Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 08.07.2024 10:25:49
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«13» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Физикохимия и механика композиционных материалов»

Направление подготовки/специальность
18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Профиль/специализация
Автоматизированное производство химических предприятий

Квалификация
Инженер

Формы обучения
Очная

Москва, 2024г.

Разработчик(и):

Доц.кафедры «Техника низких температур», к.т.н. /Д.Л.Лебедев/

Согласовано:
Зав.кафедрой «АОиАТП имени профессора
М.Б.Генералова»,

К.т.н. /А.С.Кирсанов/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 6
3. Структура и содержание дисциплины 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 10
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
7. Фонд оценочных средств 12

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» относится формирование у студентов системы теоретических знаний и практических навыков, необходимых для эффективной деятельности.

К **основным целям** освоения дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» следует отнести:

– глубокая профессиональная подготовка специалиста, обеспечивающая успешное освоение области знаний по применению композиционных материалов в химическом машиностроении.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Физикохимия и механика композиционных материалов» следует отнести:

– освоение современных областей знаний по закономерности деформирования и разрушения композиционных материалов при совместном действии на них технологических сред и механических факторов;

– освоение методов испытаний композиционных материалов, их аппаратурного оформления в химическом и нефтехимическом машиностроении.

Обучение по дисциплине «Физикохимия и механика композиционных материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-2. Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование при проведении научного и технологического эксперимента, проводить обработку и анализ полученных результатов	ИОПК-2.1 Знать основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования химико-технологических процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз; типовые процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета. ИОПК-2.2 Знать методы построения эмпирических (статистических) и физико-химических (теоретических) моделей химико-технологических процессов. ИОПК-2.3 Знать методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и/или физико-химических моделей. ИОПК-2.4 Знать основные принципы организации химического производства, его иерархической структуры; общие закономерности химических процессов; основные химические производства. ИОПК-2.5 Знать основы теории процесса в химическом реакторе, методологию исследования взаимодействия процессов

	химических превращений и явлений переноса на всех масштабных уровнях, методику выбора реактора и расчета процесса в нем; основные реакционные процессы и реакторы химической и нефтехимической технологии. ИОПК-2.6 Уметь определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи; рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного химико-технологического процесса. ИОПК-2.7 Уметь рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства. ИОПК-2.8 Уметь выбрать тип реактора и рассчитать технологические параметры для заданного процесса; определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе. ИОПК-2.9 Уметь определять основные статические и динамические характеристики объектов; выбирать рациональную систему регулирования технологического процесса; выбирать конкретные типы приборов для диагностики химико-технологического процесса. ИОПК-2.10 Уметь применять методы вычислительной математики и математической статистики для моделирования и оптимизации химико-технологических процессов. ИОПК-2.11 Владеть методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования. ИОПК-2.12 Владеть методами расчета и анализа процессов в химических реакторах, определения технологических показателей процесса; методами выбора химических реакторов. ИОПК-2.13 Владеть методами управления химико-технологическими системами и методами регулирования химико-технологических процессов.
ПК-2 Способен использовать технические средства автоматизации и механизации	ИПК-2.1 Знать вопросы теории и практики в области проектирования химических

процессов производства энергонасыщенных материалов	предприятий, технологических процессов и оборудования; основные стандартные пакеты автоматизированного проектирования отдельных стадий и всего процесса в целом. ИПК-2.2 Уметь применять на практике методы разработки и расчета энерго- и ресурсосберегающих машин и аппаратов. ИПК-2.3 Владеть вопросами применения перспективных технологий защиты окружающей среды и методов проведения экологического прогнозирования; основными стандартными пакетами автоматизированного проектирования отдельных стадий и всего процесса в целом.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физикохимия и механика композиционных материалов» относится к части факультативных дисциплин образовательной программы «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий», квалификация (степень) – специалист.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (36 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	
1	**Аудиторные занятия**	**36**	**36**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	18	18	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия	-	-	
2	**Самостоятельная работа**	**-**	**-**	
	В том числе:			
2.1	Доклад, сообщение			
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен			
	Итого	**36**	36	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№	Разделы/темы	Трудоемкость, час		
		Всего	Аудиторная работа	Самосто

