом сырье, которые приводят к ухудшению качества гранул. Охлаждение необходимо для кондиционирования гранул после прессования. У хороших производителей оборудования в технологическом процессе, после охладителя существуют системы для очистки готовых гранул от пыли, что существенно улучшает качество выпускаемой продукции.

Трансформация физико-химических свойств обеспечивается в процессе охлаждения пеллет и, соответственно, уменьшения уровня влажности. В результате готовые пеллеты приобретают необходимый уровень влажности, твердости и температуры.

По мере наполнения охладительной колонки готовые пеллеты подаются на сортировку, где и осуществляется отделение кондиционного продукта от негранулированной крошки. Затем пеллеты отводятся через специальную выгрузную горловину на норию готовой продукции, а негранулированные крошки отсасываются обратно в циклон и вместе с древесной мукой отправляются на вторичное прессование. Таким образом, технология производства пеллет является практически безотходной.

Бункер готовой продукции оснащается в нижней части специальными электронными весами, стойками с крючками, предназначенными для вешивания мешков типа «Биг-Бэг» и устройством, препятствующим попаданию древесной пыли в мешок с готовой продукцией.

ЛИНИЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ ОГМ-1,5 (ОПИЛКИ, ТОРФ)



1. Подъёмный лоток.
2. Питатель биомассы.
3. Скребок-транспортёр.
4. Бункер - накопитель топлива.
5. Камера сгорания.
6. Теплогенератор.
7. Сушильный барабан.
8. Циклон отвода высушенной биомассы.
9. Дробилка молотковая.
10. Циклон отвода измельчённой массы.
11. Пассивный циклон.
12. Циклон охладителя барабанного.
13. Бункер - накопитель гранулятора.
14. Гранулятор ОГМ-1,5.
15. Охладитель барабанный.

Топливные брикеты – «евродрова». Размеры брикетов: длина 100-300 мм; Диаметр (ширина) 60-120 мм. Влажность брикетов 3-10 %; зольность до 1 %; плотность 1000 – 1300 кг/м³ (выше плотности древесины в 2-3 раза). Основным фактором, определяющим механическую прочность, водостойкость и калорийность брикета, являются его плотность. Чем плотнее брикет, тем выше показатели его качества. Чем ниже плотность брикетов, тем меньше их калорийность. Например, при плотности брикета 650-750 кг/м³ калорийность брикетов 12-14 МДж/кг; при плотности 1200-1300 кг/м³ — 17-19 МДж/кг. Удельная теплотворная способность брикетов примерно 4500 ккал (18, 8 МДж/кг).

Основа технологии: прессование мелкоизмельченных отходов древесины (опилки сухие) под высоким давлением при нагреве. Параметры технологического процесса: давление 30 МПа; температура 170-180 °С. Связующим является лигнин, размягчающийся при нагреве и при переходе в высокоэластичное состояние, проявляет свои «клеящие» свойства. Потребители брикетов – страны ЕС, где действует шведский стандарт SS 187121. Существует **3 основных типа топливных брикетов**. Они отличаются по форме, которая зависит от метода производства. «В народе» прижилось три названия, которые произошли из имен компаний, выпускающих оборудование для производства того или иного брикета. Таким образом, выделяют брикеты **RUF**, брикеты **NESTRO** и брикеты **Pini-Kay**. Однако, существуют и другие фирмы — например С.F.Nielsen (Дания), UPM (Литва), Vogma (Швеция), Rawert-SPM AG (Швейцария), DI-PIU (Италия).

В основе технологии производства топливных брикетов лежит процесс прессования шнеком мелко измельченных отходов древесины (опилок) под высоким давлением, а в ряде случаев и при нагревании от 250 до 350 С°. Получаемые топливные брикеты не включают в себя никаких связующих веществ, кроме одного натурального — лигнина, содержащегося в клетках растительных отходов. При использовании агросырья возможно добавление связующих элементов. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится более прочной, что

немаловажно для транспортировки брикет.

Сырьем для производства брикетов является тот же материал, что и для изготовления гранул – опилки различных пород древесины, щепа, лузга подсолнечника, гречихи, солома и другие растительные отходы. Технология производства брикетов схожа с технологией гранулирования. Качество брикетов в значительной мере зависит от влажности исходной смеси. Различают оптимальную и критическую влажности. Оптимальная влажность составляет 4-10 %, при ней достигаются наилучшие механические характеристики брикетов. Критической называется влажность, при которой возможно образование брикетов, но в нем появляются трещины. Критическая влажность находится в пределах 10-15 %. При более высокой влажности полученный брикет будет «разорван» внутренним давлением влаги, возникающем при сжатии измельченной массы.

Брикеты подразделяются на 2 группы:

1 группа – отличается видом сырья, из которого они изготовлены.

