Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 17.09.2025 17:48:01
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Полиграфический институт

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____ /Нагорнова И.В./
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Керамические композиционные материалы

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

Технология композитов

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва 2025 г.

Настоящая рабочая программа дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся по направлению. подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, изучающих дисциплину «Керамические композиционные материалы».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденным приказом МОН РФ от 24 апреля 2018 г. № 306;
- Основной образовательной программой высшего образования по профилю «Технологии композитов» направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов;
- Академическим учебным планом профиля «Технологии композитов» направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Разработчик (и):

Профессор кафедры «Инновационные материалы принтмедианиндустрии»,

д.техн.н.,_____/А.В. Дедов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Инновационные материалы принтмедианиндустрии»,

к.физ.-мат.н., доцент_____/Г.О.Рытиков/

Руководитель образовательной программы

д.техн.н., профессор_____/А.П.Кондратов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
   - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
   - 3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
   - 3.3 Содержание дисциплины 6
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
   - 4.1 Нормативно-правовое обеспечение 8
   - 4.2 Основная литература 8
   - 4.3 Дополнительная литература 8
   - 4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
   - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
   - 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 10
6. Методические рекомендации 10
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 11
7. Фонд оценочных средств 12
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 12
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 12
   - 7.3. Оценочные средства 14

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Керамические композиционные материалы» является формирование получения знаний по проблемам формирования структуры и свойств полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе керамик и привитие обучающимся навыков и умений рационального выбора и разработки эффективных технологических процессов производства деталей и изделий из стекло- и углепластиков.

Задачи дисциплины:

– изучение классификации и теоретических основ конструирования ПКМ;

– приобретение навыков рационального выбора армирующих компонентов и матриц, методов их получения и способов их переработки;

– формирование навыков рационального выбора технологий изготовления ПКМ и разработки технологических процессов получения керамик, а также деталей и изделий из них;

– формирование умения использования методов испытаний ПКМ, контроля за технологическими процессами и качеством получаемых изделий.

Обучение по дисциплине «Керамические композиционные материалы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов	ИПК-1.2. Разрабатывает комплексные технологические решения производства изделий из композиционных материалов, применяя компьютерное моделирование. ИПК-1.4. Разрабатывает методики и средства испытаний и исследований изделий из композиционных материалов.
ПК-2 Способен определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах	ИПК-2.1. Разрабатывает мероприятия по совершенствованию проведения лабораторных испытаний сырья, препрегов и готовых композиционных материалов. ИПК-2.2. Контролирует технологические процессы и режимы переработки полимерных и композиционных материалов. ИПК-2.3. Выявляет причины производственного брака и несоответствия полимерных и композиционных материалов ИПК-2.4. Разрабатывает мероприятия по предупреждению и устранению несоответствия характеристик композиционных материалов требованиям технического задания. ИПК-2.5. Разрабатывает мероприятия по утилизации производственных отходов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Керамические композиционные материалы» относится к части «Элективные дисциплины» блока Б1, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина связана логически и структурно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Б1.1.1.4 Методология научных исследований.

Б1.1.5.1 Физикохимия межфазных взаимодействий.

Б1.1.5.2 Материаловедение и технологии композитов.

Б1.1.5.3 Методология выбора материалов и технологий производства композитов.

Б1.1.6.1 Инструментальные методы исследования, контроля и испытания материалов

Б1.2.1.2 Проектирование и изготовление изделий из композитных материалов

Б2.1.1 Учебная практика (ознакомительная).

Б2.2.1 Производственная практика (научно-исследовательская работа).

