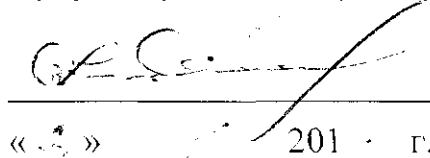


Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор БГТУ по учебной работе

 А.А.Сакович

« 3 » _____ 2017 г.

Регистрационный № УД-228 /уч

ФИЗИКОХИМИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1–36 01 08 «Конструирование и производство
изделий из композиционных материалов»**

2017 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-36 01 08-2013 специальности 1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов», утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30 августа 2013 г. №88 и учебного плана специальности № 36-1-004/уч. от 15.07.2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е. И. Корликова – доцент кафедры механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. П. Крень – заведующий лабораторией контактно-динамических методов контроля Государственного научного учреждения «Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси», доктор технических наук.

А. И. Клындюк – доцент кафедры физической и коллоидной химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»
(протокол № 3 от 29 сентября 2017 г);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»
(протокол № 1 от 2.10 2017 г);

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Цель и задача учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является специальная базовая подготовка студентов, обучающихся по специальностям 1-36-01-08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» в области физики и химии композиционных материалов.

Задачей курса является изучение физических и физико-химических явлений, сопровождающих процессы получения композиционных материалов, обработки и эксплуатации изделий из них, общих закономерностей формирования межфазного слоя и роли его структуры в формировании свойств материалов и изделий, работающих в конкретных условиях эксплуатации.

Объектами изучения являются полимерные композиционные материалы, а также физические и физико-химические явления, сопровождающие процессы их получения, обработки и эксплуатации.

1.2. Связь с другими учебными дисциплинами

При изучении дисциплины «Физикохимия композиционных материалов» широко используют понятия и методы, являющиеся предметом изучения следующих базовых дисциплин: «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Физика».

Рассмотренный в курсе материал является базой для дальнейшего изучения специальных дисциплин и способствует углублению знаний в области физической химии, приобретению умений и навыков анализа процессов, протекающих в гетерогенных системах, с учетом реальной структуры твердого тела.

1.3. Требования к освоению учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны

знать:

- основные классы современных композиционных материалов, их свойства и области применения, принципы выбора материалов и компонентов, основные технологические процессы производства и обработки материалов;
- закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, влияние структурных характеристик на свойства;
- структурные особенности твердых тел, связанные с наличием дефектных состояний;

уметь:

- выбирать композиционные материалы для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности изделий;
- использовать взаимосвязь свойств компонентов и структуры для формирования эксплуатационных характеристик композиционных материалов;

владеть:

- знаниями по использованию методов структурного анализа и определения физических и физико-механических свойств композиционных материалов, техники проведения экспериментов и статистической обработки экспериментальных данных;

- навыками использования на практике современных представлений физикохимии о влиянии микро- и наномасштаба на свойства материалов;
- навыками оценки основных параметров веществ с использованием физико-химических моделей;
- навыками использования взаимосвязи свойств веществ и структуры для формирования эксплуатационных характеристик современных материалов, удовлетворяющих заданному комплексу требований, и оптимизации режимов тех или иных операций, направленных на повышение качества и экономических параметров изделий.

1.4. Требования к компетенциям специалиста

Академические компетенции

Студент должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью)
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Социально-личностные компетенции

Студент должен:

- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

Профессиональные компетенции

Студент должен быть способен:

- ПК-1. Проводить научные исследования и разработки с использованием современных информационных технологий.
- ПК-5. Разрабатывать методы и технические средства экспериментального исследования материалов, изделий и процессов, метрологического, программного, организационно-методического обеспечения.

1.5. Структура и содержание учебной дисциплины

Данная программа разработана в соответствии с учебным планом для специальности 1–36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов».

Форма получения высшего образования – очная, дневная.

На изучение дисциплины отводится 60 часов, в том числе 36 часов аудиторных занятий, из них 26 часов лекций и 10 часов лабораторных занятий.

По окончании изучения дисциплины рекомендуется сдавать зачет.