Здесь выделяют: брикеты из древесных отходов (стружка и опил без коры, отходы с корой, кора, отходы производства МДФ, шлифпыль, отходы фанерных производств, лигнин, брикеты из сельскохозяйственных отходов; брикеты из агробiomассы (солома, шелуха подсолнечника, шелуха злаковых, отходы хлопка, сено, камыш); брикеты из прочих материалов (бумага, картон, целлюлоза, полимеры, торф).

2 группа – отличается по способу прессования и форме. Брикеты бывают трех видов: цилиндрические, экструдерные и в виде кирпичика.

Цилиндрические брикеты

Этот вид брикетов получается путём прессования на оборудовании ударно-механического типа. Они имеют бесконечную длину, и могут быть разделены как на шайбы, так и на поленья. Имеют очень высокую плотность, пользуются большой популярностью в Европе. Такие брикеты могут иметь не только круглую, но и квадратную или восьмиугольную форму, иметь или не иметь отверстие. Вид брикета заказывает покупатель, он зависит от того, какие формы больше популярны в каждой отдельно взятой стране. Данные брикеты охотно покупают такие страны, как Германия, Дания, Великобритания, Норвегия, Швеция, Италия. На внутреннем рынке используют кусковые брикеты, изготовленные по данной технологии, в качестве топлива для твёрдотопливных котлов.

Экструдерные брикеты.

Эти брикеты обязательно имеют отверстие внутри и обожженную верхнюю поверхность.

В основе экструзивной технологии производства брикетов лежит процесс прессования шнеком под высоким давлением при нагревании от 250 до 350 С°. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится прочной, что немаловажно для транспортировки брикета. Такие брикеты закладываются вручную в топку котла или в печку, они пользуются спросом в Прибалтике и на внутреннем рынке России.

Брикеты в виде кирпичика

Эта продукция имеет вид прямоугольного параллелепипеда со скошенными углами. Такой брикет получается путём гидравлического прессования, и его размеры зависят от рыхлости сырья, из которого он произведён и давления, которое на него оказано.

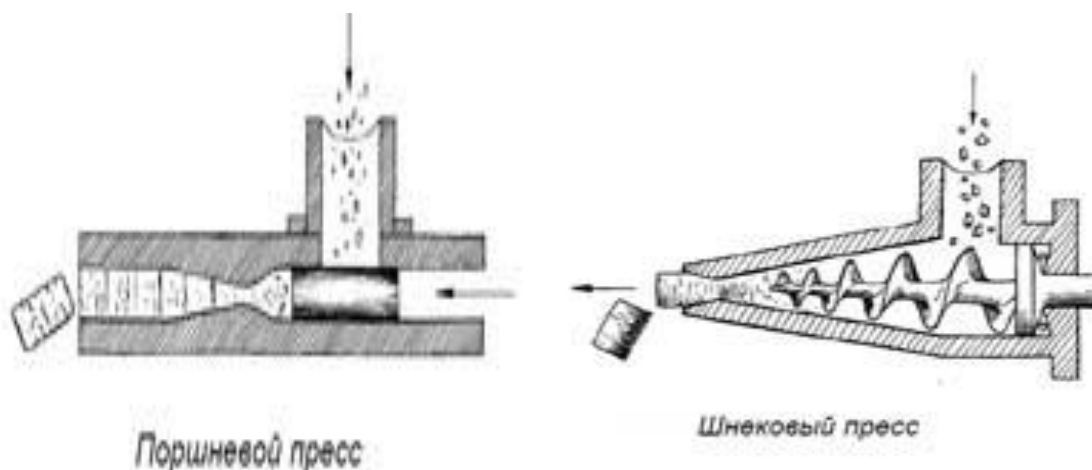
Технологический процесс производства брикетов

Процесс брикетирования - это процесс сжатия материала под высоким давлением, с выделением температуры от силы трения. За счет данного воздействия в древесине происходит выделение лигнина, который является связующим веществом для формирования брикета. Для брикетов не из древесного сырья, могут применяться экологически чистые добавки (не более 2%). При производстве данной продукции следует обратить особое внимание на влагу – очень важный параметр, влияющий на плотность брикета. В случае превышения 14% влажности брикет разваливается на произвольные куски.

Объем брикета составляет 1/10 от объёма затраченного на его производство сырья, что дает значительную экономию при транспортировке и хранении биотоплива.

Для производства древесных брикетов применяют поршневые и шнековые прессы, сырь-

ем служат опилки и стружки. Перед прессованием материал дополнительно измельчают и подсушивают (влажность не должна превышать 12 – 14%)



Поршневой пресс работает циклически – при каждом ходе поршня продавливают определенное количество материала через коническое сопло, на брикетах четко различимы соответствующие циклам слои. В приводе всегда применяется маховик, позволяющий выровнять нагрузку двигателя. Износ поршня невелик, поскольку относительное перемещение между прессуемым материалом и поршнем мало, быстро изнашивается сопло. Поршневые прессы относительно дешевы и поэтому широко распространены.

