

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

ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б1. В. ДВ. 09.01

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

**35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих
производств**

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Технологии и дизайн мебели

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	
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.....	6
4.4 Семинары / практические занятия.....	6
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	7
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	8
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	9
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	9
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ	10
9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы	35
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	37
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	38
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	39
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	43
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	44
Приложение 4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости по дисциплине.....	45

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

Вид деятельности выпускника

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

Цель дисциплины

Приобретение у обучающихся теоретических знаний управления технологиями производства композиционных материалов.

Задачи дисциплины

Изучение возможности получения современных композиционных материалов различного назначения на основе древесного сырья различного размерно-качественного состава, включая отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств.

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - научные основы технологии древесных композиционных материалов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обосновывать технологии с учетом экологических последствий; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - готовностью принятия конкретного технического решения при производстве композиционных материалов
ПК-7	способность выявлять и устранять недостатки в технологическом процессе и используемом оборудовании подразделения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы и применяемое оборудование; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять недостатки в технологии древесных композиционных материалов; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью устранять недостатки технологии и применяемого оборудования в технологии композиционных материалов
ПК-13	владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы комплексного исследования технологических процессов производства композиционных материалов; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы исследования технологических процессов с учетом энергосбережения и ресурсосбережения и защиты окружающей среды; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью учитывать принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при комплексном исследовании процессов получения композиционных материалов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1. В. ДВ.09.01 Технология композиционных материалов относится к

элективной части.

Дисциплина Технология композиционных материалов базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: Технология лесопильно-деревообрабатывающих производств, Технология клееных материалов и древесных плит, Химия, Полимерные материалы, Оборудование отрасли.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Технология композиционных материалов представляет основу для преддипломной практики и подготовки к государственной итоговой аттестации.

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	4	8	108	48	24	-	24	60	кр	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
			8
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	48	14	48
Лекции (Лк)	24	7	24
Практические занятия (ПЗ)	24	7	24
Контрольная работа	+	-	+
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	60	-	60
Подготовка к практическим занятиям	24	-	24
Подготовка к зачету в течение семестра	26	-	26

1	2	3	4
Выполнение контрольной работы	10	-	10
III. Промежуточная аттестация зачет	+	-	+
Общая трудоемкость дисциплины час. зач. ед.	108	-	108
	3	-	3

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раздела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудоемкость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся
			лекции	практические занятия	
1	2	3	4	5	6
1.	Классификация древесных композиционных материалов	13	3	2	8
2.	Модифицирование древесины	13	5	-	8
3.	Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)	36	8	8	20
3.1	Виды продукции, состав композиций	26	3	8	15
3.2.	Технологические процессы получения ДПМ	10	5	-	5
4.	Композиционные материалы на минеральных вяжущих	46	8	14	24
4.1	Древесные наполнители, минеральные вяжущие и химические добавки	12	2	4	6
4.2	Технология изготовления древесно-минеральных материалов	34	6	10	18
	ИТОГО	108	24	24	60

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№ раздела и темы	Наименование раздела и темы дисциплины	Содержание лекционных занятий	Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)
1	2	3	4
1.	Классификация древесных композиционных материалов	Общие сведения. Классификация по виду наполнителя. Размерно-качественная характеристика древесных наполнителей. Классификация по природе матрицы. Классификация по области применения.	
2.	Модифицирование древесины	Способы модифицирования, модификаторы и их свойства. Технология модифицирования древесины. Свойства и применение модифицированной древесины Применение	Дискуссия (2ч)

		измельченной древесины: получение пьезотермопластиков и лигноуглеводных пластиков.	
3.	Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)		
3.1	Виды продукции, состав композиций	Основные виды древесно-полимерных материалов. Основные виды масс древесных прессовочных. Виды древесных наполнителей, синтетических связующих, модифицирующих добавок. Состав композиций.	
3.2	Технологические процессы получения ДПМ	Основные операции технологического процесса получения масс древесных прессовочных. Технологические схемы изготовления масс древесных прессовочных. Технологические схемы изготовления древесно-клеевых композиций и изделий из них Прессование масс древесных прессовочных в пресс-формах одностороннего и двустороннего действия. Способы производства формованных изделий	Дискуссия (2ч)
4.	Композиционные материалы на минеральных вяжущих		
4.1	Древесные наполнители, минеральные вяжущие и химические добавки	Виды материалов. Характеристика исходных компонентов. Механизм образования древесно-минеральных материалов.	
4.2	Технология изготовления древесно-минеральных материалов	Цементно-стружечные плиты. Арболит. Ксилолит. Опилкобетон. Строительный брус. Гипсоволокнистые плиты	Видеоматериалы по технологии гипсоволокнистых цементно-стружечных плит (3ч)

4.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрены

4.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем (час.)</i>	<i>Вид занятия в интерактивной, активной, инновационной формах, (час.)</i>
1	1.	Изучение характеристик древесных частиц	2	-
2	3.	Расчет компонентов древесных пресс-масс	4	-
3		Расчет физико-механических показателей древесных пресс-масс	4	Работа в малых группах (4 ч)
4	4	Изучение технологии цементно-стружечных плит	6	-
5		Расчет состав арболитовой смеси	4	Дискуссия (3 ч)
6		Изучение технологии производства гипсоволокнистых плит	4	-
ИТОГО			24	7

4.5. Контрольные мероприятия: контрольная работа

Цель: научиться разрабатывать технологический процесс производства арболита.

Структура:

Введение

1. Механизм образования композиционного материала на основе цемента
2. Характеристика арболита и исходных компонентов
3. Подбор и расчет компонентов арболитовой смеси
4. Назначение режима формования и выдержки арболита.
5. Разработка и описание технологии получения арболита, схема технологического процесса.

Основная тематика: Разработка технологии получения арболита

Рекомендуемый объем: 12-15 листов

Выдача задания, прием кр проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

Оценка	Критерии оценки контрольной работы
зачтено	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, связанный с получением композиционных древесных материалов на минеральных вяжущих, владеет терминологией. Технология разработана верно, расчеты выполнены правильно.
не зачтено	Незначительная степень усвоения теоретического материала, связанная с получением композиционных древесных материалов на минеральных вяжущих, терминологией не владеет. Расчеты произведены с ошибками, в разработанной технологии имеются существенные неточности.

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

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>			<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср}, час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ПК</i>						
			<i>4</i>	<i>7</i>	<i>13</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. Классификация древесных композиционных материалов		13	+	-	-	1	13	Лк, ПЗ, СР	Зачет
2. Модифицирование древесины		13	+	+	+	3	4,3	Лк, СР	Зачет
3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)		36	+	+	+	3	12	Лк, ПЗ, СР	Зачет
4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих		46	+	+	+	3	15,3	Лк, ПЗ, СР	Контрольная работа, зачет
<i>всего часов</i>		108	44,6	31,7	31,7	3	36		

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

1. Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.
<https://e.lanbook.com/book/1927#authors>
2. Поздняков, А. А. Прочность и упругость композиционных древесных материалов: учебное пособие / А. А. Поздняков. - М.: Лесная промышленность, 1988. - 133 с.
3. Щербаков, А.С. Технология древесных композиционных материалов: учебное пособие / А.С. Щербаков, И.А. Гамова, Л. В. Мельникова.- М.: Экология, 1992.- 189 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.	Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.	Лк, ПЗ, СР	100	1,0
2.	Глебов, И.Т. Технология и оборудование для производства и обработки древесных плит/ И.Т. Глебов.- Санкт-Петербург: Лань, 2017.- 240 с. https://e.lanbook.com/book/92945#authors	Лк, СР	ЭР	1,0
Дополнительная литература				
3.	Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - М: МГУЛ, 2004. - 234 с.	Лк, ПЗ, СР	80	1,0
4.	Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.	ПЗ, кр, СР	65	1,0
5.	Денисов, С.В. Физико-механические процессы при производстве древесных композиционных материалов: лабораторный практикум/ С.В. Денисов, Н.П. Плотников, Г.П. Плотникова.- Братск: БрГУ, 2013.- 48с.	ПЗ, СР	24	1,0
6.	Композиционные материалы, модифицированные продуктами сульфатно-целлюлозного производства: сборник научных трудов.- Братск: БрИИ, 1989.-157с.	Лк, СР	50	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

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие № 1

Изучение характеристик древесных частиц

Цель работы: Определить назначение древесных частиц по размерно-качественным характеристикам

Задание:

1. Ознакомиться с требованиями к древесным наполнителям композиционных материалов
2. Представить размерно-качественную характеристику древесных частиц для получения заданных видов композиционных древесных материалов (вариант указывает преподаватель).

Композиционными называют материалы, которые состоят из двух или нескольких взаимно нерастворимых компонентов (фаз), имеющих между собой границу раздела и адгезионное взаимодействие. Одну из фаз именуют матрицей, другую – армирующим элементом, или наполнителем (заполнителем). К древесным композиционным материалам относят материалы, наполненные древесиной в различных ее видах. Роль матрицы выполняет связующее (вяжущее), в которое включен каркас из древесных частиц. Древесный наполнитель придает материалу, воспринимая механические нагрузки, связующее (вяжущее) отвечает за стабильность древесины при сорбции и десорбции влаги, заполняя ее поры и пустоты, и является веществом, осуществляющим адгезионное взаимодействие.

В зависимости от *вида наполнителя* современные композиционные материалы подразделяют на три группы.

К первой группе относятся материалы на основе массивной древесины. Представитель этой группы – **модифицированная древесина**. Модифицирование – это процесс направленного изменения природных свойств древесины. Сочетание механического уплотнения древесины с одновременным нагревом (прессование) и различными физико-химическими методами модифицирования (пропитка минеральными маслами, ацетилирование, модифицирование формальдегидом, карбамидом, аммиаком, различными олигомерами и т. д.) позволяет получать материалы с очень высокими механическими, физическими, эксплуатационными свойствами и повышенной формостабильностью.

Во вторую группу входят **композиционные материалы на основе лущеного шпона**, пропитанного синтетической смолой и спрессованного при высокой температуре и давлении с получением пластика.

К третьей группе относятся **материалы, наполненные древесными частицами различной дисперсности**. Эту группу представляют специально полученные древесные частицы или отходы деревообрабатывающих производств:

- древесные волокна длиной до 40 мм, толщиной и шириной до 0,25 мм используются для получения древесноволокнистых (ДВП) и гипсоволокнистых (ГВП) плит;
- дробленка древесная игольчатой формы с поперечными размерами 3-5 мм и максимальной длиной до 25 мм входит в состав арболита;
- древесная шерсть применяется для производства фибролита и представляет собой ленты длиной 500 мм, шириной 2...5 мм и толщиной 0,2...0,7 мм;
- резаная стружка получается на специальных стружечных станках с размерами по длине до 40 мм, по толщине до 0,8 мм, по ширине до 12 мм. Используется в производстве древесностружечных плит (ДСП), цементно-стружечных плит (ЦСП), плит на каустическом магнезите, изделий из древесно-прессовочных масс и древесно-клеевых композиций;
- стружка в виде отходов получается в процессе механической обработки древесины на продольно-фрезерных, фрезерных и других деревообрабатывающих станках. Размеры: длина до 12 мм, ширина до 35 мм и толщина от 0,1 до 1,45 мм. Служит наполнителем для отдельных видов арболита и изделий из древесно-прессовочных масс;
- опилки используются для производства гипсоопилочных блоков, опилкобетона, ксилолита, изделий из древесно-прессовочных масс, лигноуглеводных пластиков. Опилки образуются при продольном и поперечном пилении лесоматериалов, пиломатериалов, заготовок различной влажности. Размеры опилок: длина до 5 мм, ширина до 2,5 мм и толщина от 0,1 до 2,1 мм;
- древесная крошка – частицы, полученные дроблением некондиционных кусков лущеного шпона (отходов фанерного производства). Длина частиц 50...80, ширина 5...10, толщина до 1,8 мм. Находит применение для получения древесно-прессовочных масс;
- кора в виде частиц, измельченных до размеров 10...40 мм по длине, может быть использована для производства теплоизоляционного материала – королита.

Природное происхождение матрицы позволяет все композиционные материалы разделить на 3 группы.

К первой группе могут быть отнесены материалы, в которых в качестве матрицы (связующего) применяются синтетические полимеры – фенолформальдегидные, карбамидоформальдегидные и др. синтетические полимеры, лаки бакелитовые, олигомеры и мономеры. К таким композиционным материалам относится модифицированная древесина, древеснослоистые пластики, изделия из древесно-клеевых композиций, массы древесно-прессовочные, ДСП.

Во второй группе находятся композиционные материалы, матрицы которых являются неорганическими вяжущими веществами - клинкерные цементы, гипс, магнезиальные вяжущие. Представители этой группы – гипсоволокнистые плиты, фибролит, опилкобетон, цементно-стружечные плиты, арболит.