Б3.1 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

ФТД 2. Математическая обработка результатов измерений.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			4
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Лабораторные работы	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**72**	**72**
	В том числе:		
2.1	Подготовка к лекционным занятиям (Реферат)	24	24
2.2	Подготовка к практическим занятиям (РГР)	24	24
2.3	Подготовка к контрольной работе (КСР)	24	24
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет		**Зачет**
	Итого	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Лекционные занятия	Практические / лабораторные занятия	
1	Тема 1. Технологические напряжения и способы управления ими.	12	2	2	8
2	Тема 2. Технологические методы получения изделий из керамических композиционных материалов.	12	2	2	8
3	Тема 3. Технология получения полуфабрикатов.	12	2	2	8
4	Тема 4. Особенности структуры и свойств композиционных материалов.	12	2	2	8
5	Тема 5. Основные виды связующих для композиционных материалов.	12	2	2	8
6	Тема 6. Основные виды наполнителей и армирующих элементов композиционных материалов.	12	2	2	8
7	Тема 7. Технология получения дисперсно-наполненных керамических масс.	12	2	2	8
8	Тема 8. Принципы регулирования свойств керамических композиционных материалов.	12	2	2	8
9	Тема 9. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель.	12	2	2	8
	Всего	**108**	**18**	**18**	**72**
	Зачет	-	-	-	-
	Итого	**108**	**18**	**18**	**72**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Технологические напряжения и способы управления ими. Причины технологических напряжений. Классификация технологических напряжений. Способы уменьшения макростатичных напряжений. Остаточные напряжения в деталях.

Тема 2. Технологические методы получения изделий из керамических композиционных материалов. Формирование заготовок из армированных керамик. Выкладка в форме. Выкладка сухих пакетов. Формование изделий из армированных керамик. Контактное формование. Прессовое формование. Пневмогидрокомпрессионное формование. Термокомпрессионное формование. Температурный режим формования.

Тема 3. Технология получения полуфабрикатов. Полуфабрикаты наполненных керамиков. Получение премиксов. Получение препрегов. Получение волокнитов. Технология получения полуфабрикатов армированных керамки. Виды полуфабрикатов. Технологический процесс получения полуфабрикатов жидкофазным совмещением компонентов. Технология изготовления полуфабрикатов твердофазным совмещением компонентов.

Тема 4. Особенности структуры и свойств композиционных материалов. Классификация композиционных материалов. Критерии конструирования композиционных материалов. Свойства некоторых современных композиционных материалов. Керамические композиционные материалы.

Тема 5. Основные виды связующих для композиционных материалов. Термореактивные связующие. Фенолформальдегидные полимеры. Фурановые полимеры. Кремнийорганические полимеры (полиорганосилоксаны). Ненасыщенные олигоэфиры. Эпоксидные олигомеры. Полиимиды. Термопластичные связующие (полимеры). Полиолефины. Поливинилхлорид. Полиметилметакрилат. Полиамиды. Ароматические полиэфиры. Модифицированные матричные полимеры.

Тема 6. Основные виды наполнителей и армирующих элементов композиционных материалов. Классификация наполнителей. Дисперсные наполнители. Волокнистые наполнители. Слоистые наполнители. Зернистые наполнители. Классификация армирующих элементов. Стекловолокнистые армирующие элементы. Углеволокнистые армирующие элементы.

Тема 7. Технология получения дисперсно-наполненных керамических масс. Стадия подготовки исходных компонентов наполнителей и связующих. Смешение - основной процесс получения дисперсно-наполненных масс. Основные технологические схемы получения дисперсно-наполненных масс.

Тема 8. Принципы регулирования свойств керамических композиционных материалов. Структура наполненных керамических композиционных материалов в зависимости от состава, размера и формы частиц наполнителя. Разработка непрерывно армированных керамик с заданными свойствами. Разработка конструкционных армированных керамик.

Тема 9. Физико-химические процессы на поверхности раздела матрица-наполнитель. Физико-химия формирования поверхности раздела. Смачивание и адгезия. Адгезионная прочность и остаточные напряжения. Корреляционные диаграммы. Прочность композита. Прочность сцепления компонентов. Влияние природы и состава матрицы. Модифицирование поверхности наполнителя.

3.4 Тематика семинарских, практических или лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины, темы	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	Тема 1	Расчет массового содержания компонентов композиционного материала	2
2	Тема 2	Определение плотности керамик методом гидростатического взвешивания	2
3	Тема 3	Определение содержания компонентов гравиметрическим методом	2
4	Тема 4	Анализ керамических композиционных материалов по продуктам деструкции	2
5	Тема 5	Определение содержания наполнителей в керамическом композиционном материале	2

6	Тема 6	Определение соотношения компонентов	2
7	Тема 7	Анализ методом сканирующей электронной микроскопии	2
8	Тема 8	Анализ методом ИК спектроскопии	2
9	Тема 9	Механические испытания керамических композиционных материалов	2
Итого			**18**