Шнековый пресс легче поршневого, поскольку отсутствуют массивные поршни и маховики. Продукция выходит непрерывно, поэтому ее можно разрезать на нужные куски. Плотность выше, чем у поршневых прессов. Шнековые прессы менее шумные, благодаря отсутствию ударных нагрузок. Недостатки: большой расход энергии и быстрый износ шнека. Топливные брикеты имеют широкое применение и могут использоваться для всех видов топок, котлов центрального отопления. Большим достоинством брикетов является постоянство температуры при горении на протяжении 4 и более часов.

Задание: Представить описание топливных гранул/ топливных брикетов и представить схему технологического процесса производства твердого древесного топлива из заданного исходного сырья.

Исходные данные для разработки схемы технологии
производства твердого древесного топлива

Вариант	Вид продукции	Вид сырья	Главное оборудование
1	пеллеты	Кусковые отходы	Пресс с круглой матрицей
2	пеллеты	опилки	Пресс с плоской матрицей
3	Цилиндрические брикеты	Стружка, опилки	Шнековый пресс
4	Экструдерные брикеты	Кусковые отходы	Шнековый пресс
5	Брикеты в виде кирпича	опилки	Поршневой пресс
6	пеллеты	стружка	Пресс с круглой матрицей
7	пеллеты	Топливная щепка	Пресс с плоской матрицей
8	Цилиндрические брикеты	опилки	Поршневой пресс
9	Экструдерные брикеты	Топливная щепка	Шнековый пресс
10	Брикеты в виде кирпича	Кусковые отходы	Поршневой пресс

Порядок выполнения:

1. Изучить теоретические сведения о гранулировании и брикетировании древесных измельченных частиц.
2. Изучить размерно-качественные и механические характеристики прессованного топлива
3. Ознакомиться с технологией производства топливных гранул - пеллет.
4. Ознакомиться с технологией производства топливных брикетов.
5. Составить технологическую схему производства топливных гранул или брикетов по заданию преподавателя

Форма отчетности: конспект, который содержит технологические схемы получения древесных гранул- пеллет и древесных брикетов с головным оборудованием по заданию преподавателя. Схемы сопровождаются описанием технологических операций, применяемого оборудования, параметров технологического процесса. Сведения о готовой продукции (пеллеты и брикеты) следует представить перечнем размерно-качественных характеристик в соответствии с требованиями действующих нормативных документов .

Рекомендуемые источники

1. ЛЕСПРОМ информ, № 5-7; 9, 2006// WWW.LESPROM.SPB.RU

Основная литература

1. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / Под ред. Ю.П. Семенова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. - 348с.

Дополнительная литература

1Энергетическое использование древесной биомассы: заготовка, транспортировка, переработка и сжигание: учебное пособие / сост. В.С. Сюнев.- Петрозаводск: ПетрГУ,2014.-123 с.

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

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

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

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

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ПЗ</i>
1	2	3	4
Лк	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	Интерактивная доска, презентации	ЛК № 1-9
ПЗ	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	Интерактивная доска, презентации	ПЗ № 1 - 5
СР	Читальный зал № 1	10 ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-3	Готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	1. Химический состав и строение древесины и древесной коры	1.1 Основные сведения о древесине	Вопросы к зачету 1-11
			1.2 Химический состав древесины	Вопросы к зачету 12-15
		2. Основные направления химической переработки древесины	2.1 Химическая переработка древесины	Вопросы к зачету 1 –7
			2.2 Лесохимия древесины	Вопросы к зачету 8 -10
ПК-6	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах		2.3 Древесина и кора как источник тепловой и электрической энергии	Вопросы к зачету 11-14

2. Вопросы к зачёту

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ОПК-3	Готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды	1. Древесина как комплекс химических веществ органического происхождения 2.. Определение химии древесины. Объект изучения химии древесины 3. Основные элементы макростроения древесины хвойных пород 4. Основные элементы макростроения древесины лиственных пород. 5. Макростроение древесной коры. 6. Микростроение древесины 7. Микростроение коры. 8. Строение клеточной стенки. Взаимопревращения компонентов древесины. 9. Плотность древесины и коры. 10. Усушка и разбухание древесины. Отношение коры к воде. 11.Возможность изменения химических свойств древесины при пропитке жидкостями и газами.	1. Химический состав и строение древесины и древесной коры
2.	ПК-6	Способность осуществлять и корректировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабаты-		