В третью группу могут быть включены материалы, матрицы которых представляют собой природные клеящие вещества или продукты гидролитического расщепления углеводородного комплекса древесины. Группу таких материалов представляют пьезотермопластики, лигноуглеводные пластики, твердые древесноволокнистые плиты.

В зависимости от плотности композиционные материалы и изделия можно условно разделить на две группы: легкие, имеющие плотность менее 1200 кг/м³, и тяжелые со средней плотностью более 1200 кг/м³. Легкие – это модифицированная древесина, ДВП, ДСП, гипсостружечные и гипсоволокнистые плиты, фибролит, арболит, королит, гипсоопилочные блоки, тырсолит, изделия из древесно-клеевых композиций. Тяжелые – ЦСП, плиты на каустическом магнезите, пьезотермопластики, лигноуглеводные древесные пластики, строительный брус. Композиционные материалы и изделия (детали) можно классифицировать и в зависимости от области применения. В строительстве используют материалы на основе минеральных вяжущих. Модифицированная древесина применяется в строительстве, производстве мебели, машиностроении. Древесно-слоистый пластик используется в машиностроении, электротехнической, радиотехнической, горно-

добывающей и легкой промышленности, изделия из древесных пресс-масс применяются в мебельной, тарной промышленности и машиностроении.

Таблица 1

Характеристика основных компонентов по маркам пресс-масс

Обозначение композита	Древесный наполнитель	Матрица-связующее	Антифрикционная добавка
МДПК-Б	Частицы березового шпона размерами, мм, не более: по длине - 80, » ширине - 10, » толщине - 0,8, с содержанием частиц длиной от 25 до 80 мм не более 10 % общей массы	Бакелитовые лаки	-
МДПК-Ба			Смесь стеарата кальция, жирных кислот (ДЖК) и окиси цинка
МДПК-В ₄	Частицы березового шпона размерами, мм, не более: по длине - 80, » ширине - 10, » толщине - 1,8, с содержанием частиц длиной от 25 до 80 мм не более 10 % общей массы	Водорастворимые фенолоформальдегидные смолы или их смесь с фенолоспиртами	-
МДПК-В ₅			-
МДПК-Ва			Смесь измельченных отходов фторопластов Д и 4Д и окиси цинка
МДПК-Вг	Частицы березового шпона размерами, мм, не более: по длине - 50, » ширине - 5, » толщине - 1,8, с содержанием частиц длиной менее 2 мм не более 5 % общей массы		Скрытокристаллический графит
МДПС-М	Стружки лиственных пород, смесь стружек лиственных и хвойных пород, смесь стружек с опилками, размерами, мм, не более: по длине - 15, » ширине - 5, » толщине - 2	Карбамидоформальдегидные смолы	-
МДПО-Б	Опилки лиственных пород, смесь опилок лиственных и хвойных пород древесины, прошедшие через сито с отверстиями не менее 3 мм	Бакелитовые лаки	-
МДПО-Ба			Смесь измельченных отходов фторопластов Д и 4Д и окиси цинка
МДПО-В		Водорастворимые фенолоформальдегидные смолы	-
МДПО-Ва			Смесь измельченных отходов фторопласта 4Д и окиси цинка

В зависимости от состава древесно-полимерных материалов различают типы и марки в соответствии с действующим ГОСТ 11368 «Массы древесные прессовочные. Технические условия». Обозначения марок МДП содержат информацию о размере частиц древесного наполнителя (размеры древесного наполнителя представлены в табл.1): МДПК – массы древесные прессованные, содержащие частицы шпона в виде крошки; МДПС – содержащие стружку и МДПО – содержащие опилки. Дополнительно последняя буква в обозначении марки характеризует применяемое связующее вещество: Б – бакелитовые лаки; В – водорастворимые фенолформальдегидные смолы; М – карбамидоформальдегидные смолы малой водостойкости.

Вся измельченная древесина по виду частиц может быть разделена: 1) на зернистую – древесная мука, опилки с формой, близкой к кубической; 2) волокнистую – волокнистая древесная мука, опилки, длина которых в 1,8...8 раз больше ширины или толщины, древесные волокна, узкие полосы древесного шпона; 3) крошкообразную – частицы шпона, стружка-отходы с соотношением длины к толщине (коэффициент гибкости) до 5. Для древесных частиц за длину l обычно принимают размер вдоль волокон древесины, за толщину t – минимальный размер поперек волокон, за ширину b – максимальный размер поперек волокон. Очень важно для каждого вида древесных частиц-наполнителей знать все три размера l , b , t и гранулометрический состав.

Порядок выполнения:

1. Ознакомиться требованиями к размерно-качественным характеристикам древесных наполнителей композиционных материалов
2. Представить подробное описание размерно-качественных характеристик древесины и древесных измельченных частиц с указанием влажности, наличия посторонних металлических и минеральных включений, обугленных частиц, а также засоренности корой и гнилью для указанных в варианте задания древесных композитов.

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие теоретические сведения о древесных композиционных материалах. Основное внимание следует уделить размерным показателям древесины и её качеству при использовании в качестве наполнителя композитов. По заданию преподавателя составляется подробная размерно-качественная характеристика древесных частиц для изготовления конкретных видов древесных композиционных материалов. Следует указать источник получения искомых древесных частиц (специально полученные или являются отходом конкретного производства, технологической операции). Необходимые дополнительные сведения следует самостоятельно найти в соответствующей справочной литературе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с размерно-качественной характеристикой исходного древесного сырья для получения модифицированной древесины.
2. Ознакомиться с возможностью использования в технологии древесных композиционных материалов шлифовальной пыли, муки древесной и древесной технологической пыли.

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 и рекомендуемой литературой для выполнения работы. Ориентируясь на порядок выполнения задания, приступить к выполнению практической работы.

Для повышения уровня теоретической и практической подготовки каждая практическая работа содержит контрольные вопросы и список литературы. Студент отвечает на контрольные вопросы при защите практической работы.

Таблица 1

Исходные данные для выполнения задания

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Арболит	+				+			+			+		+		+
Фибролит		+					+		+			+			
Опилкобетон	+			+		+		+		+	+		+	+	
Брус строительный			+		+				+			+			+
МДПК-Б	+						+							+	
МДПК-Б _а		+						+					+		

МДПК-В ₄			+						+					
МДПК-В ₅				+						+				
МДПК-Ва					+			+			+			
МДПК-Вг						+						+		
МДПС-М		+			+		+		+		+		+	+
МДПО-Б			+										+	
МДПО-Ба	+				+				+		+			+
МДПО-В		+				+			+					
МДПО-Ва			+				+							
Гипсоволокни стые плиты		+		+		+		+		+			+	
Лигноуглевод ные пластики	+		+		+		+		+		+		+	+
Цементно- стружечные плиты			+	+		+			+			+	+	
Королит	+			+			+					+		+
Пьезотермопл астики		+		+		+		+		+		+		+

Рекомендуемые источники

- ГОСТ 12431-72 Сырье древесное для масс древесных прессовочных. Технические условия
- ГОСТ 16361-87 Мука древесная. Технические условия

Основная литература

- Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

- Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.
- Денисов, С.В. Физико-механические процессы при производстве древесных композиционных материалов: лабораторный практикум/ С.В. Денисов, Н.П. Плотников, Г.П. Плотникова.- Братск: БрГУ, 2013.- 48с

Контрольные вопросы для самопроверки

- Дать характеристику древесных композиционных материалов.
- По каким критериям классифицируются древесные композиционные материалы?
- Указать основные критерии, которые определяют назначение древесных наполнителей.
- Указать размерные характеристики древесных наполнителей для изготовления композиционных материалов на основе дисперсных частиц древесины.
- Дать сравнительную характеристику древесных опилок, применяемых для изготовления опилкобетона, композита марки МДПО и лигноуглеводных пластиков.
- Дать сравнительную характеристику древесных стружек, используемых для изготовления цементно-стружечных плит и композитов марки МДПС.
- Дать характеристику понятиям «древесная шерсть» и «древесная дробленка», указать их назначение.

Практическое занятие № 2

Расчет компонентов древесных пресс-масс

Цель работы: Научиться производить расчет количества компонентов для изготовления композитов

Задание:

1. Ознакомиться со способами дозирования компонентов при изготовлении древесных пресс-масс
2. Произвести расчет количества компонентов для получения одного замеса (вариант указывает преподаватель).

Дозирование компонентов. В зависимости от марки МДП, назначения и технологии переработки в их состав входят различные компоненты в заданных соотношениях. Потребное количество компонентов на одно изделие (замес) ведется исходя из процентного (массового) их содержания в древесной пресс-массе. Для обеспечения этих соотношений применяют дозирование компонентов. Чаще всего наполнитель и химические добавки дозируют по весу, а связующие – по объему.

Для объемного дозирования связующего его массу переводят в объем ($V_{ж.с}$) с учетом плотности раствора. Для дозирования древесного наполнителя применяют циферблатные весы ВПЦ-500 с закрепленным на их площадке стальным бункером и автоматические весы ДДС-10 ДДСП-10, ДМ-100-2, ДК-100 с дистанционным управлением.

Для смолы используют емкостные дозаторы различной конструкции, чаще с поплавками. По достижении заданного объема смолы поплавок поднимает толкатель, который нажимает на выключа-

тель, связанный с насосом, перекачивающим смолу из емкости в мерник. Емкостный мерник снабжен водяной рубашкой, в которую можно подавать горячую воду или другой теплоноситель для подогрева смолы до температуры 45...50°C

Совмещение частиц древесного наполнителя и связующих. В производстве древесно-прессовочных масс процессы смешивания и пропитки наполнителя связующим происходят одновременно. Следовательно, эту операцию правильнее называть совмещением. Совмещение частиц древесины со связующим – важнейшая операция технологического процесса, обеспечивающая как технологические (текучесть, скорость отверждения, длительность вязкотекучего состояния), так и физико-механические (прочность, плотность, водопоглощение) свойства МДП и изделий из них. Рациональное совмещение древесных частиц со связующим позволяет сэкономить синтетические смолы, стоимость которых составляет от 48 до 55% себестоимости МДП. В результате совмещения древесных наполнителей с жидкими полимерными связующими последние покрывают наружные поверхности и некоторую часть внутренних поверхностей древесных частиц. Толщина слоя возрастает при повышении содержания связующего, уменьшении удельных поверхностей древесных частиц и степени их покрытия связующим. Увеличение толщины слоя связующего на поверхности улучшает текучесть пресс-массы. В технологическом процессе производства МДП для достижения высокого качества продукции при минимальном расходе связующего необходимо применять частицы с минимальными размерами по толщине при достаточно большой длине. Это обеспечивает минимальную наружную поверхность. Минимизации расхода связующего способствует уменьшение возможности проникновения связующего в межфибрилярные промежутки и капилляры. Наиболее эффективными путями решения проблемы в целом являются смешивание древесных наполнителей с сухим связующим, а также скоростное смешивание с жидким связующим. Совмещение частиц древесины со связующим осуществляют способами вымачивания, «динамической» пропитки и смешивания.

Количество компонентов на получение одного замеса в смесителе периодического действия определяют по следующим формулам.

Расход древесных частиц определенной влажности определяется, кг:

$$G_w = \frac{100bh\rho(100 + W_0)K_{g.r.}}{(100 + W_{ог})(100 + p)},$$

где l, b, h – соответственно длина, ширина и толщина образца, м; ρ - плотность образца, кг/м^3 ; W_0 – влажность древесных частиц (опилок, стружек...) %; $W_{об}$ – влажность готового образца (принимается по заданию, %); p – массовая доля связующего в пересчёте на абсолютно сухое вещество, %; $K_{г.г.}$ – коэффициент, учитывающий потери древесных частиц ($K_{г.г.}=1,01 \dots 1,1$).

Расход матрицы – связующего (синтетической смолы) в жидком виде ($G_{ж.с.}$), кг

$$G_{ж.с.} = \frac{10^4 \rho \cdot l \cdot b \cdot h \cdot K_n \cdot p}{K \cdot (100 + W_{об}) \cdot (100 + p)},$$

где K_n – коэффициент, учитывающий потери смолы при приготовлении связующего, принять 10..15%; K – концентрация связующего, %, принимается по заданию; остальные обозначения – см. предыдущую форму.

Для синтетических связующих концентрацию определяют гравиметрическим способом; для карбамидоформальдегидных смол возможно определение концентрации смолы с использованием рефрактометра.

Расход отвердителя, при использовании карбамидоформальдегидных смол, ($G_{отв.}$) определяется по формуле, кг:

$$G_{отв.} = \frac{G_{ж.с.} \cdot P_{отв.}}{100},$$

где $P_{отв.}$ – массовая доля отвердителя NH_4Cl в сухом состоянии, принимается в зависимости от значения pH раствора смолы ($P_{отв.}=0,5 \dots 2\%$).