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативно-правовое обеспечение

1. ГОСТ Р 7.0.3 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу.
2. ГОСТ Р 2.105-2019. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
3. ГОСТ Р 2.106 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
4. Профстандарт 40.167 - Специалист по композиционным материалам.
5. Профстандарт 40.136 - Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов.
6. Профстандарт 26.027 - Специалист по переработке полимерных и композиционных материалов.
7. ФГОС ВО 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

4.2 Основная литература

1. **Кондратов А.П.**, **Журавлева Г.Н.**, **Васина Ю.А.**, Арсентьев Д.А. Физика и химия термопластичных композитов: учебник. – Вологда, Инфра-Инженерия, 2025. – 316 стр.
2. **Конюхов В.Ю.**, **Рекус И.Г.**, **Журавлева Г.Н.** Коллоидная химия в принтмедиатехнологии: лабораторный практикум. – М.: Московский политехнический университет, 2023. – 248 стр.
3. Композиционные материалы: учебное пособие для вузов / Д. А. Иванов, А. И. Ситников, С. Д. Шляпин; под редакцией А.А. Ильина. - Москва: Издательство Юрайт, 2023. - 253 с.
4. Вшивков С. А. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2022. – 230 с.
5. Технология композиционных материалов: учебное пособие / В.И. Костиков, Ж.В. Еремеева. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 484 с.

4.3. Дополнительная литература

4. **Кондратов А.П.**, **Комарова Л.Ю.** Выпускная квалификационная работа: методические указания. – М.: Московский государственный университет печати имени Ивана Фёдорова, 2016. – 74 стр.
5. **Рекус И.Г.**, Левчишин С.Ю., Обручникова Я.А., **Конюхов В.Ю.** Физическая химия в принтмедиатехнологии: лабораторные работы. – М.: Московский государственный университет печати им. Ивана Фёдорова, 2016. – 138 стр.
6. **Конюхов В.Ю.** Хроматография: учебник. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 222 стр.

7.	Поташников П.Ф. Моделирование и оптимизация материалов и технологических процессов в полиграфии: учебное пособие. – М.: Московский Государственный Университет Печати имени Ивана Фёдорова, 2012. – 162 стр.
8.	Технология композитов на основе термореактивных полимерных связующих: учебное пособие /В.И. Кулик, А.С. Нилов; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.: Типография БГТУ, 2019. – 136 с.
9.	Высокомолекулярные соединения / В. В. Киреев. – М.: Юрайт, 2013. – 602 с.
10.	Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие /М. Л. Кербер, В. М. Виноградов, Г. С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. - СПб.: Профессия, 2008. - 560 с.
11	Полимерные композиционные материалы (часть 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1.	http://www.nanometer.ru/ - сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
2.	http://nauka.name/category/nano/ - научно-популярный портал о нанотехнологиях, биогенетике и полупроводниках
3.	http://www.nanonewsnet.ru/ - сайт о нанотехнологиях #1 в России

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1.	Операционная система (Microsoft Windows или аналоги).
2.	Текстовый процессор, табличный процессор и средство поддержки процедуры формирования электронных презентаций (Microsoft Office или аналоги).
3.	Программное средство просмотра web-страниц (Yandex Browser или аналоги).

4.6 Ошибка! Закладка не определена.

1.	Научная электронная библиотека: http://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	Профессиональная поисковая система Science Direct: http://www.sciencedirect.com/
3.	Федеральная университетская компьютерная сеть России: http://www.runnet.ru/
4.	Электронно-библиотечная система «Лань»:http://e.lanbook.com/

5. Материально-техническое обеспечение

1.	Компьютерные классы общего фонда, предназначенные для проведения лекционных занятий и обеспечения возможности самостоятельной работы обучающихся, оснащенные учебной мебелью и электронной доской или переносным/стационарным компьютером и проектором, расположенные в учебном корпусе №1 по адресу г. Москва, ул. Прянишникова, д.2а.
2.	Аудитории общего фонда, предназначенные для проведения практических или лабораторных занятий, оснащенные необходимой мебелью, оборудованием и электронной доской или переносным/стационарным компьютером и проектором, расположенные в учебном корпусе №1 по адресу г. Москва, ул. Прянишникова, д. 2а (например, ауд. 1013, 1014 или лабораторные помещения ауд.1202, 1207, 1208, 1209, 1303).
3.	Широкополосный доступ в глобальную телекоммуникационную сеть Internet.
4.	Термошкаф; муфельная печь; эксикатор; термометр со шкалой от 0 до 50 °С с ценой деления 0,1 °С; весы с точностью не менее 0,1 г; весы с точностью не менее 0,001 г; дифференциальный сканирующий калориметр теплового потока; ИК-Фурье-спектрометр; микроскоп; лупа; линейка; пинцет; ножницы; бюкс или тигель; установка для определения разрушающего напряжения и модуля (разрывная машина); расходные материалы (различные полимерные материалы в гранулах; различные наполнители).

