Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 24.05.2024 12:36:03
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 Полиграфического института
_____ /Нагорнова И.В./
«___» _____ 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение и технологии композитов

Направление подготовки/специальность

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль

Технология композитов

Квалификация
магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2024 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры ИМП, к.т.н.  /Е.А. Девина/

Согласовано:

Заведующий кафедрой ИМП, к.ф.-м.н., доцент  /Г.О. Рытиков/

/Г.О. Рытиков/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.П. Кондратов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
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 7
   - 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 9
   - 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 100
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 11
   - 4.1 Основная литература 11
   - 4.2 Дополнительная литература 112
   - 4.3 Электронные образовательные ресурсы ..... **Ошибка! Закладка не определена.**2
   - 4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 122
   - 4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 122
5. Материально-техническое обеспечение 12
6. Методические рекомендации 133
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 13
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 134
7. Фонд оценочных средств 166
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения 166
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения 166
   - 7.3. Оценочные средства 19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Материаловедение и технологии композитов» является формирование получения знаний по проблемам формирования структуры и свойств композиционных материалов и привитие навыков и умений выбора и разработки эффективных технологических процессов производства изделий из композиционных материалов.

Задачи дисциплины:

– изучение основных видов композиционных материалов и технологий их получения, теоретических основ конструирования композиционных материалов;

– формирование навыков использования методов испытаний композиционных материалов и контроля за технологическим процессом и качеством изделий;

– формирование навыков разработки технологических процессов получения композиционных материалов, а также изделий из них;

– приобретение навыков обоснованного выбора армирующих компонентов, метода их получения и способа введения в матрицу.

Обучение по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	ИОПК-1.1. Организовывает, выполняет экспериментальные исследования на современном уровне и анализирует их результаты.
ОПК-5 Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов, смежных областях	ИОПК-5.2. Оценивает результаты научно-исследовательских разработок, обосновывает выбор оптимального решения, систематизируя и обобщая достижения в области материаловедения и технологии материалов.
ПК-3 Способен определять эксплуатационные характеристики; прогнозировать и описывать процесс достижения заданного уровня свойств в материалах	ИПК-3.1. Знает физико-химические и характеристики полимерных и композиционных материалов и умеет управлять их эксплуатационными свойствами. ИПК-3.2. Контролирует технологические процессы и режимы переработки полимерных и композиционных материалов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Материаловедение и технологии композитов» относится к части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных обучающимися в области химии и физики в рамках среднего общего образования, а также на знаниях, умениях и навыках, сформированных при изучении следующих дисциплинах учебного плана подготовки бакалавров: «Общее материаловедение и технологии материалов», «Композиционные полимерные материалы».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетные единицы (288 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			1	2
1	**Аудиторные занятия**	**86**	**32**	**54**
	В том числе:			
1.1	Лекции	34	16	18
1.2	Семинарские/практические занятия	52	16	36
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**	**202**	**87**	**115**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	102	57	90
2.2	Подготовка к курсовому проекту	22		22
2.3	Подготовка к тестированию	6	30	3
3	**Промежуточная аттестация**			
	Экзамен		**экз**	**экз**
	Итого	**288**	**119**	**169**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Классификация композиционных материалов и свойства веществ	8	2	2	-	-	14

2	Тема 2. Фазовые переходы и их влияние на структуру и свойства материалов	8	2	2	-	-	14
3	Тема 3. Физико-химические свойства основных компонентов композитов	12	2	4		-	16
4	Тема 4. Термодинамика композиционных систем с границами раздела	12	2	4		-	16
5	Тема 5. Физические свойства композитов. Упругие и прочностные свойства	10	2	2	-	-	16
6	Тема 6. Адгезия и смачивание в композитах	20	2	6		-	12
7	Тема 7. Краткая характеристика и общие методы получения и обработки композитов на основе металлической матрицы	10	2	2	-	-	16
8	Тема 8. Основные виды композитов на основе металлической матрицы. Свойства, методы получения и области применения	8	2	2	-	-	14
9	Тема 9. Термореактивные связующие (олигомеры)	16	2	4		-	10
10	Тема 10. Термопластичные связующие (полимеры)	18	2	4		-	12
11	Тема 11. Классификация наполнителей	10	2	2	-	-	8
12	Тема 12. Классификация армирующих элементов	18	2	4		-	12
13	Тема 13. Армирующие элементы	18	2	4		-	12
14	Тема 14. Подготовка исходных компонентов наполнителей и полимерных связующих	10	2	2	-	-	6
15	Тема 15. Технология получения полуфабрикатов	10	2	2	-	-	6
16	Тема 16. Формирование заготовок из армированных пластиков	18	2	4		-	12
17	Тема 17. Формование изделий из армированных пластиков	10	2	2	-	-	6
	Итого	**288**	**34**	**52**		-	**202**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация композиционных материалов и свойства веществ

Классификация композиционных материалов. Критерии конструирования композиционных материалов. Свойства некоторых современных композиционных материалов. Периодический закон Д.И. Менделеева и свойства элементов

Тема 2. Фазовые переходы и их влияние на структуру и свойства материалов

Электронная структура и типы связей элементов и соединений. Основные виды фазовых диаграмм двухкомпонентных систем. Фазовые превращения металлических структур. Условия образования и виды твердых растворов. Влияние на фазовые переходы внешних полей и размеров компонентов композита.

Тема 3. Физико-химические свойства основных компонентов композитов

Зонная теория твердых тел. Основные виды и понятия металлов. Особая категория неметаллических, неорганических материалов – полупроводники. Вещества, на основе высокомолекулярных соединений – полимеры. Жидкие кристаллы и стекла. Материалы, получаемые спеканием глин или порошков неорганических веществ с минеральными добавками.