Расход растворителя (воды, фенолспиртов) для доведения раствора смолы до рабочей концентрации определяется, кг:

$$G_{H_2O} = \frac{G_{ж.с.} \cdot (K - K_1)}{K},$$

где K – концентрация исходной смолы, %; K_1 – рабочая концентрация смолы, % (по заданию преподавателя).

Исходные данные для расчета компонентов при изготовлении изделий из древесных пресс-масс (по видам) приведены в табл.1

Порядок выполнения:

1. Изучить способы дозирования компонентов при изготовлении древесных пресс-масс.
2. Произвести расчет необходимого количества компонентов по варианту, указанному преподавателем

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие сведения о компонентах и способах их дозирования при изготовлении древесных композиционных материалов-древесных пресс-масс. Основное внимание следует уделить порядку расчета и дозирования компонентов. Необходимые дополнительные сведения следует самостоятельно найти в соответствующей справочной литературе. Результаты расчетов, выполненные по указанному преподавателем варианту, представляются в виде текста с необходимыми пояснениями.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с методикой расчета компонентов при изготовлении изделий из древесно-клеевых композиций (ДКК).
2. Ознакомиться с особенностями расчетов компонентов при изготовлении композиций на минеральных вяжущих: магнезиальные и гипс.

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 и рекомендуемой литературой для выполнения работы. Ориентируясь на порядок выполнения задания, приступить к выполнению практической работы.

Для повышения уровня теоретической и практической подготовки каждая практическая работа содержит контрольные вопросы и список литературы. Студент отвечает на контрольные вопросы при защите практической работы.

Таблица 1

Исходные данные для расчета компонентов пресс-масс

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
марка пресс-массы (связующее)	МДПС-М (карбамидоформальдегидная смола КФ-МТ)				МДПО-В (фенолоформальдегидная смола СФЖ-3011)				МДПК-Б (бакелитовый лак марки ЛБС-20 высшего сорта)				МДПО-Б (бакелитовый лак ЛБС-20, сорт 1)		
Размеры, мм: длина ширина толщина	240 23 8			160 15 10		230 24 10		160 25 8		230 15 10			250 18 10		
Влажность образцов, %	6		7		8		7		6		7		8		
Влажность древесного наполнителя, %	3	4	12	5	8,5	10	11	6	9	5	6	4	3	8	5
Концентрация связующего, %	66	60	58	62	43	47	45	46	71	78	75	73	70	76	80
Рабочая концентрация связующего, %	55	52	50	57	40	42	38	40	50	52	55	54	52	50	55
Расход связующего, %	35	30	25	30	35	22	30	28	25	32	35	32	28	30	35
Плотность образцов, кг/м ³	1275		1230		1310	1380		1350		1330		1380		1350	

Рекомендуемые источники

- ГОСТ 901-78 Лаки бакелитовые. Технические условия
- ГОСТ 20907-75 Смолы фенолоформальдегидные. Технические условия
- ГОСТ 14231 Смолы карбамидоформальдегидные. Технические условия

Основная литература

- Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

- Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - М: МГУЛ, 2004. - 234 с.
- Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.

Контрольные вопросы для самопроверки

- Какие виды древесных композиционных материалов вам известны?
- Указать способы дозирования сыпучих и жидких компонентов.
- Какие исходные данные необходимы для расчета количества древесного наполнителя?
- Какие исходные данные необходимы для расчета количества связующего?
- Какие исходные данные необходимы для расчета количества отвердителя и добавок?
- Как определить потребность в растворителе (разбавителе)?
- Какие процессы происходят при смешивании связующего с древесным наполнителем?
- Как определить вид связующего по маркировке древесных пресс-масс?
- Какие древесные частицы (указать размерно-качественную характеристику) применяются для изготовления масс древесных прессовочных?

Практическое занятие № 3

Расчет физико-механических показателей древесных пресс-масс.

Цель работы: научиться производить расчет показателей качества древесных пресс-масс
Задание: 1. Ознакомиться с методами испытания древесных пресс масс и формулами для расчета показателей качества. 2. Произвести расчет физико-механических показателей, сравнить с нормируемыми значениями

Методы испытания древесных пресс-масс

Основными физико-механическими показателями в соответствии с ГОСТ 11368-89 «Массы древеснопрессовочные. Технические условия» являются следующие: влажность (массовая доля влаги и летучих веществ), плотность, водопоглощение, предел прочности при статическом изгибе, предел прочности при сжатии, ударная вязкость, твердость. Существует ряд дополнительных показателей, таких как масло-, бензино-, и кислотостойкость, водопоглощение в кипящей воде, теплоёмкость, удельное электрическое сопротивление, тангенс угла диэлектрических потерь, диэлектрическая проницаемость, коэффициент трения без смазки, износ при трении по стали, абразивный износ и др. Основные показатели физико-механических свойств древесных пресс-масс различных марок представлены в табл.1.

Образцы для испытаний, указанных ниже, должны иметь следующие размеры, мм:

плотность.....	160x15x10
ударная вязкость.....	120x15x10
водопоглощение.....	50x15x8
предел прочности:	
при статическом изгибе.....	160x15x8
при сжатии.....	30x15x10

Влажность (массовую долю влаги),%, определяют гравиметрическим методом (высушивание в сушильном шкафу до абсолютно сухого состояния при температуре $103\pm 2^\circ\text{C}$) средней пробы прессовочной массы.

Плотность, ρ , кг/м³, определяют методом обмера и взвешивания образцов.

Водопоглощение определяют по привесу образца после его погружения в воду на 24 ч при температуре 20°C . Водопоглощение A , %, рассчитывают по следующей формуле:

$$A = \frac{m - m_1}{m_1} \cdot 100\% ,$$

где m_1 – масса образца до погружения в воду, г; m – масса образца после выдержки в воде, г.

Предел прочности при статическом изгибе определяют, нагружая посередине образец, свободно лежащий своей широкой стороной на двух опорах, с помощью нагружающего наконечника, движущегося с постоянной скоростью относительно опор. Нагружение продолжается до разрушения образца. Предел прочности при статическом изгибе $\delta_{изг}$, МПа, рассчитывают по следующей формуле:

$$\delta_{изг} = \frac{3p_{max} \cdot l}{2bh^2}$$

где p_{max} – разрушающее усилие, Н; l – расстояние между опорами, мм; b – ширина образца, мм; h – толщина образца, мм. Результат округляется с точностью до целого числа.

Предел прочности при сжатии определяют, поместив образец, вырезанный из бруска, между двумя сближающимися при постоянной скорости параллельными плитами. Предел прочности при сжатии $\delta_{сж}$, Па, рассчитывают по следующей формуле:

$$\delta_{сж} = \frac{P_{max}}{S} ,$$

где p_{max} – разрушающее усилие, Н; S – исходная площадь сечения образца м². Результат округляется с точностью до целого числа.

Ударная вязкость определяется на образце без надреза при скорости молота в момент удара 2,9 м/с. Испытания проводят ударом молота по середине образца, свободно лежащего на двух

опорах маятникового копра. Образец разрушается под действием свободно падающего маятника, вращающегося вокруг горизонтальной оси. Определяют работу, затраченную на разрушение образца, по разности энергии маятника до и после удара по образцу. Для определения ударной вязкости α , кДж/м², используют следующую зависимость:

$$\alpha = \frac{A}{S},$$

где А – работа, затраченная на разрушение образца, кДж; S – площадь поперечного сечения образца в плоскости удара, м².

Твёрдость определяют с приложением нагрузки 960 Н перпендикулярно плоскости образца. Метод основан на измерении глубины вдавливания шарика определенного диаметра в испытуемый образец под действием заданной силы. По окончании испытания проводят измерение максимальной глубины отпечатка.

Твёрдость К, Па, рассчитывают по следующей формуле:

$$K = \frac{P}{\pi \cdot D \cdot h},$$

где P – нагрузка, прилагаемая к шарика 960 Н; D – диаметр шарика, м; h – глубина отпечатка, м.

Таблица 1

Основные показатели МДП различных марок (ГОСТ 11368-89)

Наименование показаний	Значение для марок			
	МДПК-Б	МДПК-В	МДПС-М	МДПО-В
Массовая доля летучих веществ, %	6...10	6...10	9...11	7...11
Плотность, кг/м ³	1300...1380		1220..1280	1320..1380
Водопоглощение в холодной воде, не более, %	3,0	4,0	-	5,0
Предел прочности при статическом изгибе, не менее, МПа	88	83	44	59
Предел прочности при сжатии, не менее, МПа	98	88	108	88
Ударная вязкость, не менее, кДж/м ²	215	205	205	190
Твёрдость, не менее, МПа	35	40	35	35

Порядок выполнения:

1. Изучить способы испытания древесных пресс-масс и определения их качественных показателей.
2. Произвести расчет основных физико-механических показателей (вариант указывает преподаватель)
3. Сравнить полученные значения с нормируемыми (согласно ГОСТ), сделать вывод о качестве исследуемых пресс-масс.

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие сведения о показателях качества древесных композиционных материалов-древесных пресс-масс и способах их определения. Формулы для расчета показателей следует привести полностью с расшифровкой всех данных, используемых для расчета. Необходимые дополнительные сведения следует самостоятельно найти в соответствующей справочной литературе. Результаты расчетов, выполненные по указанному преподавателем варианту, представляются в виде текста с указанием нормированных значений и необходимыми пояснениями.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться со способами определения теплофизических, диэлектрических и антифрикционных свойств древесных композиционных материалов
2. Изучить влияние параметров режимов прессования на качество древесных композиционных материалов.

Исходные данные для расчета показателей физико-механических свойств МДП

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
марка пресс-массы (связующее)	МДПС-М (карбамидоформальдегидная смола КФ-МТ)				МДПО-В (фенолоформальдегидная смола СФЖ-3011)				МДПК-Б (бакелитовый лак марки ЛБС-20 высшего сорта)				МДПК-В (фенолоформальдегидная смола СФЖ-3011)		
Размеры образцов, мм для определения плотности	161×14,7×9,8				162×15,2×10,1				165×15,4×10,5				161×15,4×9,7		
водопоглощения	50x14,8x8,2				50x15,5x8,4				50,5x15x8,3				50,9x14,5x8,3		
прочности при статическом изгибе	161×14,7×9,8				162×15,2×10,1				165×15,4×10,5				161×15,4×9,7		
Прочности при сжатии	30x14,7x9,9				30x15,3x10,2				30x15,3x10,4				30x15,3x10		
Масса образца, г	29,2		28,8		31,4		32,1		31,2		30,9		30,8	30,7	
Масса до погружения в воду, г	7,5	7,4	6,9	7,2	10,7	10,9	10,8	11	11,1	11,2	11,1	10,9	11,2	11	10
Масса образца после погружения, г	7,9	7,8	7,2	7,5	11	11,1	11	11,2	11,2	11,4	11,3	11	11,5	11,6	10,2
Разрушающая нагрузка при изгибе, Н	302	306	310	315	481	478	469	490	685	694	691	701	680	695	
Разрушающая нагрузка при сжатии, кН	17	18	17	18	14	15	14	15	16	17	16	18	15	14	15

Примечание: расстояние между опорами при испытании на статический изгиб 140 мм

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, рекомендуемой литературой, материалами для выполнения работы. Ориентируясь на порядок выполнения задания, приступить к выполнению практической работы.

Для совершенствования теоретических и практических знаний следует ответить на предлагаемые контрольные вопросы. При защите практической работы обучающийся отвечает на контрольные вопросы

Рекомендуемые источники

- ГОСТ 11368-89 Массы древесные прессовочные. Технические условия
. Основная литература

- Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композиционных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

- Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - М: МГУЛ, 2004. - 234 с.

- Челышева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Челышева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать характеристику физических показателей древесных пресс масс
2. Дать характеристику механических показателей древесных пресс масс
3. Перечислить нормируемые показатели качества изделий из древесных пресс масс.
4. Указать размеры образцов для испытаний пресс- масс
5. Порядок расчета влажности, плотности и водопоглощения образцов
6. Порядок расчета прочности при статическом изгибе, при сжатии.
7. Порядок расчета твердости и ударной вязкости образцов

Практическое занятие № 4

Изучение технологии цементно-стружечных плит (ЦСП).

Цель работы: Изучить технологический процесс изготовления цементно-стружечных плит.