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Керамические композиционные материалы» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка к выполнению практических работ;
- дискуссии и обсуждение пройденного материала;
- организация и проведение текущего контроля знаний обучающихся в форме тестирования и экзаменов.

При проведении лекционных и практических работ, текущей и промежуточной аттестации по дисциплине целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. Процедуры текущего контроля рекомендуется проводить в форме бланочного тестирования.

2. На практических работах для решения задач использовать отраслевые нормативные документы, основные и дополнительные литературные источники. Полученная таким способом информация позволяет формировать навыки практической работы при изготовлении образцов из актуальных композиционных материалов и исследованию их свойств.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Дисциплина «Керамические композиционные материалы» формирует у обучающихся профессиональные компетенции ПК-1 и ПК-2. В условиях конструирования образовательных систем на принципах компетентностного подхода произошло концептуальное изменение роли преподавателя, который, наряду с традиционной ролью носителя знаний, теперь выполняет функции: организатора научно-поисковой работы обучающегося; консультанта в процедурах выбора, обработки и интерпретации информации, необходимой для практической работы.

Преподавание лекционного материала по дисциплине осуществляется на основе междисциплинарной интеграции с учётом междисциплинарных связей в рамках образовательной программы и учебного плана по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Получение углубленных знаний по дисциплине достигается за счет активной самостоятельной работы обучающихся. Выделяемые часы целесообразно использовать для знакомства с учебной и научной литературой по проблемам дисциплины, анализа актуальных научных концепций в предметной области.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ дисциплины. Посещение лекционных занятий является обязательным. Конспектирование лекционного материала допускается как письменным, так и компьютерным способом. Регулярное повторение материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к текущим формам аттестации по дисциплине является одним из важнейших видов самостоятельной работы студента в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине.

Проведение практических занятий по дисциплине содержит подготовку, проведение и анализ результатов экспериментов в ходе реализации практических занятий; опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе; решение типовых расчетных задача; обсуждение практических кейсов. Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным. Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала и рекомендованной литературы для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Сформированность компетенций при изучении дисциплины определяется посредством оценки соответствия ответов и/или выполнения заданий заявленным индикаторам в рамках мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Критерии оценки ответа на зачете

(формирование компетенций ПК-1 и ПК-2)

«5» (отлично): обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, практические навыки, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся хорошо владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

«3» (удовлетворительно): обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся удовлетворительно владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, отсутствие практических навыков, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

7.2.2. Критерии оценки работы обучающегося на практичесих/лабораторных работах (формирование компетенций ПК-1, ПК-2)

«5» (отлично): выполнены все практические задания (лабораторные работы), предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

Обучающийся на высоком уровне владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

«4» (хорошо): выполнены все практические задания (лабораторные работы), предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

Обучающийся хорошо владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания (лабораторные работы), предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания (лабораторные работы), предусмотренные практическими занятиями; обучающийся ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Обучающийся не владеет:

- способностью к разработке комплексных решений в производстве изделий и методик испытаний и исследований композиционных материалов (ПК-1).
- способностью определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах (ПК-2).

7.2.3. Критерии оценки тестирования

(формирование компетенций ПК-1 и ПК-2)

Тестирование оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных обучающимся на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов тестирования выставляемой балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль (РГР на практических/лабораторных работах)
(формирование компетенций ПК-1 и ПК-2)

Примеры задачи на практическое занятие

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Определение влаги в дисперсных наполнителях

Цель: ознакомиться с методикой определения содержания влаги в волокнистых наполнителях

Теоретическая часть

Технологические свойства исходных дисперсных материалов оценивают по величине влажности, сыпучести, гранулометрическому составу, удельному объему и насыпной плотности.