Тема 4. Термодинамика композиционных систем с границами раздела

Предмет термодинамики. Основные законы классической термодинамики и термодинамические функции состояния системы. Обобщенное уравнение термодинамики для систем с поверхностями раздела. Пути развития термодинамики: от равновесной к неравновесной нелинейной. Межфазное взаимодействие, совместимость компонентов, стабильность границы и прочность композита.

Тема 5. Физические свойства композитов. Упругие и прочностные свойства

Общее определение физических свойств композита. X-Y-эффект. Упругие свойства композита, армированного непрерывными волокнами. Упругие свойства порошковых композитов. Прочность композита, армированного непрерывными волокнами. Прочность при растяжении композита, армированного дискретными волокнами. Вязкость разрушения композита.

Тема 6. Адгезия и смачивание в композитах

Адгезия и смачивание в композитах. Основные определения. Формирование межфазного контакта. Уравнения Дюпре и Юнга. Адгезия композиционных материалов. Смачивание и его роль в технологии и природе. Процессы адгезии, смачивания и актуальные научные задачи получения стабильных композитов.

Тема 7. Краткая характеристика и общие методы получения и обработки композитов на основе металлической матрицы

Примеры композитов на основе металлической матрицы. Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей. Технологические процессы получения и обработки металлических композиционных материалов. Методы получения композитов. Низкотемпературные методы изготовления композитов с металлической матрицей.

Тема 8. Основные виды композитов на основе металлической матрицы. Свойства, методы получения и области применения

Металлические волокнистые композиционные материалы. Области применения

металлических волокнистых композиционных материалов. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы. Области применения дисперсно-упрочненных композиционных материалов. Псевдосплавы. Методы получения псевдосплавов. Области применения псевдосплавов. Эвтектические композиционные материалы

Тема 9. Термореактивные связующие (олигомеры)

Общие сведения о связующих. Термореактивные связующие (олигомеры). Фенолформальдегидные полимеры. Фурановые полимеры. Ненасыщенные олигоэфиры. Эпоксидные олигомеры. Полиимиды.

Тема 10. Термопластичные связующие (полимеры)

Термопластичные связующие (полимеры). Высокомолекулярный продукт полимеризации этилена. Полиэтилен высокой плотности и сверхвысокомолекулярный. Высокомолекулярный продукт полимеризации пропилена. Поливинилхлорид. Полимеры стирола, а также его сополимеры с другими мономерами. Полиамиды и полиимиды. Модифицированные матричные полимеры.

Тема 11. Классификация наполнителей

Дисперсные порошкообразные вещества с различным размером частиц. Волокнистые наполнители. Листовые и слоистые наполнители. Наполнители в виде сферических и пластинчатых частиц из различных материалов.

Тема 12. Классификация армирующих элементов

Общие сведения о высокопрочных волокнах. Волокнистые элементы объемного плетения. Нетканые волокнистые элементы. Стекловолокнистые армирующие элементы.

Тема 13. Армирующие элементы

Углеволокнистые армирующие элементы. Углеволокнистые тканые элементы. Органоволокнистые армирующие элементы. Бороволокнистые армирующие элементы. Базальтоволокнистые армирующие элементы. Керамиковолокнистые армирующие элементы.

Тема 14. Подготовка исходных компонентов наполнителей и полимерных связующих

Оценка основных характеристик дисперсных наполнителей. Подготовка наполнителей. Оценка основных характеристик дисперсных наполнителей. Форма частиц. Размер частиц и распределение частиц по размеру. Пористость наполнителя. Подготовка полимерных связующих.

Тема 15. Технология получения полуфабрикатов

Полуфабрикаты наполненных пластмасс. Получение премиксов. Получение препрегов. Получение волокнитов. Технология получения полуфабрикатов армированных пластиков. Виды полуфабрикатов. Технологический процесс получения полуфабрикатов жидкофазным совмещением компонентов. Пропитка волокнистых наполнителей под давлением. Технология изготовления полуфабрикатов АП твердофазным совмещением компонентов

Тема 16. Формирование заготовок из армированных пластиков

Выкладка в форме. Выкладка сухих пакетов. Пултрузия и роллтрузия. Напыление волокна и связующего. Формирование геометрии и структуры плетением. Намотка.

Тема 17. Формование изделий из армированных пластиков

Общие сведения о формовании. Контактное формование. Прессовое формование. Пневмогидрокомпрессионное формование. Термокомпрессионное формование. Выбор метода формования из условий нагруженности деталей.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины, темы	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1	Тема 1	Классификация полимерных материалов	2
2	Тема 2	Определение основных свойств полимерных материалов	2
3	Тема 3	Усталостная прочность композиционных материалов	2
4	Тема 4	Оценка потенциальной возможности композиционных материалов для уменьшения материалоемкости	2
5	Тема 5	Методы определения твёрдости	2
6	Тема 6	Определение свойств композиционных материалов	2
7	Тема 7	Методы получения конструкционных материалов на основе металлической матрицы	2
8	Тема 8	Исследование свойств композитов на основе металлических матриц и изделий из них	2
9	Тема 9	Анализ полимерных композиционных материалов по продуктам разложения	2
10	Тема 10	Анализ полимеров методом дифференциальной сканирующей калориметрии	2
11	Тема 11	Расчет массового содержания компонентов в композиционном материале	2
12	Тема 12	Определение соотношения компонентов в полученном композиционном материале	2
13	Тема 13	Методы испытаний углеволокна	2
14	Тема 14	Методы изучения структуры конструкционных материалов	2
15	Тема 15	Технология объемных материалов конструкционного назначения	2
16	Тема 16	Расчеты прочности заготовок полимерных композиционных материалов	2
17	Тема 17	Прочность перспективных композиционных материалов	2
18	Тема 3	Определение молекулярной массы полимера вискозиметрическим методом	2
19	Тема 4	Получение полимерных плёнок на основе желатина с различным содержанием пластификатора	2
20	Тема 6	Измерение краевого угла смачивания методом лежащей капли	2