	вающих производ-ствах	<p>12. Строение целлюлозы. Свойства целлюлозы</p> <p>13. Строение лигнина. Применение лигносодержащих веществ.</p> <p>14. Характеристика экстрактивных веществ древесины и коры.</p> <p>15. Способы получения экстрактивных веществ</p>	
		<p>1. Сырье для производства целлюлозы.</p> <p>2. Технология целлюлозного производства.</p> <p>3. Технология гидролизного производства. Сырье, продукция.</p> <p>4. Химические превращения компонентов древесины при производстве древесных композитов.</p> <p>5. Технология пьезотермопластиков.</p> <p>6. технология лигноуглеводных пластиков.</p> <p>7. Технология двп мокрого способа производства.</p> <p>8. Продукты переработки щелока.</p> <p>9. Производства талловых продуктов.</p> <p>10. Производство канифоли, скипидара и растворителей.</p> <p>11. Производство жидких моторных топлив.</p> <p>12. Производство твердого древесного топлива.</p> <p>13. Производство древесного угля.</p> <p>14. Особенности древесины как источника топлива.</p>	<p>2. Основные направления химической переработки древесины</p>

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы использования древесных ресурсов леса как объектов химической переработки <p>(ПК-6):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы химической переработки древесины <p>Уметь: (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - рационально использовать древесину <p>(ПК-6):</p> <ul style="list-style-type: none"> - осуществлять и корректировать технологические процессы химической переработки древесины <p>Владеть: (ОПК-3):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологическими приемами химической переработки древесины <p>(ПК-6):</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью осуществлять и корректировать технологические процессы химической переработки древесины 	<p>зачтено</p>	<p>выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее знание теоретических основ дисциплины, умение свободно выполнять практические задания, проявившим творческие способности в понимании и изложении материала</p>
	<p>не зачтено</p>	<p>выставляется обучающимся, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий</p>

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

Дисциплина Химия древесины направлена на овладение бакалаврами методическими и профессиональными навыками рационального использования лесных ресурсов.

Изучение дисциплины Химия древесины предусматривает:

- лекции
- практические занятия.

Необходимо овладеть навыками и умениями применения изученных материалов для будущей профессиональной деятельности.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется на первом этапе обратить внимание на объекты профессиональной деятельности.

При подготовке к зачету рекомендуется особое внимание уделить всем вопросам.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний, полученных обучающимися при изучении данного курса, и приобретение практических навыков. Самостоятельную работу необходимо начинать с умения пользоваться библиотечным фондом вуза. В процессе консультации с преподавателем уметь четко и корректно формулировать заданные вопросы. Самостоятельную работу необходимо начинать с умения пользоваться библиотечным фондом и информационно справочно-правовой системой вуза и сети «Интернет».

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекционных и практических занятий) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы дисциплины
Химия древесины

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: обучение бакалавров рациональному комплексному использованию древесины путем глубокой химической переработки

Задачей изучения дисциплины является: изучение основных потребительских свойств лесных ресурсов и возможностей их использования.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк -17 час, ПЗ – 17 час, СР – 38час.
Общая трудоемкость дисциплины составляет 72часов, 2 зачетные единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1- Химический состав и строение древесины и древесной коры
- 2 - Основные направления химической переработки древесины

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3- готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды;
ПК-6- способность осуществлять и корректировать технологические процессы на лесозаготовительных, лесотранспортных и деревоперерабатывающих производствах.

4. Вид промежуточной аттестации: зачет

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

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры ВиПЛР №__ от «__» _____ 20__ г.,

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ Иванов В.А.

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-3	готовность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.	1. Химический состав и строение древесины и древесной коры	Изучение макро-строения древесины	<i>Вопросы для практических занятий</i>
			Изучение строения клеточной стенки древесины	
ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	2. Основные направления химической переработки древесины	Изучение разбухания и усушки древесины	<i>Вопросы для практических занятий</i>
			Определение теплотворной способности древесины	
			Твердое древесное топливо: технология и оборудование.	

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
Знать: (ОПК-3): - принципы использования древесных ресурсов леса как объектов химической переработки (ПК-6): - технологические процессы химической переработки древесины Уметь: (ОПК-3): - рационально использовать древесину (ПК-6): - осуществлять и корректировать технологические процессы химической переработки древесины Владеть: (ОПК-3): - технологическими приемами химической переработки древесины (ПК-6): - способностью осуществлять и корректировать технологические процессы химической переработки древесины	зачтено	выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее знание теоретических основ дисциплины, умение свободно выполнять практические задания, проявившим творческие способности в понимании и изложении материала
	не зачтено	выставляется обучающимся, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств от «20» октября 2015 г. №1164 для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 04 декабря 2015г. № 770 для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от 06 марта 2017г. № 125

Программу составил:

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

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

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ Иванов В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Иванов В.А.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф

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

Председатель методической комиссии факультета _____ Сыромаха С.М.

Начальник учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____

(методический отдел)