При повышенном содержании влаги в волокнистых материалах существенно ухудшается их сыпучесть, в результате чего в бункере перерабатывающего оборудования происходит зависание материала, приводящее к снижению точности дозирования и нарушению равномерности питания машины. Снижается качество изделий – на внешней поверхности образуются волнистости, вздутия, разводы, пузыри и трещины, наблюдается размерный брак, коробление и расслоение изделий.

Содержание влаги в наполнителях растительного происхождения может быть определено по изменению массы наполнителя до и после высушивания его в термошкафу при заданных температурах и времени.

Оборудование и образцы

1. Наполнители различного состава и типа.
2. Эксикатор.
3. Бюкс или тигель.
4. Весы аналитические.
5. Термошкаф.

Практическая часть

В чистый, предварительно взвешенный бюкс (или тигель) помещают примерно 5 г испытуемого материала и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г. Открытый бюкс помещают в термошкаф и выдерживают в течение 30 мин при температуре

80±2° С. После этого открытый бюкс переносят в эксикатор для охлаждения материала до комнатной температуры. Затем бюкс закрывают и вторично взвешивают вместе с материалом.

Относительное содержание влаги и других летучих веществ X,%, рассчитывают по формуле

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M} \cdot 100$$

где M_1, M_2 – масса бюкса с материалом до и после удаления летучих соответственно, г; M – масса бюкса, г.

За результат испытаний принимают среднее арифметическое значение не менее трех измерений. Экспериментальные данные заносят в таблицу 1.

№ образца	Материал	M, г	M_1, г	M_2, г	X, %
1					
2					
…					
Среднее арифметическое значение					
Среднее квадратическое отклонение					
Коэффициент вариации					

Контрольные вопросы

1. Как влияет содержание влаги в наполнителях растительного происхождения на свойства изделия?

2. Какие существуют методы защиты от влаги полимерных композиционных материалов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Определение структурных параметров тканых наполнителей

Цель: изучить методики определения структурных параметров тканых наполнителей на основе волокон различной природы

Теоретическая часть

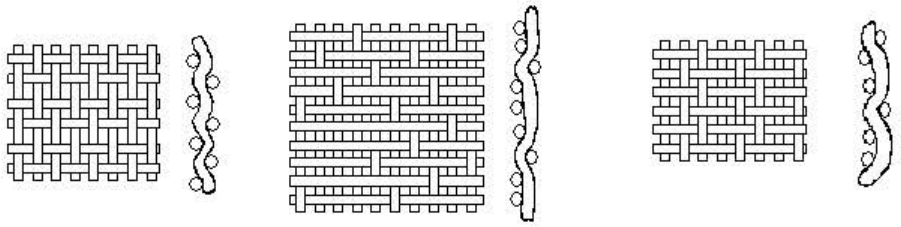
Волокнистые наполнители занимают второе место после дисперсных по объему использования среди всех наполнителей. Первые материалы на их основе были получены в начале XX в. Это были фенопласты с хлопковыми волокнами. Однако с середины XX в. первенство среди волокнистых наполнителей прочно перешло к стекловолокну.

Элементарные волокна или однонаправленные наполнители (нити, ровинги) используются для получения листовых волокнистых наполнителей. К ним относят тканые или нетканые материалы: ткани, ленты, сетки, холсты, маты.

Ткань образуется на ткацком станке из двух систем нитей, расположенных взаимно перпендикулярно и переплетенных друг с другом в определенной закономерности. Нити, расположенные параллельно одна другой и идущие вдоль ткани, являются основанием ткани и называются основой. Нити, расположенные поперек ткани, называются утком.

В зависимости от схемы переплетения нитей основы и утка образуются тканые наполнители различной структуры (рис.1 *а–в*).

В тканях полотняного переплетения основа и уток взаимно переплетаются через одну нить (рис. 1, *а*). В тканях саржевой структуры основа и уток переплетаются через две нити (рис. 1, *в*). На поверхности такой ткани образуется характерный узор из диагональных полос. В тканях сатинового переплетения каждая из нитей основы (утка) огибает за один период неодинаковое число нитей утка (основы) – три, пять, семь или больше (рис. 1, *б*).



а *б* *в*

Рис. 1. Виды переплетений тканого наполнителя:
а – полотняное; б –сатиновое; в – саржевое

Особую форму переплетения имеют объемные ткани, в которых нити основы и утка переплетаются еще нитью в перпендикулярной плоскости.