21	Тема 6	Определение водопоглощения полимерных материалов	2
22	Тема 9	Определение плотности связующего	2
23	Тема 10	Методы идентификации термопластичных материалов	2
24	Тема 12	Определение структурных параметров и поведения под нагрузкой	2
25	Тема 13	Определение показателей механических свойств однонаправленных волокнистых наполнителей	2
26	Тема 16	Изготовление композитных материалов на основе эпоксидной смолы и отходов текстильной промышленности методом ручной укладки (контактным формованием)	2
Итого			**52**

3.5 Тематика курсовых проектов

1. Композиционный материал на основе стекловолокнистых тканых элементах для изготовления труб, работающих под нагрузкой.
2. Композиционный материал на основе углеволокнистых тканых элементах для изготовления труб, работающих под нагрузкой.
3. Композиционные материалы на основе металлических матриц для космической отросли их структура, свойства и методы получения.
4. Полимерные композиционные материалы на основе стеклянных армирующих элементов для космической отросли их структура, свойства и методы получения.
5. Полимерные композиционные материалы на основе углеродосодержащих армирующих элементов для космической отросли их структура, свойства и методы получения.
6. Особенностей изготовления различных деталей на основе металлических волокнистых композиционных материалов.
7. Особенностей изготовления различных деталей на основе дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
8. Особенностей изготовления различных деталей на основе псевдосплавов.
9. Особенностей изготовления различных деталей на основе стекловолокнистых армирующие элементов.
10. Особенностей изготовления различных деталей на основе углеволокнистых тканых элементов.
11. Особенностей изготовления различных деталей на основе органоволокнистых армирующих элементов.
12. Особенностей изготовления различных деталей на основе бороволокнистых армирующих элементов
13. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для стеклоткани на полиэфирном связующем.
14. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для стеклоткани на эпоксидном связующем.
15. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при

различных схемах укладки для стеклоткани на эпоксифенольном связующем.

16. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для стеклоткани на фенолформальдегидном связующем.

17. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для углеткани на полиэфирном связующем.

18. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для углеткани на эпоксидном связующем.

19. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для углеткани на эпоксифенольном связующем.

20. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для углеткани на фенолформальдегидном связующем.

21. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для орагнита на полиэфирном связующем.

22. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для орагнита на эпоксидном связующем.

23. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для орагнита на эпоксифенольном связующем.

24. Проектирования и изготовления изделий из композиционных материалов при различных схемах укладки для орагнита на фенолформальдегидном связующем.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Вшивков С. А. Полимерные композиционные материалы: учебное пособие. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2022. – 230 с.

2. Высокомолекулярные соединения / В. В. Киреев. – М.: Юрайт, 2013. – 602 с.

3. Андреева А. В. Основы физикохимии и технологии композитов: Учеб. пособие для вузов. - М.: ИПРЖР, 2001. - 192 с.: ил.

4. 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., ил.

5. 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.

6. Технология композиционных материалов: учебное пособие / В.И. Костиков, Ж.В. Еремеева. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 484 с.

7. 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.

4.2 Дополнительная литература

1. Михайлин Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. - СПб.: Профессия, 2006. - 624 с.

2. Халиулии В. И., Шанаев И. И. Технология производства композитных изделий: Учебное пособие. - Казань: Изд-во КГТУ, 2003. - 368 с.

3. Радиопрозрачные изделия из стеклопластиков / Гуртовник И.Г. Соколов В.И., Трофимов Н.Н., Шалгунов С.Г. - М.: Мир, 2002. - 368 с.

4. Головкин Г.С., Дмитренко В. П. Научные основы производства изделий из термопластичных композиционных изделий. - М.: РУСАКИ, 2005. - 472 с.

4.3 Электронные образовательные ресурсы

1. Электронный курс

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1 Программные продукты Microsoft Office (отечественные аналоги)

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1 ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com /.

2 ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/.

3 Информационный портал ФИПС https://www1.fips.ru /.

4 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru .

5 База данных по научным журналам: Science, Social Sciences, Arts&Humanities Citation Index.

5. Материально-техническое обеспечение

1. Лекционные аудитории общего фонда, оснащенные учебной мебелью, доской, переносным/стационарным компьютером и проектором.

2. Лаборатории НИЦ, оснащенные современным исследовательским оборудованием.

3. Материально-техническое обеспечение:

Термошкаф;

Весы с точностью не менее 0,1 г;

Весы с точностью не менее 0,001 г;

Прибор для измерения краевого угла смачивания;

Термостат водяной;

Вискозиметр Оствальда;

Эксикатор;

Микроскоп;

Лупа;

Линейка;

Пинцет;

Ножницы;

Бюкс или тигель;

Установка для определения разрушающего напряжения и модуля (разрывная машина).

4. Компьютерный класс для самостоятельной работы обучающихся.

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Материаловедение и технологии композитов» 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 лабораторных занятий;
- подготовка к выполнению практических занятий;
- дискуссии и обсуждение пройденного материала;
- подготовка и выполнение курсового проекта;
- организация и проведение текущего контроля знаний обучающихся в форме тестирования и экзаменов.