Задание 1. Ознакомиться с особенностями технологии получения композиционных материалов на минеральных вяжущих. 2. Разработать схему технологического процесса производства ЦСП

Цементно - стружечные плиты (ЦСП) – новый строительный материал из качественной древесной стружки и цемента с добавкой ряда химикатов для ускорения твердения цемента. По сравнению с традиционными древесными материалами, применяемыми в строительстве, ЦСП имеют ряд преимуществ. Они негорючи, нетоксичны, био- и атмосферостойкие. К недостаткам ЦСП следует отнести большую плотность, невысокое сопротивление ударным нагрузкам, труднообрабатываемость. В зависимости от уровня физико-механических показателей плиты, выпускаемые в России, подразделяются на две марки: ЦСП-1 и ЦСП-2. Плиты марки ЦСП-1 изготавливаются в основном из древесины хвойных пород, ЦСП-2 – из смеси хвойных и лиственных. В качестве конструкционного материала используются плиты ЦСП-1, по большинству показателей физико-механических свойств плиты российского производства не уступают зарубежным.

Физико-механические свойства ЦСП зависят от многих факторов (породы древесины, качества стружки, марки цемента, соотношения компонентов в смеси, технологических особенностей производства и т. д.). При увлажнении показатели физико-механических свойств снижаются в связи с неодинаковым разбуханием цементного камня и древесины, приводящим к внутренним напряжениям и ослаблению контакта между ними. Для повышения водостойкости плит их необходимо покрывать влагозащитными лакокрасочными материалами.

Наиболее широко применяются ЦСП в панельном деревянном домостроении. ЦСП можно использовать в качестве элементов каркасно-обшивных перегородок. Перегородки с деревянным каркасом и обшивкой из ЦСП применяют для ограждения производственных зданий с несущими металлическими конструкциями. ЦСП используют в качестве перегородок душевых кабин и санузлов административно-бытовых зданий промышленных предприятий, для ограждения лестничных маршей и площадок, балконов, лоджий в зданиях, для подоконных досок; обшивки из ЦСП – для устройства подвесных потолков в общественных и промышленных зданиях. Полы из ЦСП по бетонному основанию устраивают в вестибюлях, коридорах, торговых залах магазинов, в прихожих, кухнях, туалетах жилых домов. ЦСП укладывают на мастику, торцы соединяют встык рейкой. ЦСП используют в качестве элементов встроенных шкафов в жилых и общественных зданиях, в качестве неизвлекаемой опалубки монолитных железобетонных фундаментов, для огнезащитной облицовки стальных колонн и балок в промышленных, общественных и жилых зданиях, для изготовления вентиляционных коробов

Таблица 1

Физико-механические показатели цементно-стружечных плит

Показатель	Норма для плит марок			
	ЦСП-1	ЦСП-2	производства Германии	производства Голландии
Плотность, кг/м ³	1100...1400		1200...1300	
Влажность, %	9±3		9±3	
Модуль упругости при изгибе, МПа, не менее	3500	3000	3000	4000
Прочность, МПа: – на статический изгиб при толщине плит, мм:				
8...16	12	9	-	-
16...24	10	8	-	--
24...40	9	7	-	-
для всех толщин	-	-	3...19	3...19
на растяжение перпендикулярно пласти, МПа, не менее	0,4	0,35	0,4	0,35
на сжатие, МПа, не менее	-	-	15	-
Шероховатость пласти по ГОСТ 7016, мкм, не более:				
для шлифованных	80	100	-	-
для нешлифованных	320	320	-	-
Биостойкость по ГОСТ 17612	Класс 4		-	-
Твердость, МПа, не менее	45	46	-	-
pH	11...13		11...13	

Технология цементно-стружечных плит. Технологический процесс изготовления ЦСП предусматривает следующие операции: подготовку древесного сырья (сортировку, окорку, выдержку, разделку долготья на мерные заготовки); изготовление стружки с последующей сортировкой и доизмельчением; приготовление цементно-стружечной смеси (подготовку растворов химических добавок, дозирование стружки, растворов химических добавок, воды и цемента, их смешивание); формирование пакетов или ковра на поддонах и его разделение на пакеты; прессование пакетов; тепловую обработку; распрессовку и разборку пакетов; твердение плит в штабелях; кондиционирование пакетов; форматную обрезку; сортирование и складирование. В связи с применением технологических линий как на российском, так и на другом оборудовании и с учетом вида и состояния сырья технологический процесс на действующих предприятиях может незначительно отличаться. Ниже представлена технология ЦСП с описанием основных операций.

Подготовка древесного сырья. Основным сырьем в производстве ЦСП являются лесоматериалы круглых хвойных (кроме лиственницы и кедра) и лиственных пород (береза, осина, липа) диаметром 6...24 см II и III сорта. Смесь хвойных и лиственных пород не допускается. Необходимость применения круглых лесоматериалов связана с тем, что только из них можно получить качественную резаную стружку определенных размеров, из которой можно изготовить ЦСП с более высокими показателями прочностных свойств. Вместе с тем для среднего слоя трехслойных ЦСП следует использовать древесные частицы, полученные из щепы, что заметно расширяет сырьевую базу с учетом применения отходов лесопиления и деревообработки и технологической щепы, получаемой на лесозаготовительных предприятиях. Все древесное сырье, поступающее на предприятие, должно быть сортировано и уложено на складе по породам и видам сырья. Круглые лесоматериалы проходят окорку, и, при необходимости, из них удаляется гниль. Щепа, поставляемая на предприятия из леспромхозов, а также от цехов лесопиления,

деревообработки или фанерных предприятий складироваться по породам для выдержки. Сырье выдерживается на открытом складе в течение длительного времени (до 6 мес.) с целью уменьшения содержания вредных для цемента веществ, особенно водорастворимых сахаров, а также для выравнивания влажности. Длинномерную древесину, предназначенную для переработки в качественную стружку на станках типа ДС-6, ДС-8, раскраивают по длине на многопильных станках типа ДЦ-10.

Изготовление стружки с последующей сортировкой и доизмельчением. Изготовление стружки из крупномерного сырья на станках типа ДС-6, ДС-8, «Хомбак» обеспечивает получение частиц с гладкой поверхностью и заданными размерами. После первичного измельчения и сортирования стружка, предназначенная для наружных слоев, доизмельчается на молотковых дробилках ДМ-7 и мельницах ДМ-8, после которых поступает на ситовые сепараторы ДРС-2. Полученные древесные частицы должны соответствовать требованиям: толщина для наружного слоя - не более 0,2мм; для внутреннего – не более 0,4мм. Ширина: для наружного- не более 1 мм; для внутреннего –не более 10мм. По длине: 5 мм и 10 мм соответственно.

Готовая стружка хранится в бункерах ДБО-60, из которых поступает в смесительное отделение. Для линий, оснащенных импортным оборудованием фирмы «Бизон-Верке», стружка, полученная на станках «Пальман», хранится в бункере. Запас стружки должен быть на 1...2 ч работы, чтобы исключить ферментизацию древесины. Из бункера стружка непрерывно поступает в молотковую мельницу, которая измельчает стружку по ширине. Далее стружка направляется на сортировку. Рабочей фракцией считается фракция, прошедшая через сито с диаметром отверстия 5 мм и не прошедшая через сито с диаметром отверстия 2 мм. Мелкая фракция поступает в бункер наружного слоя, крупная – на повторное измельчение. На последних установках фирмы «Бизон-Верке» изготовление и фракционирование стружки заметно упрощено – там нет деления на слои. Оно осуществляется непосредственно в формирующей машине; головки формирующей машины наружных слоев оснащены устройством для пневматического фракционирования. В производстве ЦСП в качестве вяжущего применяется в основном цемент марки 500. К нему предъявляются дополнительные требования: не допускается наличие пластификатора и повышенное содержание (более 5%) шлаковых добавок. В качестве химических добавок для нейтрализации действия цементных ядов чаще всего используется композиция из жидкого стекла и сернокислого алюминия. Соотношение компонентов, рекомендуемых для различных видов сырья, приведено в табл..

Приготовление цементно-стружечной смеси. Для приготовления цементно-стружечной смеси цемент сначала поступает в выравнивающий бункер, предназначенный для непрерывной подачи его к весам. Заполнение цементных весов и их разгрузка проводится по мере накопления заданной массы, которая зависит от соотношения компонентов в смеси. Взвешенный цемент винтовыми конвейерами направляется в мешалку.

Для приготовления растворов химических добавок применяют гуммированные емкости с пропеллерными мешалками. При получении раствора химической добавки из соли ее загружают в емкости, заливают водой и перемешивают до заданной плотности раствора. Химикаты, поступающие в жидком виде, разбавляются в емкости до заданной плотности. Приготовленные таким образом растворы химических добавок дозируются автоматически и подаются через сточное кольцо в смеситель. Смешивание всех компонентов цементно-стружечной смеси (стружки, цемента, химических добавок) осуществляется в смесительных агрегатах отдельно для внутренних и наружных слоев плит. При работающей мешалке смесителя через мерники вливают заданное количество растворов сульфата алюминия и жидкого стекла и перемешивают в течение 60 с после загрузки каждого компонента. Затем засыпают цемент и перемешивают в течение 4...5 мин. Общий цикл смешивания составляет 9...10 мин. Готовая смесь влажностью 40...43% и плотностью для внутреннего слоя 400 и наружного 450 кг/м³ винтовыми конвейерами выдается на формирование.

Формирование пакетов. Для формирования пакетов установки российского производства укомплектованы четырьмя формирующими машинами ДФ-6. Распределение внутреннего слоя происходит через вращающиеся диски с ножами. Наружные слои формируются методом воздушной сепарации. Настил трехслойного ковра происходит при соотношении толщины ковра и толщины плиты 3 : 1. Формирование непрерывного трехслойного ковра осуществляется на транспортных стальных листах (поддонах), располагающихся на формирующем конвейере. Стальные поддоны предварительно смазывают для предотвращения сцепления цементно-стружечной смеси с металлом. Поддоны перед формирующими машинами укладывают внахлест.

После формирования поддоны с коврами поступают на ускорительный конвейер, на котором происходит их разделение на пакеты.

Далее поддоны с пакетами направляются на контроль насыпной массы и отбраковку ковра. При отклонениях от допустимого веса поддон с ковром поперечным транспортером поступает к опрокидывающему устройству. Бракованный ковер при поднятии поддона сбрасывается в ванну и подается затем на возвратный винтовой конвейер. Далее системой конвейеров масса направляется в дозирующий бункер формирующей машины для внутреннего слоя. Поддон от опрокидывающего устройства по поперечному конвейеру поступает на роликовый транспортер, который передает их на систему возврата. Неотбракованный пакет направляется на торцовочное устройство, где удаляют заднюю кромку, и далее подается к загрузочной станции. Здесь происходит загрузка поддонов с пакетами, уложенными в пачки, в зажимной каркас, называемый силовым элементом.

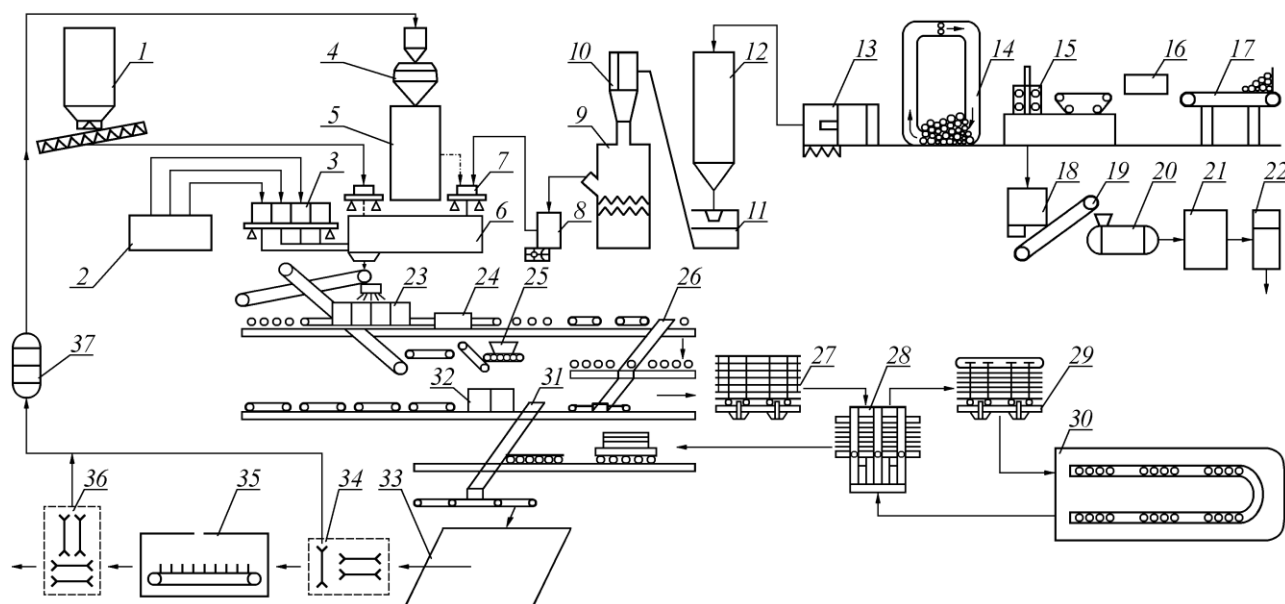


Рис. 1. Схема производства ЦСП по технологии фирмы «Элтен Систем»