Другим характерным параметром для описания тканых материалов является ее плотность, которая характеризует количество нитей на единицу ширины (по основе) или длины (по утку) ткани. Плотность ткани характеризует частоту расположения нитей в ткани. Чем дальше расположены нити одна от другой, тем плотность меньше, т. е. ткань реже. Чем ближе расположены нити одна к другой, тем плотность больше, т. е. ткань плотнее.

Толщина ткани зависит от толщины нитей или от номера пряжи, из которой она выработана, и от ее строения. Толщина колеблется от десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров.

Оборудование и образцы

1. Ткани различной текстуры на основе волокон различной природы.
2. Весы.
3. Микроскоп.
4. Лупа.
5. Линейка.
6. Пинцет.
7. Игла.
8. Ножницы.

Практическая часть

Перед началом анализа из полотнища ткани вырезают образцы и отделяют от кромок надрезанные нити, чтобы размер неповрежденного образца составил 100х100 мм.

Определение лицевой и изнаночной стороны

Определение лицевой и изнаночной стороны проводят по следующим признакам:

– у тканей, имеющих основу и уток из волокон различного вида, лицевая сторона изготавливается из более дорогих нитей;

– у художественно-декоративных тканей лицевая сторона имеет ярко выраженный рисунок;

– ткани, у которых между лицевой и изнаночной стороной нет заметной разницы, считают двухсторонними, или двухлицевыми, поэтому любая из сторон может быть принята за лицевую.

Определение нитей основы и утка

Определение нитей основы и утка в образце производят по следующим признакам:

– кромки в образце указывают направление основы;

– при отсутствии кромок направление нитей основы в большинстве случаев можно определить по характеру рисунка переплетения, по роду волокон, по качеству и свойствам пряжи;

– по направлению и степени крутки основа имеет большую крутку чем уток.

Определение типа переплетения ткани

Для определения типа переплетения из полотнища ткани вырезают образец размером 100х100 мм и помещают на предметный столик микроскопа.

В образцах тканей, имеющих несложные и ясно видимые переплетения, как, например, полотняное, саржевое и производные этих переплетений, достаточно посмотреть на ткань через лупу и определить вид переплетения сравнивая с изображением на рис. 1, а–в.

В тканях, у которых по внешнему осмотру трудно определить вид переплетения, следует его определять путем разбора образца. Для этого у образца на двух смежных сторонах делают бахрому длиною по 5 мм. Затем на образец устанавливают лупу и при помощи двух игл от образца отодвигают к бахроме последовательно одну нить за другой и зарисовывают переплетение каждой нити.

Определение толщины ткани

Отрезки ткани складывают в несколько раз и микрометром измеряют толщину в нескольких местах. Определяют среднее значение толщины ткани путем деления полученного значения по микрометру на число слоев ткани.

Определение плотности ткани

Плотность ткани является важным фактором, влияющим на ее строение, и характеризует количество нитей на единицу ширины (по основе) или длины (по утку) ткани. За единицу ширины или длины в стандартах на ткани принято считать 1 см.

В образце ткани осторожно, не нарушая ее плотность и рисунок, отмеряют 5 см по направлению основы и определяют количество нитей на данном участке методом подсчета. Можно применять лупу или микроскоп с небольшим увеличением. Число нитей делят на 5 и получают число нитей на 1 см.

Эксперимент повторяют 3 раза для разных участков на образце. Определяют среднее значение плотности и сравнивают результат с известным значением из стандарта на данную ткань.

Аналогично проводят эксперимент для направления утка.

Определение поверхностной плотности ткани

Для определения поверхностной плотности (масса 1 м^2) берут образцы ткани размером 100×100 мм в количестве не менее 5 штук. В образцах по краям убирают надрезанные нити и обрезают бахрому. Замеряют размеры образца с точностью до 0,1 мм и взвешивают на

лабораторных весах с точностью до 0,01 г. Поверхностную плотность $\rho_п$, г/см^2, определяют по формуле:

$$\rho_п = \frac{m}{b \cdot l \cdot n}$$

где m – масса пакета из образцов, г; b, l – ширина и длина одного образца соответственно, см; n – число образцов в пакете, шт.

Эксперимент повторяют не менее трех раз, за результат принимают среднее значение всех измерений. Полученное значение сравнивают с известным из стандарта на материал и делают выводы.