При проведении лекционных, практических и лабораторных занятий, текущей и промежуточной аттестаций по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. Процедуры текущего контроля по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» допускается проводить в форме бланочного или компьютерного тестирования.
2. На практических и лабораторных занятиях для решения задач использовать отраслевые нормативные документы и дополнительные литературные источники, что позволяет формировать навыки практической работы по изготовлению образцов из композиционных материалов и исследованию из свойств.
3. Проведение ряда лекционных занятий, содержащих таблицы и рисунки в качестве иллюстраций рассматриваемого материала, необходимо осуществлять с использованием слайдов, подготовленных в программе Microsoft Power Point.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей и специалистов-практиков, не имеющих опыта преподавательской работы.

Дисциплина «Материаловедение и технологии композитов» является дисциплиной, формирующей у обучающихся профессиональную компетенцию ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3. В условиях конструирования образовательных систем на принципах компетентностного подхода произошло концептуальное изменение роли преподавателя, который, наряду с традиционной ролью носителя знаний, выполняет функцию организатора научно-поисковой работы обучающегося, консультанта в процедурах выбора, обработки и интерпретации информации, необходимой для практического действия и дальнейшего развития, что должно обязательно учитываться при проведении лекционных и практических занятий по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов».

Преподавание теоретического (лекционного) материала по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» осуществляется на основе междисциплинарной интеграции и четких междисциплинарных связей в рамках

образовательной программы и учебного плана по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Материаловедение и технологии композитов» рассматривается в п.5 рабочей программы.

Примерные варианты тестовых заданий для текущего контроля и перечень вопросов к экзамену по дисциплине представлены в составе ФОС по дисциплине в п.7 рабочей программы.

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Материаловедение и технологии композитов», приведен в п.4 настоящей рабочей программы. Преподавателю следует ориентировать обучающихся на использование при подготовке к промежуточной аттестации оригинальной версии нормативных документов, действующих в настоящее время.

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 научных концепций.

В рамках дисциплины предусмотрены различные формы контроля уровня достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций. Форма текущего контроля – активная работа на практических занятиях, тестирование. Формой промежуточного контроля по данной дисциплине является экзамен, в ходе которого оценивается уровень достижения обучающимися заявленных индикаторов освоения компетенций.

6.2.1 Методические указания по освоению дисциплины

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 «Материаловедение и технологии композитов» осуществляется в следующих формах:

- анализ экспериментальных результатов, полученных в ходе реализации практических занятий;
- опрос по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе;
- решение типовых расчетных методик по темам;
- анализ и обсуждение практических ситуаций по темам.

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.

Проведение практических занятий по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» осуществляется в следующих формах:

- опрос по теоретической части практических занятий и по материалам, рассмотренным на лекциях и изученным самостоятельно по рекомендованной литературе;
- выполнение практических занятий;
- анализ и обсуждение полученных результатов;
- опрос по контрольным вопросам практических занятий.

Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным.

Ведение курсового проекта

Курсовой проект выполняется параллельно с изучением второй части дисциплины «Материаловедение и технологии композитов».

Цель выполнения курсового проекта - приобретения практических навыков конструирования и расчета изделий из композиционных материалов.

Тематика курсовых проектов должна предусматривать решение одной из актуальных конструкторских задач, связанных с использованием композиционных материалов в изделиях различного назначения. Тема курсового проекта и исходные данные предоставляются преподавателем не позднее второй недели с начала изучения второй части дисциплины «Материаловедение и технологии композитов»

В период обучения студент выполняет проект, по мере изучения соответствующих тем лекций и самостоятельного изучения основной и дополнительной литературы, выполнении практических заданий и лабораторных работ.

Исходные данные указываются в задании на курсовой проект. Исходные данные могут быть уточнены студентом во время выполнения проекта по согласованию с преподавателем.

Курсовой проект выполняется студентом в соответствии с графиком, согласованным с руководителем проекта. Представляемый к защите курсовой проект должен содержать пояснительную записку.

Примерный перечень тем курсового проекта представлен в п.3.5.

6.2.2 Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Изучение основной и дополнительной литературы по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.5 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов». Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине приведен в п.7 настоящей рабочей программы.

6.2.3 Методические указания по подготовке к промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» проходит в форме экзамена. Экзаменационный билет по дисциплине состоит из 3 вопросов теоретического характера. Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Материаловедение и технологии композитов» и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей оценки достижения заявленных индикаторов

сформированности компетенций приведены в составе ФОС по дисциплине в п.7 рабочей программы.

Обучающийся допускается к промежуточной аттестации по дисциплине независимо от результатов текущего контроля.

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 (экзамена).

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1. Критерии оценки ответа на экзамене

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3)

«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 осуществлять рациональный выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен осуществлять выбор технологических моделей изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью осуществлять рациональный выбор технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом достижения необходимого уровня свойств материалов (ОПК-5);
- способностью к разработке методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

«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 осуществлять рациональный выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен объяснить технологические модели изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью осуществлять рациональный выбор технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом выбранных материалов (ОПК-5);
- способностью к разработке методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

«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 на удовлетворительном уровне владеет:

- способностью объяснить выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен перечислить возможные технологические модели изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью предложить метод технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом выбранных материалов (ОПК-5);
- способностью к обоснованию методик испытаний и исследований материалов (ПК-3).