п/п	дисциплины		Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	ятельна я работа
1	Классификация композиционных материалов. Методы переработки в изделия.		2	1			
2	Диаграмма растяжения кристаллических и аморфных полимеров. Релаксационные процессы.			1			
3	Физические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. Долговечность и длительная прочность.		2	1			
4	Элементы линейной теории вязкоупругости. Модели Максвелла, Кельвина, Максвелла-Томпсона.			1			
5	Модели композиционных материалов.		2	1			
6	Структура и свойства композитов. Анизотропия свойств и её регулирование.			1			
7	Влияние содержания компонентов и геометрических характеристик волокон на механические свойства композитов.		2	1			
8	Прочность и вязкость разрушения материалов. Особенности разрушения композитов.			1			
9	Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности. Влияние надрезов на вязкость разрушения.		2	1			
10	Определение поверхностной энергии разрушения по податливости образца. Работа разрушения. Ударные испытания.			1			
11	Разрушение композитов с дисперсными наполнителями.		2	1			
12	Разрушение композитов с непрерывными и короткими волокнами.			1			
13	Процессы и параметры, определяющие работоспособность ненапряжённых композитов.		2	1			
14	Факторы, определяющие работоспособность напряжённо-деформированных композитов.			1			
15	Кратковременные статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб и срез.		2	1			
16	Длительные испытания на долговечность и ползучесть.			1			
17	Испытания пластмасс на химическую стойкость, водопоглощение и старение.			1			

18	Испытания полимерных материалов на проницаемость агрессивными средами.		2	1			
Итого		**36**	**18**	**18**			

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Композиционные материалы.

Определение композиционного материала. Характерные признаки композитов. Основное назначение матрицы и наполнителя композиционного материала.

1.1. Классификация композиционных материалов.

Классификации композиционных материалов по природе компонентов и по конструктивному признаку. Влияние структуры композита на его свойства.

1.2. Методы переработки в изделия.

Открытые методы (контактное формование, напыление, намотка, центробежное формование) и закрытые методы (прессование, инжекционное формование, протяжка) переработки композиционных материалов в изделия.

Раздел 2. Механические свойства полимеров и композиционных материалов на их основе.

2.1. Диаграмма растяжения кристаллических и аморфных полимеров.

Изменение упругопластических характеристик кристаллических и аморфных полимеров под действием механических растягивающих нагрузок.

2.2. Релаксационные процессы.

Явления ползучести и релаксации в полимерных материалах. Влияние этих явлений на форму и характеристики изделия из полимера.

2.3. Физические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. Долговечность и длительная прочность.

Основные критерии прочности и долговечности твёрдых тел. Влияние на эти параметры различных видов механических нагрузок.

Раздел 3. Элементы линейной теории вязкоупругости.

3.1. Модели Максвелла, Кельвина и Максвелла-Томпсона.

Различные модели полимерных материалов на основе упругого и вязкого элементов механических моделей

3.2. Модели композиционных материалов.

Реологические модели композиционных материалов с различными вариантами расположения армирующего материала в матрице.

Раздел 4. Структурная механика композиционных материалов.

4.1. Структура и свойства композитов. Анизотропия свойств и её регулирование.

Влияние различных схем армирования на упругие свойства композиционного материала. Зависимость анизотропии свойств композита от ориентации арматуры и её концентрации.

4.2. Влияние содержания компонентов и геометрических характеристик волокон на механические свойства композитов.

Влияние объёмного содержания волокна различного диаметра на разрушающее напряжение и модуль упругости при растяжении композита. Зависимость прочности и устойчивости композита от геометрических параметров армирующих волокон.

Раздел 5. Основы линейной механики разрушения.

5.1. Прочность и вязкость разрушения материалов.

Основные стадии разрушения твёрдого тела. Вязкостный и хрупкий механизмы разрушения.

5.2. Особенности разрушения композитов.