1 – бункер для цемента; 2 – склад для химических добавок; 3 – емкости для растворов химических добавок; 4 – грохот; 5 – бункер для отходов обрезки ЦСП; 6 – смеситель; 7 – весы; 8 – мельница для мелкого помола; 9 – воздушный сепаратор; 10 – циклон; 11 – станок для измельчения стружки; 12 – бункер стружки; 13 – стружечный станок; 14 – склад хранения древесины; 15 – окорочный станок; 16 – металлоискатель; 17 – конвейер подачи древесины; 18 – мельница для измельчения коры; 19 – конвейер; 20 – барабанная сушилка; 21 – пресс для брикетирования коры; 22 – приемное устройство для брикетов коры; 23 – формирующая машина; 24 – резка ковра; 25 – конвейеры для некондиционных пакетов; 26 – штабелюкладчик; 27 – силовая тележка; 28 – пресс; 29 – штабель, сжатый в силовой тележке; 30 – камера термообработки; 31 – устройство для разборки пакетов; 32 – пост очистки и смазки поддонов; 33 – площадка выдержки плит; 34 – круглопильный станок; 35 – сушилка; 36 – станок для раскроя плит по формату; 37 – дробилка для отходов плит

Прессование. Прессование осуществляется в полочном прессе. Рабочий каркас прессы имеет просвет высотой 720 или 920 мм. Заполненные плитами плоские пресс-формы (силовые тележки) посредством передвижной платформы задвигаются в пресс. При точной фиксации пресс-форм пресс закрывается, штабель уплотняется на заданный размер, и пресс-форма с подвешенной в верхней части прессы крышкой закрывается. Время, прошедшее между загрузкой первого и последнего поддонов, не должно превышать 1 ч, так как начинается процесс схватывания цемента. Удельное давление прессования в зависимости от плотности плит составляет 1,8...2,0 МПа. В российский комплект входит прессовая установка Д-2245, имеющая номинальное усилие 3150 т. После открытия прессы заблокированные пресс-формы с помощью передвижной платформы направляются в камеру для отверждения, температура в которой 60...80 °С в зависимости от марки

цемента, породного состава древесины и других факторов. Влажность воздуха должна быть в пределах 30...90%. Продолжительность твердения плит 8 ч. Начальная влажность ЦСП равна 40%, конечная – 20%.

Твердение плит. Уложенные в штабель высотой до 3,5 м плиты, укрытые сверху пленкой с целью предотвращения высушивания, выдерживаются в помещении при температуре не ниже 16°C до 15 сут в зависимости от марки цемента, вида древесины, состояния воздуха и других факторов. После выдержки плиты поступают в камеру кондиционирования.

Кондиционирование плит. В камере кондиционирования плиты находятся в вертикальном положении. Тепловой режим в камере обеспечивается системой обогрева: расчетная температура – 80°C, относительная влажность – 90%. Продолжительность кондиционирования составляет 12 ч при начальной влажности плит 25%, конечной – 12%.

После кондиционирования плиты обрезаются по формату на трехпильных обрезных станках с алмазными дисками или пилами с пластинками из твердых сплавов. Затем плиты сортируются на линии ДЛТ-50, оснащенной измерителем толщины типа ДТ, маркируются и в пачках поступают на склад, где укладываются в штабеля высотой не более 4,5 м.

Порядок выполнения:

1. Изучить сведения о технологии цементно-стружечных плит.

2. Разработать принципиальную схему технологического процесса производства ЦСП на основе технологической щепы хвойных пород (вариант 1-4); отходов лесопиления смешанных пород (вариант 5-8); технологической щепы лиственных пород (вариант 9-12); отходов фанерного производства хвойных пород (вариант 13-15). Вариант указывает преподаватель.

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие сведения о технологии ЦСП, исходном сырье, последовательности технологических операций. Разработанная схема технологического процесса должна содержать описание с указанием позиций применяемого оборудования и названий технологических операций. Необходимые дополнительные сведения уточнить в специальной литературе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить особенности производства цементно-стружечных плит из лиственной древесины.

2. Ознакомиться с модифицированными вяжущими, их достоинствами и недостатками. Выяснить условия применения современных комплексных вяжущих.

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 и рекомендуемой литературой для выполнения работы. Ориентируясь на порядок выполнения задания, приступить к выполнению практической работы.

Для повышения уровня теоретической и практической подготовки каждая практическая работа содержит контрольные вопросы и список литературы. Студент отвечает на контрольные вопросы при защите практической работы.

Рекомендуемые источники

ГОСТ 26816-86 Плиты цементно-стружечные. Технические условия

. Основная литература

1. Глебов, И.Т. Технология и оборудование для производства и обработки древесных плит / И.Т. Глебов.- Санкт-Петербург: Лань, 2017.- 240 с.

Дополнительная литература

1. Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - М: МГУЛ, 2004. - 234 с.

2. Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.

Контрольные вопросы для самопроверки

Дать характеристику ЦСП.

Какие размерно-качественные характеристики древесного сырья применимы в технологии ЦСП?

Перечислить требования к минеральному вяжущему и химическим добавкам

Указать условия затворения цементно-стружечной смеси и роль химических добавок.

Перечислить технологические операции технологии ЦСП.

В чем заключается особенность подготовки древесного наполнителя к смешиванию?

Охарактеризовать способ изготовления ЦСП, перечислить головное оборудование.

Какими способами обеспечивается получение заданной плотности и заданных размеров по толщине ЦСП?

Практическое занятие № 5

Расчет состав арболитовой смеси

Цель работы: расчетным путем определить количество компонентов арболитовой смеси

Задание: 1. Познакомиться с информацией по арболиту; 2. Произвести расчет компонентов для изготовления образцов кубической формы заданной марки арболита

Арболит – это композиционный материал, относящийся к группе крупнопористых легких бетонов, основными составляющими которого являются органические заполнители и минеральные вяжущие. Органический наполнитель снижает плотность, коэффициент теплопроводности, повышает звукоизолирующие свойства, улучшает обрабатываемость режущим инструментом. Минеральные вяжущие придают прочность, био-, огне- и морозостойкость. Арболит в зависимости от средней плотности в высушенном до постоянной массы состоянии подразделяется на: теплоизоляционный - средней плотностью до 500 кг/м³; конструкционный - средней плотностью выше 500 (до 850) кг/м³.

Арболит предназначен для изготовления теплоизоляционных и конструкционных изделий, применяемых в зданиях различного назначения с относительной влажностью воздуха помещений не более 60% и при отсутствии агрессивных газов. Из арболита можно изготовить крупноформатные стеновые панели, стеновые блоки, плиты перекрытий, перегородки, плиты для полов, а также другие строительные конструкции и детали. Кроме того, допускается применять арболит для ограждающих конструкций из ячеистых бетонов при соблюдении требований строительных норм и правил по защите строительных конструкций от коррозии, а также требований ГОСТ 19222.

Арболит разделяется на марки 5, 10, 15 (для теплоизоляционных целей) и 25, 35, 50 (для конструкционно-теплоизоляционных целей). Марка соответствует пределу прочности при сжатии (кг/см²) контрольных образцов, затвердевших при температуре 18...25°C и относительной влажности воздуха 60...80% через 28 суток после формования. Влажность арболита в изделиях при отгрузке их потребителю не должна превышать 25%.

Таблица 1

Средняя плотность арболита в зависимости от вида древесного заполнителя

Вид арболита	Класс по прочности на сжатие	Марка по прочности при осевом сжатии	Средняя плотность арболита, кг/м ³			
			На измельченной древесине	На костре льна или дробленых стеблях хлопчатника	На костре конопли	На дробленой рисовой соломе
Теплоизоляционный	В 0,35	М 5	400-500	400-450	400-450	500
	В 0,75	М 10	450-500	450-500	450-500	-
	В 1,0	М 15	500	500	500	-
Конструкционный	В 1,5	-	500-650	550-650	550-650	600-700
	В 2,0	М 25	500-700	600-700	600-700	-
	В 2,5	М 35	600-750	700-800	-	-
	В 3,5	М 50	700-850	-	-	-

Одним из недостатков арболита является повышенное водопоглощение (60%); набухание

арболита в воде составляет 0,25... 2,00%, поэтому во влажных средах необходима гидроизоляция изделия. Для защиты арболита его поверхность покрывается цементно-песчаным раствором и другими материалами. Одним из преимуществ арболита является его высокая удельная теплоемкость (в сухом состоянии 2,3 кДж/(кг ·град)). Опыт эксплуатации жилых помещений из арболита на полярных станциях показал его высокую эффективность. При изготовлении стеновых элементов таких помещений из бетона их толщина должна быть не менее 1000 мм, против 400 мм из арболита.

Основные свойства арболита – плотность, прочность при сжатии в зависимости от вида заполнителя – представлены в табл.1

Марка арболита по морозостойкости в изделиях конкретных видов в зависимости от режима их эксплуатации и климатических условий района строительства должна приниматься в соответствии с нормами проектирования и указывается в стандартах или технических условиях на конкретные изделия и не должна быть менее Мр-325. Характеристики арболита приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Физико-механические характеристики арболита (ГОСТ 19222)

Показатели	Заполнитель	
	отходы лесопиления	отходы лесозаготовок
Средняя плотность, кг/м ³	400-800	500-850
Предел прочности при сжатии, МПа	0,5 – 1,0	
Предел прочности при статическом изгибе, МПа	0,7 – 1,0	
Модуль упругости, Мпа	250 – 2300	
Морозостойкость, не менее, циклы	25 – 50	
Водопоглощение, %	40 - 85	
Усадка, %	0,4 - 0,5	
Сорбционное увлажнение, % (при относительной влажности 40-90%)	4 - 8	4,5 - 12
Биостойкость	V группа	
Огнестойкость	Трудногораемый (огнестойкость 0,75-1,5 ч)	
Коэффициент звукопоглощения (при частотах звука от 125 до 2000 Гц)	0,17-0,6	

В состав композиции для изготовления арболита и изделий из него включаются:

* минеральное вяжущее, а именно: портландцемент, портландцемент с минеральными добавками, сульфатостойкий цемент - по ГОСТ 10178 и ГОСТ 222. Для теплоизоляционного арболита марка цемента должна быть не ниже 300, для конструкционного арболита применяется марка цемента выше 400;

* заполнители органического происхождения, а именно: измельченная древесина из отходов лесозаготовок, лесопиления и деревообработки хвойных пород - ель, сосна, пихта; лиственных пород - береза, осина, бук, тополь; а также костра конопля и льна, измельченные стебли хлопчатника и измельченная солома злаковых культур;

* химические добавки - вещества, являющиеся ускорителями твердения, порообразователями, пластификаторами, ингибиторами коррозии стали и др. (согласно ГОСТ 24211);

* вода по ГОСТ 23732.

Основные размерно-качественные требования к органическим заполнителям:

* при использовании измельченной древесины: размеры древесных частиц не должны превышать по длине 40 мм, по ширине 10 мм, а по толщине 5 мм. Фракционный состав заполнителя определяется при проведении ситового анализа с использованием набора сит или лабораторного анализатора технологической щепы. Требования к фракционному составу заполнителя и его качественным показателям (ГОСТ 19222) и представлены в табл. 3.

* при использовании костры конопля и льна, измельченных стеблей хлопчатника и рисовой соломы: длина частиц не более 40 мм. В заполнителе не допускается присутствие инородных материалов (глина, камни, земля, куски льда).

Показатели качества древесного заполнителя

Наименование показателя	Величина показателя
Содержание фракции 20/10	Не более 30 %
Содержание фракции 10/5	Не менее 60 %
Содержание фракции 5/2	Не более 5 %
Содержание фракции 2/0	Не более 5 %
Влажность древесного заполнителя	Не менее 40 %
Содержание коры	Не более 10 %
Содержание хвои и листьев	Не более 5 %
Содержание водорастворимых редуцирующих веществ	Не более 2 %

Порядок выполнения:

1) ознакомиться с теоретическими сведениями по подбору компонентов состава арболитовой смеси

Основу метода подбора арболитовой композиции составляют треугольные диаграммы «состав - свойства» с симплексной системой координат. Симплексная система координат обладает свойством постоянства суммы независимых переменных. Для арболита это условие выглядит следующим образом:

$$\sum x = x_1 + x_2 + x_3 = const,$$

где \sum - суммарная масса всех компонентов смеси в единице объёма арболита (1 м^3); x_1, x_2, x_3 - соответственно масса минерального вяжущего, древесного заполнителя и воды в 1 м^3 арболита.