«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 осуществлять рациональный выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен осуществлять выбор технологических моделей изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью предложить метод технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом выбранных материалов (ОПК-5);
- способностью к обоснованию методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

7.2.2. Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях / лабораторных работах

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3)

«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 осуществлять рациональный выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен осуществлять выбор технологических моделей изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью осуществлять рациональный выбор технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом достижения необходимого уровня свойств материалов (ОПК-5);
- способностью к разработке методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

«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 осуществлять рациональный выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен объяснить технологические модели изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью осуществлять рациональный выбор технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом выбранных материалов (ОПК-5);
- способностью к разработке методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

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

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет:

- способностью объяснить выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен перечислить возможные технологические модели изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью предложить метод технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом выбранных материалов (ОПК-5);
- способностью к обоснованию методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

«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 осуществлять рациональный выбор материалов на основании их структуры и свойств, способен осуществлять выбор технологических моделей изготовления конструкций и изделий из выбранных материалов (ОПК-1);
- способностью предложить метод технологий переработки полимерных композиционных материалов с учетом выбранных материалов (ОПК-5);
- способностью к обоснованию методики испытаний и исследований материалов (ПК-3).

7.2.3. Критерии оценки тестирования

(формирование компетенций ОПК-1. ОПК-5 и ПК-3)

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 71% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 56% до 70% правильных ответов;

– от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль (лабораторная работа)

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3)

Пример практического занятия

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Получение полимерных плёнок на основе желатина с различным содержанием пластификатора

Целью работы является получение и исследование полимерных пленок на основе желатина с различным содержанием пластификатора.

Объекты исследования: желатиновые пленки, полученные с различной долей пластификатора.

Задачи

1. Разработать рецептуру полимерного раствора с различной долей пластификатора для получения полимерных пленок.
2. Получить полимерные плёнки на основе желатина с различной долей пластификатора.
3. Изучить влияние пластификатора на свойства полимерных пленок.

Теоретическая часть

В качестве полимера в работе был выбран желатин, представляющий собой природный полимер, состоящий из смеси белковых веществ, основным компонентом которого является частично гидролизованный коллаген. Также в состав желатина входят вода, жиры, макро- и микроэлементы, до 18 аминокислот и т.д. Именно поэтому в основе макромолекулярной цепи лежит пептидная связь, а основными аминокислотами, количество которых составляет до 30%, является глицин, до 16% – пролин, до 14% – оксипролин. Слово желатин переводится с латинского как замороженный или застывший. В зависимости от способа получения желатина – осуществления гидролиза коллагена, можно выделить два типа полимера: желатин А, получающийся с помощью кислотного гидролиза, и желатин В – с помощью щелочного гидролиза. Кислотная обработка чаще всего применяется для коллагена кожи свиньи продолжительностью в диапазоне 10 ÷ 48 ч, а щелочная – для коллагена бычьих шкур и временем гидролиза до нескольких недель. Полученные различными способами желатины отличаются по своим физико-химическим свойствам. Желатин является неоднородным веществом, строение которого до сих пор до конца не установлено. Одним из основных свойств желатина является его способность образовывать студни после его набухания, а затем растворения в воде при нагревании, а затем охлаждении. При этом указанная способность определяется многими параметрами – как характеристиками самого желатина (исходного сырья, степени очистки, доли примесей, концентрации и т.д.), так и внешними условиями (pH и ионной силы раствора, температуры и т.д.). Хорошо известно, что полимерная цепь желатина при комнатной температуре имеет форму палочкообразной

винтовой спирали, в которой витки связаны между собой водородными связями, так называемая a-золь-форма. Повышение температуры до 60 °С приводит к разрушению водородных связей, в результате чего спираль сначала превращается в гибкую нить, а затем – в неупорядоченный клубок (b-гель-форма). Именно этот переход спираль – клубок и происходит при изменении температуры и приводит к образованию студня. В твердом состоянии желатин имеет бесцветный или светло-желтый цвет, не обладающий вкусом и запахом, с молекулярной массой до 100 кДа. Желатин в водных растворах разбавленных кислот и в холодной воде не растворяется, но набухает.

Однако полученные студни обладают низкими механическими характеристиками. Именно поэтому для улучшения структурно-эластических свойств, газопроницаемости и т. д. в растворы желатина при получении его пленок вводят различные пластификаторы.

Пластификаторы – это вещества, используемые в полимерных материалах для повышения их эластичности при эксплуатации и переработке полимеров. Доля используемого пластификатора в зависимости от природы полимера, требуемых характеристик и т. д., варьируется до 1 мас.% для твердых форм и до 50 мас.% для мягких форм желатиновых капсул.

Пластификаторы применяется для повышения пластификации полимерной смеси, т. е. увеличения подвижности как структурных сегментов полимерной цепи, так и надмолекулярных образований за счет уменьшения прочности межмолекулярных связей.

Условно используемые пластификаторы для желатина можно разделить на следующие группы: действия которых обусловлены гигроскопическими свойствами (поглощение и удержания молекул воды в материале), где пластификатором является вода. К ним можно отнести глицерин, этиленгликоль и т.д.; поверхностно-активные вещества, присутствие которых изменяет конфигурацию полимерных цепей и надмолекулярных структур; высокомолекулярные соединения, введение которых способствует изменению их физико-механических свойств, например, поливиниловый спирт, полиэтиленоксид и т.д.; неактивные вещества (заменители желатины), которые внедряясь между макромолекулами желатины, препятствуют образованию прочных межмолекулярных связей, например, бутилакрилат, кремнийорганические соединения и др.

Оборудование и образцы

1. Желатин пищевой.
2. Глицерин.
3. Дистиллированная вода.
4. Чашки Петри.
5. Стеклянные химические стаканы на 50 или 100 мл.
6. Стеклянная палочка.
7. Весы аналитические.

Порядок выполнения работы

1. Готовят 15 мас.% водный раствор желатина. Для этого на аналитических весах взвешивают необходимое количество полимера. Далее помещают взвешенное количество полимера в химический стеклянный стакан на 50 мл, добавляют рассчитанный объем дистиллированной воды и нагревают его либо на магнитной мешалке, либо на водяной бане до полного растворения полимера.