Прогнозирование устойчивости композиционных материалов к распространению трещины, их статической и циклической прочности.

5.3. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности.

Вероятностный характер прочностных свойств композиционных материалов. Масштабный эффект прочности как следствие неоднородности структуры композитов.

5.4. Влияние надрезов на вязкость разрушения.

Влияние параметров надрезов и трещин на механизм разрушения композиционного материала.

5.5. Определение поверхностной энергии разрушения по податливости образца.

Основные методы и образцы для определения удельной поверхностной энергии по измерению податливости.

5.6. Работа разрушения.

Определение работы разрушения образцов с надрезом с помощью испытания на изгиб.

5.7. Ударные испытания.

Различные схемы ударных испытаний для оценки вязкости разрушения пластиков и полимерных композиционных материалов.

Раздел 6. Механика разрушения композиционных материалов.

6.1. Разрушение композитов с дисперсными наполнителями.

Влияние дисперсных наполнителей на поверхностную энергию разрушения. Механика разрушения хрупких и вязких композитов.

6.2. Разрушение композитов с непрерывными волокнами.

Связь между направлениями ориентации волокон и действующего напряжения в композиционном материале. Коэффициенты эффективности усиления волокнистых композитов с различным распределением волокон.

6.3. Разрушение композитов с короткими волокнами.

Влияние геометрических параметров дисперсных волокон на распределение напряжений в композиционном материале.

Раздел 7. Работоспособность композиционных материалов в химическом оборудовании.

7.1. Процессы и параметры, определяющие работоспособность ненапряжённых композитов.

Сорбция технологических сред материалами. Проницаемость сред через материалы. Изменение разрушающего напряжения при длительном контакте со средой.

7.2. Факторы, определяющие работоспособность напряжённо-деформированных композитов.

Массоперенос технологических сред в напряжённо-деформированных материалах. Долговечность материалов в контакте с агрессивными средами. Ползучесть материалов в агрессивных средах.

Раздел 8. Методы испытаний материалов.

8.1. Кратковременные статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб и срез.

Испытание плоских образцов на растяжение или сжатие. Испытание колец с помощью полудисков.

8.2. Длительные испытания на долговечность и ползучесть.

Испытания в условиях ползучести при растяжении в режиме постоянной силы и постоянного напряжения. Испытания пластмасс в агрессивных средах под нагрузкой.

8.3. Испытания пластмасс на химическую стойкость, водопоглощение и старение.

Оценочные показатели химической стойкости пластмасс в агрессивных средах. Поведение материала при совместном воздействии на него агрессивной среды, температуры и механических напряжений.

8.4. Испытания полимерных материалов на проницаемость агрессивными средами.

Диффузионная проницаемость полимеров. Мембранный, сорбционный и индикаторный методы диффузионных испытаний.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Вопросы для подготовки и обсуждения

- Процессы и параметры, определяющие работоспособность ненапряжённых композитов.
- Оценочные показатели химической стойкости пластмасс в агрессивных средах. Поведение материала при совместном воздействии на него агрессивной среды, температуры и механических напряжений.
- Связь между направлениями ориентации волокон и действующего напряжения в композиционном материале. Коэффициенты эффективности усиления волокнистых композитов с различным распределением волокон.

Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2010. – 224 с.

2. Пахомов В.С., Шевченко А.А. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии. – М.: Химия, КолосС, 2009. – 444 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Шевченко А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. – М.: Химия, КолосС, 2004. – 248 с.

2. Государственные стандарты, упомянутые в тексте программы.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. http://www.garant.ru/ - Справочная правовая система «Гарант».
2. http://www.diss.rsl.ru/ - Электронная библиотека диссертаций РГБ.
3. http://www.ebiblioteka.ru/ - базы данных East View.
4. https://scholar.google.ru - международная научная реферативная база данных.
5. https://academic.microsoft.com - международная научная реферативная база данных.
6. https://национальныепроекты.рф/ - Официальный сайт национальных проектов России.

