

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.14 «Композиционные материалы с дисперсным наполнением»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **22.03.01**

Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль, специализация): **Материаловедение и технологии композиционных материалов**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Форма обучения: **очная**

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	доцент	Е.А. Головина
Согласовал	Зав. кафедрой «ССМ»	С.В. Ананьин
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.С. Ананьева

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-2	Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1	Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
		ПК-2.2	Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3	Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1	Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Физическая химия, Химическая физика поверхности, Химия полимеров
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Композиционные материалы специального назначения

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	32	0	60	57

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 7

Лекционные занятия (16ч.)

1. Основные характеристики дисперсных наполнителей. Связь состава и структуры материалов с физико-механическими, технологическими свойствами наполнителей {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,4,6,7] Классификация композитов, наполненных частицами. Сравнение композитов с волокнистым и дисперсным наполнителем. Формы частиц. Распределение частиц по размерам. Удельная поверхность. Химический состав частиц. Характер упаковки частиц. Системы с максимально плотной упаковкой частиц. Системы с минимальной плотностью упаковки. Физические свойства дисперсных наполнителей. Химические свойства дисперсных наполнителей. Физико-механические свойства: прочность, деформативность, модуль Юнга, соотношение модулей матрицы и наполнителя. Реологические свойства (коэффициент Эйнштейна, его смысл, влияние геометрии частиц на реологические свойства композиции)

2. Основные характеристики дисперсных наполнителей. Основные характеристики дисперсных наполнителей. Связь состава и структуры материалов с физико-механическими свойствами наполнителей(2ч.)[2,3,6,7,8] Влияние степени наполнения, размеры частиц и пространственного их распределения на прочностные и деформативные свойства. Описание основных механизмов и возможностей усиления. Изменение модуля Юнга при наполнении

3. Влияние дисперсных наполнителей на свойства наполненных композиций. Проектирование материала, удовлетворяющего требуемым эксплуатационным свойствам изделия(2ч.)[2,4,8] Структурообразование в матрицах при создании ПКМ с дисперсным наполнителем при высоких степенях наполнения. Механизм разрушения высоконаполненных композиций.

4. Влияние дисперсных наполнителей на свойства наполненных композиций. Проектирование дисперснонаполненного материала, удовлетворяющего требуемым эксплуатационным свойствам изделия(4ч.)[2,3,5,6] Роль адгезии в зависимости от размера частиц, степени наполнения и природы наполнителя. Расположение трещины, ее геометрия и путь разрушения. Распространение фронта растущей трещины вблизи частиц. Упругие свойства неоднородных материалов хаотической структуры. Влияние остаточных термических напряжений на образование трещины. Влияние размера частиц на продвижение фронта трещины перед разрушением. Влияние степени наполнения на прочность композитов. Влияние типа и количества наполнителя на трещиностойкость

наполненных КМ в отвержденном состоянии. Влияние формы частиц на модули упругости композитов. Зависимость прочности от наличия трещин, возникших либо до приложения напряжений, либо в процессе нагружения. Влияние шероховатости поверхности на изменение энергии разрушения.

5. Разработка и обоснование технологии изготовления изделия из композиционных материалов. Параметры усиления наполненных систем(2ч.)[2,5,7,8] Разрушение композитов с дисперсными частицами в хрупкой матрице. Распределение напряжений в пластичной матрице. Уравнение разрушения Гриффитса. Соотношение Девиджа и Грина для вычисления критического размера частицы.

6. Высоконаполненные композиции(2ч.)[2,6,7,8] Зависимость физических свойств системы, состоящей из регулярной или нерегулярной упаковки частиц в матрице. Модуль упругости композитов с дисперсными частицами. Размерные параметры дисперсного компонента, влияющие на прочность композита.

Лабораторные работы (32ч.)

1. Системы с минимальной и максимальной плотностью упаковки(6ч.)[1,4] Основные способы подбора функций для систем с различной плотностью упаковки. Понятия диаметра эквивалентной сферы. Построение кривых распределения частиц по размерам.