2. Далее готовят полимерные пленки с различной долей пластификатора – глицерина. Для этого в три чашки Петри, предварительно обезжиренных этиловым спиртом, наливают по 10 мл предварительно приготовленного водного раствора желатина, см. выше.

3. Поочередно в чашки Петри добавляют рассчитанное количество глицерина:

1 чашку – 0 г;

2 чашку – 0,25 г;

3 чашку – 0,5 г.

Полученные смеси тщательно перемешивают стеклянной палочкой.

4. Чашки Петри ставят в сушильный шкаф при температуре 45 °С и выдерживают в течение суток.

5. Полученные таким образом полимерные пленки на основе желатина подвергаются дальнейшим исследованиям.

Список литературы

1. Фредерик, Ф. Желатин. Энциклопедия пищевой науки и технологии / Фредерик Ф. – 2-е изд. – М.: 2000. – 164–171 с.

2. Михайлов, О.В. Желатин-иммобилизованные металлокомплексы. – Научный мир, 2004. – 236 с.

3. ГОСТ 11293-89 Желатин. Технические условия (с Изменением N 1)- М.: 1989 – 3- 5 с.

4. Райнхард Г. Желатин Справочник: Теория и производственная практика / Райнхард Г. – М.: 2012. – 158 с.

5. Коренман Я.И., Родионова Н.С. Структурообразование в системах желатин – казеин/ Успехи современного естествознания. – 2002. – № 3. – С. 101-102.

6. Технология производства желатина. [Электронный ресурс:

http://gelatin.by/ partners/ technology].

7. Козлов В.П., Папков С.П. / Физико-химические основы пластификации полимеров/, М.:Химия, 1982, - 224 с.

8. Савицкая, Т. А. Съедобные полимерные пленки и покрытия: история вопроса и современное состояние (обзор) /Т. А. Савицкая // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 6-36.

7.3.2. Текущий контроль (работа на практических занятиях)

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3)

Примеры задач и практических ситуаций для рассмотрения на практических занятиях.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Классификация полимерных материалов (ПМ)

Практические занятия проводятся в виде семинара, на котором студенты рассматривают теоретический материал и отвечают на вопросы, поставленные преподавателем. Далее идет обсуждение вопросов темы.

Цель практического занятия: освоить общую классификацию полимерных материалов.

План проведения занятий с указанием последовательности тем.

1 Классификация полимеров.

2. Особые свойства ПМ.

3. Недостатки ПМ.

4. Методы переработки ПМ в изделия.

5. Потребители ПМ.

6. Полиэтилен.

Вопросы, выносимые на обсуждение (теоретический материал).

По вопросу 1

Для ПМ характерны широкие возможности регулирования состава, структуры и свойств, что не всегда может быть достигнуто в традиционных материалах (металлы, керамика, древесина). Поэтому, многовариантность свойств обусловливает весьма широкое и многообразное использования ПМ - от химических волокон и пенопластов до твердого ракетного топлива.

Полимерные материалы классифицируют по области их использования и назначения, природе полимерной фазы, физическим и химическим превращениям, протекающим в ней при производстве и обработке.

По использованию и назначению ПМ делятся на:

- пластические массы (пластики) и композиты;
- эластомеры (каучуки и резины);
- химические волокна и пленки;
- полимерные покрытия, клей и герметики.

По природе полимерной фазы (матрицы) ПМ делятся на:

- природные (натуральные);
- химические (искусственные и синтетические).

По характеру превращений, протекающих в полимерной фазе на стадиях производства и переработки в изделия, ПМ делятся на:

- термопластичные;
- термореактивные.

По вопросу 2

Особые свойства ПМ:

1. Малая плотность и, как следствие, высокий условный показатель прочности («весовая прочность»), то есть отношение временного сопротивления на разрыв к плотности превышающий аналогичный показатель лучших сортов стали.

2. Стойкость к агрессивным средам, атмосферному и радиационному воздействиям.

3. Высокие радио- и электротехнические свойства, в том числе диэлектрические показатели, мало зависящие от температуры и частоты электрического поля.

4. Широкий диапазон фрикционных и антифрикционных свойств.

5. Специфические оптические свойства, способность пропускать лучи света в широком диапазоне волн, в том числе, ультрафиолетовые (70% для полиметилметакрилата против 1-3% для силикатного стекла).

6. Многообразие физико-механических свойств (от жестких до упругих резиноподобных материалов) и сочетание в одном материале противоположных качеств,

например, твердости и гибкости («бронированные» полимеры).

По вопросу 3

К недостаткам ПМ относятся:

- низкая теплостойкость (исключая фторопласты и кремнийорганические полимеры), она не превышает 120 °С;
- недостаточная твердость (6-60 кг/мм^2 по Бринеллю);
- ползучесть и релаксация напряжения;
- большое тепловое расширение;
- низкая теплопроводность, затрудняющая отвод тепла (в 500-600 раз ниже теплопроводности металлов).

По вопросу 4

Методы переработки ПМ в изделия

Методы переработки: холодное и горячее прессование, литье под давлением, вакуумформование, заливка в форму, вспенивание, экструзия, вакуум- и пневмоформование и др.,

коэффициент использования материала при переработке ПМ достигает 0,95 - 0,98, в то время

как при литье он составляет 0,6 - 0,8, а при механической обработке металлов всего 0,2 - 0,6.

Процессы изготовления изделий из ПМ являются наиболее экономичными.

В структуре общего потребления конструкционных материалов черные металлы составляли 63,7%, цветные металлы 6,3% и полимерные материалы около 30%.