5. Материально-техническое обеспечение

Аудитории и лаборатории кафедры «АОиАТП имени профессора М.Б.Генералова», оснащенные учебными стендами с соответствующим макетами и наглядными пособиями. Проектор, интерактивная доска.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

План работы по дисциплине.

Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать план наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, видам лекционных, проведение лабораторного практикума, практических занятий и контрольных работ.

Лекционное занятие

Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. Учитывать тот факт, что первый кризис внимания студентов наступает на 15–20-й минутах, второй – на 30–35-й минутах. В профессиональном общении исходить из того, что восприятие лекций студентами младших и старших курсов существенно отличается по готовности и умению.

Практические занятия.

Практические занятия проводятся в объеме, предусмотренном учебным планом по дисциплине. В ходе практических занятий проводятся рассмотрение теоретического материала на практике. Каждое занятие состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретические знания, необходимые для практических занятий, даны в методических рекомендациях в виде перечня вопросов «для обсуждения и самопроверки», которые студенты могут извлечь из материала соответствующей лекции и путем самостоятельного изучения рекомендованной литературы. На практических занятиях преподаватель совместно со студентами решает задачи, производят построение структурных, функциональных и принципиальных схем и расчета их.

Аттестация

При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для самостоятельного выполнения студентами расчетно-графических работ выпущены методические пособия, приведенные в списке литературы.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация обучающихся проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Государственные программы и проекты»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий

	собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.
Тест	Оценка преподавателя «зачтено/не зачтено», если результат тестирования по шкале (пункт 7.2.2) составляет более 55 %.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

7.2.1 Шкала оценивания реферата

Шкала оценивания	Описание
Неудовлетворительно	Не выполнены требования к написанию и защите реферата: неправильно оформлена работа, неправильно представлены результаты, не сформулирован вывод.
Удовлетворительно	Выполнены не все требования к написанию и защите реферата: неправильно оформлена работа, неправильно сформулирован вывод, но правильно представлены результаты.
Хорошо	Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении работы, неточности в формулировке выводов.
Отлично	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: сформулирован вывод, соблюдены требования к оформлению.

7.2.2 Шкала оценивания теста

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
Отлично	от 81% до 100%
Хорошо	от 61% до 80%
Удовлетворительно	от 41% до 60%
Неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1 Темы рефератов по дисциплине «Физикохимия и механика композиционных материалов»

a. Влияние содержания компонентов и геометрических характеристик волокон на механические свойства композитов.
b. Основы линейной механики разрушения.
c. Прочность и вязкость разрушения материалов.
d. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности.
e. Влияние надрезов на вязкость разрушения.

f. Определение поверхностной энергии разрушения по податливости образца.
g. Работа разрушения.
h. Механика разрушения композиционных материалов.
i. Разрушение композитов с непрерывными волокнами.

7.3.2.1. Пример тестовых вопросов по дисциплине «Физикохимия и механика композиционных материалов»

Тема: «Композитные материалы. Технологии нанесения защитных и декоративных покрытий»

1. ***Композиты – это …***

А. многокомпонентные материалы, состоящие из полимерной, металлической, углеродной, керамической или другой основы (матрицы), армированной наполнителями из волокон, нитевидных кристаллов, тонкодисперсных частиц и др;
Б. материалы на основе металлов, пластика и стекла;
В. материалы на основе сочетания сырья разного типа.

2. ***Классификация композитов:***

А- материалы с металлической матрицей –
Б- материалы с неметаллической матрицей –

3. ***Композитные материалы применяют в:***

а – строительстве зданий и сооружений;
б – в пищевом производстве;
в – машиновтроении;
г – в авиации;
д – в производстве игрушек;
е – в медицине.