Результаты всех исследований по п. 2.2–2.6 заносят в таблицу 1.

Таблица 1

№ п/п	Материал	Тип переплетения	Толщина, мм	Плотность, нит/см		$\rho_п$, г/см^2
				основа	уток	
1						
…						
Среднее арифметическое значение						
Среднее квадратическое отклонение						
Коэффициент вариации						

Контрольные вопросы

1. Чем различаются ткани полотняного, саржевого и сатинового переплетения?

2. В какой последовательности и какие параметры определяют при структурном анализе тканых материалов?

7.3.2. Текущий контроль (тестирование)

(формирование компетенций ПК-1 и ПК-3)

Примеры тестовых заданий:

1. К композиционным материалам с нуль-мерными наполнителя относят:
а) стеклопластики
б) дисперсно-упрочненные материалы
в) бороластики
г) гетинакс

2. Препреги представляют собой:
а) брикеты - полуфабрикаты;
б) дозированные порошковые системы;
в) рулоны ленточного материала.

3. Зависят ли свойства изделий из полимерных композиционных материалов от технологии их формования:
а) да, безусловно;
б) нет, не зависят;
в) по-разному при различных температурных режимах.

4. Препрегами называют:
а) полуфабрикаты для получения полимерных композиционных материалов;
б) изделия из полимерных композиционных материалов;
в) некоторые компоненты полимерных композиционных материалов.

5. Контактное формование осуществляют:
а) с использованием форм;
б) с использованием матрицы и пуансона;
в) с использованием избыточного давления.

6. Препреги получают по следующему способу:
а) твердофазному;
б) жидкофазному;
в) твердофазному и жидкофазному.

7. Препреги используют в технологии:
а) экструзии;
б) пултрузии;
в) намотки.

8. Состояние любой термодинамической системы определяется функциями состояния, среди которых основными являются:
а) количество теплоты и внутренняя энергия
б) внутренняя энергия и энтропия
в) работа и энтропия
г) количество теплоты и работа

9. Фенолформальдегидную смолу в промышленности получают в результате реакции:

а) поликонденсации

б) гидрогенизации

в) изомеризации

г) полимеризации

10. Прочность дисперсно-упрочненных композиционных материалов:

а) увеличивается при увеличении объемной доли наполнителя

б) аддитивно зависит от доли упрочняющей фазы

в) зависит, главным образом, от прочности наполнителя

г) зависит, главным образом, от расстояния между частицами наполнителя и степени его дисперсности

Примерные вопросы к зачету

1. Композиционные материалы основные понятия.
2. Классификация композиционных материалов (по материаловедческому, конструкционному, технологическому, эксплуатационному принципам).
3. Основные технологии получения композитов.
4. Требования, предъявляемые к матрицам.
5. Способы объединения матрицы и армирующих элементов.
6. Основные свойства матриц.
7. Требования, предъявляемые к армирующим элементам.
8. Наполнители ККМ. Требования, предъявляемые к ним.
9. Дисперсные наполнители. Основные цели их введения.
10. Характеристика волокнистых наполнителей. Основная цель их введения.
11. Характеристика листовых и объемных наполнителей. Основная цель их введения.
12. Понятие препреги.
13. Технологические методы получения препрегов.
14. Сотовый заполнитель и его влияние на свойства ККМ.
15. Волокна, используемые для создания ККМ.
16. Получение стеклянных волокон и их основные свойства.
17. Получение углеродных волокон и их основные свойства.
18. Физико-механические свойства углеродных волокон
19. Углеродные волокна. Основные способы получения.
20. Тканые и нетканые упрочняющие элементы.
21. Основные цели создания ККМ.
22. Принципиальные недостатки ККМ и чем они вызваны.
23. Факторы, приводящие к улучшению свойств ККМ.
24. Параметры, определяющие фазовую структуру ККМ и как они влияют на свойства ККМ.
25. Аппреты. Свойства и технологии их нанесения.
26. Способы получения ККМ.
27. Смешение. Подготовка ККМ перед выполнением смешения.
28. Модификация поверхности наполнителя для улучшения совмещения компонентов ККМ.
29. Совмещение дисперсных и волокнистых наполнителей с керамической матрицей.
30. Процессы модификации матрицы.
31. Процессы получения ККМ.