Для удобства подбора количества компонентов арболитовой смеси при выполнении практической работы следует использовать сведения из табл. 4,5 и 6.

Таблица 4

Расход сухого органического заполнителя на 1 м^3 арболита

Заполнитель	Расход заполнителя, кг/м ³ , в зависимости от класса (марки) арболита				
	В 0,35 (5)	В 0,75 (10)	В 1,0 (15)	В 2,0 (25)	В 2,5 (35)
Дробленка из отходов лесопиления и деревообработки хвойных и смешанных пород	160	180	200	220	240
Дробленка из отходов лесозаготовок и деревообработки хвойных пород	170	190	210	230	250

Таблица 5

Расход портландцемента марки М 400 на 1 м^3 арболита

Заполнитель	Расход минерального вяжущего, кг/м ³ в зависимости от класса (марки)				
	В 0,35 (5)	В 0,75 (10)	В 1,0 (15)	В 2,0 (25)	В 2,5 (35)
Дробленка из отходов лесопиления и деревообработки хвойных и смешанных пород	260	280	300	330	360
Дробленка из отходов лесозаготовок и деревообработки хвойных пород	280	300	320	350	380

Таблица 6

Расход воды на 1 м^3 арболита

Заполнитель	Расход воды, л/м ³ , в зависимости от класса (марки) арболита				
	В 0,35 (5)	В 0,75 (10)	В 1,0 (15)	В 2,0 (25)	В 2,5
Дробленка из отходов лесопиления и деревообработки хвойных и смешанных пород	280	300	330	360	400
Дробленка из отходов лесозаготовок и деревообработки хвойных пород	300	330	360	400	440

2). Произвести расчет по указанному преподавателем варианту задания, используя пример подбора состава арболита

Допустим, что требуется определить состав арболита класса В 2,0, средняя плотность не выше 650 кг/м³ в высушенном состоянии с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород и минерального вяжущего – портландцемента марки 400.

По табл. 5, 6, 7 определяем примерный расход основных компонентов арболитовой смеси: древесного заполнителя, цемента, и воды.

Количество органического заполнителя составит 220 кг; минерального вяжущего 330 кг и воды 360 кг (при условии изготовления 1 м³ арболита).

Зная исходную влажность древесного заполнителя (дробленки), корректируем его расход. Масса влажного древесного заполнителя определяется из выражения:

$$m_1 = \frac{W * m_0}{100} + m_0,$$

где m₁ - масса влажного древесного заполнителя, кг; m₀ – масса сухого древесного заполнителя (из табл. 1.5), кг; m₀ = 220 кг; W – влажность древесного заполнителя, %.

Таблица 7

Исходные данные для выполнения расчетов

вариант	Исходные данные
1	2
1	Теплоизоляционный арболит марки В 0,35 плотностью 450 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов деревообработки смешанных пород влажностью 60%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-хлористый кальций. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 12 штук
2	Теплоизоляционный арболит марки В 0,75 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов деревообработки хвойных пород влажностью 70%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-жидкое стекло. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 25 штук
3	Теплоизоляционный арболит марки В 1,0 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 65%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-жидкое стекло. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 100 штук
4	Конструкционный арболит марки В 1,5 плотностью 550 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-хлористый кальций. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 18 штук
5	Конструкционный арболит марки В 2,0 плотностью не выше 650 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 60%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор- хлористый кальций. Общий объем арболитовых изделий 4,5 м ³
6	Конструкционный арболит марки В 2,5 плотностью не выше 700 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки смешанных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор - хлористый кальций. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 135 штук
7	Конструкционный арболит марки В 3,5 плотностью 750 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 65%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – жидкое стекло. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 25 штук
8	Конструкционный арболит марки В 3,5 плотностью 750 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки хвойных пород влажностью 60%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – жидкое стекло. Общий объем арболитовых изделий 20 м ³

1	2
9	Конструкционный арболит марки В 2,5 плотностью не выше 700 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки смешанных пород влажностью 65%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – хлористый кальций. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 50 штук
10	Конструкционный арболит марки В 2,0 плотностью 650 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки и деревообработки хвойных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – жидкое стекло. Общий объем арболитовых изделий 12 м ³
11	Конструкционный арболит марки В 1,5 плотностью 550 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки хвойных пород влажностью 50%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – хлористый кальций. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 40 штук
12	Теплоизоляционный арболит марки В 1,0 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 70%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-жидкое стекло. Общий объем арболитовых изделий 18,5 м ³
13	Теплоизоляционный арболит марки В 0,75 плотностью 450 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки и деревообработки смешанных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-хлористый кальций. Образцы размерами 100x100x100 мм в количестве 27 штук

Допустим, что влажность древесной дробленки составляет 50%, тогда масса влажного древесного заполнителя составит 330 кг.

Масса цемента из табл. 5 составит Ц = 330 кг.

Расход минерализатора – хлористого кальция - принимаем в количестве 2 % к весу цемента, т.е. масса CaCl₂ = 0,02 x 330 = 6,6 кг. Принимаем расход CaCl₂ = 8 кг/м³.

Расход воды из табл. 6 составляет В=360 л/м³, из них 110 кг (л) поступает в арболитовую композицию вместе с влажным древесным заполнителем.

Установленные расходы материалов подсчитаны на 1 м³ готовой продукции, следовательно, масса формовочной смеси составит

$$M = 220 + 330 + 360 + 8 = 918 \text{ кг/м}^3$$

Так как по условиям практической работы изготовлению подлежат образцы размерами 100x100x100 мм, при перерасчете расходов материалов на 1 образец следует уменьшить табличные показатели в 1000 раз, тогда расходы материалов составят:

Сухого древесного заполнителя	- 220 г
Цемент	- 330 г
Воды	- 360 мл
CaCl ₂	- 8 г

Расход массы на I образец (кубик) m = 918 г. Потери учитываются через коэффициент запаса для всех видов материалов принимается в пределах К = 1,05 - 1,1.

Производят расчет средней плотности арболита в возрасте 28 суток в сухом состоянии

$$\rho_{yx} = 1,15Ц + D_{сух} + ХД,$$

где ρ_{yx} - масса цемента с учетом связанной им воды при твердении; $D_{сух}$ - масса сухого заполнителя; ХД – масса химической добавки.

В нашем случае

$$\rho_{сух} = 1,15 \cdot 330 + 220 + 8 = 608 \text{ кг/м}^3$$

При эксплуатационной влажности арболита 8 % в стенах зданий после длительного их просушивания, плотность составит

$$\rho_{8\%} = \frac{8 \cdot 608}{100} + 608 = 656 \text{ кг/м}^3$$

Расчеты подтверждают, что эксплуатационная плотность арболита окажется примерно такой, какая была назначена в начале выполнения практической работы.

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие теоретические сведения об арболите; о классификации арболита и об особенностях расчета состава композиций для его производства. Следует охарактеризовать размерно-качественную характеристику древесного наполнителя и применяемых минерализаторов. Результаты расчетов количества компонентов для производства заданного объема арболита следует дополнить расчетами ожидаемой плотности при эксплуатации и в возрасте 28 суток.

Задания для самостоятельной работы:

1. Ознакомиться с современными представлениями о механизме образования древесно-минеральных материалов.
2. Ознакомиться характеристиками и назначением химических добавок при производстве арболита.
3. Ознакомиться с технологическими схемами производства арболита.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию

Перед каждым практическим занятием обучающийся должен подготовить соответствующий теоретический материал по лекционным записям и используя литературные источники, 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.

Рекомендуемые источники

1. ГОСТ 19222 -84 Арболит и изделия из него. Общие технические условия
2. СН 549-82 Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций и изделий из арболита

Основная литература

1. Волинский, В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волинский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

1. Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - М: МГУЛ, 2004. - 234 с.
2. Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать характеристику арболита как композиционного материала.
2. Перечислить основные требования к исходному сырью.
3. Чем вызвана необходимость особой подготовки древесного наполнителя?
4. Укажите состав арболитовой смеси и назначение химических добавок.
5. Дайте сравнительную характеристику способам формования изделий из арболита.
6. Перечислить физические показатели арболита и методы их определения.
7. Перечислить способы ускорения твердения арболита.
8. Что служит основой для расчета количества компонентов арболитовой смеси?.

Практическое занятие № 6

Изучение технологии производства гипсоволокнистых плит

Цель работы: Изучить технологический процесс изготовления гипсоволокнистых плит.

Задание 1. Ознакомиться с особенностями технологии получения композиционных материалов на минеральных вяжущих. 2. Разработать схему технологического процесса производства ГВП

Гипсоволокнистые плиты. В качестве исходных материалов для получения гипсоволокнистых плит (ГВП) служат гипс, волокно, полученное из древесного сырья или макулатуры, и вода. В последние годы можно отметить увеличение спроса на ГВП как строительного элемента для внутренней отделки зданий. В таблице представлена сравнительная характеристика плит

Свойства гипсокартонных и гипсоволокнистых плит

Показатель	Гипсокартонная плита толщиной 12,5 мм	Гипсоволокнистая плита толщиной 10 мм		
		фирмы Вюртеск	фирмы Зимпелька мп	фирмы Бабкок-БЗШ
Размеры плит, мм: – длина	Начиная с 2000 мм с градацией через 0,25 м	2500...3600, 6000	2500...3600, 6000	2400...3500
ширина	600, 1250	1250, 2500	1250, 2500	600...1300, 2500
толщина,	9,5...25,0	6,5...25,0	10; 12,5...15,0; 18,0	6,5...25,0
Предел прочности при изгибе, МПа	7,0...8,5	6,0...7,0	6,0...8,0	6,0...8,0
Предел прочности при поперечном растяжении, МПа	0,2	0,4	0,25..0,4	-
Предел прочности при сжатии, МПа: –параллельно пласти	7...10	-	-	-
Предел прочности при сжатии, МПа: –перпендикулярно пласти	8,0...9,5	-	-	-
Модуль упругости, МПа: – параллельно направлению волокон	3000...3500	2500...3000	-	-
Модуль упругости, Н/мм ² перпендикулярно направл. волокон	3500...4000	3000...3500	3400...4000	-
Твердость поверхности, МПа	16,0	22,0	-	12,0
Ударная нагрузка, МПа	60,0	120,0	-	-
Способность материала удерживать шурупы, Н	70,0	350,0	-	-
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,21	0,30	0,35	-
Звукоизолирующая способность, дБ	31,0	33,0	31,0	-
Разбухание по толщине при температуре 20°С и относительной влажности воздуха от 30 до 85%, мм	0,03	0,05	-	0,04
Огнестойкость (DIN 4102), класс строительного материала	A2	A2 негорячий	A2	A2

Порядок выполнения:

1). Ознакомиться с теоретическими сведениями о технологии гипсоволокнистых плит

Значение прочности ГВП при растяжении параллельно и перпендикулярно пласти плиты отличается незначительно, поэтому их можно отнести к изотропным материалам. В отличие от ГВП гипсокартонные плиты представляют собой анизотропный материал, в котором гипсовое ядро заключено в оболочку из основы картона. Прочность гипсокартонных плит на растяжение перпендикулярно пласти соответствует прочности ГВП, в то время как их прочность на растяжение параллельно пласти плиты примерно в 2 раза ниже. Способность ГВП удерживать шурупы в 5 раз выше, чем у гипсокартонных. Механическую обработку ГВП можно производить такими же инструментами, которые используются при обработке древесных материалов, содержащих синтетическую смолу (древесностружечные и древесноволокнистые плиты, фанера и т. п.). Конструктивные особенности ГВП позволяют осуществлять шлифовку поверхности на плоскошлифовальном станке, облицовывать ее шпоном и синтетическим материалом. Высокие физико-механические показатели ГВП определяют широкий диапазон их использования для внутренней отделки зданий. ГВП можно применять в качестве сухой штукатурки для потолков, стен и перегородок.

Технологический процесс получения ГВП представлен на рис. 1 и заключается в следующем.