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Строение, структура и основные свойства твердых тел

1.1. Кристаллические и аморфные твердые тела. Кристаллические твердые тела. Металлические и ионные кристаллы. Ковалентные и молекулярные кристаллы. Кристаллы с водородным типом связи. Аморфные вещества. Связь структура – свойства.

1.2. Строение и структура полимерных материалов. Понятия о мономере, полимере, элементарном звене, степени полимеризации. Понятие о молекулярной массе полимеров. Конформация цепи и конформационные превращения. Надмолекулярная структура полимеров.

Строение и структура полимерных композиционных материалов. Композиционные материалы как гетерогенные системы, состоящие из нескольких фаз.

1.3. Физико-химические и механические свойства основных групп материалов: металлов, сплавов, керамики, полимерных и композиционных материалов. Особенности физического поведения, релаксационные процессы.

Раздел 2. Агрегатные, физические и фазовые состояния и их влияние на структуру и свойства материалов

2.1. Агрегатные и физические состояния основных групп материалов. Понятие фазы и фазового состояния. Физические состояния и фазовые переходы в металлах и керамике. Основные виды фазовых диаграмм. Фазовые превращения металлических структур.

2.2. Физические состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее. Фазовые переходы в полимерах и композиционных материалах. Основные свойства полимеров и композитов в различных фазовых состояниях: плотность, вязкость, прочность, жесткость и др.

2.3. Процессы в отверждающихся системах. Механизмы и способы отверждения. Использование отвердителей, инициаторов, УФ-, лазерного излучения. Особенности прохождения процессов.

Усадка химическая и термическая. Механизм усадки для различных групп материалов: металлы, керамика, термопластичные и терморезистивные полимеры, композиционные материалы. Влияние различных параметров на величину усадки.

Раздел 3. Основы физической химии поверхностных явлений

3.1. Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностная энергия. Поверхностное напряжение. Несовершенства и неоднородности поверхности твердого тела.

3.2. Смачивание, аутогезия, когезия и адгезия. Термодинамика смачивания, краевого угол смачивания. Закон Юнга. Характеристики смачиваемости. Поверхности с различной энергией и смачивание. Различные факторы, определяющие смачивание.

3.3. Понятие адгезии. Формирование адгезионного контакта. Морфология твердой поверхности. Работа адгезии. Уравнение Дюпре. Механизмы адгезии. Энергия когезии. Адсорбция на границе твердое тело–жидкость.

Раздел 4. Термодинамика и кинетика взаимодействия и физико-химические модели систем и процессов

4.1. Межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Межфазное взаимодействие, совместимость компонентов. Термодинамика в межфазных взаимодействиях.

4.2. Реакционная способность порошков. Повышение активности вещества в дисперсном состоянии. Сплавление (наплавление). Стадии процесса спекания. Твердофазное спекание, стадии процесса. Жидкофазное спекание, особенности процесса.

4.3. Адгезия полимеров к различным материалам и системам.

Адгезия полимеров к пластмассам, каучукам и резинам, текстильным материалам, металлам, стеклу, органическим субстратам.

4.4. Адгезионное взаимодействие между застеклованными аморфными полимерами, находящимися в различных агрегатных и физических состояниях.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов СР	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6
1	Строение, структура и основные свойства твердых тел.	6	–	4	
1.1.	Кристаллические и аморфные твердые тела. Кристаллические твердые тела. Металлические и ионные кристаллы. Ковалентные и молекулярные кристаллы. Кристаллы с водородным типом связи. Аморфные вещества. Связь структура – свойства.	2	–	1	Зачет
1.2.	Строение и структура полимерных материалов. Понятия о мономере, полимере, элементарном звене, степени полимеризации. Понятие о молекулярной массе полимеров. Конформация цепи и конформационные превращения. Надмолекулярная структура полимеров. Строение и структура полимерных композиционных материалов. Композиционные материалы как гетерогенные системы, состоящие из нескольких фаз.	2	–	1	Зачет
1.3.	Физико-химические и механические свойства основных групп материалов: металлов, сплавов, керамики, полимерных и композиционных материалов. Особенности физического поведения, релаксационные процессы.	2	–	2	Зачет
2	Агрегатные, физические и фазовые состояния и их влияние на структуру и свойства материалов.	6	–	6	
2.1.	Агрегатные и физические состояния основных групп материалов. Понятие фазы и фазового состояния. Физические состояния и фазовые переходы в металлах и керамике. Основные виды фазовых диаграмм. Фазовые превращения металлических структур.	2	–	2	Зачет
2.2.	Физические состояния полимеров: стеклообразное, высокоэластическое, вязкотекучее. Фазовые переходы в полимерах и композиционных материалах. Основные свойства полимеров и композитов в различных фазовых состояниях: плотность, вязкость, прочность, жесткость и др.	2	–	2	Зачет