4. ***Дайте характеристику композитам:***

1. Боропластик	***А.*** Он получается посредством сочетания сырья разного типа, при этом в качестве основного компонента выступает древесина. Каждый древесно-полимерный композит состоит из трех элементов: частиц измельченной древесины; термопластичного полимера (ПВХ, полиэтилена, полипропилена); комплекса химических добавок в виде модификаторов – их в составе материала до 5 %.
2. Стеклопластики	***Б.*** представлены в многообразии вариантов, что открывает большие возможности по их использованию в разных сферах, начиная от стоматологии и заканчивая производством авиационной техники.
1. Органопластики	***В.*** для армирования этих композиционных материалов используются стеклянные волокна, сформованные из расплавленного неорганического стекла. . Изначально они использовались при производстве антенных обтекателей в виде куполообразных конструкций.
1. Углепластики	***Г.*** свойства композитных материалов на основе полимеров дают возможность использовать их в самых разных

сферах. В них в качестве наполнителя используются углеродные волокна, получаемые из синтетических и природных волокон на основе целлюлозы, пеков.

1. Древесные композиты ***Д.*** Это многокомпонентные материалы, в основе которых лежат борные волокна, введенные в термореактивную полимерную матрицу. Сами волокна представлены мононитями, жгутами, которые оплетаются вспомогательной стеклянной нитью.

1. Полимерные композиты. ***Е.*** в этих композитах в качестве наполнителей выступают в основном синтетические волокна – жгуты, нити, ткани, бумага. Среди особенных свойств этих полимеров можно отметить низкую плотность, легкость по сравнению со стекло- и углепластиками, высокую прочность при растяжении и высокое сопротивление ударам и динамическим нагрузкам.

Ключ к тесту.

1. а
2. – матрица
3. ***А*** - Материалы с металлической матрицей на основе алюминия, магния, никеля и их сплавов обретают дополнительную прочность за счет волокнистых материалов или тугоплавких частиц, которые не растворяются в основном металле.

Б- Материалы с неметаллической матрицей в основе имеют полимеры, углерод или керамику.

1. а, в, г, д.
2. 1-д, 2-в, 3-е, 4-г, 5-а, 6-б.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация включает тематику пройденных занятий и ответы студентов в интерактивной беседе с преподавателем.

7.3.2.1. Вопросы к аттестации по дисциплине «Физикохимия и механика композиционных материалов»

Раздел 1. Композиционные материалы.

1.1. Классификация композиционных материалов.

1.2. Методы переработки в изделия.

Раздел 2. Механические свойства полимеров и композиционных материалов на их основе.

2.1. Диаграмма растяжения кристаллических и аморфных полимеров.

2.2. Релаксационные процессы.

2.3. Физические аспекты прочности и разрушения твёрдых тел. Долговечность и длительная прочность.

Раздел 3. Элементы линейной теории вязкоупругости.

3.1. Модели Максвелла, Кельвина и Максвелла-Томпсона.

3.2. Модели композиционных материалов.

Раздел 4. Структурная механика композиционных материалов.

4.1. Структура и свойства композитов. Анизотропия свойств и её регулирование.

4.2. Влияние содержания компонентов и геометрических характеристик волокон на механические свойства композитов.

Раздел 5. Основы линейной механики разрушения.

5.1. Прочность и вязкость разрушения материалов.

5.2. Особенности разрушения композитов.

5.3. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности.

5.4. Влияние надрезов на вязкость разрушения.

5.5. Определение поверхностной энергии разрушения по податливости образца.

5.6. Работа разрушения.

5.7. Ударные испытания.

Раздел 6. Механика разрушения композиционных материалов.

6.1. Разрушение композитов с дисперсными наполнителями.

6.2. Разрушение композитов с непрерывными волокнами.

6.3. Разрушение композитов с короткими волокнами.

Раздел 7. Работоспособность композиционных материалов в химическом оборудовании.

7.1. Процессы и параметры, определяющие работоспособность ненапряжённых композитов.

7.2. Факторы, определяющие работоспособность напряжённо-деформированных композитов.

Раздел 8. Методы испытаний материалов.

8.1. Кратковременные статические испытания на растяжение, сжатие, изгиб и срез.

8.2. Длительные испытания на долговечность и ползучесть.

8.3. Испытания пластмасс на химическую стойкость, водопоглощение и старение.

8.4. Испытания полимерных материалов на проницаемость агрессивными средами.