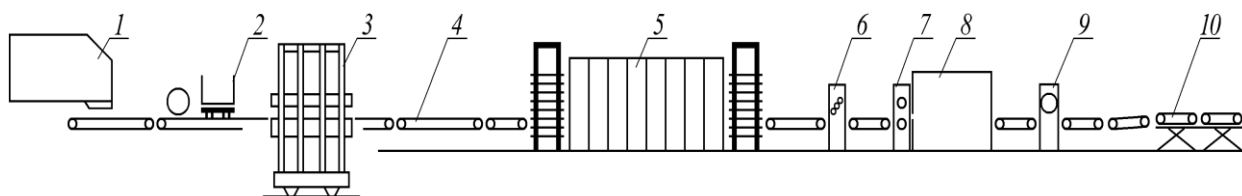


Рис. 1. Технологическая схема изготовления гипсоволокнистых плит:

1 – настилочная машина; 2 – пресс для подпрессовки с увлажнением; 3 – передвижной одноэтажный пресс; 4 – ленточный конвейер; 5, 8 – сушилки; 6 – шлифовальный станок; 7 – установка для нанесения покрытия; 9 – форматно-обрезной станок; 10 – штабелеукладчик

Бункер настилочной машины загружается с помощью винтового конвейера, обеспечивающего равномерное распределение смеси по длине и ширине бункера. Ковер из гипсоволокнистой смеси формируется на ленточном конвейере, который снабжен регулирующими устройствами для выравнивания толщины ковра и обрезки кромки. Отходы гипсоволокнистого ковра, образующиеся на этом участке технологического процесса, возвращаются в бункер настилочной машины для повторного использования. Сформированный ковер с настилочного конвейера поступает на водонепроницаемую тканевую ленту, подпрессовывается в прижимном устройстве примерно на $\frac{2}{3}$ толщины и увлажняется. В зоне увлажнения под увлажнительным устройством расположены вакуум-отсасывающие ящики, обеспечивающие отвод воды из уплотненного материала. Увлажненный ковер на сетчатой ленте поступает в передвижной одноэтажный пресс. Прессование осуществляется между транспорт-ной лентой и верхней синхронно движущейся тканевой лентой с синтетическим покрытием. Для получения ровных боковых поверхностей пресс снабжен ограничительными ремнями. Как только подпрессованный гипсоволокнистый ковер достигает определенной точки находящегося в разомкнутом состоянии пресса, плиты пресса смыкаются, и он начинает перемещаться синхронно с прессуемым ковром. Вода, отжатая в процессе прессования, стекает в приемок пресса. По истечении времени прессования пресс размыкается и возвращается в исходное положение. Толщина выпускаемых ГВП задается в прессе сменными дистанционными прокладками. После прессования пакеты поступают на ленточный конвейер, где с помощью водяной струи производится обрезка кромок ковра и разделение его на полотна. Полотна поступают на длинный ленточный конвейер, где начинается процесс схватывания ГВЦ. По окончании этого процесса плиты перемещаются на два ускорительных конвейера, которые направляют их к загрузочному устройству 8-этажной сушилки с сетчатыми лентами, работающей на природном газе. Температура в первой зоне колеблется от 18 до 21°C, в последней зоне – от 60 до 120°C. Начальная влажность плит составляет 27%, конечная – 25%. На линии окончательной обработки плиты калибруют на широколенточном шлифовальном станке и шлифуют с верхней стороны. За шлифовальным станком расположена установка для нанесения покрытия на обе поверхности плиты. В качестве покрытия используется водная силиконовая эмульсия. Она служит для связывания пыли и снижения водопоглощения плит. Для сушки покрытия применяется сопловая сушилка. На форматно-обрезной установке можно получить плиты размером 1000×1500, 2500×6000 мм.

Готовые плиты укладывают на поддон, упаковывают усадочной пленкой или обвязывают стальной лентой и отправляют на склад. Существует несколько схем производства ГВП в зависимости от исходного сырья и применяемого оборудования. Фирма «Зимпелькамп» выпускает полностью механизированные, с автоматическим управлением, линии производительностью от 1,4 до 14 млн. м плит в год. В качестве сырья используют отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также макулатуру в виде газет и журналов. Макулатура не должна содержать загрязнений из синтетических веществ и органических жиров. Такие включения, как песок, пыль, нитки, металлические скрепки, допускаются до 1% массы макулатуры. Влажность макулатуры должна быть 6...18%.

При использовании волокон из макулатуры подготовка наполнителя происходит по схеме, представленной на рис.2.

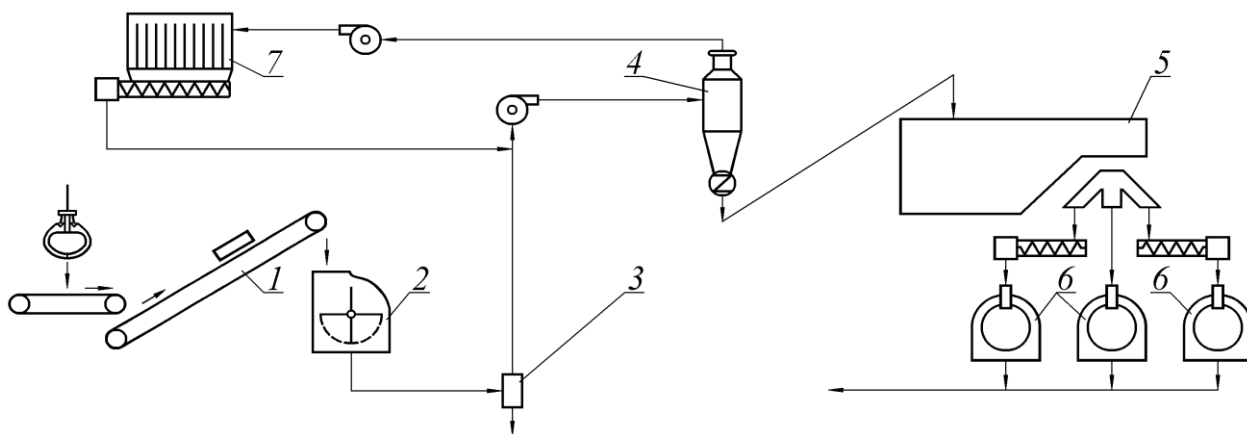


Рис. 2. Технологическая схема изготовления волокон из макулатуры:

- 1 – загрузочный конвейер; 2 – молотковая мельница; 3 – сепаратор; 4 – циклон;
5 – бункер для обрезков бумаги; 6 – мельница размола; 7 – фильтр

Макулатура с помощью многочелюстного грейдера подается к дозирующему ленточному конвейеру. На пути к молотковой мельнице макулатура проходит через индикатор, который при наличии металлических включений автоматически прерывает загрузку мельницы. В молотковой мельнице макулатура измельчается на отрезки размером в почтовую марку, которые транспортируются в специальный бункер. В процессе транспортировки содержащиеся примеси удаляются. Через дозатор отрезки подаются из бункера к мельнице, на которой получают сухой волокнистый материал длиной 0,09...2,00 мм. Бумажные волокна поступают в быстроходный смеситель, где перемешиваются с подготовленной смесью полугидрата и дигидрата гипса. После перемешивания гипсоволокнистую смесь транспортируют к бункеру настильной машины для дальнейшего использования в технологическом процессе. Заводы по производству ГВП не загрязняют окружающую среду вредными выбросами, поскольку во время технологического процесса не образуется ни сточных вод, ни отходов, подлежащих удалению. Избыточная вода, появляющаяся при увлажнении пакета и прессовании плит, а также вода для очистки прессовых лент отводится из приямка пресса через отстойник и вновь используется в производстве. Все отходы, возникающие при обрезке кромок и при шлифовании плит, собираются и возвращаются в технологический процесс в качестве сырьевого материала.

Порядок выполнения:

1. Изучить сведения о технологии гипсоволокнистых плит.
2. Разработать принципиальную схему технологического процесса производства ГВП на основе волокон из технологической щепы хвойных пород (вариант 1-4); волокон макулатуры (вариант 5-8); волокон из технологической щепы лиственных пород (вариант 9-12); волокон из макулатуры и технологической щепы смешанных пород (вариант 13-15). Вариант указывает преподаватель.

Форма отчетности: конспект, который включает в себя краткие сведения о технологии ГВП, исходном сырье, последовательности технологических операций. Разработанная схема технологического процесса должна содержать описание с указанием позиций применяемого оборудования и названий технологических операций. Необходимые дополнительные сведения уточнить в специальной литературе.

Задания для самостоятельной работы:

1. Изучить особенности производства гипсоволокнистых плит из лиственной древесины.
2. Ознакомиться с особенностями применения гипса как минерального вяжущего в производстве композиционных материалов.

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 и рекомендуемой литературой для выполнения работы. Ориентируясь на порядок выполнения задания, приступить к выполнению практической работы.

Для повышения уровня теоретической и практической подготовки каждая практическая

работа содержит контрольные вопросы и список литературы. Студент отвечает на контрольные вопросы при защите практической работы.

Рекомендуемые источники

ГОСТ Р 51829-2001 Листы гипсоволокнистые. Технические условия (с Поправкой)
Основная литература

1. Волынский, В. Н. Технология древесных плит и композитных материалов: учебно-справочное пособие / В. Н. Волынский. - Санкт-Петербург: Лань, 2010. - 336 с.

Дополнительная литература

1. Мельникова, Л.В. Технология композиционных материалов из древесины : учебник для студентов вузов / Л. В. Мельникова. - 2-е изд., испр. и доп. - М: МГУЛ, 2004. - 234 с.
2. Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»- 2010.- 36с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Дать характеристику ГВП.
2. Какие размерно-качественные характеристики древесного сырья применимы в технологии гипсоволокнистых и гипсокартонных плит?
3. Перечислить требования к минеральному вяжущему и химическим добавкам
4. Указать условия твердения гипсовой смеси и роль химических добавок.
5. Перечислить технологические операции технологии ГВП.
6. В чем заключается особенность подготовки древесного наполнителя к смешиванию?
7. Охарактеризовать способ изготовления ГВП, перечислить головное оборудование.

9.2. Методические указания по выполнению контрольной работы

Тема Разработка технологии получения арболита.

Цель: научиться разрабатывать технологический процесс производства арболита

Структура контрольной работы:

Введение

1. Механизм образования композиционного материала на основе цемента
2. Характеристика арболита и исходных компонентов
3. Подбор и расчет компонентов арболитовой смеси
- 4 Назначение режима формования и выдержки арболита.
5. Разработка и описание технологии получения арболита. Схема технологического процесса.

Механизм образования древесно-минеральных материалов на основе портландцемента

Сложный комплексный состав древесины и минерального вяжущего цемента предопределяет физико-химические процессы между различными компонентами композиции, оказывающие существенное влияние на гидратацию и твердение цемента, на кристаллизацию и структурообразование в цементном камне, на образование связей на границе раздела вяжущее – древесный наполнитель и, как следствие, на прочность композиционного материала.

Под действием воды и сильнощелочной жидкой фазы цемента (рН 12...14) происходит растворение и разложение гемицеллюлозных компонентов древесины. Продукты разложения уменьшают скорость схватывания цемента, а при достаточной их концентрации в растворе препятствуют образованию продуктов гидратации в цементе. К веществам, оказывающим отрицательное воздействие на цемент, относятся в первую очередь сахара, а также кислоты, дубильные вещества и, очень вероятно, продукты щелочной деструкции лигнина древесины, фенолы и хиноны. По данным Московского государственного университета леса (МГУЛ), сущность действия цементных ядов заключается в том, что углеводы, дубильные вещества и др., входящие в состав древесины, являются поверхностно-активными гидрофилизирующими веществами по отношению к цементу. В результате адсорбции и под воздействием молекулярных сил сцепления они ориентируются вокруг цементных зерен, образуя мельчайшее покрытие – адсорбционный слой. Частицы цемента, покрытые такой защитной оболочкой, теряют способность сцепляться друг с другом под влиянием молекулярных сил. Образованная оболочка затрудняет доступ воды к зернам

цемента и отвод продуктов гидратации от них, что приводит к торможению гидролиза и гидратации цемента, а при определенной концентрации продуктов деструкции – к прекращению этих процессов. Проведенные в МГУЛ исследования процессов взаимодействия водорастворимых веществ древесины как с цементом, так и с его от-дельными клинкерными материалами показали, что данные вещества отрицательно влияют не только на процессы гидратации и твердения цемента, но и на процессы кристаллизации и структурообразования в цементном камне. В связи с этим для получения высококачественных древесно-цементных композиционных материалов необходимо локализовать различными способами содержащиеся в древесине водорастворимые вещества, что и предусматривается современными технологическими процессами производства таких материалов.