По вопросу 5

Потребителями ПМ стали практически все отрасли промышленности и народного хозяйства. К ним относятся:

1) общее машиностроение;
2) авиастроение;
3) автомобилестроение;
4) электротехника и радиоэлектроника;
5) железнодорожный транспорт;
6) судостроение;
7) строительство;
8) сельское и водное хозяйство;
9) пищевая промышленность;
10) медицина.

Внедрение ПМ вызвало также качественный скачок в развитии техники и технологии, определило технический прогресс в современном машиностроении, ракетной и атомной промышленности, в самолетостроении, телевидении, радиоэлектронике, восстановительной хирургии и медицине в целом и др.

По вопросу 6

Полиэтилен (-CH_2-CH_2-)n - карбоцепной термопластичный кристаллический полимер

белого цвета со степенью кристалличности при 20 °С 0,5-0,9. При нагревании до температуры, близкой к температуре плавления он переходит в аморфное состояние. Макромолекулы полиэтилена (ПЭ) имеют линейное строение с небольшим количеством боковых ответвлений. ПЭ водостоек, не растворяется в органических растворителях, но при температуре выше 70 °С набухает и растворяется в ароматических углеводородах и галогенпроизводных углеводородов. Стоек к действию концентрированных кислот и щелочей, однако разрушается при воздействии сильных окислителей. Обладает низкой газо- и паропроницаемостью. Звенья ПЭ неполярны, поэтому он обладает высокими диэлектрическими свойствами и является высокочастотным диэлектриком. Практически безвреден. Может эксплуатироваться при температурах от -70 до +60 °С. Свойства ПЭ существенно зависят от способа полимеризации, в соответствии с чем различают ПЭ высокого давления или низкой плотности (ПЭВД) и ПЭ низкого давления или высокой плотности (ПЭНД).

Контрольные вопросы

1 Классификация полимеров?

2. Назовите особые свойства ПМ?

3. Основные недостатки ПМ?

4. Методы переработки ПМ в изделия?

5. Потребители ПМ?

Список литературы

3. Андреева А. В. Основы физикохимии и технологии композитов: Учеб. пособие для вузов. - М.: ИПРЖР, 2001. - 192 с.: ил.

4. 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., ил.

5. 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.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Определение соотношения компонентов в полученном композиционном материале

Цель: научиться определять соотношение компонентов в материале методом выжигания и гравиметрическим методами.

Оборудование и образцы

1. Образцы композиционного материала.
2. Весы с точностью до 0,001 г.
3. Муфельная печь.
4. Эксикатор.
5. Тигли.

Порядок выполнения работы

Определение соотношения компонентов по методу выжигания

1. Ход работы: готовят не менее трех образцов композиционного материала любой формы и размеров.

Тигли прокаливают в муфельной печи при температуре (650 ± 5)°С в течение 20 мин и охлаждают в эксикаторе.

Образцы КМ взвешивают на электронных весах с точностью до 0,001 г и помещают в предварительно взвешенные с такой же точностью тигли. Тигли с материалом переносят в муфельную печь при температуре (650 ± 5) °С на 15–20 мин, чтобы выжечь связующее. Затем тигли помещают в эксикатор и охлаждают до комнатной температуры, после чего взвешивают с той же точностью.

2. Массовые доли наполнителя и связующего в процентах определяют из соотношений:

$$\mathrm{C_a} = \frac{m_a}{m_{\mathrm{КМ}}}, \qquad \mathrm{C_c} = 1 - \mathrm{C_a}$$

где m_a – масса остатка после прокаливания, г; $m_{км}$ – исходная масса образца композиционного материала, г.

3. Для определения объемного содержания наполнителя P_a необходимо знать плотность композиционного материала и наполнителя:

$$\mathrm{P_a} = \frac{m_a/\rho_{\mathrm{км}}}{m_{\mathrm{км}}/\rho_{\mathrm{a}}}$$

где $\rho_{км}$, ρ_a - плотности композиционного материала и наполнителя соответственно, г/см3.

4. Приведенные расчеты предполагают отсутствие пор в исходном материале. Если материал пористый, то необходимо проводить расчеты с учетом пористости. Если известна плотность матрицы, то можно определить объемное содержание пор P_p

$$P_p = 1 - \frac{\frac{m_a}{\rho_a} + (m_{\mathrm{км}} - m_a)/\rho_c}{m_{\mathrm{км}}/\rho_{\mathrm{км}}}$$

где $\rho_{км}$, ρ_a, ρ_c – плотности композиционного материала, наполнителя и связующего соответственно, г/см3.

5. По результатам эксперимента заполняют таблицу. Сравнивают полученное значение степени наполнения с заданной изначально, делают вывод.

Список литературы

1. Кордикова Е.И. Композиционные материалы. – Минск: Изд-во БГТУ, 2007. – 232 с.

2. Композиционные материалы: справочник / под ред. В. В. Васильева. – М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.

3. Композиционные материалы: справочник / под ред. Д. М. Карпиноса. – Киев:

Наукова думка, 1985. – 591 с.

4. Любин, Дж. Справочник по композиционным материалам: в 2 т. / под ред. Дж. Любина. – М.: Машиностроение, 1989. – 2 т.

7.3.3. Текущий контроль (тестирование)

(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3)

Примеры тестовых заданий:

1 Какую роль играет наполнитель для композиционного материала?

- определяет уровень рабочей температуры всей системы
- оказывает определяющее влияние на свойства композита
- воспринимает и перераспределяет нагрузки от внешних сил
- определяет работоспособность в агрессивной среде

2 Какие из перечисленных полимеров относятся к группе композиционных?

- Гетинакс
- Капрон
- Углепластик
- Фторопласт
- Текстолит

3 Зависят ли свойства изделий из полимерных композиционных материалов от технологии их формования?

- да, безусловно
- нет, не зависят
- по-разному при различных температурных режимах

4 Что используют в качестве армирующих наполнителей в композиционных материалах?