1	2	3	4	5	6
2.3.	Процессы в отверждающихся системах. Механизмы и способы отверждения. Использование отвердителей, инициаторов, УФ-, лазерного излучения. Особенности прохождения процессов. Усадка химическая и термическая. Механизм усадки для различных групп материалов: металлы, керамика, термопластичные и термореактивные полимеры, композиционные материалы. Влияние различных параметров на величину усадки.	2	–	2	Зачет
3	Основы физической химии поверхностных явлений.	6	2	6	
3.1.	Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностная энергия. Поверхностное напряжение. Несовершенства и неоднородности поверхности твердого тела.	2	–	2	Зачет
3.2.	Смачивание, аутогезия, когезия и адгезия. Термодинамика смачивания, краевого угла смачивания. Закон Юнга. Характеристики смачиваемости. Поверхности с различной энергией и смачивание. Различные факторы, определяющие смачивание.	2	2	2	Отчет по лабораторным работам с устной защитой, зачет
3.3.	Понятие адгезии. Формирование адгезионного контакта. Морфология твердой поверхности. Работа адгезии. Уравнение Дюпре. Механизмы адгезии. Энергия когезии. Адсорбция на границе твердое тело–жидкость.	2		2	Зачет
4	Термодинамика и кинетика взаимодействия и физико-химические модели систем и процессов	8	8	8	
4.1.	Межмолекулярное взаимодействие в полимерах. Межфазное взаимодействие, совместимость компонентов. Термодинамика в межфазных взаимодействиях.	2		2	Зачет
4.2.	Реакционная способность порошков. Повышение активности вещества в дисперсном состоянии. Сплавление (наплавление). Стадии процесса спекания. Твердофазное спекание, стадии процесса. Жидкофазное спекание, особенности процесса.	2	4	2	Отчет по лабораторным работам с устной защитой, зачет
4.3.	Адгезия полимеров к различным материалам и системам. Адгезия полимеров к пластмассам, каучукам и резинам, текстильным материалам, металлам, стеклу, органическим субстратам.	2	4	2	Отчет по лабораторным работам с устной защитой, зачет
4.4.	Адгезионное взаимодействие между застеклованными аморфными полимерами, находящимися в различных агрегатных и физических состояниях.	2		2	Зачет
	Всего	26	10	24	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Перечень основной литературы

№ п/п	Литература	Количество в библиотеке БГТУ
1	Поверхностные явления и дисперсные системы / А. А. Шершавина [и др.]. Минск: БГТУ, 2005. – 104 с.	411
2	Мэттьюз. Ф. Механика и технология композитных материалов Ф. Мэттьюз. Р. Роллингс. - М. : Техносфера. 2003. - 320 с.	2
3	Болтон. У. Конструкционные материалы. Металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты / У. Болтон. – М. : Изд-во Додэка-XXI. 2004, 2009. – 320 с.	4
4	Клындюк, А. И. Физическая химия, учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. И. Клындюк, Г. С. Петров, Минск : БГТУ, 2010. – 271 с	208
5	Клындюк, А. И. Поверхностные явления и дисперсные системы, учебное пособие для студентов высших учебных заведений по химико-технологическим специальностям. – Минск : БГТУ , 2011. – 315 с.	216