Для выполнения контрольной работы следует применять знания, полученные на лекционных занятиях, при самостоятельном изучении дисциплины и при выполнении практической работы №4

Исходные данные для выполнения контрольной работы

вариант	Исходные данные
1	2
1	Теплоизоляционный арболит марки В 0,75 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов деревообработки смешанных пород влажностью 60%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: послойное укатывание Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 2000 м ³
2	Теплоизоляционный арболит марки В 0,75 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов деревообработки хвойных пород влажностью 70%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-жидкое стекло. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: силовой вибропрокат Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 3000 м ³
3	Теплоизоляционный арболит марки В 1,0 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 65%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-жидкое стекло. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: вибропрессование Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 4000 м ³
4	Конструкционный арболит марки В 1,5 плотностью 550 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: послойное укатывание Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 2000 м ³
5	Конструкционный арболит марки В 2,0 плотностью не выше 650 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 60%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор- хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: силовой вибропрокат Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 3000 м ³
6	Конструкционный арболит марки В 2,5 плотностью не выше 700 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки смешанных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор - хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: вибропрессование Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 4000 м ³
7	Конструкционный арболит марки В 3,5 плотностью 750 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 65%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – жидкое стекло. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: послойное механическое трамбование. Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 2000 м ³

1	2
8	Конструкционный арболит марки В 3,5 плотностью 750 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки хвойных пород влажностью 60%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – жидкое стекло. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: силовой вибропрокат Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 3000 м ³
9	Конструкционный арболит марки В 2,5 плотностью не выше 700 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки смешанных пород влажностью 65%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: вибропрессование Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 4000 м ³
10	Конструкционный арболит марки В 2,0 плотностью 650 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки и деревообработки хвойных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – жидкое стекло. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: вибропрессование. Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 2000 м ³
11	Конструкционный арболит марки В 1,5 плотностью 550 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки хвойных пород влажностью 50%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор – хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: послойное механическое трамбование Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 3000 м ³
12	Теплоизоляционный арболит марки В 1,0 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесопиления и деревообработки хвойных пород влажностью 70%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-жидкое стекло. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: вибропрессование Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 4000 м ³
13	Теплоизоляционный арболит марки В 1,0 плотностью 500 кг/м ³ с применением древесной дробленки из отходов лесозаготовки и деревообработки смешанных пород влажностью 55%. Минеральное вяжущее-портландцемент марки 400. Минерализатор-хлористый кальций. Способ формирования и уплотнения арболитовой смеси: силовой вибропрокат Общий объем арболитовых изделий в виде блоков 3000 м ³

Рекомендуемая литература

1. ГОСТ 19222 -84 Арболит и изделия из него. Общие технические условия
2. СН 549-82 Инструкция по проектированию, изготовлению и применению конструкций и изделий из арболита
3. Чельшева, И.Н. Технология композиционных материалов. Методические указания к выполнению лабораторных работ / И.Н. Чельшева.- Братск. ГОУ ВПО «БрГУ»-2010.- 36с.

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>№ ПЗ, № Лк</i>
1	2	3	4
Лк	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	Маркерная доска, телевизор	№ 1 -№ 12
ПЗ	Лаборатория клееных материалов и защитно-декоративных покрытий на древесине	Маркерная доска, проектор, экран	ПЗ №1 - № 6
СР	Читальный зал № 1	10 ПК i5-2500/Н67/4Gb (монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	
кр			

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	1. Классификация древесных композиционных материалов	-	<i>Вопросы к зачету 1.1 – 1.5</i>
		2. Модифицирование древесины	-	<i>Вопросы к зачету 1.6 – 1.7</i>
		3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)	3.1 Виды продукции, состав композиций	<i>Вопросы к зачету 1.8 – 1.10</i>
			3.2 Технологические процессы получения ДПМ	
		4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих	4.1 Древесные наполнители, минеральные вяжущие и химические добавки	<i>Вопросы к зачету 1.11 – 1.12</i>
4.2 Технология изготовления древесно-минеральных материалов				
ПК-7	способность выявлять и устранять недостатки в технологическом процессе и используемом оборудовании подразделения	2. Модифицирование древесины	-	<i>Вопросы к зачету 2.1 – 2.2</i>
		3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)	3.1 Виды продукции, состав композиций	<i>Вопросы к зачету 2.3 – 2.5</i>
			3.2 Технологические процессы получения ДПМ	
		4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих	4.1 Древесные наполнители, минеральные вяжущие и химические добавки	<i>Вопросы к зачету 2.6 – 2.8</i>
4.2 Технология изготовления древесно-минеральных материалов				
ПК-13	владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды	2. Модифицирование древесины	-	<i>Вопросы к зачету 3.1 – 2.2</i>
		3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)	3.1 Виды продукции, состав композиций	<i>Вопросы к зачету 3.3 – 3.7</i>
			3.2 Технологические процессы получения ДПМ	
		4. Композиционные материала-	4.1 Древесные наполнители,	<i>Вопросы к зачету</i>

		лы на минеральных вяжущих	минеральные вяжущие и химические добавки	3.8 -3.10
			4.2 Технология изготовления древесно-минеральных материалов	

2. Вопросы к зачету

№ п/п	Компетенции		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1.	ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и с учетом экологических последствий их применения	1.. Размерно-качественная характеристика древесных наполнителей	1. Классификация древесных композиционных материалов
			2.. Общие сведения о композиционных древесных материалах	
			3. Классификация по виду наполнителя.	
			4. Классификация по природе матрицы	
			5.. Классификация ДКМ по области применения.	
			6. Технология модифицирования древесины.	2. Модифицирование древесины
			7. Свойства и применение модифицированной древесины	
			8. Основные операции технологического процесса получения масс древесных прессовочных.	3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)
			9. Технологические режимы изготовления масс древесных прессовочных прямым прессованием.	
			10. Технологические режимы изготовления масс древесных прессовочных литьевым прессованием.	
			11. Технология цементно-стружечных плит (ЦСП)	
			12. Технология арболита	
2.	ПК-7	способность выявлять и устранять недостатки технологическом процессе и используемом оборудовании подразделения	1. Способы модифицирования древесины.	2. Модифицирование древесины
			2. Модификаторы и их свойства	
			3. Технологические схемы изготовления изделий из древесно-клеевых композиций	3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)
			4. Прессование масс древесных прессовочных в пресс-формах	
			5. Способы производства формованных изделий	
			6. Технология опилкобетона	4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих
			7. Технология получения строительного бруса	
			8. Технология производства гипсоволокнистых плит	
3.	ПК-13	владение методами комплексного исследования технологических	1. Технология получения пьезотермопластиков.	2. Модифицирование древесины
			2. Технология получения лигноуглеводных пластиков	

	процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды	3. Основные виды древесно-полимерных материалов.	3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)
		4. Основные виды масс древесных прессовочных.	
		5. Особенности подготовки древесных наполнителей в технологии ДПМ	
		6. Характеристика синтетических связующих и модифицирующих добавок в технологии ДПМ	
		7. Состав древесно-полимерных композиций	
		8. Виды композиционных материалов на минеральных вяжущих.	4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих
		9. Характеристика сырья и материалов для получения композиционных материалов на минеральных вяжущих	
		10. Механизм образования древесно-минеральных материалов	

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - научные основы технологии древесных композиционных материалов; <p>(ПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - технологические процессы и применяемое оборудование; <p>(ПК-13):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы комплексного исследования технологических процессов производства композиционных материалов <p>Уметь (ПК-4):</p> <ul style="list-style-type: none"> - обосновывать технологии с учетом экологических последствий; <p>(ПК-7):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выявлять недостатки в технологии древесных композиционных материалов; <p>(ПК-13):</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы исследования технологических процессов с учетом энергосбережения и 	<p>зачтено</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе и последовательно, четко и логически его излагает, умеет находить взаимосвязь теории с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, владеет специальной терминологией. Демонстрирует знание научных основ технологии древесных композиционных материалов, методов комплексного исследования процессов производства композиционных материалов; умение обосновывать применение технологических процессов с учетом экологических последствий. Владеет способностью принимать конкретные технологические решения с учетом принципов энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при получении композиционных древесных материалов.</p>
	<p>не зачтено</p>	<p>Обучающийся не знает значительной части программного материала, не усвоил научных основ технологии древесных композиционных материалов, допускает неточности в технологии и применяемом оборудовании, испытывает затруднения в формулировании принципов</p>

<p>ресурсосбережения и защиты окружающей среды Владеть <i>(ПК-4):</i> - готовностью принятия конкретного технического решения при производстве композиционных материалов; <i>(ПК-7):</i> - способностью устранять недостатки технологии и применяемого оборудования в технологии композиционных материалов охраны труда; <i>(ПК-13):</i> - способностью учитывать принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при комплексном исследовании процессов получения композиционных материалов</p>		<p>рационального и рэнергосберегающего использования древесного сырья при производстве композиционных материалов; не готов продемонстрировать принятие конкретного технического решения в области производства древесных композитов или предложить способ устранения недостатков применяемого оборудования</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

Дисциплина «Технология композиционных материалов» направлена на приобретение обучающимися теоретических знаний о возможности получения и применения в различных областях современных композиционных материалов на основе древесного сырья, включая отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств, охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологической деятельности бакалавра.

Изучение дисциплины «Технология композиционных материалов» предусматривает: лекции, практические занятия, выполнение контрольной работы, зачет.

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

Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрен зачет. На зачете обучающимся предлагается ответить на 2 вопроса, примеры которых приведены в приложении 1 табл.2. На подготовку к ответу выделяется до 15 минут; студент готовит письменный конспективный ответ, который затем докладывает преподавателю.

В процессе проведения практических занятий и выполнения контрольной работы происходит закрепление знаний, формирование умений и навыков реализации представления о возможности получения композитов с заданными свойствами на основе древесных наполнителей различного гранулометрического состава.

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

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой литературы.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины

Технология композиционных материалов

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: приобретение у обучающихся теоретических знаний управления технологиями производства композиционных материалов.

Задачами изучения дисциплины является изучение возможности получения современных композиционных материалов различного назначения на основе древесного сырья различного размерно-качественного состава, включая отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств.

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебной работы, включая самостоятельную работу: лекции - 24 час; практические занятия - 24 час; самостоятельная работа - 60 час.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы

2.2 Основные разделы дисциплины:

1. Классификация древесных композиционных материалов
2. Модифицирование древесины
3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)
4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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;

ПК-7 способность выявлять и устранять недостатки в технологическом процессе и используемом оборудовании подразделения;

ПК-13 владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды

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 №____ от «___» _____ 20___ г.,
(разработчик)

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

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

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ПК-4	готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, а также выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	1. Классификация древесных композиционных материалов	Изучение характеристик древесных частиц	<i>Вопросы для практических работ</i>
ПК-7	способность выявлять и устранять недостатки в технологическом процессе и используемом оборудовании подразделения	3. Технология древесно-полимерных материалов (ДПМ)	Расчет компонентов древесных пресс-масс	<i>Вопросы для практических работ</i>
			Расчет физико-механических показателей древесных пресс-масс	
ПК-13	владение методами комплексного исследования технологических процессов, учитывающих принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды	4. Композиционные материалы на минеральных вяжущих	Изучение технологии цементно-стружечных плит	<i>Вопросы для практических работ</i>
			Расчет состав арболитовой смеси	
			Изучение технологии производства гипсоволокнистых плит	
			Разработка технологии получения арболита	<i>Вопросы для защиты контрольной работы</i>

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать (ПК-4): -научные основы технологии древесных композиционных материалов;</p> <p>(ПК-7): -технологические процессы и применяемое оборудование;</p> <p>(ПК-13): - методы комплексного исследования технологических процессов производства композиционных материалов</p> <p>Уметь (ПК-4): -обосновывать технологии с учетом экологических последствий;</p> <p>(ПК-7): - выявлять недостатки в технологии древесных композиционных материалов;</p> <p>(ПК-13): -применять методы исследования технологических процессов с учетом энергосбережения и ресурсосбережения и защиты окружающей среды</p>	<p>зачтено</p>	<p>Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, умеет находить взаимосвязь теории с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, владеет специальной терминологией в области древесных композиционных материалов. Демонстрирует знание научных основ технологии древесных композиционных материалов, методов исследования процессов производства композиционных материалов с применением синтетических связующих и минеральных вяжущих; умение обосновывать применение технологических процессов с учетом экологических последствий. Владеет способностью принимать конкретные технологические решения с учетом принципов энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при получении композиционных древесных материалов.</p>
<p>Владеть (ПК-4): - готовностью принятия конкретного технического решения при производстве композиционных материалов;</p> <p>(ПК-7): - способностью устранять недостатки технологии и применяемого оборудования в технологии композиционных материалов;</p> <p>(ПК-13): -способностью учитывать принципы энерго- и ресурсосбережения и защиты окружающей среды при комплексном исследовании процессов получения композиционных материалов</p>	<p>не зачтено</p>	<p>Обучающийся не знает значительной части программного материала, не усвоил основ технологии древесных композиционных материалов на синтетических и минеральных связующих, допускает неточности в технологии и применяемом оборудовании, испытывает затруднения в формулировании принципов рационального и энергосберегающего использования древесного сырья при производстве композиционных материалов; не готов продемонстрировать принятие конкретного технического решения в области производства древесных композитов или предложить способ устранения недостатков применяемого оборудования</p>

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

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

Программу составил:

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

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

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ Иванов В.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ Иванов В.А.

Директор библиотеки _____ Сотник Т.Ф

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

Председатель методической комиссии факультета _____ Сыромаха С.М.

Начальник
учебно-методического управления _____ Нежевец Г.П.

Регистрационный № _____