- порошки
- гранулы
- волокна

5 Что является сдерживающим фактором в применении наноразмерных наполнителей для КМ?

- отсутствие технологий
- недоступность сырья
- высокая стоимость

6 К чему приводит введение наноразмерного наполнителя в композиционный материал?

- удешевляет его
- улучшает его механические характеристики
- упрощает процесс формования

7 Каким из предложенных методов могут быть получены нанопорошки металлов для изготовления КМ?

- растворение металла

- истирание металла
- испарение металла

7.3.4. Промежуточный контроль (вопросы к экзамену)
(формирование компетенций ОПК-1, ОПК-5 и ПК-3)

Примерные вопросы к экзамену (1 семестр)

1. Классификация композиционных материалов.
2. Критерии конструирования композита.
3. Основные свойства композиционных материалов.
4. Периодический закон Д.И. Менделеева и свойства элементов.
5. Электронная структура и типы связей элементов и соединений.
6. Основные виды фазовых диаграмм двухкомпонентных систем.
7. Фазовые превращения металлических структур.
8. Условия образования и виды твердых растворов.
9. Влияние на фазовые переходы внешних полей и размеров компонентов композита.
10. Зонная теория твердых тел.
11. Основные свойства металлов.
12. Основные свойства полупроводников.
13. Основные свойства полимеров.
14. Основные свойства жидких кристаллов.
15. Основные свойства стекла.
16. Основные свойства керамики.
17. Термодинамика. Основные законы классической термодинамики и термодинамические функции состояния системы.
18. Обобщенное уравнение термодинамики для систем с поверхностями раздела.
19. Пути развития термодинамики: от равновесной к неравновесной нелинейной.
20. Межфазное взаимодействие, совместимость компонентов, стабильность границы и прочность композита.
21. Общее определение физических свойств композита. X-Y-эффект.
22. Упругие свойства композита, армированного непрерывными волокнами.
23. Упругие свойства порошковых композитов.
24. Прочность композита, армированного непрерывными волокнами.
25. Прочность при растяжении композита, армированного дискретными волокнами.
26. Вязкость разрушения композита.
27. Адгезия и смачивание в композитах. Основные определения.
28. Формирование межфазного контакта. Уравнения Дюпре и Юнга.
29. Адгезия композиционных материалов.
30. Смачивание и его роль в технологии и природе.
31. Процессы адгезии, смачивания и актуальные научные задачи получения стабильных композитов.
32. Примеры композитов на основе металлической матрицы.
33. Общая характеристика методов получения композитов с металлической матрицей.
34. Технологические процессы получения и обработки металлических композиционных

материалов.

35. Методы получения композитов.
36. Низкотемпературные методы изготовления композитов с металлической матрицей.
37. Металлические волокнистые композиционные материалы.
38. Области применения металлических волокнистых композиционных материалов.
39. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
40. Области применения дисперсно-упрочненных композиционных материалов.
41. Псевдосплавы.
42. Методы получения псевдосплавов.
43. Области применения псевдосплавов.
44. Эвтектические композиционные материалы.

Примерные вопросы к экзамену (2 семестр)

1. Основные виды связующих и их свойства.
2 Термореактивные связующие (олигомеры) и их основные свойства.
3. Термопластичные связующие (полимеры) и их основные свойства.
4. Модифицированные матричные полимеры.
5. Дисперсные наполнители.
6. Волокнистые наполнители.
7. Слоистые наполнители.
8. Зернистые наполнители.
9. Общие сведения об армирующих элементах.
10. Стекловолокнистые армирующие элементы.
11. Углеволокнистые армирующие элементы.
12. Технология получения углеволокнистхе армирующих элементов.
13. Органоволокнистые армирующие элементы.
14. Технология получения органоволокнистых армирующих элементов.
15. Бороволокнистые армирующие элементы.
16. Технология получения бороволокнистых армирующих элементов.
17. Базальтоволокнистые армирующие элементы.
18. Технология получения базальтоволокнистых армирующих элементов.
19. Керамиковолокнистые армирующие элементы.
20. Технология получения керамиковолокнистых армирующих элементов.
21. Оценка основных характеристик дисперсных наполнителей.
22. Подготовка полимерных связующих перед изготовлением ПМ.
23. Получение премиксов.
24. Получение препрегов.
25. Получение волокнитов.
26. Технология получения полуфабрикатов армированных пластиков.
27. Технологический процесс получения полуфабрикатов АП жидкофазным совмещением компонентов.
28. Технологические характеристики волокнистых наполнителей.
29. Методы жидкофазного совмещения связующих с наполнителем.
30. Технология изготовления полуфабрикатов АП твердофазным совмещением

компонентов.

31. Выкладка в форме.
32. Выкладка сухих пакетов.
33. Пултрузия и роллтрузия.
34. Напыление волокна и связующего.
35. Формирование геометрии и структуры плетением.
36. Технология формирования ПКМ намоткой.
37. Общие сведения о формовании.
38. Контактное формование.
39. Прессовое формование.
40. Пневмогидрокомпрессионное формование.
41. Термокомпрессионное формование.
42. Выбор метода формования из условий нагруженности деталей.

Образец экзаменационного билета

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

Факультет **Полиграфический институт**
Кафедра **Инновационные материалы принтмедиаиндустрии**
Дисциплина **Материаловедение и технологии композитов**
Направление подготовки **22.04.01 Материаловедение и технологии композитов**
Курс ___, группа **_____,** форма обучения **очная**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Межфазное взаимодействие, совместимость компонентов, стабильность границы и прочность композита.
2. Технологические процессы получения и обработки металлических композиционных материалов.
3. Эвтектические композиционные материалы.