2. Влияние частиц наполнителя на свойства наполненных пластиков(10ч.)[1,8] Фактор формы, его влияние на изменение реологии. Применение управления Эйнштейна. Размер частиц и механизм усиления. Влияние свойств поверхности на структурообразование в матрице. Пространственное распределение частиц и усиление при различных видах нагружения

3. Основы теории перколяции(6ч.)[1] Кластерообразование в системе наполненных пластиков. Типы кластеров. Теория перколяции. Порог перколяции. Специфика перколяционных задач для композитов. Численные методы решения краевых задач теории упругости. Кластеры в структуре высоконаполненных композиций. Зависимость механизма разрушения от типа кластера. Основные методы моделирования наполненных систем с помощью теории перколяции

4. Адгезионное взаимодействие в ПКМ с дисперсным наполнителем(10ч.)[1,3,4,5,8] Влияние адгезии на прочностные свойства пластиков в зависимости от: а) размера частиц; б) формы частиц; в) природа матрицы; г) природа частицы; д) вида деформирования.

Самостоятельная работа (60ч.)

1. Подготовка к лекциям(20ч.)[2,3,6,8]

2. Подготовка к лабораторным работам (защита отчетов по лабораторным работам)(20ч.)[1,2]

3. Подготовка к зачету(20ч.)[2,3,4,5,6,7,8]

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Головина Е. А. Метод. указания к лаб. практикуму "Принципы формирования дисперсно-упрочненных композиц.материалов" [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2009.— Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/golovina_met_dukm.pdf, авторизованный

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Головина Е. А. Курс лекций по дисциплине "Принципы формирования дисперсно-упрочненных композиционных материалов" [Электронный ресурс]: Курс лекций.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2013.— Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina-dukmlc.pdf>, авторизованный

3. Переработка полимерных материалов: технологии последнего поколения / Н.В. Улитин, В.Г. Бортников, К.А. Терещенко и др. ; под ред. В.Г. Бортникова ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 124 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561121> (дата обращения: 08.12.2020). – ISBN 978-5-7882-2351-3. – Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

4. Основные характеристики волокнистых, нитевидных и тканых наполнителей композиционных материалов : учебное пособие / Г.Г. Богатеев, К.В. Микрюков, Д.Г. Богатеев, В.Х. Абдуллина ; под ред. И.А. Абдуллина ; Казанский государственный технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. – 131 с. : ил., схемы, табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270570> (дата обращения: 11.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-0881-7. – Текст : электронный.

5. Композиционные материалы на основе поливинилхлорида для машиностроения : учебное пособие / Е.М. Готлиб, Э.Р. Галимов, Н.Я. Галимова и др. ; Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт. – Казань : Казанский федеральный университет (КФУ), 2016. – 178 с. : ил.,табл.,

схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480116> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00019-589-5. – Текст : электронный.

6. Материаловедение для транспортного машиностроения : учебное пособие / Э. Р. Галимов, Л. В. Тарасенко, М. В. Унчикова, А. Л. Абдуллин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1527-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/30195> (дата обращения: 08.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Дисперсно-наполненные полимерные нанокомпозиты / Г.В. Козлов, Г.Е. Заиков, О.В. Стоянов, А.М. Кочнев ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2012. – 125 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258354> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1315-6. – Текст : электронный.

8. Кошевар, В.Д. Органо-минеральные дисперсии. Регулирование их свойств и применение / В.Д. Кошевар. – Минск : Белорусская наука, 2008. – 312 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=86723> (дата обращения: 08.12.2020). – ISBN 978-985-08-0978-0. – Текст : электронный.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

9. <https://cyberleninka.ru/article/n/dispersno-napolnennye-kompozitsionnye-materialy-na-osnove-polivinilhlorida>

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть

Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	SOLIDWORKS 2015
3	Windows
4	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru)
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
помещения для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».