

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

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ  
Кустов

С.Л.

## **Рабочая программа дисциплины**

**Код и наименование дисциплины: Б1.В.18 «Технология модификации свойств материалов»**

**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**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Е.А. Головина
Согласовал	Зав. кафедрой «ССМ»	С.В. Морозов
	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.	Методы испытаний полимерных и композиционных материалов, Неметаллические и полимерные материалы, Технологические процессы, оборудование, оснастка и инструмент, Физическая химия
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	

**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: 6 / 216

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	28	28	12	148	85

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 7**

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	16	0	76	43

### Лекционные занятия (16ч.)

1. Выбор методов модификации полимерных материалов в области технологии модификации свойств материалов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов {беседа} (2ч.) [3,4,6] Модификация полимеров, понятие модификации. Факторы, обуславливающие необходимость модификации. Физико-химические основы модификации

2. Выбор методов модификации полимерных материалов в области технологии модификации свойств материалов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов {беседа} (2ч.) [3,4,5,7] Классификация методов модификации полимерных материалов по характеру протекающих процессов, по этапности осуществления, по направленности влияния на свойства, по глубине протекания, по стадии осуществления. Эффективность методов. Влияние методов на характер структурообразующих процессов. Проблема трансляции улучшенных свойств полимеров в композиционный материал

3. Способы физической и химической модификации, позволяющие спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия {беседа} (2ч.) [3,4,7] Структурообразование в полимерных материалах.

Понятие структуры сетчатого полимера. Особенности структурной организации полимерных материалов. Топологическая структура полимера. Понятие цикла, классификация циклов, плотность сшивки, активные и неактивные цепи. Представление топологической структуры полимера в виде графа. Надмолекулярная структура. Морфология (глобулы, сферолиты, фибриллы, кристаллиты). Влияние состава полимера, режимов структурообразования на морфологию полимера.

4. Способы физической и химической модификации, позволяющие спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия {беседа} (4ч.) [3,4,6] Основные способы химической модификации.

Основные принципы проведения химической модификации полимерных материалов. Способы физической модификации: окисление, радиационное облучение, взаимодействие с аномальными звеньями полимеров, прививка, формирование трехмерной структуры, координационная модификация, сэндвич-модификация

5. Способы физической и химической модификации, позволяющие спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным

свойствам изделия {беседа} (4ч.)[3,4,5] Основные способы физической модификации.

Основные принципы проведения физической модификации полимерных материалов. Способы физической модификации: структурообразование, наполнение, смешение, ориентация, пластификация, термическая обработка.

6. Способы физической и химической модификации, позволяющие спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия {беседа} (2ч.)[3,4,5,7] Модификация многокомпонентными системами.

Основные задачи модификации многокомпонентными системами. Механизмы модификации (суперпозиции, активации, синергизм). Концепции модификации: структурная регуляризация, концепция переходного состояния.

#### Лабораторные работы (16ч.)

1. Установление необходимого количества катализатора отверждения УП 606/2 эмпирическим путем и расчет эквимольного количества полифункционального отвердителя по соотношению реакционноспособных групп в молекулах олигомера и отвердителя(6ч.)[1,2] Эмпирически установленное количество катализатора должно находиться в пределах 1-5 %, а эквимольное соотношение отвердителя (ангидрида) рассчитывается из условия бифункциональности эпоксидной группы смолы и ангидридной группы

2. Прогнозирование упруго-прочностных свойств полимерных материалов наполненных частицами известной формы(10ч.)[1,2] Получить количественные характеристики прочности и модуля упругости эпоксидного связующего марки ЭД-22 и ЭХД-МК, наполненных дисперсными частицами сферической, кубической и чешуйчатой формы, с размерами не более 3 мкм с применением моделей Бруггемана и Лущейкина

#### Самостоятельная работа (76ч.)

1. Проработка теоретического материала(16ч.)[1,3] Работа с конспектом лекций, учебными пособиями

2. Подготовка к контрольным работам(11ч.)[3,4,5,6,7]

3. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ(16ч.)[1,2]

4. Учебно-исследовательская работа(6ч.)[5,7] Принципы создания композиционных материалов

5. Подготовка к зачету(27ч.)[3,4,5,6,7]

#### Семестр: 8

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 3 / 108

## Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
12	12	12	72	41

### Лекционные занятия (12ч.)

**1. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах. Установление связи состава, структуры и свойств компонентов материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами {беседа} (2ч.) [3,4,5,7] Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах Цели и способы модификации поверхности волокнистых наполнителей. Влияние модификации на формирование межфазного слоя в композиционных материалах и свойства композита в целом. Оценка эффективности методов модификации поверхности.**

**2. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах. Установление связи состава, структуры и свойств компонентов материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами {беседа} (2ч.) [3,4,5,6,7] Механизм взаимодействия в граничных слоях стеклопластиков армированных модифицированными волокнами**

Основные требования к модификаторам стекловолокна и возможности их реализации. Явления и процессы на границе раздела стекловолоконно-замазливатель. Влияние замазливателей на технологическую переработку стекловолокна и его свойства. Особенность взаимодействия модифицированное стекловолокно-полимерная матрица.