4.2. Перечень дополнительной литературы

№ п/п	Литература	Количество в библиотеке БГТУ
1	Фролов. Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. для вузов / Ю. Г. Фролов. – 2-е изд. – М.: Химия, 1988. – 464 с.	175
2	Керамические материалы / Г. Н. Масленникова, Р. А. Мамаладзе, С. Мидзута, К. Коумото. М. : Стройиздат, 1991. – 315 с.	9

4.3 Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине

Цель самостоятельной работы – закрепление знаний, формирование умений, навыков по изучаемой дисциплине, активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся, формирование умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний, формирование умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике. В рамках дисциплины предусмотрена *самостоятельная работа* в виде:

- освоения теоретического материала по учебным пособиям;
- оформления отчетов по лабораторным работам в аудитории во время проведения занятий в соответствии с расписанием.

Задания для самостоятельной проработки тем теоретического раздела курса выдаются преподавателем, читающим лекционный курс дисциплины, на лекции, посвященной данной тематике.

Задания по подготовке к лабораторным занятиям выдается преподавателем, ведущим занятия, в период их проведения. Защита лабораторных работ студентами проводится в присутствии преподавателя, выдавшего задание на выполнение

этого вида самостоятельной работы. Результаты текущего контроля знаний используются при проведении итогового контроля знаний (зачет).

Примерный перечень заданий для самостоятельной работы студентов

1. Ознакомиться с методами изучения и изменения надмолекулярной структуры полимерных материалов.
2. Провести сравнительный анализ термодинамических кривых для кристаллических и аморфных полимеров.
3. Описать диаграммы фазовых переходов в металлах и керамике.
4. Изучить понятие энергии активации процесса вязкого течения и отверждения в полимерах.
5. Проанализировать влияние различных факторов на процесс образования межфазных связей в гетерогенных системах.
6. Изучить методы определения равновесного краевого угла смачивания в различных системах.
7. Изучить методы определения и расчета адгезионной прочности для различных систем: полимер–полимер, полимер–субстрат.
8. Определить температурный диапазон процесса спекания для различных материалов.
9. Изучить механизм адгезионного взаимодействия между полимерами, находящимися в различных агрегатных состояниях.
10. Подготовиться к выполнению и защите лабораторных работ.


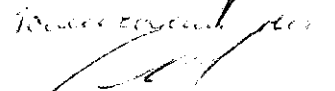
4.4. Перечни используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Диагностика компетенций студентов осуществляется на зачете. Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется по результатам достижения поставленных целей на лабораторных работах.

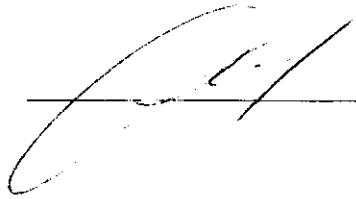
Для контроля качества усвоения знаний и оценки уровня знаний и умений студентов рекомендуется использовать следующие диагностические средства:

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой;
- зачет.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Основы материаловедения и структурообразования	Кафедра механики и конструирования	Замечаний нет 	
Технология конструкционных материалов	Кафедра механики и конструирования		

Заведующий кафедрой МиК
к.т.н., доцент



А.В.Спиглазов

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ФИЗИКОХИМИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
на 2018/2019 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить информационно-методическую часть: форма контроля знаний при проведении межсессионной аттестации – защита лабораторных работ, контрольная работа. Весовые коэффициенты: $K_{\text{межс1}} = 0,2$; $K_{\text{межс2}} = 0,3$; $K_{\text{тск}} = 0,5$	Положение о межсессионной аттестации студентов БГТУ, утвержденное 16.03.2018г. №121

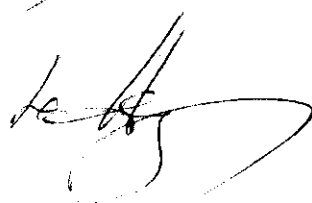
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 12 от 21.06.2018 г.)

Заведующий кафедрой МиК,
кандидат технических наук, доцент



А.В. Спиглазов

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета ХТиТ,
кандидат технических наук, доцент



Ю. А. Климош