**3. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах. Установление связи состава, структуры и свойств компонентов материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами {беседа} (4ч.) [3,4,5,7] Модификация органических волокон**

Требования к органическим волокнам и пути улучшения их эксплуатационных свойств. Метод привитой сополимеризации. Модификация волокна при его синтезе и формовании, при ориентационной вытяжке. Модификация поверхности готовых волокон. Смачивание, адгезия и адгезионная прочность в системе органическое волокно - полимерная матрица. Свойства органоластиков и гибридных композитов на основе модифицированных волокон

**4. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах. Установление связи состава, структуры и свойств компонентов материалов с технологическими и эксплуатационными свойствами {беседа} (4ч.) [3,4,5,6,7] Модификация поверхности углеродных волокон и свойства углепластиков**

Общие характеристики углепластика. Особенности получения и поверхностные свойства углеродных волокон. Особенности взаимодействия полимерных связующих с модифицированной поверхностью углеродных

**ВОЛОКОН.**

**Практические занятия (12ч.)**

- 1. Влияние модификации на формирование межфазного слоя в композиционных материалах и свойства композита в целом. Оценка эффективности методов модификации поверхности(4ч.)[3,5]**
- 2. Метод привитой сополимеризации. Модификация волокна при его синтезе и формовании, при ориентационной вытяжке. Модификация поверхности готовых волокон.(4ч.)[3,6]**
- 3. Особенности получения и поверхностные свойства углеродных волокон. Особенности взаимодействия полимерных связующих с модифицированной поверхностью углеродных волокон.(4ч.)[3,7]**

**Лабораторные работы (12ч.)**

- 1. Модификация поверхности армирующих волокон различной химической природы(6ч.)[1,2] Установление необходимого количества модификатора эмпирическим путем и проверка эффективности модификации по прочностным свойствам обработанных волокон к стандартным волокнам  $\sigma/\sigma_0$ .**
- 2. Прогнозирование упруго-прочностных свойств полимерных композиционных материалов, наполненных модифицированными и необработанными волокнами(6ч.)[1,2,7] Получить количественные и качественные характеристики прочности и модуля упругости микропластиков на основе эпоксидного связующего марки ЭД-22.**

**Самостоятельная работа (72ч.)**

- 1. Подготовка к контрольным работам(12ч.)[3,4,5,6,7]**
- 2. Подготовка к практическим занятиям(12ч.)[3,4,5,6,7]**
- 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ(12ч.)[1,2,4,5,7]**
- 4. Подготовка к экзамену(36ч.)[3,4,5,6,7,8]**
- 5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Головина Е. А. Методические указания к лабораторному практикуму по курсу "Технология наполненных пластиков" [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2013. – 89 с. – Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina-tnp.pdf>,

авторизованный

2. Ананьева Е.С. Методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Технология модификации свойств материалов» [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2013. –38 с. – Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Ananeva\\_tmsm.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Ananeva_tmsm.pdf), авторизованный

## 6. Перечень учебной литературы

### 6.1. Основная литература

3. Головина Е. А. Курс лекций по дисциплине "Технология модификации свойств материалов" [Электронный ресурс]: Курс лекций.– Электрон. дан.– Барнаул: АлтГТУ, 2014.– Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina\\_tehm.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Golovina_tehm.pdf), авторизованный

4. Бурдикова, Т.В. Адгезионная прочность композиционных материалов : учебное пособие / Т.В. Бурдикова, А.М. Коробков, Е.Г. Белов ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. – 148 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500568> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-2424-4. – Текст : электронный.

### 6.2. Дополнительная литература

5. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян Н.С., Ениколопов Н.С. Принципы создания композиционных материалов. – М.: Химия, 1990. – 240 с. – 23 экз.

6. Растворы в химии и технологии модифицирования полимерных материалов: Проблемы химии растворов. – Иваново : Иваново, 2014. – 543 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468717> (дата обращения: 08.12.2020). – ISBN 978-5-85229-491-3. – Текст : электронный.

7. Волинский, А.Л. Роль поверхностных явлений в структурно-механической поведении твердых полимеров / А.Л. Волинский, Н.Ф. Бакеев. – Москва : Физматлит, 2014. – 534 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275432> (дата обращения: 08.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9221-1541-4. – Текст : электронный.

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

8. <http://www.sci-lib.com/>

**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.

**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	Windows
3	Антивирус Kaspersky

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	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. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

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

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

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».